



Vlaanderen
is milieu

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven

jaarrapport 2021

DOCUMENTBESCHRIJVING

Titel

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven– jaarrapport 2021

Samenstellers

Kern Lucht, VMM
Dienst Luchtkwaliteit

Inhoud

Dit rapport beschrijft de luchtkwaliteit in de Antwerpse haven in 2021. De VMM mat er de polluenten zwaveldioxide, stikstofoxides, fijn stof, zwarte koolstof, vluchtige organische stoffen, PFAS, dioxines en PCB's. De meetresultaten werden getoetst aan de Europese regelgeving en aan de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). Het rapport bespreekt de trend van de afgelopen jaren en de uitstoot van een aantal polluenten. Ook de resultaten van de screeningcampagne naar vluchtige organische stoffen komen aan bod.

Foto cover

Jordy Vercauteren

Wijze van refereren

Vlaamse Milieumaatschappij (2023), Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven - jaarrapport 2021

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/2023/6871/001

De Europese grenswaarde en de indicatieve grenswaarde werden in 2021 gerespecteerd. De verstrengde WGO-jaaradvieswaarde (van 10 naar 5 µg/m³) werd op alle meetplaatsen overschreden, net als de strengere WGO-dagadvieswaarde (van 25 naar 15 µg/m³). Het aantal overschrijdingsdagen varieerde van 59 tot 123 dagen, ver boven de doelstelling van 3 dagen. De hoogste concentraties situeren zich rond de Antwerpse ring en in het havengebied. Geen enkel ander Vlaams meetstation haalt de nieuwe WGO-advieswaarden.

Zwarte koolstof

De emissies van elementair koolstof kennen een globaal dalende trend in de periode 2000 -2020. In 2020 komen de emissies van elementair koolstof vooral van de sector verkeer, meer bepaald van het scheepsverkeer. De sectoren energie, offroad en industrie zijn ook relevante bronnen.

De gemeten concentraties vertonen een dalende trend in de periode 2011-2021. In 2021 was de virtuele zwartekoolstofconcentratie in het Antwerpse havengebied iets hoger dan het virtuele gemiddelde voor Vlaanderen. De hoogste concentraties werden vastgesteld op de meetplaats Liefkenshoek-tunnel (AL04). De pollutierozen tonen aanvoer van zwarte koolstof op drukke verkeerslocaties en bij tunnelmonden. Voor zwarte koolstof bestaan geen Vlaamse en Europese normen of WGO-advieswaarden.

4. Dioxines en PCB's

De meetwaarden voor de meetplaats in Kallo toonden sinds het begin van de metingen regelmatig hoge PCB₁₂₆-deposities in de onmiddellijke nabijheid van het schrootbedrijf Belgian Scrap Terminal (BST). De impact voor de bevolking is het grootst als er een woonzone of agrarisch gebied paalt aan een dergelijk bedrijf. Dit is niet het geval in Kallo.

De dioxine- en PCB-deposities in Kallo waren in 2021 vergelijkbaar met waarden waargenomen in Genk (industriegebied). Deposities op andere industriële locaties als Gent en Zutendaal lagen veel hoger.

5. PFAS

Midden 2021 bleek uit onderzoek van de Universiteit Antwerpen dat PFAS zich wijd verspreid heeft rond het bedrijf 3M. Er waren ook aanwijzingen dat ten gevolge van de grondwerken voor de Oosterweelverbinding PFAS via fijn stof door de lucht verspreid werd. De VMM startte hierna onmiddellijk met luchtmetingen van PFAS en extra metingen van fijn stof op Linkeroever.

Zowel in zwevend stof als in depositie werden PFAS gemeten. Op alle meetlocaties ligt de PFAS-concentratie in zwevend stof ruim onder de toetsingswaarde. Dichtbij het bedrijf 3M en de Oosterweelwerf worden hogere concentraties gemeten.

Om tijdig te kunnen inspelen op verspreiding van mogelijk met PFAS vervuilde grond via de lucht door de Infrastructuurwerken Linkeroever en Scheldetunnel, werden er extra meetplaatsen voor fijn stof opgericht. Er werden stofbeheersmaatregelen opgenomen in de omgevingsvergunning en er werd een stofactieplan opgemaakt in samenwerking met Lantis. Worden er lokale stofpieken gemeten dichtbij een woongebied dan wordt, aan de hand van een waarschuwings- en actiedrempel, actie op het terrein ondernomen.

Dit stofactieplan is na een testfase actief sinds februari 2022. Tijdens de eerste maanden zagen we vooral lokale stofevents op de meetplaats Burchtse Weel. Die worden in nauwe samenwerking met de afdeling Handhaving van het Departement Omgeving nauwgezet opgevolgd.



6. Vluchtige organische stoffen – BTEX, VOS en A/K

BTEX

De industriële emissies van benzeen, toluen en xyleenisomeren in de Antwerpse haven kennen een algemeen dalende trend in de periode 2010 -2020. De emissies schommelen wel, er zijn ook jaren met hogere emissiewaarden.

De BTEX-concentraties verschillen sterk tussen de meetstations. In het centrum van de haven op de meetplaats Polderdijkweg (R822) en in mindere mate ook op Ordamstraat (AT44) meten we hogere concentraties dan op de andere meetplaatsen. De pollutierozen duiden bronnen aan in het centrum van de haven, bij de petroleumraffinaderijen.

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

VOS en A/K-resultaten grote screeningscampagne

In de periode 2000 - 2020 daalden de totale NMVOS-emissies. In 2020 waren ze nog een kwart van de uitstoot in 2000. De sectoren met de grootste emissies waren industrie en energie, samen goed voor 86 % van de emissies in 2020.

De industriële emissies van formaldehyde kenden een grillig verloop tussen 2009 en 2020, met een forse daling tussen 2018 en 2020.

Het merendeel van de bedrijven in de Antwerpse haven behoren tot de (petro)chemische sector. De activiteiten van deze bedrijven kunnen aanleiding geven tot een verhoogde uitstoot van vluchtige organische stoffen (VOS). De VMM meet VOS op een aantal vaste havenlocaties, maar deze liggen vooral in het zuidelijk deel van het havengebied en op Rechteroever. Om een idee te krijgen van de aanwezigheid van VOS in het hele havengebied, voerde de VMM in 2021 een screening uit. De VMM mat VOS-componenten op 50 extra locaties en A/K op 20 extra locaties met passieve samplers. Na proefdraaien en een modelleeroefening met IFDM besloten we om 6 VOS-locaties wekelijks te bemonsteren. De overige 44 VOS-locaties en alle 20 A/K-meetplaatsen bemonsterden we tweewekelijks.

Alle grens- en advieswaarden gerespecteerd

Het jaargemiddelde voor benzeen bleef op alle locaties onder de Europese grenswaarde van 5 µg/m³. Ook bleven de benzeenconcentraties onder de Vlaamse grenswaarde van 50 µg/m³ als 98ste percentiel (indicatieve toetsing). Het extra kankerrisico voor benzeen lag tussen 1 op 50.000 en 1 op 240.000 inwoners. Dit is gezondheidskundig niet verwaarloosbaar.

Voor toluen en tetrachlooretheen bleven de WGO-advieswaarden o.b.v. respectievelijk week- en jaargemiddelden ruimschoots gerespecteerd. Voor toluen, 1,2-dichloorethaan en formaldehyde bleven de maximale week- of tweewekgemiddelden onder de advieswaarden van de WGO (indicatieve toetsing).

VOS-concentraties tot vijf keer hoger in Antwerpse haven dan in Vlaanderen

Kijken we naar de gemiddelde jaargemiddelden, dan zien we dat vooral toluen, n-hexaan en m+p-xyleen voorkomen in de Antwerpse haven. De meeste VOS-componenten maximale jaargemiddelden zien we op AT65 (Rode Weel) en AT75 (Industrieweg). De jaargemiddelde concentraties van alle 24 VOS-componenten lagen, tot zelfs een factor 5, boven het Vlaamse gemiddelde.



Maar 3 van de 13 verschillende A/K-componenten hadden concentraties boven de detectielimiet: aceton+acroleïne, acetaldehyde en formaldehyde. Het jaargemiddelde van de A/K-componenten in de Antwerpse haven was vergelijkbaar met de jaargemiddelde concentraties in Gent.

De VOS-buisjes waren op twaalf locaties soms verzaaid waren. Dit betekent dat de VOS-concentraties in die stalen onderschat zijn.

Benzeen vooral aanwezig op AT65 (Rode Weel) en het zuidelijk deel van de haven

De jaargemiddelden van benzeen schommelden tussen 0,27 µg/m³ (op BV14 - Haandorpweg) en 3,4 µg/m³ (op AT65 – Rode Weel). Het vaste meetstation R822 (Polderdijkweg) was de enige van de 52 locaties waar het minimale week- of tweeweekgemiddelde meer was dan 1 µg/m³.

Meetplaats AT65 valt duidelijk op en kunnen we zien als een hotspot voor benzeen in de Antwerpse haven. De windrozen wijzen in de richting van de spoorlijnen en het bedrijf Veolia ES MRC. Een ander aandachtsgebied is het zuidelijk deel van de haven op Rechteroever, tussen het Marshalldok en de Oosterweelsteenweg.

In 2030 komt er mogelijk een nieuwe Europese jaargrenswaarde van 3,4 µg/m³ voor benzeen. Blijven de emissies constant, dan zal het jaargemiddelde rond Rode Weel op Rechteroever rond deze waarde liggen. Ook ontstaan er overschrijdingen van de beoordelingsdrempel (1,7 µg/m³) in het zuidelijk gedeelte van de haven.

Bijkomende reductiemaatregelen, zeker voor prioritaire stoffen zoals benzeen, zijn aangewezen.

IFDM is een bruikbare tool ter voorbereiding van VOS-meetcampagnes

Voor de VOS-componenten missen we met het IFDM-model een groot deel van de lokale emissiebijdragen wanneer we alleen de gerapporteerde gegevens in het IMJV gebruiken. Dit gingen we na voor een aantal vaste meetlocaties in meetjaar 2018 en voor de meetlocaties in de aandachtzones in meetjaar 2021.

Vergeleken we de aandachtzones uit IFDM met de hotspots waargenomen tijdens de meetcampagne, dan zien we dat op onze IFDM-modelkaarten een aantal hotspots ontbreken. Het beste voorbeeld hiervan is de zone rond locatie AT65 (Rode Weel). Bovendien zien we in werkelijkheid een (lichte) verschuiving van de door IFDM voorspelde aandachtzones.

Het IFDM-model is een bruikbare tool ter voorbereiding van VOS-meetcampagnes als we volgende zaken in acht nemen:

- De gerapporteerde emissievrachten in het IMJV zijn mogelijk onderschat. Bedrijven schatten deze in met behulp van theoretische modellen in plaats van zich te baseren op echte meetgegevens.
- Hoe gedetailleerder de bedrijven de informatie over hun emissiebronnen in het IMJV beschrijven (XY-coördinaten, schouwgegevens ...), hoe beter de inschatting is die we met IFDM kunnen maken.
- Door alleen de IMJV-gegevens te gebruiken als input voor het IFDM-model, missen we een belangrijk deel van de lokale emissies in de haven. Zo brachten we bepaalde emissiebronnen (bv. goederentransport) niet in rekening en houdt IFDM geen rekening met secundair gevormde emissies.
- Het gebruik van modellen brengt altijd beperkingen en onzekerheden met zich mee.



Vijf aandachtzones in Antwerps havengebied

We kunnen vijf aandachtzones onderscheiden: locatie AT65 (Rode Weel) en vier zones in het zuidelijk gedeelte van de haven.

- AT65 (Rode Weel) is veruit de belangrijkste gedetecteerde hotspotzone. Nagenoeg alle gemeten VOS-componenten hadden hier verhoogde jaargemiddelden t.o.v. de andere havenlocaties. Bovendien kwam deze regio niet tot uiting bij de IFDM-voorspellingen. We hebben de lokale impact hier dus serieus onderschat en moeten op zoek gaan naar bijkomende (continue) bronnen.
- AT75 (Industrieweg) toonde verhoogde concentraties voor een aantal VOS-componenten, maar was geen uitgesproken aandachtzone voor benzeen en toluen. Voor deze meetlocatie kunnen we een aantal mogelijke bronnen opsommen, maar we moeten dit verder onderzoeken.
- Het gebied rond AT69 (Rostockweg) en R822 en AT74 (Polderdijkweg) is de meest logische hotspotregio voor VOS in de Antwerpse haven. In alle windrichtingen liggen één of meerdere mogelijke bron(nen).
- In de regio rond AT82 (Leon Bonnetweg), R891 (Scheurweg) en AT76 (Boerinnestraat) maten we verhoogde concentraties voor o.a. aceton+acroleïne, acetaldehyde en enkele alkanen. Vooral locatie AT82 sprong eruit bij de interpolatiekaarten. We vermoeden dat de meeste invloed in deze regio komt uit de richting van het bedrijf ATPC Refinery en/of de spoorbundel op het bedrijventerrein van ATPC.
- Ondanks wekelijkse bemonstering werd op AT72 (Scheldelaan) toluen overbeladen bij 35 van 52 passieve samplers. Gemeten toluenconcentraties zijn hier dan ook hoogstwaarschijnlijk onderschat. De dichtstbijgelegen en grootste emissiebron is Total Raffinaderij Antwerpen. Dit bedrijf ligt wel in de minst gunstige windrichting t.o.v. de meetlocatie.

Incidenten gelinkt aan verhoogde concentraties

Tijdens deze meetcampagne ontvingen we verschillende meldingen en vragen over geurhinder, stofhinder of andere klachten uit de regio Antwerpen. Enkele meldingen konden we linken aan verhoogde concentraties van een of meerdere componenten op bepaalde plaatsen. Met behulp van de bijhorende windroos duiden we mogelijke bronnen aan.

Bevindingen meetcampagne helpen luchtkwaliteit verbeteren

O.b.v. de bevindingen bij de VOS-campagne in de Antwerpse haven formuleerden we een aantal aanbevelingen voor concrete maatregelen. Deze aanbevelingen hadden betrekking op:

- het belang van het optimaliseren van de IMJV-datasets
- suggesties voor het uitbreiden van de VOS-modelleeroefeningen met IFDM ter voorbereiding van toekomstige meetcampagnes
- het opvolgen van de vijf gedetecteerde aandachtzones, vooral voor bronidentificatie en het formuleren van concrete acties om de luchtkwaliteit te verbeteren
- enkele te bekijken items bij een herziening van de meetstrategie VOS

Aanbevelingen om VOS-emissies door bedrijven terug te dringen

Om de emissies beter in kaart te brengen moeten er bijkomende acties genomen worden, zoals extra reductiemaatregelen, zeker voor prioritaire stoffen als benzeen.

Het grootste deel van de gerapporteerde emissies zijn niet-geleide emissies. Deze emissies worden momenteel niet gemeten maar berekend met theoretische emissiefactoren waardoor ze zeer onzeker en sterk onderschat kunnen zijn. Recent is een CEN-norm gepubliceerd die de uitstoot meet. Zo krijgen we een beter inzicht in de totale emissies van een bedrijf en kunnen we de uitstoot beter lokaliseren en aanpakken.

In de VLAREM-regelgeving staan al veel maatregelen om de uitstoot van NMVOS aan te pakken. Een verplicht meet- en herstelprogramma van lekken in proces- en opslagtanks, emissiegrenswaarden voor geleide emissiebronnen en BBT-maatregelen voor de beperking van de uitstoot uit opslagtanks en overslag van vluchtige producten. Deze maatregelen gelden pas vanaf bepaalde drempels (vluchtigheid, volume opslagtanks ...). Door bronnendetectie (in de bedrijven zelf) kunnen we evalueren of bijsturing van de meet- en herstelprogramma's aan de orde is. Ook voor geleide emissies moeten we nagaan of de huidige emissiegrenswaarden bijgesteld moeten worden. Een BBT-studie hierover is gepland in 2023.

Speciale aandacht moet uitgaan naar CMR-stoffen. Een minimalisatieverplichting voor bedrijven kan een optie zijn. Bedrijven brengen in detail in kaart waar de emissies vrijkomen en tonen aan dat ze de emissies maximaal terugdringen (streven naar zero emissie). Daarvoor kan het bedrijf een individueel reductieplan met aanpak en timing en voortgangsrapportering opstellen.



INHOUD

1	Het Meetnet	16
1.1	Zwavel dioxide – SO ₂	20
1.1.1	Emissie van SO ₂	20
1.1.2	Trend van SO ₂ -concentraties	24
1.1.3	Toetsing van SO ₂ -concentraties	25
1.1.4	Geografische spreiding van SO ₂ -concentraties	26
1.2	Stikstofoxides – NO/NO ₂	29
1.2.1	Emissie van NO _x (NO ₂)	29
1.2.2	Trend van NO _x -concentraties	30
1.2.3	Toetsing van NO ₂ -concentraties	33
1.2.4	Geografische spreiding van NO ₂ -concentraties	36
1.3	Fijn stof – PM ₁₀ , PM _{2,5} en zwarte koolstof	40
1.3.1	PM ₁₀	40
1.3.2	PM _{2,5}	51
1.3.3	Zwarte koolstof	58
1.4	Dioxines en PCB's	64
1.4.1	Overzicht en toetsing van de dioxine- en PCB-meetwaarden	64
1.4.2	Trend van dioxine- en PCB126-depositie	64
1.4.3	Vergelijking met andere meetlocaties	66
1.5	PFAS	67
1.5.1	Wat zijn PFAS	67
1.5.2	Metingen	67
1.5.3	Resultaten PFAS op basis van de metingen juli 2021 – midden januari 2022	67
1.6	Vluchtige organische stoffen – BTEX, VOS en A/K	69
1.6.1	Emissies van benzeen, toluen, xyleenisomeren en 1,2-dichloorethaan	69
1.6.2	Emissie van totaal NMVOS	71
1.6.3	Emissies van formaldehyde	72
1.6.4	Automatische BTEX-metingen	73
1.6.5	Semiautomatische VOS- en A/K-metingen: grote meetcampagne in de Antwerpse haven	84
2	Besluit	133
3	Aanbevelingen aanpak VOS	139
bijlage 1	Informatie over geaccrediteerde metingen (normen ISO/IEC 17025:2017)	141
bijlage 2	Afbakening Antwerpse haven	147
bijlage 3	Beschrijving van de pollutanten	149
3.1	Zwavel dioxide – SO ₂	149
3.2	Stikstofoxides – NO/NO ₂	149
3.3	Fijn stof – PM ₁₀ , PM _{2,5} en zwarte koolstof	149

3.4 Dioxines en PCB's	151
3.5 Vluchtige organische stoffen - VOS	152
bijlage 4 Overzicht luchtkwaliteitsnormen	153
4.1 Zwaveldioxide – SO ₂	153
4.2 Stikstofoxides – NO/NO ₂	154
4.3 Fijn stof – PM ₁₀ en PM _{2,5}	155
4.3.1 Regelgeving PM ₁₀	155
4.3.2 Regelgeving PM _{2,5}	155
4.3.3 Regelgeving zwarte koolstof	156
4.4 Dioxines en PCB's	156
4.5 Niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS).....	157
bijlage 5 Methodiek	158
5.1 Pollutierozen en zeropollutierozen	158
5.2 IFDM-model.....	158
5.3 ATMO-Street-model	160



LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Coördinaten meetplaatsen in de Antwerpse haven.....	18
Tabel 2: Belangrijkste statistische parameters voor SO ₂	26
Tabel 3: Belangrijkste statistische parameters voor NO ₂ in 2021	34
Tabel 4: Belangrijkste statistische parameters voor PM ₁₀	46
Tabel 5: Belangrijkste statistische parameters voor PM _{2,5}	53
Tabel 6: Aantal dagen met een PM _{2,5} -dagconcentratie > 15 µg/m ³	55
Tabel 7: Belangrijkste statistische parameters voor zwarte koolstof	60
Tabel 8: Dioxine en PCB-depositie op BV04 in 2021	64
Tabel 9: Jaargemiddelde op basis van uurwaarden voor benzeen	74
Tabel 10: P98-dagwaarde voor benzeen	74
Tabel 11: Maximale halfuurwaarden toluen	74
Tabel 12: Maximale weeggemiddelden toluen	74
Tabel 13: Emissies (in ton) voor 2018 in omgevingslucht van VOS-uitstotende bedrijven in de Antwerpse haven (Bron: https://www.vmm.be/data/imjv-databestand)	86
Tabel 14: Coördinaten locaties meetcampagne en vaste meetplaatsen vluchtige organische stoffen	89
Tabel 15: Statistische parameters (in µg/m ³) voor toetsing aan regelgeving	92
Tabel 16: Statistisch overzicht van jaargemiddelden per VOS- of A/K-component over alle meetlocaties (in µg/m ³). Voor minimum en maximum staat de bijhorende locatie telkens tussen haakjes	93
Tabel 17: Locaties met verzadiging voor een of meerdere VOS-componenten tijdens de meetcampagne ...	96
Tabel 18: Statistisch overzicht van de benzeenconcentraties (week of tweeweekgemiddelden) op alle meetlocaties (in µg/m ³)	97
Tabel 19: Voorspelde en gemeten concentraties op enkele vaste meetstations in 2018 (in µg/m ³)	110
Tabel 20: Voorspelde en gemeten concentraties in de aandachtzones (in µg/m ³)	121
Tabel 21: Regelgeving voor SO ₂ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2000 en 2021)	153
Tabel 22: Grenswaarden en alarmdrempel voor NO ₂ en kritiek niveau voor NO _x (richtlijn 2008/50/EG).....	154
Tabel 23: Advieswaarden voor NO ₂ en kritiek niveau voor NO _x (WGO 2000 en 2021)	155
Tabel 24: Regelgeving voor PM ₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2021).....	155
Tabel 25: Europese regelgeving voor PM _{2,5} (2008/50/EG).....	156
Tabel 26: Advieswaarden voor PM _{2,5} (WGO 2005)	156
Tabel 27: Regelgeving voor VOS (richtlijn 2008/50/EG, VLAREM II en WGO 2000).....	157

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Ligging meetplaatsen van de Antwerpse haven, 2021.....	19
Figuur 2: Evolutie SO ₂ -emissies en jaargemiddelde concentratie in de Antwerpse haven.....	20
Figuur 3: Aandeel sectoren in SO ₂ -emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2020	21
Figuur 4: Trend SO ₂ -emissie door de scheepvaart in de Antwerpse haven	22
Figuur 5: Aandeel type schepen in de scheepvaartemissies van SO ₂ van 2010 en 2020	23
Figuur 6: SO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven t.o.v. Vlaanderen.....	24

////////////////////////////////////

Figuur 42: Zeropollutierozen voor zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2021.....	63
Figuur 43: Trend depositie dioxines en PCB126 op meetplaats BV04 in Kallo.....	65
Figuur 44: Overzicht depositiestalen dioxines en dioxineachtige PCB's in 2021 in Vlaanderen	66
Figuur 45: Gerapporteerde industriële IMJV-emissies benzeen in de Antwerpse haven.....	69
Figuur 46: Gerapporteerde industriële IMJV-emissies toluen in de Antwerpse haven	70
Figuur 47: gerapporteerde industriële IMJV-emissies xyleenisomeren in de Antwerpse haven.....	70
Figuur 48 : gerapporteerde industriële IMJV-emissies 1,2-dichloorethaan (kg) in de Antwerpse haven.....	71
Figuur 49: Evolutie totaal NMVOS-emissie in de Antwerpse haven	71
Figuur 50: Gerapporteerde industriële emissies formaldehyde (kg) in de Antwerpse haven	73
Figuur 51: Evolutie benzeenconcentraties in de Antwerpse haven	75
Figuur 52: Evolutie toluenconcentraties in de Antwerpse haven	76
Figuur 53: Evolutie ethylbenzeenconcentraties in de Antwerpse haven.....	76
Figuur 54: Evolutie m+p-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven.....	77
Figuur 55: Evolutie o-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven	77
Figuur 56: Pollutierozen benzeen in de Antwerpse haven in 2021.....	79
Figuur 57: Pollutierozen toluen in de Antwerpse haven in 2021	80
Figuur 58: Pollutierozen ethylbenzeen in de Antwerpse haven in 2021.....	81
Figuur 59: Pollutierozen m+p-xyleen in de Antwerpse haven in 2021	82
Figuur 60: Pollutierozen o-xyleen in de Antwerpse haven in 2021.....	83
Figuur 61: Ligging VOS-uitstotende bedrijven in Antwerpse haven voor emissiejaar 2018. De cijfers op de kaart komen overeen met de ID's van Tabel 13.....	85
Figuur 62: Ligging locaties meetcampagne en vaste meetplaatsen vluchtige organische stoffen.	91
Figuur 63: Vergelijking jaargemiddelde concentraties in Antwerpse haven met Vlaanderen (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$). De factor verschil staat er telkens boven vermeld.	95
Figuur 64: Grafische weergave van de jaargemiddelden voor benzeen op elke meetlocatie. Ter informatie staat onderaan het Vlaamse virtueel jaargemiddelde.	99
Figuur 65: Grafische weergave van de maximale (twee)weekgemiddelden voor benzeen	100
Figuur 66: Interpolatie jaargemiddelde benzeenconcentraties (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	101
Figuur 67: Interpolatie aangepaste veertiendaagse benzeengemiddelden (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	103
Figuur 68: IFDM-modellering voor 1,2-dichloorethaan: scenario 1 (links) vs. scenario 2 (rechts)	108
Figuur 69: Aandachtzones voor benzeen: IFDM (links) vs. meetcampagne (rechts)	112
Figuur 70: Aandachtzones voor toluen: IFDM (links) vs. meetcampagne (rechts)	112
Figuur 71: Ligging meetlocatie AT65 (Rode Weel)	114
Figuur 72: Ligging meetlocatie AT75 (Industrieweg).....	115
Figuur 73: Ligging meetlocaties AT69 (Rostockweg) en R822 en AT74 (Polderdijkweg)	117
Figuur 74: Ligging meetlocaties R891 (Scheurweg), AT82 (Leon Bonnetweg) en AT76 (Boerinnestraat)	118
Figuur 75: Verloop gemeten weekgemiddelden (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) toluen op AT72 (Scheldelaan)	119
Figuur 76: Ligging meetlocatie AT72 (Scheldelaan)	120



Figuur 77: Interpolatiekaart van 1,2-dichloorethaan, benzeen en n-pentaaan met bijhorende windroos voor meetperiode 1 (01/01/2021-14/01/2021)	124
Figuur 78: Verloop van benzeenconcentratie (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) op R822 in januari 2021 (automatische BTEX-metingen)	125
Figuur 79: Interpolatiekaart van enkele VOS-componenten met bijhorende windroos voor meetperiode 5 (26/02/2021-11/03/2021)	126
Figuur 80: Interpolatiekaart van aceton+acroleïne, n-pentaaan en benzeen met bijhorende windroos voor meetperiode 8 (09/04/2021-22/04/2021)	128
Figuur 81: Kaart afbakening Antwerpse haven	148



We bespreken de luchtconcentraties en emissies van de verschillende polluenten in de Antwerpse haven. We toetsen de concentraties van 2021 aan de huidige en toekomstige Europese regelgeving en aan de nieuwe WGO-advieswaarden die in 2021 gepubliceerd werden. 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 Milieujaарverslag en modelberekeningen. De meest recente emissiecijfers zijn van 2020.

1 HET MEETNET

In en rond het havengebied meet de VMM op verschillende 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 dioxines en PCB's met behulp van depositiekruiken. Daarnaast voert de VMM ook PFAS-metingen uit in de omgeving van 3M. Er werden n.a.v. de PFAS-problematiek rond het bedrijf 3M en de grondwerken voor de Oosterweelverbinding eind 2021-begin 2022 4 extra meetplaatsen voor fijn stof opgericht op Linkeroever.

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

De afbakening van de Antwerpse haven staat beschreven in bijlage 2. In deze regio zijn er verschillende meetplaatsen. 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 gaat over:

- 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 voelen 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 voor een andere luchtkwaliteitszone.

