



Vlaanderen
is milieu



Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven

jaarrapport 2019

DOCUMENTBESCHRIJVING

Titel

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven– jaarrapport 2019

Samenstellers

Afdeling Lucht, Milieu en Communicatie, VMM
Dienst Lucht

Inhoud

Dit rapport beschrijft de resultaten van de metingen in de omgevingslucht in de Antwerpse haven. De VMM mat er de polluenten zwaveldioxide, stikstofoxides, fijn stof, zwarte koolstof, ozon, vluchtige organische stoffen en PCB's. De meetresultaten van deze polluenten werden getoetst aan de Europese regelgeving en aan de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). Verder bespreekt het rapport de trend van de afgelopen jaren voor de gemeten polluenten en de uitstoot van een aantal polluenten.

Wijze van refereren

Vlaamse Milieumaatschappij (2020), Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven - jaarrapport 2019

Verantwoordelijke uitgever

Bernard De Potter, Vlaamse Milieumaatschappij

Vragen in verband met dit rapport

Vlaamse Milieumaatschappij
Dokter De Moorstraat 24-26
9300 Aalst
Tel: 053 72 62 10
info@vmm.be

Depotnummer

D/2020/6871/031

Alle meetplaatsen respecteerden de Europese en Vlaamse grenswaarde voor benzeen. Het hoogste jaargemiddelde voor benzeen werd gemeten op Polderdijkweg.

VOS

In de periode 2000 - 2015 daalden de totale NMVOS-emissies gestaag. Sindsdien stabiliseren de emissies. De sectoren met de grootste emissies waren industrie en energie, samen goed voor zo'n 89 % van de emissies in 2018.

In 2019 werden 24 componenten passief bemonsterd op de locatie Ekerse Dijk (R893) en Polderdijkweg (R822). De jaargemiddelde concentraties van alle componenten lagen op deze industriële locaties hoger dan het Vlaamse gemiddelde.

A/K

Sinds midden 2019 meet de VMM ook aldehyden en ketonen op de meetplaats Polderdijkweg (R822). Van de 13 verschillende componenten hadden slechts 3 componenten concentraties boven de detectielimiet. Dit zijn aceton en acroleïne (somconcentratie), acetaldehyde en formaldehyde.

De resultaten van formaldehyde kunnen we niet toetsen aan de WGO-advieswaarde van 100 µg/m³ omdat we meten met een ander tijdsvenster en in 2019 onvoldoende data beschikbaar hadden. De maximale concentratie van de veertiendaagse stalen op de meetplaats Polderdijkweg was echter zeer laag: 2,80 µg/m³.

6. PCB's

De meetwaarden voor de meetplaats in Kallo toonden sporadisch een hoge PCB-depositie in de onmiddellijke nabijheid van een schrootbedrijf. Ook in de nabijheid van andere Vlaamse schrootbedrijven zijn de PCB-deposities sporadisch hoog. Eerder onderzoek toonde aan dat de verontreiniging meestal beperkt bleef tot enkele honderden meters rond schrootbedrijven. De impact voor de bevolking is dus het grootst als er een woonzone of agrarisch gebied paalt aan een dergelijk bedrijf. Dit is echter niet het geval in Kallo.

//

INHOUD

1	Het meetnet	10
1.1	Zwavel dioxide – SO ₂	13
1.1.1	Emissie van SO ₂	13
1.1.2	Trend van SO ₂ -concentraties.....	17
1.1.3	Toetsing van SO ₂ -concentraties	18
1.1.4	Geografische spreiding van SO ₂ -concentraties	24
1.2	Stikstofoxides – NO/NO ₂	26
1.2.1	Emissie van NO _x (NO ₂)	26
1.2.2	Trend van NO _x -concentraties	28
1.2.3	Toetsing van NO ₂ -concentraties.....	31
1.2.4	Geografische spreiding van NO ₂ -concentraties	32
1.3	Fijn stof – PM ₁₀ , PM _{2,5} en zwarte koolstof.....	36
1.3.1	PM ₁₀	36
1.3.2	PM _{2,5}	46
1.3.3	Zwarte koolstof	53
1.3.4	Analyse fijnstofconcentraties op AL04 in relatie tot opstart PETcoke-installatie	57
1.4	Ozon – O ₃	59
1.4.1	Emissies van ozonprecursoren	59
1.4.2	Trend en toetsing van O ₃ -meetwaarden.....	61
1.5	Vluchtige organische stoffen – BTEX, VOS en A/K.....	64
1.5.1	Emissies van benzeen, toluen en xyleenisomeren.....	64
1.5.2	Emissie van totaal NMVOS	65
1.5.3	Automatische BTEX-metingen.....	66
1.5.4	Semiautomatische VOS-metingen	77
1.5.5	Semiautomatische A/K-metingen	82
1.6	PCB's.....	83
1.6.1	Trend van PCB-deposities.....	83
1.6.2	Toetsing van PCB-deposities	84
2.	Besluit.....	85
bijlage 1	Informatie over geaccrediteerde metingen (normen ISO/IEC 17025:2005).....	88
bijlage 2	Afbakening Antwerpse haven.....	95
bijlage 3	Beschrijving van de pollutanten	97

Figuur 8: SO ₂ -pollutierozen op R897 van 07-01-20 tot en met 12-01-20.....	20
Figuur 9: Halfuurconcentraties op 7 tot en met 12 januari 2019 op R897	21
Figuur 10: Pollutierozen op 11 januari 2019 van R897	21
Figuur 11: Aantal dagen met daggemiddelde SO ₂ -concentratie > 20 µg/m ³	23
Figuur 12: Gemodelleerd SO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2019.....	24
Figuur 13: Pollutierozen gemiddelde SO ₂ -concentraties in de Antwerpse haven in 2019	25
Figuur 14: Evolutie NO _x (NO ₂)-emissies en NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven.....	26
Figuur 15: Aandeel van de sectoren in de NO _x (NO ₂)-emissies in de Antwerpse haven	27
Figuur 16: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven en Vlaanderen.....	28
Figuur 17: Evolutie NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven en Vlaanderen	29
Figuur 18: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven	30
Figuur 19: Evolutie NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven.....	30
Figuur 20: Overzicht statistische parameters NO ₂ in de Antwerpse haven in 2019	32
Figuur 21: Gemodelleerd NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2019.....	33
Figuur 22: Zeropollutierozen NO ₂ -gemiddelde in de Antwerpse haven in 2019	34
Figuur 23: Evolutie NO ₂ -concentratie op de meetplaats Muisbroeklaan (blauwe balken) en Ordamstraat (paarse balken)	35
Figuur 24: Emissies van stofprecursoren volgens aerosolvormend potentieel en primair PM ₁₀ in de Antwerpse haven	37
Figuur 25: Aandeel sectoren in emissies stofprecursoren in de Antwerpse haven in 2000 en 2018	38
Figuur 26: Primaire PM ₁₀ -emissies van verschillende sectoren en jaargemiddelde concentratie in Antwerpse haven	39
Figuur 27: Aandeel sectoren in primaire PM ₁₀ -stofemissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2018.....	40
Figuur 28: PM ₁₀ -jaargemiddelde Antwerpse haven ten opzichte van Vlaanderen.....	41
Figuur 29: Evolutie PM ₁₀ -concentraties in de Antwerpse haven	42
Figuur 30: Aantal dagen met PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven	43
Figuur 31: Gemodelleerde PM ₁₀ -concentratie in de Antwerpse haven in 2019	44
Figuur 32: Zeropollutierozen voor PM ₁₀ in de Antwerpse haven in 2019.....	45
Figuur 33: Emissie van primair PM _{2,5} -emissie en jaargemiddelde in de Antwerpse haven	46
Figuur 34: Aandeel sectoren in primaire PM _{2,5} -emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2018	47
Figuur 35: Evolutie PM _{2,5} -jaargemiddelde in de Antwerpse haven.....	49
Figuur 36: Evolutie PM _{2,5} -daggemiddelde in de Antwerpse haven.....	50
Figuur 37: Gemodelleerd PM _{2,5} -jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2019.....	51
Figuur 38: Zeropollutierozen PM _{2,5} -gemiddelde in de Antwerpse haven in 2019	52
Figuur 39: Evolutie jaargemiddelden zwarte koolstof in de Antwerpse haven	54
Figuur 40: Evolutie zwarte koolstofconcentraties op verschillende virtuele meetplaatsen.....	54
Figuur 41: Gemodelleerd jaargemiddelde van zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2019.....	55
Figuur 42: Zeropollutierozen voor zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2019.....	56
Figuur 43: Gemiddelde concentratie per windsegment	58

Figuur 44: PM ₁₀ -zeropollutierozen voor 2019 in de omgeving van de PETcoke-installatie	58
Figuur 45: Emissies van precursoren met ozonvormend potentieel (ton TOFP-equivalent) en jaargemiddelde ozon in de Antwerpse haven	59
Figuur 46: Aandeel sectoren emissie precursoren met ozonvormend potentieel in de Antwerpse haven	61
Figuur 47: Evolutie O ₃ -concentraties in Berendrecht (R831)	62
Figuur 48: Industriële IMJV-emissies benzeen, toluen en xyleenisomeren in de Antwerpse haven	64
Figuur 49: Evolutie totaal NMVOS-emissie in de Antwerpse haven	65
Figuur 50: Evolutie benzeenconcentraties in de Antwerpse haven	67
Figuur 51: Evolutie toluenconcentraties in de Antwerpse haven	68
Figuur 52: Evolutie ethylbenzeenconcentraties in de Antwerpse haven	68
Figuur 53: Evolutie m+p-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven.....	69
Figuur 54: Evolutie o-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven.....	69
Figuur 55: Histogram benzeenconcentraties in de Antwerpse haven	70
Figuur 56: Pollutierozen benzeen in de Antwerpse haven in 2019.....	72
Figuur 57: Pollutierozen toluen in de Antwerpse haven in 2019	73
Figuur 58: Pollutierozen ethylbenzeen in de Antwerpse haven in 2019.....	74
Figuur 59: Pollutierozen m+p-xyleen in de Antwerpse haven in 2019	75
Figuur 60: Pollutierozen o-xyleen in de Antwerpse haven in 2019.....	76
Figuur 61: Vergelijking VOS-componenten in 2019 in de Antwerpse haven	78
Figuur 62: Jaargemiddelde VOS-componenten op meetplaats Ekerse Dijk (R893) in de periode 2016-2019.	79
Figuur 63: Jaargemiddelde VOS-componenten op meetplaats Polderdijkweg (R822) in de periode 2018-2019	80
Figuur 64: Vergelijking BTEX-concentraties in 2019 afkomstig van verschillende meettechnieken op R822 .	81
Figuur 65: Vergelijking A/K-componenten in 2019 in de Antwerpse haven (R822) met Gent-Baudelostraat (R701)	82
Figuur 66: Trend depositie dioxines en PCB126 op meetplaats BV04 in Kallo (industriegebied)	83
Figuur 67: Kaart afbakening Antwerpse haven	96



We bespreken de luchtconcentraties en emissies van de verschillende polluenten in de Antwerpse haven. We toetsen de concentraties van 2019 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 Milieujaarsverslag en modelberekeningen. De meest recente emissiecijfers zijn deze van 2018.

1 HET MEETNET

In en rond het havengebied meet de VMM op verscheidene meetplaatsen één of meerdere polluenten met behulp van (semi)automatische toestellen:

- de automatische toestellen werken volledig autonoom;
- de semiautomatische toestellen nemen luchtstalen die in het labo verder geanalyseerd worden.

Op één meetplaats in de haven meet de VMM de depositie van PCB's met behulp van depositiekruiken.

In dit rapport gebruiken we de meteogegevens gemeten op de meetplaats Steenokkerzeel (SZ01).

De afbakening van de Antwerpse haven staat beschreven in bijlage 2. Binnen deze regio zijn verschillende meetplaatsen. Een overzicht van alle meetplaatsen in dit rapport staat in Tabel 1. De meetresultaten van een aantal meetstations worden doorgegeven aan de Europese commissie binnen de gedefinieerde luchtkwaliteitszone Antwerpen Haven BEF01S. Daarnaast zijn er in en rondom die zone nog een aantal andere VMM-meetplaatsen. Het betreft hier:

- industriële brongerichte meetplaatsen, waar de representativiteit voor de blootstelling in woonzones eerder beperkt is;
- meetplaatsen die net buiten de gedefinieerde luchtkwaliteitszone liggen, maar wel (sterke) invloed kennen van de havenactiviteiten of meer informatie geven over de achtergrondconcentratie;
- meetplaatsen van polluenten die niet aan Europa worden gerapporteerd;
- meetplaatsen die iets verderaf liggen maar informatie geven over de achtergrond.

Deze meetstations kunnen ook gerapporteerd worden aan Europa in het kader van een andere luchtkwaliteitszone.

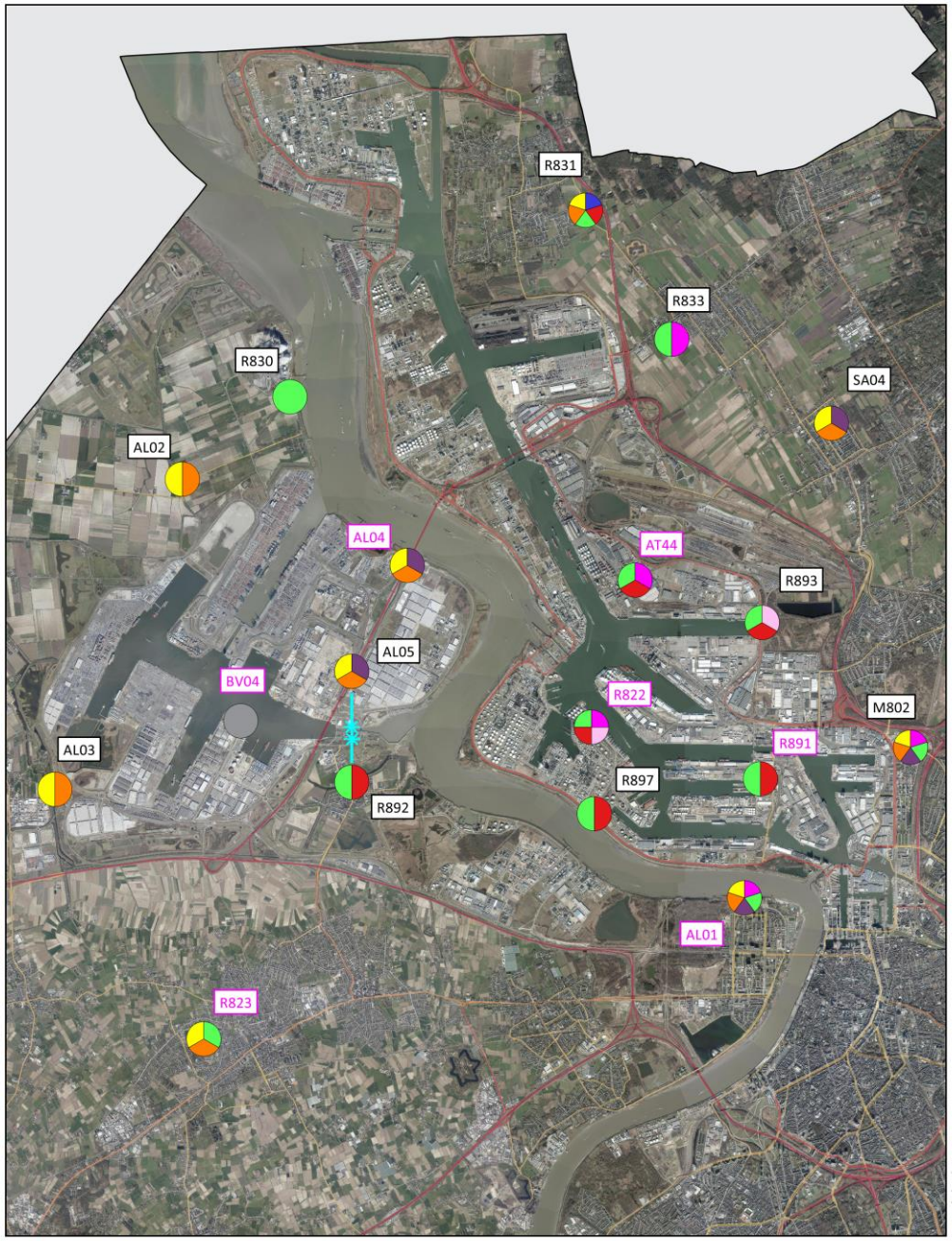
De tabel toont naast de code, het adres en de Lambertcoördinaten. Er staat ook aangeduid welke meetstations opgenomen worden in het virtueel gemiddelde van de Antwerpse haven. Figuur 1 toont welke polluenten we op welke meetplaats meten.

Er zijn enkele wijzigingen in het meetnet:

- Op de meetplaats Polderdijkweg (R822) werden automatische PM₁₀- en PM_{2,5}-metingen opgestart vanaf 7 september 2019 en passieve metingen van aldehyden en ketonen (A/K) vanaf 31 mei 2019.
- De zwartekoolstofmeettoestellen op AL01 en A04 werden in de loop van 2019 vervangen door de Aethalometer.



Figuur 1: Ligging meetplaatsen van de Antwerpse haven



Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2019

- | | | |
|---|---|---|
|  PM ₁₀ |  NO _x |  VOS |
|  PM _{2,5} |  SO ₂ |  PCB's |
|  Zwarte koolstof |  O ₃ |  BTEX |



Meetplaatsen gerapporteerd aan Europa voor de zone Antwerpse haven (BEF01S) hebben zwart label, andere meetplaatsen roze label. VOS-metingen op R822 zijn inclusief A/K-metingen.



1.1 Zwaveldioxide – SO₂

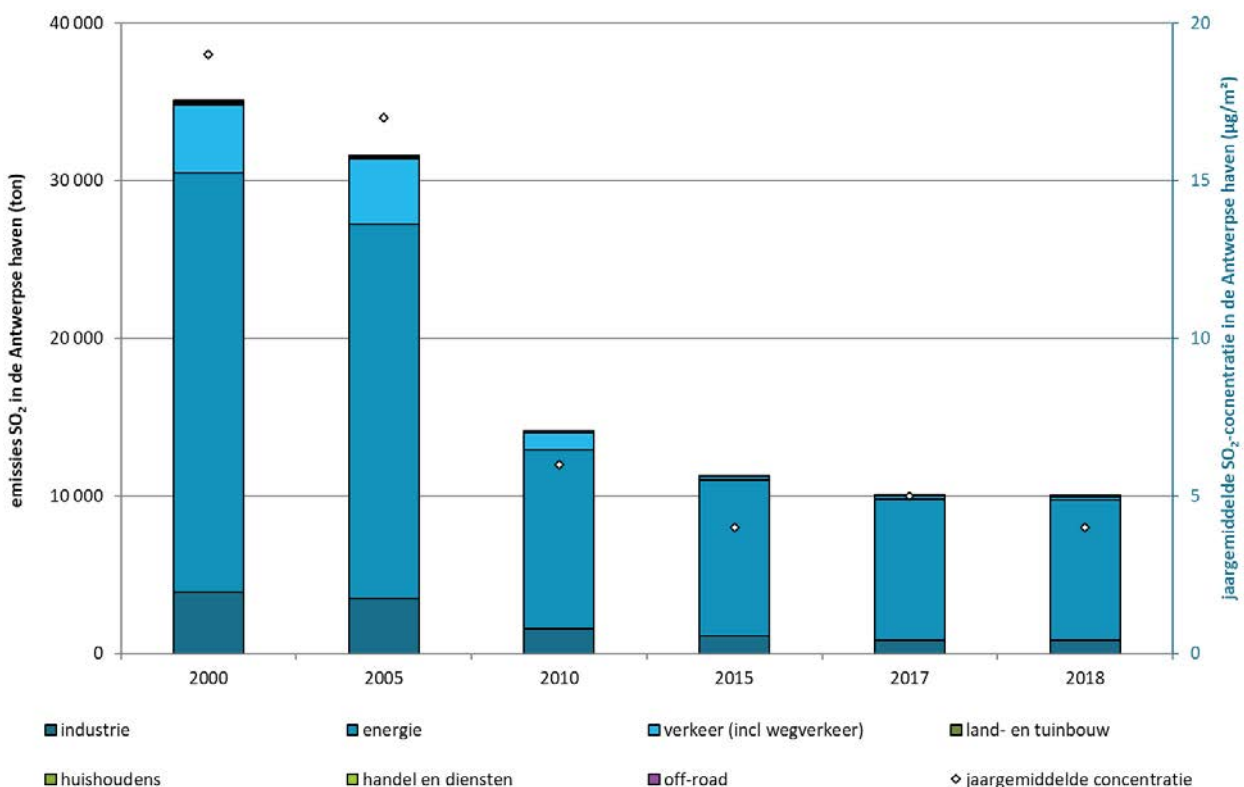
In deze paragraaf bespreken we achtereenvolgens de emissies van SO₂ en de trend van de SO₂-concentraties. We toetsen de concentraties aan de regelgeving en bekijken de geografische spreiding.

1.1.1 Emissie van SO₂

Figuur 2 toont de emissie van de verschillende sectoren in de Antwerpse haven voor 2000, 2005, 2010, 2015, 2017 en 2018. Voor deze gegevens is de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (zie bijlage 2). Vorige jaren werd een andere afbakening gebruikt. Ook een optimalisatie van automatisatieprocessen voor de bevraging van de databank leidde tot licht andere cijfers. Deze gegevens kunnen daarom ook verschillen van eerder gerapporteerde cijfers en dit voor de volledige tijdsreeks.

Het virtuele SO₂-jaargemiddelde van de Antwerpse haven staat ook aangeduid. Er is een duidelijke daling te zien in zowel de emissies als de concentraties over de volledige periode. De daling zet zich niet door na 2015. Het grootste aandeel van de emissies is afkomstig van de energiesector. Deze omvatten de elektriciteitscentrales en de petroleumraffinaderijen. Vooral de petroleumraffinaderijen bepalen deze sector. De elektriciteitscentrales maakten in 2005 10 % uit van deze sector. De andere jaren (2000, 2010, 2015, 2017 en 2018) zakt dit aandeel tot ongeveer 0,1 %. Dit verloop is vooral bepaald door de centrale in Kallo die in 2000 weinig emissies kende, in 2005 nog operationeel was. Sinds 2010 gebruikte de centrale geen extra zware stookolie of kolen meer als brandstof. Ze is niet meer operationeel sinds 2012.

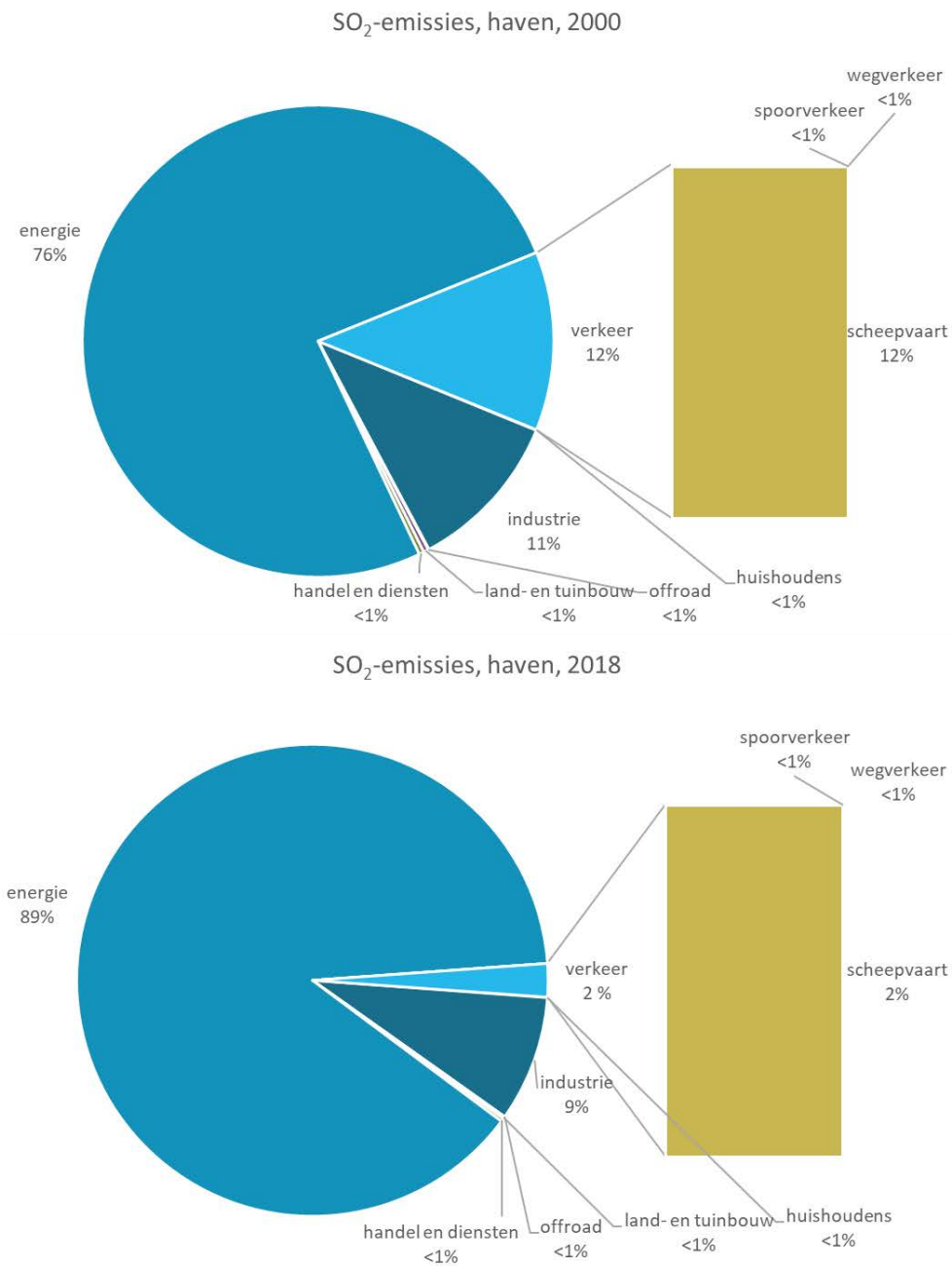
Figuur 2: Evolutie SO₂-emissies en jaargemiddelde concentratie in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 3 toont het aandeel van de sectoren in de SO₂-emissies in de jaren 2000 en 2018. De energiesector heeft momenteel het grootste aandeel met bijna 90 % van de emissies. Het aandeel van het verkeer bestaat vrijwel enkel uit emissies van scheepvaart. Het relatieve aandeel van de sector industrie bleef tussen 2000 en 2018 vrij stabiel. De absolute emissies zijn in de periode 2000-2018 met ongeveer 2/3 gedaald. Verhoudingsgewijs is de daling voor de sector verkeer het grootst, voor de sector industrie gemiddeld en voor de sector energie het laagst. De andere sectoren hebben een verwaarloosbaar aandeel in de totale SO₂-emissies.

Figuur 3: Aandeel sectoren in SO₂-emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2018

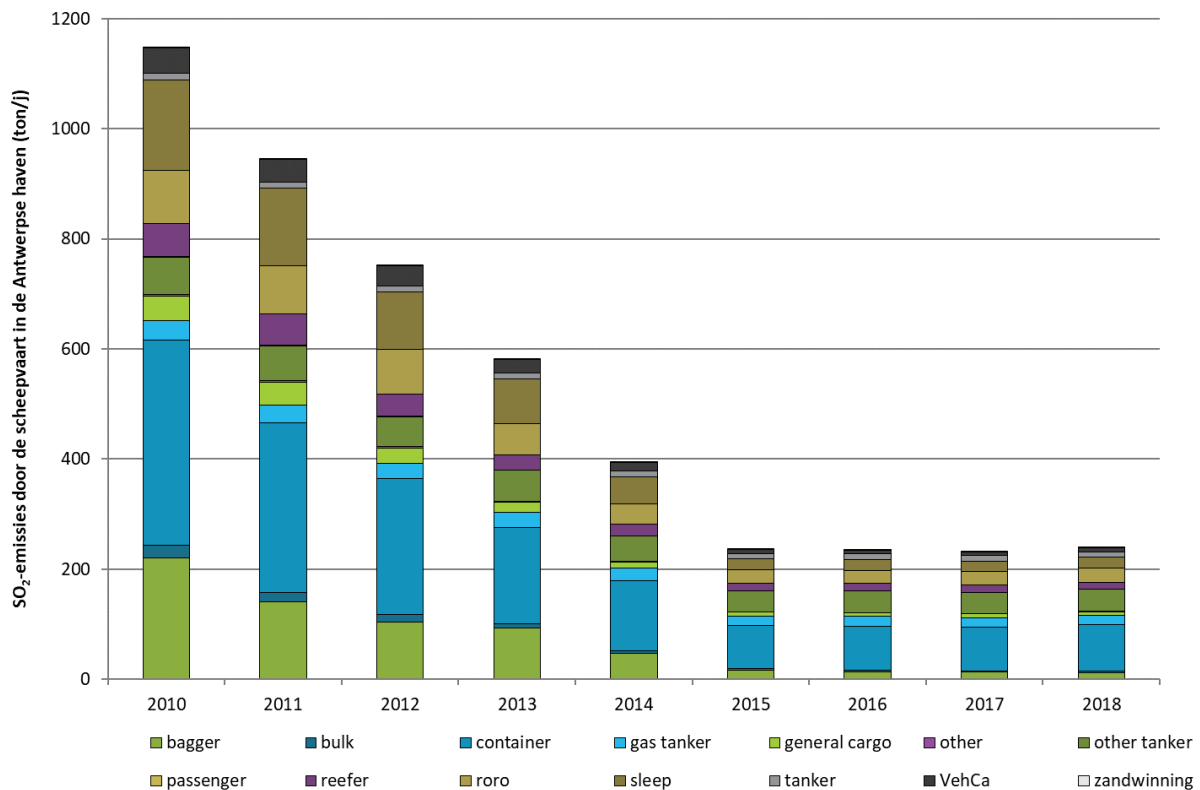


Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM



Figuur 4 toont de uitstoot van de scheepvaart in de Antwerpse haven. Deze daalden zeer sterk tot 2015. Daarna blijven de emissies stabiel. De daling van de emissies tussen 2010 en 2015 gebeurde onder invloed van een daling van het zwavelgehalte in scheepsbrandstoffen. Dit zorgt voor een gunstig effect op de SO₂-concentraties en ook op de secundaire fijnstofvorming. Sinds 2015 zijn er geen verdere verstrengingen van de zwavelnorm meer geweest. De eerstvolgende verstrenging is gepland voor 2020, nl. de reductie tot 0,5% zwavel op alle wereldzeeën.

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

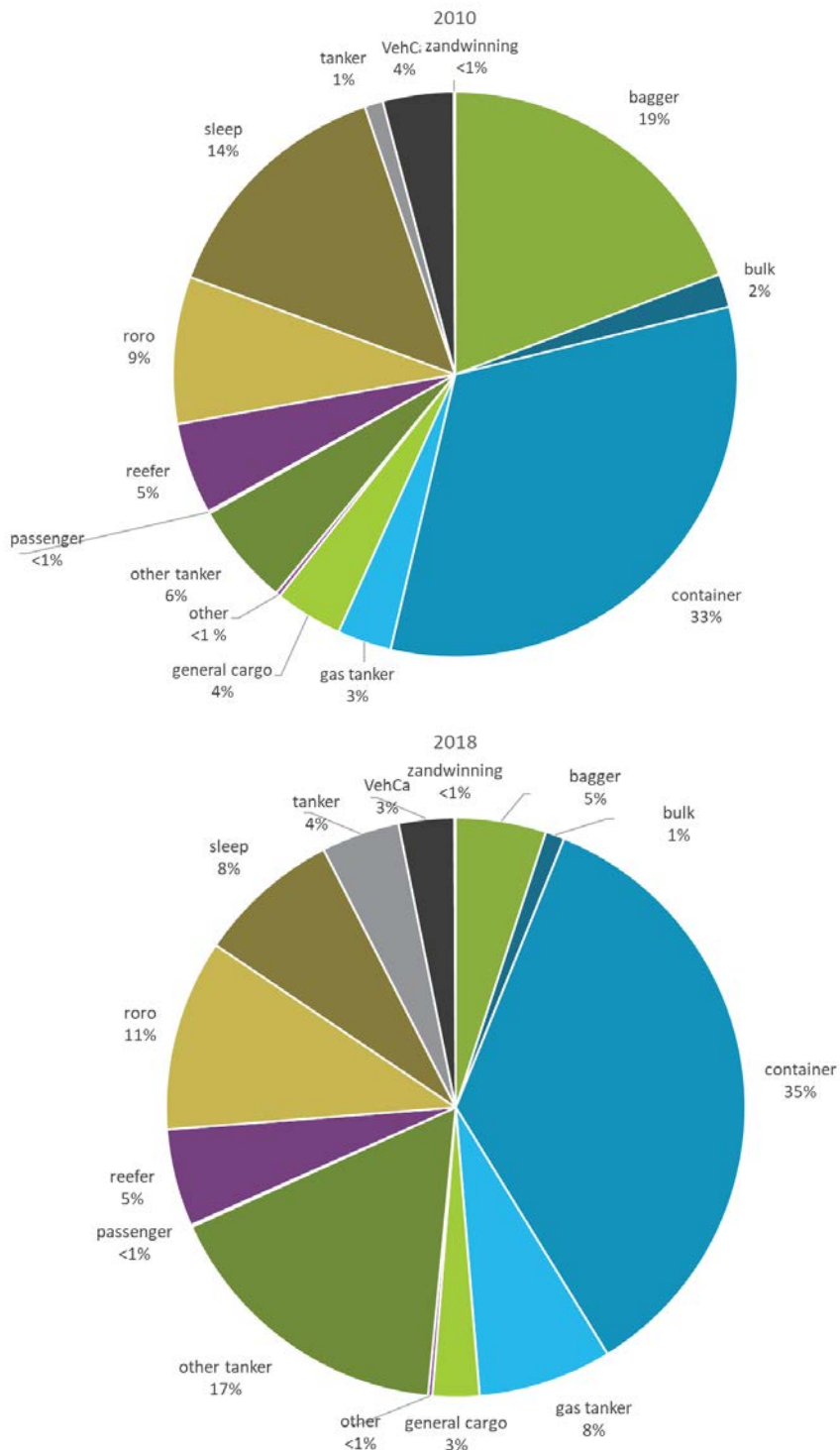


Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Wanneer we het aandeel van de verschillende types schepen bekijken (Figuur 5) dan blijken de containerschepen ongeveer een derde van de emissies te veroorzaken zowel in 2010 als in 2018. In 2010 waren baggerschepen en sleepboten met respectievelijk 19 % en 14 % ook belangrijke bronnen. In 2018 hebben deze types een veel kleiner aandeel. De overige tankschepen (“other tanker”) en roll-on-roll-offschepen (“ro-ro”) hebben dat jaar een relatief groter aandeel in de SO₂-emissies. In absolute cijfers is er een daling tussen 2010 en 2018 en dit voor alle types schepen. Verhoudingsgewijs was de daling van de baggerschepen en sleepboten groter dan de daling van de types overige tankschepen en roll-on-roll-offschepen.



Figuur 5: Aandeel type schepen in de scheepvaartemissies van SO₂ van 2010 en 2018



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

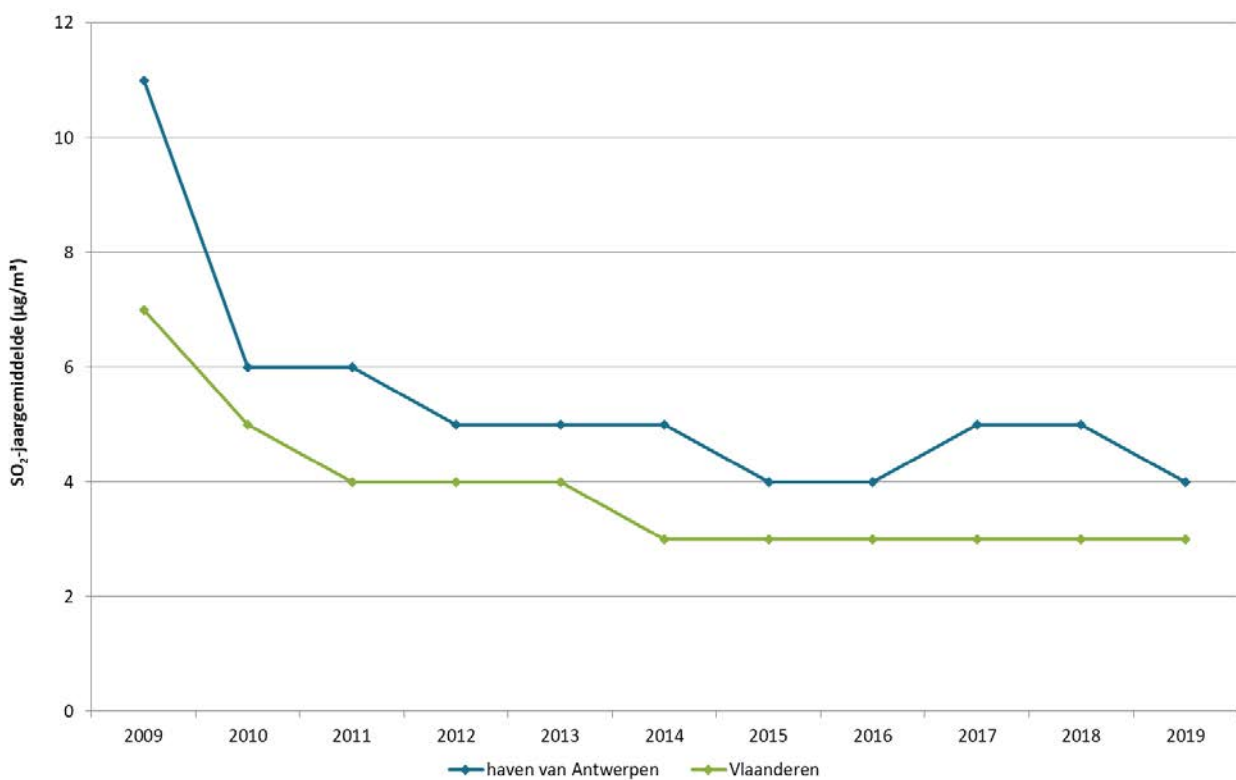


1.1.2 Trend van SO₂-concentraties

Een virtueel gemiddelde is het gemiddelde van alle metingen van deze pollutant in een bepaald gebied gedurende een jaar. Figuur 6 toont het verloop van het SO₂-jaargemiddelde op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse haven' en 'Vlaanderen'. Op de figuur zien we een daling tot 2012. Daarna stagneren de concentraties.

