

Luchtkwaliteit in Vlaanderen
Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven –
jaarrapport 2012



DOCUMENTBESCHRIJVING

Titel

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven – jaarrapport 2012

Samenstellers

Afdeling Lucht, Milieu en Communicatie, VMM
Dienst Lucht, Team Specifieke Studies

Inhoud

Dit rapport beschrijft de resultaten van de immissiemetingen van zwaveldioxide, stikstofoxides, fijn stof, zwarte koolstof, ozon, vluchtige organische componenten, dioxines en PCB's. De meetresultaten van deze pollutanten worden getoetst aan de bestaande en toekomstige normen. Ook bespreekt het rapport de trend van de afgelopen jaren voor de gemeten pollutanten.

Wijze van refereren

VMM (2013), Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven – jaarrapport 2012

Verantwoordelijke uitgever

Philippe D'Hondt, Afdelingshoofd Lucht, Milieu en Communicatie
Vlaamse Milieumaatschappij

Vragen in verband met dit rapport

Vlaamse Milieumaatschappij
A. Van de Maelestraat 96
9320 Erembodegem
Tel: 053 72 62 10
Fax: 053 71 10 78
info@vmm.be

Depotnummer

D/2013/6871/046

Samenvatting

In 2008 werd een overeenkomst gesloten tussen het bestuur van de Antwerpse haven, de gemeente Beveren en de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Deze overeenkomst houdt in dat de VMM jaarlijks een rapport 'Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven' maakt, waarin alle gemeten pollutanten in het Antwerpse havengebied worden besproken. In deze overeenkomst staat ook dat de VMM in de loop van 2008 extra meetposten voor fijn stof zou oprichten in het Antwerpse havengebied in cofinanciering met het Gemeentelijk Havenbedrijf Antwerpen en de gemeente Beveren.

De VMM meet op verscheidene meetpunten 1 of meerdere pollutanten met behulp van (semi)automatische toestellen. De automatische toestellen werken volledig autonoom, de semiautomatische toestellen bemonsteren luchtstalen die naar het labo gaan voor verdere analyse.

Ook meet de VMM op 2 plaatsen in de haven de depositie van dioxines en dioxine-achtige PCB's met behulp van depositiekruiken.

Op de verschillende meetpunten in het havengebied worden 1 of meerdere van onderstaande componenten gemeten:

- zwaveldioxide (SO₂);
- stikstofoxides (NO, NO₂, NO_x);
- fijn stof (PM₁₀ en PM_{2,5});
- zwarte koolstof;
- ozon (O₃);
- vluchtige organische componenten (BTEX en VOC);
- dioxines;
- dioxine-achtige polychloorbifenylen (PCB's).

Dit rapport beschrijft de meetresultaten van deze pollutanten gemeten in 2012. De resultaten worden getoetst aan de bestaande en toekomstige normen. Tevens is de evolutie van de meetwaarden opgenomen in het rapport. Per pollutant worden de meetresultaten in het havengebied vergeleken met de gemiddelde concentratie van deze pollutant gemeten in Vlaanderen. Dit gebeurt aan de hand van een virtueel gemiddelde, dit is het gemiddelde van alle metingen van deze pollutant in een bepaald gebied gedurende een kalenderjaar. Per pollutant wordt er ook, met behulp van pollutierozen, gekeken naar de richting waaruit de vervuiling komt ten opzichte van de verschillende meetstations. Indien de pollutierozen voor een bepaalde pollutant vrij rond van vorm zijn, worden ook relatieve zero-pollutierozen opgemaakt, door van de pollutierozen de algemene achtergrondconcentraties af te trekken.

Uit de metingen blijkt dat de Europese normen voor SO₂ voor het vierde jaar op rij ruim gerespecteerd blijven. De hoogste concentraties bevinden zich in het centrum van het havengebied, aan de raffinaderijen. De SO₂-jaargemiddelden zijn in 2012 nog maar één derde van de concentraties gemeten in 2007.

Op alle meetstations respecteren de NO₂-concentraties in 2012 de Europese grenswaarden. Op twee meetstations wordt de toekomstige jaargrenswaarde van 40 µg/m³ – van kracht vanaf 2015 wegens goedkeuring uitstelaanvraag aan Europa – overschreden. Eén van deze meetstations ligt in de industriezone en is minder relevant in het kader van de blootstelling van de bevolking. Het meetstation aan de Luchtbal is echter gelegen aan de rand van enkele grote woonzones. Een verspreidingsmodel (VLOPS) berekende dat in een groot deel van de woonkern van Merksem dezelfde of hogere concentraties mogen worden verwacht in vergelijking met deze gemeten aan de Luchtbal. Aan de nabijgelegen woonkernen van Ekeren, Brasschaat en Schoten kent het model lagere concentraties toe.

In de periode 2001-2009 is er een dalende trend in het Antwerpse havengebied en in Vlaanderen voor zowel de NO- als de NO₂-concentraties. Deze daling is sinds 2004 voornamelijk aanwezig in de lagere percentielen (P50). Dit betekent dat de achtergrondconcentraties dalen. In 2010 en 2011 stagneerden de concentraties in de Antwerpse haven. In 2012 wordt opnieuw een daling van de concentraties opgetekend in zowel de lagere als de hogere percentielen. De concentraties van NO₂ liggen in het Antwerpse havengebied zo'n 20% hoger dan het Vlaams gemiddelde.

De PM₁₀-concentraties in de Antwerpse haven vertoonden een dalende trend in de periode 2003-2009. In 2010 was de dalende trend niet meer aanwezig. In 2011 stellen we opnieuw een stijging in de concentraties in het havengebied vast, een stijging voornamelijk veroorzaakt door sterk verhoogde stofconcentraties in het voorjaar van 2011 met continentale wind uit het noordoosten. Door deze stijging in 2011 lag het virtueel gemiddelde van de PM₁₀-concentraties in de haven dat jaar hoger dan het Vlaams gemiddelde, dit in tegenstelling tot 2009 en 2010. In 2012 is er opnieuw een sterke daling van de PM₁₀-concentraties, zowel in het havengebied als in Vlaanderen. Hoewel de daling sterker is in het havengebied dan in Vlaanderen, ligt het gemiddelde in de haven van Antwerpen ook in 2012 hoger dan het Vlaams gemiddelde.

De jaargrenswaarde (40 µg/m³) voor PM₁₀ blijft de afgelopen jaren op alle meetstations in de haven ruim gerespecteerd. Het aantal overschrijdingen van de daggrenswaarde schommelt de afgelopen jaren sterk. In 2010 werd de daggrenswaarde voor PM₁₀, maximaal 35 overschrijdingen van een daggemiddelde van 50 µg/m³, voor het eerst gerespecteerd. In 2011 waren alle meetstations, op één na, in overschrijding. Zoals hierboven reeds vermeld, is deze stijging voor een groot deel het gevolg van sterk verhoogde stofconcentraties in het voorjaar van 2011 met continentale wind uit het noordoosten. In 2012 is het aantal dagen dat de PM₁₀-concentraties hoger liggen dan de daggrenswaarde van 50 µg/m³ – 35 dagen per jaar toegelaten – opnieuw sterk gedaald. Er is nog één meetstation in overschrijding, 42M802 (Luchtbal), met 41 overschrijdingen. Op één meetstation, 40AL05 (Kallo), wordt de grenswaarde met 35 overschrijdingen van de daggrenswaarde net gerespecteerd.

Voor PM_{2,5} blijft op elk meetstation de streefwaarde – geldig sedert 2010 – en de grenswaarde – vanaf 2015 – van 25 µg/m³ gerespecteerd. De toekomstige indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³, te behalen tegen 2020, werd op 1 meetstation overschreden. Dit meetstation is gelegen aan de Liefkenshoektunnel en wordt sterk beïnvloed door verkeersemisies. Gezien zijn ligging in industriegebied is dit meetstation minder relevant voor de blootstelling van de bevolking.

Voor zwarte koolstof is het virtueel gemiddelde in het Antwerpse havengebied in 2012 vergelijkbaar met het gemiddelde in Vlaanderen. Hierbij moet wel vermeld worden dat de meeste metingen van zwarte koolstof in Vlaanderen gebeuren op plaatsen waar veel potentieel zwarte koolstof aanwezig is. De hoogste concentraties werden vastgesteld op het meetstation 42M802 (Luchtbal), voor een groot deel een gevolg van het daar aanwezige verkeer. De meeste andere zero-pollutierozen wijzen naar het centrum van het havengebied. De gemeten concentraties in het meetstation aan de Boudewijnsluis, dat er nu 5 jaar operationeel is, vertonen een dalende trend.

2012 is een gunstig jaar voor ozon. De resultaten voor het meetstation in Berendrecht (42R831) liggen in lijn met wat de VMM gemiddeld meet over Vlaanderen, of zijn iets gunstiger. In 2012 worden er 4 overschrijdingen van de informatiedrempel van ozon vastgesteld. De alarmdrempel blijft de afgelopen 7 jaar gerespecteerd. De EU-streefwaarde voor de bescherming van de volksgezondheid wordt niet overschreden. Ook de EU-streefwaarde voor de bescherming van de vegetatie blijft ruimschoots gerespecteerd. De langetermijndoelstelling bereiken we voor Vlaanderen enkel in de ozongunstige jaren 2007, 2009, 2011 en 2012. De laatste 10 jaar blijft het ozon jaargemiddelde vrij stabiel. Wel zijn er regelmatig verschillen in de hoge percentielen en maxima per jaar. Dit heeft te maken met de kwaliteit van de zomers.

De Europese grenswaarde voor benzeen wordt ruim gerespecteerd. De gemeten BTEX-componenten zijn, in vergelijking met andere meetlocaties in Vlaanderen, niet verhoogd. Voor de BTEX-componenten blijkt de dalende trend in de periode 2007-2010 niet meer aanwezig, sinds 2011 stagneren of stijgen de concentraties van de verschillende BTEX-componenten opnieuw.

De gemeten concentraties aan vluchtige organische componenten (VOC) in Doel en Stabroek zijn voor de meeste componenten sterk vergelijkbaar met de concentraties gemeten in 2010 en 2011. Alle metingen blijven ruim onder de normen of richtwaarden. De concentraties van de VOC, die in het havengebied verhoogd zijn tegenover het Vlaams gemiddelde, zijn het hoogst op de meetpost 42R830 (Doel). Chloorbenzeen is daarop een uitzondering, de hoogste concentraties worden gemeten op de meetpost 40R833 (Stabroek). De evolutie van de alifaten – verzadigde koolwaterstoffen – en vertakte alifaten volgen op het meetstation 40R833 (Stabroek) meestal de evolutie van het Vlaams gemiddelde, al liggen de jaargemiddelden ervan iets hoger. De metingen op 42R830 (Doel) vertonen een grilliger verloop en lijken meer beïnvloed te worden door de havenactiviteiten.

De VMM gebruikt drempelwaarden om de dioxines en PCB's in de omgevingslucht te beoordelen. Deze zijn niet opgenomen in de wetgeving maar laten toe te beslissen welke regio's extra aandacht verdienen vanuit gezondheidskundig standpunt. Uit de dioxine- en PCB-depositieresultaten van de meetpost in Stabroek blijkt dat in 2 van de 4 maandstalen de drempelwaarde voor maandgemiddelde depositie overschreden wordt op de meetpost in Stabroek. Het gemiddelde van de 4 maandstalen ligt ook hoger dan de jaargemiddelde drempelwaarde. Deze toetsing is slechts indicatief, vermits de VMM niet jaarrond metingen uitvoerde. De trend van de dioxinedeposities op de meetpost in Stabroek toont over de jaren heen sterke schommelingen. In de periode 1998-2005 zien we een dalende trend. Deze wordt onderbroken door 2 hoge waarden in 2006. Daarna zakken de dioxinewaarden opnieuw terug. In de 2de helft van 2012 meet de VMM opnieuw gedurende 2 maanden een dioxinedepositie die opvallend hoger is. Dit betekent dat er in de nabijheid nog steeds één of meerdere bronnen zijn die sporadisch aanleiding geven tot dioxine-emissies. De meetwaarden voor de meetpost in Kallo tonen vooral een hoge PCB-depositie in de onmiddellijke nabijheid van een schrootverwerkend bedrijf. Ook in de nabijheid van andere Vlaamse schrootverwerkende bedrijven zijn de PCB-deposities hoog. Eerder onderzoek toonde aan dat de verontreiniging meestal beperkt blijft tot enkele honderden meters rond het schrootverwerkend bedrijf. De impact voor de bevolking is dus het grootst als er een woonzone of agrarisch gebied aan een dergelijk bedrijf paalt. Dit is echter niet het geval in Kallo.

INHOUDSTAFEL

| | |
|--|--------------|
| Samenvatting | 3 |
| 1 Het meetnet | 11 |
| 2 Normen | 14 |
| 2.1 Zwaveldioxide – SO ₂ | 14 |
| 2.2 Stikstofoxides – NO/NO ₂ | 14 |
| 2.3 Fijn stof – PM ₁₀ en PM _{2,5} | 14 |
| 2.4 Zwarte koolstof | 15 |
| 2.5 Ozon – O ₃ | 15 |
| 2.6 Vluchtige organische componenten – BTEX | 16 |
| 2.7 Dioxines en PCB's | 16 |
| 3 Meetresultaten | 17 |
| 3.1 Zwaveldioxide – SO ₂ | 17 |
| 3.2 Stikstofoxides – NO/NO ₂ | 23 |
| 3.3 Fijn stof – PM ₁₀ en PM _{2,5} | 30 |
| 3.3.1 PM ₁₀ | 30 |
| 3.3.2 PM _{2,5} | 36 |
| 3.4 Zwarte koolstof | 39 |
| 3.5 Ozon – O ₃ | 43 |
| 3.6 Vluchtige organische componenten – BTEX | 45 |
| 3.6.1 BTEX | 45 |
| 3.6.2 Dagstalen vluchtige organische componenten – VOC | 48 |
| 3.7 Dioxines en PCB's | 50 |
| 4 Besluit | 53 |
| Bijlage 1: Specificaties parameters | 2 |
| Bijlage 2: Modelberekeningen | 8 |

FIGUREN

| | |
|--|----|
| Figuur 1: Ligging meetstations in de Antwerpse haven | 13 |
| Figuur 2: SO ₂ -jaargemiddelde haven van Antwerpen ten opzichte van Vlaanderen..... | 17 |
| Figuur 3: Evolutie SO ₂ -meetresultaten. Het aantal meetstations staat tussen haakjes | 18 |
| Figuur 4: Evolutie industriële uitstoot SO _x in het Antwerpse havengebied..... | 18 |
| Figuur 5: Evolutie uitstoot SO ₂ door de scheepvaart in het Antwerpse havengebied | 19 |
| Figuur 6: Gemodelleerd SO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2012..... | 21 |
| Figuur 7: Pollutierozen gemiddelde SO ₂ -concentraties in 2012 | 22 |
| Figuur 8: Jaargemiddelde NO in het Antwerpse havengebied en Vlaanderen | 23 |
| Figuur 9: Jaargemiddelde NO ₂ in het Antwerpse havengebied en Vlaanderen | 24 |
| Figuur 10: Evolutie NO-concentraties. Het aantal meetstations staat tussen haakjes | 24 |
| Figuur 11: Evolutie NO ₂ -concentraties. Het aantal meetstations staat tussen haakjes..... | 25 |
| Figuur 12: Evolutie industriële uitstoot NO _x in de Antwerpse haven | 25 |
| Figuur 13: Gemodelleerd NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2012..... | 27 |
| Figuur 14: Evolutie NO ₂ -meetresultaten op het meetstation 42M802 (Luchtbal) | 28 |
| Figuur 15: Pollutierozen gemiddelde NO ₂ -concentraties in 2012 | 29 |
| Figuur 16: PM ₁₀ -jaargemiddelde haven van Antwerpen ten opzichte van Vlaanderen | 30 |
| Figuur 17: Evolutie PM ₁₀ -meetresultaten | 31 |
| Figuur 18: Aantal dagen met PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ voor de meetstations in de Antwerpse haven, 2008-2012..... | 32 |
| Figuur 19: 90ste percentiel pollutierozen voor meetstation 40AL05 (Kallo) in 2012..... | 33 |
| Figuur 20: Pollutierozen PM ₁₀ -gemiddelde in 2012 | 34 |
| Figuur 21: Zero-pollutierozen voor PM ₁₀ in 2012..... | 35 |
| Figuur 22: Evolutie PM _{2,5} -jaargemiddelde, 2008-2012 | 36 |
| Figuur 23: PM _{2,5} -jaargemiddelde in 2012..... | 37 |
| Figuur 24: Pollutierozen gemiddelde PM _{2,5} -concentraties in 2012 | 38 |
| Figuur 25: Evolutie jaargemiddelden zwarte koolstof, 2008-2012 | 40 |
| Figuur 26: Pollutierozen gemiddelde concentraties zwarte koolstof in 2012 | 41 |
| Figuur 27: Zero-pollutierozen voor zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied in 2012..... | 42 |
| Figuur 28: Evolutie O ₃ -concentraties op het meetstation 42R831 | 43 |
| Figuur 29: Pollutierozen gemiddelde ozonconcentraties in 2012..... | 45 |
| Figuur 30: Evolutie BTEX-concentraties | 46 |
| Figuur 31: Pollutierozen gemiddelde BTEX-concentraties in 2012..... | 47 |
| Figuur 32: Verhoogde VOC's in de haven van Antwerpen in 2011..... | 48 |
| Figuur 33: Trend verhoogde VOC's in de Antwerpse haven van 2001-2011 | 49 |
| Figuur 34: Trend dioxinedepositie op de meetpost 75R833 in Stabroek | 52 |
| Figuur 35: Trend depositie dioxines en PCB126 op de meetpost 75BV04 in Kallo | 52 |
| Figuur 36: Orthogonale regressie tussen meet- en modelwaarden voor NO ₂ in 2012 (voor kalibratie). 9 | |
| Figuur 37: Meetwaarden versus gekalibreerde modelwaarden voor NO ₂ in 2012 | 10 |
| Figuur 38: Orthogonale regressie tussen meet- en modelwaarden voor SO ₂ in 2012 (voor kalibratie) 11 | |
| Figuur 39: Meetwaarden versus gekalibreerde modelwaarden voor SO ₂ in 2012 | 11 |
| Figuur 40: PM _{2,5} -jaargemiddelde in Vlaanderen in 2012 (RIO-Corine)..... | 12 |
| Figuur 41: Relatieve onzekerheid op het PM _{2,5} -jaargemiddelde in Vlaanderen in 2012 (RIO-Corine). 13 | |

TABELLEN

| | |
|---|----|
| Tabel 1: Coördinaten meetstations | 11 |
| Tabel 2: SO ₂ -grens- en alarmdrempelwaarden | 14 |
| Tabel 3: NO ₂ -grens- en alarmdrempelwaarden | 14 |
| Tabel 4: Nieuwe kalibratiefactoren voor PM ₁₀ en PM _{2,5} | 15 |
| Tabel 5: PM ₁₀ - en PM _{2,5} -grenswaarden..... | 15 |
| Tabel 6: Langetermijndoelstellingen, streef- en drempelwaarden voor ozon | 16 |
| Tabel 7: BTEX-grens- en richtwaarden | 16 |
| Tabel 8: Drempelwaarden voor de gemeten deposities van dioxines en dioxineachtige PCB's | 16 |
| Tabel 9: Belangrijkste statistische parameters voor SO ₂ | 19 |
| Tabel 10: Overschrijdingen SO ₂ -norm | 20 |
| Tabel 11: Belangrijkste statistische parameters voor NO ₂ | 26 |

| | |
|--|----|
| Tabel 12: Belangrijkste statistische parameters voor PM ₁₀ | 32 |
| Tabel 13: Belangrijkste statistische parameters voor PM _{2,5} | 36 |
| Tabel 14: Belangrijkste statistische parameters voor zwarte koolstof..... | 39 |
| Tabel 15: Belangrijkste statistische parameters voor ozon..... | 44 |
| Tabel 16: Overschrijdingen informatie- en alarmpremie, streefwaarden en langetermijndoelstellingen | 44 |
| Tabel 17: Belangrijkste statistische parameters voor BTEX | 46 |
| Tabel 18: Jaargemiddelden voor VOC-dagstalen, 2010-2012..... | 50 |
| Tabel 19: Toetsing van de resultaten van 75R833 aan de drempelwaarden voor dioxines en PCB's (pg TEQ/(m ² .dag))..... | 51 |
| Tabel 20: Validatieresultaten voor NO ₂ in 2012..... | 10 |
| Tabel 21: Validatieresultaten voor SO ₂ in 2012 | 12 |

1 Het meetnet

In en rond het havengebied meet de VMM op verscheidene meetpunten één of meerdere polluenten met behulp van (semi)automatische toestellen. De automatische toestellen werken volledig autonoom, de semiautomatische toestellen nemen luchtstalen die naar het labo gaan voor verdere analyse. Op twee plaatsen in de haven meet de VMM de depositie van dioxines en PCB's met behulp van depositiekruiken.

Op de meetstations worden één of meerdere van onderstaande componenten gemeten:

- zwaveldioxide (SO₂);
- stikstofoxides (NO, NO₂, NO_x);
- fijn stof (PM₁₀ en PM_{2,5});
- zwarte koolstof;
- ozon (O₃);
- vluchtige organische componenten (BTEX en VOC);
- dioxines;
- dioxineachtige polychloorbifenylen (PCB's).

Meer informatie over de gemeten parameters en gebruikte apparatuur staat op de website www.vmm.be. De specificaties over onder meer het meetprincipe en de meetonzekerheid zijn terug te vinden in bijlage 1.

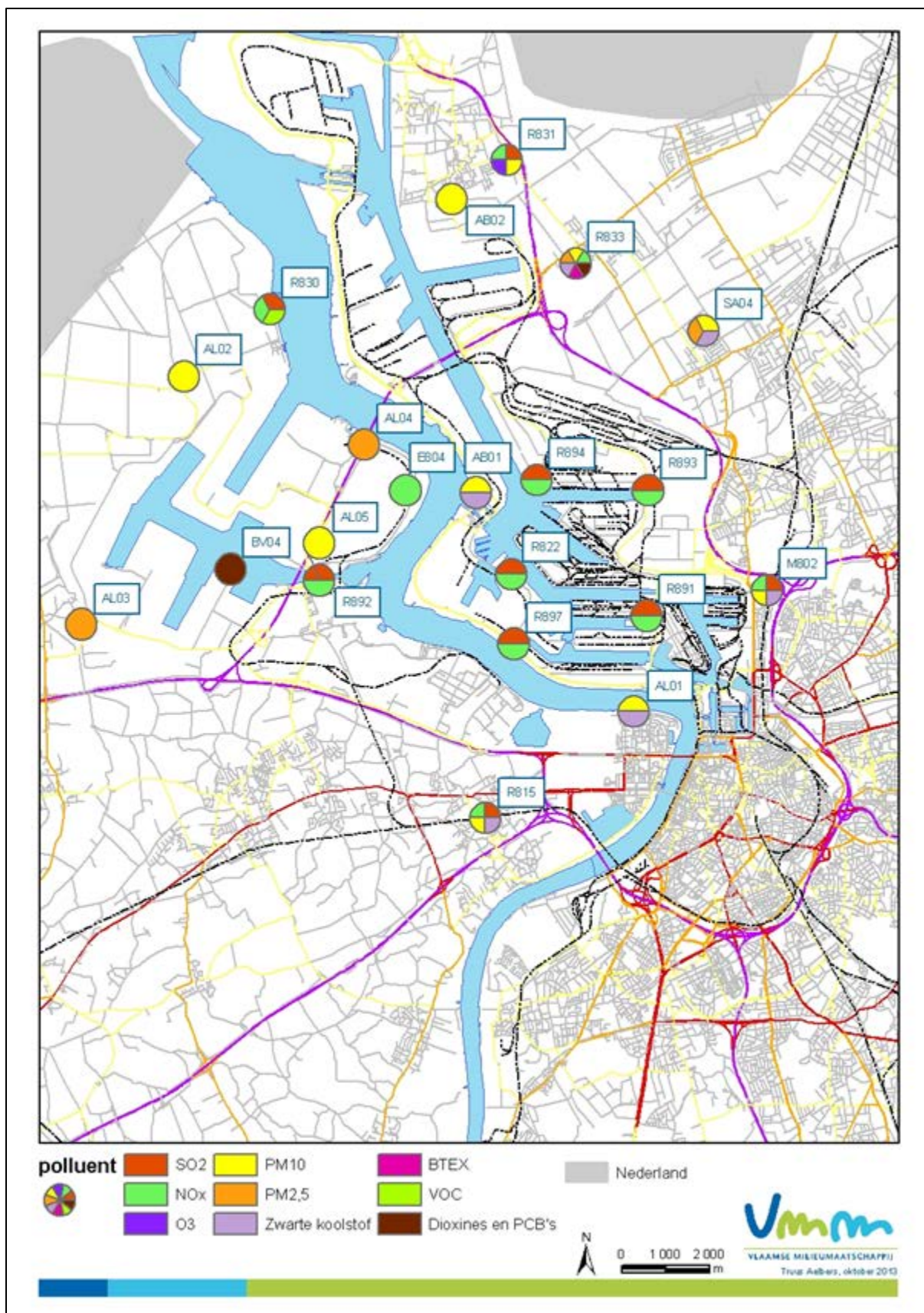
In onderstaande tabel zijn de meetstations opgenomen. De meetstations hebben een meetstationcode. Bij iedere code zijn het adres en de Lambertcoördinaten vermeld van het meetstation. De gemarkeerde meetstations (*) zijn de meetstations met relevantie naar de blootstelling van de bevolking toe, de andere zijn industriële brongerichte meetstations. De resultaten van deze industriële meetstations rapporteert de VMM niet aan Europa.

Tabel 1: Coördinaten meetstations

| Code Station | Adres | X | Y |
|--------------|--|--------|--------|
| 40AB01 | Boudewijnsuis, 2000 Antwerpen | 147285 | 219010 |
| 40AB02* | Antwerpsebaan, 2040 Berendrecht | 146730 | 225666 |
| 40AL01* | Scheldedijk, 2050 Antwerpen-Linkeroever | 150865 | 214046 |
| 40AL02 | Engelsesteenweg, Beveren | 140657 | 221644 |
| 40AL03* | Pomphuis, Watermolendijkweg, Beveren | 138326 | 216020 |
| 40AL04 | Liefkenshoektunnel, Beveren | 144735 | 220097 |
| 40AL05 | Sluis van Kallo, Ketenislaan, Beveren | 143727 | 217031 |
| 40R833* | PITO, Laageind, 2940 Stabroek | 149200 | 224100 |
| 40SA04* | Abelenlaan, 2940 Hoevenen (Stabroek) | 152449 | 222679 |
| 42M802* | Havannastraat, 2030 Antwerpen | 153884 | 216790 |
| 42R815* | Laarstraat, 2070 Zwijndrecht | 147489 | 211634 |
| 42R822 | Polderdijkweg, 2030 Antwerpen | 148082 | 217156 |
| 42R830* | Scheldemolenstraat, 9130 Beveren-Waas (Doel) | 142601 | 223162 |
| 42R831* | Hoefbladstraat, 2040 Berendrecht | 147976 | 226558 |
| 42R891 | Scheurweg, 2030 Antwerpen | 151159 | 216212 |
| 42R892* | Kallosuis, 9120 Kallo | 143727 | 217020 |
| 42R893* | Ekerse Dijk, 2180 Ekeren | 151181 | 219293 |
| 42R894 | Muisbroeklaan, 2030 Antwerpen | 148656 | 219293 |

| | | | |
|---------|--|--------|--------|
| 42R897* | Scheldelaan, 2030 Antwerpen | 148139 | 215578 |
| 47E804 | Ketenislaan, 9120 Kallo | 145685 | 219067 |
| 75BV04 | Land Van Waaslaan – haven 1204, 9120 Kallo | 141709 | 217269 |

*: *meer relevantie naar de bevolking toe*



Figuur 1: Ligging meetstations in de Antwerpse haven

2 Normen

De concentraties van de gemeten pollutanten worden vergeleken met de Vlaamse en Europese grens- en richtwaarden.

2.1 Zwaveldioxide – SO₂

Tabel 2 toont een overzicht van de grens- en alarmdrempelwaarden die van toepassing zijn voor SO₂.

Tabel 2: SO₂-grens- en alarmdrempelwaarden

| | |
|--------------------------------|---|
| EU-UURGRENSWAARDE | 350 µg/m ³ max. 24 overschrijdingen per jaar |
| EU-DAGGRENSWAARDE | 125 µg/m ³ max. 3 overschrijdingen per jaar |
| ALARMDREMPEL op basis van uren | 500 µg/m ³ gedurende 3 opeenvolgende uren |

2.2 Stikstofoxides – NO/NO₂

Tabel 3 toont een overzicht van de grens- en alarmdrempelwaarden die van toepassing zijn voor NO₂. De Europese richtlijn 2008/50/EG legt grenswaarden en een alarmdrempel op voor NO₂. De grenswaarden dienen vanaf 1 januari 2010 gerespecteerd te worden. De alarmdrempel voor NO₂ dient reeds vanaf 19 juli 2001 gerespecteerd te worden.

