



Vlaanderen
is milieu

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven en de Antwerpse agglomeratie

jaarrapport 2016

SAMENVATTING

Deel1: Antwerpse haven

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 uitvoering van deze overeenkomst richtte de VMM in 2008 extra meetplaatsen op in het Antwerpse havengebied met cofinanciering van het Havenbedrijf Antwerpen en de gemeente Beveren.

Op de verschillende meetplaatsen in het havengebied worden een 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 stoffen (BTEX/VOS);
- polychloorbifenylen (PCB);
- polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK).

Dit rapport beschrijft de meetresultaten van deze pollutanten gemeten in 2016. De resultaten werden getoetst aan de Europese regelgeving en aan de advieswaarden gedefinieerd door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). De WGO-advieswaarden hebben als enig doel de gezondheid van de mens te beschermen en houden dus geen rekening met de economische of technische haalbaarheid. Verder gaat dit rapport dieper in op de evolutie van de luchtkwaliteit in deze regio.

Per pollutent werden de meetresultaten van het havengebied vergeleken met het Vlaamse gemiddelde. Dit gebeurt aan de hand van een virtueel gemiddelde: dit is het jaargemiddelde van alle meetwaarden van deze pollutent in een bepaald gebied.

We gebruikten pollutierozen om te bepalen uit welke richting de vervuiling kwam. Bij pollutierozen waarbij de algemene achtergrondconcentratie overheerst, werden ook relatieve zero-pollutierozen gemaakt. Deze verkrijgen we door de algemene achtergrondconcentraties van de pollutierozen af te trekken, zo worden lokale invloeden duidelijker.

Het rapport vat de emissiecijfers van een aantal pollutanten uit het havengebied samen.

1. Zwaveldioxide – SO₂

Uit de metingen blijkt dat de Europese grenswaarden voor SO₂ ruim gerespecteerd bleven. De hoogste concentraties bevonden zich in het centrum van het havengebied, aan de raffinaderijen. Het SO₂-jaargemiddelde was in 2016 nog ongeveer een kwart van het jaargemiddelde gemeten in 2006. De WGO-advieswaarde voor dagwaarden ligt veel lager dan de Europese grenswaarde. Deze werd in 2016 slechts op drie van de tien meetplaatsen gehaald.



Dit rapport beschrijft de meetresultaten van 2016. Wegens de beperkte dataset voor de meetplaats Antwerpen-ring (R804) worden deze data niet verder opgenomen in het rapport.

1. Stikstofdioxide – NO₂

De Europese jaargrenswaarde en WGO-jaaradvieswaarde van 40 µg/m³ werd overschreden op de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) en op de meetplaats Antwerpen-Belgiëlei (R805). De Europese uurgrenswaarde voor NO₂ werd op alle meetplaatsen in 2016 gerespecteerd. De WGO-advieswaarde voor de uurgemiddelden werd in 2016 gedurende 1 uur overschreden op de meetplaatsen Borgerhout-straatkant (R802) en Antwerpen-Park Spoor Noord (R803).

Het gemiddelde voor 2016 op de meetplaats Antwerpen-Belgiëlei (R805) bedroeg 43 µg/m³. Op de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) werd voor deze periode 45 µg/m³ NO₂ gemeten en op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) 39 µg/m³. De laagste concentraties werden gemeten op de meetplaatsen Hoboken (HB23) en Wandeldijk – Antwerpen (AL01) namelijk 27 µg/m³.

2. Fijn stof

PM₁₀ en PM_{2,5}

De Europese grenswaarden voor PM₁₀ en PM_{2,5} werden gerespecteerd op alle meetplaatsen. De WGO-advieswaarden werden wel overschreden op alle meetplaatsen. In de rest van Vlaanderen werden de WGO-advieswaarden voor PM_{2,5} eveneens overschreden. De WGO-advieswaarden voor PM₁₀ werden in de rest van Vlaanderen op de meeste meetplaatsen overschreden.

Voor PM₁₀ en PM_{2,5} lagen de gemiddelden op de nieuwe meetplaatsen Park Spoor Noord (R803), Antwerpen-Belgiëlei (R805) en Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817) voor 2016 in dezelfde grootteorde als deze op de reeds bestaande meetplaatsen.

Zwarte koolstof

Voor zwarte koolstof werden er grotere verschillen gemeten tussen de verschillende meetplaatsen. De hoogste concentraties gemeten op de meetplaatsen Borgerhout-straatkant (R802) en Belgiëlei (R805) en de laagste concentraties op de meetplaats Wandeldijk-Antwerpen Linkeroever (AL01).

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Regelgeving voor SO ₂ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2005)	18
Tabel 2: Regelgeving voor NO ₂ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2005)	19
Tabel 3: Kalibratiefactoren voor PM ₁₀ en PM _{2,5}	20
Tabel 4: Regelgeving voor PM ₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO)	20
Tabel 5: Regelgeving voor PM _{2,5} (richtlijn 2008/50/EG en WGO)	21
Tabel 6: Regelgeving voor O ₃ (richtlijn 2008/50/EG).....	21
Tabel 7: Regelgeving voor VOS (richtlijn 2008/50/EG, VLAREM II en WGO 2000).....	22
Tabel 8: Europese streefwaarde voor benzo(a)pyreen	23
Tabel 9: Coördinaten meetplaatsen	24
Tabel 10: Coördinaten meetplaats Meerminnendam (R823)	25
Tabel 11: Overzicht metingen Antwerpse haven in 2016	25
Tabel 12: Belangrijkste statistische parameters voor SO ₂	33
Tabel 13: Aantal dagen met een overschrijding van de WGO-dagadvieswaarde van 20 µg/m ³	34
Tabel 14: Belangrijkste statistische parameters voor NO ₂	44
Tabel 15: Belangrijkste statistische parameters voor PM ₁₀	57
Tabel 16: Belangrijkste statistische parameters voor PM _{2,5}	65
Tabel 17: Belangrijkste statistische parameters voor zwarte koolstof	71
Tabel 18: Belangrijkste statistische parameters voor ozon in Berendrecht (R831)	82
Tabel 19: Toetsing aan informatie- en alarmdrempel, streefwaarden, langetermijndoelstellingen en WGO-advieswaarde op meetplaats R831	82
Tabel 20: Jaargemiddelde uurwaarde voor benzeen	86
Tabel 21: P98 Dagwaarde voor benzeen	87
Tabel 22: Maximale halfuurwaarde toluen	87
Tabel 23: Maximaal weekgemiddelde toluen	87
Tabel 24: Percentueel verschil VOS-componenten R893 en Vlaamse gemiddelde	97
Tabel 25: PAK-jaargemiddelden voor Kallo en het volledige Vlaamse meetnet in 2016 (ng/m ³).....	100
Tabel 26 : Overzicht van de meetplaatsen en gemeten pollutanten in de Antwerpse agglomeratie.....	105
Tabel 27: NO ₂ -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016 (µg/m ³)	109
Tabel 28: Aantal uren met een concentratie > 200 µg/m ³ NO ₂ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006-2016.....	111
Tabel 29: NO-jaargemiddelde op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016 (µg/m ³)	115
Tabel 30: PM ₁₀ -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016 (µg/m ³)	120
Tabel 31: Aantal dagen met PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006-2016.....	121



Tabel 32: PM _{2,5} -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016	127
Tabel 33: Aantal dagen met PM _{2,5} -concentratie > 25 µg/m ³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006-2016	128
Tabel 34: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2008 – 2016 (µg/m ³)	134

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Ligging meetplaatsen in de Antwerpse haven	26
Figuur 2: Evolutie SO ₂ -emissies en jaargemiddelde concentratie in het Antwerpse havengebied	27
Figuur 3: Aandeel sectoren in SO ₂ -emissies Antwerpse haven in 2000 en 2015	28
Figuur 4: Evolutie SO ₂ -emissie door de scheepvaart in de Antwerpse haven	30
Figuur 5: SO ₂ -jaargemiddelde haven van Antwerpen ten opzichte van Vlaanderen	31
Figuur 6: Evolutie SO ₂ -jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied	32
Figuur 7: Aantal dagen met daggemiddelde SO ₂ -concentratie > 20 µg/m ³	35
Figuur 8: Gemodelleerd SO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2016	36
Figuur 9: Pollutierozen gemiddelde SO ₂ -concentraties in het Antwerpse havengebied in 2016	38
Figuur 10: Evolutie NO _x (NO ₂)-emissies en NO ₂ -jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied	39
Figuur 11: Aandeel van de sectoren in de NO _x (NO ₂)-emissies in de Antwerpse haven	40
Figuur 12: Evolutie NO-jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied en Vlaanderen	41
Figuur 13: Evolutie NO ₂ -jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied en Vlaanderen	42
Figuur 14: Evolutie NO-jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied	43
Figuur 15: Evolutie NO ₂ -jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied	43
Figuur 16: Overzicht statistische parameters NO ₂ in het Antwerpse havengebied	45
Figuur 17: Gemodelleerd NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2016	47
Figuur 18: Evolutie NO ₂ -concentratie op de meetplaats Muisbroeklaan (R894)	48
Figuur 19: Pollutierozen NO ₂ -gemiddelde in het Antwerpse havengebied in 2016	49
Figuur 20: Emissies van stofprecursoren volgens aerosolvormend potentieel en primair PM ₁₀ in het Antwerpse havengebied	51
Figuur 21: Aandeel sectoren in emissies stofprecursoren in de haven van Antwerpen in 2000 en 2015	52
Figuur 22: Primaire PM ₁₀ -stofemissies van de verschillende sectoren en jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied	53
Figuur 23: Aandeel sectoren in primaire PM ₁₀ -stofemissies in het Antwerpse havengebied	54
Figuur 24: PM ₁₀ -jaargemiddelde haven van Antwerpen ten opzichte van Vlaanderen	55
Figuur 25: Evolutie PM ₁₀ -concentraties in het Antwerpse havengebied	56
Figuur 26: Aantal dagen met PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ voor de meetplaatsen in het Antwerpse havengebied	58
Figuur 27: Gemodelleerde PM ₁₀ -concentratie in het Antwerpse havengebied in 2016	59

Figuur 28: Pollutierozen PM ₁₀ in de Antwerpse haven in 2016	60
Figuur 29: Zero-pollutierozen voor PM ₁₀ in het Antwerpse havengebied in 2016	62
Figuur 30: Emissie van primair PM _{2,5} -emissie en jaargemiddelde in de Antwerpse haven	63
Figuur 31: Aandeel sectoren primair PM _{2,5} -emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2015	64
Figuur 32: Evolutie PM _{2,5} -jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied	66
Figuur 33: Gemodelleerd PM _{2,5} -jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied in 2016	67
Figuur 34: Pollutierozen PM _{2,5} -gemiddelde in het Antwerpse havengebied in 2016	69
Figuur 35: Zero-pollutierozen PM _{2,5} -gemiddelde in Antwerpse havengebied in 2016	70
Figuur 36: Evolutie jaargemiddelden zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied	72
Figuur 37: Evolutie zwarte koolstofconcentraties op verschillende virtuele meetplaatsen	73
Figuur 38: Gemodelleerd jaargemiddelde van zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2016	74
Figuur 39: Pollutierozen gemiddelde zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied in 2016	76
Figuur 40: Zero-pollutierozen voor zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied in 2016	78
Figuur 41: Emissies van precursoren met ozonvormend potentieel (ton TOFP-equivalent) en jaargemiddelde ozon in het Antwerpse havengebied	79
Figuur 42: Aandeel sectoren emissie precursoren met ozonvormend potentieel in haven van Antwerpen ..	80
Figuur 43: Evolutie O ₃ -concentraties in Berendrecht (R831)	81
Figuur 44: 90ste Percentiel pollutierozen ozon voor Berendrecht (R831) in 2016	84
Figuur 45: Evolutie totaal NMVOS-emissies in het Antwerpse havengebied	85
Figuur 46: Industriële IMJV-emissies benzeen, toluen en xyleen-isomeren in Antwerpse havengebied	86
Figuur 47: Evolutie benzeenconcentraties in Antwerpse haven	88
Figuur 48: Evolutie toluenconcentraties in Antwerpse haven	88
Figuur 49: Evolutie ethylbenzeenconcentraties in Antwerpse haven	89
Figuur 50: Evolutie m+p-xyleenconcentraties in Antwerpse haven	89
Figuur 51: Evolutie o-xyleenconcentraties in Antwerpse haven	90
Figuur 52: Pollutierozen benzeen in het Antwerpse havengebied in 2016	91
Figuur 53: Pollutierozen toluen in het Antwerpse havengebied in 2016	92
Figuur 54: Pollutierozen ethylbenzeen in het Antwerpse havengebied in 2016	93
Figuur 55: Pollutierozen o-xyleen in het Antwerpse havengebied in 2016	94
Figuur 56: Pollutierozen m+p-xyleen in het Antwerpse havengebied in 2016	95
Figuur 57: Vergelijking jaargemiddelde VOS-componenten op meetplaats R893 met Vlaams gemiddelde ..	96
Figuur 58: Trend depositie dioxines en PCB126 op meetplaats BV04 in Kallo (industriegebied)	98
Figuur 59: Jaarverloop van benzo(a)pyreen op de meetplaats in de Antwerpse haven versus de mediaan van alle Vlaamse meetplaatsen	99
Figuur 60: Aantal personenwagens per wegvak in 2015	101
Figuur 61: Aantal zware vrachtwagens per wegvak in 2015	102
Figuur 62: Aantal lichte vrachtwagens per wegvak in 2015	103
Figuur 63: Ligging meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie	106
Figuur 64: Evolutie NO _x (NO ₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie	107



Figuur 65: Aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2015108

Figuur 66: NO₂-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016109

Figuur 67: Aantal uren met een concentratie > 200 µg/m³ NO₂ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006-2016.....110

Figuur 68: Gemodelleerd NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2016112

Figuur 69: Pollutieroos voor NO₂ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016 (µg/m³) ...113

Figuur 70: Pollutierozen NO₂ voor de meetplaatsen van de Antwerpse agglomeratie in 2016114

Figuur 71: NO-jaargemiddelde op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016115

Figuur 72: Pollutieroos voor NO voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016 (µg/m³).....116

Figuur 73: Pollutierozen NO voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016117

Figuur 74: Emissies primair PM₁₀ van de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie118

Figuur 75: Aandeel van de sectoren in de primaire PM₁₀-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2015 119

Figuur 76: PM₁₀- jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016120

Figuur 77: Aantal dagen met een PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016121

Figuur 78: Gemodelleerd PM₁₀-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2016.....122

Figuur 79: Pollutieroos voor PM₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016 (µg/m³)..123

Figuur 80: Pollutierozen PM₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016124

Figuur 81: Emissies van primair PM_{2,5} van de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie.....125

Figuur 82: Aandeel van de sectoren in de emissies primair PM_{2,5} in de Antwerpse agglomeratie in 2015 ...126

Figuur 83: PM_{2,5}-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016127

Figuur 84: Aantal dagen met een PM_{2,5} concentratie > 25 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016128

Figuur 85: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2016129

Figuur 86: Pollutieroos voor PM_{2,5} op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016 (µg/m³)130

Figuur 87: Pollutierozen PM_{2,5} voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016131

Figuur 88: Emissies van elementair koolstof door verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie ..132

Figuur 89: Aandeel van de sectoren in de EC-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2015.....133

Figuur 90: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2008 – 2016.....134

Figuur 91: Gemodelleerd jaargemiddelde zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeratie in 2016135

Figuur 92: Pollutieroos voor zwarte koolstof voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016 (µg/m³)136

Figuur 93: Pollutierozen concentraties zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeratie in 2016137



1 BESCHRIJVING VAN DE POLLUENTEN

1.1 Zwaveldioxide – SO₂

Zwaveldioxide (SO₂) lost gemakkelijk op in water en heeft een zuur karakter. Bij inademing is SO₂ irriterend en bij hoge concentraties kan het ademhalingsproblemen veroorzaken, vooral bij personen die lijden aan astma of chronische longziekten.

SO₂ heeft nadelige effecten op de vegetatie door de rechtstreekse opname van SO₂ door de planten. Verder is SO₂ in belangrijke mate medeverantwoordelijk voor de verzuring van het milieu. Ook zorgt deze stof voor een versnelde verwerking van historische gebouwen of steen in het algemeen en voor metaalcorrosie. Ten slotte draagt SO₂ bij aan de vorming van fijn stof.

Zwaveldioxide wordt uitgestoten in het milieu, voornamelijk door verbranding van fossiele brandstoffen zoals kolen en aardolie.

1.2 Stikstofoxides – NO/NO₂

Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO₂) en stikstofmonoxide (NO). Bij verbrandingsprocessen op hoge temperaturen ontstaat in eerste instantie vooral NO. NO heeft een korte levensduur in de atmosfeer en is een kleur-, reuk- en smaakloos gas dat op zich weinig toxisch is. NO wordt door reacties met zuurstof en ozon omgezet tot NO₂. NO₂ heeft een langere levensduur in de atmosfeer en is schadelijk voor mens en ecosystemen. Het is een bruinrood gekleurd toxisch gas dat slecht ruikt en irritatie aan de luchtwegen kan veroorzaken. Zowel korte episodes van hoge concentraties, als langdurige blootstelling aan lage concentraties zijn schadelijk voor de gezondheid.

NO_x dragen bij aan de vorming van fijn stof. Verder spelen NO_x een belangrijke rol in de milieuverzuring en de fotochemische smogvorming. NO_x kunnen net als SO₂ over grote afstanden getransporteerd worden en kunnen dus effecten veroorzaken in verafgelegen gebieden.

Stikstofoxiden worden voornamelijk uitgestoten bij verbrandingsprocessen op hoge temperaturen.

1.3 Fijn stof – PM₁₀, PM_{2,5} en zwarte koolstof

Zwevend stof (PM = *Particulate Matter*) 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.

Naargelang hun oorsprong maakt men onderscheid tussen primaire en secundaire deeltjes. Primaire deeltjes ontstaan door rechtstreekse uitstoot in de atmosfeer door verschillende soorten bronnen of door mechanische verkleining van grover materiaal: bijvoorbeeld zware metalen bij metaalverwerking. Secundaire deeltjes ontstaan in de atmosfeer door chemische of fysische reacties uit gasvormige componenten zoals ammoniak, zwaveldioxide, stikstofoxiden of organische verbindingen.



Stofdeeltjes deelt men vaak in volgens de grootte op basis van de aerodynamische diameter (a.d.). Dit is de diameter van een bolvormig deeltje dat in de omgevingslucht hetzelfde gedrag vertoont als het stofdeeltje. PM₁₀ en PM_{2,5} is de verzameling van stofdeeltjes met een a.d. kleiner dan 10 respectievelijk 2,5 µm. Ultrafijn stof (UFP) is de verzamelnaam voor deeltjes met een a.d. kleiner dan 0,1 µm (PM_{0,1}). Zwarte koolstof is een onderdeel van fijn stof en wordt gevormd bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen, biomassa en biobrandstof. Zwarte koolstof bevindt zich voornamelijk in de ultrafijne fractie van het fijn stof en is een maat voor de roetconcentratie in de omgevingslucht. De Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) beschouwt zwarte koolstof als een nuttige indicator voor het evalueren van lokale maatregelen met als doel de blootstelling aan fijn stof ten gevolge van gemotoriseerd verkeer te verminderen¹.

Studies hebben verbanden aangetoond tussen de aanwezigheid van PM in de omgevingslucht en gezondheidseffecten op korte en lange termijn. Voor PM is er volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) geen veilige drempelwaarde waaronder geen nadelige effecten voorkomen. Bij korte episodes – 24 uur – van luchtverontreiniging verergeren bestaande gezondheidsproblemen, zoals luchtweginfecties en astma. Verder kan fijn stof bloedvaten doen dichtslibben en hartaanvallen veroorzaken. Bij chronische blootstelling maakt de WGO melding van een vermindering van de longfunctie, een toename van chronische luchtwegaandoeningen en een verminderde levensverwachting.

Midden 2012 classificeerde het *International Agency for Research on Cancer* (IARC), het gespecialiseerde kankeragentschap van de WGO, dieseluitlaatgassen als kankerverwekkend voor de mens. Dieselwagens stoten – ten opzichte van benzinevoertuigen – veel meer stikstofoxiden en roetdeeltjes uit. Eind 2013 classificeerde het IARC ook fijn stof als kankerverwekkend voor de mens². Belangrijk is dat fijn stof niet enkel kan leiden tot longkanker, een langdurige blootstelling kan ook borstkanker en kankers van het spijsverteringsstelsel induceren³. Algemeen wordt aangenomen dat ook ultrafijn stof schadelijk is, maar de wetenschappelijke kennis hierover is nog beperkt.

De dienst Milieurapportering van de VMM (MIRA) berekende de ziektelast door de verschillende milieupolluenten voor de Vlaamse bevolking⁴. Omgerekend per inwoner van Vlaanderen bedroeg die één verloren gezond levensjaar in een volledig leven bij een levenslange blootstelling aan de huidige concentraties. Belangrijk hierbij is dat dit om een gemiddelde waarde gaat. Bij bepaalde gevoelige personen, zoals astmapatiënten, kinderen en ouderen, zal de reële impact groter zijn dan bij anderen. Uit deze studie volgde ook dat fijn stof – PM₁₀ en PM_{2,5} – ongeveer 71% van de verloren gezonde levensjaren ten gevolge van milieufactoren voor zijn rekening neemt.

Tijdens een fijnstofepisode doen mensen die bijzonder gevoelig zijn voor luchtverontreiniging best geen ongewone lichamelijke inspanningen. Tot deze groep behoren jonge kinderen, ouderen, personen met het chronisch obstructief longlijden (COPD) en personen met hart- en vaatziekten. Tijdens dergelijke fijnstofepisodes raadt men iedereen af om langdurige fysieke inspanningen, zoals joggen, te doen. Omwille van de kleine afmeting – de diameter is kleiner dan een honderdste van een millimeter – kunnen fijnstofdeeltjes gemakkelijk overal binnendringen en zijn de concentraties ervan binnenshuis niet significant lager dan in de buitenlucht.

¹ http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/162535/e96541.pdf?ua=1

² http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf

³ Wong C.M. et al. 2016. Cancer mortality risks from long-term exposure to ambient fine particle. *Cancer Epidemiol biomarkers prev*; 25(5): 839-45

⁴ MIRA (2012), Inschatting ziektelast en externe kosten veroorzaakt door verschillende milieufactoren in Vlaanderen, MIRA, MIRA/2012/06

Andere effecten van stofdeeltjes zijn verminderde zichtbaarheid en bevuilding van blootgestelde oppervlakken en materialen. Ze hebben mogelijk een invloed op het klimaat: naargelang de samenstelling kan fijn stof zowel voor afkoeling als voor opwarming zorgen. Bovendien draagt fijn stof bij tot de verzurende en vermestende depositie.

1.4 Ozon – O₃

Ozon (O₃) wordt niet rechtstreeks uitgestoten, maar in de omgevingslucht gevormd door fotochemische reacties in de atmosfeer. Ozon is dus een secundaire pollutant die op warme dagen, onder invloed van zonlicht, gevormd wordt op basis van de precursoren NO_x (stikstofoxiden) en VOS (vluchtige organische stoffen). Voor de bronnen van ozon verwijzen we naar de bronnen van NO_x en VOS. Er bestaat geen lineair verband tussen de hoeveelheid ozon en de uitstoot van de precursoren. Voor een duurzame daling van de ozonconcentraties is een globale vermindering van de uitstoot van de precursoren noodzakelijk.

Door zijn sterk oxiderend vermogen kan ozon een aantal gezondheidseffecten veroorzaken, waaronder een (tijdelijke) longfunctievermindering. Samen met andere stoffen uit de 'zomersmog cocktail', waaronder peroxyacetylnitrat (PAN), kan ozon leiden tot gezondheidsklachten zoals prikkende ogen, hoesten en irritatie van de slijmvliezen. Het optreden van deze symptomen is afhankelijk van de individuele gevoeligheid: personen met aandoeningen van de luchtwegen zullen sneller een effect waarnemen dan personen met een normale longfunctie. Ook kinderen en ouderen zijn gevoeliger. Bovendien bestaat er een zogenaamde groep 'responders' – zowat 10% van de bevolking – die om onduidelijke redenen extra gevoelig zijn voor hoge ozonconcentraties. De effecten zijn echter voor iedereen afhankelijk van de dosis die men ondervindt. Die dosis is het product van drie termen:

dosis (µg) = ozonconcentratie (µg/m³) x blootstellingstijd (seconde) x inadembiet (m³/s)

- de ozonconcentratie: hoe hoger de concentratie, hoe meer mensen klachten zullen hebben en hoe ernstiger de klachten zullen zijn. Men kan echter niet precies aangeven vanaf welke concentraties welke effecten te verwachten zijn;
- de duur van de blootstelling: hoe langer de blootstelling, hoe groter de klachten. Gezondheidseffecten zijn gerelateerd aan een gemiddelde concentratie gedurende een 8-uur durende blootstelling;
- het ademdebiet: bij lichamelijke inspanningen in de buitenlucht zal de ademhaling versnellen en zal er per seconde meer lucht de longen passeren. In vergelijking met een persoon in rust betekent dit een grotere dosis aan ozon en dus meer kans op een effect.

Voor de gemiddelde bevolking is de concentratie de factor die het meest van dag tot dag varieert. De concentratie bepaalt dus in hoofdzaak de dosis die men binnenkrijgt. De VMM licht de media en de bevolking in als er ozondagen zijn. Dit zijn dagen met een overschrijding van de Europese informatiedrempel op minstens één meetplaats in Vlaanderen. Op deze dagen kunnen een aantal voorzorgsmaatregelen de effecten van ozonepisodes beperken. Bij ozonconcentraties hoger dan de Europese informatiedrempel van 180 µg/m³ is het aangewezen om van 12 tot 22 uur geen zware inspanningen buitenshuis te leveren en indien mogelijk binnen te blijven. Binnenshuis zijn de ozonconcentraties gemiddeld de helft lager. Vooral mensen met luchtwegproblemen en kinderen volgen dit advies best op. Indien er desondanks toch nog gezondheidsklachten optreden, is het aangewezen de huisarts te raadplegen. Hij is het best op de hoogte



van de persoonlijke gezondheidstoestand van de patiënt en is dus het best geplaatst om bijkomend advies te verstrekken. Te veel ozon komt vooral voor bij zonnig, (zeer) warm weer en weinig wind.

Hoge ozonconcentraties veroorzaken ook schade aan gewassen⁵. Naast zichtbare symptomen als spikkels op het blad zijn er ook onzichtbare effecten waarbij de cellen aangetast zijn, maar de plant niet afsterft. Dit resulteert in verminderde groei en opbrengst. Deze chronische beschadigingen leiden tot belangrijke economische schade. Daarnaast brengt ozon de planten onder stress, met een verhoogde productie van het plantenhormoon etheen tot gevolg. Dit leidt tot het te vroeg afsterven of afrijpen of een onnatuurlijk vroegtijdige bladval. Kortetermijndrempelwaarden voor ozon bieden weinig bescherming aan de vegetatie. Zelfs acute schade wordt nauwelijks voorkomen. Alhoewel de inwerking van ozon op planten zeer complex is en gerelateerd is aan onder meer klimatologie, bodemvochtigheid, ontwikkelingsstadium van de plant, voedingstoestand, standplaats en cultuurvariëteit werd toch een wetgeving uitgewerkt. Ozon kan ook de verwerking van materialen, voornamelijk kunststoffen, veroorzaken. Ten slotte levert ozon in de onderste luchtlagen (troposfeer) een bijdrage aan het broeikas effect.

1.5 Vluchtige organische stoffen - VOS

Vluchtige organische stoffen (VOS) omvatten een groot aantal componenten 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 waaronder zuurstof, stikstof, halogenen en zwavel.

Sommige VOS-componenten zoals benzeen en vinylchloride zijn kankerverwekkend en werken rechtstreeks in op de gezondheid. Daarnaast hebben de VOS een onrechtstreeks effect op het milieu door hun aandeel in de fotochemische luchtverontreiniging. Samen met stikstofoxiden vormen ze, op warme dagen, onder invloed van zonnestrallen immers ozon en oxidanten die de gezondheid, gewassen en materialen schade toebrengen. Ook hebben ze een aandeel in de fijnstofproblematiek door de vorming van secundair fijn stof. Tenslotte spelen bepaalde VOS zoals methaan en chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's) een rol in het broeikas effect en de aantasting van de ozonlaag.

1.6 PCB

Polychloorbifenylen (PCB) is een verzamelnaam voor zo'n 209 verschillende stoffen. 12 hiervan zijn uiterst giftig en staan bekend als de dioxineachtige PCB. Ze hebben eenzelfde werking als de dioxines. Niet alle PCB zijn even schadelijk. Om de toxiciteit van een PCB-mengsel met elkaar te vergelijken, worden de resultaten uitgedrukt in toxische equivalenten (TEQ). Hierbij vermenigvuldigt men de concentratie van elke afzonderlijke verbinding met zijn respectievelijke toxiciteitsfactor.

PCB werden door de mens geproduceerd en hadden diverse industriële toepassingen. Sinds de jaren tachtig is er een verbod op hun productie. PCB breken nauwelijks af, we vinden ze nog steeds in het milieu. Vooral schrootbedrijven 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 PCB zich op dierlijke lichaamsvetten waarna de mens deze, na consumptie van dierlijke producten zoals vlees, vis en

⁵ Deutsch F., Vandermeiren K. (2013), Ozonschade aan vegetatie: Literatuurstudie en studie naar de haalbaarheid van een indicator op basis van de ozonflux en naar de implicaties voor de gebiedsdekkende berekening via een luchtkwaliteitsmodel, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2013/12, VITO, CODA-CERVA - http://www.milieurapport.be/Upload/main/0_onderzoeksrapporten/2013/Eindrapport_ozonflux_indicator_finaal_TW_red.pdf

zuivelproducten, opneemt. Net omdat de opname van PCB voornamelijk gebeurt via voeding, is het belangrijk dat ze niet voorkomen in agrarische gebieden en woonzones.

De VMM meet de PCB in neervallend stof, ook depositie genoemd. Zo bepaalt ze in welke mate PCB uit de lucht kunnen neerslaan en er een potentieel risico is tot opname via de voedselketen. De resultaten zeggen iets over de kwaliteit van de omgevingslucht.

De analyse gebeurt isomeer specifiek voor alle 12 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 dioxines zijn verwant aan de PCB en werken op dezelfde manier in op het lichaam. Momenteel meet de VMM geen dioxines meer in de Antwerpse haven.

1.7 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen - PAK

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) ontstaan hoofdzakelijk door onvolledige verbranding. Bepaalde verbindingen uit deze groep zijn kankerverwekkend en kunnen DNA-schade veroorzaken. De meeste PAK komen vooral gebonden aan fijn stof in de lucht voor. De lichtere verbindingen zijn ook in de gasfase aanwezig. PAK zijn vrij stabiel en kunnen daardoor over grotere afstanden door de lucht getransporteerd worden. PAK in lucht kunnen door neerslag of door droge depositie ook op de bodem, op gewassen of in oppervlaktewater terecht komen.



2 OVERZICHT LUCHTKWALITEITSNORMEN

De Europese Commissie definieerde streef- en grenswaarden en alarmdrempels voor diverse polluenten. Bij de definiëring van deze luchtkwaliteitsnormen werd er, naast de gezondheidseffecten, rekening gehouden met de technische haalbaarheid. Daarnaast werd een kosten-batenanalyse uitgevoerd om de economische consequenties van de opgelegde concentratieniveaus in te schatten. Deze Europese normen zijn opgenomen in de Vlaamse wetgeving.

De Europese regelgeving is vaak gebaseerd op de richtlijnen opgesteld door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). De WGO definieert advieswaarden voor verschillende polluenten. Die advieswaarden hebben als doel de risico's van gezondheidsschade door luchtverontreiniging te beperken en zijn meestal strenger dan de Europese grens- of streefwaarden. Bij de definiëring van de Europese grens- of streefwaarden wordt immers niet alleen rekening gehouden met de gezondheidseffecten, maar ook met de technische haalbaarheid en de economische consequenties van de opgelegde concentratieniveaus.

Er zijn geen Europese of internationale normen voor dioxine- en PCB-deposities. De VMM gebruikt drempelwaarden om te oordelen welke regio's extra aandacht verdienen.

In dit rapport vergelijken we de concentraties van de polluenten met de Europese regelgeving, de WGO-advieswaarden en de drempelwaarden.

2.1 Zwaveldioxide – SO₂

De Europese Richtlijn 2008/50/EG definieert grenswaarden en een alarmdrempel voor SO₂. Deze grenswaarden en alarmdrempel zijn al in werking sinds 2005. Daarnaast heeft de WGO ook advieswaarden vastgelegd. Tabel 1 toont een overzicht van de Europese grens- en alarmdrempelwaarden die van toepassing zijn voor SO₂. Ook de WGO-advieswaarden zijn opgenomen.

Tabel 1: Regelgeving voor SO₂ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2005)

	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
EU-richtlijn 2008/50/EG*	Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 uur	350 µg/m ³ ; max. 24 overschrijdingen per jaar
		1 dag	125 µg/m ³ ; max. 3 overschrijdingen per jaar
	Alarmdrempel	Gedurende 3 opeenvolgende uren	500 µg/m ³
WGO	Advieswaarde	1 dag	20 µg/m ³
		10 minuten	500 µg/m ³

*: sinds 1 januari 2005 moet de grenswaarde voor SO₂ gerespecteerd worden.

2.2 Stikstofoxides – NO/NO₂

De Europese richtlijn 2008/50/EG legt grenswaarden en een alarmprempe op voor NO₂. Ook de WGO heeft advieswaarden vastgelegd. Tabel 2 toont een overzicht. Voor NO bestaat er geen regelgeving.

Tabel 2: Regelgeving voor NO₂ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2005)

	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
EU-richtlijn 2008/50/EG	Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 uur	200 µg/m ³ ; max. 18 overschrijdingen per jaar
		Jaar	40 µg/m ³ 60 µg/m ³ in Antwerps havengebied en Antwerpse agglomeratie (2011-2014)
	Alarmprempe	Gedurende 3 opeenvolgende uren	400 µg/m ³
WGO	Advieswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 uur	200 µg/m ³ ; geen overschrijdingen
		Jaar	40 µg/m ³

De Europese grenswaarden voor NO₂ moeten sinds 1 januari 2010 gerespecteerd worden. De alarmprempe voor NO₂ geldt vanaf 19 juli 2001. Richtlijn 2008/50/EG laat toe voor NO₂ uitstel te vragen voor het behalen van de grenswaarden. België vroeg dit voor het Brussels Gewest en de zones Antwerpse haven en Antwerpse agglomeratie. De Europese Commissie verleende uitstel voor de twee Vlaamse zones: tot 1 januari 2015 was voor deze twee zones de NO₂-jaargrenswaarde gesommeerd met de maximale overschrijdingsmarge (50 %) van toepassing, wat overeenkomt met een jaargrenswaarde van 60 µg/m³. In de overige Vlaamse zones gold steeds de jaargrenswaarde van 40 µg/m³, vanaf 2015 is dit ook zo in de Antwerpse haven en Antwerpse agglomeratie.

In tegenstelling tot de Europese regelgeving definieert de WGO geen alarmprempe en laat ze geen enkele overschrijding van het uurgemiddelde van 200 µg/m³ toe.

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 referentiemetmethode. De richtlijn laat andere meettechnieken toe, indien equivalentie met de referentiemetmethode kan worden aangetoond. De Europese referentiemetmethode is een semiautomatische techniek waarbij een vooraf gewogen filter 24 uur bemonsterd wordt en daarna in het labo opnieuw wordt gewogen. De resultaten van de referentiemetmethode zijn, in tegenstelling tot die van de automatische meettoestellen, dus niet onmiddellijk en in *real-time* beschikbaar. Door de VMM worden regelmatig vergelijkende equivalentiemetcampagnes georganiseerd. Hieruit blijkt dat de automatische



meettechnieken equivalent zijn, mits het gebruik van een kalibratiefactor. Deze kalibratie is nodig om onder meer 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.

In 2014 werden nieuwe toestellen in gebruik genomen, namelijk de PALAS-FIDAS. Ook voor deze toestellen werd een kalibratiefactor bepaald. De PALAS-FIDAS toestellen meten simultaan PM₁₀ en PM_{2,5}. Tabel 3 toont alle kalibratiefactoren. Die factoren werden waar nodig toegepast op de concentraties getoond in dit rapport.

Tabel 3: Kalibratiefactoren voor PM₁₀ en PM_{2,5}

Fractie	Type monitor	Factoren		
		vanaf 03/06/2014	01/01/2009-02/06/2014	tot en met 31/12/2008
PM₁₀	ESM	Geen toestel in gebruik	1,25	1,37
	TEOM	Geen toestel in gebruik	Variabele factor per dag	1,47
	TEOM-FDMS	1,00	1,00	1,00
	PALAS-FIDAS	Sommatie met 2,6 µg/m ³	Geen toestel in gebruik	Geen toestel in gebruik
PM_{2,5}	ESM	Geen toestel in gebruik	1,27	1,46
	TEOM-FDMS	1,00	1,00	1,00
	PALAS-FIDAS	1,00	Geen toestel in gebruik	Geen toestel in gebruik

Tabel 4 bevat de grens- en advieswaarden voor de pollutant PM₁₀.

Tabel 4: Regelgeving voor PM₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO)

Onderwerp		Middelingstijd	Doelstelling
EU-richtlijn 2008/50/EG*	Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 dag	50 µg/m ³ ; max. 35 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	40 µg/m ³
WGO	Advieswaarde	1 dag	50 µg/m ³ ; max. 3 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	20 µg/m ³

*: Sinds 1 januari 2005 moet de grenswaarde voor PM₁₀ gerespecteerd worden.

Tabel 5 toont de grens- en advieswaarden voor PM_{2,5}.



Tabel 5: Regelgeving voor PM_{2,5} (richtlijn 2008/50/EG en WGO)

	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling	Datum waarop waarde moet bereikt zijn
EU-richtlijn 2008/50/EG	Grenswaarde	Jaar	25 µg/m ³	1 januari 2015
	Indicatieve grenswaarde*	Jaar	20 µg/m ³	1 januari 2020
WGO	Advieswaarde	Jaar	10 µg/m ³	-
		Dag	25 µg/m ³ max 3 overschrijdingen per jaar	-

2.4 Zwarte koolstof

Voor zwarte koolstof bestaat er geen Vlaamse of Europese wetgeving. Ook de WGO heeft (nog) geen advieswaarden gepubliceerd voor zwarte koolstof. De WGO beschouwt zwarte koolstof als een nuttige indicator voor het evalueren van lokale maatregelen met als doel de blootstelling aan fijn stof ten gevolge van gemotoriseerd verkeer te verminderen⁶.

2.5 Ozon – O₃

Tabel 6 toont een overzicht van de Europese regelgeving voor ozon ter bescherming van de gezondheid. De WGO-advieswaarde is ook opgenomen.

Tabel 6: Regelgeving voor O₃ (richtlijn 2008/50/EG)

Bescherming	Basistijd	Streefwaarde vanaf 2010 ^a
Streefwaarde vanaf 2010 ^a	hoogste 8-uurgemiddelde van een dag NET60 _{ppb} ^b	120 µg/m ³ , gemiddeld over 3 jaar: max. 25 overschrijdingsdagen per jaar
Lange termijn doelstelling	hoogste 8-uurgemiddelde van een dag NET60 _{ppb}	120 µg/m ³
Informatiedrempel	uurgemiddelde	180 µg/m ³
Alarmdrempel	uurgemiddelde ^c	240 µg/m ³
WGO-advieswaarde	hoogste 8-uurgemiddelde van een dag	100 µg/m ³

a: 2010 is het eerste jaar waarvan de gegevens gebruikt worden bij het beoordelen van het naleven van de streefwaarde tijdens de volgende drie of vijf jaar.

b: NET60ppb: 'Number of exceedances of a Threshold of 60 ppb', dit is het aantal dagen met hoogste uurgemiddelde boven 120 µg/m³.

c: Indien er gedurende 3 opeenvolgende uren overschrijdingen van de alarmdrempel gemeten of gemodelleerd worden, moeten er kortetermijnacties worden ondernomen, maar alleen wanneer die maatregelen de ozonconcentraties substantieel zouden verminderen.

⁶ http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/162535/e96541.pdf?ua=1

De aanbeveling van de WGO is strenger dan de Europese streefwaarde: 100 µg/m³ voor het hoogste 8-uurgemiddelde van een dag. Deze concentratie zou voldoende bescherming bieden voor de volksgezondheid, hoewel er ook nog negatieve effecten kunnen voorkomen onder deze advieswaarde⁷.

2.6 Vluchtige organische stoffen – VOS

Tabel 7 toont een overzicht van de grens- en advieswaarden voor de VOS.

Tabel 7: Regelgeving voor VOS (richtlijn 2008/50/EG, VLAREM II en WGO 2000)

	Middelingstijd	Grenswaarde	Richtwaarde	Advieswaarde
Richtlijn 2008/50/EG				
Benzeen ^a	jaar	5 µg/m ³		
VLAREM II				
Benzeen	jaar	50 µg/m ³ als P98 op basis van dagwaarden		
Vinylchloride ^b	jaar	10 µg/m ³ als P98 op basis van halfuren	1 µg/m ³	
WGO				
1,2-dichloorethaan	dag			700 µg/m ³
Tolueen	week			260 µg/m ³
	half uur			1.000 µg/m ³
Styreen ^b	week			260 µg/m ³
Tetrachloorethyleen	jaar			250 µg/m ³
Formaldehyde ^b	half uur			1.000 µg/m ³

a: Sinds 1 januari 2005 moet de grenswaarde voor benzeen gerespecteerd worden.

b: In 2016 was er geen analyse van deze component. Toetsing was dus niet mogelijk.

2.7 PCB

Er bestaan geen wettelijke normen voor de depositie van PCB. Het Europees Wetenschappelijk Comité voor menselijke voeding bracht een advies uit hoeveel dioxines en dioxineachtige PCB men wekelijks maximaal mag innemen. Hieruit berekende de VMM drempelwaarden. Deze drempelwaarden zijn niet opgenomen in de wetgeving maar laten de VMM toe om de gemeten deposities te beoordelen.

Deze drempelwaarden gelden:

- voor de som van de dioxines en dioxineachtige PCB;
- enkel in agrarische gebieden en woonzones.

Op de meetplaats in de Antwerpse haven meten we enkel PCB. Bovendien ligt deze meetplaats in industriegebied. De resultaten worden dus niet getoetst aan deze drempelwaarden.

⁷ WHO Air Quality Guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005, Summary of risk assessment, 2006

3 LUCHTKWALITEIT IN DE ANTWERPSE HAVEN

In dit hoofdstuk bespreken we de luchtconcentraties en emissies van de verschillende pollutanten in de Antwerpse haven. We toetsen de concentraties van 2016 aan de huidige en toekomstige Europese regelgeving en aan de WGO-advieswaarden. Ook de trend wordt besproken. De emissiegegevens in dit rapport werden verzameld door het Team Emissie-inventaris Lucht van de VMM op basis van door de bedrijven gerapporteerde emissies in het Integraal Milieujaarverslag en modelberekeningen.

3.1 Het meetnet

In en rond het havengebied meet de VMM op verscheidene meetplaatsen één of meerdere pollutanten 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 één meetplaats in de haven meet de VMM de depositie van PCB met behulp van depositiekruiken. Op één locatie worden PAK gemeten. In dit rapport gebruiken we de meteogegevens gemeten op de meetplaats Antwerpen Luchtbal (M802).

Tabel 9 toont een overzicht van de meetplaatsen in het Antwerpse havengebied. Naast de code vermelden we het adres en de Lambertcoördinaten. De meetplaatsen met een grote relevantie voor de blootstelling in woonzones zijn gemarkeerd (*). De andere meetplaatsen zijn industriële brongerichte meetplaatsen, waar de relevantie voor de blootstelling in woonzones eerder beperkt is. De resultaten van deze industriële meetplaatsen rapporteert de VMM niet aan Europa.

Tabel 9: Coördinaten meetplaatsen

Code Meetplaats	Adres	X	Y
AB01	Boudewijnsluis, 2000 Antwerpen	147285	219010
AB02*	Antwerpsebaan, 2040 Berendrecht	146730	225666
AL01*	Wandeldijk, 2050 Antwerpen-Linkeroever	150865	214046
AL02	Engelsesteenweg, Beveren	140657	221644
AL03*	Pomphuis, Watermolendijkweg, Beveren	138326	216020
AL04	Liefkenshoektunnel, Beveren	144735	220097
AL05*	Sluis van Kallo, Ketenislaan, Beveren	143727	217031
BV04	Land Van Waaslaan – haven 1204, 9120 Kallo	141709	217269
M802*	Havannastraat, 2030 Antwerpen	153884	216790
R815*	Laarstraat, 2070 Zwijndrecht	147489	211634
R822	Polderdijkweg, 2030 Antwerpen	148082	217156
R830*	Scheldemolenstraat, 9130 Beveren-Waas (Doel)	142601	223162
R831*	Hoefbladstraat, 2040 Berendrecht	147976	226558
R833*	PITO, Laageind, 2940 Stabroek	149541	224212
R891	Scheurweg, 2030 Antwerpen	151159	216212
R892*	Kallosluis, 9120 Kallo	143727	217020
R893*	Ekerse Dijk, 2180 Ekeren	151187	219057
R894	Muisbroeklaan, 2030 Antwerpen	148656	219293
R897*	Scheldelaan, 2030 Antwerpen	148139	215578
SA04*	Abelenlaan, 2940 Hoevenen (Stabroek)	152448	222679

*: Relevant voor blootstelling bevolking.

Daarnaast is er nog een andere meetplaats Beveren-Meerminnendam (R823). Deze meetplaats ligt buiten de Europese afbakening van de zone Antwerpse haven, maar is wel interessant om te vermelden. Het meetstation ligt windopwaarts van de dominante windrichting die in Vlaanderen heerst en geeft dus een idee van de achtergrondconcentratie voor de Antwerpse haven. Deze meetplaats geeft ook informatie over de luchtkwaliteit in de gemeente Beveren. Daarom geven we in dit rapport ook de meetgegevens weer van deze meetplaats, deze worden niet meegenomen bij de berekening van het virtueel gemiddelde. De coördinaten van deze meetplaats staan in Tabel 10.

Tabel 10: Coördinaten meetplaats Meerminnendam (R823)

Code	Adres	X	Y
R823*	Meerminnendam, Beveren	140998	221485

Op de meetplaatsen worden één of meerdere componenten gemeten. Een overzicht staat in Tabel 11.

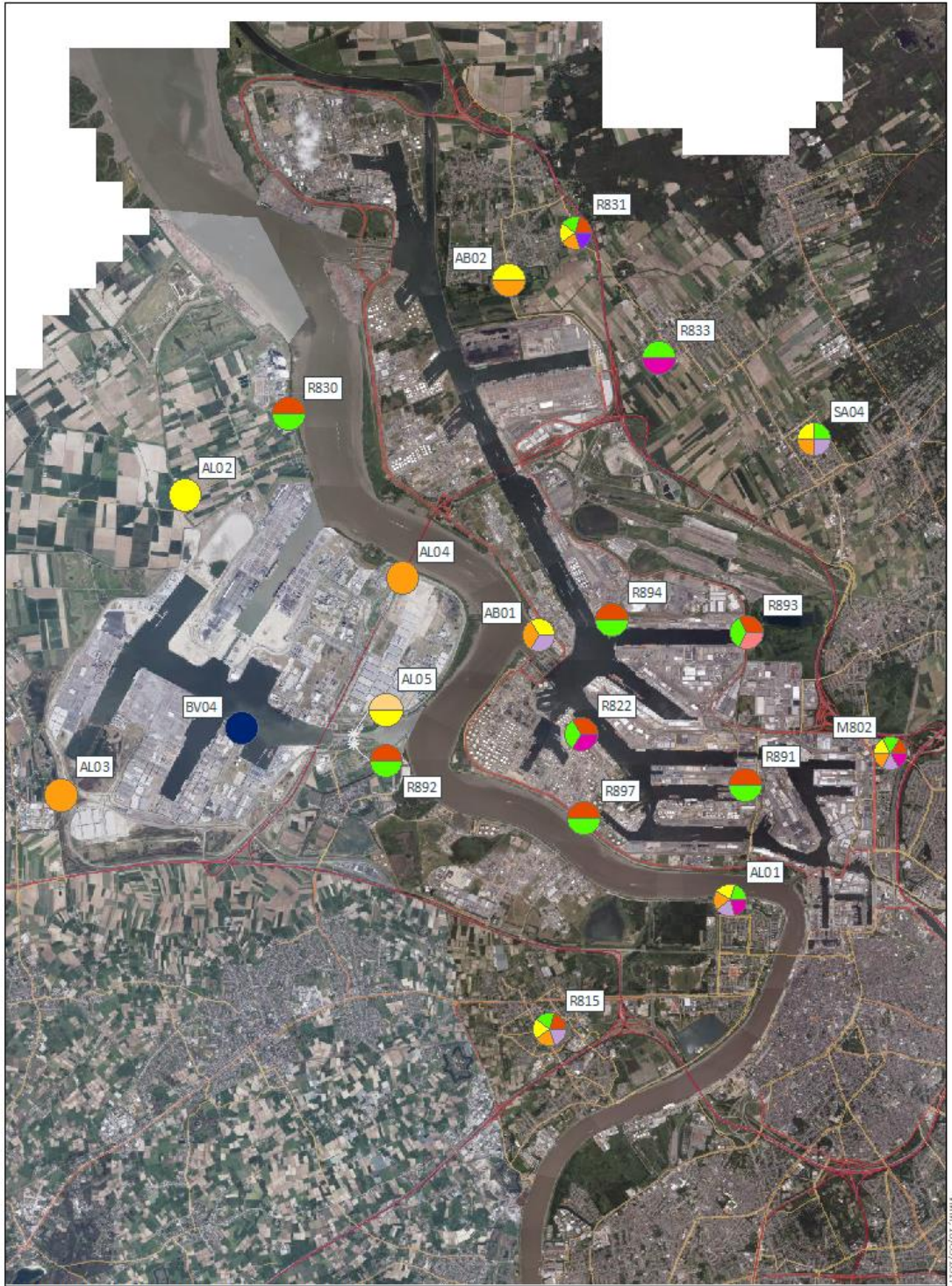
Tabel 11: Overzicht metingen Antwerpse haven in 2016

Meetplaats Code	SO ₂	NO _x	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	zwarte koolstof	BTEX	VOS	PAK	PCB
AB01				✓	✓	✓				
AB02				✓	✓					
AL01		✓		✓	✓	✓	✓°			
AL02				✓						
AL03					✓					
AL04					✓					
AL05				✓					✓	
BV04										✓
M802	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
R815	✓	✓		✓	✓	✓				
R822	✓	✓					✓**			
R830	✓	✓								
R831	✓	✓	✓	✓	✓					
R833		✓					✓			
R891	✓	✓								
R892	✓	✓								
R893	✓	✓						✓***		
R894	✓	✓								
R897	✓	✓								
SA04		✓		✓	✓	✓				
R823		✓		✓	✓					

°: metingen gestart op 08/09/2016; **: 6: metingen gestart op 08/03/2016, ***: metingen gestart op 14/01/2016

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.