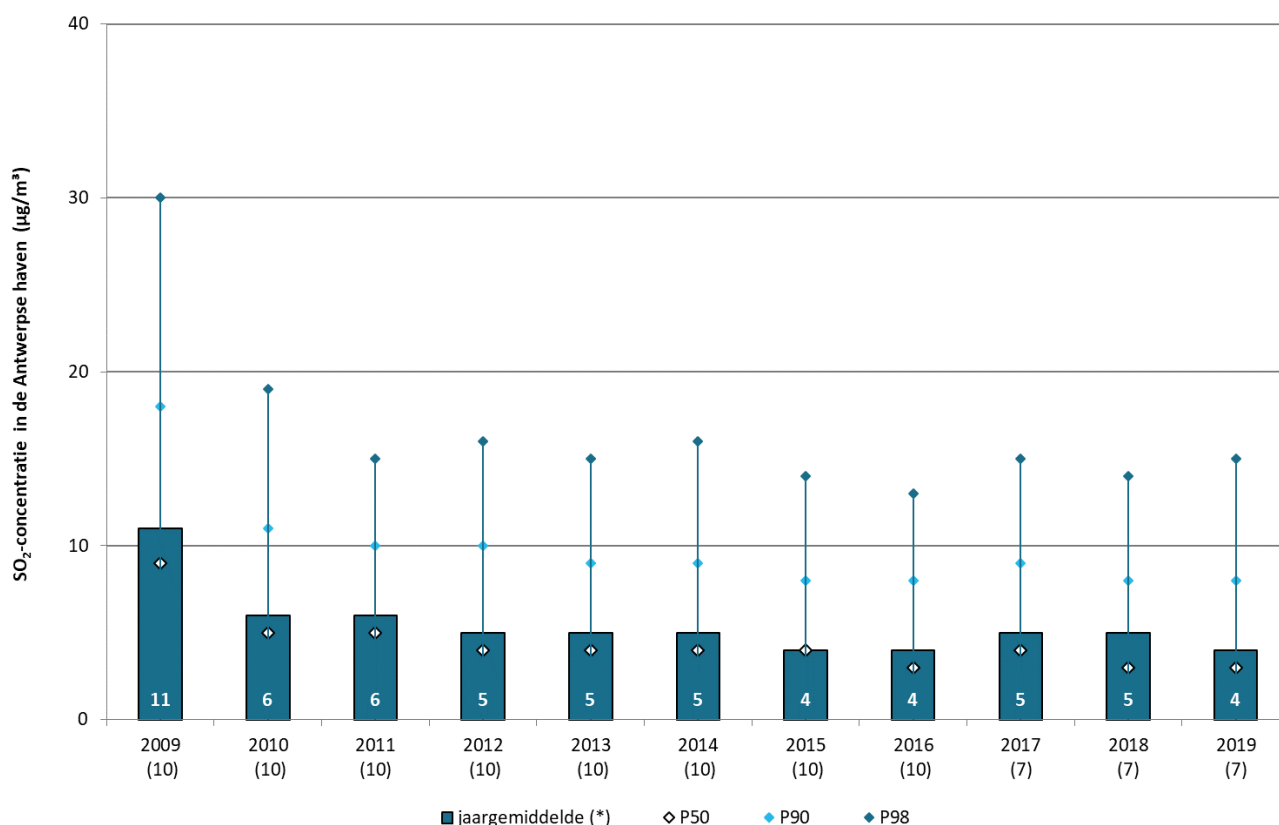
Het SO₂-gemiddelde in de Antwerpse haven ligt hoger dan het Vlaams gemiddelde. Beide houden wel eenzelfde trend.

Figuur 6: SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van Vlaanderen



Figuur 7 toont het verloop van enkele statistische parameters van de SO₂-concentraties (op basis van uurwaarden) op de virtuele meetplaats 'Antwerpse haven' in de periode 2009-2019. Tot 2010 daalden de concentraties aanzienlijk, zowel het jaargemiddelde als de hogere percentielen. Deze daling stabiliseerde vanaf 2011. Het jaargemiddelde kent een stabiel verloop, de piekwaarden (P90 en P98) kennen een grilliger verloop. De gemeten SO₂-concentraties zijn laag, het SO₂-jaargemiddelde was in 2019 minder dan de helft van het jaargemiddelde gemeten in 2009.

Figuur 7: Evolutie SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Het aantal meetstations staat tussen haakjes.

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

1.1.3 Toetsing van SO₂-concentraties

Tabel 2 toont de belangrijkste statistische parameters, namelijk het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden en de maximum uurwaarde van zwaveldioxide per meetplaats voor de jaren 2017, 2018 en 2019.

Tabel 2: Belangrijkste statistische parameters voor SO₂

o.b.v. UURWAARDEN SO ₂ (µg/m ³) Meetplaats	2017				2018				2019			
	JG	P50	P98	Max.	JG	P50	P98	Max.	JG	P50	P98	Max.
Berendrecht (R831) *	2	1	13	481	2	1	10	92	2	1	10	61
Ekerse Dijk (R893) *	4	3	22	59	3	2	16	287	3	2	16	62
Kallo (R892) *	3	1	16	63	3	2	20	80	3	1	19	100
Muisbroeklaan (R894)	10	5	62	174	/	/	/	/	/	/	/	/
Ordamstraat (AT44)	/	/	/	/	10	3	50	6.716	9	3	52	171
Polderdijkweg (R822)	8	5	47	256	7	4	29	4.112	8	4	37	245
Scheldelaan (R897) *	3	2	25	94	5	2	35	484	4	2	25	621
Scheurweg (R891)	4	3	18	131	4	2	13	5.134	3	2	13	68
Virtueel gemiddelde haven	5	4	15	74	5	3	14	964	4	3	15	105

*: gerapporteerd aan Europa (BEF01S)

De Europese normen voor SO₂ werden in 2019 gerespecteerd.

Op 11 januari 2019 werd op de meetplaats in de Scheldelaan (R897) een concentratie gemeten van 621 µg/m³. Meer details hierover staan verder in de tekst. Voor een overschrijding van de alarmdrempel (> 500 µg/m³) zijn 3 opeenvolgende uren hoger dan 500 µg/m³ vereist.

De EU-uurgrenswaarde van 350 µg/m³ die op jaarbasis niet meer dan 24 keer mag overschreden worden werd gerespecteerd. Op 11 januari werd op de meetplaats op de Scheldelaan (R897) gedurende 5 uur concentraties hoger dan 350 µg/m³ gemeten.

De EU-daggrenswaarde laat drie keer een overschrijding van 125 µg/m³ per jaar toe. Op de meetlocatie R897 werd op 11 januari een daggemiddelde concentratie van 131 µg/m³ gemeten.

Figuur 9 toont het verloop van de SO₂-halfuurconcentraties op R897 van 7 tot en met 12 januari. Hierbij zien we duidelijk hoge concentraties op 11 januari. Deze vallen samen met het affakkelen door Total Olefins vanaf 10 januari waarbij "koude fractie", ethyleen en propyleen werd verbrand. Verbranding van deze fracties leidt echter niet tot SO₂-emissies. Op 11 januari werd een katalysator van een zwavelherwinningseenheid vervangen bij Total Raffinaderij, dit was de oorzaak van de hoge SO₂-concentraties op R897.

Figuur 8 toont de pollutierozen per dag van 7 januari tot en met 12 januari. Hierbij zien we van 8 tot 11 januari een duidelijke aanvoer vanuit noordwestelijke richting. De piekwaarden op 11 januari waren veel hoger en kwamen uit noordwestelijke richting. Er is voorzichtigheid geboden bij het interpreteren van figuur 9. De schaal van de pollutieroos van 11 januari ligt bijna 20 keer hoger dan de schaal op de andere pollutierozen.

Figuur 10 toont dezelfde pollutieroos op de kaart.

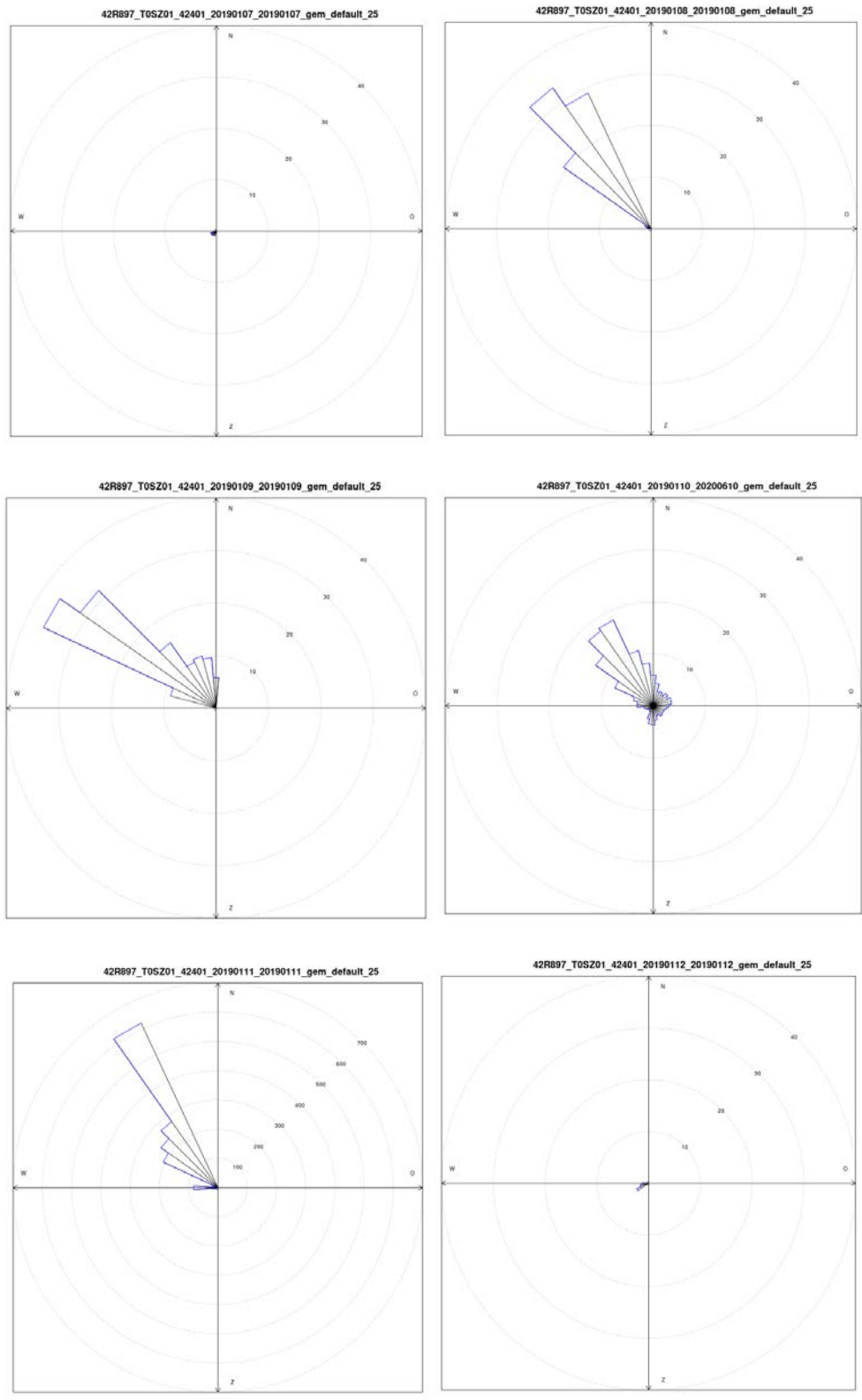
Op 8, 9 en 11 januari waaide de wind vrijwel uitsluitend uit noordwestelijke richting. Op 10 januari was er hoofdzakelijk wind uit zuidwestelijke richting. Toch wijst de pollutieroos op aanvoer van hoge concentraties



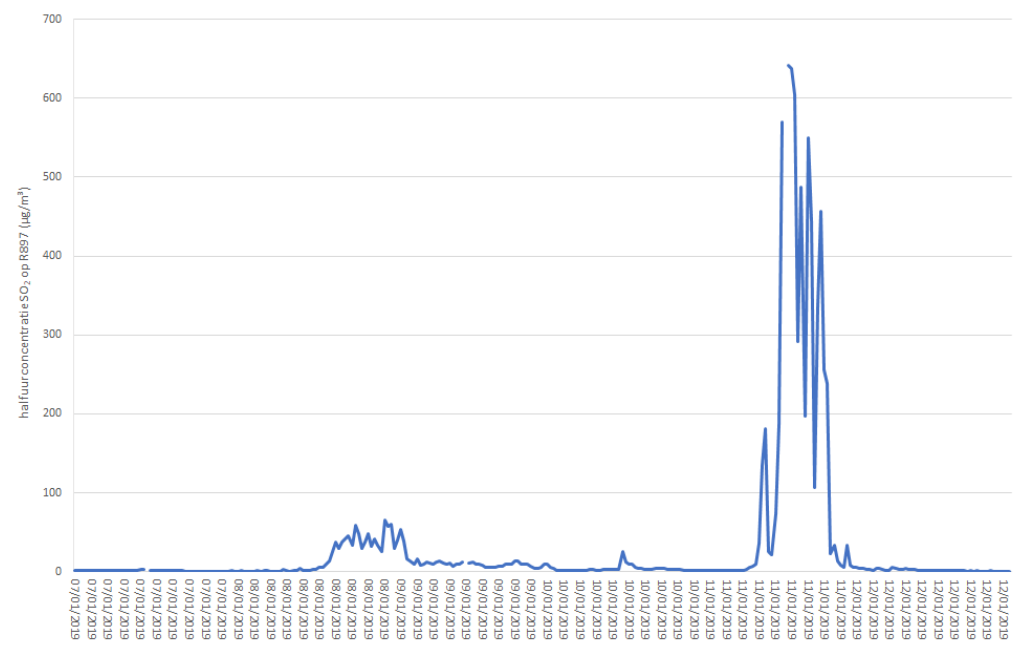
uit noordwestelijke richting, in de weinige momenten van noordwestenwind. Op 7 en 12 januari was er enkel wind uit het zuidwesten en westen.



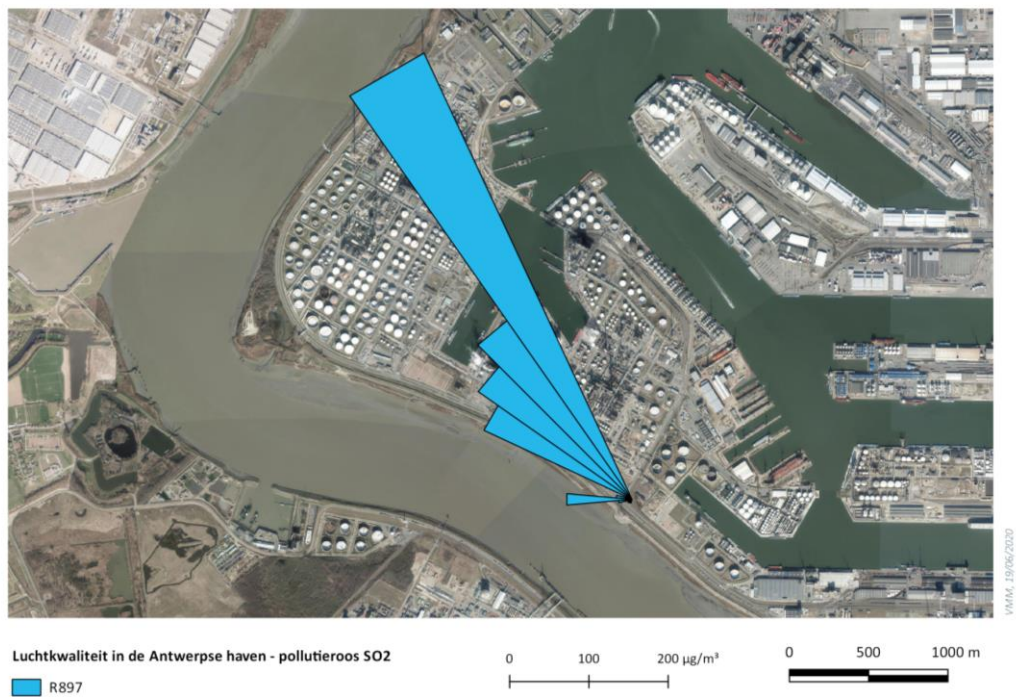
Figuur 8: SO₂-pollutierozen op R897 van 07-01-20 tot en met 12-01-20



Figuur 9: Halfuurconcentraties op 7 tot en met 12 januari 2019 op R897



Figuur 10: Pollutieroos op 11 januari 2019 van R897



De WGO-dagadvieswaarde van 20 µg/m³ werd in 2019 overschreden. Tabel 3 toont het aantal dagen met een overschrijding van de WGO-advieswaarden van 20 µg/m³ tussen 2009-2019.

De huidige situatie geeft een duidelijke verbetering ten opzichte van 2009 toen deze advieswaarde op alle meetplaatsen veelvuldig werd overschreden. Figuur 11 illustreert deze opmerkelijke verbetering. De meetplaats in de Scheurweg (R891) kende in 2009 nog 87 dagen met een concentratie hoger dan 20 µg/m³, in 2019 zijn dit er geen. Ook op de meetplaats Ekerse Dijk lagen alle dagconcentraties lager dan 20 µg/m³ in 2019. De meetplaats Ordamstraat (AT44) had de meeste overschrijdingsdagen in 2019, nl. 29 dagen, dit is evenveel als in 2018.

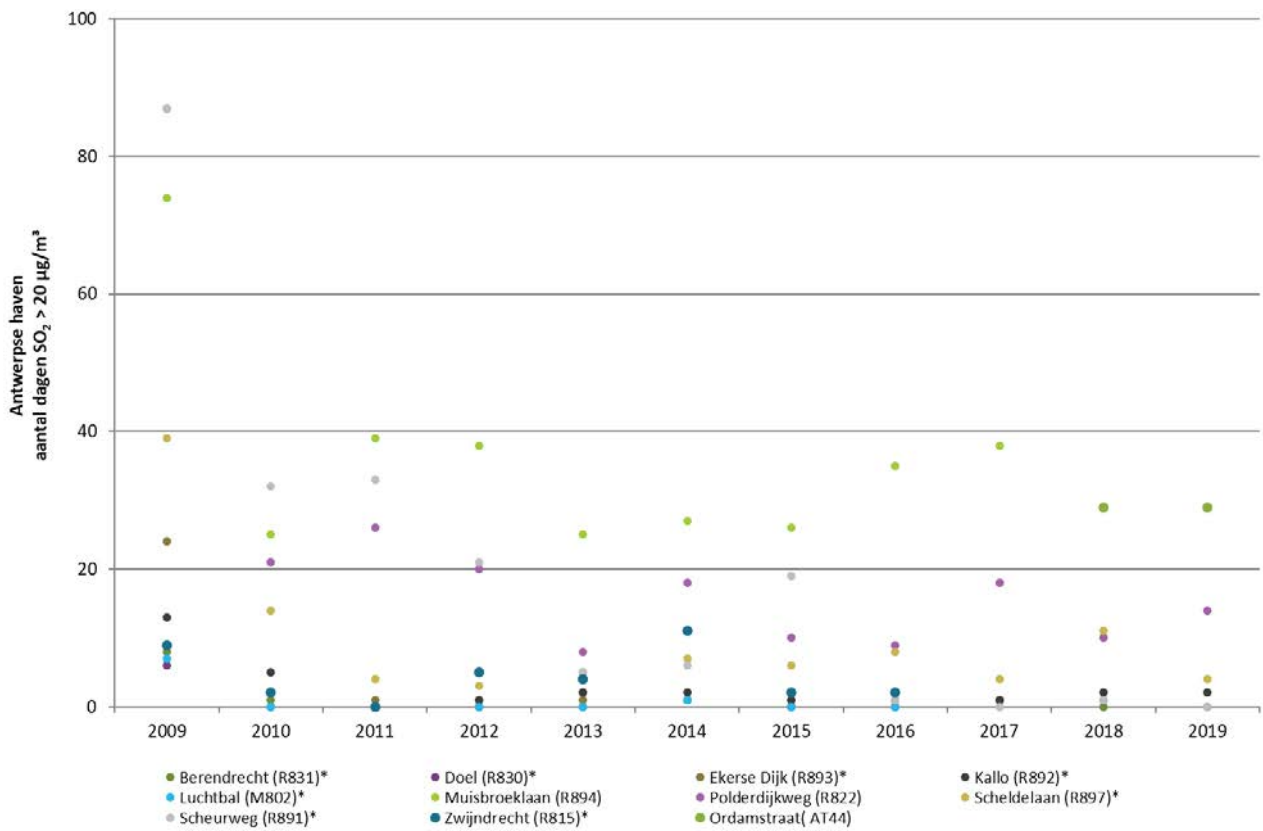
Tabel 3: Aantal dagen met een overschrijding van de WGO-dagadvieswaarde van 20 µg/m³

Aantal dagen SO ₂ -concentratie >20 µg/m ³	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Berendrecht (R831)*	8	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
Ekerse Dijk (R893)*	24	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0
Kallo (R892)*	13	5	0	1	2	2	1	1	1	2	2
Muisbroeklaan (R894)	74	25	39	38	25	27	26	35	38	/	/
Ordamstraat (AT44)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	29	29
Polderdijkweg (R822)	87	21	26	20	8	18	10	9	18	10	14
Scheldelaan (R897)*	39	14	4	3	5	7	6	8	4	11	4
Scheurweg (R891)	87	32	33	21	5	6	19	1	0	1	0

Overschrijdingen van de grenswaarden en advieswaarden worden in rood getoond.

*: gerapporteerd aan Europa (BEF01S)

Figuur 11: Aantal dagen met daggemiddelde SO₂-concentratie > 20 µg/m³



*: gerapporteerd aan Europa (BEF01S).

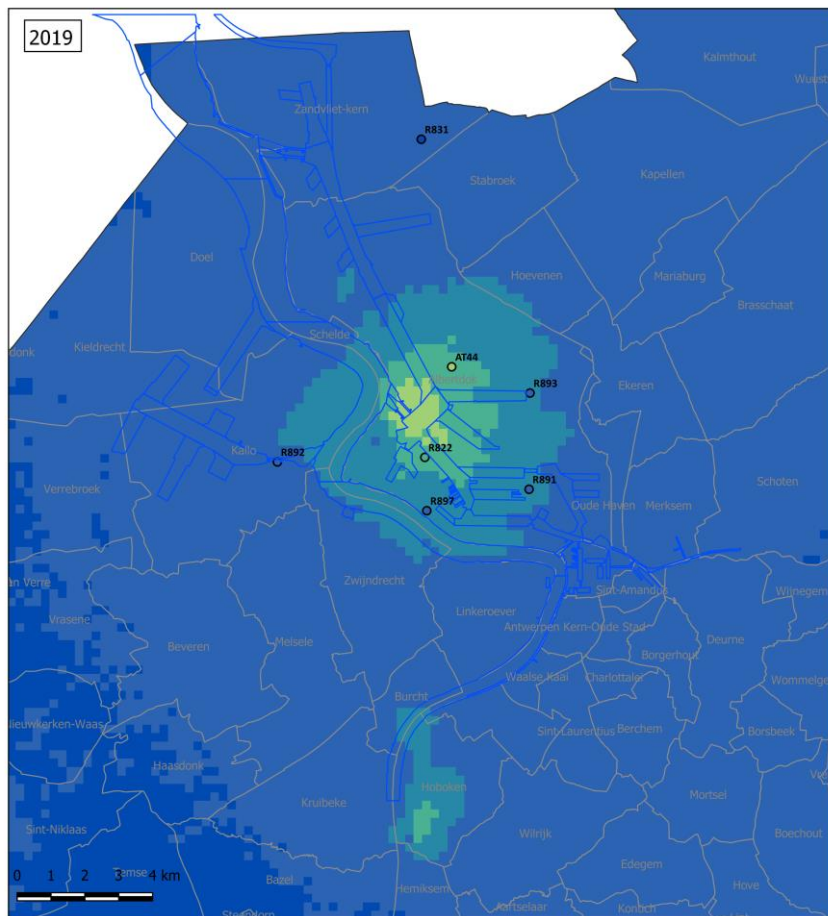
1.1.4 Geografische spreiding van SO₂-concentraties

1.1.4.1 Gemodelleerde SO₂-concentraties

Om de SO₂-concentraties in de Antwerpse haven te kunnen inschatten, gebruiken we het VLOPS-model, zie Figuur 12. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 5. 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.

Het model schat 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 12: Gemodelleerd SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2019



SO₂-jaargemiddelde 2019 berekend met VLOPS (µg/m³)

■ ≤ 2
 ■ 2 - 4
 ■ 4 - 6
 ■ 6 - 8
 ■ 8 - 10
 ■ > 10

□ Deelgemeentes — Dokken

○ meetplaats (Kleur = gemeten waarde)
 □ onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

De gemiddelde onzekerheid na kalibratie bedraagt 1,08 µg/m³.

1.1.4.2 Pollutierozen SO₂

Figuur 13 toont de pollutierozen van SO₂ met de gemiddelde halfuurconcentratie per windsector voor het jaar 2019 in het havengebied. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 5. De pollutierozen wijzen voornamelijk in de richting van de raffinaderijen gelegen in het centrum van het havengebied.

Figuur 13: Pollutierozen gemiddelde SO₂-concentraties in de Antwerpse haven in 2019



1.2 Stikstofoxides – NO/NO₂

In deze paragraaf bekijken we de emissies van stikstofoxides en de trend van de NO- en NO₂-concentraties. We toetsen de concentraties aan de reglementering en we bekijken de geografische verdeling in het havengebied.

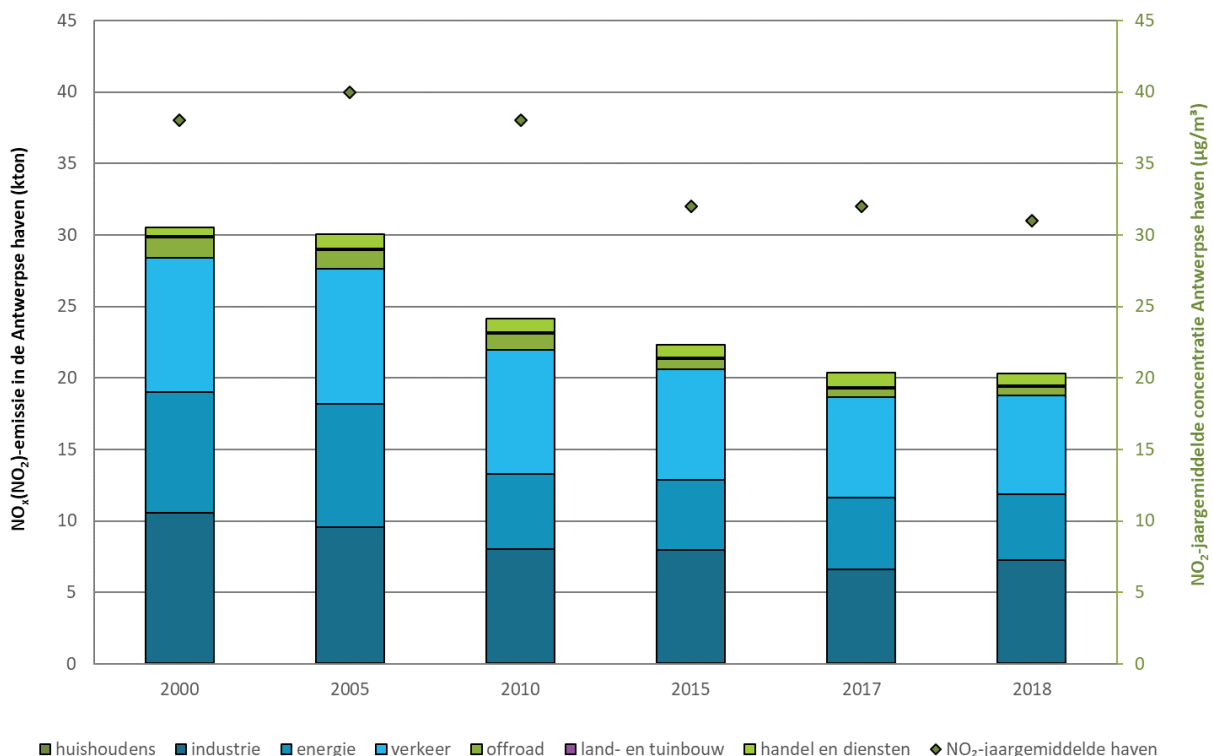
1.2.1 Emissie van NO_x (NO₂)

Figuur 14 toont de evolutie van de NO_x(NO₂)-emissies per sector en het jaargemiddelde gemeten in de Antwerpse haven. Voor deze gegevens is de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (zie bijlage 2). Vorige jaren werd een andere afbakening gebruikt. Ook een optimalisatie van automatisatieprocessen voor de bevraging van de databank leidde tot licht andere cijfers. Deze gegevens kunnen daarom ook verschillen van eerder gerapporteerde cijfers en dit voor de volledige tijdsreeks.

In de periode 2000-2018 was er een daling van de totale NO_x(NO₂)-emissie. De concentraties volgen min of meer de trend van de emissies. De daling van de emissies stabiliseerde na 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. De drie belangrijkste sectoren kenden over de volledige periode een daling. De emissies in 2018 zijn zowel in absolute waarde als in verdeling weinig verschillend van die in 2017.

Figuur 14: Evolutie NO_x(NO₂)-emissies en NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven

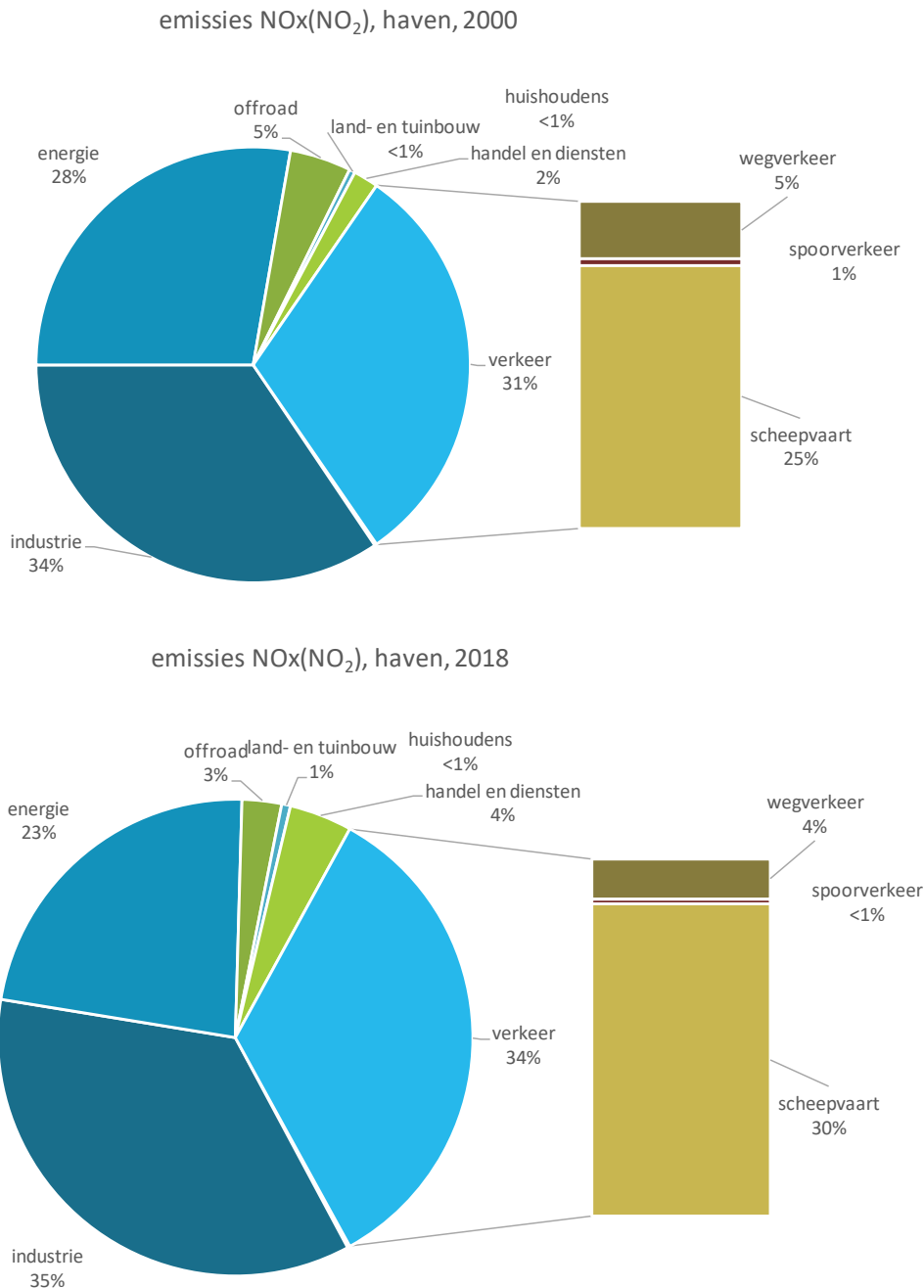


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM



Figuur 15 toont het aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in de jaren 2000 en 2018. Hierbij zien we dat het aandeel van energie het sterkst wijzigde, namelijk van 28 % naar 23 %. In 2018 was 5 % van die uitstoot van elektriciteitscentrales en 18 % van de petroleumraffinaderijen. Industrie heeft in 2000 en 2018 het grootste aandeel in de emissies. Samen met verkeer, voornamelijk scheepvaart, zijn deze drie sectoren de voornaamste bronnen. De andere sectoren hebben een veel kleiner aandeel in de totale emissies.

Figuur 15: Aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse haven



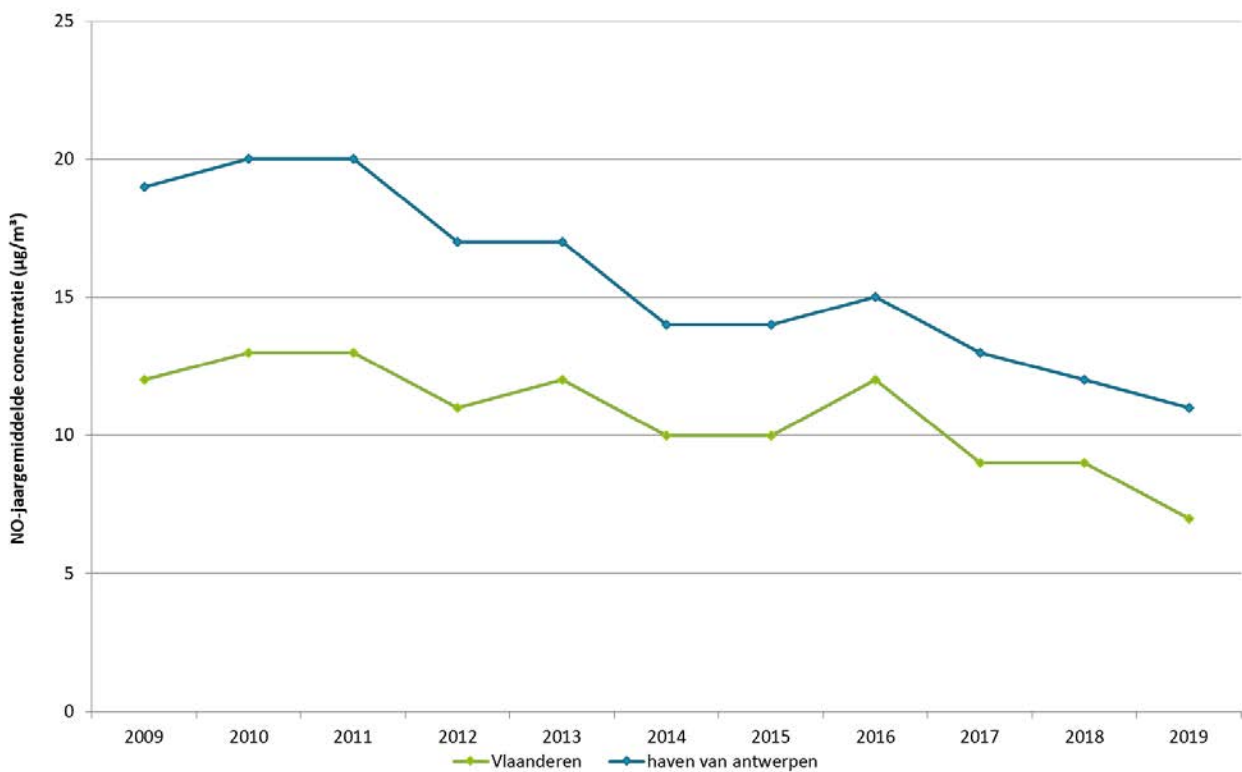
Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM



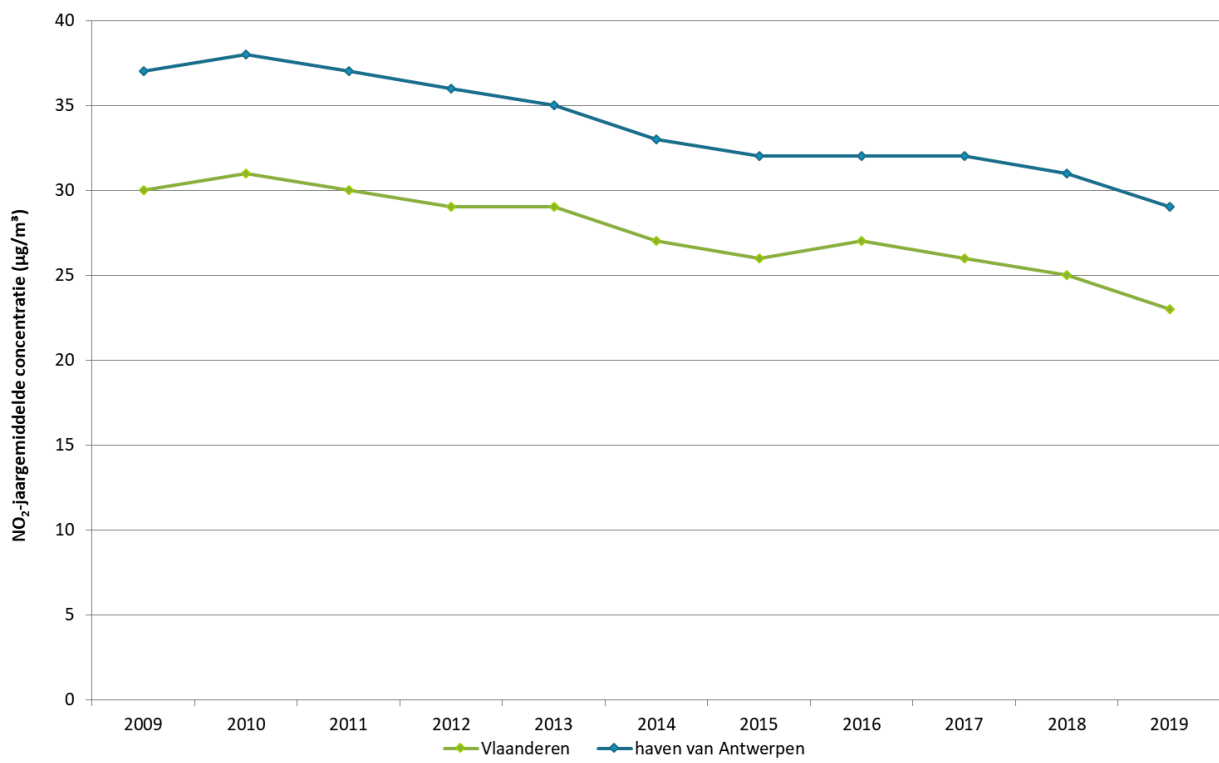
1.2.2 Trend van NO_x-concentraties

Figuur 16 en Figuur 17 tonen het verloop van de NO- en NO₂-concentraties op de virtuele meetplaatsen 'Vlaanderen' en 'Antwerpse haven' in de periode 2009-2019. In die periode was er een dalende trend in de Antwerpse haven en in Vlaanderen voor zowel de NO- als de NO₂-concentraties. De concentraties van NO₂ lagen in 2019 in de Antwerpse haven zo'n 20 % hoger dan het Vlaams gemiddelde. Dit percentage blijft vrij stabiel over de volledige periode.