Tabel 3: NO₂-grens- en alarmdrempelwaarden

| | |
|--------------------------------|--|
| EU-UURGRENSWAARDE | 200 µg/m ³ , max. 18 overschrijdingen per jaar |
| EU-JAARGRENSWAARDE | 40 µg/m ³ in Vlaanderen 60 µg/m ³ in Antwerpse havengebied tot 2015 |
| ALARMDREMPEL op basis van uren | 400 µg/m ³ gedurende 3 opeenvolgende uren |

De richtlijn 2008/50/EG biedt de kans om voor NO₂ uitstel aan te vragen voor het behalen van de grenswaarden. Indien men uitstel verkrijgt, dient men pas in 2015 te voldoen aan de grenswaarden in plaats van reeds in 2010. Een voorwaarde om uitstel te krijgen is dat men aantoont dat via bijkomende maatregelen de grenswaarden tegen 2015 zullen worden gehaald. België heeft uitstel gevraagd voor het Brusselse gewest en de 2 Vlaamse zones – de zone Antwerpse haven en de zone Antwerpse agglomeratie – waar er in 2010 overschrijdingen van de NO₂-jaargrenswaarde waren. In het kader van de uitstelaanvraag¹ werd het luchtkwaliteitsplan dat de Vlaamse regering in maart 2012 goedkeurde, overgemaakt aan de Europese Commissie.

De Europese Commissie heeft in haar besluit van 06/07/2012 uitstel verleend voor de 2 Vlaamse zones, de zone Antwerpse haven en de zone Antwerpse agglomeratie. Dit goedgekeurd uitstel betekent dat voor deze zones gedurende de uitstelperiode de NO₂-jaargrenswaarde gesommeerd met de maximale overschrijdingsmarge (50%) van toepassing is. Met andere woorden, tot 2015 dienen de bekomen jaargemiddelden van de meetstations in het Antwerpse havengebied getoetst te worden aan een jaargrenswaarde van 60 µg/m³.

Voor NO zijn er geen grenswaarden vastgelegd.

2.3 Fijn stof – PM₁₀ en PM_{2,5}

Fijnstofmetingen gebeuren met automatische meettoestellen die continu de hoeveelheid fijn stof meten in de buitenlucht. Dit is nodig om de fijnstofconcentraties in 'real-time' te kunnen opvolgen. De meettechnieken die deze automatische toestellen gebruiken, zijn echter niet gebaseerd op de Europese gravimetrische referentiemeetmethode. Dit is geen probleem indien equivalentie met de referentiemethode kan worden aangetoond. De Europese referentiemethode is een semiautomatische techniek waarbij een vooraf gewogen filter 24 uur bemonsterd wordt en daarna in het labo opnieuw

¹ www.lne.be/themas/luchtverontreiniging/beleid/beleid-in-belgie-en-vlaanderen

wordt gewogen. De resultaten van de referentiemethode zijn, in tegenstelling tot die van de automatische meettoestellen, dus niet onmiddellijk en in *real-time* beschikbaar. Door de VMM worden regelmatig vergelijkende equivalentiemeetcampagnes georganiseerd. Hieruit blijkt dat de automatische meettechnieken equivalent zijn, mits het gebruik van een kalibratiefactor. Deze kalibratie is onder meer nodig om verlies door verdamping van vluchtig aerosol, dat ontstaat bij de opwarming van de inlaatbuis van de automatische monitoren, te compenseren. Zonder deze kalibratie wordt de hoeveelheid gemeten fijn stof met automatische meettoestellen meestal onderschat.

Volgende kalibratiefactoren werden berekend:

Tabel 4: Nieuwe kalibratiefactoren voor PM_{10} en $PM_{2,5}$

| Fractie | Type monitor | Nieuwe factoren vanaf 01/01/2009 | Vorige factoren tot en met 31/12/2008 |
|------------|--------------|-------------------------------------|--|
| PM_{10} | ESM | 1,25 | 1,37 |
| | TEOM | Variabele factor per dag | 1,47 |
| | TEOM-FDMS | 1,00 | 1,00 |
| $PM_{2,5}$ | ESM | 1,27 | 1,46 |
| | TEOM-FDMS | 1,00 | 1,00 |

Tabel 5 bevat de streef- en grenswaarden voor de pollutant PM_{10} en $PM_{2,5}$.

Tabel 5: PM_{10} - en $PM_{2,5}$ -grenswaarden

| PM_{10}: STREEF- EN GRENSWAARDE | |
|--|---|
| EU-DAGGRENSWAARDE | 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, max. 35 overschrijdingen per jaar |
| EU-JAARGRENSWAARDE | 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| $PM_{2,5}$: STREEF- EN GRENSWAARDE | |
| EU-STREEFWAARDE tegen 2010 | 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| EU-GRENSWAARDE tegen 2015 | 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| TOEKOMSTIGE INDICATIEVE EU-GRENSWAARDE tegen 2020 | 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |

2.4 Zwarte koolstof

Voor de zwarte koolstofmetingen bestaat er geen Vlaamse of Europese wetgeving.

2.5 Ozon – O_3

Tabel 6 bevat een overzicht van de streef- en drempelwaarden die geldig zijn voor ozon.

Tabel 6: Langetermijndoelstellingen, streef- en drempelwaarden voor ozon

| | |
|---|--|
| INFORMATIEDREMPEL bevolking | Uurgemiddelde: 180 µg/m ³ |
| ALARMDREMPEL bevolking | Uurgemiddelde: 240 µg/m ³ |
| STREEFWAARDE voor de bescherming van de gezondheid van de mens | Hoogste 8-uurgemiddelde van een dag: 120 µg/m ³ mag gemiddeld over 3 jaar niet vaker dan 25 dagen per jaar overschreden worden |
| LANGE TERMIJNDOELSTELLING voor de bescherming van de gezondheid van de mens | Hoogste 8-uurgemiddelde van een dag gedurende een jaar: 120 µg/m ³ |
| RICHTLIJN STREEFWAARDE voor de bescherming van de vegetatie | AOT40: 18.000 (µg/m ³).uren, gemiddeld over 5 jaar |
| LANGE TERMIJNDOELSTELLING voor de bescherming van de vegetatie | AOT40: 6.000 (µg/m ³).uren |

2.6 Vluchtige organische componenten – BTEX

Tabel 7 bevat een overzicht van de grens- en richtwaarden voor BTEX.

Tabel 7: BTEX-grens- en richtwaarden

| | |
|--|-------------------------|
| Benzeen: GRENSWAARDE als 98ste percentiel in het beschouwde jaar op basis van dagwaarden (VLAREM II) | 50 µg/m ³ |
| Benzeen: GRENSWAARDE als jaargemiddelde in het beschouwde jaar (richtlijn 2008/50/EG) | 5 µg/m ³ |
| Tolueen: RICHTWAARDE op halfuurbasis (WGO) | 1.000 µg/m ³ |
| Tolueen: RICHTWAARDE als weekgemiddelde (WGO) | 260 µg/m ³ |

2.7 Dioxines en PCB's

Er bestaan geen wettelijke normen voor de depositie van dioxines of PCB's. Het Europees Wetenschappelijk Comité voor menselijke voeding heeft in 2001 een advies uitgebracht hoeveel dioxines en dioxineachtige PCB's men wekelijks maximaal mag innemen. Dit bedraagt 14 pg TEQ/kg lichaamsgewicht per week. De VMM heeft een studie laten uitvoeren om te berekenen welke jaargemiddelde depositie overeenstemt met dit EU-advies van 14 pg TEQ/(kg.week) en definieerde zo een drempelwaarde. Vermits de hoge analyseprijs niet toelaat om jaarrond te meten, werd er ook een drempelwaarde berekend voor maandgemiddelde deposities. Occasioneel komen er hoge deposities voor die uitgemiddeld zouden worden als we maandelijks zouden meten. Daarom wordt de maandgemiddelde depositie getoetst aan een hogere drempelwaarde, zie Tabel 8.

Deze drempelwaarden worden vanaf 2010 toegepast. In vergelijking met voorgaande jaren zijn er 2 wijzigingen:

- de drempelwaarden gelden voor de som van de dioxines en dioxineachtige PCB's;
- de drempelwaarden gelden enkel in gebieden waar verhoogde deposities een impact op de gezondheid kunnen hebben, namelijk agrarische gebieden en woonzones.

Tabel 8: Drempelwaarden voor de gemeten deposities van dioxines en dioxineachtige PCB's

| Toelaatbare dosis gedefinieerd door EU | Jaargemiddelde depositie | Maandgemiddelde depositie | Waar |
|--|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| 14 pg TEQ/(kg.week) | 8,2 pg TEQ/(m ² .dag) | 21 pg TEQ/(m ² .dag) | Agrarische gebieden en woonzones |

Vooraf een chronische blootstelling aan dioxines en PCB's is belangrijk. Daarom is het belangrijk dat er naar gestreefd wordt deze drempelwaarden te halen. Ze laten toe om de gemeten deposities te beoordelen en te beslissen welke regio's extra aandacht verdienen.

3 Meetresultaten

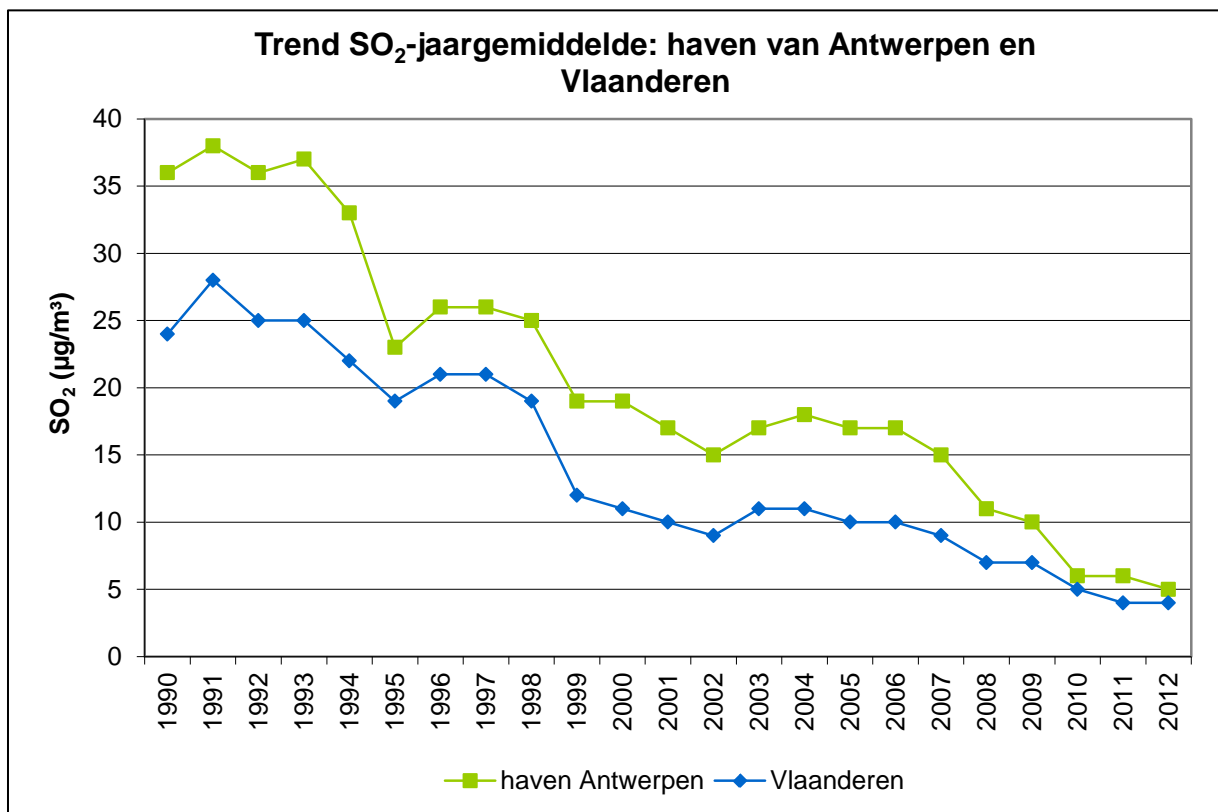
Hierna zijn de meetwaarden, verzameld in 2012, vergeleken met de voorbije jaren en getoetst aan de huidige en toekomstige normen.

3.1 Zwaveldioxide – SO₂

Antropogene emissies van SO₂ ontstaan voornamelijk door de verbranding van fossiele brandstof zoals kolen en aardolie. Het overgrote deel van de SO₂-emissie in Vlaanderen is afkomstig van de industrie, raffinaderijen en elektriciteitscentrales.

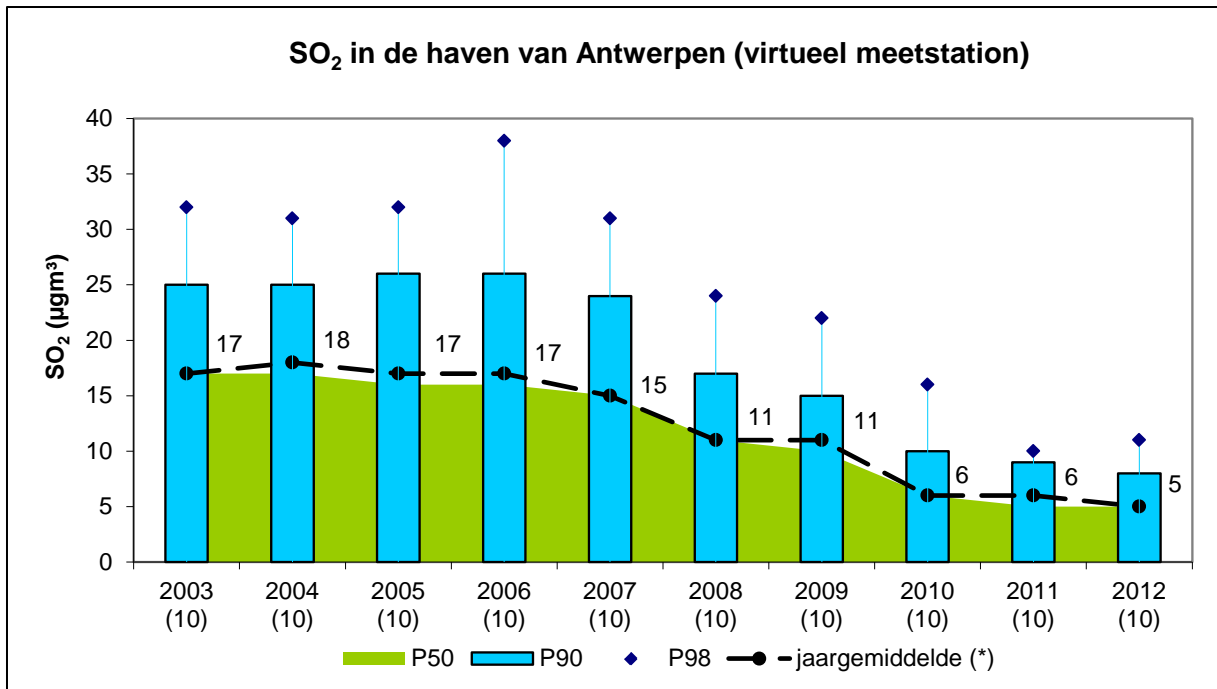
Bij inademing is SO₂ irriterend. Hoge concentraties kunnen ademhalingsproblemen veroorzaken, vooral bij personen die lijden aan astma of chronische longziekten.

Figuur 2 toont het verloop van het SO₂-jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied en in Vlaanderen. Sinds 1993 is er een sterke daling in de SO₂-concentraties met een trendbreuk rond 1999 ten gevolge van technische redenen (vernieuwing datatransmissiesysteem). In de periode 2007-2010 was er opnieuw een sterk dalende trend in de concentraties. In 2011 stagneerden de SO₂-concentraties, het jaargemiddelde was dan gelijk aan dat van 2010. In 2012 zien we opnieuw een lichte daling in het jaargemiddelde van het havengebied. De SO₂-concentraties in Vlaanderen zijn in 2012 dezelfde als deze gemeten in 2011.

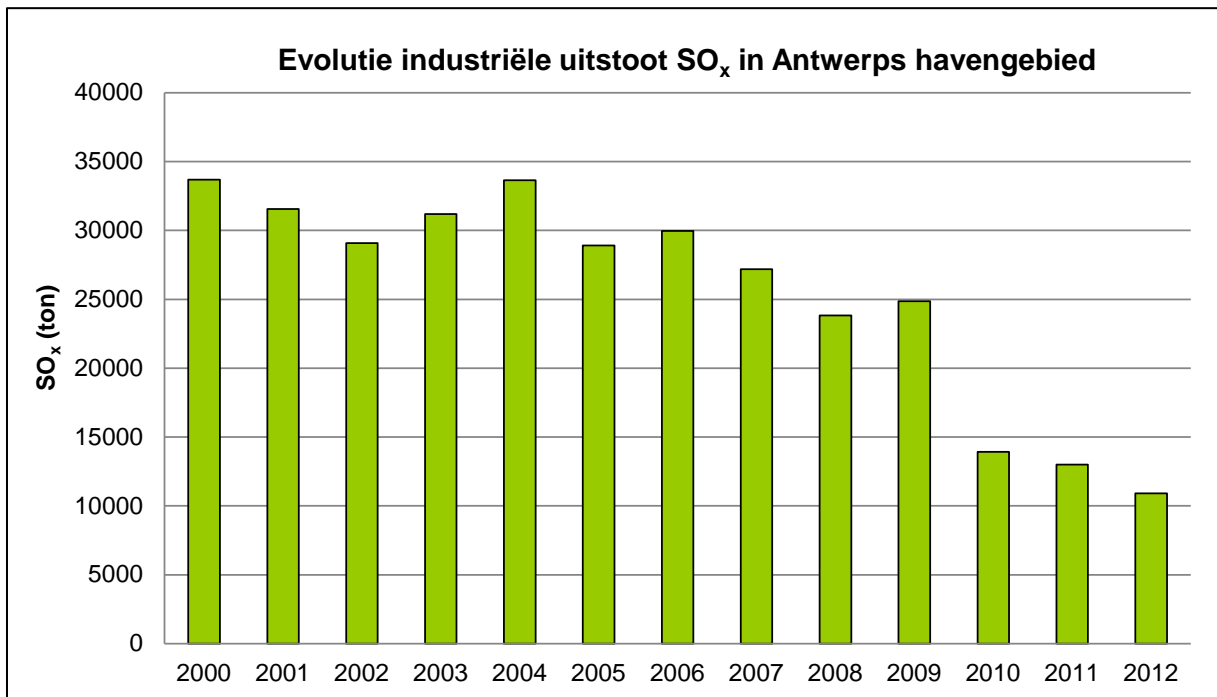


Figuur 2: SO₂-jaargemiddelde haven van Antwerpen ten opzichte van Vlaanderen

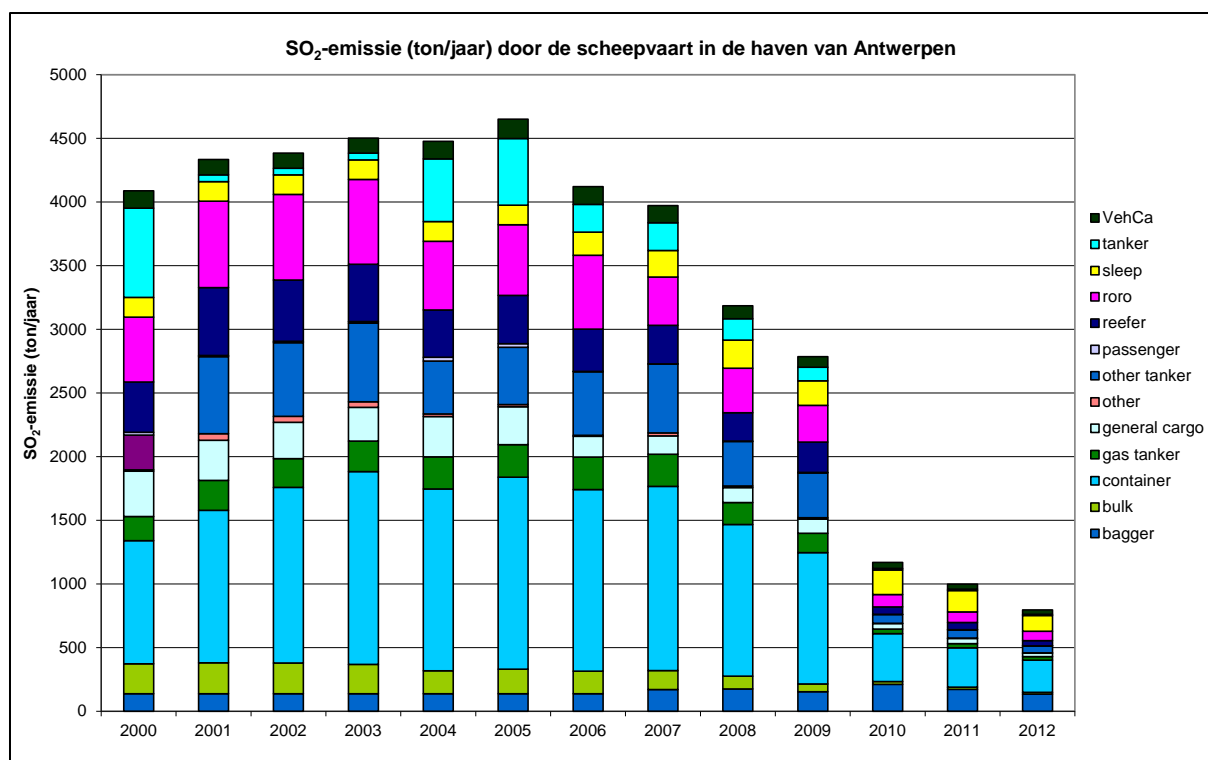
Figuur 3 toont het verloop van enkele statistische parameters van de SO₂-dagconcentraties in de haven over de laatste tien jaar via een virtueel meetstation. We zien weinig tot geen variatie in het SO₂-jaargemiddelde tot en met 2006. In 2007-2008 was er een aanzienlijke daling in de concentraties, zowel in het jaargemiddelde als in de percentielen. In 2010 stelden we een tweede sterke daling vast in de gemeten SO₂-concentraties in de haven. In 2011 bleef het jaargemiddelde ongewijzigd ten opzichte van 2010, maar is er wel een aanzienlijke daling in de hogere percentielen. In 2012 is er nog een lichte daling in het jaargemiddelde en het 90ste percentiel. Het SO₂-jaargemiddelde is in 2012 nog maar één derde van de concentraties gemeten in 2007.



Figuur 3: Evolutie SO₂-meetresultaten. Het aantal meetstations staat tussen haakjes
 * in de grafiek wordt het jaargemiddelde niet enkel grafisch maar ook numeriek getoond.



Figuur 4: Evolutie industriële uitstoot SO_x in het Antwerpse havengebied



Figuur 5: Evolutie uitstoot SO₂ door de scheepvaart in het Antwerpse havengebied

Figuur 4 en Figuur 5 tonen de uitstoot van de industrie en de scheepvaart in het Antwerpse havengebied. De cijfers zijn afkomstig uit de emissie inventaris van de VMM. Ze tonen aan dat de daling van de uitstoot door de industrie en de scheepvaart verantwoordelijk is voor de lagere immissieconcentraties. Tussen 2009 en 2010 daalde de industriële uitstoot met 11.000 ton en de SO₂-uitstoot door de scheepvaart met 1.500 ton. Ook in 2012 zet deze dalende trend in de emissies zich verder.

Tabel 9 toont de belangrijkste statistische parameters, namelijk het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel en de maximum dagwaarde van zwaveldioxide per meetstation voor het jaar 2012.

Tabel 9: Belangrijkste statistische parameters voor SO₂

| DAGWAARDEN SO ₂ (µg/m ³) | 2012 | | | |
|---|----------|----------|-----------|-----------|
| | Jaargem. | P50 | P98 | Max. |
| 42M802 (Luchtbal) | 3 | 2 | 11 | 14 |
| 42R815 (Zwijndrecht) | 4 | 2 | 17 | 45 |
| 42R822 (Polderdijkweg) | 10 | 9 | 24 | 36 |
| 42R830 (Doel) | 3 | 2 | 9 | 16 |
| 42R831 (Berendrecht) | 3 | 3 | 11 | 18 |
| 42R891 (Scheurweg) | 6 | 4 | 32 | 56 |
| 42R892 (Kallo) | 4 | 3 | 17 | 21 |
| 42R893 (Ekeren) | 5 | 4 | 14 | 25 |
| 42R894 (Muisbroeklaan) | 10 | 8 | 32 | 49 |
| 42R897 (Scheldelaan) | 4 | 3 | 16 | 35 |
| Virtueel gemiddelde | 5 | 5 | 11 | 17 |

Tabel 10 toont de meetstations die een SO₂-norm overschreden in de jaren 2006 tot en met 2012.

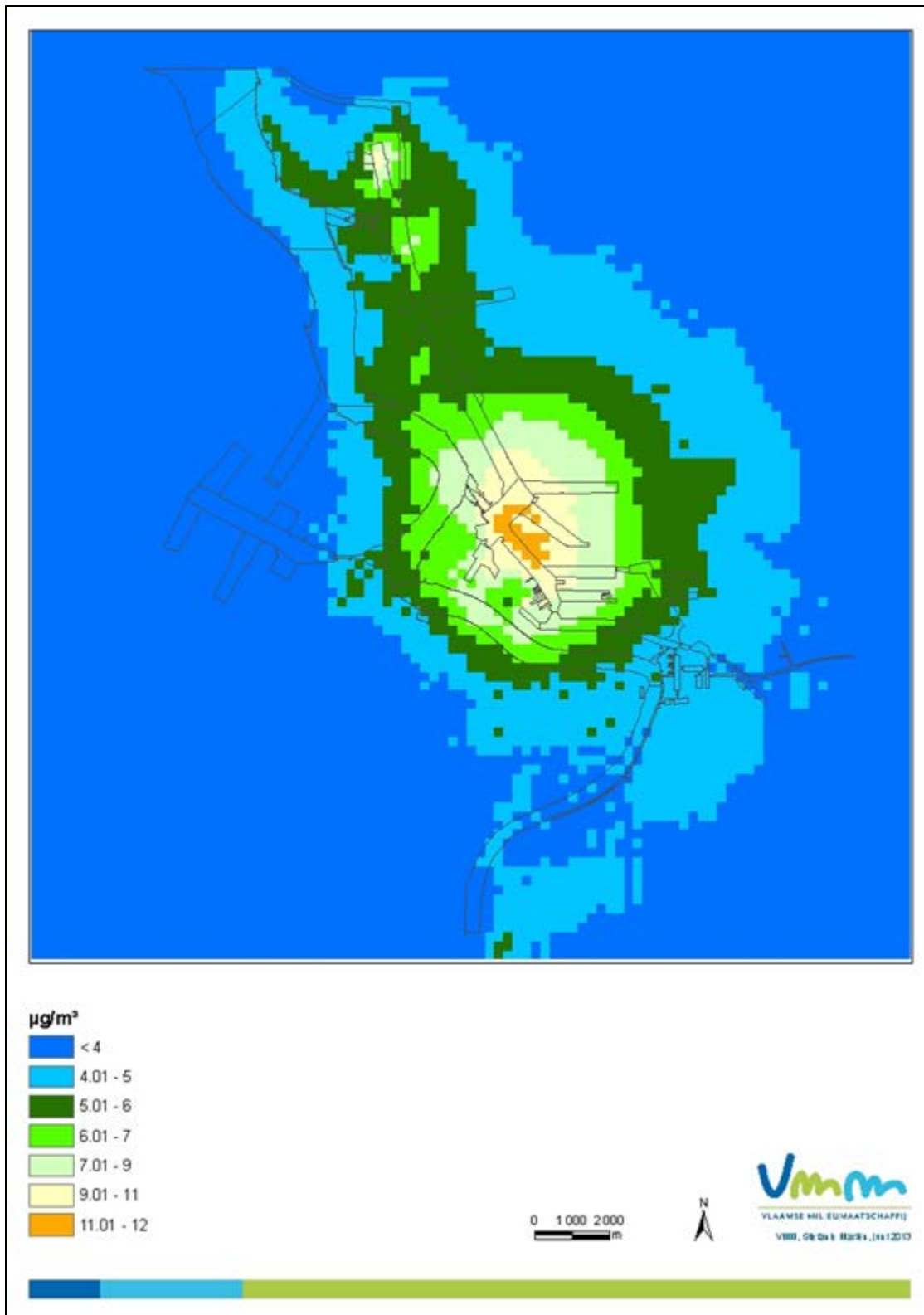
Tabel 10: Overschrijdingen SO₂-norm

| Meetstation | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--|---------------------------------|-----------|-----------|------|------|------|------|
| <i>Aantal overschrijdingen SO₂-uurnorm</i> | | | | | | | |
| 42R822 | 45 | 37 | 25 | 6 | 1 | 0 | 0 |
| 42R830 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 42R831 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 42R892 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 42R897 | 1 | 3 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Aantal overschrijdingen van de 125 µg/m³ dagnorm, maximaal 3 overschrijdingen per jaar</i> | | | | | | | |
| 42R822 | 6 dagen | 7 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Overschrijding van de 500 µg/m³ alarmdrempel, 3 opeenvolgende uren</i> | | | | | | | |
| | 1 keer 3 | | | | | | |
| 42R822 | opeen- volgende uren | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 42R831 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Overschrijdingen van de grenswaarden is in rood aangegeven.

Uit Tabel 10 blijkt dat de Europese normen voor SO₂ voor het vierde jaar op rij ruim gerespecteerd blijven, dit in tegenstelling tot de periode 2006-2008. De gemeten concentraties zijn laag, het hoogste daggemiddelde in 2012 bedraagt 56 µg/m³. Er is in 2012 geen uurwaarde hoger dan 350 µg/m³ gemeten.