Figuur 1: Ligging meetplaatsen in de Antwerpse haven



Metingen in de haven van Antwerpen eind 2016



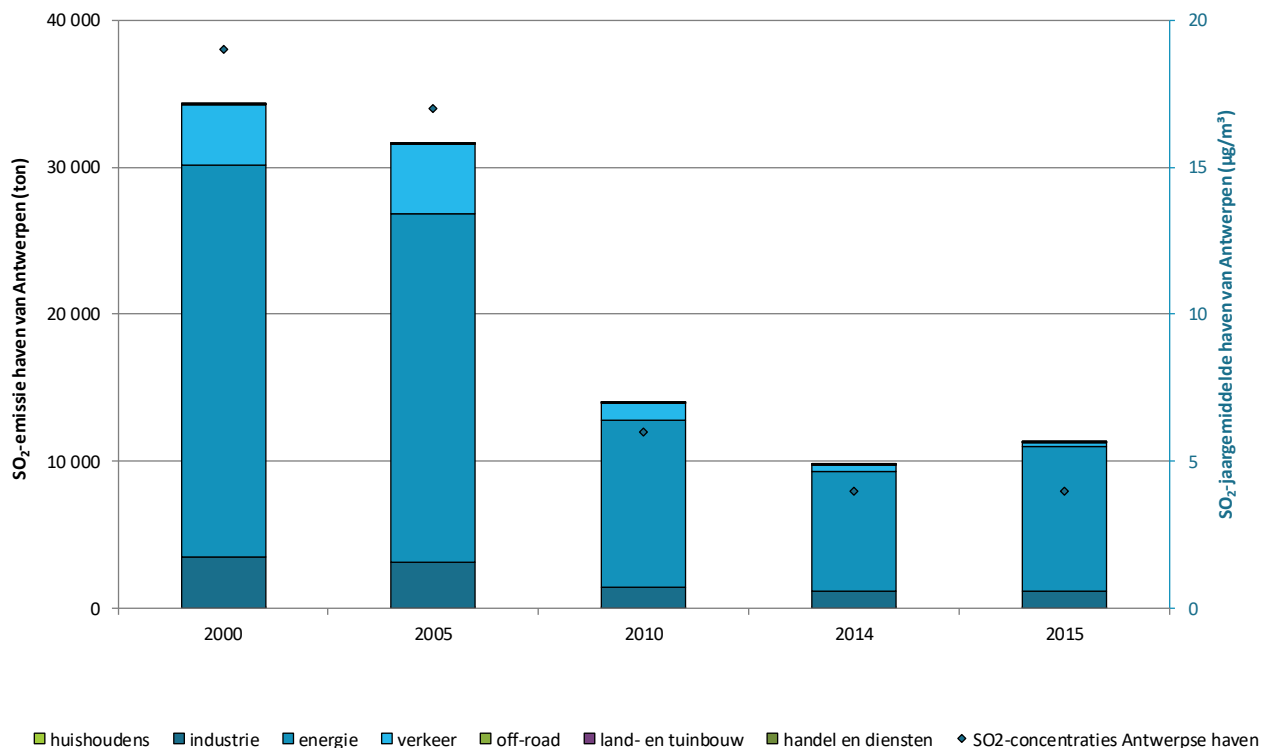
3.2 Zwaveldioxide – SO₂

In deze paragraaf bespreken we achtereenvolgens de emissies van SO₂ en de trend van de SO₂-concentraties. We toetsen de concentraties aan de regelgeving en bekijken de geografische spreiding.

3.2.1 Emissie van SO₂

Figuur 2 toont de emissie van de verschillende sectoren in het Antwerpse havengebied voor 2000, 2005, 2010, 2014 en 2015. Het virtuele SO₂-jaargemiddelde van de haven van Antwerpen staat ook aangeduid. Er is een duidelijke daling te zien in zowel de emissies als de concentraties in deze periode. Het grootste aandeel van de emissies is afkomstig van de energiesectoren. Deze omvatten de elektriciteitscentrales en de petroleumraffinaderijen.

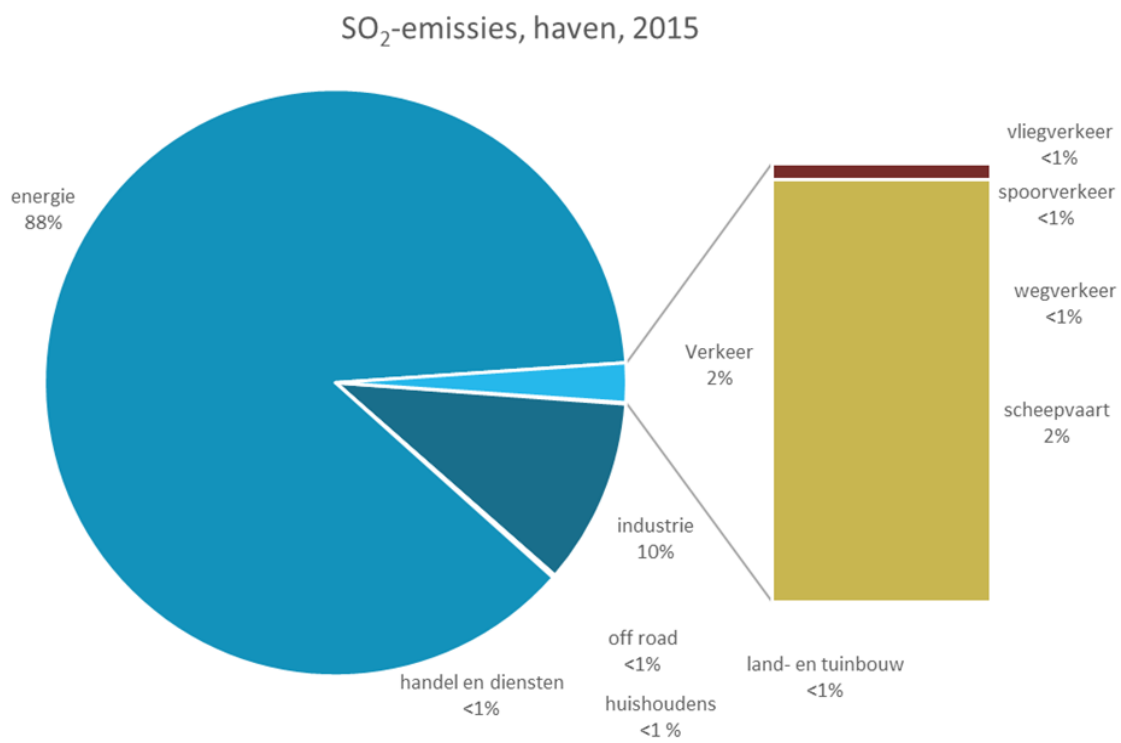
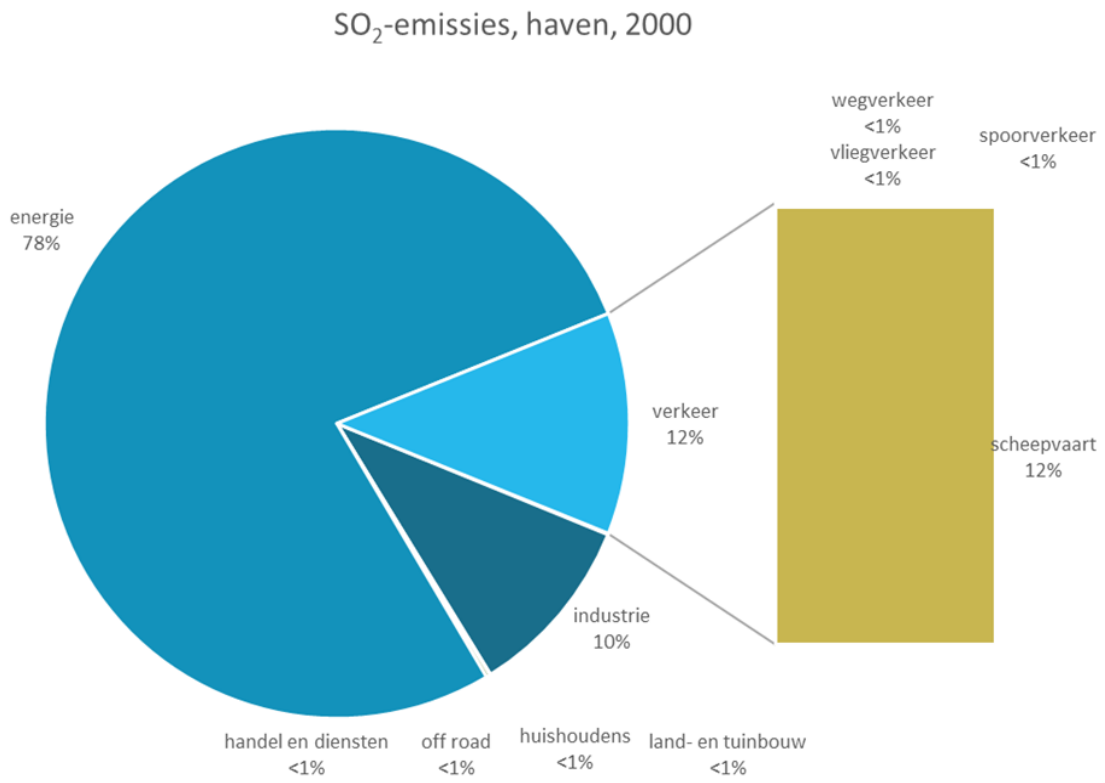
Figuur 2: Evolutie SO₂-emissies en jaargemiddelde concentratie in het Antwerpse havengebied



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 3 toont het aandeel van de sectoren in de SO₂-emissies in de jaren 2000 en 2015. De energiesector, die de petroleumraffinaderijen en de elektriciteitscentrales omvat, heeft het grootste aandeel. In 2000 was 77 % van de emissies afkomstig van de petroleumraffinaderijen; in 2015 loopt dit aandeel op tot 88 % en zijn er geen emissies meer van de elektriciteitscentrales in dit gebied. Het aandeel van het verkeer daalt van 12 % in 2000 naar 2 % in 2015; dit aandeel bestaat uit vrijwel enkel emissies van scheepvaart. Het aandeel van de sector industrie blijft gelijk tussen 2000 en 2015, namelijk 10 %. De andere sectoren hebben een verwaarloosbaar aandeel in de totale SO₂-emissies.

Figuur 3: Aandeel sectoren in SO₂-emissies Antwerpse haven in 2000 en 2015



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM



Figuur 4 toont de uitstoot van de scheepvaart in het Antwerpse havengebied.

Tussen 2009 en 2010 daalde de SO₂-uitstoot door de scheepvaart in de haven van Antwerpen met 1.615 ton. Maatregelen die hier sterk aan bijdroegen zijn:

- de verstrenging van de EU-norm voor aangemeerde schepen van 0,2 naar 0,1% zwavel in brandstof op 01/01/2010;
- de verstrenging door de *International Maritime Organisation* (IMO) van de zwavelnorm in zeescheepsbrandstoffen in zogenaamde *Sulphur Emission Control Areas*, kortweg SECA's, van 1,5 % naar 1,0% zwavelgehalte op 01/07/2010.

De concentraties van het virtueel gemiddelde voor de Antwerpse haven daalden in deze periode van 11 naar 6 µg/m³ (-45 %).

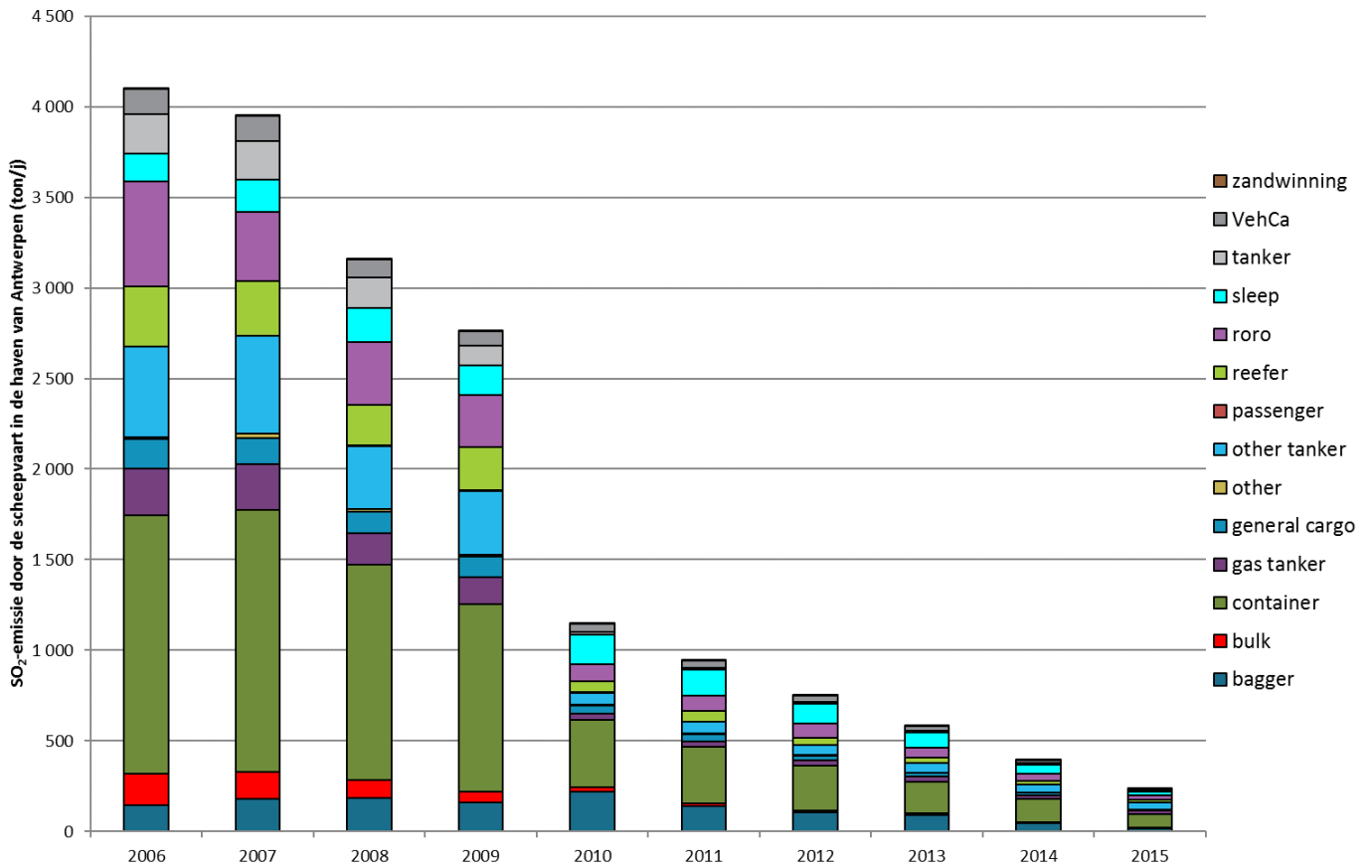
Tussen 2011 en 2012 daalden de emissies verder. Ook de concentraties daalden van 6 µg/m³ naar 5 µg/m³. De wereldwijde verstrenging (via de MARPOL Annex VI-regelgeving van IMO) van de zwavelnorm voor scheepsbrandstoffen van maximaal 4,5 % naar maximaal 3,5 % op 01/01/2012 heeft hier invloed gehad.

Vanaf 1 januari 2015 werd de SECA-norm nog verstrengd naar 0,1 %. Dit heeft zich vertaald in een nog verdere daling van de emissies. De immissies daalden van 5 naar 4 µg/m³ (-20 %) tussen 2014 en 2015. Het voortschrijdend dalen van het zwavelgehalte in scheepsbrandstoffen zorgt voor een gunstig effect op de luchtkwaliteit in de omgeving, zowel op de SO₂-concentraties als op de secundaire fijnstofvorming.

Naast de regelgeving, worden milieuvriendelijke schepen ook financieel gestimuleerd in de vorm van een fijnstofkorting op de havengelden. Deze maatregelen kunnen ook de volgende jaren voor een verdere daling zorgen.



Figuur 4: Evolutie SO₂-emissie door de scheepvaart in de Antwerpse haven

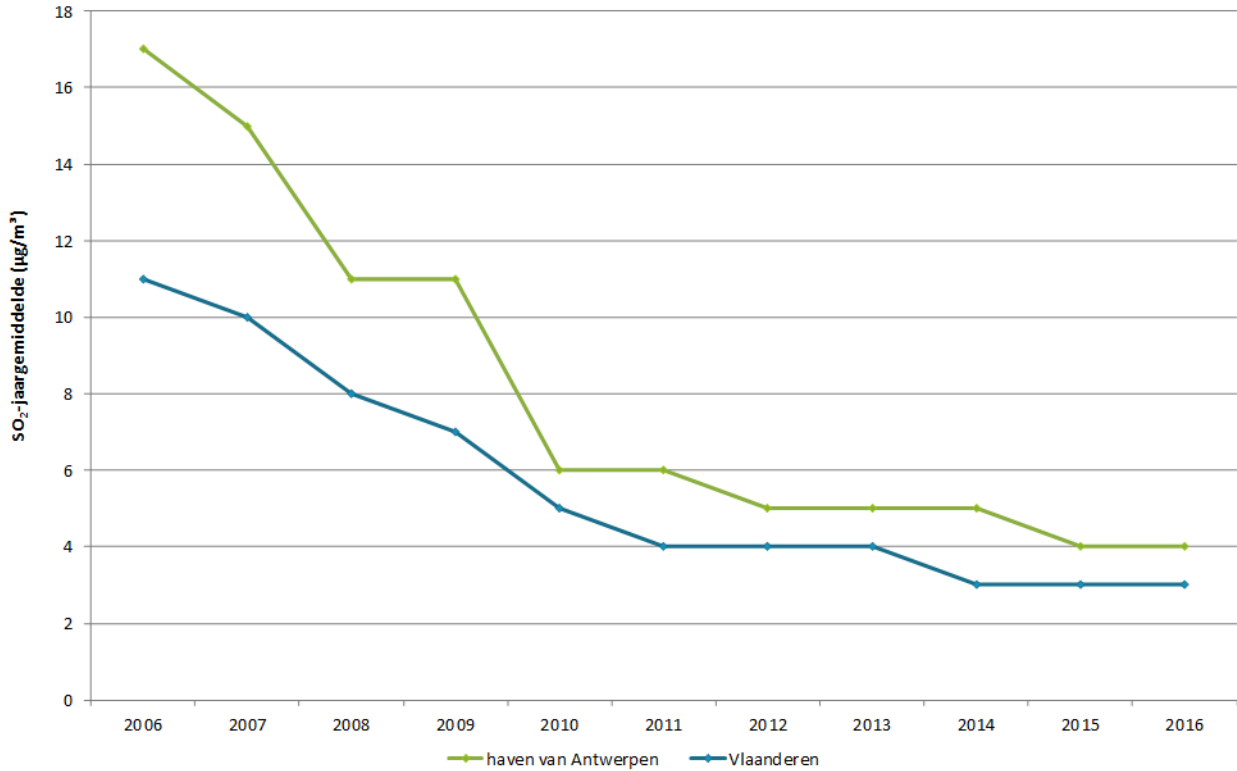


3.2.2 Trend van SO₂-concentraties

Een virtueel gemiddelde is het gemiddelde van alle metingen van deze pollutant in een bepaald gebied gedurende een jaar. Figuur 5 toont het verloop van het SO₂-jaargemiddelde op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse havengebied' en 'Vlaanderen'. Op de figuur zien we een scherpe daling in de periode 2006-2010. Vanaf 2011 is het verloop stagnerend tot licht dalend. Het SO₂-gemiddelde in het Antwerpse havengebied ligt hoger dan het Vlaams gemiddelde. Beiden houden wel eenzelfde tred.



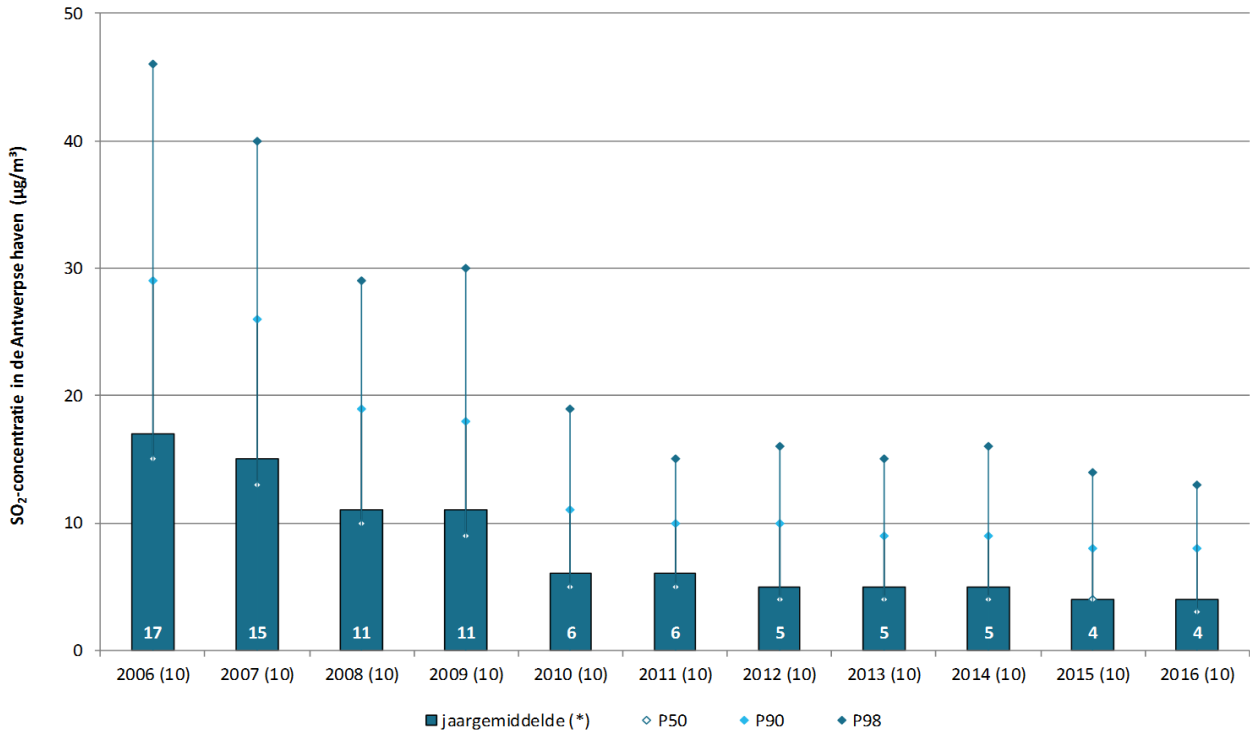
Figuur 5: SO₂-jaargemiddelde haven van Antwerpen ten opzichte van Vlaanderen



Figuur 6 toont het verloop van enkele statistische parameters van de SO₂-concentraties (op basis van uurwaarden) op de virtuele meetplaats ‘haven van Antwerpen’ in de periode 2006 - 2016. In de periode 2006-2010 daalden de concentraties aanzienlijk, zowel het jaargemiddelde als de hogere percentielen. Deze daling stabiliseerde vanaf 2011. Het jaargemiddelde kent wel een zeer lichte daling, de piekwaarden (P90 en P98) kennen een grilliger verloop. De gemeten SO₂-concentraties zijn laag, het SO₂-jaargemiddelde was in 2016 nog maar ongeveer één kwart van het jaargemiddelde gemeten in 2006. De hoogste concentraties (P98) in 2016 liggen lager dan de mediaan (P50) in 2006.



Figuur 6: Evolutie SO₂-jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied



Het aantal meetstations staat tussen haakjes.

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

3.2.3 Toetsing van SO₂-concentraties

Tabel 12 toont de belangrijkste statistische parameters, namelijk het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel en de maximum dagwaarde van zwaveldioxide per meetplaats voor de jaren 2014, 2015 en 2016. Ook tonen we de waarden voor het virtueel gemiddelde van de Antwerpse haven en de waarden voor de meetplaats Beveren – Meerminnendal (R823).



Tabel 12: Belangrijkste statistische parameters voor SO₂

o.b.v. DAGWAARDEN SO ₂ (µg/m ³) Meetplaats	2014				2015				2016			
	JG	P50	P98	Max.	JG	P50	P98	Max.	JG	P50	P98	Max.
M802* (Luchtbal)	3	2	9	28	3	2	8	16	2	2	9	12
R815* (Zwijndrecht)	5	2	24	36	3	1	14	26	3	1	12	26
R822 (Polderdijkweg)	9	8	28	39	8	6	25	93	7	6	22	71
R830* (Doel)	4	3	11	21	2	1	8	12	3	1	10	31
R831* (Berendrecht)	4	3	12	28	3	2	7	12	2	2	10	19
R891 (Scheurweg)	5	3	19	55	5	3	28	60	3	3	11	22
R892* (Kallo)	4	3	16	29	3	2	14	24	3	1	12	21
R893* (Ekeren)	4	3	13	24	4	3	11	23	4	3	11	18
R894 (Muisbroeklaan)	9	8	36	41	9	8	30	49	10	7	38	55
R897* (Scheldelaan)	5	4	18	48	4	2	17	29	4	2	21	43
Virtueel gemiddelde haven	5	5	10	26	4	4	9	14	4	4	8	12
R823 (Meerminnendam)	/	/	/	/	/	/	/	/	2	1	9	14

*: Relevant voor blootstelling bevolking

De Europese normen voor SO₂ werden in 2016 gerespecteerd. De meest recente overschrijding van de uurgrenswaarde (> 350 µg/m³, max. 24 uren per jaar) was in 2008 op R822 (Polderdijkweg) waarbij er 25 uren met een concentratie hoger dan 350 µg/m³ werden opgetekend. Ook de Europese dagnorm van 125 µg/m³ (maximaal 3 dagen) werd in 2008 het laatst overschreden op diezelfde meetplaats. De gemeten concentraties waren in 2016 lager, het hoogste daggemiddelde op basis van dagwaarden bedroeg 71 µg/m³.

Tabel 13 toont het aantal dagen met een overschrijding van de WGO-advieswaarden van 20 µg/m³ tussen 2006-2016.



Tabel 13: Aantal dagen met een overschrijding van de WGO-dagadvieswaarde van 20 µg/m³

Aantal dagen	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
M802* (Luchtbal)	52	27	3	7	0	0	0	0	1	0	0
R815* (Zwijndrecht)	41	33	9	9	2	0	5	4	11	2	2
R822 (Polderdijkweg)	169	180	97	87	21	26	20	8	18	10	9
R830* (Doel)	51	22	17	6	2	0	0	2	1	0	2
R831* (Berendrecht)	41	21	18	8	1	0	0	0	1	0	0
R891 (Scheurweg)	152	168	121	87	32	33	21	5	6	19	1
R892* (Kallo)	122	97	31	13	5	0	1	2	2	1	1
R893* (Ekeren)	86	62	26	24	0	1	1	1	1	1	0
R894 (Muisbroeklaan)	198	155	63	74	25	39	38	25	27	26	35
R897* (Scheldelaan)	84	69	32	39	14	4	3	5	7	6	8

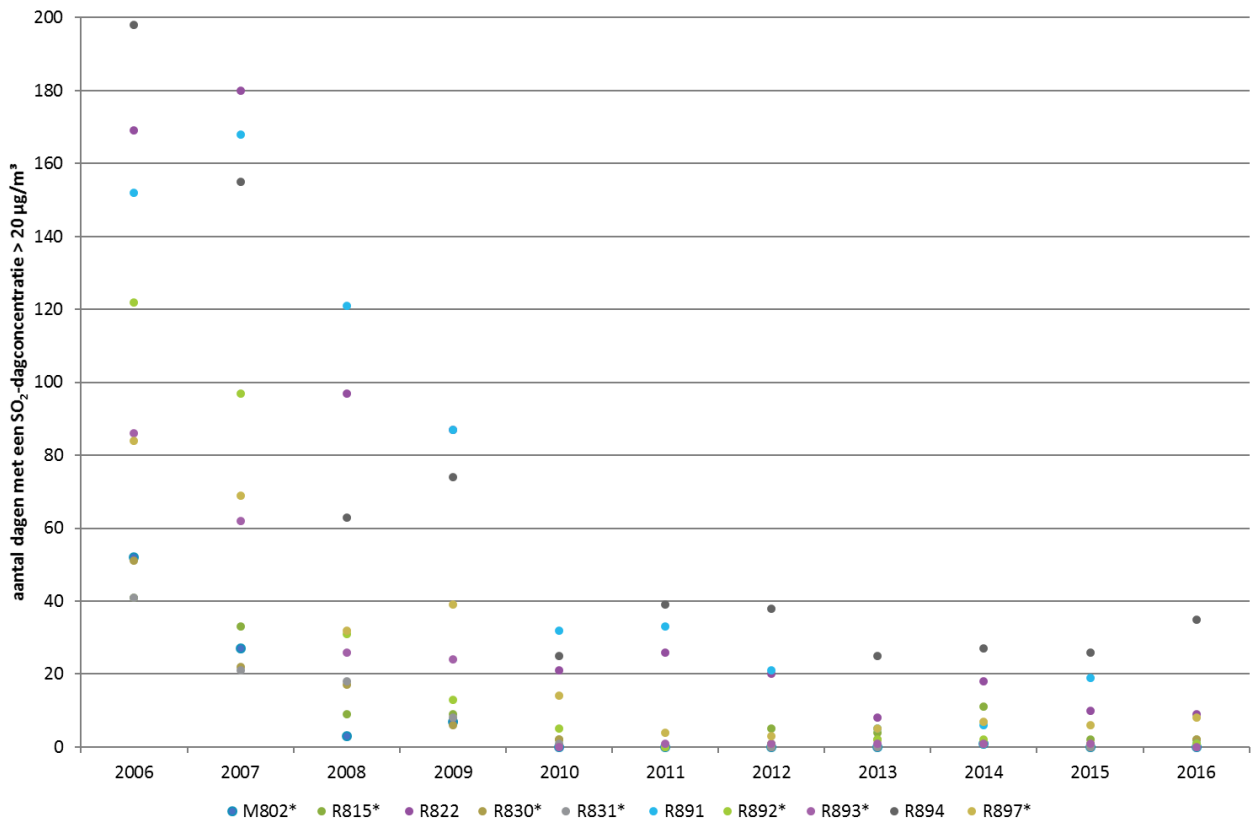
Overschrijdingen van de grenswaarden en advieswaarden worden in rood getoond.

*: Relevant voor blootstelling bevolking

De huidige situatie is een hele verbetering ten opzichte van 2006 toen deze advieswaarde op alle meetplaatsen veelvuldig werd overschreden. Figuur 7 illustreert deze opmerkelijke verbetering.

De meetplaats in de Muisbroeklaan (R894) kende in 2006 meer dan de helft van de dagen een concentratie van > 20 µg/m³. Deze meetplaats heeft in 2016 ook nog het meeste overschrijdingsdagen, namelijk 35. Het is echter een industrieel gerichte meetplaats, de impact op woongebieden is hierdoor beperkt. Andere meetplaatsen met meerdere overschrijdingsdagen zijn Scheldelaan (R897) en Polderdijkweg (R822).

Figuur 7: Aantal dagen met daggemiddelde SO₂-concentratie > 20 µg/m³



3.2.4 Geografische spreiding van SO₂-concentraties

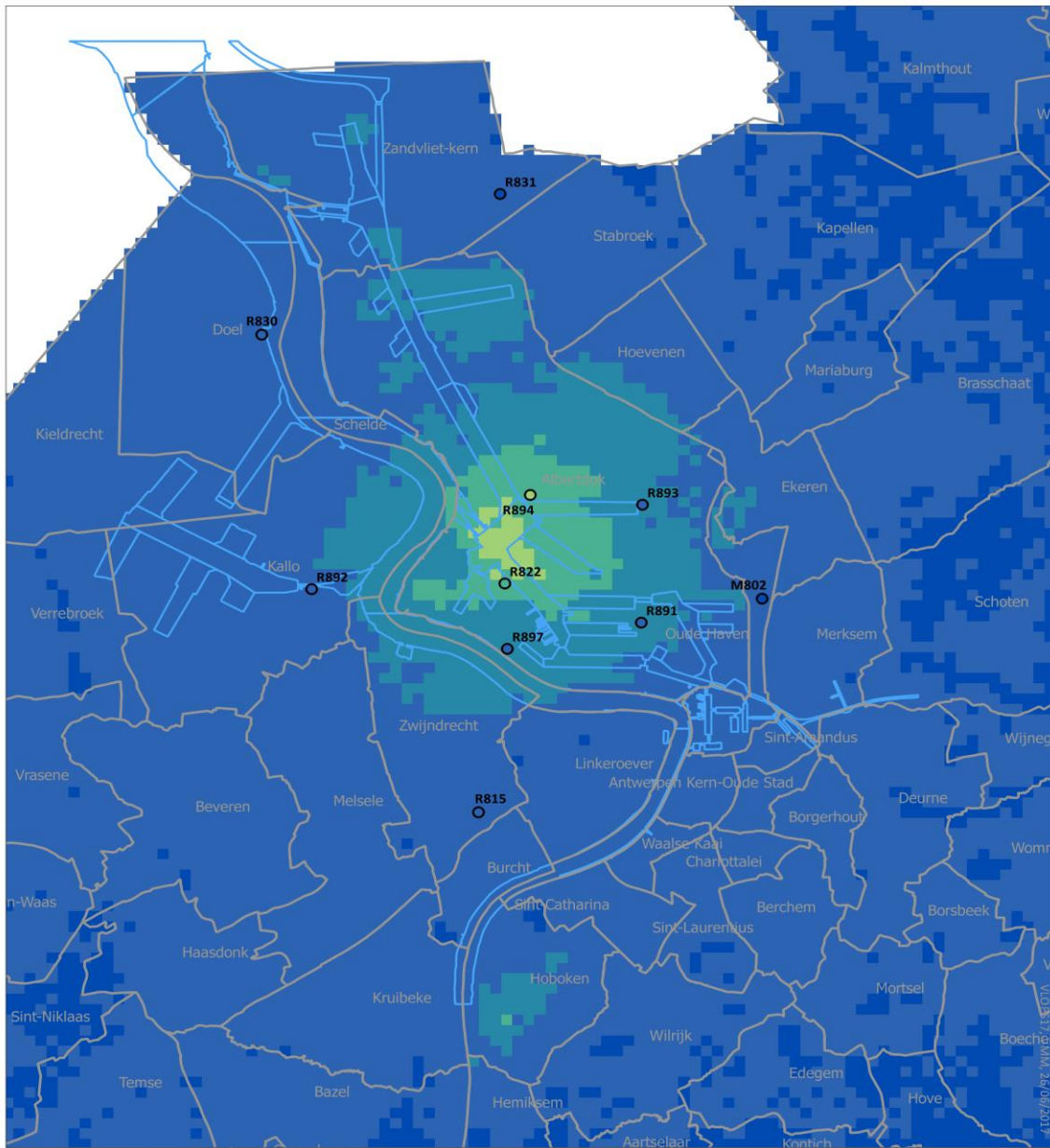
3.2.4.1 Gemodelleerde SO₂-concentraties

Om de SO₂-concentraties in de Antwerpse haven te kunnen inschatten, gebruiken we het VLOPS-model, zie Figuur 8. De berekeningsmethode kan een over- of onderschatting geven op bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de SO₂-verontreiniging in Vlaanderen.

Zoals verwacht schat het model dat de hoogste concentraties voorkomen in het centrum van het havengebied, aan de raffinaderijen. In de ruimere agglomeratie, waar ook bewoning is, schat het VLOPS-model de concentraties lager in.



Figuur 8: Gemodelleerd SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2016



SO₂-jaargemiddelde berekend met VLOPS (µg/m³)

<= 2
 2 - 4
 4 - 6
 6 - 8
 8 - 10
 > 10

● SO₂-meetplaatsen 2016 (kleur = gemeten concentratie)

— Antwerpse Haven

□ Deelgemeenten

0 1 2 3 4 km



De gemiddelde onzekerheid bedraagt 1,20 µg/m³ (RMSE) en de relatieve onzekerheid is 27%.

3.2.4.2 Pollutierozen SO₂

Pollutierozen tonen per windrichting het gemiddelde van de gemeten concentraties volgens de op dat moment heersende windrichting. Potentiële vervuilende bronnen kunnen op die manier geïdentificeerd worden. Wanneer bijvoorbeeld uit een bepaalde windrichting steeds lucht met hogere concentraties wordt aangevoerd omdat daar een bron aanwezig is, zal de gemiddelde waarde hoger zijn in dit segment van de pollutieroos en 'wijst' de pollutieroos als het ware de richting van de bron aan door de langere balk. Bij aanvoer van lucht met lage concentraties zal de balk van de pollutieroos korter zijn. Hoe de pollutieroos er uiteindelijk uitziet, hangt niet alleen af van de concentraties maar ook van de windrichting. Als in de beschouwde periode weinig tot geen wind was uit een bepaalde richting, kan dit een bron maskeren. Figuur 9 toont de pollutierozen van SO₂ met de gemiddelde halfuurconcentratie per windsector voor het jaar 2016 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 meetplaats in Zwijndrecht (R815). Deze SO₂-emissies zijn afkomstig van het bedrijf Argex, een producent van kleikorrels, gelegen op de grens tussen Zwijndrecht en Kruibeke.



Figuur 9: Pollutierozen gemiddelde SO₂-concentraties in het Antwerpse havengebied in 2016



Metingen in de Haven van Antwerpen in 2016

* Meetplaats

- | | | | |
|---|-------------|---|-------------|
|  | R823 |  | R893 |
|  | R822 |  | R894 |
|  | R831 |  | R893 |
|  | R830 |  | R892 |
| | |  | R815 |
| | |  | M802 |

0 2500 5000 m



3.3 Stikstofoxides – NO/NO₂

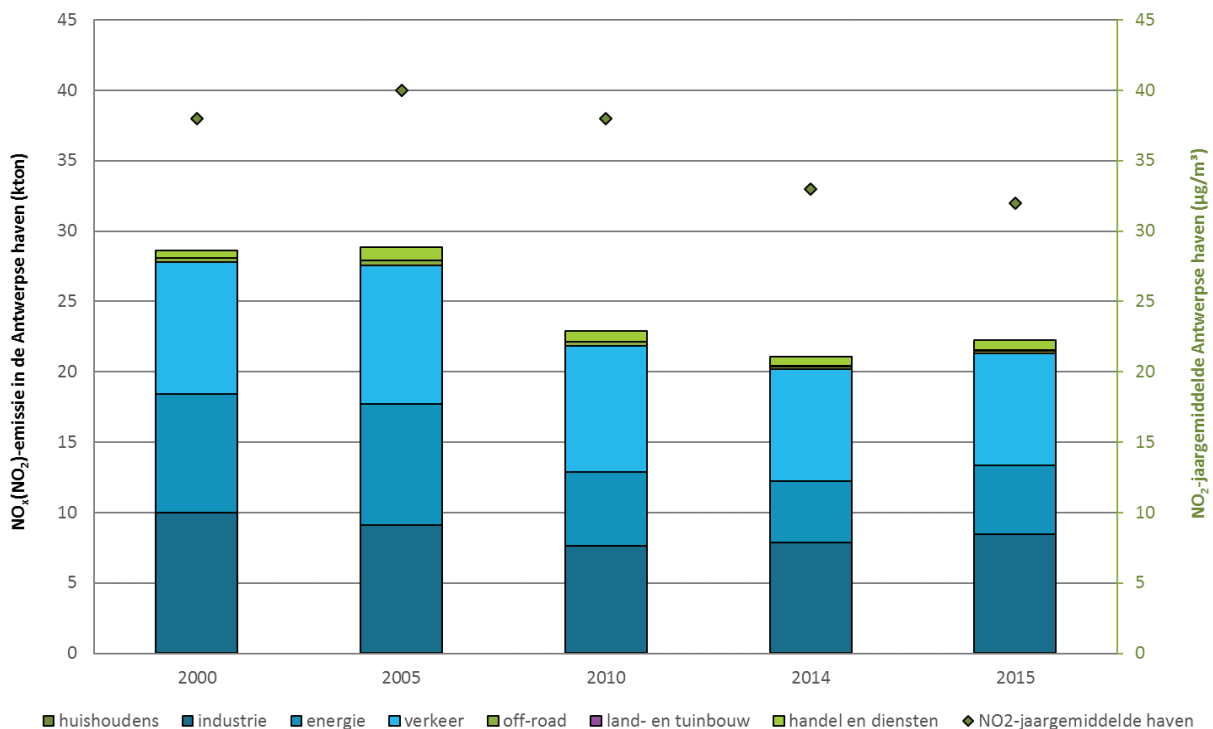
In deze paragraaf bekijken we de emissies van stikstofoxides en de trend van de NO_x-concentraties. We toetsen de concentraties aan de reglementering en we bekijken de geografische verdeling in het havengebied.

3.3.1 Emissie van NO_x (NO₂)

Figuur 10 toont de evolutie van de NO_x(NO₂)-emissies per sector en het jaargemiddelde gemeten in de Antwerpse haven.

De daling in de emissies tussen 2005 en 2014 vinden we ook terug in de concentraties. Deze daling van emissies zet zich niet door in 2015. De drie belangrijkste sectoren voor de uitstoot zijn industrie, verkeer en energie. De resterende sectoren handel en diensten, *offroad*, huishoudens en land- en tuinbouw zijn voor NO_x(NO₂)-emissies verwaarloosbaar. In de periode 2000-2015 was er een daling van 22 % van de totale NO_x(NO₂)-emissie. De drie belangrijkste sectoren kenden over de volledige periode een daling van de absolute waarden. Tussen 2014 en 2015 namen de emissies van deze drie sectoren toe. Deze stijging is het meest uitgesproken bij de sector industrie.

Figuur 10: Evolutie NO_x(NO₂)-emissies en NO₂-jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied

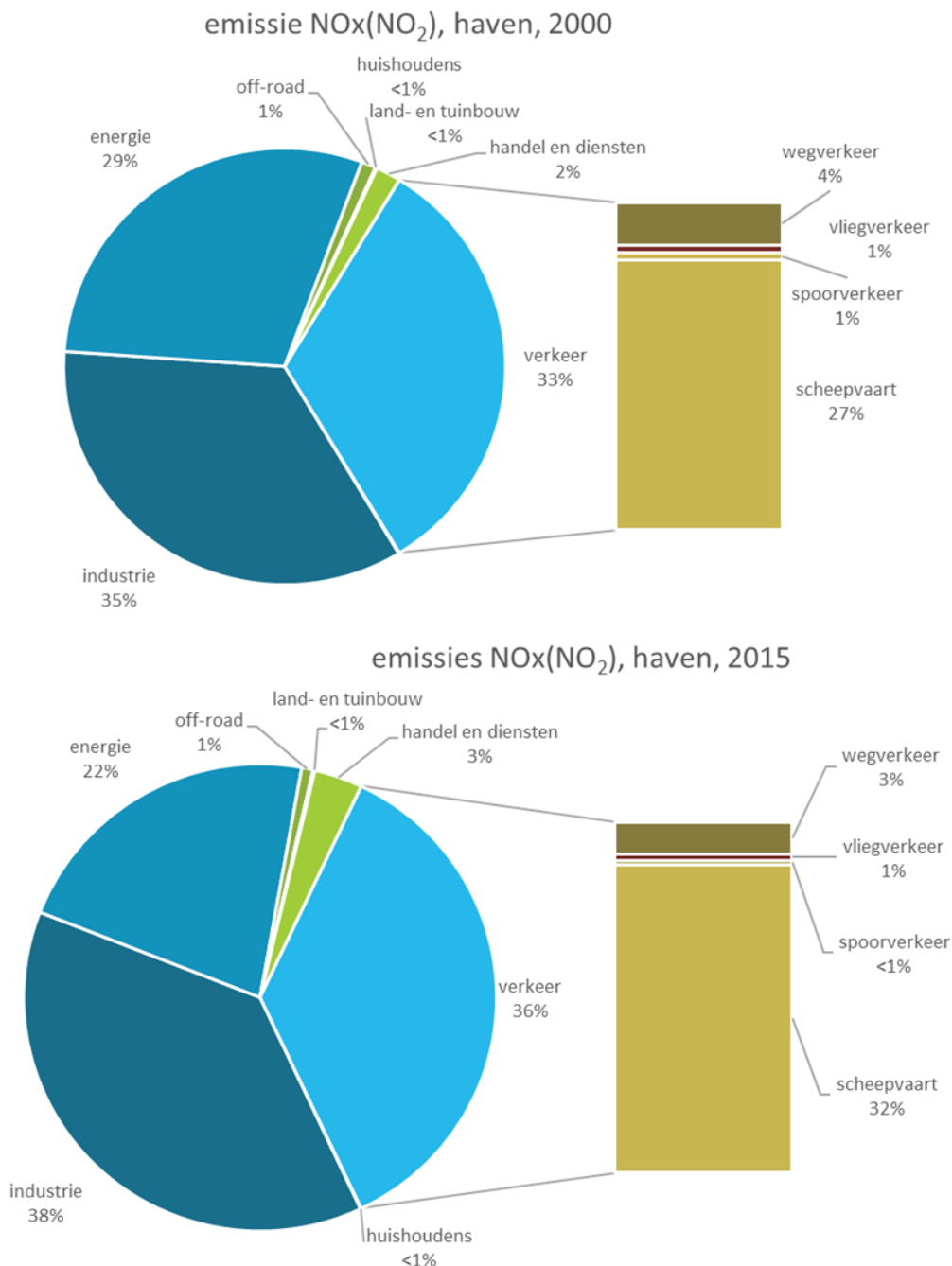


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM



Figuur 11 toont het aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies 2000 en 2015. Hierbij zien we dat het aandeel van energie het sterkst wijzigde van 29 % naar 22 %. In 2015 bestond deze 22 % van de sector energie uit 4% uitstoot door de elektriciteitscentrales en 18 % uitstoot door de petroleumraffinaderijen. De industrie kent zowel in 2000 als in 2015 het grootste aandeel. In 2015 bedroeg het aandeel 38 %. Het relatieve aandeel van verkeer stijgt van 33 % naar 36 % in 2015. In absolute waarden is er echter een daling.

Figuur 11: Aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse haven



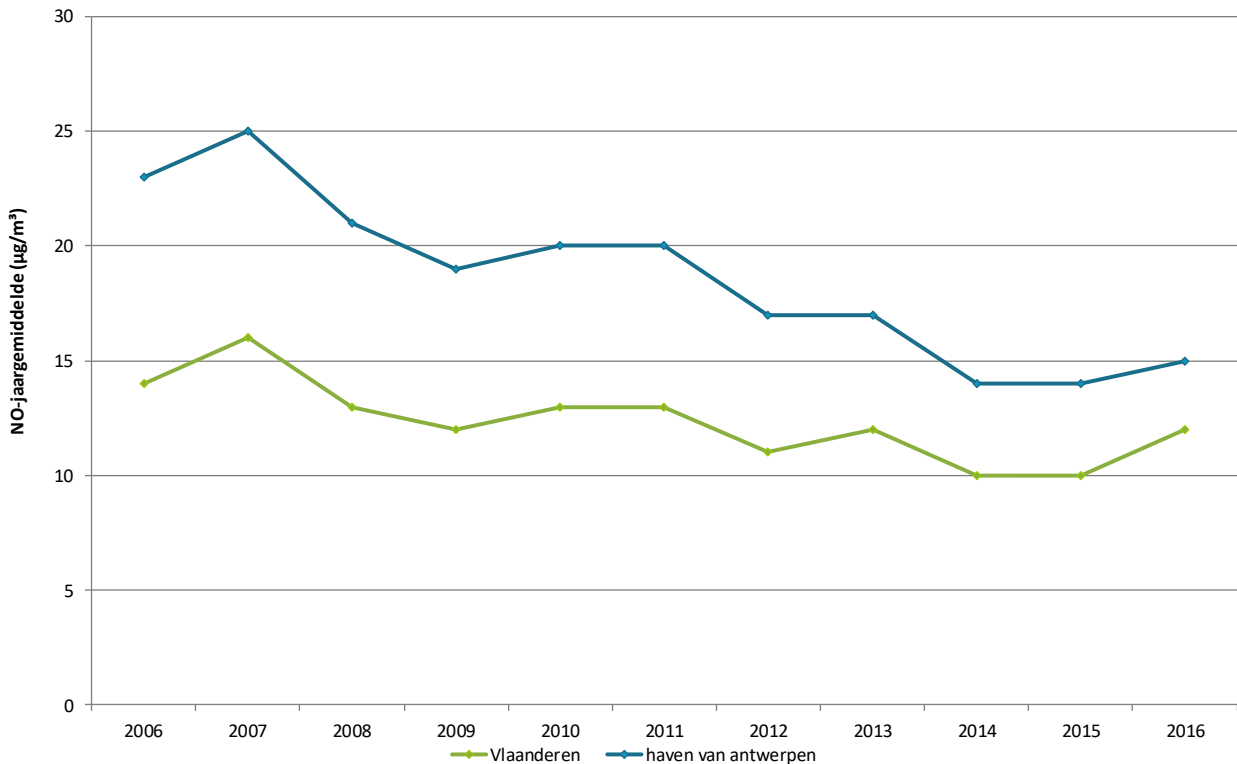
Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

3.3.2 Trend van NO_x-concentraties

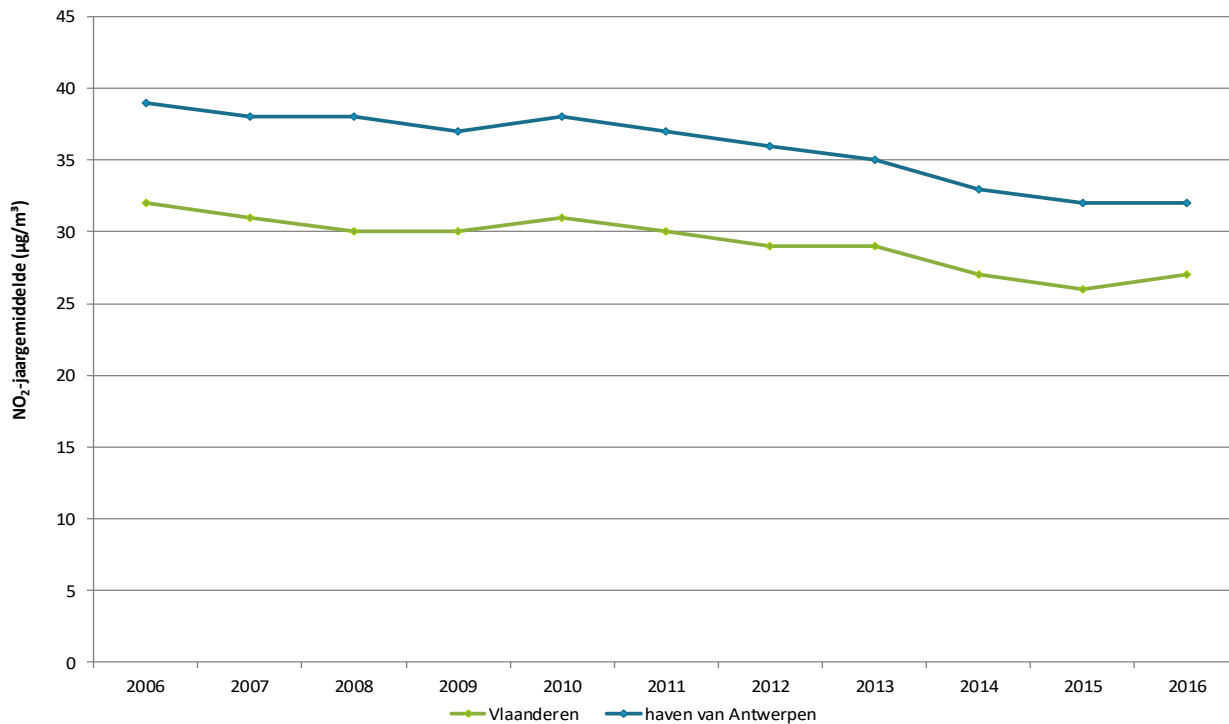
Op meerdere meetplaatsen in het Antwerpse havengebied wordt NO, NO₂ en NO_x gemeten. In 2016 waren er geen wijzigingen van de meetplaatsen in de haven. Wel werd de meetplaats R823 opgericht. Deze meetplaats ligt buiten het havengebied, maar wordt hier opgenomen als achtergrondmeetplaats. Het wordt niet meegenomen bij de berekening van het virtueel gemiddelde 'Antwerpse haven'.

Figuur 12 en Figuur 13 tonen het verloop van de NO- en NO₂-concentraties op de virtuele meetplaatsen 'Vlaanderen' en 'Antwerps havengebied' in de periode 2006-2016. In die periode was er een dalende trend in het Antwerpse havengebied en in Vlaanderen voor zowel de NO- als de NO₂-concentraties. De concentraties van NO₂ lagen in 2016 in het Antwerpse havengebied zo'n 20% hoger dan het Vlaams gemiddelde.