Ook in de nabijheid van de Oosterweelwerken monitort de VMM de luchtkwaliteit. De bespreking van die metingen is opgenomen in het rapport 'Luchtkwaliteit in de Antwerpse agglomeratie'. Bij deze werken werd een vervuiling met PFAS aangetroffen. Meer informatie hierover staat in het deel 1.5 verder in dit rapport.



Er zijn enkele wijzigingen in het meetnet:

- De automatische metingen op R893 werden in februari 2021 stopgezet. De passieve VOS-metingen blijven doorgaan op deze locatie.
- Op AT83 gingen volgende metingen van start: PM₁₀, PM_{2,5}, zwarte koolstof, NO_x, SO₂ in november 2021, BTEX in december 2021.
- Metingen van PFAS vanaf juli 2021: in zwevend stof op AL01, R897, ZD01 en ZD08, in depositie op AL01, R897, ZD01, ZD07, ZD08, ZD09, ZD10, ZD11 en ZD12. Op ZD01 en ZD08 wordt vanaf oktober 2021 ook PM₁₀ en PM_{2,5} gemeten.

Een overzicht van alle meetplaatsen werkzaam in 2021 staat in Tabel 1. De tabel toont de code, het adres en de Lambertcoördinaten van de meetstations in 2021. Er staat ook aangeduid welke meetstations opgenomen worden in het virtueel gemiddelde van de Antwerpse haven. Figuur 1 toont welke pollutanten we op welke meetplaats meten. In het rapport bespreken we enkel de meetwaarden van de meetstations die minstens 50 % van het jaar werkzaam waren.

In 2021 organiseerde de VMM ook een grote VOS-campagne. De locaties komen aan bod in paragraaf 1.6.5.

Meer informatie over de gemeten parameters en gebruikte apparatuur staat op de website <https://www.vmm.be/lucht>. De specificaties over o.a. het meetprincipe en de meetonzekerheid staan in bijlage 1.



Tabel 1: Coördinaten meetplaatsen in de Antwerpse haven

Meetplaats Code	Adres	Lambertcoördinaten		PM ₁₀	PM _{2,5}	Zwarte koolstof	NO _x	SO ₂	BTEX	VOS	A/K	PCB's/diox	PFAS	
		X	Y										in zwevend stof (TSP)	in depositie
Meetplaatsen gerapporteerd aan Europa als Air Quality Zone Antwerpse haven (BEF015)														
AL02*	Engelsesteenweg, Beveren (Kieldrecht)	140657	221644	✓	✓									
AL03*	Watermolendijk, Beveren (Verrebroek)	138326	216020	✓	✓									
AL05*	Ketenislaan, Beveren	143727	217031	✓	✓	✓								
AT83*	Zoutestraat, Antwerpen (Berendrecht)	145553	225543	✓ ²	✓ ²	✓ ³	✓ ⁴	✓ ⁵	✓ ⁶					
M802*	Havannastraat, Antwerpen	153884	216790	✓	✓	✓	✓			✓				
R830*	Scheldemolenstraat, Beveren-Waas (Doel)	142601	223162				✓							
R831*	Hoefbladstraat, Antwerpen (Berendrecht)	147976	226558	✓	✓		✓							
R892*	Kallostraat, Beveren (Kallo)	143727	217020				✓	✓						
R893*	Ekersedijk, Antwerpen (Ekeren)	151187	219057				✓ ¹	✓ ¹		✓				
R897*	Scheldelaan, Antwerpen (Zandvliet)	148139	215578				✓	✓					✓ ⁹	✓ ¹⁰
SA04*	Abelenlaan, Stabroek (Hoevenen)	152448	222679	✓	✓	✓								
SA08*	Laageind, Stabroek	149615	224088				✓							
Andere meetplaatsen														
AL01*°	Wandeldijk, Antwerpen	150865	214046	✓	✓	✓	✓		✓				✓ ⁹	✓ ¹⁰
AL04*	Sint-Annalaan, Beveren (Kallo)	144735	220096	✓	✓	✓								
AT44*	Ordamstraat, Antwerpen (Ekeren)	148875	219832				✓	✓	✓					
BV04	Land Van Waaslaan, - haven 1204, Kallo	141709	217269									✓		
R822*	Polderdijkweg, Antwerpen	148082	217156	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓			
R823°	Meerminnendam, Beveren	141037	211484	✓	✓									
R891*	Scheurweg, Antwerpen	151159	216212				✓	✓						
ZD01	Binnenplein, Zwijndrecht	147007	211728	✓ ⁷	✓ ⁷									
ZD08	Neerstraat, Zwijndrecht	147399	213042	✓ ⁸	✓ ⁸									
ZD01	Binnenplein, Zwijndrecht	146961	211730										✓ ⁹	✓ ¹⁰
ZD07	Scheldedijk, Zwijndrecht	147861	214671											✓ ¹⁰
ZD08	Neerstraat, Zwijndrecht	147355	213057										✓ ⁹	✓ ¹⁰
ZD09	Blauwe Hoevestraat, Zwijndrecht	146482	212739											✓ ¹⁰
ZD10	Melselestraat, Zwijndrecht	146599	211968											✓ ¹⁰
ZD11	Canadastraat, Zwijndrecht	148200	213787											✓ ¹⁰
ZD12	Polderstraat, Zwijndrecht	148093	212738											✓ ¹⁰

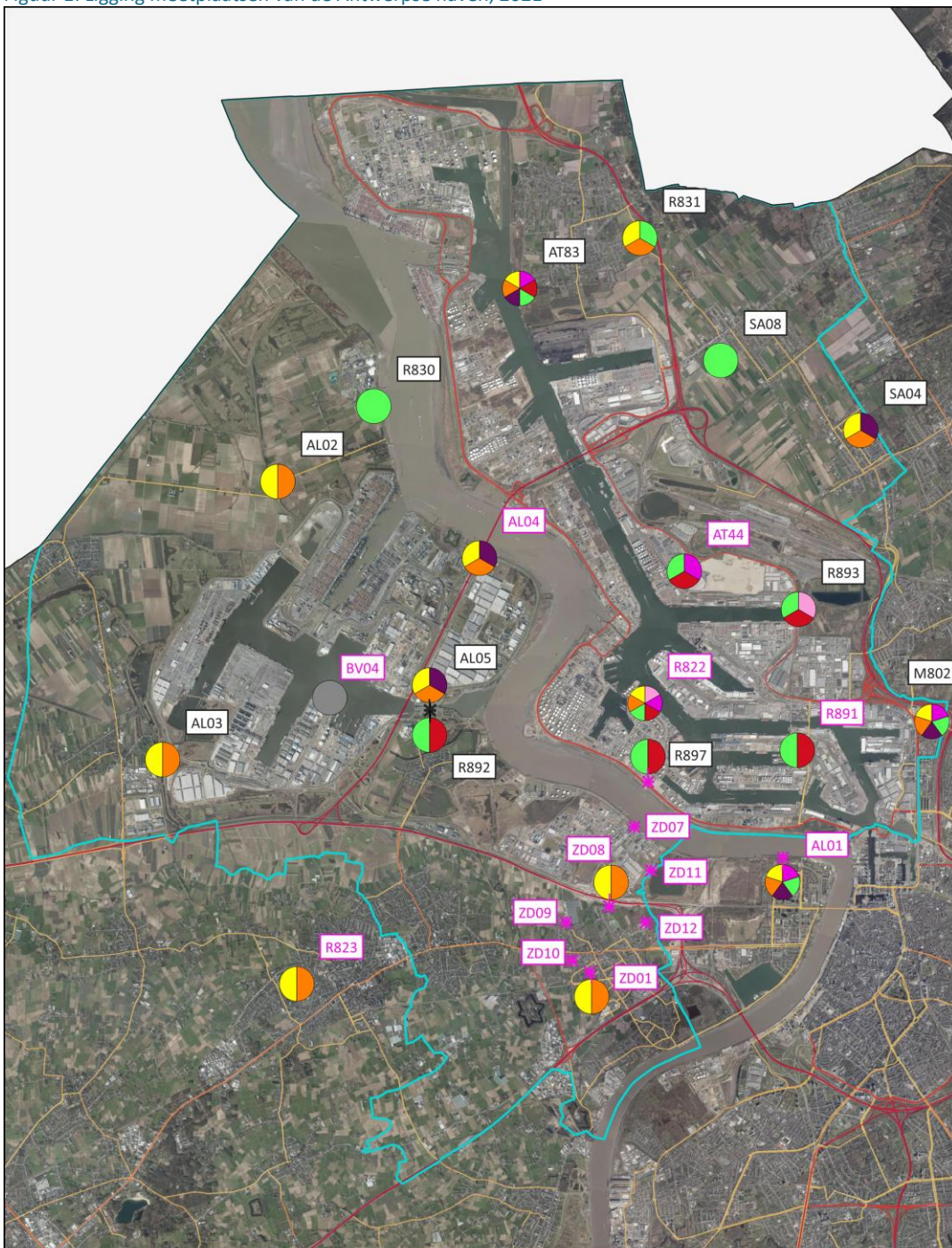
* deze meetplaatsen worden meegenomen in het virtueel gemiddelde van de Antwerpse haven

° deze meetplaats wordt aan Europa gerapporteerd voor een andere zone

- 1: metingen gestopt op 11/02/2021
- 2: metingen gestart op 24/11/2021
- 3: metingen gestart op 26/11/2021
- 4: metingen gestart op 29/11/2021
- 5: metingen gestart op 16/11/2021

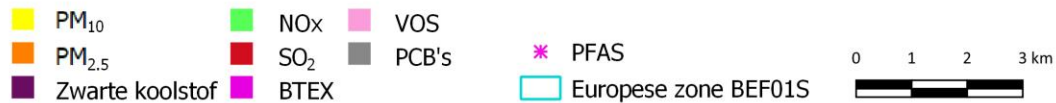
- 6: metingen gestart op 03/12/2021
- 7: metingen gestart op 01/10/2021
- 8: metingen gestart op 05/10/2021
- 9: metingen gestart op 02/07/2021
- 10: metingen gestart op 29/07/2021

Figuur 1: Ligging meetplaatsen van de Antwerpse haven, 2021



VMW, 29/09/2022

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2021



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



1.1 Zwaveldioxide – SO₂

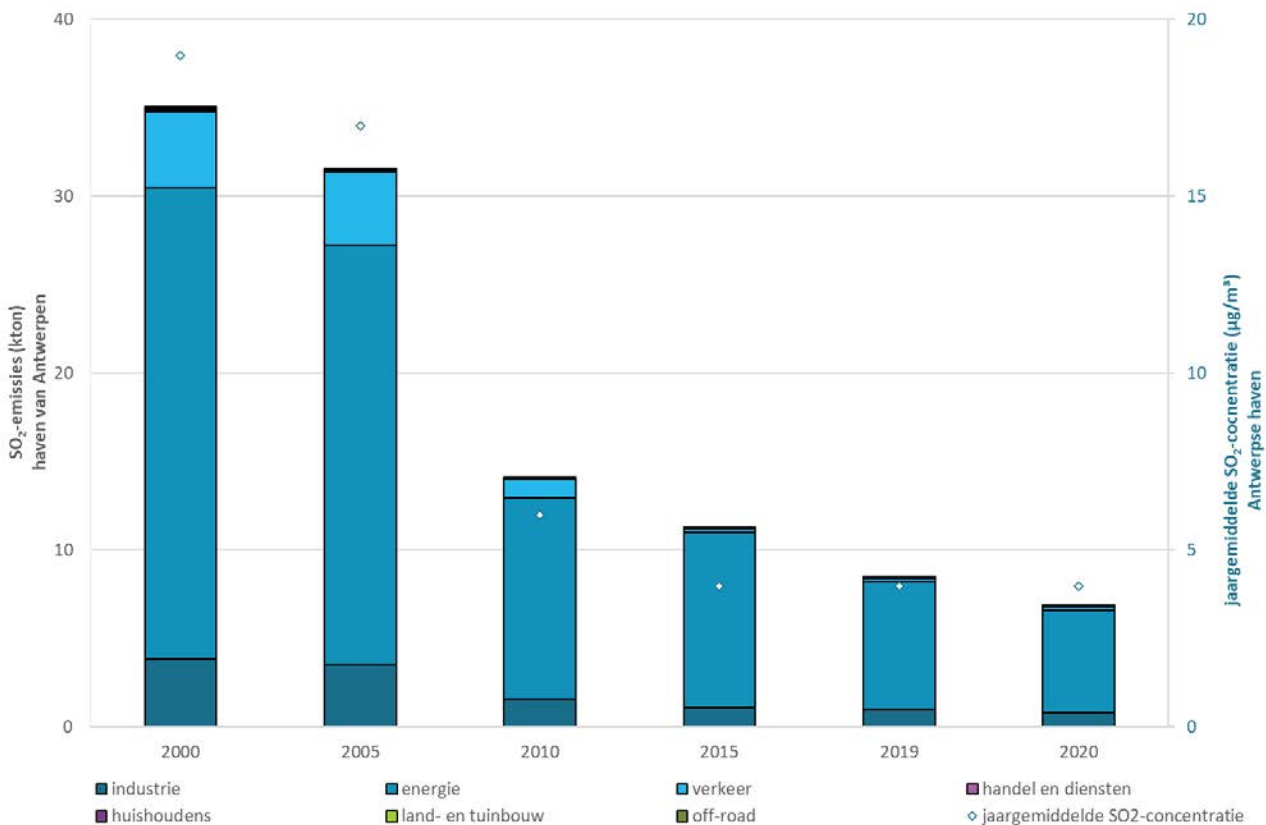
In deze paragraaf bespreken we de emissies van SO₂ en de trend van de SO₂-concentraties. We toetsen de concentraties aan de regelgeving en bekijken de geografische spreiding.

1.1.1 Emissie van SO₂

Figuur 2 toont de emissie van de verschillende sectoren in de Antwerpse haven voor 2000, 2005, 2010, 2015, 2019 en 2020. Voor deze gegevens is de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (zie bijlage 2). Het virtuele SO₂-jaargemiddelde van de Antwerpse haven staat ook aangeduid.

De totale absolute emissies zijn in de periode 2000-2020 met ongeveer 4/5 gedaald. Ook bij de concentraties zien we een duidelijke daling. In 2020 komt het grootste aandeel van de emissies nog altijd van de energiesector. Naast de petroleumraffinaderijen omvatten deze ook de elektriciteitscentrales. De elektriciteitscentrales maakten in 2005 10 % uit van deze sector. De andere jaren (2010, 2015, 2019 en 2020) zakt dit aandeel tot minder dan 0,3 %. Dit verloop is vooral bepaald door de centrale in Kallo die in 2000 weinig emissies kende en in 2005 nog operationeel was. Sinds 2010 gebruikt 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

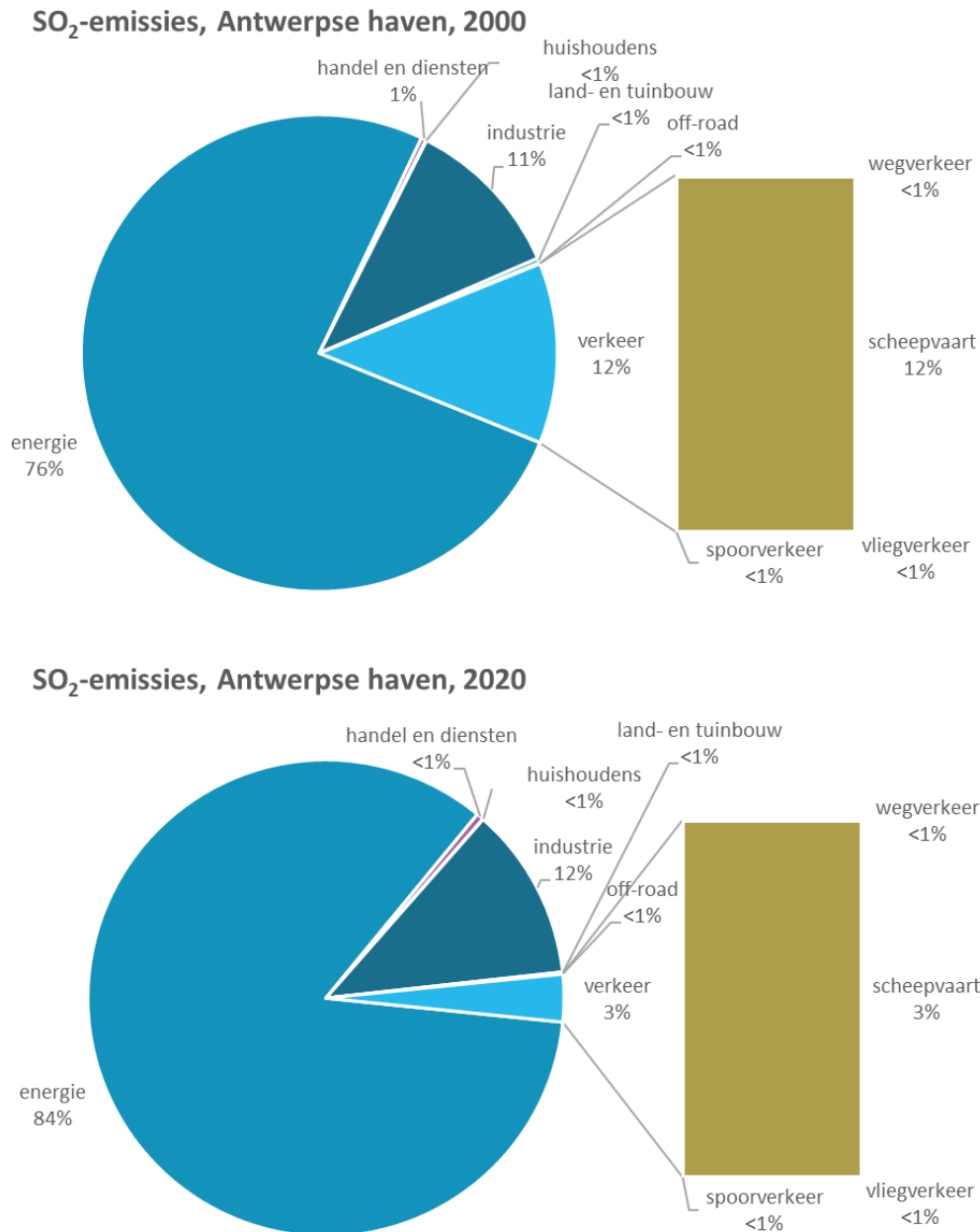


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 3 toont het aandeel van de sectoren in de SO₂-emissies in de jaren 2000 en 2020. De energiesector heeft, door emissies van de petroleumraffinaderijen, in 2020 het grootste aandeel met 84 % van de emissies. Ook de industrie blijft in 2020 een belangrijke bron met 12 % van de totale uitstoot. Het aandeel van het

verkeer bestaat bijna alleen uit emissies van scheepvaart. De andere sectoren hebben een verwaarloosbaar aandeel in de totale SO₂-emissies. Het relatieve aandeel van de sector industrie bleef tussen 2000 en 2020 vrij stabiel. Verhoudingsgewijs is de daling voor de sector verkeer het grootst.

Figuur 3: Aandeel sectoren in SO₂-emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2020



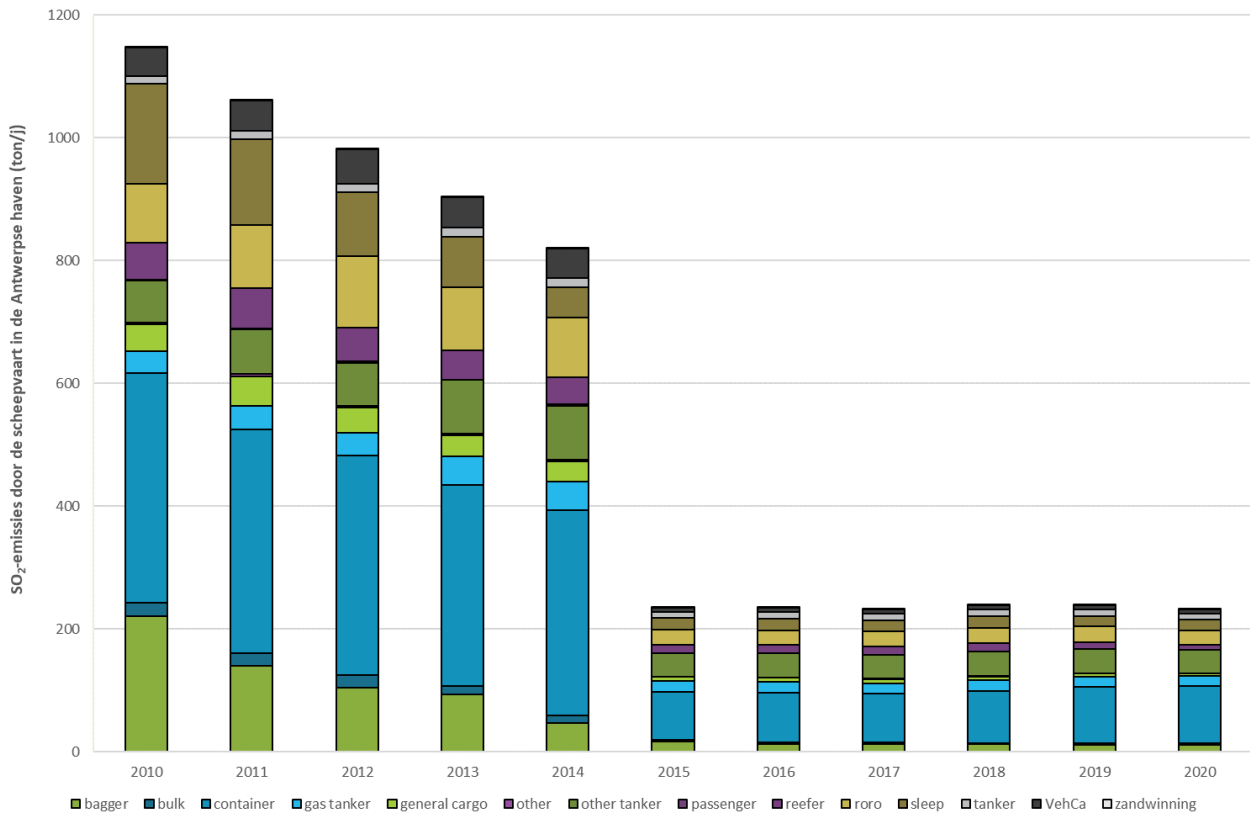
Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 4 toont de uitstoot van de scheepvaart in de Antwerpse haven. Deze daalden zeer sterk tot 2015. Daarna blijven de emissies stabiel. De emissies tussen 2010 en 2015 daalden doordat het zwavelgehalte in



scheepsbrandstoffen daalde. 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 binnen de SECA-zone waartoe het havengebied behoort. Daarbuiten is er nog wel een reductie in S-gehalte doorgevoerd, van 3,5 naar 0,5% in 2020.

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



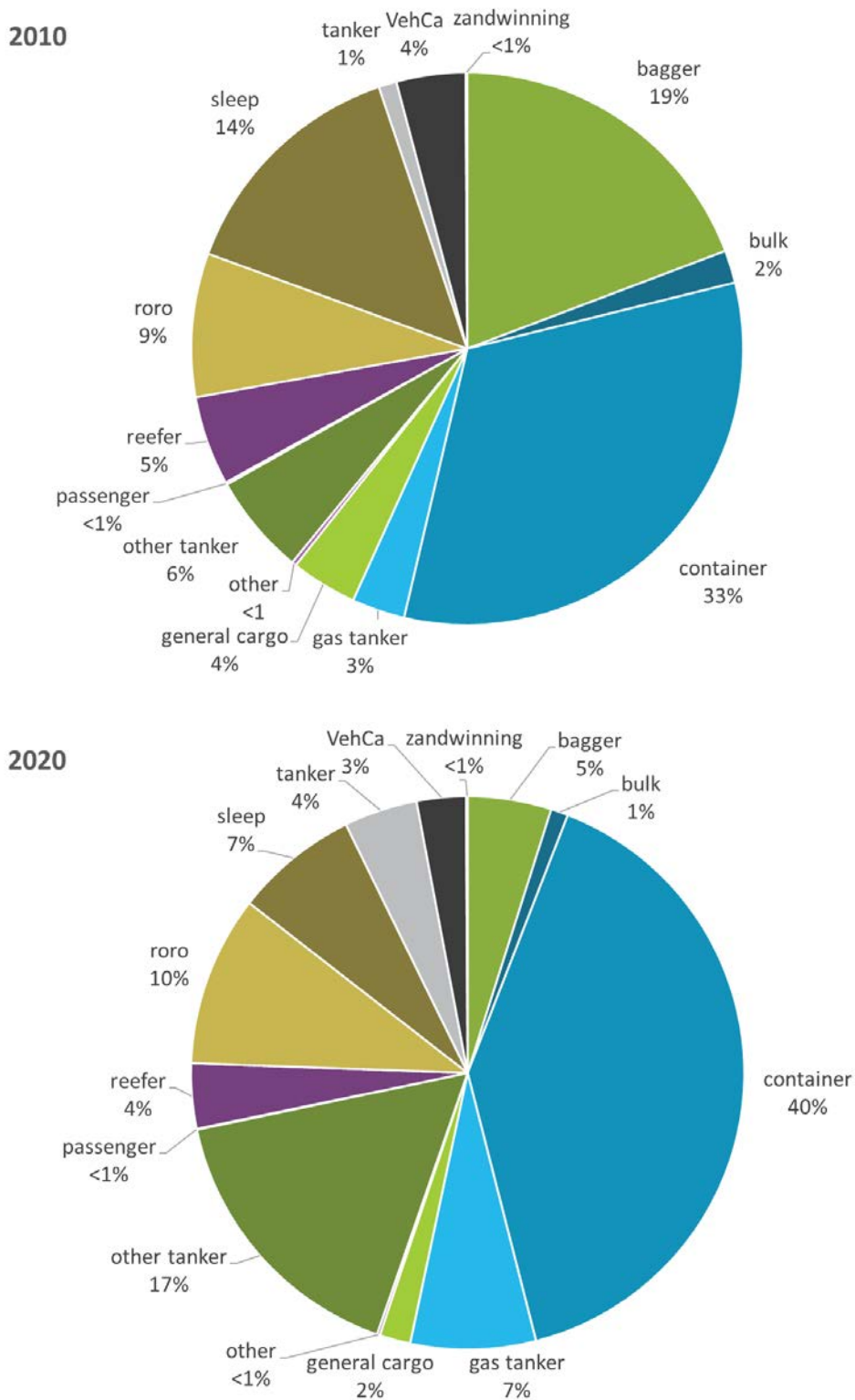
Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Wanneer we het aandeel van de verschillende types schepen bekijken (Figuur 5), dan veroorzaken de containerschepen ongeveer een derde van de emissies in 2010 en 40 % in 2020. Binnen de goederenoverslag heeft de containertransport een emissie-aandeel van 60 % in 2020.