Figuur 16: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven en Vlaanderen

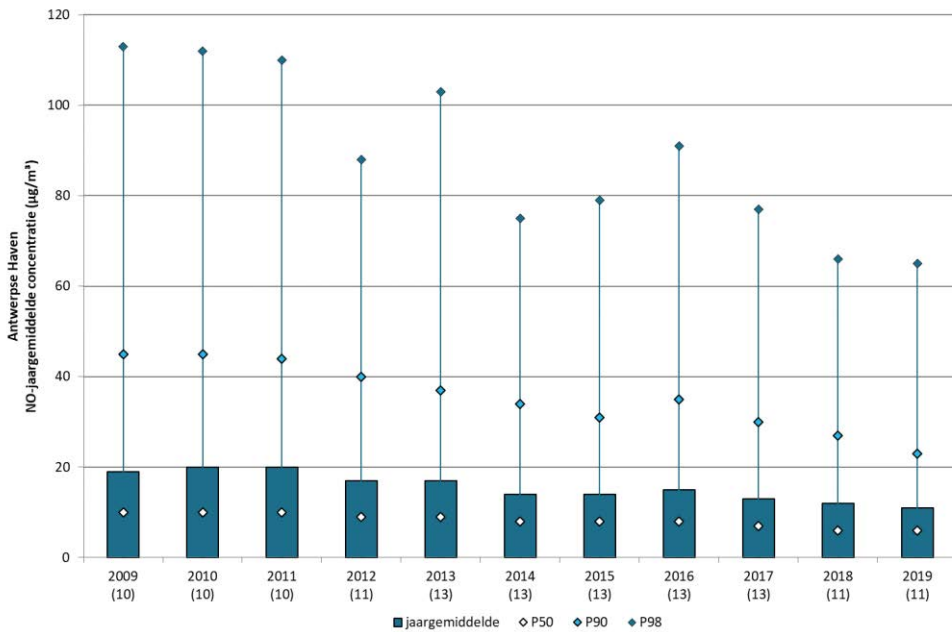


Figuur 17: Evolutie NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven en Vlaanderen



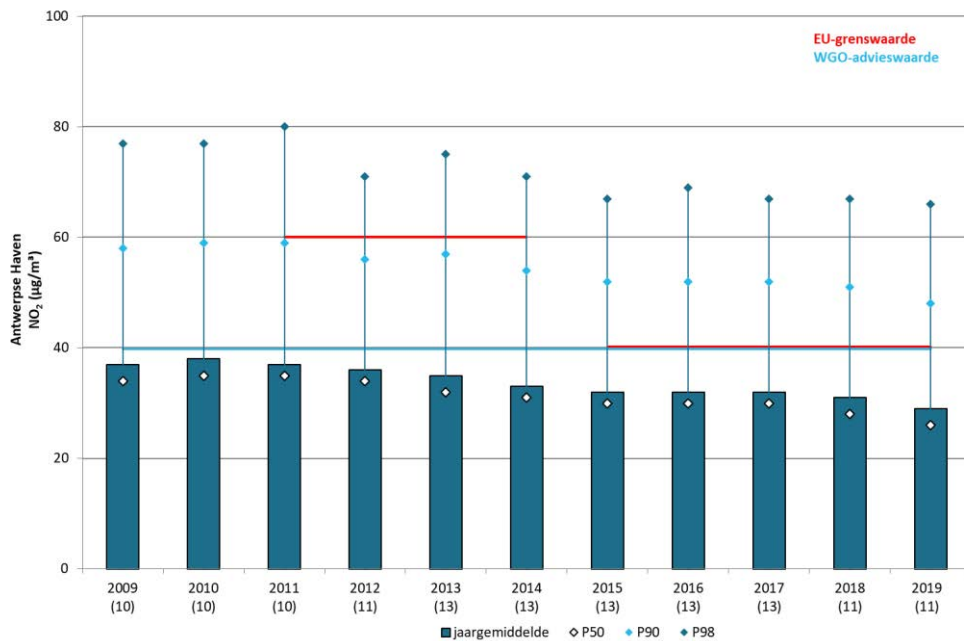
Figuur 18 en Figuur 19 tonen het verloop van enkele statistische parameters – jaargemiddelde, P50, P90 en P98 – van de NO- en NO₂-concentraties op de virtuele meetplaats ‘Antwerpse haven’ in de periode 2009 - 2019. Beide figuren tonen een dalende trend over de hele periode. Na een eerder stabiele trend tussen 2014 en 2017 lijkt voor de NO₂-concentratie opnieuw een lichte daling ingezet in de periode 2017-2019.

Figuur 18: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Het aantal meetplaatsen staat tussen haakjes.

Figuur 19: Evolutie NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Het aantal meetplaatsen staat tussen haakjes.



1.2.3 Toetsing van NO₂-concentraties

Tabel 4 bevat per meetplaats de belangrijkste statistische parameters voor NO₂, namelijk het jaargemiddelde, het 50ste, 90ste en 98ste percentiel en de maximale uurwaarde voor 2019. Hierbij zijn alle individuele meetplaatsen in de haven, het virtueel gemiddelde en de waarden voor de meetplaats Beveren – meerminnendam (R823) weergegeven. Figuur 20 geeft een visuele voorstelling van de tabel.

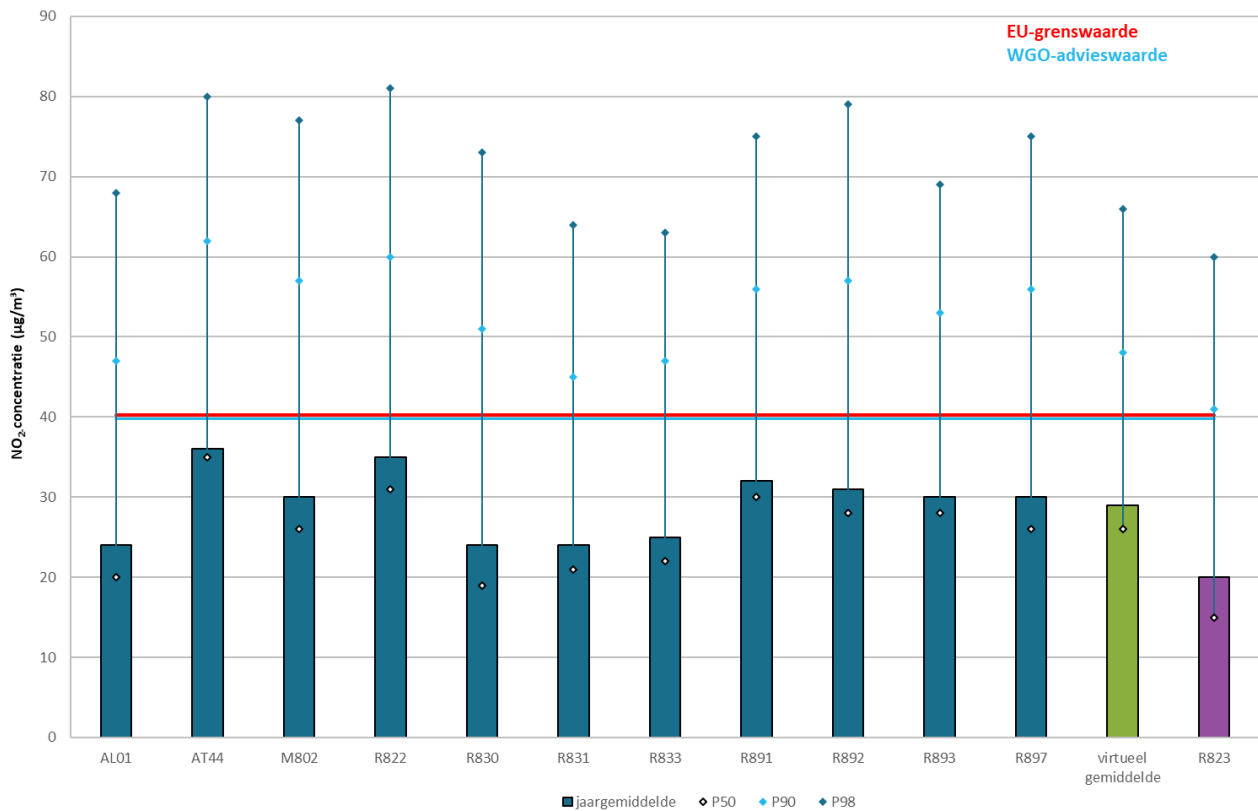
In 2019 bleef de uurgrenswaarde – maximum 18 uurgemiddelden hoger dan 200 µg/m³ – op alle meetplaatsen gerespecteerd. De WGO-uuradvieswaarde, waarbij geen enkele keer het uurgemiddelde hoger mag zijn dan 200 µg/m³, werd ook gerespecteerd. De Europese jaargrenswaarde en de WGO-jaaradvieswaarde (40 µg/m³) werden in 2017 op de meetplaats Muisbroeklaan (R894) nog overschreden. Deze meetplaats werd in 2018 stopgezet en vervangen door de meetplaats Ordamstraat (AT44). Op deze meetplaats werd de jaargrenswaarde in 2019 gerespecteerd. Meer detail hierover in 1.2.4.3 Meetplaats Muisbroeklaan.

Tabel 4: Belangrijkste statistische parameters voor NO₂ in 2019

UURWAARDEN NO ₂ (µg/m ³) Meetplaats	Jaargemiddelde	P50	P90	P98	Max. uurwaarde
Wandeldijk (AL01)*	24	20	47	68	119
Ordamstraat (AT44)	36	35	62	80	143
Luchtbal (M802)*	30	26	57	77	137
Polderdijkweg (R822)	35	31	60	81	195
Doel (R830)*	24	19	51	73	164
Berendrecht (R831)*	24	21	45	64	105
Stabroek (R833)*	25	22	47	63	118
Scheurweg (R891)	32	30	56	75	175
Kallo (R892)*	31	28	57	79	151
Ekerse Dijk (R893)*	30	28	53	69	104
Scheldelaan (R897)*	30	26	56	75	134
Virtueel gemiddelde haven	29	26	48	66	104
Meerminnendam (R823)	20	15	41	60	103

*: gerapporteerd aan Europa (BEF01S).

Figuur 20: Overzicht statistische parameters NO₂ in de Antwerpse haven in 2019



1.2.4 Geografische spreiding van NO₂-concentraties

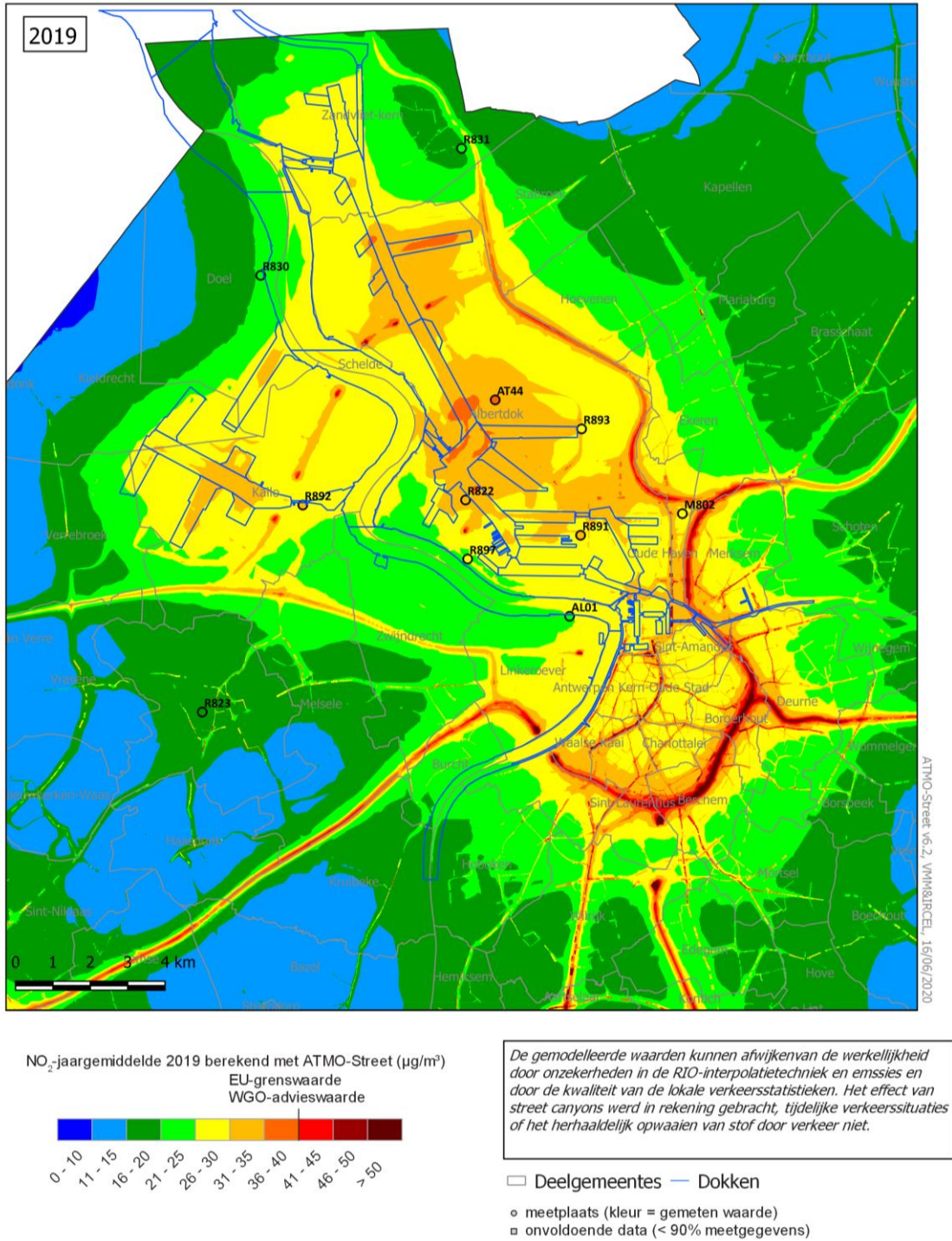
1.2.4.1 Gemodelleerde NO₂-concentratie

De gegevens in Figuur 21 zijn gebaseerd op de ATMOSTreet-modellering. 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 ATMOSTreet-kaart toont de bijdrage van het verkeer op de Antwerpse ring en de aangesloten autosnelweg. De autosnelweg A12 Antwerpen – Breda die evenwijdig met het havengebied van zuid naar noord loopt, draagt ook bij tot de verhoogde concentraties in de omgeving van de haven. Op M802 (Antwerpen - Luchtbal) wordt de impact van de haven en de A12 Antwerpen - Breda en E19 Antwerpen – Bergen Op Zoom getoond. De industriële invloed op de meetplaatsen in de Scheurweg (R891), Ekerse Dijk (R893), Ordamstraat (AT44) en Polderdijkweg (R822) zijn zichtbaar op de kaart en worden bevestigd door de pollutierozen van deze meetlocaties. De R2 is duidelijk zichtbaar met concentratieverhogingen ter hoogte van de tunnelmonden.



Figuur 21: Gemodelleerd NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2019



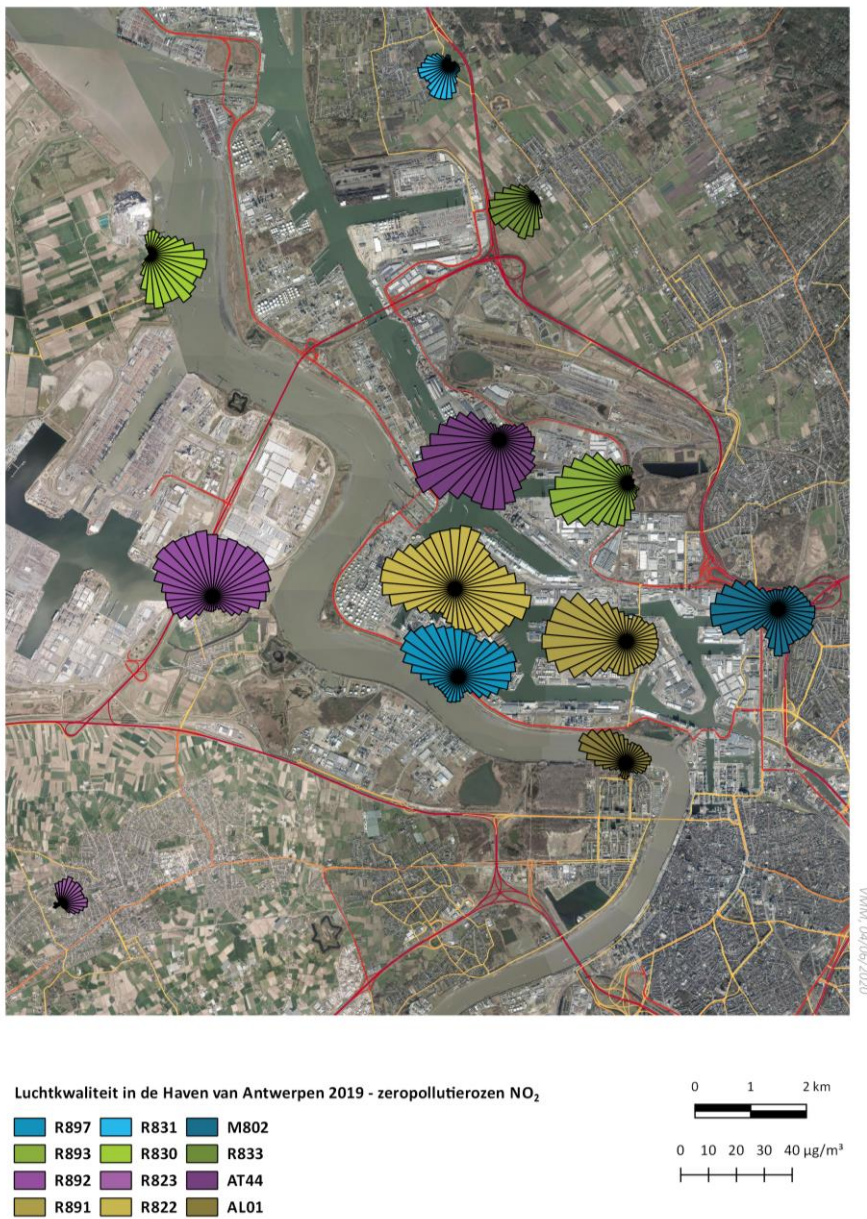
De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen de 10.7 en 14.0 µg/m³.



1.2.4.2 Pollutierozen NO₂

Figuur 22 toont de zeropollutierozen voor NO₂. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 5. Meetplaatsen gelegen aan de rand van de haven vertonen invloed vanuit de haven. Centraal gelegen meetplaatsen (bv. Antwerpen-Polderdijkweg - R822 en Muisbroeklaan - R894) worden beïnvloed door bronnen in verschillende windsectoren. Ook de impact van verkeersknooppunten in het havengebied en de Antwerpse ring met de belangrijkste autosnelwegen is zichtbaar.

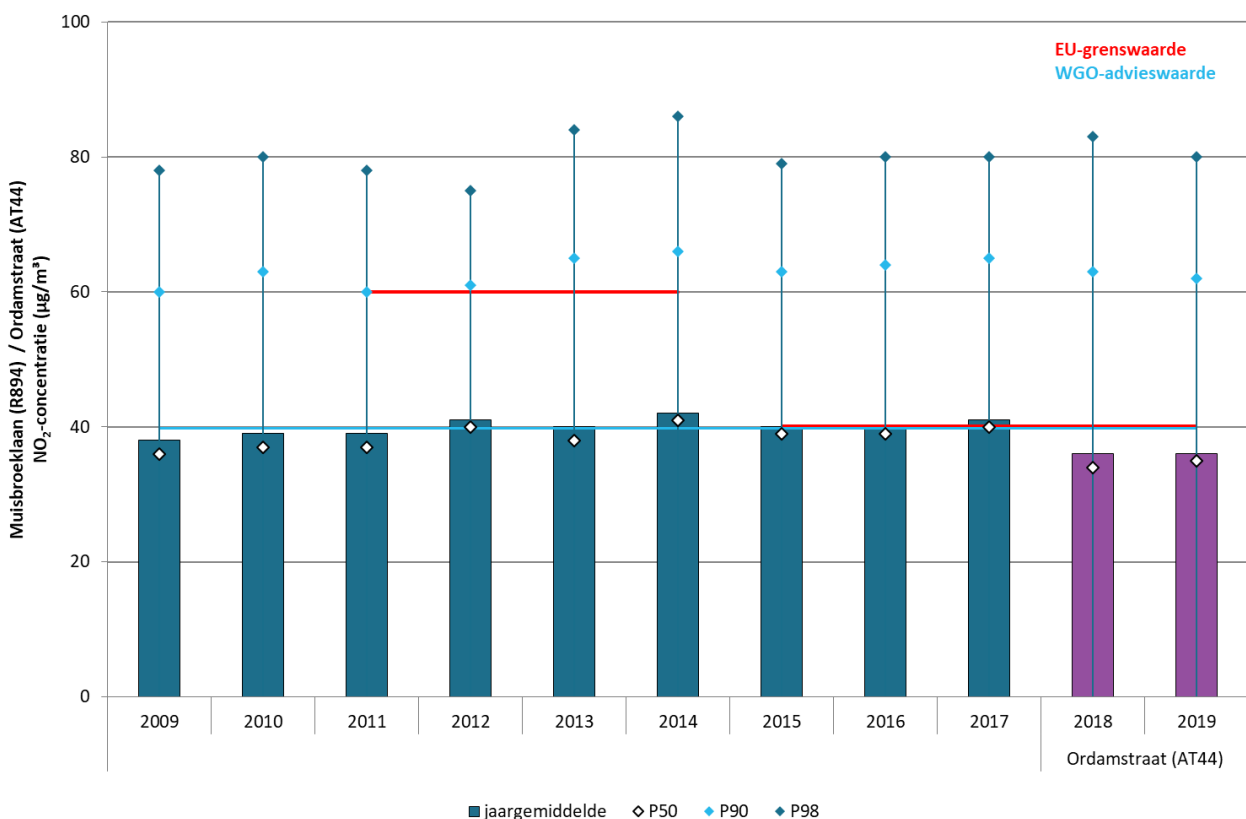
Figuur 22: Zeropollutierozen NO₂-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2019



1.2.4.3 Meetplaats Muisbroeklaan

Hieronder gaan we dieper in op de meetplaats Muisbroeklaan (R894) omdat deze meetplaats in 2017 de EU-jaargrenswaarde overschreed. Omdat deze meetplaats echter in een industriële omgeving ligt en niet representatief is voor de blootstelling van de algemene bevolking, wordt deze meetplaats niet aan de EU gerapporteerd. Deze meetplaats werd eind 2017 stopgezet omdat het terrein een andere invulling kreeg. De metingen verplaatsten naar de nabijgelegen nieuw opgerichte meetplaats AT44 in de Ordamstraat. Deze meetplaats ligt op ongeveer 0,6 km ten noordoosten t.o.v. de meetplaats in de Muisbroeklaan. Beide meetplaatsen liggen in industriegebied. De impact op woongebieden is beperkt. De metingen startten er begin 2018. Figuur 23 toont de evolutie van de meetresultaten voor NO₂ op de meetplaats in de Muisbroeklaan in de periode 2009-2017 en de meetresultaten in de Ordamstraat in 2018 en 2019.

Figuur 23: Evolutie NO₂-concentratie op de meetplaats Muisbroeklaan (blauwe balken) en Ordamstraat (paarse balken)



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

Op de meetplaats (R894) Muisbroeklaan was een licht stijgende trend aanwezig, waardoor de jaargemiddelde concentraties net op of net boven de EU-grenswaarde schommelden. De concentraties op de Ordamstraat liggen in 2018 lager, wat zou kunnen impliceren dat de nieuwe locatie verder van de bronnen is gelegen of in een windrichting ligt die minder vaak voorkomt. Echter, over het algemeen waren de NO₂-concentraties in Vlaanderen gedaald in 2018 t.o.v. 2017. Het virtueel gemiddelde voor Vlaanderen daalde met 4 % tussen 2017 en 2018. In 2019 liggen de concentraties op de Ordamstraat weinig lager dan 2018: de jaargemiddelde concentratie bleef gelijk, de piekwaarden daalden. De NO₂-concentraties in Vlaanderen kenden echter wel een daling: het virtueel Vlaams gemiddelde zakte met 8 % in 2019 t.o.v. 2018. Het lijkt er op dat de verplaatsing zeker voor een deel de lagere meetwaarden op AT44 t.o.v. R894 verklaart. Maar pas



na enkele jaren zullen we meer duiding kunnen brengen rond het eventuele verschil in concentraties tussen de oude en de nieuwe locatie.

1.3 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. Waar mogelijk worden de concentraties getoetst aan de regelgeving. Daarnaast nemen we de geografische spreiding onder de loep.

1.3.1 PM₁₀

De VMM mat PM₁₀ op meerdere meetplaatsen in en rond de Antwerpse haven. In dit deel worden de emissies, de concentraties en de geografische spreiding besproken.

1.3.1.1 Emissie van PM₁₀

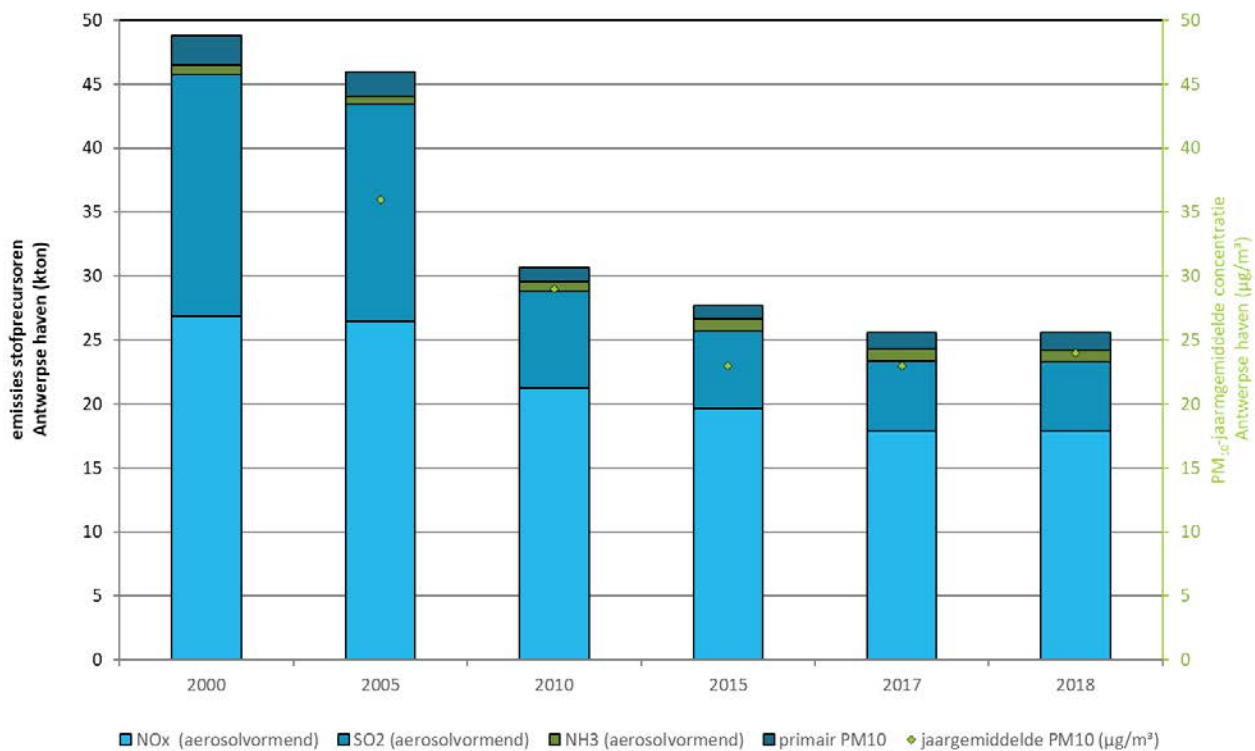
Figuur 24 toont de emissies van de stofprecursoren NO_x(NO₂), SO₂ en NH₃ volgens hun aerosolvormend potentieel samen met de primaire PM₁₀-emissies en de virtuele jaargemiddelde PM₁₀-concentratie van de Antwerpse haven. Voor deze gegevens is de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (zie bijlage 2). Vorige jaren werd een andere afbakening gebruikt. Ook een optimalisatie van automatisatieprocessen voor de bevraging van de databank leidde tot licht andere cijfers. Deze gegevens kunnen daarom ook verschillen van eerder gerapporteerde cijfers en dit voor de volledige tijdsreeks.

Stofprecursoren vormen na uitstoot via scheikundige reacties nieuwe stofdeeltjes. Niet elke precursor draagt evenveel bij tot de stofvorming. Door een gewicht toe te kennen, wordt het aerosolvormend potentieel voor PM₁₀ bepaald van de precursoren NO_x(NO₂), SO₂ en NH₃¹. NO_x(NO₂) bleek de voornaamste aerosolvormende emissie te zijn in de Antwerpse haven. Verkeer en industrie hebben een vergelijkbaar aandeel in deze NO_x(NO₂)emissies, respectievelijk 34 % en 35 % in 2018, zie Figuur 25. SO₂ kent in deze periode een veel lager aandeel in het totale aerosolvormend potentieel. 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.

¹ De Leeuw, F. et al. (2002). A set of emission indicators for long-range transboundary air pollution. Environmental Science and Policy, Volume 5, Issue 2, p. 135-145.



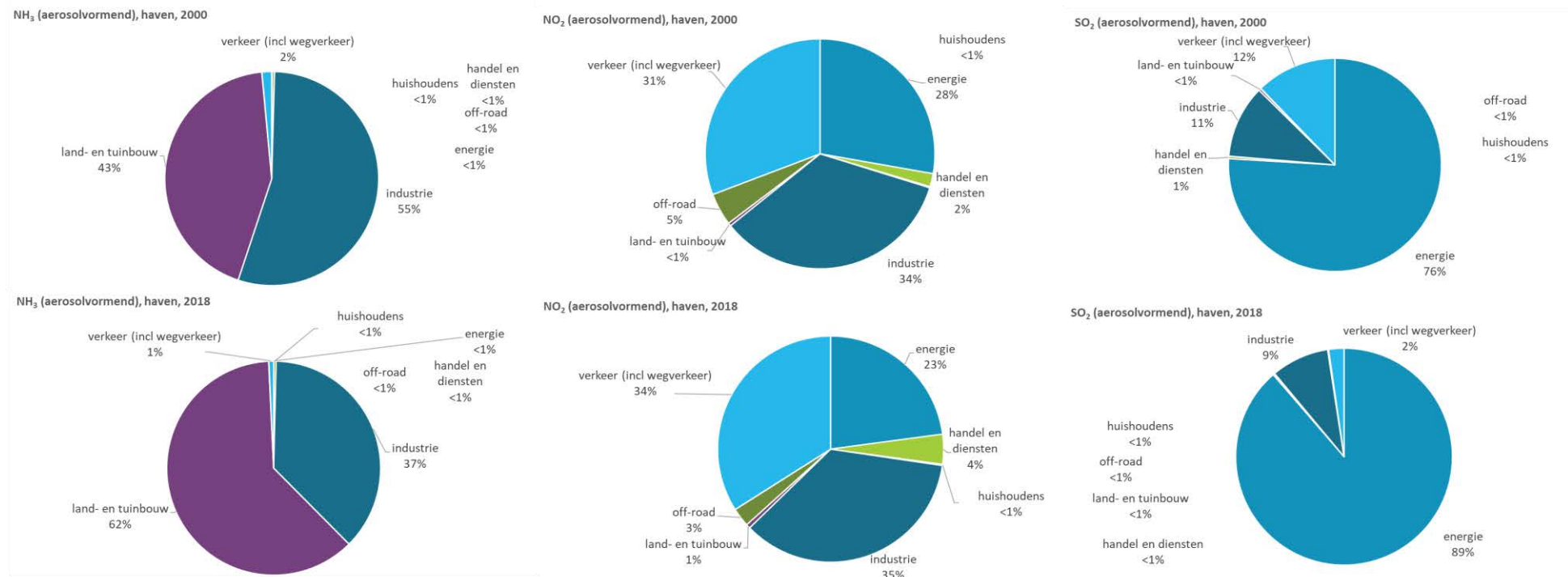
Figuur 24: Emissies van stofprecursoren volgens aerosolvormend potentieel en primair PM₁₀ in de Antwerpse haven



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



Figuur 25: Aandeel sectoren in emissies stofprecursoren in de Antwerpse haven in 2000 en 2018



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

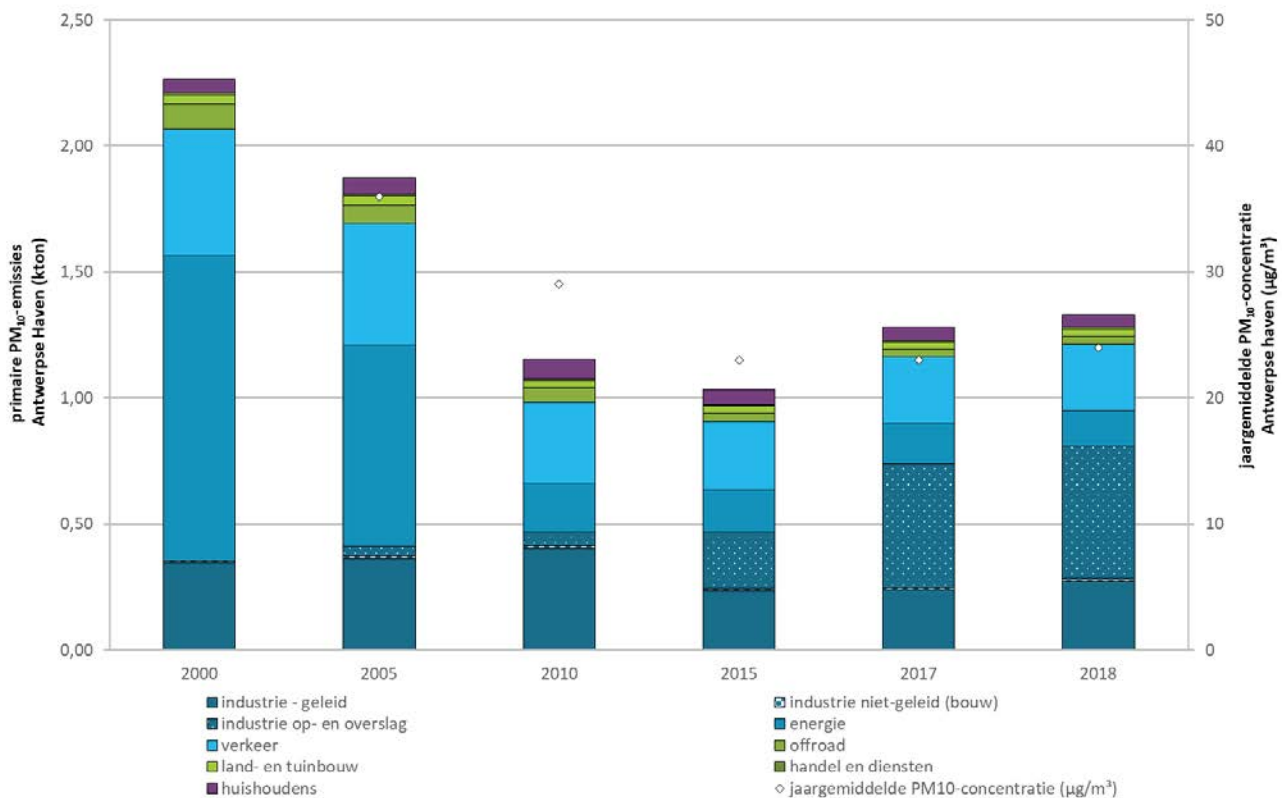
Figuur 26 toont de rechtstreeks uitgestoten primaire PM₁₀-emissies door verschillende sectoren in de Antwerpse haven. De energiesector was in 2000 de belangrijkste bron van rechtstreeks uitgestoten PM₁₀. De uitstoot van deze sector daalde echter sterk. In 2018 is de belangrijkste bron de sector industrie. Zowel het relatieve aandeel (Figuur 27) als de absolute emissies van industrie kenden een sterke stijging. De emissies van industrie zijn opgedeeld in de fracties:

- geleide emissies;
- niet-geleide emissies (bouw);
- niet-geleide emissies (op- en overslag).

In 2000 is de fractie niet-geleide emissies nog niet opgenomen in de Emissie-inventaris. De stijging van de niet-geleide fractie op- en overslag na 2015 komt door een rapporteringsverplichting van deze emissies vanaf 2014. De niet-geleide emissies maken in 2018 zo'n 40% van de totale emissies van primair PM₁₀ uit. Dit zijn vooral emissies van op- en overslag.

Verkeer is de tweede grootste sector in 2018, goed voor één vijfde van de emissies. Deze emissies daalden wel, maar het relatieve aandeel bleef stabiel in de periode 2000-2018. Scheepvaart heeft het belangrijkste aandeel in deze sector. Het aandeel van de PM₁₀-emissies van de overige sectoren zijn veel kleiner in de Antwerpse haven.

