



VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ



Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven

2011

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2011



DOCUMENTBESCHRIJVING

Titel

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven, 2011

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 (2012), Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven, 2011

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/2012/6871/039

Samenvatting

In 2008 werd een overeenkomst gesloten tussen het bestuur van de Antwerpse haven, de gemeente Beveren en de Vlaamse Milieumaatschappij. Deze overeenkomst houdt onder meer in dat de VMM jaarlijks een rapport "Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven" opmaakt, 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.

De VMM meet op 20 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 PCB126 met behulp van depositiekruiden.

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

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

Dit rapport beschrijft de meetresultaten van deze pollutanten voor 2011. De resultaten worden getoetst aan de bestaande en toekomstige normen. Tevens is de evolutie van de meetwaarden opgenomen in het rapport.

Uit de metingen blijkt dat de Europese normen voor SO₂ voor het derde jaar op rij ruim gerespecteerd blijven. De hoogste concentraties worden opgetekend in het centrum van het havengebied, aan de Petroleumkaai. In vergelijking met het jaargemiddelde van 2007 zijn de SO₂-concentraties in 2011 meer dan gehalveerd.

Op alle meetstations respecteren de NO₂-concentraties in 2011 de Europese grenswaarden. Op twee meetstations wordt de toekomstige jaargrenswaarde van 40 µg/m³ -van kracht vanaf 2015 wegens goedkeuring uitstel aanvraag aan Europa- overschreden. Eén van deze meetstations ligt in de industriezone en is minder relevant voor de bepaling 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. Sinds 2010 is deze dalende trend in de Antwerpse haven niet meer aanwezig en stagneren de concentraties. Het virtueel gemiddelde van NO en NO₂ voor het Antwerpse havengebied ligt nu hoger dan het gemiddelde in Vlaanderen.

De PM₁₀-concentraties in de Antwerpse haven vertoonden een dalende trend in de periode 2007-2009. In 2011 is er opnieuw een stijging in de concentraties in het havengebied. Door deze stijging ligt het virtueel gemiddelde van de PM₁₀-concentraties in de haven opnieuw hoger dan het Vlaams gemiddelde. De PM₁₀-concentraties vertonen, naast een lichte stijging in het virtueel jaargemiddelde, een opvallende stijging in de hogere percentielen. Deze stijging is het gevolg van verhoogde stofconcentraties in het voorjaar van 2011. De lente (maart - mei) van 2011 was zeer warm en droog, zodat de stofverontreiniging niet uit de lucht 'uitgewassen' werd. Tijdens deze periode was er ook meer noordoostenwind dan normaal.

De jaargrenswaarde (40 µg/m³) voor PM₁₀ blijft de afgelopen 3 jaar op alle meetstations in de haven ruim gerespecteerd. In 2010 bleef de daggrenswaarde voor PM₁₀, maximaal 35 overschrijdingen van

een daggemiddelde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, voor het eerst gerespecteerd. In 2011 zijn alle meetstations, op één na, opnieuw 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.

Wanneer we de situatie geografisch bekijken valt op dat in 2011 de meeste overschrijdingen voor de daggrenswaarde van PM_{10} op de linkeroever van de Schelde worden vastgesteld. Deze meetstations kregen tijdens de episode van het voorjaar, naast de aanvoer van stof uit het buitenland, de extra aanvoer van fijn stof uit het havengebied te verwerken.

Voor $\text{PM}_{2,5}$ -stof blijft op elk meetstation de streefwaarde -geldig sedert 2010- en de grenswaarde (vanaf 2015) van $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gerespecteerd. De toekomstige indicatieve grenswaarde van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, te behalen tegen 2020, werd op 1 meetstation overschreden. Dit meetstation is gelegen aan de Liefkenshoek tunnel en wordt sterk beïnvloed door verkeersemissies. Gezien zijn ligging in industriegebied is dit meetstation minder relevant voor de bepaling van de blootstelling van de bevolking.

Voor zwarte koolstof is het virtueel gemiddelde in het Antwerpse havengebied in 2011 vergelijkbaar met het gemiddelde in Vlaanderen. De hoogste concentraties worden vastgesteld op het meetstation 42M802-Luchtbal. De meeste zerozoen, gemaakt door van de pollutierozen de algemene achtergrondconcentraties af te trekken, wijzen naar het gebied rond de petroleumhaven. Het meetstation aan de Boudewijnsluis wordt mogelijk ook beïnvloed door de nabijgelegen kolenterminal.

2011 is een gunstig jaar voor ozon. De resultaten voor het meetstation in Berendrecht (42R831) liggen volledig in lijn met wat de VMM gemiddeld meet over Vlaanderen. In 2011 wordt er 1 overschrijding van de informatiedrempel van ozon vastgesteld. De alarmdrempel blijft de afgelopen 6 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 en 2011. De laatste 10 jaar is de jaargemiddelde ozonconcentratie 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 van de afgelopen jaren zich in 2011 enkel verder te zetten voor benzeen. Voor de andere BTEX-componenten stijgen de concentraties terug naar het niveau van 2009. De gemeten concentraties aan vluchtige organische componenten in Doel en Stabroek zijn voor de meeste componenten sterk vergelijkbaar met de concentraties gemeten in 2010. Alle metingen blijven ruim onder de normen of richtwaarden.

Uit de resultaten van de meetpost in Stabroek blijkt dat de door de VMM gehanteerde drempelwaarden voor dioxines en PCB's gerespecteerd blijven. 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 paalt aan een dergelijk bedrijf. Dit is echter niet het geval in Kallo.

INHOUDSTAFEL

Samenvatting	3
1 Het meetnet.....	7
2 Normen.....	9
2.1 Zwaveldioxide – SO ₂	9
2.2 Stikstofoxides – NO/NO ₂	9
2.3 Fijn stof – PM _{2,5} /PM ₁₀	10
2.4 Zwarte koolstof	11
2.5 Ozon – O ₃	11
2.6 Vluchtige organische componenten – BTEX	11
2.7 Dioxines.....	12
3 Meetresultaten	13
3.1 Zwaveldioxide – SO ₂	13
3.2 Stikstofoxides – NO/NO ₂	18
3.3 Fijn stof - PM _{2,5} /PM ₁₀	25
3.3.1 PM ₁₀	25
3.3.2 PM _{2,5}	32
3.4 Zwarte koolstof	36
3.5 Ozon – O ₃	39
3.6 Vluchtige organische componenten – BTEX	43
3.6.1 BTEX.....	43
3.6.2 Dagstalen vluchtige organische componenten – VOC	46
3.7 Dioxines.....	48
4 Besluit	50
Bijlage 1: Modelberekeningen	2

FIGUREN

Figuur 1: Ligging meetstations in de Antwerpse haven, 2011	8
Figuur 2: SO ₂ -jaargemiddelde: haven van Antwerpen ten opzichte van Vlaanderen.....	13
Figuur 3: Evolutie SO ₂ -meetresultaten	14
Figuur 4: SO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2011.....	15
Figuur 5: Pollutierozen gemiddelde SO ₂ -concentraties	17
Figuur 6: Jaargemiddelde NO: het Antwerpse havengebied en Vlaanderen.....	18
Figuur 7: Jaargemiddelde NO ₂ : het Antwerpse havengebied en Vlaanderen.....	18
Figuur 8: Evolutie NO-meetresultaten	19
Figuur 9: Evolutie NO ₂ -meetresultaten	19
Figuur 10: De gemodelleerde jaargemiddelde NO ₂ -concentratie in de Antwerpse agglomeratie in 2011	21
Figuur 11: Evolutie NO ₂ -meetresultaten op het meetstation 42M802 (Luchtbal)	22
Figuur 12: Huidige trendlijn 42M802-Luchtbal.....	22
Figuur 13: Vergelijking trendlijn 2 industriële meetstations (42R822 en 42R891), gemengd meetstation Luchtbal en verkeersmeetstation Borgerhout.....	23
Figuur 14: Pollutierozen van de halfuurgemiddelden NO ₂	24
Figuur 15: PM ₁₀ -jaargemiddelde: haven van Antwerpen tegenover Vlaanderen	25
Figuur 16: Evolutie PM ₁₀ -meetresultaten	26
Figuur 17: Aantal overschrijdingen voor PM ₁₀ -fijn stof in 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 en 2011	27
Figuur 18: Evolutie van de P90-stofconcentraties in Luchtbal uit verschillende sectoren	28
Figuur 19: Sector 225°-275° voor het meetstation 42M802 in Luchtbal (invloed loskade).....	29
Figuur 20: Sector 205°-325° voor het meetstation 42M802 in Luchtbal (invloed havengebied).....	29
Figuur 21: Pollutierozen PM ₁₀ , 2011	30
Figuur 22: Zero-pollutierozen voor PM ₁₀ , 2011.....	31
Figuur 23: 90ste percentiel pollutierozen voor meetstation 40AL05–Kallo, 2011	32
Figuur 24: PM _{2,5} -meetresultaten	33
Figuur 25: Jaargemiddelde PM _{2,5} -concentratie, 2011.....	33
Figuur 26: Pollutierozen PM _{2,5} , 2011	35
Figuur 27: Pollutierozen zwarte koolstof, 2011	37
Figuur 28: Zerorozen voor zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied, 2011	38
Figuur 29: Evolutie O ₃ -meetresultaten	39
Figuur 30: Pollutierozen ozon, 2011.....	42
Figuur 31: Evolutie BTEX-meetresultaten	44
Figuur 32: Pollutierozen BTEX in 2011 op 42R833–Stabroek.....	45
Figuur 33: Trend dioxinedepositie op de meetpost 75R833 in Stabroek	49
Figuur 34: Trend depositie dioxines en PCB126 op de meetpost 75BV04 in Kallo	49

TABELLEN

Tabel 1: Coördinaten meetstations	7
Tabel 2: SO ₂ grens- en alarmdrempelwaarden	9
Tabel 3: NO ₂ grens- en alarmdrempelwaarden	9
Tabel 4: Nieuwe kalibratiefactoren voor PM ₁₀ en PM _{2,5}	10
Tabel 5: PM ₁₀ - en PM _{2,5} - grenswaarden.....	11
Tabel 6: O ₃ lange termijn doelstelling, streef- en drempelwaarden	11
Tabel 7: BTEX grens- en richtwaarden	11
Tabel 8: Drempelwaarden voor de gemeten deposities van dioxines en dioxineachtige PCB's	12
Tabel 9: Belangrijkste statistische parameters voor SO ₂	14
Tabel 10: Overschrijdingen SO ₂ -norm	15
Tabel 11: Belangrijkste statistische parameters voor NO ₂	20
Tabel 12: Belangrijkste statistische parameters voor PM ₁₀ -fijn stof	26
Tabel 13: Belangrijkste statistische parameters voor PM _{2,5} -fijn stof.....	32
Tabel 14: Belangrijkste statistische parameters voor zwarte koolstof	36
Tabel 15: Belangrijkste statistische parameters voor ozon.....	40
Tabel 16: Overschrijdingen informatie- en alarmdrempel, streefwaarden en langetermijndoelstellingen	40
Tabel 17: Belangrijkste statistische parameters voor BTEX	43
Tabel 18: Jaargemiddelden voor VOC in 2010 en 2011	47
Tabel 19: Toetsing van de resultaten van 75R833 aan de drempelwaarden (pg TEQ/m ² .dag)	48

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 2 plaatsen in de haven meet de VMM de depositie van dioxines en PCB126 met behulp van depositiekruiken.

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

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

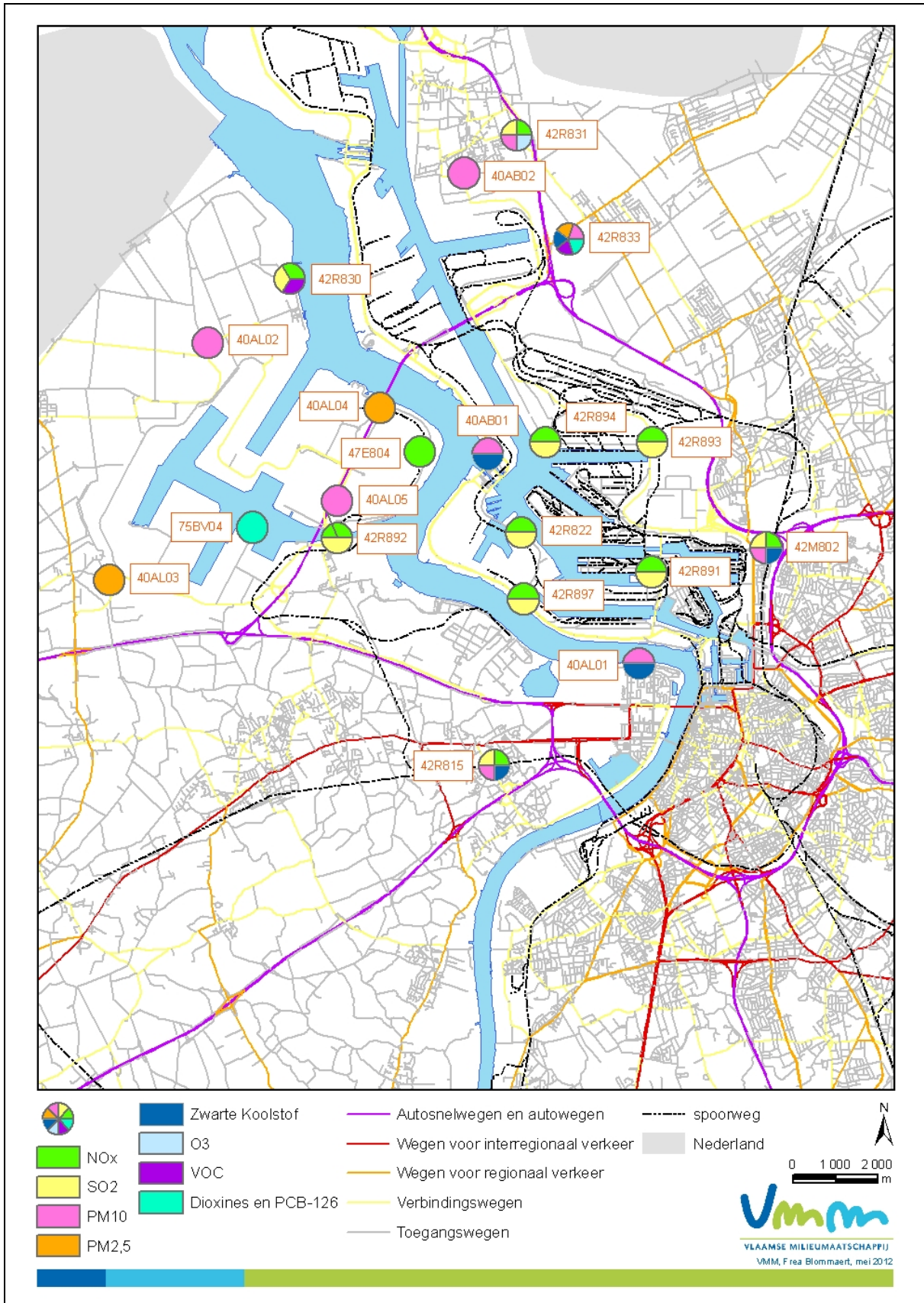
Meer informatie over de gemeten parameters en gebruikte apparatuur staat op de website www.vmm.be.

In onderstaande tabel zijn de meetstations opgenomen. De meetstations hebben een meetstationcode. Bij iedere code zijn het adres en de coördinaten vermeld van het meetstation. De meetstations 42R815, 40AL01, 40AL03, 40AL05, 42R892, 40AB02, 42R831, 42R833 en 42M802 zijn de meetstations met meer relevantie naar de bevolking toe, de andere zijn industriële meetstations.

Tabel 1: Coördinaten meetstations

Code Station	Adres	X	Y
40AB01	Boudewijnsluis, 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
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
42R833*	PITO, Laageind, 2940 Stabroek	149200	224100
42R891	Scheurweg, 2030 Antwerpen	151159	216212
42R892*	Kallosluis, 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, 2011

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-GRENSWAARDE: 98ste percentiel van de over een jaar gemeten uurwaarden tot 31 december 2009	200 µg/m ³
EU-UURGRENSWAARDE	200 µg/m ³ , max. 18 overschrijdingen per jaar
EU-JAARGRENSWAARDE	40 µg/m ³ in Vlaanderen 60 µg/m ³ in het 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 al 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 Brussels 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 6/7/2012 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. Dus 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.

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

2.3 Fijn stof – PM_{2,5}/PM₁₀

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 referentietechniek is een semiautomatische techniek waarbij een voorafgewogen filter 24 uur bemonsterd wordt en daarna in het labo opnieuw 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.

Tijdens de vergelijkende meetcampagne in 2009 werd er door de VMM, Vlaams Gewest, overgeschakeld naar een nieuw type en kwalitatief betere referentiefilters -waarop het fijn stof wordt opgevangen- in de referentiemeettoestellen. De nieuw berekende kalibratiefactoren bleken iets lager dan in vorige vergelijkende oefeningen.

Deze nieuwe kalibratiefactoren -voor zowel de PM₁₀ en PM_{2,5} fijnstoffractie- zijn toegepast op de fijnstofmetingen vanaf 1 januari 2009. Volgens de Europese richtlijnen dienen de kalibratiefactoren op regelmatige tijdstippen geverifieerd te worden. De kalibratiefactoren kunnen in de toekomst dus mogelijk opnieuw wijzigen. Bij de vergelijkende oefeningen die in het voorjaar 2011 werden afgerond, bleek dat de huidige kalibratiefactoren voor de ESM en de TEOM-FDMS monitoren konden behouden blijven, zie tabel onderaan. Een probleem werd vastgesteld bij de PM₁₀ – TEOM monitor, waarvoor voorheen de kalibratiefactor 1,35 werd toegepast. Uit de vergelijkende oefeningen bleek dat dit type toestel niet voldeed aan alle criteria voor equivalentie bij gebruik van één kalibratiefactor. De jaargemiddelden werden gemiddeld met 5% onderschat en ook de afwijking op de dagwaarden en het aantal dagoverschrijdingen van de 50 µg/m³ daggrens was te groot. Om toch equivalente data te verkrijgen werd door de VMM besloten om een meer complexe, maar kwalitatief betere kalibratiefactor toe te passen waarbij de omrekening van dag tot dag varieert. Deze nieuwe kalibratie is analoog aan de methodes die men toepast in Frankrijk en het Verenigd Koninkrijk en geeft meetwaarden die nu ruimschoots aan de equivalentiecriteria voldoen.

Volgende kalibratiefactoren werden berekend:

Tabel 4: Nieuwe kalibratiefactoren voor PM₁₀ 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	Geen metingen meer	1,75
	TEOM-FDMS	1,00	1,00

Tabel 5 bevat de streef- en grenswaarden voor de pollutant PM₁₀ en PM_{2,5}.

Tabel 5: PM₁₀- en PM_{2,5}- grenswaarden

PM₁₀: STREEF- EN GRENSWAARDE	
EU-DAGGRENSWAARDE	50 µg/m ³ , max. 35 overschrijdingen per jaar
EU-JAARGRENSWAARDE	40 µg/m ³
PM_{2,5}: STREEF- EN GRENSWAARDE	
EU-STREEFWAARDE tegen 2010	25 µg/m ³
EU-GRENSWAARDE tegen 2015	25 µg/m ³
TOEKOMSTIGE INDICATIEVE EU-GRENSWAARDE tegen 2020	20 µg/m ³

2.4 Zwarte koolstof

Voor de zwartekoolstofmetingen zijn geen normen van toepassing.

2.5 Ozon – O₃

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

Tabel 6: O₃ lange termijn doelstelling, streef- en drempelwaarden

O₃: EUROPESE TOEKOMSTIGE LANGE TERMIJNDOELSTELLINGEN, STREEF- EN DREMPELWAARDEN	
INFORMATIEDREMPSEL bevolking	Uurgemiddelde: 180 µg/m ³
ALARMDREMPSEL 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 titel II)	50 µg/m ³
Benzeen: GRENSWAARDE als jaargemiddelde in het beschouwde jaar op basis van dagwaarden (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

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 jaarrond zouden meten. Daarom wordt de maandgemiddelde depositie getoetst aan een hogere drempelwaarde, zie tabel.

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 gedefinieerd EU	dosis door	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

Deze drempelwaarden laten toe om de gemeten deposities te beoordelen en te beslissen welke regio's extra aandacht verdienen.