In 2010 waren baggerschepen en sleepboten met respectievelijk 19 % en 14 % ook belangrijke bronnen. In 2020 hebben deze types een veel kleiner aandeel. Wellicht komt dat door de invoering van de verlaagde zwavelnorm voor binnenschepen. De overige tankschepen (“other tanker”) en roll-on-roll-offschepen (“roro”) hebben in 2020 een relatief groter aandeel in de SO₂-emissies. In absolute cijfers is er een daling tussen 2010 en 2020 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 2020



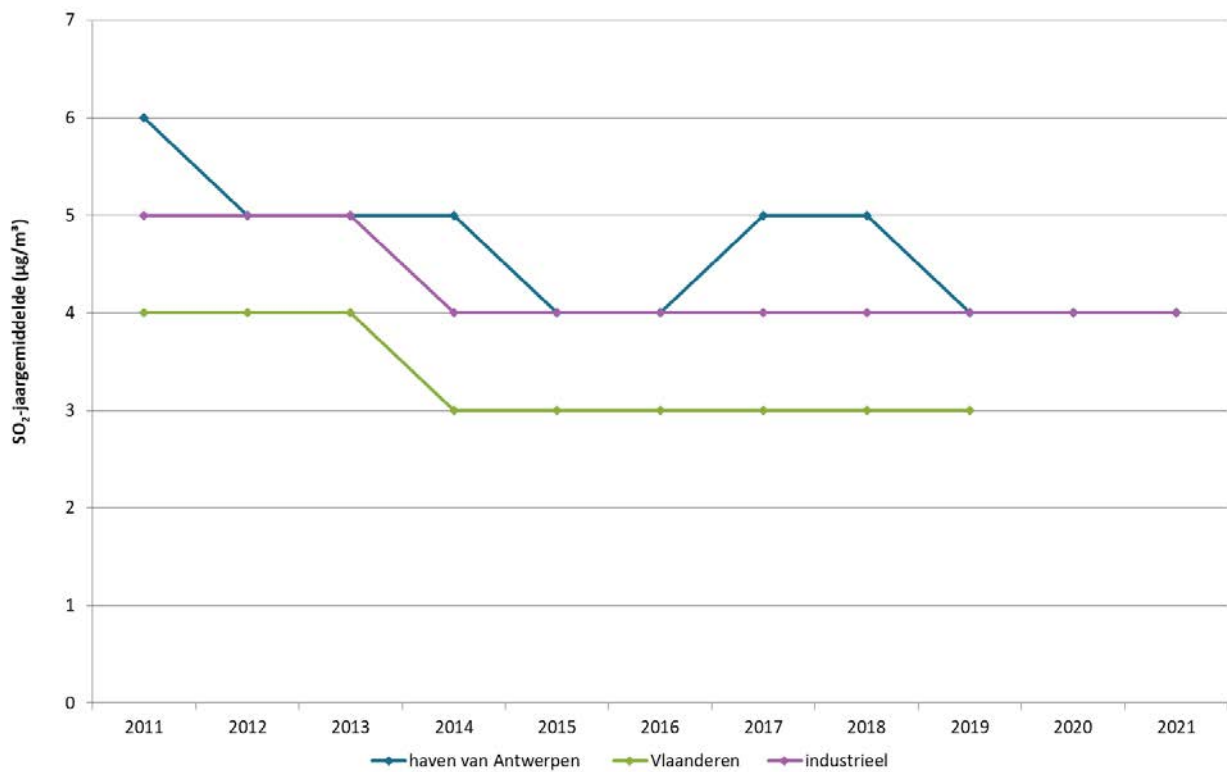
Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM



1.1.2 Trend van SO₂-concentraties

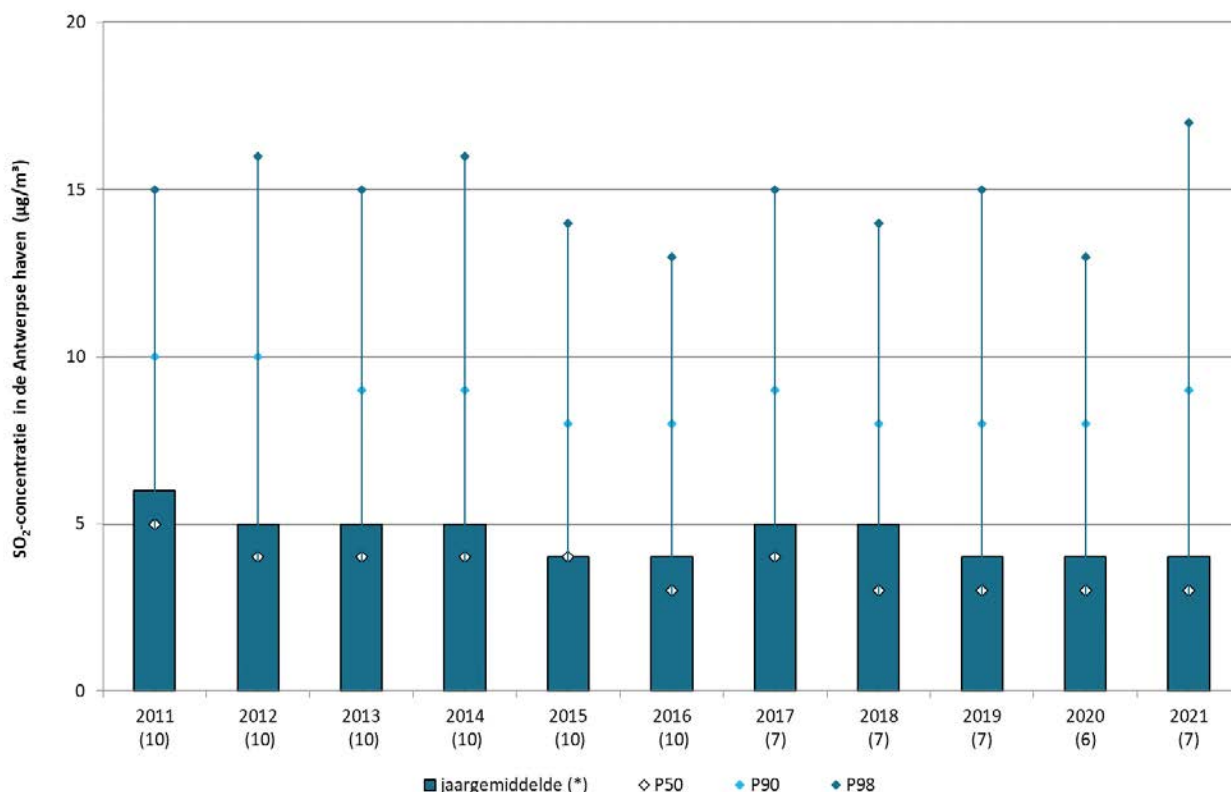
Een virtueel gemiddelde is het gemiddelde van alle metingen van deze pollutant in een bepaald gebied gedurende een jaar. Figuur 6 toont het verloop van het SO₂-jaargemiddelde op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse haven', 'Vlaanderen' en 'industrieel' in de periode 2011 t.e.m. 2021. Door een inkringing van het globale SO₂-meetnet kan een virtueel Vlaams gemiddelde niet meer berekend worden sinds 2020. Op de figuur zien we een lichte daling gevolgd door vrij constante SO₂-concentraties. Het gemiddelde in de Antwerpse haven ligt de laatste 3 jaar op hetzelfde niveau als de industriële stations.

Figuur 6: SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven t.o.v. 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 2011-2021. Het jaargemiddelde kent een stabiel verloop met een licht dalende trend. De piekwaarden (P90 en P98) kennen een grilliger verloop met hogere waarden in 2021.

Figuur 7: Evolutie SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Het aantal meetstations staat tussen haakjes.

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 2019, 2020 en 2021.



Tabel 2: Belangrijkste statistische parameters voor SO₂

o.b.v. UURWAARDEN SO ₂ (µg/m ³) Meetplaats	2019				2020				2021			
	JG	P50	P98	Max.	JG	P50	P98	Max.	JG	P50	P98	Max.
Berendrecht (R831) *	2	1	10	61	/	/	/	/	/	/	/	/
Ekerse Dijk (R893) *	3	2	16	62	3	2	14	52	°	°	°	°
Kallo (R892) *	3	1	19	100	2	1	14	357	2	1	10	358
Ordamstraat (AT44)	9	3	52	171	6	3	36	208	7	2	53	172
Polderdijkweg (R822)	8	4	37	245	7	4	29	241	7	3	39	129
Scheldelaan (R897) *	4	2	25	621	3	1	23	250	3	1	22	113
Scheurweg (R891)	3	2	13	68	3	2	14	245	2	1	14	58
Zoutestraat (AT83) *	/	/	/	/	/	/	/	/	°	°	°	°
Virtueel gemiddelde haven	4	3	15	105	4	3	13	124	4	3	17	61

*: gerapporteerd aan Europa (BEF01S) - °: beperkte databeschikbaarheid van 11 %

De Europese normen voor SO₂ werden in 2021 gerespecteerd.

De EU-alarmdrempel, van 3 opeenvolgende uren hoger dan 500 µg/m³, werd in 2021 gerespecteerd.

De EU-uurgrenswaarde van 350 µg/m³ die op jaarbasis niet meer dan 24 keer mag overschreden worden, werd gerespecteerd. Er werd 1 keer een uurconcentratie hoger dan 350 µg/m³ opgemeten. Dit was op de locatie R892 (Sluis Kallo) op 9 februari 2021 om 13:00 uur. Op de andere meetstations maten we geen verhoogde concentratie. De pollutieroos leert ons dat de bron in de richting van de raffinaderijen ligt. De uitgesproken noordoostenwind zorgde ervoor dat de SO₂-concentraties alleen verhoogd waren op R892 en niet meetbaar waren op andere locaties die in andere windrichtingen gepositioneerd staan.

De EU-daggrenswaarde laat drie keer een overschrijding van 125 µg/m³ per jaar toe. Deze dagwaarde werd in 2021 niet overschreden.

In 2021 stelde de WGO haar dagadvieswaarde bij van 20 naar 40 µg/m³. Deze werd niet overschreden.

1.1.4 Geografische spreiding van SO₂-concentraties

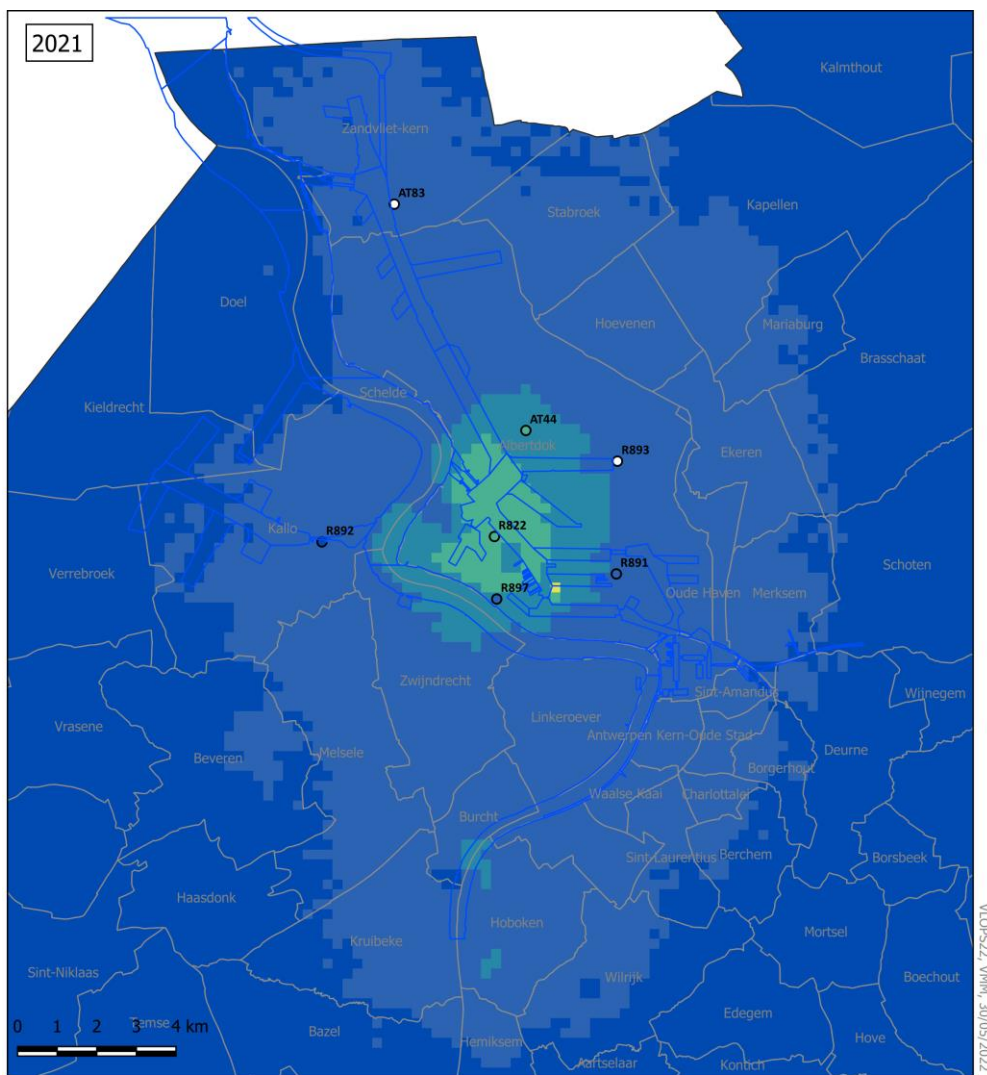
1.1.4.1 Gemodelleerde SO₂-concentraties

Om de SO₂-concentraties in de Antwerpse haven in te schatten, gebruiken we het VLOPS-model, zie Figuur 8. Meer informatie over de methodiek staat 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, dat ook bewoond is, schat het VLOPS-model de concentraties lager in.



Figuur 8: Gemodelleerd SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2021



SO₂-jaargemiddelde 2021 berekend met VLOPS (µg/m³)

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

□ Deelgemeentes — Dokken

○ meetplaats (kleur = gemeten waarde)

De onzekerheden voor deze kaart na kalibratie zijn RMSE 1,08 µg/m³ en relatieve onzekerheid 26 %.

1.1.4.2 Pollutierozen SO₂

Figuur 9 toont de pollutierozen van SO₂ met de gemiddelde halfuurconcentratie per windsector voor het jaar 2020 in het havengebied. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 5. De pollutierozen wijzen vooral in de richting van de raffinaderijen in het centrum van het havengebied.

Figuur 9: Pollutierozen gemiddelde SO₂-concentraties in de Antwerpse haven in 2021



Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2021 - pollutierozen SO₂

- | | | |
|---|---|---|
| ■ AT44 | ■ R891 | ■ R897 |
| ■ R822 | ■ R892 | |



1.2 Stikstofoxides – NO/NO₂

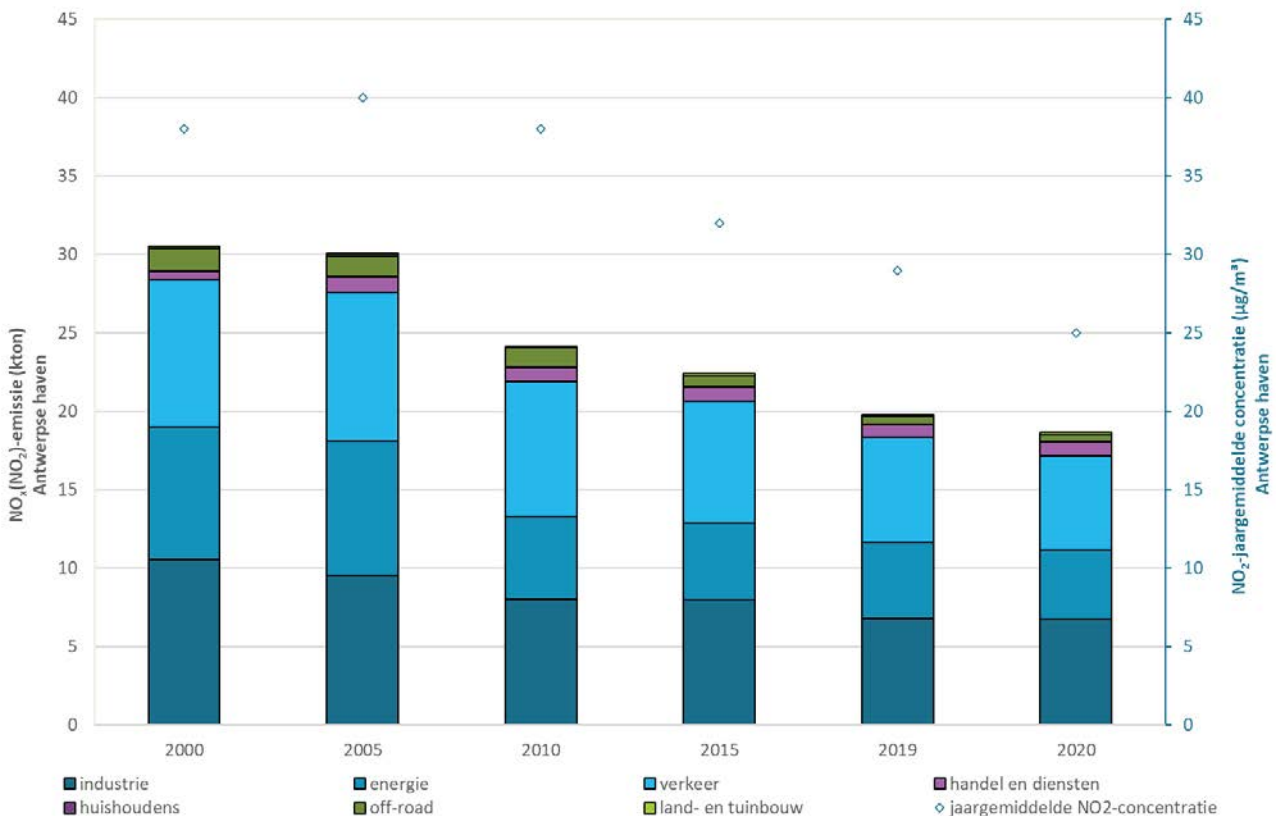
In deze paragraaf bekijken we de emissies van stikstofoxides en de trend van de NO- en NO₂-concentraties. We toetsen de concentraties aan de reglementering en bekijken de geografische verdeling in het havengebied.

1.2.1 Emissie van NO_x (NO₂)

Figuur 10 toont de evolutie van de NO_x(NO₂)-emissies per sector en het jaargemiddelde gemeten in de Antwerpse haven. Voor deze gegevens is de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (zie bijlage 2).

In de periode 2000-2020 was er een daling van de totale NO_x(NO₂)-emissie. De concentraties volgen min of meer de trend van de emissies. 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 daalden over de volledige periode, een daling die zich ook in 2020 licht doorzet.

Figuur 10: Evolutie NO_x(NO₂)-emissies en NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

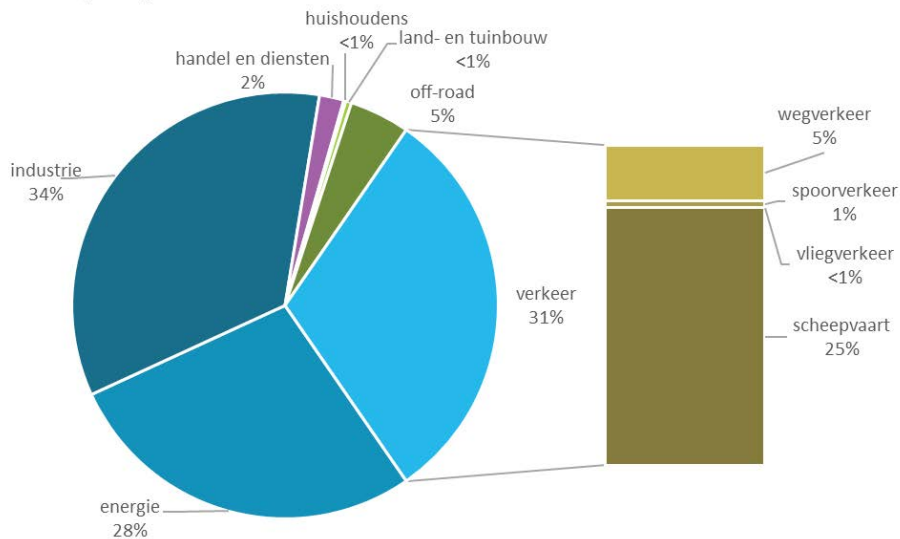
Figuur 11 toont het aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in de jaren 2000 en 2020. Industrie heeft in 2000 en 2020 het grootste aandeel in de emissies. De verkeeremissies zijn vooral veroorzaakt door het scheepsverkeer, goed voor een kwart van de totale emissies in 2000 en 29 % in 2020. In 2020 was 6 %



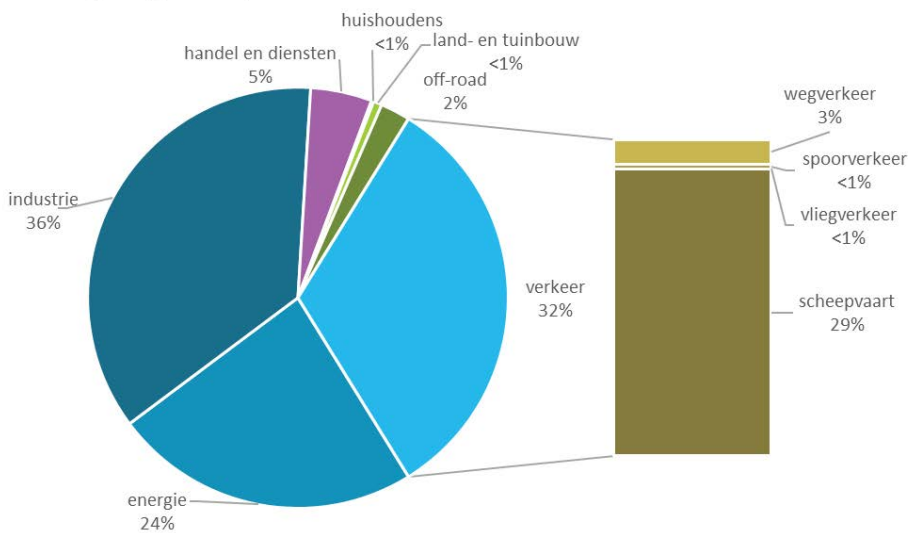
van de uitstoot door de sector energie afkomstig van elektriciteitscentrales en 18 % van de petroleumraffinaderijen. Deze drie sectoren zijn de voornaamste bronnen. De andere sectoren hebben een veel kleiner aandeel in de totale emissies.

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

emissies NO_x(NO₂), haven, 2000



emissies NO_x(NO₂), haven, 2020



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

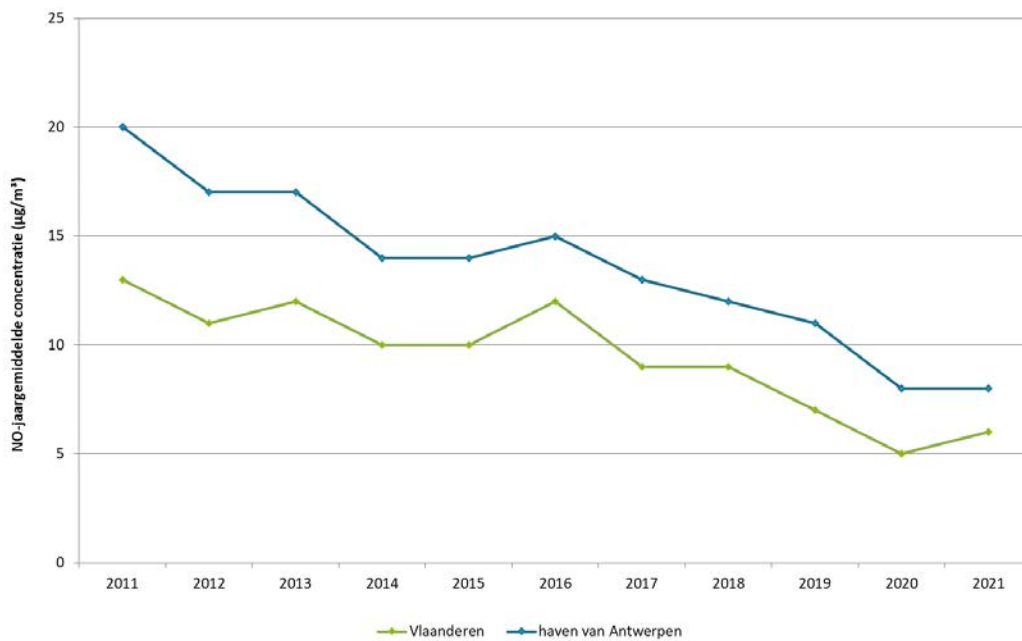
1.2.2 Trend van NO_x-concentraties

Figuur 12 en Figuur 13 tonen het verloop van de NO- en NO₂-concentraties op de virtuele meetplaatsen 'Vlaanderen' en 'Antwerpse haven' in de periode 2011-2021. In die periode was er een dalende trend in de Antwerpse haven en in Vlaanderen voor zowel de NO- als de NO₂-concentraties. In 2020 daalden de NO- en de NO₂-concentraties sterker dan de jaren daarvoor, waarschijnlijk door de maatregelen die genomen zijn

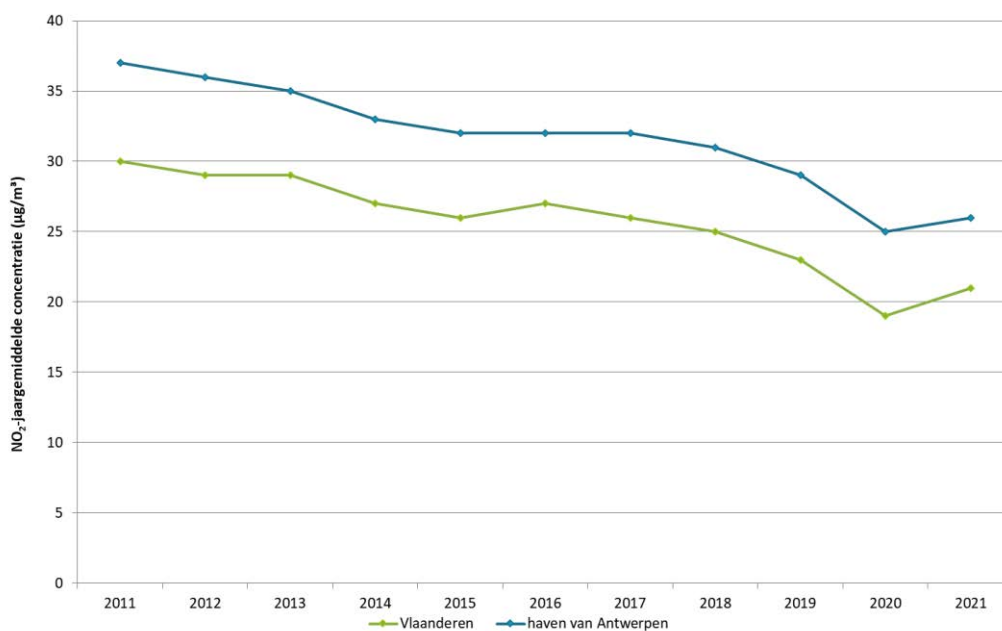


ter bestrijding van de COVID19-pandemie. In 2021 zijn de jaargemiddelden weer licht gestegen t.o.v. 2020, maar toch zien we dat de concentraties van NO en NO₂ beduidend lager liggen dan in 2019, vóór de COVID-pandemie. De concentraties van NO₂ lagen in 2021 in de Antwerpse haven een kwart hoger dan het Vlaams gemiddelde. Dit percentage blijft vrij stabiel over de volledige periode.