Figuur 12: Evolutie NO-jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied en Vlaanderen



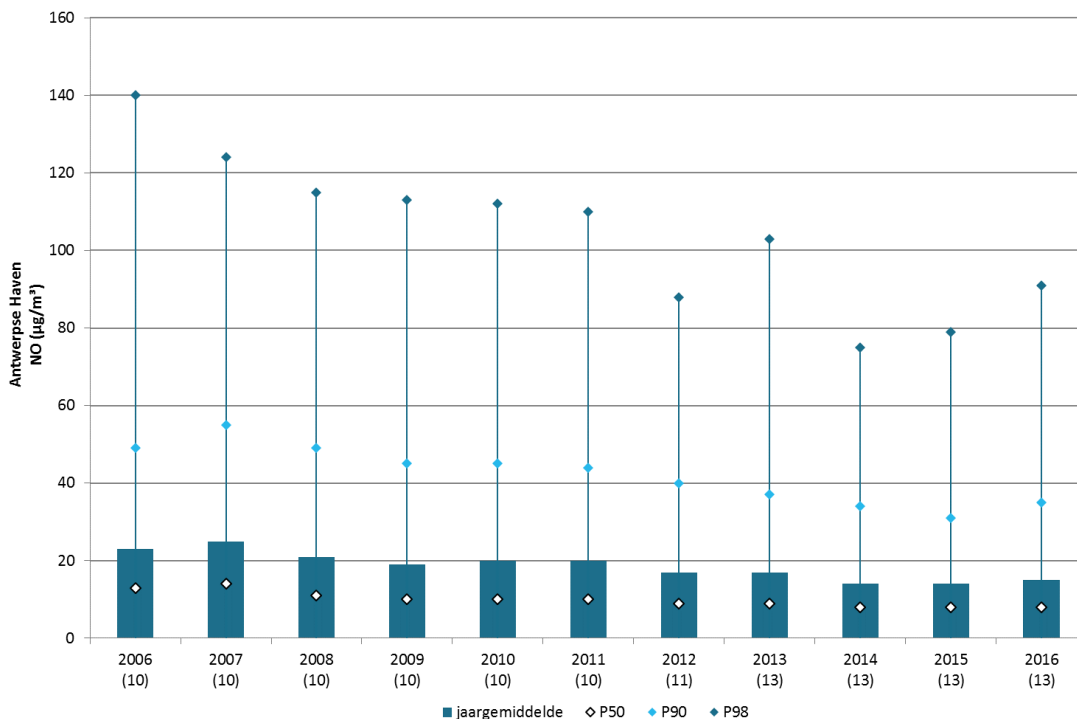
Figuur 13: Evolutie NO₂-jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied en Vlaanderen



Figuur 14 en Figuur 15 tonen het verloop van enkele statistische parameters – jaargemiddelde, P50, P90 en P98 – van de NO- en NO₂-concentraties op de virtuele meetplaats ‘Antwerpse haven’ in de periode 2006-2016. Beide figuren tonen een dalende trend over de hele periode. De laatste twee jaar lijkt de daling van de NO₂-concentratie te stabiliseren. Ook de NO-concentratie stabiliseert de voorbije drie jaar.

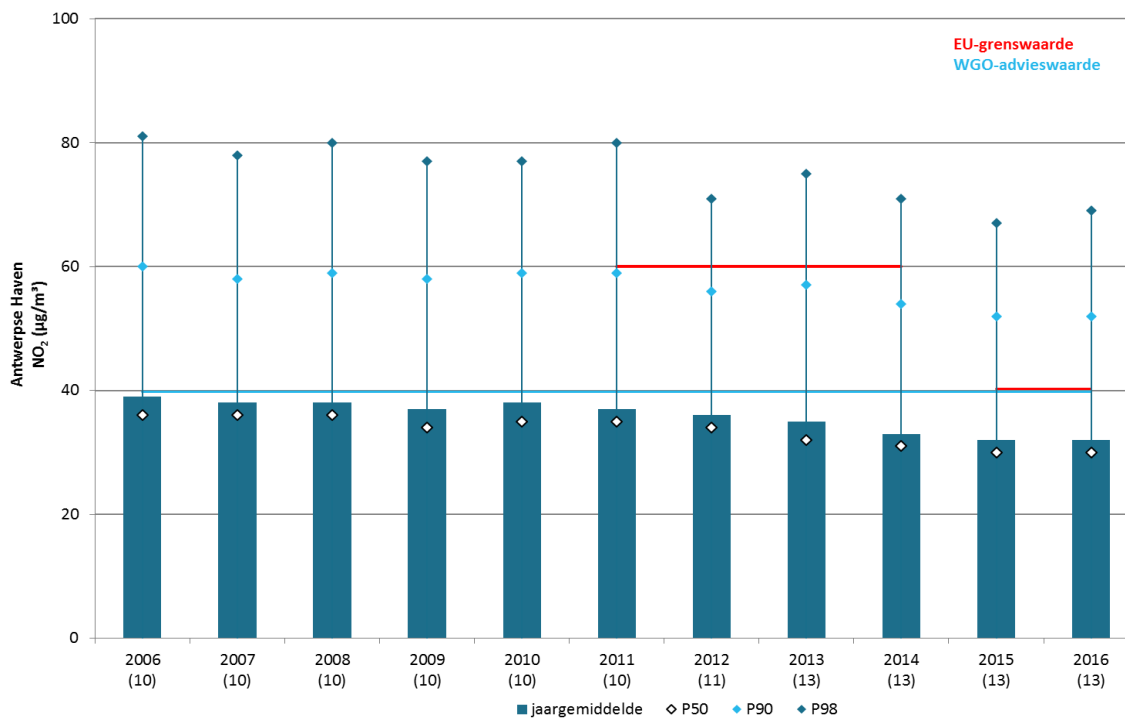


Figuur 14: Evolutie NO-jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied



Het aantal meetplaatsen staat tussen haakjes.

Figuur 15: Evolutie NO₂-jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied



Het aantal meetplaatsen staat tussen haakjes.



3.3.3 Toetsing van de NO₂-meetwaarden

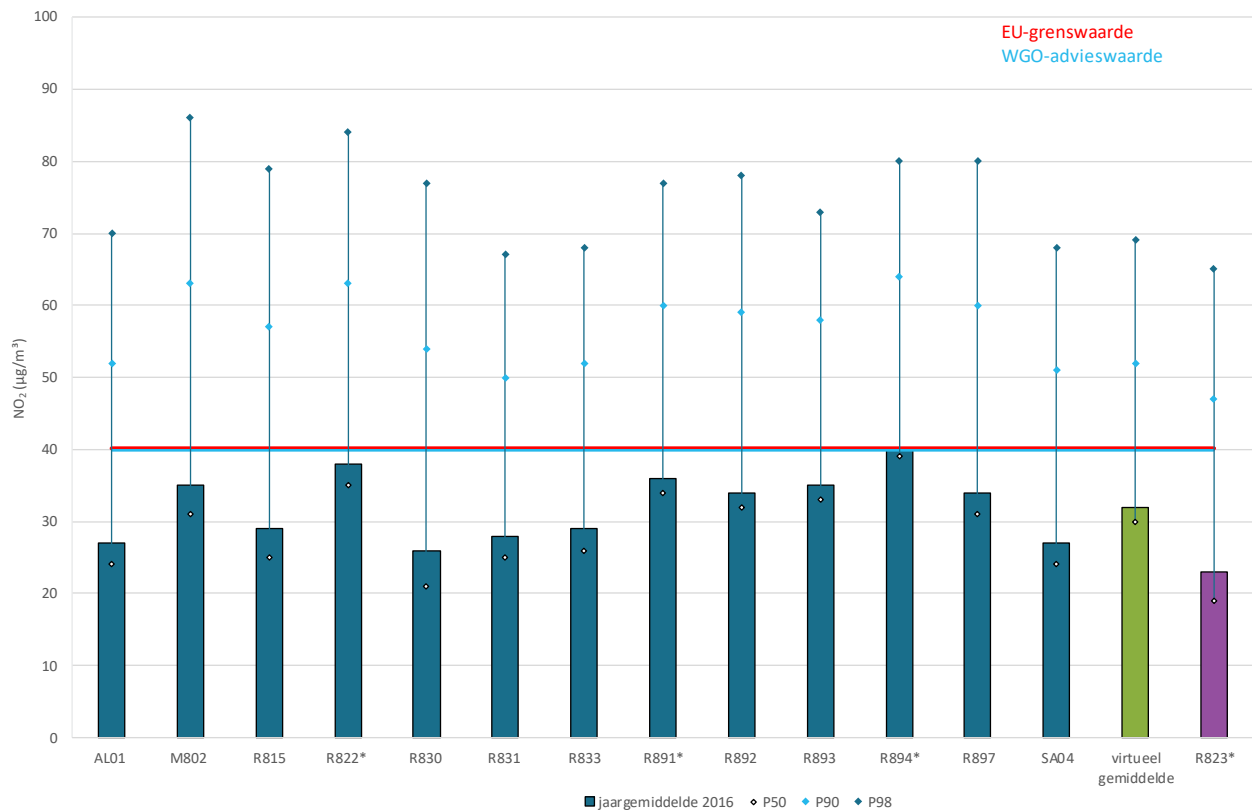
Volgende tabel bevat per meetplaats de belangrijkste statistische parameters voor NO₂, namelijk het jaargemiddelde, het 50ste, 90ste en 98ste percentiel en de maximale uurwaarde voor 2016. Hierbij zijn alle individuele meetplaatsen in de haven, het virtueel gemiddelde en de waarden voor de meetplaats Beveren – meerminnendam (R823) weergegeven. Meetstation R823 ligt windopwaarts van de dominante windrichting ten opzichte van de haven en geeft een idee van de achtergrondconcentratie. Figuur 16 geeft een visuele voorstelling van de tabel.

Tabel 14: Belangrijkste statistische parameters voor NO₂

UURWAARDEN NO ₂ (µg/m ³) Meetplaats	Jaargemiddelde	P50	P90	P98	Max. uurwaarde
AL01* (Antwerpen - Wandeldijk)	27	24	52	70	148
M802* (Antwerpen- Luchtbal)	35	31	63	86	150
R815* (Zwijndrecht)	29	25	57	79	153
R822 (Polderdijkweg)	38	35	63	84	159
R830* (Doel)	26	21	54	77	135
R831* (Berendrecht)	28	25	50	67	143
R833* (Stabroek)	29	26	52	68	101
R891 (Antwerpen- Scheurweg)	36	34	60	77	149
R892* (Kallo)	34	32	59	78	145
R893* (Ekeren)	35	33	58	73	107
R894 (Antwerpen-Muisbroeklaan)	40	39	64	80	166
R897 *(Antwerpen - Scheldelaan)	34	31	60	80	142
SA04* (Hoevenen)	27	24	51	68	102
Virtueel gemiddelde haven	32	30	52	69	112
R823 (Beveren)*	23	19	47	65	99

*: Relevant voor blootstelling bevolking.

Figuur 16: Overzicht statistische parameters NO₂ in het Antwerpse havengebied



In 2016 bleef de uurgrenswaarde – maximum 18 uurgemiddelden hoger dan 200 µg/m³ – op alle meetplaatsen gerespecteerd. De WGO-uuradvieswaarde waarbij geen enkele keer het uurgemiddelde hoger mag zijn dan 200 µg/m³ werd ook gerespecteerd. De Europese jaargrenswaarde van 40 µg/m³, geldig vanaf 1 januari 2015, en de WGO-jaaradvieswaarde van 40 µg/m³ werden op geen enkele meetplaats overschreden. Op de meetplaats Muisbroeklaan (R894) evenaarde het jaargemiddelde de jaargrenswaarde van 40 µg/m³. Deze meetplaats is gelegen in een industriezone. De rechtstreekse impact van de verhoogde NO₂-concentraties op nabijgelegen woonzones is dus eerder beperkt.

3.3.4 Geografische spreiding van NO₂-concentraties

3.3.4.1 Gemodelleerde NO₂-concentratie

Om de concentraties voor NO₂ in en rond het havengebied beter te kunnen inschatten gebruikten we het RIO+IFDM-model dat de NO₂-concentraties in de Antwerpse haven in kaart brengt, zie Figuur 17. Dit model past in een eerste fase het RIO-model toe dat de meetwaarden van NO₂ in combinatie met informatie over landgebruik en Belgische emissietotalen interpoleert tot achtergrondkaarten. In een tweede fase gebeurde er een doorrekening met het IFDM-model voor de emissies van de lijnbronnen van de sector wegverkeer en voor de emissies van de gekende puntbronnen van de sectoren industrie en energie. Ten slotte was er een correctie voor dubbelrekening. Deze gedetailleerde kaart kan de indruk wekken dat de ruimtelijke spreiding van concentraties plaatselijk zeer precies gekend is. De berekeningsmethode kan echter een over- of onderschatting geven van bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging.



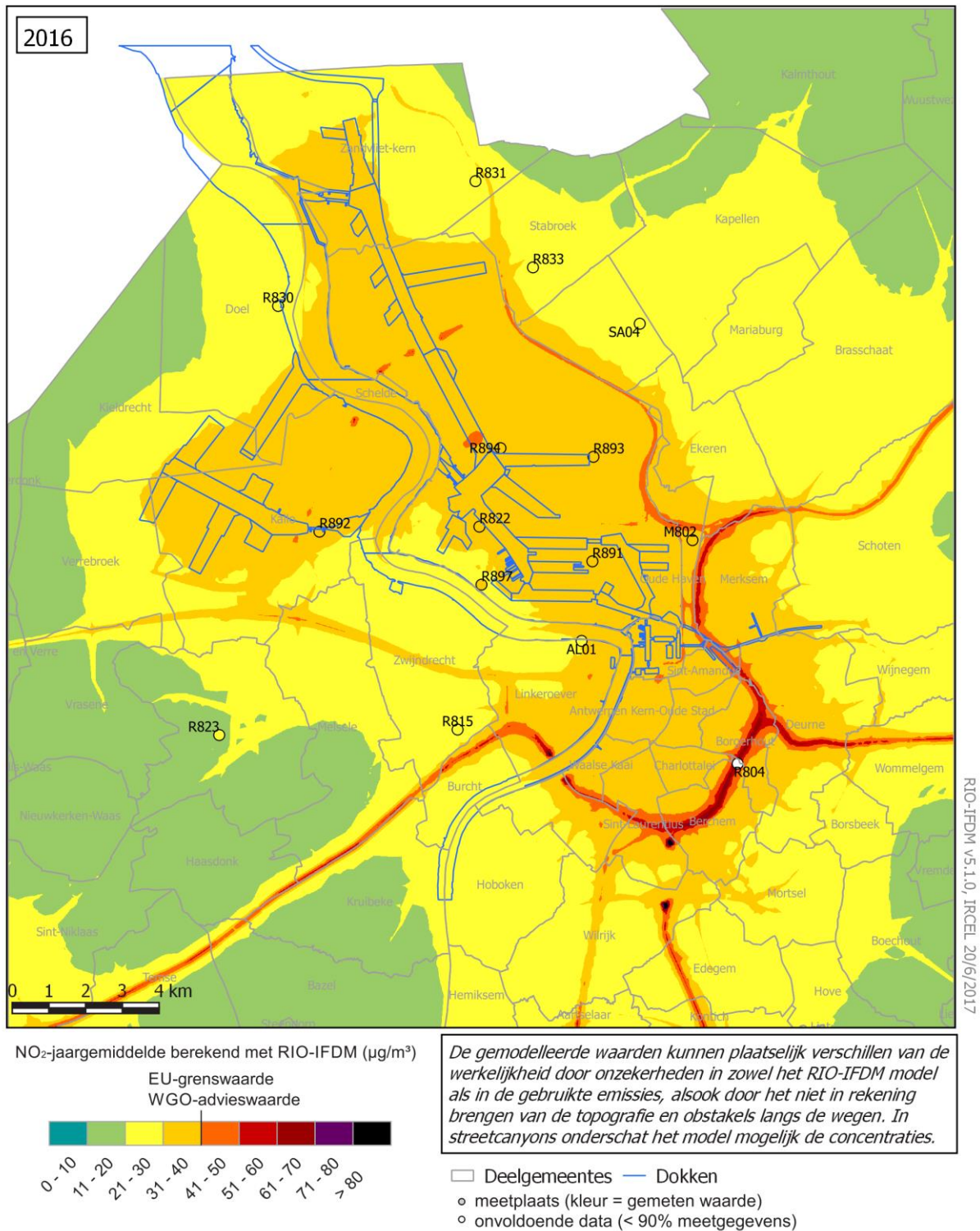
Verder toont de RIO-IFDM-kaart ons dat de bijdrage van het verkeer door het nabijgelegen klaverblad en de ring rond Antwerpen op de meetplaats Luchtbal (M802) relevant is. Ook de bijdrage vanuit het havengebied is aanzienlijk op die locatie, wat ook zichtbaar is in de pollutierozen (zie verder). In het havengebied zelf is de ligging van de route R2 zichtbaar en ook een industriële puntbron ter hoogte van Muisbroeklaan, in de nabijheid van de meetplaats R894, waarvan de NO₂-concentraties verderop in detail worden besproken.

Ondertussen ontwikkelde de VMM nieuwe modelkaarten die op hoge ruimtelijke resolutie de luchtkwaliteit tonen in Vlaanderen. Deze RIO-IFDM-OSPM-kaarten kunnen de luchtkwaliteit in street canyons beter inschatten. Deze kaarten zijn reeds raadpleegbaar op de VMM-website en zullen ook in toekomstige rapporten gebruikt worden⁸.

⁸ <http://www.vmm.be/data/luchtkwaliteit-in-je-eigen-omgeving>



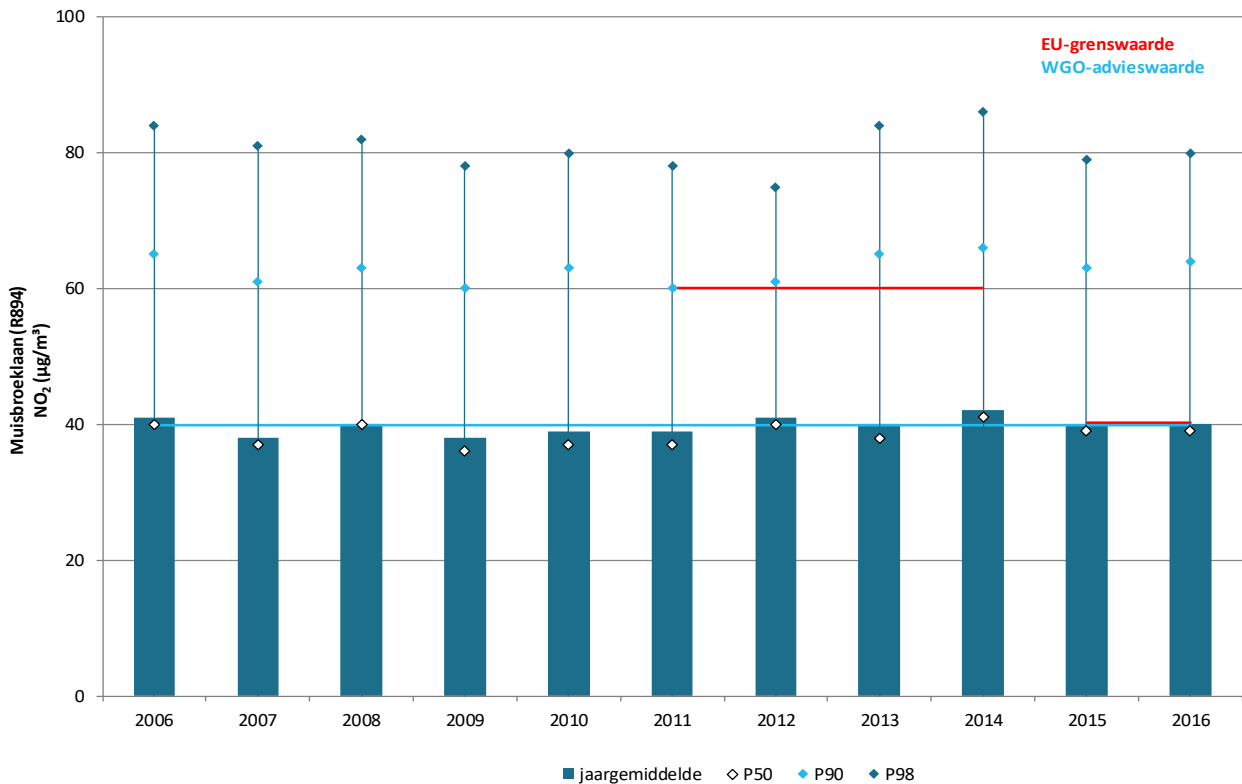
Figuur 17: Gemodelleerd NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2016



De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart ligt tussen de 10.4 en 14.2 µg/m³

Hieronder gaan we in op de meetplaats Muisbroeklaan (R894) waar er hoge NO₂-concentraties gemeten zijn en de uurgrenswaarde in 2016 geëvenaard werd.

Figuur 18: Evolutie NO₂-concentratie op de meetplaats Muisbroeklaan (R894)



In 2006 waren slechts 87 % van de data beschikbaar, in 2009 85 %, in 2010 89% en in 2012 85 %.

Figuur 18 toont de evolutie van de meetresultaten voor NO₂ op de meetplaats in de Muisbroeklaan in de periode 2006-2016. Hierbij zien we dat de laatste vijf jaar de jaargemiddelde concentratie niet onder de 40 µg/m³ duikt. Vanaf 2015 is, net als in de rest van Vlaanderen, de grenswaarden van 40 µg/m³ van kracht. In 2015 en 2016 is er geen overschrijding wel een evenaring van de grenswaarde. Wanneer we de volledige periode bekijken zien we dat tussen 2007 en 2011 de concentratie wel verschillende keren lager lag dan 40 µg/m³. Dit wijst op een zeer licht stijgende trend op deze meetplaats, wat haaks staat op de algemeen dalende trend die bij het virtueel gemiddelde zichtbaar is.

3.3.4.2 Pollutierozen NO₂

Figuur 19 toont de pollutierozen van de halfuurgemiddelden voor NO₂ voor 2016. Uit de emissiecijfers blijkt dat de sectoren industrie en scheepvaart belangrijke bronnen zijn voor NO_x(NO₂), zie Figuur 11. De pollutierozen wijzen voornamelijk in de richting van die belangrijkste NO_x-bronnen. Meetplaatsen gelegen aan de rand van de haven vertonen duidelijk invloed vanuit de haven. Centraal gelegen meetplaatsen (bv. R822 Antwerpen-Polderdijkweg) wordt beïnvloed door bronnen in verschillende windsectoren. Ook verkeersknooppunten in het havengebied en in de richting van de Antwerpse ring met de belangrijkste autosnelwegen zijn zichtbaar.



Figuur 19: Pollutierozen NO₂-gemiddelde in het Antwerpse havengebied in 2016



Metingen in de Haven van Antwerpen in 2016

★ Meetplaats	■ R822	■ R830	■ R823	■ SA04	■ R893
	■ R831	■ AL01	■ R894	■ R892	■ M802
			■ R897	■ R833	■ R891
			■ R815		

0 2500 5000 m



3.4 Fijn stof – PM₁₀, PM_{2,5} en zwarte koolstof

In dit hoofdstuk worden de fracties PM₁₀, PM_{2,5} en zwarte koolstof besproken. Voor de fracties PM₁₀ en PM_{2,5} bespreken we de emissies. De trend van de concentraties van de drie fracties wordt besproken. Indien mogelijk worden de concentraties getoetst aan de regelgeving. Daarnaast nemen we de geografische spreiding onder de loep.

3.4.1 PM₁₀

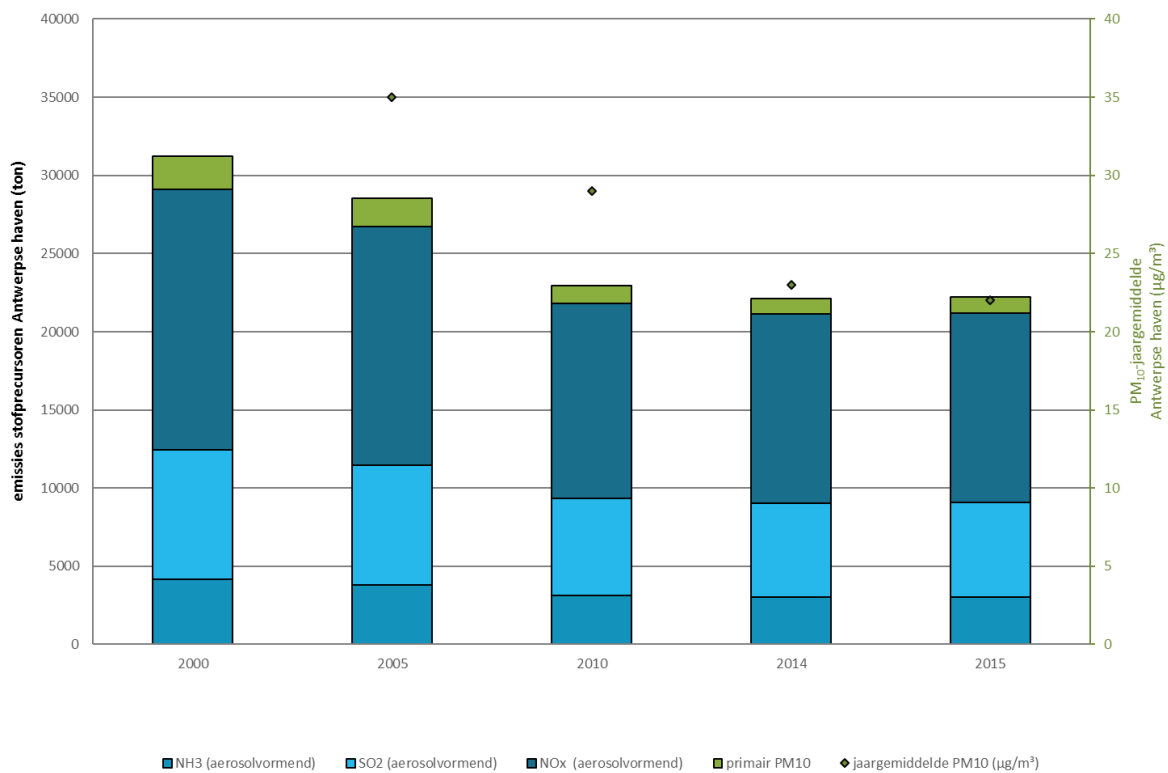
De VMM mat PM₁₀ op meerdere meetplaatsen in en rond de Antwerpse haven. In 2014 werden een aantal TEOM-stofmonitoren vervangen door toestellen die simultaan PM₁₀ en PM_{2,5} meten (FIDAS-PALAS). 2015 was het eerste jaar met een volledige dataset voor deze meetplaatsen. In 2016 beschikken volgende meetplaatsen over een FIDAS-toestel: Boudewijnsluis (AB01), Berendrecht (AB02), Antwerpen Linkeroever (AL01), Luchtbal (M802) en Zwijndrecht (R815). Een TEOM-FDMS-toestel staat op de volgende meetplaatsen: Berendrecht (R831), Hoevenen (SA04), Doel (AL02) en Sluis Kallo (AL05).

3.4.1.1 Emissies van PM₁₀

Figuur 20 toont de emissies van de stofprecursoren NO_x(NO₂), SO₂ en NH₃ volgens hun aerosolvormend potentieel samen met de primaire PM₁₀-emissies en de virtuele jaargemiddelde PM₁₀-concentratie van de Antwerpse haven. Stofprecursoren vormen na uitstoot via scheikundige reacties nieuwe stofdeeltjes. Niet elke precursor draagt evenveel bij tot de stofvorming. Via factoren wordt het aerosolvormend potentieel voor PM₁₀ bepaald van de precursoren NO_x(NO₂), SO₂ en NH₃. NO_x(NO₂) bleek de voornaamste aerosolvormende emissie te zijn in de Antwerpse haven. De grootste bijdrage komt van de sector industrie. Verkeer volgt, met scheepvaart als belangrijkste aandeel, zie Figuur 21. SO₂ kent in deze periode een veel lager aandeel. De voornaamste bron van deze pollutant in de Antwerpse haven zijn de petroleumraffinaderijen. De precursor NH₃ wordt in Vlaanderen vooral door de landbouw uitgestoten. In het havengebied zijn er echter ook enkele relevante industriële bronnen van NH₃ aanwezig.



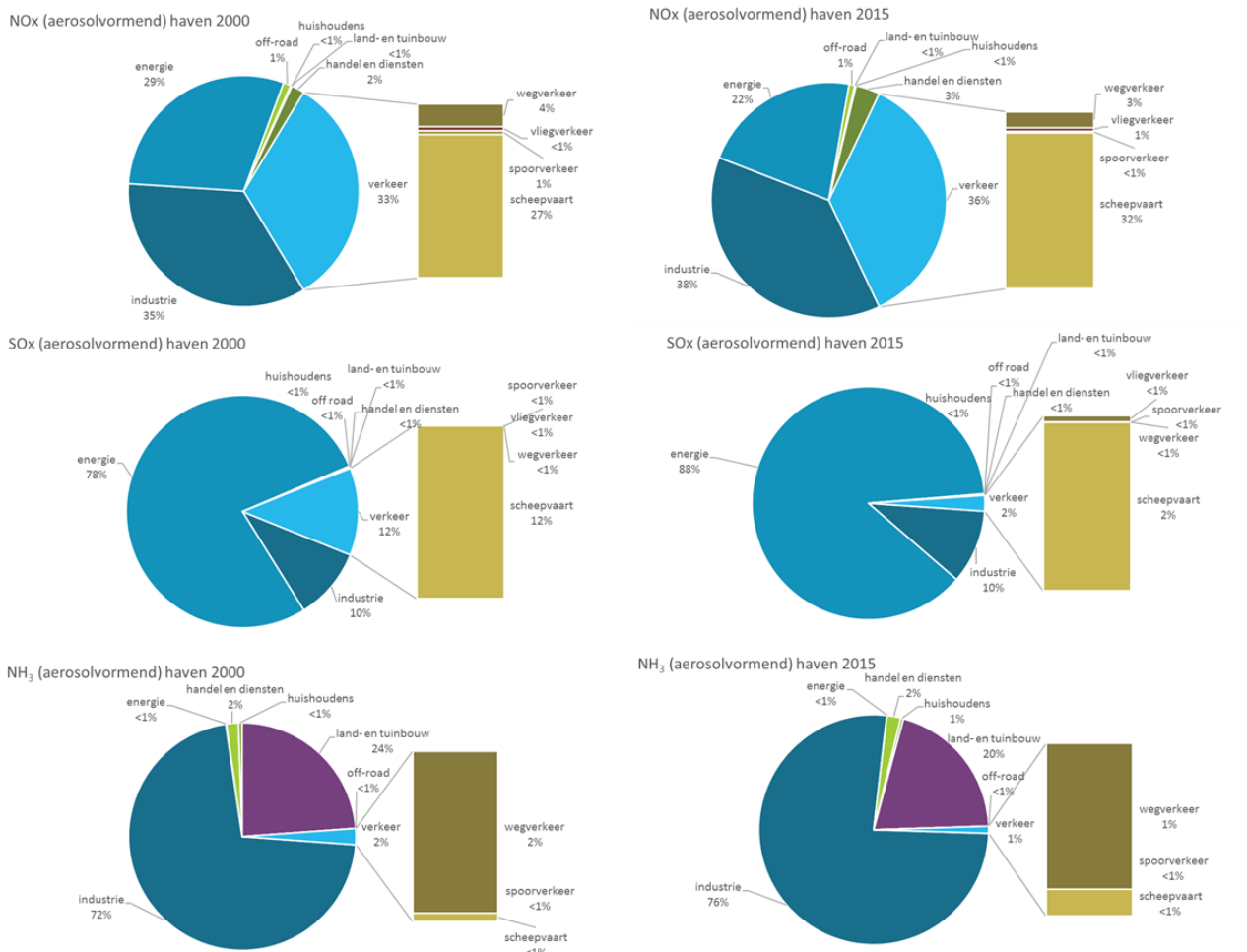
Figuur 20: Emissies van stofprecursoren volgens aerosolvormend potentieel en primair PM₁₀ in het Antwerpse havengebied



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM; Aerosolvormend potentieel bepaald volgens methode De Leeuw et al. (2002)



Figuur 21: Aandeel sectoren in emissies stofprecursoren in de haven van Antwerpen in 2000 en 2015

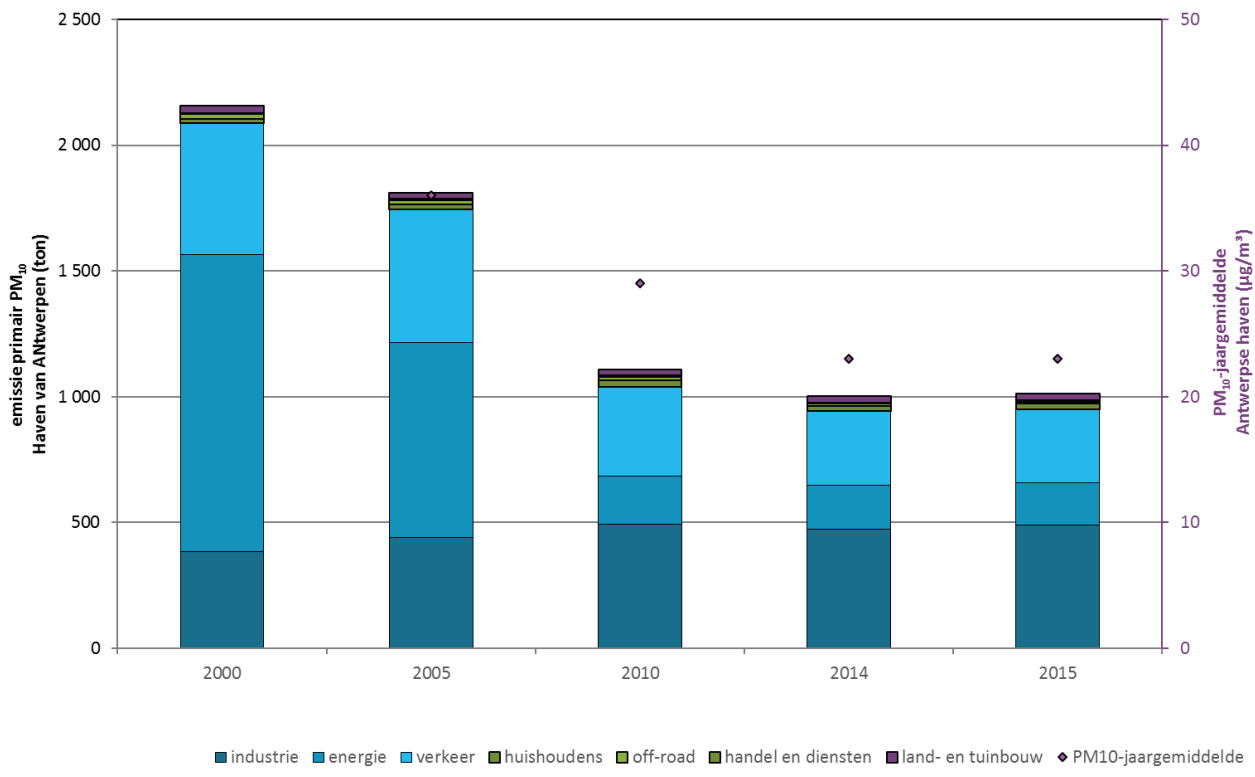


Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM; Aerosolvormend potentieel bepaald volgens methode De Leeuw et al. (2002)

Figuur 22 toont de rechtstreeks uitgestoten primaire PM₁₀-emissies door verschillende sectoren in de Antwerpse haven. De energiesector was in 2000 de belangrijkste bron van rechtstreeks uitgestoten PM₁₀. De uitstoot van deze sector daalde echter sterk en in 2015 is de belangrijkste bron de sector industrie. Verkeer steeg naar de tweede grootste uitstoot van primair PM₁₀ in 2015. Scheepvaart heeft het belangrijkste aandeel in deze sector, 21 % van de totale uitstoot. De PM₁₀-emissies van de overige sectoren zijn verwaarloosbaar in het Antwerpse havengebied. Het PM₁₀-jaargemiddelde volgde de daling van de emissies.



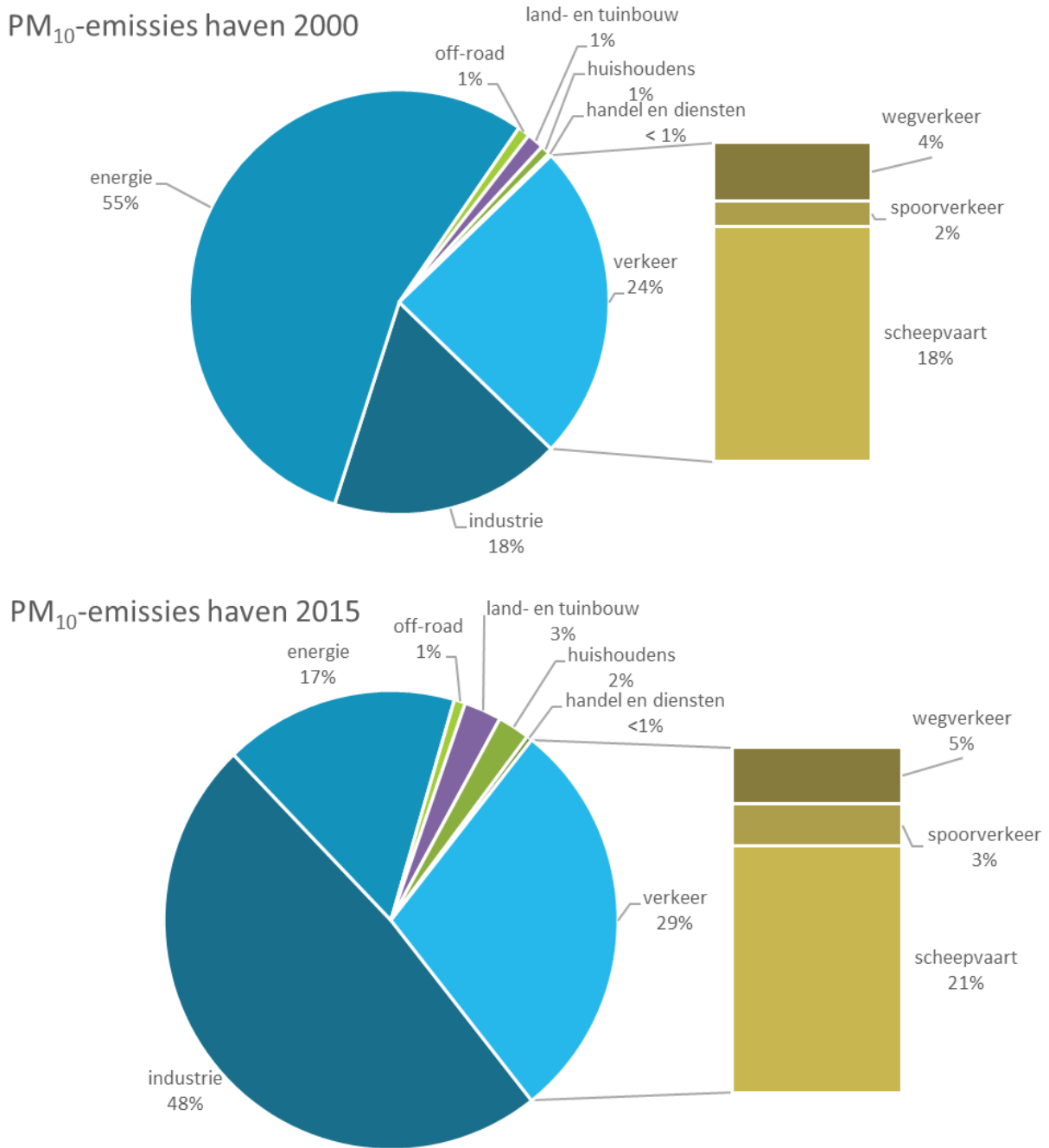
Figuur 22: Primaire PM₁₀-stofemissies van de verschillende sectoren en jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM



Figuur 23: Aandeel sectoren in primaire PM₁₀-stofemissies in het Antwerpse havengebied



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

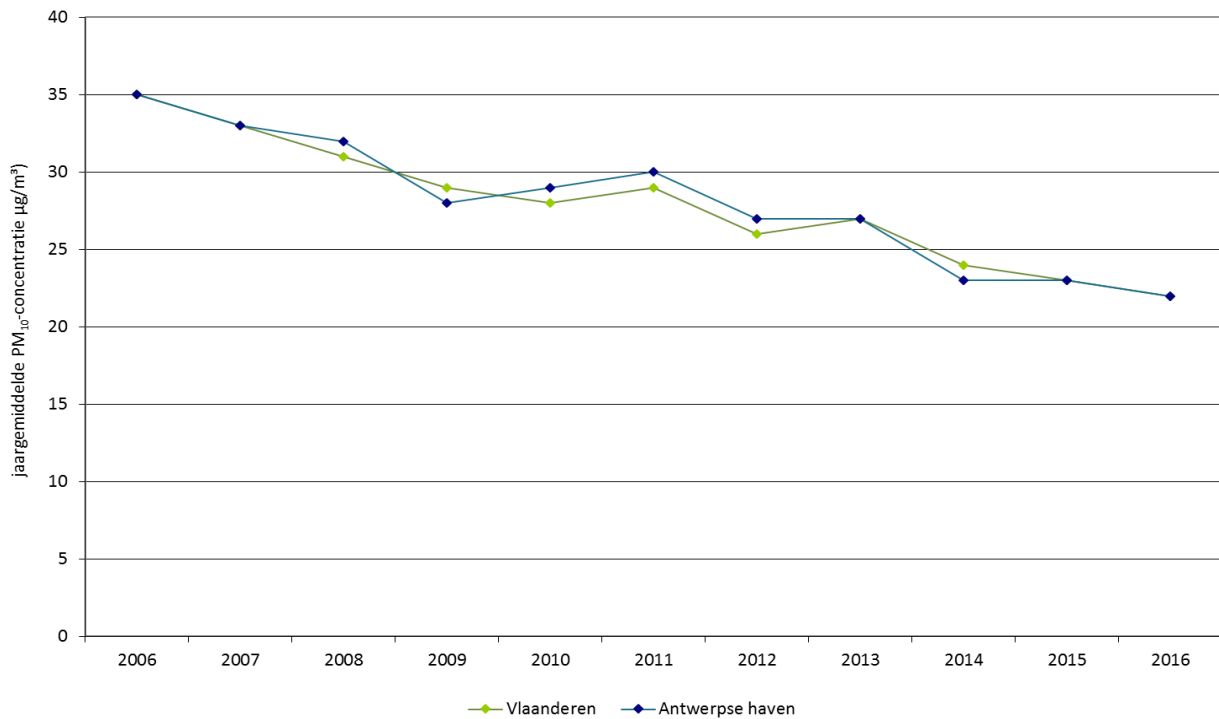
3.4.1.2 Trend en toetsing PM₁₀-meetwaarden

Figuur 24 toont het verloop van de PM₁₀-concentraties op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse havengebied' en 'Vlaanderen' in de periode 2006-2016. De grafiek toont een dalende trend. In de periode 2010-2013 is er



een iets meer schommelend verloop. De trend van beide virtuele stations is over de hele periode vrijwel gelijklopend. Het PM₁₀-jaargemiddelde in de haven van Antwerpen (virtuele meetplaats) was grotendeels hoger dan of gelijk aan de concentratie voor het virtueel gemiddelde voor Vlaanderen. Enkel in 2009 en 2014 was het gemiddelde in Vlaanderen hoger dan die in de Antwerpse haven.

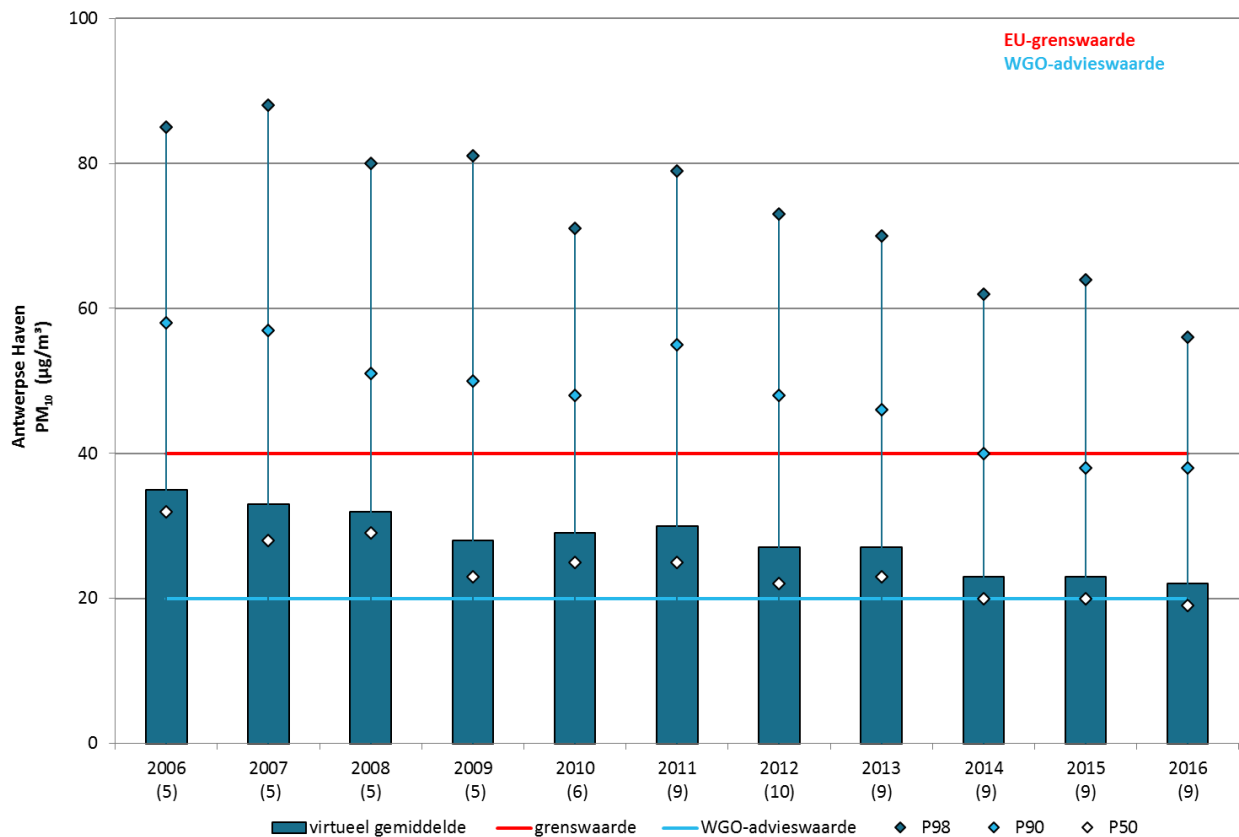
Figuur 24: PM₁₀-jaargemiddelde haven van Antwerpen ten opzichte van Vlaanderen



Figuur 25 toont voor de virtuele meetplaats ‘Antwerpse haven’ de PM₁₀-concentraties voor de meetperiode 2006-2016. Opnieuw zien we dat in deze periode de concentraties een gestage dalende trend vertonen. Het virtuele jaargemiddelde van 2016 was met een gemiddelde van 22 µg/m³ de laagste in de periode 2006-2016. Ook de piekwaarden (P98 en P90) en de mediaan waren in 2016 het laagst. Er is dus over de volledige periode niet alleen een structurele daling van de globale achtergrondconcentratie maar ook van de piekwaarden. De meteo-omstandigheden voor fijn stof waren in 2016 normaal tot gunstig. In 2016 waren er relatief minder dagen met weinig wind. De windrichting kwam overheersend uit het zuidwesten, meer dan in de referentieperiode (1981 -2010). Toch waren er ook meer dagen met oostenwind dan normaal. De totale neerslag over het volledige jaar 2016 was normaal, maar ongelijk verdeeld met een nat voorjaar en een extreem droge september en december.



Figuur 25: Evolutie PM₁₀-concentraties in het Antwerpse havengebied



Tabel 15 toont een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste, het 90ste percentiel en het 98ste percentiel voor PM₁₀. We stellen vast dat de jaargrenswaarde (40 µg/m³) de afgelopen jaren op alle meetplaatsen in de haven ruim gerespecteerd bleef. De WGO-advieswaarde van 20 µg/m³ werd echter nergens gehaald. Dit geldt ook voor de achtergrondlocatie R823 en was ook zo op de meeste meetplaatsen in Vlaanderen. Het jaargemiddelde op de meetplaats Zwijndrecht (R815) en Hoevenen (SA04) lag met 21 µg/m³ wel in de buurt van die advieswaarde, ook het virtueel gemiddelde van 22 µg/m³ benadert deze advieswaarde.

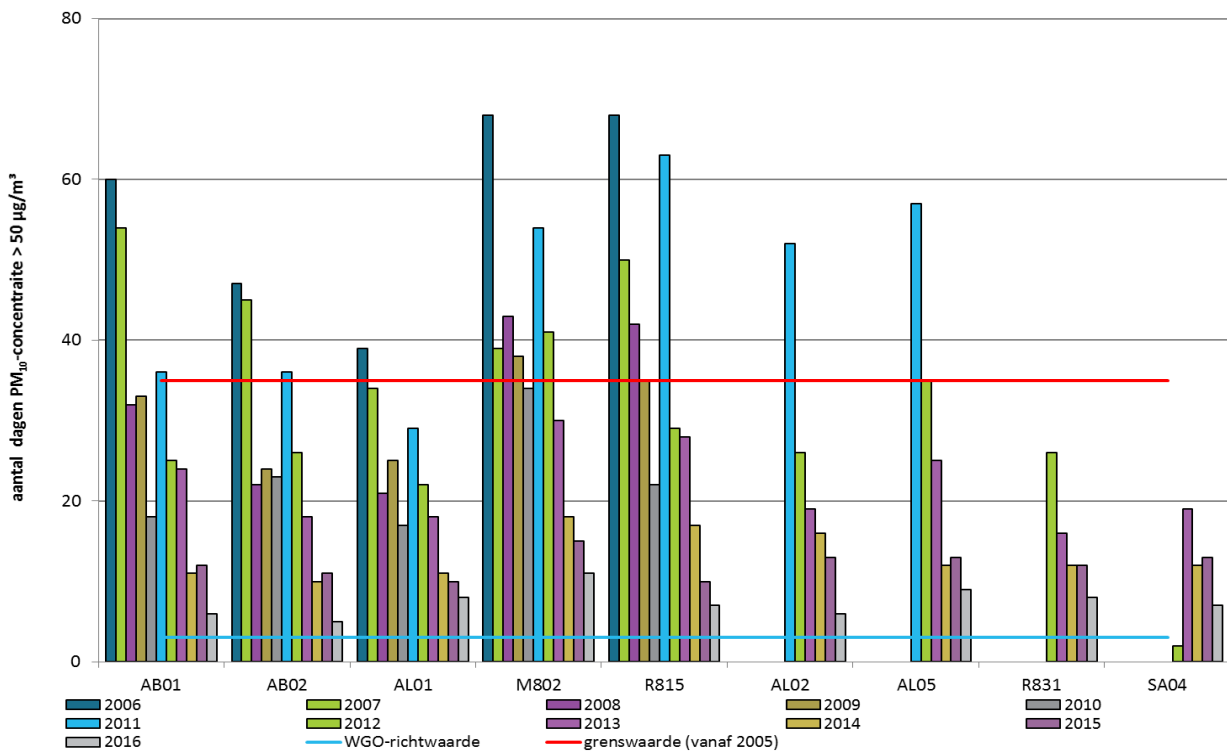


Tabel 15: Belangrijkste statistische parameters voor PM₁₀

UURWAARDEN PM ₁₀ (µg/m ³) Meetplaats	2014				2015				2016			
	JG.	P50	P90	P98	JG.	P50	P90	P98	JG.	P50	P90	P98
AB01 (Boudewijnsluis)	23	20	39	63	22	18	37	67	22	18	38	57
AB02 (Berendrecht)	22	19	38	61	22	19	37	64	22	19	38	57
AL01 (Antwerpen Linkeroever)	22	18	39	62	22	18	36	63	22	18	38	57
AL02 (Doel)	25	22	44	69	23	19	39	67	23	19	42	62
AL05 (Sluis Kallo)	22	19	40	63	24	21	40	66	23	20	41	61
M802 (Luchtbal)	25	21	44	72	24	20	42	72	24	20	41	63
R815 (Zwijndrecht)	25 ¹	21 ¹	46 ¹	77 ¹	21	18	36	62	22	19	39	57
R831 (Berendrecht)	24	21	41	66	23	20	39	64	21	19	38	57
SA04 (Hoevenen)	22	19	40	62	24	21	41	66	21	18	37	57
Virtueel gemiddelde haven	23	20	40	62	23	20	38	64	22	19	38	56
R823 (Beveren)	/	/	/	/	/	/	/	/	23	19	40	62

¹: Op R815 beschikken we slechts over 88 % van de data voor 2014.

Figuur 26: Aantal dagen met PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ voor de meetplaatsen in het Antwerpse havengebied



De Europese grenswaarde voor PM₁₀ bepaalt dat er jaarlijks maximaal 35 dagen mogen zijn met PM₁₀-concentraties hoger dan 50 µg/m³. Figuur 26 toont dat het aantal dagen sterk varieert van jaar tot jaar. Ongunstige meteo-omstandigheden zijn hier vaak een verklaring. Er is wel een duidelijk dalende trend zichtbaar op alle meetstations. Sinds 2013 zijn er geen overschrijdingen meer van de Europese grenswaarde. De meetplaats Luchtbal (M802) had in 2012 41 dagen met te hoge PM₁₀-concentraties, in 2016 waren er nog maar 11 dagen. De WGO-advieswaarde met maximaal 3 dagen met concentraties hoger dan 50 µg/m³ werd in 2016 niet gehaald. De meetplaats AB02 komt met 5 dagen het dichtst in de buurt van deze advieswaarde.