3 Meetresultaten

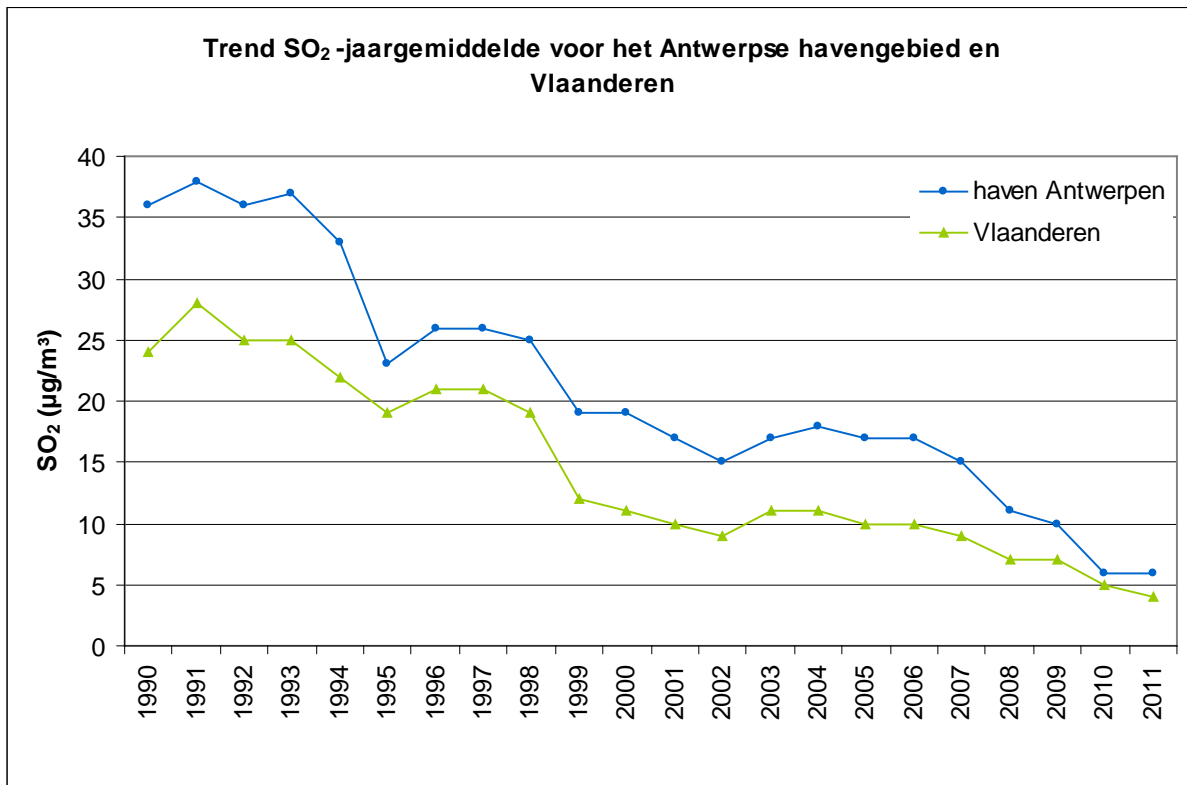
Hierna zijn de meetwaarden, verzameld in 2011, vergeleken met de voorbije jaren en getoetst aan de huidige en toekomstige normen.

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.

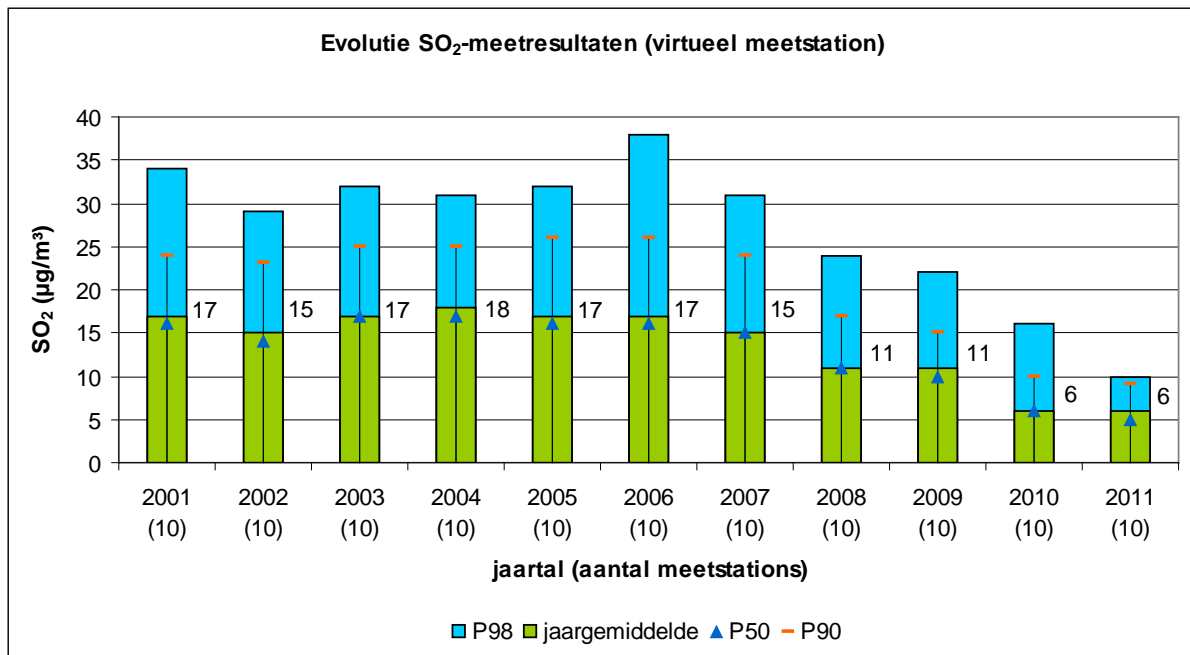
Bij inademing is SO₂ irriterend. Hoge concentraties kunnen ademhalingsproblemen veroorzaken, vooral bij personen die lijden aan astma of chronische longziekten.

Figuur 2 geeft het verloop weer 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). De laatste jaren, in de periode 2007-2010, is er opnieuw een sterk dalende trend in de concentraties. In 2011 stagneren de SO₂-concentraties, het jaargemiddelde is gelijk aan dat van 2010. De SO₂-concentraties in Vlaanderen vertonen in 2011 nog een lichte daling.



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

In figuur 3 wordt het verloop van enkele statistische parameters van de SO₂-dagconcentraties in de haven over de laatste tien jaar weergegeven via een virtueel meetstation. We zien weinig tot geen variatie in het SO₂-jaargemiddelde tot en met 2007. In 2008 is er een eerste aanzienlijke daling in de concentraties, zowel in het jaargemiddelde als in de percentielen. In 2010 stellen we een tweede sterke daling vast in de gemeten SO₂-concentraties in de haven. In 2011 blijft het jaargemiddelde ongewijzigd ten opzichte van 2010, maar is er wel een aanzienlijke daling in de hogere percentielen. Het jaargemiddelde is tegenover 2007 meer dan gehalveerd.



Figuur 3: Evolutie SO₂-meetresultaten

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

Tabel 9 toont de belangrijkste statistische parameters, namelijk jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel en de maximum dagwaarde van zwaveldioxide per meetstation voor het jaar 2011.

Tabel 9: Belangrijkste statistische parameters voor SO₂

DAGWAARDEN SO ₂ µg/m ³		2011			
Meetstation	Jaargem.	P50	P98	Max.	
42M802 (Luchtbal)	3	3	9	13	
42R815 (Zwijndrecht)	3	2	12	20	
42R822 (Polderdijkweg)	10	8	33	95	
42R830 (Doel)	4	3	12	16	
42R831 (Berendrecht)	3	3	10	20	
42R891 (Antwerpen)	8	5	35	48	
42R892 (Kallo)	5	3	16	19	
42R893 (Ekeren)	5	4	15	33	
42R894 (Antwerpen)	11	9	33	41	
42R897 (Antwerpen)	4	3	17	31	
Virtueel gemiddelde	6	5	10	16	

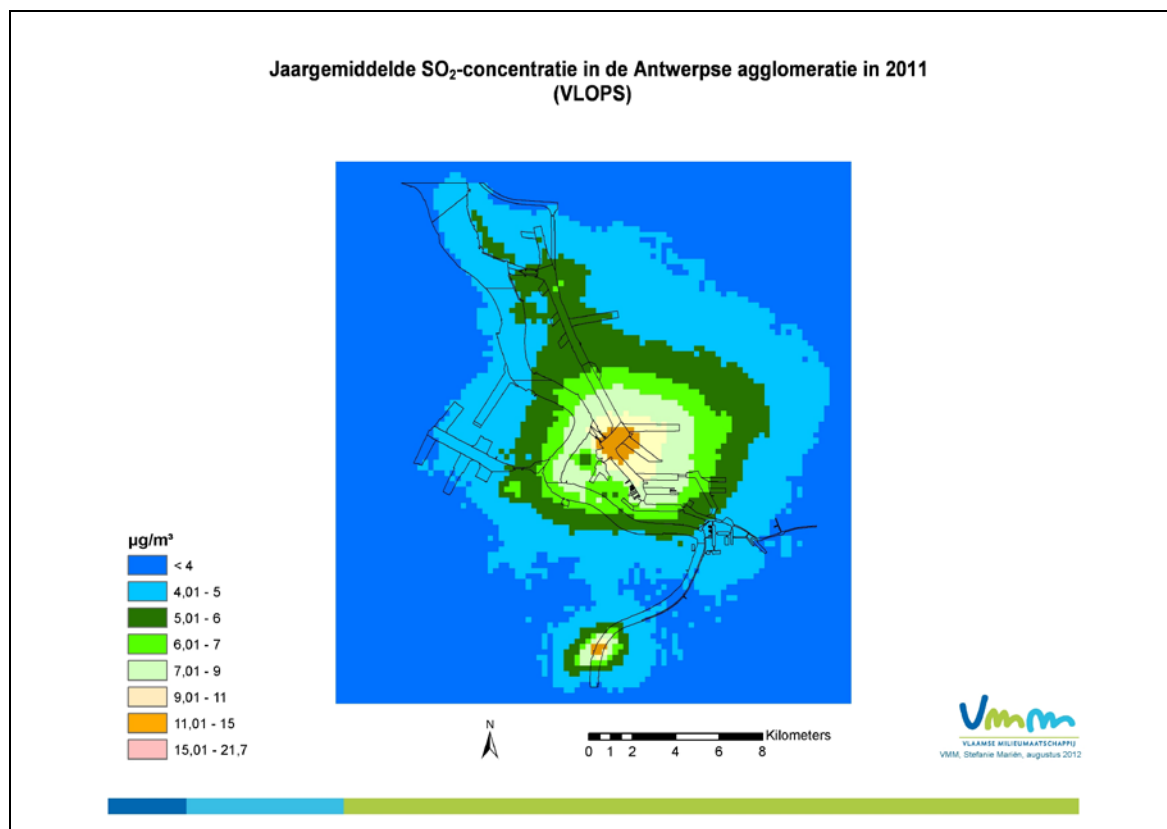
Tabel 10 toont de meetstations die een SO₂-norm overschreden in de jaren 2006 tot en met 2011.

Tabel 10: Overschrijdingen SO₂-norm

Meetstation	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>Aantal overschrijdingen van de 350 µg/m³ uurnorm, maximaal 24 overschrijdingen per jaar</i>						
42R822	45 uren	37	25	6	1	0
42R830	0	0	1	0	0	0
42R831	0	0	1	1	0	0
42R892	2	2	0	0	0	0
42R897	1	3	0	2	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
<i>Overschrijding van de 500 µg/m³ alarmdrempel, 3 opeenvolgende uren</i>						
42R822	1 keer 3 opeenvolgende uren	0	0	0	0	0
42R831	0	0	0	0	0	0

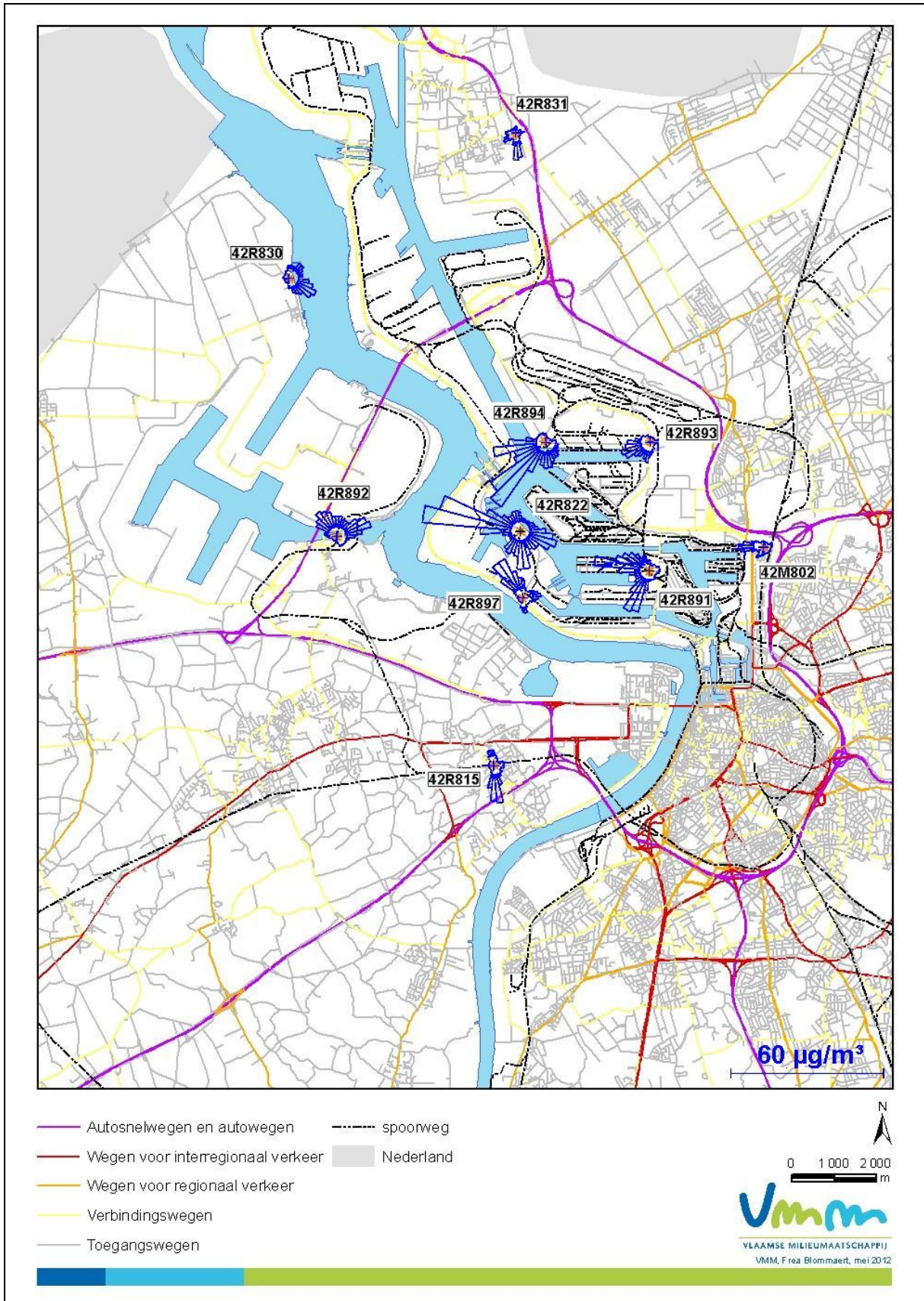
Uit tabel 10 blijkt dat de Europese normen voor SO₂ voor het derde jaar op rij ruim gerespecteerd blijven, dit in tegenstelling tot de periode 2006-2008. De gemeten concentraties zijn laag, het hoogste daggemiddelde in 2011 bedraagt 95 µg/m³. Er is in 2011 geen uurwaarde hoger dan 350 µg/m³ gemeten.

Om de SO₂-concentraties in de Antwerpse agglomeratie te kunnen inschatten werd met behulp van het OPS-model (zie bijlage 1) een kaart getekend van het SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie (figuur 4). Zoals verwacht zien we dat de hoogste concentraties voorkomen in het centrum van het havengebied, aan de Petroleumkaai. De verhoogde concentraties aan SO₂ in het zuiden zijn afkomstig van het bedrijf Argex, een producent van kleikorrels, gelegen in de gemeente Kruibeke en Zwijndrecht.

Figuur 4: SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2011

Pollutierozen SO₂

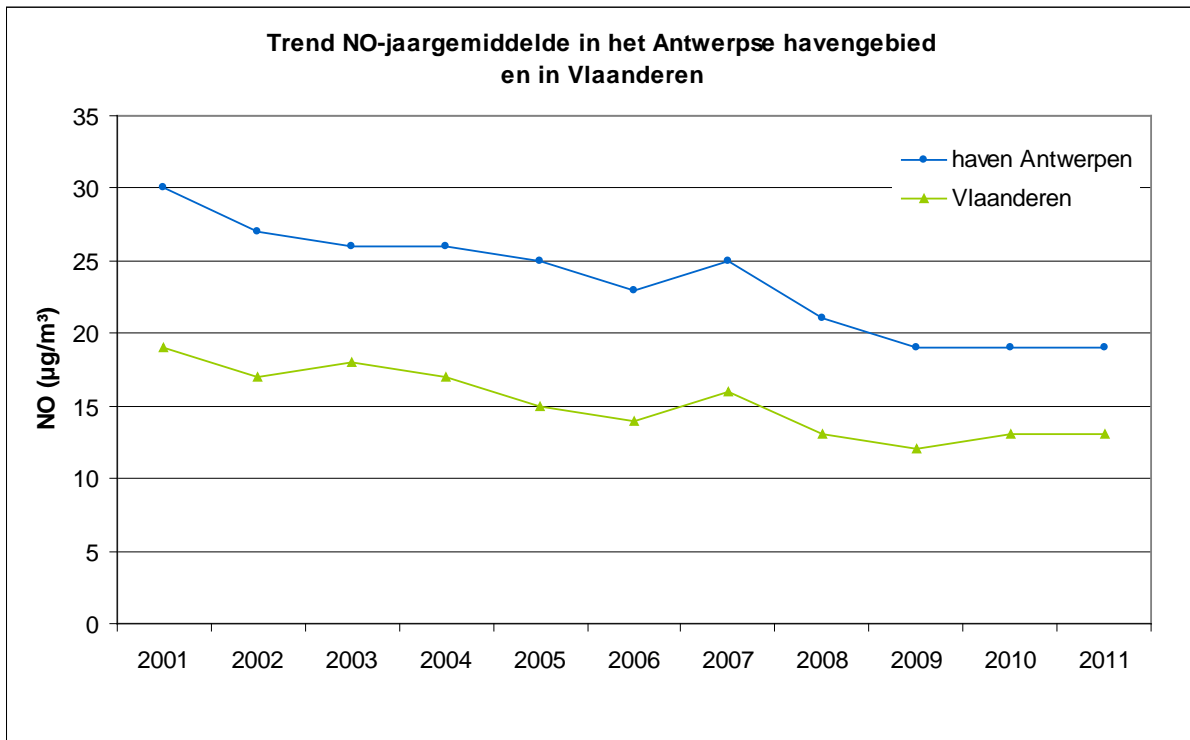
Figuur 5 toont de pollutierozen van SO₂ met de gemiddelde halfuurconcentratie per windsector voor het jaar 2011 in het havengebied. De pollutierozen wijzen voornamelijk in de richting van de bedrijven gelegen in het centrum van het havengebied. Ook zien we een bron ten zuiden van het meetstation in Zwijndrecht (42R815). Deze SO₂-emissies zijn afkomstig van het bedrijf Argex, gelegen op de grens tussen Zwijndrecht en Kruibeke.



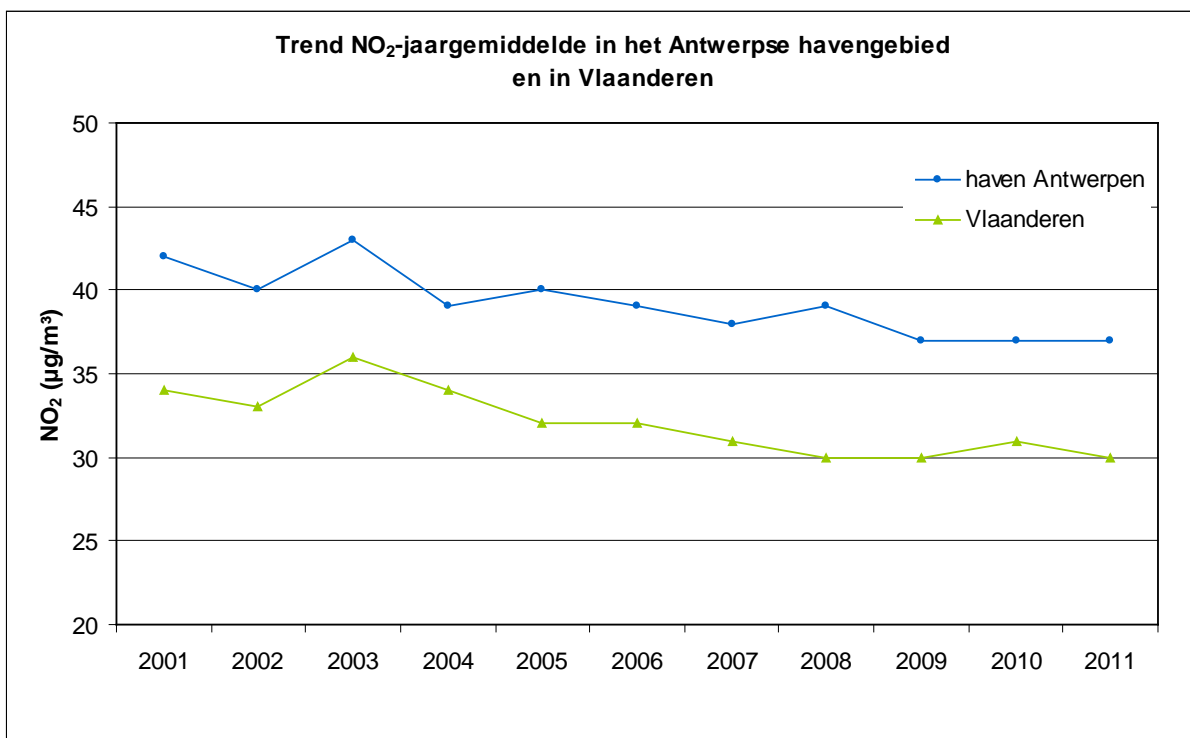
Figuur 5: Pollutierozen gemiddelde SO₂-concentraties

3.2 Stikstofoxides – NO/NO₂

Emissie van stikstofoxides in de lucht vindt voornamelijk plaats bij verbrandingsprocessen. De belangrijkste bron van NO_x in Vlaanderen is 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.