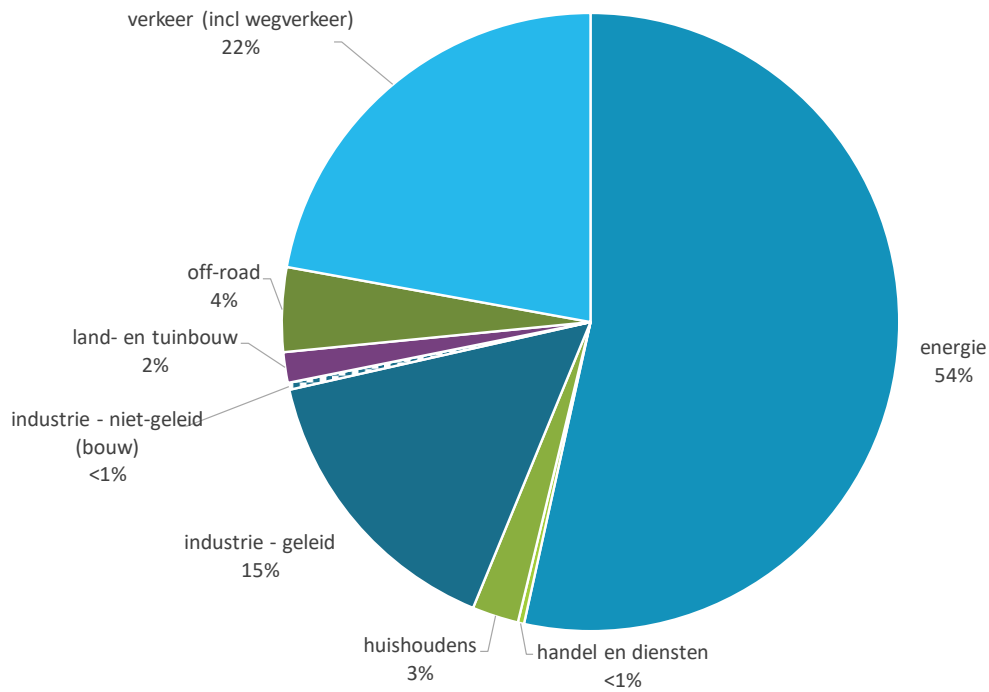
Figuur 26: Primaire PM₁₀-emissies van verschillende sectoren en jaargemiddelde concentratie in Antwerpse haven



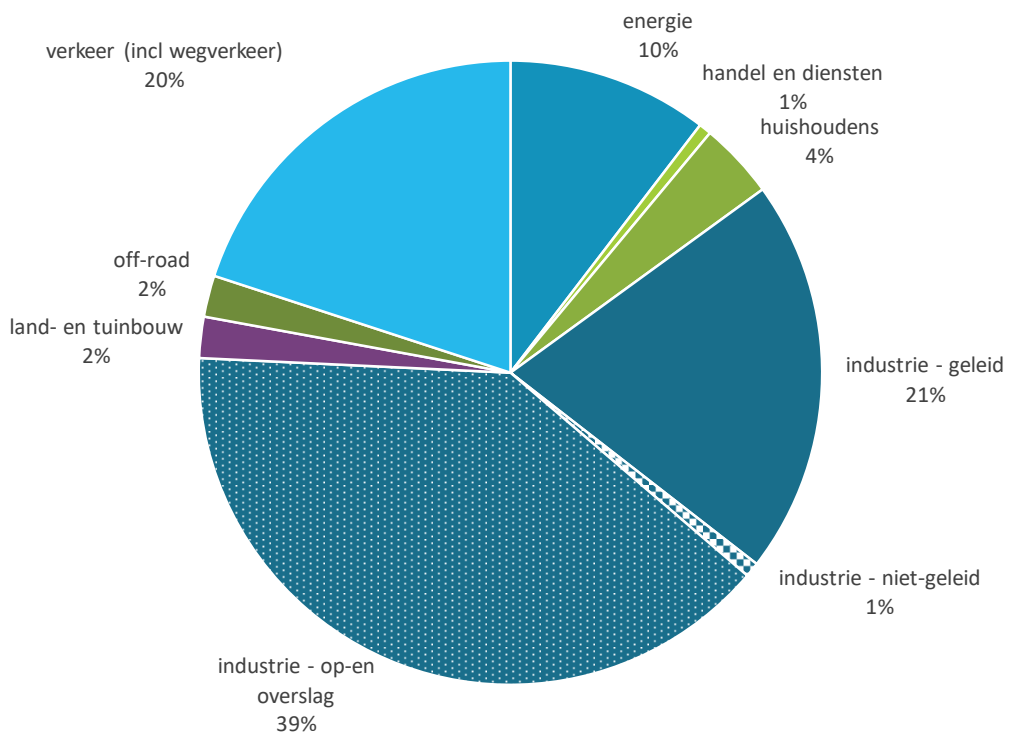
Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 27: Aandeel sectoren in primaire PM₁₀-stofemissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2018

PM₁₀-emissies, haven, 2000



PM₁₀-emissies, haven, 2018

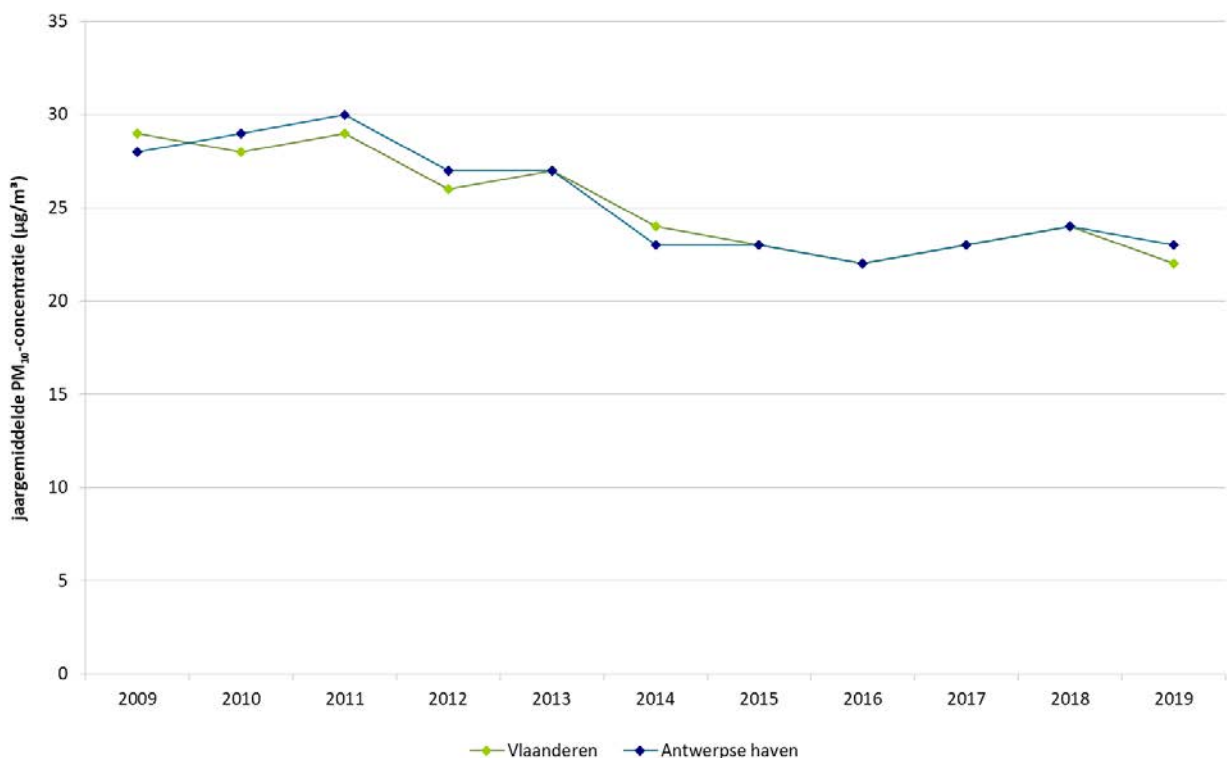


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

1.3.1.2 Trend en toetsing PM₁₀-meetwaarden

Figuur 28 toont het verloop van de PM₁₀-concentraties op de virtuele meetplaatsen ‘Antwerpse haven’ en ‘Vlaanderen’ in de periode 2009-2019. Na een gestaag dalende trend tot 2014 kent het verloop een knik en zijn er terug licht stijgende concentraties. 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.

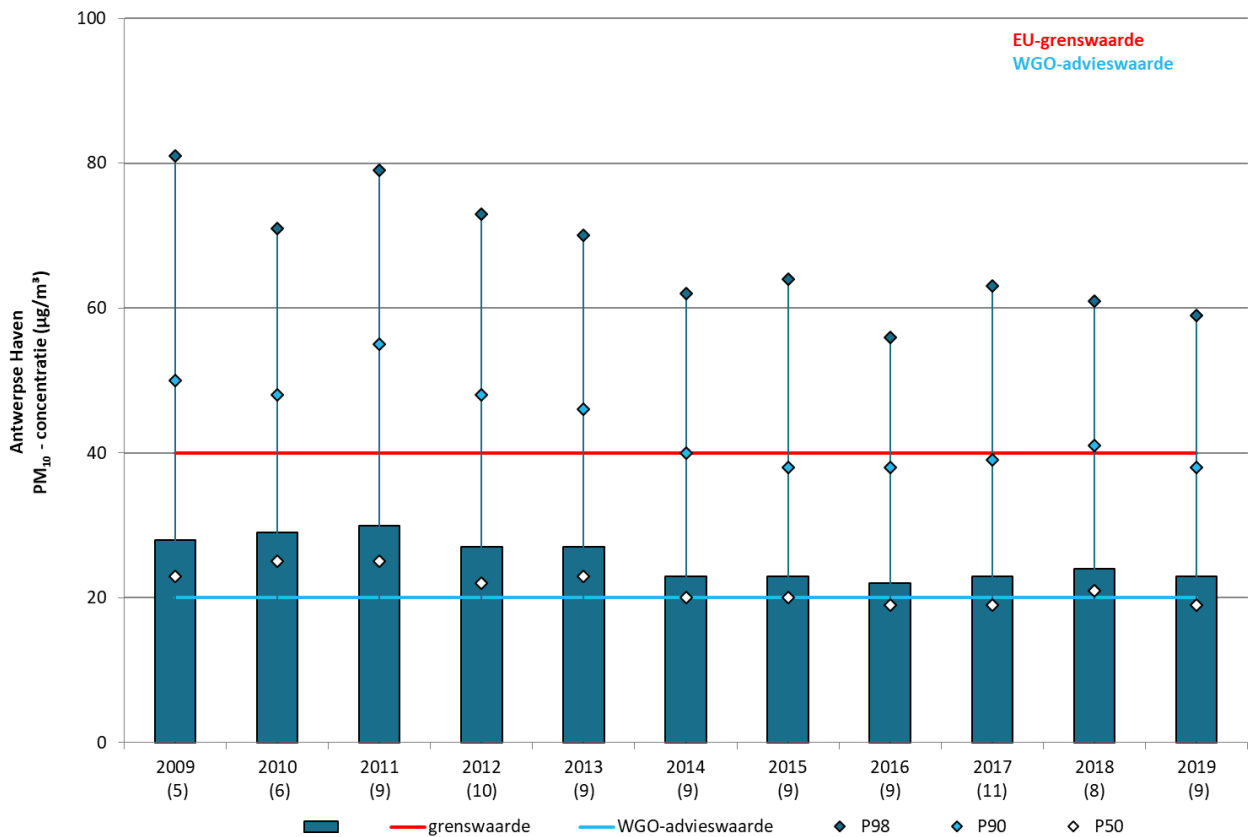
Figuur 28: PM₁₀-jaargemiddelde Antwerpse haven ten opzichte van Vlaanderen



Figuur 29 toont voor de virtuele meetplaats ‘Antwerpse haven’ de statistische parameters van de PM₁₀-concentraties voor de meetperiode 2009-2019. Opnieuw zien we dat in deze periode de concentraties een dalende trend vertonen. Sinds 2014 is er echter geen duidelijk dalende trend meer. In 2019 was het virtuele jaargemiddelde 23 µg/m³. Meteo-omstandigheden hebben invloed op de PM₁₀-concentratie. 2017 en 2018 kenden uitzonderlijk droge periodes. Ook 2019 was een warm en relatief droog jaar. Dit beïnvloedde wellicht ook de concentraties.



Figuur 29: Evolutie PM₁₀-concentraties in de Antwerpse haven



Het aantal meetstations staat tussen haakjes.

Tabel 5 toont een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste, het 90ste percentiel en het 98ste percentiel voor PM₁₀ in 2017, 2018 en 2019 voor alle meetplaatsen in de haven. We stellen vast dat de jaargrenswaarde (40 µg/m³) de afgelopen jaren op al deze meetplaatsen ruim gerespecteerd bleef. De WGO-advieswaarde van 20 µg/m³ werd gehaald op de meetplaatsen Berendrecht (R831) en Meerminnedam (R823). De meetplaats Meerminnedam is een achtergrondstation van het havengebied, de meetplaats Berendrecht ligt aan de rand van het havengebied. Op de andere meetplaatsen werd de advieswaarde overschreden.

De Europese grenswaarde voor PM₁₀ bepaalt dat er jaarlijks maximaal 35 dagen mogen zijn met PM₁₀-concentraties hoger dan 50 µg/m³. Figuur 30 toont dat het aantal dagen sterk varieert van jaar tot jaar. Wisselende meteo-omstandigheden verklaren deels deze variatie. Er is wel een duidelijk dalende trend zichtbaar op alle meetstations. Sinds 2013 zijn er geen overschrijdingen meer van de Europese grenswaarde. De WGO-advieswaarde met maximaal 3 dagen met concentraties hoger dan 50 µg/m³ werd in 2019 op de meetplaats Berendrecht gehaald. De andere meetplaatsen in het havengebied, met voldoende databeschikbaarheid, kenden meer dagen met een hogere concentratie. Het meest aantal dagen met een concentratie > 50 µg/m³ werd gemeten op AL04 bij de Liefkenshoektunnel, in 2019 waren dit er 25.

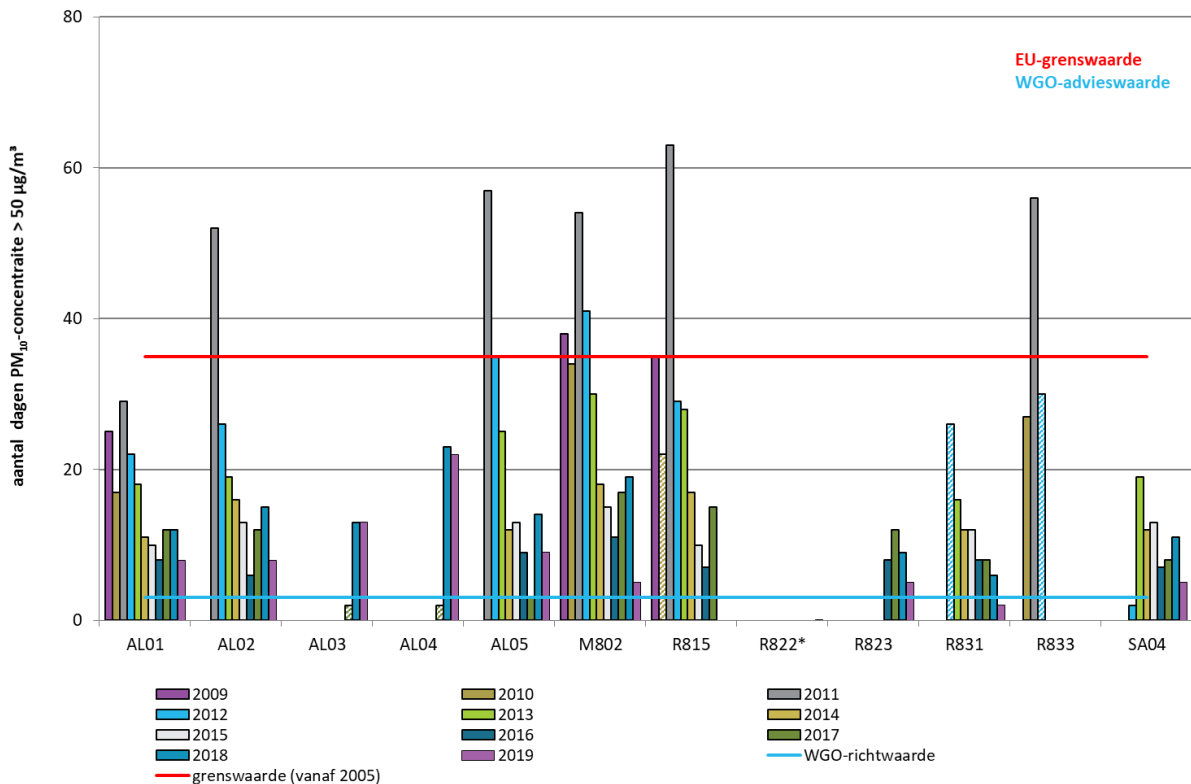


Tabel 5: Belangrijkste statistische parameters voor PM₁₀

UURWAARDEN PM ₁₀ (µg/m ³) Meetplaats	2017				2018				2019			
	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98
Wandelijk (AL01)	22	18	39	65	23	20	40	63	21	18	37	57
Doel (AL02*)	23	19	41	68	25	21	45	70	23	19	40	62
Watermolendijkweg (AL03*)	20 [#]	18 [#]	34 [#]	50 [#]	25	22	44	67	23	19	41	65
Liefkenshoektunnel (AL04)	21 [#]	18 [#]	36 [#]	51 [#]	26	22	45	72	25	20	44	84
Sluis Kallo (AL05*)	23	20	40	63	24	21	42	66	23	19	39	64
Luchtbal (M802*)	25	21	44	72	27	22	46	74	22	18	37	59
Polderdijkweg (R822)	/	/	/	/	/	/	/	/	22 [#]	20 [#]	34 [#]	47 [#]
Berendrecht (R831*)	21	17	36	56	21	18	37	56	20	17	34	53
Hoevenen (SA04*)	22	19	39	62	23	20	40	60	22	18	38	59
Virtueel gemiddelde haven	23	19	39	63	24	21	41	61	23	19	38	59
Meerminendam (R823)	22	18	39	63	22	19	39	59	20	17	35	55

[#] <90 % databeschikbaarheid; * gerapporteerd aan Europa (BEF01S).

Figuur 30: Aantal dagen met PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven

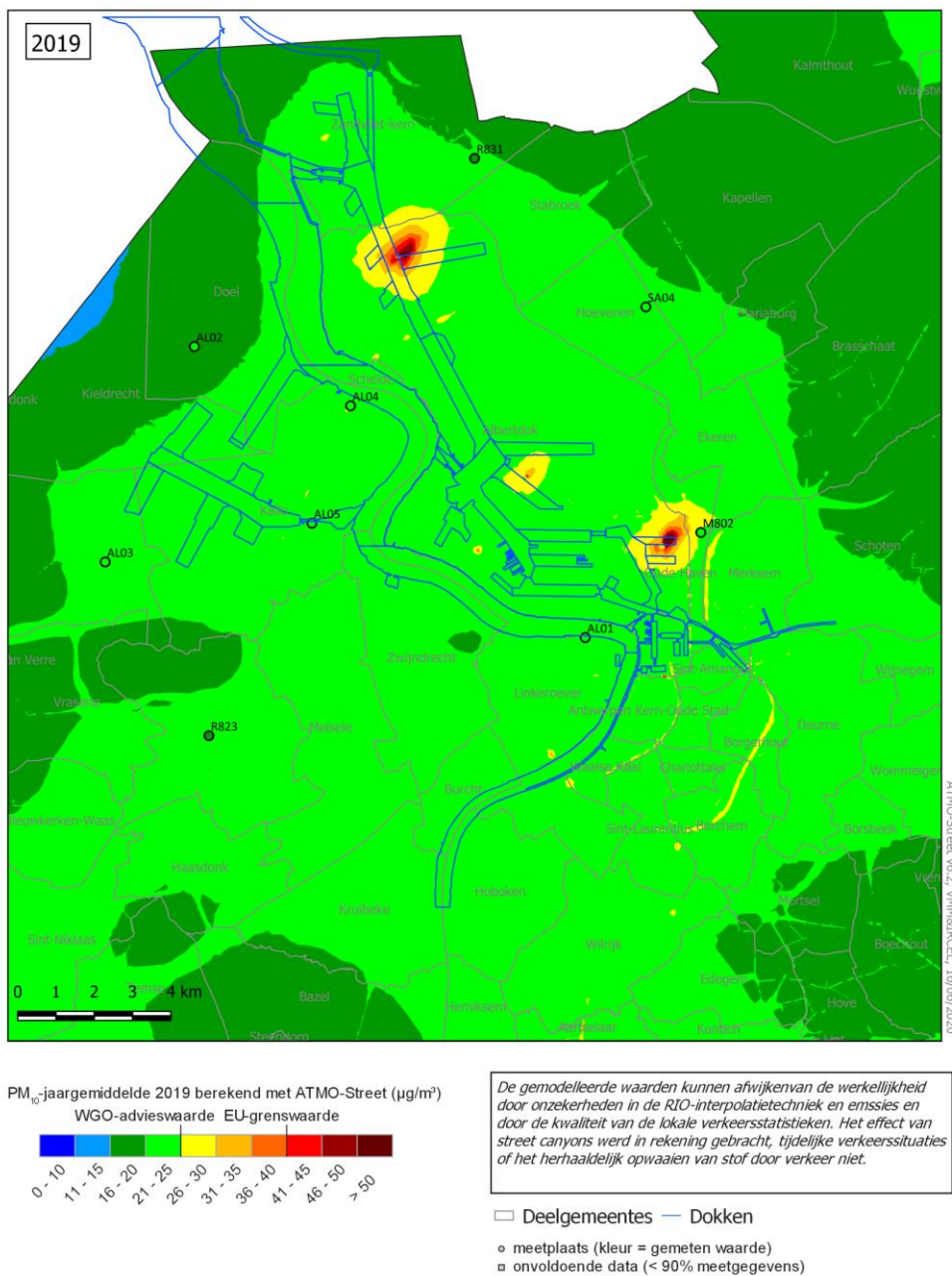


bepaalde databeschikbaarheid aangeduid met gearceerde balken; *R822 heeft beperkte databeschikbaarheid in 2019.

1.3.1.3 Geografische spreiding van PM₁₀-concentraties

De gegevens in Figuur 31 zijn gebaseerd op de ATMOSTreet-modellering. Meer uitleg over deze methodiek staat in bijlage 5. De berekeningsmethode kan echter een over- of onderschatting geven op bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Op de kaart is de invloed van de Antwerpse ring aanwezig. Ook zijn er enkele bronnen in de Antwerpse haven zichtbaar.

Figuur 31: Gemodelleerde PM₁₀-concentratie in de Antwerpse haven in 2019

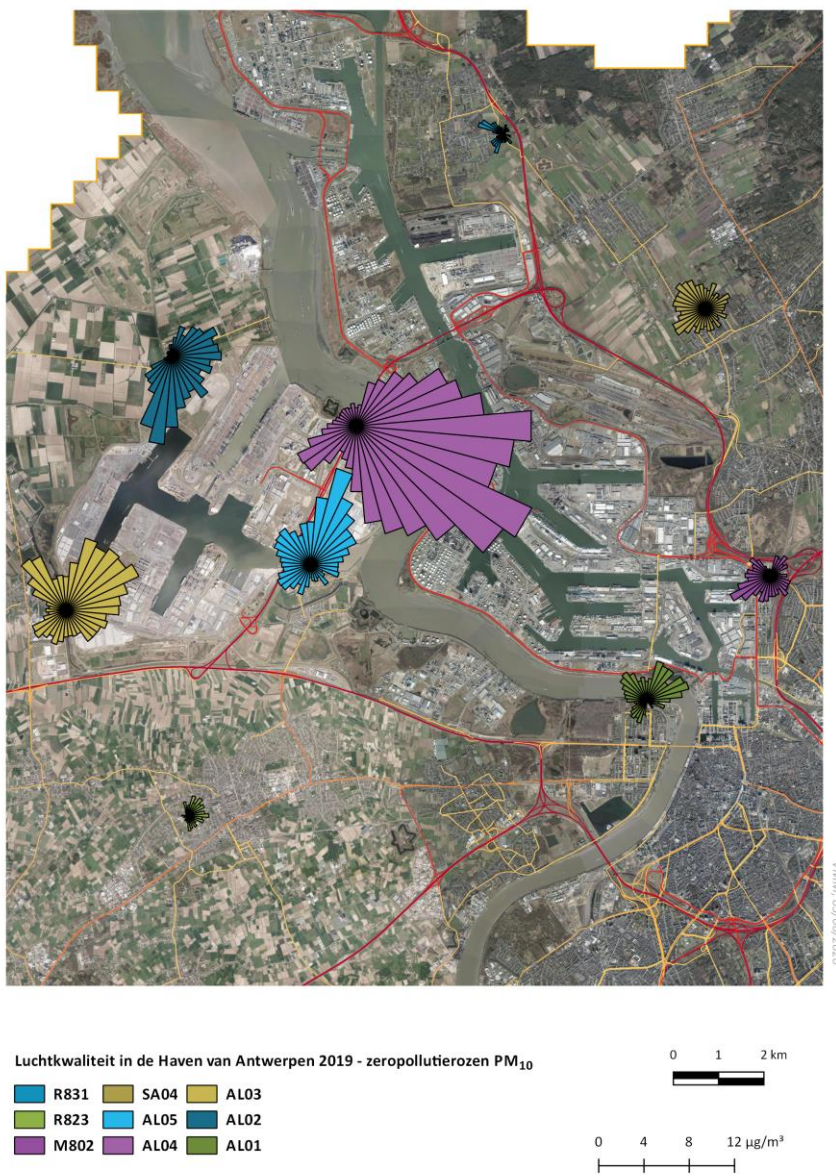


De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 5,6 en 8,0 µg/m³.

Bij deels secundair gevormde pollutanten zoals PM₁₀ heeft de achtergrondconcentratie een dominante invloed op de lokale concentratie. Om de lokale bronnen te identificeren worden daarom zeropollutierozen gemaakt. Meer informatie over deze methode staat in bijlage 5. Figuur 32 toont de zeropollutierozen voor de PM₁₀-meetplaatsen in de Antwerpse haven.

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 autosnelweg in zuidoostelijke sector is zichtbaar. Op de meetplaats nabij de Liefkenshoektunnel (AL04) is er een duidelijke bron in zuidoostelijke richting (zie ook 1.3.4). Op de meetplaats in Meerminnedam (R823) is er opnieuw invloed merkbaar uit zuidoostelijke richting.

Figuur 32: Zeropollutierozen voor PM₁₀ in de Antwerpse haven in 2019



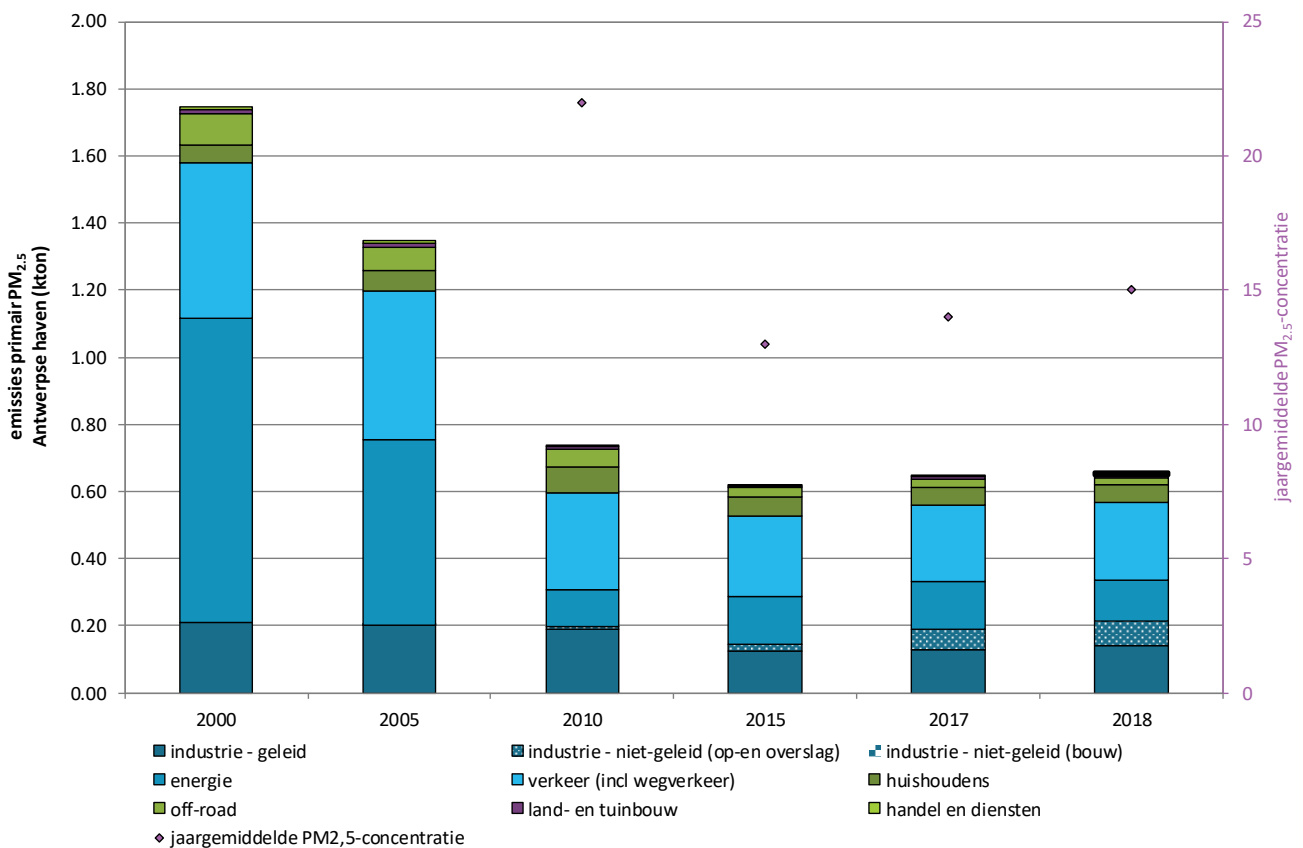
1.3.2 PM_{2,5}

1.3.2.1 Emissie van PM_{2,5}

Figuur 33 toont de primaire PM_{2,5}-emissies in de Antwerpse haven voor de verschillende sectoren. Voor deze gegevens is de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (zie bijlage 2). Vorige jaren werd een andere afbakening gebruikt. Ook een optimalisatie van automatisatieprocessen voor de bevraging van de databank leidde tot licht andere cijfers. Deze gegevens kunnen daarom ook verschillen van eerder gerapporteerde cijfers en dit voor de volledige tijdsreeks.

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 2018. De belangrijkste sector in 2000 was de energiesector. Deze sector kende de grootste daling van alle sectoren tussen 2000 en 2018. Industrie kent ook hier drie fracties, de geleide emissies, de niet-geleide emissies (bouw) en de niet-geleide emissies van op- en overslag. Net zoals bij PM₁₀ geldt sinds 2014 een rapporteringsplicht voor op- en overslag, wat resulteerde in een hoger aandeel hiervan in de daaropvolgende jaren. Deze fractie heeft echter minder impact op de totale PM_{2,5}-emissie in vergelijking met PM₁₀. In 2018 is het verkeer de belangrijkste bron van rechtstreeks uitgestoten PM_{2,5}. Deze sector kende in de periode 2000-2018 ook een wezenlijke daling. De emissies van de andere sectoren zijn veel kleiner ten opzichte van deze drie sectoren. De offroad-emissie bedroeg in 2000 nog 5 % van de totale emissies, in 2018 is dit 3 %.

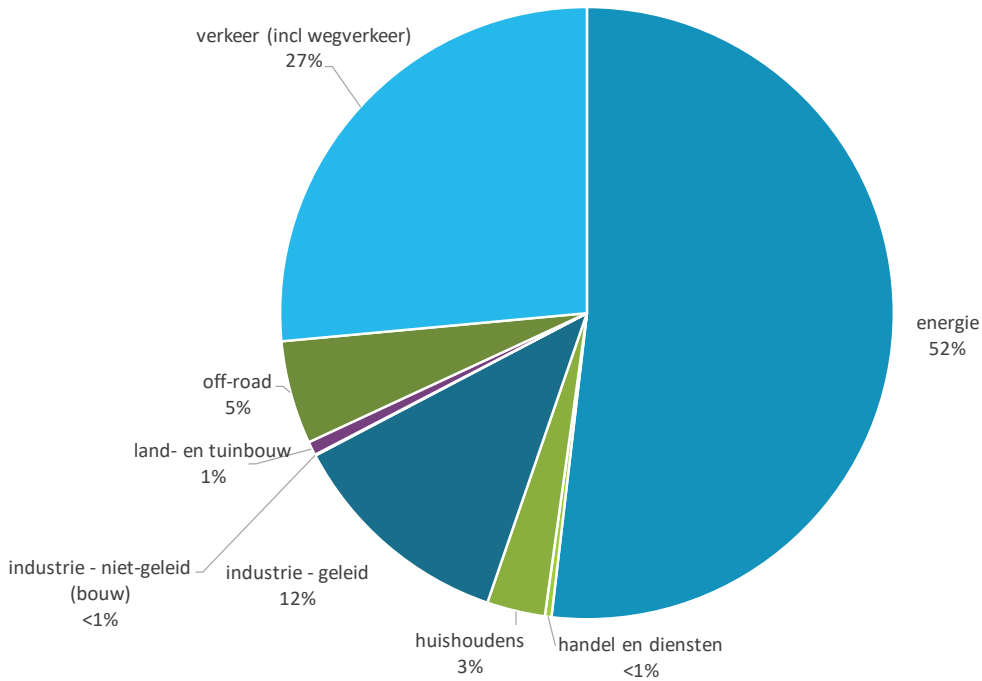
Figuur 33: Emissie van primair PM_{2,5}-emissie en jaargemiddelde in de Antwerpse haven



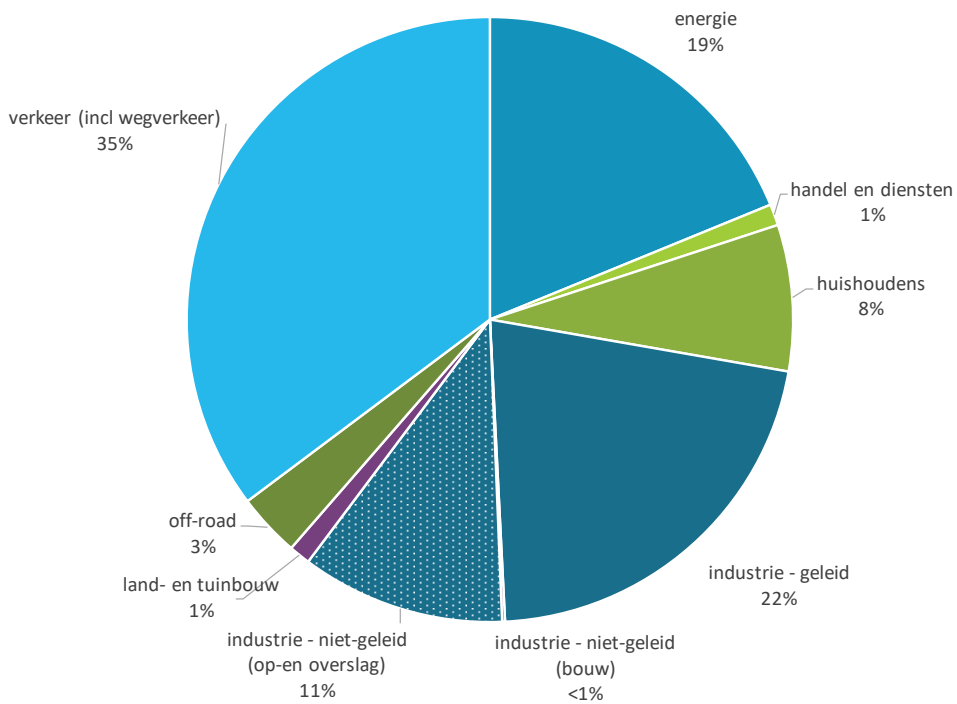
Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 34: Aandeel sectoren in primaire PM_{2,5}-emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2018

PM_{2,5}-emissies, haven, 2000



PM_{2,5}-emissies, haven, 2018



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

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

Tabel 6 toont een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste, 90ste en het 98ste percentiel van de uurwaarden – uitgedrukt in µg/m³ – voor PM_{2,5}. Het virtueel gemiddelde voor de haven is gelijk aan het virtueel gemiddelde voor Vlaanderen en voor het stedelijk en industrieel typegebied.

Tabel 6: Belangrijkste statistische parameters voor PM_{2,5}

UURWAARDEN PM _{2,5} (µg/m ³) Meetplaats	2017				2018				2019			
	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98
Wandelijk (AL01)	14	10	28	54	14	11	29	48	13	9	26	45
Doel (AL02*)	11 [#]	9 [#]	22 [#]	37 [#]	15	12	31	50	13	9	27	45
Watermolendijkweg (AL03*)	14	10	30	56	16	12	33	53	14	10	28	49
Liefkenshoektunnel (AL04)	16	12	32	58	15	11	30	48	14	10	28	48
Sluis Kallo (AL05*)	11 [#]	9 [#]	23 [#]	38 [#]	15	11	30	51	13	9	27	45
Luchtbal (M802*)	14	10	29	55	14	11	30	47	12	9	25	43
Polderdijkweg (R822)	/	/	/	/	/	/	/	/	13 [#]	11 [#]	24 [#]	34 [#]
Berendrecht (R831*)	13	10	27	50	14	10	28	46	12	9	25	42
Hoevenen (SA04*)	14	10	29	54	14	11	30	49	13	9	27	46
Virtueel gemiddelde haven	14	10	29	55	15	11	30	48	13	9	26	44
Meerminendam (R823)	14	10	29	53	14	11	29	47	12	9	25	43

[#]: <90 % databeschikbaarheid; * gerapporteerd aan Europa (BEF01S).

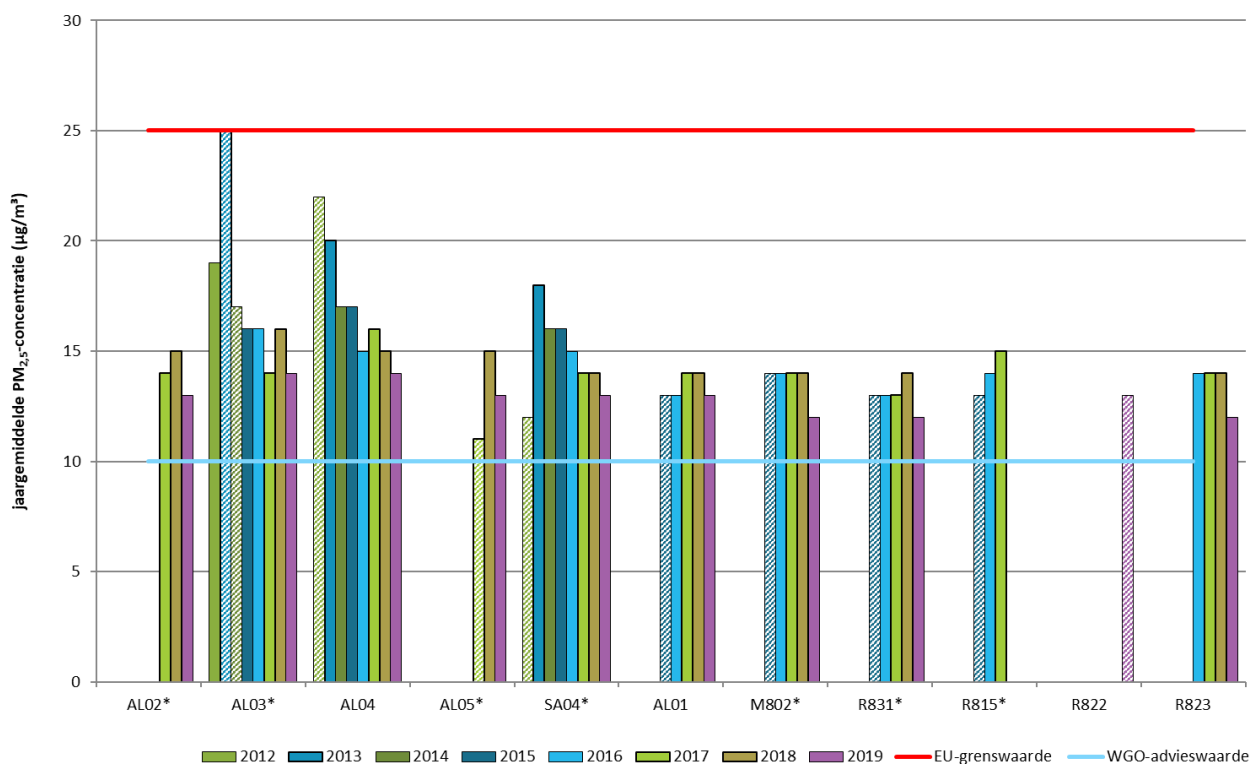
Figuur 35 toont het PM_{2,5}-jaargemiddelde op basis van uurwaarden. Voor het virtuele gemiddelde wordt geen tijdsreeks getoond omdat het aantal meetstations de voorbije jaren sterk fluctueerde.