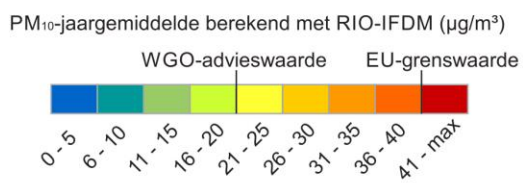
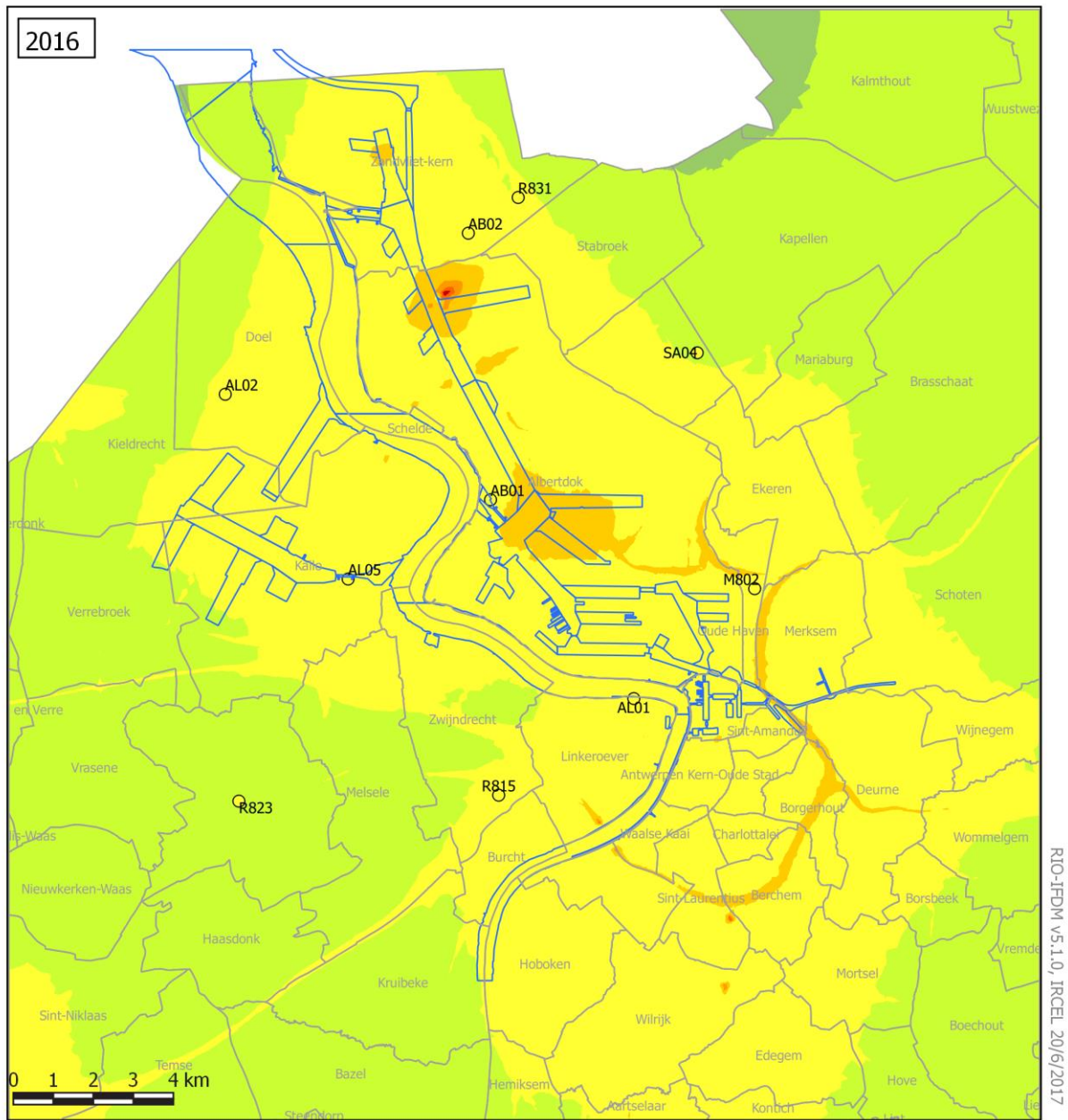
3.4.1.3 Geografische spreiding van PM₁₀-concentraties

De gegevens in Figuur 27 zijn gebaseerd op de RIO-IFDM modellering. Het model RIO+IFDM past in een eerste fase het RIO-model toe dat de meetwaarden van PM₁₀ in combinatie met informatie over landgebruik en Belgische emissietotalen interpoleert tot achtergrondkaarten. In een tweede fase gebeurde er een doorrekening met het IFDM-model voor de emissies van de lijnbronnen van de sector wegverkeer en voor de emissies van de gekende puntbronnen van de sectoren industrie en energie. Ten slotte was er een correctie voor dubbelrekening. Deze gedetailleerde kaart kan de indruk wekken dat de ruimtelijke spreiding van concentraties plaatselijk zeer precies gekend is. De berekeningsmethode kan echter een over- of onderschatting geven van bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging.

Op de kaart is de invloed van enkele grote invalswegen zichtbaar. Ook zijn er enkele bronnen in het Antwerpse havengebied zichtbaar. De gemodelleerde gegevens komen goed overeen met de gemeten concentraties op de meetplaatsen.



Figuur 27: Gemodelleerde PM₁₀-concentratie in het Antwerpse havengebied in 2016



De gemodelleerde waarden kunnen plaatselijk verschillen van de werkelijkheid door onzekerheden in zowel het RIO-IFDM model als in de gebruikte emissies, alsook door het niet in rekening brengen van de topografie en obstakels langs de wegen. In streetcanyons onderschat het model mogelijk de concentraties.

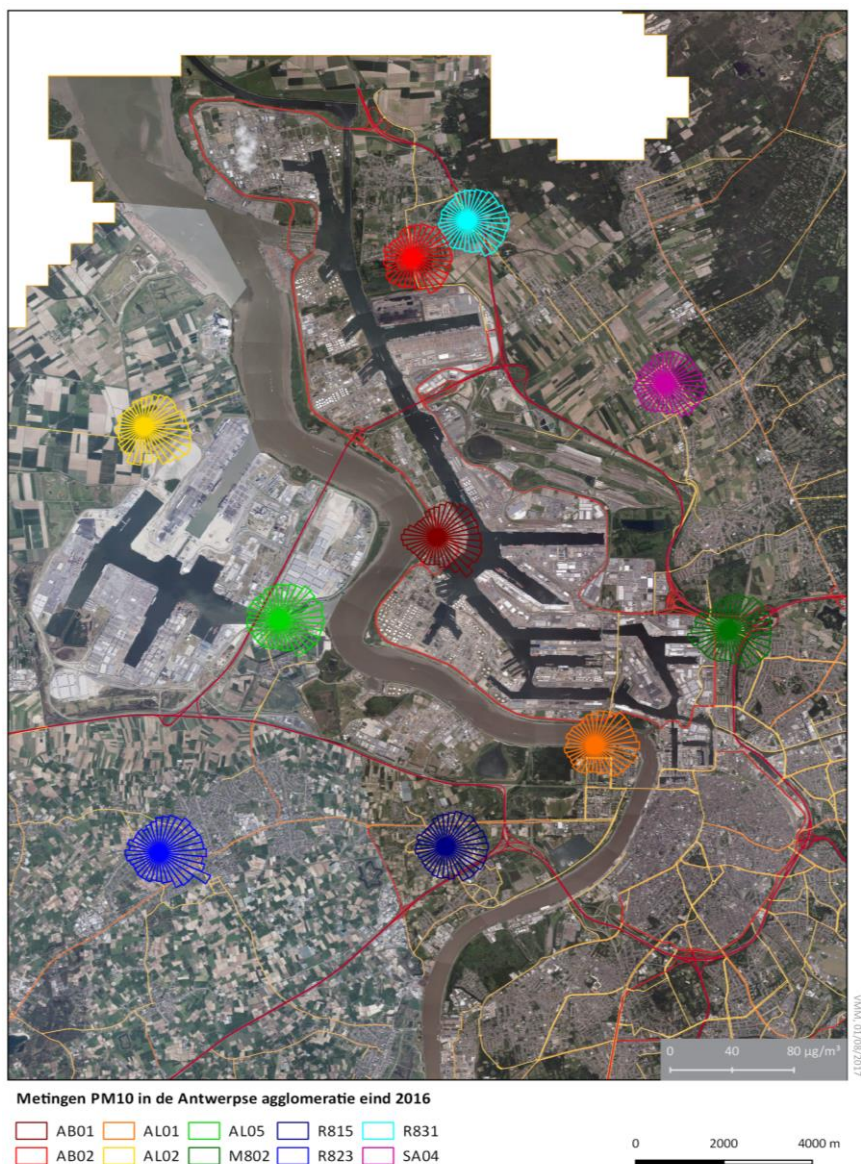
- Deelgemeentes — Dokken
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart ligt tussen 7,4 en 10 µg/m³.

Ondertussen ontwikkelde de VMM nieuwe modelkaarten die op hoge ruimtelijke resolutie de luchtkwaliteit tonen in Vlaanderen. Deze RIO-IFDM-OSPM-kaarten kunnen de luchtkwaliteit in street canyons beter inschatten. Deze kaarten zijn reeds raadpleegbaar op de VMM-website en zullen ook in toekomstige rapporten gebruikt worden⁹.

Een pollutieroos koppelt de luchtconcentraties van een bepaalde stof aan de dan heersende windrichting. Een pollutieroos is nuttig om de richting van de bron aan te duiden. Figuur 28 toont de pollutierozen voor PM₁₀ in het havengebied.

Figuur 28: Pollutierozen PM₁₀ in de Antwerpse haven in 2016



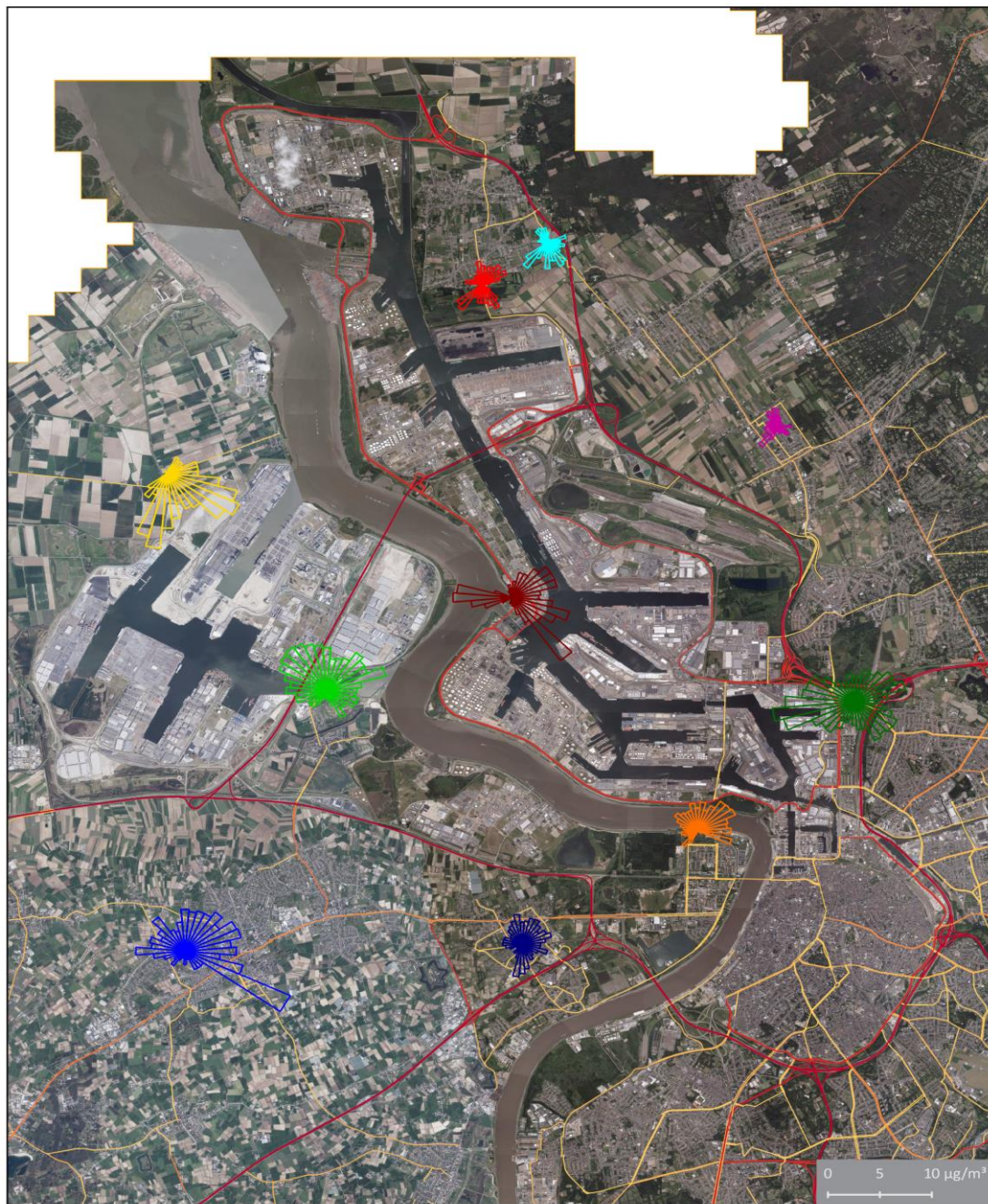
⁹ <http://www.vmm.be/data/luchtkwaliteit-in-je-eigen-omgeving>

De pollutierozen zijn vrij rond van vorm wat wijst op een dominante invloed van de achtergrondconcentraties. Hieruit zijn moeilijk de lokale invloeden af te leiden. Daarom werden er zero-pollutierozen gemaakt, 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 voren. Figuur 29 toont de zero-pollutierozen voor de PM₁₀-meetplaatsen in het Antwerpse havengebied en de meetplaats in Beveren (R823).

De meeste zero-pollutierozen wijzen in de richting van het zuidelijk deel van het havengebied. De meest noordelijke (SA04, R831 en AB02) meetplaatsen geven eerder kleinere zero-pollutierozen, ze worden het minst beïnvloed door lokale bronnen. Deze meetplaatsen liggen verder van het havengebied. De meetplaats Boudewijnsluis (AB01) centraal gelegen in de haven geeft duidelijke invloed van bronnen in de noordoostelijke sector, de zuidoostelijke sector en in westelijke richting. Op de meetplaats Luchtbal (M802) komt de invloed van de nabijgelegen kade voor bulkgoederen in westzuidwestelijke sector sterk naar voor. Ook de invloed van de nabijgelegen autostrade in zuidoostelijke sector is zichtbaar. De meetplaats R823 werd dit jaar meegenomen als achtergrondstation voor het Antwerpse havengebied. Hierbij is de invloed van de haven ook zichtbaar. Er is ook een piek in het zuidoosten zichtbaar, die is mogelijk te wijten aan wegeniswerken in de nabijheid van het meetstation, maar kan ook van een verder gelegen bron zijn.



Figuur 29: Zero-pollutierozen voor PM₁₀ in het Antwerpse havengebied in 2016



Metingen PM₁₀ in de Antwerpse agglomeratie eind 2016

- | | | | | |
|------|------|------|------|------|
| AB01 | AL01 | AL05 | R815 | R831 |
| AB02 | AL02 | M802 | R823 | SA04 |

0 2000 4000 m

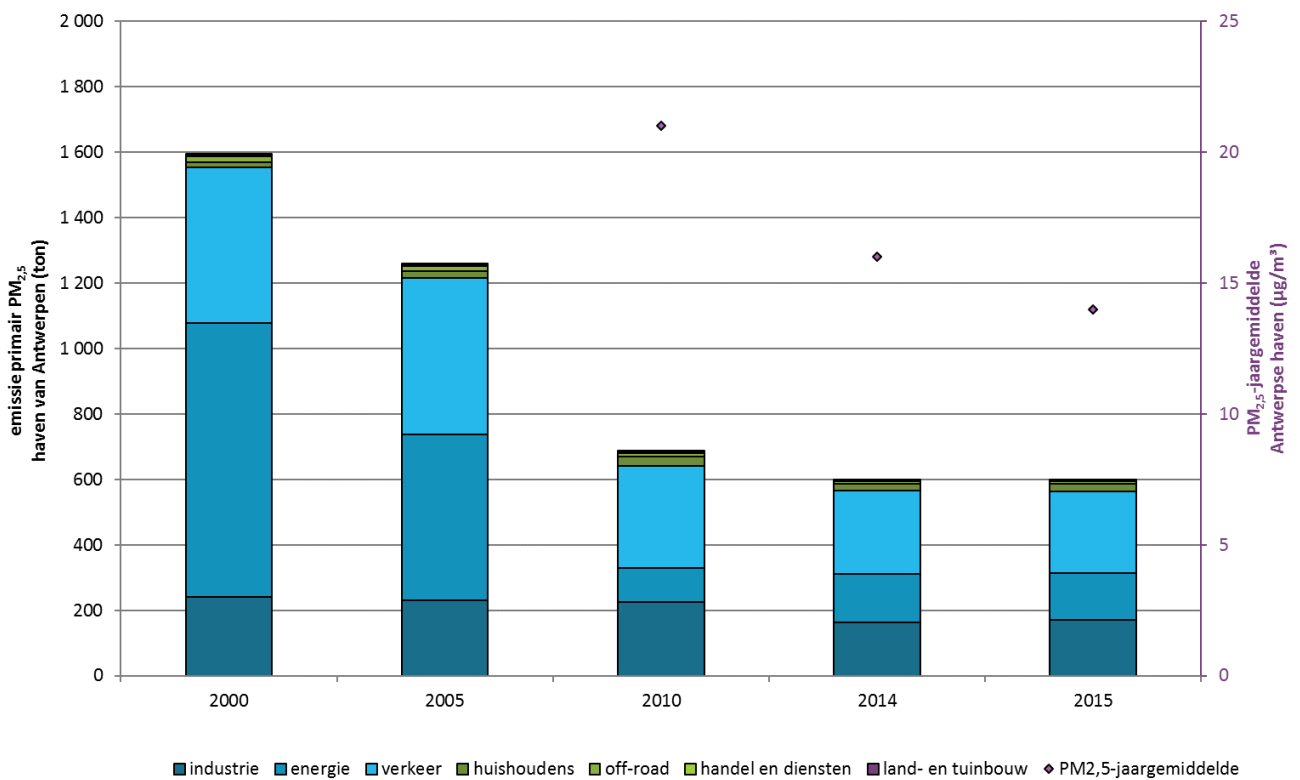


3.4.2 PM_{2,5}

3.4.2.1 Emissie van PM_{2,5}

Figuur 30 toont de primaire PM_{2,5}-emissies in de Antwerpse haven voor de verschillende sectoren. Net zoals bij de rechtstreekse uitstoot van het PM₁₀-stof was er voor de uitstoot van het PM_{2,5}-stof een algemeen dalende trend tussen 2000 en 2015. De belangrijkste sector in 2000 was de energiesector. Deze sector kende ook de grootste daling tussen 2000 en 2015. Ook de sectoren verkeer en industrie kenden een wezenlijke daling in deze periode. De emissies van de andere sectoren zijn verwaarloosbaar ten opzichte van deze drie sectoren. In 2015 is het verkeer de belangrijkste bron van rechtstreeks uitgestoten PM_{2,5}. De scheepvaart stootte driekwart van deze verkeersemissies uit, zie Figuur 31.

Figuur 30: Emissie van primair PM_{2,5}-emissie en jaargemiddelde in de Antwerpse haven

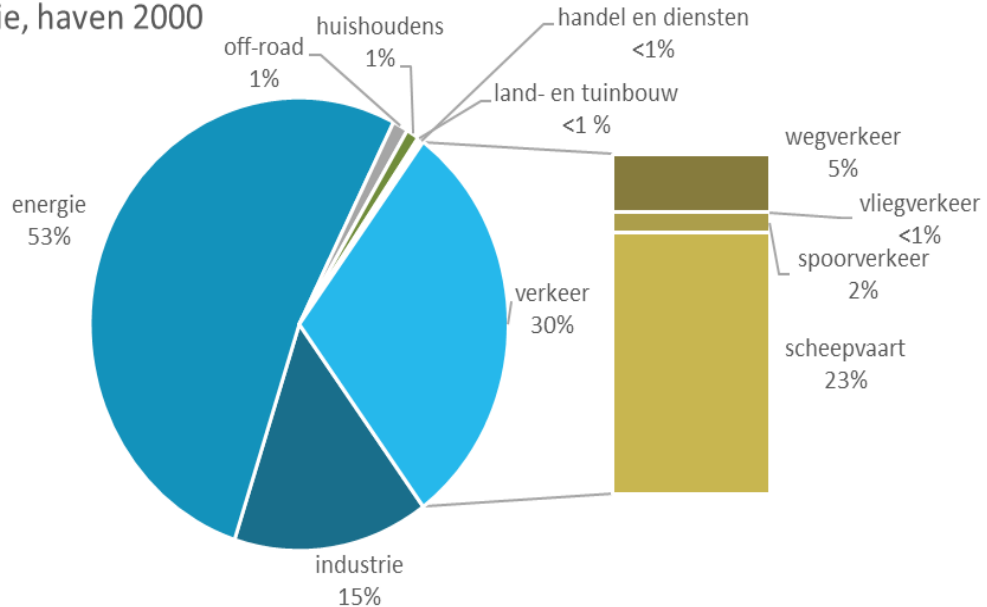


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

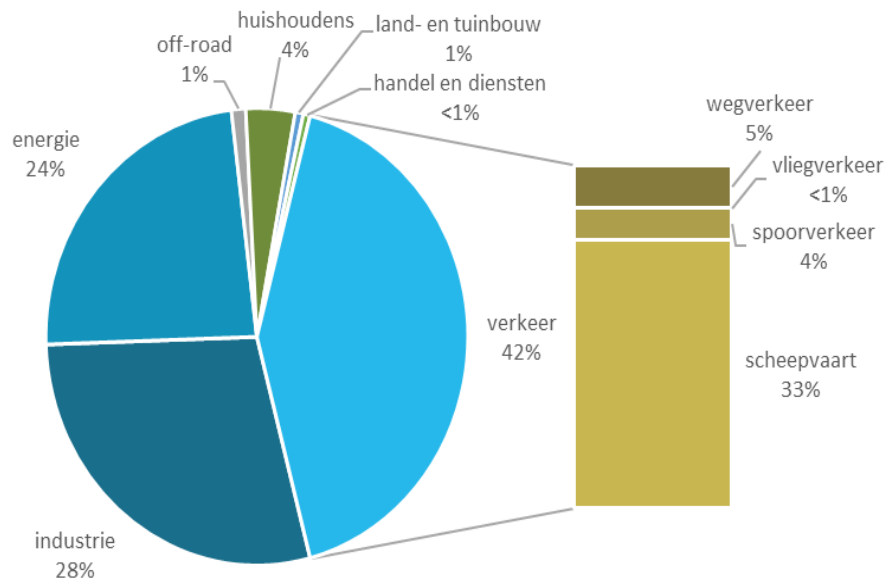


Figuur 31: Aandeel sectoren primair PM_{2,5}-emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2015

PM_{2,5}-emissie, haven 2000



PM_{2,5}-emissie, haven 2015



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

3.4.2.2 Tijdsverloop en toetsing van de PM_{2,5}-meetwaarden

Tabel 16 toont een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste, 90ste en het 98ste percentiel en het maximum van de uurwaarden – uitgedrukt in µg/m³ – voor PM_{2,5}. De meetplaatsen Beveren (AL03) en Liefkenshoektunnel (AL04) waren operationeel vanaf 01/07/2008. De meetplaats in Hoevenen (SA04) is actief sinds 2012. In 2014 werden extra fijnstofmonitoren, die simultaan PM₁₀ en PM_{2,5} meten (PALAS-FIDAS), geplaatst in het havengebied. Hierdoor steeg het aantal meetplaatsen waar PM_{2,5} wordt gemeten. Concreet



gaat het over de meetplaatsen Boudewijnsluis (AB01), Antwerpse Baan - Berendrecht (AB02), Wandelijk Antwerpen Linkeroever (AL01), Luchtbal (M802), Zwijndrecht (R815) en Hoefbladstraat - Berendrecht (R831).

Vanaf 2016 wordt ook het meetstation R823 getoond in Tabel 16. Dit meetstation behoort strikt genomen niet tot de Antwerpse haven, maar geeft een beeld van de achtergrondconcentratie windopwaarts van de dominante zuidwestenwind.

Tabel 16: Belangrijkste statistische parameters voor PM_{2,5}

UURWAARDEN PM _{2,5} (µg/m ³) Meetplaats	2014					2015					2016				
	JG	P50	P90	P98	Max	JG	P50	P90	P98	Max	JG	P50	P90	P98	Max
AB01 ^{2*} (Boudewijnsluis, Antwerpen)	14	12	27	42	56	13	10	26	53	156	13	10	27	44	128
AB02 ² (Antwerpse baan, Berendrecht)	16	13	31	45	61	13	10	26	49	94	13	10	28	47	104
AL01 ^{2*} (Wandelijk, Antwerpen - Linkeroever)	13	10	27	43	71	13	10	26	52	104	13	10	29	46	112
AL03 ^{1*} (Watermolendijkweg, Beveren)	17	14	31	49	71	16	13	30	52	101	16	13	32	48	130
AL04 (Liefkenshoektunnel, Antwerpen)	17	14	33	53	123	17	14	31	53	96	15	12	31	47	126
M802 ^{2*} (Luchtbal, Antwerpen)	16	13	30	45	88	14	11	29	53	104	14	10	30	48	125
R815 ^{2*} (Laarstraat, Zwijndrecht)	15	12	29	44	64	13	10	26	49	104	14	10	29	45	130
R831 ^{2*} (Hoefbladstraat Berendrecht)	15	12	30	45	73	13	10	26	48	94	13	10	28	44	111
SA04* (Abelenlaan, Hoevenen)	16	12	31	52	98	16	13	30	55	101	15	12	30	49	81
Virtueel gemiddelde haven	16	13	31	51	106	14	11	27	51	92	14	11	29	47	117
R823* (Beveren)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	14	11	37	48	173

¹: Op AL03 beschikken we slechts over 76 % van de data voor 2014.

²: Start van de metingen met gedeeltelijke beschikbaarheid data in 2014 voor AB01 (20 %), AB02 (19 %), AL01 (54 %), M802 (23 %), R815 (24 %) en R831 (43 %).

*: Relevant voor blootstelling bevolking



Figuur 32: Evolutie PM_{2,5}-jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied



Cijfers op basis van uurwaarden; *: Relevant voor blootstelling bevolking; ~ minder dan 90 % data beschikbaar in 2012 § minder dan 90 % data beschikbaar in 2013; ° minder dan 90 % data beschikbaar in 2014.

Figuur 32 toont het PM_{2,5}-jaargemiddelde op basis van uurwaarden. In deze figuur en in de tabel zien we dat de jaargemiddelden op alle meetplaatsen de Europese grenswaarde respecteerde. De toekomstige indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³, te behalen tegen 2020, werd in 2015 ook gehaald.

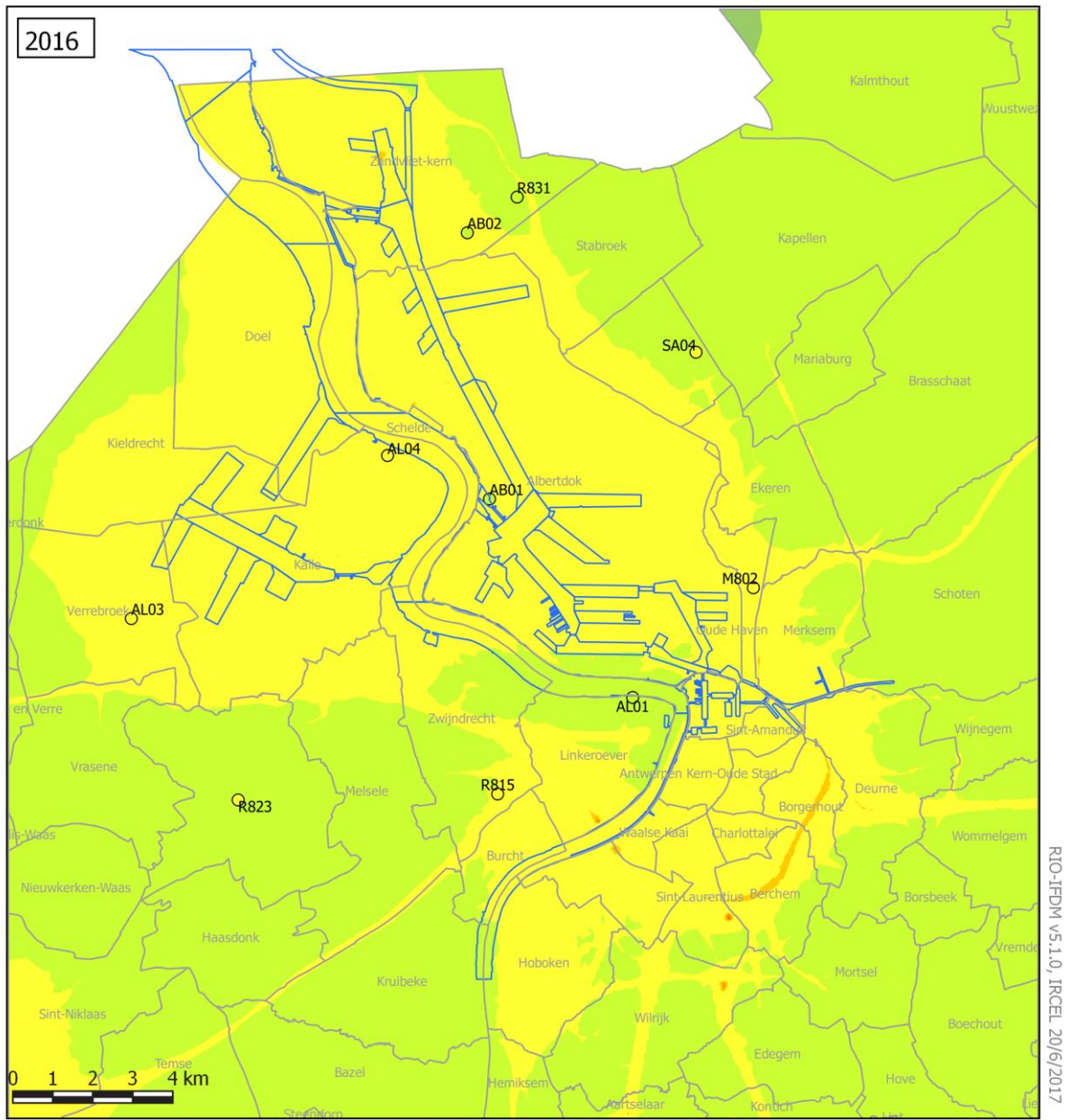
Op de meetplaats in Beveren (AL03) werd in 2016 het hoogste jaargemiddelde van de meetplaatsen opgemeten, namelijk 16 µg/m³. De jaargemiddelden liggen voor alle meetplaatsen vrij dicht bij elkaar. Tussen het hoogste en laagste jaargemiddelde zit 3 µg/m³. De WGO-advieswaarde van 10 µg/m³ werd op geen enkele meetplaats gehaald.

3.4.2.3 Geografische spreiding van PM_{2,5}-concentraties

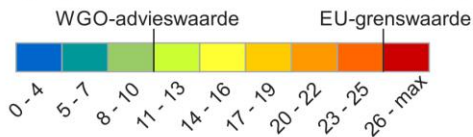
Figuur 33 toont de gemodelleerde verspreiding voor PM_{2,5} in het havengebied.



Figuur 33: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in het Antwerpse havengebied in 2016



PM_{2,5}-jaargemiddelde berekend met RIO-IFDM (µg/m³)



De gemodelleerde waarden kunnen plaatselijk verschillen van de werkelijkheid door onzekerheden in zowel het RIO-IFDM model als in de gebruikte emissies, alsook door het niet in rekening brengen van de topografie en obstakels langs de wegen. In streetcanyons onderschat het model mogelijk de concentraties.

- Deelgemeentes — Dokken
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart ligt tussen 2,8 en 3,4 µg/m³.

De gegevens op deze kaart zijn gebaseerd op de RIO-IFDM. Het model RIO+IFDM past in een eerste fase het RIO-model toe dat de meetwaarden van PM_{2,5} in combinatie met informatie over landgebruik en Belgische emissietotalen interpoleert tot achtergrondkaarten. In een tweede fase gebeurde er een doorrekening met het IFDM-model voor de emissies van de lijnbronnen van de sector wegverkeer en voor de emissies van de gekende puntbronnen van de sectoren industrie en energie. Ten slotte gebeurt er een correctie voor dubbeltelling. Deze gedetailleerde kaart kan de indruk wekken dat de ruimtelijke spreiding van concentraties plaatselijk zeer precies gekend is. De berekeningsmethode kan echter een over- of onderschatting geven van bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. De kaart toont duidelijk hogere concentraties in het havengebied en in de buurt van de Antwerpse ring.

Ondertussen ontwikkelde de VMM nieuwe modelkaarten die op hoge ruimtelijke resolutie de luchtkwaliteit tonen in Vlaanderen. Deze RIO-IFDM-OSPM-kaarten kunnen de luchtkwaliteit in street canyons beter inschatten. Deze kaarten zijn reeds raadpleegbaar op de VMM-website en zullen ook in toekomstige rapporten gebruikt worden¹⁰.

Figuur 34 toont de pollutierozen van de PM_{2,5}-metingen. Een pollutieroos koppelt de luchtconcentraties van een bepaalde stof aan de dan heersende windrichting. Een pollutieroos is nuttig om de richting van de bron aan te duiden. 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 dat de verontreinigde lucht blijft hangen.

Om de dominante invloed van de achtergrondconcentraties weg te filteren en de lokale invloeden beter af te leiden werden zero-pollutierozen gemaakt. Bij deze rozen worden per windsector – elke 10° – de metingen van de pollutierozen naast elkaar gelegd en de laagste concentratie wordt telkens afgetrokken van alle andere concentraties uit die sector. De zero-pollutierozen van PM_{2,5} staan in Figuur 35.

De invloed van de Antwerpse haven was zichtbaar in de meetplaats aan de Boudewijnsluis (AB01), Hoevenen (SA04) en Verrebroek (AL03). Ook op de meetplaats op Wandeldijk - Antwerpen Linkeroever (AL01) was de invloed van de haven zichtbaar. Aan de Liefkenshoekstunnel (AL04) centraal gelegen in de haven, is er uit bijna alle windsectoren waar havenactiviteiten doorgaan en grote verkeersassen zijn, een verhoging zichtbaar. Op de meetplaats Antwerpen - Luchtbal (M802) is de invloed van de verkeerswisselaar te zien. Op de meetplaats Beveren- Meerminnedam (R823) is de zuidoostelijke bijdrage wellicht te wijten aan wegeniswerken dichtbij de meetplaats of aan een verder gelegen bron.

¹⁰ <http://www.vmm.be/data/luchtkwaliteit-in-je-eigen-omgeving>

Figuur 34: Pollutierozen PM_{2,5}-gemiddelde in het Antwerpse havengebied in 2016



Metingen in de Haven van Antwerpen in 2016

✱ Meetplaats

- | | | |
|--------|--------|--------|
| ■ AB01 | ■ AL04 | ■ SA04 |
| ■ AB02 | ■ R815 | ■ R823 |
| ■ AL01 | ■ R831 | |
| ■ AL03 | ■ M802 | |

0 2500 5000 m



Figuur 35: Zero-pollutierozen PM_{2,5}-gemiddelde in Antwerpse havengebied in 2016



Metingen in de Haven van Antwerpen in 2016

✱ Meetplaats

- | | | |
|--|---|---|
| ■ AB01 | ■ AL04 | ■ SA04 |
| ■ AB02 | ■ R815 | ■ R823 |
| ■ AL01 | ■ R831 | |
| ■ AL03 | ■ M802 | |

0 2500 5000 m

3.4.3 Zwarte koolstof

In dit deel bespreken we eerst het tijdsverloop en de toetsing van de meetwaarden voor zwarte koolstof, daarna bespreken we ook de geografische spreiding van de concentraties van zwarte koolstof.

3.4.3.1 Tijdverloop en toetsing van de meetwaarden

De metingen van zwarte koolstof op de meetplaats Boudewijnsluis (AB01) werden eind januari 2007 opgestart, op de meetplaats Zwijndrecht (R815) in mei 2009. In 2010 kwamen er 3 extra toestellen bij, namelijk op de locaties Luchtbal (M802) in maart, Wandeldijk - Antwerpen Linkeroever (AL01) in april en Stabroek (R833) in juni. In juni 2012 werd de meetapparatuur van Stabroek overgeplaatst naar Hoevenen. In 2016 waren er geen wijzigingen. Onderstaande tabel toont voor zwarte koolstof een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste, 90ste en het 98ste percentiel en het maximum van de uurwaarden, uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabel 17: Belangrijkste statistische parameters voor zwarte koolstof

UURWAARDEN Zwarte koolstof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Meetplaats	2014					2015					2016				
	JG	P50	P90	P98	Max	JG	P50	P90	P98	Max	JG	P50	P90	P98	Max
AB01 (Boudewijnsluis, Antwerpen)	1,6	1,2	3,3	5,5	14,7	1,4	1,1	3,0	5,3	13,9	1,5	1,1	3,0	5,6	14,3
AL01 * (Wandeldijk, Antwerpen- Linkeroever)	1,4	1,0	2,8	4,8	12,3	1,2	0,9	2,5	4,4	12,5	1,2	0,9	2,5	4,9	13,1
M802 * (Luchtbal, Antwerpen)	1,9	1,4	3,9	7,0	13,6	1,8	1,2	3,5	7,2	15,7	1,7	1,2	3,6	7,1	13,8
R815 * (Zwijndrecht)	1,6	1,2	3,2	6,2	15,4	1,4	1,0	2,8	5,4	13,0	1,4	0,9	3,0	6,3	14,7
SA04 * (Abelenlaan, Hoevenen)	1,3	0,9	2,6	5,2	13,2	1,2	0,9	2,4	4,8	13,5	1,2	0,8	2,5	5,3	12,1
Virtueel gemiddelde haven	1,6	1,2	3,1	5,3	12,1	1,4	1,0	2,8	5,0	10,3	1,4	1,0	2,9	5,6	12,8

*: Relevant voor blootstelling bevolking

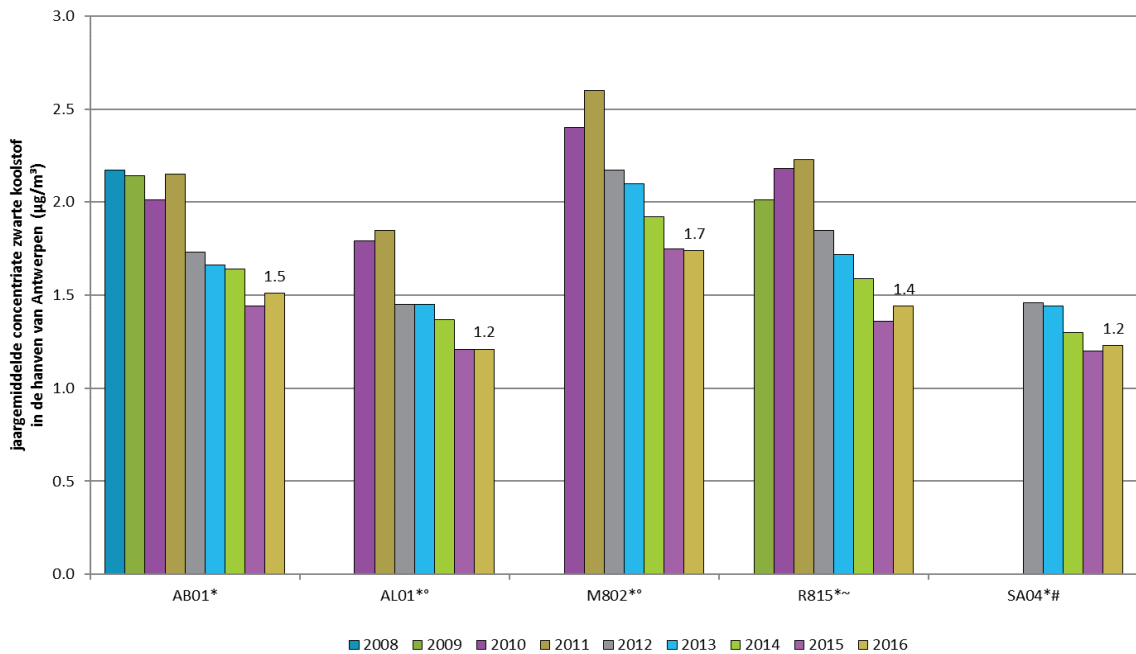
Bovenstaande tabel toont dat het virtueel gemiddelde in 2016 voor zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedroeg. Het hoogste jaargemiddelde was $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op de meetplaats Antwerpen – Luchtbal.

Het laagste gemiddelde was $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op de meetplaatsen Hoevenen (SA04) en Antwerpen Linkeroever (AL01). Ter vergelijking: in Vlaanderen kent de virtuele meetplaats 'verkeer' het hoogste gemiddelde met $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2016 en de virtuele meetplaats 'landelijk' kent het laagste gemiddelde met $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het gemiddelde voor het de virtuele meetplaats 'industrieel' was $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2016.

In Figuur 36 zien we de evolutie van de jaargemiddelde concentraties van zwarte koolstof op basis van uurwaarden, sinds de start van de metingen. Over de volledige periode is er een dalende trend zichtbaar.



Figuur 36: Evolutie jaargemiddelden zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied

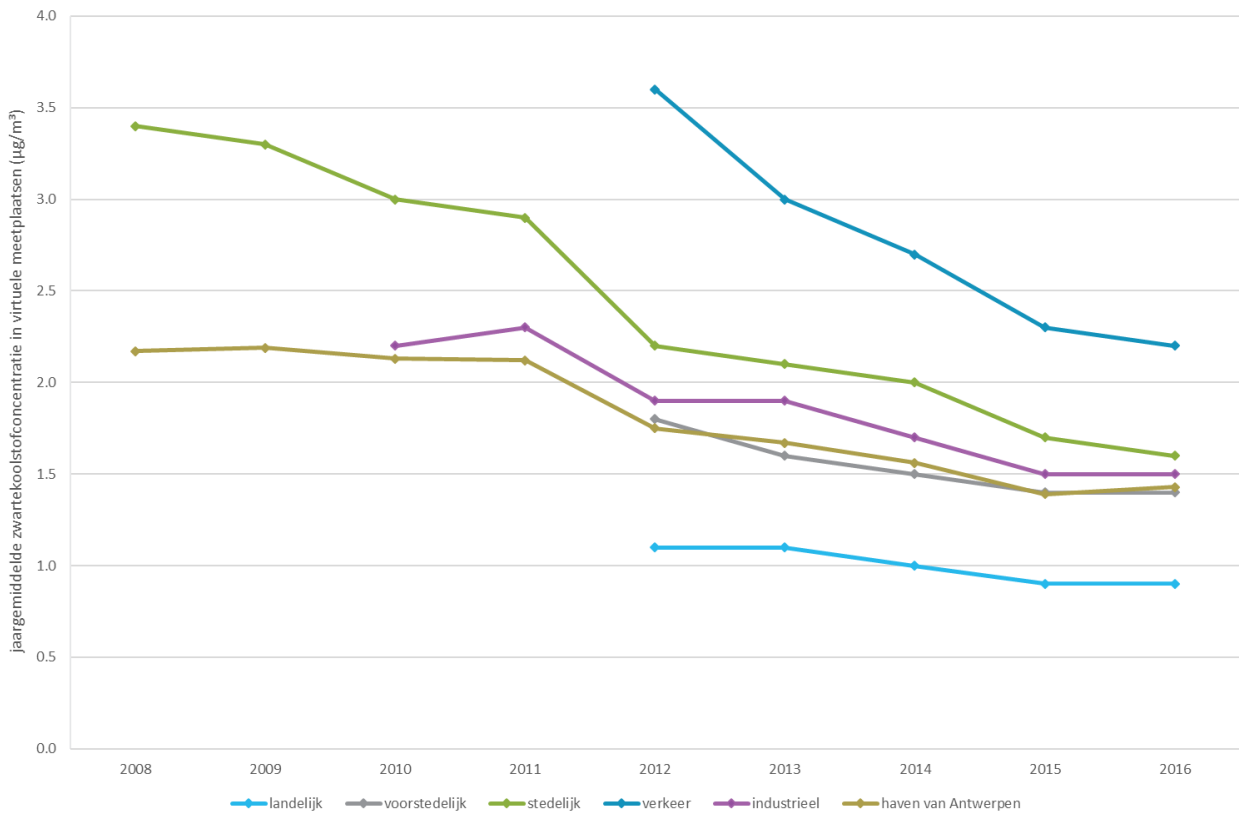


* relevant voor de bevolking; ° minder dan 90 % databeschikbaarheid in 2010; ~ minder dan 90 % databeschikbaarheid in 2009; # minder dan 90 % databeschikbaarheid in 2012.

Figuur 37 toont het jaargemiddelde van zwarte koolstof op basis van uurwaarden, van de landelijke, stedelijke, voorstedelijke, verkeer, industriële virtuele meetplaatsen en de virtuele meetplaats Antwerpse haven. Op de figuur zien we dat net zoals in de haven van Antwerpen ook op andere virtuele meetplaatsen in Vlaanderen het jaargemiddelde van zwarte koolstof een dalend verloop kent. Het virtueel gemiddelde van de Antwerpse haven situeert zich tussen het voorstedelijk en industrieel virtueel gemiddelde.



Figuur 37: Evolutie zwarte koolstofconcentraties op verschillende virtuele meetplaatsen

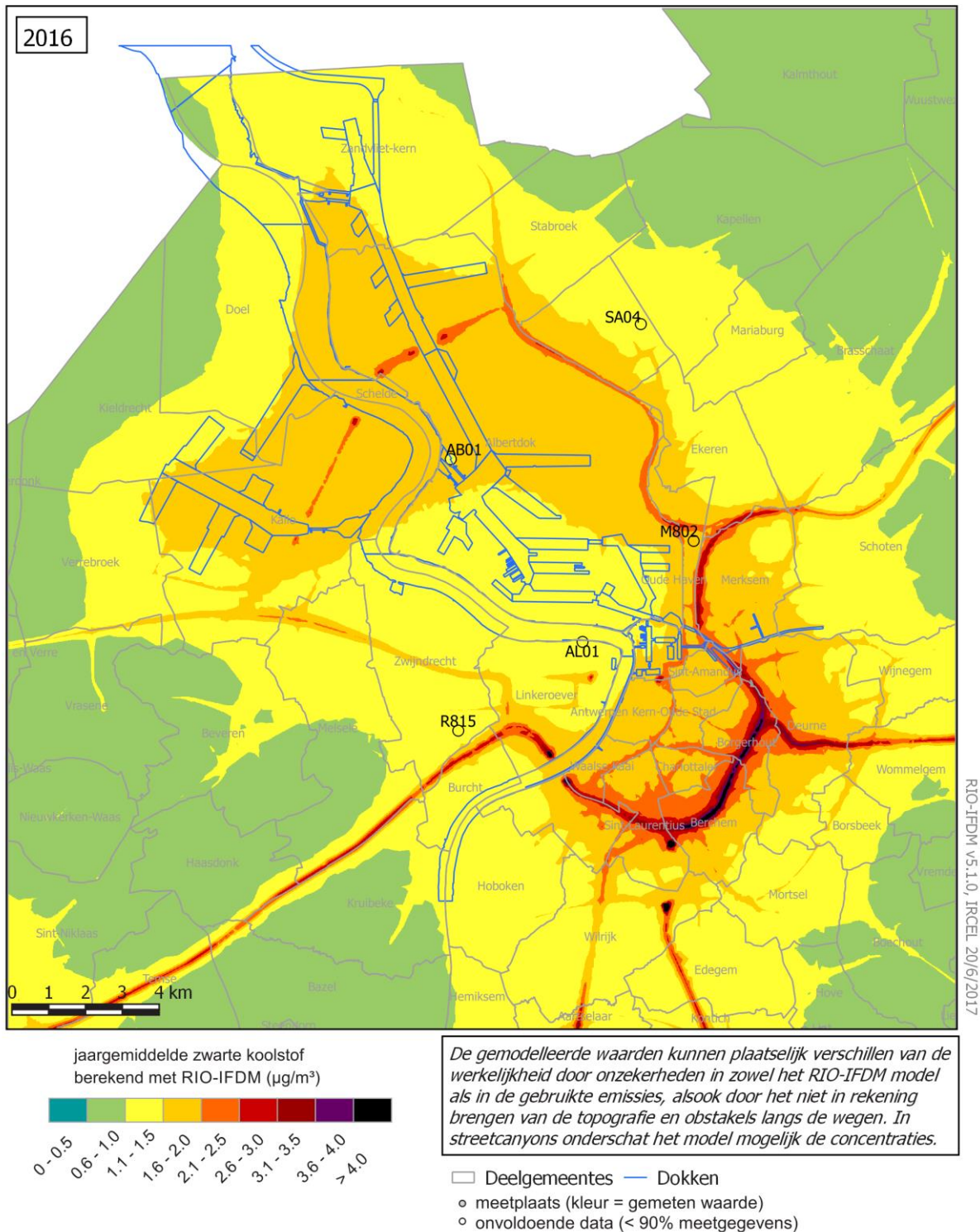


3.4.3.2 Geografische spreiding van zwarte koolstof

Figuur 38 toont de gemiddelde jaargemiddelde concentratie van zwarte koolstof in de Antwerpse haven voor het jaar 2016. De gegevens op deze kaart zijn gebaseerd op RIO-IFDM. Het model RIO+IFDM past in een eerste fase het RIO-model toe dat de meetwaarden van zwarte koolstof in combinatie met informatie over landgebruik en Belgische emissietotalen interpoleert tot achtergrondkaarten. In een tweede fase gebeurde er een doorrekening met het IFDM-model voor de emissies van de lijnbronnen van de sector wegverkeer en voor de emissies van de gekende puntbronnen van de sectoren industrie en energie. Ten slotte gebeurt er een correctie voor dubbelrekening. Deze gedetailleerde kaart kan de indruk wekken dat de ruimtelijke spreiding van concentraties plaatselijk zeer precies gekend is. De berekeningsmethode kan echter een over- of onderschatting geven van bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging.



Figuur 38: Gemodelleerd jaargemiddelde van zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2016



De onzekerheid op de RIO-resultaten ligt tussen 0,68 en 0,90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Op de gemodelleerde kaart zijn de hoge concentraties ter hoogte van de wegen duidelijk zichtbaar, ook in het havengebied. Daarnaast zijn ook de concentratie hoger in het havengebied en de stedelijke omgeving.

Ondertussen ontwikkelde de VMM nieuwe modelkaarten die op hoge ruimtelijke resolutie de luchtkwaliteit tonen in Vlaanderen. Deze RIO-IFDM-OSPM-kaarten kunnen de luchtkwaliteit in street canyons beter inschatten. Deze kaarten zijn reeds raadpleegbaar op de VMM-website en zullen ook in toekomstige rapporten gebruikt worden¹¹.

Een pollutiezoos koppelt de luchtconcentraties van een bepaalde stof aan de dan heersende windrichting. De pollutiezoos van zwarte koolstof in Figuur 39 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 het blijven hangen van de verontreinigde lucht.