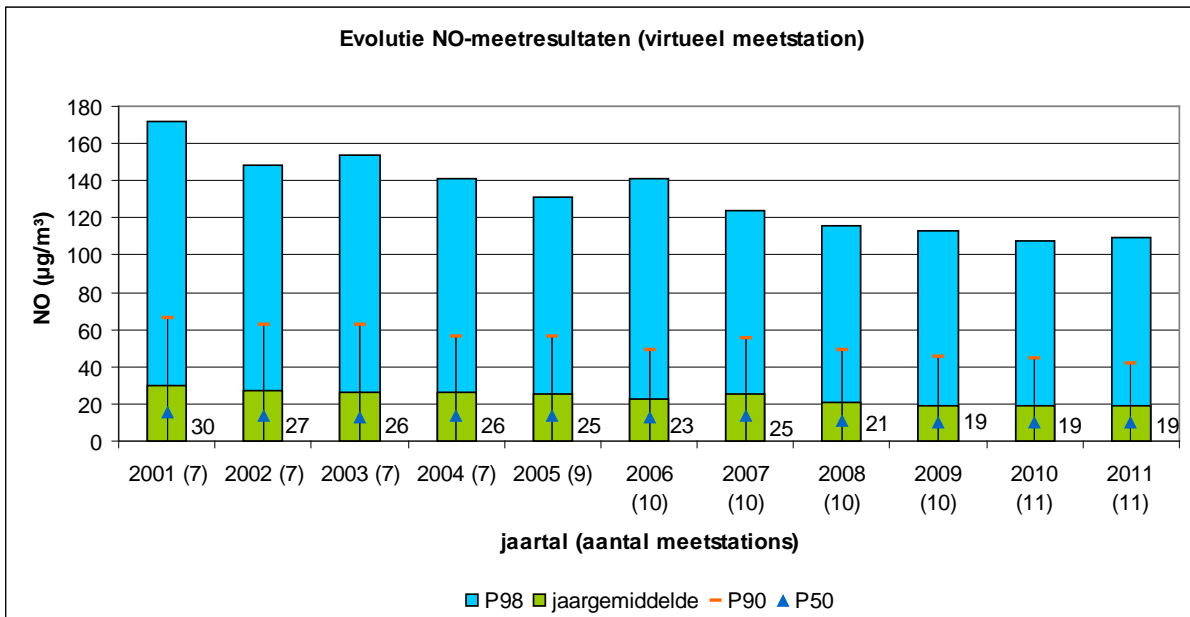


Figuur 6: Jaargemiddelde NO: het Antwerpse havengebied en Vlaanderen

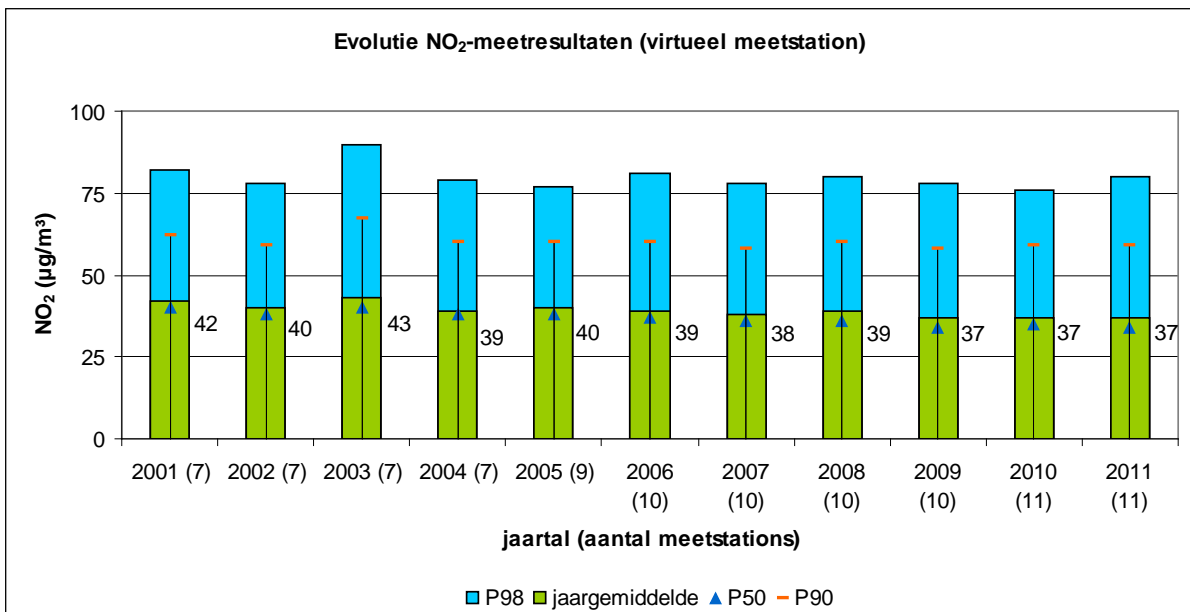


Figuur 7: Jaargemiddelde NO₂: het Antwerpse havengebied en Vlaanderen

De figuren 6 en 7 tonen het verloop van de NO- en NO₂-concentraties in Vlaanderen en in de Antwerpse haven over een periode van elf jaar. 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. Sinds 2010 is deze dalende trend in de Antwerpse haven niet meer aanwezig.



Figuur 8: Evolutie NO-meetresultaten



Figuur 9: Evolutie NO₂-meetresultaten

Figuur 8 en 9 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 elf jaar. Op figuur 8 stellen we vast dat, alhoewel het jaargemiddelde voor NO al 3 jaar hetzelfde is, er toch een lichte daling is in de hogere percentielen. Figuur 9 toont dat voor NO₂ er sinds 2004 geen daling meer is in de hogere percentielen (P90-P98). Dit betekent dat de lichte daling in het jaargemiddelde afkomstig is van een dalende trend in de lagere concentraties.

Tabel 11 bevat -per meetstation voor de jaren 2010 en 2011- 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		2011		
Meetstation	Jaargem.	P50	P98	Max.
42M802 (Luchtbal)	43	39	101	175
42R815 (Zwijndrecht)	35	30	91	176
42R822 (Polderdijkweg)	41	37	94	173
42R830 (Doel)	27*	21	86	159
42R831 (Berendrecht)	32	29	76	138
42R891 (Antwerpen)	40	38	85	200
42R892 (Kallo)	37	35	90	185
42R893 (Ekeren)	39	37	76	122
42R894 (Antwerpen)	39	37	78	171
42R897 (Antwerpen)	36	33	91	191
47E804 (Kallo)	32	28	84	170
Virtueel gemiddelde	37	34	80	141

* voor de NO/NO₂ metingen op 42R830 beschikken we slechts over 76% van de data voor 2011.

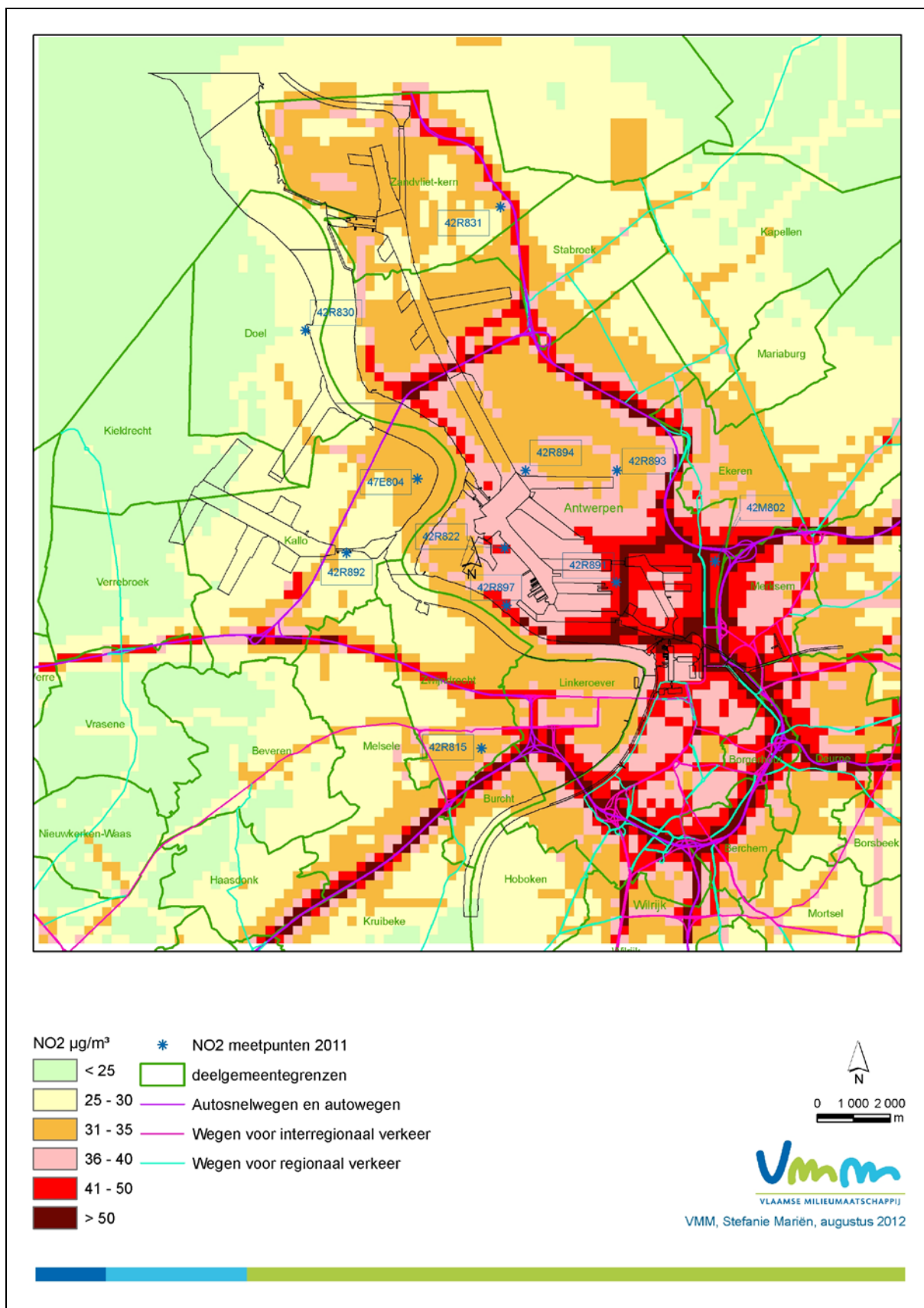
Uit tabel 11 blijkt dat de uurgrenswaarde, maximum 18 uurgemiddelden > 200 µg/m³, op alle meetstations in 2011 gerespecteerd blijft. Ook de jaargrenswaarde van 60 µg/m³, geldig voor de periode 2011-2014, wordt op geen enkel meetstation overschreden. De toekomstige grenswaarde van 40 µg/m³ (geldig vanaf 2015) blijft wel op twee meetstations niet gerespecteerd.

Op het meetstation 42R822–Polderdijkweg wordt met een jaargemiddelde van 41 µg/m³ de toekomstige jaargrenswaarde voor NO₂ overschreden. Op het meetstation 42R891–Scheurweg blijft de jaargrenswaarde net gerespecteerd. Beide meetstations zijn gelegen in het midden van een industriezone. De rechtstreekse impact van de verhoogde NO₂-concentraties op nabijgelegen woonzones zal dus gering zijn.

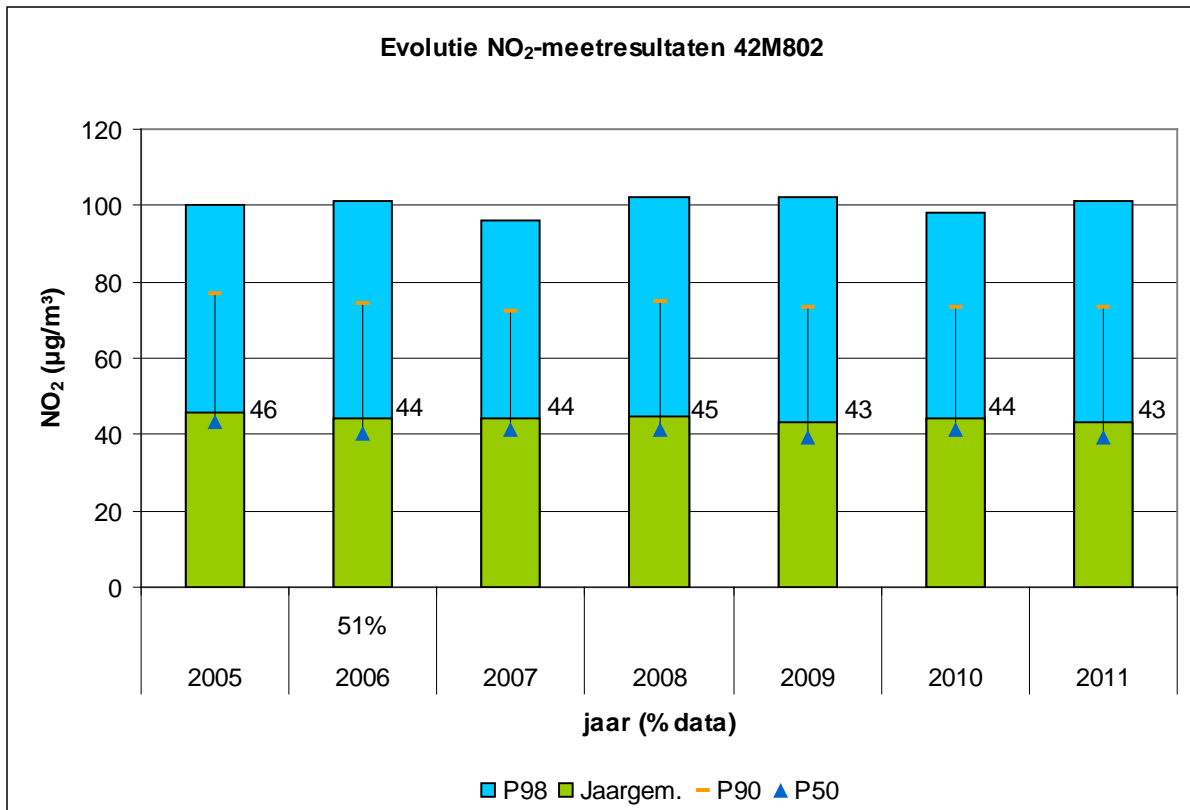
Ook op het meetstation 42M802–Luchtbal overschrijdt het jaargemiddelde in 2011 de toekomstige jaargrenswaarde. Meetstation 42M802 is gelegen aan de rand van enkele grote woonzones en is dus zeker relevant voor de blootstelling naar de bevolking toe. Het is bijgevolg belangrijk om na te gaan in welke 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 1) een kaart gemaakt met de verspreiding van de NO₂-concentraties in de Antwerpse agglomeratie (figuur 10). 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 meetstation 42R891, dat gelegen is op 2.500 meter in west-zuidwestelijke richting ten opzichte van 42M802, wordt een jaargemiddelde van 40 µg/m³ gemeten en dit grotendeels in afwezigheid van verkeer dat niet aan havenactiviteiten is gerelateerd.

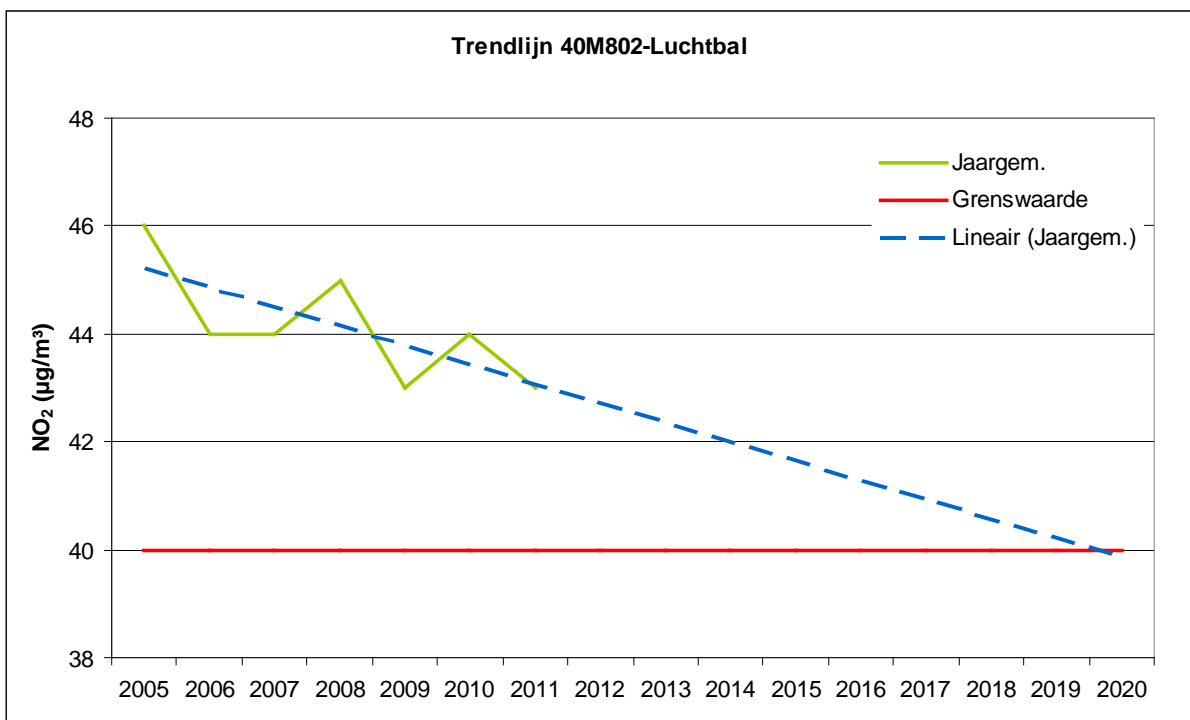


Figuur 10: De gemodelleerde jaargemiddelde NO₂-concentratie in de Antwerpse agglomeratie in 2011

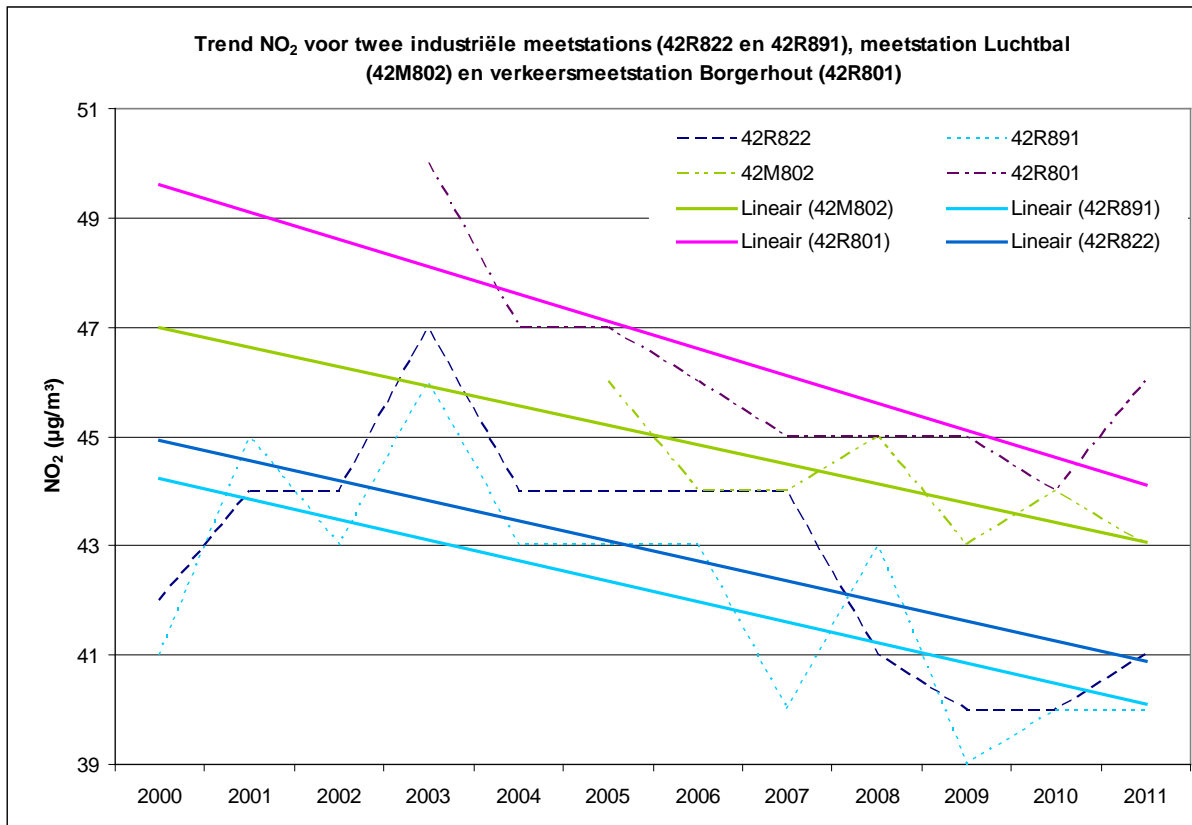


Figuur 11: Evolutie NO₂-metresultaten op het meetstation 42M802 (Luchtbal)

Figuur 11 toont de evolutie van de meetresultaten voor NO₂ op het meetstation 42M802–Luchtbal sinds de start van de metingen. Er is een licht dalende trend aanwezig in de periode 2005-2011. Deze dalende trend op zich is echter niet voldoende om de toekomstige grenswaarde van 40 µg/m³ tegen 2015 te behalen. Figuur 12 toont dat met de huidige dalende trend de grenswaarde pas na 2019 gerespecteerd zal worden.