Figuur 12: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven en Vlaanderen

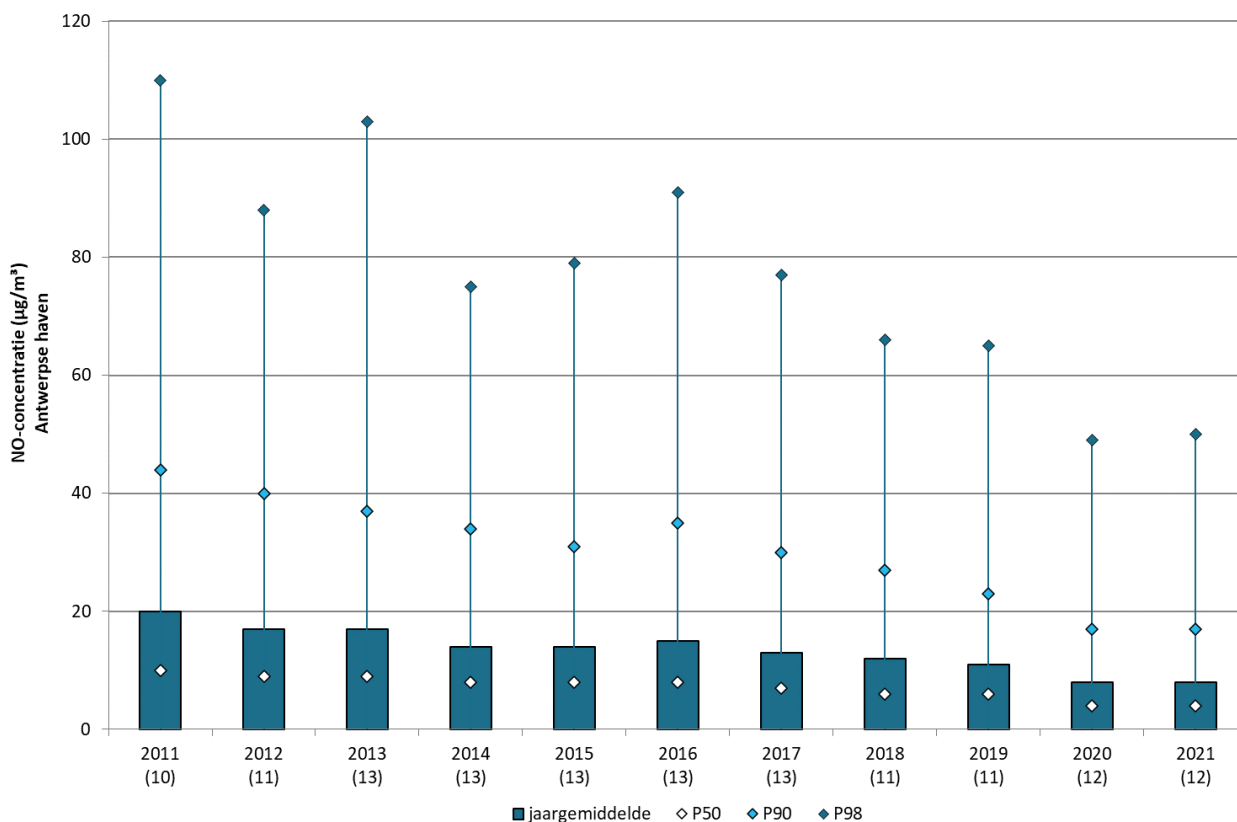


Figuur 13: Evolutie NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven en Vlaanderen



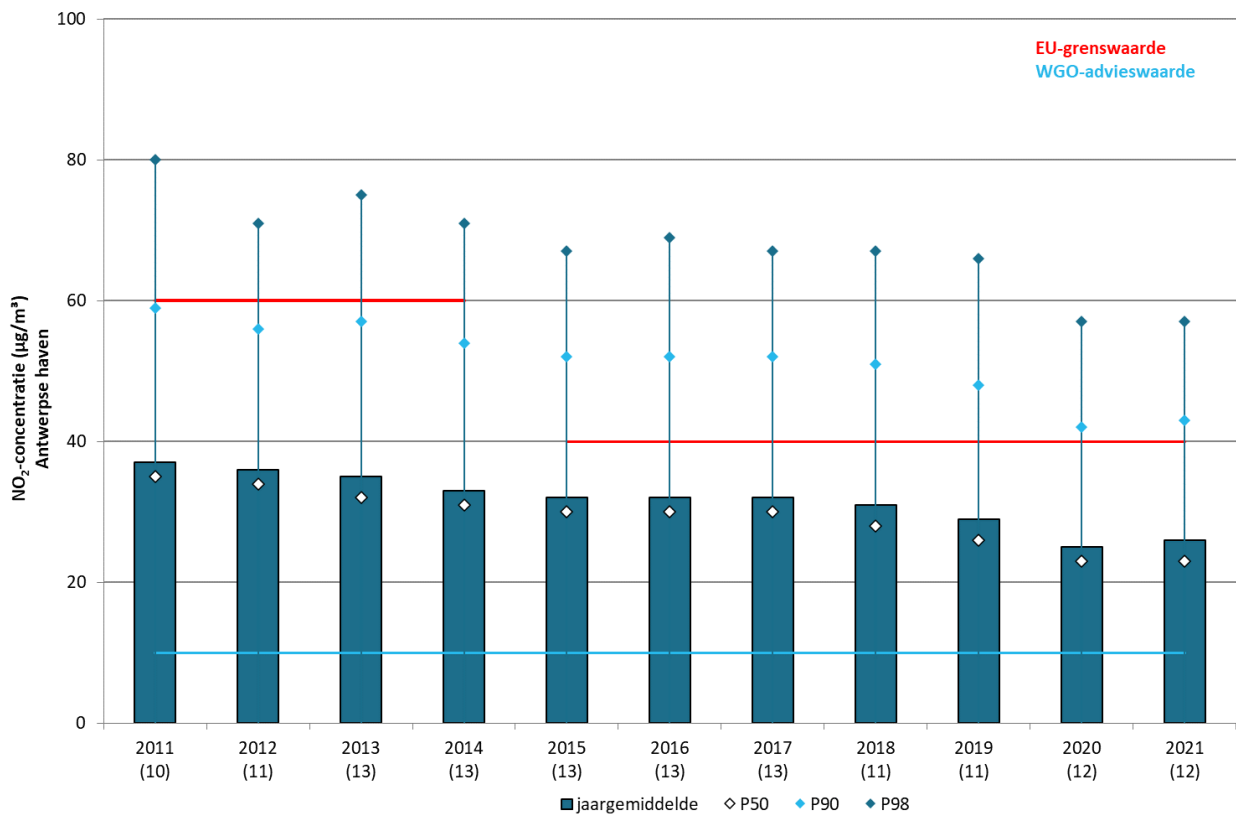
Figuur 14 en Figuur 15 tonen het verloop van enkele statistische parameters – jaargemiddelde, P50, P90 en P98 – van de NO- en NO₂-concentraties op de virtuele meetplaats ‘Antwerpse haven’ in de periode 2011 - 2021. Beide figuren tonen een globale dalende trend. Na een eerder stabiele trend tussen 2014 en 2017 lijkt voor de NO₂-concentratie opnieuw een lichte daling ingezet. In 2021 zien we voor zowel NO als NO₂ in vergelijking met 2020 een stijging. Dit komt doordat de NO- en NO₂-concentraties in 2020 zeer sterk gedaald waren door het effect van de coronamaatregelen, die minder uitstoot van verkeer en sommige industrieën tot gevolg hadden. In 2021 zien we ook nog een zeker effect van de coronamaatregelen, maar in mindere mate dan in 2020. Belangrijk te noteren is dat de concentraties in 2021 lager liggen dan in 2019, vóór de pandemie en dat de concentraties in 2021 weer meer de algemene dalende trend lijken te volgen.

Figuur 14: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Het aantal meetplaatsen staat tussen haakjes

Figuur 15: Evolutie NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Het aantal meetplaatsen staat tussen haakjes.

1.2.3 Toetsing van NO₂-concentraties

Tabel 3 bevat per meetplaats de belangrijkste statistische parameters voor NO₂, namelijk het jaargemiddelde, het 50ste, 90ste en 98ste percentiel en de maximale uurwaarde voor 2021. Hierbij zijn alle individuele meetplaatsen in de haven en het virtueel gemiddelde weergegeven. Figuur 16 geeft een visuele voorstelling van de tabel. De WGO stelde haar adviezen bij: de jaaradvieswaarde werd verlaagd van 40 µg/m³ naar 10 µg/m³. Nieuw is ook dat er op jaarbasis maar 3 dagen mogen zijn met een gemiddelde hoger dan 25 µg/m³.

In 2021 werd de Europese jaargrenswaarde van 40 µg/m³ gerespecteerd. Alle meetplaatsen haalden ook de uurgrenswaarde, maximum 18 uurgemiddelden hoger dan 200 µg/m³. De WGO-uuradvieswaarde, waarbij geen enkele uurgemiddelde hoger mag zijn dan 200 µg/m³, werd gerespecteerd.

De andere WGO-richtlijnen werden ruim overschreden: geen enkele meetplaats respecteerde de jaaradvieswaarde van 10 µg/m³ en ook de dagadvieswaarde lag ver buiten bereik. Op te merken valt dat er in heel Vlaanderen slechts 3 landelijke meetstations zijn die de jaaradvieswaarde respecteren en dat geen enkele de dagadvieswaarde haalt.



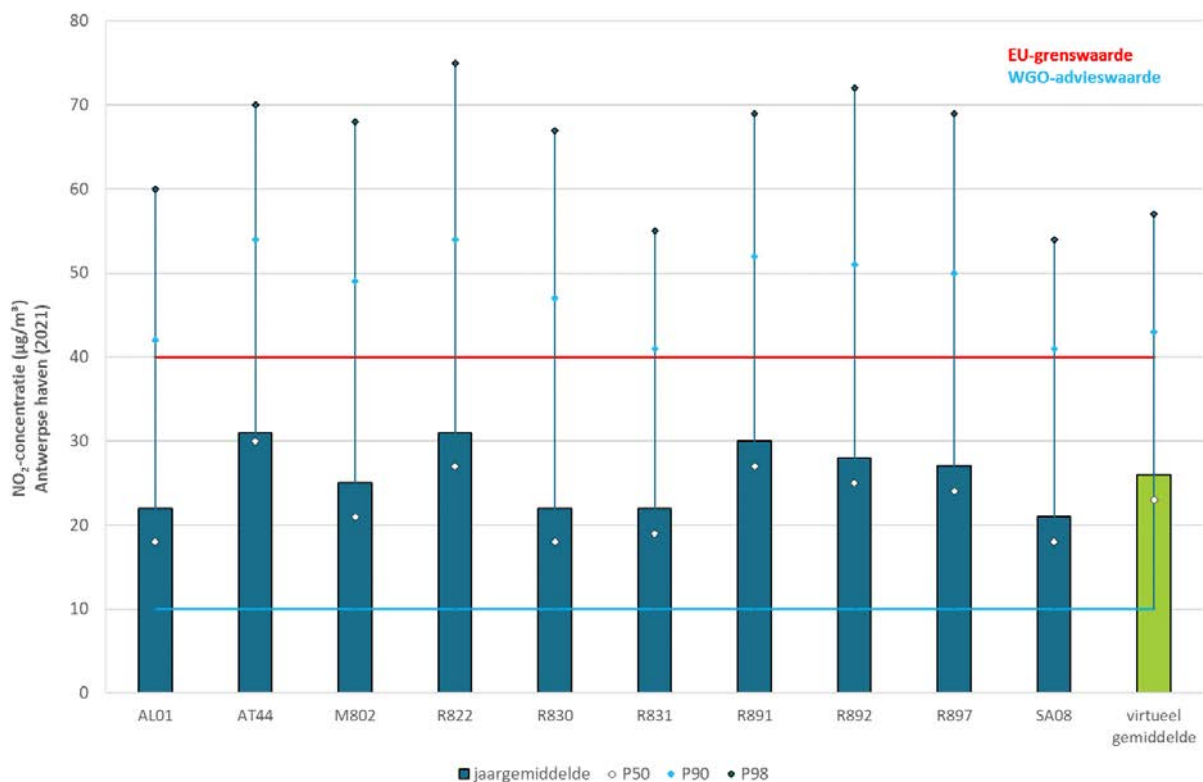
Tabel 3: Belangrijkste statistische parameters voor NO₂ in 2021

UURWAARDEN NO ₂ (µg/m ³) Meetplaats	Jaargemiddelde	P50	P90	P98	Max. uurwaarde	Aantal dagen > 25 µg/m ³
Wandelijk (AL01)*	22	18	42	60	127	110
Ordamstraat (AT44)	31	30	54	70	124	247
Luchtbal (M802)*	25	21	49	68	115	163
Polderdijkweg (R822)	31	27	54	75	139	235
Doel (R830)*	22	18	47	67	138	117
Berendrecht (R831)*	22	19	41	55	118	113
Scheurweg (R891)	30	27	52	69	129	210
Kallo (R892)*	28	25	51	72	158	178
Ekerse Dijk (R893)*	°	°	°	°	°	°
Scheldelaan (R897)*	27	24	50	69	129	184
Berendrecht (SA08)	21	18	41	54	98	112
Zoutestraat (AT83)*°	°	°	°	°	°	°
Virtueel gemiddelde haven	26	23	43	57	100	167

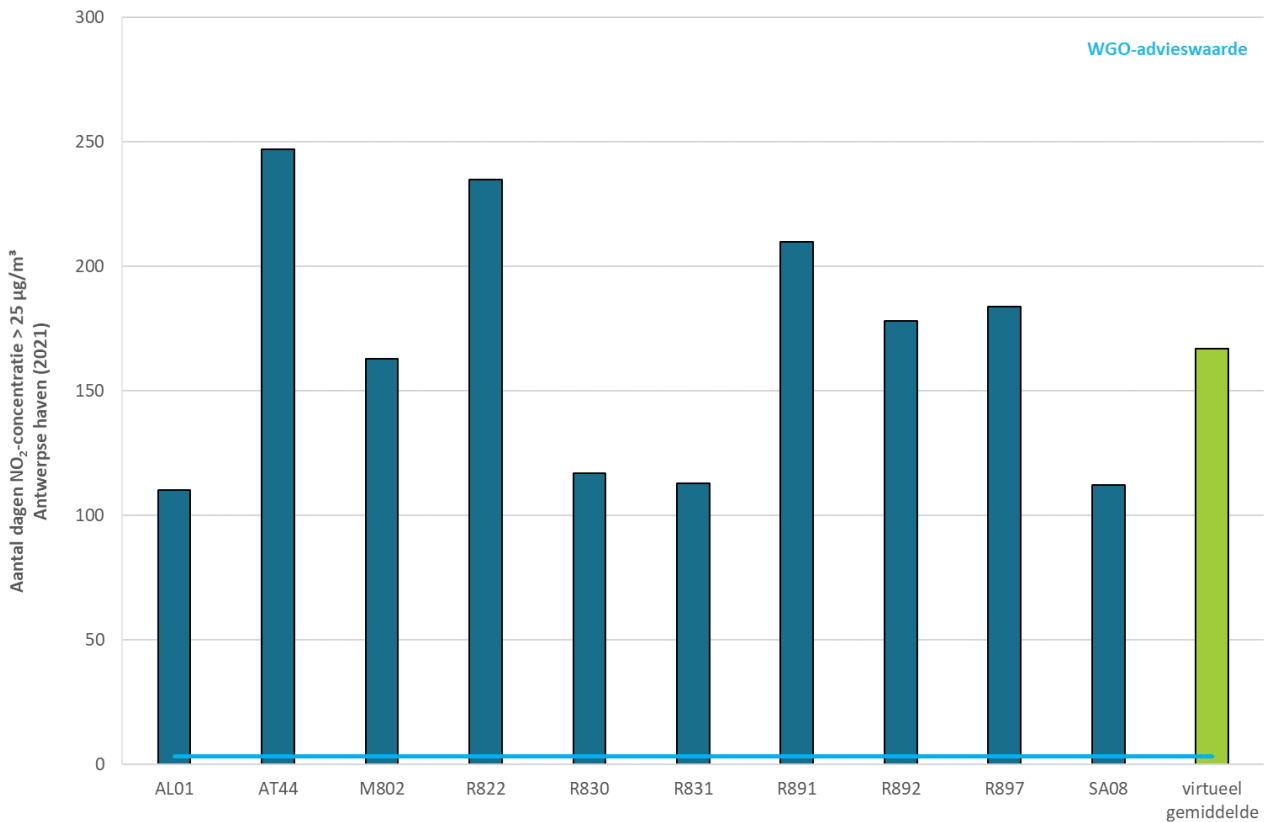
*: gerapporteerd aan Europa (BEF01S).

°: beperkte databeschikbaarheid : 11 % voor R893 en 11 % voor AT83

Figuur 16: Overzicht statistische parameters NO₂ in de Antwerpse haven in 2021



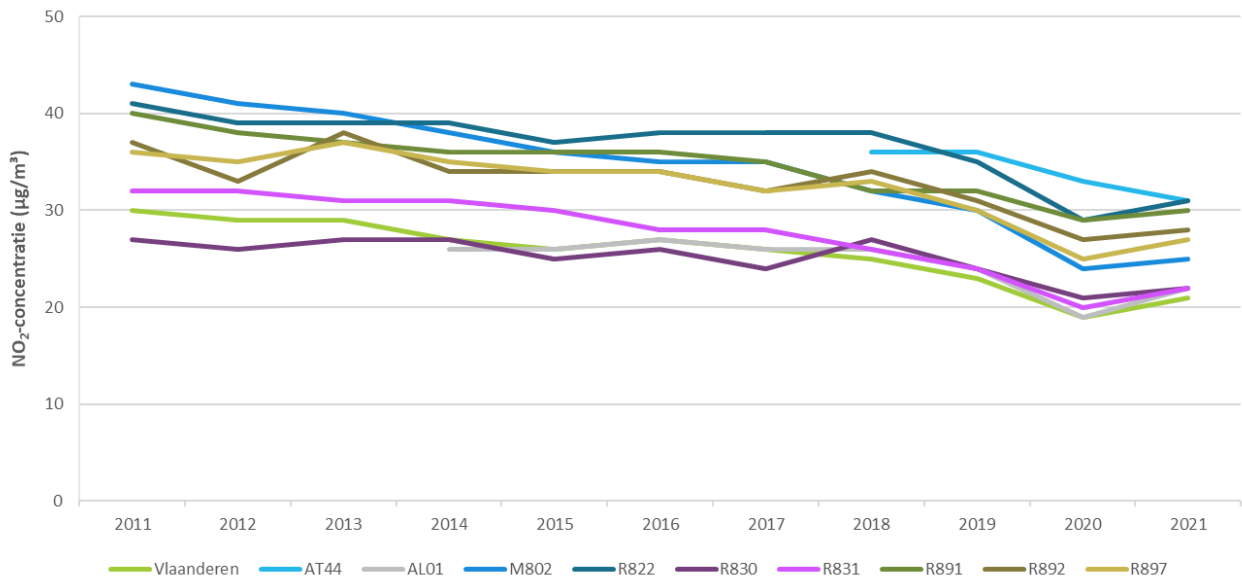
Figuur 17: Aantal dagen met NO₂-concentraties > 25 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven



Als we de trend van de NO₂-jaargemiddelden uittekenen, doen we een opvallende vaststelling. Bij het virtueel gemiddelde voor Vlaanderen en bij de meetstations in de Antwerpse haven zien we dat de NO₂-concentraties geleidelijk dalen. Dit wijst op een graduele afname van de achtergrondconcentratie. In 2020 is er een trendbreuk: de concentraties liggen een stuk lager dan in 2019, waarschijnlijk door de coronamaatregelen, en stijgen dan weer licht in 2021. Op de meetplaats in de Ordamstraat (AT44) is dit niet het geval: het jaargemiddelde blijft dalen van 36 µg/m³ in 2018 tot 31 µg/m³ in 2021. Dit betekent dat de lokale concentraties op AT44 sneller dalen dan het Vlaams gemiddelde, wat zou kunnen wijzen op een lagere lokale uitstoot (Figuur 18).



Figuur 18: Evolutie NO₂-concentraties in de Antwerpse haven en Vlaanderen



In de paragraaf hieronder zie je dat de zeropollutieroos van AT44 wijst naar het bedrijf Lanxess Antwerpen. In 2020 nam dit bedrijf een RTO/iSCR-installatie op de schouw van de wastoren in gebruik. Dit leidt tot een efficiëntere NO_x-reductie. De lagere NO₂-concentratie die we vaststellen op AT44 kan dus in verband gebracht worden met de lagere uitstoot van dit bedrijf.

1.2.4 Geografische spreiding van NO₂-concentraties

1.2.4.1 Gemodelleerde NO₂-concentratie

Op plaatsen waar de VMM niet beschikt over meetresultaten schatten we de concentraties in aan de hand van rekenkundige modellen. Voor NO₂ gebruikt de VMM het ATMO-Street-model. ATMO-Street is de naam voor de modelketen RIO-IFDM-OSPM.

Dit jaar werkten we voor de eerste keer met verkeersemissies afgeleid van mobiliteitsdata uit het nieuwe propagatiemodel FLOMOVE. De belangrijkste verschillen met vorige jaren zijn:

- We gebruiken jaarlijks een zeer gedetailleerd nieuw verkeersnetwerk gebaseerd op de OpenStreetMap kaart van 1 januari. Wijzigingen in de verkeerssituaties van het verkeersnetwerk na 1 januari zijn pas het volgend jaar zichtbaar.
- Alle beschikbare verkeerstellingen worden gebruikt. Dit zijn: structurele tellingen op de snelwegen (van VVC), tijdelijke structurele telcampagnes (van AWW) en lokale verkeerstellingen van het burgerwetenschapsproject Telraam.
- Voor de snelheden van voertuigen gebruikten we voor het eerst *floating car data*. Die geven een realistische inschatting van werkelijke snelheden. Zo worden ook structurele vertragingen indirect meegenomen.

Het gebruik van FLOMOVE leidt op sommige locaties tot een andere spreiding van het verkeer in vergelijking met vorige jaren.



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

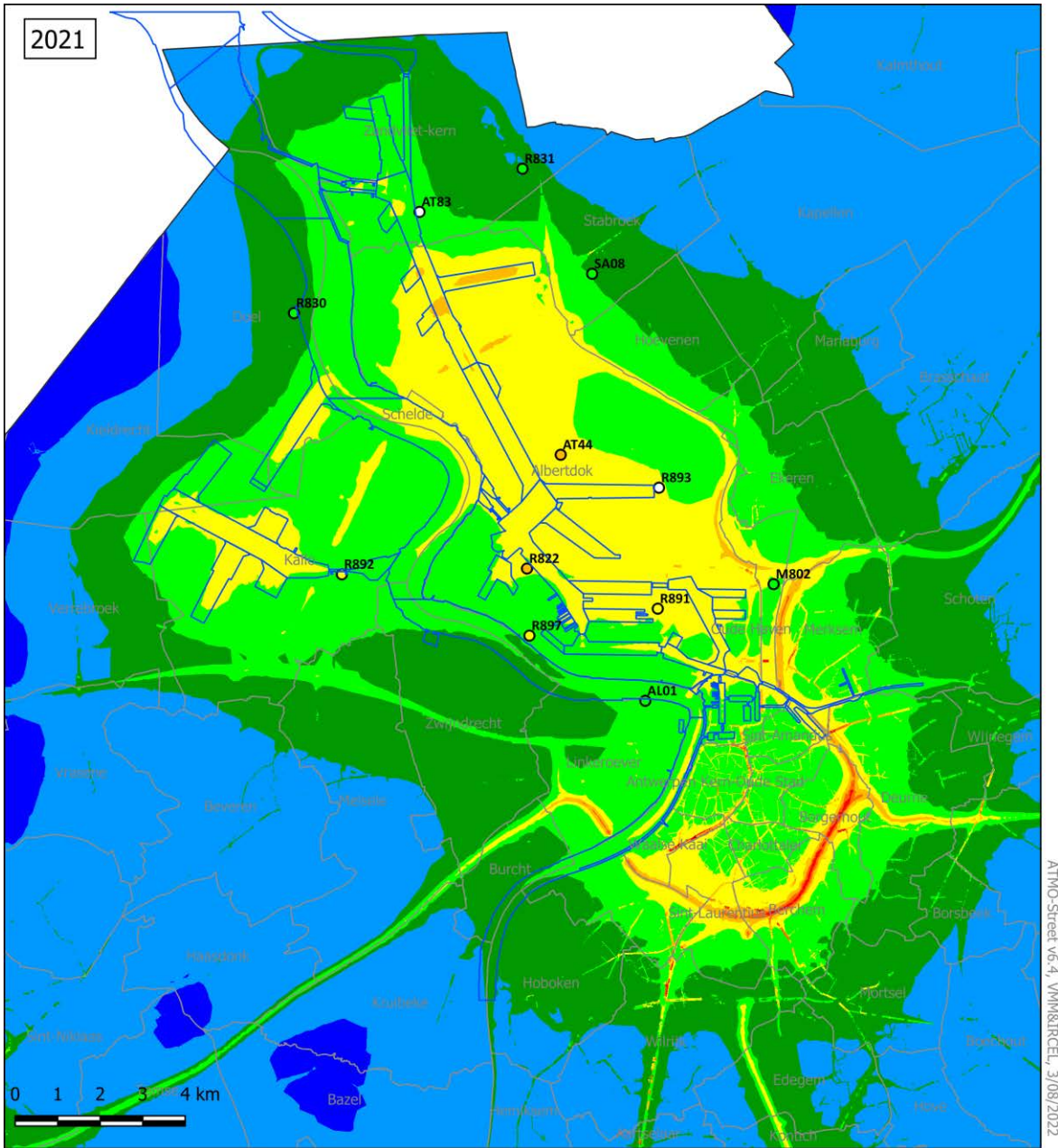
- De impact van nieuwe verkeerssituaties is niet altijd onmiddellijk zichtbaar. Het model toont wel een simulatie van de jaargemiddelden in 2021 en gebruikte (verkeers)emissiegegevens voor 2021 afkomstig van een nieuw propagatiemodel voor verkeersstellingen in combinatie met gegevens over het wagenpark (bv. vlootsamenstelling, verdeling over de EURO-normen ...).
- Met tijdelijke verkeerssituaties (bv. omleidingen of files) wordt geen rekening gehouden.
- 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 veroorzaakt door o.a. houtkachels, open haarden en 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 4x4 km²).

Ondanks deze beperkingen van het model resulteert het wel in wetenschappelijk onderbouwde kaarten die de verspreiding van de luchtvervuiling in kaart brengen. De controle gebeurde door te vergelijken met metingen. Meer uitleg over de methodiek van de modellering vind je in bijlage 5.

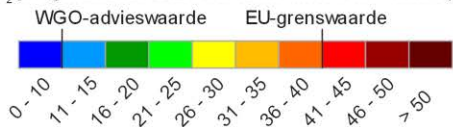
De ATMOSTreet-kaart (Figuur 19) toont de bijdrage van het verkeer op de Antwerpse ring en de aangesloten autosnelweg. De autosnelweg A12 Antwerpen – Breda die evenwijdig met het havengebied van zuid naar noord loopt, draagt ook bij tot de verhoogde concentraties in de omgeving van de haven. Op M802 (Antwerpen - 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), 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 19: Gemodelleerd NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2021



NO₂-jaargemiddelde 2021 berekend met ATMO-Street (µg/m³)



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.

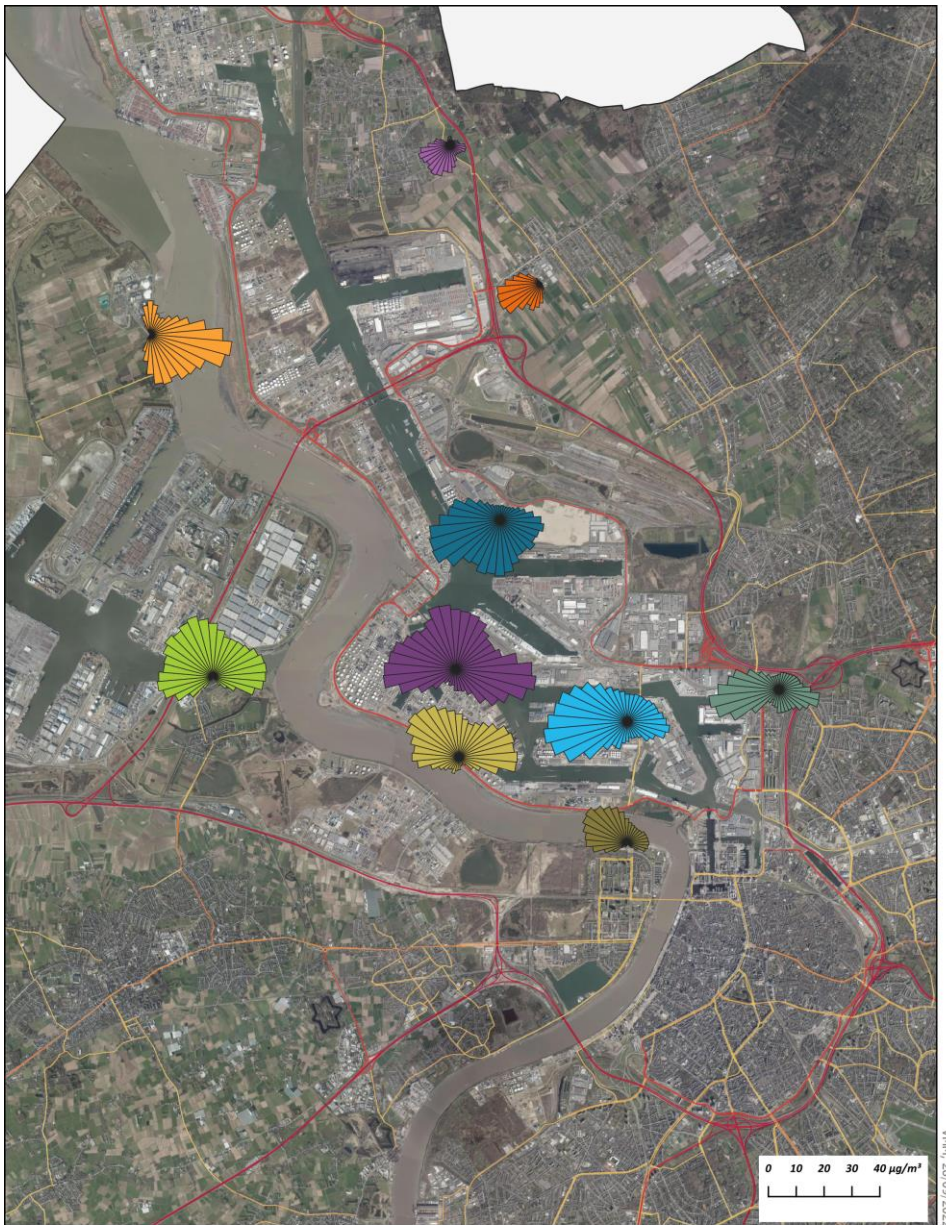
- Deelgemeentes — Dokken
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 11,0 en 13,8 µg/m³ voor 2021.