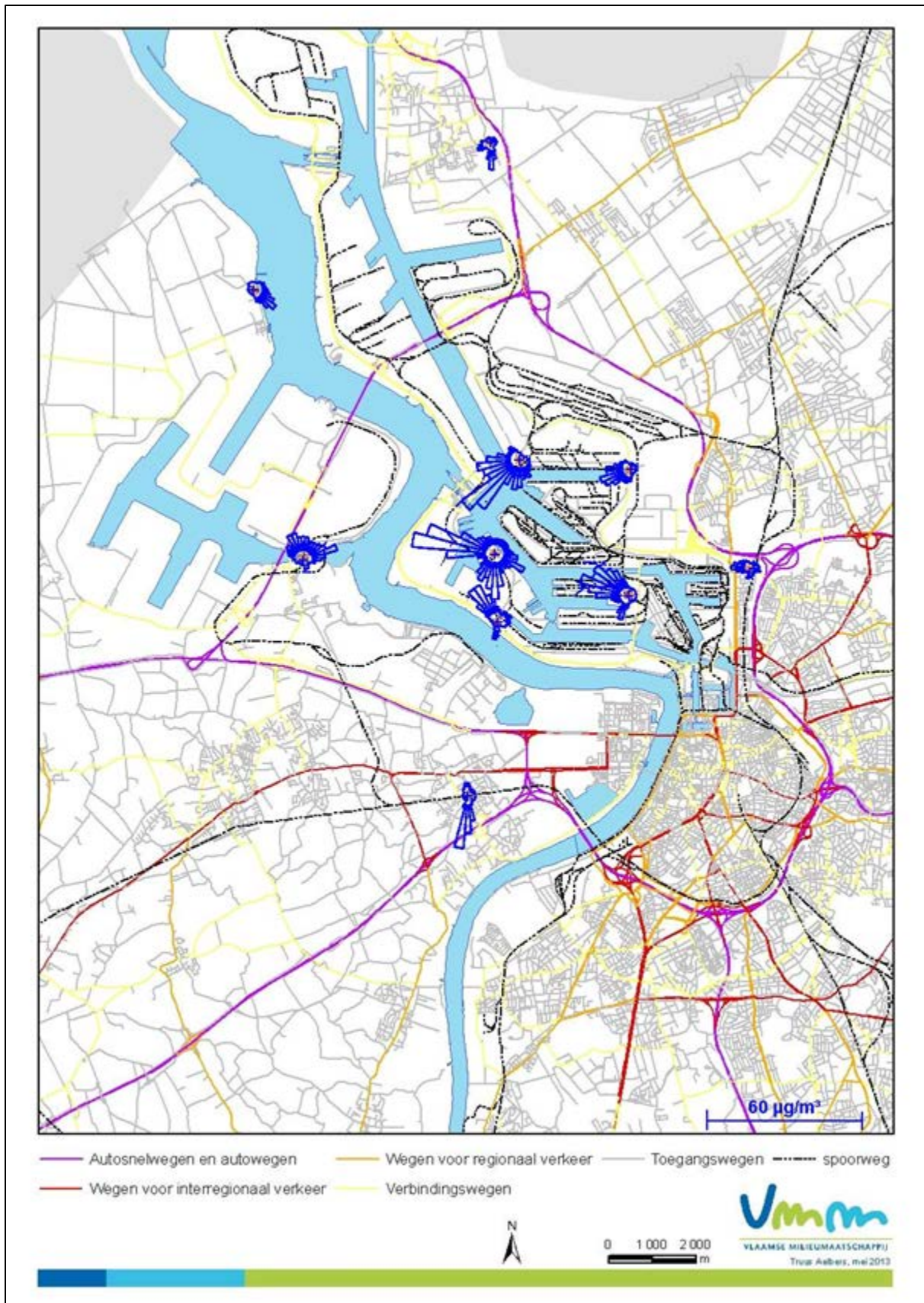
Om de SO₂-concentraties in de Antwerpse agglomeratie te kunnen inschatten werd met behulp van het OPS-model, zie Bijlage 2: Modelberekeningen, een kaart getekend van het SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie, zie Figuur 6. Zoals verwacht geeft het model aan dat de hoogste concentraties voorkomen in het centrum van het havengebied, aan de raffinaderijen. De licht verhoogde concentraties aan SO₂ in het zuiden zijn afkomstig van het bedrijf Argex, een producent van kleikorrels, gelegen in de gemeenten Kruibeke en Zwijndrecht.



Figuur 6: Gemodelleerd SO_2 -jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2012

Pollutierozen SO_2

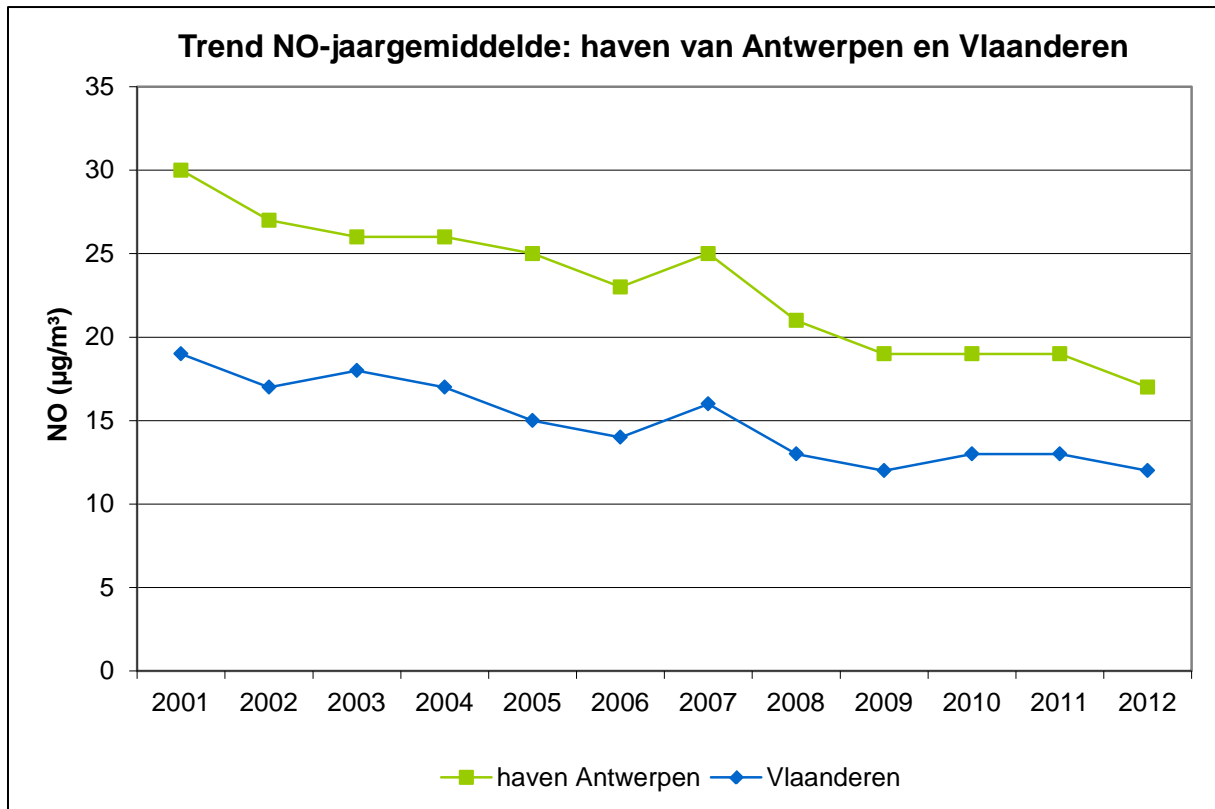
Figuur 7 toont de pollutierozen van SO_2 met de gemiddelde halfuurconcentratie per windsector voor het jaar 2012 in het havengebied. De pollutierozen wijzen voornamelijk in de richting van de raffinaderijen gelegen in het centrum van het havengebied. Ook zien we een bron ten zuiden van het meetstation in Zwijndrecht (42R815). Deze SO_2 -emissies zijn afkomstig van het bedrijf Argex, gelegen op de grens tussen Zwijndrecht en Kruibeke.



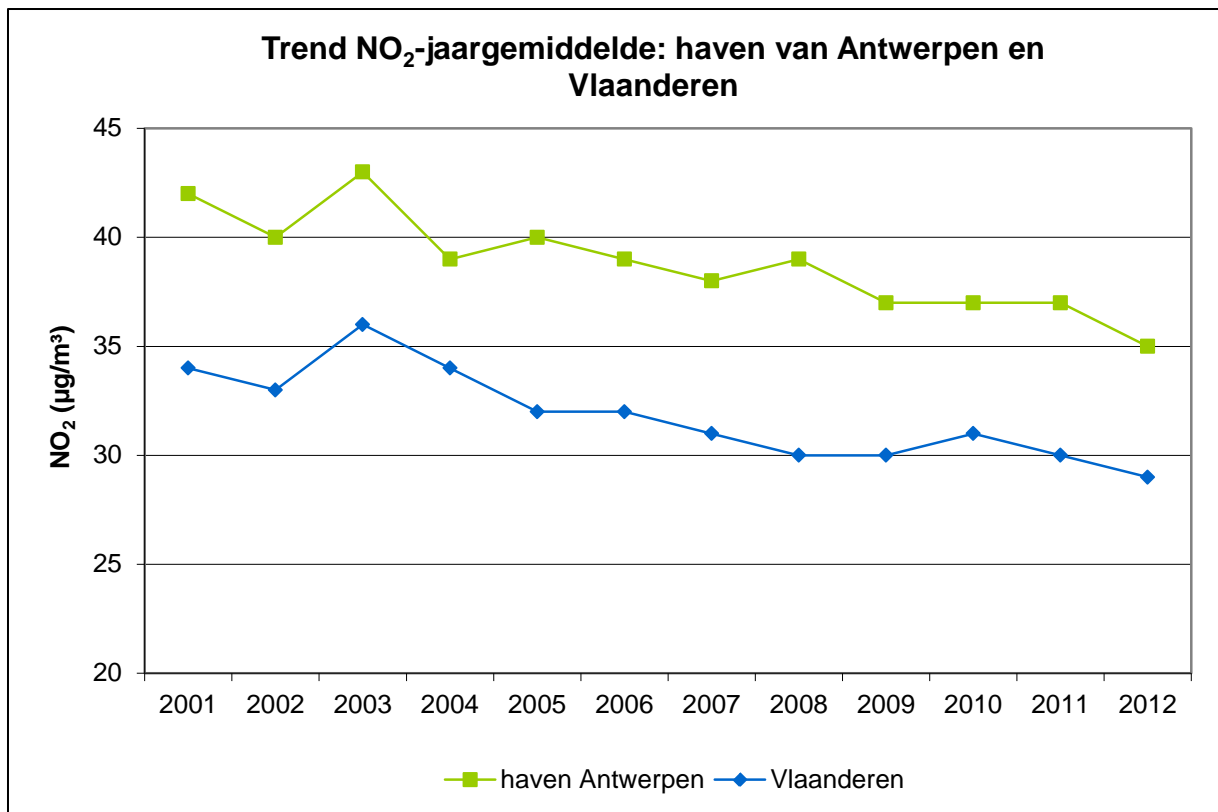
Figuur 7: Pollutierozen gemiddelde SO₂-concentraties in 2012

3.2 Stikstofoxides – NO/NO₂

Vooraf verbrandingsprocessen geven aanleiding tot de uitstoot van stikstofoxides. De belangrijkste bron van NO_x in Vlaanderen is dan ook het wegverkeer. De gassen NO en NO₂ zetten zich in de lucht gemakkelijk om: NO oxideert onder invloed van het zonlicht naar NO₂. Nadelige effecten bij de mens, van vooral NO₂, treden op bij kortstondige blootstelling aan hoge concentraties en bij chronische blootstelling aan lage concentraties. Op meerdere meetstations in en rond de Antwerpse haven wordt NO, NO₂ en NO_x gemeten. Halverwege 2012 werden in het meetstation 40R833 NO_x-metingen gestart.

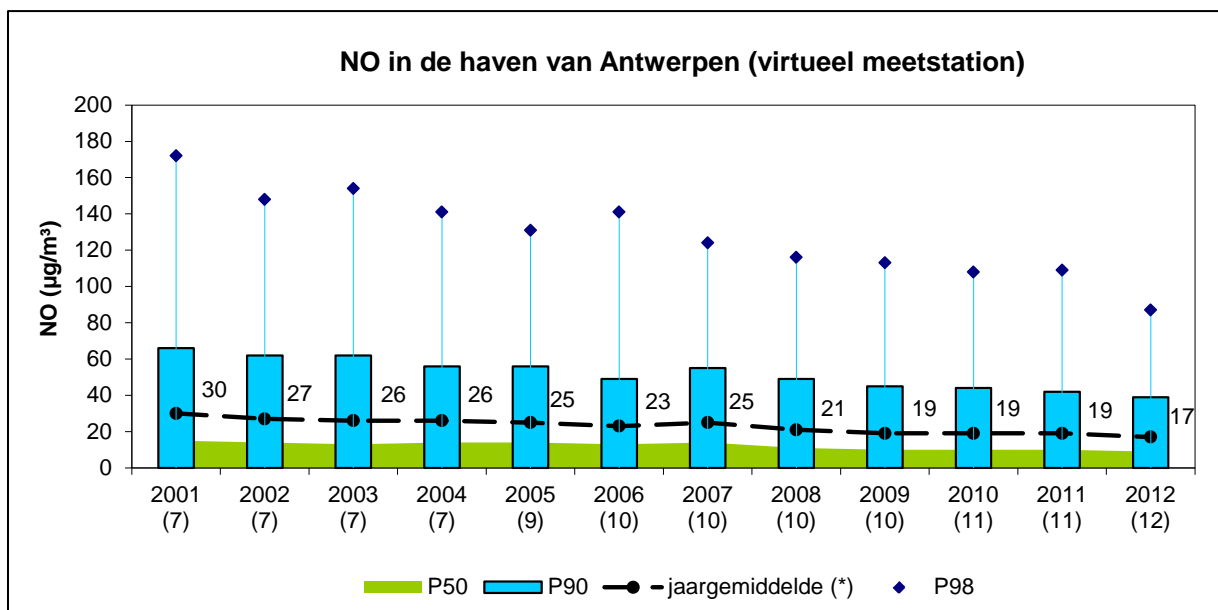


Figuur 8: Jaargemiddelde NO in het Antwerpse havengebied en Vlaanderen

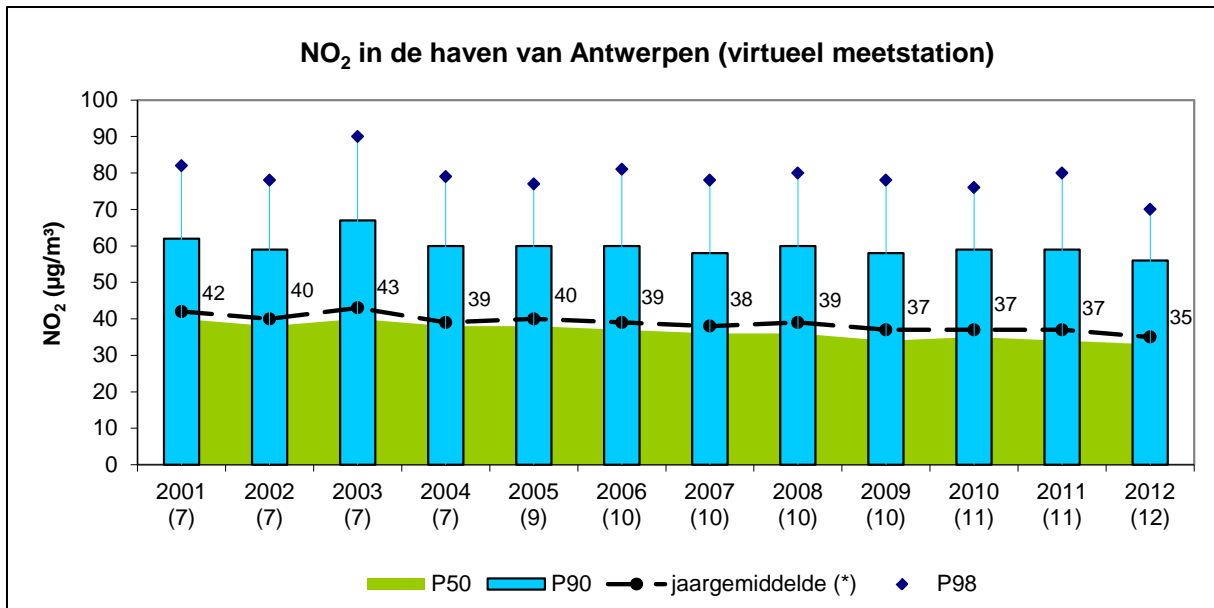


Figuur 9: Jaargemiddelde NO₂ in het Antwerpse havengebied en Vlaanderen

Figuur 8 en Figuur 9 tonen het verloop van de NO- en NO₂-concentraties in Vlaanderen en in de Antwerpse haven over een periode van twaalf jaar. In de periode 2001-2009 was er een dalende trend in het Antwerpse havengebied en in Vlaanderen voor zowel de NO- als de NO₂-concentraties. In de jaren 2010 en 2011 werd voor beide gebieden geen verdere daling vastgesteld. In 2012 is er opnieuw een daling tegenover de vorige jaren, zowel in het Antwerpse havengebied als gemiddeld in Vlaanderen. De concentraties van NO₂ liggen in het Antwerpse havengebied zo'n 20% hoger dan het Vlaams gemiddelde.

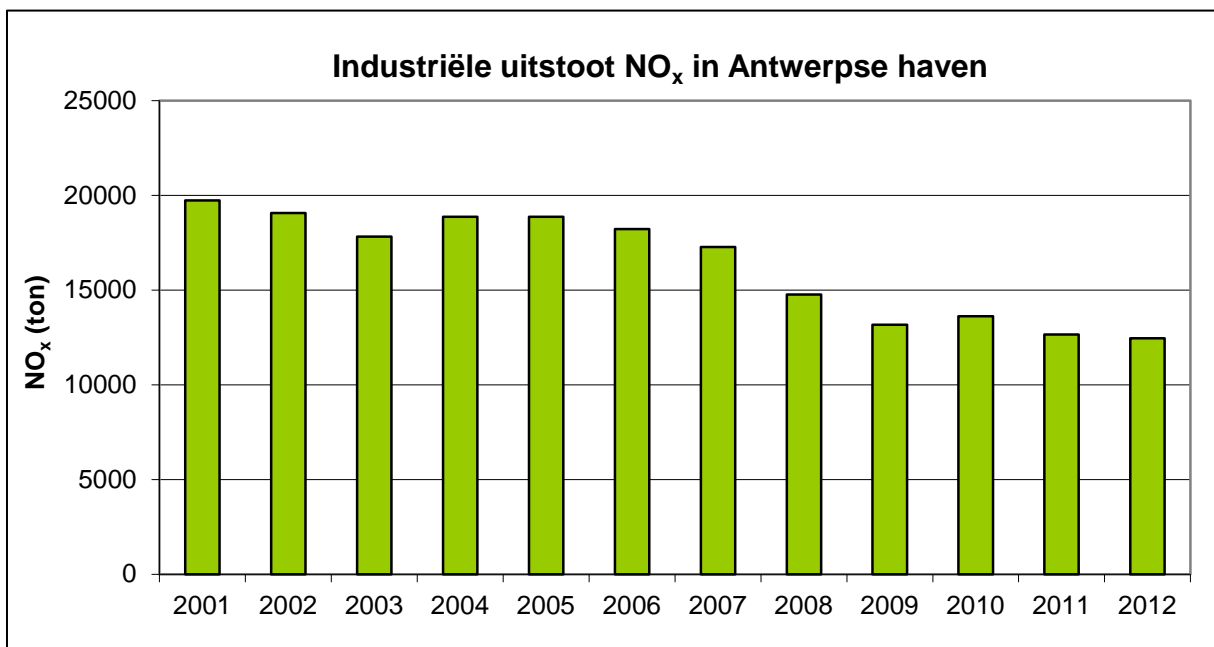


Figuur 10: Evolutie NO-concentraties. Het aantal meetstations staat tussen haakjes
* in de grafiek wordt het jaargemiddelde niet enkel grafisch maar ook numeriek getoond.



Figuur 11: Evolutie NO₂-concentraties. Het aantal meetstations staat tussen haakjes
* in de grafiek wordt het jaargemiddelde niet enkel grafisch maar ook numeriek getoond.

Figuur 10 en Figuur 11 tonen het verloop van enkele statistische parameters – jaargemiddelde, P50, P90 en P98 – van de NO- en NO₂-concentraties in de Antwerpse haven over een periode van twaalf jaar. Beide figuren tonen een daling van de concentraties in 2012, zowel in de jaargemiddelden als in de percentielen. Aangezien er voor NO₂ in de periode 2004-2011 geen daling aanwezig was in de hogere percentielen (P90-P98), betekent dit dat de lichte daling van het jaargemiddelde in deze periode afkomstig was van een dalende trend in de lagere concentraties, het is dus een daling van de achtergrondconcentraties. In 2012 zien we een behoorlijke daling in de hogere percentielen. De daling van het jaargemiddelde is in 2012 dus niet meer toe te schrijven aan de gestage daling in de lagere percentielen, maar wordt mee veroorzaakt door een daling van de hogere percentielen. Dit betekent dat de piekconcentraties afgevlakt zijn.



Figuur 12: Evolutie industriële uitstoot NO_x in de Antwerpse haven

Figuur 12 toont dat de uitstoot van NO_x in het Antwerpse havengebied tussen 2001 en 2009 gedaald is met bijna 7.000 ton. Sinds 2009 is er geen noemenswaardige daling meer aanwezig.

Tabel 11 bevat – per meetstation voor het 2012 – de belangrijkste statistische parameters voor NO en NO₂, namelijk jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel en maximale uurwaarde.

Tabel 11: Belangrijkste statistische parameters voor NO₂

| UURWAARDEN NO ₂ (µg/m ³) | 2012 | | | |
|---|-----------|-----------|-----------|------------|
| | Jaargem. | P50 | P98 | Max. |
| Meetstation | | | | |
| 40R833 (Stabroek) | 32* | 31 | 68 | 105 |
| 42M802 (Luchtbal) | 41* | 39 | 92 | 220 |
| 42R815 (Zwijndrecht) | 33 | 30 | 79 | 141 |
| 42R822 (Polderdijkweg) | 39 | 37 | 83 | 228 |
| 42R830 (Doel) | 26 | 22 | 71 | 110 |
| 42R831 (Berendrecht) | 32 | 30 | 73 | 129 |
| 42R891 (Scheurweg) | 38 | 37 | 80 | 167 |
| 42R892 (Kallo) | 33 | 31 | 73 | 124 |
| 42R893 (Ekeren) | 40 | 39 | 78 | 177 |
| 42R894 (Muisbroeklaan) | 41* | 40 | 75 | 165 |
| 42R897 (Scheldelaan) | 35 | 33 | 77 | 128 |
| 47E804 (Kallo) | 33 | 30 | 76 | 174 |
| Virtueel gemiddelde | 35 | 33 | 70 | 129 |

* voor de NO/NO₂-metingen op 40R833 beschikken we slechts over 46% van de data voor 2012.

* voor de NO/NO₂-metingen op 42M802 beschikken we slechts over 82% van de data voor 2012.

* voor de NO/NO₂-metingen op 42R894 beschikken we slechts over 85% van de data voor 2012.

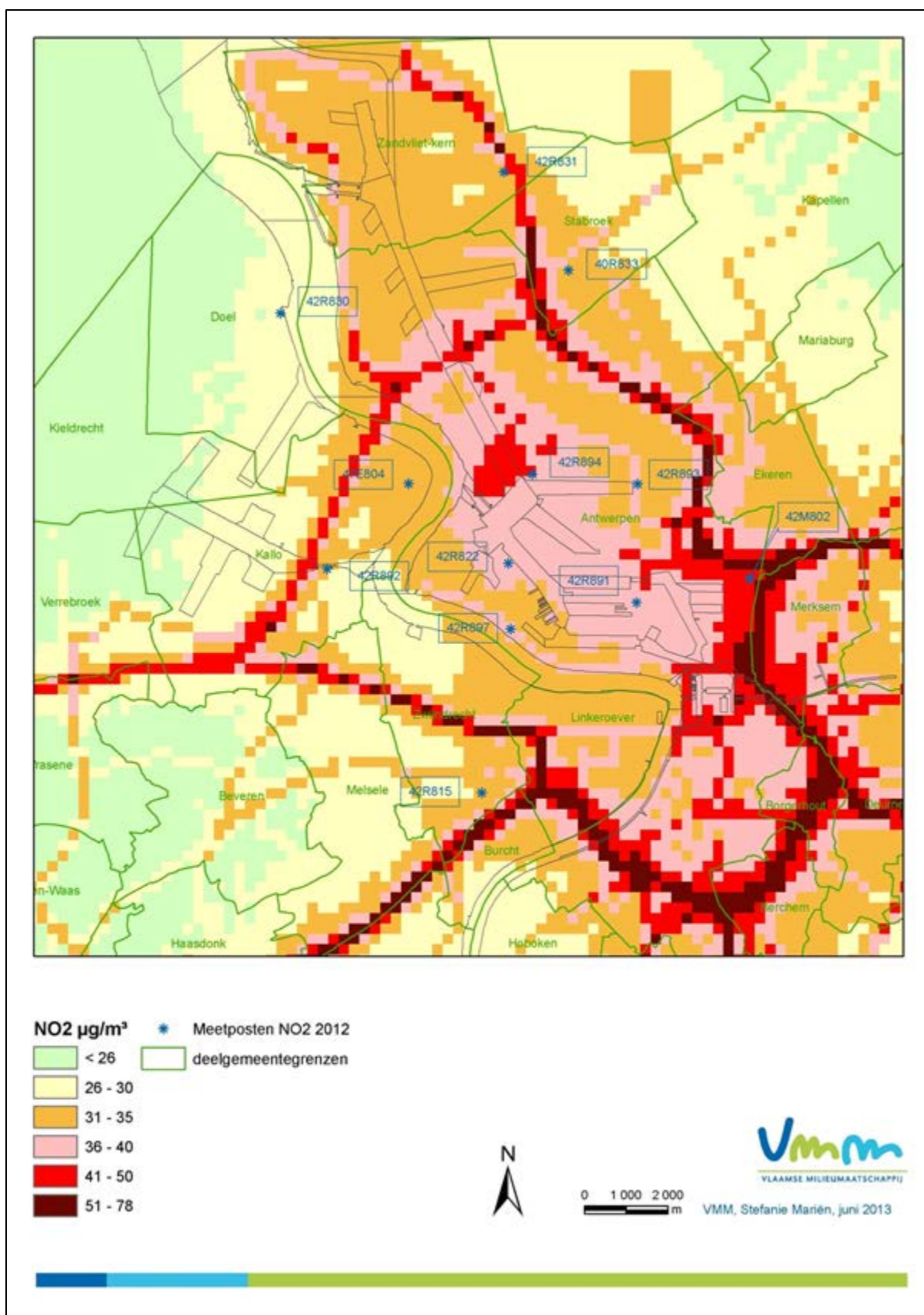
In 2012 blijft de uurgrenswaarde – maximum 18 uurgemiddelden > 200 µg/m³ – op alle meetstations gerespecteerd. Ook de jaargrenswaarde van 60 µg/m³, geldig voor de periode 2011-2014, wordt op geen enkel meetstation overschreden. De toekomstige grenswaarde van 40 µg/m³ – geldig vanaf 2015 – wordt wel op twee meetstations overschreden.

Op het meetstation 42R894, gelegen aan de Muisbroeklaan in Antwerpen, overschrijdt het jaargemiddelde van 41 µg/m³ de toekomstige jaargrenswaarde voor NO₂. Op het meetstation 42R893 (Ekerse dijk) blijft de jaargrenswaarde net gerespecteerd. Beide meetstations zijn gelegen in de industriezone. De rechtstreekse impact van de verhoogde NO₂-concentraties op nabijgelegen woonzones zal dus gering zijn.

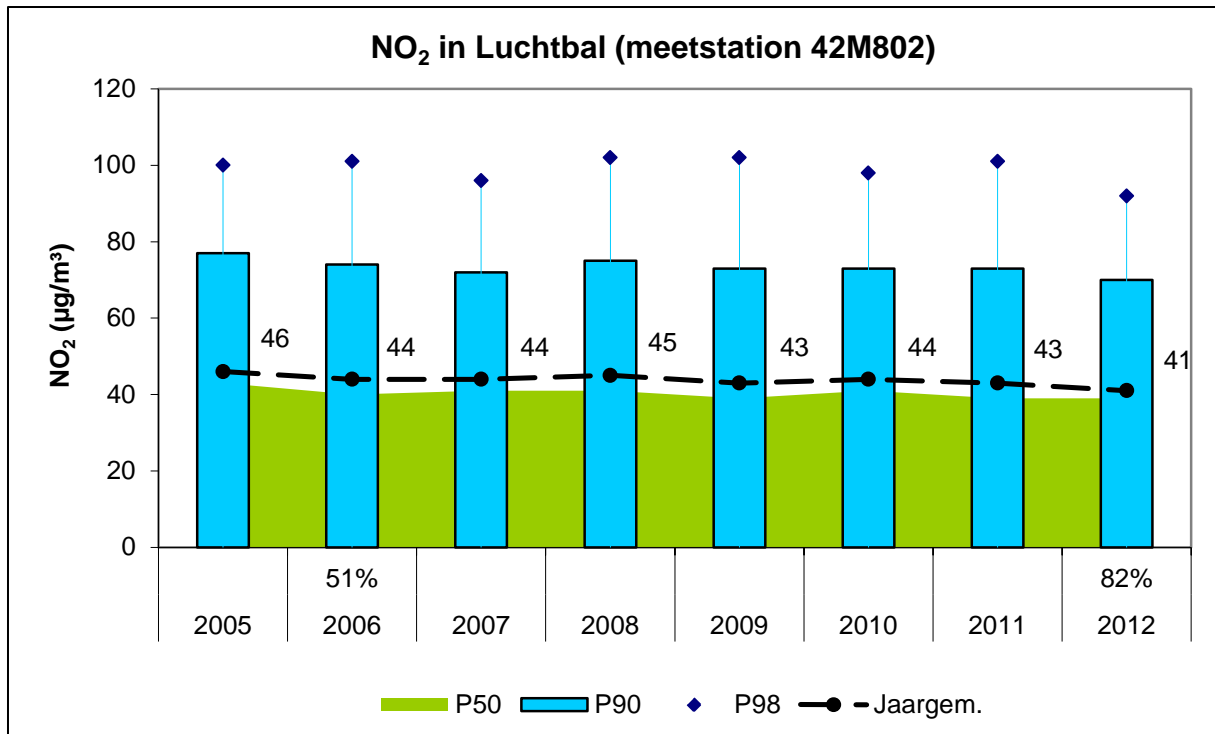
Ook op het meetstation 42M802 (Luchtbal) overschrijdt het jaargemiddelde in 2012 de toekomstige jaargrenswaarde. Het meetstation 42M802 is gelegen aan de rand van enkele grote woonzones en is dus zeker relevant voor de blootstelling naar de bevolking toe. Het is bijgevolg belangrijk om na te gaan in welke mate de gemeten NO₂-concentraties op dit meetstation ook voorkomen in de verschillende nabijgelegen woonzones.