In deze figuur en in de tabel zien we dat de jaargemiddelden op alle meetplaatsen met voldoende databeschikbaarheid de Europese grenswaarde van 25 µg/m³ respecteerden. De toekomstige indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³, te behalen tegen 2020, werd ook al gehaald. De WGO-advieswaarde van 10 µg/m³ werd op geen enkele meetplaats gehaald.

Op de meetplaats aan de Watermolendijkweg in Beveren (AL03) en de Liefkenshoektunnel (AL04) werd in 2019 het hoogste jaargemiddelde van de meetplaatsen opgemeten, namelijk 14 µg/m³. De jaargemiddelden liggen voor alle meetplaatsen vrij dicht bij elkaar. Tussen het hoogste en laagste jaargemiddelde zit 2 µg/m³. In 2019 kenden alle meetstations een daling van de concentratie ten opzichte van 2018.



Figuur 35: Evolutie PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Cijfers op basis van uurwaarden; *: gerapporteerd naar Europa (BEFS01); Gearceerde balken geven beperkte databeschikbaarheid aan.

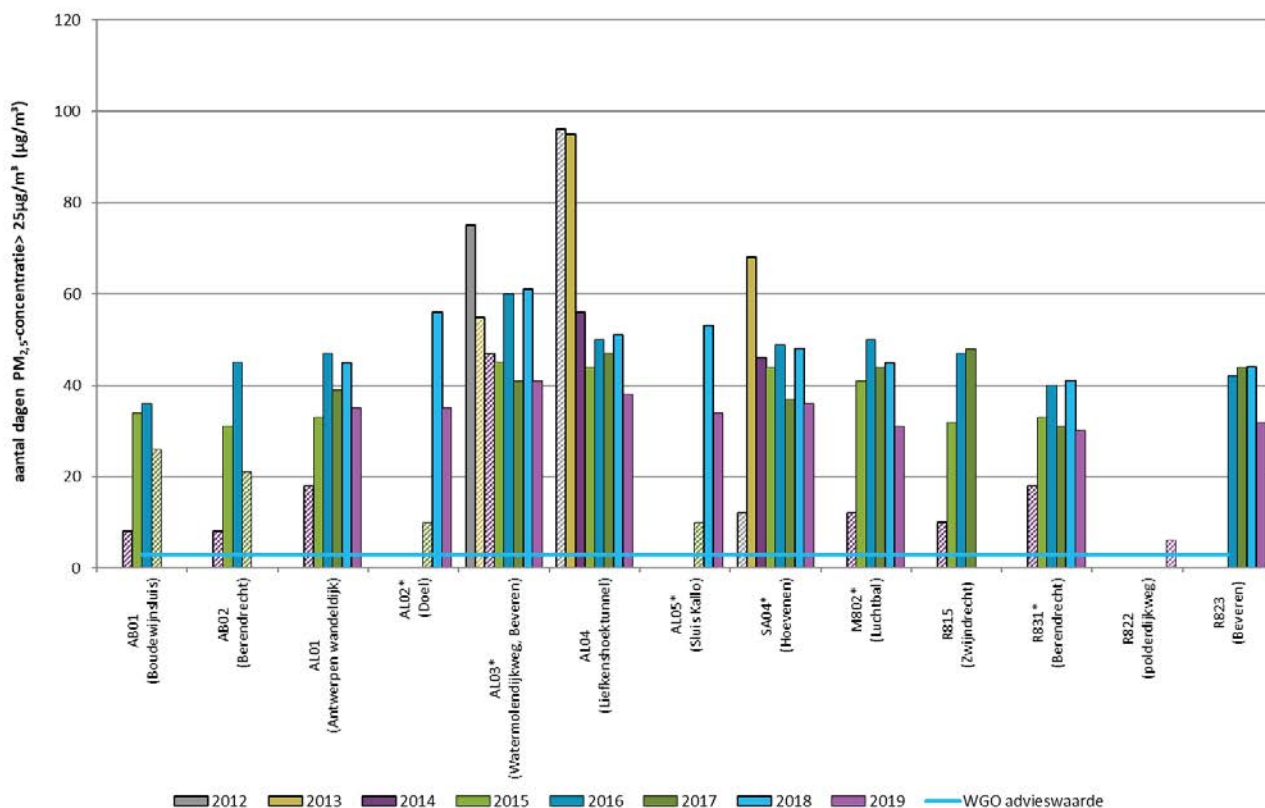
Tabel 7 en Figuur 36 toont het aantal dagen met een PM_{2,5}-dagconcentratie > 25 µg/m³ van de verschillende meetplaatsen in de Antwerpse haven. Hierbij zien we dat in 2016, 2017 en 2018 de WGO-dagadvieswaarde van maximaal 3 dagen met een concentratie > 25 µg/m³ op geen enkele meetplaats wordt gehaald.

Tabel 7: Aantal dagen met een PM_{2,5}-dagconcentratie > 25 µg/m³

Aantal dagen PM _{2,5} -concentratie > 25 µg/m ³ Meetplaats	2017	2018	2019
Wandelijk (AL01)	39	45	35
Doel (AL02*)	10 [#]	56	35
Watermolendijkweg (AL03*)	41	61	41
Liefkenshoektunnel (AL04)	47	51	38
Sluis Kallo (AL05*)	10 [#]	53	34
Luchtbal (M802*)	44	45	31
Berendrecht (R831*)	31	41	30
Polderdijkweg (R822)	/	/	6 [#]
Hoevenen (SA04*)	37	48	36
Meerminendam (R823)	44	44	32

databeschikbaarheid minder dan 90%; * gerapporteerd aan Europa (BEF01S).

Figuur 36: Evolutie PM_{2,5}-daggemiddelde in de Antwerpse haven

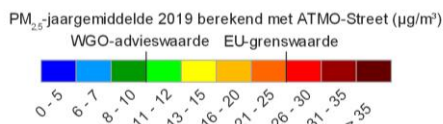
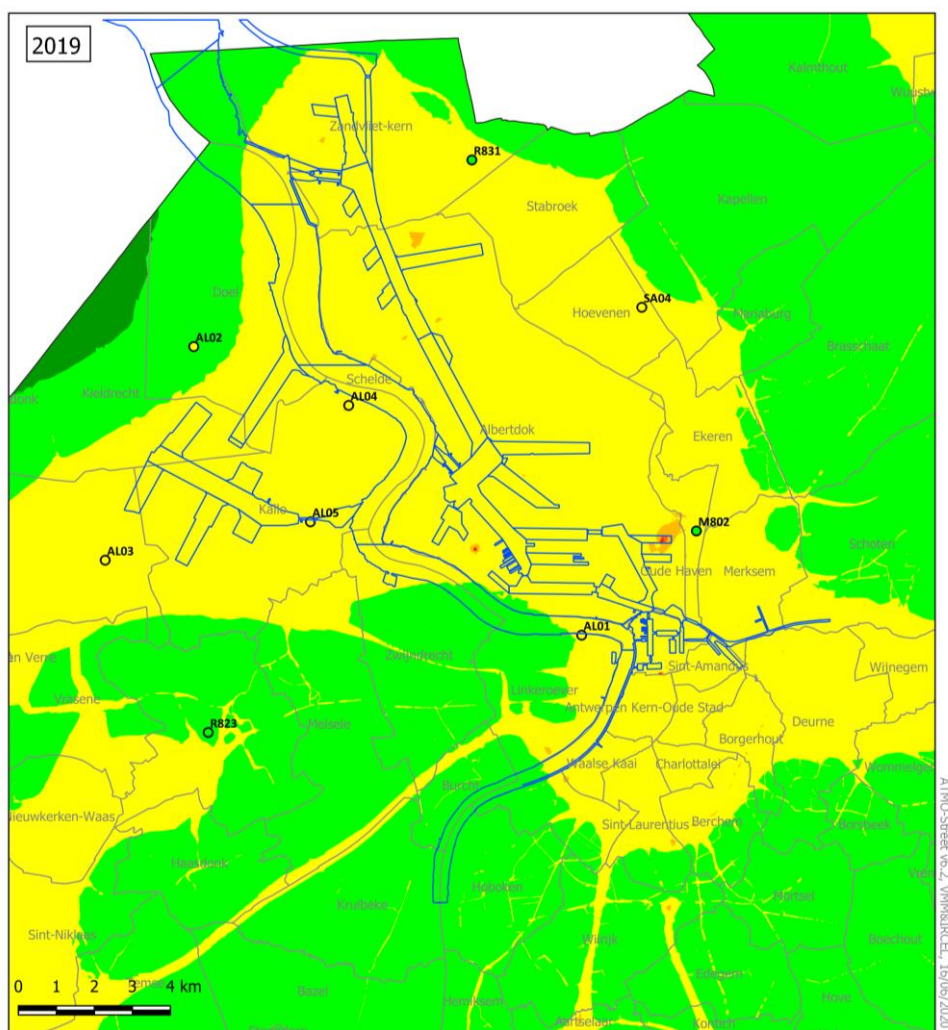


*: gerapporteerd naar Europa (BEFS01); gearceerde balken geven beperkte databeschikbaarheid aan.

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

Figuur 37 toont de ATMOStreet-gemodelleerde verspreiding voor PM_{2,5} in het havengebied. De berekeningsmethode kan echter een over- of onderschatting geven op bepaalde plaatsen en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Meer uitleg over deze methodiek staat in bijlage 5. De Antwerpse ring R2 en de A12 Antwerpen – Bergen Op Zoom vertonen verhoogde concentraties. Ook in het havengebied zijn er hogere concentraties zichtbaar.

Figuur 37: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2019



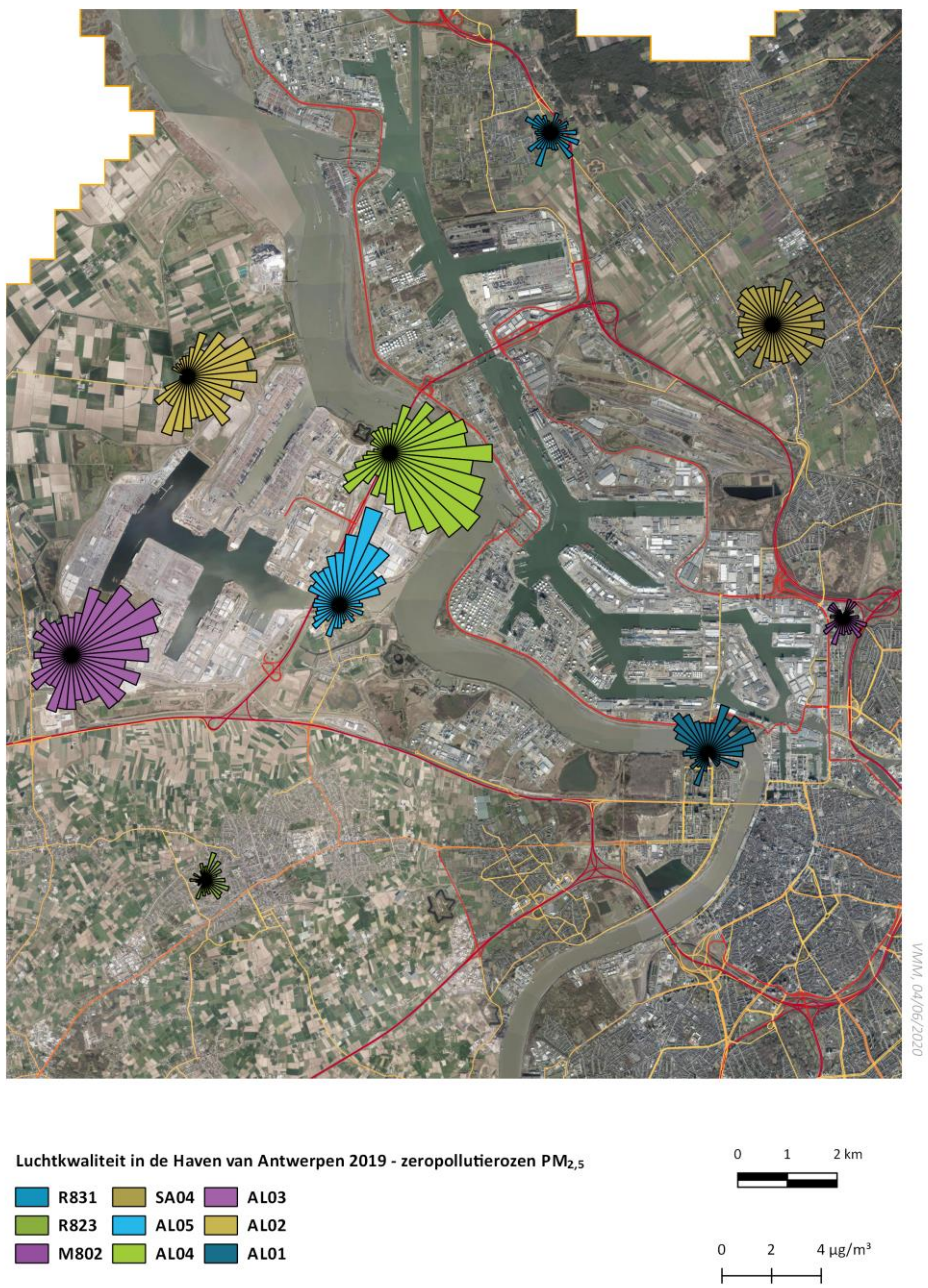
De gemodelleerde waarden kunnen afwijken van de werkelijkheid door onzekerheden in de RIO-interpolatietechniek en emissies en door de kwaliteit van de lokale verkeersstatistieken. Het effect van street canyons werd in rekening gebracht, tijdelijke verkeerssituaties of het herhaaldelijk opwaaien van stof door verkeer niet.

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

De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 2,9 en 4,4 µg/m³.

Figuur 38 toont de zeropollutierozen van PM_{2.5} voor 2019. De zeropollutierozen op de meetlocaties AL02, AL03, AL04 en AL05 geven in het westen van de haven verschillende bronnen aan in de omgeving van het Deurganckdok en het Waaslandkanaal. De zeropollutieroos op AL04 geeft daarnaast ook een bron in zuidoostelijke richting (zie ook 1.3.4). De verderaf gelegen meetstations AL01, R823, R833 en SA04 vertonen ook invloed van het havengebied. Op de locatie Antwerpen-Luchtbal (M802) is er zowel invloed van de haven als van de nabijgelegen verkeersassen zichtbaar.

Figuur 38: Zeropollutierozen PM_{2.5}-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2019



1.3.3 Zwarte koolstof

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

1.3.3.1 Tijdverloop en toetsing van de meetwaarden

Onderstaande tabel toont voor zwarte koolstof een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste, 90ste en het 98ste percentiel van de uurwaarden, uitgedrukt in $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabel 8: Belangrijkste statistische parameters voor zwarte koolstof

UURWAARDEN Zwarte koolstof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Meetplaats	2017				2018				2019			
	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98
Wandeldijk (AL01)	1,1	0,8	2,4	4,3	1,1	0,8	2,3	3,8	0,9	0,7	1,9	3,5
Liefkenshoektunnel (AL04)	1,5 [#]	1,2 [#]	3,1 [#]	4,8 [#]	1,5	1,2	2,9	4,6	1,3	0,9	2,6	4,3
Sluis Kallo (AL05*)	1,2 [#]	0,9 [#]	2,4 [#]	4,1 [#]	1,4	1,0	2,8	4,4	1,2	0,9	2,4	4,2
Luchtbal (M802*)	1,6	1,2	3,3	6,1	1,5	1,1	3,1	5,7	1,2	0,8	2,5	4,8
Hoevenen (SA04*)	1,1	0,8	2,4	4,5	1,1	0,7	2,2	4,3	1,0	0,7	2,0	4,3
Virtueel gemiddelde haven	1,4	1,0	2,8	4,8	1,3	1,0	2,6	4,3	1,1	0,8	2,2	4,0

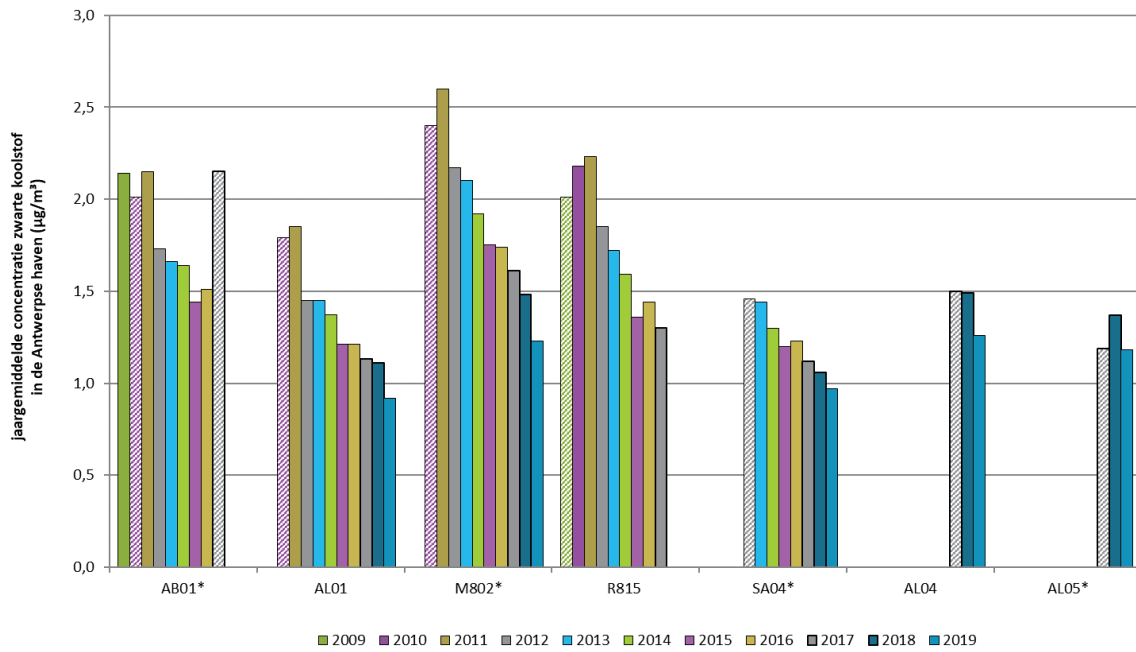
[#] < 90 % databeschikbaarheid; * gerapporteerd aan Europa (BEF01S).

Bovenstaande tabel toont dat het virtueel gemiddelde in 2019 voor zwarte koolstof in de Antwerpse haven $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedroeg. Het virtueel gemiddelde voor Vlaanderen voor zwarte koolstof is ook $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het hoogste jaargemiddelde was $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aan de Liefkenshoektunnel (AL04), wat lager is dan de virtuele meetplaats 'verkeer' ($1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Het laagste gemiddelde was $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op de meetplaats Antwerpen - Wandeldijk (AL01), dit ligt tussen de virtuele meetplaats 'landelijk' ($0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en de virtuele meetplaats 'voorstedelijk' ($0,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

In Figuur 39 zien we de evolutie van het jaargemiddelde van zwarte koolstof op basis van uurwaarden, in de periode 2009 - 2019. Over de volledige periode is er een dalende trend zichtbaar.

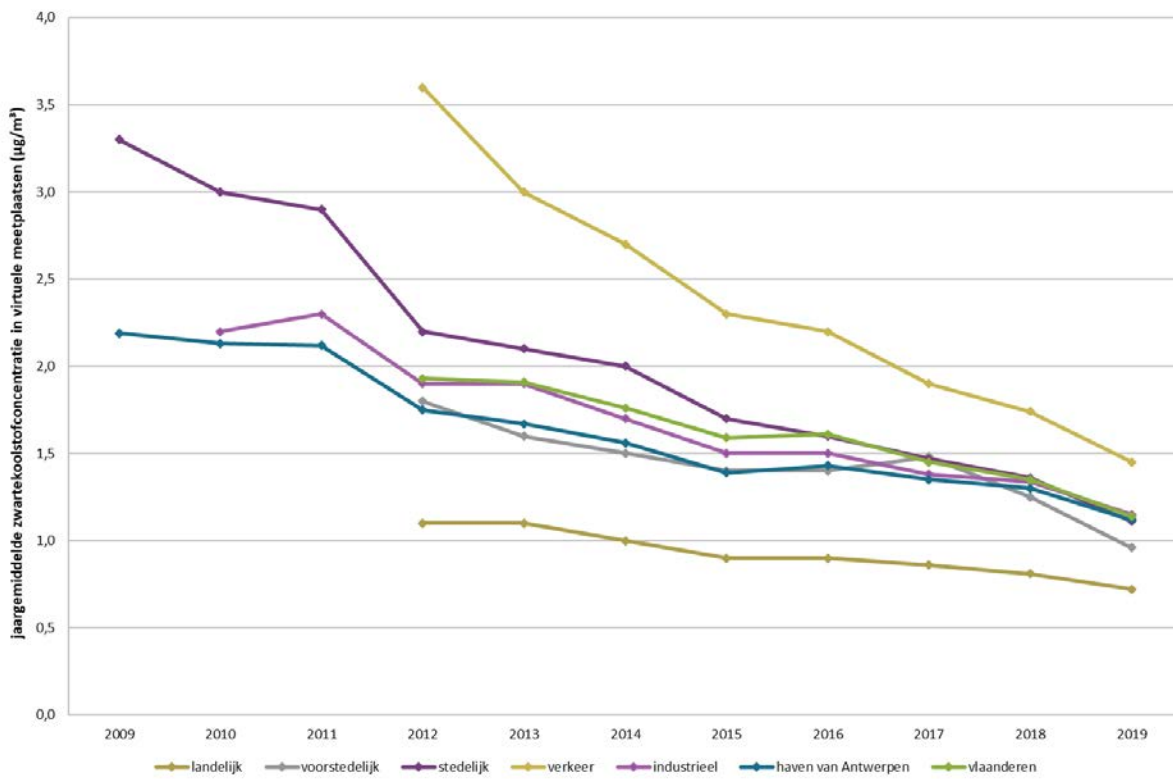
Figuur 40 toont het jaargemiddelde van zwarte koolstof op basis van uurwaarden, van de virtuele meetplaatsen. Op de figuur zien we dat net zoals in de haven van Antwerpen ook op andere virtuele meetplaatsen in Vlaanderen het jaargemiddelde van zwarte koolstof een dalend verloop kent. Het virtueel gemiddelde van de Antwerpse haven is in 2019 gelijk aan het virtueel gemiddelde voor Vlaanderen.

Figuur 39: Evolutie jaargemiddelden zwarte koolstof in de Antwerpse haven



*gerapporteerd aan Europa (BEF01S); Gearceerde balken geven beperkte databeschikbaarheid weer.

Figuur 40: Evolutie zwarte koolstofconcentraties op verschillende virtuele meetplaatsen

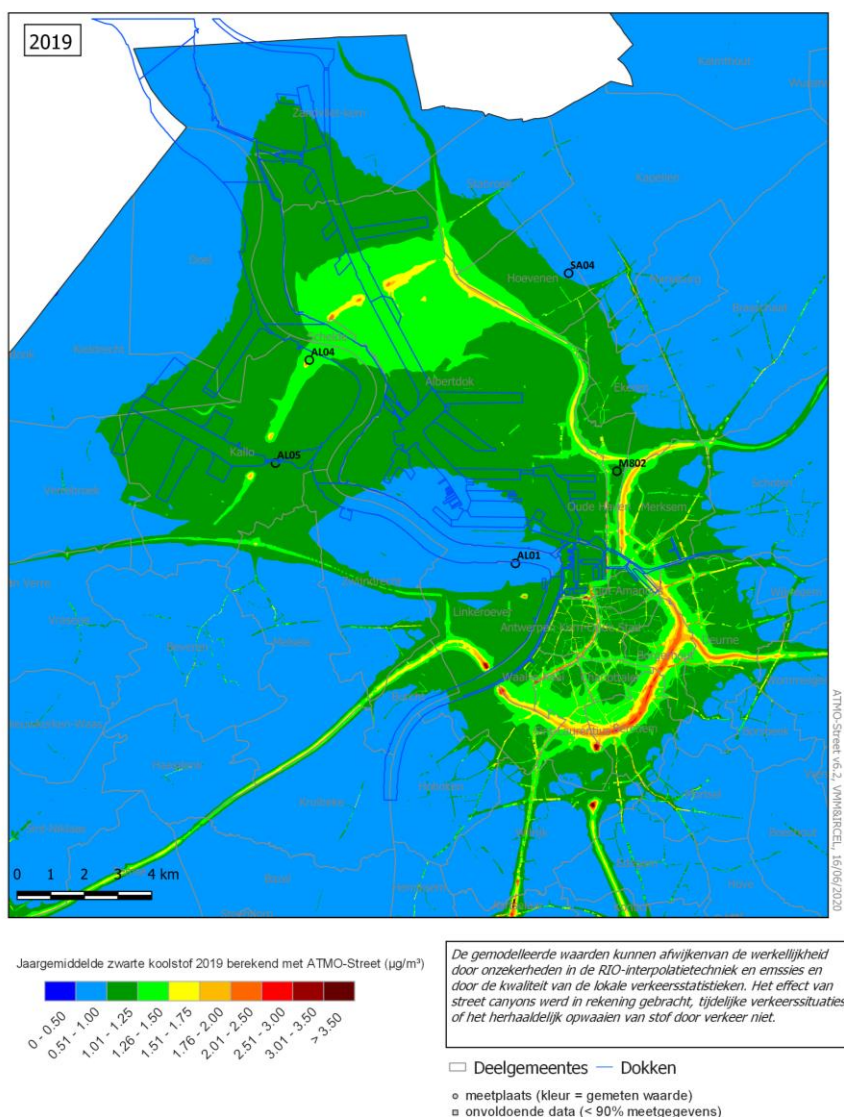


1.3.3.2 Geografische spreiding van zwarte koolstof

Figuur 41 toont de ATMOStreet gemodelleerde jaargemiddelde concentratie van zwarte koolstof. Meer informatie over de methodiek staat in bijlage 5. 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 de verhoogde concentraties aan de Antwerpse ring, de omliggende autosnelweg en drukke toegangswegen.

Figuur 41: Gemodelleerd jaargemiddelde van zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2019



De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 0,54 en 0,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

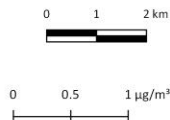
Om lokale invloeden op de zwartekoolstofconcentraties te bekijken, werden er pollutierozen en zeropollutierozen gemaakt. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 5. Figuur 42 toont de zeropollutierozen van zwarte koolstof op de kaart van het havengebied. Verschillende meetplaatsen met veel verkeer zoals verkeerswisselaars en tunnelmonden (Kennedytunnel) geven aanvoer van zwarte koolstof aan. Dit is het geval op de meetplaats Antwerpen-Luchtbal (M802) en Liefkenshoektunnel (AL04). Ook industriële bronnen beïnvloeden de zwartekoolstofconcentratie op verschillende meetplaatsen, bv. op Antwerpen-Wandeldijk (AL01) en Antwerpen-Luchtbal (M802). De verderaf gelegen meetplaats in Hoevenen (SA04) kent voor deze pollutie slechts weinig invloed van havenactiviteiten. Zwarte koolstof heeft een sterke concentratiegradiënt en kent een grotere invloed door lokale bronnen.

Figuur 42: Zeropollutierozen voor zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2019



Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2019 - zeropollutierozen zwarte koolstof

- M802
- SA04
- AL05
- AL04
- AL01



1.3.4 Analyse fijnstofconcentraties op AL04 in relatie tot opstart PETcoke-installatie.

In 2018 werd een Pet-coke installatie in gebruik genomen. Hierbij is er vermoeden dat deze aanleiding geeft tot hoge stofconcentraties. In dezelfde periode werden ook piekwaarden opgemerkt op de meetplaats Liefkenshoektunnel. In dit deel bekijken we de concentraties in detail om de bron te achterhalen. In de omgeving liggen drie meetstations waarop fijnstofmetingen gebeuren. Een overzicht staat in Tabel 9.

Tabel 9: Overzicht relevante meetplaatsen en metingen in de buurt van de PETcoke installatie

	PM ₁₀	PM _{2,5}	Zwarte koolstof
Liefkenshoektunnel (AL04)	x	x	x
Sluis Kallo (AL05)	x	x	x
Polderdijkweg (R822)	x	x	

De PETcoke opslag ligt ten zuidoosten van de meetplaats Liefkenshoektunnel (AL04), ten oosten van de meetplaats Kallo Sluis (AL05) en ten noordwesten van de meetplaats Polderdijkweg (R822). De metingen op R822 werden opgestart in september 2019. De databeschikbaarheid op deze meetplaats is dus zeer beperkt en moet met de nodige omzichtigheid geïnterpreteerd worden.

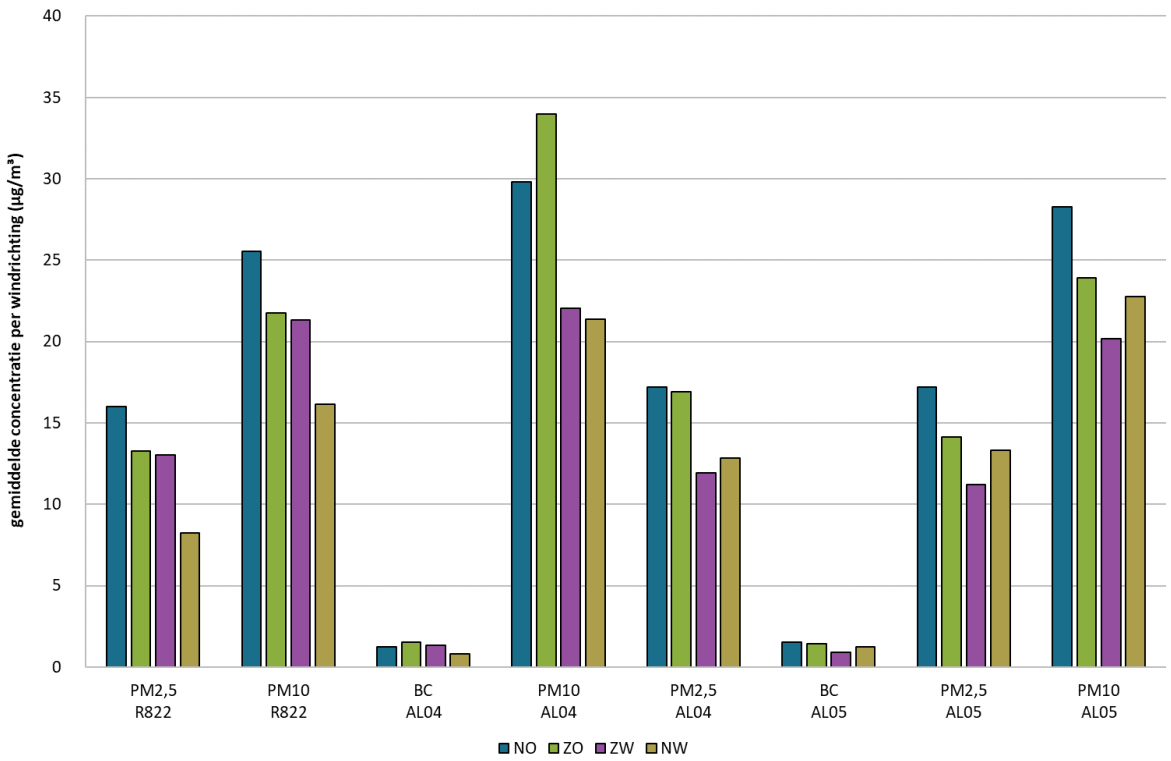
Wanneer we de gemiddelde concentraties per windrichtingkwadrant vergelijken in Figuur 43 zien we vooral voor PM₁₀ en in minder mate voor zwarte koolstof hogere concentraties op AL04 in zuidoostelijke richting. PM_{2,5} geeft uit die richting geen verhoogde concentraties. Op de andere meetplaatsen zijn de gemiddelde waarden uit de richting van de PETcoke-installatie niet hoger.

Figuur 44 toont de PM₁₀-zeropollutierozen in de omgeving van de PETcoke-installatie. Deze pollutierozen zijn gemaakt op basis van alle meetplaatsen in de haven, inclusief R822. Deze werd niet meegenomen in de pollutierozen op Figuur 32 wegens de beperkte databeschikbaarheid. De pollutierozen kunnen daarom licht verschillen.

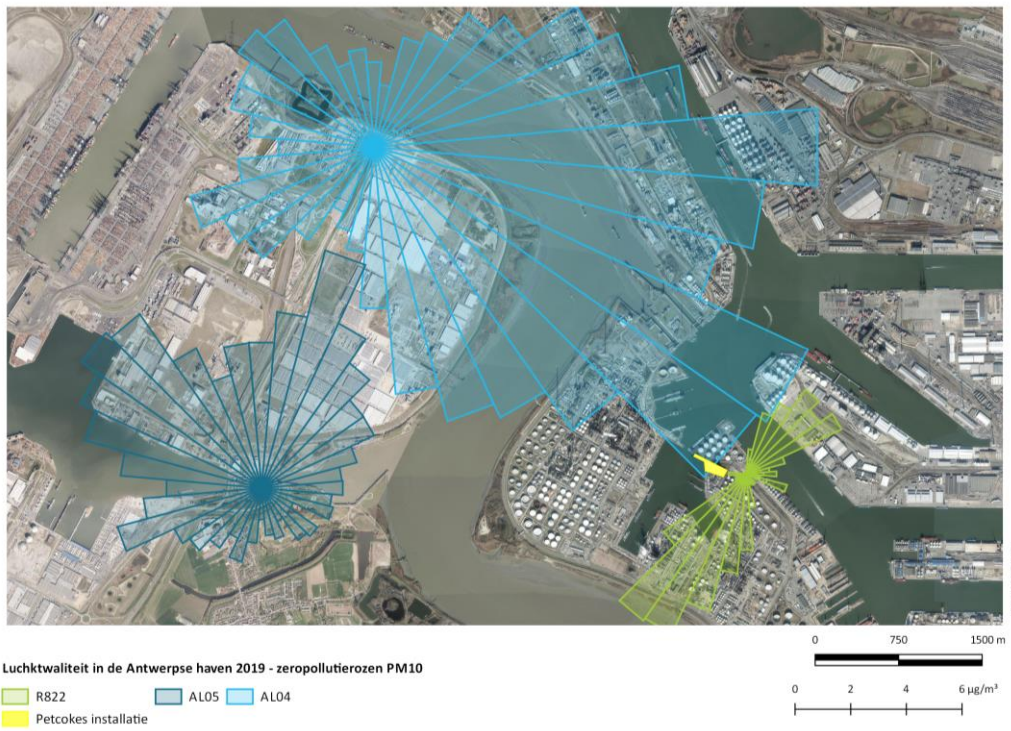
Op de figuur is duidelijk een bron zichtbaar op AL04 uit zuidoostelijke richting, de richting van de PETcoke installatie. Op de andere meetplaatsen is echter geen bron zichtbaar uit deze richting. Op de meetplaats aan Kallo Sluis (AL05) is er wel een duidelijke bron in noordoostelijke richting, in de richting van meetplaats Liefkenshoektunnel (AL04). De richting van beide windsegmenten samen wijst een grote bouwwerf als bron aan. Deze ligt dichtbij de meetplaats AL04 en geeft zeker deels een verklaring voor de hoge PM₁₀-piekwaarden die er werden opgemeten. Na afloop van de werken zal duidelijk worden of er nog piekwaarden worden gemeten die mogelijk afkomstig zijn van de PETcoke-installatie.



Figuur 43: Gemiddelde concentratie per windsegment



Figuur 44: PM₁₀-zeropollutierozen voor 2019 in de omgeving van de PETcoke-installatie



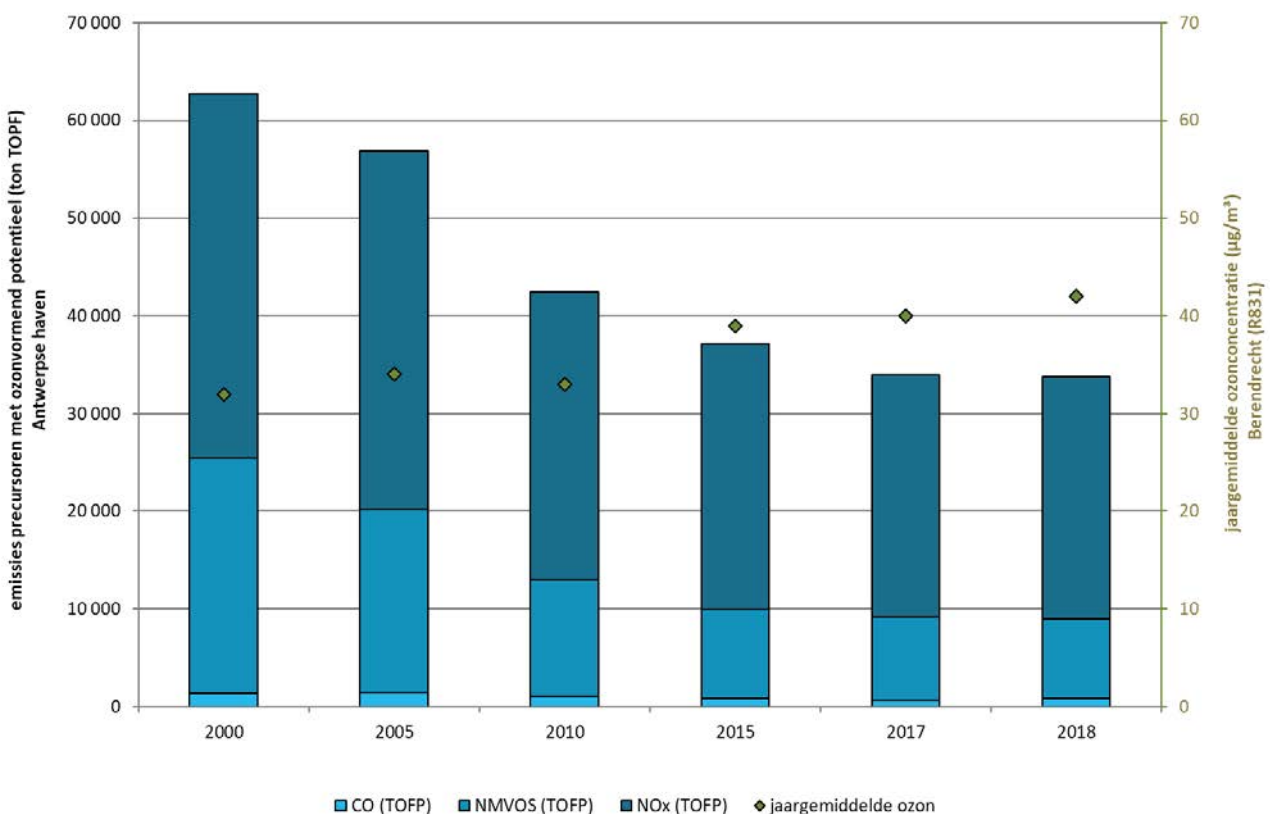
1.4 Ozon – O₃

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.