1.2.4.2 Pollutierozen NO₂

Figuur 20 toont de zeropollutierozen voor NO₂. Meer informatie over de methodiek staat in bijlage 5. Meetplaatsen aan de rand van de haven vertonen invloed vanuit de haven. Centraal gelegen meetplaatsen (bv. Antwerpen-Polderdijkweg - R822) 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 20: Zeropollutierozen NO₂-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2021



Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2021 - zeropollutierozen NO₂



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

In dit hoofdstuk bespreken we de fracties PM₁₀, PM_{2,5} en zwarte koolstof. De emissies en de trend van de concentraties komen aan bod. 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. We bespreken de emissies, de concentraties en de geografische spreiding.

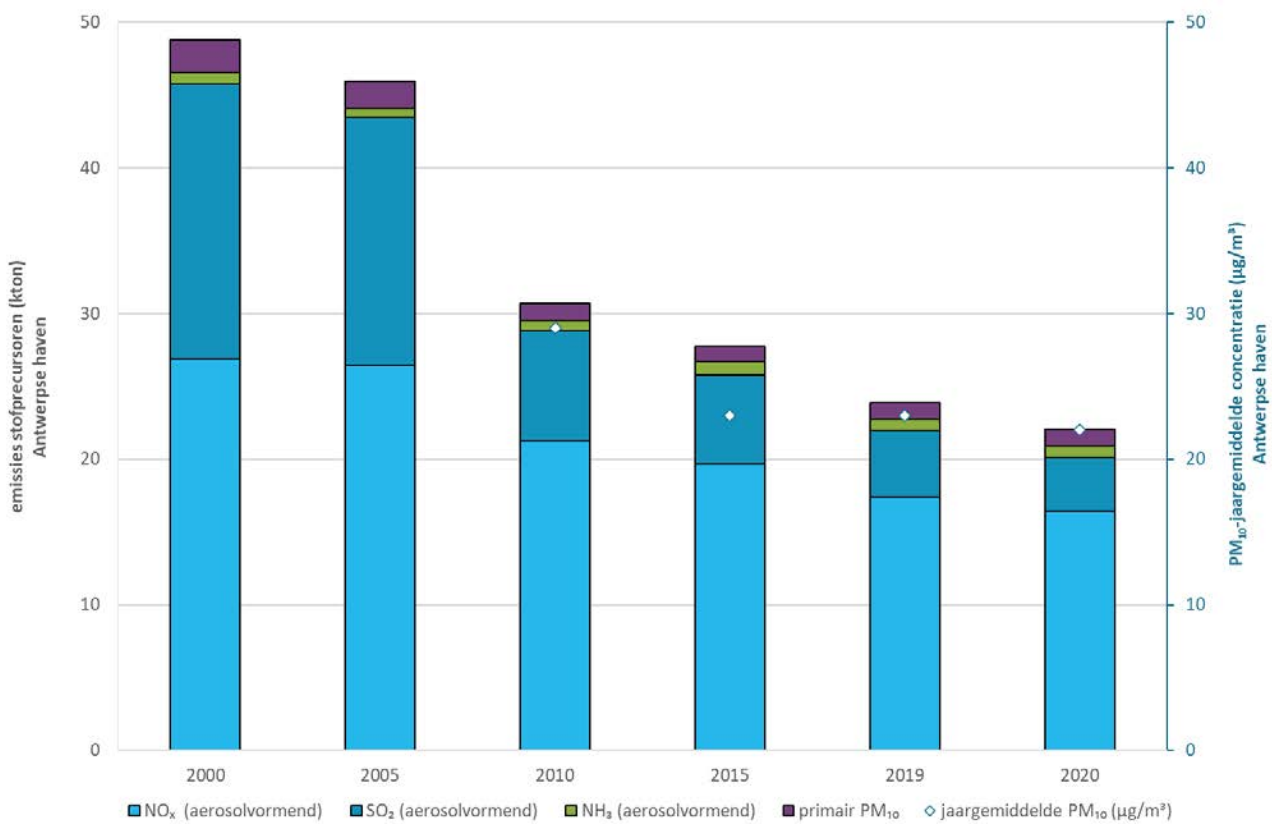
1.3.1.1 Emissie van PM₁₀

Figuur 21 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 gebeurde de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (zie bijlage 2).

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) blijkt de voornaamste aerosolvormende emissie te zijn in de Antwerpse haven. Industrie heeft in 2020 het grootste aandeel in deze NO_x(NO₂)-emissies (36 %) gevolgd door verkeer (32 %), zie Figuur 22. 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, die tot de sector energie behoren. De precursor NH₃ wordt in Vlaanderen vooral door de landbouw uitgestoten. In het havengebied zijn er 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.

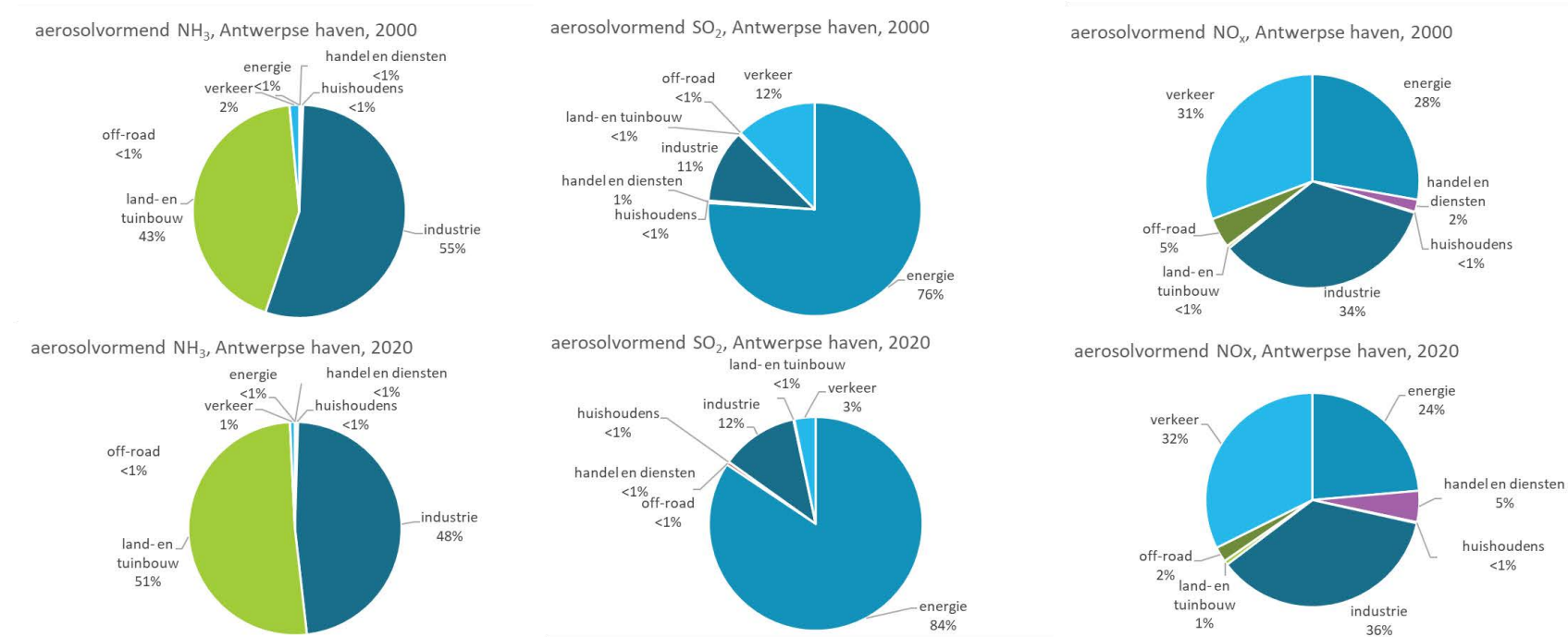
Figuur 21: Emissies van stofprecursoren volgens aerosolvormend potentieel en primair PM₁₀ in de Antwerpse haven



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



Figuur 22: Aandeel sectoren in emissies stofprecursoren in de Antwerpse haven in 2000 en 2020



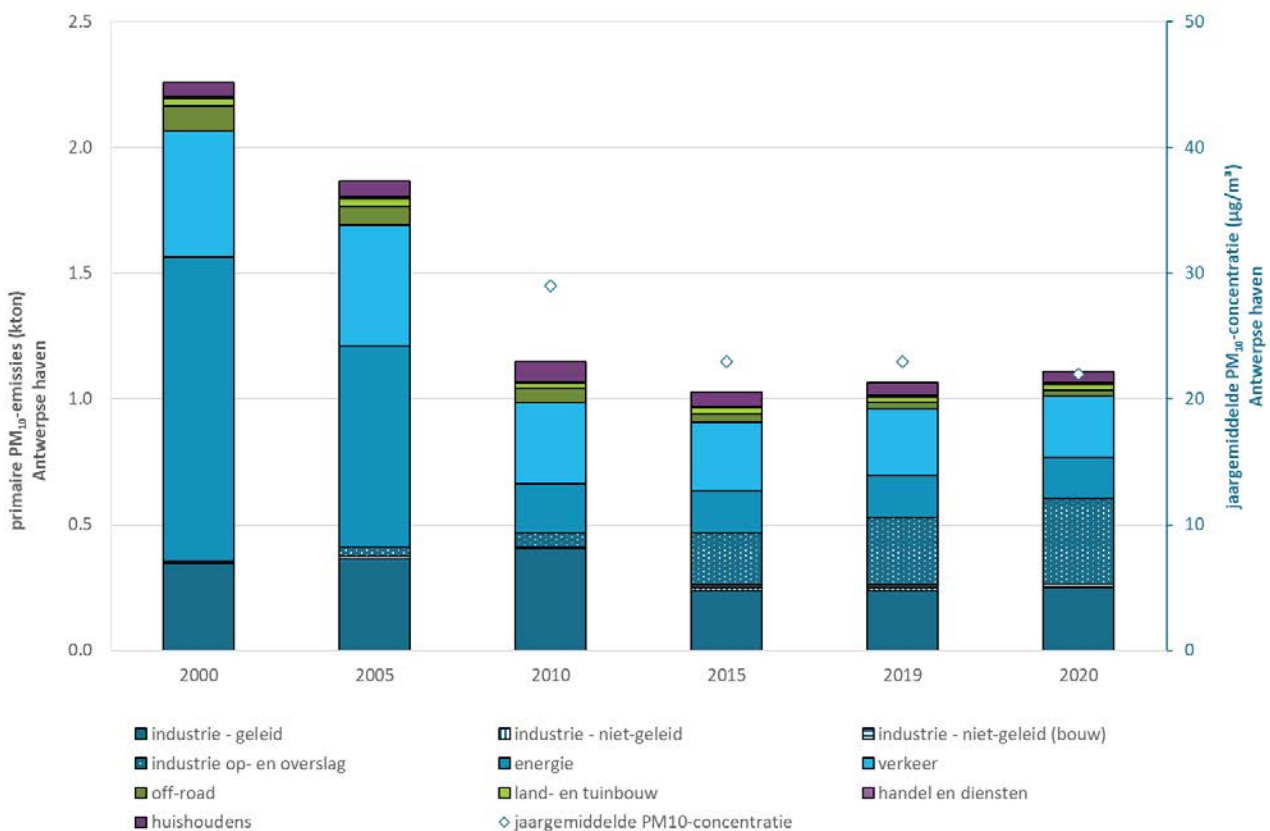
Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM; aerosolvormend potentieel bepaald volgens methode De Leeuw et al. (2002)

Figuur 23 toont de rechtstreeks uitgestoten primaire PM₁₀-emissies door verschillende sectoren in de Antwerpse haven. In 2000 was de energiesector verantwoordelijk voor meer dan 50 % van het rechtstreeks uitgestoten PM₁₀. Dit aandeel daalde sterk tot 15 % in 2020. In 2020 is de belangrijkste bron de sector industrie. Zowel het relatieve aandeel (Figuur 24) als de absolute emissies van industrie kenden een sterke stijging. De emissies van industrie zijn opgedeeld in de fracties:

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

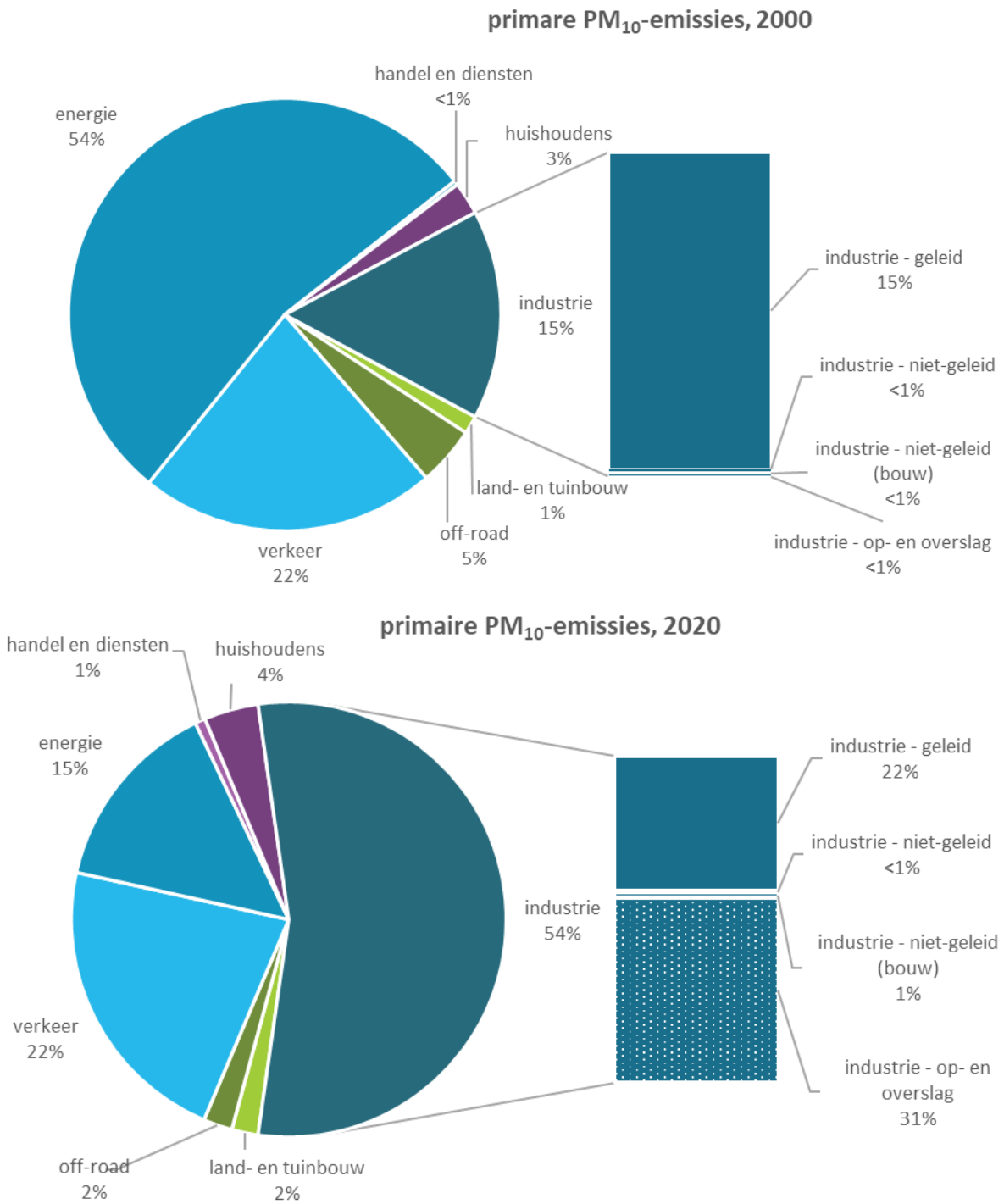
In 2000 is de fractie niet-geleide emissies (op- en overslag) nog niet opgenomen in de emissie-inventaris, vanaf 2015 wel. De stijging van de niet-geleide fractie op- en overslag na 2015 komt door een rapporteringsverplichting van deze emissies vanaf 2014. Verder zien we in 2020 een toename door een verdere stijging van de emissies uit op- en overslag. Verkeer is de tweede grootste sector in 2020, goed voor 22 % van de emissies, waarvan het merendeel door scheepvaart. Deze emissies daalden wel, maar het relatieve aandeel bleef stabiel in de periode 2000-2020. De overige sectoren hebben een veel kleiner aandeel in de PM₁₀-emissies van de Antwerpse haven.

Figuur 23: Primaire PM₁₀-emissies van verschillende sectoren en jaargemiddelde concentratie in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 24: Aandeel sectoren in primaire PM₁₀-stofemissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2020

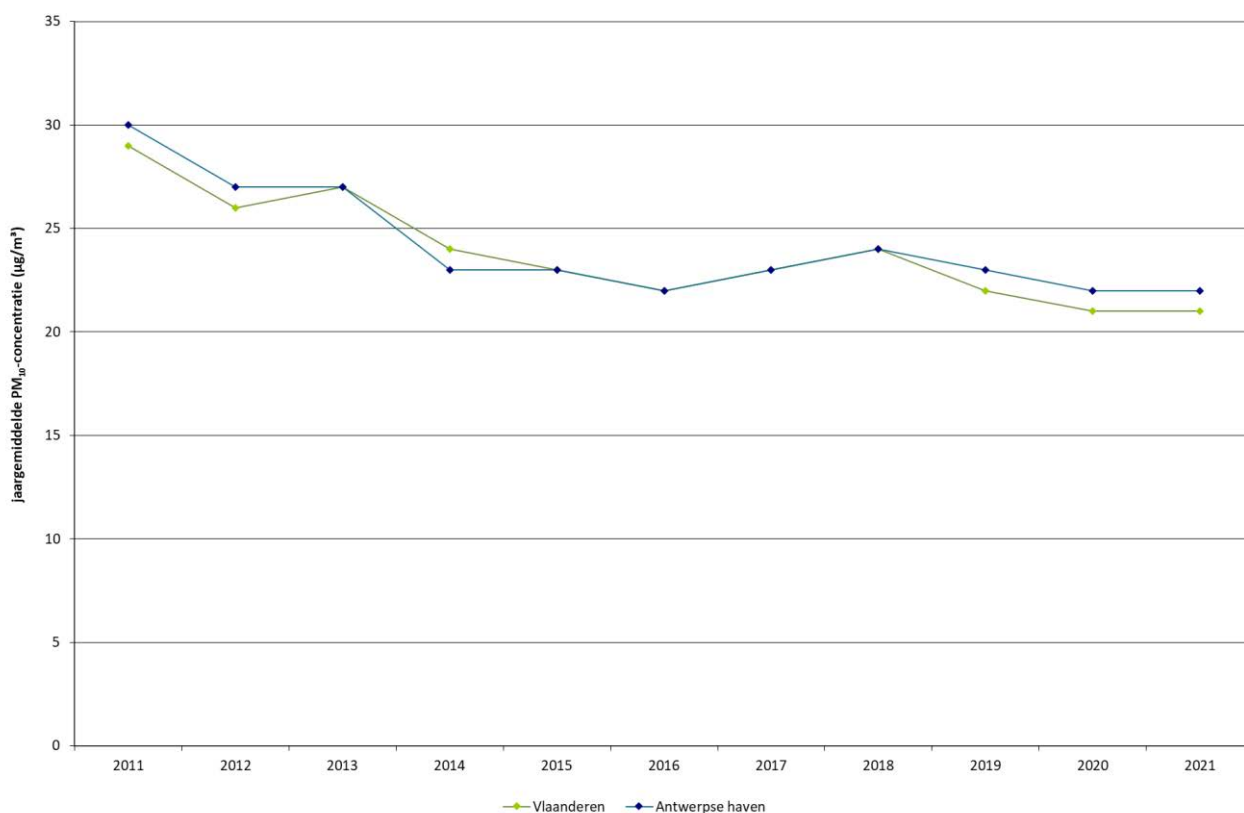


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

1.3.1.2 Trend en toetsing PM₁₀-meetwaarden

Figuur 25 toont het verloop van de PM₁₀-concentraties op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse haven' en 'Vlaanderen' in de periode 2011-2021. Na een gestaag dalende trend tot 2014 kent het verloop een knik en zijn er weer licht stijgende concentraties. Vanaf 2018 zien we weer een lichte daling. 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. Alleen in 2014 was het gemiddelde in Vlaanderen hoger dan die in de Antwerpse haven.

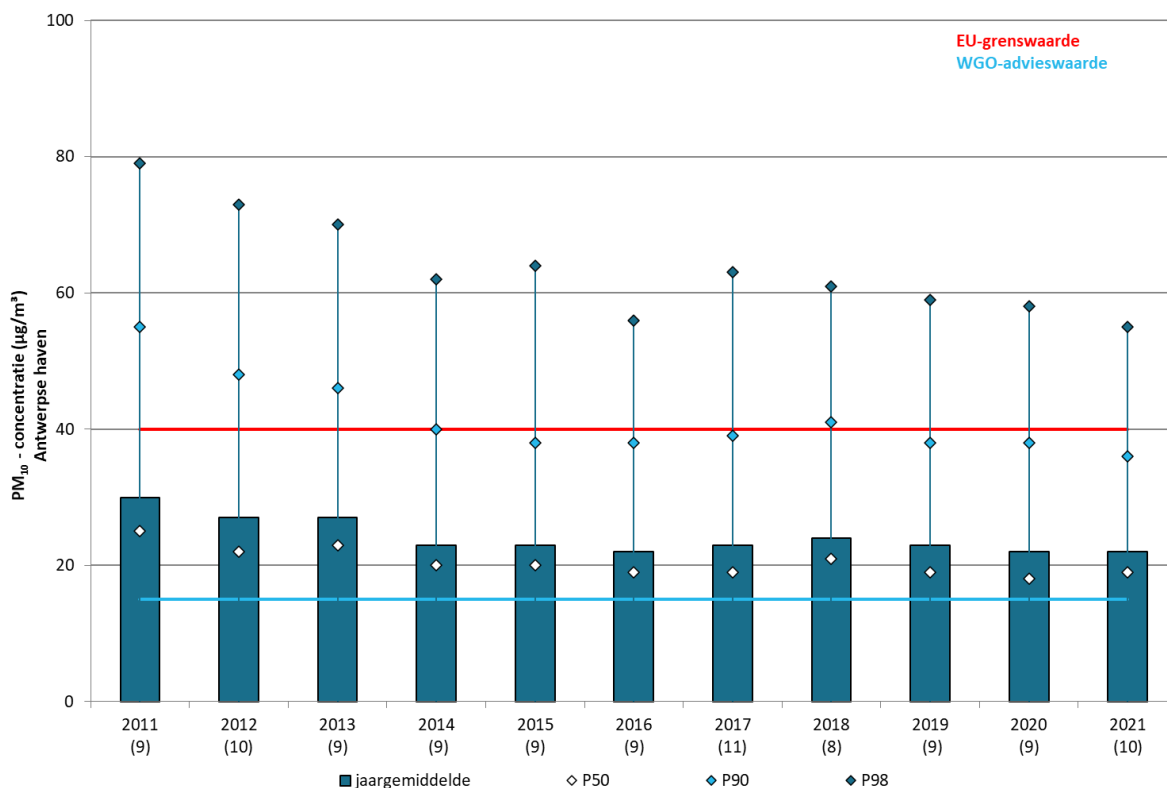
Figuur 25: PM₁₀-jaargemiddelde Antwerpse haven t.o.v. Vlaanderen



Figuur 26 toont voor de virtuele meetplaats 'Antwerpse haven' de statistische parameters van de PM₁₀-concentraties voor de meetperiode 2011-2021. Opnieuw zien we dat in deze periode de concentraties een dalende trend vertonen. Tussen 2014 en 2018 is er geen duidelijk dalende trend meer. Na 2018 lijkt er wel opnieuw een licht dalende trend ingezet. In 2021 was het virtuele jaargemiddelde in de haven 22 µg/m³.



Figuur 26: Evolutie PM₁₀-concentraties in de Antwerpse haven



Het aantal meetstations staat tussen haakjes.

Tabel 4: Belangrijkste statistische parameters voor PM₁₀

UURWAARDEN PM ₁₀ (µg/m ³) Meetplaats	2019				2020				2021			
	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98
Wandelijk (AL01)	21	18	37	57	21	17	38	58	21	18	35	55
Doel (AL02*)	23	19	40	62	22	18	41	65	23	19	40	65
Watermolendijkweg (AL03*)	23	19	41	65	22	18	41	63	23	19	38	64
Liefkenshoektunnel (AL04)	25	20	44	84	24	19	43	74	22	18	37	62
Sluis Kallo (AL05*)	23	19	39	64	21	18	38	61	21	18	36	59
Luchtbal (M802*)	22	18	37	59	21	18	38	58	22	18	36	58
Polderdijkweg (R822)	°	°	°	°	24	20	42	70	25	21	41	65
Berendrecht (R831*)	20	17	34	53	18	15	33	49	20	16	33	51
Hoevenen (SA04*)	22	18	38	59	20	17	37	56	20	17	33	48
Zoutestraat (AT83*)	/	/	/	/	/	/	/	/	°	°	°	°
Virtueel gemiddelde haven	23	19	38	59	22	18	38	58	22	19	36	55
Meerminendam (R823)	20	17	35	55	20	16	36	56	19	16	33	51

* gerapporteerd aan Europa (BEF01S), ° beperkte databeschikbaarheid: 31 % voor R822, 10 % voor AT83

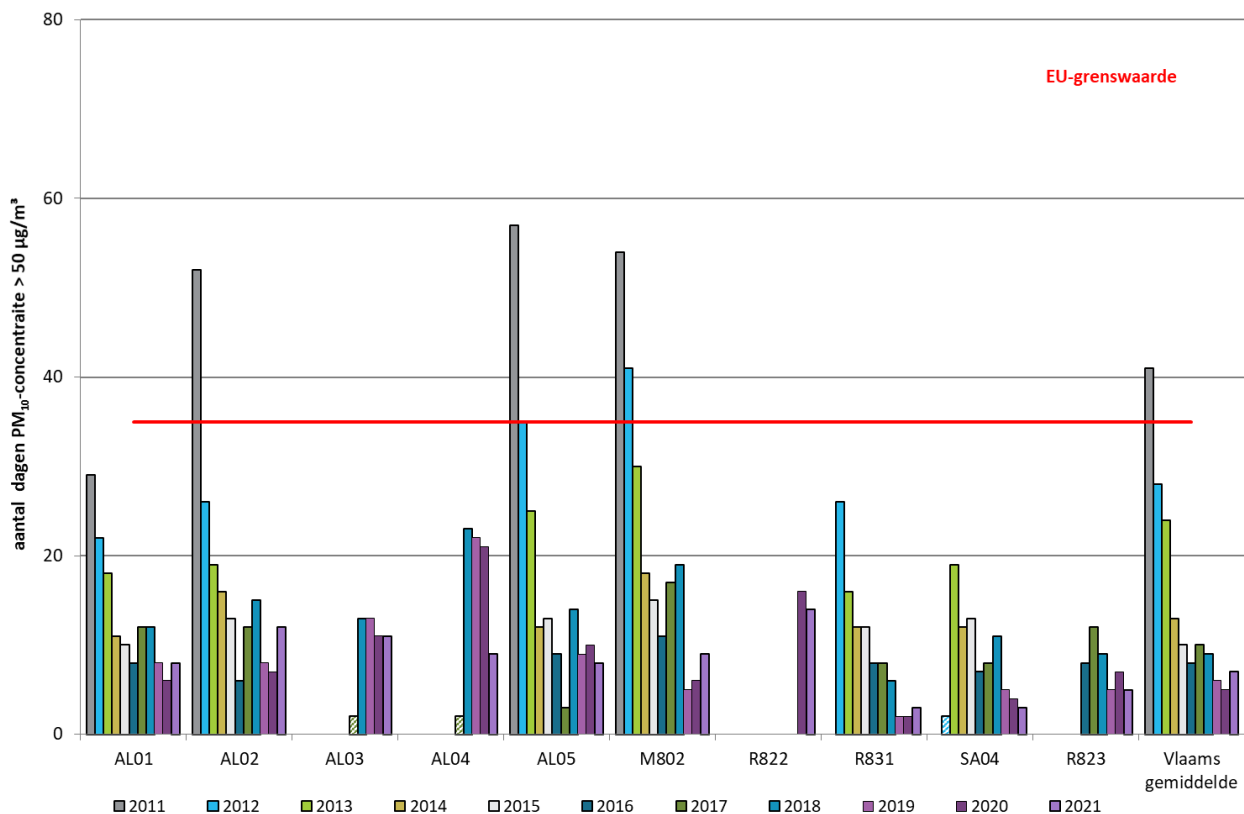
Tabel 4 toont een overzicht van het rekenkundig gemiddelde, het 50ste, het 90ste percentiel en het 98ste percentiel voor PM₁₀ in 2019, 2020 en 2021 voor alle meetplaatsen in de haven. We stellen vast dat de jaargrenswaarde (40 µg/m³) de afgelopen jaren op al deze meetplaatsen ruim gerespecteerd bleef. In 2021 verlaagde de WGO haar advieswaarde van 20 µg/m³ naar 15 µg/m³. Deze werd nergens gehaald. Ook in de rest van Vlaanderen werd deze verstrenge advieswaarde overal overschreden.