Om de concentraties voor NO₂ in en rond het havengebied beter te kunnen inschatten is er via modellering met het atmosferisch transport- en dispersiemodel VLOPS, zie Bijlage 2: Modelberekeningen, een kaart gemaakt met de verspreiding van de NO₂-concentraties in de Antwerpse agglomeratie, zie Figuur 13. Het mathematisch model raamt dat in een groot gedeelte van de woonkern van Merksem dezelfde of hogere concentraties aanwezig zijn dan deze gemeten in het meetstation 42M802 (Luchtbal). Aan de nabijgelegen woonkernen van Ekeren, Brasschaat en Schoten kent het model lagere concentraties toe.

Verder toont de VLOPS-kaart ons dat de bijdrage van het verkeer door het nabijgelegen klaverblad en de ring rond Antwerpen op het meetstation 42M802 relevant is en niet mag onderschat worden. Anderzijds stellen we vast dat de bijdrage vanuit het havengebied ook aanzienlijk is. Op het meetstation 42R891, dat gelegen is op 2.500 meter in west-zuidwestelijke richting ten opzichte van 42M802, wordt een jaargemiddelde van 38 µg/m³ gemeten, en dit grotendeels in afwezigheid van verkeer dat niet aan havenactiviteiten is gerelateerd.



Figuur 13: Gemodelleerd NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2012



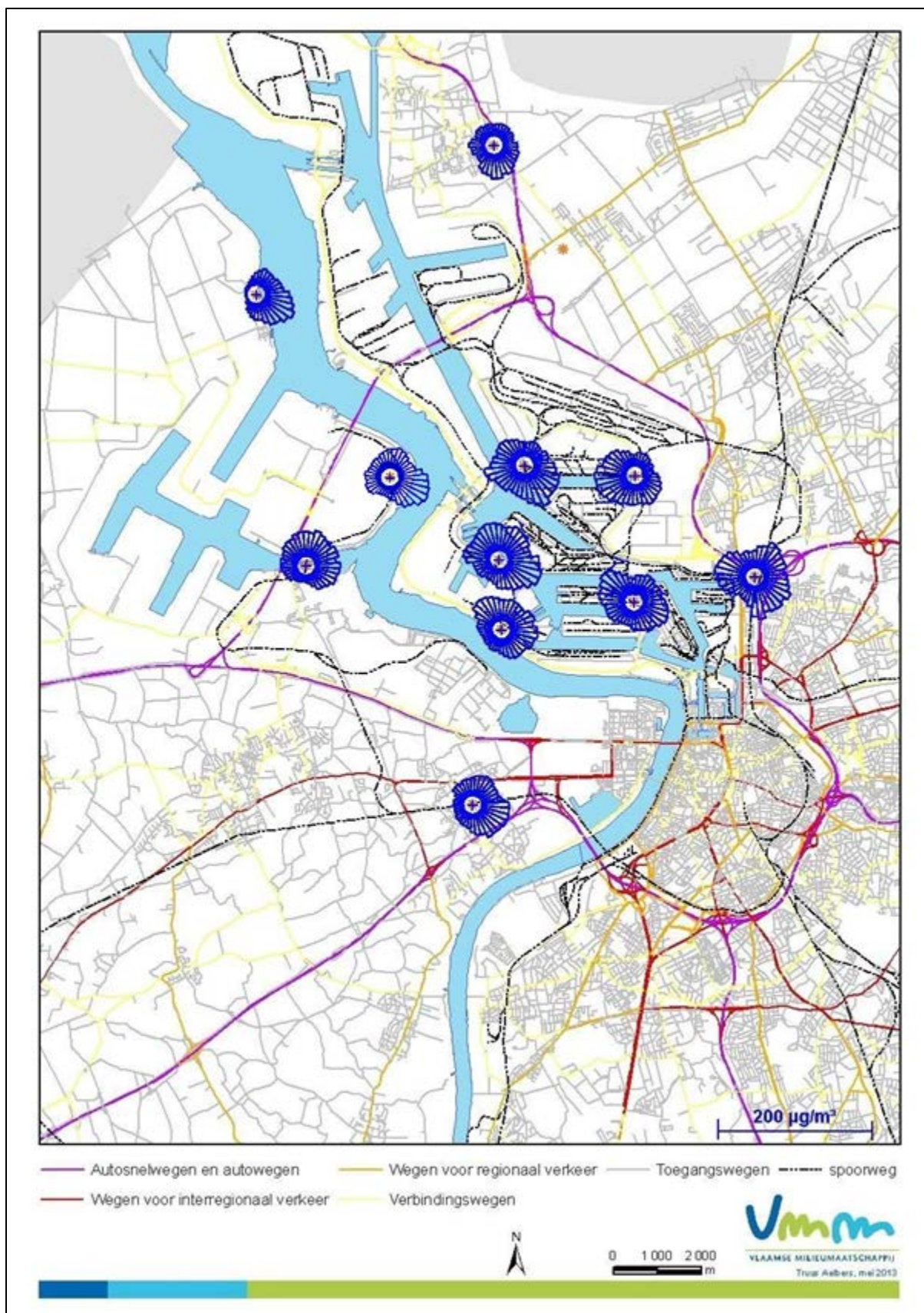
Figuur 14: Evolutie NO_2 -meetresultaten op het meetstation 42M802 (Luchtbal)

* in de grafiek wordt het jaargemiddelde niet enkel grafisch maar ook numeriek getoond.

Figuur 14 toont de evolutie van de meetresultaten voor NO_2 op het meetstation 42M802 (Luchtbal) sinds de start van de metingen. Over de hele meetperiode is een licht dalende trend aanwezig. In 2012 is er voor het eerst sinds de start van de metingen voor het tweede jaar op rij een daling vast te stellen in het jaargemiddelde. De daling in 2012 op het meetstation 42M802 (Luchtbal) is het gevolg van een daling in de hogere percentielen, in het 50ste percentiel is geen daling aanwezig.

Pollutierozen NO_2

Figuur 15 toont de pollutierozen van de halvuurgemiddelden voor NO_2 voor 2012. De pollutierozen wijzen voornamelijk in de richting van de belangrijkste NO_x -bronnen en verkeersknooppunten in het havengebied en in de richting van de Antwerpse ring met de belangrijkste autostrades.



Figuur 15: Pollutierozen gemiddelde NO₂-concentraties in 2012

3.3 Fijn stof – PM₁₀ en PM_{2,5}

Zwevend stof is een mengsel van vloeibare of vaste deeltjes met uiteenlopende samenstellingen en afmetingen. Zowel de natuur als menselijke activiteiten kunnen een bron zijn van deze deeltjes. Vaak worden de stofdeeltjes ingedeeld volgens de grootte (aerodynamische diameter).

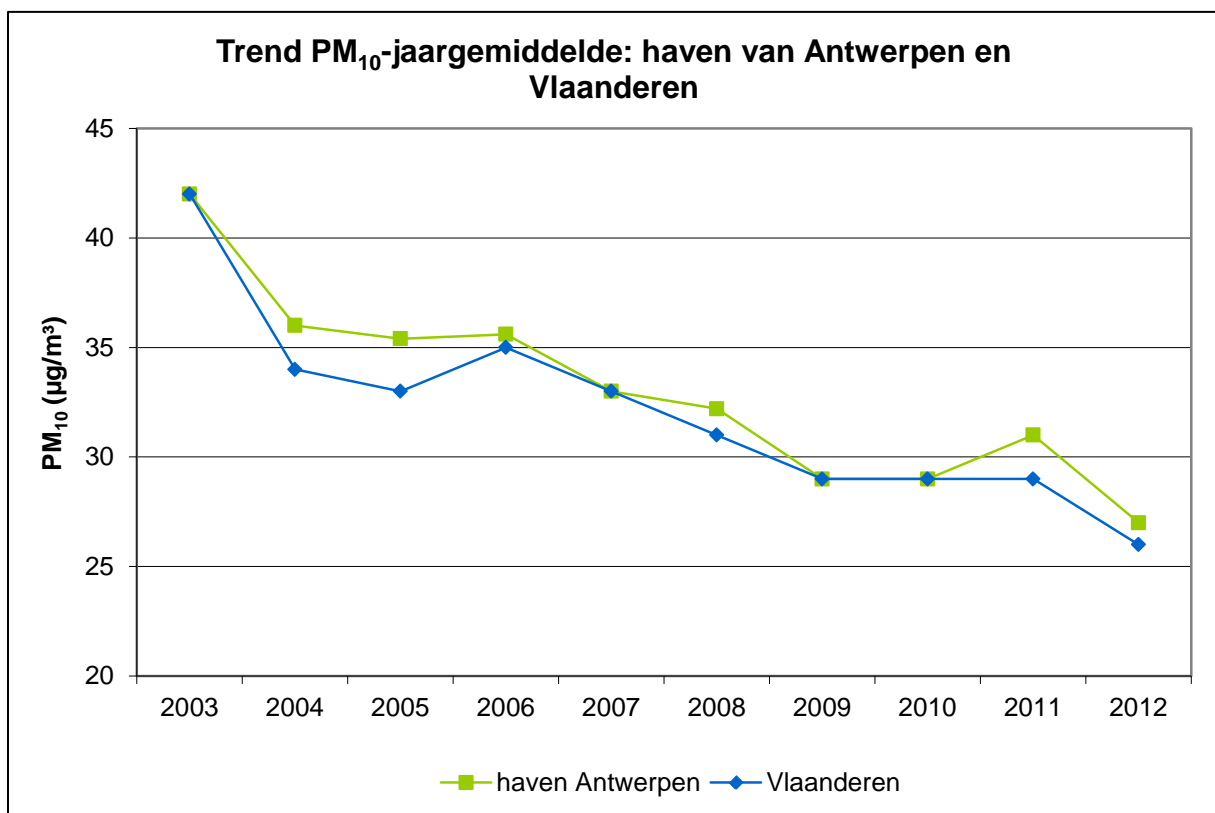
Bij korte episodes van luchtverontreiniging worden gezondheidsproblemen zoals luchtweginfecties en astma ernstiger. Bij chronische blootstelling is er kans op een lager geboortegewicht, een vermindering van de longfunctie, toename van chronische luchtwegaandoeningen en een verminderde levensverwachting.

In dit hoofdstuk worden de fracties PM₁₀ en PM_{2,5} besproken.

3.3.1 PM₁₀

De VMM meet PM₁₀ op meerdere meetstations in en rond de Antwerpse haven. Het meetnet onderging in 2012 een aantal wijzigingen. De PM₁₀- en PM_{2,5}-metingen in het meetstation 40R833 (PITO, Laageind, Stabroek) werden halverwege het jaar stopgezet. In het nieuwe meetstation in Hoevenen (40SA04) werden PM₁₀- en PM_{2,5}-metingen gestart in juni 2012.

Figuur 16 toont het verloop van de PM₁₀-concentraties in het Antwerpse havengebied en in Vlaanderen over een periode van de laatste 10 jaar. De grafiek geeft een dalende trend weer in de periode 2003-2009. In 2010 was de dalende trend niet meer aanwezig. In 2011 stellen we opnieuw een stijging in de concentraties in het havengebied vast. Door deze stijging in 2011 lag het virtueel gemiddelde van de PM₁₀-concentraties in de haven dat jaar hoger dan het Vlaams gemiddelde, dit in tegenstelling tot 2009 en 2010. In 2012 is er opnieuw een sterke daling van de PM₁₀-concentraties, zowel in het havengebied als in Vlaanderen. Alhoewel de daling sterker is in het havengebied dan in Vlaanderen, ligt het gemiddelde in de haven van Antwerpen hoger dan het Vlaams gemiddelde.



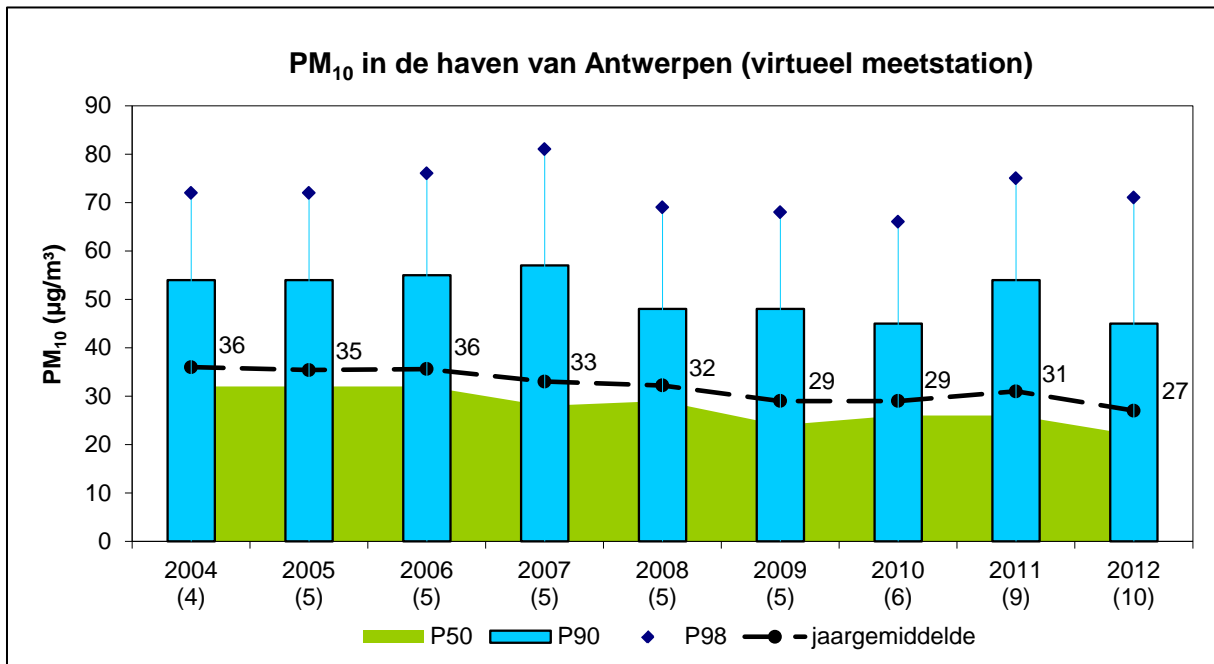
Figuur 16: PM₁₀-jaargemiddelde haven van Antwerpen ten opzichte van Vlaanderen

Figuur 17 toont voor het virtueel meetstation de PM₁₀-concentraties voor de meetperiode 2004-2012. Opnieuw zien we dat in deze periode de concentraties globaal een dalende trend vertonen. In 2011 vertoonden de concentraties naast een lichte stijging in het virtueel jaargemiddelde een opvallende

stijging in de hogere percentielen. Zowel het 90ste percentiel als het 98ste percentiel waren in 2011 hoger dan deze in de periode 2008-2010. Deze stijging was deels het gevolg van sterk verhoogde stofconcentraties in het voorjaar van 2011. De lente – maart tot mei – van 2011 was zeer warm en droog, zodat de stofverontreiniging niet uit de lucht ‘uitgewassen’ werd. Tijdens deze periode was er ook veel continentale wind uit het noordoosten.

In 2011 werden er drie nieuwe PM₁₀-meetstations (42R831, 40AL02 en 40AL05) opgenomen in de berekening van het virtueel gemiddelde in de haven. Deze toevoeging gaf geen daling of stijging van het globaal virtueel gemiddelde van het havengebied.

Het virtueel jaargemiddelde van 2012 zet, met een gemiddelde van 27 µg/m³, opnieuw de dalende trend van de periode voor 2011 verder. Enkel in de hoogste percentielen (P98) is de daling minder uitgesproken en blijven de concentraties boven deze gemeten in 2010.



Figuur 17: Evolutie PM₁₀-meetresultaten

* in de grafiek wordt het jaargemiddelde niet enkel grafisch maar ook numeriek getoond.

Tabel 12 toont een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste en het 90ste percentiel en het maximum van de uurwaarden voor PM₁₀. We stellen vast dat de jaargrenswaarde (40 µg/m³) de afgelopen jaren op alle meetstations in de haven ruim gerespecteerd blijft.

De lokale activiteiten van de nabijgelegen tuinbouwschool hebben de gemeten concentraties op het meetstation in Stabroek in het verleden sterk beïnvloed. Er werd dan ook door de VMM, in samenspraak met het gemeentelijk havenbedrijf en de gemeente Beveren, beslist om de meettoestellen voor fijn stof (PM₁₀ en PM_{2,5}) te verplaatsen. Vanaf juni 2012 staan deze toestellen op een nieuw meetstation aan de Abelenlaan in Hoevenen (40SA04). Aangezien de stofconcentraties vaak hoger zijn in de eerste jaarhelft kan de meetperiode juni-december voor dit meetstation niet als representatief voor het hele jaar beschouwd worden.

Tabel 12: Belangrijkste statistische parameters voor PM_{10}

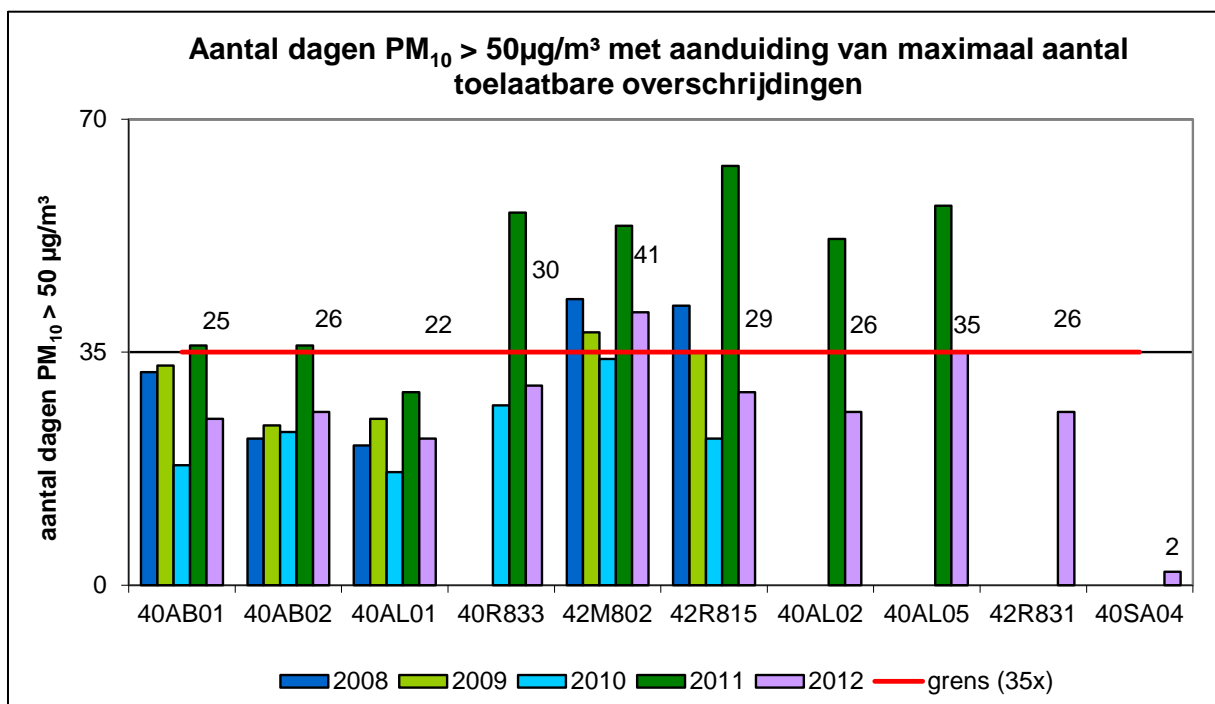
| UURWAARDEN PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 2010 | | | | 2011 | | | | 2012 | | | |
|---|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Jaargem. P50 P90 P98 | | | | Jaargem. P50 P90 P98 | | | | Jaargem. P50 P90 P98 | | | |
| 40AB01 (Boudewijnsluis) | 28 | 24 | 48 | 72 | 29 | 24 | 53 | 78 | 27 | 22 | 48 | 75 |
| 40AB02 (Berendrecht) | 28 | 24 | 49 | 76 | 29 | 24 | 54 | 81 | 26 | 21 | 47 | 73 |
| 40AL01 (Linkeroever) | 26 | 22 | 46 | 69 | 26 | 21 | 49 | 78 | 24 | 19 | 45 | 74 |
| 40AL02 (Doel) | x | x | x | x | 31 | 25 | 57 | 82 | 25 | 21 | 48 | 74 |
| 40AL05 (Sluis Kallo) | x | x | x | x | 34 | 28 | 62 | 88 | 29 | 24 | 54 | 82 |
| 40R833 (Stabroek) | 31 | 27 | 50 | 81 | 32 | 26 | 59 | 92 | 34 ³ | 28 ³ | 63 ³ | 95 ³ |
| 40SA04 (Hoevenen) | x | x | x | x | x | x | x | x | 18 ⁴ | 15 ⁴ | 33 ⁴ | 53 ⁴ |
| 42M802 (Luchtbal) | 32 | 28 | 54 | 84 | 34 | 29 | 60 | 84 | 32 | 28 | 56 | 84 |
| 42R815 (Zwijndrecht) | 30 ¹ | 27 ¹ | 57 ¹ | 81 ¹ | 33 | 26 | 68 | 102 | 28 | 24 | 54 | 89 |
| 42R831 (Berendrecht) | x | x | x | x | 24 ² | 20 ² | 44 ² | 66 ² | 25 | 21 | 46 | 70 |
| Virtueel gemiddelde | 29 | 25 | 49 | 71 | 31 | 26 | 56 | 80 | 27 | 22 | 48 | 73 |

¹op 42R815 beschikken we slechts over 77% van de data voor 2010.

²op 42R831 beschikken we slechts over 54% van de data voor 2011 (start meting einde mei 2011).

³op 40R833 beschikken we slechts over 44% van de data voor 2012 (stop meting in juni 2012).

⁴op 40SA04 beschikken we slechts over 54% van de data voor 2012 (start metingen in juni 2012).



Figuur 18: Aantal dagen met PM_{10} -concentratie $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de meetstations in de Antwerpse haven, 2008-2012

Figuur 18 toont aan dat er per jaargang sterke verschillen kunnen zijn in het aantal daggrenswaarde overschrijdingen. In 2010 werd de daggrenswaarde voor PM_{10} – maximaal 35 overschrijdingen van een daggemiddelde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ – voor het eerste jaar sinds de opstart van de metingen op alle meetstations in de haven gerespecteerd. In 2011 waren dan weer alle meetstations, op één na (40AL01), in overschrijding. Zoals hierboven reeds vermeld, was deze stijging voor een groot deel het gevolg van sterk verhoogde stofconcentraties in het voorjaar van 2011 met continentale wind uit het noordoosten. In 2012 is het aantal daggrenswaarde overschrijdingen opnieuw sterk gedaald. Er is nog één meetstation in overschrijding, 42M802 (Luchtbal), met 41 overschrijdingen. Op één meetstation, 40AL05 (Kallo), blijft de grenswaarde met 35 overschrijdingen van de daggrenswaarde net gerespecteerd.

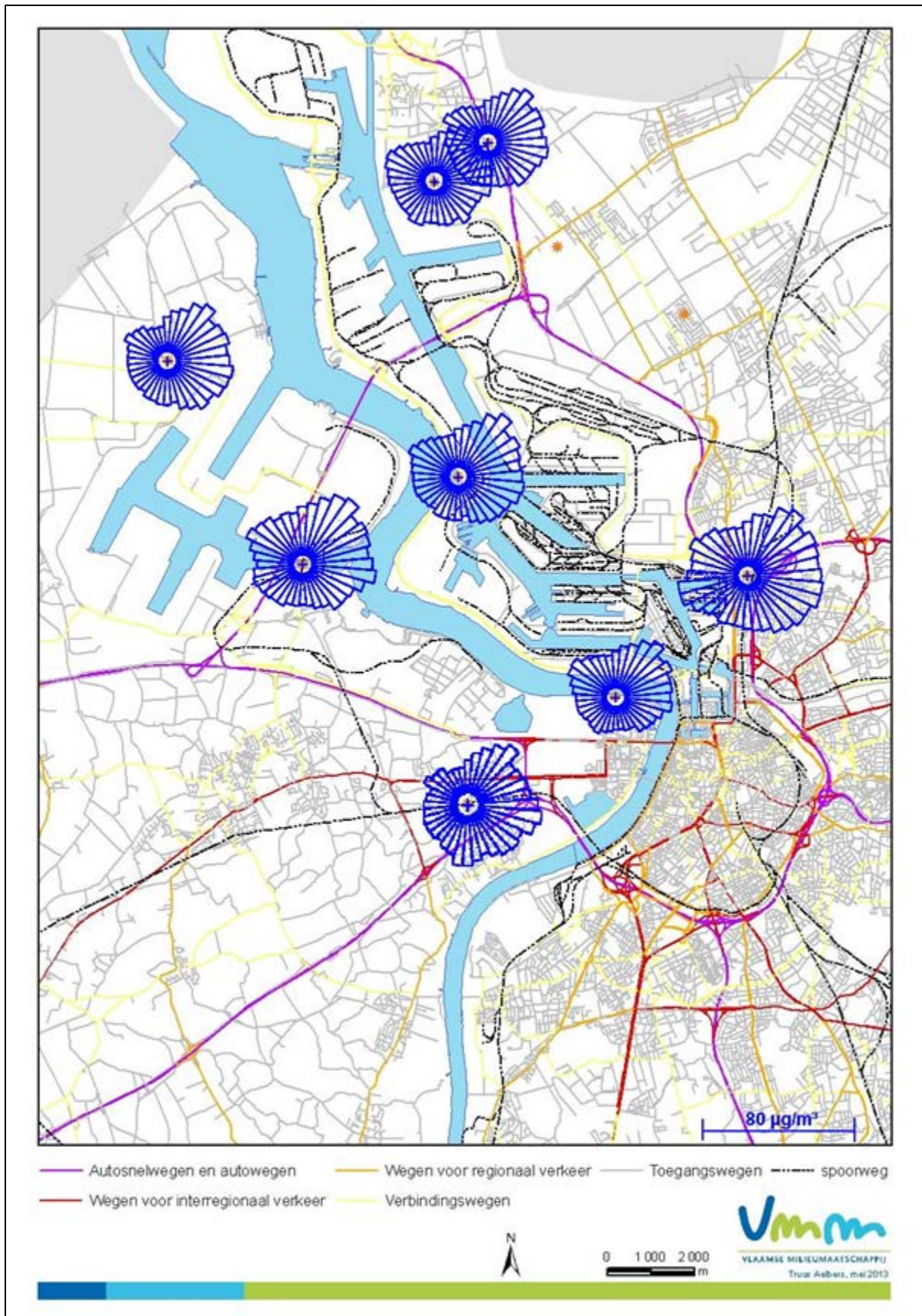
Figuur 20 toont de pollutierozen voor PM_{10} in het havengebied. De meeste rozen zijn vrij rond van vorm waardoor het moeilijk is om lokale invloeden op te merken. Daarom werden er nieuwe pollutierozen gemaakt, zogenaamde zero-pollutierozen, waarbij steeds de laagste meting, de achtergrond, werd verwijderd. Per windsector (elke 10°) worden de metingen van de pollutierozen naast elkaar gelegd en de laagste concentratie wordt telkenmale afgetrokken van alle andere concentraties uit die sector. Op deze manier wordt de aanvoer van de achtergrondpollutie eruit gefilterd en komen de lokale bronnen beter naar voor.

Figuur 21 toont de zero-pollutierozen voor de PM_{10} -meetstations in het Antwerpse havengebied. Voor meetstation 42M802 (Luchtbal) komt, naast de invloed van de nabijgelegen autostrade in zuid-zuidoostelijke sector, de invloed van de nabijgelegen kade voor bulkgoederen in west-zuidwestelijke sector sterk naar voor. Voor het meetstation 40AB01 (Boudewijnsluis), is er voornamelijk een invloed vanuit oost-zuidoostelijke tot zuid-zuidoostelijke sector.