Figuur 12: Huidige trendlijn 42M802-Luchtbal

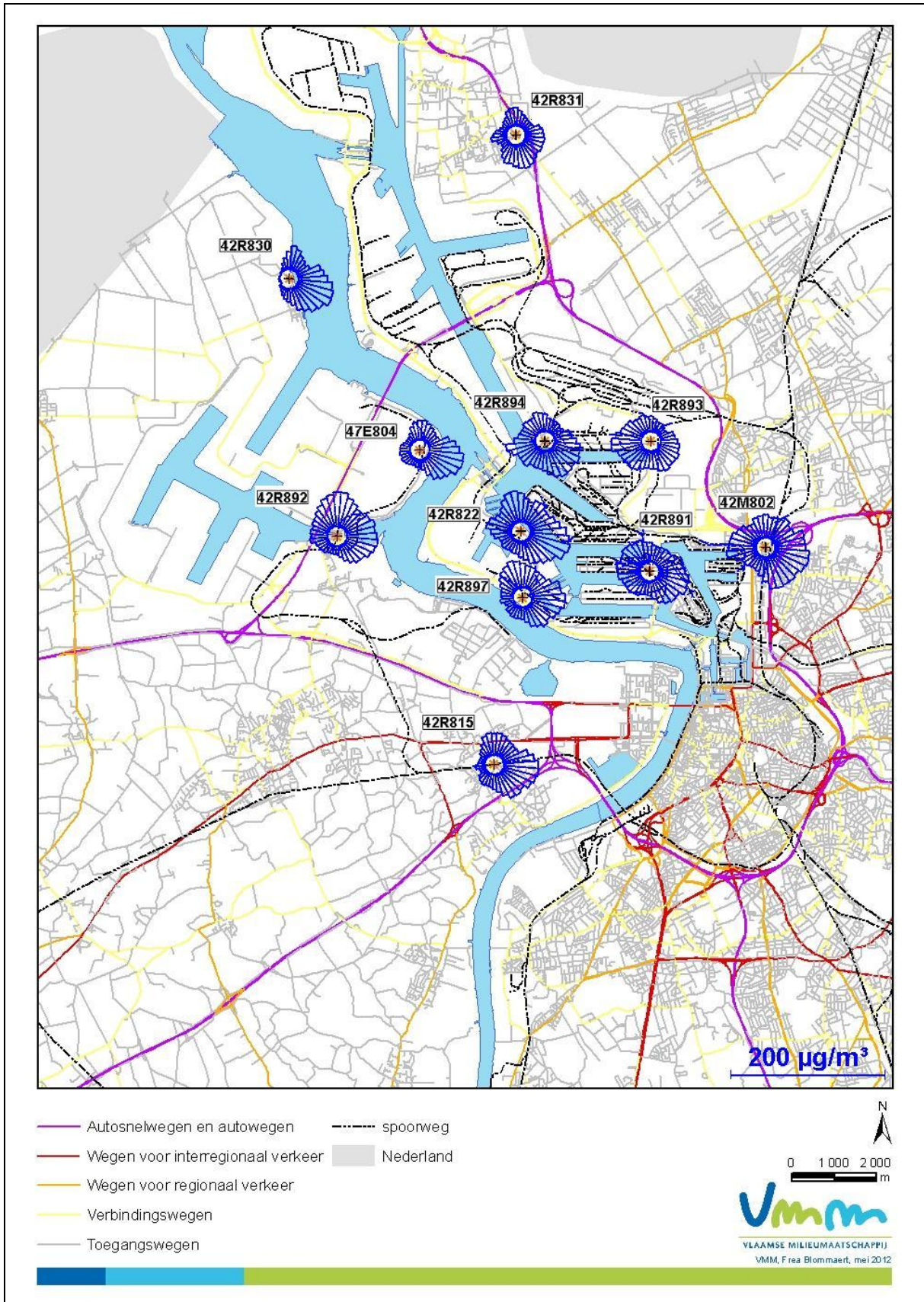


Figuur 13: Vergelijking trendlijn 2 industriële meetstations (42R822 en 42R891), gemengd meetstation Luchtbal en verkeersmeetstation Borgerhout

Figuur 13 toont de trendlijnen voor twee industriële meetstations, een verkeersmeetstation en het meetstation 42M802–Luchtbal. Wanneer we de lineaire trendlijnen voor de NO₂-concentraties van de verschillende meetstations bekijken, stellen we vast dat de trendlijn op 42M802 sterk aanleunt bij de trendlijnen van de twee industriële meetstations en minder bij de trendlijn van het verkeersstation in Borgerhout. Dit is een aanwijzing dat de concentraties van NO₂ op het meetstation 42M802–Luchtbal industrieel beïnvloed zijn.

Pollutierozen NO₂

Figuur 14 toont de pollutierozen van de halfuurgemiddelden voor NO₂ voor het jaar 2011. 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 14: Pollutierozen van de halfuurgemiddelden NO_2

3.3 Fijn stof - PM_{2,5}/PM₁₀

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).

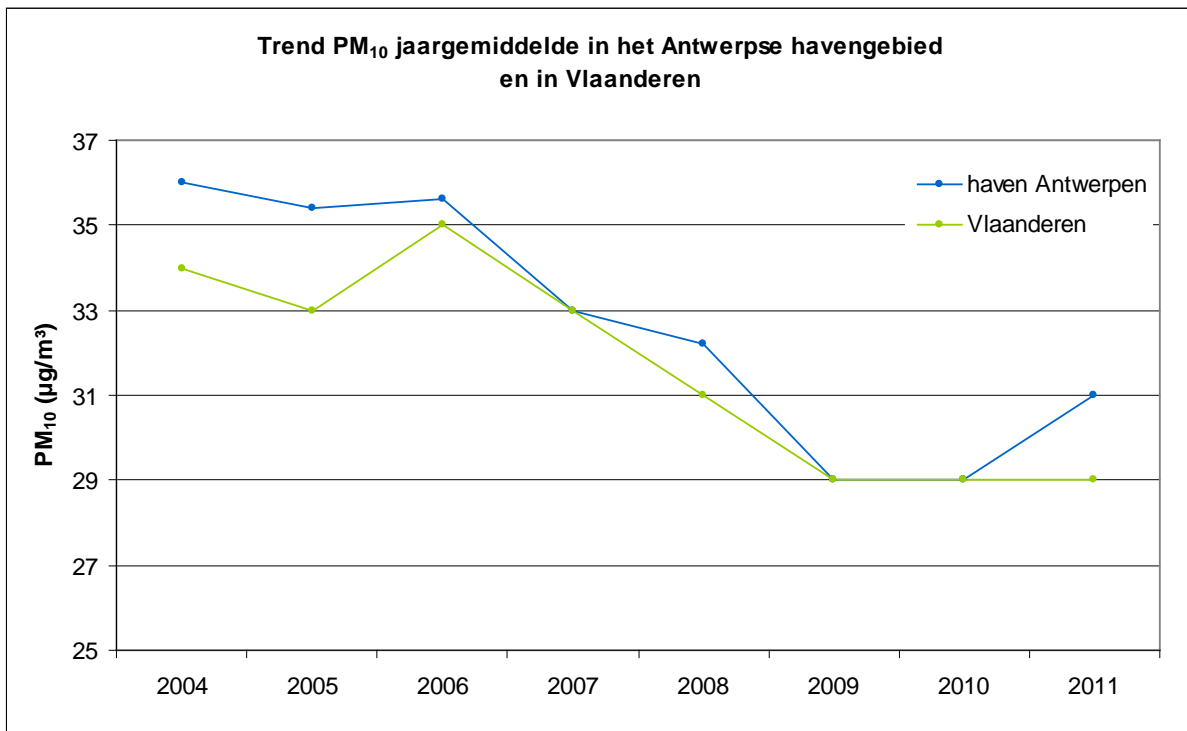
Bij korte episodes van luchtverontreiniging worden gezondheidsproblemen zoals luchtweginfecties en astma ernstiger. Bij chronische blootstelling is er kans op een vermindering van de longfunctie, toename van chronische luchtwegaandoeningen en een verminderde levensverwachting.

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 2011 een aantal wijzigingen. Op de meetstations 40AL02–Engelsesteenweg, Doel en 40AL05–Kallo werden de PM_{2,5}-metingen vervangen door PM₁₀-metingen. In meetstation 42R831–Berendrecht werden vanaf einde mei 2011 PM₁₀-metingen opgestart.

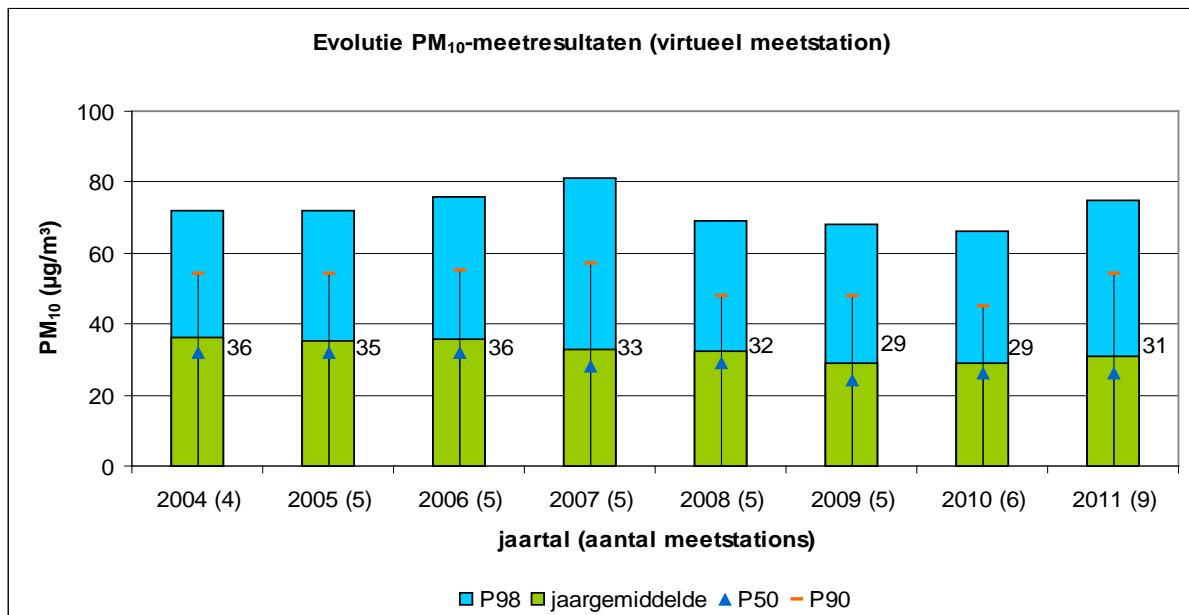
Onderstaande figuur 15 toont het verloop van de PM₁₀-concentraties in het Antwerpse havengebied en in Vlaanderen over een periode van de laatste 8 jaar. De grafiek geeft een dalende trend weer in de periode 2007-2009. In 2011 is er opnieuw een stijging in de concentraties in het havengebied. Door deze stijging in 2011 ligt het virtueel gemiddelde van de PM₁₀-concentraties in de haven hoger dan het Vlaams gemiddelde, dit in tegenstelling tot 2009 en 2010.



Figuur 15: PM₁₀-jaargemiddelde: haven van Antwerpen tegenover Vlaanderen

Figuur 16 toont voor het virtueel meetstation opnieuw de dalende trend in de periode 2007-2009. In 2011 vertonen 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 zijn in 2011 hoger dan deze in de periode 2008-2010. Deze stijging is 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 zijn 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.



Figuur 16: Evolutie PM₁₀-meetresultaten

Tabel 12 geeft een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste en het 90ste percentiel en het maximum van de uurwaarden (uitgedrukt in µg/m³) voor PM₁₀-fijn stof. We stellen vast dat de jaargrenswaarde (40 µg/m³) de afgelopen 3 jaar op alle meetstations in de haven ruim gerespecteerd blijft. Het hoogste jaargemiddelde in 2011 bedraagt 34 µg/m³ en werd gemeten op de meetstations 42M802–Luchtbal en meetstation 40AL05–Kallo.

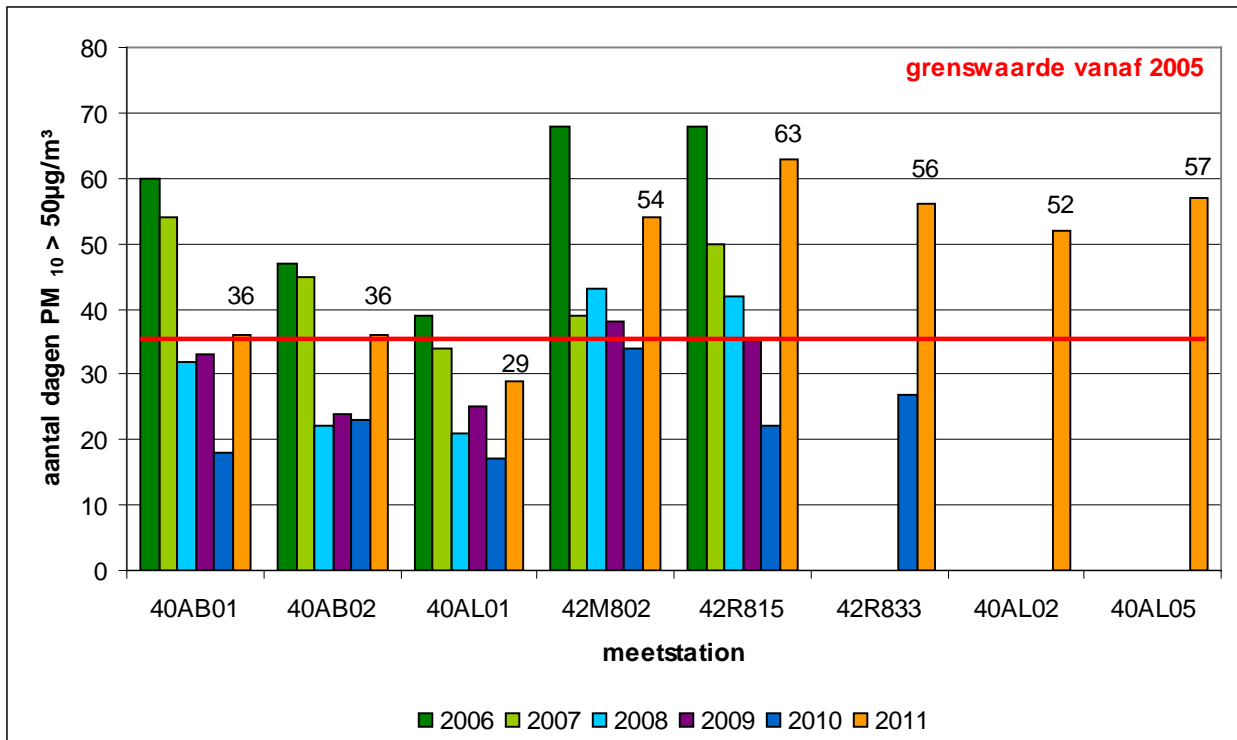
Tabel 12: Belangrijkste statistische parameters voor PM₁₀-fijn stof

UURWAARDEN PM ₁₀ µg/m ³	2009				2010				2011			
	Jaargem.	P50	P90	P98	Jaargem.	P50	P90	P98	Jaargem.	P50	P90	P98
40AB01 (Boudewijnsluis)	29	24	49	83	28	24	48	72	29	24	53	78
40AB02 (Berendrecht)	22	23	50	83	28	24	49	76	29	24	54	81
40AL01 (Linkeroever)	26	21	46	81	26	22	46	69	26	21	49	78
40AL02 (Doel)	x	x	x	x	x	x	x	x	31	25	57	82
40AL05 (Sluis Kallo)	x	x	x	x	x	x	x	x	34	28	62	88
42M802 (Luchtbal)	31	25	56	88	32	28	54	84	34	29	60	84
42R815 (Zwijndrecht)	30	24	59	98	30 ¹	27 ¹	57 ¹	81 ¹	33	26	68	102
42R831 (Berendrecht)	x	x	x	x	x	x	x	x	24 ²	20 ²	44 ²	66 ²
42R833 (Stabroek)	24 ³	21 ³	40 ³	58 ³	31	27	50	81	32	26	59	92
Virtueel gemiddelde	29	24	50	82	29	25	49	71	31	26	56	80

¹ In 2010 beschikken wij op meetstation 42R815 over 77% data.

² In 2011 beschikken wij op meetstation 42R831 over 54% data (start metingen einde mei 2011).

³ In 2009 beschikken wij op meetstation 42R833 slechts over 34% van de data (start metingen in september 2009).

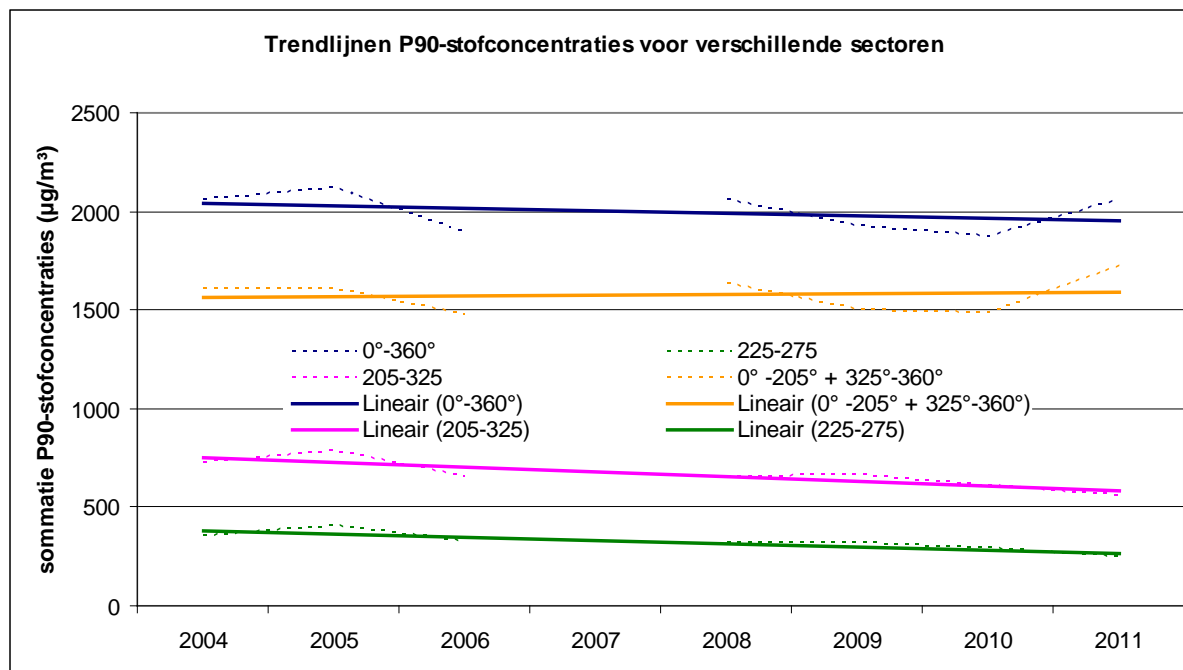


Figuur 17: Aantal overschrijdingen voor PM₁₀-fijn stof in 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 en 2011

In 2010 werd de daggrenswaarde voor PM₁₀ -maximaal 35 overschrijdingen van een daggemiddelde van 50 µg/m³- voor het eerste jaar sinds de opstart van de metingen op alle meetstations in de haven gerespecteerd. Figuur 17 toont dat in 2011 alle meetstations op één na (40AL01) opnieuw in overschrijding zijn. 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.

Op 42R815–Zwijndrecht en 40AL05–Kallo worden, met respectievelijk 63 en 57 overschrijdingen in 2011, het hoogst aantal daggrenswaarde overschrijdingen gemeten in en rond het Antwerpse havengebied. Wanneer we de situatie geografisch bekijken, valt op dat in 2011 de meeste overschrijdingen voor de daggrenswaarde van PM₁₀ op de linkeroever van de Schelde worden vastgesteld. Deze meetstations kregen tijdens de episode van het voorjaar, naast de aanvoer van stof uit het buitenland, de extra aanvoer van fijn stof uit het havengebied te verwerken.

Het meetstation 42R833–Stabroek is hierop een uitzondering, de gemeten concentraties worden in 2011 sterk beïnvloed door de lokale activiteiten van de tuinbouwschool in de onmiddellijke omgeving van het meetstation. 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 (code 40SA04).