¹¹ <http://www.vmm.be/data/luchtkwaliteit-in-je-eigen-omgeving>



Figuur 39: Pollutierozen gemiddelde zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied in 2016



VMM, 30/06/2017

Metingen in de Haven van Antwerpen in 2016

★ Meetplaats

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ AB01 ■ AL01 ■ M802 | <ul style="list-style-type: none"> ■ R815 ■ SA04 |
|---|--|

0 2500 5000 m

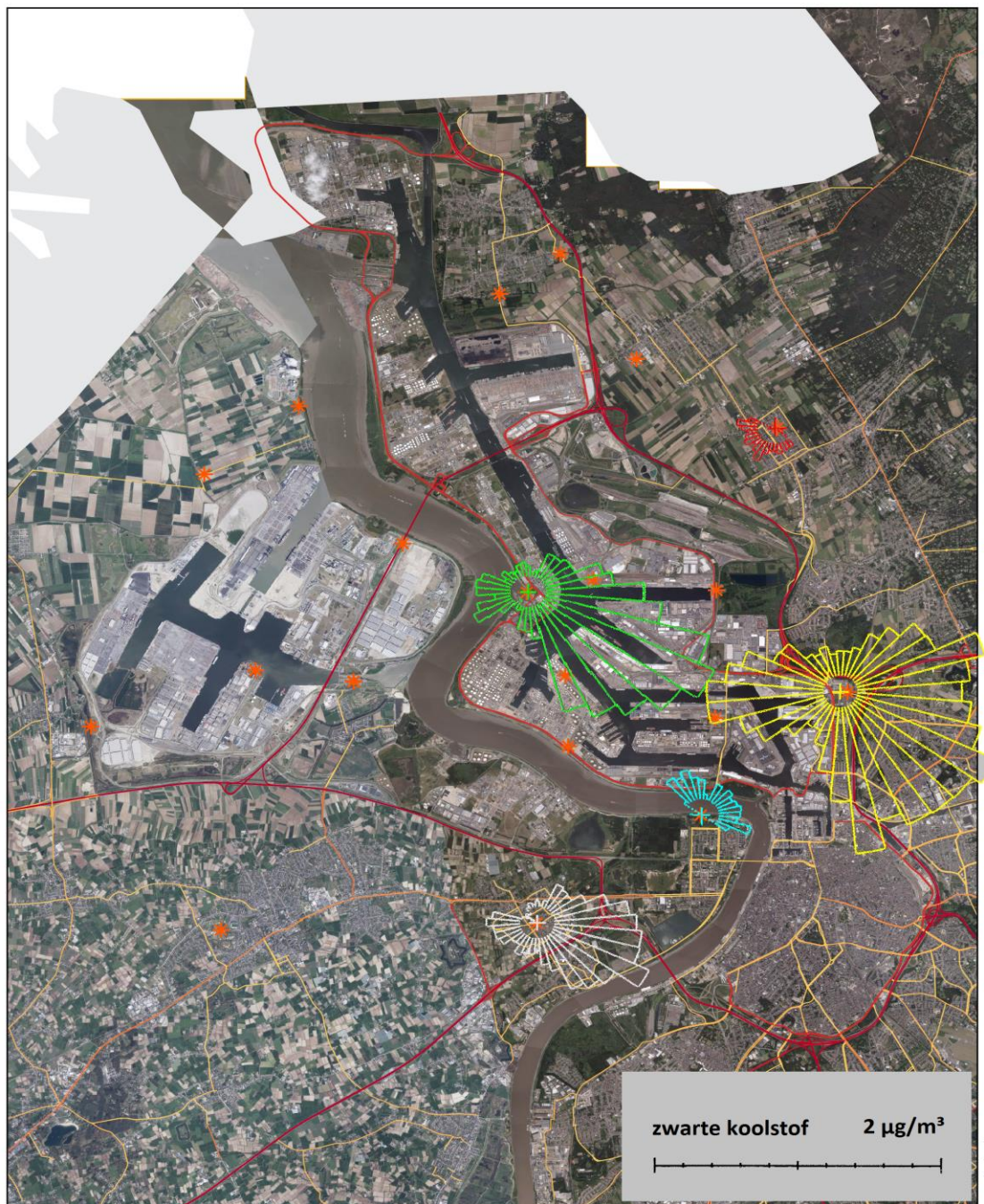


Omdat de pollutierozen in Figuur 39 voor alle meetplaatsen overheerst werden door aanvoer van achtergrondpollutie uit de zuidoostelijke sector, is het moeilijk om lokale invloeden op te merken. Daarom werden er nieuwe pollutierozen gemaakt, zogenaamde zero-pollutierozen, waarbij steeds de laagste meting, de achtergrond, werd verwijderd. Per windsector – elke 10° – worden de 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 voren. Figuur 40 toont de zero-pollutierozen van zwarte koolstof op de kaart van het havengebied.

De meetplaats in Zwijndrecht (R815) werd sterk beïnvloed door de aanvoer van zwarte koolstof vanuit de oostelijke tot oostzuidoostelijke sector, afkomstig van het verkeer op het klaverblad voor de Kennedytunnel en de tunnelmond op Linkeroever. Door zijn ligging langs de Schelde en in een omgeving met weinig bewoning werd de meetplaats Linkeroever (AL01) minder beïnvloed door het verkeer en de havenactiviteiten. De zero-pollutierozen van Linkeroever (AL01) is dan ook klein. De 2 meetplaatsen Boudewijnsluis (AB01) en Luchtbal (M802) vertoonden een invloed vanuit het centrum van het havengebied. Op de meetplaats aan de Boudewijnsluis is ook de invloed van het scheepsverkeer in beperkte mate zichtbaar. Op de meetplaats Luchtbal (M802) komt ook de invloed van het verkeer in oost tot zuidelijke sector duidelijk naar voor. De meetplaats in Hoevenen (SA04) lijkt voor deze pollutie slechts weinig te worden beïnvloed door de havenactiviteiten.



Figuur 40: Zero-pollutierozen voor zwarte koolstof in het Antwerpse havengebied in 2016



Metingen in de Haven van Antwerpen in 2016

✱ Meetplaats

- AB01
- AL01
- M802
- R815
- SA04

0 2500 5000 m

VMM, 30/06/2017

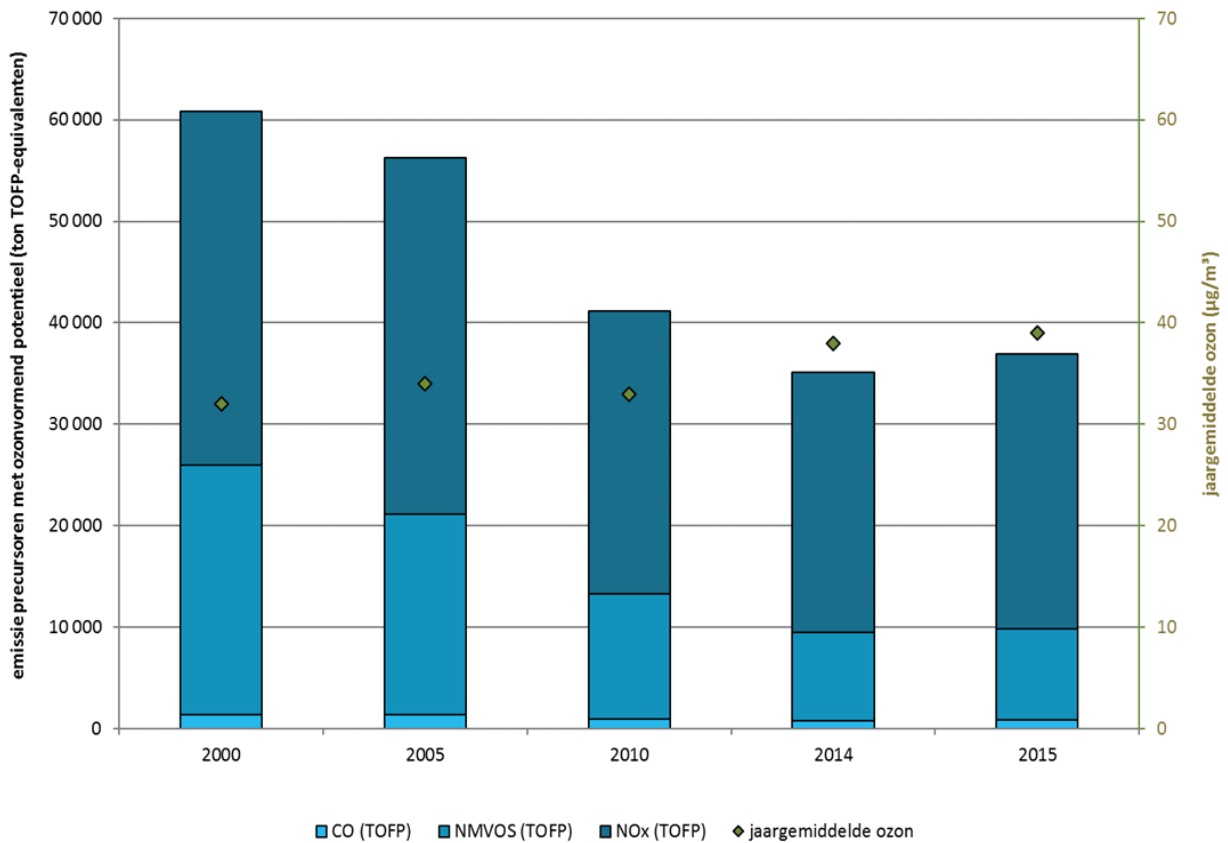
3.5 Ozon – O₃

In deze paragraaf bespreken we de emissies van de ozonprecursoren. Daarna evalueren we de trend van de ozonconcentratie en toetsen we die aan de regelgeving. Tot slot bekijken we de geografische spreiding in het Antwerpse havengebied.

3.5.1 Emissies van ozonprecursoren

Figuur 41 toont de emissies van de verschillende precursoren met ozonvormend potentieel in de Antwerpse haven voor verschillende sectoren en het ozonjaargemiddelde voor de jaren 2000, 2005, 2010, 2014 en 2015.

Figuur 41: Emissies van precursoren met ozonvormend potentieel (ton TOFP-equivalent) en jaargemiddelde ozon in het Antwerpse havengebied



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Ozonvormend potentieel in TOFP bepaald volgens methode De Leeuw et al (2002), De gerapporteerde CH₄-emissie is verwaarloosbaar en niet opgenomen in de figuur.

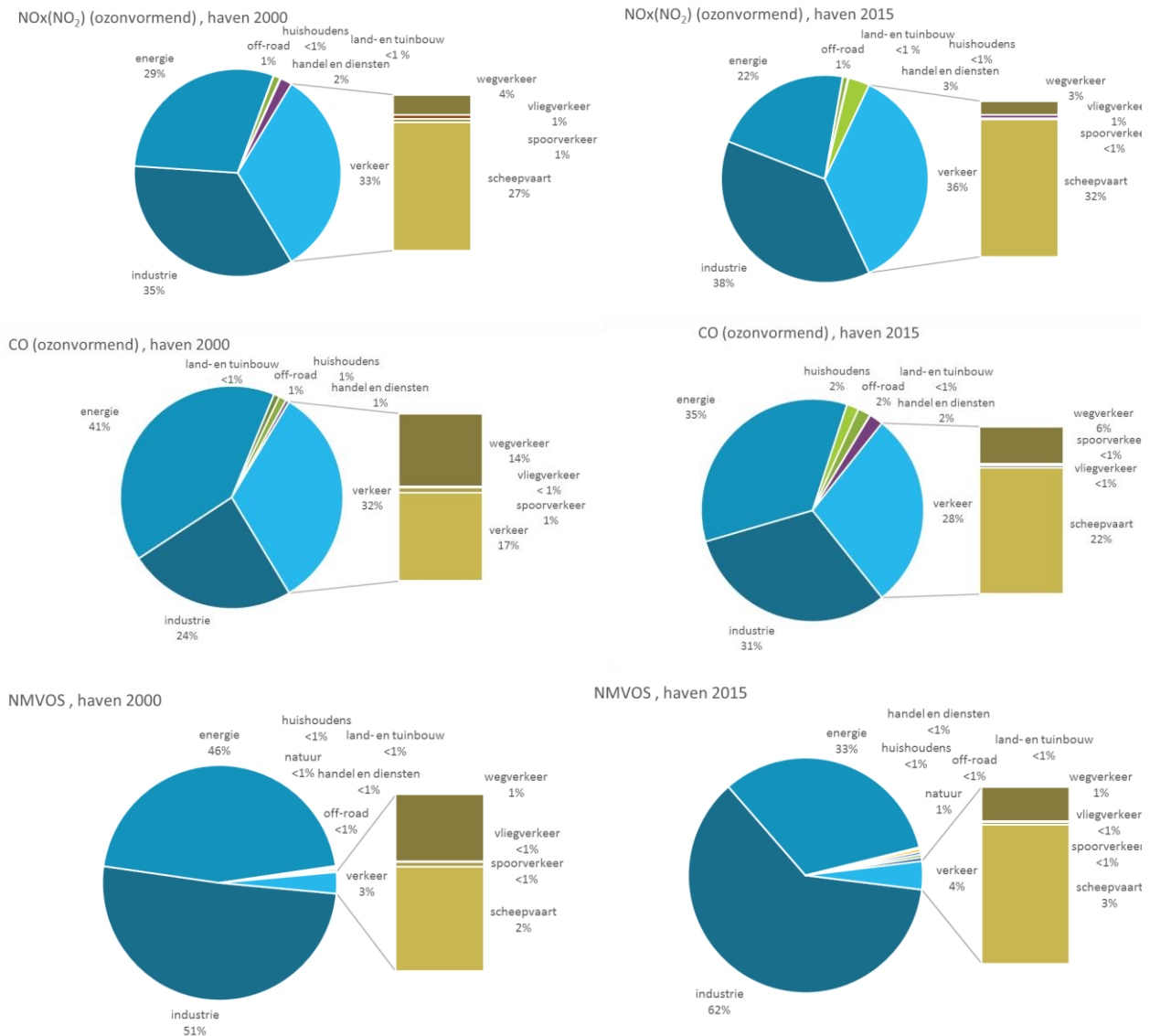
Ozon ontstaat na chemische reacties tussen verschillende voorloperstoffen. Niet elke voorloperstof of precursor draagt evenveel bij aan de ozonvorming. Om een beeld te krijgen van de uitstoot die leidt tot ozon, wordt die uitgedrukt in ozonvormend potentieel (TOFP).

In de periode 2000-2015 was er een sterke daling van de uitstoot van ozonvormend potentieel. De jaargemiddelde ozonconcentratie kende echter een stijgend verloop. De ozonchemie kan dit verklaren: de pollutant NO kan de ozon via een snelle reactie afbreken (zie ook verder). Figuur 42 toont de aandelen van de



verschillende sectoren voor de ozonprecursoren NO_x(NO₂), CO en NMVOS voor de jaren 2000 en 2015 in de Antwerpse haven. Hierbij zien we dat bij de drie pollutanten telkens de sectoren energie, industrie en verkeer de belangrijkste sectoren zijn. In 2015 was voor CO de sector energie de belangrijkste bron, voor NMVOS was dit industrie en NO_x(NO₂) was vooral afkomstig van het verkeer.

Figuur 42: Aandeel sectoren emissie precursoren met ozonvormend potentieel in haven van Antwerpen



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

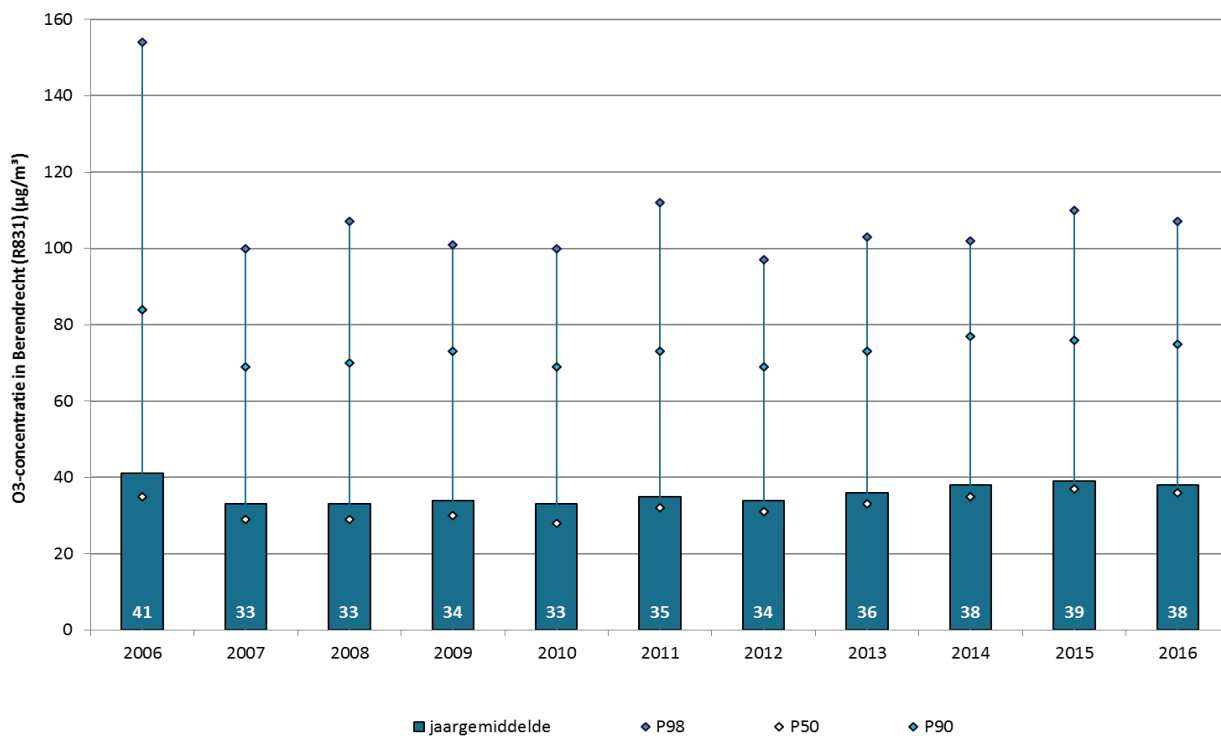
3.5.2 Trend en toetsing van de ozonmeetwaarden

Figuur 43 vertoont een licht schommelend verloop van het jaargemiddelde met een uitschieter in het ongunstige ozonjaar 2006. In de periode 2012-2016 was er een licht stijgend verloop, maar de waarden lagen veel lager dan de waarden in 2006. De evolutie van het jaargemiddelde over de laatste 10 jaar was gelijklopend met de trend van het jaargemiddelde in heel Vlaanderen. Het ozonjaargemiddelde op de meetplaats R831 (Berendrecht) ligt wel 5 à 10 µg/m³ lager dan gemiddeld over Vlaanderen. Dit betekent dat



op de meetplaats 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 een snelle reactie (titratie). 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.

Figuur 43: Evolutie O₃-concentraties in Berendrecht (R831)



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

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

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 2006, zijn de maxima en hogere percentielen hoger dan tijdens gemiddelde zomers.

Onderstaande tabel bevat de belangrijkste statistische parameters voor ozon in de periode 2006-2016 samen.



Tabel 18: Belangrijkste statistische parameters voor ozon in Berendrecht (R831)

UURWAARDEN											
O ₃ μg/m ³	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
JG	41	33	33	34	33	35	34	36	38	39	38
P50	35	29	29	30	28	32	31	33	35	37	36
P90	84	69	70	73	69	73	69	73	77	76	75
P98	154	100	107	101	100	112	97	103	102	110	107
Max	223	162	153	168	198	193	197	181	180	196	182

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.

In onderstaande tabel toetsen we de ozonconcentraties gemeten op de meetplaats Berendrecht (R831) aan de informatie- en alarmdrempel, de streefwaarden, de langetermijndoelstellingen voor de bescherming van de menselijke gezondheid en de WGO-advieswaarde. De meetplaats Berendrecht is relevant voor de evaluatie van blootstelling van de bevolking.

Tabel 19: Toetsing aan informatie- en alarmdrempel, streefwaarden, langetermijndoelstellingen en WGO-advieswaarde op meetplaats R831

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<i>EU-streefwaarde ter bescherming van de volksgezondheid^a (aantal)</i>	28	7	10	2	8	9	7	5	6	8	9
<i>EU-streefwaarde ter bescherming van de vegetatie^b((μg/m³).uren)</i>	25.656	5.097	9.080	5.242	8.034	5.535	5.742	7.047	6.838	6.772	7.125
<i>Informatiedrempel^c(μg/m³).</i>	47	0	0	0	5	1	4	1	0	10	1
<i>Alarmdrempel^d (aantal)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>WGO-advieswaarde^e (aantal)</i>	39	19	24	17	20	25	14	18	19	23	24

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.

a: 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)

b: AOT40 (= gesommeerd overschot boven 80 μg/m³ van de uren tussen 8u en 20u CET gedurende het groeiseizoen (mei, juni, juli)) van 18.000 (μg/m³).uren, gemiddeld over 5 jaar. Langetermijndoelstelling: 6.000 (μg/m³).uren per jaar.

c: 180 μg/m³ als uurgemiddelde.

d: van 240 μg/m³ als uurgemiddelde gedurende 3 opeenvolgende uren.

e: 100 μg/m³ voor het hoogste 8-uurgemiddelde van een dag.

Wanneer we de meetresultaten van de afgelopen 10 jaar aan de Europese normen toetsen, kunnen we het volgende besluiten:

- De EU-streefwaarde voor de bescherming van de volksgezondheid werd niet overschreden. Deze norm bepaalt dat het 3-jaargemiddelde aantal dagen waarop het hoogste 8-uurgemiddelde 120 μg/m³ overschrijdt, niet groter mag zijn dan 25 dagen. Alleen in 2006 werd op meer dan 25 dagen meer dan

120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (hoogste 8-uursgemiddelde van een dag) gemeten. De langetermijndoelstelling, namelijk geen enkele overschrijding meer van 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ als hoogste 8-uurgemiddelde van een dag, werd niet gehaald.

- In 2016 was er 1 overschrijding van de informatiedrempel van 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit gebeurde tijdens de hittegolf op 25 augustus. In het ozonrijke jaar 2006 waren er 47 overschrijdingen. De alarmdrempel van 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bleef de afgelopen 10 jaar gerespecteerd.
- De EU-streefwaarde voor de bescherming van de vegetatie van 18.000 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).uren, gemiddeld over 5 jaar, bleef ruimschoots gerespecteerd. Enkel in 2006 kwam de AOT40 boven deze norm uit. De langetermijndoelstelling van 6.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bereikten we in ozongunstige jaren zoals 2007, 2009, 2011 en 2012. In 2016 werd deze langetermijndoelstelling overschreden.
- De WGO-advieswaarde werd niet gehaald.

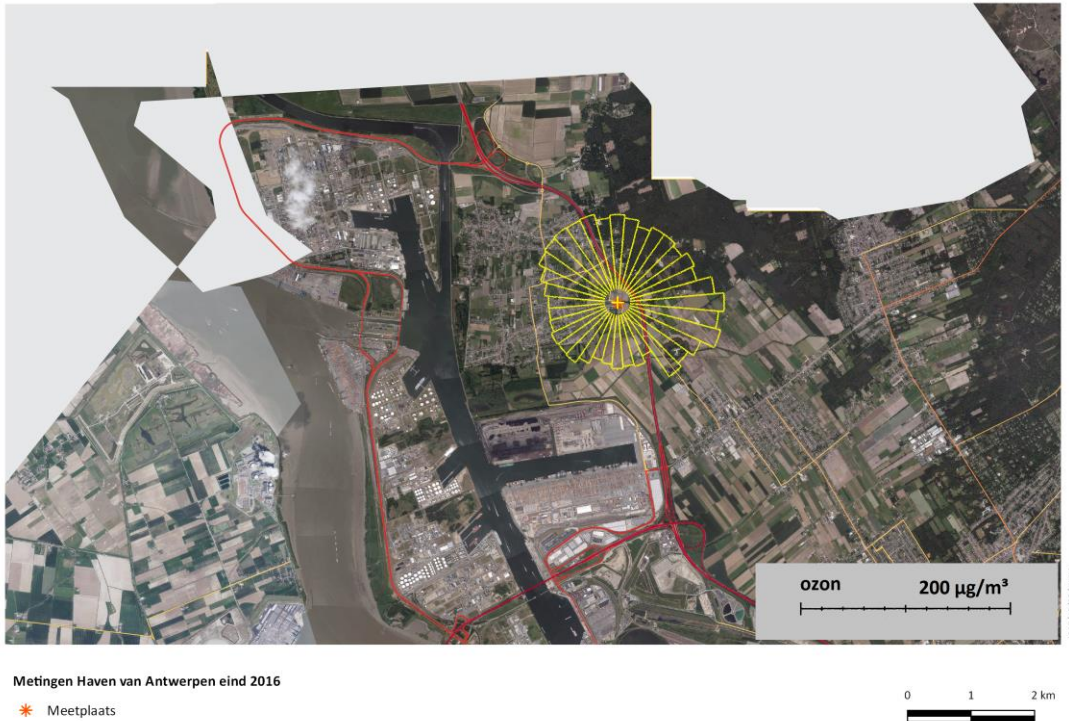
De resultaten voor de meetplaats in Berendrecht (R831) lagen in dezelfde lijn of zijn iets gunstiger met wat de VMM gemiddeld mat over Vlaanderen. 2016 was een vrij gunstig jaar voor ozon.

3.5.3 Geografische spreiding van O_3 -concentraties

De pollutieroos toont de gemeten concentraties volgens de op dat moment heersende windrichting. Figuur 44 toont de 90ste percentielpollutieroos van ozon. De piekconcentraties komen voor op warme en zonnige dagen wanneer ozon gevormd wordt uit de aanwezige precursoren. Bij een noordoostelijke tot zuidwestelijke wind worden er meer precursoren aangevoerd en zullen de ozonconcentraties op die zomerse dagen het hoogst oplopen. Omdat O_3 als secundaire pollutant gevormd wordt en deze reactie niet onmiddellijk doorgaat, zijn bronnen voor ozon (bronnen van VOS en NO_x) in de onmiddellijke omgeving moeilijk aan te duiden.



Figuur 44: 90ste Percentiel pollutieroos ozon voor Berendrecht (R831) in 2016



3.6 Vluchtige organische stoffen – BTEX en VOS

In deze paragraaf bespreken we benzeen, toluen, een en xyleenisomeren (BTEX) en een reeks van vluchtige organische stoffen. Voor beide groepen bespreken we de emissies, de concentraties en voor de BTEX bekijken we ook de geografische spreiding in het Antwerpse havengebied.

3.6.1 Emissie van totaal NMVOS

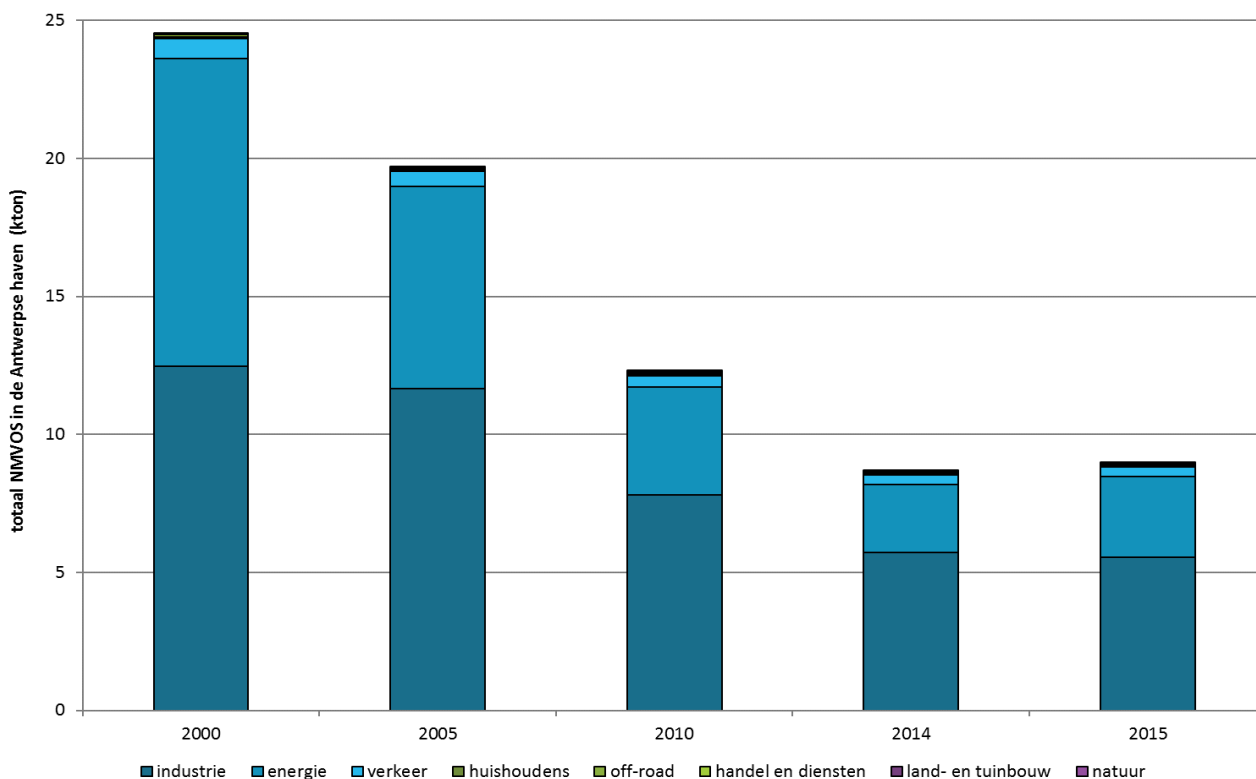
Figuur 45 toont de NMVOS-emissies in de Antwerpse haven voor de jaren 2000, 2005, 2010, 2014 en 2015 voor verschillende sectoren. De niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) omvatten alle organische stoffen van menselijke oorsprong, met uitzondering van methaan, die in staat zijn om fotochemische oxidanten te produceren door reactie met stikstofoxides onder invloed van zonlicht. De NMVOS-emissie toont de som van alle stoffen, maar geeft geen informatie over de individuele componenten.

De sectoren met de grootste emissies waren energie en industrie. De emissie van de sector verkeer bedroeg slechts een fractie van de emissies van de sectoren industrie en energie meer bepaald 4% in 2015, waarvan drie vierde door scheepvaart. De overige sectoren hadden een verwaarloosbaar aandeel.

In de periode 2000 - 2014 daalden de emissies gestaag. De stijging in 2015 t.o.v. 2014 is vooral te wijten aan een stijging van de emissies van de sector energie (elektriciteitscentrales en petroleumraffinaderijen).



Figuur 45: Evolutie totaal NMVOS-emissies in het Antwerpse havengebied



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

3.6.2 Automatische BTEX-metingen

3.6.2.1 Emissies van benzeen, toluen en xyleen-isomeren

De industriële emissies in Figuur 46 zijn afkomstig van het Team Emissie-inventaris Lucht van de VMM en geven enkel de emissies die de bedrijven rapporteren in het Integraal Milieujaarverslag.

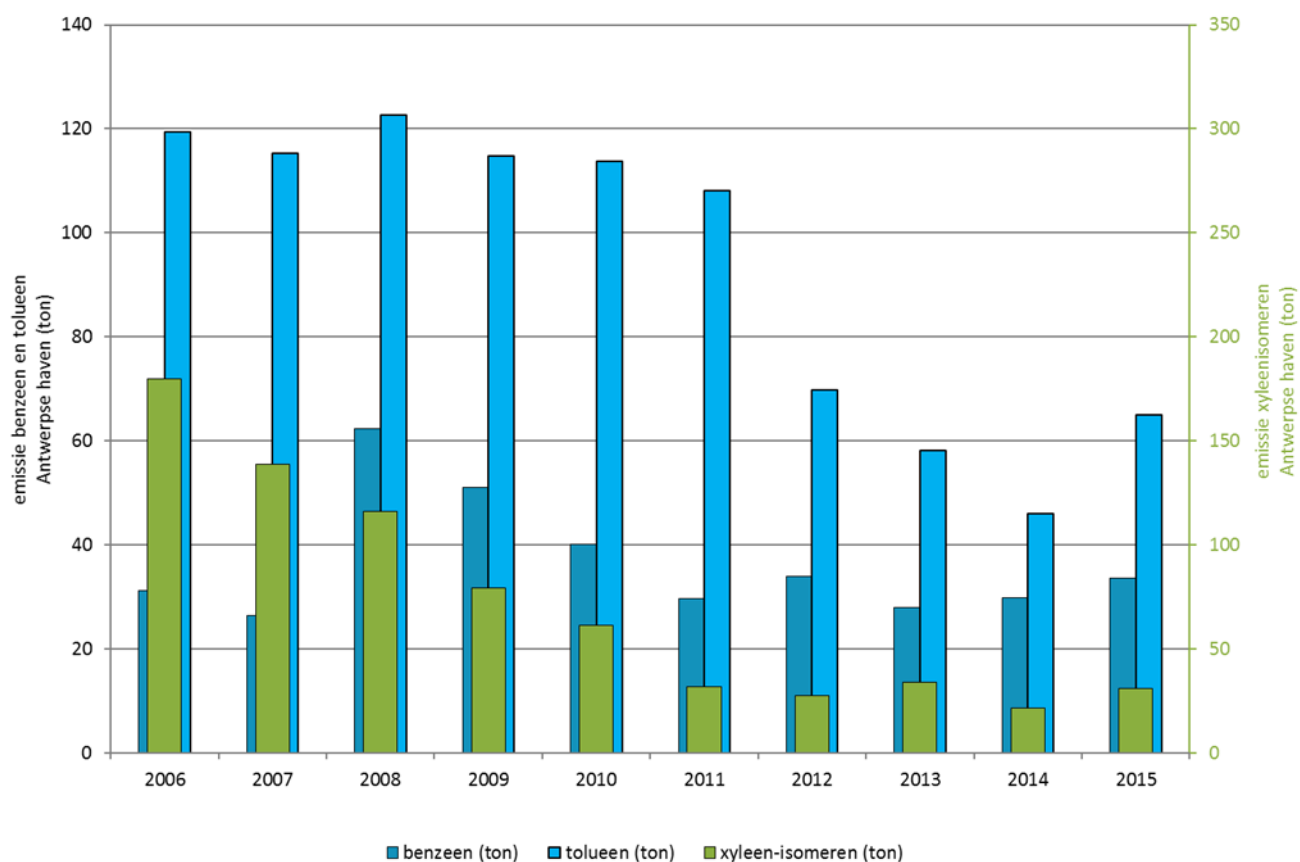
De emissies van de xyleenisomeren kennen sinds 2006 een stelselmatige daling, zie Figuur 46. In 2015 ligt de emissie van de xyleenisomeren 82 % lager dan in 2006.

De toluenenemissie kent een dalend verloop, vooral zichtbaar vanaf 2012. In 2015 zet de daling zich niet door.

De emissie van benzeen kent lage waarden in 2006 en 2007, de emissie in 2008 was opnieuw hoger gevolgd door een dalend verloop tussen 2008 en 2011. Sinds 2011 dalen de gerapporteerde emissies van benzeen echter niet meer, er is eerder een schommelend verloop vast te stellen.



Figuur 46: Industriële IMJV-emissies benzeen, toluen en xyleen-isomeren in Antwerpse havengebied



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

3.6.2.2 Trend en toetsing van de BTEX-metwaarden

In 2016 werden op twee nieuwe meetplaatsen BTEX-metingen opgestart, namelijk Antwerpen Linkeroever - Wandelijk (AL01) en Antwerpen-Polderdijkweg (R822). Onderstaande tabellen tonen enkele relevante statistische parameters van benzeen en toluen tussen 2013 en 2016, deze meetplaatsen zijn allemaal relevant voor de menselijke blootstelling.

Tabel 20: Jaargemiddelde uurwaarde voor benzeen

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2013	2014	2015	2016
R833* – Stabroek	0,9	0,9	0,8	0,75
M802* – Antwerpen Luchtbal	/	0,7	0,9	1,32
R822 – Antwerpen – Polderdijkweg	/	/	/	5,36
AL01* – Antwerpen Linkeroever-Wandelijk	/	/	/	1,06

In 2014 was de data beschikbaar voor M802 (84 %) en R833 (84 %). In 2015 was de databeschikbaarheid 89 % voor (M802). In 2016 was de databeschikbaarheid 73 % voor R822 en 27 % voor AL01. *: relevant voor de menselijke gezondheid

Tabel 21: P98 Dagwaarde voor benzeen

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2013	2014	2015	2016
R833* – Stabroek	3,05	2,34	2,30	2,52
M802* – Antwerpen Luchtbal	/	2,62	2,51	4,90
R822 – Antwerpen – Polderdijkweg	/	/	/	21,58
AL01* – Antwerpen Linkeroever-Wandeldijk	/	/	/	2,83

In 2014 was de data beschikbaar voor M802 (84%) en R833 (84 %). In 2015 was de databeschikbaarheid 89 % voor (M802). In 2016 was de databeschikbaarheid 71 % voor R822 en 27 % voor AL01. *: relevant voor de menselijke gezondheid

Tabel 22: Maximale halfuurwaarde toluen

($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2013	2014	2015	2016
R833* – Stabroek	98,0	61,2	39,3	59,30
M802* – Antwerpen Luchtbal	/	31,5	43,2	88,81
R822 – Antwerpen – Polderdijkweg	/	/	/	123,31
AL01* – Antwerpen Linkeroever-Wandeldijk	/	/	/	114,39

In 2014 was de data beschikbaar voor M802 (84%) en R833 (84 %). In 2015 was de databeschikbaarheid 89 % voor (M802). In 2016 was de databeschikbaarheid 77 % voor R822 en 27 % voor AL01. *: relevant voor de menselijke gezondheid

Tabel 23: Maximaal weekgemiddelde toluen

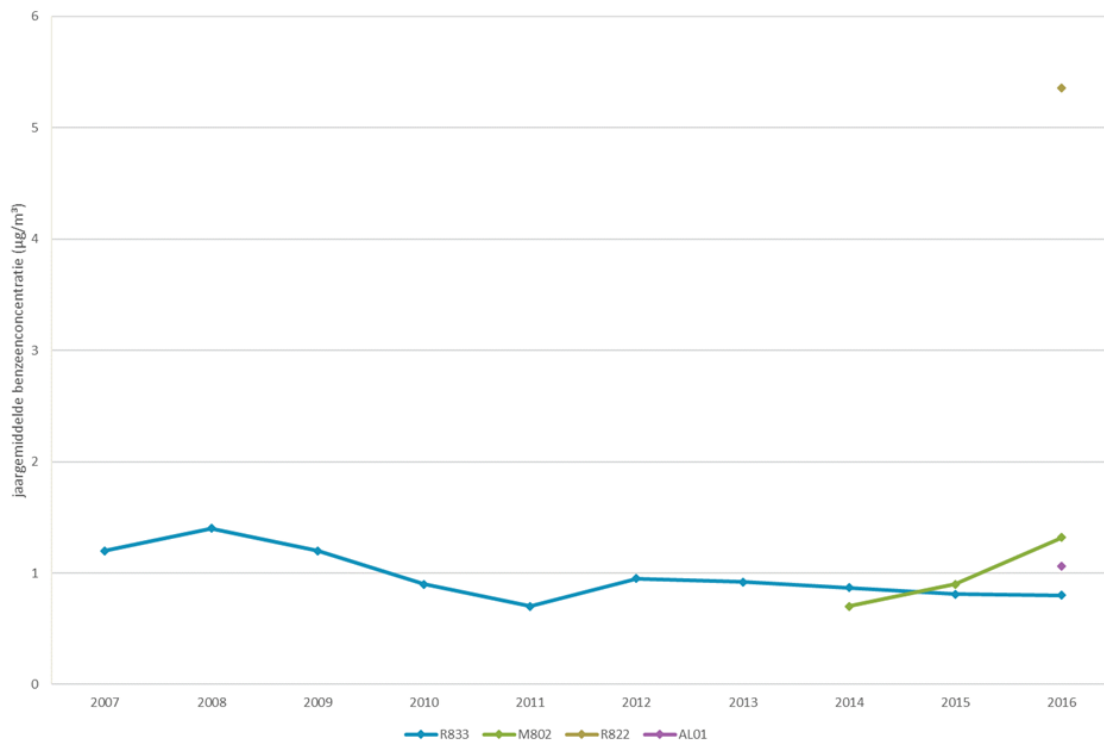
($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2013	2014	2015	2016
R833* – Stabroek	3,7	2,4	2,9	2,8
M802* – Antwerpen Luchtbal	/	2,4	3,7	3,7
R822 – Antwerpen – Polderdijkweg	/	/	/	22,1
AL01* – Antwerpen Linkeroever-Wandeldijk	/	/	/	3,7

In 2014 was de data beschikbaar voor M802 (84%) en R833 (84 %). In 2015 was de databeschikbaarheid 89 % voor (M802). In 2016 was de databeschikbaarheid 69 % voor R822 en 23 % voor AL01. *: relevant voor de menselijke gezondheid

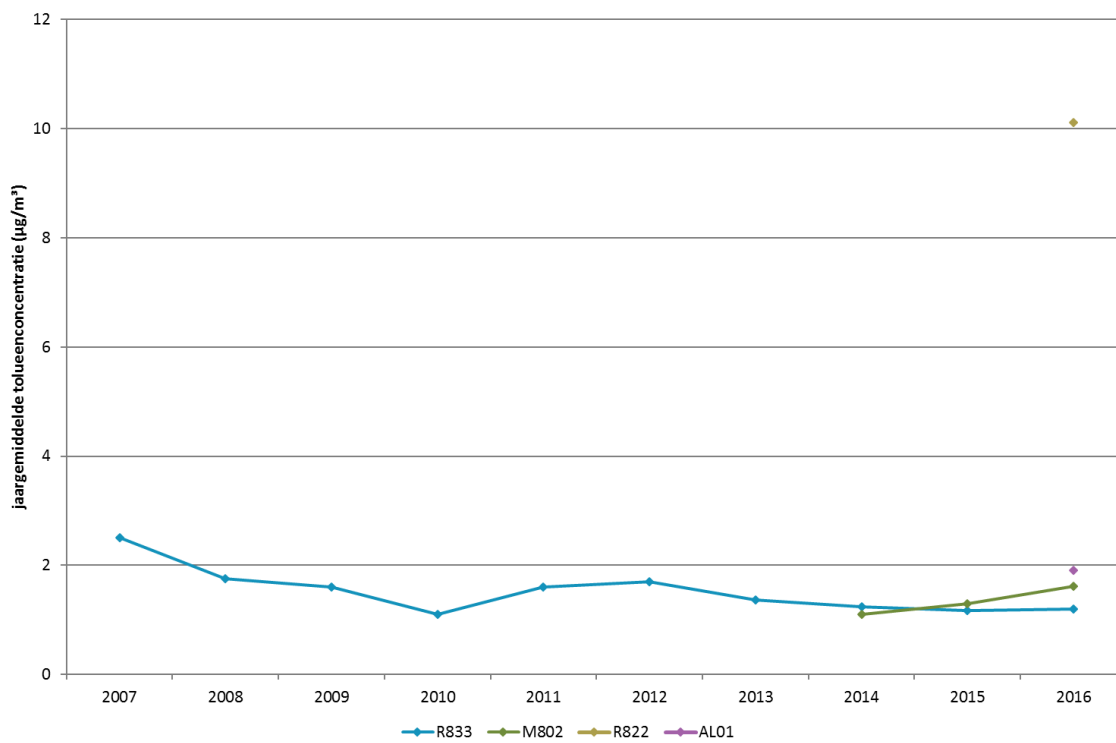
De meetwaarden van de meetstations verschillen sterk tussen de verschillende meetstations. In 2016 werd het hoogste benzeenjaargemiddelde gemeten op de meetplaats Antwerpen-Polderdijkweg (R822) in de Antwerpse haven en bedroeg $5,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dit is een indicatief jaargemiddelde, aangezien er door de opstart in maart 2016 minder dan 90 % beschikbare data zijn. Deze meetplaats ligt in industriegebied en de luchtkwaliteit wordt beïnvloed door de nabijheid van de petrochemische industrie. Zowel het gemiddelde als de piekwaarden (P98) lagen op deze meetplaats een stuk hoger dan op de andere meetplaatsen. In de omgeving meet de VMM echter ook hoge concentraties op Wandeldijk – Antwerpen Linkeroever (meetplaats AL01) en Antwerpen-Luchtbal (meetplaats M802). In de omgeving van Antwerpen-Luchtbal vinden grote wegenwerken plaats waardoor extra verkeersdrukte aanwezig is. De wegenwerken hebben ook invloed op de hogere benzeenconcentraties. De concentraties in het meetstation Stabroek zijn de laagste van de vier meetstations. Dit meetstation ligt dan ook op enige afstand van het havengebied.



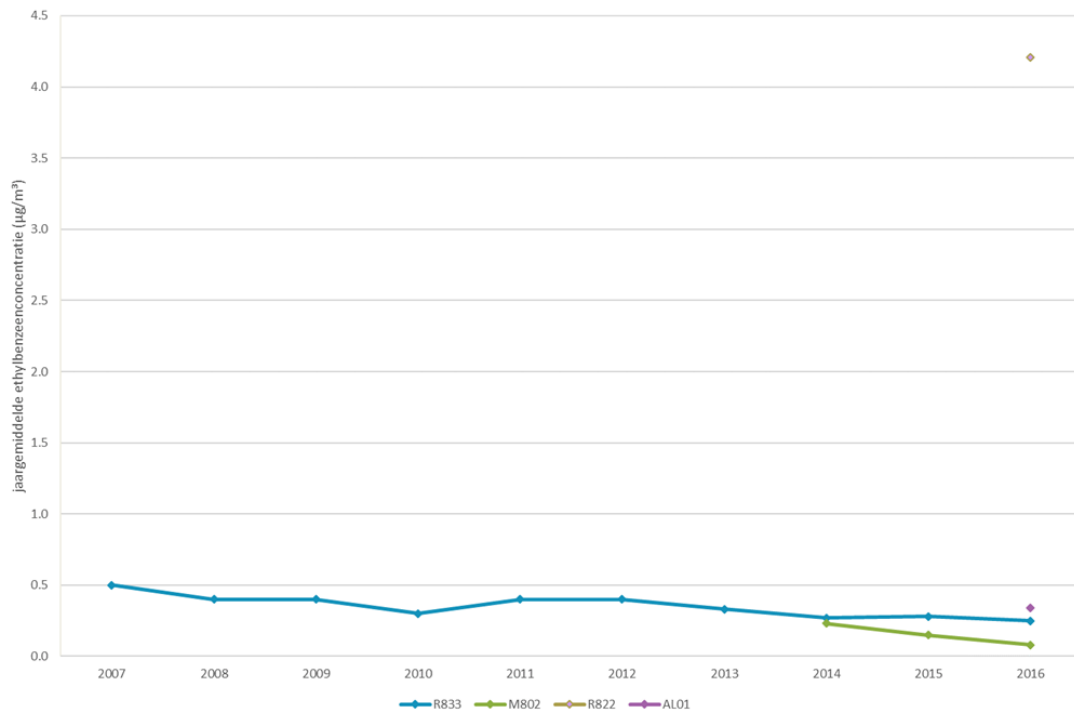
Figuur 47: Evolutie benzeenconcentraties in Antwerpse haven



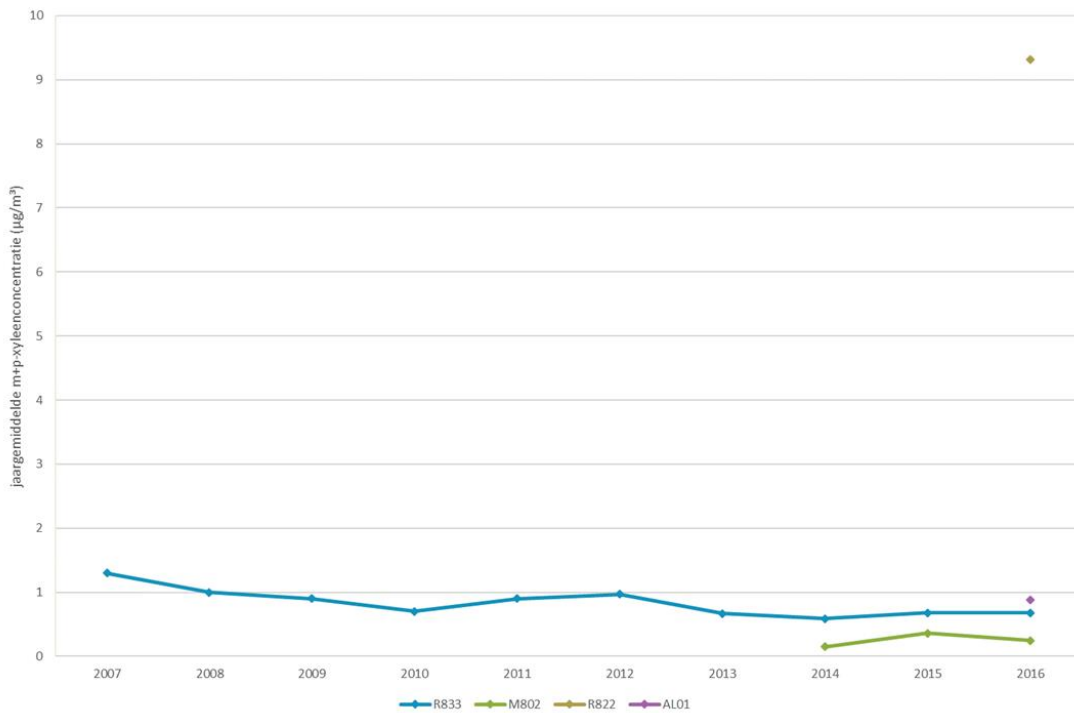
Figuur 48: Evolutie toluëenconcentraties in Antwerpse haven



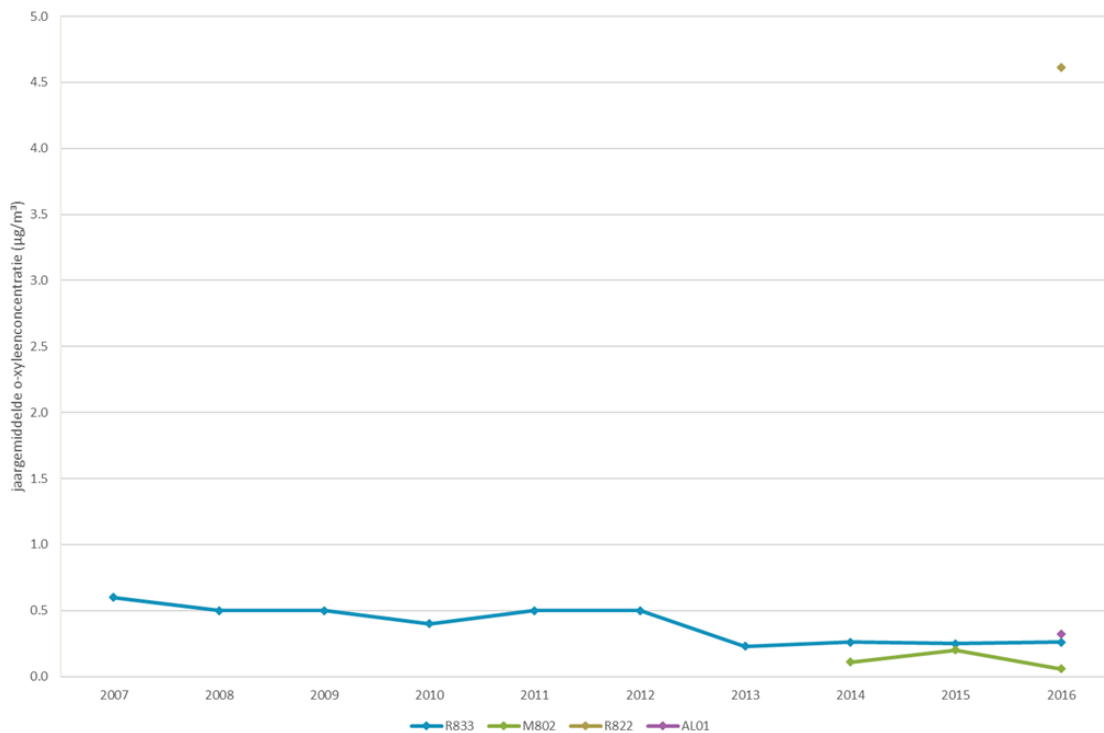
Figuur 49: Evolutie ethylbenzeenconcentraties in Antwerpse haven



Figuur 50: Evolutie m+p-xyleenconcentraties in Antwerpse haven



Figuur 51: Evolutie o-xyleenconcentraties in Antwerpse haven



Figuur 47 tot en met Figuur 54 tonen de evolutie in de gemeten BTEX-componenten in de periode 2007-2016 op de meetplaatsen in de Antwerpse haven. Enkel het meetstation in Stabroek (R833) heeft een langere trend.

De eerste 4 jaar was er vooral een dalende trend, tussen 2010 en 2013 is er een schommelend verloop. Daarna stabiliseren de concentraties van alle polluenten. Voor M802 zijn geen duidelijke trends zichtbaar.

3.6.2.3 Geografische spreiding van BTEX-componenten

Bij pollutierozen worden de gemeten concentraties getoond volgens de op dat moment heersende windrichting. Potentiële vervuilende bronnen kunnen op die manier geïdentificeerd worden.