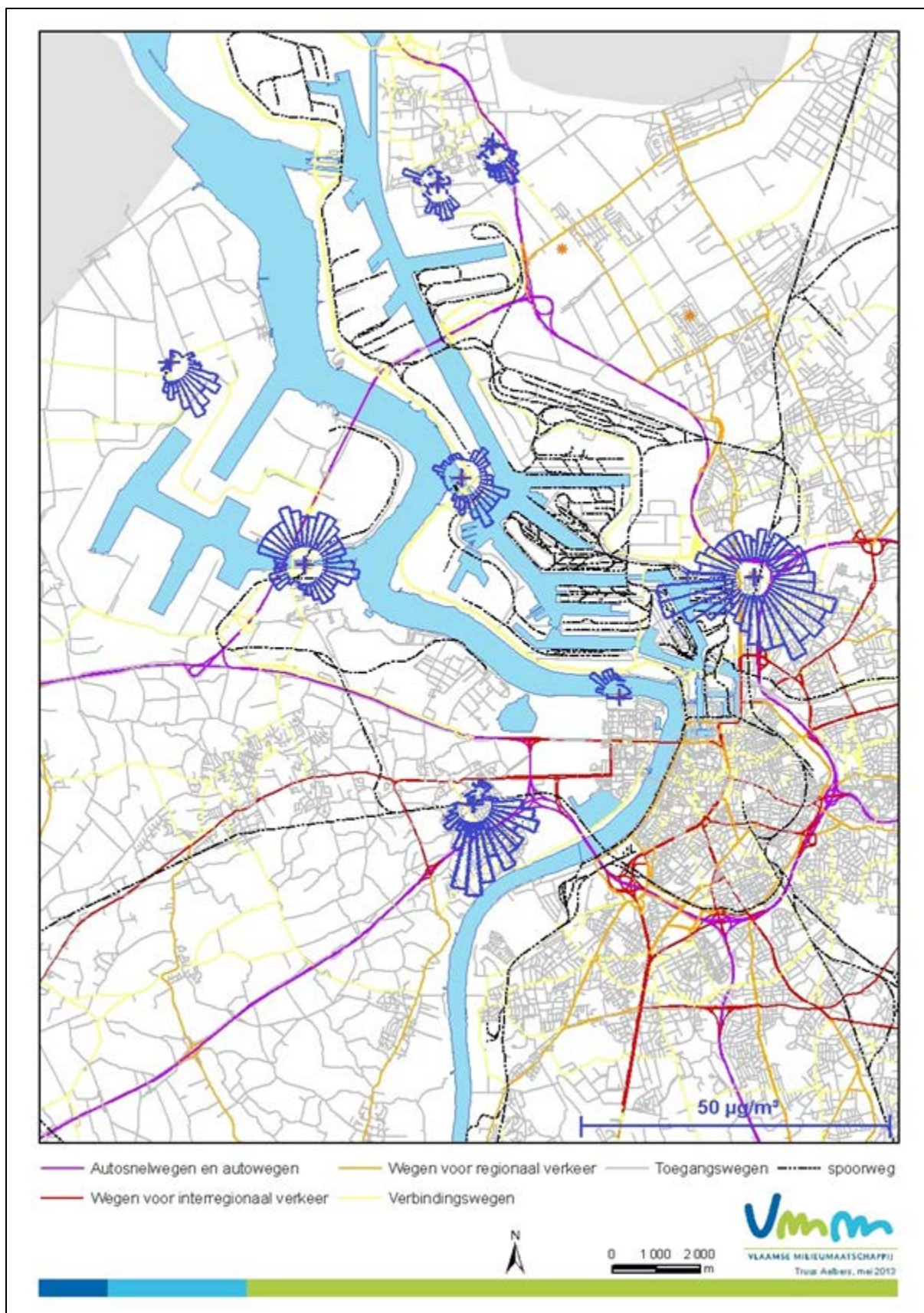
Het meetstation 40AL05 (Kallo), dat in het havengebied opnieuw samen met 42M802 (Luchtbal) de meeste daggrenswaarde overschrijdingen had in 2012, wordt beïnvloed door verschillende lokale bronnen die in westelijke, noordelijke en oostelijke sector gelegen zijn. Wanneer we naar het 90ste percentiel, zie Figuur 19, kijken voor dit meetstation is er, naast de aanvoer uit noordoostelijke tot oostelijke sector, een duidelijke bron aanwezig in west-noordwestelijke sector. Na analyse van de meetwaarden blijkt deze discontinue bron aanleiding te geven tot kortstondige piekconcentraties van hoofdzakelijk mineraal stof. De bron van dit mineraal stof is waarschijnlijk een nabijgelegen loskade voor onder andere grind en kiezel, gelegen op 600 meter van het meetstation in west-noordwestelijke richting.



Figuur 19: 90ste percentiel pollutierozen voor meetstation 40AL05 (Kallo) in 2012



Figuur 20: Pollutierozen PM₁₀-gemiddelde in 2012



Figuur 21: Zero-pollutierozen voor PM₁₀ in 2012

3.3.2 PM_{2,5}

Tabel 13 toont een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste en het 98ste percentiel en het maximum van de uurwaarden – uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – voor PM_{2,5}. Alle meettoestellen werden geplaatst en operationeel vanaf 01/07/2008, uitgezonderd het toestel in het meetstation 42R833 (Stabroek) dat werd opgestart in oktober 2008. In overleg met het Gemeentelijk Havenbedrijf en de gemeente Beveren en mede op vraag van het DLNE werd beslist om vanaf 2011 op 2 van de 4 meetstations, namelijk 40AL02 en 40AL05, PM₁₀ te gaan meten in plaats van PM_{2,5}.

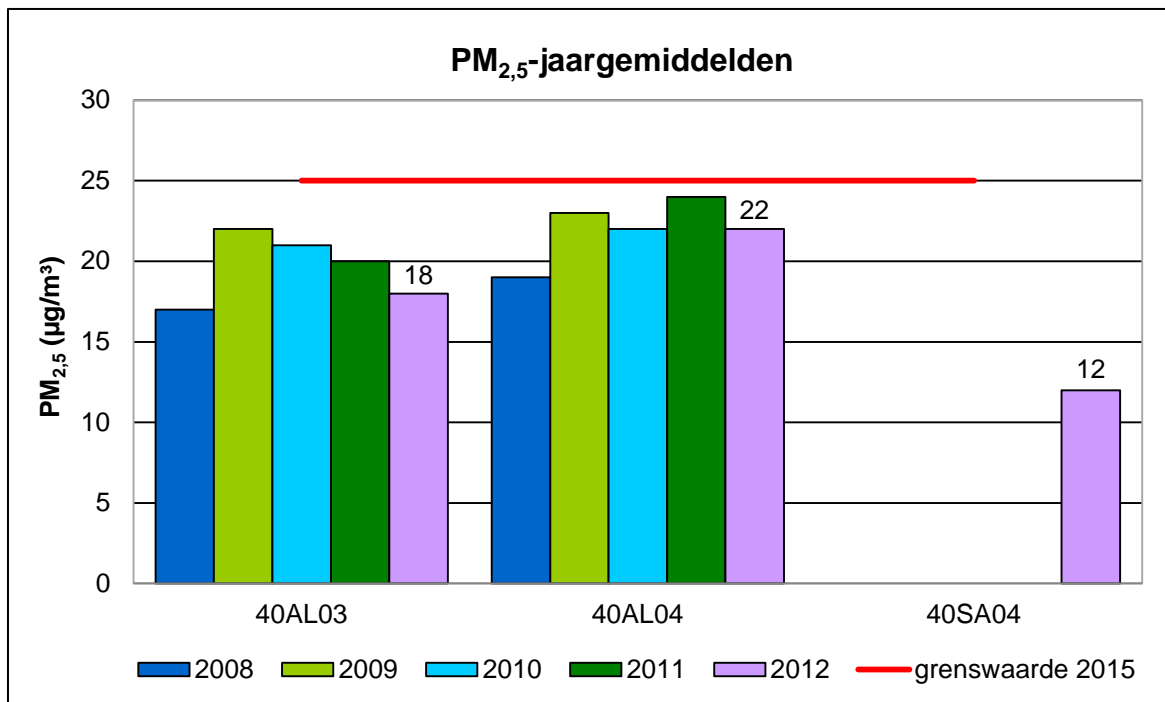
In 2012 werd de PM_{2,5}-meting in Stabroek (meetstation 40R833) stopgezet. PM_{2,5}-metingen werden opgestart halverwege het jaar in Hoevenen (meetstation 40SA04).

Tabel 13: Belangrijkste statistische parameters voor PM_{2,5}

| UURWAARDEN PM _{2,5} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 2012 | | | |
|---|-----------------|-----------|-----------|------------|
| | Jaargem. | P50 | P98 | Max. |
| Meetstation | | | | |
| 40AL03 (Watermolendijkweg, Beveren) | 18 | 14 | 59 | 112 |
| 40AL04 (Liefkenshoektunnel, Antwerpen) | 22 | 17 | 67 | 117 |
| 40R833 (Laageind, Stabroek) | 23 ¹ | 19 | 71 | 112 |
| 40SA04 (Abelenlaan, Hoevenen) | 12 ² | 9 | 41 | 76 |
| Virtueel gemiddelde | 19 | 14 | 59 | 104 |

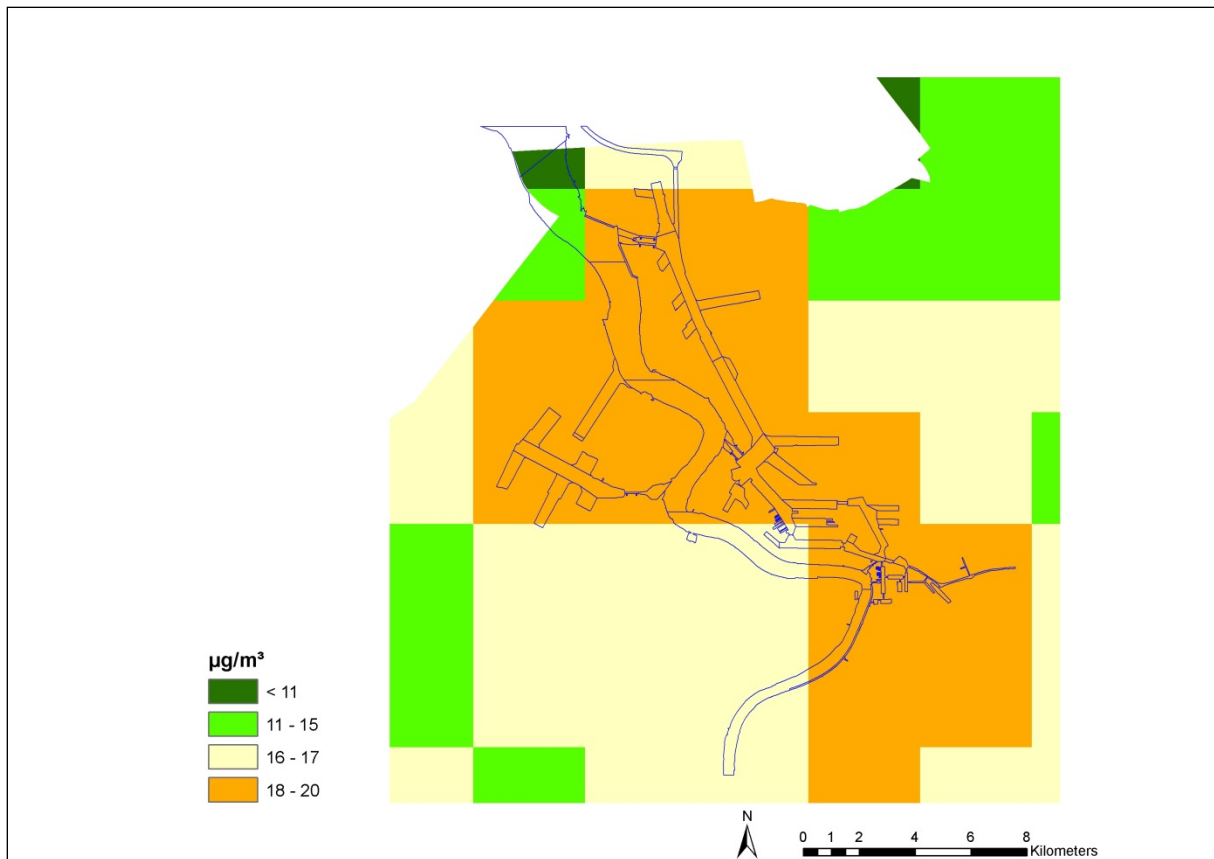
¹op 40R833 beschikken we slechts over 28% van de data voor 2012 (stop meting juni 2012).

²op 40SA04 beschikken we slechts over 48% van de data voor 2012 (start meting juni 2012).



Figuur 22: Evolutie PM_{2,5}-jaargemiddelde, 2008-2012

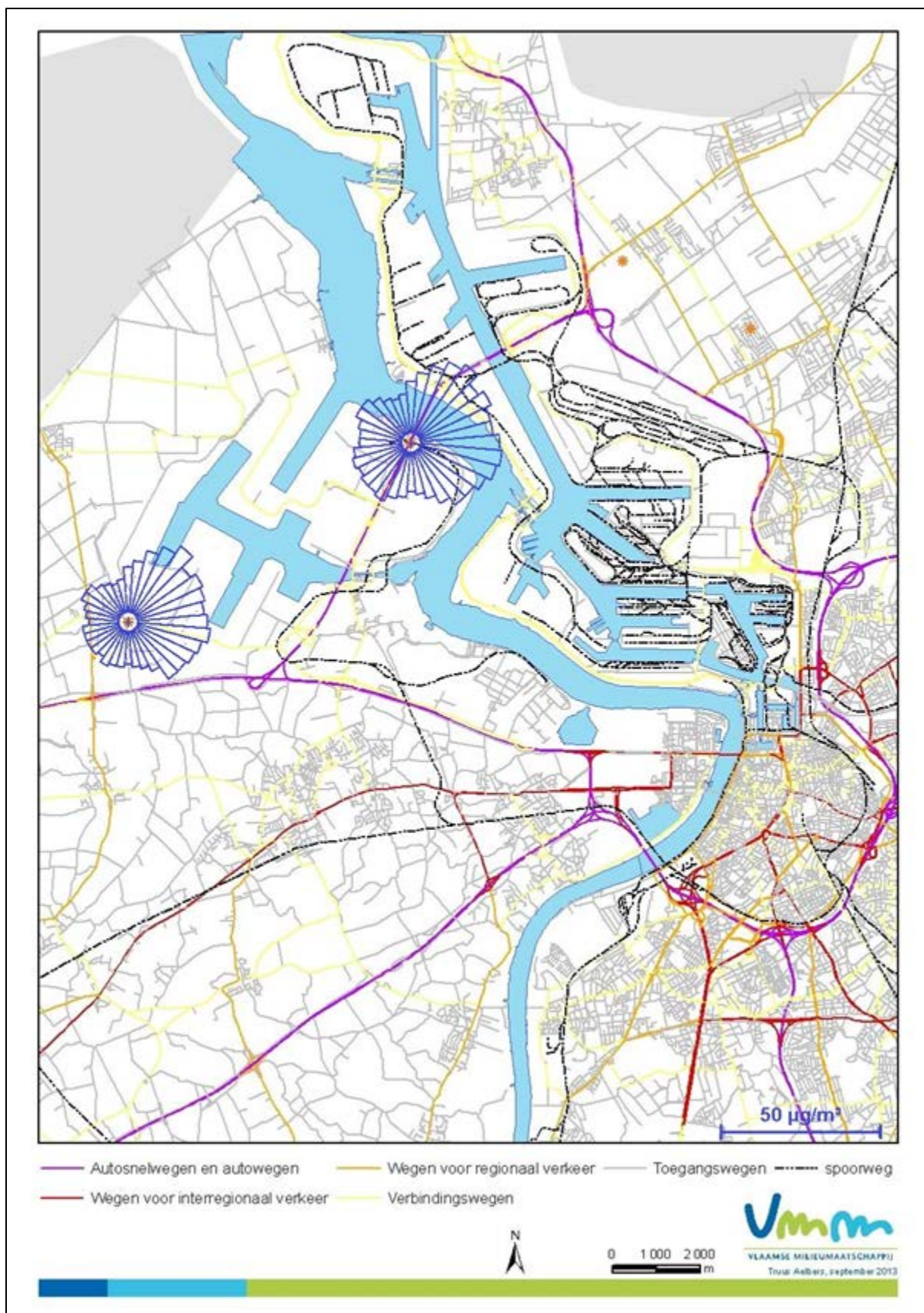
Figuur 22 toont dat op geen enkel meetstation het jaargemiddelde boven de streefwaarde – te behalen tegen 2010 – en grenswaarde – te behalen tegen 2015 – van 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kwam. De toekomstige indicatieve grenswaarde van 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, te behalen tegen 2020, blijft nog op 1 meetstation overschreden. Dit meetstation, 40AL04, staat op één van de tunnelmonden van de Liefkenshoektunnel en wordt dus sterk beïnvloed door het verkeer. Gezien zijn ligging in industriegebied is dit meetstation minder relevant naar de bevolking toe en wordt het niet naar Europa gerapporteerd.



Figuur 23: $PM_{2,5}$ -jaargemiddelde in 2012

Figuur 23 toont de gemodelleerde verspreiding voor $PM_{2,5}$ in het havengebied. De modellering is gebaseerd op het landgebruik (Corine dataset) en op satellietgegevens over de optische dichtheid van het aerosol (*aerosol optical depth*, afgekort AOD). De resolutie van de kaart is 4x4 km. Meer informatie hierover staat in Bijlage 2: Modelberekeningen. De gemodelleerde waarden komen vrij goed overeen met de gemeten jaargemiddelden op de 3 meetstations voor $PM_{2,5}$ in het havengebied.

Figuur 24 toont de pollutierozen van de $PM_{2,5}$ -metingen voor de 2 meetstations 40AL03 (Watermolenweg) en 40AL04 (Liefkenshoektunnel). Naast een verhoging in de zuidoostelijke sector door de aanvoer van achtergrondpollutie, vertonen de rozen ook een verhoging in noordoostelijke tot oostelijke sector. De verhoogde concentraties uit zuidoostelijke sector zijn voornamelijk te wijten aan stabiele meteo-omstandigheden tijdens de zomerperiode bij deze windrichting. De verhoogde temperaturen met relatief weinig wind zorgen immers voor de verhoogde aanvoer van verontreinigde lucht.



Figuur 24: Pollutierozen gemiddelde $PM_{2.5}$ -concentraties in 2012

3.4 Zwarte koolstof

De gemeten zwarte koolstof in de lucht is voornamelijk afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen. Het verkeer heeft een groot aandeel in de totale uitstoot van zwarte koolstof.

Tabel 14 toont een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste en het 98ste percentiel en het maximum van de dagwaarden – uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – voor zwarte koolstof. De metingen van zwarte koolstof op meetstation 40AB01 (Boudewijnsluis) werden eind januari 2007 opgestart, op meetstation 42R815 (Zwijndrecht) in mei 2009. In 2010 kwamen er drie extra toestellen bij, namelijk op de locaties 42M802 (Luchtbal in maart), 40AL01 (Linkeroever in april) en 42R833 (Stabroek in juni). Met behulp van deze extra metingen kan het onderscheid tussen de luchtpollutie door fijn stof en het roet dat ontstaat door de verbranding van fossiele brandstoffen beter geduid worden.

Tabel 14: Belangrijkste statistische parameters voor zwarte koolstof

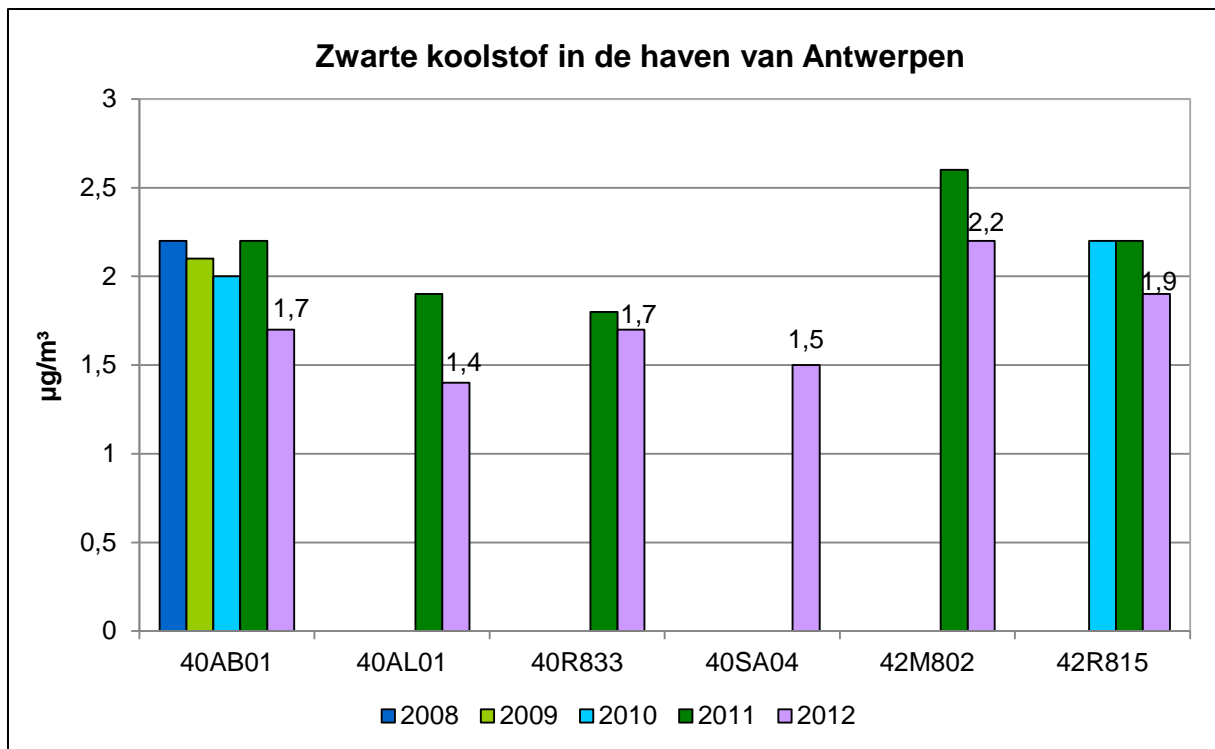
| DAGWAARDEN zwarte koolstof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 2012 | | | |
|---|------------------|------------|------------|------------|
| | Jaargem. | P50 | P98 | Max. |
| Meetstation | | | | |
| 40AB01 (Boudewijnsluis, Antwerpen) | 1,7 | 1,4 | 5,0 | 6,6 |
| 40AL01 (Linkeroever, Antwerpen) | 1,4 | 1,2 | 4,1 | 6,1 |
| 40R833 (Laageind, Stabroek) | 1,7 ¹ | 1,4 | 5,3 | 7,0 |
| 40SA04 (Abelenlaan, Hoevenen) | 1,5 ² | 1,2 | 3,9 | 5,4 |
| 42M802 (Luchtbal, Antwerpen) | 2,2 | 1,8 | 6,1 | 8,7 |
| 42R815 (Zwijndrecht) | 1,9 | 1,5 | 5,4 | 8,3 |
| Virtueel gemiddelde | 1,8 | 1,4 | 5,1 | 7,3 |

¹ In 2012 beschikken wij op meetstation 40R833 over 44% data (stop meting juni 2012).

² In 2012 beschikken wij op meetstation 40SA04 over 52% data (start meting juni 2012).

Tabel 14 toont dat het virtueel gemiddelde in 2012 voor zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedraagt. Het hoogste jaargemiddelde meten we op het meetstation aan de Luchtbal en bedraagt $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, het laagste gemiddelde wordt gemeten op het meetstation 40AL01 in Linkeroever en bedraagt $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ter vergelijking, het gemiddelde van alle zwarte koolstofmetingen in Vlaanderen bedraagt in 2012 $1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het hoogste jaargemiddelde werd gemeten op het verkeersstation in Borgerhout en bedraagt $3,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, het laagste jaargemiddelde in Vlaanderen is dit van het meetstation in Houtem en bedraagt $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Op onderstaande Figuur 25 zien we de evolutie van de zwarterookconcentraties sinds de start van de metingen. De jaargemiddelden van 2012 zijn allemaal lager dan deze van 2011, wat te verwachten was gezien de uitzonderlijke smogepisode in het voorjaar van 2011. Bekijken we de metingen van de afgelopen 5 jaar van het meetstation 40AB01, gelegen aan de Boudewijnsluis in het centrum van het havengebied, dan stellen we hier een dalende trend vast van $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2008 naar $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2012.

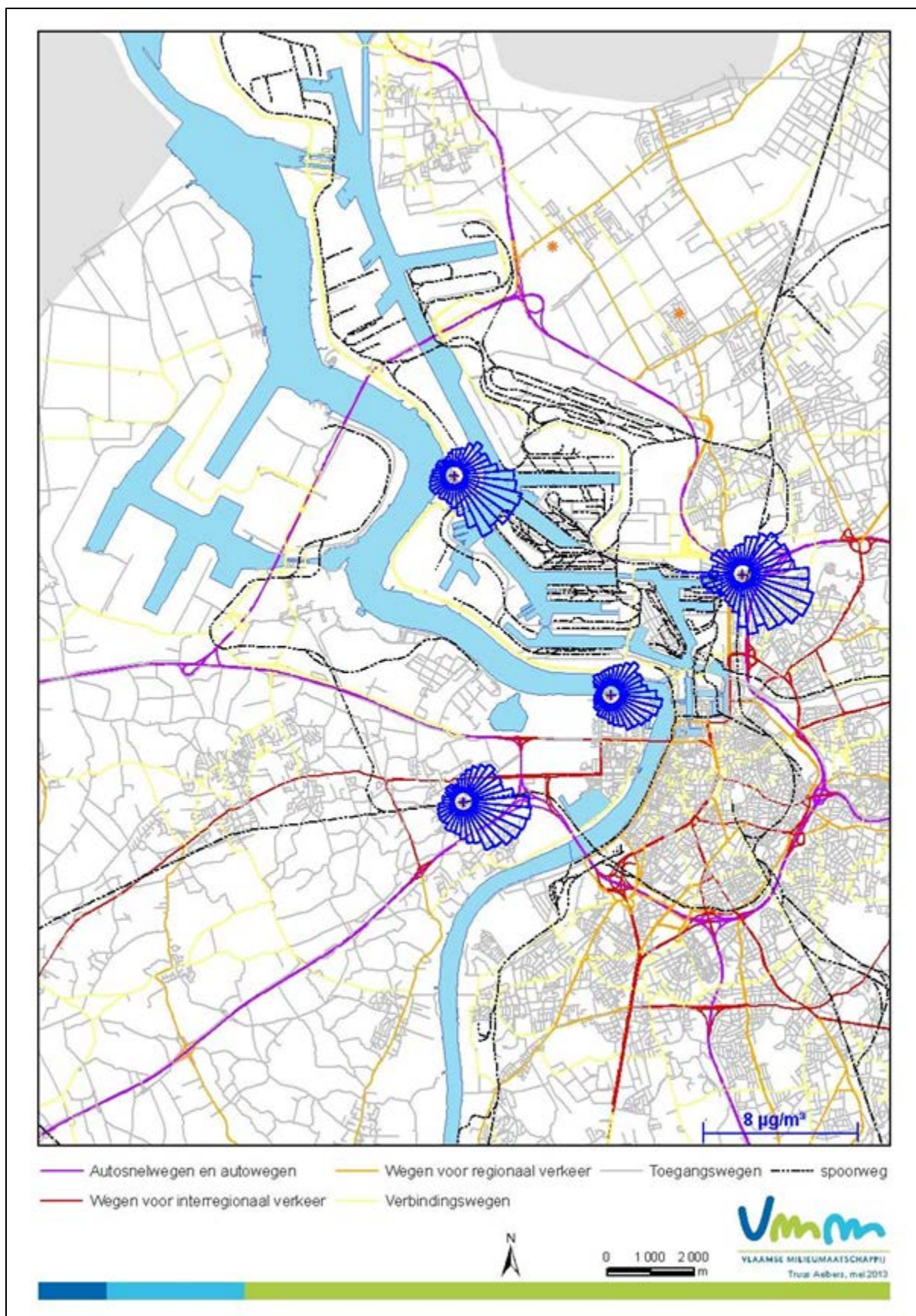


Figuur 25: Evolutie jaargemiddelden zwarte koolstof, 2008-2012

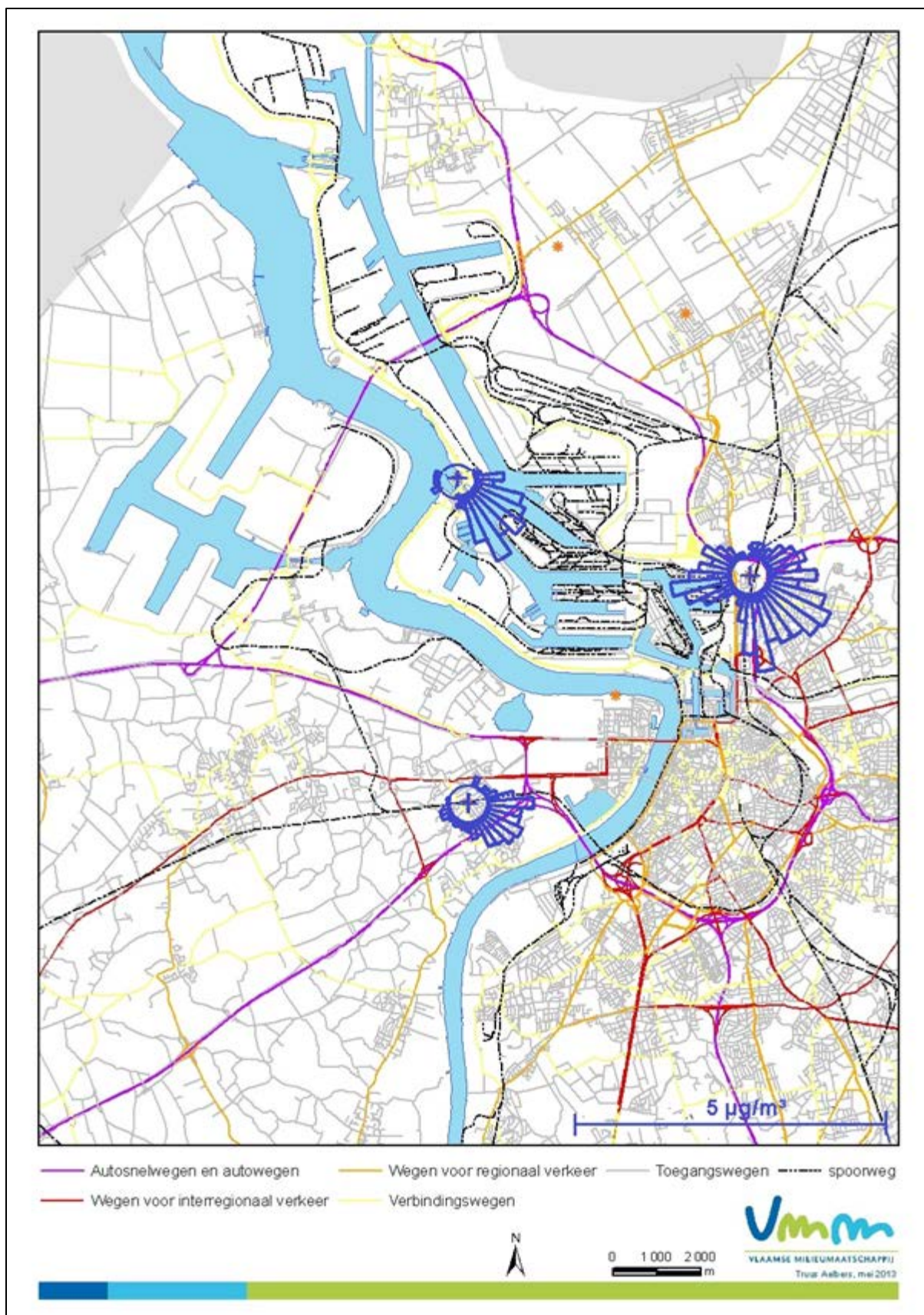
De pollutierozen van zwarte koolstof in Figuur 26 tonen de hoogste aanduidingen in de sectoren rond het zuidoosten. Hier zijn de verhoogde concentraties voornamelijk te wijten aan het feit dat er tijdens de zomerperiode bij deze windrichting regelmatig stabiele meteo-omstandigheden, verhoogde temperaturen en relatief weinig wind voorkomen, die zorgen voor de verhoogde aanvoer van verontreinigde lucht.