Figuur 18: Evolutie van de P90-stofconcentraties in Luchtbal uit verschillende sectoren

Figuur 18 toont de sommatie voor 4 specifieke sectoren van de gemiddelde P90-stofconcentraties per jaar op het meetstation 42M802–Luchtbal. Er is één sector -225°-275°- die specifiek de loskade voor bulkgoederen omvat (figuur 19), één sector -205°-325°- die het ganse havengebied omvat (figuur 20), één sector -0°-205° + 325°-360°- die niet aan het havengebied kan toegewezen worden en één allesomvattende sector die de algemene trend voor de P90 van PM₁₀-stof op het meetstation 42M802–Luchtbal zal weergeven. In het rapport van 2010 was het verloop van de trendlijnen voor al deze sectoren sterk gelijkaardig, wat een aanwijzing was dat de dalende trend in stofconcentraties van de laatste jaren op het meetstation 42M802–Luchtbal toe te schrijven was aan een algemene daling van de stofconcentraties vanuit alle sectoren. In 2011 komt de dalende trend vanuit het havengebied, in tegenstelling tot vorig jaar, niet meer overeen met de trend van de sector waarin geen havenactiviteiten zijn gelegen (0°-205° + 325°-360°). Ook hier speelt de episode in de lente een rol, de noordoostelijke sector werd door deze episode sterk beïnvloed. Vanuit de sector van het Antwerpse havengebied is de trend voor de P90-concentraties aan PM₁₀ op het meetstation 42M802–Luchtbal ook in 2011 licht dalend.

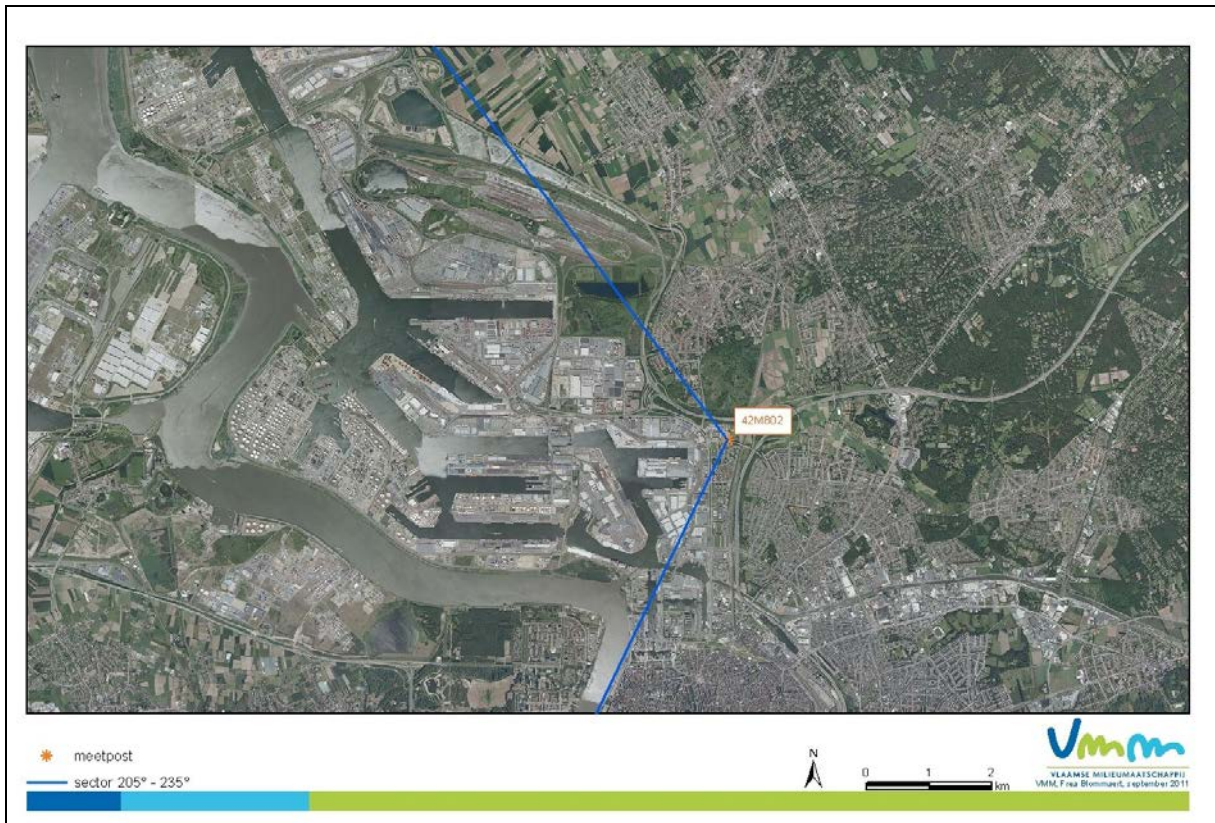
Figuur 21 toont de pollutierozen voor PM₁₀-stof in het havengebied. Alle pollutierozen zijn sterk beïnvloed door de stofepisodes in de lente, met aanvoer van fijn stof vanuit de noordoostelijke sector. Gezien de pollutierozen op figuur 21 overheerst worden door aanvoer van pollutie uit de noordoostelijke 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 metingen van de 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 22 toont de zero-pollutierozen voor de PM₁₀-meetstations in het Antwerpse havengebied. Voor meetstation 42M802–Luchtbal komt duidelijk de invloed van de nabijgelegen kade voor bulkgoederen in west-zuidwestelijke sector naar voor. Voor het meetstation 40AB01–Boudewijnsluis is er een duidelijke invloed vanuit oost-zuidoostelijke sector. Het meetstation 40AL05–Kallo, dat samen met 42M802–Luchtbal de meeste daggrenswaarde overschrijdingen had in 2011 in het havengebied, blijkt beïnvloed te worden door verschillende bronnen. Wanneer we naar de hogere percentielen (figuur 23) kijken voor dit meetstation is er, naast de reeds verwachte overheersende aanvoer uit noordoostelijke sector, een duidelijke bron aanwezig in noordwestelijke sector. Na analyse van de meetwaarden blijkt deze discontinue bron aanleiding te geven tot kortstondige piekconcentraties van hoofdzakelijk mineraal stof.

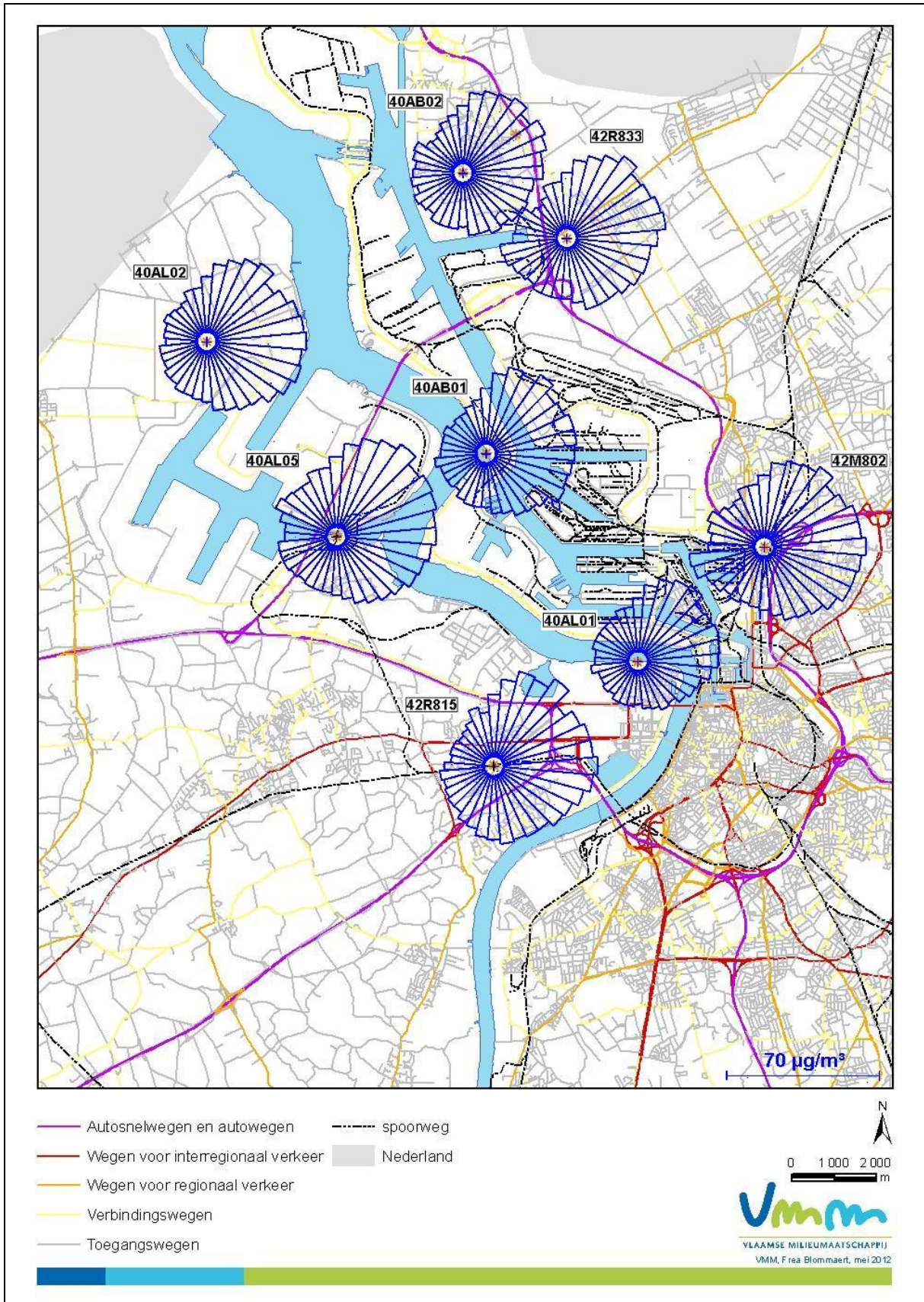
De zero-pollutieroos voor het meetstation 42R833–Stabroek wordt op figuur 22 niet weergegeven vanwege de zeer lokale invloed van de activiteiten op de tuinbouwschool.



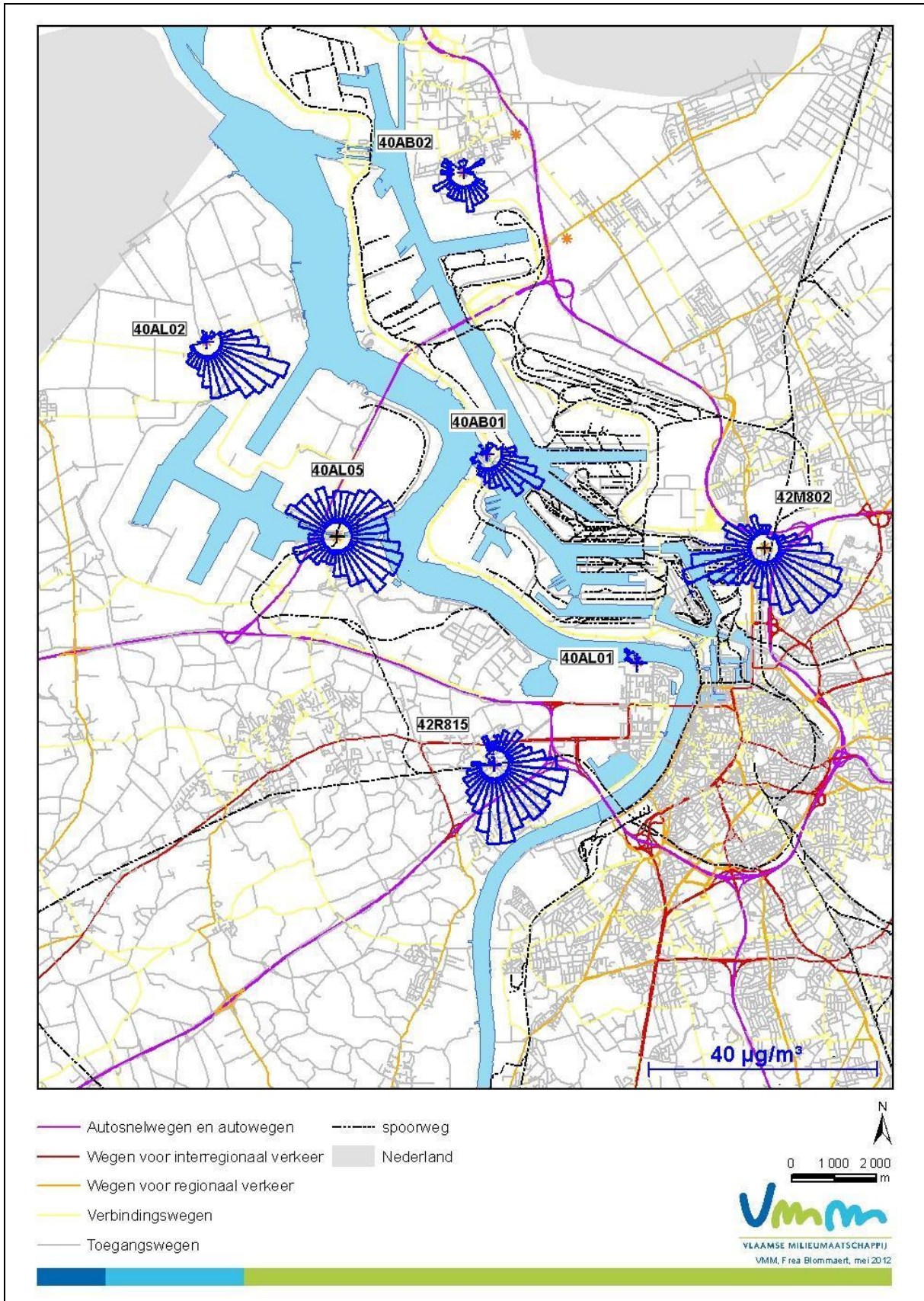
Figuur 19: Sector 225°-275° voor het meetstation 42M802 in Luchtbal (invloed loskade)



Figuur 20: Sector 205°-235° voor het meetstation 42M802 in Luchtbal (invloed havengebied)



Figuur 21: Pollutierozen PM_{10} , 2011



Figuur 22: Zero-pollutierozen voor PM_{10} , 2011



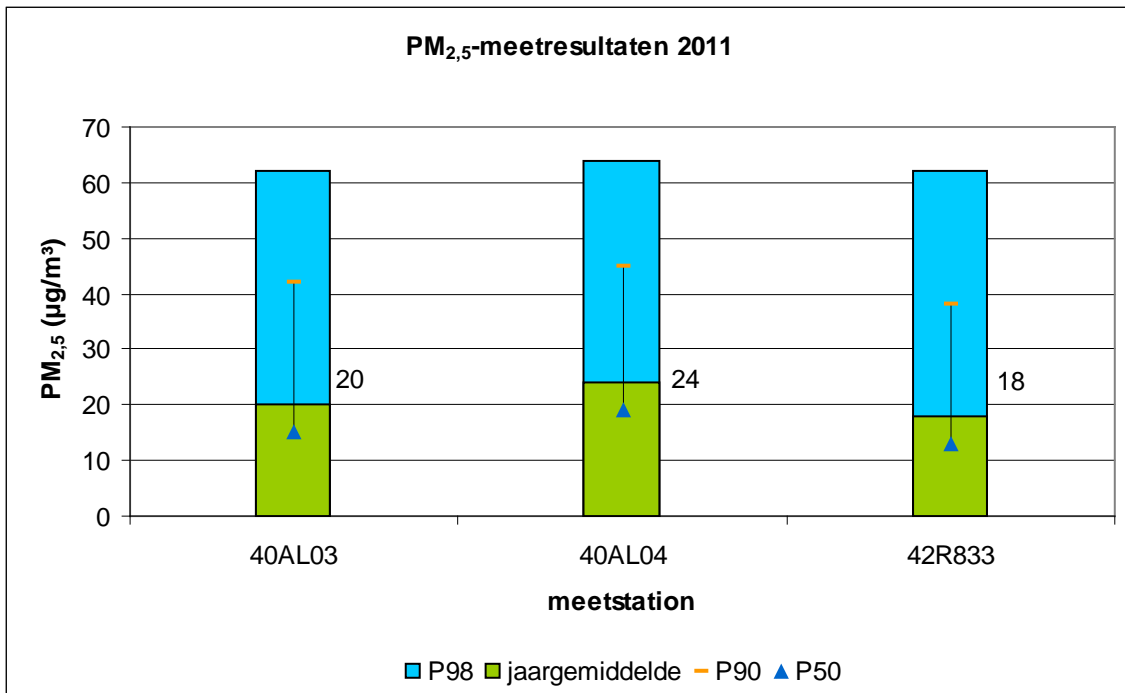
Figuur 23: 90ste percentiel pollutieroos voor meetstation 40AL05–Kallo, 2011

3.3.2 PM_{2,5}

Tabel 13 geeft 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}-fijn stof. Alle meettoestellen werden geplaatst en waren 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 werd beslist om vanaf 2011 op 2 van de 4 meetstations, namelijk 40AL02 en 40AL05, PM₁₀-stof te gaan meten in plaats van PM_{2,5}.

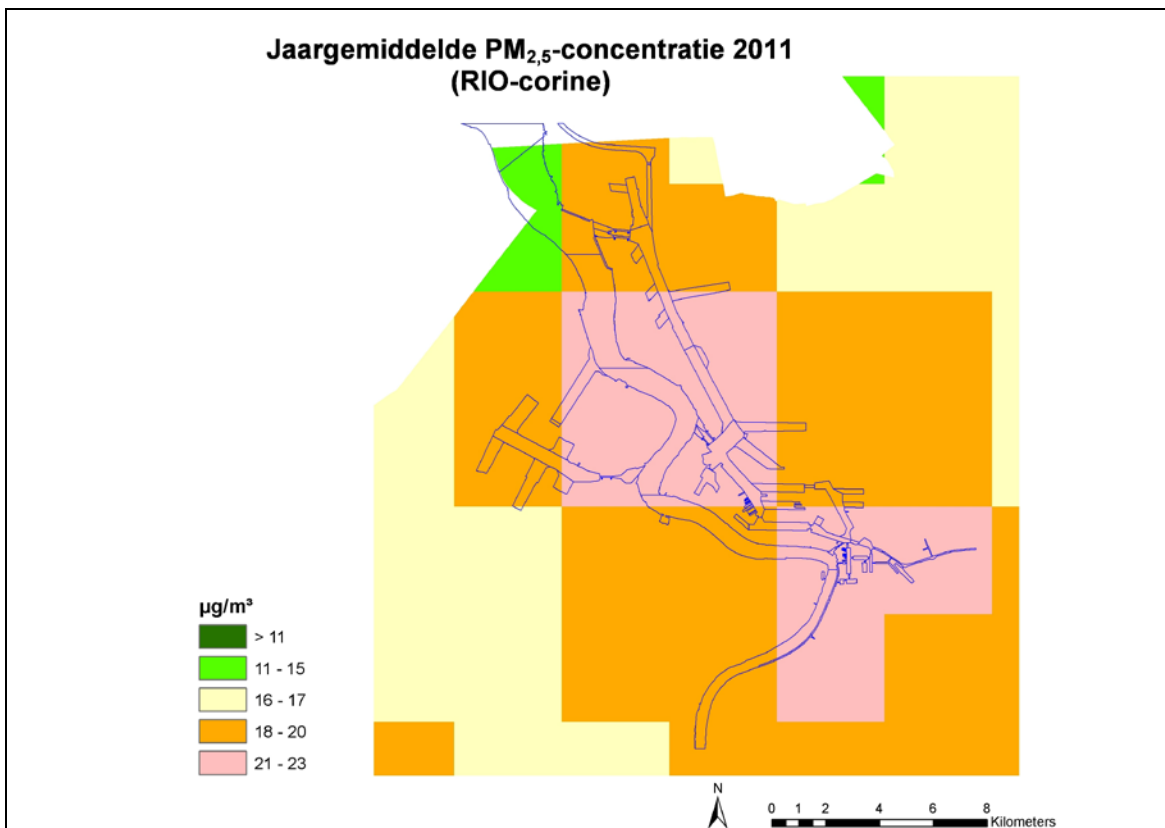
Tabel 13: Belangrijkste statistische parameters voor PM_{2,5}-fijn stof

UURWAARDEN		2011			
PM _{2,5} $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Meetstation	Jaargem.	P50	P98	Max.	
40AL02 (Engelse Steenweg, Doel)	x	x	x	x	x
40AL03 (pomphuis Beveren)	20	14	66	125	
40AL04 (Liefkenshoektunnel)	24	19	69	127	
40AL05 (sluis Kallo)	x	x	x	x	x
42R833 (Laageind, Stabroek)	18	13	63	118	
Virtueel gemiddelde	21	15	65	123	