De Europese grenswaarde voor PM₁₀ bepaalt dat er jaarlijks maximaal 35 dagen mogen zijn met PM₁₀-concentraties hoger dan 50 µg/m³.

Figuur 27 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 op alle meetstations. Sinds 2013 zijn er geen overschrijdingen meer van de Europese grenswaarde. Het meest aantal dagen met een concentratie > 50 µg/m³ werd gemeten op R822, Polderdijkweg, in 2021 waren dit er 14.

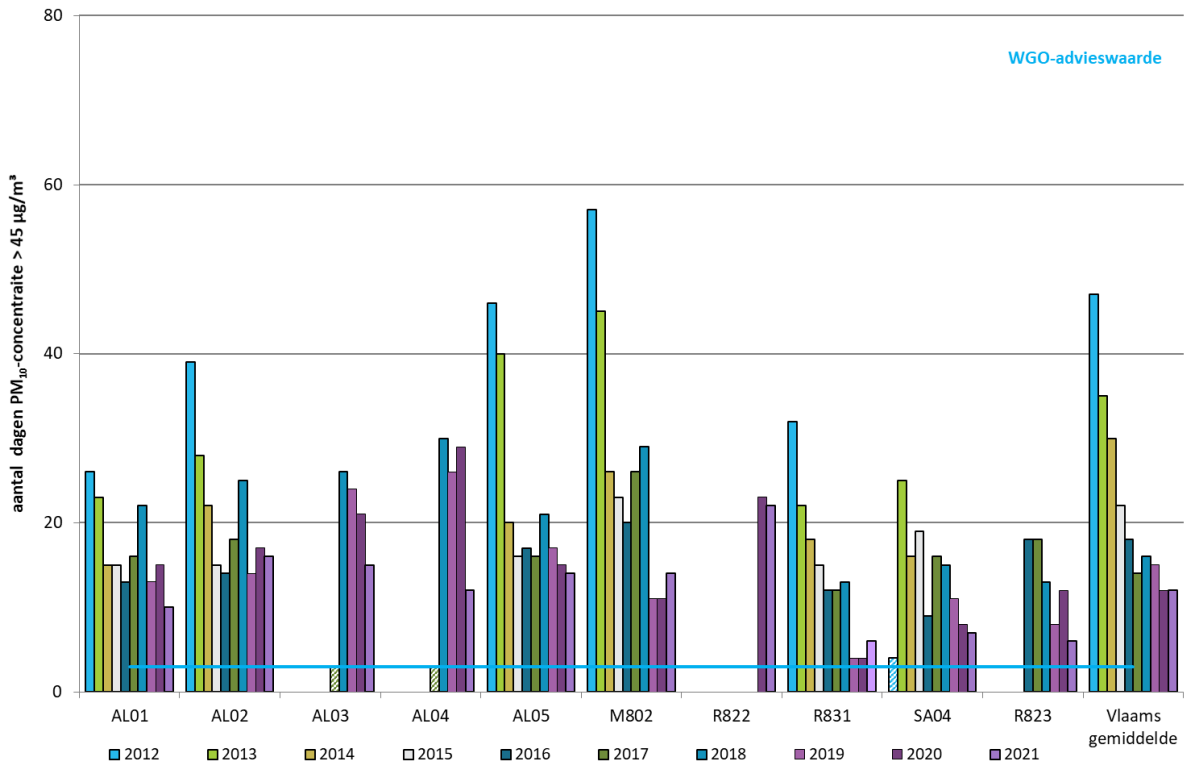
De WGO stelde haar dagadvieswaarde bij naar maximaal 3 dagen met een PM₁₀-concentratie hoger dan 45 µg/m³. Deze werd nergens gehaald. Het meest aantal dagen met een concentratie > 45 µg/m³ werd gemeten op R822, Polderdijkweg, in 2021 waren dit er 22 (Figuur 28). Ook bij de Vlaamse virtuele meetpost zijn er nog heel wat dagen met concentraties hoger dan 45 µg/m³. Kijken we naar de individuele Vlaamse meetstations, dan haalt maar 1 meetstation deze dagadvieswaarde.

Figuur 27: Aantal dagen met PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven en Vlaams gemiddelde



50-90 % databeschikbaarheid: gearceerde balken; 0-49 % databeschikbaarheid: niet opgenomen in figuur

Figuur 28: Aantal dagen met PM₁₀-concentratie > 45 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven



50-90 % databeschikbaarheid: gearceerde balken; 0-49 % databeschikbaarheid: niet opgenomen in figuur

1.3.1.3 Geografische spreiding van PM₁₀-concentraties

De gegevens in Figuur 29 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. Belangrijk is dat voor de opmaak van deze gemodelleerde kaart voor 2021 de meest recent beschikbare emissiedata werden gebruikt: voor wegverkeer is dit 2021, voor industrie en scheepvaart 2020.

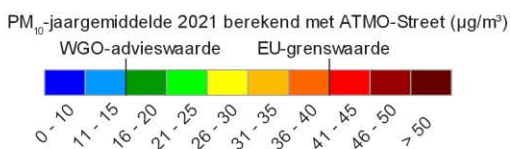
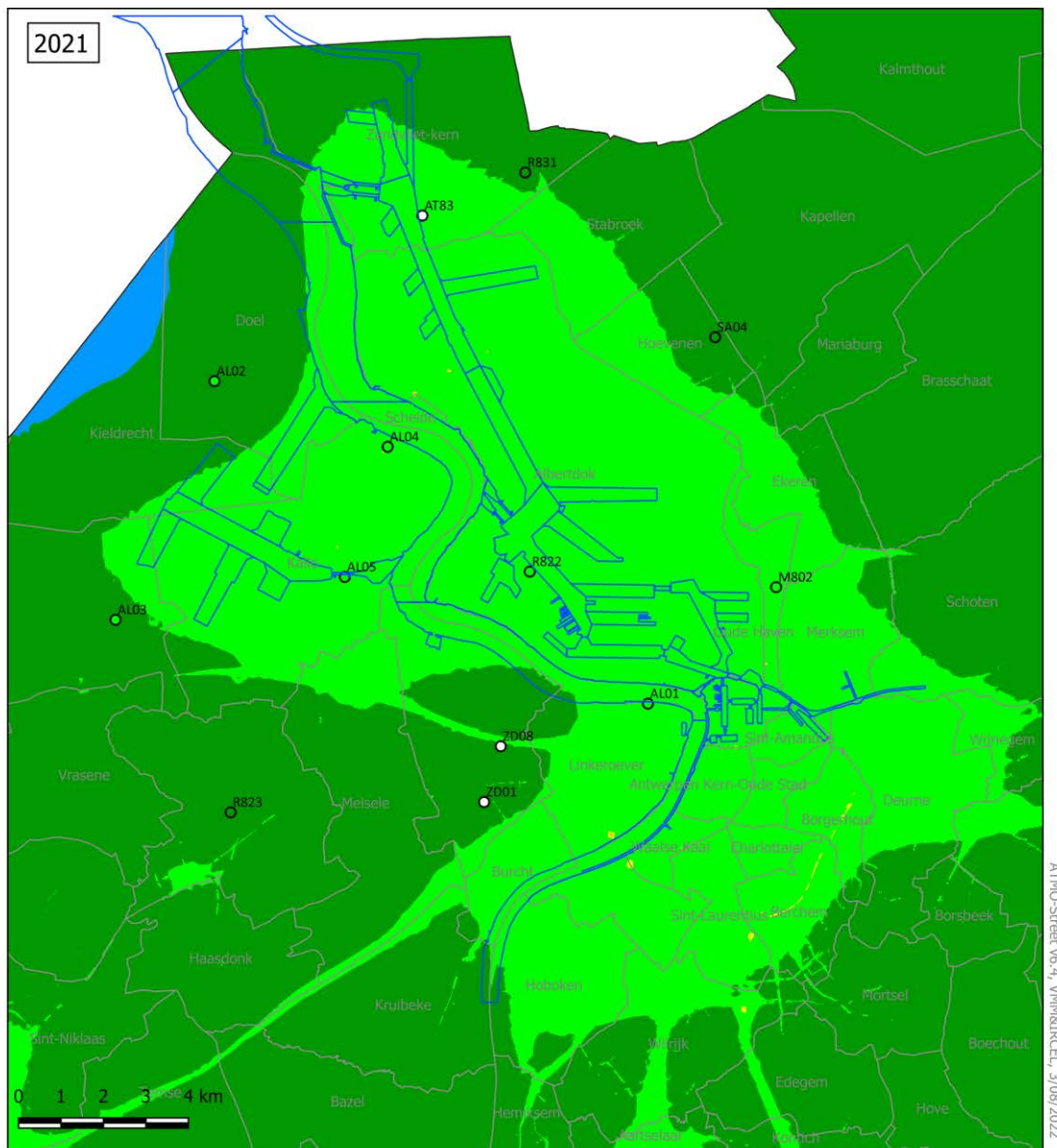
Voorgaande jaren berekende het model nog sterk verhoogde concentraties in de Antwerpse haven en de Gentse kanaalzone, vlakbij bedrijven met veel diffuse emissies van PM₁₀ en PM_{2,5}. Die modelkaarten gaven mogelijks een overschatting van de reële situatie omdat de onderliggende emissiedataset van het ATMOSTreet-model slechts beperkt rekening houdt met de emissiereducerende maatregelen van deze bedrijven. Daarom werd er beslist om de diffuse emissies voorlopig niet meer op te nemen in het model totdat we dit beter in kaart kunnen brengen. Volgende zaken moeten verbeterd worden:

- Beter implementatie van de stofreducerende maatregelen in de rekentool waarin de bedrijven hun emissies rapporteren aan de Vlaamse overheid.
- Meer informatie verzamelen over de bronkarakteristieken van deze diffuse emissies (emissiehoogte, omvang, samenstelling ...) zodat het model de spreiding van de emissies met grotere nauwkeurigheid kan berekenen.
- Meer informatie verzamelen over de tijdsprofielen van deze emissies voor de modelkaarten die de actuele luchtkwaliteit tonen.



Het model berekent overwegend een PM₁₀-concentratie tussen 21 en 25 µg/m³. Alleen op een beperkte zone van de Antwerpse ring en aan de tunnelmonden berekent het model iets hogere concentraties in 2021.

Figuur 29: Gemodelleerde PM₁₀-concentratie in de Antwerpse haven in 2021



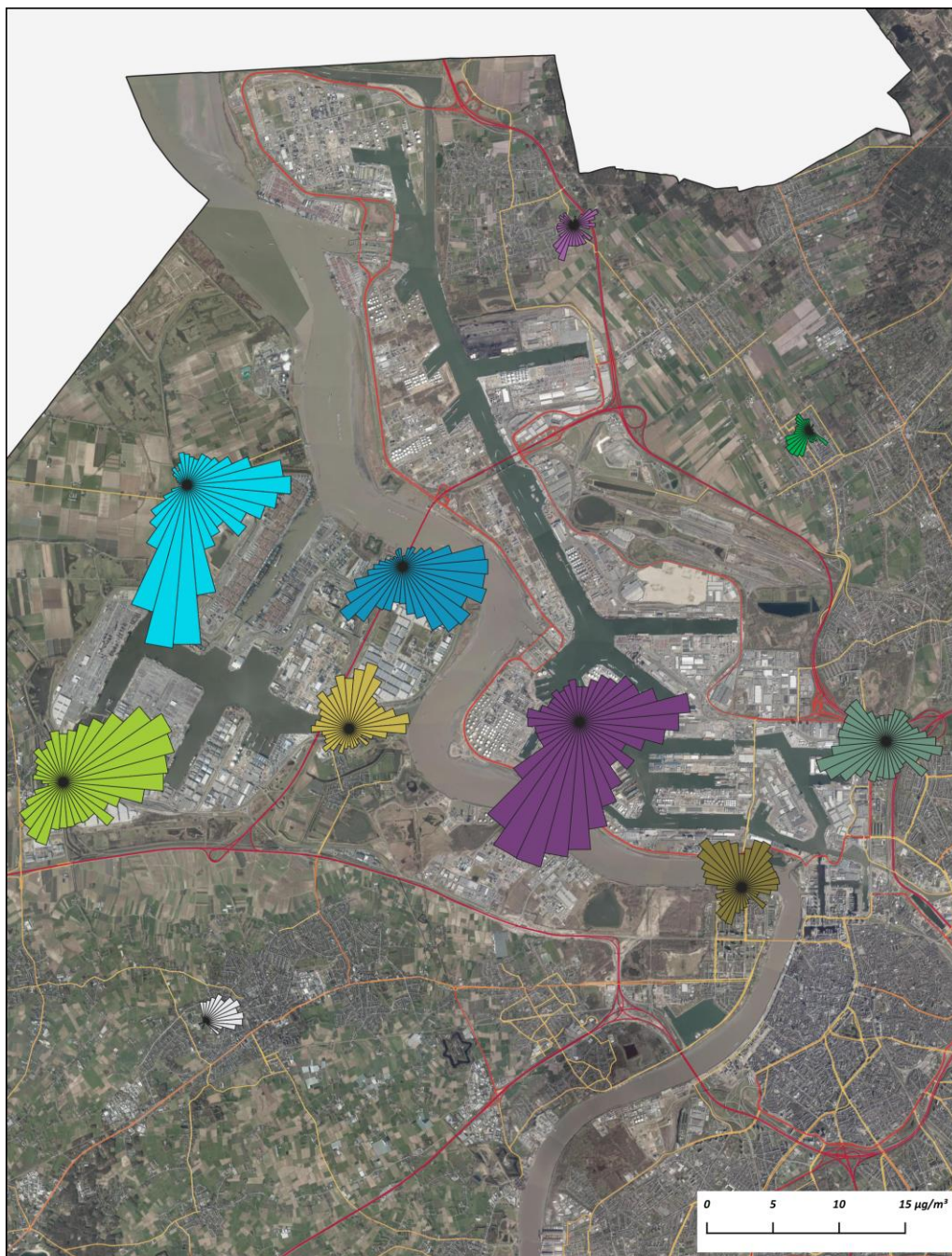
De gemodelleerde waarden kunnen afwijken van de werkelijkheid door onzekerheden in de RIO-interpolatietechniek en emissies en door de kwaliteit van de lokale verkeersstatistieken. Het effect van street canyons werd in rekening gebracht, tijdelijke verkeerssituaties of het herhaaldelijk opwaaien van stof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

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

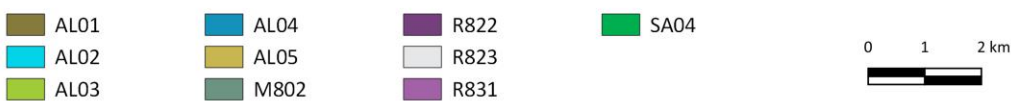
De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 5,0 en 7,2 µg/m³ voor 2021.

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 30: Zeropollutierozen voor PM₁₀ in de Antwerpse haven in 2021



Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2021 - zeropollutierozen PM10



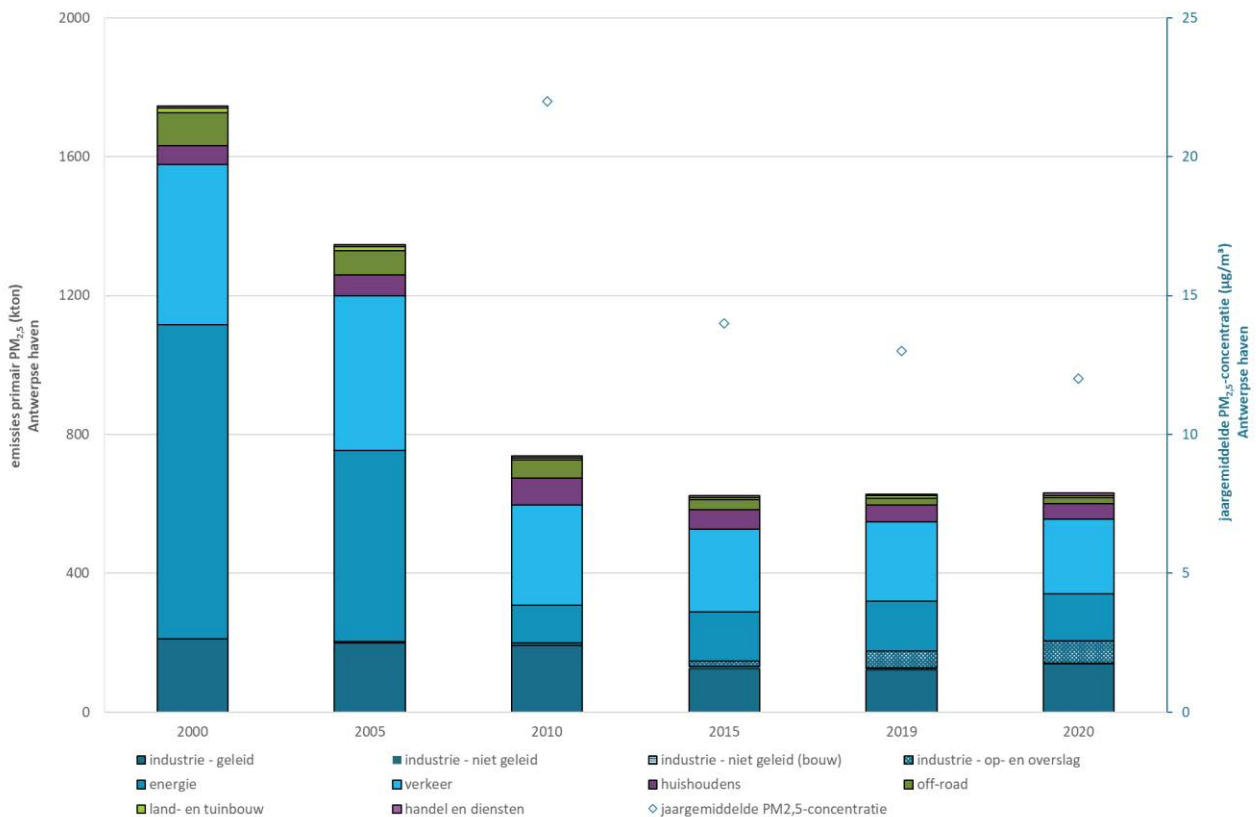
Figuur 30 toont de zeropollutierozen voor de PM₁₀-meetplaatsen in de Antwerpse haven. Nabij de Liefkenshoek-tunnel (AL04) zijn er duidelijke bronnen in noordoostelijke en zuidoostelijke richting. De piekwaarden uit zuidoostelijke richting komen van een nabijgelegen bouwwerf. De nieuwe meetplaats op Polderdijkweg (R822) geeft vooral de aanvoer weer vanuit zuidwestelijke en oostelijke richting. Op de meetplaats Luchtbal (M802) komt de invloed van de nabijgelegen kade voor bulkgoederen in westzuidwestelijke sector naar voor. Daar is ook de invloed van de nabijgelegen autosnelweg in zuidoostelijke sector zichtbaar. Uit de omgeving van het Waaslandkanaal is er ook aanvoer van PM₁₀ naar de omliggende meetstations. Buiten het havengebied zien we op de meetplaats in Meerminnedam (R823) vooral invloed uit noordoostelijke richting. Berendrecht (R831) is een achtergrondstation en op Antwerpen-Wandelijk (AL01) is er vooral de invloed van het noordelijk gelegen havengebied.

1.3.2 PM_{2,5}

1.3.2.1 Emissie van PM_{2,5}

Figuur 31 toont de primaire PM_{2,5}-emissies in de Antwerpse haven voor de verschillende sectoren. Voor deze gegevens hanteren we de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (zie bijlage 2).

Figuur 31: Emissie van primair PM_{2,5}-emissie en jaargemiddelde in de Antwerpse haven

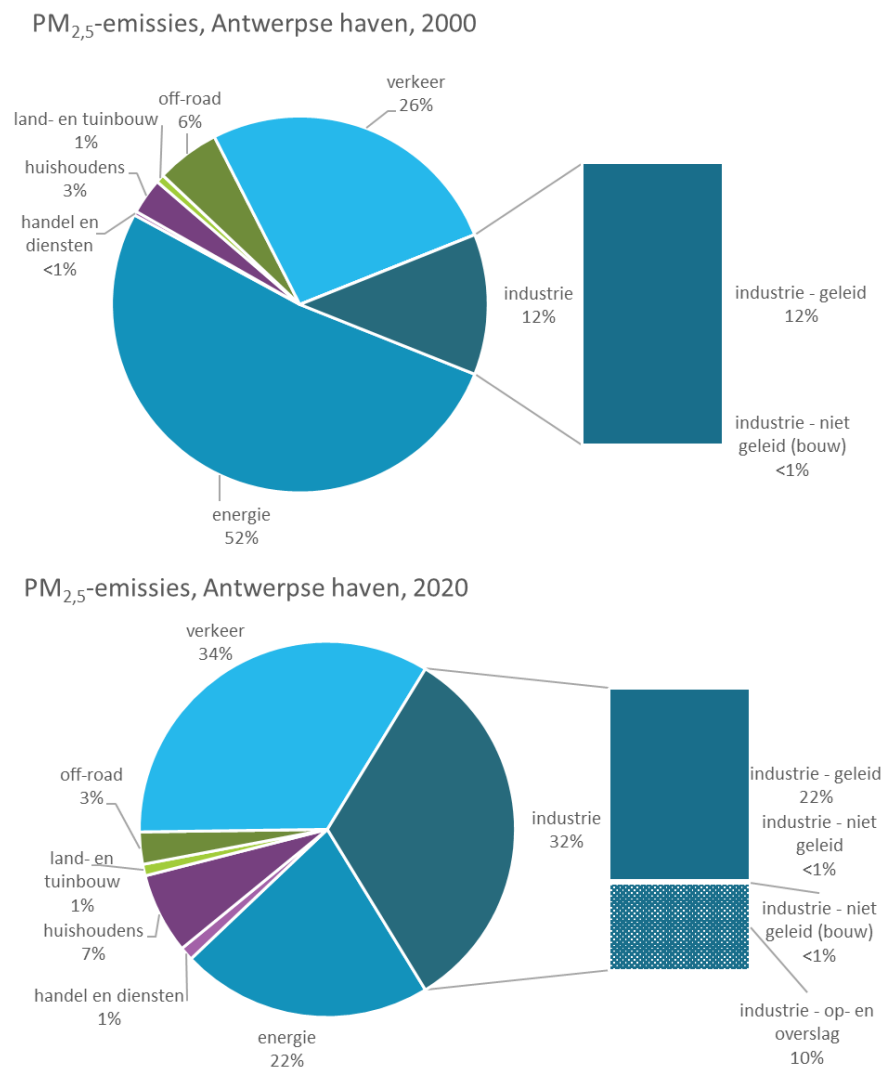


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM



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 2020. De belangrijkste sector in 2000 was de energiesector. Deze sector had de grootste daling van alle sectoren tussen 2000 en 2020 en staat nu in voor 22 % van de totale uitstoot. In 2020 is het verkeer met 34 % de belangrijkste bron van rechtstreeks uitgestoten PM_{2,5} met de scheepvaart als grootste uitstoter (28 %). De emissies door deze sector halveerden in de periode 2000-2020. Industrie is met 32 % ook een belangrijke bron. Het heeft ook hier vier fracties: de geleide emissies, de niet-geleide emissies, al dan niet van 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 minder impact op de totale PM_{2,5}-emissie in vergelijking met PM₁₀. De emissies van de overige sectoren zijn veel kleiner t.o.v. deze drie sectoren. De offroad-emissie bedroeg in 2000 nog 6 % van de totale emissies, in 2020 is dit 3 %. Het aandeel van de sector huishoudens steeg tussen 2000 en 2020 naar 7 %. In absolute waarden was er voor die sector wel een daling van 18 %.

Figuur 32: Aandeel sectoren in primaire PM_{2,5}-emissies in de Antwerpse haven in 2000 en 2020



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

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

Tabel 5 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}. Figuur 33 toont het PM_{2,5}-jaargemiddelde op basis van uurwaarden. In 2012 en 2013 is dit gemiddelde gebaseerd op 3 meetplaatsen. In de periode 2014-2021 varieert dit van 8 tot 11 meetplaatsen.