Figuur 52 tot en met Figuur 56 toont de pollutierozen van benzeen, toluen, ethylbenzeen en de xyleenisomeren op de verschillende meetplaatsen in de Antwerpse haven in 2016. In het havengebied worden de BTEX-componenten op vier locaties gemeten. De locaties Antwerpen Luchtbal (M802), Antwerpen – Wandeldijk (AL01) en Stabroek (R833) zijn gelegen op locaties dicht bij bewoning. De locatie polderdijkweg (R822) is gelegen op een industriële locatie. De locaties AL01 en R822 werden in de loop van 2016 opgericht en hebben beperkte databeschikbaarheid, namelijk 27 % en 73 %. De interpretatie hiervan vergt hierdoor enige voorzichtigheid, maar de pollutierozen zijn zo uitgesproken dat we ze hier toch bespreken.

De concentraties voor alle componenten op R822 liggen veel hoger dan op de andere meetplaatsen, wat logisch is gezien de nabije industrie. Voor de xyleenisomeren en ethylbenzeen is het verschil zo groot dat we in de figuren met verschillende schalen werken.



Voor benzeen situeren de bronnen zich op R822 zuidoostelijk, westelijk en in mindere mate noordoostelijk. Dit is de richting van verschillende petroleumraffinaderijen in de nabijheid. Ook de pollutierozen van AL01 en M802 geven benzeenaanvoer weer vanuit die richting. In Stabroek (R833) zien we voornamelijk de aanvoer uit zuidelijke richting.

Figuur 52: Pollutierozen benzeen in het Antwerpse havengebied in 2016



Metingen in de Haven van Antwerpen in 2016

- ✱ Meetplaats
- AL01
- M802
- R822
- R833

0 2500 5000 m



Tolueen geeft een gelijkaardig beeld als benzeen, maar er is op alle meetplaatsen ook een verhoging merkbaar in zuidoostelijke richting. Dit kan wijzen op een algemene achtergrondconcentratie vanuit die richting.

Figuur 53: Pollutierozen tolueen in het Antwerpse havengebied in 2016



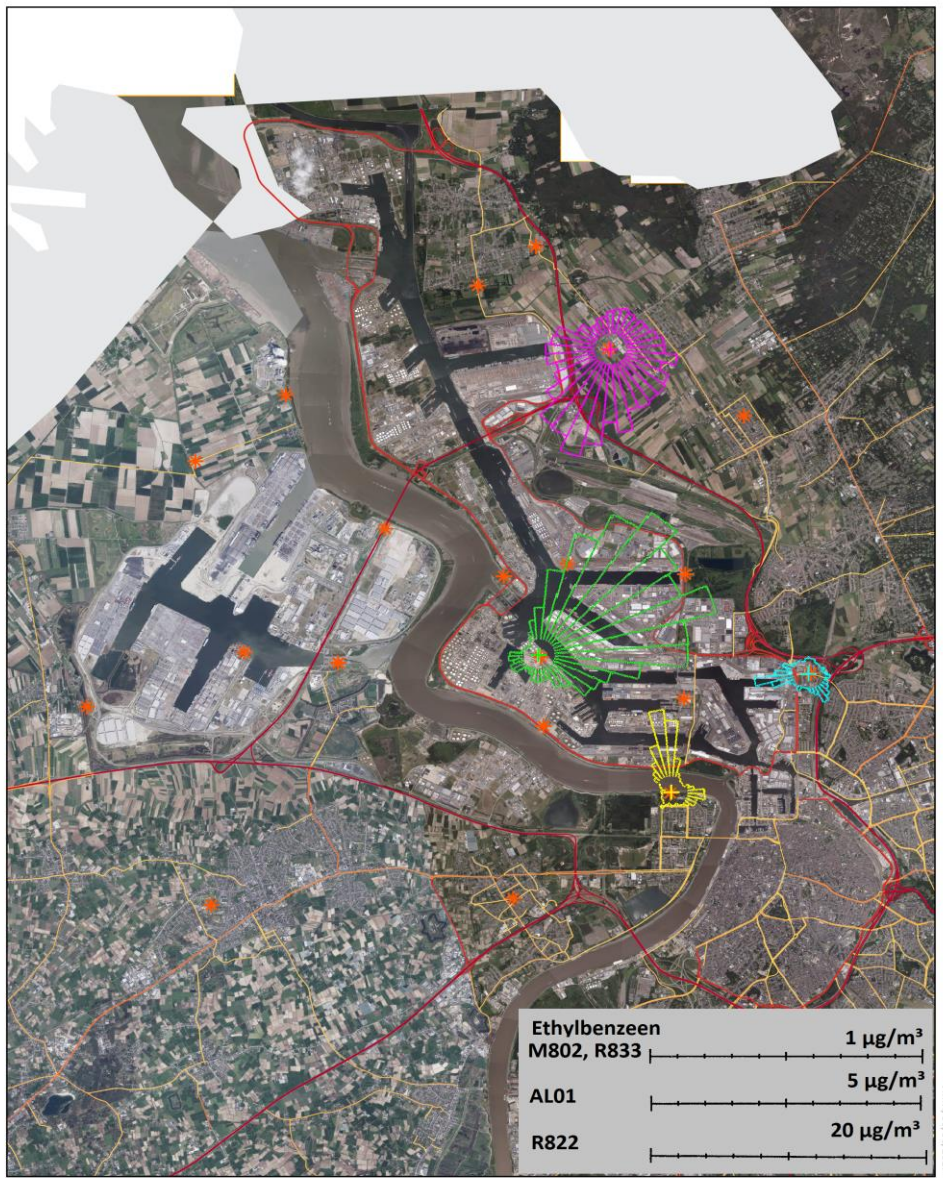
Metingen in de Haven van Antwerpen in 2016

- ★ Meetplaats
- AL01
- M802
- R822
- R833



Er zijn grote concentratieverschillen voor ethylbenzeen tussen de verschillende meetplaatsen. Daarom hebben de verschillende pollutierozen een verschillende schaal. De voornaamste bronnen liggen ten noordoosten van het meetstation polderdijkweg (R822). Ook op de meetplaats AL01 is er duidelijk aanvoer vanuit deze richting. De concentraties in Stabroek en Antwerpen-Luchtbal (M802) liggen lager, maar wijzen ook op bronnen in het havengebied.

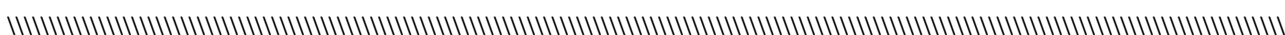
Figuur 54: Pollutierozen ethylbenzeen in het Antwerpse havengebied in 2016



Metingen in de Haven van Antwerpen in 2016

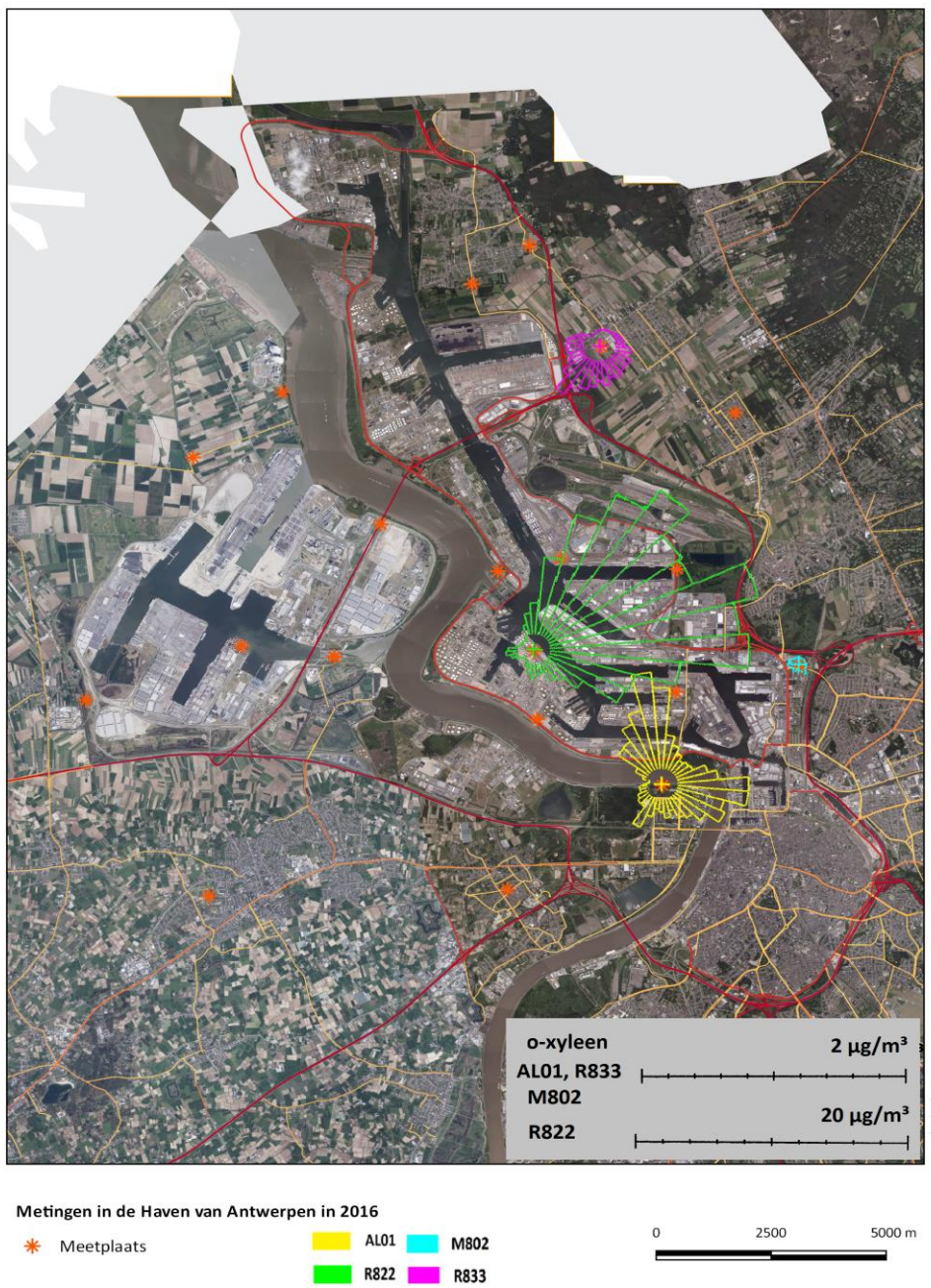
- ✱ Meetplaats
- AL01
- M802
- R822
- R833

0 2500 5000 m



De bronnen van xyleenisomeren situeren zich voornamelijk ten noordoosten van de meetplaats Polderdijkweg (R822). De gebruikte schaal voor dit meetstation is tien maal hoger dan die van de andere meetplaatsen voor o-xyleen en vijftien maal hoger voor m+p-xyleen. Op Antwerpen-polderdijkweg (AL01) zien we ook een bron in oostelijke richting. Op Antwerpen-luchtbal (M802) maten we ook uit die richting hogere concentraties. In Stabroek geven de pollutierozen vooral hogere concentraties uit zuidelijke richting.

Figuur 55: Pollutierozen o-xyleen in het Antwerpse havengebied in 2016



Figuur 56: Pollutierozen m+p-xyleen in het Antwerpse havengebied in 2016



Metingen in de Haven van Antwerpen in 2016

- * Meetplaats
- AL01
- M802
- R822
- R833

0 2500 5000 m



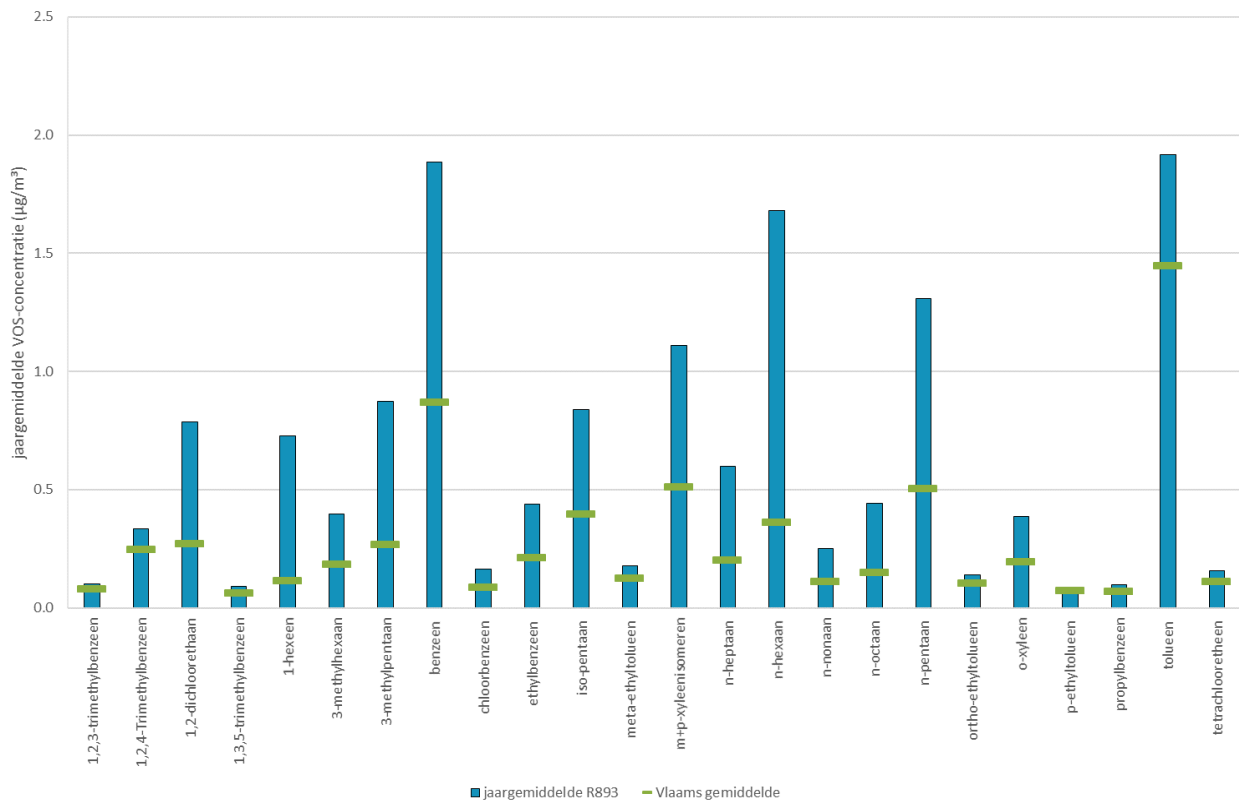
3.6.3 Semiautomatische VOS-metingen

3.6.3.1 Meetresultaten vluchtige organische stoffen

In 2016 ging een nieuwe VOS-meetstrategie van kracht. In de Antwerpse haven worden behalve de automatische BTEX-metingen ook semiautomatische VOS-metingen uitgevoerd op het meetstation Ekerse Dijk (R893). De passieve metingen kennen een volledige tijdsdekking, de resultaten zijn 14-daagse waarden van 24 componenten. Vanaf volgend jaar worden de passieve metingen vervangen door actieve metingen. De tijdsdekking van actieve metingen is 25 % op jaarbasis. Er wordt namelijk om de 4 dagen een dagstaal genomen, dit is daarom een indicatieve meting. De voordelen van de actieve metingen zijn de kortere meetperiode, 24 uur tegenover 2-wekelijks, en er worden 32 componenten bepaald in plaats van 24.

In Figuur 57 worden de jaargemiddelde waarden van de verschillende componenten op de Ekerse Dijk vergeleken met het Vlaams gemiddelde. Dit Vlaams gemiddelde is bepaald op basis van passieve en actieve metingen op voorstedelijke, stedelijke en landelijke meetplaatsen. Alle jaargemiddelden liggen op de sterk geïndustrialiseerde locatie Ekerse Dijk hoger dan dit Vlaamse gemiddelde.

Figuur 57: Vergelijking jaargemiddelde VOS-componenten op meetplaats R893 met Vlaams gemiddelde



Onderstaande tabel geeft een indicatie hoeveel hoger de jaargemiddelden op R893 liggen. Voor een aantal componenten is het verschil wel heel groot zoals bij 1-hexeen waarbij 518 % meer gemeten wordt op deze industriële locatie.



Tabel 24: Percentueel verschil VOS-componenten R893 en Vlaamse gemiddelde

polluent	Vlaams gemiddelde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	jaargemiddelde R893 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	% verschil
1-hexeen	0,12	0,73	+518%
n-hexaan	0,36	1,68	+364%
3-methylpentaan	0,27	0,87	+222%
n-octaan	0,15	0,44	+195%
n-heptaan	0,20	0,60	+192%
1,2-dichloorethaan	0,27	0,79	+188%
n-pentaan	0,51	1,31	+159%
n-nonaan	0,11	0,25	+120%
m+p-xyleenisomeren	0,51	1,11	+116%
benzeen	0,87	1,88	+116%
3-methylhexaan	0,19	0,40	+113%
iso-pentaan	0,40	0,84	+111%
ethylbenzeen	0,22	0,44	+103%
o-xyleen	0,20	0,39	+96%
chloorbenzeen	0,09	0,16	+87%
meta-ethyltolueen	0,13	0,18	+40%
tetrachlooretheen	0,11	0,16	+38%
1,3,5-trimethylbenzeen	0,07	0,09	+36%
propylbenzeen	0,07	0,10	+36%
1,2,4-Trimethylbenzeen	0,25	0,33	+33%
ortho-ethyltolueen	0,11	0,14	+33%
tolueen	1,45	1,92	+32%
1,2,3-trimethylbenzeen	0,08	0,10	+24%
p-ethyltolueen	0,07	0,08	+13%

3.7 PCB

In dit deel bespreken we de toetsing en de trend van de PCB-metingen in de Antwerpse haven.

3.7.1 Toetsing van PCB

Er bestaan drempelwaarden voor de groep van dioxines en PCB. Deze drempelwaarden zijn niet in de wetgeving opgenomen. Een toetsing gebeurt enkel als er aan twee voorwaarden voldaan wordt:

- de VMM meet de depositie van dioxines én PCB;
- de meetplaats ligt in woon- of agrarisch gebied.

In 2016 was er één meetplaats in de Antwerpse haven: BV04 in Kallo. Deze meetplaats ligt in industriegebied. In het depositiestaal analyseren we enkel de hoeveelheid PCB en niet de dioxines. Daarom toetsen we de resultaten niet aan de drempelwaarden. Op BV04 werden er 4 maandstalen geïncubated, verspreid over het jaar. De financiering gebeurde door de Afdeling Handhaving van het Departement Omgeving.

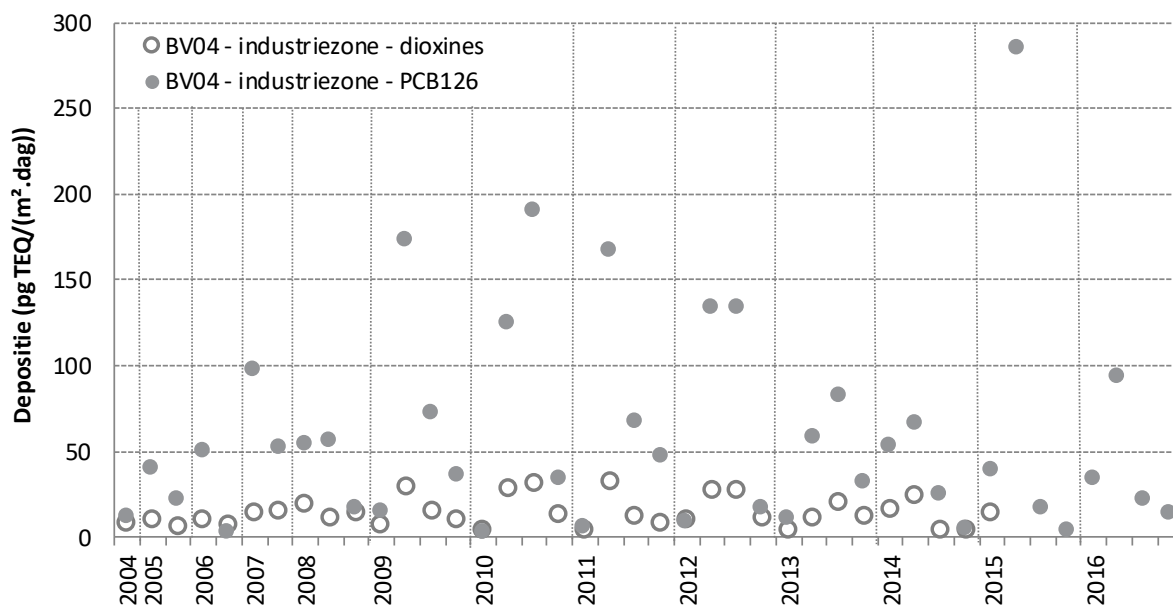
3.7.2 Trend PCB

De meetplaats in Kallo (BV04) is zo geïncubated om de impact van een schrootbedrijf op de omgevingslucht in te schatten. Deze meetplaats staat in de onmiddellijke nabijheid van dit bedrijf, in industriegebied. In Figuur 58 tonen we de evolutie van de depositie van dioxines en PCB126. De analyse van



dioxine werd stopgezet in april 2015. We tonen de trend van PCB126 omdat dit de verbinding is die de VMM al het langst meet. Uit de figuur blijkt dat de PCB-depositie hoog is op deze meetplaats. De meetwaarden fluctueren maar blijven ook in 2016 hoog. Ook in de nabijheid van andere Vlaamse schrootbedrijven zijn de PCB-deposities sporadisch hoog. De dioxinedepositie is veel lager dan de PCB-depositie. Toch is ze hoger dan in een achtergrondgebied. Eerder onderzoek toonde aan dat de verontreiniging meestal beperkt bleef tot enkele honderden meters rond het bedrijf. De impact is dus het grootst als er een woonzone of agrarisch gebied paalt aan het schrootbedrijf. Dit is echter niet het geval in Kallo.

Figuur 58: Trend depositie dioxines en PCB126 op meetplaats BV04 in Kallo (industriegebied)



3.8 PAK

In dit deel bespreken we de emissie van PAK en de toetsing van de PAK-metingen in de Antwerpse haven.

3.8.1 Emissie van PAK

De emissie-inventaris bevat cijfers voor vier hoogmoleculaire, kankerverwekkende indicator PAK: benzo(a)pyreen (B(a)P), benzo(b)fluoranteen, benzo(k)fluoranteen en indeno(1,2,3-cd)pyreen. De trend over de jaren heen en het aandeel van de verschillende sectoren is voor deze vier PAK-verbindingen min of meer gelijk. We focussen op B(a)P aangezien er voor deze verbinding een Europese streefwaarde bestaat. Voor de emissies gebruiken we nog de cijfers van 2015. Nieuwe emissiecijfers van 2016 zullen in de loop van het najaar 2017 op de VMM-website gepubliceerd worden¹². Uit de cijfers blijkt dat de emissie van B(a)P de afgelopen jaren sterk toenam. Als we de uitstoot van 2015 vergelijken met deze van 2000, zien we een stijging met 50 %. De laatste jaren nam de emissie door gebouwenverwarming bij de huishoudens sterk toe door een groter houtverbruik in kachels en open haarden. De emissies afkomstig van huishoudens nam in 2015 93 % van de totale uitstoot voor zijn rekening. Binnen deze sector vormt gebouwenverwarming de belangrijkste

¹² Vlaamse Milieumaatschappij (2017), Lozingen in de lucht 2000-2016 - <https://www.vmm.be/lucht/publicaties-lucht>

de jaargemiddelden voor Kallo en de andere Vlaamse meetposten ruim onder de Europese streefwaarde van 1 ng/m³ liggen, gaan ze nog steeds gepaard met een zeker kankerrisico. Om dit risico in te schatten, toetsen we het jaargemiddelde met het kankerrisico dat de WGO rapporteert voor benzo(a)pyreen. Als mensen levenslang blootgesteld worden aan de huidige concentraties, dan berekenen we voor de meetplaats in Kallo één extra kanker geval per 120.000 inwoners. Het Agentschap Zorg en Gezondheid (AZG) omschrijft risico's tussen 1 op 10.000 en 1 op 1.000.000 als gezondheidskundig niet verwaarloosbaar.

Tabel 25: PAK-jaargemiddelden voor Kallo en het volledige Vlaamse meetnet in 2016 (ng/m³)

	Kallo	Gemiddelde Vlaams meetnet
Fluoranteen	0,12	0,18
Pyreen	0,11	0,17
Benzo(a)antraceen	0,07	0,13
Chryseen	0,20	0,30
Benzo(b+j+k)fluoranteen	0,39	0,56
Benzo(a)pyreen	0,10	0,17
Benzo(ghi)peryleen	0,16	0,23
Indeno(1,2,3-cd)pyreen	0,14	0,20
extra risico op kanker bij levenslange blootstelling	1/120.000	1/70.000

3.9 Verkeersgegevens

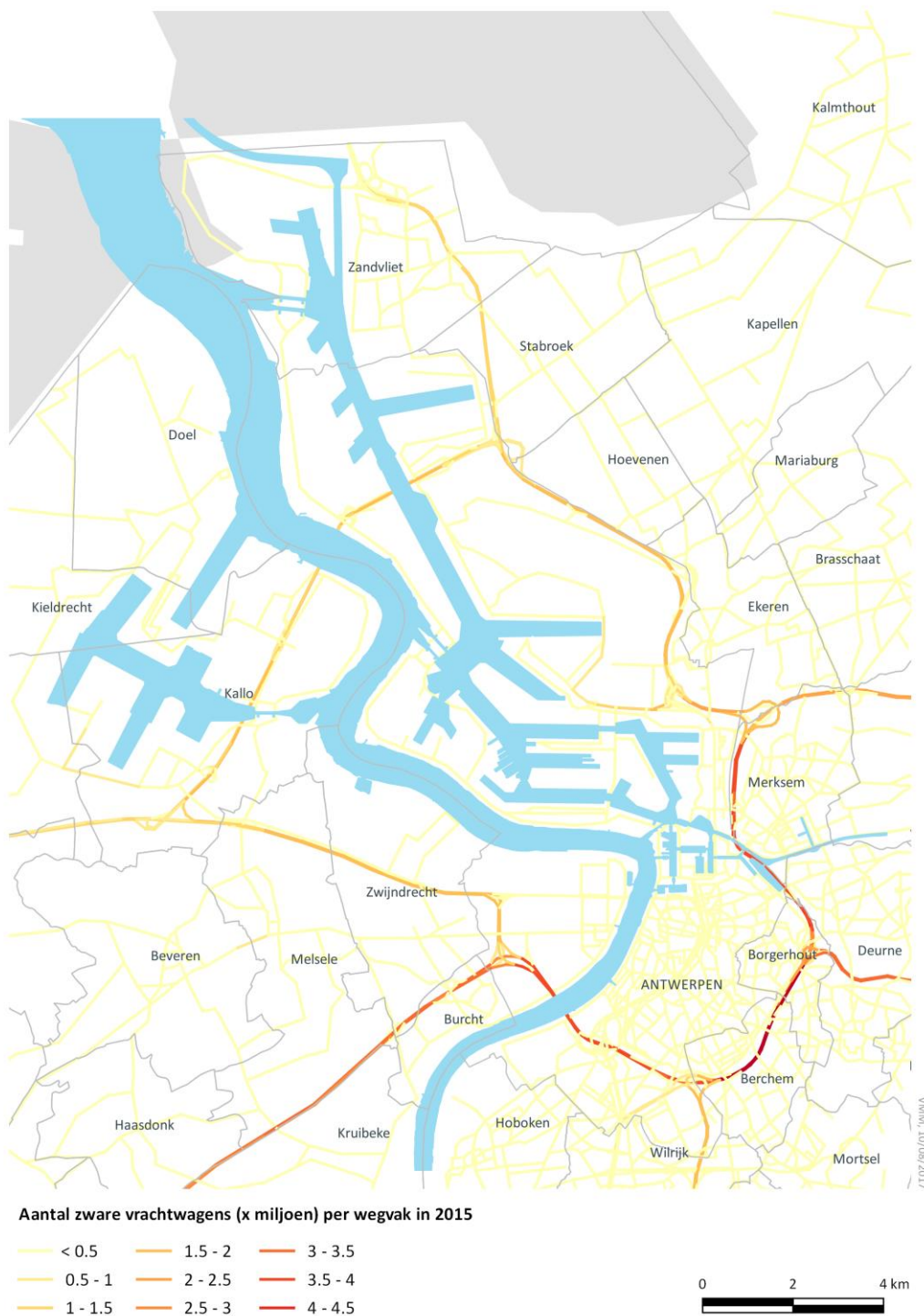
Wegverkeer beïnvloedt de kwaliteit van de omgevingslucht. Verder in het rapport worden per pollutant de emissies besproken, het gaat hier echter over totale waarden over het volledige gebied. Om een beter idee te krijgen van de geografische spreiding van deze emissies tonen we hier het aantal voertuigen per wegdekvak. Deze gegevens komen van het verkeerscentrum en werden gegenereerd met het PROMOVIA-model. Figuur 60 tot en met Figuur 62 tonen het aantal personenwagens, lichte vrachtwagens en zware vrachtwagens per wegdek voor 2015. Op de verschillende kaarten is te zien dat in 2015 het zuidoostelijke deel van de Antwerpse Ring het duidelijkst naar voren komt voor alle drie de categorieën. In het havengebied tonen de grote doorgangswegen ook duidelijker zwaar vrachtverkeer dan licht vrachtverkeer.



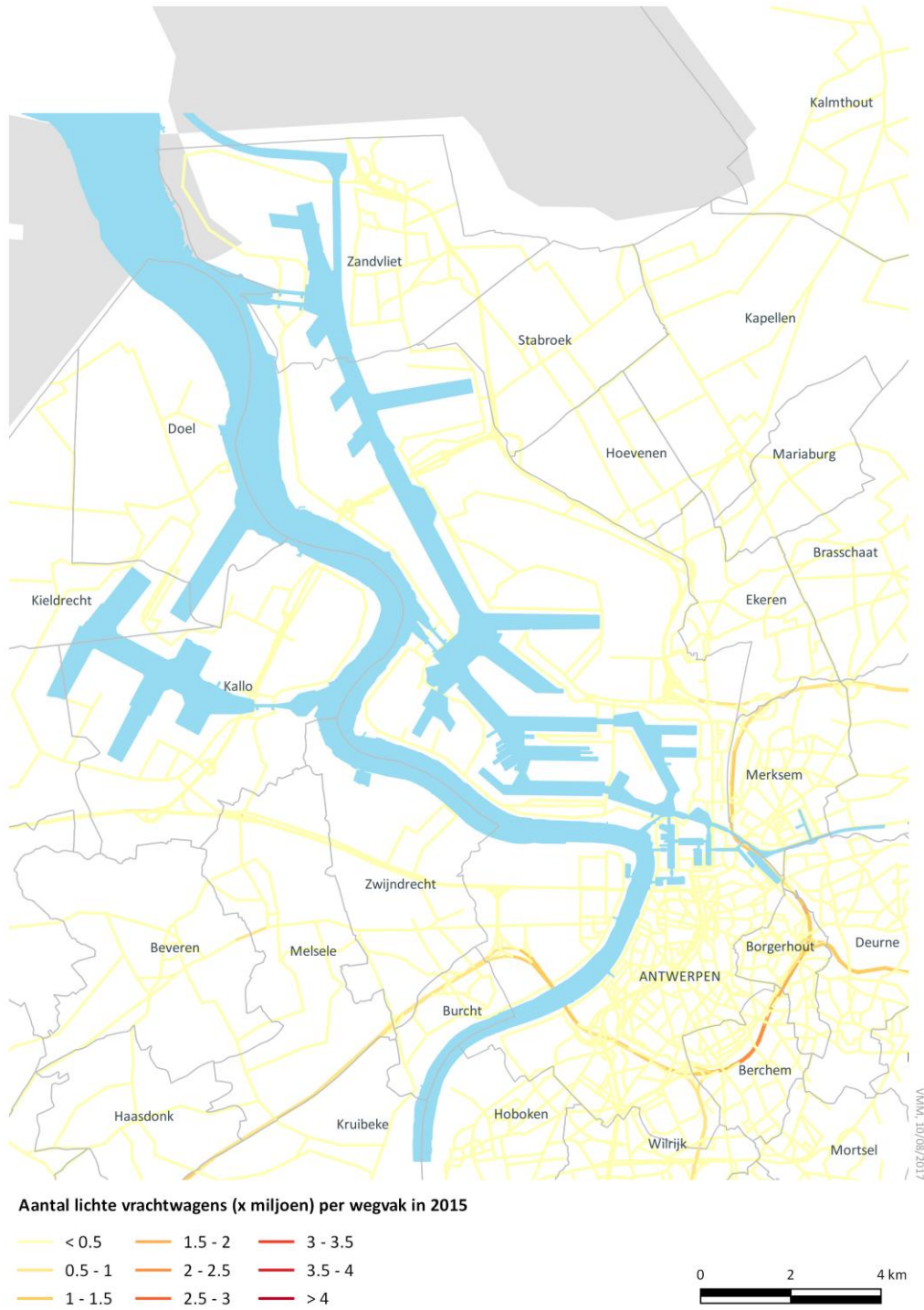
Figuur 60: Aantal personenwagens per wegvak in 2015



Figuur 61: Aantal zware vrachtwagens per wegvak in 2015



Figuur 62: Aantal lichte vrachtwagens per wegvak in 2015



4 LUCHTKWALITEIT IN DE ANTWERPSE AGGLOMERATIE

In dit hoofdstuk bespreken we de luchtconcentraties en emissies van de verschillende polluenten in de Antwerpse agglomeratie. We toetsen de concentraties van 2016 aan de Europese regelgeving en aan de WGO-advieswaarden. Ook de trend wordt besproken. De emissiegegevens in dit rapport werden verzameld door de Emissie-inventaris Lucht van de VMM op basis van door de bedrijven gerapporteerde emissies in het Integraal Milieujaarverslag en modelberekeningen.

De emissiegegevens hebben betrekking op de zone Antwerpse agglomeratie zoals deze werd afgebakend voor de beoordeling van de luchtkwaliteit in het kader van de richtlijn 2008/50/EG (zie bijlage 2). De gegevens over de uitstoot van NO_x (NO_2) werden verzameld door de Emissie-inventaris Lucht op basis van door de bedrijven gerapporteerde emissies in het Integraal Milieujaarverslag en modelberekeningen.

4.1 Het meetnet

In het kader van het invoeren van de lage-emissiezone (LEZ)¹³ vanaf 1 februari 2017 in Antwerpen werden in 2015 op drie plaatsen metingen opgestart namelijk Park spoor Noord (R803), Antwerpen-Belgiëlei (R805) en Antwerpen-Groenenborgerlaan (R817). In november 2016 werd er een vierde meetplaats opgestart namelijk de meetplaats Antwerpen-Ring (R804), ter hoogte van de op- en afrit Borgerhout richting Nederland. Wegens de beperkte dataset worden de data van deze laatste meetplaats niet verder opgenomen in dit rapport.

De meetresultaten van de drie bijkomende meetplaatsen worden in dit hoofdstuk besproken samen met de meetresultaten van de vaste meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie namelijk Hoboken (HB23), Antwerpen-Linkeroever (AL01), Antwerpen-Luchtbal (M802), Borgerhout-achtergrond (R801) en Borgerhout-straatkant (R802). Voor de berekening van de windroos en de pollutierozen worden de meteorologische metingen van Antwerpen-Luchtbal (M802) gebruikt.

We bespreken in dit rapport de polluenten PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, zwarte koolstof (BC) en stikstofoxiden (NO_2 en NO).

De specificaties over onder meer het meetprincipe en de meetonzekerheid zijn terug te vinden in bijlage 1. De onderstaande tabel geeft een overzicht van de meetplaatsen en de parameters die gemeten worden. Naast de code vermelden we ook het adres en de Lambertcoördinaten van de meetplaats.

¹³ De LEZ is in Antwerpen sinds 1 februari 2017 van kracht

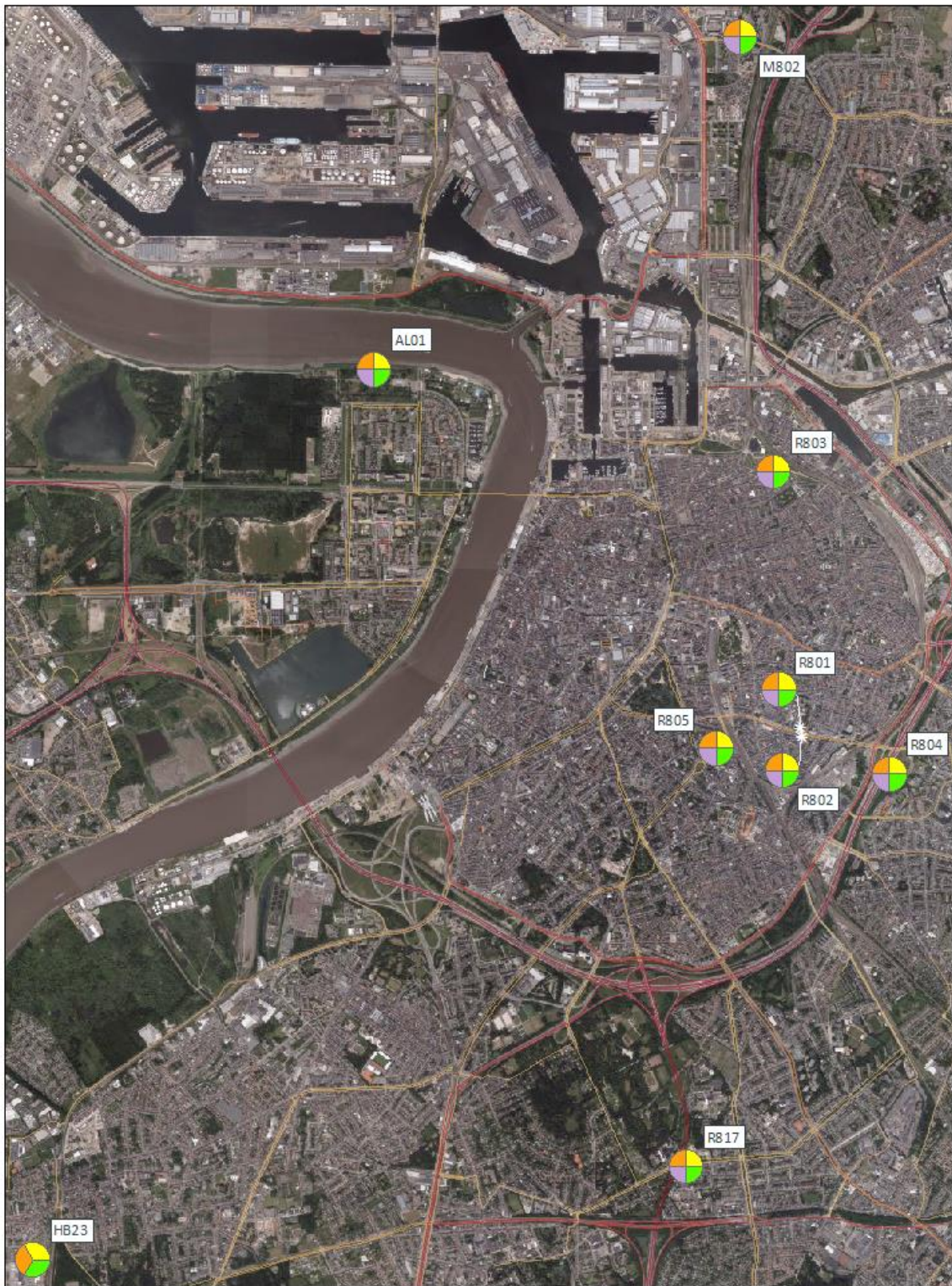
Tabel 26 : Overzicht van de meetplaatsen en gemeten polluenten in de Antwerpse agglomeratie

Meetplaats	Adres	Lamb X	Lamb Y	PM ₁₀	PM _{2,5}	Zwarte koolstof	NO ₂	NO
AL01: Antwerpen-Linkeroever	Wandeldijk, Antwerpen	150865	214046	✓	✓	✓	✓	✓
HB23: Hoboken	Curiestraat, Antwerpen- Hoboken	148054	206698	✓	✓	-	✓	✓
M802: Antwerpen-Luchtbal	Havanastraat, Antwerpen	153884	216790	✓	✓	✓	✓	✓
R801: Borgerhout-achtergrond	Plantin en Moretuslei, Antwerpen-Borgerhout (achtergrond)	154404	211080	✓	✓	✓	✓	✓
R802: Borgerhout- straatkant	Plantin en Moretuslei, Antwerpen-Borgerhout (straatkant)	154396	211055	✓	✓	✓	✓	✓
R803: Antwerpen-Park spoor Noord	Viséstraat, Antwerpen	154160	213200	✓	✓	✓	✓	✓
R804: Antwerpen-Ring	Antwerpen-Borgerhout	155115	210707	✓	✓	✓	✓	✓
R805: Antwerpen- Belgiëlei	Belgiëlei, Antwerpen	153691	210919	✓	✓	✓	✓	✓
R817: Antwerpen-Groenenborgerlaan	Groenenborgerlaan, Antwerpen	153439	207470	✓	✓	✓	✓	✓

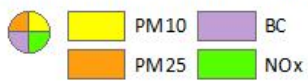
In 2014 werden de toestellen voor het meten van fijn stof vervangen door toestellen die simultaan PM₁₀ en PM_{2,5} meten. Voordien werd niet op alle meetplaatsen PM_{2,5} gemeten.



Figuur 63: Ligging meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie



Metingen in de Antwerpse agglomeratie eind 2016



4.2 Stikstofoxiden

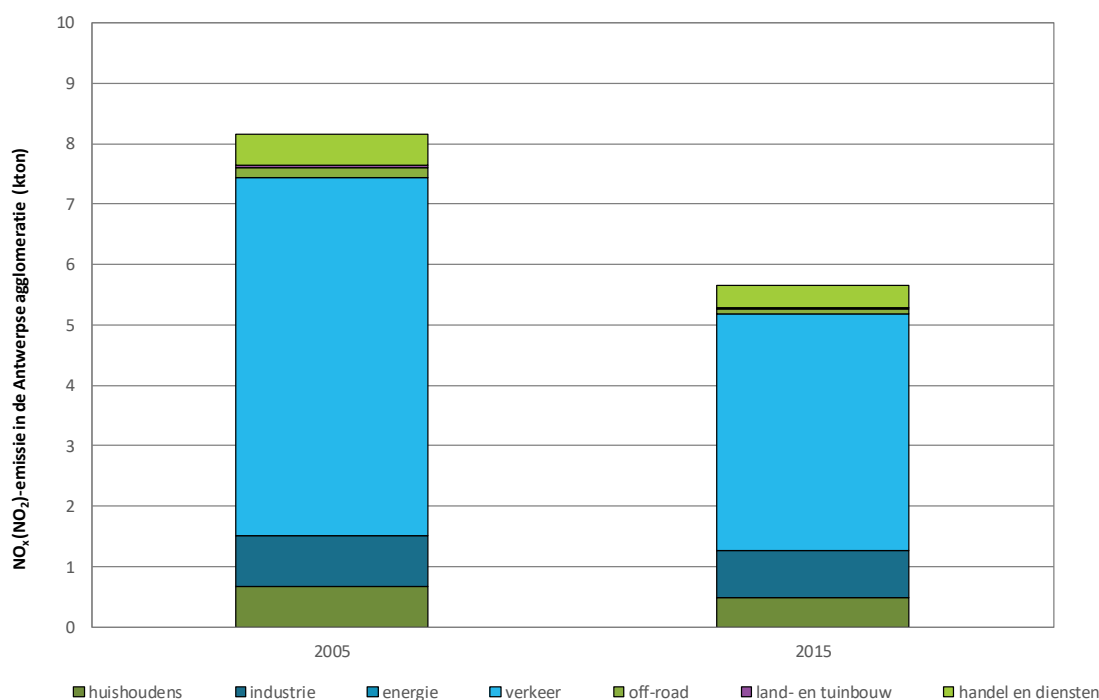
4.2.1 Emissie van stikstofoxiden (uitgedrukt als stikstofdioxide) (NO_x (NO₂))

Figuur 64 toont de evolutie van de NO_x(NO₂)-emissies per sector voor de zone Antwerpse agglomeratie.

Tussen 2005 en 2015 zijn de NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie met 31 % gedaald. Deze daling is voor 76 % te wijten aan minder emissies door het wegverkeer. De door VMM gebruikte emissiefactoren voor de verschillende EURO-normen zijn gebaseerd op de emissies van de voertuigen in reële rijomstandigheden.

Op te merken valt dat de NO_x-uitstoot door dieselwagens in het reëel verkeer hoger is dan wat wettelijk is toegelaten via de EURO-normen. Het verschil tussen reële uitstoot en EURO-normen werd groter met de jaren. Voor EURO 3-dieselwagens (vanaf 2000) was dit een factor twee, voor EURO 6-dieselwagens (vanaf 2014) is dit opgelopen tot gemiddeld een factor zeven. Daardoor ligt de NO_x-emissie van een EURO 6-dieselwagen maar 40 % lager dan van een EURO 3-dieselwagen, waar dit eigenlijk 84 % zou moeten zijn. EURO 4- en EURO 5-dieselwagens scoren niet beter dan EURO 3-dieselwagens¹⁴.

Figuur 64: Evolutie NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 65 toont het aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in 2015. 69 % van de NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie is te wijten aan verkeer. 59 % is te wijten aan wegverkeer. Andere relevante sectoren zijn de industrie (14 %), de huishoudens (8 %) en handel en diensten (7 %).

¹⁴ VMM (2017), Systeembalans 2017: Milieu-uitdagingen voor het energie-, mobiliteits- en voedingssysteem in Vlaanderen, Aalst, Milieurapport Vlaanderen

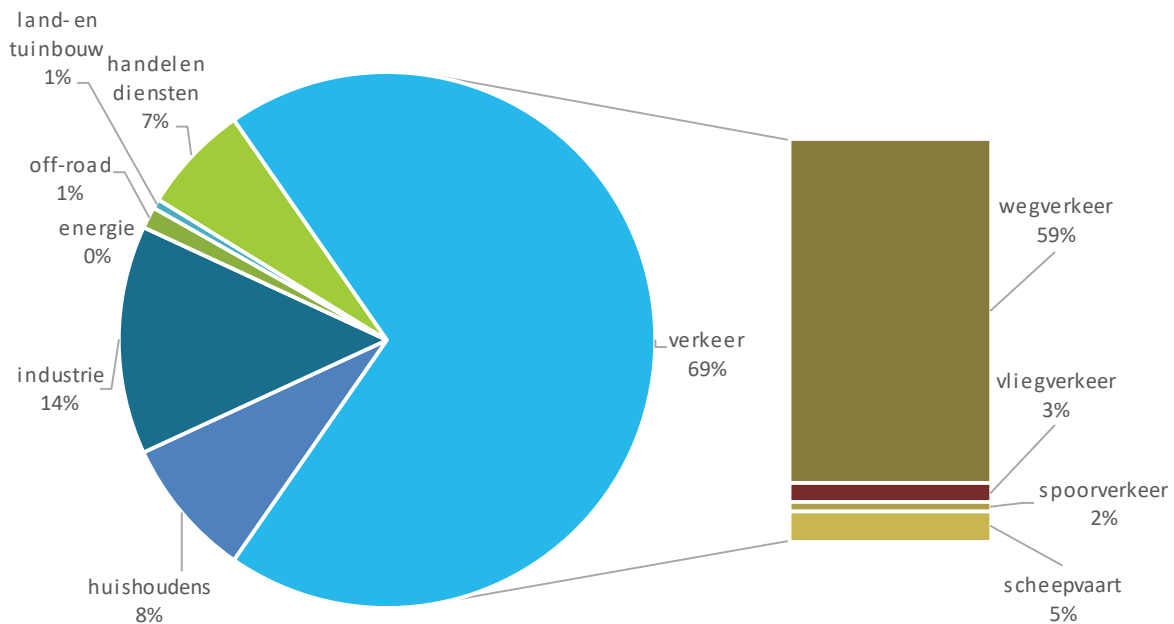
De luchtkwaliteit in de Antwerpse agglomeratie wordt niet enkel bepaald door de emissies in de agglomeratie zelf. Ook emissies in Vlaanderen, andere gewesten en het buitenland dragen bij aan de concentratie van vervuulende stoffen in de Antwerpse agglomeratie.

De mate waarin de bevolking wordt blootgesteld aan luchtverontreiniging is een complex gegeven, afhankelijk onder andere van de hoogte waarin de pollutanten wordt uitgestoten, de mate waarin ze verdund worden en reageren onder verschillende meteorologische omstandigheden en de topografie van wegen zoals bijvoorbeeld *street canyons*.

Het weinig toxische NO wordt relatief snel omgezet naar het toxisch gas NO₂ door reactie met onder andere ozon (O₃). NO₂ neemt deel aan de fotochemische ozonvorming waarbij O₃ wordt gevormd en NO₂ wordt omgezet tot NO. De chemie van stikstofcomponenten in de atmosfeer is erg complex en de relatie tussen de emissies van NO_x en de gemeten NO₂-concentraties is niet lineair.

Het aandeel van NO₂ in de NO_x-emissies van een dieselveertuig is veel hoger dan het aandeel van NO₂ in de NO_x-emissies van een benzinewagen. Voor oudere diesels was het aandeel NO₂ ongeveer 5 %. Bij nieuwere diesels bepalen zowel de motorafmeting als de katalytische converter het aandeel NO₂ : de ratio kan variëren van 12 % tot 70 %¹⁵. De laatste 20 jaar zien we dan ook een stijging van de verhouding NO₂/NO_x op alle meetplaatsen in Vlaanderen. De stijging van de directe NO₂-emissies bemoeilijken het behalen van de Europese grenswaarden op verkeersgerichte meetplaatsen.

Figuur 65: Aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2015



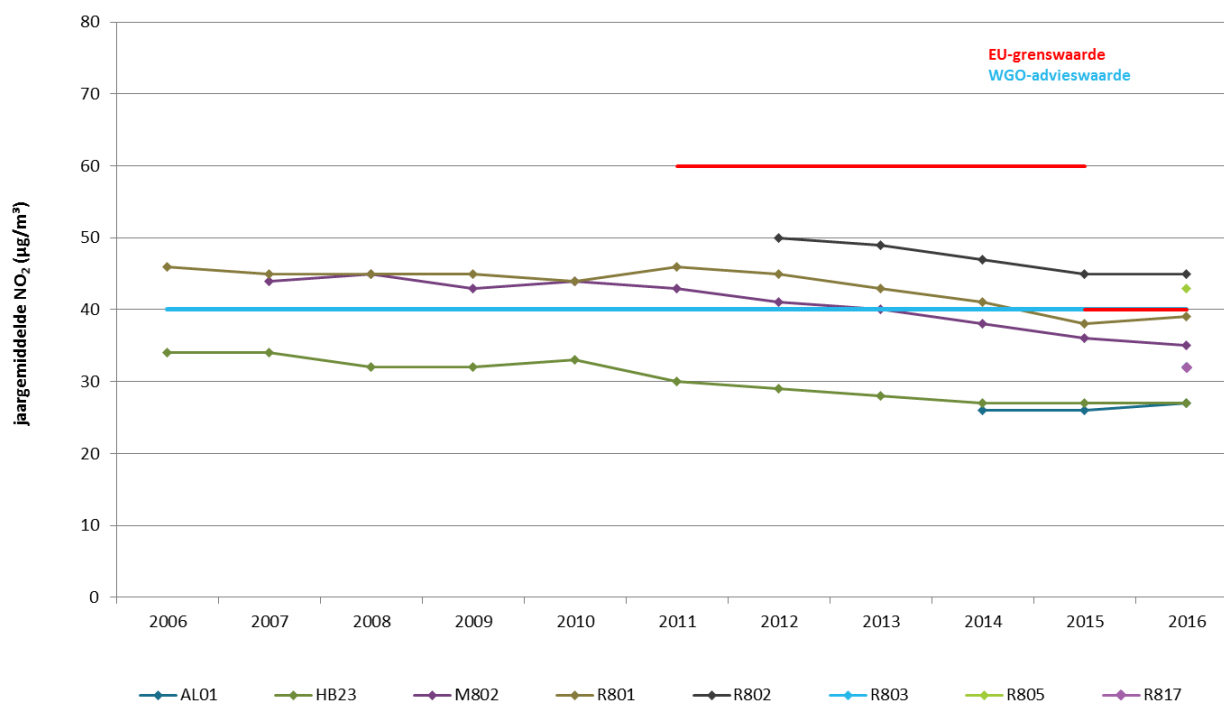
Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

¹⁵ EEA (2016), Explaining road transport emissions, A non-technical guide

4.2.2 Trend en toetsing NO₂-concentraties

Figuur 66 toont de evolutie van de NO₂-jaargemiddelden voor de periode 2006 - 2016. Vanaf 2012 zien we voor alle meetplaatsen geleidelijk aan een lichte daling van de jaargemiddelde NO₂-concentratie. Tussen 2005 en 2015 zijn de concentraties met 15 tot 20 % gedaald. In 2016 zijn de concentraties op de meeste meetplaatsen licht gestegen of stabiel gebleven.