Figuur 24: PM_{2,5}-meetresultaten

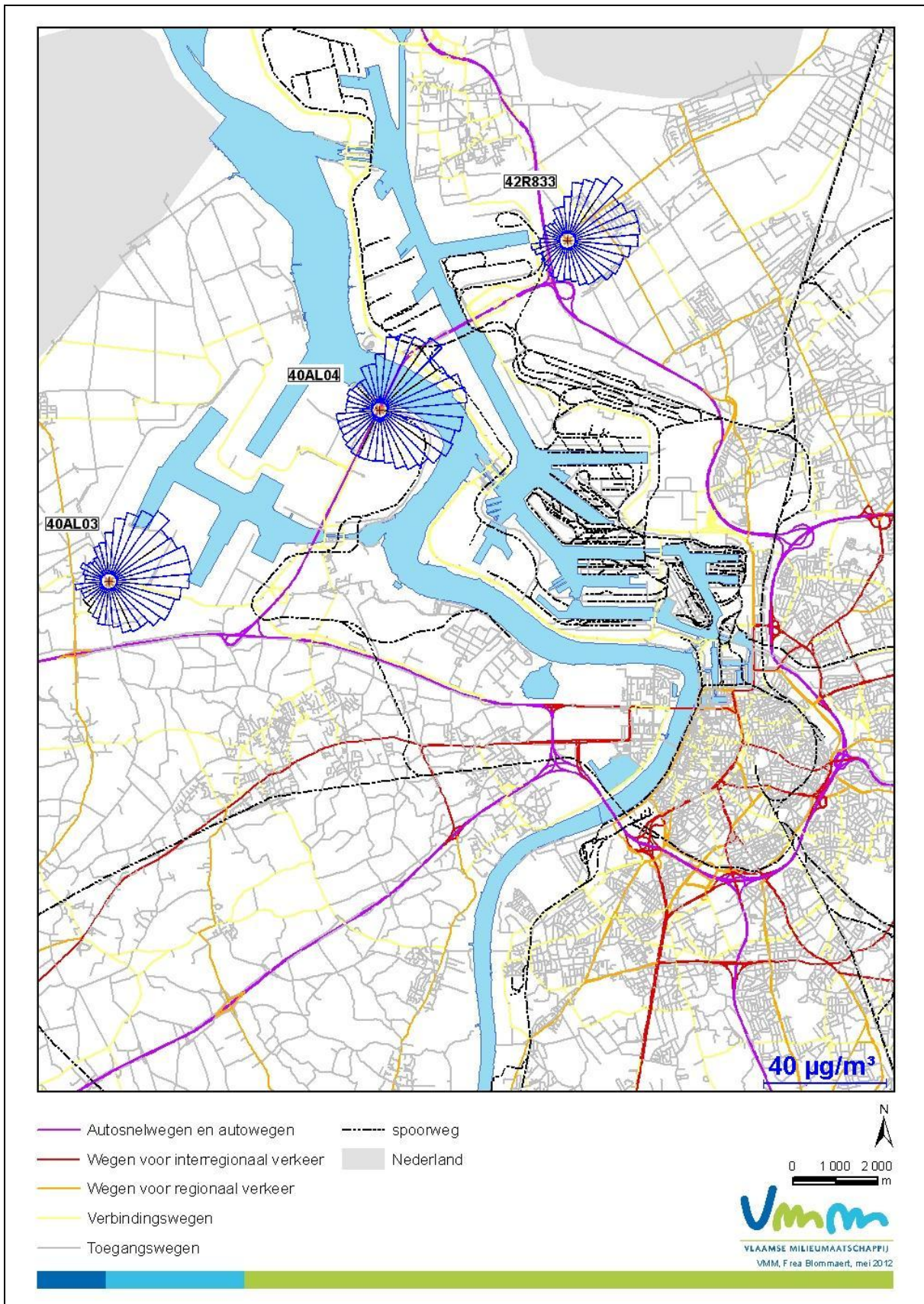
Figuur 24 toont dat op geen enkel meetstation het gemiddelde van de meetperiode boven de streefwaarde -te behalen tegen 2010- en grenswaarde -te behalen tegen 2015- van 25 µg/m³ kwam. De toekomstige indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³, te behalen tegen 2020, blijft nog op 1 meetstation overschreden. 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.



Figuur 25: Jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie, 2011

Figuur 25 toont de gemodelleerde verspreiding voor $PM_{2,5}$ -fijn stof 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). Meer informatie hierover staat in bijlage 1. De gemodelleerde waarden komen vrij goed overeen met de gemeten jaargemiddelden op de 3 meetstations voor $PM_{2,5}$ -fijn stof in het havengebied.

Figuur 26 toont de pollutierozen van de $PM_{2,5}$ -metingen voor de 3 meetstations. Deze zijn sterk gelijkaardig en worden overheerst door de stofepisode in de lente in de noordoostelijke sector en door de aanvoer van achtergrondpollutie uit de oost tot zuidoostelijke sector.



Figuur 26: Pollutierozen PM_{2,5}, 2011

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.

Tabel 14 geeft 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 (maart), 40AL01–Linkeroever (april) en 42R833–Stabroek (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				
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
2011				
Meetstation	Jaargem.	P50	P98	Max
40AB01 (Boudewijnsluis)	2,2	2	7	12
40AL01 (Linkeroever)	1,9	1	7	12
42M802 (Luchtbal)	2,6	2	8	14
42R815 (Zwijndrecht)	2,2	2	8	13
42R833 (Stabroek)	1,8	1	5	11
Virtueel gemiddelde	2,1	2	7	12

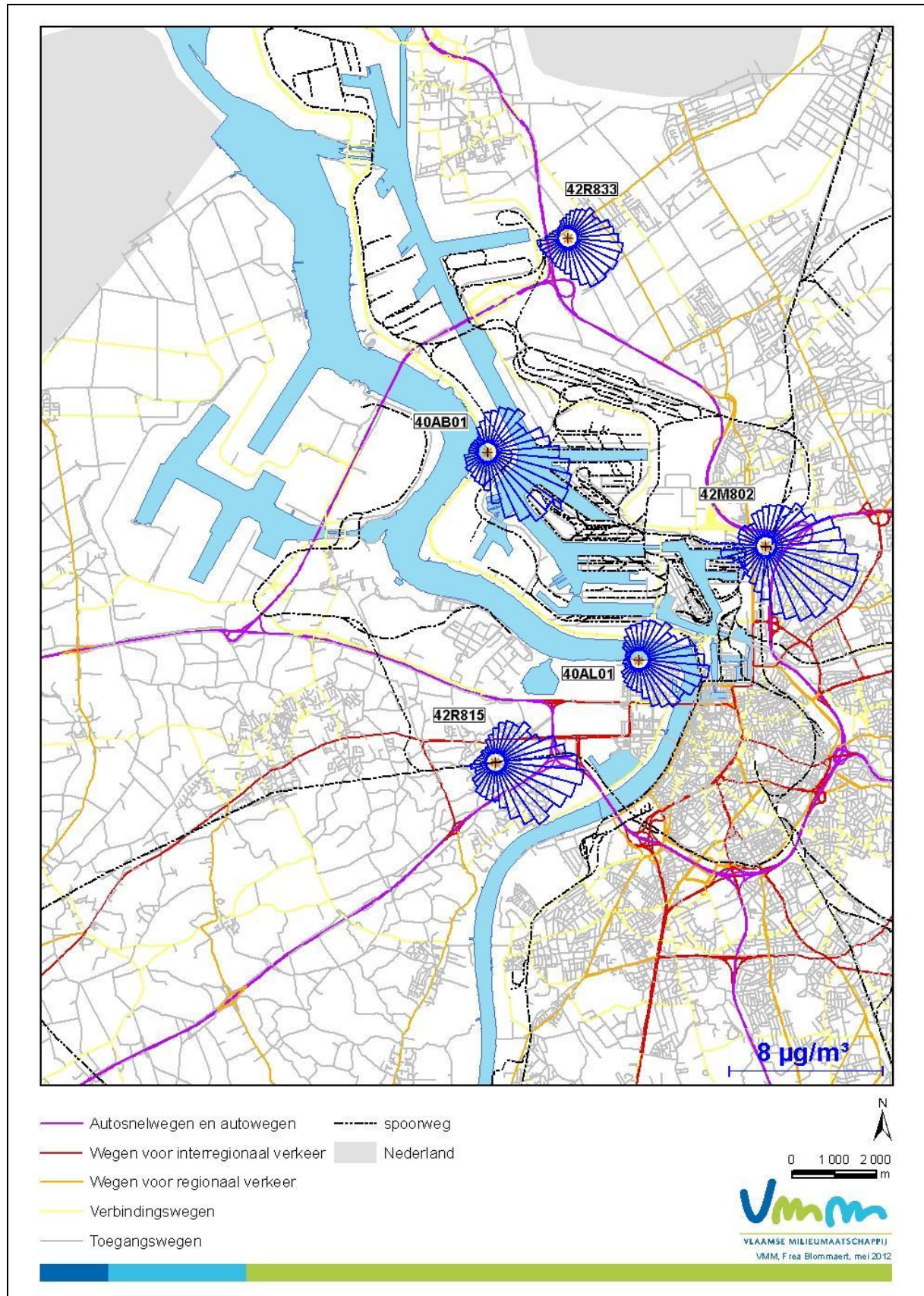
Tabel 14 toont dat het virtueel gemiddelde in 2011 voor zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedraagt. Het hoogste jaargemiddelde is aanwezig op het meetstation aan de Luchtbal en bedraagt $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, het laagste gemiddelde wordt gemeten op het meetstation in Stabroek en bedraagt $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ter vergelijking, het gemiddelde van alle zwartekoolstofmetingen in Vlaanderen bedraagt in 2011 $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het hoogste jaargemiddelde wordt gemeten op het verkeersstation in Borgerhout en bedraagt $2,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, het laagste jaargemiddelde in Vlaanderen is dit van het meetstation in Stabroek.

De 3 pollutierozen van zwarte koolstof op figuur 27 geven 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.

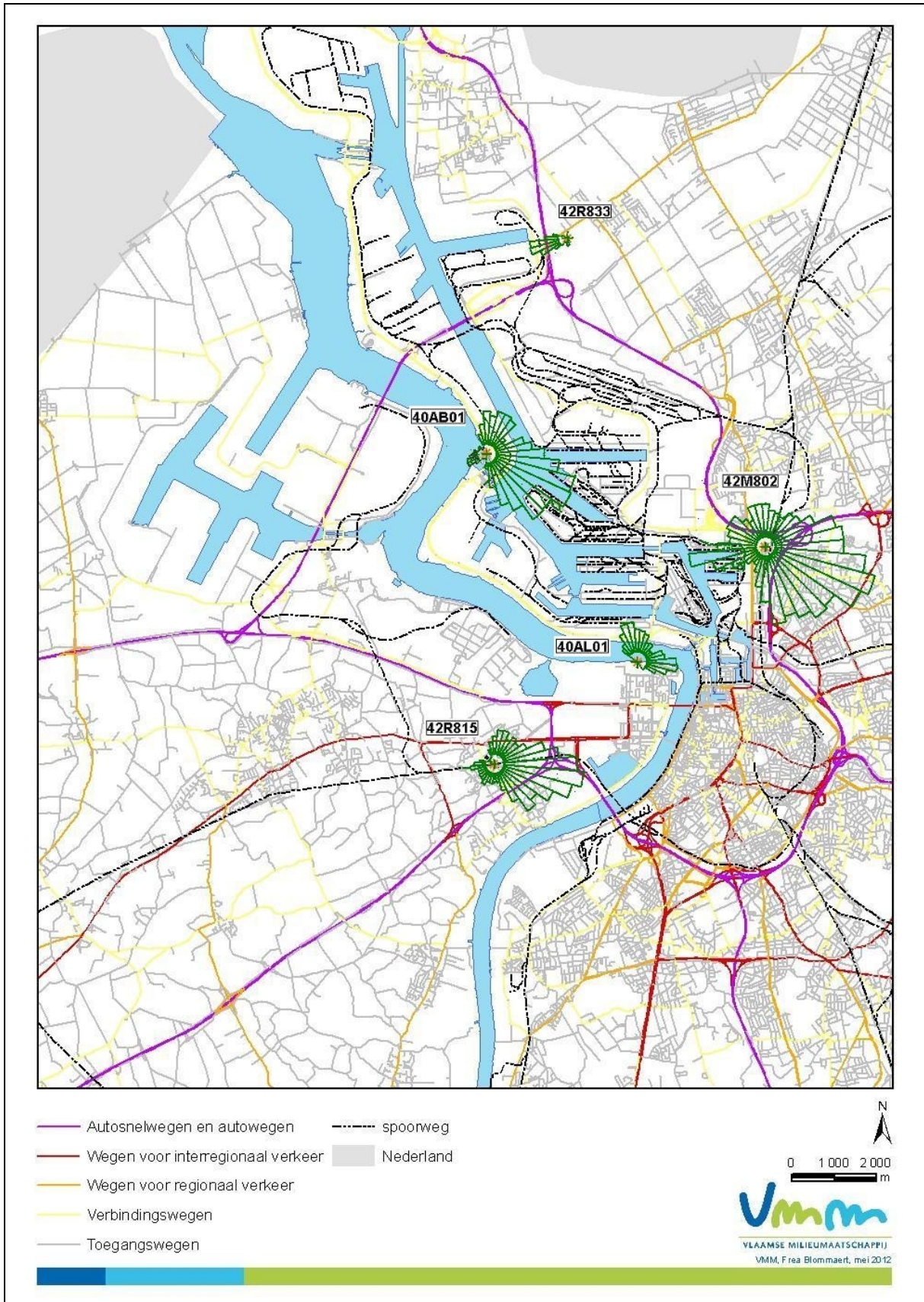
Gezien de pollutierozen op figuur 27 voor de 5 meetstations overheerst worden door aanvoer van achtergrondpollutie uit de zuidoostelijke sector, is het moeilijk om lokale invloeden op te merken. Daarom werden er nieuwe pollutierozen gemaakt, zogenaamde zero-pollutierozen, waarbij steeds de laagste meting, 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.

Wanneer we zero-rozen op de kaart van het havengebied bekijken (figuur 28) valt op dat de zero-rozen van het meetstation in Stabroek (42R833) zeer beperkt is, enkel in de westelijke sector is er lokale invloed van zwarte koolstof. 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. De drie meetstations 40AB01, 42M802 en 40AL01 vertonen allemaal een invloed vanuit het gebied van de petroleumhaven.

Daarnaast toont de zero-pollutieroos van 40AB01 ook een invloed vanuit noord tot noord-noordoostelijke sector, mogelijk vanuit de steenkoolterminal gelegen aan de Muisbroeklaan. Op 42M802-Luchtbal is de aanwezigheid van het verkeer in oost tot zuidelijke sector vast te stellen.



Figuur 27: Pollutierozen zwarte koolstof, 2011

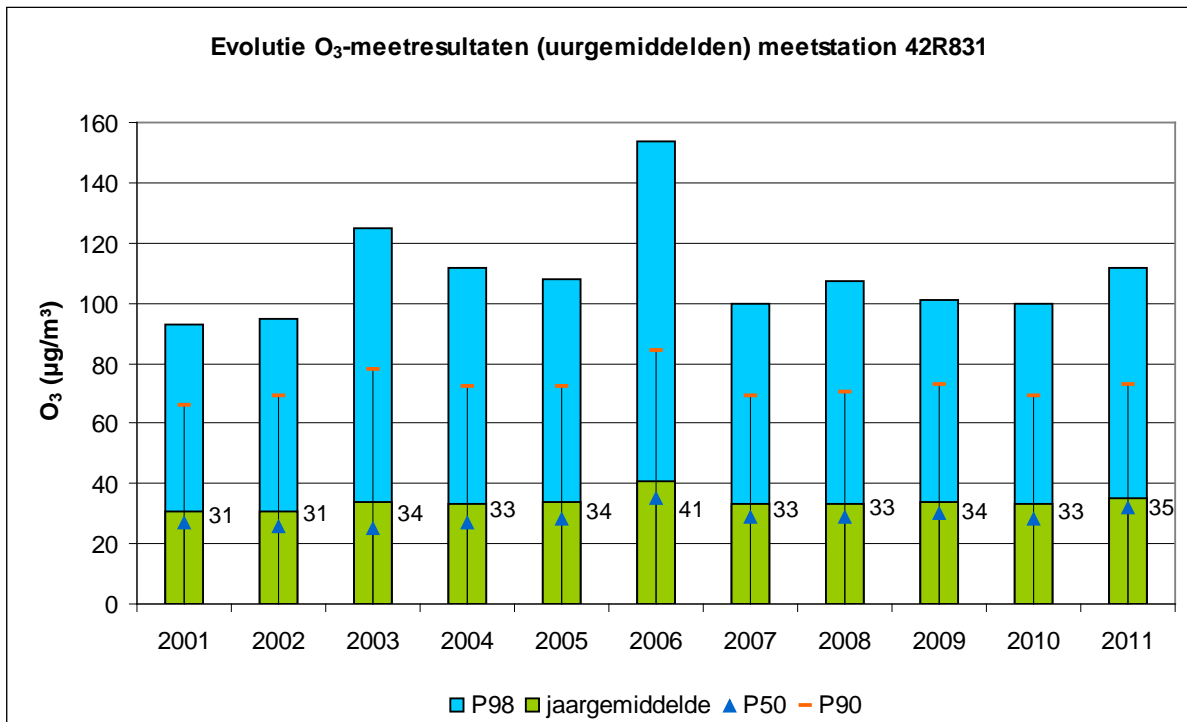


Figuur 28: Zerorosen voor zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied, 2011

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 29: Evolutie O₃-meetresultaten

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

Figuur 29 vertoont een quasi constant verloop van het jaargemiddelde met een uitschieter in het ongunstige ozonjaar 2006. Het resultaat voor 2006 is echter onzeker vanwege ontbrekende data. De evolutie van het jaargemiddelde over de laatste 11 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	Berendrecht (42R831)									
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Jaargemiddelde	31	34	33	34	41	33	33	34	33	35
P50	26	25	27	28	35	29	29	30	28	32
P90	69	78	72	72	84	69	70	73	69	73
P98	95	125	112	108	154	100	107	101	100	112
Max	181	224	188	256	223	162	153	168	198	193

Tabel 16 toont de overschrijdingen op meetstation 42R831 van de informatie- en alarmprempeel, 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 alarmprempeel, streefwaarden en langetermijndoelstellingen

Meetstation	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<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
<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
<i>Informatiedrempel van 180 µg/m³ als uurgemiddelde</i>							
42R831	16	47	0	0	0	5	1
<i>Alarmprempeel van 240 µg/m³ als uurgemiddelde gedurende 3 opeenvolgende uren</i>							
42R831	4	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.

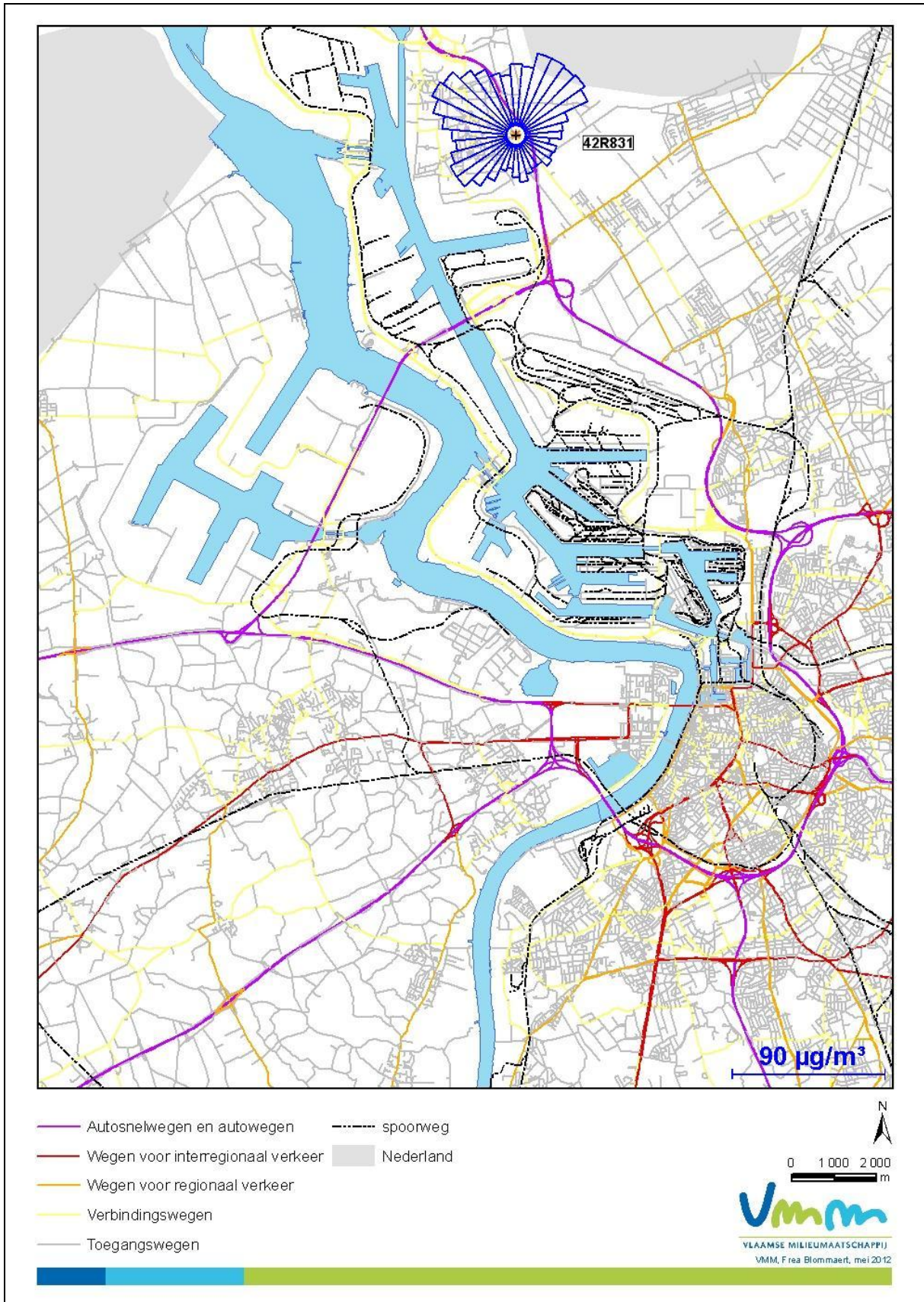
Wanneer we de meetresultaten van de afgelopen 7 jaar aan de huidige Europese normen toetsen kunnen we het volgende besluiten:

- In 2011 werd 1 overschrijding van de informatiedrempel van 180 µg/m³ vastgesteld, in het ozonrijke jaar 2006 waren dat er 47. De alarmprempeel van 240 µg/m³ blijft de afgelopen 6 jaar gerespecteerd.
- De EU-streefwaarde voor de bescherming van de volksgezondheid van maximaal 25 dagen per jaar met 120 µg/m³ als hoogste 8-uurgemiddelde (gemiddeld over een periode van 3 jaar) 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.
- 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 voor Vlaanderen in ozongunstige jaren zoals 2007 en 2009. Ook in 2011 werd die langetermijndoelstelling gehaald.