1.4.1 Emissies van ozonprecursoren

Figuur 45 toont de emissies van de verschillende precursoren met ozonvormend potentieel in de Antwerpse haven en het ozonjaargemiddelde voor de meetplaats Berendrecht (R831). Voor deze gegevens is de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (zie bijlage 2). Vorige jaren werd een andere afbakening gebruikt. Ook een optimalisatie van automatisatieprocessen voor de bevraging van de databank leidde tot licht andere cijfers. Deze gegevens kunnen daarom ook verschillen van eerder gerapporteerde cijfers en dit voor de volledige tijdsreeks.

Figuur 45: Emissies van precursoren met ozonvormend potentieel (ton TOFP-equivalent) en jaargemiddelde ozon in de Antwerpse haven



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

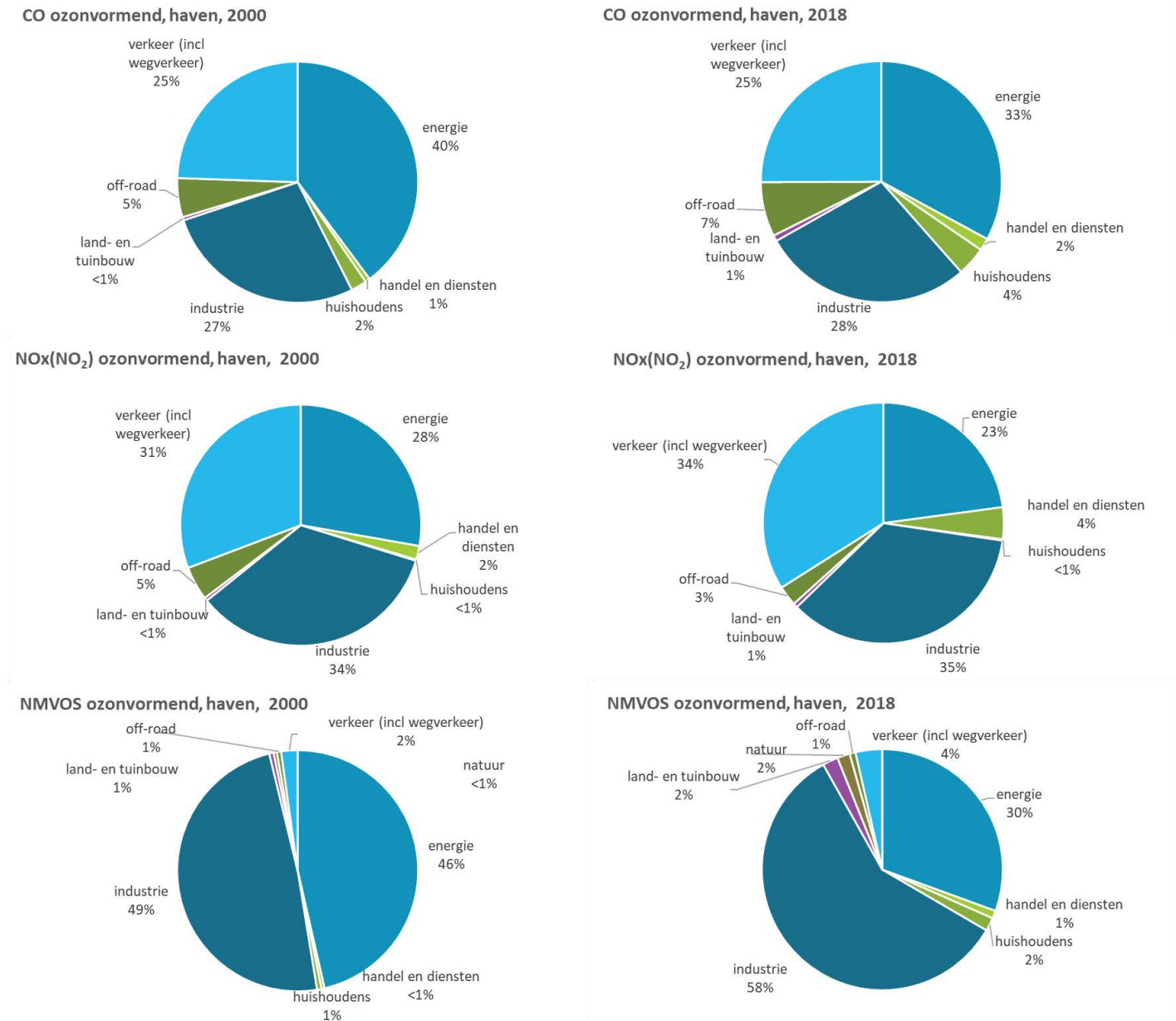
Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

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 2000-2018 was er een sterke daling van de uitstoot van ozonvormend potentieel. De jaargemiddelde ozonconcentratie kende echter een stijgend verloop. De verklaring voor het verschil in trends tussen de emissies van ozonprecursoren (dalend) en de jaargemiddelde concentraties (stijgend) is tweeledig. Enerzijds worden de jaargemiddelde ozonconcentraties niet enkel bepaald door de Vlaamse emissies van ozonprecursoren, maar is er altijd een achtergrondconcentratie aanwezig die bepaald wordt door de emissies uitgestoten in de hele noordelijke hemisfeer. Toenemende emissies van methaan en VOS in groei landen zoals China en India kunnen een rol spelen in de hogere achtergrondconcentraties in Vlaanderen. Anderzijds zorgt de uitstoot van stikstofoxides (NO_x) zowel voor ozonvorming via NO₂, als ozonafbraak via NO. De jaargemiddelde ozonconcentraties worden in Vlaanderen vooral bepaald door de mate waarin de achtergrondconcentraties worden afgebroken. De reductie van NO_x-emissies in Vlaanderen en de omringende regio's zorgen voor minder ozonafbraak, wat leidt tot hogere jaargemiddelde ozonconcentraties. De daling van de emissies van ozonprecursoren in Vlaanderen (en andere EU-landen) zorgden wel voor minder en minder intense ozonpieken. Figuur 46 toont de aandelen van de verschillende sectoren voor de ozonprecursoren NO_x(NO₂), CO en NMVOS voor de jaren 2000 en 2018 in de Antwerpse haven. Hierbij zien we dat bij de drie pollutanten telkens de sectoren energie, industrie en verkeer de belangrijkste sectoren zijn. In 2018 was voor CO de energiesector de belangrijkste bron, met voornamelijk de petroleumraffinaderijen. Voor NO_x (NO₂) was de sector industrie de grootste bron in 2018, zo ook voor NMVOS.



Figuur 46: Aandeel sectoren emissie precursoren met ozonvormend potentieel in de Antwerpse haven



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

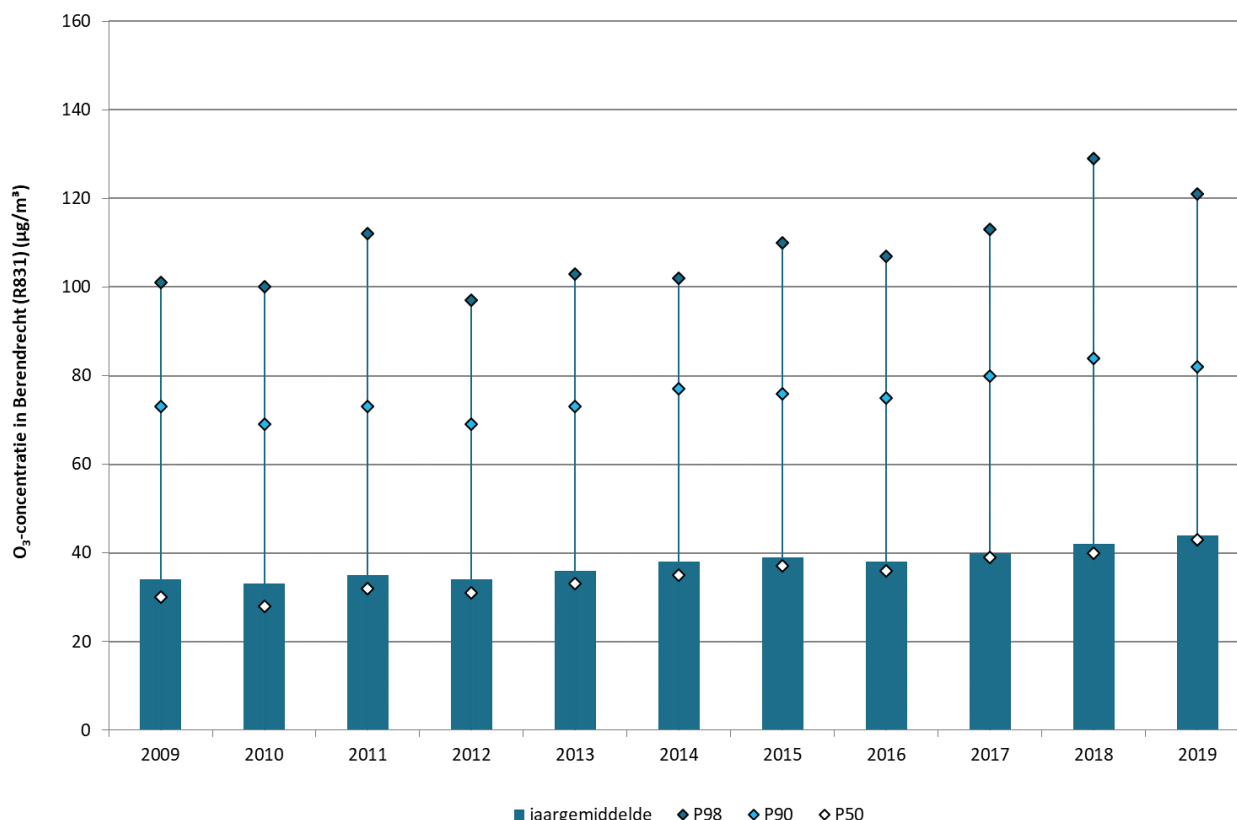
1.4.2 Trend en toetsing van O₃-meetwaarden

Figuur 47 vertoont een gestaag stijgend verloop van het jaargemiddelde. Het ozonjaargemiddelde op de meetplaats Berendrecht (R831) ligt 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 47: Evolutie O₃-concentraties in Berendrecht (R831)



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

Onderstaande tabel vat de belangrijkste statistische parameters voor ozon in de periode 2009-2019 samen.

Tabel 10: Belangrijkste statistische parameters voor O₃ in Berendrecht (R831)

UURWAARDEN											
O ₃ (µg/m ³)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
JG	34	33	35	34	36	38	39	38	40	42	44
P50	30	28	32	31	33	35	37	36	39	40	43
P90	73	69	73	69	73	77	76	75	80	84	82
P98	101	100	112	97	103	102	110	107	113	129	121
Max.	168	198	193	197	181	180	196	182	183	230	222

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. In de buurt van de meetplaats Berendrecht is er permanente bewoning, deze meetplaats is dus relevant voor de evaluatie van blootstelling van de bevolking. Meer informatie over de normering staat in bijlage 4.

Tabel 11: Toetsing aan informatie- en alarmprempe, streefwaarden, langetermijndoelstellingen en WGO-advieswaarde op meetplaats Berendrecht (R831)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
<i>EU-streefwaarde ter bescherming van de volksgezondheid^a (aantal)</i>	2	8	9	7	5	6	8	9	11	15	16
<i>EU-streefwaarde ter bescherming van de vegetatie^b((µg/m³).uren)</i>	5.242	8.034	5.535	5.742	7.047	6.838	6.772	7.125	8.018	10.244	10.332
<i>Informatiedrempel^c (µg/m³).</i>	0	5	1	4	1	0	10	1	1	9	11
<i>Alarmprempe^d (aantal)</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>WGO-advieswaarde^e (aantal)</i>	17	20	25	14	18	19	23	24	31	54	32

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: 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 jaren aan de Europese normen toetsen, kunnen we het volgende besluiten:

- De Europese 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. Het 3-jaargemiddelde bedroeg in 2019 16 dagen, wat lager is dan het maximum van 25 dagen. De laatste keer dat dit overschreden werd was in 2006. De langetermijndoelstelling, geen enkele overschrijding van 120 µg/m³ als hoogste 8-uurgemiddelde van een dag, werd niet gehaald.
- In 2019 waren er 11 overschrijdingen van de informatiedrempel van 180 µg/m³. De alarmprempe van 240 µg/m³ bleef de afgelopen jaren gerespecteerd.
- De EU-streefwaarde voor de bescherming van de vegetatie van 18.000 (µg/m³).uren, gemiddeld over 5 jaar, bleef ruimschoots gerespecteerd. De langetermijndoelstelling van 6.000 µg/m³ bereikten we in ozongunstige jaren zoals 2007, 2009, 2011 en 2012. In 2019 werd deze langetermijndoelstelling ruim 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. 2019 was een slecht jaar voor ozon.

1.5 Vluchtige organische stoffen – BTEX, VOS en A/K

In deze paragraaf bespreken we volgende componenten :

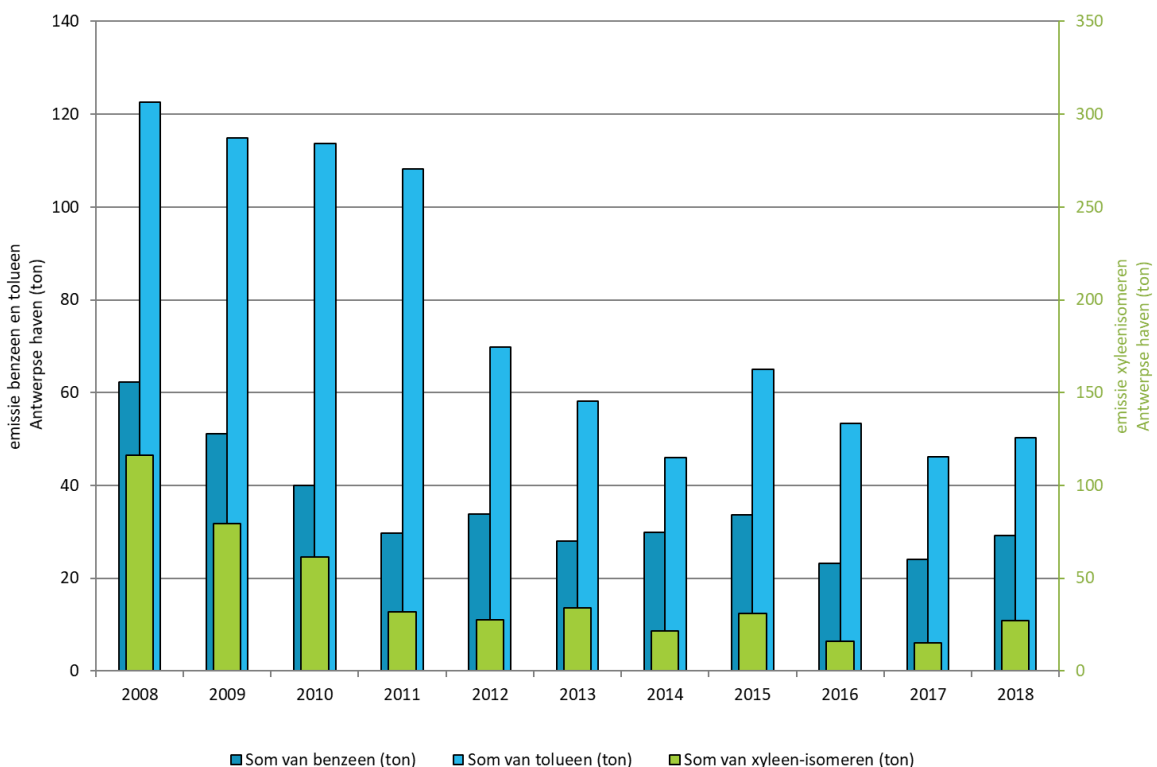
- benzeen, toluen, ethylbenzeen, xyleenisomeren (BTEX);
- een reeks van vluchtige organische stoffen (VOS);
- aldehyden en ketonen (A/K).

We bespreken de emissies van de BTEX-componenten en totaal NMVOS, de concentraties van beide groepen. Voor de BTEX bekijken we ook de geografische spreiding in de Antwerpse haven.

1.5.1 Emissies van benzeen, toluen en xyleenisomeren

De industriële emissies in Figuur 48 zijn afkomstig van het Team Emissie-inventaris Lucht van de VMM en geven enkel de emissies die de bedrijven in de Antwerpse haven rapporteren in het Integraal Milieujaarverslag (IMJV).

Figuur 48: Industriële IMJV-emissies benzeen, toluen en xyleenisomeren in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

De emissie van benzeen kent een dalend verloop tussen 2008 en 2011. Sinds 2011 dalen de gerapporteerde emissies van benzeen echter niet meer stelselmatig. Er is eerder een schommelend verloop vast te stellen, met opnieuw stijgende emissiewaarden vanaf 2016. In 2018 lag de benzeenemissie op hetzelfde niveau als die van 2011 en 2014.



De toluleenmissie kent over het algemeen een dalend verloop, vooral zichtbaar vanaf 2012. Na de sterke stijging in 2015, zien we in 2018 opnieuw een lichte toename van de emissiewaarden.

De emissies van de xyleenisomeren kennen tot en met 2012 een stelselmatige daling, daarna kennen ze een schommelend licht dalend verloop. In 2018 is de xyleenemissie sterk toegenomen, bijna tot het dubbele van de emissie in 2017.

1.5.2 Emissie van totaal NMVOS

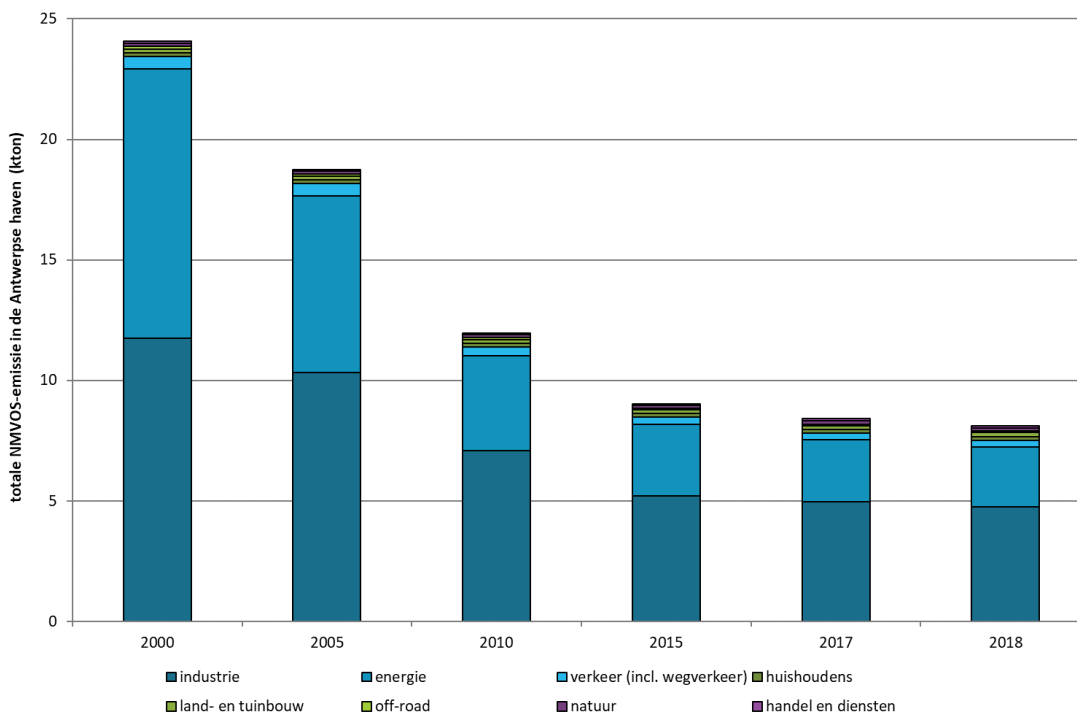
Figuur 49 toont de NMVOS-emissies in de Antwerpse haven voor de jaren 2000, 2005, 2010, 2015, 2017 en 2018 voor verschillende sectoren.

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 industrie en energie, samen goed voor zo'n 89 % van de emissies in 2018. Binnen de sector energie is ruim 97% van de NMVOS-emissies afkomstig van de petroleumraffinaderijen. De verkeersmissie bedroeg slechts een fractie van de emissies van de sectoren industrie en energie, meer bepaald 3,6 % in 2018 waarvan 85 % door scheepvaart. De overige sectoren hadden een verwaarloosbaar aandeel.

In de periode 2000 - 2015 daalden de NMVOS-emissies gestaag. Sindsdien stabiliseren de emissies.

Figuur 49: Evolutie totaal NMVOS-emissie in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

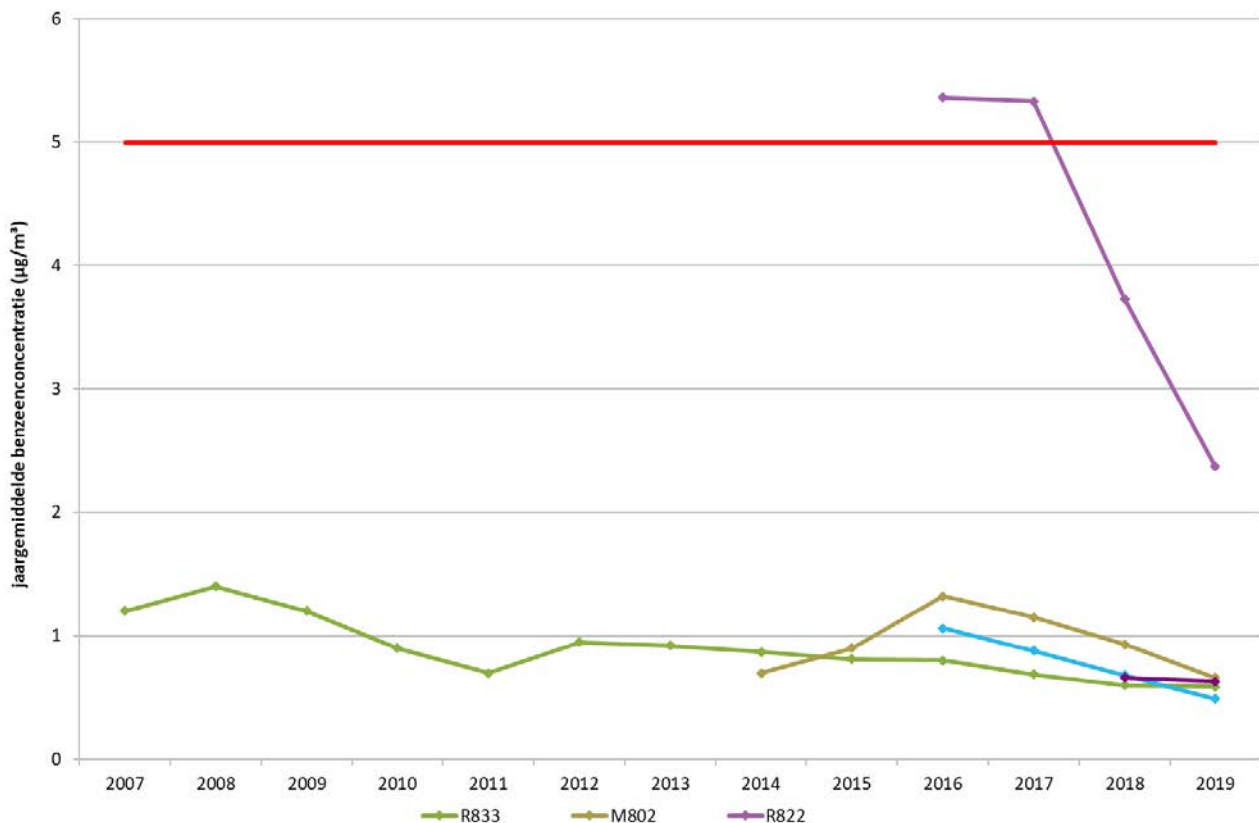


de nabijheid van de petrochemische industrie. Zowel het gemiddelde als de piekwaarden (P98) van benzeen lagen op deze meetplaats een stuk hoger dan op de andere meetplaatsen. In de omgeving meet de VMM ook benzeen op de meetplaatsen Ordamstraat (AT44), Wandeldijk (AL01), Stabroek (R833) en Luchtbal (M802). De benzeenwaarden in 2019 waren hier vergelijkbaar met elkaar.

Voor toluen noteerden we in 2019 de hoogste halfuurmaxima op de meetplaatsen Ordamstraat (AT44) en Polderdijkweg (R822). De concentraties bedroegen er respectievelijk 118,64 en 114,51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Op de locatie Polderdijkweg maten we ook het hoogste weekgemiddelde, 13,58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De weekgemiddeldes van toluen op de andere vier meetplaatsen lagen een stuk lager.

Figuur 50 tot en met Figuur 54 tonen de evolutie in de gemeten BTEX-componenten in de periode 2007-2019 op de meetplaatsen in de Antwerpse haven. Enkel het meetstation in Stabroek (R833) heeft een langere trend. Tot 2010 was er op de meetplaats Stabroek vooral een dalende trend, tussen 2010 en 2013 is er een schommelend verloop. Daarna stabiliseren de concentraties van alle pollutanten. Voor de andere meetplaatsen zijn geen duidelijke trends zichtbaar. In 2019 zijn de BTEX-concentraties op meetplaats Polderdijkweg (R822) wel sterk afgenomen. De BTEX-jaargemiddelden op de andere vier meetplaatsen zijn in 2019 vergelijkbaar met die van 2018.

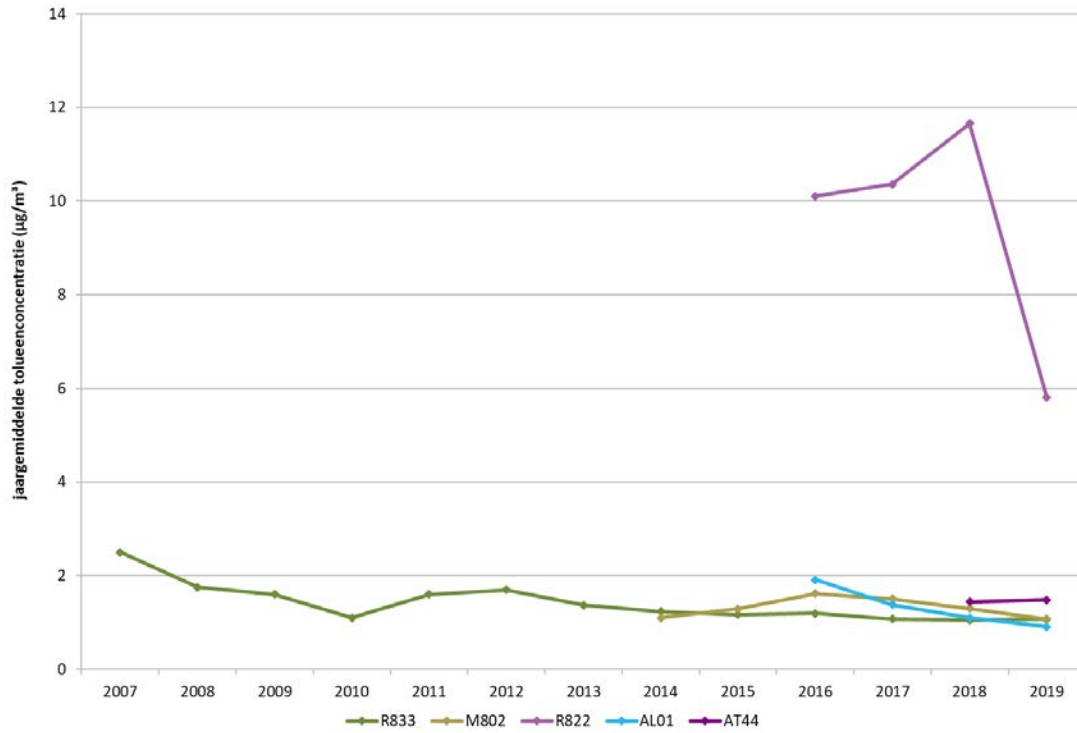
Figuur 50: Evolutie benzeenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84%); in 2016 op R822 (73 %); AL01 (27 %) in 2017 op R822 (78%).

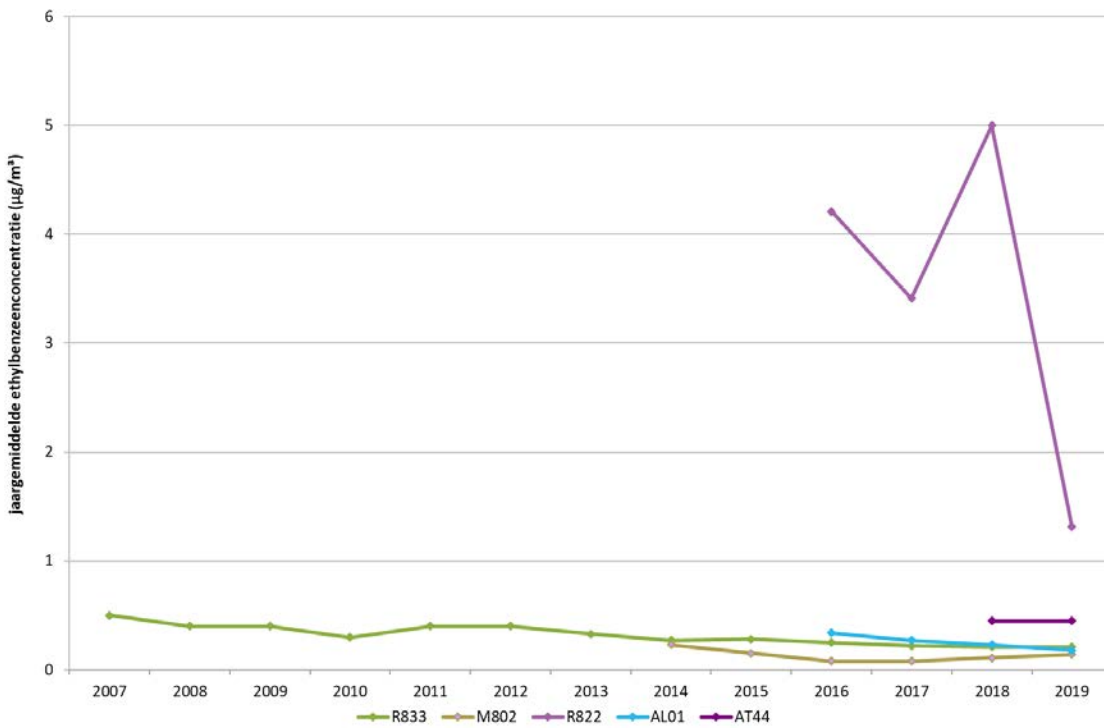


Figuur 51: Evolutie toluleenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84 %); in 2016 op R822 (76 %), AL01 (27 %).

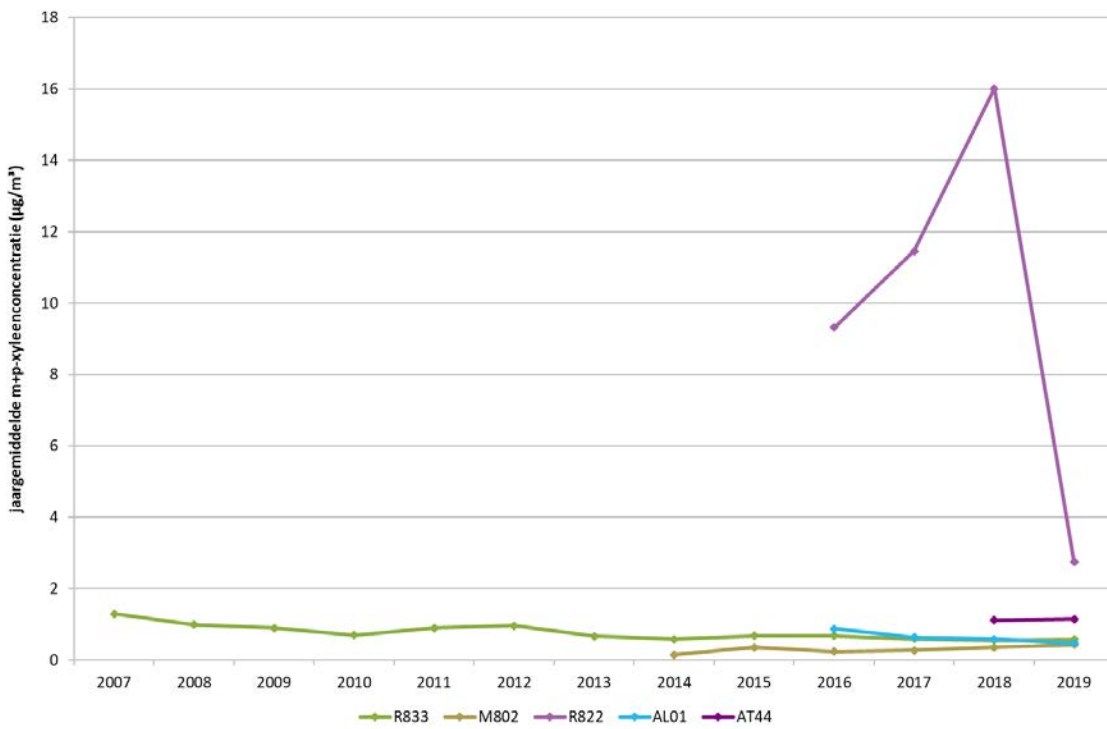
Figuur 52: Evolutie ethylbenzeenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84 %); in 2016 op R822 (75 %), AL01 (27 %).

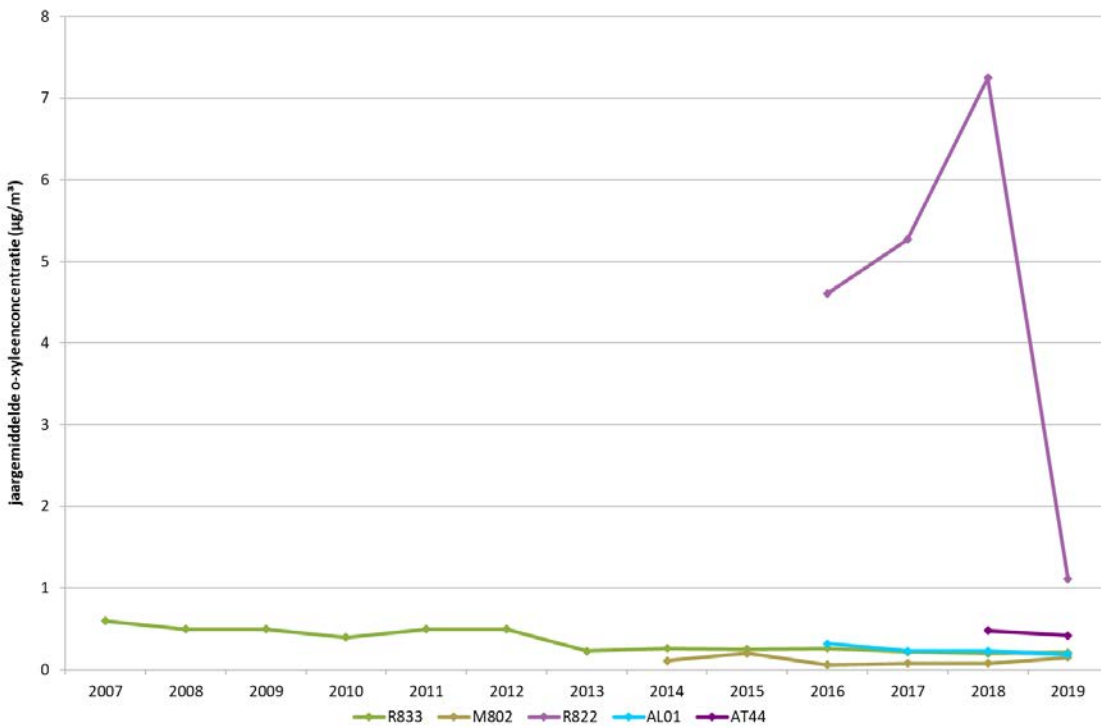


Figuur 53: Evolutie m+p-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84%); in 2016 op R822 (75%); AL01 (27%).

Figuur 54: Evolutie o-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84%); in 2016 op R822 (76%); AL01 (27%).



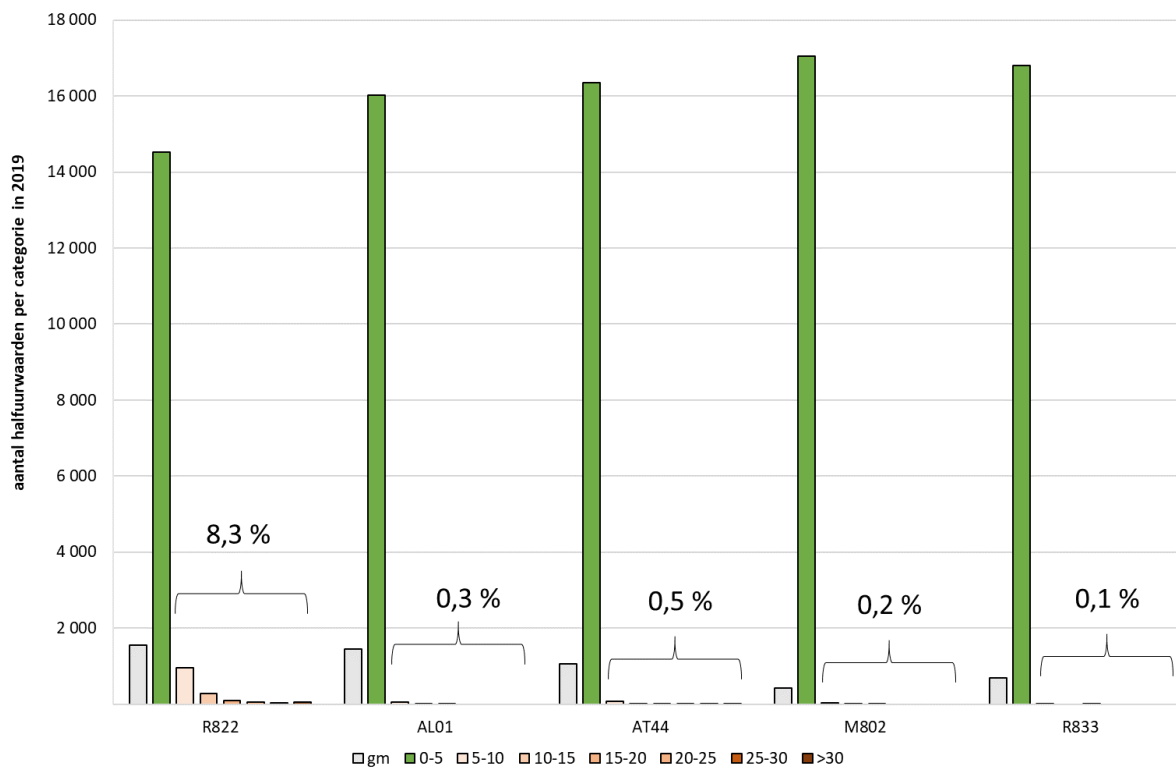
Benzeen is kankerverwekkend waardoor geen veilig niveau van blootstelling kan bepaald worden. De WGO drukt de schadelijkheid van benzeen uit als het aantal extra kankergevallen bij een levenslange blootstelling aan een bepaalde concentratie. Bij een levenslange benzeenconcentratie van $0,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zou er één extra kankergeval per 1.000.000 inwoners zijn. In de Antwerpse haven situeert afhankelijk van de locatie het kankerrisico zich tussen 1 extra kankergeval op 347.000 inwoners en 1 extra kankergeval op 72.000 inwoners als de huidige concentraties constant blijven in de tijd. Het agentschap Zorg en Gezondheid beoordeelt deze concentraties als gezondheidkundig niet verwaarloosbaar.