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

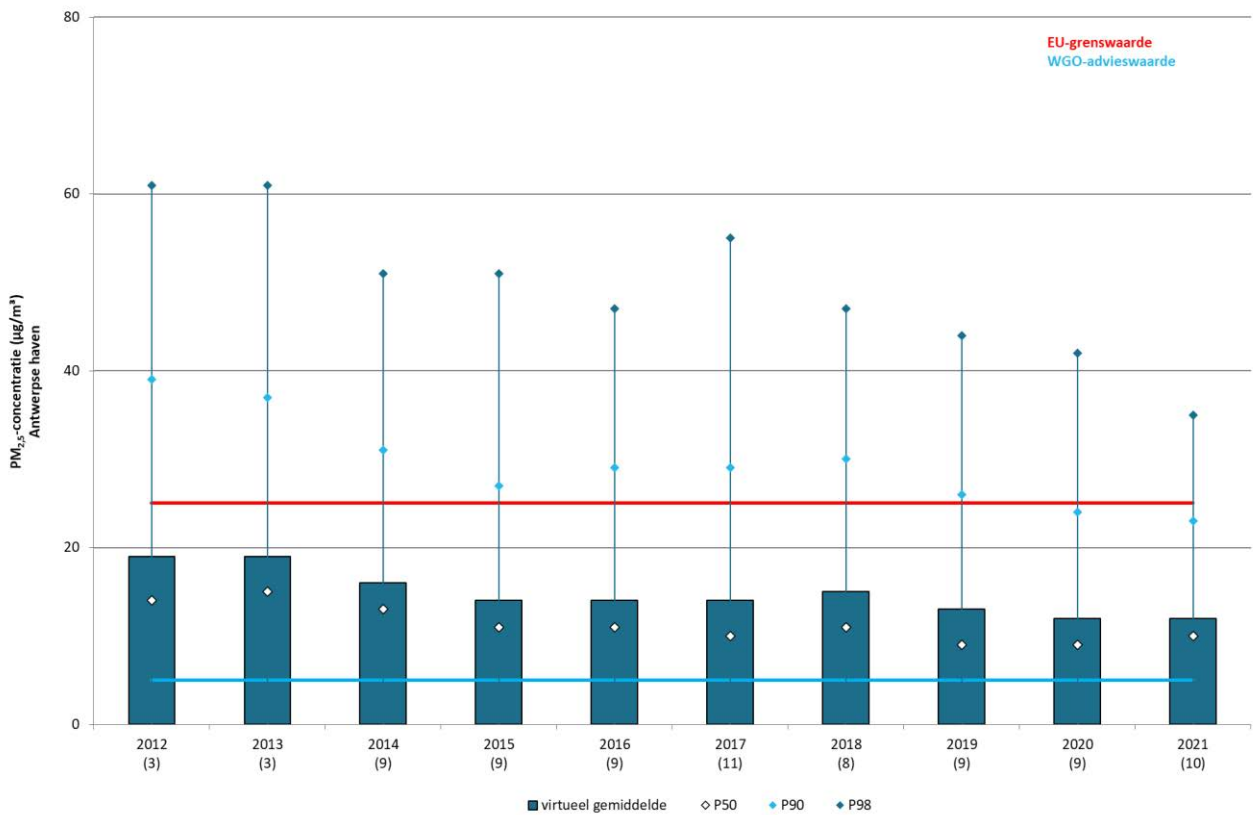
UURWAARDEN PM _{2,5} (µg/m ³) Meetplaats	2019				2020				2021			
	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98
Wandeldijk (AL01)	13	9	26	45	11	8	24	41	12	9	23	36
Doel (AL02*)	13	9	27	45	12	9	26	45	13	10	24	39
Watermolendijkweg (AL03*)	14	10	28	49	12	9	26	45	13	10	25	39
Liefkenshoektunnel (AL04)	14	10	28	48	12	9	25	43	12	10	24	36
Sluis Kallo (AL05*)	13	9	27	45	11	9	24	43	12	9	23	35
Luchtbal (M802*)	12	9	25	43	11	8	24	40	12	9	23	35
Polderdijkweg (R822)	°	°	°	°	14	11	27	45	15	12	27	41
Berendrecht (R831*)	12	9	25	42	10	8	22	37	11	9	21	32
Hoevenen (SA04*)	13	9	27	46	11	8	24	41	12	9	22	33
Zoutestraat (AT83*)	/	/	/	/	/	/	/	/	°	°	°	°
Virtueel gemiddelde haven	13	9	26	44	12	9	24	42	12	10	23	35
Meerminendam (R823)	12	9	25	43	11	8	23	40	11	9	22	35

* gerapporteerd aan Europa (BEF01S), ° beperkte databeschikbaarheid: 31 % voor R822, 10 % voor AT83

In deze figuur en in de tabel zien we dat op alle meetplaatsen de jaargemiddelden in 2021 de Europese grenswaarde van 25 µg/m³ respecteerden. De indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³ te behalen tegen 2020, werd ook effectief gehaald. In 2021 verlaagde de WGO haar advieswaarde van 10 µg/m³ naar 5 µg/m³. Dit werd op alle meetplaatsen in de Antwerpse haven én in Vlaanderen overschreden. Het virtueel gemiddelde voor de haven is gelijk aan het virtueel gemiddelde voor het stedelijk en industrieel typegebied en ook gelijk aan het Vlaamse virtueel gemiddelde. De hoogste gemiddelde concentratie werd opgemeten op Polderdijkweg (R822), namelijk 15 µg/m³. De jaargemiddelden liggen voor alle andere meetplaatsen vrij dicht bij elkaar: tussen 11 en 13 µg/m³. In 2021 is er op alle individuele meetplaatsen een gevoelige daling van de hoogste piekwaarden (P98). Ook bij de P90-waarden zien we, op R822 na, een lichte daling.



Figuur 33: Evolutie PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Het aantal meetstations staat tussen haakjes.

De WGO verlaagde haar dagadvieswaarde van 25 naar 15 µg/m³. Tabel 6 en Figuur 34 toont het aantal dagen met een PM_{2,5}-dagconcentratie > 15 µg/m³ van de verschillende meetplaatsen in de Antwerpse haven. Hierbij zien we dat de WGO-dagadvieswaarde van maximaal 3 dagen met een concentratie > 15 µg/m³ op geen enkele meetplaats werd gehaald. Dat is ook zo op de andere Vlaamse meetstations. Het aantal overschrijdingsdagen ligt wel lager dan enkele jaren geleden, zowel in de Antwerpse haven als in Vlaanderen.

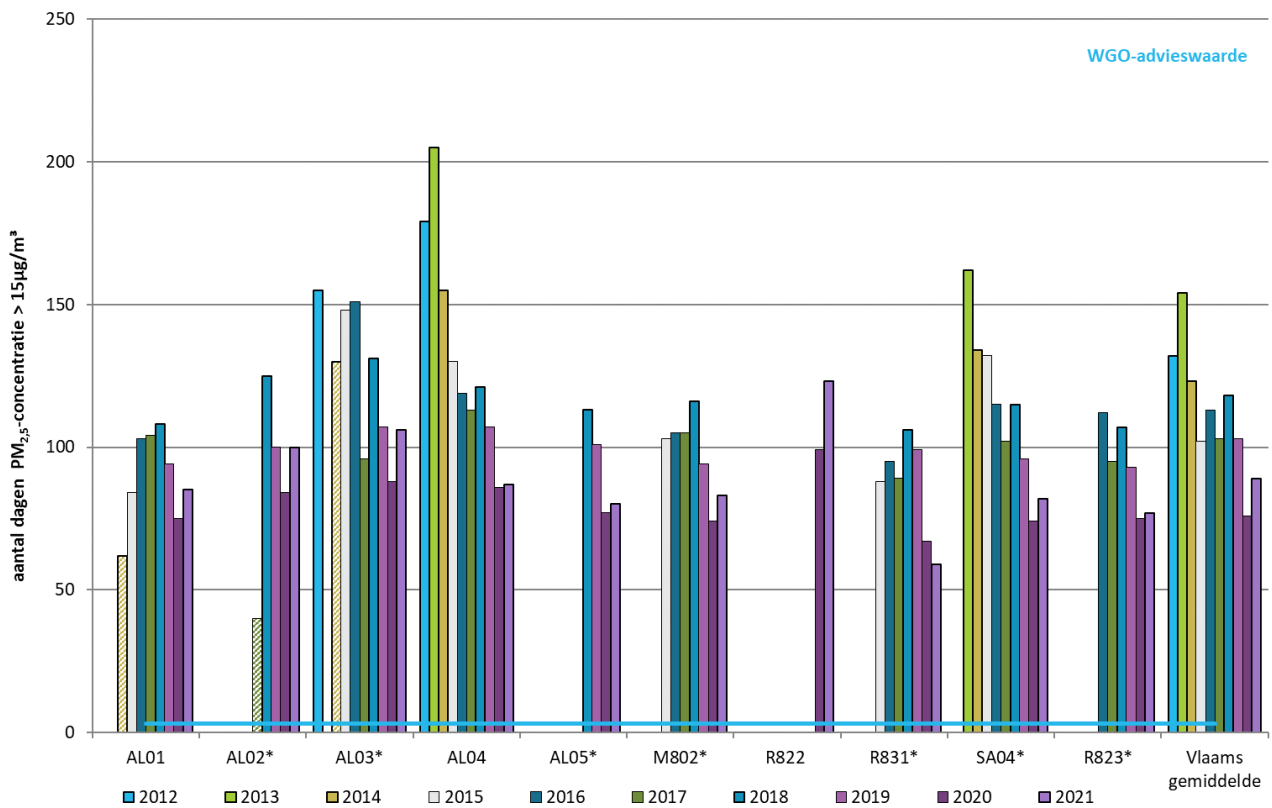


Tabel 6: Aantal dagen met een PM_{2,5}-dagconcentratie > 15 µg/m³

Aantal dagen PM _{2,5} -concentratie > 15 µg/m ³ Meetplaats	2019	2020	2021
Wandelijk (AL01)	94	75	85
Doel (AL02*)	100	84	100
Watermolendijkweg (AL03*)	107	88	106
Liefkenschoektunnel (AL04)	107	86	87
Sluis Kallo (AL05*)	101	77	80
Luchtbal (M802*)	94	74	83
Berendrecht (R831*)	99	67	59
Polderdijkweg (R822)	°	99	123
Hoevenen (SA04*)	96	74	82
Zoutestraat (AT83*)	/	/	°
Meerminendam (R823)	93	75	77

* gerapporteerd aan Europa (BEF01S), ° beperkte databeschikbaarheid: 31 % voor R822, 10 % voor AT83

Figuur 34: Evolutie PM_{2,5}-daggemiddelde in de Antwerpse haven



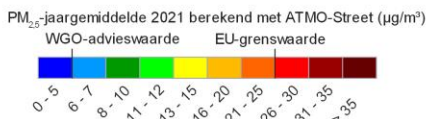
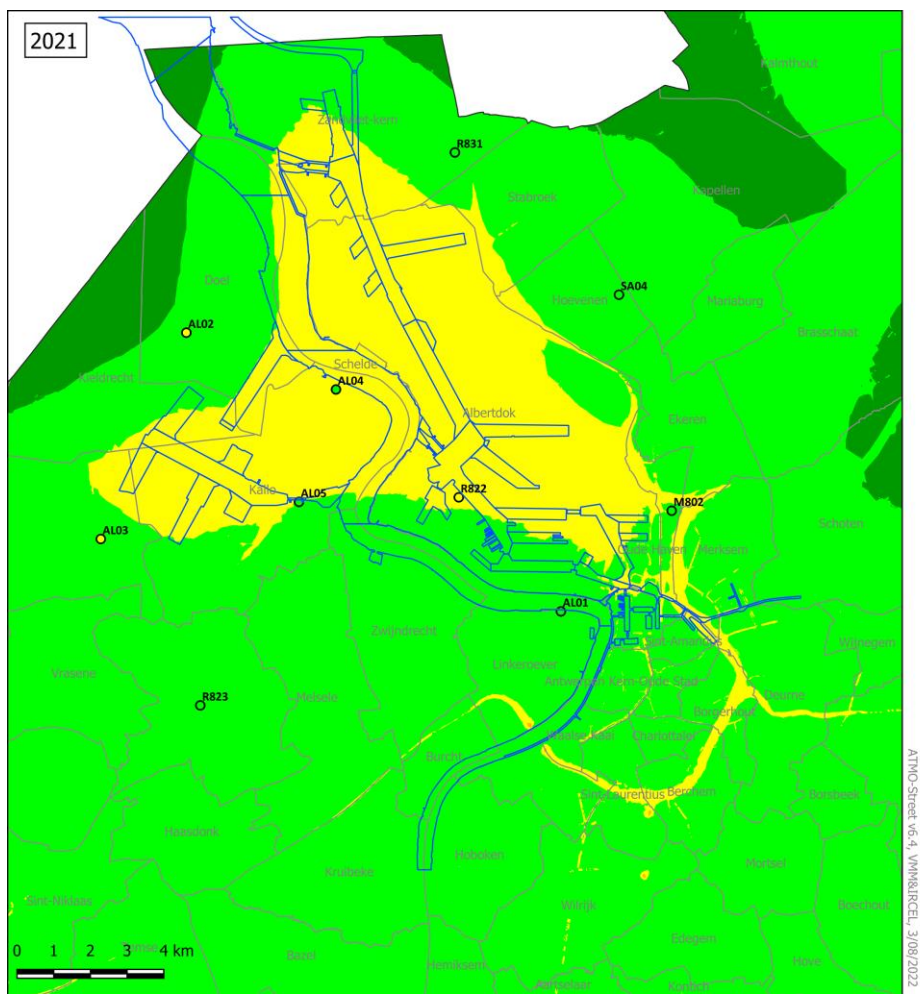
*: gerapporteerd naar Europa (BEFS01).

50-90 % databeschikbaarheid: gearceerde balken; 0-49 % databeschikbaarheid: niet opgenomen in figuur

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

Figuur 35 toont de ATMOStreet-gemodelleerde verspreiding voor PM_{2,5} in het havengebied. De berekeningsmethode kan bepaalde plaatsen over- of onderschatten en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Meer uitleg over deze methodiek staat in bijlage 5. De gemodelleerde PM_{2,5}-concentraties liggen overwegend tussen 11 en 12 µg/m³. Iets hogere concentraties worden gemodelleerd langs de Antwerpse ring R2 en de belangrijkste verkeersassen zoals de A12 Antwerpen – Bergen Op Zoom. Ook de tunnelmonden zijn zichtbaar op de kaart.

Figuur 35: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2021



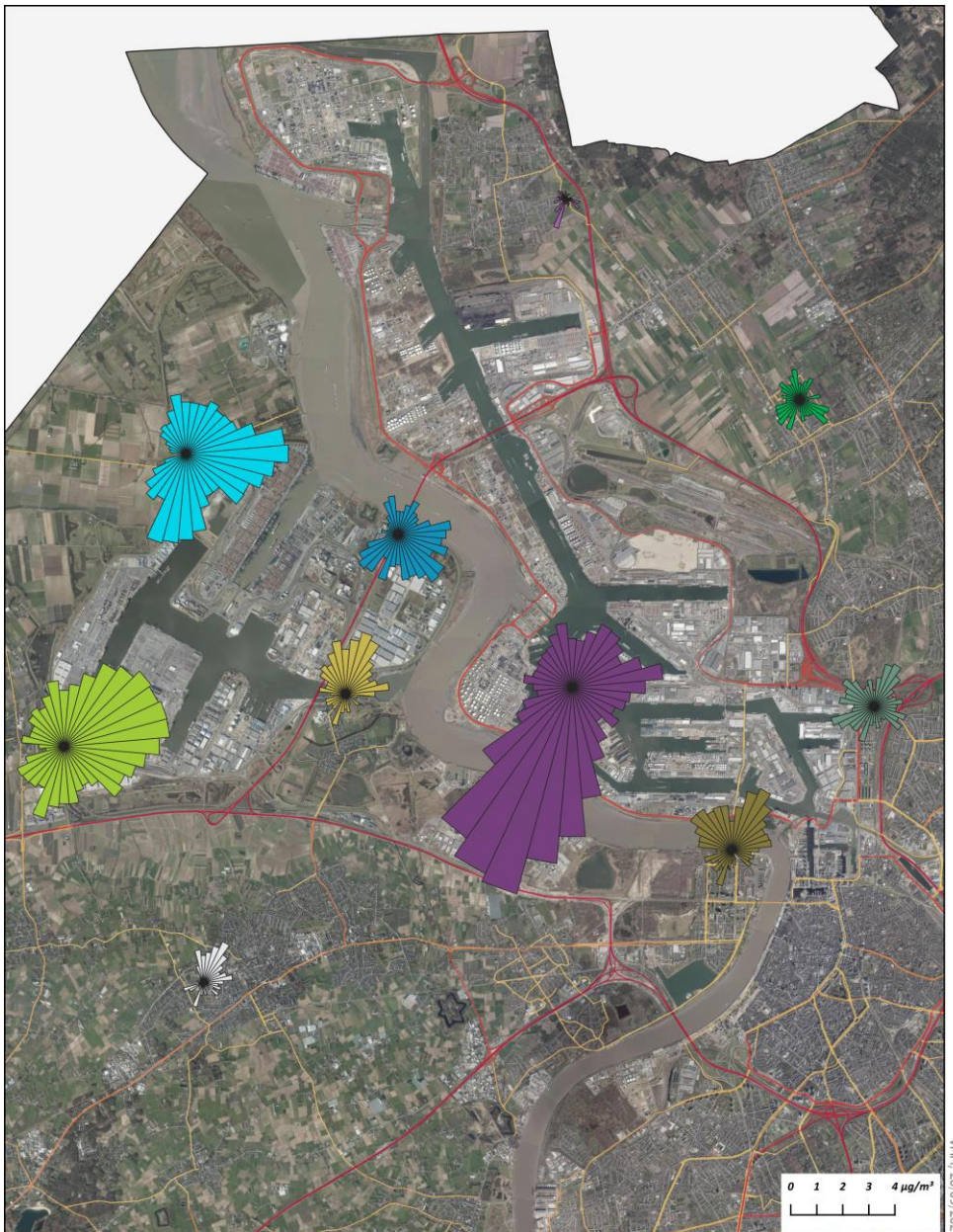
De gemodelleerde waarden kunnen afwijken van de werkelijkheid door onzekerheden in de RIO-interpolatietechniek en emissies en door de kwaliteit van de lokale verkeersstatistieken. Het effect van street canyons werd in rekening gebracht, tijdelijke verkeerssituaties of het herhaaldelijk opwaaien van stof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

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

De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 2,8 en 4,0 µg/m³ voor 2021.

Figuur 36 toont de zeropollutierozen van PM_{2.5} voor 2021. 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. R822 toont een uitgesproken bron in zuidwestelijke richting, net als bij PM₁₀. 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 36: Zeropollutierozen PM_{2.5}-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2021



Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2021 - zeropollutierozen PM_{2.5}

- | | | | |
|--|--|--|--|
|  AL01 |  AL04 |  R822 |  SA04 |
|  AL02 |  AL05 |  R823 | |
|  AL03 |  M802 |  R831 | |

0 1 2 km



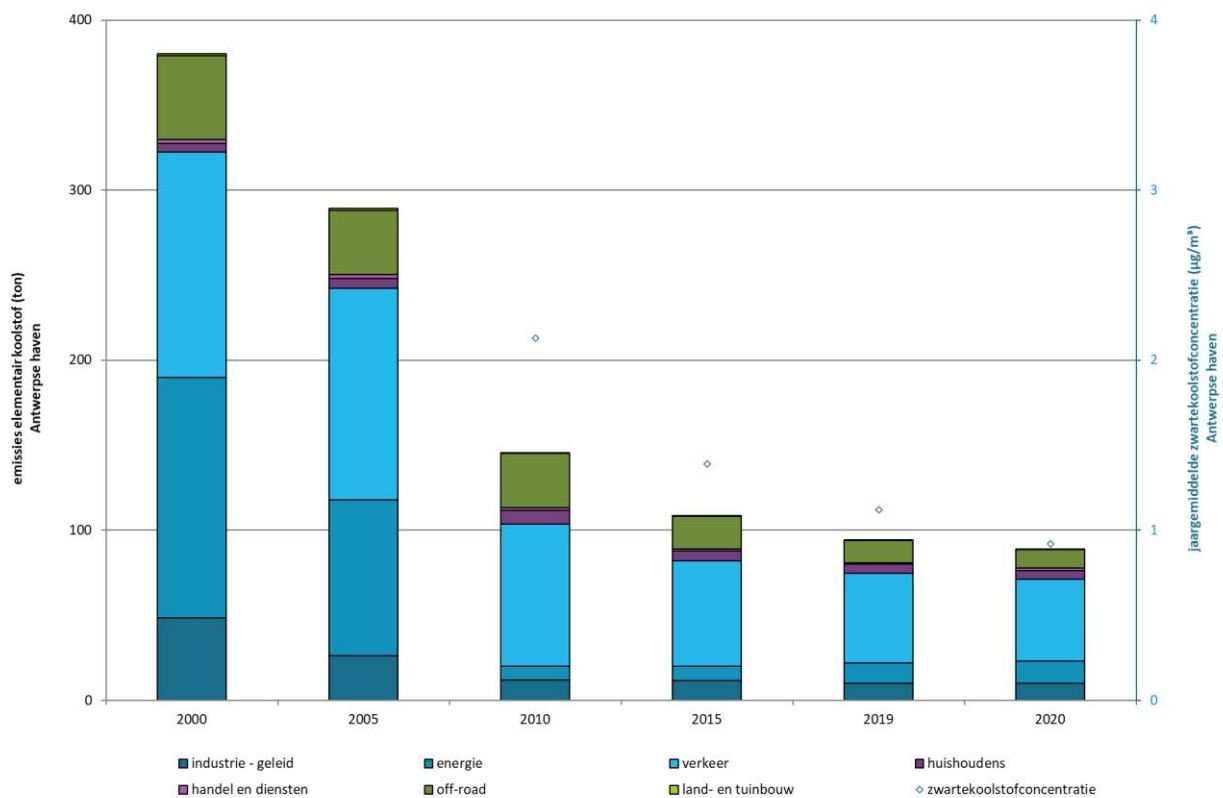
1.3.3 Zwarte koolstof

Elementair koolstof en zwart koolstof geven beiden een indicatie van de roetdeeltjes in de lucht. Ze worden elk op een andere manier bepaald. Zwarte koolstof wordt met een optische methode bepaald, elementair koolstof met een thermische methode. Hierdoor zijn er ook kleine verschillen tussen beide fracties. In dit deel bespreken we eerst de emissies van elementair koolstof. Daarna bekijken we het tijdsverloop en de waargenomen meetwaarden voor zwarte koolstof in omgevingslucht en de geografische spreiding van de concentraties zwarte koolstof.

1.3.3.1 Emissies van elementair koolstof

Figuur 37 toont de emissies elementair koolstof en de jaargemiddelde zwartekoolstofconcentratie in de haven van Antwerpen voor de jaren 2000, 2005, 2010, 2015, 2019 en 2020.

Figuur 37: Emissies elementaire koolstof en jaargemiddelde zwartekoolstofconcentratie in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

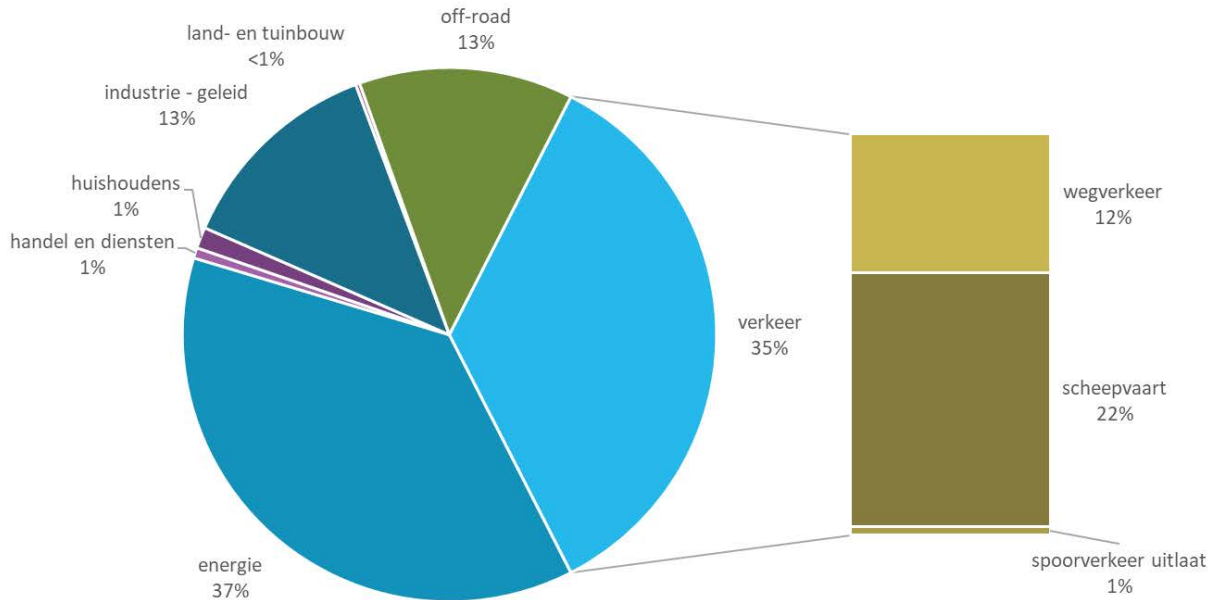
We zien een duidelijk dalende trend over de volledige periode. Deze daling is tussen de jaren 2000 en 2005 vooral in de sector energie en de geleide emissies van de industrie duidelijk. Tussen 2010 en 2015 is dit eerder voor de sectoren verkeer en offroad. Daarna is er een lichte daling gelijkmatig over alle sectoren.

Figuur 38 geeft het aandeel van de sectoren voor de emissies van elementair koolstof in de Antwerpse haven voor 2000 en 2020. In 2000 was de sector energie de voornaamste bron. In 2020 is dit verkeer, verantwoordelijk voor meer dan de helft van de uitstoot, vooral door scheepverkeer dat 49 % van de totale emissie uitstoot. De sector energie is de tweede grootste sector in 2020, goed voor 15 % van de totale emissies.

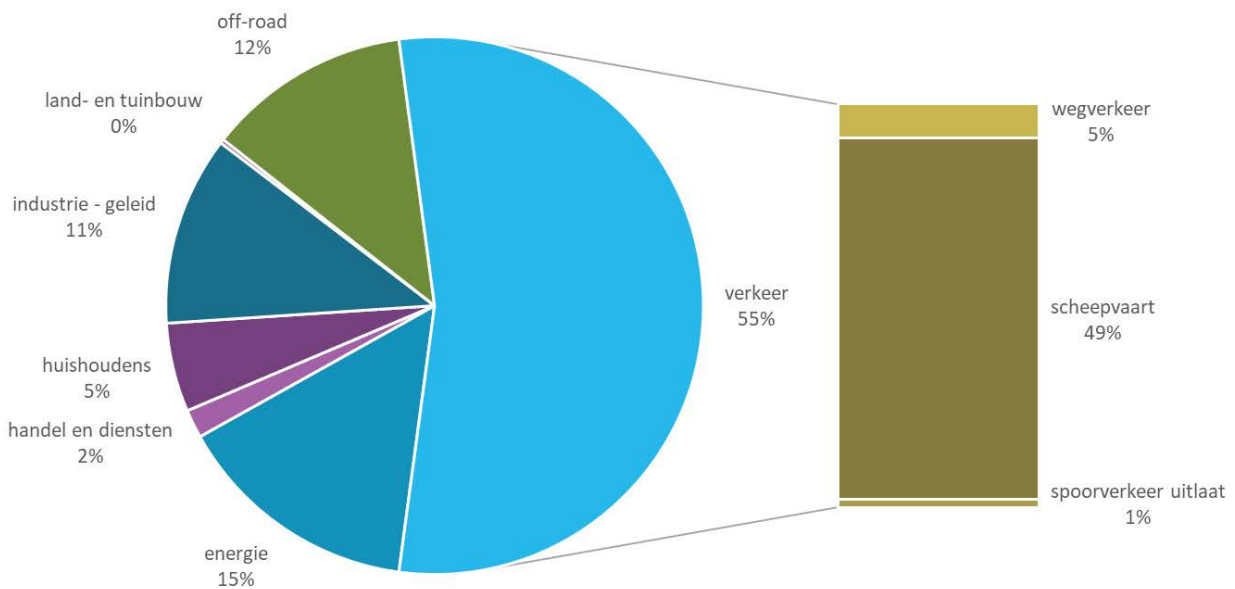


Figuur 38 : Aandeel sectoren in emissies van elementair koolstof in de Antwerpse haven in 2000 en 2020

elementair koolstof, Antwerpse haven, 2000



elementair koolstof, Antwerpse haven, 2020



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

1.3.3.2 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 7: Belangrijkste statistische parameters voor zwarte koolstof

UURWAARDEN Zwarte koolstof ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Meetplaats	2019				2020				2021			
	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98	JG	P50	P90	P98
Wandeldijk (AL01)	0,9	0,7	1,9	3,5	0,7	0,5	1,5	2,9	0,7	0,6	1,4	2,5
Liefkenshoektunnel (AL04)	1,3	0,9	2,6	4,3	1,1	0,8	2,1	3,8	1,1	0,8	2,1	3,5
Sluis Kallo (AL05*)	1,2	0,9	2,4	4,2	1,0	0,7	1,9	3,5	1,1	0,8	2,0	3,6
Luchtbal (M802*)	1,2	0,8	2,5	4,8	1,0	0,7	1,9	3,8	1,0	0,8	1,9	3,8
Hoevenen (SA04*)	1,0	0,7	2,0	4,3	1,0	0,6	1,7	3,8	0,8	0,6	1,6	3,6
Virtueel gemiddelde haven	1,1	0,8	2,2	4,0	0,9	0,7	1,8	3,3	0,9	0,8	1,7	3,1

* gerapporteerd aan Europa (BEF01S).