Gezien de pollutierozen in Figuur 26 voor de 4 meetstations overheerst worden door aanvoer van achtergrondpollutie uit de zuidoostelijke sector, is het moeilijk om lokale invloeden op te merken. Daarom werden er nieuwe pollutierozen gemaakt, zogenaamde zero-pollutierozen, waarbij steeds de laagste meting, de achtergrond, werd verwijderd. Per windsector – elke 10° – worden de 5 metingen van de 5 pollutierozen naast elkaar gelegd en de laagste concentratie wordt telkens afgetrokken van alle andere concentraties uit die sector. Op deze manier wordt de aanvoer van de achtergrondpollutie eruit gefilterd en komen de lokale bronnen beter naar voor.

Figuur 27 toont de zero-pollutierozen van zwarte koolstof (BC) op de kaart van het havengebied. Het meetstation in Zwijndrecht is sterk beïnvloed door de aanvoer van zwarte koolstof vanuit de oostelijke tot oost-zuidoostelijke sector, afkomstig van het verkeer op het klaverblad voor de Kennedytunnel en de tunnelmond op Linkeroever. Door zijn ligging wordt het meetstation 40AL01 (Linkeroever), wat zwarte koolstof betreft, het minst beïnvloed door de havenactiviteiten en het verkeer. De zero-pollutierozen van 40AL01 (Linkeroever) wordt dan ook niet weergegeven op de kaart aangezien ze zeer klein is. De twee meetstations 40AB01 (Boudewijnsluis) en 42M802 (Luchtbal) vertonen een invloed vanuit het centrum van het havengebied. Op 42M802 (Luchtbal) is ook de aanwezigheid van het verkeer in oost tot zuidelijke sector sterk aanwezig.



Figuur 26: Pollutierozen gemiddelde concentraties zwarte koolstof in 2012

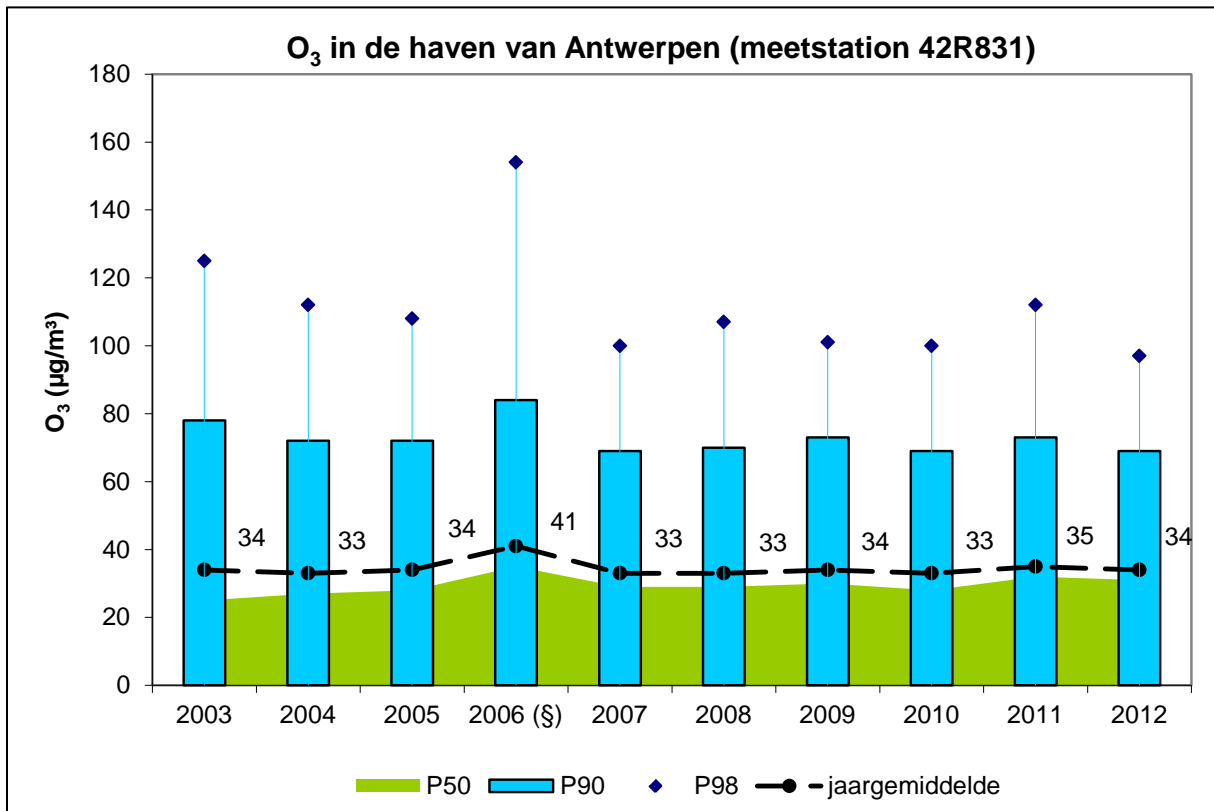


Figuur 27: Zero-pollutierozen voor zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied in 2012

3.5 Ozon – O₃

Ozon (O₃) is geen rechtstreeks uitgestoten pollutant, maar ontstaat door fotochemische reacties in de atmosfeer op warme dagen op basis van de precursoren NO_x en vluchtige organische componenten (VOC) en onder invloed van zonlicht. Voor de bronnen van ozon verwijzen we dan ook naar de bronnen van NO_x en VOC. Het is wel zo dat er geen lineair verband bestaat tussen de ozonvorming en de hoeveelheid van deze precursoren in de buitenlucht.

Ozon heeft een sterk oxiderend vermogen waardoor een aantal gezondheidseffecten veroorzaakt worden zoals een (tijdelijke) longfunctievermindering. Verhoogde ozonconcentraties veroorzaken ook schade aan gewassen en verwerking van materialen.



Figuur 28: Evolutie O₃-concentraties op het meetstation 42R831

* in de grafiek wordt het jaargemiddelde niet enkel grafisch maar ook numeriek getoond.

§ In 2006 is er te weinig data volgens de EU-normen om een goed jaargemiddelde te berekenen.

Figuur 28 vertoont een quasi constant verloop van het jaargemiddelde met een uitschieter in het ongunstige ozonjaar 2006. De evolutie van het jaargemiddelde over de laatste 10 jaar is gelijklopend met de trend van het jaargemiddelde in gans Vlaanderen. Het ozon jaargemiddelde op 42R831 ligt wel 5 à 10 µg/m³ lager dan gemiddeld over Vlaanderen. Dit betekent dat in het meetstation in Berendrecht de impact van het industrieel en stedelijk niveau merkbaar is. Door de hogere uitstoot van NO in een verkeersrijke, industriële of stedelijke omgeving, wordt er immers meer ozon afgebroken via titratie (snelle reactie). Uitgestoten NO₂ leeft langer en wordt verder getransporteerd alvorens het ozon vormt. Dat is de reden waarom de ozonconcentraties in steden en industriegebieden over het algemeen lager liggen dan op het platteland.

Voor wat betreft de hoge percentielen en maxima is er wel enige variatie te zien in de meetresultaten per jaar. Dit heeft te maken met de kwaliteit van de zomers. Tijdens warme en zonnige zomers, zoals in 2003 en 2006, zijn de maxima en hogere percentielen hoger dan tijdens gemiddelde zomers.

Tabel 15 vat de belangrijkste statistische parameters voor ozon in de voorbije 10 jaar samen.

Tabel 15: Belangrijkste statistische parameters voor ozon

| UURWAARDEN O ₃ µg/m ³ | Station Berendrecht (42R831) | | | | | | | | | |
|--|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
| Jaargemiddelde | 34 | 33 | 34 | 41 | 33 | 33 | 34 | 33 | 35 | 34 |
| P50 | 25 | 27 | 28 | 35 | 29 | 29 | 30 | 28 | 32 | 31 |
| P90 | 78 | 72 | 72 | 84 | 69 | 70 | 73 | 69 | 73 | 69 |
| P98 | 125 | 112 | 108 | 154 | 100 | 107 | 101 | 100 | 112 | 97 |
| Max | 224 | 188 | 256 | 223 | 162 | 153 | 168 | 198 | 193 | 197 |

Tabel 16 toont de overschrijdingen op meetstation 42R831 van de informatie- en alarmdrempel, de streefwaarde en langetermijndoelstelling voor de bescherming van de menselijke gezondheid en de streefwaarde en langetermijndoelstelling voor de bescherming van de vegetatie.

Tabel 16: Overschrijdingen informatie- en alarmdrempel, streefwaarden en langetermijndoelstellingen

| Meetstation | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <i>EU-streefwaarde ter bescherming van de volksgezondheid: 120 µg/m³ als hoogste 8-uurgemiddelde per dag (max. 25 dagen gemiddeld over 3 jaar vanaf 2010); Langetermijndoelstelling: 120 µg/m³ als hoogste 8-uurgemiddelde (in dagen)</i> | | | | | | | | |
| 42R831 | 8 | 28 | 7 | 10 | 2 | 8 | 9 | 7 |
| <i>EU-streefwaarde ter bescherming van de vegetatie: AOT40 (= gesommeerd overschot boven 80 µg/m³ van de uren tussen 8u en 20u MET gedurende het groeiseizoen (mei, juni, juli)) van 18.000 (µg/m³).uren, gemiddeld over 5 jaar. Langetermijndoelstelling: 6.000 (µg/m³).uren per jaar.</i> | | | | | | | | |
| 42R831 | 9.523 | 25.656 | 5.097 | 9.080 | 5.242 | 8.034 | 5.535 | 5.742 |
| <i>Informatiedrempel van 180 µg/m³ als uurgemiddelde</i> | | | | | | | | |
| 42R831 | 16 | 47 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 4 |
| <i>Alarmdrempel van 240 µg/m³ als uurgemiddelde gedurende 3 opeenvolgende uren</i> | | | | | | | | |
| 42R831 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

De waarden die cursief gedrukt staan in de tabel zijn waarden die strikt genomen niet geldig berekend kunnen worden omdat ze niet voldoen aan de validiteitsvoorwaarden die de Europese Richtlijn 2008/50/EG oplegt. Volgens deze criteria zijn er te weinig data beschikbaar in de zomerperiode, waardoor de berekening van de overschrijdingsindicatoren mogelijk een onderschatting kan geven van de werkelijkheid.

Wanneer we de meetresultaten van de afgelopen 8 jaar aan de huidige Europese normen toetsen kunnen we het volgende besluiten:

- De EU-streefwaarde voor de bescherming van de volksgezondheid, namelijk het 3-jaargemiddelde aantal dagen waarop het hoogste 8-uurgemiddelde 120 µg/m³ overschrijdt, mag niet groter zijn dan 25 dagen, wordt niet overschreden. Alleen in 2006 is er op meer dan 25 dagen meer dan 120 µg/m³ (hoogste 8-uurgemiddelde van een dag) gemeten. De langetermijndoelstelling, namelijk geen enkele overschrijding meer van 120 µg/m³ als hoogste 8-uurgemiddelde van een dag, wordt niet gehaald.
- In 2012 waren er 4 overschrijdingen van de informatiedrempel van 180 µg/m³, in het ozonrijke jaar 2006 waren dat er 47. De alarmdrempel van 240 µg/m³ blijft de afgelopen 7 jaar gerespecteerd.
- De EU-streefwaarde voor de bescherming van de vegetatie van 18.000 (µg/m³).uren, gemiddeld over 5 jaar, blijft ruimschoots gerespecteerd. Enkel in 2006 komt de AOT40 boven deze norm uit. De langetermijndoelstelling van 6.000 µg/m³ bereiken we in ozongunstige jaren zoals 2007, 2009 en 2011. Ook in 2012 werd die langetermijndoelstelling gehaald.

De resultaten voor het meetstation in Berendrecht (42R831) liggen in dezelfde lijn of zijn iets gunstiger met wat de VMM gemiddeld meet over Vlaanderen. 2012 is een gunstig jaar voor ozon.

Figuur 29 toont de pollutieroos van ozon. De hoogste gemiddelde ozonconcentraties zijn er wanneer de wind uit de NW- of de NO-sector komt. Bij windrichtingen uit de westelijke sectoren wordt ozon van over de Atlantische Oceaan naar Europa getransporteerd. Deze ozon 'achtergrond' is hoog in vergelijking met het bij ons 'zelf geproduceerde' ozon (behalve op warme zonnige dagen). Wanneer

de wind uit meer landelijke sectoren waait (NO tot ZW), zijn de gemiddelde ozonconcentraties lager omdat er meer ozon wordt afgebroken door NO afkomstig van verkeer en industriële activiteiten. NO breekt immers ozon af waarbij het geoxideerd wordt tot NO_2 .



Figuur 29: Pollutieroos gemiddelde ozonconcentraties in 2012

3.6 Vluchtige organische componenten – BTEX

Vluchtige organische componenten (VOC) vormen een grote groep stoffen die als gassen of dampen in de omgevingslucht voorkomen. Ze behoren tot bepaalde klassen naargelang ze enkel de elementen koolstof en waterstof bevatten of ook heteroatomen zoals zuurstof, stikstof, zwavel, etc.

De eerste groep zijn de (on)verzadigde en aromatische koolwaterstoffen die de hoofdfractie zijn van de VOC in de omgevingslucht. Zij zijn vooral afkomstig van het verkeer, de energieproductie en de verwarming en in mindere mate van de chemische productieprocessen en verdamping.

De 2de groep omvat de gechloreerde (on)verzadigde, aromatische organische componenten die vooral afkomstig zijn van chemische processen en het huishoudelijk gebruik.

Vooraf het verkeer en de huisverwarming zijn de oorzaak van de algemene verspreiding van deze stoffen in de omgevingslucht.

De nadelige invloed van VOC voor de gezondheid is onder meer de kankerverwekkende eigenschap van sommige componenten (benzeen, vinylchloride, ...).

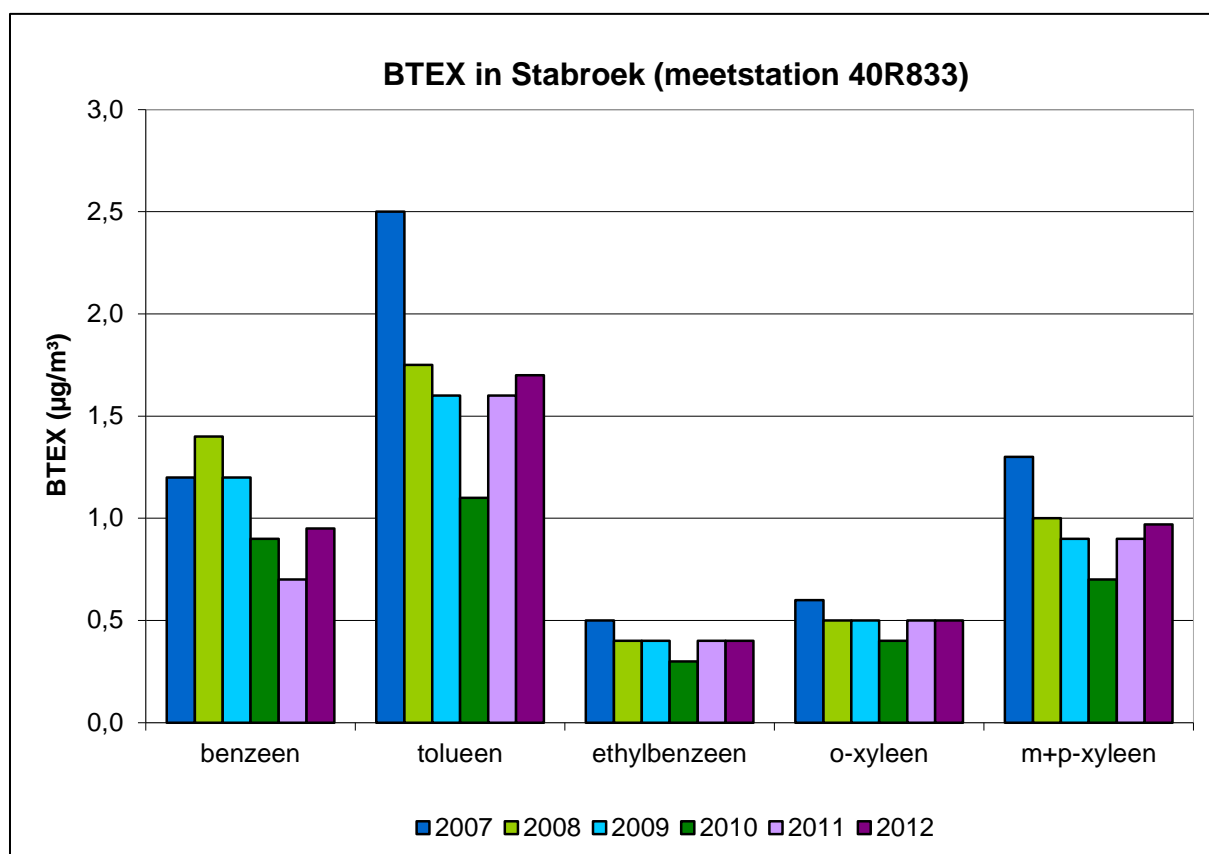
3.6.1 BTEX

Tabel 17 toont het overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste en het 98ste percentiel en het maximum van de BTEX-metingen op meetstation 40R833 in Stabroek in 2010, 2011 en 2012.

Tabel 17: Belangrijkste statistische parameters voor BTEX

| UURWAARDEN BTEX ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Polluent | 2010 | | | | 2011 | | | | 2012 | | | |
|---|----------|-----|-----|------|----------|-----|-----|------|----------|-----|-----|------|
| | Jaargem. | P50 | P98 | Max. | Jaargem. | P50 | P98 | Max. | Jaargem. | P50 | P98 | Max. |
| Benzeen | 0,9 | 1 | 4 | 71 | 0,7 | 0,4 | 3 | 64 | 1,0 | 1 | 4 | 84 |
| Tolueen | 1,1 | 1 | 4 | 25 | 1,6 | 1 | 6 | 24 | 1,7 | 1 | 6 | 36 |
| Ethylbenzeen | 0,3 | 0,2 | 1 | 14 | 0,4 | 0,3 | 2 | 18 | 0,4 | 0,3 | 2 | 41 |
| m+p-Xyleen | 0,7 | 1 | 3 | 21 | 0,9 | 0,6 | 4 | 51 | 1,0 | 1 | 4 | 98 |
| o-Xyleen | 0,4 | 0,3 | 2 | 8 | 0,5 | 0,4 | 2 | 24 | 0,5 | 0,4 | 2 | 32 |

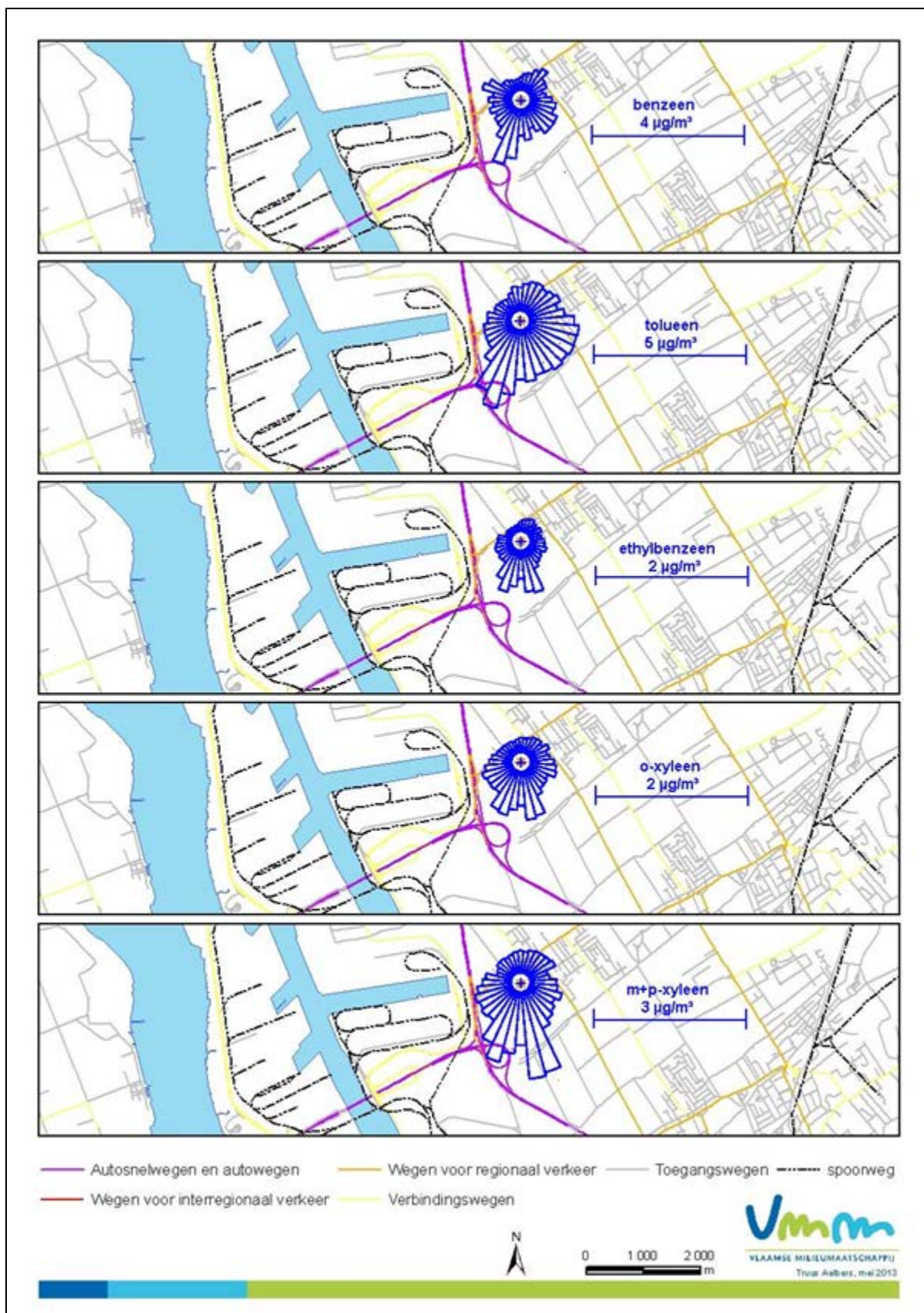
De gemeten BTEX-componenten zijn, in vergelijking met andere meetlocaties in Vlaanderen, niet verhoogd. Uit Tabel 17 blijkt dat voor benzeen zowel de jaargemiddelde grenswaarde van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als de grenswaarde voor het 98ste percentiel van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ruim gerespecteerd blijft met een respectieve waarde van $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als jaargemiddelde en een 98ste percentiel van $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ook de meetresultaten voor toluen liggen ver onder de WGO-richtwaarden.



Figuur 30: Evolutie BTEX-concentraties

Figuur 30 toont de evolutie in de gemeten BTEX-componenten gedurende de laatste zes jaar. De eerste vier jaar was vooral een dalende trend aanwezig, sinds 2011 stagneren of stijgen de concentraties opnieuw.

Figuur 31 toont de pollutierozen van de verschillende BTEX-componenten op het meetstation 40R833 in Stabroek. Ze wijzen hoofdzakelijk in zuid-zuidwestelijke richting, de richting van de petroleumraffinaderijen. Voor de xylenen en ethylbenzeen is er ook een bron aanwezig in zuid-zuidoostelijke richting. Deze bron is wel aanwezig op de pollutieroos door slechts een beperkt aantal sterk verhoogde metingen vanuit deze sector. Dit wijst erop dat er geen continue emissies vanuit die richting zijn.



Figuur 31: Pollutierozen gemiddelde BTEX-concentraties in 2012

3.6.2 Dagstalen vluchtige organische componenten – VOC

Tabel 18 toont de jaargemiddelden voor alle componenten, gemeten op dagbasis één maal om de vier dagen, op de meetposten in 42R830 (Doel) en in 40R833 (Stabroek) voor 2010, 2011 en 2012. In 2012 is wegens budgettaire redenen beslist om de VOC-metingen in Stabroek stop te zetten.

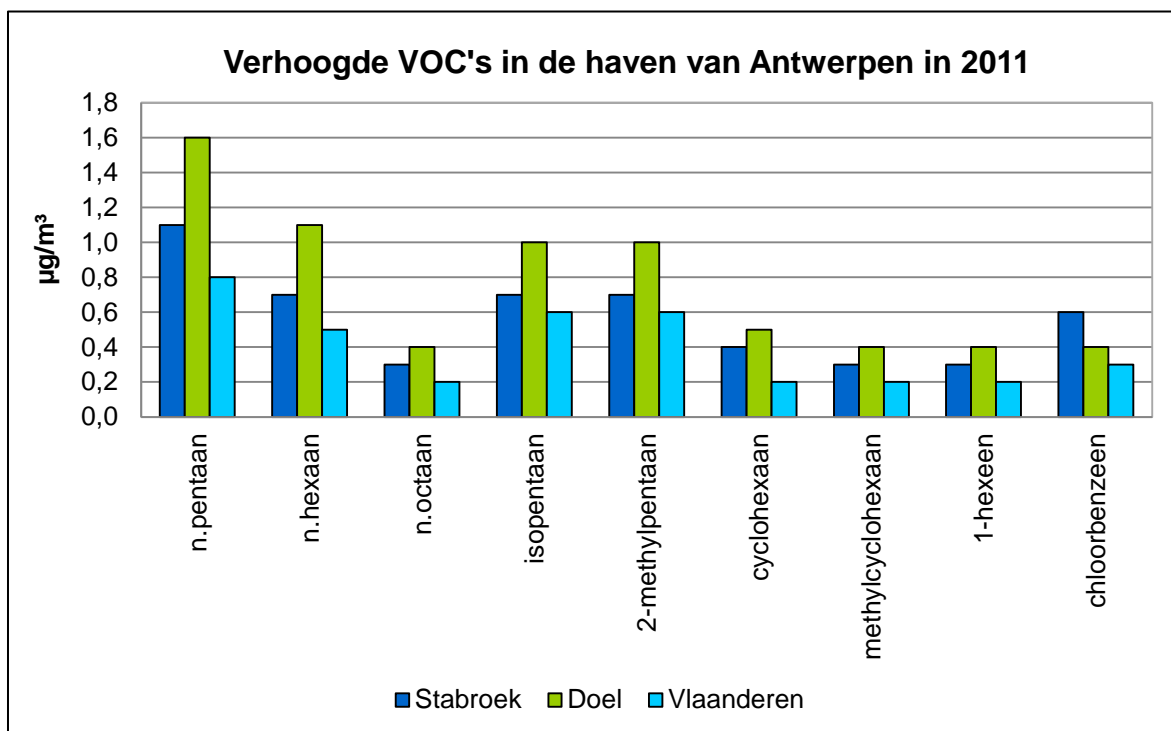
De concentraties in Doel en Stabroek werden vooral beïnvloed door de industrie bij respectievelijk zuid- tot oostenwind en zuidwest- tot noordwestenwind.