Om een duidelijker beeld te krijgen van de grote verschillen tussen de meetwaarden onderzoeken we de verdeling van de halfuurconcentraties. Figuur 55 toont de histogrammen van de benzeenconcentraties op de vijf meetplaatsen in de Antwerpse haven. Deze figuren geven het aantal halfuurmeetwaarden benzeen in categorieën weer per meetplaats voor 2019. De categorieën zijn:

- meetwaarden kleiner dan $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- diverse categorieën met meetwaarden $>5 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- een categorie ‘geen meetwaarde’ (gm).

De figuur toont voor de meetplaats in de Polderdijkweg (R822) een totaal ander beeld dan voor de andere meetplaatsen. Bij Polderdijkweg (R822) werden meer concentraties boven de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemeten. Ongeveer 8 % van de meetwaarden ligt er boven $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ terwijl dit percentage op de andere meetplaatsen minder dan 1 % bedraagt. Op de meetplaatsen Wandeldijk (AL01), Luchtbal (M802) en Stabroek (R833) kwamen zelfs geen halfuurconcentraties boven $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor.

Figuur 55: Histogram benzeenconcentraties in de Antwerpse haven



1.5.3.2 Geografische spreiding van BTEX-componenten

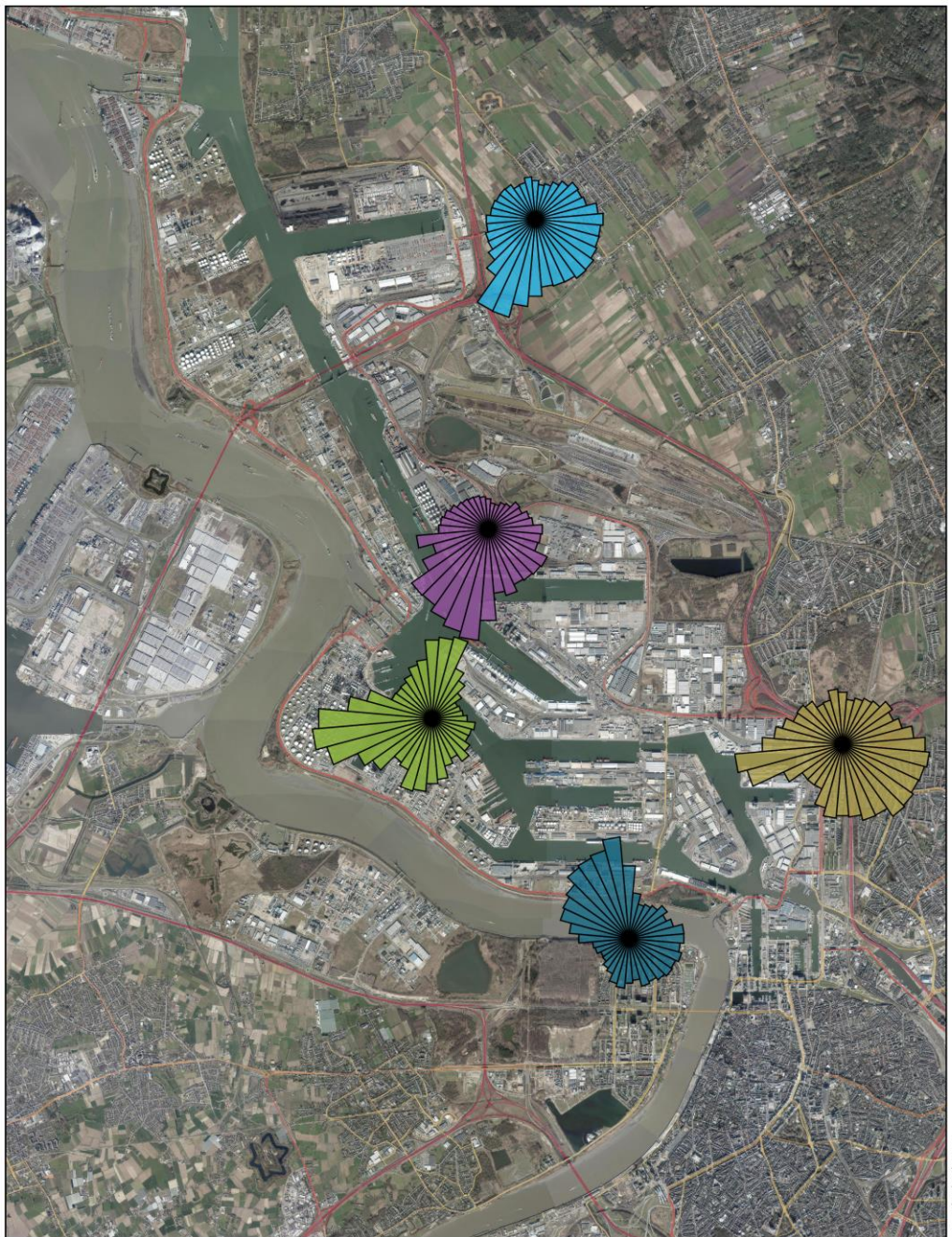
Figuur 56 tot en met Figuur 60 tonen de pollutierozen van benzeen, toluen, ethylbenzeen en de xyleenisomeren op de verschillende meetplaatsen in de Antwerpse haven in 2019. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 5. In het havengebied worden de BTEX-componenten op vijf locaties gemeten. De locaties Antwerpen Luchtbal (M802), Antwerpen-Wandeldijk (AL01) en Stabroek (R833) zijn gelegen op locaties dichtbij bewoning. De locaties Polderdijkweg (R822) en Ordamstraat (AT44) liggen op een industriële locatie.

De concentraties van alle componenten liggen op Polderdijkweg (R822) veel hoger dan op de andere meetplaatsen. Door het grote verschil in concentraties tussen de verschillende meetplaatsen, gebruiken we in de figuren verschillende schalen.

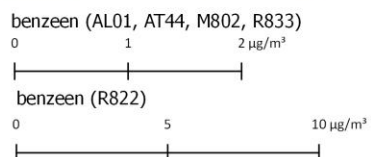
Voor benzeen situeren de bronnen zich op R822 in de westelijke, noordelijke en in zuid(westelijke) richting. Dit is de richting van verschillende petroleumraffinaderijen. Ook de pollutierozen van de andere vier meetplaatsen geven benzeenaanvoer weer vanuit de richting van de raffinaderijen. Op Antwerpen-Luchtbal (M802) zien we naast bronnen uit de richting van de haven ook een aanvoer van de drukke verkeersweg E19 uit zuidoostelijke richting.



Figuur 56: Pollutierozen benzeen in de Antwerpse haven in 2019

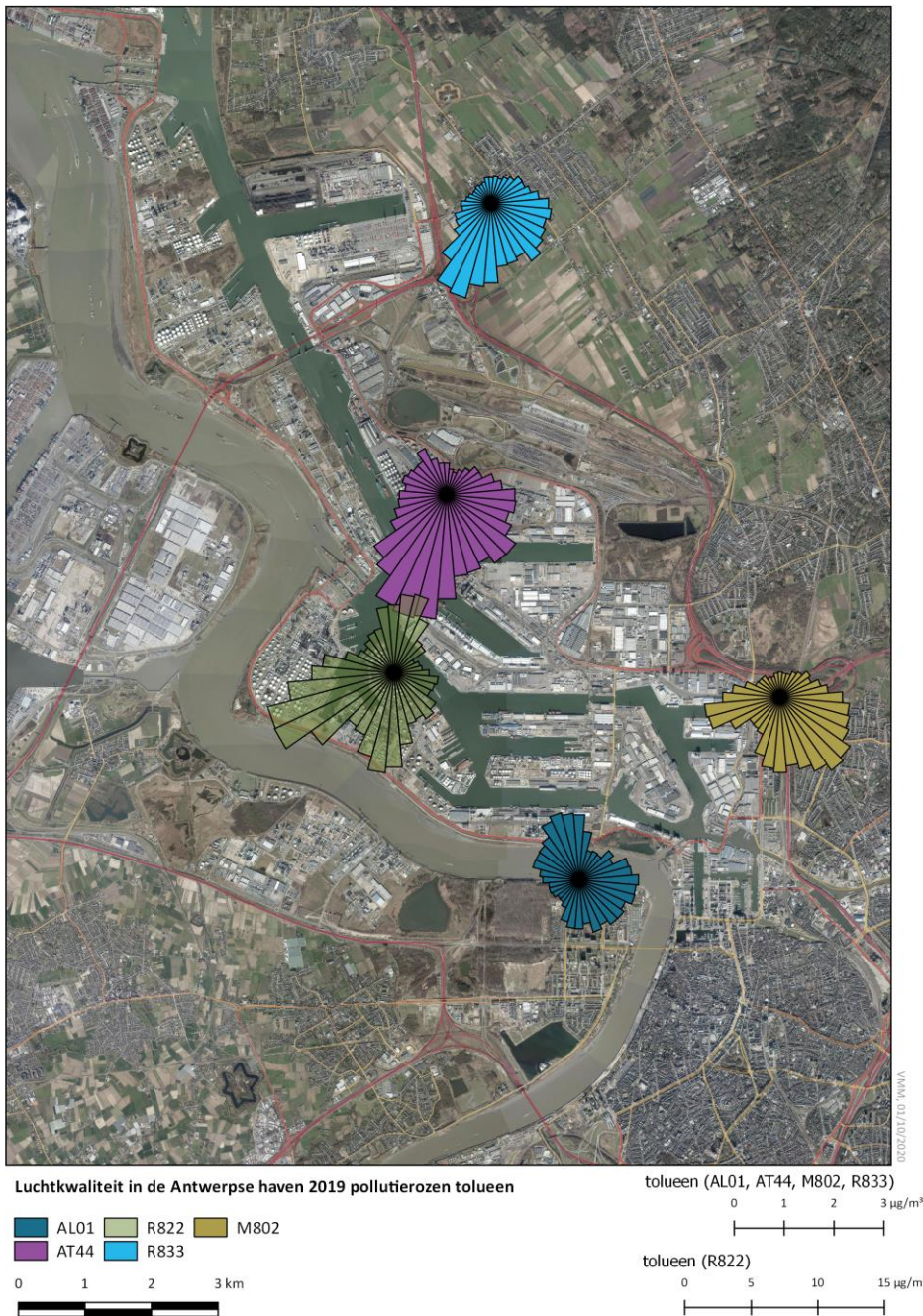


Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2019 pollutierozen benzeen



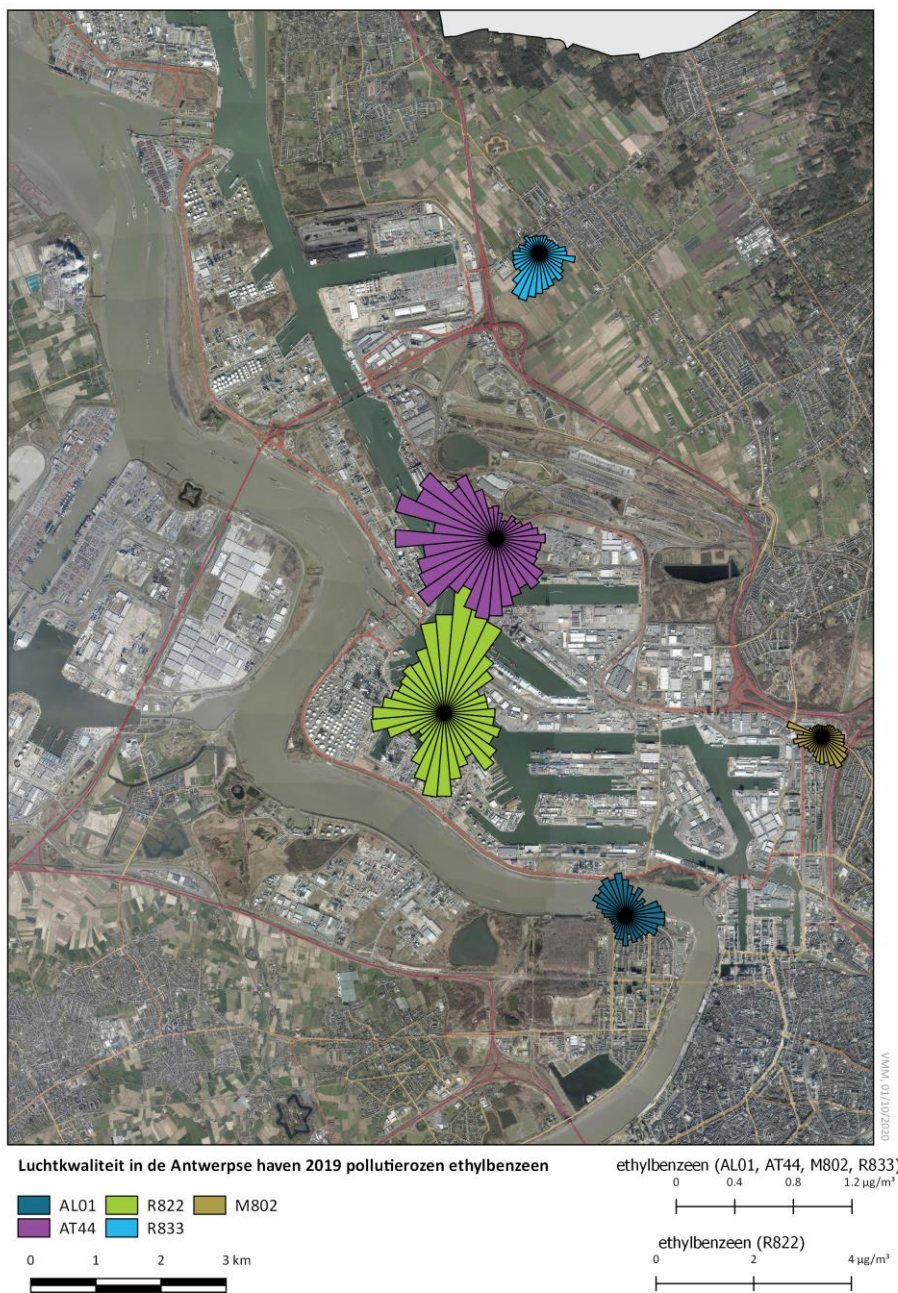
Tolueen geeft een gelijkaardig beeld als benzeen. Op de meetplaats Polderdijkweg (R822) zijn de concentraties het hoogst en afkomstig uit verschillende bronnen. De grootste invloed op deze meetplaats komt uit westzuidwestelijke, zuidelijke en noordnoordoostelijke richting. Op Antwerpen Luchtbal (M802) zien we naast bronnen uit de richting van de haven ook een aanvoer uit zuidoostelijke richting, de richting van de drukke verkeersweg E19.

Figuur 57: Pollutierozen toluen in de Antwerpse haven in 2019



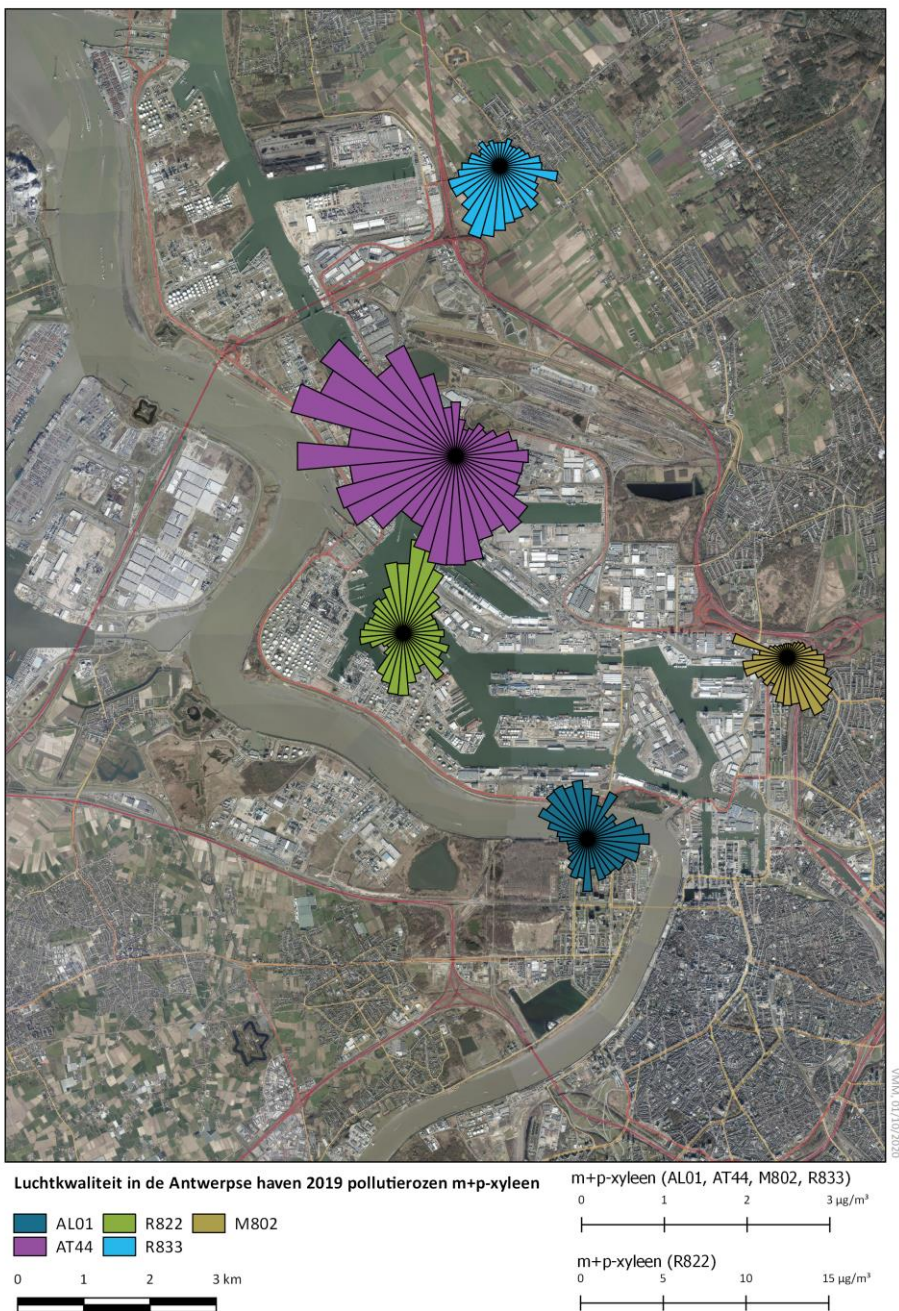
Er zijn grote concentratieverschillen voor ethylbenzeen tussen de verschillende meetplaatsen. De voornaamste bronnen liggen ten noordoosten van de meetplaats Polderdijkweg (R822) en ten westen van meetplaats Ordamstraat (AT44). Ook op de meetplaats Antwerpen-Wandelijk (AL01) is er duidelijke aanvoer vanuit deze richting. De concentraties in Antwerpen-Luchtbal (M802) liggen lager, maar wijzen ook op bronnen in het havengebied. De meetplaats Stabroek (R833) geeft ook voor ethylbenzeen een zuidelijke bron aan.

Figuur 58: Pollutierozen ethylbenzeen in de Antwerpse haven in 2019

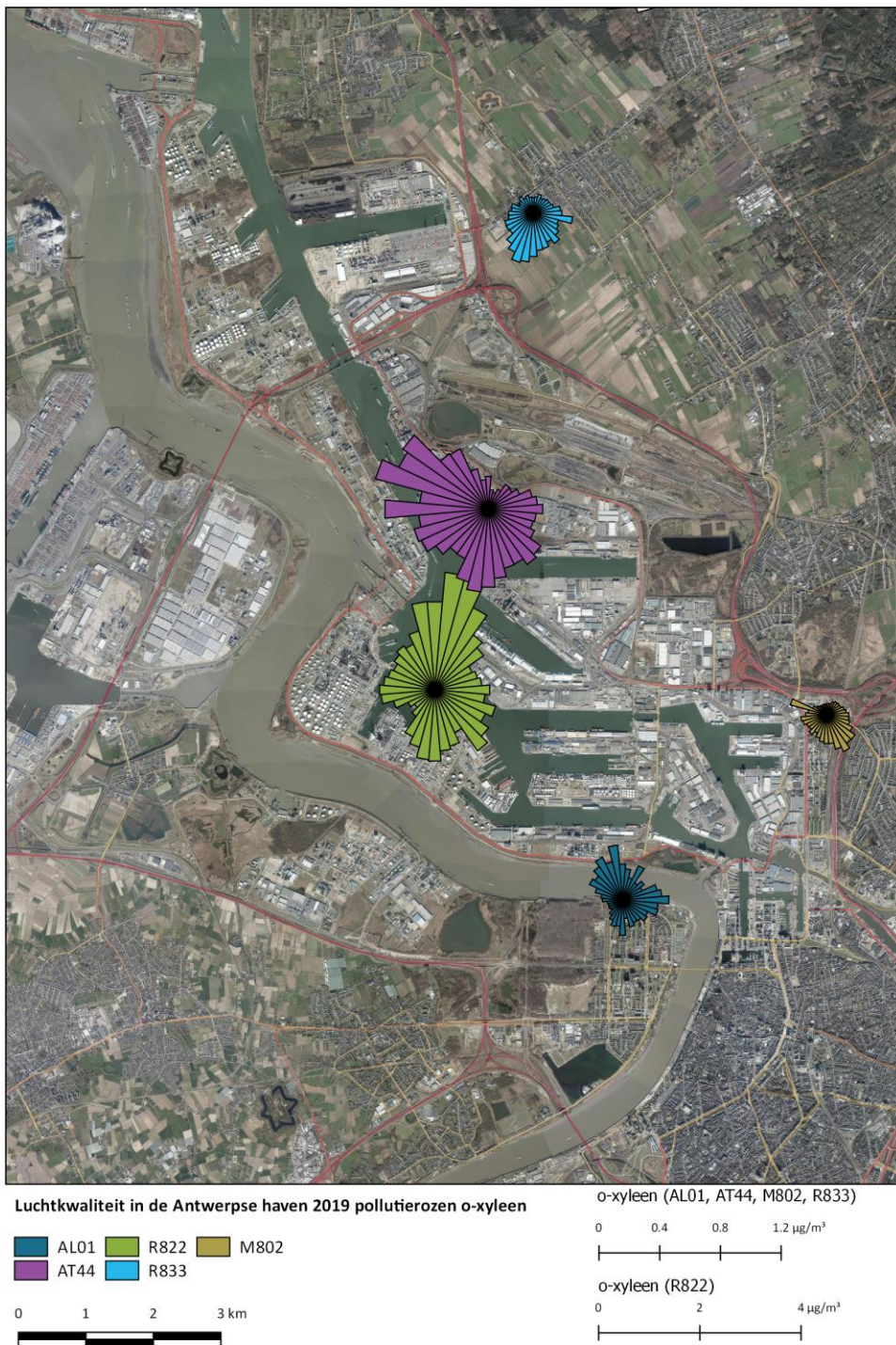


De bronnen van xyleenisomeren situeren zich voornamelijk ten noordoosten van de meetplaats Polderdijkweg (R822). Ook op de meetplaats Ordamstraat (AT44) is deze aanvoer zichtbaar. Daarnaast zien we op AT44 duidelijke bronnen in westelijke tot noordwestelijke richting. Op de meetlocatie Antwerpen-Wandelijk (AL01) zien we ook een bron in oostelijke en zuidelijke richting. In Stabroek (R833) geven de pollutierozen vooral hogere concentraties uit zuidelijke richting aan.

Figuur 59: Pollutierozen m+p-xyleen in de Antwerpse haven in 2019



Figuur 60: Pollutierozen o-xyleen in de Antwerpse haven in 2019



1.5.4 Semiautomatische VOS-metingen

1.5.4.1 Trend en toetsing van de VOS-metwaarden

In 2019 werden passieve metingen in de Antwerpse haven uitgevoerd op de locaties Ekerse Dijk (R893) en Polderdijkweg (R822). De stalen op Polderdijkweg werden wekelijks bemonsterd in plaats van veertiendaags om verzadiging van de sampler te vermijden.

Bij passieve staalname worden 24 VOS-componenten gemeten, onder meer ook BTEX. Omdat de meetwaarden op de meetplaats Polderdijkweg zo hoog liggen, worden deze daar ook met automatische monitoren gemeten. De automatische meetwaarden hebben een gedetailleerdere basis. Daarom worden deze gegevens gebruikt in plaats van de passief bemonsterde BTEX-metwaarden. Een vergelijking tussen de meetmethode staat in 1.5.4.2.

Tabel 16 geeft de jaargemiddelde concentratie van de VOS-componenten voor de meetlocatie R893 en R822 en het virtueel gemiddelde voor Vlaanderen. Dit virtueel gemiddelde toont het gemiddelde van alle passief gemeten meetplaatsen, uitgezonderd de meetplaats R822. Figuur 61 toont de grafiek van deze gegevens.

Tabel 16: Jaargemiddelde concentratie VOS-componenten R893, R822 en Vlaamse gemiddelde in 2019

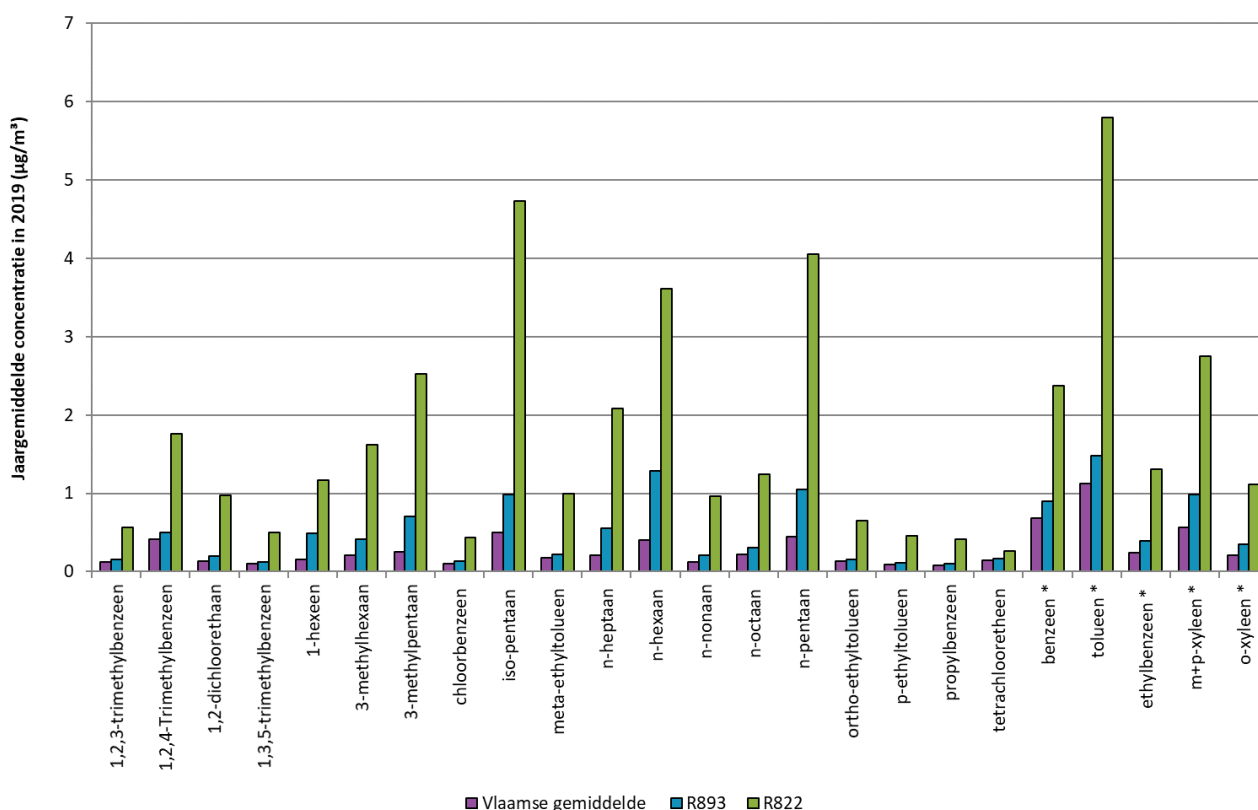
Polluent ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Jaargemiddelde R893	Jaargemiddelde R822	Jaargemiddelde Vlaanderen
1,2,3-trimethylbenzeen	0,16	0,56	0,12
1,2,4-trimethylbenzeen	0,50	1,76	0,41
1,2-dichloorethaan	0,20	0,97	0,13
1,3,5-trimethylbenzeen	0,12	0,50	0,10
1-hexeen	0,49	1,17	0,16
3-methylhexaan	0,41	1,62	0,21
3-methylpentaan	0,71	2,52	0,25
chloorbenzeen	0,13	0,44	0,10
iso-pentaan	0,99	4,73	0,50
meta-ethyltolueen	0,22	1,00	0,18
n-heptaan	0,55	2,08	0,21
n-hexaan	1,29	3,61	0,40
n-nonaan	0,21	0,96	0,12
n-octaan	0,31	1,24	0,22
n-pentaan	1,05	4,05	0,45
ortho-ethyltolueen	0,16	0,65	0,13
p-ethyltolueen	0,11	0,46	0,09
propylbenzeen	0,10	0,41	0,08
tetrachlooretheen	0,17	0,26	0,15
benzeen	0,90	2,37*	0,68
tolueen	1,48	5,80*	1,12
ethylbenzeen	0,39	1,31*	0,24
m+p-xyleenisomeren	0,98	2,75*	0,57
o-xyleen	0,35	1,11*	0,21

*meetresultaten van automatische metingen.

Het jaargemiddelde van tetrachlooretheen lag op beide meetplaatsen ver beneden de WGO-advieswaarde van 250 µg/m³. De WGO heeft ook een advieswaarde van 700 µg/m³ voorgeschreven voor 1,2-dichloorethaan. Aangezien deze advieswaarde van toepassing is op dagwaarden en de passieve bemonsteringsmethode wekelijkse of veertiendaagse gemiddeldes oplevert, is deze toetsing indicatief. Ondanks deze beperking is het onwaarschijnlijk dat de advieswaarde overschreden is op R893 en R822 doordat de gemeten waarden veel lager waren. De toetsing van benzeen en toluen aan de regelgeving is te lezen in paragraaf 1.5.3.1.

Wat opvalt is dat de concentraties van de VOS-componenten op R822 veel hoger liggen dan op R893. Ook de meeste VOS-concentraties op R893 liggen hoger dan het virtueel Vlaamse gemiddelde. De componenten die relatief het hoogst liggen t.o.v. het Vlaams gemiddelde zijn voor R893 n-hexaan (+223 %) en 1-hexeen (+206 %). Dit was ook in vorige meetjaren het geval. 1-Hexeen wordt onder meer gebruikt als co-monomer in co-polymerisatieprocessen. n-Hexaan is een vaak gebruikt oplosmiddel en een bestanddeel van benzine. Op R822 is het grootste relatief verschil waarneembaar voor 3-methylpentaan (+ 908 %), gevolgd door n-heptaan (+890 %). 3-Methylpentaan kent toepassingen als oplosmiddel, reinigingsmiddel en is een verdunningsmiddel voor gebruik in lakken, drukinkten en lijmen. n-Heptaan is net als n-hexaan een oplosmiddel en (ongewenst) bestanddeel van benzine.

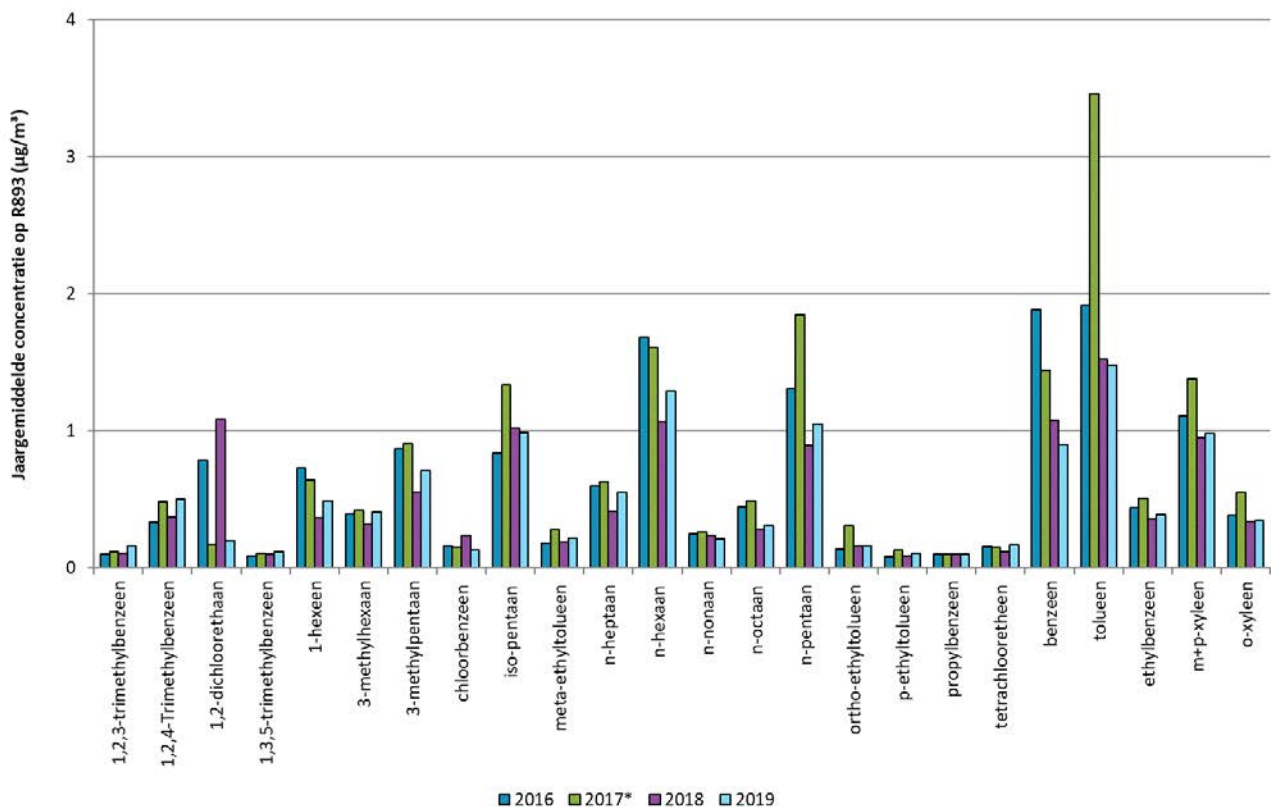
Figuur 61: Vergelijking VOS-componenten in 2019 in de Antwerpse haven



*op basis van automatische metingen.

Figuur 62 toont de jaargemiddelde concentratie van de verschillende VOS-componenten op Ekerse Dijk in de periode 2016-2019. De meetwaarden in 2017 zijn actief bemonsterde meetwaarden wat de vergelijking hiermee eerder indicatief maakt gezien de beperkte beschikbaarheid inherent aan deze meetmethode. De andere jaren werden wel met dezelfde (passieve) meetmethode bepaald en hebben voldoende databeschikbaarheid. Tien componenten kenden in 2019 hogere concentraties ten opzichte van het begin van de metingen. In 2019 zien we wel een grote daling van 1,2-dichloorethaan: gemiddeld 0,20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2019 ten opzichte van 1,08 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2018.

Figuur 62: Jaargemiddelde VOS-componenten op meetplaats Ekerse Dijk (R893) in de periode 2016-2019

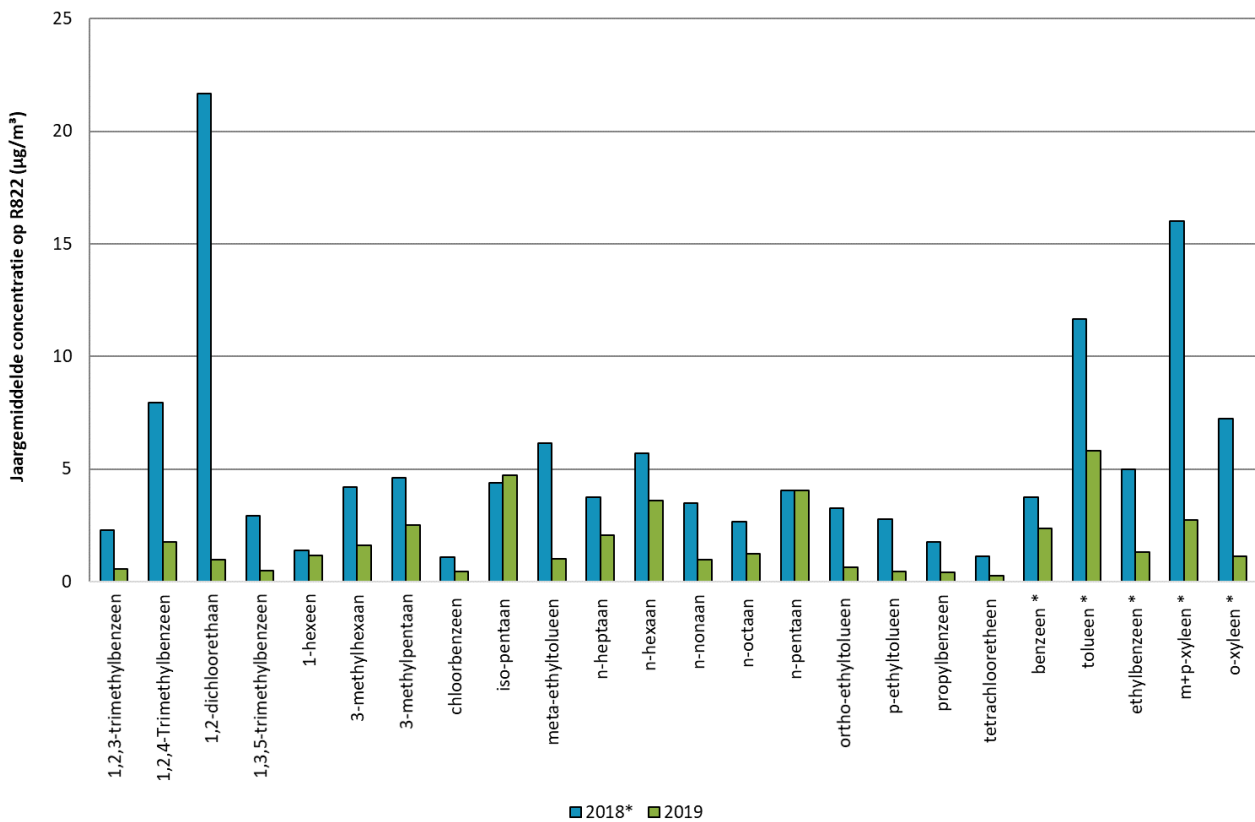


* actieve metingen , databeschikbaarheid < 25 %.