De resultaten voor het meetstation in Berendrecht (42R831) liggen volledig in lijn met wat de VMM gemiddeld meet over Vlaanderen. 2011 is een gunstig jaar voor ozon.

Figuur 30 geeft de pollutieroos van ozon weer. De hoogste gemiddelde ozonconcentraties zijn er wanneer de wind uit de noordwestelijke of de noordoostelijke 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 NO₂.



Figuur 30: Pollutieroos ozon, 2011

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, enzovoort.

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. 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, ...).

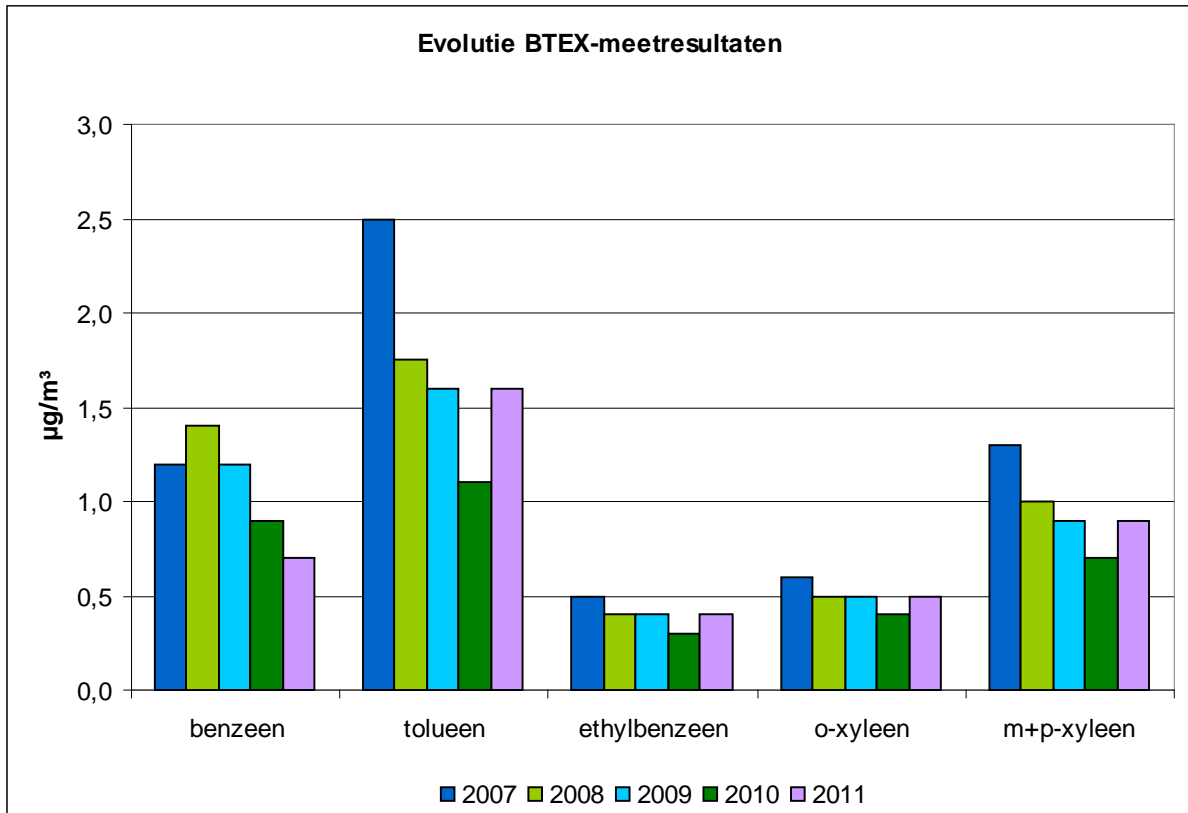
3.6.1 BTEX

Onderstaande tabellen geven een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste en het 98ste percentiel en het maximum van de BTEX-metingen op meetstation 42R833 in Stabroek in 2009, 2010 en 2011.

Tabel 17: Belangrijkste statistische parameters voor BTEX

UURWAARDEN												
BTEX ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)												
	2009				2010				2011			
Polluent	Jaargem.	P50	P98	Max.	Jaargem.	P50	P98	Max.	Jaargem.	P50	P98	Max.
Benzeen	1,2	1	5	50	0,9	1	4	71	0,7	0,4	3	64
Tolueen	1,6	1	6	18	1,1	1	4	25	1,6	1	6	24
Ethylbenzeen	0,4	0,2	2	4	0,3	0,2	1	14	0,4	0,3	2	18
m+p-Xyleen	0,9	1	4	15	0,7	1	3	21	0,9	0,6	4	51
o-Xyleen	0,5	0,3	2	6	0,4	0,3	2	8	0,5	0,4	2	24

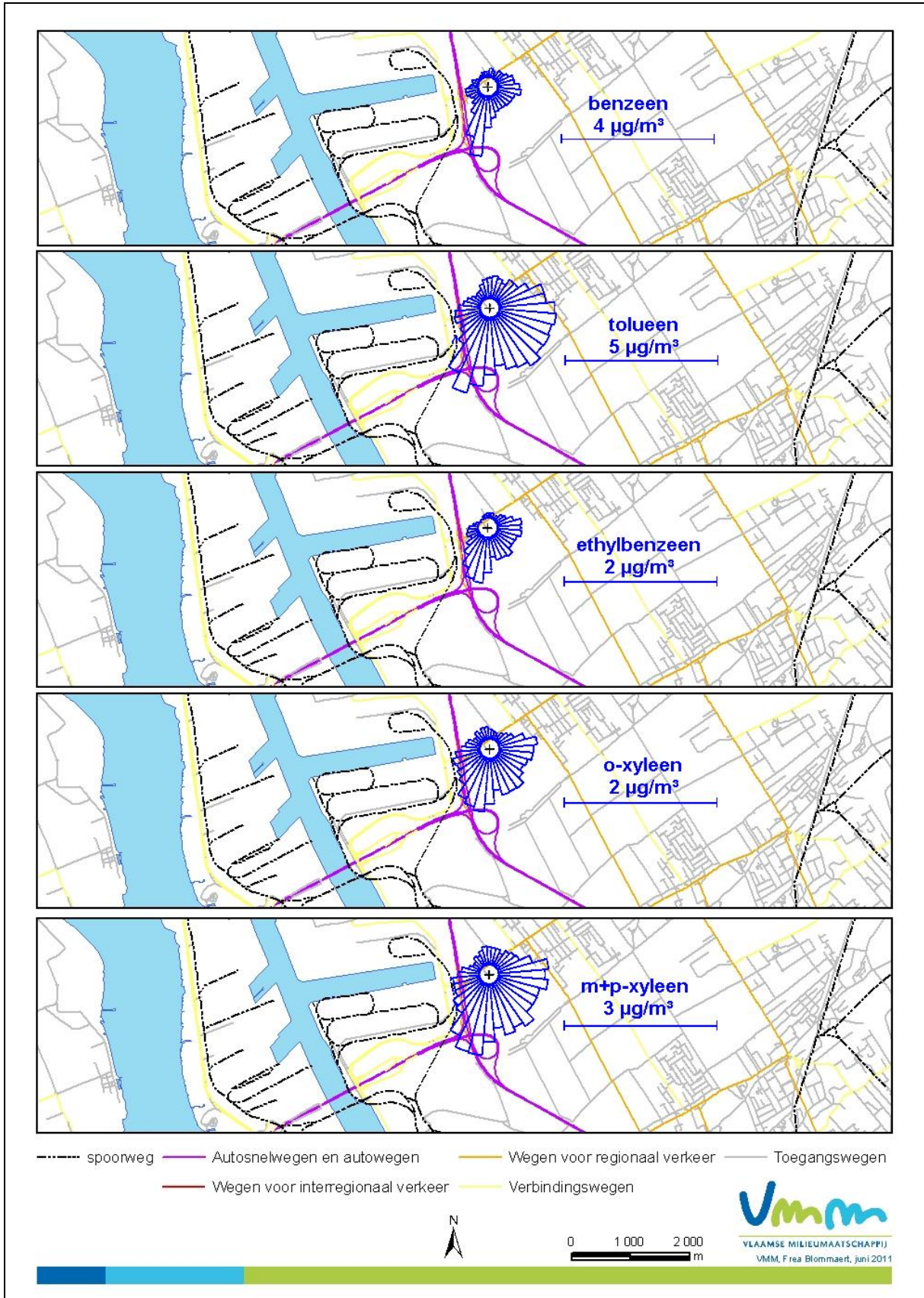
De gemeten BTEX-componenten zijn, in vergelijking met andere meetlocaties in Vlaanderen, niet verhoogd. Uit tabel 17 blijkt dat voor benzeen zowel de jaargemiddelde grenswaarde van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als de grenswaarde voor het 98ste percentiel van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ruim gerespecteerd blijft met een respectieve waarde van $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als jaargemiddelde en een 98ste percentiel van $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ook de meetresultaten voor tolueen liggen ver onder de WGO-richtwaarden.



Figuur 31: Evolutie BTEX-meetresultaten

Figuur 31 toont de evolutie in de gemeten BTEX-componenten gedurende de laatste vijf jaar. In 2011 is er enkel een daling van de benzeenconcentraties. Voor de andere BTEX-componenten stijgen de concentraties terug naar het niveau van 2009.

Figuur 32 toont de pollutierozen van de verschillende BTEX-componenten op het meetstation 42R833 in Stabroek. Zowel de pollutieroos van benzeen als die van tolueen en de xylenen wijzen hoofdzakelijk in zuid, zuidwestelijke richting, de richting van de petroleumraffinaderijen.



Figuur 32: Pollutierozen BTEX in 2011 op 42R833–Stabroek

3.6.2 Dagstalen vluchtige organische componenten – VOC

Onderstaande tabel geeft de jaargemiddelden (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) voor alle componenten, gemeten op dagbasis één maal om de vier dagen, op de meetposten in 42R830–Doel en in 42R833–Stabroek voor 2010 en 2011.

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

In vergelijking met de concentraties op de andere meetposten in Vlaanderen² valt op dat:

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

Voor de meeste componenten zijn de gemeten concentraties sterk vergelijkbaar met deze gemeten in 2010. Alle metingen blijven ruim onder de normen of richtwaarden.

² Vluchtige organische componenten in de omgevingslucht in Vlaanderen – jaarrapport 2011, VMM, 2012

Tabel 18: Jaargemiddelden voor VOC in 2010 en 2011

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

3.7 Dioxines

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 lichaamsvetten 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 isomeerspecifiek voor alle zeventien dioxines en de meest toxische PCB-verbinding PCB126, 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. Vanaf 2010 hanteert de VMM nieuwe drempelwaarden. Enkel de resultaten van de meetposten in een woon- of agrarisch gebied worden getoetst aan deze drempelwaarde. Vermits de mens dioxines en PCB's opneemt via de voeding, toetst de VMM de deposities gemeten in industriegebieden niet langer aan de drempelwaarde. Deze drempelwaarde heeft 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:

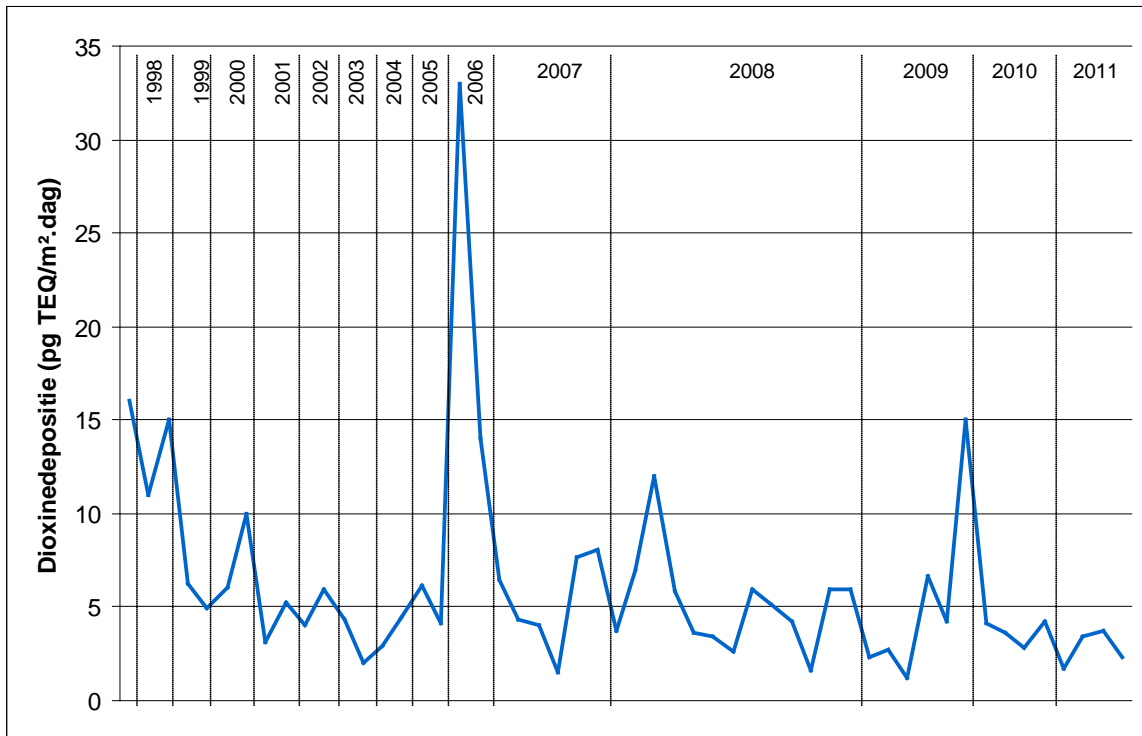
- 75R833 in Stabroek. Deze meetpost ligt in agrarisch gebied. De VMM toetst deze resultaten aan de drempelwaarden;
- 75BV04 in Kallo. Deze meetpost ligt in industriegebied. Er is dus geen toetsing aan de drempelwaarden.

De toetsing aan de drempelwaarde 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 de resultaten van de meetpost in Stabroek aan beide drempelwaarden voldoen.

Tabel 19: Toetsing van de resultaten van 75R833 aan de drempelwaarden (pg TEQ/m².dag)

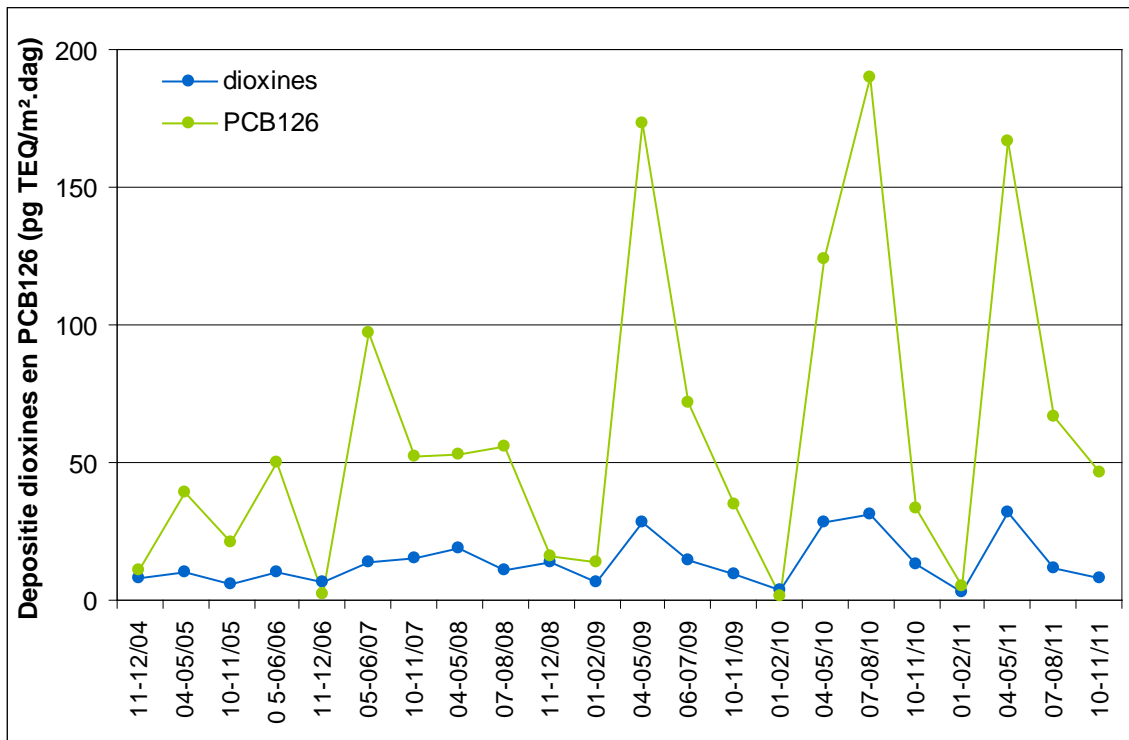
Meetpost	Gemeente	01-02/11	04-05/11	07-08/11	10-11/11	Jaargemiddelde
		diox + PCB	diox + PCB	diox + PCB	diox + PCB	
75R833	Stabroek	2,4	5,1	6,7	5,2	4,9

Figuur 33 toont de trend van de dioxinedeposities op de meetpost in Stabroek, over de jaren heen. Hieruit volgt een algemeen dalende tendens. Toch kunnen er nog occasioneel hogere waarden voorkomen, zoals in 2006.



Figuur 33: Trend dioxinedepositie op de meetpost 75R833 in Stabroek

De meetpost 75BV04 is geplaatst om de impact van schrootverwerkend metaalbedrijf op de omgevingslucht te meten. Uit figuur 34 volgt dat vooral 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 34: Trend depositie dioxines en PCB126 op de meetpost 75BV04 in Kallo

4 Besluit

SO₂

Na de sterke daling in de afgelopen jaren stagneren de SO₂-concentraties in het havengebied op een laag niveau. Alle normen voor SO₂ blijven voor het derde jaar op rij ruim gerespecteerd.

NO₂

Net als in 2010 is in 2011 de dalende trend voor NO en NO₂, die vastgesteld werd in het havengebied sinds 2001, niet meer aanwezig. Op alle meetstations blijven de normen voor NO₂ gerespecteerd. De toekomstige jaargrenswaarde van 40 µg/m³, van kracht vanaf 2015, wordt wel op twee meetstations overschreden. Eén van deze meetstations ligt in de industriezone en is minder relevant in termen van blootstelling van de bevolking. Het meetstation aan de Luchtbal is echter gelegen aan de rand van enkele grote woonzones. Een verspreidingsmodel (VLOPS) raamt dat in een groot gedeelte van de woonkern van Merksem dezelfde of hogere concentraties aanwezig zijn in vergelijking met deze gemeten aan de Luchtbal. Aan de nabijgelegen woonkernen van Ekeren, Brasschaat en Schoten kent het model lagere concentraties toe.

Fijn stof

De concentraties aan PM₁₀-stof vertoonden de laatste jaren een licht dalende trend. In 2011 is er echter opnieuw een stijging in de concentraties in het havengebied. Door deze stijging in 2011 ligt het virtueel gemiddelde van de PM₁₀-concentraties in de haven opnieuw hoger dan het Vlaams gemiddelde. Deze stijging is voor een groot deel het gevolg van sterk verhoogde stofconcentraties in het voorjaar van 2011. In 2010 bleef de daggrenswaarde voor PM₁₀, maximaal 35 overschrijdingen van een daggemiddelde van 50 µg/m³, voor het eerste jaar sinds de opstart van de metingen op alle meetstations in de haven gerespecteerd. In 2011 zijn echter alle meetstations op één na opnieuw in overschrijding.

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

Zwarte koolstof

Het virtueel gemiddelde in het Antwerpse havengebied is in 2011 vergelijkbaar met het gemiddelde in Vlaanderen. De hoogste concentraties worden vastgesteld op het meetstation 42M802. De meeste zerozoen, gemaakt door van de pollutierozen de algemene achtergrondconcentraties af te trekken, wijzen naar het gebied rond de petroleumhaven. Op het meetstation aan de Boudewijnsluis wordt mogelijk ook de invloed van de kolenterminal vastgesteld.