In vergelijking met de concentraties op de andere meetposten in Vlaanderen valt op dat:

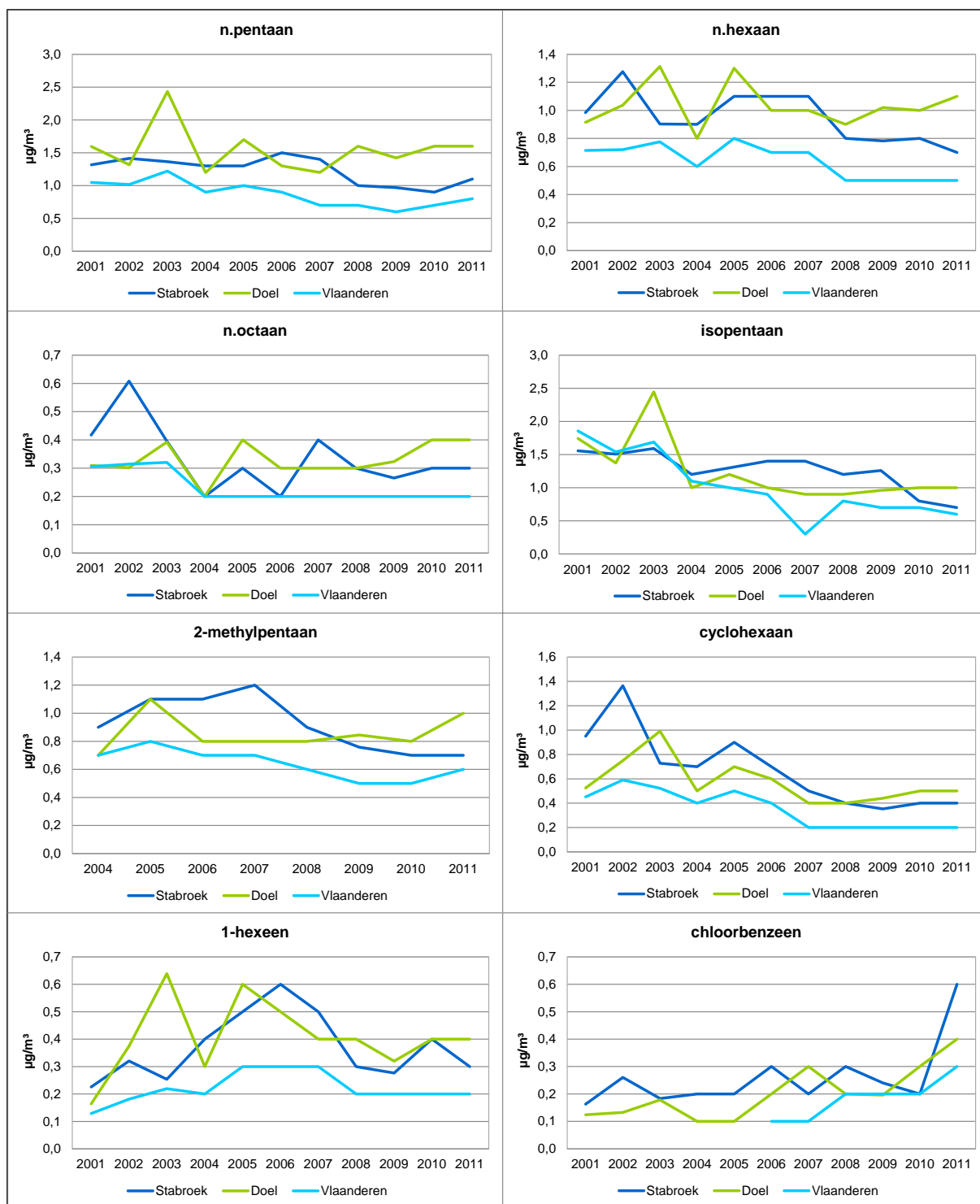
- de jaargemiddelden van de aromaten in Doel en Stabroek gelijkaardig zijn aan deze in de andere Vlaamse meetstations;
- voor een aantal alifaten (verzadigde koolwaterstoffen) en vertakte alifaten (bijvoorbeeld pentaan, hexaan, isopentaan, 2-methylpentaan, cyclohexaan en methylcyclohexaan) de concentraties duidelijk hoger liggen voor Doel en Stabroek dan het Vlaams gemiddelde;
- er nog 2 componenten zijn die verhoogd zijn tegenover de andere meetstations, namelijk hexeen en chloorbenzeen;
- er voor de gechloteerde koolwaterstoffen en de onverzadigde koolwaterstoffen geen verschil merkbaar is met de andere meetstations in Vlaanderen.

Voor de meeste componenten zijn de gemeten concentraties in 42R830 (Doel) sterk vergelijkbaar met deze gemeten de afgelopen jaren. Alle metingen bleven ruim onder de normen of richtwaarden.

Figuur 32 toont de concentraties van die VOC's in het havengebied die hoger liggen dan het Vlaams gemiddelde voor het jaar 2011. We tonen de resultaten van 2011 aangezien het meetstation van Stabroek in 2012 werd stopgezet. De concentraties van de meeste VOC's zijn het hoogst op de meetpost 42R830 (Doel), uitgezonderd chloorbenzeen waar de hoogste concentraties gemeten werden op de meetpost 40R833 (Stabroek).



Figuur 32: Verhoogde VOC's in de haven van Antwerpen in 2011



Figuur 33: Trend verhoogde VOC's in de Antwerpse haven van 2001-2011

Figuur 33 toont de evolutie van de concentraties van die VOC's in het havengebied die hoger liggen dan het Vlaams gemiddelde. Voor de alifaten en de vertakte alifaten volgen de metingen op Stabroek meestal de evolutie van het Vlaams gemiddelde, al liggen de jaargemiddelden iets hoger. De metingen op Doel vertonen een grilliger verloop en lijken meer beïnvloed te worden door de havenactiviteiten.

Tabel 18: Jaargemiddelden voor VOC-dagstalen, 2010-2012

| DAGWAARDEN VOC µg/m ³ | 2010 | 2010 | 2011 | 2011 | 2012 |
|-------------------------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
| | 42R830 Doel | 40R833 Stabroek | 42R830 Doel | 40R833 Stabroek | 42R830 Doel |
| benzeen | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 0,9 | 1,0 |
| tolueen | 1,6 | 1,8 | 1,6 | 1,9 | 1,2 |
| ethylbenzeen | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| m+p-xyleen | 0,9 | 1,2 | 0,9 | 1,0 | 0,8 |
| styreen | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| o-xyleen | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| n.propylbenzeen | dl | dl | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| m-ethyltolueen | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 |
| p-ethyltolueen | dl | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| o-ethyltolueen | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 1,3,5-trimethylbenzeen | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| 1,2,4-trimethylbenzeen | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,4 |
| 1,2,3-trimethylbenzeen | dl | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 |
| n.butaan | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| n.pentaaan | 1,6 | 0,9 | 1,6 | 1,1 | 1,3 |
| n.hexaaan | 1,0 | 0,8 | 1,1 | 0,7 | 0,9 |
| n.heptaaan | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 |
| n.octaaan | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| n.nonaan | 0,4 | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 |
| n.decaan | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,4 |
| isobutaan | 0,6 | 0,2 | n.g. | 0,3 | n.g. |
| isopentaaan | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 0,7 | 0,7 |
| 2,3-dimethylbutaan | 0,2 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 2-methylpentaan | 0,8 | 0,7 | 1,0 | 0,7 | 0,7 |
| 3-methylpentaan | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,4 | 0,5 |
| isooctaaan | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,3 |
| 2-methylhexaaan | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| 3-methylhexaaan | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,3 |
| 2-methylheptaaan | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,2 |
| 3-methylheptaaan | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| methylcyclopentaaan | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| cyclohexaaan | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 |
| methylcyclohexaaan | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| 1-buteen + 1,3-butadieen | 0,3 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | 0,6 |
| trans-2-buteen | dl | dl | dl | dl | 0,1 |
| cis-2-buteen | dl | dl | dl | dl | dl |
| isopreen | dl | dl | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| 1-penteen | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 2-penteen | dl | dl | 0,1 | dl | 0,1 |
| 1-hexeen | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 |
| alpha-pineen | 0,5 | 1,2 | 0,5 | 1,0 | 0,3 |
| vinylchloride | n.g. | n.g. | n.g. | n.g. | n.g. |
| 1,2-dichloorethaan | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| 1,1,1-trichloorethaan | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| tetrachloorethyleen | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,4 |
| chloorbenzeen | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,4 |

3.7 Dioxines en PCB's

Dioxines en polychloorbifenylen (PCB's) zijn stoffen die nauwelijks afbreken. Bronnen stoten deze stoffen uit in de lucht waarna ze binden op stofdeeltjes. Dit stof valt op zijn beurt neer op gewassen die als voeding dienen voor mens en dier. Vervolgens binden de dioxines en PCB's zich op dierlijke lichaamvetten waarna de mens deze, na consumptie van dierlijke producten zoals vlees, vis en zuivelproducten, opneemt. Net omdat de mens dioxines en PCB's opneemt via voeding, is het belangrijk dat er geen dioxines en PCB's in agrarische gebieden en woonzones voorkomen.

De VMM meet de dioxines en PCB's in neervallend stof, ook depositie genoemd. Zo bepaalt ze in welke mate dioxines en PCB's uit de lucht kunnen neerslaan en er een potentieel risico is tot opname via de voedingsketen. De resultaten zeggen iets over de kwaliteit van de omgevingslucht. Eén staal kan dioxines en PCB's van verschillende bronnen bevatten.

De analyse gebeurt isomeer specifiek voor alle zeventien dioxines en de twaalf toxische PCB-verbindingen, met behulp van een gaschromatograaf gekoppeld aan een hoge resolutie massaspectrometer (GC-HRMS). De depositieresultaten zijn uitgedrukt in picogram toxische equivalenten per vierkante meter per dag (pg TEQ/(m².dag)).

De VMM toetst de depositie van dioxines en PCB's aan drempelwaarden. Deze zijn niet opgenomen in de wetgeving. Europa adviseert wel een bovengrens voor de opname van dioxines en PCB's door de mens. Op basis hiervan werd via een wetenschappelijke studie een jaargemiddelde drempelwaarde voor de depositie van dioxines en PCB's berekend. Vanaf 2010 hanteert de VMM nieuwe drempelwaarden. Enkel de resultaten van de meetposten in een woon- of agrarisch gebied worden getoetst aan deze drempelwaarden. Vermits de mens dioxines en PCB's opneemt via de voeding, toetst de VMM de deposities gemeten in industriegebieden niet langer aan de drempelwaarden. Deze drempelwaarden hebben geen wettelijk karakter, het laat de VMM echter toe om de gemeten deposities te beoordelen en te beslissen welke regio's extra aandacht verdienen.

In het Antwerps havengebied heeft de VMM 2 meetposten:

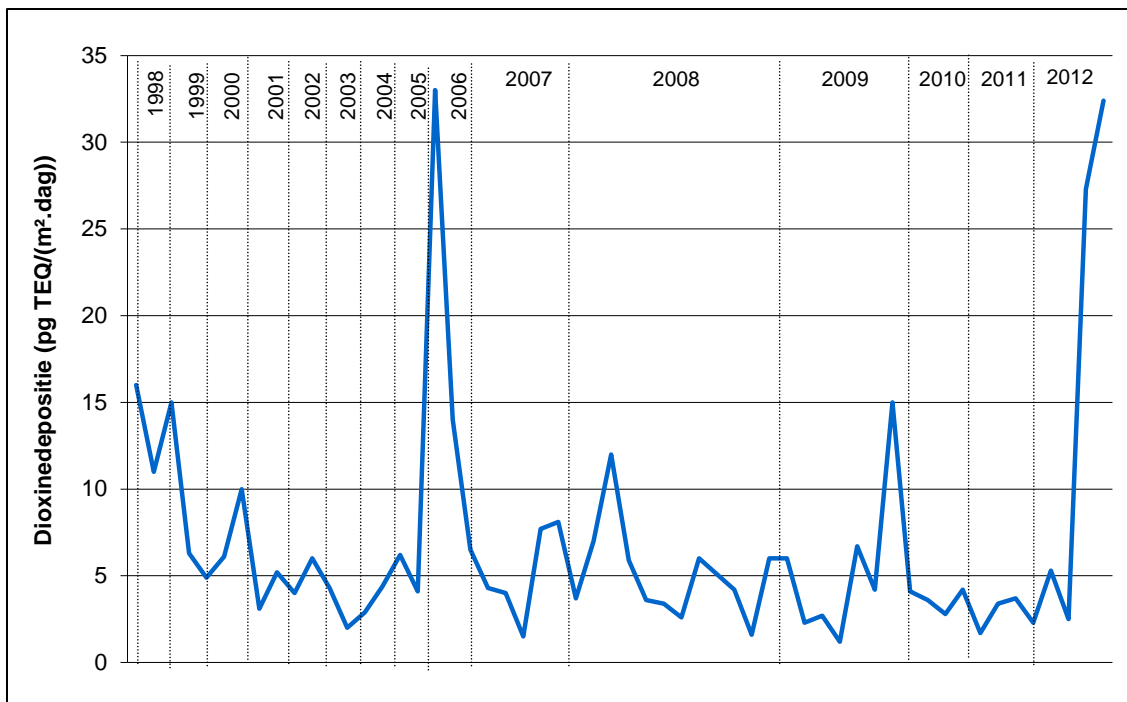
- 75R833 in Stabroek. Deze meetpost ligt in agrarisch gebied. In 2012 voerde de VMM er gedurende 4 maanden metingen uit. Deze resultaten toetsen we aan de drempelwaarden;
- 75BV04 in Kallo. Deze meetpost ligt in industriegebied. In 2012 voerde de VMM er gedurende 4 maanden metingen uit. Deze resultaten toetsen we niet aan de drempelwaarden.

De toetsing aan de drempelwaarden houdt in dat we de depositie van dioxines tellen bij deze van PCB's. De maandgemiddelde drempelwaarde bedraagt 21 pg TEQ/(m².dag), de jaargemiddelde drempelwaarde bedraagt 8,2 pg TEQ/(m².dag). Uit Tabel 19 volgt dat in 2 van de 4 maandstalen de drempelwaarde voor maandgemiddelde depositie overschreden werd op de meetpost in Stabroek. Voor 2012 bedraagt het gemiddelde van de 4 maandstalen 20 pg TEQ/(m².dag), wat hoger is dan de jaargemiddelde drempelwaarde. Deze toetsing is slechts indicatief, vermits de VMM niet jaarrond metingen uitvoerde.

Tabel 19: Toetsing van de resultaten van 75R833 aan de drempelwaarden voor dioxines en PCB's (pg TEQ/(m².dag))

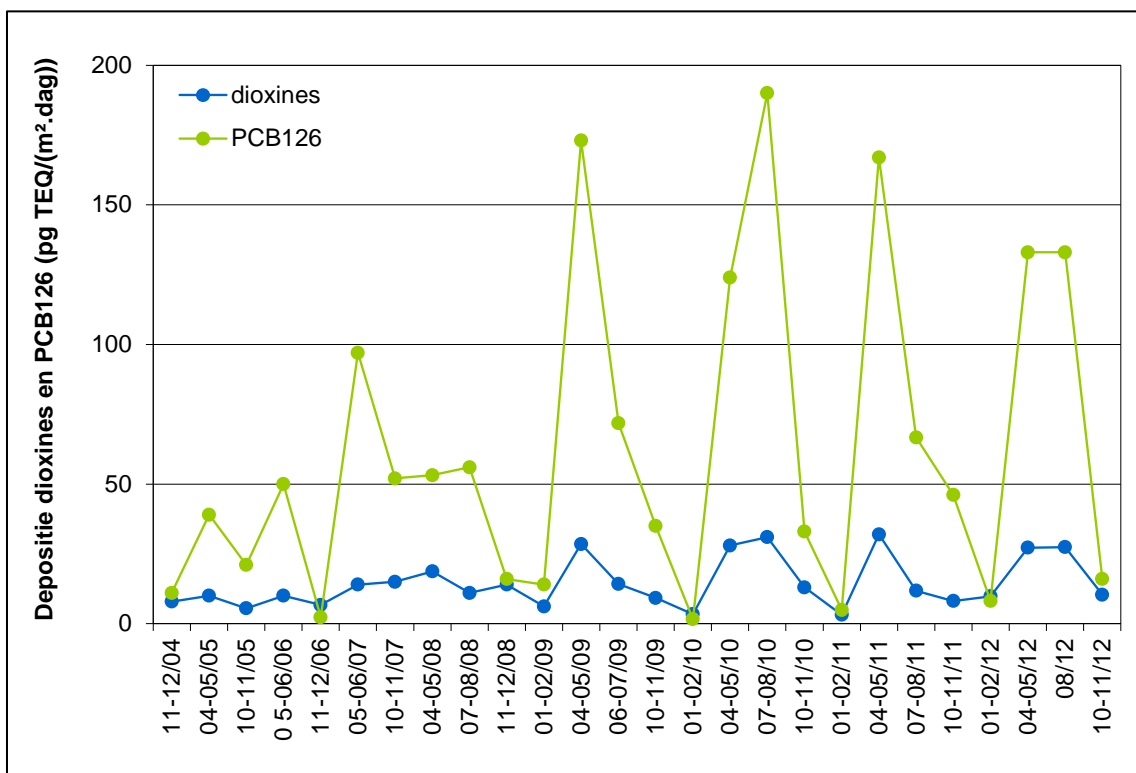
| Meetpost | Gemeente | 01-02/12 | 04-05/12 | 08/12 | 10-11/12 | Jaargemiddelde |
|----------|----------|------------|------------|------------|------------|----------------|
| | | diox + PCB | diox + PCB | diox + PCB | diox + PCB | diox + PCB |
| 75R833 | Stabroek | 6,2 | 7,2 | 30,3 | 36,4 | 20,0 |

Figuur 34 toont de trend van de dioxinedeposities over de jaren heen op de meetpost in Stabroek. Hieruit volgt dat de dioxinedepositie sterk fluctueert. In de periode 1998-2005 zien we een dalende trend. Deze werd onderbroken door 2 hoge waarden in 2006. Daarna zakten de dioxinewaarden opnieuw terug. In de 2de helft van 2012 meet de VMM opnieuw gedurende 2 maanden een dioxinedepositie die opvallend hoger is. Dit betekent dat er in de nabijheid nog steeds een of meerdere bronnen zijn die sporadisch aanleiding geven tot dioxine-emissies.



Figuur 34: Trend dioxinedepositie op de meetpost 75R833 in Stabroek

De meetpost 75BV04 is geplaatst om de impact van een schrootverwerkend metaalbedrijf op de omgevingslucht te meten. Figuur 35 toont dat de PCB-depositie hoog is in de onmiddellijke nabijheid van het bedrijf. Ook in de nabijheid van andere Vlaamse schrootverwerkende bedrijven zijn de PCB-deposities hoog. Eerder onderzoek toonde aan dat de verontreiniging meestal beperkt blijft tot enkele honderden meters rond het bedrijf. De impact is dus het grootst als er een woonzone of agrarisch gebied paalt aan het schrootverwerkend bedrijf. Dit is echter niet het geval in Kallo.



Figuur 35: Trend depositie dioxines en PCB126 op de meetpost 75BV04 in Kallo

4 Besluit

SO₂

Na de sterke daling in de afgelopen jaren daalden de SO₂-concentraties in het havengebied nog licht in 2012. Alle normen voor SO₂ blijven voor het vierde jaar op rij ruim gerespecteerd.

NO₂

In 2012 werd er na de stagnatie in 2010 en 2011 opnieuw een lichte daling opgetekend van de concentraties, zowel in de lagere als in de hogere percentielen. Op alle meetstations bleven de normen voor NO₂ gerespecteerd. De toekomstige jaargrenswaarde van 40 µg/m³, van kracht vanaf 2015, werd wel op twee meetstations overschreden. Eén van deze meetstations ligt in de industriezone en is minder relevant in het kader van de blootstelling van de bevolking. Het meetstation aan de Luchtbal is echter gelegen aan de rand van enkele grote woonzones. Een verspreidingsmodel (VLOPS) raamde dat in een groot gedeelte van de woonkern van Merksem dezelfde of hogere concentraties aanwezig waren in vergelijking met deze gemeten aan de Luchtbal. Aan de nabijgelegen woonkernen van Ekeren, Brasschaat en Schoten kende het model lagere concentraties toe. De concentraties van NO₂ lagen in het Antwerpse havengebied zo'n 20% hoger dan het Vlaams gemiddelde.

Fijn stof

De concentraties aan PM₁₀ vertoonden de laatste jaren een licht dalende trend. In 2011 stellen we opnieuw een stijging in de concentraties in het havengebied vast. Door deze stijging in 2011 lag het virtueel gemiddelde van de PM₁₀-concentraties in de haven opnieuw hoger dan het Vlaams gemiddelde. In 2012 was er opnieuw een sterke daling van de PM₁₀-concentraties, zowel in het havengebied als in Vlaanderen. Hoewel de daling sterker was in het havengebied dan in Vlaanderen, lag het gemiddelde in de haven van Antwerpen ook in 2012 hoger dan het Vlaams gemiddelde. De jaargrenswaarde (40 µg/m³) voor PM₁₀ bleef de afgelopen jaren op alle meetstations in de haven ruim gerespecteerd. Het aantal overschrijdingen van de daggrenswaarde schommelde sterk de afgelopen jaren. In 2012 was het aantal daggrenswaarde overschrijdingen opnieuw sterk gedaald. Er was nog één meetstation in overschrijding, 42M802 (Luchtbal), met 41 overschrijdingen, terwijl er maximaal 35 mogen zijn.

Voor PM_{2,5} bleven alle streef- en grenswaarden gerespecteerd. Enkel de toekomstige indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³, te behalen tegen 2020, werd nog op 1 meetstation overschreden.

Zwarte koolstof

Voor zwarte koolstof was het virtueel gemiddelde in het Antwerpse havengebied in 2012 vergelijkbaar met het gemiddelde in Vlaanderen. De meeste zero-pollutierozen, gemaakt door van de pollutierozen de algemene achtergrondconcentraties af te trekken, wijzen naar het centrum van het havengebied. De gemeten concentraties in het meetstation aan de Boudewijnsluis, dat nu 5 jaar operationeel is, vertonen een dalende trend.

Ozon

De evolutie van de jaargemiddelden voor ozon over de laatste tien jaar vertoont weinig variatie, wel zijn er regelmatig verschillen in de percentielen per jaar. De resultaten voor het meetstation in Berendrecht lagen in lijn met wat de VMM gemiddeld meet over Vlaanderen, of waren iets gunstiger. 2012 is een gunstig jaar voor ozon.

Vluchtige organische componenten

De Europese grenswaarde voor benzeen wordt ruim gerespecteerd. De gemeten BTEX-componenten waren, in vergelijking met andere meetlocaties in Vlaanderen, niet verhoogd. Voor de BTEX-componenten bleek de dalende trend in de periode 2007-2010 niet meer aanwezig en sinds 2011 stagneren of stijgen de concentraties van de verschillende BTEX-componenten opnieuw.

De gemeten concentraties aan vluchtige organische componenten in Doel en Stabroek waren voor de meeste componenten sterk vergelijkbaar met de concentraties gemeten in 2010 en 2011. Alle metingen bleven ruim onder de normen of richtwaarden.

Dioxines en PCB's

De VMM gebruikt drempelwaarden om de dioxines en PCB's in de omgevingslucht te beoordelen. Deze zijn niet opgenomen in de wetgeving maar laten toe te beslissen welke regio's extra aandacht verdienen vanuit gezondheidskundig standpunt. Uit de dioxine- en PCB-resultaten van de meetpost in Stabroek bleek dat in 2 van de 4 maandstalen de drempelwaarde voor maandgemiddelde depositie overschreden werd op de meetpost in Stabroek. Het gemiddelde van de 4 maandstalen lag ook hoger dan de jaargemiddelde drempelwaarde. Deze toetsing is slechts indicatief, vermits de VMM niet jaarrond metingen uitvoerde. De trend van de dioxinedeposities op de meetpost in Stabroek toont over de jaren heen sterke schommelingen. In de 2de helft van 2012 mat de VMM opnieuw gedurende 2 maanden een dioxinedepositie die opvallend hoger was. Dit betekent dat er in de nabijheid nog steeds een of meerdere bronnen zijn die sporadisch aanleiding geven tot dioxine-emissies. De meetwaarden voor de meetpost in Kallo toonden vooral een hoge PCB-depositie in de onmiddellijke nabijheid van een schrootverwerkend bedrijf. Ook in de nabijheid van andere Vlaamse schrootverwerkende bedrijven waren de PCB-deposities hoog. Eerder onderzoek toonde aan dat de verontreiniging meestal beperkt bleef tot enkele honderden meters rond het schrootverwerkend bedrijf. De impact voor de bevolking is dus het grootst als er een woonzone of agrarisch gebied paalt aan een dergelijk bedrijf. Dit is echter niet het geval in Kallo.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Specificaties parameters

Automatische meetnetten

| parameter | SAROADcode | eenheid | toesteltype | meetprincipe analyse | volgens norm | meet-onzekerheid | bepaling meet-onzekerheid | onder-accreditatie | onder-aanmerking | uitbesteding | type approval |
|-------------------|------------|-------------------|---------------|---|--------------|---|--|--------------------|------------------|--------------|---------------|
| PM ₁₀ | 81102 | µg/m ³ | ESM FH 62 I-R | beta-absorptie | - | 16% bij daggemiddelde van 50 µg/m ³ | Guide to demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (jan 2010) | ja | nee | nee | nvt |
| PM ₁₀ | 81102 | µg/m ³ | TEOM | oscillerende microbalans | - | 14% bij daggemiddelde van 50 µg/m ³ | Guide to demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (jan 2010) | ja | nee | nee | nvt |
| PM ₁₀ | 81102 | µg/m ³ | TEOM-FDMS | oscillerende microbalans met correctie voor afdamping | - | 16% bij daggemiddelde van 50 µg/m ³ | Guide to demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (jan 2010) | ja | nee | nee | nvt |
| PM _{2,5} | 81104 | µg/m ³ | TEOM-FDMS | oscillerende microbalans met correctie voor afdamping | - | 20% bij daggemiddelde van 30 µg/m ³ | Guide to demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods (jan 2010) | ja | nee | nee | nvt |
| SO ₂ | 42401 | µg/m ³ | TS 43i | UV-fluorescentie | EN14212 | 15% bij uurgemiddelde van 350 µg/m ³ ; 15% bij daggemiddelde van 125 µg/m ³ | volgens EN14212 | ja | nee | nee | ja |
| NO | 42601 | µg/m ³ | TS 42i | chemiluminescentie | EN14211 | - | - | ja | nee | nee | ja |
| NO ₂ | 42602 | µg/m ³ | TS 42i | chemiluminescentie | EN14211 | 15% bij uurgemiddelde van 200 µg/m ³ ; 15% bij jaargemiddelde van 40 µg/m ³ | volgens EN14211 | ja | nee | nee | ja |
| O ₃ | 44201 | µg/m ³ | API 400E | UV-fotometrie | EN14625 | 15% bij uurgemiddelde van 240 µg/m ³ ; 15% bij 8-uurgemiddelde van 120 µg/m ³ | volgens EN14625 | ja | nee | nee | ja |
| BC | 16111 | µg/m ³ | MAAP 5012 | multihoek-absorptie-fotometrie | - | - | - | nee | nee | nee | nvt |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|-------------------|----------------------------------|-----------------|---|---|---|-----|-----|-----|-----|
| benzeen | 45201 | µg/m ³ | Synspec GC955 + 3A airmotec 1000 | GC-PID + GC-FID | - | - | - | nee | nee | nee | nvt |
| tolueen | 45202 | µg/m ³ | Synspec GC955 + 3A airmotec 1000 | GC-PID + GC-FID | - | - | - | nee | nee | nee | nvt |
| ethylbenzeen | 45203 | µg/m ³ | Synspec GC955 + 3A airmotec 1000 | GC-PID + GC-FID | - | - | - | nee | nee | nee | nvt |
| m+p-xyleen | 45109 | µg/m ³ | Synspec GC955 + 3A airmotec 1000 | GC-PID + GC-FID | - | - | - | nee | nee | nee | nvt |
| o-xyleen | 45204 | µg/m ³ | Synspec GC955 + 3A airmotec 1000 | GC-PID + GC-FID | - | - | - | nee | nee | nee | nvt |

Semiautomatische meetnetten

| parameter | SAROADcode | eenheid | toesteltype bemonstering | meetprincipe analyse | volgens norm | meetonzekerheid | bepaling meet- onzekerheid | onder accreditatie | onderaanneming | uitbesteding |
|-----------------|------------|------------------------------|--|----------------------|--------------|-----------------|--|--------------------|----------------|--------------|
| Dioxines | 16930 | pg TEQ/(m ² .dag) | Bergerhoff kruik | HRGC/MS | EPA 1613 | 24% | $U_{tot} = 2\sqrt{(CV_{RW})^2 + (U_{dias})^2}$ | ja | ja | nee |
| Coplaire PCB's | 16954 | pg TEQ/(m ² .dag) | Bergerhoff kruik | HRGC/MS | EPA 1613 | 37% | $U_{tot} = 2\sqrt{(CV_{RW})^2 + (U_{dias})^2}$ | ja | ja | nee |
| benzeen | 45201 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 25% | spike recovery | ja | nee | nee |
| tolueen | 45202 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 40% | spike recovery | ja | nee | nee |
| ethylbenzeen | 45203 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 11% | spike recovery | ja | nee | nee |
| m+p-xyleen | 45109 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 10% | spike recovery | ja | nee | nee |
| styreen | 45220 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 28% | spike recovery | ja | nee | nee |
| o-xyleen | 45204 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 16% | spike recovery | ja | nee | nee |
| n-propylbenzeen | 45209 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 18% | spike recovery | ja | nee | nee |
| m-ethyltolueen | 45212 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 38% | spike recovery | ja | nee | nee |

| | | | | | | | | | | |
|------------------------|-------|-------------------|--|----|------------|-----|----------------|----|-----|-----|
| p-ethyltolueen | 45213 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 50% | spike recovery | ja | nee | nee |
| o-ethyltolueen | 45211 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 50% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 1,3,5-trimethylbenzeen | 45207 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 22% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 1,2,4-trimethylbenzeen | 45208 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 22% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 1,2,3-trimethylbenzeen | 45225 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 60% | spike recovery | ja | nee | nee |
| n-butaan | 43212 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 50% | spike recovery | ja | nee | nee |
| n-pentaaan | 43220 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 31% | spike recovery | ja | nee | nee |
| n-hexaan | 43231 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 27% | spike recovery | ja | nee | nee |
| n-heptaan | 43232 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 20% | spike recovery | ja | nee | nee |
| n-octaan | 43233 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 17% | spike recovery | ja | nee | nee |
| n-nonaan | 43235 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 11% | spike recovery | ja | nee | nee |
| n-decaan | 43238 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 13% | spike recovery | ja | nee | nee |
| isobutaan | 43214 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 50% | spike recovery | ja | nee | nee |
| isopentaaan | 43221 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 28% | spike recovery | ja | nee | nee |

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven – Jaarrapport 2012

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|-------------------|--|----|------------|-----|----------------|----|-----|-----|
| 2,3-dimethylbutaan | 43284 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 20% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 2-methylpentaan | 43285 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 24% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 3-methylpentaan | 43230 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 17% | spike recovery | ja | nee | nee |
| isooctaan | 43250 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 28% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 2-methylhexaan | 43263 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 19% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 3-methylhexaan | 43249 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 20% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 2-methylheptaan | 43960 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 19% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 3-methylheptaan | 43253 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 14% | spike recovery | ja | nee | nee |
| methylcyclopentaan | 43262 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 21% | spike recovery | ja | nee | nee |
| cyclohexaan | 43248 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 22% | spike recovery | ja | nee | nee |
| methylcyclohexaan | 43261 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 22% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 1-buteen+1,3-butadien | 43990 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 50% | spike recovery | ja | nee | nee |
| trans-2-buteen | 43216 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 50% | spike recovery | ja | nee | nee |
| cis-2-buteen | 43217 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 50% | spike recovery | ja | nee | nee |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|-------|-------------------|--|----|------------|-----|----------------|----|-----|-----|
| isopreen | 43243 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 50% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 1-penteen | 43224 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 28% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 2-penteen | 43226 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 36% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 1-hexeen | 43245 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 26% | spike recovery | ja | nee | nee |
| alpha-pineen | 43256 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 50% | spike recovery | ja | nee | nee |
| vinylchloride | 43860 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 50% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 1,2-dichloorethaan | 43815 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 25% | spike recovery | ja | nee | nee |
| 1,1,1-trichloorethaan | 43814 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 24% | spike recovery | ja | nee | nee |
| tetrachloorethyleen | 43898 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 18% | spike recovery | ja | nee | nee |
| chloorbenzeen | 45801 | µg/m ³ | actieve/passieve sampler met Carbotrap 300 | GC | EN 14662-1 | 14% | spike recovery | ja | nee | nee |

Bijlage 2: Modelberekeningen

VLOPS-kaarten SO₂ en NO₂

Inleiding

De kaarten van het SO₂- en NO₂-jaargemiddelde in 2012 in de Antwerpse agglomeratie (resolutie 250x250 m²) werden berekend met het atmosferisch transport- en dispersiemodel VLOPS (versie 13). Een uitgebreide beschrijving van dit model is terug te vinden in het rapport over de verzurende en vermestende luchtverontreiniging in Vlaanderen².