Figuur 63 toont de evolutie in jaargemiddelde concentraties van de verschillende VOS-componenten op meetplaats Polderdijkweg (R822) in de periode 2018-2019. De meetwaarden in 2018 zijn indicatief gezien de beperkte beschikbaarheid (metingen werden pas opgestart halverwege het meetjaar). Met uitzondering van iso- en n-pentaan zijn alle jaargemiddeldes afgenomen in 2019 ten opzichte van 2018. De grootste daling zien we – net als op Ekerse Dijk – bij 1,2-dichloorethaan: gemiddeld 0,97 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2019 ten opzichte van 21,66 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2018.



Figuur 63: Jaargemiddelde VOS-componenten op meetplaats Polderdijkweg (R822) in de periode 2018-2019



* opgestart op 18/5/18, indicatieve toetsing wegens onvoldoende databeschikbaarheid.

1.5.4.2 Vergelijkende studie actieve, passieve en automatische metingen op Polderdijkweg (R822)

Sinds midden 2018 meet de VMM de BTEX-componenten op de locatie Polderdijkweg (R822) met drie technieken: automatisch, actief en passief. De laatste twee zijn semiautomatische technieken. Dit betekent dat de monsternamen ter plaatse gebeurt, maar de analyse van de monsternamenbuisjes in het labo plaats vindt. Tabel 17 toont de verschillen tussen de drie technieken. Gezien de maximale databeschikbaarheid van slechts 25%, gebruiken we de actief gemeten BTEX-concentraties enkel om te vergelijken met de andere technieken. Ze zijn niet bruikbaar voor toetsing aan de regelgeving.

Tabel 17: Overzicht van de verschillende meettechnieken voor BTEX op meetlocatie Polderdijkweg (R822)

Meetmethode	Automatisch	Actief (semiautom.)	Passief (semiautom.)
Bemonsteringstechniek	aanzuiging (monitor)	aanzuiging (buisje)	diffusie (buisje)
Analysemethode	GC-FID (ter plaatse)	GC-FID (labo)	GC-FID (labo)
Duur monsternamen	30 minuten	24 uur	7 dagen
Frequentie monsternamen	continu	1 op 4 dagen	continu
Max. databeschikbaarheid	100%	25%	100%

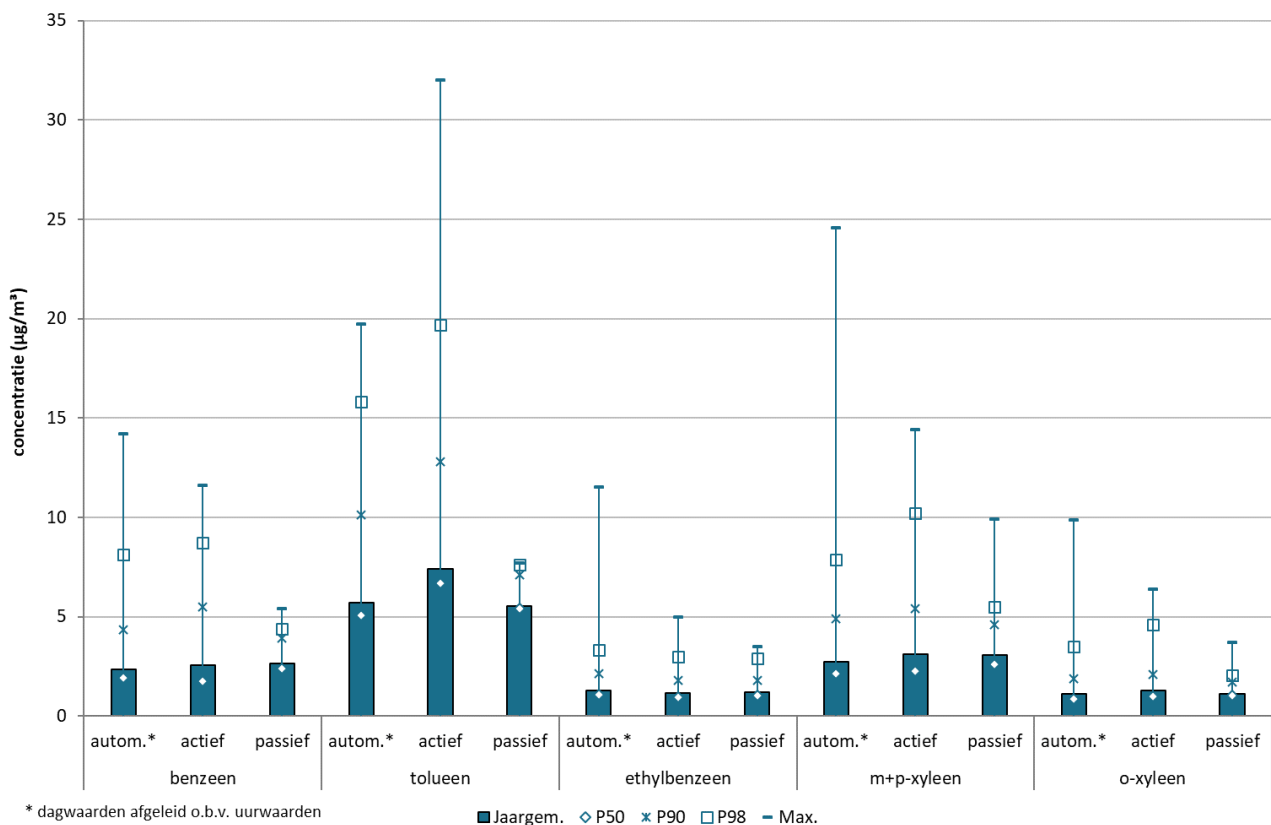
GC-FID: gaschromatografie-vlamionisatiedetectie.

Figuur 64 toont het jaargemiddelde, enkele percentielen (P50, P90, P98) en de maximale dagconcentratie waargenomen voor de BTEX-componenten in 2019 op R822 met de drie verschillende technieken. Bij de automatische methode zijn uurwaarden herleid tot dagwaarden om beter te kunnen vergelijken met de twee semiautomatische methoden.

De BTEX-jaargemiddelden en de 50ste percentielen van de drie technieken zijn zeer vergelijkbaar. Uitzondering hierop zijn de actief gemeten toluenwaarden. Dit komt hoogstwaarschijnlijk door de lage databeschikbaarheid inherent aan deze techniek. Met de actieve methode bemonsteren we immers slechts 1 op 4 dagen. Als op deze dagen relatief hoge toluenconcentraties aangetroffen worden, zullen ze harder doorwegen bij het berekenen van statistische waarden.

Verder toont de figuur dat hoe korter de duur van de bemonstering is, hoe groter de gemeten piekconcentraties (P90, P98 en maxima) zijn. Uitzondering hierop zijn opnieuw de actief gemeten toluenwaarden. De automatische BTEX-monitoren leveren elke 30 minuten een meetwaarde. De passieve methode zorgt ook voor een volledige tijdsdekking, maar aangezien het hier over weekstalen gaat, worden hoge piekconcentraties uitgemiddeld over die periode en zijn zo minder zichtbaar.

Figuur 64: Vergelijking BTEX-concentraties in 2019 afkomstig van verschillende meettechnieken op R822



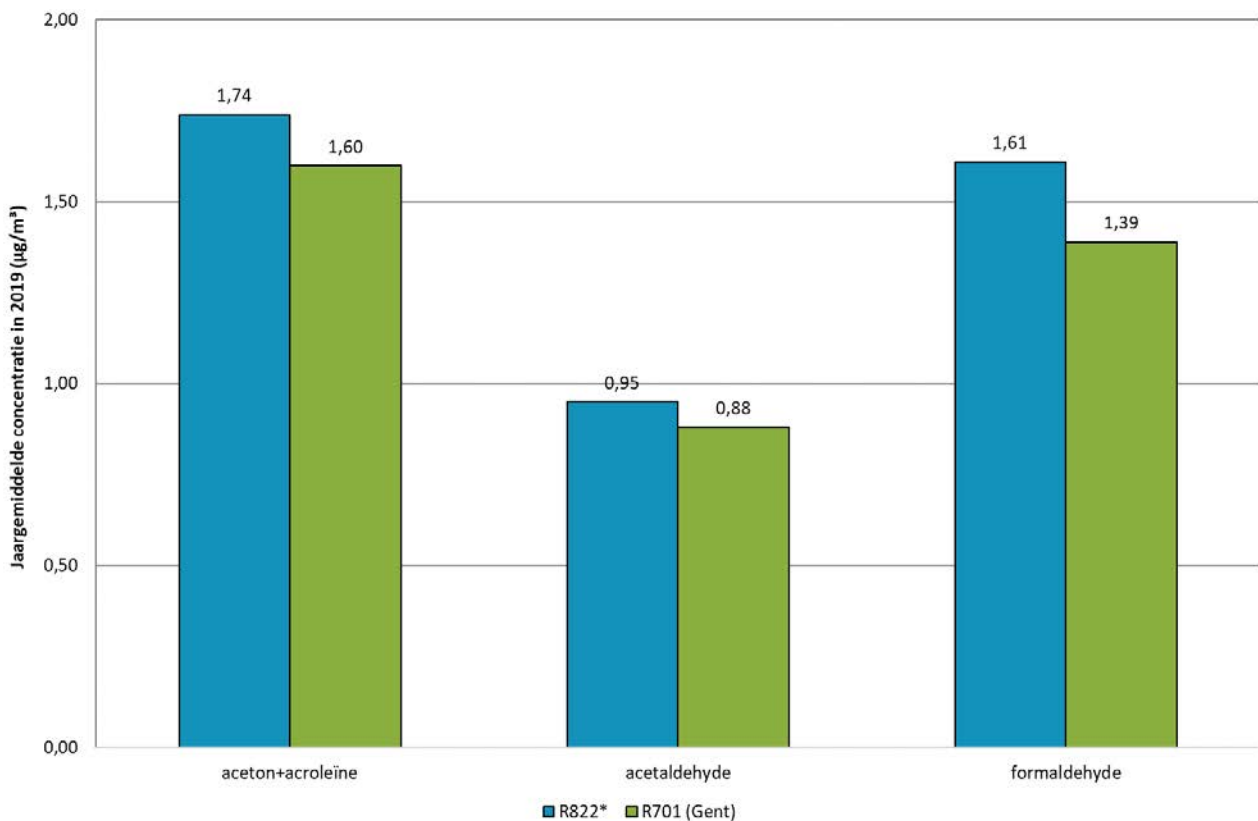
1.5.5 Semiautomatische A/K-metingen

Sinds 31/5/19 meet de VMM ook aldehyden en ketonen (A/K) op de meetplaats Polderdijkweg (R822). Van de 13 verschillende A/K-componenten, hadden slechts drie componenten concentraties boven de detectielimiet. Dit zijn aceton en acroleïne (somconcentratie), acetaldehyde en formaldehyde.

Het meten van A/K gebeurt met passieve samplers, wat betekent dat er veertiendaagse stalen genomen worden. Hierdoor kunnen we de resultaten van formaldehyde niet toetsen aan de WGO-advieswaarde van $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die voor een halfuurgemiddelde geldt. De maximale concentratie van de tweewekelijkse stalen op de meetplaats Polderdijkweg was echter zeer laag: $2,80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figuur 65 toont de jaargemiddelde concentraties van de drie detecteerbare A/K-componenten op Polderdijkweg en vergelijkt ze met de enige andere A/K-metplaats in Vlaanderen, Gent-Baudelostraat (R701). Alle jaargemiddelden liggen hoger in de Antwerpse haven dan in Gent. Gezien de latere opstartfase van meetlocatie R822 doorheen het kalenderjaar, is deze vergelijking wel indicatief.

Figuur 65: Vergelijking A/K-componenten in 2019 in de Antwerpse haven (R822) met Gent-Baudelostraat (R701)



* opgestart op 31/5/19 , indicatieve vergelijking wegens onvoldoende databeschikbaarheid.



1.6 PCB's

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

1.6.1 Trend van PCB-deposities

De meetplaats in Kallo (BV04) is zo gepositioneerd 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 66 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 ook in 2019 was er weer een staal met een beduidend hogere PCB-waarde. 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 het grootst als er een woonzone of agrarisch gebied paalt aan het schrootbedrijf. Dit is echter niet het geval in Kallo.

Figuur 66: Trend depositie dioxines en PCB126 op meetplaats BV04 in Kallo (industriegebied)



1.6.2 Toetsing van PCB-deposities

Er bestaan drempelwaarden voor de groep van dioxines en PCB's. 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's;
- de meetplaats ligt in woon- of agrarisch gebied.

In 2019 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's en niet de dioxines. Daarom toetsen we de resultaten niet aan de drempelwaarden. Op BV04 werden er 5 maandstalen gecollecteerd, verspreid over het jaar. De financiering gebeurde door de Afdeling Handhaving van het Departement Omgeving.



BIJLAGEN



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

Automatische meetnetten

parameter	SAROAD-code	eenheid	toesteltype	meetprincipe analyse	volgens norm	meetonzekerheid	bepaling meetonzekerheid	onder accreditatie	uitbesteding	type approval
PM ₁₀	81102	µg/m ³	FIDAS200	optical particle counter + conversion to mass concentration	-	14 % bij daggemiddelde van 50 µg/m ³	volgens EN16450	ja ¹	nee	n.v.t.
PM _{2,5}	81104	µg/m ³	FIDAS200	optical particle counter + conversion to mass concentration	-	16 % bij daggemiddelde van 30 µg/m ³	volgens EN16450	ja ¹	nee	n.v.t.
SO ₂	42401	µg/m ³	TS 43i	UV-fluorescentie	EN14212	12 % bij uurgemiddelde van 350 µg/m ³ ; 13 % bij daggemiddelde van 125 µg/m ³	volgens EN14212	ja ¹	nee	ja
NO	42601	µg/m ³	TS 42i	chemiluminescentie	EN14211	-	-	ja ¹	nee	ja
NO ₂	42602	µg/m ³	TS 42i	chemiluminescentie	EN14211	13 % bij uurgemiddelde van 200 µg/m ³ ; 12 % bij jaargemiddelde van 40 µg/m ³	volgens EN14211	ja ¹	nee	ja



O ₃	44201	µg/m ³	API T400	UV-fotometrie	EN14625	8 % bij uurgemiddelde van 240 µg/m ³ ; 7 % bij 8- uurgemiddelde van 120 µg/m ³	volgens EN14625	ja1	nee	ja
zwarte koolstof	16111	µg/m ³	MAAP 5012	multihoeck-absorptie- fotometrie	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
zwarte koolstof	16111	µg/m ³	Magee AE33	lichtabsorptie	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
DD - windrichting analoog	61102	°	Thies Clima 4.3324.31.000	analoge windvaan	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
FF - vectoriële windsnelheid analoog	61101	m/s	Thies Clima 4.3324.31.000	3-cups anemometer	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
Benzeen ²	45201	µg/m ³	3A AirmoBTX 1000	vlamionisatiedetector (FID)	EN14662-3	-	-	nee	nee	n.v.t.
tolueen ²	45202	µg/m ³	3A AirmoBTX 1000	vlamionisatiedetector (FID)	EN14662-3	-	-	nee	nee	n.v.t.
ethylbenzeen ²	45203	µg/m ³	3A AirmoBTX 1000	vlamionisatiedetector (FID)	EN14662-3	-	-	nee	nee	n.v.t.
m+p-xyleen ²	45109	µg/m ³	3A AirmoBTX 1000	vlamionisatiedetector (FID)	EN14662-3	-	-	nee	nee	n.v.t.

Semiautomatische meetnetten

parameter	SAROAD-code	eenheid	toesteltype bemonstering	meetprincipe analyse	volgens norm	meetonzekerheid	bepaling meetonzekerheid	onder accreditatie	uitbesteding
coplanaire PCB	16954	pg TEQ/(m ² .dag)	Bergerhoff kruik	HRGC/MS	EPA 1613	37%	$z_{tot} = 2 \cdot \sqrt{(CV_{RW})^2 + (z_{dis})^2}$	ja ⁴	ja
benzeen	45201	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	22 %5	NEN 779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
tolueen	45202	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	46%	NEN 779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
ethylbenzeen	45203	µg/ m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	42%	NEN 779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
m+p-xyleen	45109	µg/ m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	38%	NEN 779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
o-xyleen	45204	µg/ m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	30%	NEN 779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
propylbenzeen	45209	µg/ m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	30%	NEN 779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
m-ethyltolueen	45212	µg/ m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	38%	NEN 779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
p-ethyltolueen	45213	µg/ m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	52%	NEN 779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee

tetrachloorethyleen	43817	µg/ m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	66%	NEN 779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
chloorbenzeen	45801	µg/ m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	30%	NEN 779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
benzeen ³	45201	µg/m ³	actieve sampler met Carbotrap 300	ATD + GC	EN 14662-1	18 %	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
tolueen ³	45202	µg/m ³	actieve sampler met Carbotrap 300	ATD + GC	EN 14662-1	18 %	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
ethylbenzeen ³	45203	µg/m ³	actieve sampler met Carbotrap 300	ATD + GC	EN 14662-1	12 %	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
m+p-xyleen ³	45109	µg/m ³	actieve sampler met Carbotrap 300	ATD + GC	EN 14662-1	12 %	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
o-xyleen ³	45204	µg/m ³	actieve sampler met Carbotrap 300	ATD + GC	EN 14662-1	14 %	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
aceton+acroleïne	43551	µg/m ³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	29%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
acetaldehyde	43503	µg/ m ³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	24%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee
benzaldehyde	45501	µg/ m ³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
butyraldehyde	43510	µg/ m ³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
crotonaldehyde	43528	µg/ m ³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
cyclohexanon	43991	µg/ m ³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee

formaldehyde	43502	µg/ m ³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	22%	NEN 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja2	nee
hexanaldehyde	43517	µg/ m ³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
metacroleïne	43515	µg/ m ³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
methylethylketon	43552	µg/m ³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
propionaldehyde	43504	µg/ m ³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
tolualdehyde	45504	µg/ m ³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
valeraldehyde	43518	µg/m ³	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee

¹: BELAC 005-TEST - SGS Belgium NV.

²: BELAC 163-TEST - VMM labo Gent.

³: Enkel in kader van vergelijkende studie, geen toetsing aan regelgeving.



bijlage 2 Afbakening Antwerpse haven

Met de Antwerpse haven wordt in dit rapport het gebied bedoeld met industriële havenactiviteiten dat zich uitstrekt ten westen, noordwesten en noorden van de Antwerpse agglomeratie. Contractueel is vastgelegd om alle relevante metingen in het havengebied te rapporteren en te vergelijken met meetwaarden in Vlaanderen. Zo is het havenbedrijf geïnformeerd over de luchtkwaliteit in de Antwerpse haven.

Daarnaast is binnen het Antwerpse havengebied voor de Europese commissie een luchtkwaliteitszone gedefinieerd. Hiervoor is een regio gedefinieerd, de zone BEF01S, waarbinnen een aantal meetplaatsen ook gerapporteerd worden aan Europa. Die meetplaatsen zijn vooral gericht op representativiteit voor de algemene bevolking. Een aantal meetstations van de VMM liggen ook in deze zone maar worden niet gerapporteerd aan Europa. Er zijn ook meetstations die net buiten de zone liggen maar wel beïnvloed worden door de havenactiviteiten. Dit rapport omvat alle relevante meetstations in de ruime havenomgeving ongeacht of deze aan Europa gerapporteerd worden.

Voor de rapportering wordt vanaf rapportering in 2020 deze afbakening ook gebruikt voor de bepaling van de emissies en dit voor de volledige tijdsreeks.

Figuur 67 toont de Antwerpse haven met daarbinnen aangeduid de afbakening van de luchtkwaliteitszone BEF01S.



Figuur 67: Kaart afbakening Antwerpse haven



Afbakening Haven van Antwerpen

 Europese zone BEF01S

0 1000 2000 m



bijlage 3 Beschrijving van de pollutanten

3.1 Zwaveldioxide – SO₂

Zwaveldioxide tast gezondheid, milieu en gebouwen aan

Zwaveldioxide (SO₂) is zeer wateroplosbaar 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. Bovendien kunnen chemische processen in de atmosfeer SO₂ omzetten tot deeltjes. SO₂ draagt dus ook bij aan de vorming van secundair fijn stof.

3.2 Stikstofoxides – NO/NO₂

Bijproduct van verbrandingsprocessen

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. Een kwart² van de jaarlijkse astmagevallen bij kinderen is te wijten aan NO₂. Zowel korte episodes van hoge concentraties, als langdurige blootstelling aan lage concentraties zijn schadelijk voor de gezondheid.

NO_x draagt bij aan de vorming van andere pollutanten

NO_x draagt bij aan de vorming van fijn stof. Verder speelt NO_x een belangrijke rol in de verzurende en vermestende depositie en de fotochemische smogvorming. NO_x kan net als SO₂ over grote afstanden getransporteerd worden en kan dus effecten veroorzaken in ver gelegen gebieden. Het gebruik van fossiele brandstoffen (steenkool, petroleumproducten en gas) is de belangrijkste bron van emissies van NO_x (NO₂).

3.3 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.

Opdeling naar oorsprong: primair en secundair

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. Secundaire deeltjes ontstaan in de atmosfeer door chemische of fysische reacties uit gasvormige componenten zoals ammoniak, zwaveldioxide, stikstofoxiden of organische verbindingen.

² <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017320184>

Opdeling naar grootte: TSP, PM₁₀, PM_{2,5} en UFP

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:

- TSP: Totaal stof. De VMM meet deze fractie niet in de omgevingslucht. Enkel aan deeltjes kleiner dan 10 µm kent men gezondheidsrisico's toe. De VMM rapporteert wel de emissies van TSP.
- PM₁₀ en PM_{2,5}: stofdeeltjes met een a.d. kleiner dan 10 respectievelijk 2,5 µm;
- ultrafijn stof (UFP): deeltjes met een a.d. kleiner dan 0,1 µm (PM_{0,1});
- zwarte koolstof/elementair koolstof: bevindt zich voornamelijk in de fijne fractie van het fijn stof. Het is een maat voor de roetconcentratie in de omgevingslucht. Deze deeltjes ontstaan bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen, biomassa en biobrandstof. Wanneer ze met een optische methode gemeten worden, spreken we van zwarte koolstof, anders van elementair koolstof.

Grotere deeltjes worden snel nadat ze in de atmosfeer terechtgekomen zijn door de zwaartekracht neergeslagen op de grond of uitgespoeld door regen. Ze kunnen daarna door heropwaaien terug in de lucht terecht komen, dit proces noemt men resuspensie. De fijnere deeltjes kunnen langer, tot enkele dagen of weken in de atmosfeer blijven. Bijgevolg kunnen deze fijnere deeltjes getransporteerd worden over langere afstanden.

Geen veilige drempelwaarde

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 nadelige effecten niet 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.

Fijn stof is kankerverwekkend

Eind 2013 classificeerde het *International Agency for Research on Cancer* (IARC), het gespecialiseerde kankeragentschap van de WGO, fijn stof als kankerverwekkend voor de mens³. Belangrijk is dat fijn stof niet enkel kan leiden tot longkanker; een langdurige blootstelling kan ook borstkanker en kankers van het spijsverteringsstelsel veroorzaken⁴. Midden 2012 classificeerde het IARC ook al dieseluitlaatgassen als kankerverwekkend voor de mens. Dieselwagens stoten – ten opzichte van benzine wagens – veel meer stikstofoxiden en roetdeeltjes uit.

Gemiddeld verlies van 14 gezonde maanden

De dienst Milieurapportering van de VMM (MIRA) herberekende de ziektelast door de verschillende milieupolluenten voor de Vlaamse bevolking, waarbij in de nieuwe rekenmethode meer gezondheidseffecten in rekening gebracht werden⁵. Gemiddeld verliest een Vlaming 14 gezonde maanden over heel zijn leven bij

³ WHO, Kurt Straif, Aaron Cohen, Jonathan Samet. *Air pollution and cancer*.

<https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/AirPollutionandCancer161.pdf>

⁴ 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

⁵ MIRA (2019), *Verloren gezonde levensjaren (DALY's) door fijn stof*

<https://www.milieurapport.be/milieuthemas/milieu-gezondheid/dalys/verloren-gezonde-levensjaren-dalys-door-blootstelling-aan-fijn-stof>



een levenslange blootstelling aan de huidige fijnstofconcentraties. Dit is een gemiddelde waarde, bij bepaalde gevoelige personen, zoals astmapatiënten, kinderen en ouderen, zal de impact groter zijn. Fijn stof is veruit de belangrijkste pollutant in de gezondheidsimpact door milieufactoren. Het aandeel wordt geschat op 71 %.

Hoge concentraties kunnen acuut effect hebben

Tijdens een fijnstofepisode doen mensen die bijzonder gevoelig zijn voor luchtverontreiniging best geen grote lichamelijke inspanningen. Tot deze groep behoren jonge kinderen, ouderen, personen met het chronisch obstructief longlijden (COPD⁶) en personen met hart- en vaatziekten. Omwille van de kleine afmeting kunnen fijnstofdeeltjes gemakkelijk overal binnendringen en zijn de concentraties ervan binnenshuis niet significant lager dan in de buitenlucht.

Ook tal van andere effecten

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 vermistende depositie.

3.4 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:

$$\text{dosis } (\mu\text{g}) = \text{ozonconcentratie } (\mu\text{g}/\text{m}^3) \times \text{blootstellingstijd (seconde)} \times \text{inademdebiet } (\text{m}^3/\text{s})$$

- 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;

⁶ Chronic Obstructive Pulmonary Disease

bijlage 4 Overzicht luchtkwaliteitsnormen

De Europese Commissie definieerde streef- en grenswaarden en alarmdrempels voor diverse pollutanten. 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 pollutanten. 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 deze Europese grens- of streefwaarden 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.

4.1 Zwaveldioxide – SO₂

De Europese Richtlijn 2008/50/EG definieert grenswaarden en een alarmdrempel voor SO₂. In deze richtlijn is ook een kritiek niveau voor de bescherming van de vegetatie opgenomen. Daarnaast definieerde de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) advieswaarden en een kritiek niveau voor de bescherming van de vegetatie.

Tabel 18: Regelgeving voor SO₂ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2000 en 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
	Kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie	Jaar en winterseizoen**	20 µg/m ³
WGO	Advieswaarde	1 dag	20 µg/m ³
		10 minuten	500 µg/m ³
	Kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie	Jaar en/of winterseizoen**	10-30 µg/m ³ (afhankelijk van vegetatietype)

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

** : het winterseizoen is van 1 oktober tot en met 31 maart.

4.2 Stikstofoxides – NO/NO₂

De Europese richtlijn 2008/50/EG legt grenswaarden en een alarmprempeel op voor NO₂. In de richtlijn 2008/50/EG is eveneens een kritiek niveau voor NO_x voor de bescherming van de vegetatie opgenomen.

De grenswaarden voor NO₂ moeten sinds 1 januari 2010 gerespecteerd worden. Richtlijn 2008/50/EG bood de kans om uitstel te vragen voor het behalen van de grenswaarden. De Europese commissie verleende uitstel voor de zones Antwerpse haven en Antwerpse agglomeratie. Tot 2015 werd in die zones de grenswaarde gesommeerd met de maximale overschrijdingsmarge (50 %) ,dit komt overeen met een jaargrenswaarde van 60 µg/m³. Vanaf 2015 verviel deze overschrijdingsmarge voor de zones Antwerpse haven en Antwerpse agglomeratie en moet er getoetst worden aan de jaargrenswaarde van 40 µg/m³.

In 2015 werd de jaargrenswaarde van 40 µg/m³ echter overschreden in de luchtkwaliteitszone BEF02A 'Agglomeratie Antwerpen'. Daarop werd een saneringsplan opgesteld voor deze zone.

Tabel 19: Grenswaarden en alarmprempeel voor NO₂ en kritiek niveau voor NO_x (richtlijn 2008/50/EG)

Polluent	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
NO ₂ *	Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 uur	200 µg/m ³ ; max. 18 overschrijdingen per jaar
		Jaar	40 µg/m ³
	Alarmprempeel	Gedurende 3 opeenvolgende uren	400 µg/m ³
NO _x	Kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie	Jaar	30 µg/m ³

*: sinds 1 januari 2010 moet de grenswaarde voor NO₂ gerespecteerd worden.

De Europese regelgeving uit voorgaande tabel is gebaseerd op de richtlijnen opgesteld door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). De Europese jaargrenswaarde komt overeen met wat de WGO adviseert. In tegenstelling tot de Europese regelgeving definieert de WGO geen alarmprempeel en laat ze geen enkele overschrijding toe van het uurgemiddelde van 200 µg/m³, zie onderstaande tabel.

Tabel 20: Advieswaarden voor NO₂ en kritiek niveau voor NO_x (WGO 2000 en 2005)

Polluent	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
NO ₂	Advieswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 uur	200 µg/m ³
		Jaar	40 µg/m ³
NO _x	Kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie	Jaar	30 µg/m ³ uitgedrukt als NO ₂

4.3 Fijn stof – PM₁₀ en PM_{2,5}

5.3.1 Regelgeving PM₁₀

De Europese richtlijn 2008/50/EG definieert grenswaarden voor PM₁₀ op basis van gezondheidsstudies, economische gevolgen en de technische haalbaarheid. De WGO-advieswaarden voor PM₁₀ zijn strenger dan de Europese grenswaarden. De WGO baseert zich enkel op gezondheidsstudies.

Tabel 21: Regelgeving voor PM₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2005)

	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	Advieswaarden	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.

5.3.2 Regelgeving PM_{2,5}

Richtlijn 2008/50/EG definieert grens- en streefwaarden voor PM_{2,5}. Hierin staat ook de nationale streefwaarde inzake vermindering van de blootstelling tegen 2020 ten opzichte van 2010. Hiertoe wordt een gemiddelde blootstellingsindex (GBI) gedefinieerd: dit is de gemiddelde PM_{2,5}-concentratie op stedelijke achtergrondmeetplaatsen over de laatste 3 jaar binnen een bepaalde lidstaat. De gravimetrische metingen op de stedelijke achtergrondmeetplaatsen in Brugge (BB15), Borgerhout-achtergrond (R801), Schoten (R811) en Gent-Baudelohof (R701) worden gebruikt voor de bepaling van de gewestelijke gemiddelde blootstellingsindex (GGBI) voor Vlaanderen, zoals bepaald in bijlage 2.5.3.14 van VLAREM II.

Tabel 22: Europese regelgeving voor PM_{2,5} (2008/50/EG)

EU-regelgeving (2008/50/EG)	Middelingstijd	Doelstelling	Datum waarop de waarde moet bereikt zijn
Grenswaarde	Jaar	25 µg/m ³	1 januari 2015
Indicatieve grenswaarde	Jaar	20 µg/m ³	1 januari 2020
Nationale streefwaarde inzake vermindering van de blootstelling ten opzichte van de GBI in 2010	GBI	15,2 µg/m ³	2020
Vlaamse streefwaarde inzake vermindering van de blootstelling ten opzichte van de GBI in 2010	GGBI	15,7 µg/m ³	2020
Blootstellingsconcentratieverplichting	GBI	20 µg/m ³	2015

De WGO nam in haar *Air quality guidelines* van 2005 advieswaarden voor PM_{2,5} op.

Tabel 23: Advieswaarden voor PM_{2,5} (WGO 2005)

WGO-advieswaarden (WGO 2005)	Middelingstijd	Doelstelling
Advieswaarde	Jaar Dag	10 µg/m ³ 25 µg/m ³ - max. 3 overschrijdingen per jaar

5.3.3 Regelgeving zwarte koolstof

Momenteel bestaat er op Europees of Vlaams niveau geen regelgeving voor zwarte koolstof. De WGO formuleerde nog geen advieswaarden voor de gezondheid.

4.4 Ozon – O₃

Tabel 24 toont een overzicht van de Europese regelgeving voor ozon ter bescherming van de gezondheid. De WGO-advieswaarde is ook opgenomen.

Tabel 24: 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.

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 advieswaarde⁸.

4.5 Niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS)

De Europese richtlijn 2008/50/EG legt een grenswaarde op voor benzeen als jaargemiddelde. In VLAREM II staat er een grenswaarde op basis van dagwaarden. Verder bestaat er een VLAREM-richtwaarde voor

⁸ WHO Air Quality Guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005, Summary of risk assessment, 2006

vinylchloride en formuleerde de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) advieswaarden voor vier VOS-componenten. Onderstaande tabel toont een overzicht.

Tabel 25: 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	1 µg/m ³	
Vinylchloride ^b	jaar	10 µg/m ³ als P98 op basis van halfuren		
WGO				
1,2-dichloorethaan ^c	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
Tetrachlooretheen	jaar			250 µg/m ³
Formaldehyde ^c	half uur			100 µg/m ³

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

b: Er was geen analyse van deze component. Toetsing was dus niet mogelijk.

c: De VMM meet met een ander tijdsvenster, toetsing is dus indicatief.

Benzeen is kankerverwekkend waardoor geen veilig niveau van blootstelling kan bepaald worden. De WGO drukt de schadelijkheid van benzeen uit als het aantal extra kankergevallen bij een levenslange blootstelling aan een bepaalde concentratie. Bij een levenslange benzeenconcentratie van 17 µg/m³ zou er één extra kanker geval per 10.000 inwoners zijn. Bij een concentratie van 1,7 µg/m³ rekent men één extra kanker geval per 100.000 inwoners en bij 0,17 µg/m³ één per 1.000.000.

4.6 PCB's

Er bestaan geen wettelijke normen voor de depositie van PCB's. Het Europees Wetenschappelijk Comité voor menselijke voeding bracht een advies uit hoeveel dioxines en dioxineachtige PCB's 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's;
- enkel in agrarische gebieden en woonzones.

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



bijlage 5 Methodiek

In dit rapport worden verschillende methodieken gebruikt om gegevens weer te geven of te genereren. In deze bijlage worden deze methodieken toegelicht.

5.1 Pollutierozen en zeropollutierozen

Pollutierozen tonen per windrichting het gemiddelde van de gemeten concentraties volgens de op dat moment heersende windrichting. Potentiële vervuulende 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.

Wanneer de pollutierozen vrij rond zijn van vorm, wijst dit op een dominante invloed van de achtergrondconcentraties. Uit dergelijke pollutierozen zijn moeilijk de lokale invloeden af te leiden. Daarom kunnen er zero-pollutierozen gemaakt, waarbij steeds de laagste meting, de achtergrond, werd afgetrokken. Per windsector – elke 10° – worden de metingen van de pollutierozen van een set meetplaatsen 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.

Een dosisroos geeft per windrichtingsegment procentueel het aandeel weer in de totale jaaraanvoer van de pollutant op de meetlocatie. Bij de meeste dosisrozen is er duidelijke aanvoer uit de overheersende zuidwestelijke windrichting. Dit is logisch omdat er nu eenmaal de meeste wind uit die richting komt. Lokale bronnen uit andere richtingen die veel invloed hebben op de concentratie op de meetplaats zullen als pieken zichtbaar zijn in de dosisroos.

5.2 VLOPS-model

Het VLOPS-model (Vlaamse Operationeel Prioritaire Stoffen-model)⁹ is een atmosferisch transport- en dispersiemodel dat op basis van emissiegegevens, gegevens over landgebruik en meteogegevens de luchtkwaliteit en deposities berekent. De Vlaamse emissiegegevens zijn afkomstig van de meest recente cijfers van de Emissie-inventaris Lucht van de VMM. De emissiegegevens voor bronnen buiten Vlaanderen zijn afkomstig van de EMEP- (*The European Monitoring and Evaluation Programme*)¹⁰ en E-PRTR- (*The European Pollutant Release and Transfer Register*)¹¹ emissie-inventarissen. Voor de kaarten in dit rapport gebruikten we de Vlaamse emissiegegevens van 2018, de overige Belgische emissiegegevens van 2017, de Europese emissiegegevens van 2016 en de meteo van 2019.

⁹ Van Jaarsveld, J.A. et al. (2012). Description of OPS 4.3.15. RIVM: Bilthoven Nederland

¹⁰ EMEP. <https://www.ceip.at/>

¹¹ E-PRTR. <http://prtr.ec.europa.eu>

De resolutie van de kaarten is 1 x 1 km². Voor de berekeningen in dit rapport gebruikte de VMM de versie VLOPS20.

5.3 ATMO-Street-model

OSPM is een aanvulling op de RIO-IFMD-keten en geeft een juister beeld van de luchtkwaliteit tot op straatniveau. ATMO-Street is de naam voor de modelketen RIO-IFDM-OSPM. De ATMO-Street kaarten zijn wetenschappelijk het meest onderbouwd en zijn de best beschikbare kaarten om de lokale luchtkwaliteit in te schatten. De controle gebeurde – zoals bij al onze modellen – door te vergelijken met echte metingen en toonde aan dat de modelketen beter presteert door de toevoeging van het OSPM-model. De resultaten van CurieuzeNeuzen Vlaanderen stelden ons in staat om het model nog verder te optimaliseren.

Ondanks de best beschikbare inschatting op straatniveau, heeft het ATMO-Street model ook enkele beperkingen:

- Met tijdelijke verkeerssituaties (bijvoorbeeld omleidingen of files) wordt geen rekening gehouden.
- De impact van nieuwe verkeerssituaties (nieuwe wegen, mobiliteitsplannen in uitvoering...) zijn niet onmiddellijk zichtbaar.
- Het herhaaldelijk opwaaien van stof door het verkeer en het effect van de aanwezigheid van groen (zoals bomen in een straat) worden niet in rekening gebracht.
- De lokale vervuiling die veroorzaakt wordt door onder andere houtkachels, open haarden, bedrijven die niet onder de rapporteringsdrempel vallen zoals grote veeteeltbedrijven is niet zichtbaar op de kaarten. De vervuiling van deze bronnen wordt wel mee opgenomen in de ‘achtergrondconcentratie’ (met een lagere ruimtelijke resolutie van 4 x 4 km²).

ATMO-Street wordt ingezet voor stoffen met een belangrijke impact op de gezondheid namelijk stikstofdioxide, zwarte koolstof (roet) en fijn stof. Ozon wordt niet berekend met OSPM omwille van de lagere concentraties in straten.