Figuur 66: NO₂-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016



Tabel 27: NO₂-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016 (µg/m³)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AL01	-	-	-	-	-	-	-	-	26	26	27
HB23	34	34	32	32	33	30	29	28	27	27	27
M802	-	44	45	43	44	43	41	40	38	36	35
R801	46	45	45	45	44	46	45	43	41	38	39
R802	-	-	-	-	-	-	50	49	47	45	45
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32

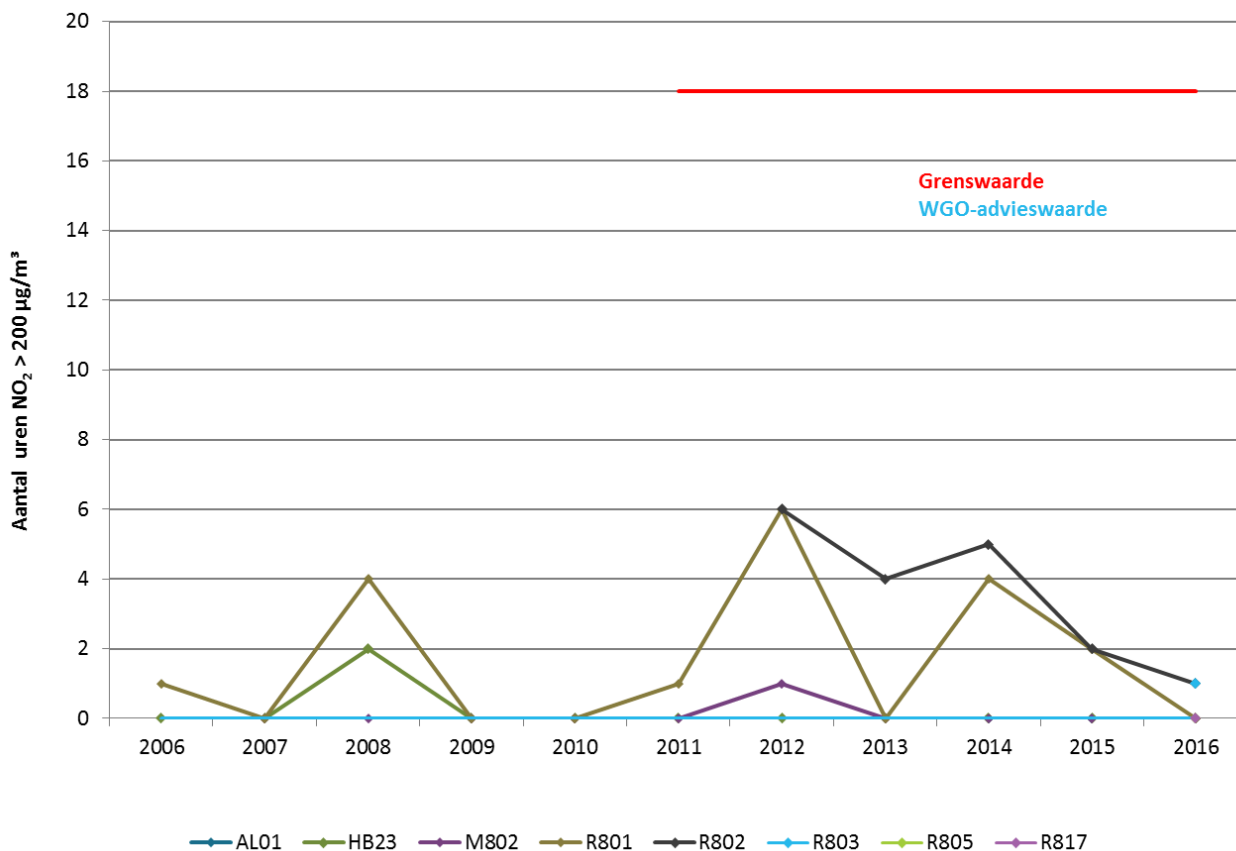
Overschrijdingen van de grenswaarde en advieswaarde worden in rood getoond.

De Europese Commissie gaf voor de Antwerpse agglomeratie uitstel tot 1 januari 2015 voor het behalen van de jaargrenswaarde van 40 µg/m³. In 2016 was er een overschrijding van de Europese jaargrenswaarde op twee meetplaatsen, namelijk op de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) en de meetplaats Antwerpen-Belgiëlei (R805). De meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) ligt in een stedelijke omgeving, op 5 meter van de Plantin en Moretuslei. De meetplaats Antwerpen-Belgiëlei (R805) ligt ook in een stedelijke omgeving, op de middenberm van de Belgiëlei. Uit studies en

modelberekeningen^{16,17} blijkt dat op meerdere verkeersintensieve stedelijke locaties en in *street canyons* overschrijdingen van de jaargrenswaarde van NO₂ kunnen voorkomen.

Aangezien de WGO-jaaradvieswaarde voor NO₂ van 40 µg/m³ gelijk is aan de Europese grenswaarde werd deze bijgevolg op de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) en op de meetplaats Antwerpen-Belgiëlei (R805) in 2016 overschreden.

Figuur 67: Aantal uren met een concentratie > 200 µg/m³ NO₂ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006-2016



De Europese regelgeving laat 18 uren met een concentratie hoger dan 200 µg/m³ NO₂ toe. De WGO laat geen uren met een concentratie hoger dan 200 µg/m³ toe. Figuur 67 toont het verloop van het aantal uren met een gemiddelde concentratie hoger dan 200 µg/m³ op de verschillende meetplaatsen. Nergens werd er de afgelopen 10 jaar meer dan 18 keer een uurgemiddelde waarde hoger dan 200 µg/m³ gemeten. De WGO-advieswaarde voor de uurgemiddelden werd in 2016 eenmaal overschreden op de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) en eenmaal op de meetplaats Antwerpen Park spoor Noord (R803).

Tabel 28 geeft het aantal uren met een concentratie > 200 µg/m³ NO₂ per meetplaats weer voor de periode 2006- 2016.

¹⁶ VMM (2011), NO₂-meetcampagne met passieve samplers in steden in 2010 - <https://www.vmm.be/publicaties>

¹⁷ VMM (2013), Life+ ATMOSYS: NO₂-stedencampagne - <https://www.vmm.be/publicaties>

Tabel 28: Aantal uren met een concentratie > 200 µg/m³ NO₂ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006-2016

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AL01	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
HB23	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
M802	-	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
R801	1	0	4	0	0	1	6	0	4	2	0
R802	-	-	-	-	-	-	6	4	5	2	1
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0

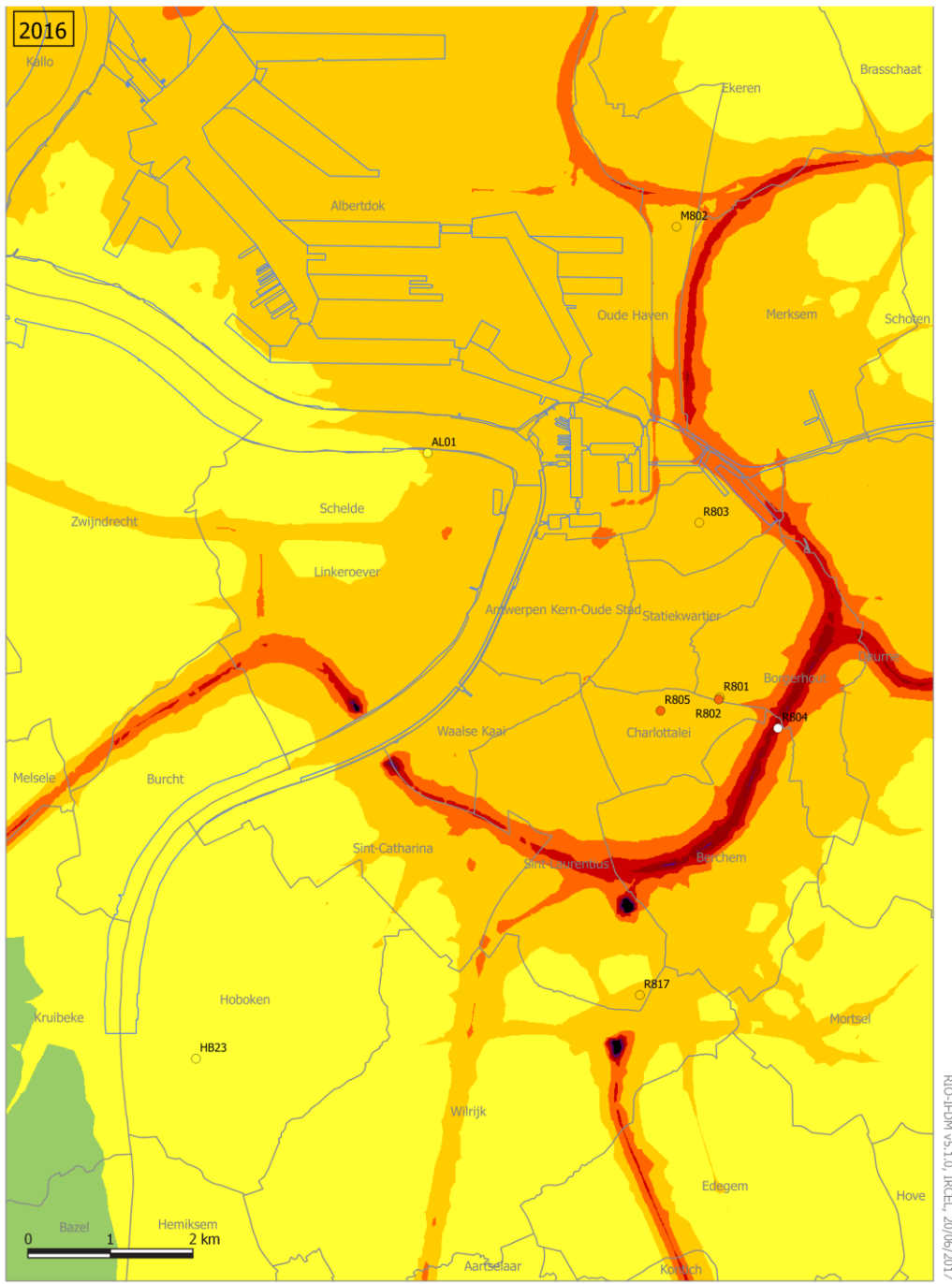
Overschrijdingen van de WGO- advieswaarde staan in blauw.

4.2.3 Geografische spreiding van de NO₂-concentratie en pollutierozen

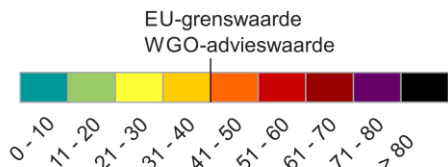
Figuur 68 toont de gemodelleerde jaargemiddelde NO₂-concentratie in de Antwerpse agglomeratie en omgeving.



Figuur 68: Gemodelleerd NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2016



NO₂-jaargemiddelde berekend met RIO-IFDM (µg/m³)



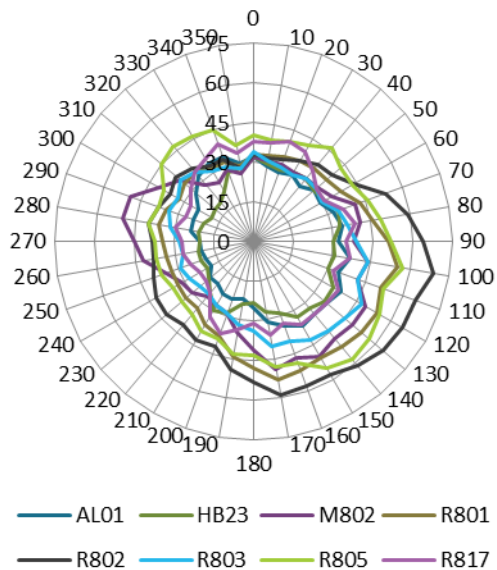
De gemodelleerde waarden kunnen plaatselijk verschillen van de werkelijkheid door onzekerheden in zowel het RIO-IFDM model als in de gebruikte emissies, alsook door het niet in rekening brengen van de topografie en obstakels langs de wegen. In streetcanyons onderschat het model mogelijk de concentraties.

Deelgemeentes Dokken
 ○ meetplaats (kleur = gemeten waarde)
 ○ onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

We zien de hoogste concentraties NO₂ langs de belangrijkste verkeersassen. De gemeten concentraties op de meetplaatsen Borgerhout -straatkant (R802) en Antwerpen-Belgiëlei (R805) liggen hoger dan de

gemodelleerde concentraties. Dit is waarschijnlijk te verklaren door het feit dat het RIO-IFDM geen rekening houdt met het negatieve effect van *street canyons* op de luchtkwaliteit. In de toekomst zal de VMM RIO-IFDM-OSPM-kaarten opnemen die hier wel rekening mee houden. Deze zijn al raadpleegbaar op de VMM-website¹⁸.

Figuur 69: Pollutieroos voor NO₂ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016 (µg/m³)

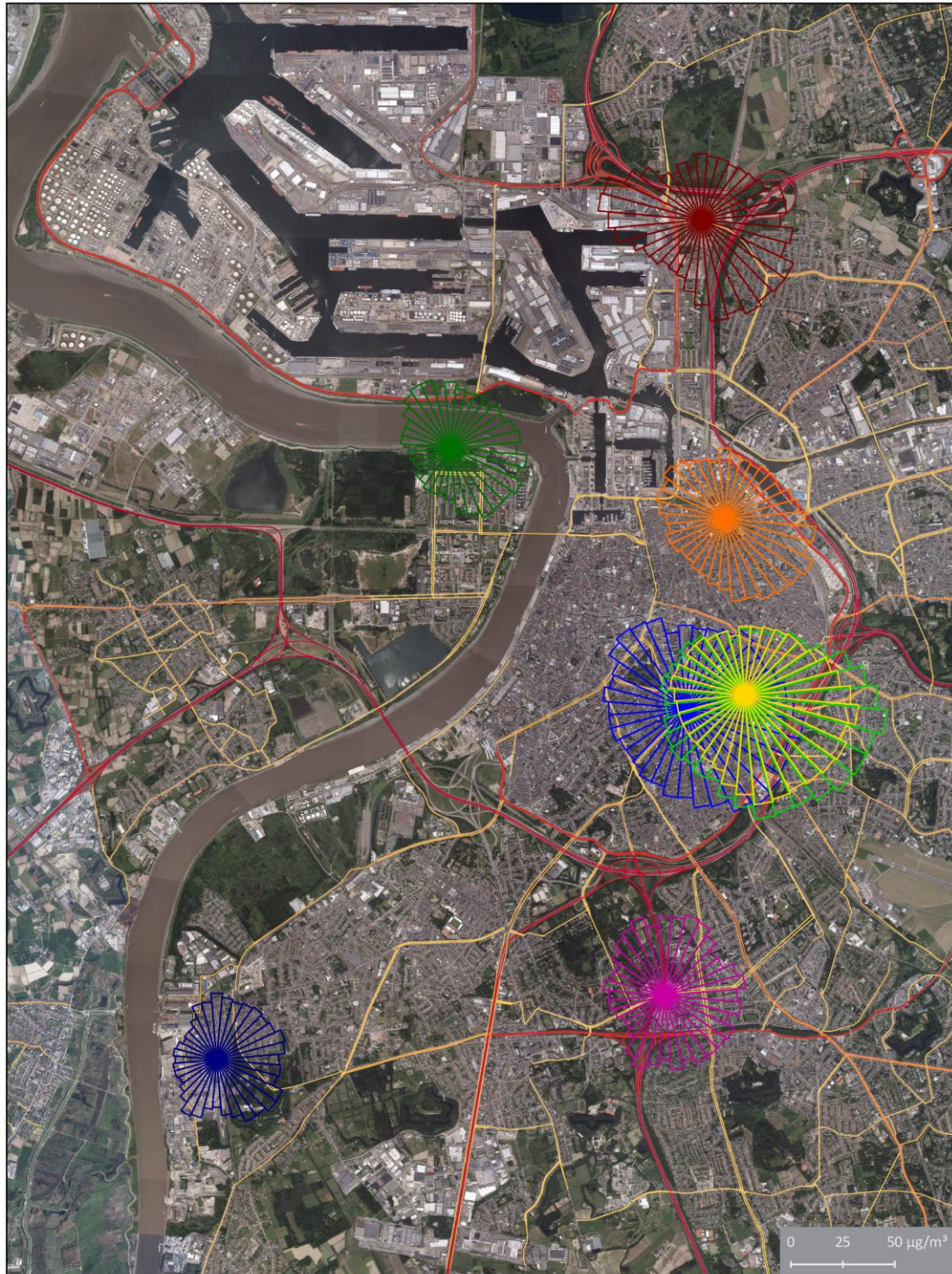


Op de verkeersgerichte meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) en Borgerhout-achtergrond (R801) zien we vanuit de zuidelijke richting de invloed van de Plantin en Moretuslei. Ten zuiden van de meetplaats Luchtbal (M802) ligt de Havannastraat. De verhoging in het noordwesten wijst in de richting van de parking naast de meetplaats Luchtbal (M802). Verderaf ligt de Noorderlaan in deze richting.

Wanneer we de nieuwe meetplaatsen Belgiëlei (R805), Park spoor Noord (R803) en Groenenborgerlaan (R817) onderling vergelijken, wordt op de Belgiëlei (R805) vanuit alle richtingen meer NO₂ gemeten.

¹⁸ <http://www.vmm.be/data/luchtkwaliteit-in-je-eigen-omgeving>

Figuur 70: Pollutierozen NO₂ voor de meetplaatsen van de Antwerpse agglomeratie in 2016



- | | | | |
|---|--|--|---|
| ■ AL01 | ■ M802 | ■ R802 | ■ R805 |
| ■ HB23 | ■ R801 | ■ R803 | ■ R817 |

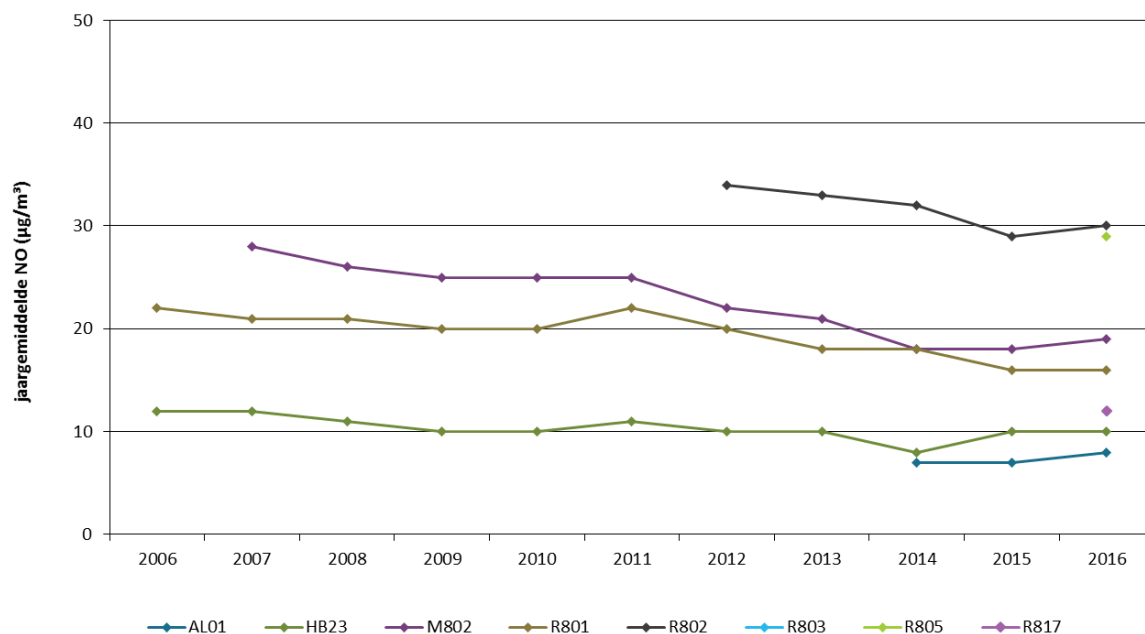
0 1000 2000 m



4.2.4 Trend NO-concentraties

Figuur 71 toont het verloop van de jaargemiddelde NO-concentratie voor de periode 2006 tot 2016. De laatste jaren daalt de NO-concentratie op alle meetplaatsen. De concentraties in 2016 zijn op alle meetplaatsen lichtjes gestegen of stabiel gebleven.

Figuur 71: NO-jaargemiddelde op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016

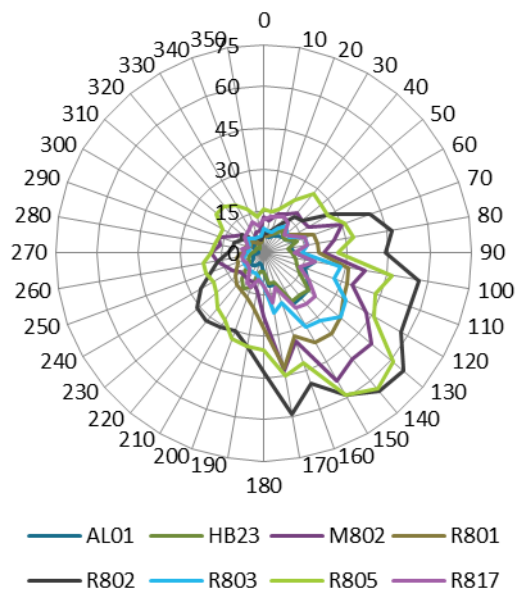


Tabel 29: NO-jaargemiddelde op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016 (µg/m³)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AL01	-	-	-	-	-	-	-	-	7	7	8
HB23	12	12	11	10	10	11	10	10	8	10	10
M802	-	28	26	25	25	25	22	21	18	18	19
R801	22	21	21	20	20	22	20	18	18	16	16
R802	-	-	-	-	-	-	34	33	32	29	30
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12

4.2.5 Pollutierozen NO

Figuur 72: Pollutieroos voor NO voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Op de verkeersgerichte meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) worden vanuit het zuiden, dit is de richting van de Plantin en Moretuslei, hoge NO-concentraties gemeten. Vijfentwintig meter verder van de straat verwijderd, op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) worden vanuit deze richting lagere concentraties NO gemeten. Dit toont aan dat de concentratie aan NO uitgestoten door het verkeer heel snel daalt als de afstand tot de weg toeneemt. Ten zuiden van de meetplaats Luchtbal (M802) ligt de Havannastraat, in de noordwestelijke richting ligt de Noorderlaan en bevindt zich een parkeerplaats.

We vergelijken de pollutierozen van de meetplaatsen Belgiëlei (R805), Park spoor Noord (R803) en Groenenborgerlaan (R817). De pollutierozen hebben een gelijkaardige vorm maar de gemiddeld gemeten concentraties op de meetplaats Belgiëlei (R805) zijn veel hoger dan op de meetplaats Park spoor Noord (R803) en de meetplaats Groenenborgerlaan (R817).

Figuur 73: Pollutierozen NO voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016



- | | | | |
|--|--|--|---|
| AL01 | M802 | R802 | R805 |
| HB23 | R801 | R803 | R817 |

0 1000 2000 m



4.3 Fijn stof

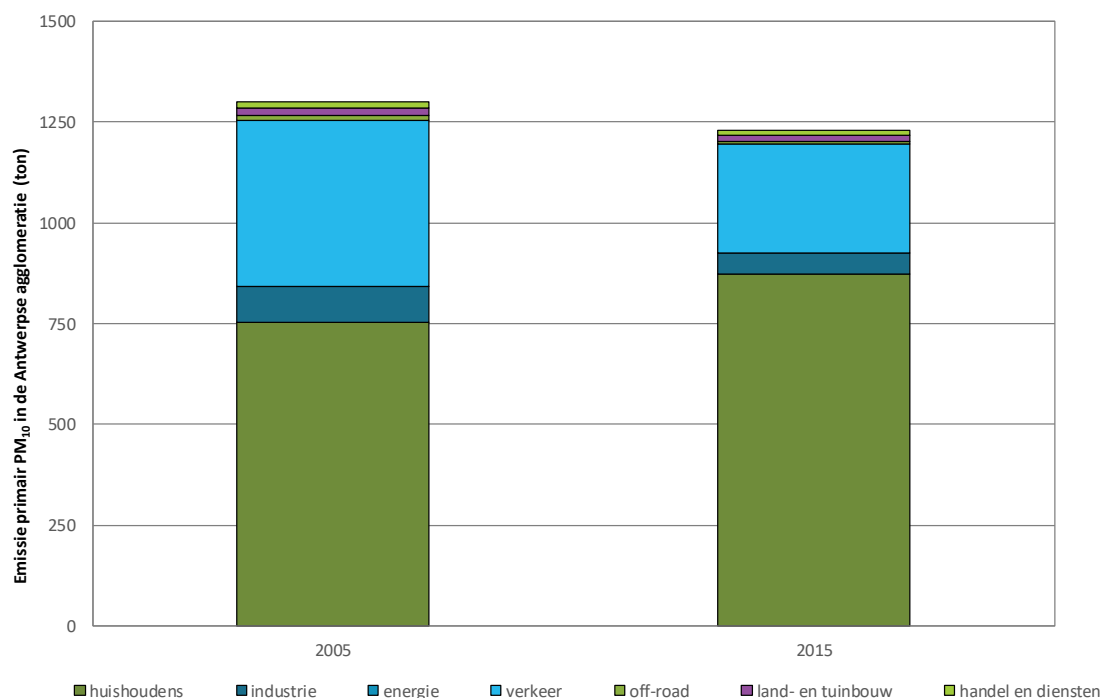
4.3.1 PM₁₀

4.3.1.1 Emissie van PM₁₀

Figuur 74 toont de rechtstreeks uitgestoten (primaire) PM₁₀-emissies door de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie.

Tussen 2005 en 2015 zijn de emissies van primair PM₁₀ in de Antwerpse agglomeratie met 5 % gedaald. Deze daling is vooral te wijten aan minder emissies door het wegverkeer. De emissies door huishoudens stijgen, te wijten aan een toegenomen verbruik van biomassa bij huishoudelijke verwarming.

Figuur 74: Emissies primair PM₁₀ van de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 75 toont het aandeel van de sectoren in de emissies van primair PM₁₀ in 2015. 71 % van de emissies in de Antwerpse agglomeratie is te wijten aan huishoudens; 95 % van de emissies door huishoudens is te wijten aan gebouwenverwarming. 22 % is te wijten aan het verkeer.

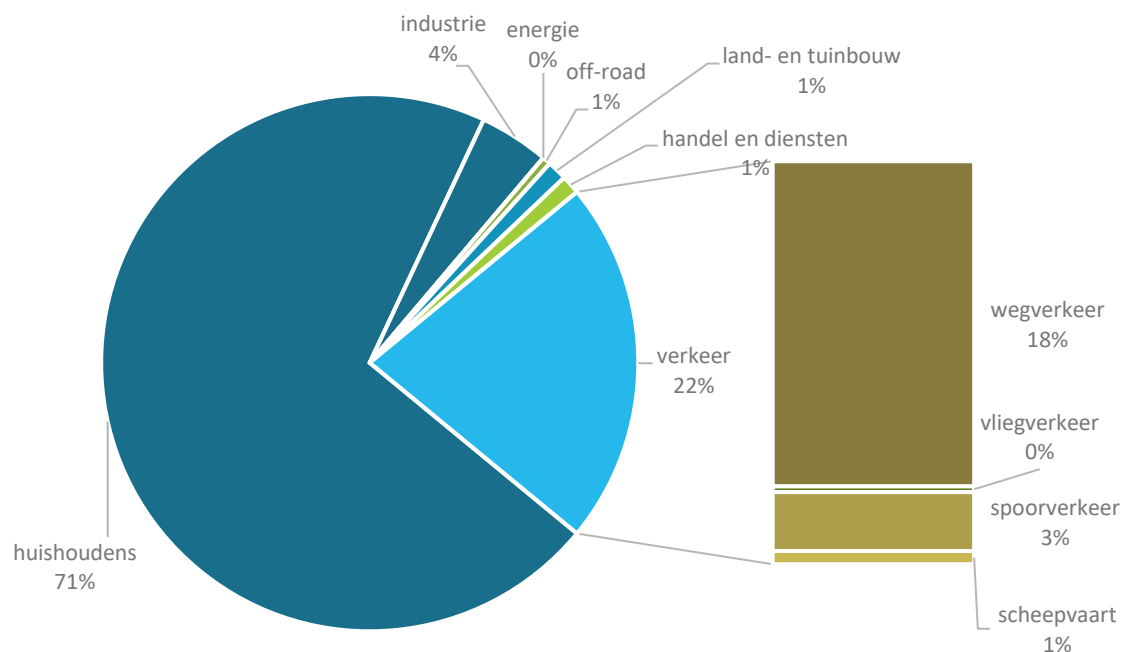
Fijn stof in de atmosfeer bestaat niet enkel uit primaire deeltjes die rechtstreeks worden uitgestoten maar ook uit een secundaire fractie. De secundaire fractie bestaat uit deeltjes die in de atmosfeer ontstaan door chemische en fysische reacties. Ook emissies van buiten de agglomeratie, de aard van de emissies (bijvoorbeeld de hoogte), de meteorologische omstandigheden en de topografie bepalen mee de gemeten concentraties.

De primaire stofdeeltjes bestaan scheikundig gezien vooral uit organische koolstofcomponenten, anorganische componenten (mineralen) en elementair koolstof (roetdeeltjes). Secundair fijn stof

wordt in de atmosfeer gevormd uit voorloperverbindingen. De belangrijkste zijn ammoniak (NH₃), stikstofoxides (NO_x) en zwaveldioxide (SO₂) en verschillende semivluchtige organische verbindingen. Tijdens de vierde chemkar studie¹⁹ stelden we vast dat in steden in Vlaanderen de secundaire anorganische componenten gemiddeld 34 % van de totale massa PM₁₀ uitmaakten. De organische massa droeg voor 18 % bij. Houtverbranding was op jaarbasis goed voor een kwart tot een derde van de totale organische massa. Houtverbranding is vooral een probleem van de wintermaanden. In de winter liep de bijdrage aan PM₁₀ op tot boven de 10 %. Recent onderzoek geeft aan de bijdrage hoger ligt als ook de secundaire fractie van houtverbranding in rekening wordt gebracht²⁰. Verder dragen mineraal stof (19 %), zeezout (10 %) en elementair koolstof (4 %) en een resterende fractie (water, spoorelementen, ...) (16 %) bij aan de PM₁₀-concentraties in de lucht.

Verkeer is een belangrijke lokale bron van elementair koolstof, organische massa en mineraal stof. In de bovengenoemde chemkar studie waren de PM₁₀-concentraties langs invalswegen gemiddeld 6 % en in streetcanyons gemiddeld 29 % hoger dan op stedelijke achtergrondlocaties. De bijdragen van elementaire koolstof en organische massa in uitlaatgassen enerzijds en de bijdrage van mineraal stof anderzijds (banden, remmen, koetswerk) droegen elk voor ongeveer 50 % bij aan deze hogere concentraties. Het gaat hier om een zeer lokale bijdrage. Het verkeer in en rond de stad zal ook een effect hebben op de in deze studie gemeten concentraties. Naast deze primaire emissies zorgt verkeer ook nog voor heel wat NO_x-emissies, die zich in de atmosfeer omzetten tot fijn stof in de vorm van nitraatdeeltjes. Dit proces is vrij traag, waardoor dit zal leiden tot een regionale verhoging.

Figuur 75: Aandeel van de sectoren in de primaire PM₁₀-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2015



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

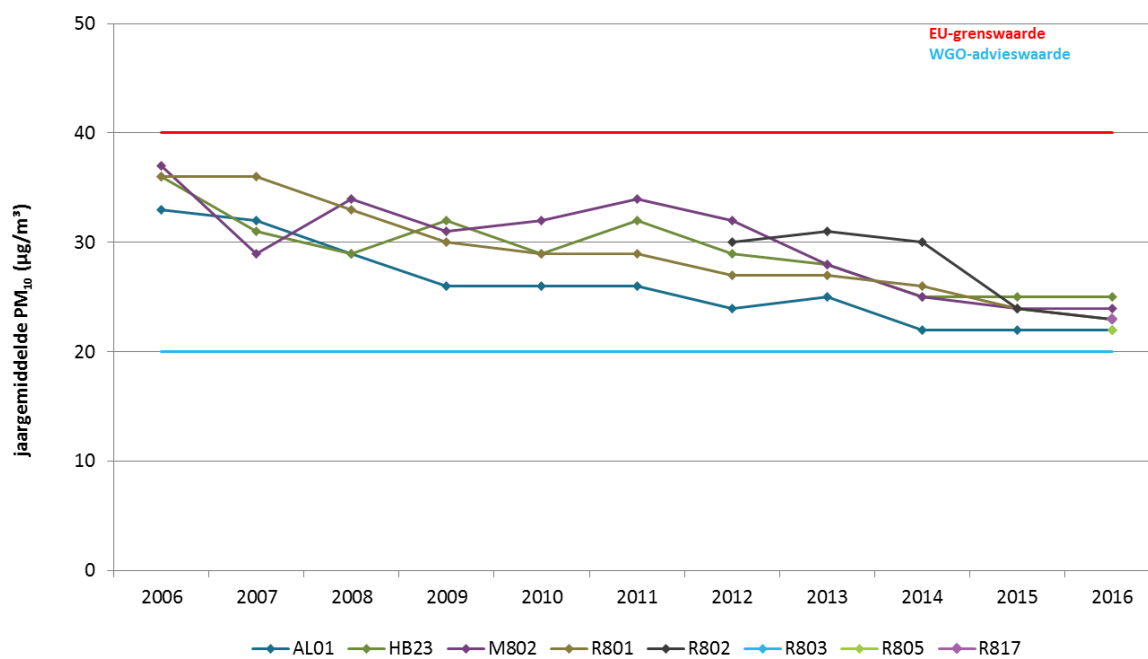
¹⁹ VMM (2013), Chemkar PM₁₀, Chemische karakterisering van fijn stof in Antwerpen, Gent, Brugge en Oostende, 2011-2012

²⁰ Vito (2017), Inschatting van de bijdrage van houtverbranding door burgers aan luchtverontreiniging in Vlaanderen

4.3.1.2 Trend en toetsing PM₁₀-concentraties

Figuur 76 geeft de PM₁₀-jaargemiddelden op de verschillende meetplaatsen voor de periode 2006 - 2016.

Figuur 76: PM₁₀- jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016



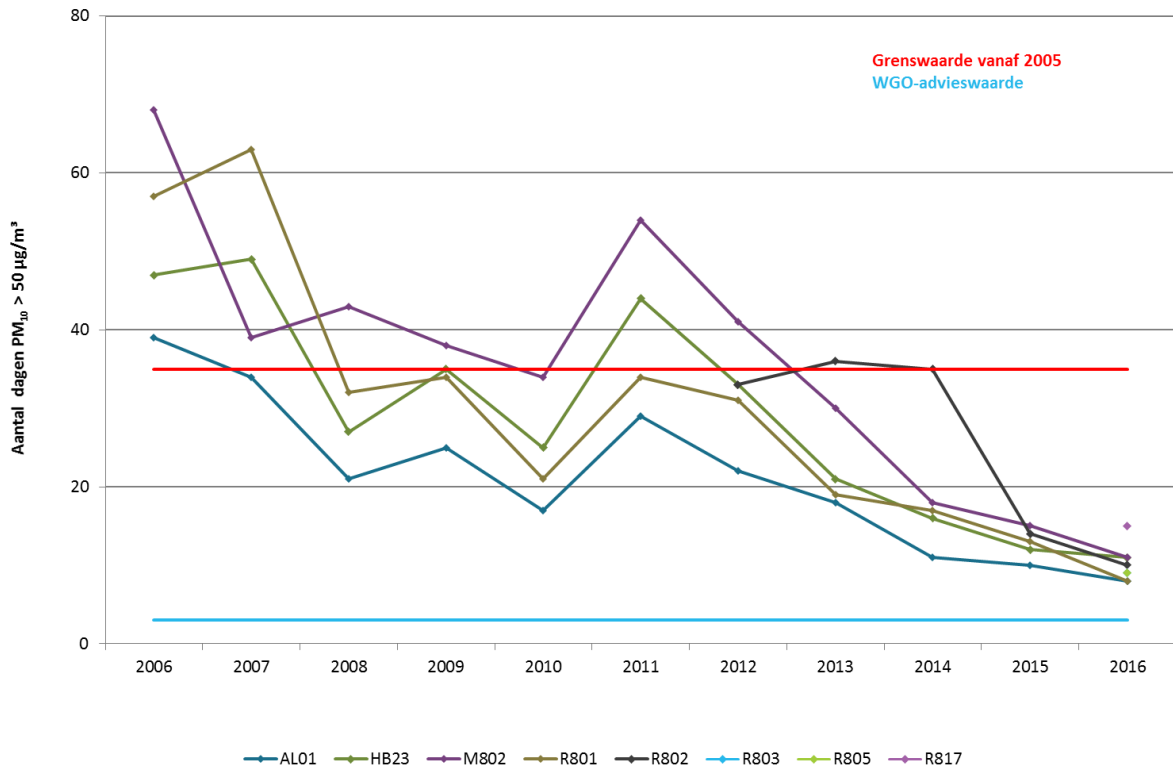
Tabel 30: PM₁₀-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016 (µg/m³)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AL01	33	32	29	26	26	26	24	25	22	22	22
HB23	36	31	29	32	29	32	29	28	25	25	25
M802	37	29	34	31	32	34	32	28	25	24	24
R801	36	36	33	30	29	29	27	27	26	24	23
R802	-	-	-	-	-	-	30	31	30	24	23
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23

Overschrijdingen van de advieswaarde worden in blauw getoond.

Over de periode van 2006 – 2016 daalden de PM₁₀-jaargemiddelden geleidelijk. In deze periode werd de Europese grenswaarde van 40 µg/m³ op geen enkele meetplaats overschreden. De WGO-advieswaarde van 20 µg/m³ werd op geen enkele meetplaats gehaald.

Figuur 77: Aantal dagen met een PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016



Figuur 77 toont het verloop van het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³ voor de periode 2006 – 2016. Dit verloop vertoont globaal genomen een dalende trend. Het jaar 2014 is het eerste jaar dat de EU-grenswaarde, maximaal 35 dagen met een concentratie hoger dan 50 µg/m³, op alle meetplaatsen werd gerespecteerd. De WGO-advieswaarde voor de daggemiddelden, die maximaal 3 dagen met een concentratie hoger dan 50 µg/m³ toelaat, werd op geen enkele meetplaats gehaald.

Tabel 31 geeft het aantal dagen dat er een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³ werd gemeten per meetplaats weer voor de periode 2006- 2016.

Tabel 31: Aantal dagen met PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006-2016

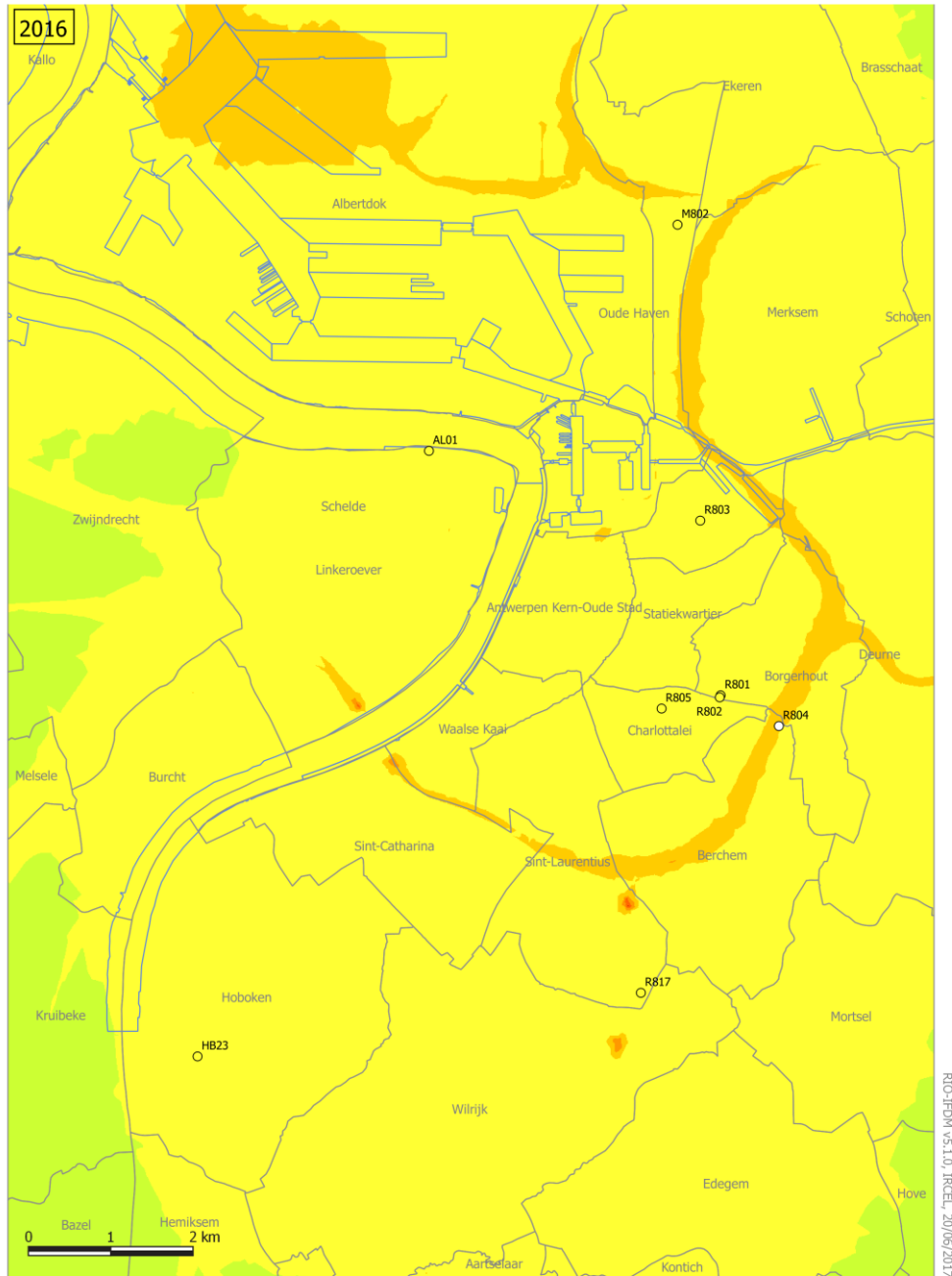
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AL01	39	34	21	25	17	29	22	18	11	10	8
HB23	47	49	27	35	25	44	33	21	16	12	11
M802	68	39	43	38	34	54	41	30	18	15	11
R801	57	63	32	34	21	34	31	19	17	13	8
R802	-	-	-	-	-	-	33	36	35	14	10
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15

Overschrijdingen van de grenswaarde worden in rood getoond. Deze waarden overschrijden ook de WGO-advieswaarde
Overschrijdingen van de WGO-advieswaarde worden in blauw getoond.

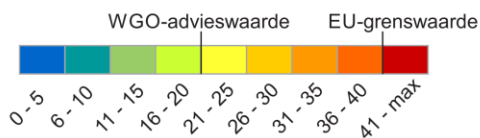
4.3.1.3 Geografische spreiding van de PM₁₀-concentratie en pollutierozen

Figuur 78 toont de gemodelleerde jaargemiddelde PM₁₀-concentratie in de Antwerpse agglomeratie en omgeving.

Figuur 78: Gemodelleerd PM₁₀-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2016



PM₁₀-jaargemiddelde berekend met RIO-IFDM (µg/m³)



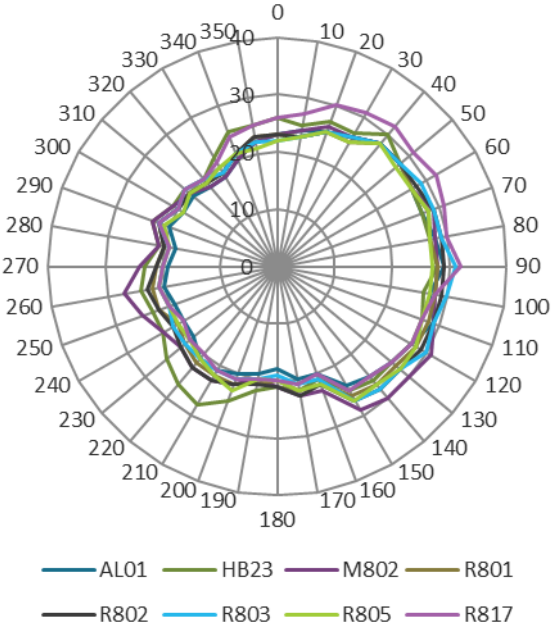
De gemodelleerde waarden kunnen plaatselijk verschillen van de werkelijkheid door onzekerheden in zowel het RIO-IFDM model als in de gebruikte emissies, alsook door het niet in rekening brengen van de topografie en obstakels langs de wegen. In streetcanyons onderschat het model mogelijk de concentraties.

Deelgemeentes Dokken

- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

De hier besproken meetplaatsen liggen alle acht in de zone met een gemodelleerde PM₁₀-concentratie tussen 21 en 25 µg/m³. We zien dat het model in de Antwerpse agglomeratie en omgeving overwegend een PM₁₀-concentratie modelleert tussen 21 en 25 µg/m³. Langs de ring en in een deel van de haven worden hogere PM₁₀-concentraties gemodelleerd.

Figuur 79: Pollutieroos voor PM₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016 (µg/m³)

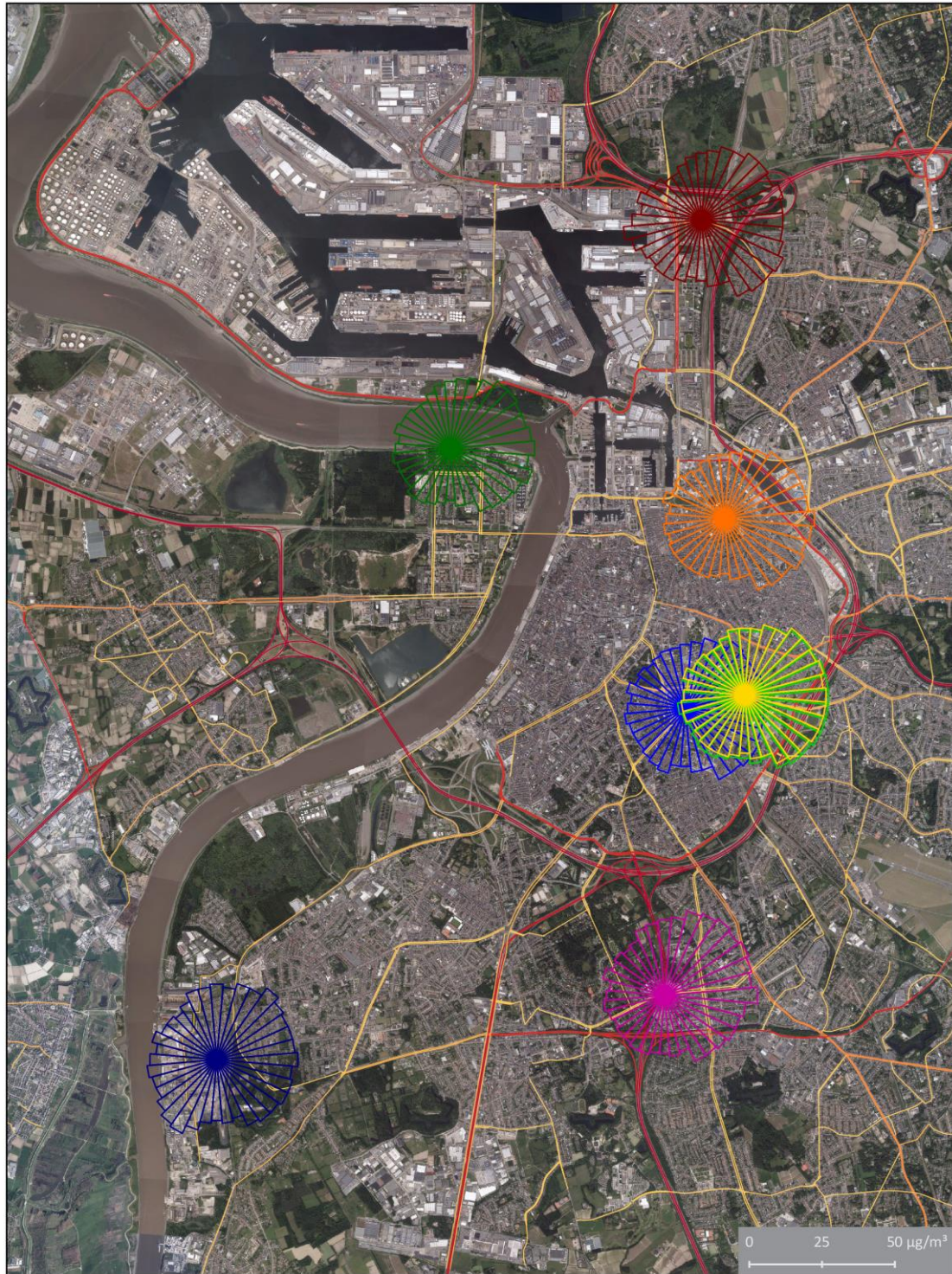


De pollutierozen voor de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) en voor de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) vallen bijna volledig samen, deze meetplaatsen liggen 25 meter van elkaar verwijderd. Op de roos van de meetplaats Luchtbal (M802) zien we verhoogde concentraties vanuit westelijke richting. Hier liggen een aantal dokken. Ten zuidwesten van de meetplaats Hoboken (HB23) ligt het metaalverwerkend bedrijf Umicore.

De pollutierozen van de nieuwe meetplaatsen, Park spoor Noord (R803), Groenenborgerlaan (R817) en Belgiëlei (R805), vallen grotendeels samen.



Figuur 80: Pollutierozen PM₁₀ voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016



- | | | | |
|--|--|--|---|
| ■ AL01 | ■ M802 | ■ R802 | ■ R805 |
| ■ HB23 | ■ R801 | ■ R803 | ■ R817 |

0 1000 2000 m

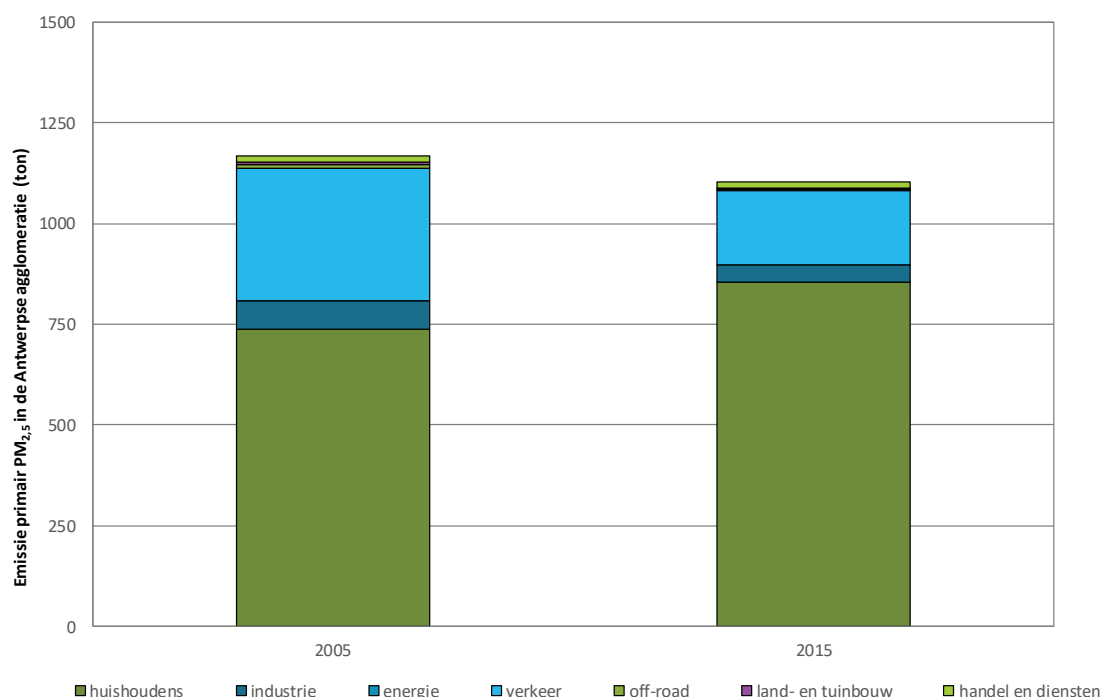
4.3.2 PM_{2,5}

4.3.2.1 Emissie van PM_{2,5}

Figuur 81 toont de rechtstreeks uitgestoten (primaire) PM_{2,5}-emissies door de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie.