De emissie-invoer is deze van het jaar 2010, waarbij voor Vlaanderen de meest recente cijfers van de Emissie-Inventaris Lucht van de VMM gebruikt werden. De Vlaamse oppervlaktebronnen zijn gespreid op een grid van 1x1 km², behalve bij de NO_x-emissies van de sector wegverkeer, die in de Antwerpse agglomeratie op 250x250 m² en in de rest van Vlaanderen op 1x1 km² gespreid werden. De gegevens voor bronnen buiten Vlaanderen zijn afkomstig van de EMEP- en CORINAIR-emissie-inventaris en werden gespreid met de emissie-preprocessor E-MAP³ waarbij voor oppervlaktebronnen een grid van 5x5 km² in West-Europa en van 60x60 km² in de rest van Europa werd toegepast. Als meteo-invoer werd de Nederlandse meteo van de zone Midden-Brabant, Veluwe, Twente gebruikt van het jaar 2012.

De resultaten van de concentratie-berekeningen met VLOPS werden gekalibreerd met behulp van de meetresultaten zodat het eindresultaat geen systematische fout meer vertoont.

Validatie

Bij de validatie worden drie parameters gebruikt:

- De vergelijking van de gemiddelde meet- en modelwaarden (systematische fout):
Normalized Mean Bias (NMB)

$$NMB = \frac{\overline{M}}{\overline{O}} - 1$$

- De gemiddelde afwijking tussen meet- en modelwaarden (onzekerheid of random fout):
Root Mean Square Error (RMSE) = absolute onzekerheid

$$RMSE = \sqrt{\overline{(O_i - M_i)^2}}$$

$$\frac{RMSE}{\overline{O}} = \text{relatieve onzekerheid, streefwaarde} < 30\%$$

- De ruimtelijke correlatie tussen meet- en modelwaarden

$$R^2 = (\text{Correlatie}(O_1..O_n; M_1..M_n))^2$$

met Mi = jaargemiddelde gemodelleerde concentratie op meetplaats i

Oi = jaargemiddelde gemeten concentratie op meetplaats i

n = aantal meetplaatsen

Validatie NO₂

Voor het jaar 2012 werden de jaargemiddelden gebruikt van de 52 Vlaamse voor modelvalidatie bruikbare meetplaatsen met automatische monitoren waarvoor minstens 75% uurwaarden beschikbaar zijn. 5 meetplaatsen werden als niet bruikbaar voor modelvalidatie weerhouden wegens de volgende criteria:

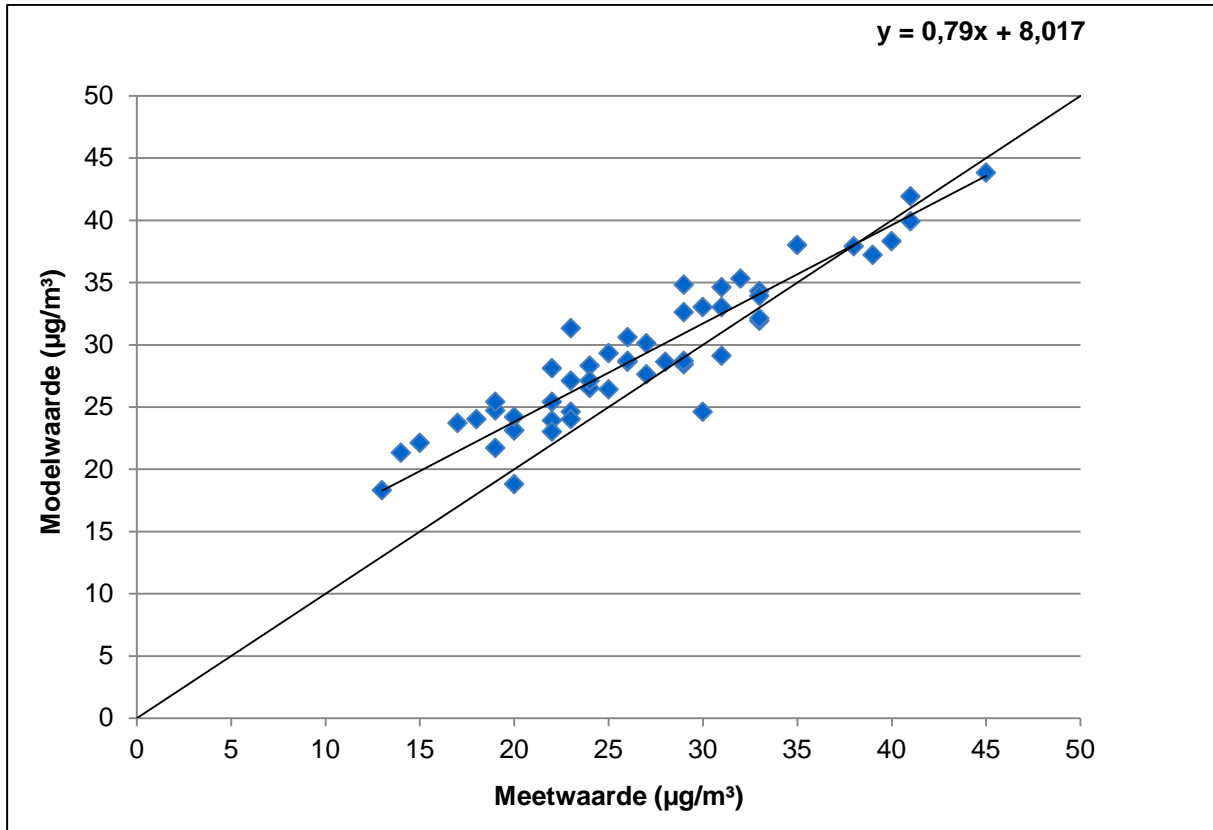
- Er zijn belangrijke lokale NO_x-emissies die niet in de emissie inventaris zijn opgenomen (bijvoorbeeld een vrachtwagen van een bedrijf naast een meetplaats);
- De meetplaats ligt in een *streetcanyon*. VLOPS berekent geen lokale verhoging van de concentraties in *streetcanyons*.

Figuur 36 toont de orthogonale regressie tussen de meetwaarden en de modelwaarden op de locaties van de 52 geselecteerde meetplaatsen. De NO₂-concentraties worden gemiddeld met 9% overschat door VLOPS, zie ook Tabel 20. De orthogonale regressie wordt gebruikt om de NO₂-kaart voor

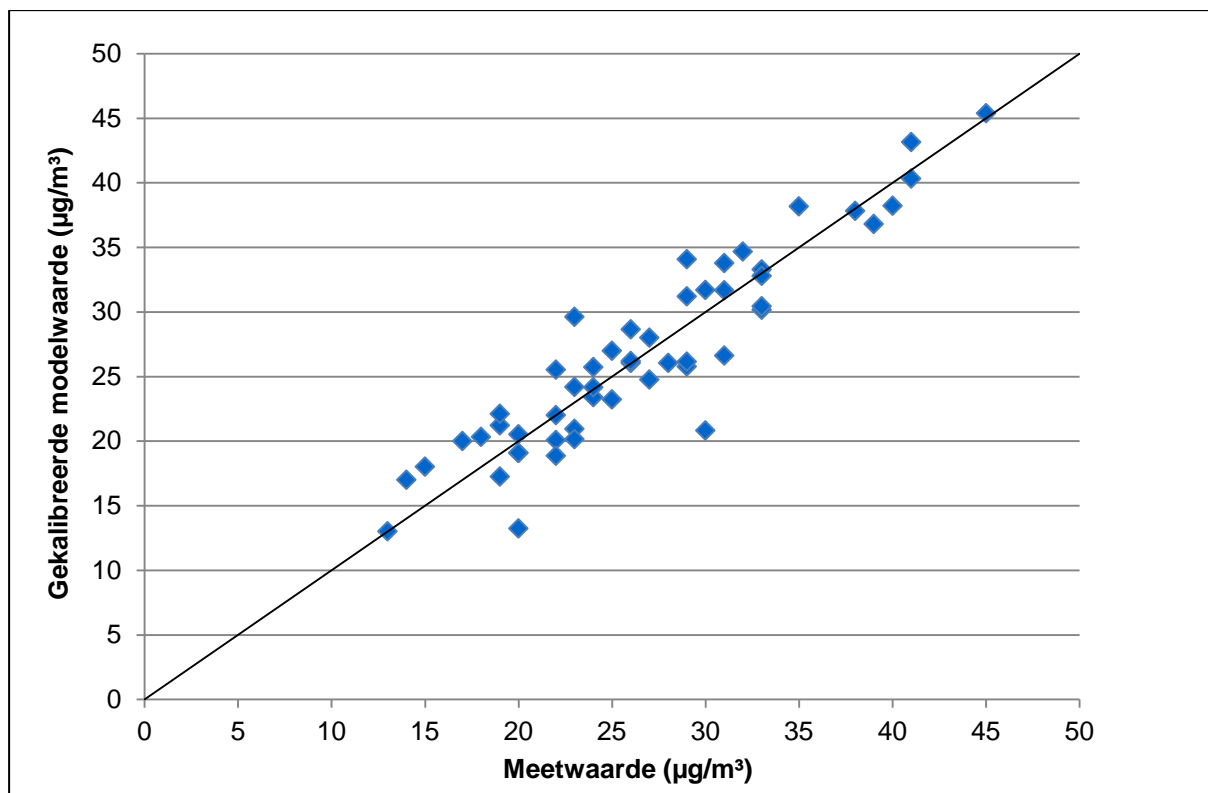
² VMM (2013), Verzurende en vermestende luchtverontreiniging in Vlaanderen – jaarrapport 2012

³ Maes, J. et al. 2008. Nieuw concept voor de emissie-preprocessor van BelEUROS (E-map), VITO-rapport n° 2008/IMS/R/217

Vlaanderen te kalibreren zodat het eindresultaat geen systematische fout meer vertoont. Een onafhankelijke validatie van gekalibreerde modelwaarden is mogelijk door elke modelwaarde te kalibreren met een orthogonale regressie van alle dataparen uitgezonderd deze van de modelwaarde in kwestie. Figuur 37 toont de meetwaarden versus de gekalibreerde modelwaarden. Na kalibratie treedt er gemiddeld geen onder- of overschatting meer op, met een lage relatieve onzekerheid van 11% en een zeer goede ruimtelijke correlatie van 86%, zie Tabel 20.



Figuur 36: Orthogonale regressie tussen meet- en modelwaarden voor NO₂ in 2012 (voor kalibratie)



Figuur 37: Meetwaarden versus gekalibreerde modelwaarden voor NO₂ in 2012

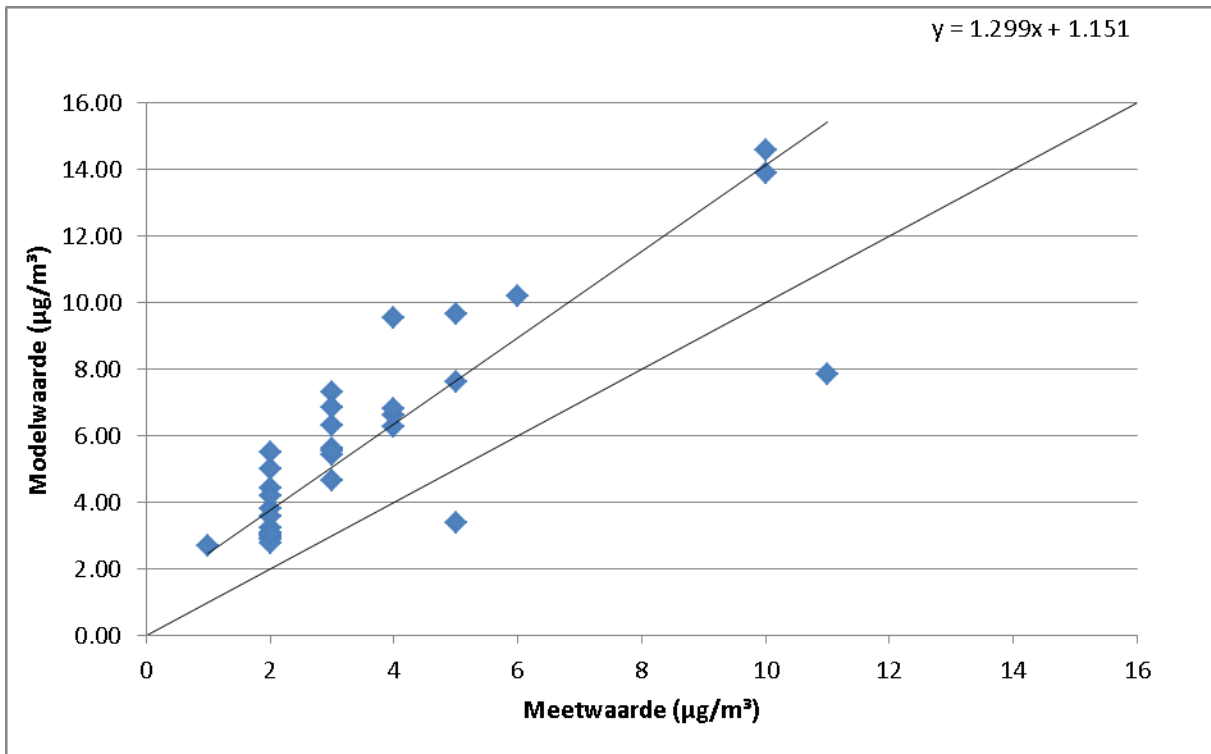
Tabel 20: Validatieresultaten voor NO₂ in 2012

| | voor kalibratie | na kalibratie |
|------------------------|------------------------|------------------------|
| NMB | 9% | 0,02% |
| RMSE | 3,71 µg/m ³ | 2,83 µg/m ³ |
| $\frac{RMSE}{\bar{O}}$ | 13,89% | 10,62% |
| R² | 86,50% | 85,67% |

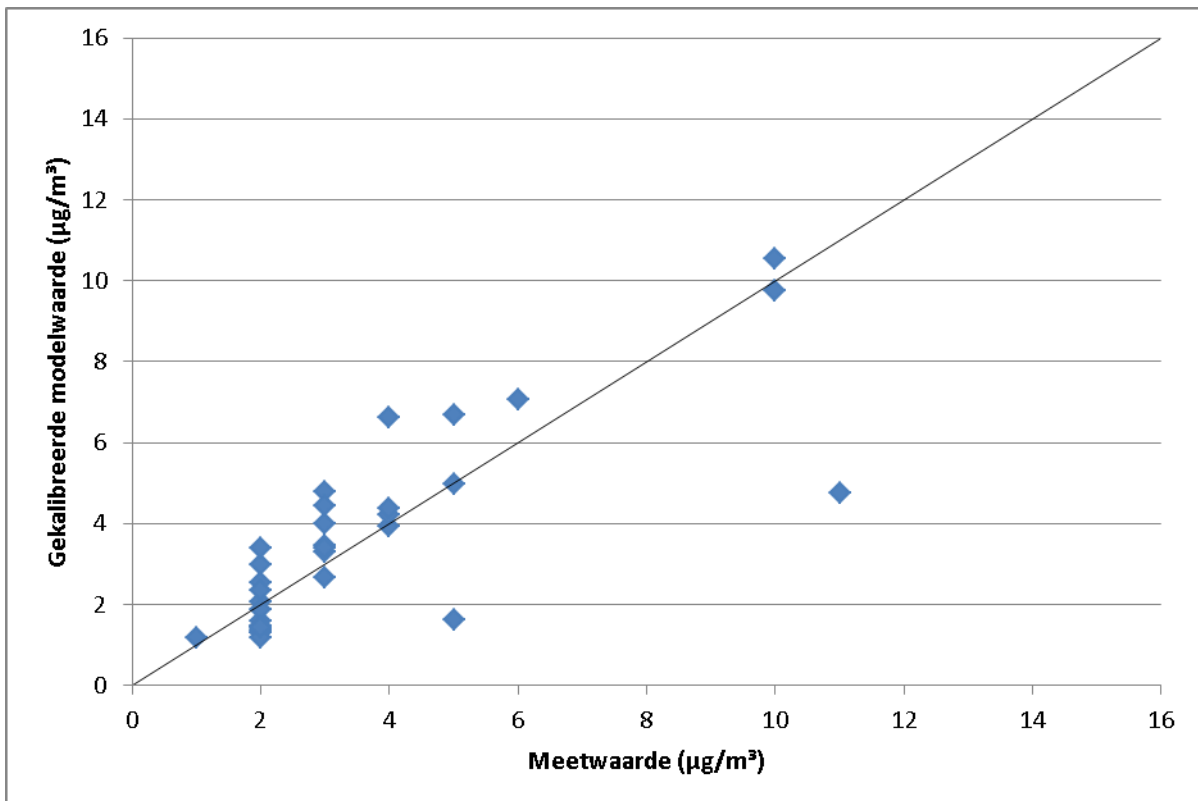
Validatie SO₂

Voor het jaar 2012 werden de jaargemiddelden gebruikt van de 33 Vlaamse meetplaatsen met automatische monitoren waarvoor minstens 75% uurwaarden beschikbaar zijn. 1 meetplaats werd als niet bruikbaar voor modelvalidatie weerhouden wegens de aanwezigheid van belangrijke lokale SO₂-emissies die niet in de emissie-inventaris zijn opgenomen.

Figuur 38 toont de orthogonale regressie tussen de meetwaarden en de modelwaarden op de 33 locaties. De SO₂-concentraties worden gemiddeld met 62% overschat door VLOPS, zie Tabel 21. De orthogonale regressie wordt gebruikt om de SO₂-kaart voor Vlaanderen te kalibreren zodat het eindresultaat geen systematische fout meer vertoont. Een onafhankelijke validatie van gekalibreerde modelwaarden is mogelijk door elke modelwaarde te kalibreren met een orthogonale regressie van alle dataparen uitgezonderd deze van de modelwaarde in kwestie. Figuur 39 toont de meetwaarden versus de gekalibreerde modelwaarden. Na kalibratie treedt er gemiddeld geen onder- of overschatting meer op, met een relatieve onzekerheid van 42% en een ruimtelijke correlatie van 64%, zie Tabel 21.



Figuur 38: Orthogonale regressie tussen meet- en modelwaarden voor SO₂ in 2012 (voor kalibratie)



Figuur 39: Meetwaarden versus gekalibreerde modelwaarden voor SO₂ in 2012

Tabel 21: Validatieresultaten voor SO₂ in 2012

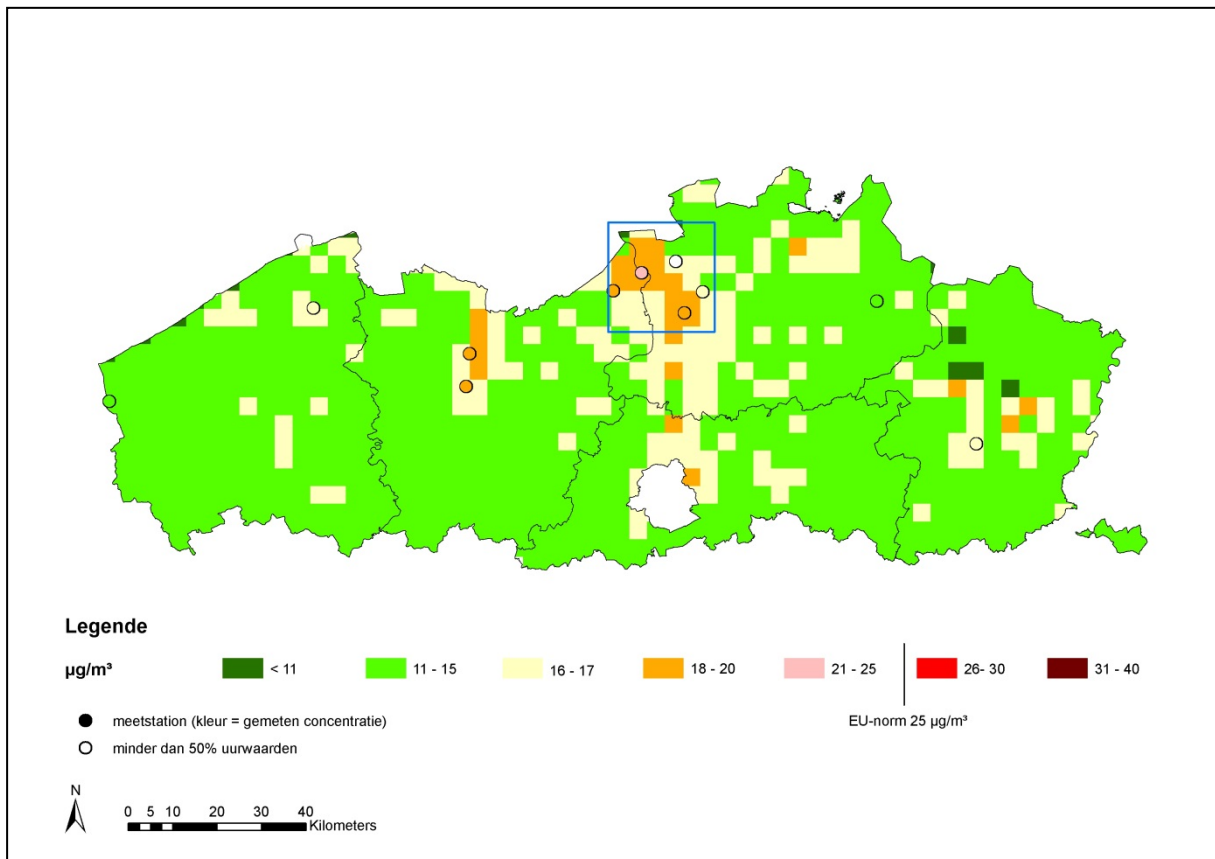
| | voor kalibratie | na kalibratie |
|----------------------|------------------------|------------------------|
| NMB | 62,04% | -0,01% |
| RMSE | 2,81 µg/m ³ | 1,51 µg/m ³ |
| $\frac{RMSE}{O}$ | 78,48% | 42,29% |
| R² | 67,38% | 63,95% |

Samenvatting

Samenvattend kan gesteld worden dat zowel voor de concentraties SO₂ als NO₂ een kalibratie nodig is om een systematisch verschil tussen meet- en modelresultaten te corrigeren. Na kalibratie is de relatieve onzekerheid voor NO₂ aanvaardbaar en voor SO₂ sterk gedaald.

RIO-Corine PM_{2,5}

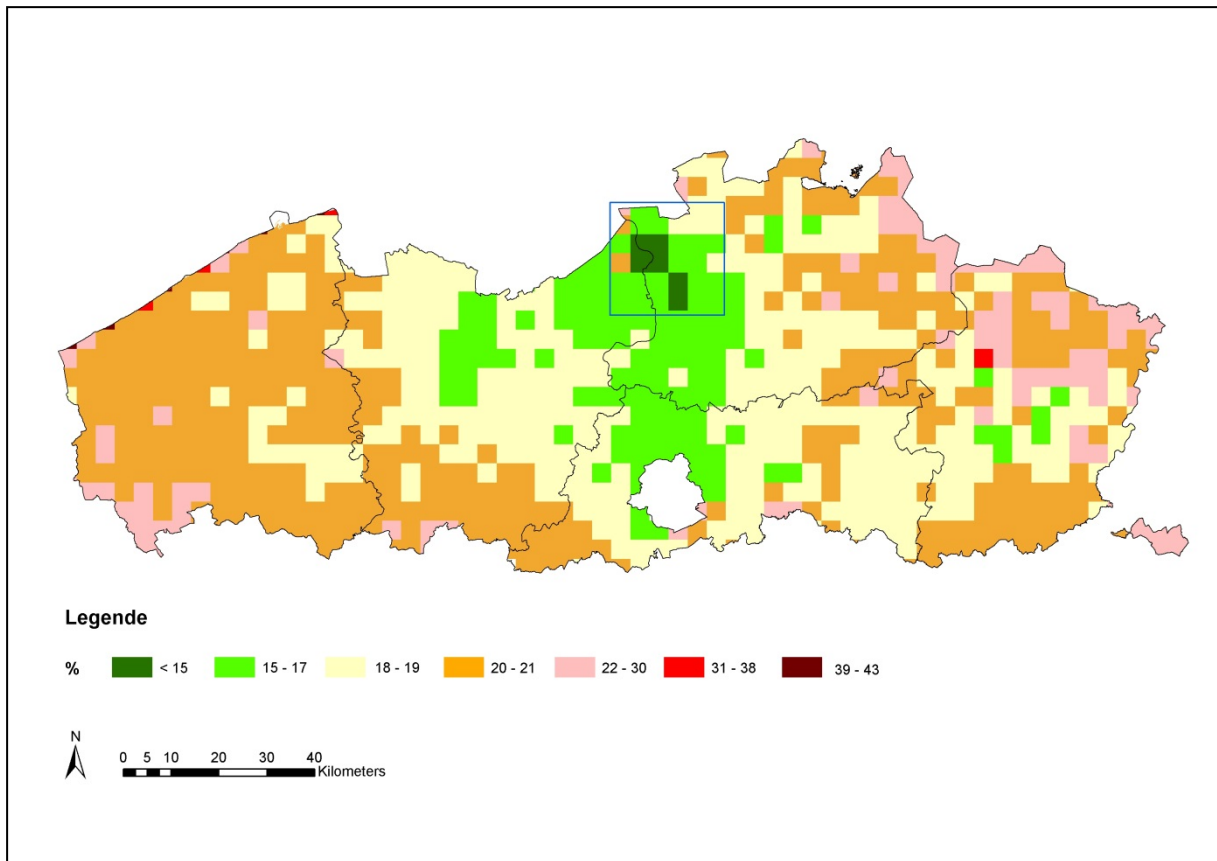
Het ruimtelijk interpolatiemodel RIO-Corine maakt voor PM_{2,5} gebruik van satellietgegevens over AOD (*aerosol optical depth*) en landgebruik (Corine-dataset) om de PM_{2,5}-verontreiniging in te schatten⁴. Het resultaat is een jaargemiddelde concentratiekaart PM_{2,5} voor Vlaanderen met een resolutie van 4x4 km², zie Figuur 40. Hierop is het havengebied als een blauw kader weergegeven en de gemeten concentraties zijn als cirkels gekleurd volgens de kaartlegende.



Figuur 40: PM_{2,5}-jaargemiddelde in Vlaanderen in 2012 (RIO-Corine)

Het RIO-Corine model berekent hierbij ook een kaart met de relatieve onzekerheid per gridcel, zie Figuur 41. Waarden lager dan 30% worden als aanvaardbaar beschouwd. In het havengebied (blauwe kader) hebben de meeste gridcellen een lage relatieve onzekerheid (< 17%).

⁴ Mahieu, B. 2011. Ontwikkeling interpolatiemodel voor PM_{2,5} – Koppeling RIO-IFDM, VITO-rapport n° 2011/RMA/R30



Figuur 41: Relatieve onzekerheid op het $PM_{2,5}$ -jaargemiddelde in Vlaanderen in 2012 (RIO-Corine)