Ozon

In de evolutie van de jaargemiddelden voor ozon over de laatste tien jaar is er als trend weinig variatie in de meetresultaten, wel zijn er regelmatig verschillen in de percentielen per jaar. De resultaten voor het meetstation in Berendrecht liggen volledig in lijn met wat de VMM gemiddeld meet over Vlaanderen. 2011 is een gunstig jaar voor ozon.

Vluchtige organische componenten

Voor de BTEX-concentraties blijkt de dalende trend van de afgelopen jaren zich in 2011 enkel verder te zetten voor benzeen. Voor de andere BTEX-componenten stijgen de concentraties terug naar het niveau van 2009. De gemeten BTEX-componenten zijn, in vergelijking met andere meetlocaties in Vlaanderen, niet verhoogd.

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

Dioxines en PCB's

Uit de resultaten van de meetpost in Stabroek blijkt dat de door de VMM gehanteerde drempelwaarden voor dioxines gerespecteerd blijven. De meetwaarden voor de meetpost in Kallo tonen vooral een hoge PCB-depositie aan in de onmiddellijke nabijheid van het schrootverwerkend bedrijf.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Modelberekeningen

VLOPS-kaarten SO₂ en NO₂

Inleiding

De kaarten van de jaargemiddelde SO₂- en NO₂-concentraties in 2011 in de Antwerpse agglomeratie (resolutie 250x250 m²) werden berekend met het atmosferisch transport- en dispersiemodel VLOPS (versie 12). Een uitgebreide beschrijving van dit model is terug te vinden in onderstaand rapport³.

De emissie-invoer is deze van het jaar 2009, 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-MAP⁴ 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 2011.

De resultaten van de concentratieberekeningen met VLOPS werden gekalibreerd met behulp van de meetresultaten zodat het eindresultaat geen systematische fout meer vertoont (zie 0).

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 2011 werden de jaargemiddelde gemeten concentraties gebruikt van de 23 Vlaamse representatieve meetplaatsen met automatische monitoren waarvoor minstens 75% uurwaarden beschikbaar zijn. 32 meetplaatsen werden als niet representatief weerhouden wegens de volgende criteria:

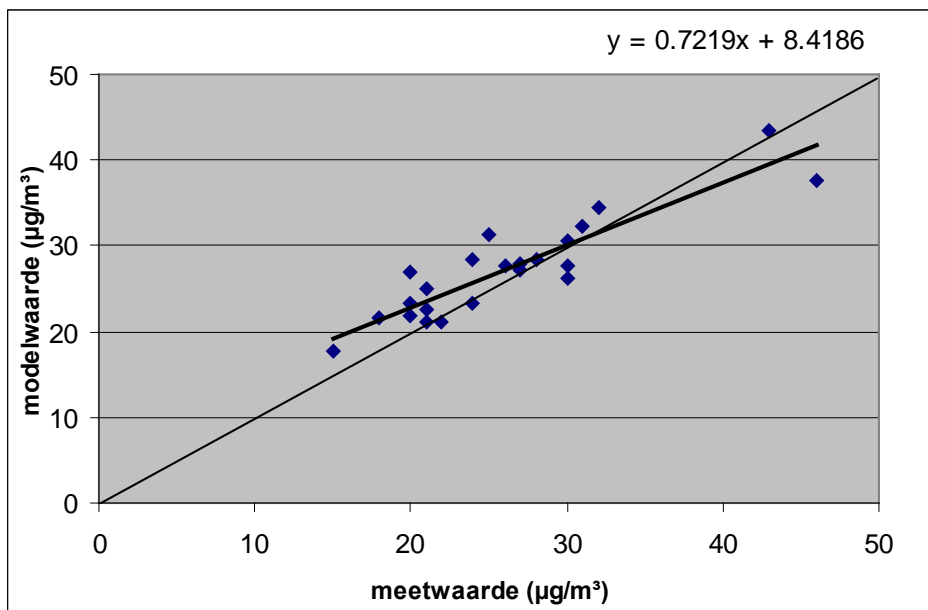
- De meetplaats is omgeven door bomen of struiken in een voor de rest open omgeving (niet representatieve lokale dispersie).
- Het werkelijke landgebruik rond de meetplaats komt niet overeen met de landgebruikskaart van VLOPS.
- Er zijn belangrijke lokale NO_x-emissies die niet in de emissie inventaris zijn opgenomen (bijvoorbeeld een vrachtwagen van een bedrijf naast een meetplaats)

³ Zure regen in Vlaanderen in 2011, VMM, 2012

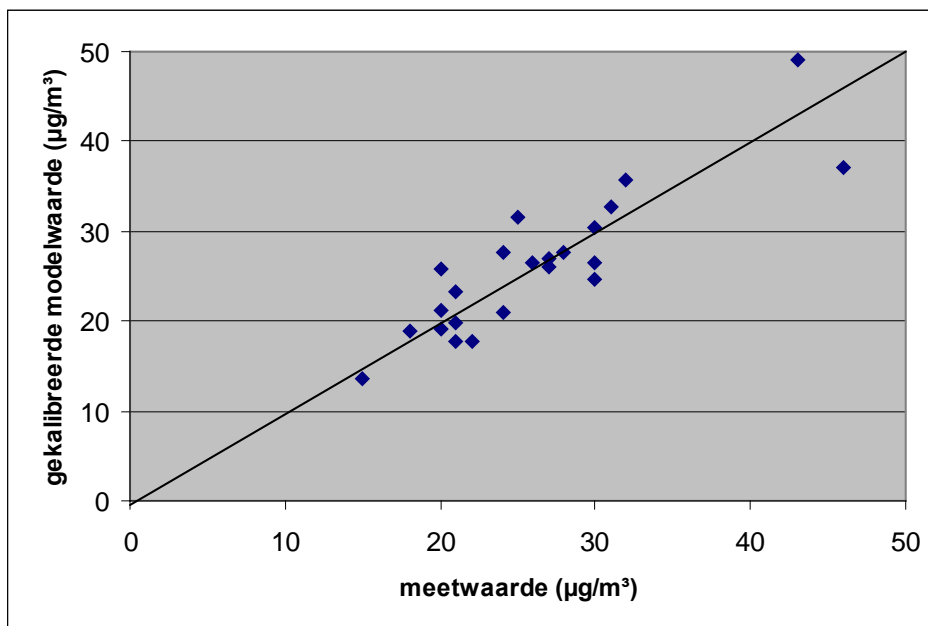
⁴ Maes, J. et al. 2008. Nieuw concept voor de emissie-preprocessor van BelEUROS (E-map), Vito-rapport n° 2008/IMS/R/217

- Er bevindt zich een puntbron van de sectoren industrie of energie binnen een straal van 1 kilometer rond de meetplaats. De emissies en bronkarakteristieken van deze puntbronnen zijn gebaseerd op de situatie in 2001 en zijn dus niet betrouwbaar genoeg voor de validatie.

Figuur 1 toont de orthogonale regressie tussen de meetwaarden en de modelwaarden op de locaties van de 23 geselecteerde meetplaatsen. De NO₂-concentraties worden gemiddeld met 4,41% overschat door VLOPS (zie ook tabel 1). De orthogonale regressie wordt gebruikt om de NO₂-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 2 toont de meetwaarden versus de gekalibreerde modelwaarden. Na kalibratie treedt er gemiddeld geen onder- of overschatting meer op, met een lage relatieve onzekerheid van 14,1% en een goede ruimtelijke correlatie van 77% (tabel 1).



Figuur 1: Orthogonale regressie tussen meet- en modelwaarden voor NO₂ in 2011 (voor kalibratie)



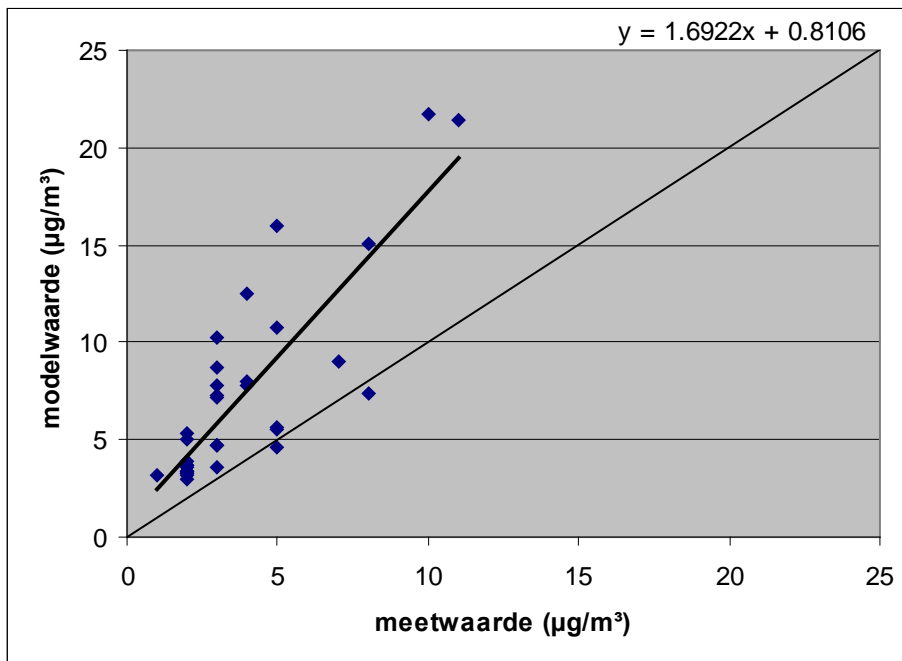
Figuur 2: Meetwaarden versus gekalibreerde modelwaarden voor NO₂ in 2011

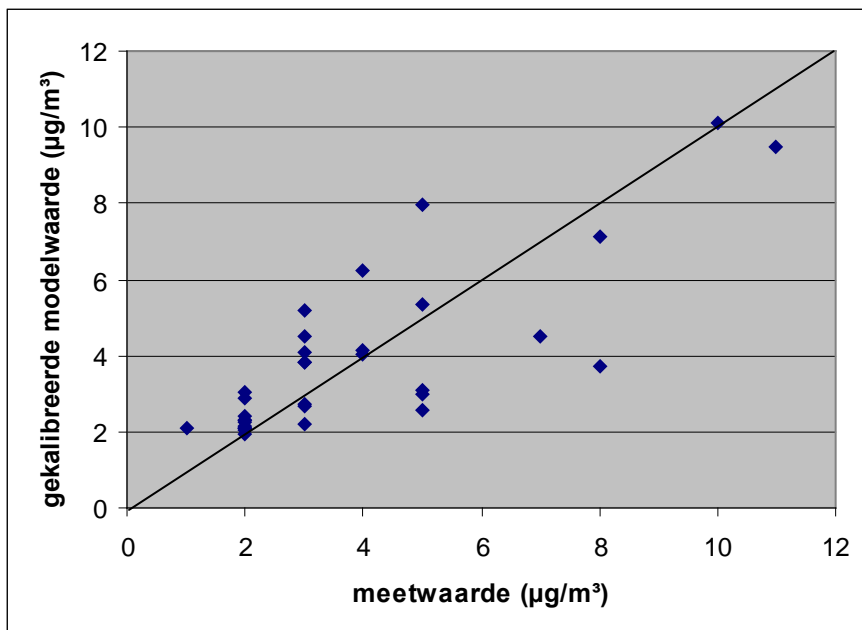
Tabel 1: Validatieresultaten voor NO₂ in 2011

	voor kalibratie	na kalibratie
NMB	4,41%	0,02%
RMSE	3,37 µg/m ³	3,69 µg/m ³
$\frac{RMSE}{\bar{O}}$	12,91%	14,14%
R²	81,81%	76,98%

Validatie SO₂

Voor 2011 werd het jaargemiddelde gebruikt van de 34 Vlaamse meetplaatsen met automatische monitoren waarvoor minstens 75% uurwaarden beschikbaar zijn. Voor SO₂ zouden na een selectie van representatieve meetplaatsen zoals bij NO₂ (zie 1.2.1.) enkel meetplaatsen in het lagere meetbereik (tot 5 µg/m³) weerhouden worden, daarom kon zo'n selectie hier niet uitgevoerd worden. Figuur 3 toont de orthogonale regressie tussen de meetwaarden en de modelwaarden op de 34 locaties. De SO₂-concentraties worden gemiddeld met 90% overschat door VLOPS (zie ook tabel 2). 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 4 toont de meetwaarden versus de gekalibreerde modelwaarden. Na kalibratie treedt er gemiddeld geen onder- of overschatting meer op, met een relatieve onzekerheid van 37,3% en een ruimtelijke correlatie van 65,2% (tabel 2).

Figuur 3: Orthogonale regressie tussen meet- en modelwaarden voor SO₂ in 2011 (voor kalibratie)



Figuur 4: Meetwaarden versus gekalibreerde modelwaarden voor SO₂ in 2011

Tabel 2: Validatieresultaten voor SO₂ in 2011

	voor kalibratie	na kalibratie
NMB	90,42%	-0,06%
RMSE	4,71 µg/m ³	1,42 µg/m ³
<i>RMSE</i>	123,18%	37,25%
<i>O</i>		
R²	68,70%	65,16%

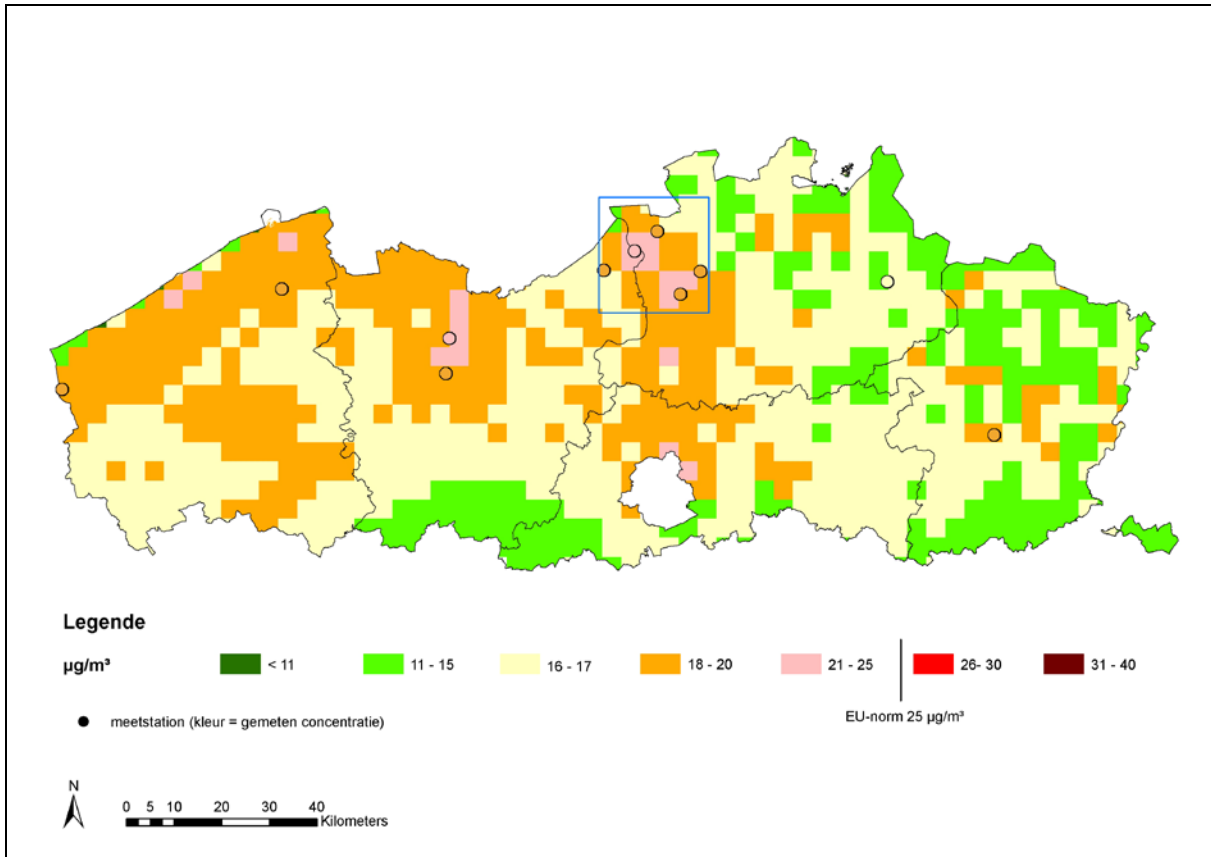
Samenvatting

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}

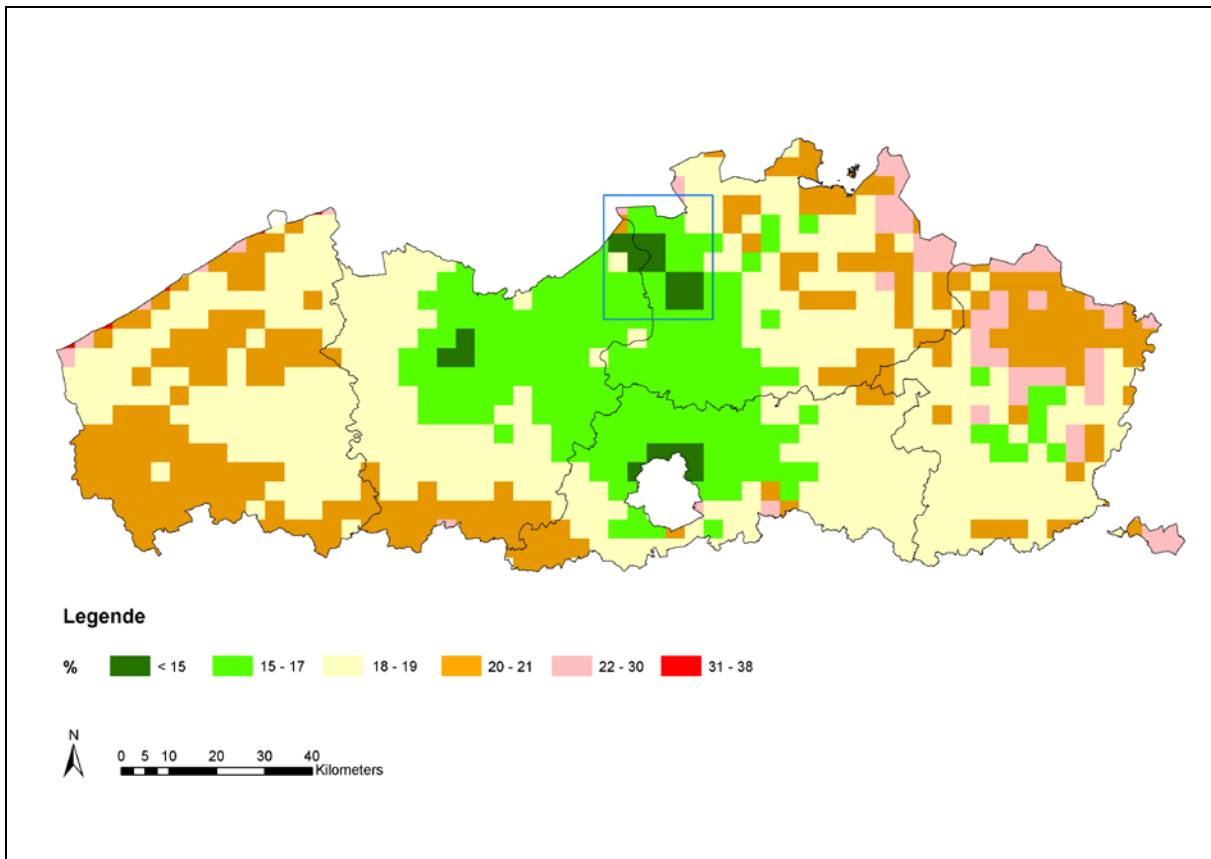
Het ruimtelijk interpolatiemodel RIO-Corine maakt voor PM_{2,5} gebruik van satellietgegevens over AOD (*aerosol optical depth*) en landgebruik (CORINE dataset) om de PM_{2,5}-verontreiniging in te schatten⁵. Het resultaat is een jaargemiddelde concentratiekaart PM_{2,5} voor Vlaanderen met een resolutie van 4x4 km² (zie figuur 5). Hierop is het havengebied als een blauwe kader weergegeven en de gemeten concentraties zijn als cirkels gekleurd volgens de kaartlegende.

⁵ Mahieu, B. 2011 Ontwikkeling interpolatiemodel voor PM_{2.5} – Koppeling RIO-IFDM, VITO-rapport n° 2011/RMA/R/30



Figuur 5: Jaargemiddelde concentratie $PM_{2,5}$ in Vlaanderen in 2011 (RIO-Corine)

Het RIO-Corine model berekent hierbij ook een kaart met de relatieve onzekerheid per gridcel (figuur 6). Waarden lager dan 30% worden als aanvaardbaar beschouwd. In het havengebied (blauwe kader) hebben de meeste gridcellen een lage relatieve onzekerheid (< 17%).



Figuur 6: Relatieve onzekerheid op de jaargemiddelde $PM_{2,5}$ concentratie in Vlaanderen in 2011 (RIO-Corine)

Meer weten?

Mocht u nog vragen hebben, aarzel dan niet de VMM te contacteren. Meer informatie vindt u op onze website, www.vmm.be. Specifieke vragen kunt u stellen aan het Infoloket, info@vmm.be, tel 053 72 62 10.