Tussen 2005 en 2015 zijn de emissies van primair PM_{2,5} in de Antwerpse agglomeratie met 6 % gedaald. Zoals voor PM₁₀ is deze daling vooral te wijten aan minder emissies door het wegverkeer. De emissies door huishoudens stijgen, te wijten aan het toenemend verbruik van biomassa bij huishoudelijke verwarming.

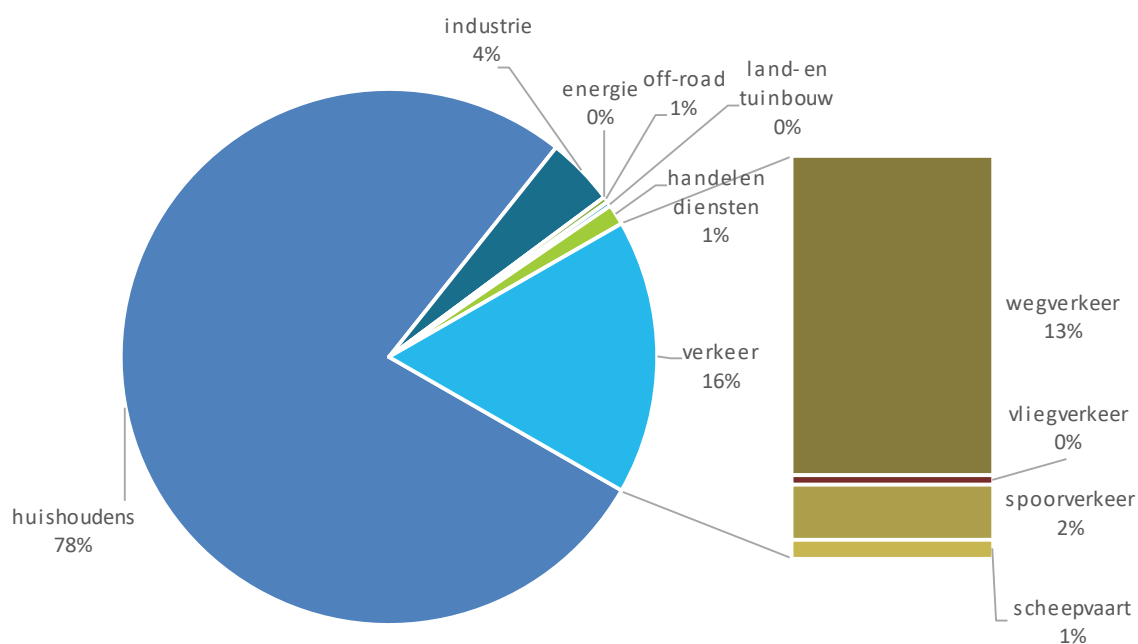
Figuur 81: Emissies van primair PM_{2,5} van de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 82 toont het aandeel van de sectoren in de emissies van primair PM_{2,5} in 2015. 78 % van de emissies van primair PM_{2,5} in de Antwerpse agglomeratie is te wijten aan huishoudens. 16% is te wijten aan het verkeer. De huishoudens hebben in de Antwerpse agglomeratie dus het grootste aandeel in de emissies van primair PM_{2,5}. 95 % van de emissies door huishoudens is te wijten aan gebouwenverwarming. De bijdrage van het verkeer is minder dan voor PM₁₀. Heropwaaiende deeltjes zijn immers groter dan 2,5 µm. De niet-uitlaat emissies afkomstig van de slijtage van remmen en banden en het wegdek bestaan ook voor een deel uit deeltjes groter dan 2,5 µm.

Figuur 82: Aandeel van de sectoren in de emissies primair PM_{2,5} in de Antwerpse agglomeratie in 2015

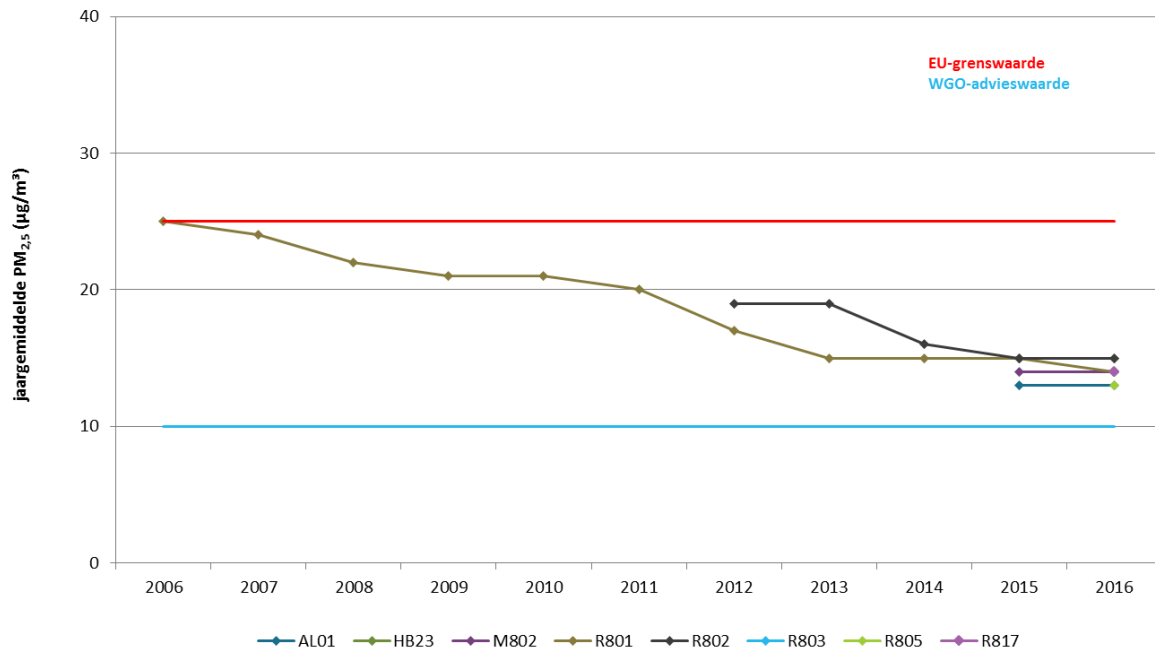


4.3.2.2 Trend en toetsing PM_{2,5}-concentraties

In 2014 werden de meettoestellen voor het meten van PM₁₀ vervangen door toestellen die simultaan PM₁₀ en PM_{2,5} meten. Vanaf dan zijn er PM_{2,5}-metingen op alle meetplaatsen.

Over de periode van 2006 – 2016 daalden de PM_{2,5}-jaargemiddelden geleidelijk. De concentraties in 2016 zijn gelijk aan of lichtjes lager dan de concentraties van 2015 (zie Figuur 83).

Figuur 83: PM_{2,5}-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016



Tabel 32: PM_{2,5}-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016 (µg/m³)

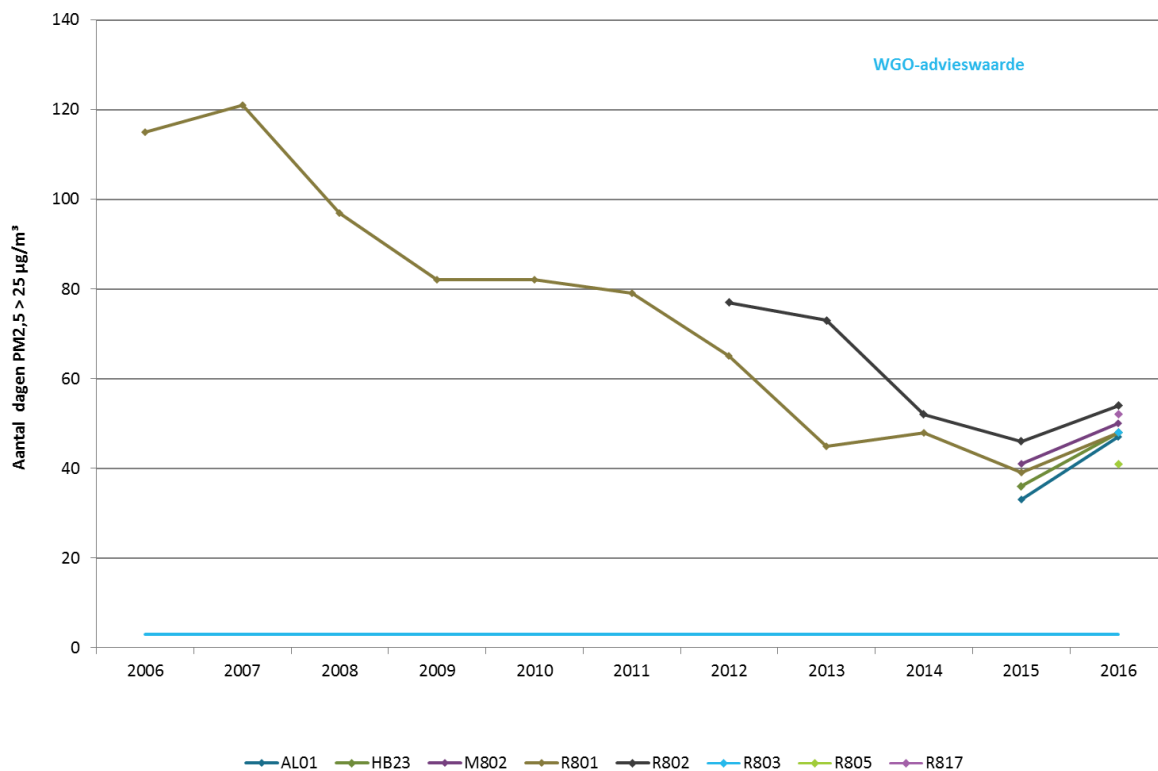
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AL01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	13
HB23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15
M802	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	14
R801	25	24	22	21	21	20	17	15	15	15	14
R802	-	-	-	-	-	-	19	19	16	15	15
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14

Overschrijdingen van de advieswaarde worden in blauw getoond.

Over de periode 2006-2015 daalde het aantal dagen met een dagconcentratie hoger dan 25 µg/m³. Voor het jaar 2016 is er een lichte stijging waarneembaar (zie Figuur 84).

Vanaf 2006 wordt de Europese-grenswaarde voor het jaargemiddelde van 25 µg/m³ PM_{2,5} gehaald op alle meetplaatsen. De indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³ wordt gehaald vanaf 2011. De WGO-advieswaarde van 10 µg/m³ voor het jaargemiddelde en de WGO-advieswaarde voor daggemiddelden, die maximaal 3 dagen met een concentratie hoger dan 25 µg/m³ toelaat, wordt op geen enkele meetplaats gehaald. Europa definieerde geen grenswaarde voor daggemiddelden.

Figuur 84: Aantal dagen met een PM_{2,5} concentratie > 25 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006 – 2016



Tabel 33: Aantal dagen met PM_{2,5}-concentratie > 25 µg/m³ op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2006-2016

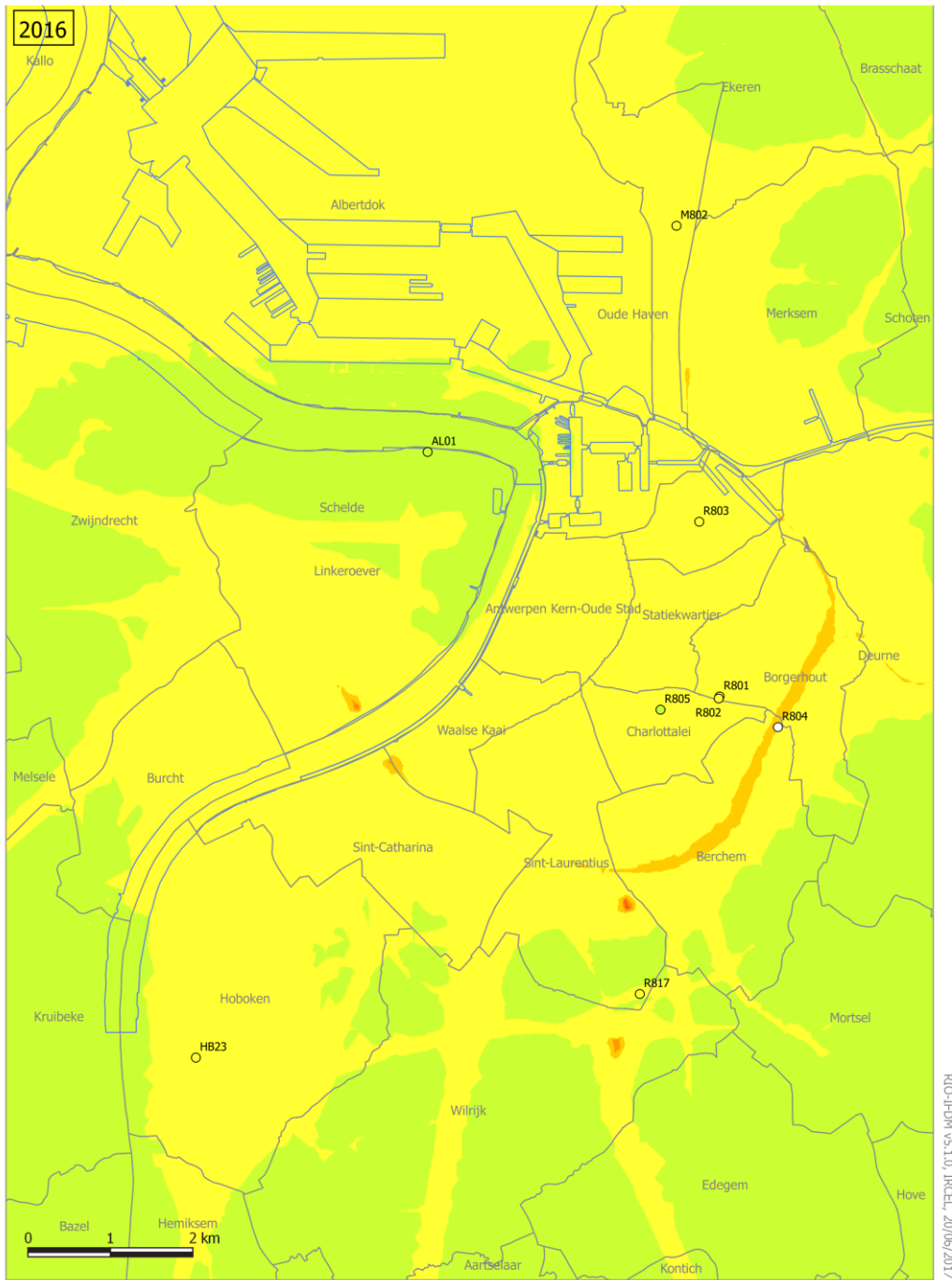
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AL01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	47
HB23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	48
M802	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	50
R801	115	121	97	82	82	79	65	45	48	39	48
R802	-	-	-	-	-	-	77	73	52	46	54
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	48
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52

Overschrijdingen van de advieswaarde worden in blauw getoond.

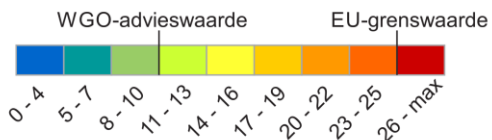
4.3.2.3 Geografische spreiding van de PM_{2,5}-concentratie en pollutierozen

Figuur 85 toont de gemodelleerde jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie in de Antwerpse agglomeratie en omgeving.

Figuur 85: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse agglomeratie in 2016



PM_{2,5}-jaargemiddelde berekend met RIO-IFDM (µg/m³)

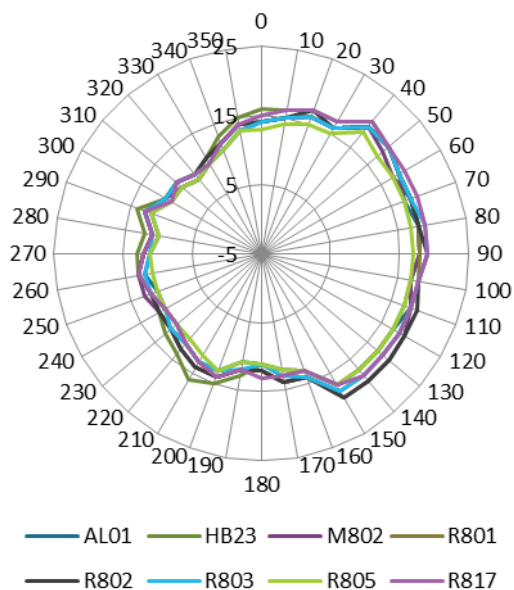


De gemodelleerde waarden kunnen plaatselijk verschillen van de werkelijkheid door onzekerheden in zowel het RIO-IFDM model als in de gebruikte emissies, alsook door het niet in rekening brengen van de topografie en obstakels langs de wegen. In streetcanyons onderschat het model mogelijk de concentraties.

- Deelgemeentes Dokken
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
 - onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

Op Figuur 86 zien we dat de gemodelleerde PM_{2,5}-concentraties in de Antwerpse agglomeratie tussen 11 en 16 µg/m³ liggen. Hogere concentraties vallen samen met de belangrijkste verkeersassen.

Figuur 86: Pollutieroos voor PM_{2,5} op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016 (µg/m³)

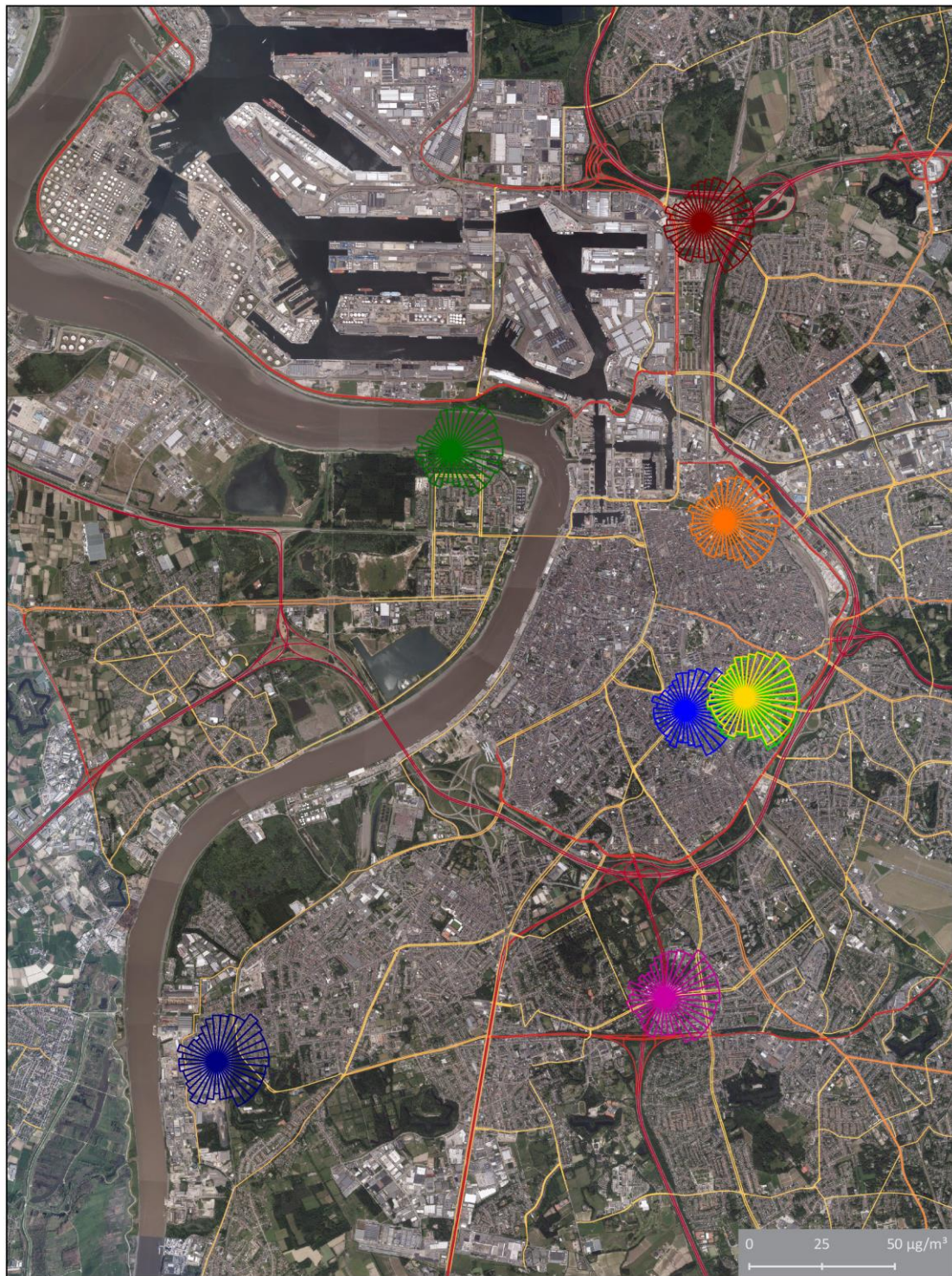


De PM_{2,5}-pollutierozen voor de verschillende meetplaatsen opgenomen in Figuur 86 hebben dezelfde vorm en de concentraties verschillen weinig. In de zuidoostelijke richting worden gemiddeld hogere concentraties gemeten op alle meetplaatsen. We vermoeden dat dit eerder een regionaal fenomeen is dan dat dit te wijten is aan lokale bronnen.

Figuur 87 toont de pollutierozen voor PM_{2,5} voor 2016 op kaart.



Figuur 87: Pollutierozen PM_{2,5} voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016



- | | | | |
|--|--|--|---|
| AL01 | M802 | R802 | R805 |
| HB23 | R801 | R803 | R817 |

0 1000 2000 m



4.3.3 Zwarte koolstof

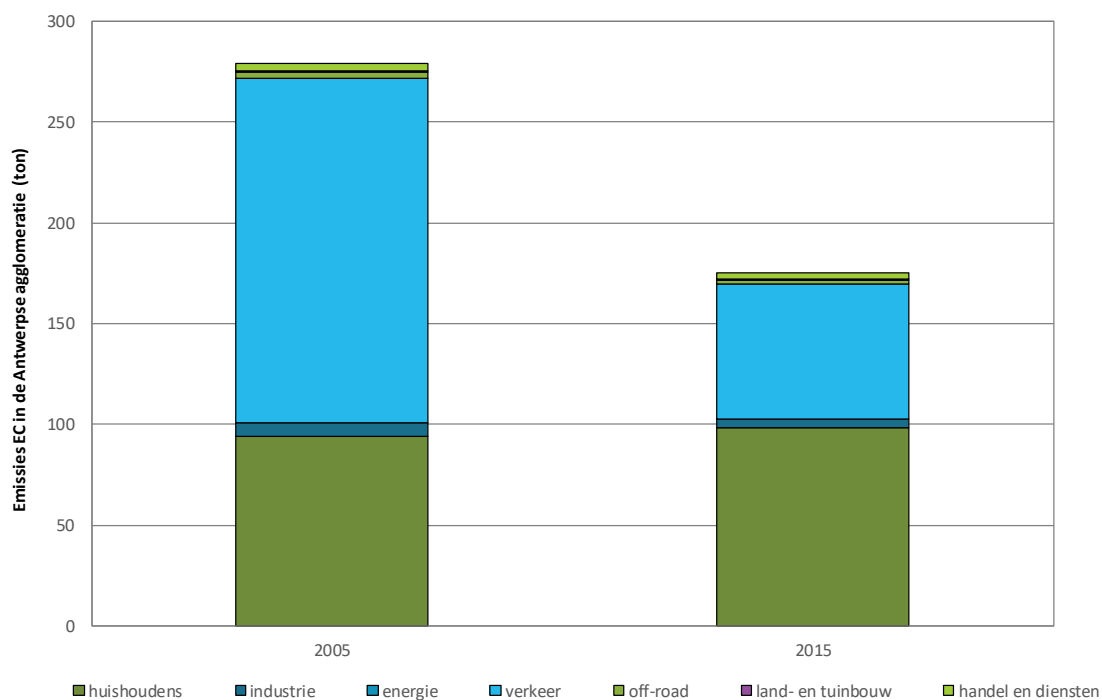
4.3.3.1 Emissies van elementair koolstof

Het verschil in terminologie tussen elementair koolstof (EC) en zwarte koolstof (BC) heeft te maken met de fysische of chemische eigenschappen van de deeltjes, die tot uiting komen bij het meten van deze pollutanten. De meettechniek voor het bepalen van zwarte koolstof maakt gebruik van de lichtabsorptiecapaciteiten van de deeltjes. Voor elementair koolstof wordt een thermische analysemethode gebruikt. Het gaat dus om zeer sterk aan elkaar verwante componenten, maar door de verschillende meetmethode zit er toch een variatie in de gemeten hoeveelheden.

Figuur 88 toont de emissies van elementair koolstof door de verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie. Omdat de huidige emissie-inventaris fijn stof beperkt is tot de fractie van PM_{2,5} worden de emissies van elementair koolstof aan de hand van de fractie van PM_{2,5} bepaald.

De emissies van elementair koolstof zijn tussen 2005 en 2015 met 37 % gedaald. Dit is vooral te wijten aan een daling van de emissies door het verkeer door de introductie van meer recente EURO-klassen. Ook de emissies door huishoudens bevatten heel wat elementair koolstof. De emissies van deze sector fluctueren van jaar tot jaar door meteorologische omstandigheden, waarbij strenge winters zorgen voor een verhoogd verbruik van fossiele brandstoffen en brandhout.

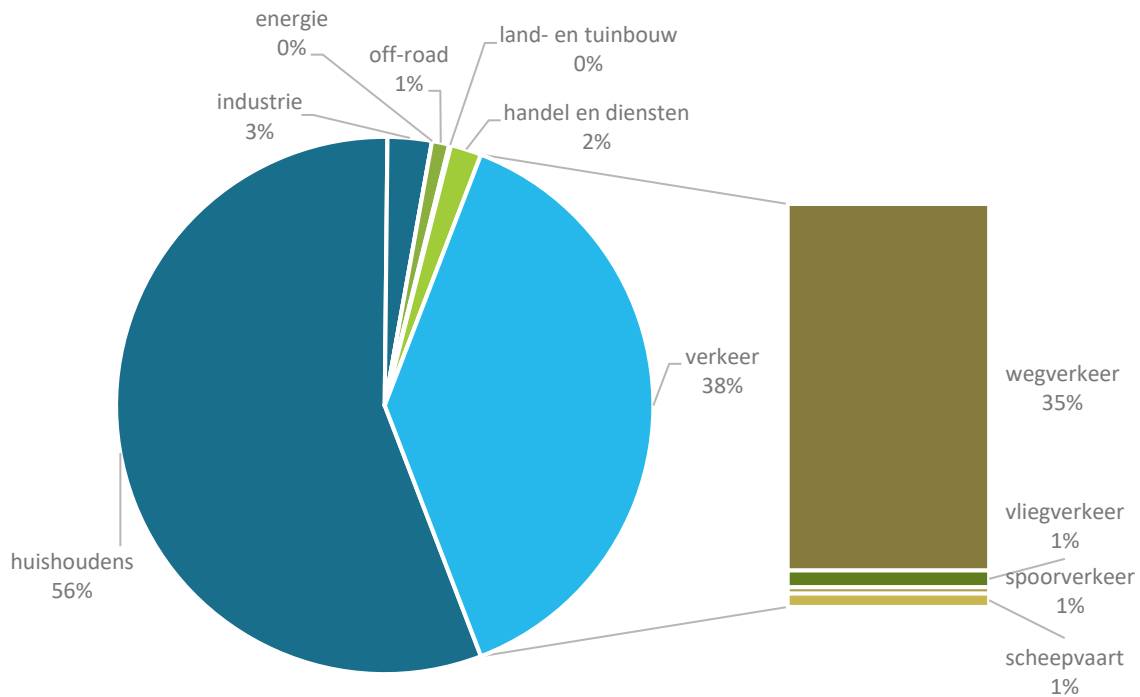
Figuur 88: Emissies van elementair koolstof door verschillende sectoren in de Antwerpse agglomeratie



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 89 toont het aandeel van de sectoren in de emissies van elementair koolstof in 2015. De huishoudens hebben in de Antwerpse agglomeratie het grootste aandeel in de emissies van elementair koolstof, gevolgd door het verkeer: 56 % van de emissies in de Antwerpse agglomeratie is te wijten aan huishoudens, 38 % is te wijten aan het verkeer.

Figuur 89: Aandeel van de sectoren in de EC-emissies in de Antwerpse agglomeratie in 2015



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Elementair koolstof wordt door de verschillende bronnen onmiddellijk uitgestoten. Het wordt in de atmosfeer niet gevormd uit voorlopercomponenten. Hierdoor worden de concentraties elementair koolstof (of zwarte koolstof) in de omgevingslucht, veel meer dan deze van PM₁₀, bepaald door lokale bronnen. De verschillen in gemeten concentraties elementair koolstof (of zwarte koolstof) tussen stedelijke achtergrondmeetplaatsen en verkeersmeetplaatsen zijn dan ook veel groter dan voor PM₁₀ of PM_{2,5}.

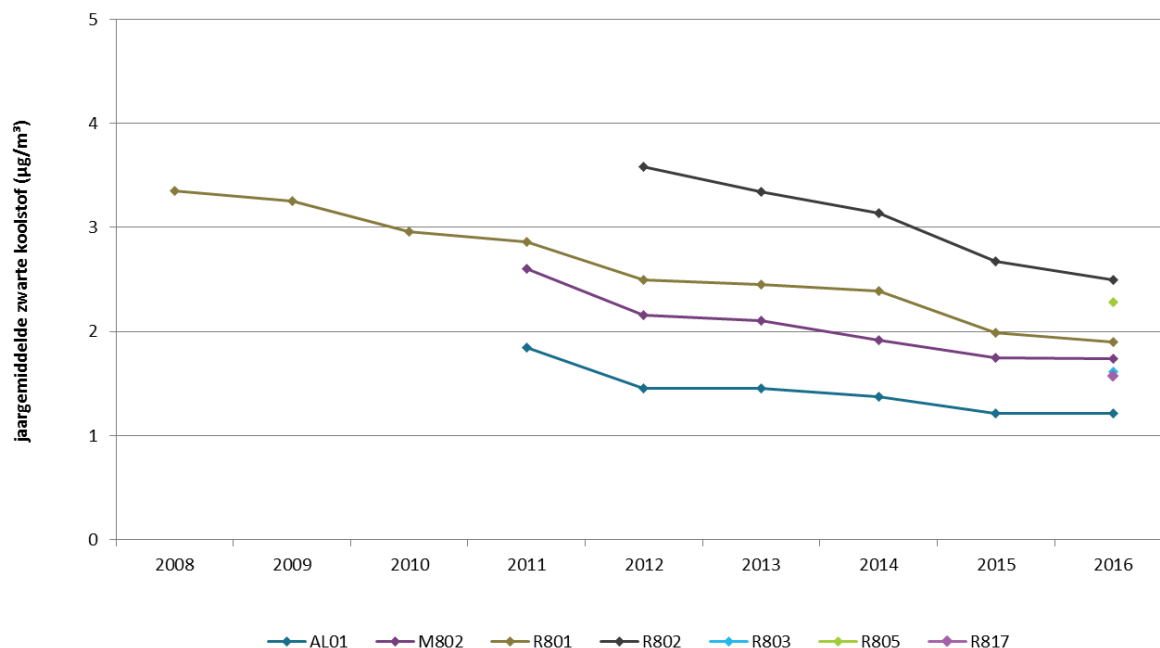
4.3.3.2 Trend en toetsing van de meetwaarden van zwarte koolstof

Voor zwarte koolstof bestaat er geen Vlaamse of Europese wetgeving. Ook de WGO heeft nog geen advieswaarden gepubliceerd voor zwarte koolstof.

Door de VMM worden metingen van zwarte koolstof uitgevoerd vanaf 2008 op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801). Figuur 90 toont een dalende trend voor de concentraties zwarte koolstof sinds de start van de metingen in 2008.



Figuur 90: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2008 – 2016



Tabel 34: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie voor de periode 2008 – 2016 (µg/m³)

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AL01	-	-	-	1,85	1,45	1,45	1,37	1,21	1,21
M802	-	-	-	2,60	2,16	2,10	1,92	1,75	1,74
R801	3,35	3,25	2,96	2,86	2,50	2,45	2,39	1,99	1,90
R802	-	-	-	-	3,58	3,34	3,14	2,67	2,50
R803	-	-	-	-	-	-	-	-	1,61
R805	-	-	-	-	-	-	-	-	2,28
R817	-	-	-	-	-	-	-	-	1,57

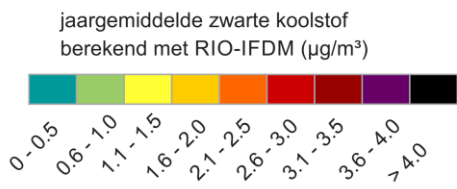
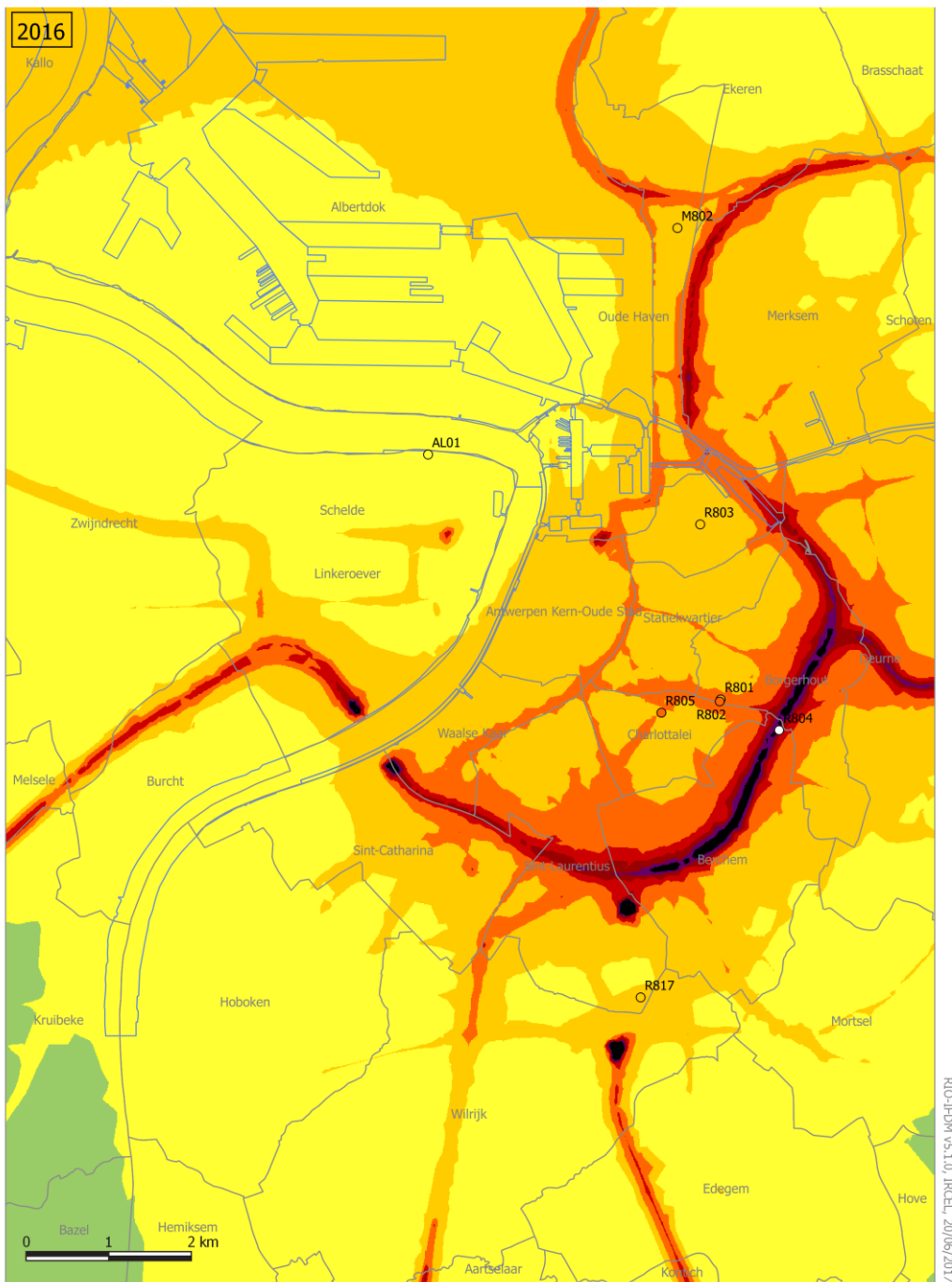
Tussen de verkeersgerichte meetplaats Borgerhout-straatkant(R802) (5 meter van de straatkant) en de stedelijke meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801) (30 meter van de straatkant) zien we grote verschillen in de gemiddelde concentratie zwarte koolstof. Vijfentwintig meter verder van de straatkant geeft reeds een gevoelige reductie van de concentratie zwarte koolstof.

De metingen van de nieuwe meetplaatsen geven onderling verschillen. Zoals voor NO₂ en NO worden op de meetplaats Antwerpen-Belgiëlei (R805) de hoogste concentraties gemeten. Op de Groenenborgerlaan (R817) wordt gemiddeld de laagste concentratie gemeten, de gemeten gemiddelde concentratie op Park spoor Noord (R803) is bijna gelijk aan de gemeten gemiddelde concentratie op de Groenenborgerlaan (R817).

4.3.3.3 Geografische spreiding van de concentratie van zwarte koolstof en pollutierozen

Figuur 91 toont de gemodelleerde jaargemiddelde concentraties van zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeraties en omgeving.

Figuur 91: Gemodelleerd jaargemiddelde zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeratie in 2016



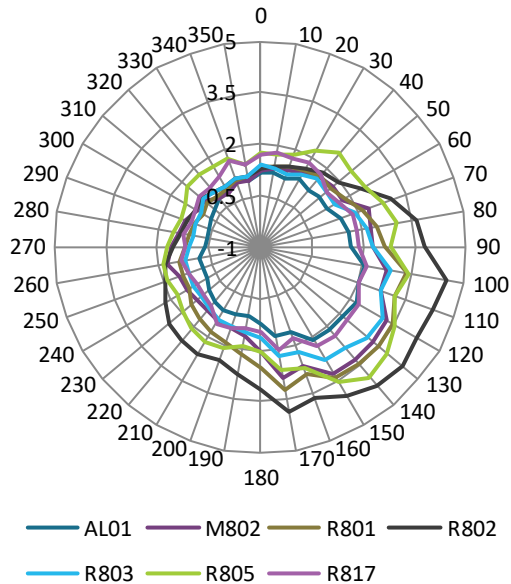
De gemodelleerde waarden kunnen plaatselijk verschillen van de werkelijkheid door onzekerheden in zowel het RIO-IFDM model als in de gebruikte emissies, alsook door het niet in rekening brengen van de topografie en obstakels langs de wegen. In streetcanyons onderschat het model mogelijk de concentraties.

- Deelgemeentes Dokken
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
 - onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

Op Figuur 91 zien we dat de hoogste concentraties zwarte koolstof samenvallen met de belangrijkste verkeersassen. De verschillen in de gemodelleerde concentraties zijn groter dan voor PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$.

Dit komt omdat concentraties van zwarte koolstof in grotere mate bepaald worden door lokale bronnen. Het huidige model kan de concentratie nog niet overal voldoende goed inschatten.

Figuur 92: Pollutieroos voor zwarte koolstof voor de meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie in 2016 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

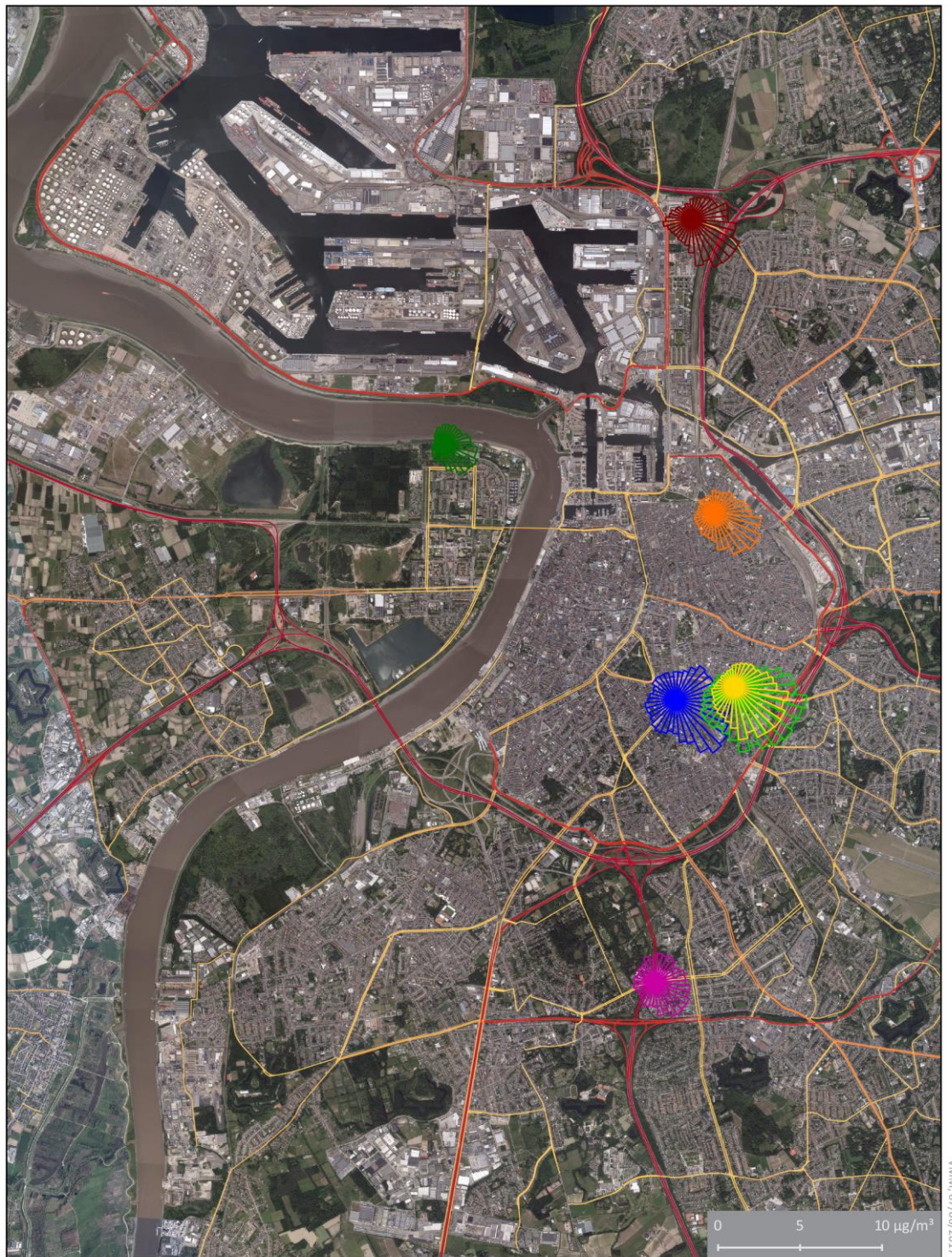


Op Figuur 92 zien we duidelijk een hogere concentratie van zwarte koolstof op de verkeersgerichte meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) dan op de meetplaats Borgerhout-achtergrond (R801). De hogere concentraties worden gemeten vanuit de richting van de Plantin en Moretuslei. Op de meetplaats Linkeroever (AL01) wordt gemiddeld de laagste concentratie zwarte koolstof gemeten.

Bij vergelijking van de pollutierozen van de nieuwe meetplaatsen, Park spoor Noord (R803), Groenenborgerlaan (R817) en Belgiëlei (R805), zien we verschillen. De concentraties vanuit quasi alle richtingen zijn het hoogst op de meetplaats Belgiëlei (R805). Gemiddeld gezien liggen de concentraties van zwarte koolstof op de meetplaats Groenenborgerlaan (R817) en Park spoor Noord (R803) dicht bij elkaar. Vanuit noordelijke richting worden er echter hogere concentraties gemeten op de meetplaats Groenenborgerlaan (R817), door de aanwezigheid van de verkeersas Groenenborgerlaan.

Figuur 93 toont de pollutierozen voor zwarte koolstof voor 2016 op kaart.

Figuur 93: Pollutierozen concentraties zwarte koolstof in de Antwerpse agglomeratie in 2016



- | | | | |
|---|--|--|--|
| AL01 | R801 | R803 | R817 |
| M802 | R802 | R805 | |

0 1000 2000 m

- De voornaamste bronnen zijn verkeer (onder andere scheepsverkeer) en havenactiviteiten in het centrum van het havengebied.

Ozon:

- Van 23 tot en met 27 augustus 2016 was er een hittegolf met hoge ozonconcentraties. Op 25 augustus was er een overschrijding van de informatiedrempel van $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- De Europese streefwaarden werden gehaald. De informatiedrempel werd 1 keer overschreden. De WGO-advieswaarde werd 24 maal overschreden in 2016.
- Er is weinig variatie de laatste tien jaar.
- De trend van de meetwaarden in Berendrecht is vergelijkbaar met die in Vlaanderen.
- De emissies kenden in de periode 2000-2015 een dalende trend.

BTEX:

- De jaargemiddelde benzeenconcentratie lag op meetplaats Polderdijkweg (R822) hoger dan de Europese grenswaarde, maar er was onvoldoende databeschikbaarheid voor strikte toetsing. De andere gemeten benzeenjaargemiddelden lagen ver onder deze waarde.
- De VLAREM-richtwaarde voor benzeen en de WGO-advieswaarden voor toluen werden ruim gerespecteerd.
- De industriële emissies van benzeen, toluen en xyleen-isomeren in de Antwerpse haven daalden tussen 2006 en 2016.
- De metingen in Stabroek, Antwerpen-Wandeldijk en Antwerpen-Luchtbal, alle drie niet centraal gelegen in het havengebied, wijzen als bron onder andere de petroleumraffinaderijen aan.
- Meetwaarden in het centrum van haven (R822) zijn veel hoger dan aan de rand (R833, AL01 en M802).

VOS:

- De emissies van totaal NMVOS kennen een dalende trend.
- In 2016 maten we 24 VOS-componenten met passieve bemonstering op de meetplaats Antwerpen-Ekerse Dijk (R893).
- De gemeten concentraties lagen hoger dan het gemiddelde voor Vlaanderen.

PCB:

- De PCB-depositie is hoog in de onmiddellijke nabijheid van een schrootbedrijf in Kallo. In deze buurt zijn er echter geen woongebieden.

PAK:

- De concentratie van benzo(a)pyreen (B(a)P) is op de meetplaats Kallo is doorgaans goed vergelijkbaar met de concentraties op de andere meetplaatsen in Vlaanderen.
- Het jaargemiddelde van B(a)P in de haven bedroeg $0,10 \text{ ng}/\text{m}^3$ en ligt dus onder de Europese streefwaarde van $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ maar boven het kankerrisico dat de WGO hanteert voor benzo(a)pyreen. Het Agentschap Zorg en Gezondheid (AZG) omschrijft het risico als gezondheidskundig niet verwaarloosbaar.



5.2 Antwerpse agglomeratie

NO₂:

- De Europese jaargrenswaarde werd overschreden op twee meetplaatsen, namelijk op de meetplaats Borgerhout-straatkant (R802) en op de meetplaats Antwerpen-Belgiëlei (R805). De Europese uurgrenswaarde werd gerespecteerd op alle meetplaatsen.
- De WGO-jaaradvieswaarde is gelijk aan de Europese grenswaarde, wat betekent dat er een overschrijding was op de meetplaatsen Borgerhout-straatkant (R802) en Antwerpen-Belgiëlei (R805). De WGO-advieswaarde voor de uurgemiddelden werd overschreden op de meetplaatsen Borgerhout-straatkant (R802) en Antwerpen Park spoor Noord (R803).

Fijn stof:

PM₁₀ en PM_{2,5}:

- De Europese grenswaarden voor PM₁₀ en PM_{2,5} werden gerespecteerd op alle meetplaatsen in de Antwerpse agglomeratie. Alle WGO-advieswaarden werden wel overschreden op alle meetplaatsen.

Zwarte koolstof:

- De hoogste concentraties werden gemeten op de meetplaatsen Borgerhout-straatkant (R802) en Belgiëlei (R805) en de laagste concentraties op de meetplaats Antwerpen-Wandeldijk (AL01).

//

BIJLAGEN



bijlage 1 Informatie over geaccrediteerde metingen (normen ISO/IEC 17025:2005)

Automatische meetnetten

parameter	SAROAD-code	eenheid	toesteitetype	meetprincipe analyse	volgens norm	meetonzekerheid	bepaling meetonzekerheid	onderzoek	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 ¹	nee	n.v.t.
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 ¹	nee	n.v.t.
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 ¹	nee	n.v.t.

benzeen	45201	µg/m ³	AirmoBTX GC 866	vlamionisatiedetector (FID)	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
tolueen	45202	µg/m ³	AirmoBTX GC 866	vlamionisatiedetector (FID)	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
ethylbenzeen	45203	µg/m ³	AirmoBTX GC 866	vlamionisatiedetector (FID)	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
m+p-xyleen	45109	µg/m ³	AirmoBTX GC 866	vlamionisatiedetector (FID)	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
o-xyleen	45204	µg/m ³	AirmoBTX GC 866	vlamionisatiedetector (FID)	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
benzeen	45201	µg/m ³	Synspec GC 955-600	fotoïonisatiedetector (PID)	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
tolueen	45202	µg/m ³	Synspec GC 955-600	fotoïonisatiedetector (PID)	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
ethylbenzeen	45203	µg/m ³	Synspec GC 955-600	fotoïonisatiedetector (PID)	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
m+p-xyleen	45109	µg/m ³	Synspec GC 955-600	fotoïonisatiedetector (PID)	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
o-xyleen	45204	µg/m ³	Synspec GC 955-600	fotoïonisatiedetector (PID)	-	-	-	nee	nee	n.v.t.

¹: BELAC 456-TEST - VMM Dienst Lucht

benzo(a)pyreen (b)	85242	ng/m ³	geen	ASE+GC-MS	CEN/TS16645:2014	-	$CV_{tot} = \sqrt{(CV_R)^2 + \sum (CV_{sup,i})^2}$	-	-	-
indeno(1,2,3-cd)pyreen (b)	85243	ng/m ³	Leckel	ASE+GC-MS	CEN/TS16645:2014	-	$CV_{tot} = \sqrt{(CV_R)^2 + \sum (CV_{sup,i})^2}$	-	-	-
benzo(j)fluorantheen	85224	ng/m ³	Leckel	ASE+GC-MS	CEN/TS16645:2014	-	$CV_{tot} = \sqrt{(CV_R)^2 + \sum (CV_{sup,i})^2}$	-	-	-
benzeen	45201	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	25%	spike recovery	ja ²		nee
tolueen	45202	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	25%	spike recovery	ja ²		nee
ethylbenzeen	45203	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	22%	spike recovery	ja ²		nee
m+p-xyleen	45109	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	21%	spike recovery	ja ²		nee
o-xyleen	45204	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	16%	spike recovery	ja ²		nee
propylbenzeen	45209	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	25%	spike recovery	ja ²		nee

n-octaan	43233	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	31%	spike recovery	ja ²	nee
n-nonaan	43235	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	44%	spike recovery	ja ²	nee
isopentaaan	43221	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	50%	spike recovery	ja ²	nee
3-methylpentaan	43230	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	33%	spike recovery	ja ²	nee
3-methylhexaan	43249	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	40%	spike recovery	ja ²	nee
1-hexeen	43245	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	47%	spike recovery	ja ²	nee
1,2-dichloorethaan	43815	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	50%	spike recovery	ja ²	nee
tetrachloorethyleen	43898	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	24%	spike recovery	ja ²	nee

chloorbenzeen	45801	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	22%	spike recovery	ja ²	nee
---------------	-------	-------------------	---	----------	------------	-----	----------------	-----------------	-----

²: BELAC 005-TEST - SGS Belgium NV