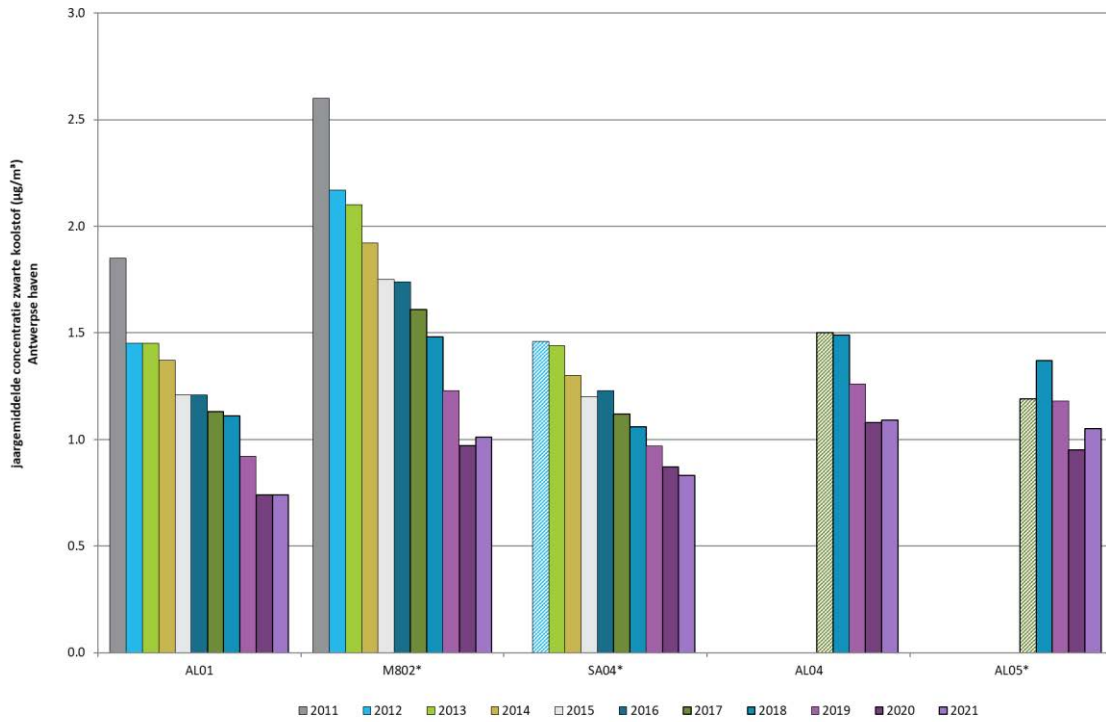
In bovenstaande tabel zien we dat het virtueel gemiddelde in 2021 voor zwarte koolstof in de Antwerpse haven $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ was, wat overeenstemt met het virtueel gemiddelde voor Vlaanderen. De hoogste jaargemiddelde concentratie ($1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) meten we aan de Liefkenshoektunnel (AL04) en aan de Sluis Kallo (AL05). Ook die waarde meten we op de virtuele verkeersgerichte meetplaats. Het laagste gemiddelde was $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op de meetplaats Antwerpen - Wandeldijk (AL01), net als vorig jaar. Deze waarde is gelijk aan wat we meten op de virtuele voorstedelijke meetplaats.

In Figuur 39 zien we de evolutie van het jaargemiddelde van zwarte koolstof op basis van uurwaarden, in de periode 2011 - 2021. 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 met in 2021 licht hogere concentraties dan in 2020. Belangrijk te noteren is dat de concentraties beduidend lager liggen dan in 2019, voor de COVID19-pandemie. Ook voor NO_2 stelden we dit vast.

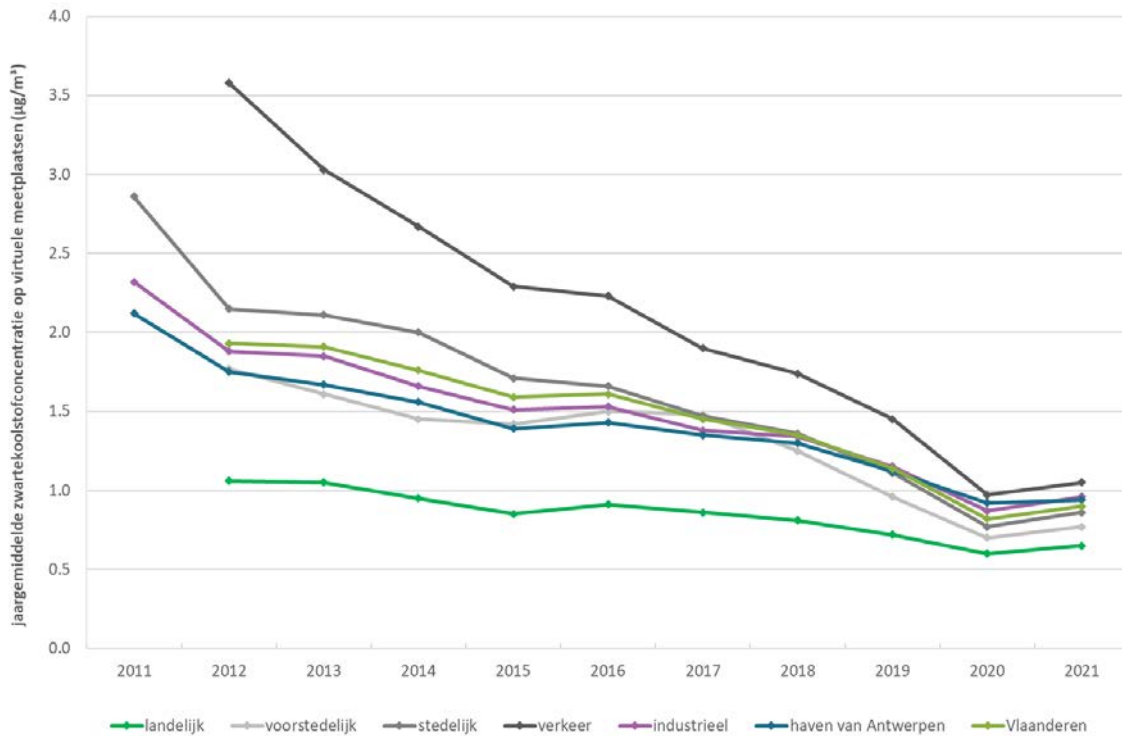


Figuur 39: Evolutie jaargemiddelden zwarte koolstof in de Antwerpse haven



*gerapporteerd aan Europa (BEF01S); 50-90 % databeschikbaarheid: gearceerde balken.

Figuur 40: Evolutie zwarte koolstofconcentraties op verschillende virtuele meetplaatsen

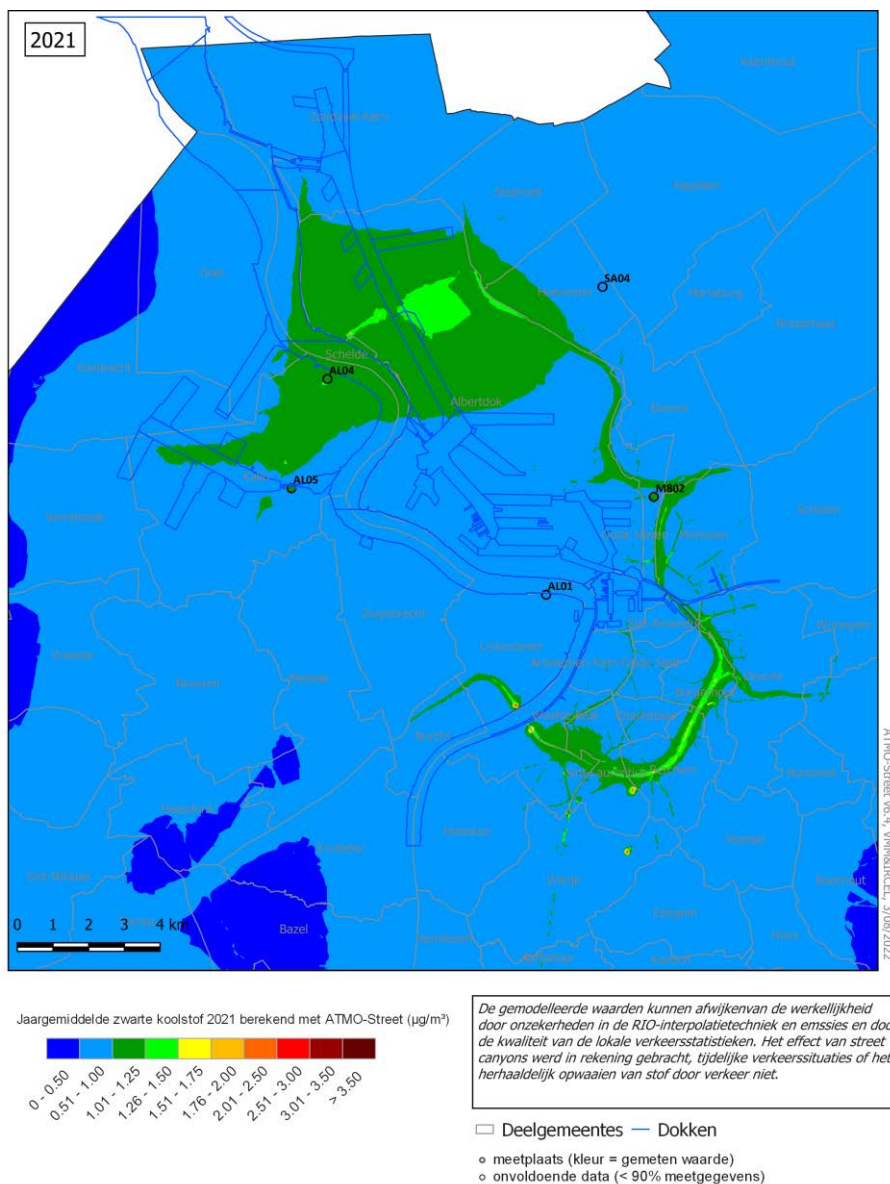


1.3.3.3 Geografische spreiding van zwarte koolstof

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 bepaalde plaatsen onder- of overschatten 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. De tunnelmonden zijn ook zichtbaar, zoals bij NO₂ en (in mindere mate) bij PM.

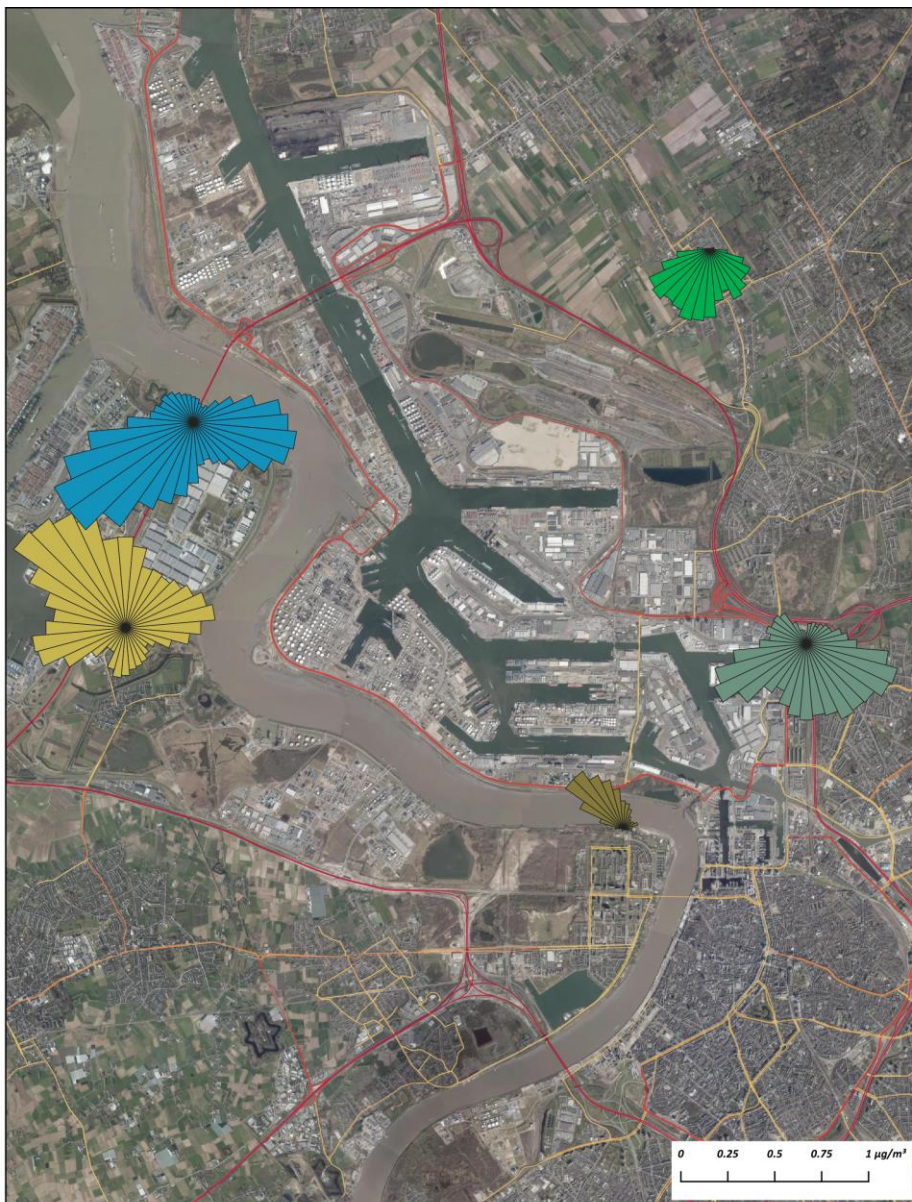
Figuur 41: Gemodelleerd jaargemiddelde van zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2021



De onzekerheid (2 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 0,54 en 0,64 µg/m³ voor 2021.

Om lokale invloeden op de zwartekoolstofconcentraties te bekijken, werden er zeropollutierozen gemaakt (Figuur 42). Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 5. Verschillende meetplaatsen met veel verkeer, zoals verkeerswisselaars en tunnelmonden, 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 meetplaatsen zoals Sluis Kallo (AL05) en Antwerpen Luchtbal (M802). De invloed vanuit de haven op de verder gelegen meetplaatsen Antwerpen – Wandeldijk (AL01) en Hoevenen (SA04) is minder groot dan op de meer centraal gelegen meetplaatsen. Zwarte koolstof heeft een sterke concentratiegradiënt en kent een grotere invloed door lokale bronnen dan PM₁₀.

Figuur 42: Zeropollutierozen voor zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2021



Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2021 - zeropollutierozen zwarte koolstof



1.4 Dioxines en PCB's

In dit deel bespreken we de dioxine- en PCB-metingen in de Antwerpse haven. In 2021 maten we deze stoffen op één locatie in de Antwerpse haven: op BV04 in Kallo. Deze meetplaats is zo geïmponeerd om de impact van het schrootbedrijf Belgian Scrap Terminal (BST) op de omgevingslucht in te schatten. De meetplaats staat in de onmiddellijke nabijheid van dit bedrijf, in industriegebied. De financiering gebeurde door de Afdeling Handhaving van het Departement Omgeving.

1.4.1 Overzicht en toetsing van de dioxine- en PCB-metwaarden

Tabel 8 toont de maand- en jaargemiddelde deposities van de 17 dioxines en 12 dioxineachtige PCB's voor de meetplaats in Kallo. In 2021 maten we de depositie op BV04 gedurende vier periodes van 31 dagen. Zoals je kan zien in de tabel, lagen de somresultaten van alle monsters boven de maandgemiddelde drempelwaarde van 21 pg TEQ/(m².dag). De waarden varieerden van 28 tot 193 pg TEQ/(m².dag). Deze toetsing is indicatief aangezien meetlocatie BV04 in industriegebied ligt (zie ook bijlage 4). De hoogste maandgemiddelde depositie zagen we in de periode maart-april 2021, zowel voor de dioxines als de PCB's.

Ook het jaargemiddelde overschrijdt met een waarde van 81 pg TEQ/(m².dag) de jaargemiddelde drempelwaarde. Deze toetsing is opnieuw indicatief, niet alleen door de locatie (industriegebied) maar ook omdat de VMM de depositie van dioxines en PCB's niet het hele jaar door meet.

Op BV04 zijn de dioxinedeposities altijd lager dan de PCB-depositiewaarden. Dit geldt voor het merendeel van de meetplaatsen in Vlaanderen.

Tabel 8: Dioxine en PCB-depositie op BV04 in 2021

pg TEQ/(m ² .dag)	Dioxines	PCB's	Som
Drempelwaarde maanddepositie	-	-	21
Drempelwaarde jaardepositie	-	-	8,2
Maart – april 2021	75	118	193
Juli – augustus 2021	7	59	66
September – oktober 2021	4	24	28
November – december 2021	6	30	36
Gemiddelde 2021	23	58	81

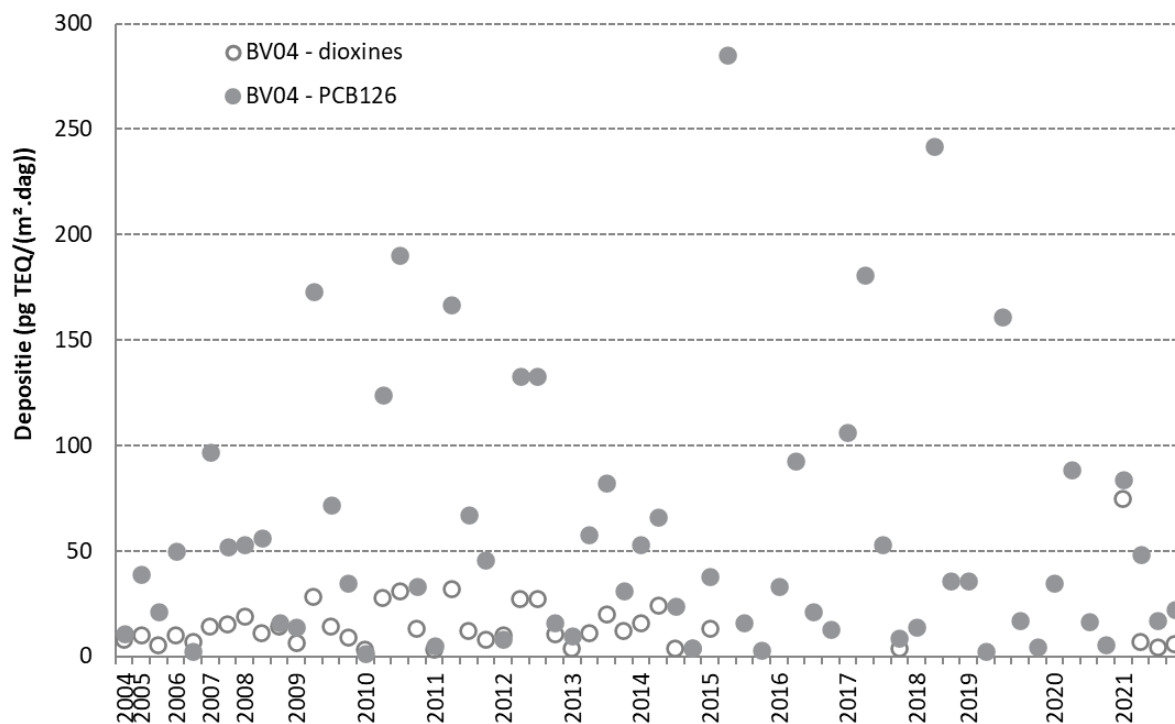
1.4.2 Trend van dioxine- en PCB126-depositie

In Figuur 43 tonen we de evolutie van de somdepositie van 17 dioxines en de depositie van PCB126. We tonen de trend van PCB126 omdat dit – van alle dioxineachtige PCB's – de verbinding is die de VMM al het langst meet. De analyse van de dioxines op BV04 werd stopgezet in april 2015 en pas in 2021 opnieuw opgestart. De analyse in de periode november – december 2017 was eenmalig.

Uit de figuur blijkt dat de PCB126-depositie regelmatig hoog is op deze meetplaats. De meetwaarden fluctueren maar ook in 2021 was er weer een staal met een beduidend hogere PCB126-waarde, 84 pg TEQ/(m².dag). De dioxinedepositie is, met uitzondering van het staal in maart – april 2021, veel lager dan de

PCB126-depositie. Toch is ze hoger dan in een achtergrondgebied. Eerder onderzoek toonde aan dat de verontreiniging meestal beperkt blijft tot enkele honderden meters rond een bedrijf. De impact is het grootst als er een woonzone of agrarisch gebied paalt aan het schrootbedrijf. Dit is niet het geval in Kallo.

Figuur 43: Trend depositie dioxines en PCB126 op meetplaats BV04 in Kallo

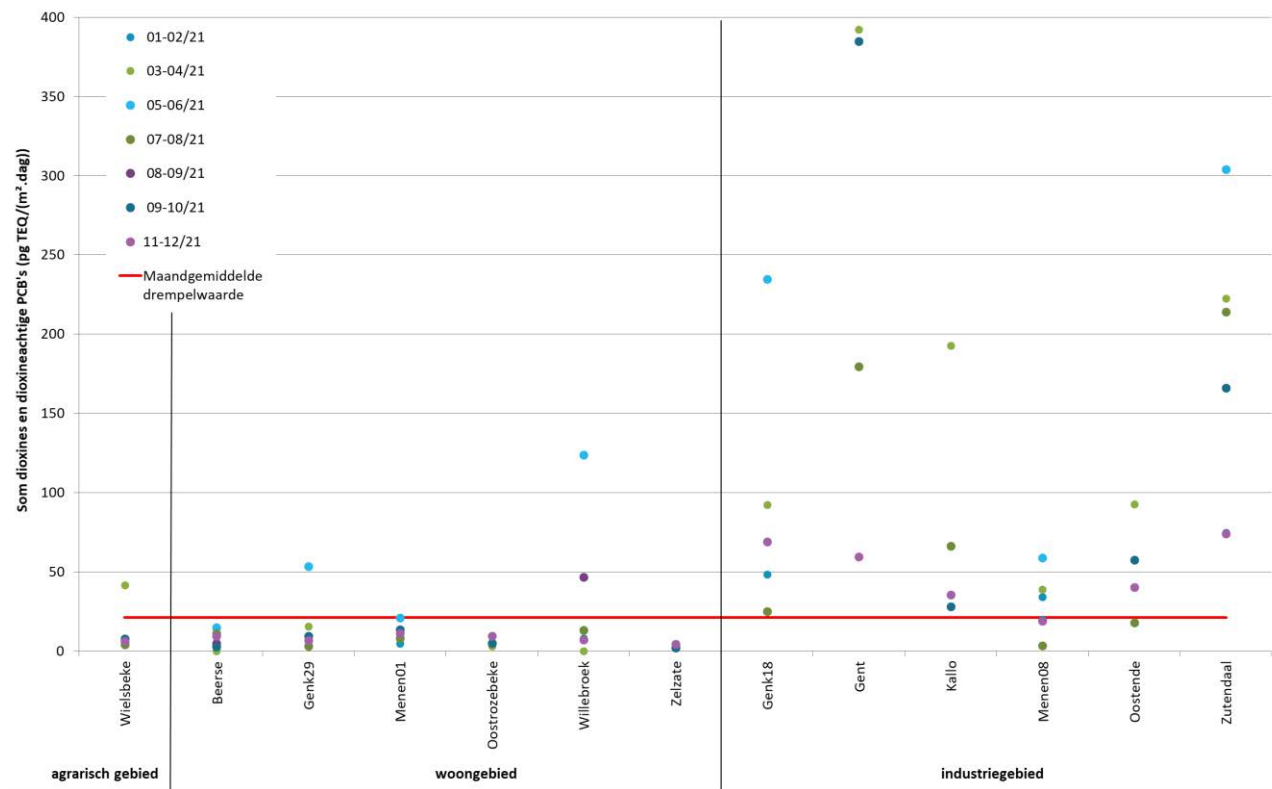


1.4.3 Vergelijking met andere meetlocaties

In 2021 maten we dioxines en dioxineachtige PCB's op 13 locaties, meestal in de buurt van een schrootbedrijf. Van de meetlocaties lag 1 locatie in agrarisch gebied, 6 locaties in woonzone en 6 locaties in industriegebied. Afhankelijk van de locatie verzamelden we vier tot zes maandstalen, verspreid over het jaar.

Vergelijken we de dioxine- en PCB-deposities (somresultaten) in Kallo met meetposten in de nabijheid van andere shredders, dan zien we dat de depositiewaarden in Kallo vergelijkbaar waren met Genk (industriegebied), Figuur 44. In Willebroek (woonzone) en Oostende liggen de waarden iets lager. Op de industriële locaties Gent en Zutendaal lagen de dioxine- en PCB-deposities dan weer veel hoger: waarden tot gemiddeld wel 2 à 3 keer groter dan er in Kallo werden gemeten.

Figuur 44: Overzicht depositiestalen dioxines en dioxineachtige PCB's in 2021 in Vlaanderen



1.5 PFAS

1.5.1 Wat zijn PFAS

Poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) zijn een grote, heterogene groep van meer dan 6000 stoffen met zeer uiteenlopende fysische en chemische eigenschappen. Ze zijn zowel water- als vetafstotend en goed bestand tegen bv. hitte en zuren. PFAS worden sinds de jaren '60 dan ook massaal gebruikt in verschillende toepassingen zoals oppervlaktebehandeling van tapijten, textiel, leer, karton en papier, in blusschuim, in de mijnbouw en de olie-industrie ...

Wetenschappelijk onderzoek toonde aan dat een aantal PFAS – waaronder perfluorooctaansulfonzuur (PFOS) en perfluorooctaanzuur (PFOA) – persistent, bioaccumulatief en toxisch zijn. Ze worden wereldwijd aangetroffen in het milieu, in biota en de mens. Ook in de buurt van de 3M-fabriek in Zwijndrecht, waar tijdens de werken aan de Oosterweelverbinding verschillende PFAS-verbindingen teruggevonden werden.

PFAS zijn verontreinigende stoffen die in het courante Europese en Vlaamse milieubeleid (nog) niet structureel worden gemonitord of aangepakt. Het Vlaamse actieplan PFAS wil hier verandering in brengen. Meer informatie over dit actieplan staat op <https://omgeving.vlaanderen.be/pfas-actieplan>. Momenteel gelden er bijvoorbeeld geen Europese emissiegrenswaarden en luchtkwaliteitsnormen of rapporteringsverplichtingen.

1.5.2 Metingen

In 2021 heeft de VMM samen met VITO eerst gewerkt aan een gevalideerde meetmethode voor PFAS in omgevingslucht (inclusief depositie). Verschillende monsternametechnieken werden ingezet op verschillende locaties in de buurt van 3M en op een achtergrondlocatie.

Verder startte de VMM in de zomer van 2021 op 10 plaatsen met PFAS-metingen. Negen meetplaatsen liggen in een straal van 3 km rond de 3M-site en de Oosterweelwerf. Er werd ter vergelijking ook gemeten op 1 achtergrondlocatie in Dessel.

Een overzicht van de meetplaatsen vind je terug op:

<https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling/zwijndrecht/pfas-in-de-lucht-metingen-in-zwijndrecht>

1.5.3 Resultaten PFAS op basis van de metingen juli 2021 – midden januari 2022

Uit onderzoek van VITO in samenwerking met de VMM blijkt dat in de buurt van Zwijndrecht aan de Oosterweelwerf en 3M effectief PFAS aanwezig zijn in de lucht. Zowel in zwevend stof als in depositie werden PFAS gemeten.²

PFAS in zwevend stof:

- Op alle meetlocaties zijn PFAS-verbindingen gemeten in het zwevend stof in de omgevingslucht. De verbindingen die het meest voorkomen zijn PFOS en PFOA.

² <https://www.vmm.be/nieuws/archief/pfas-in-zwevend-stof-en-depositie-metingen-in-omgeving-3m-en-zwijndrecht>

1.6 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)

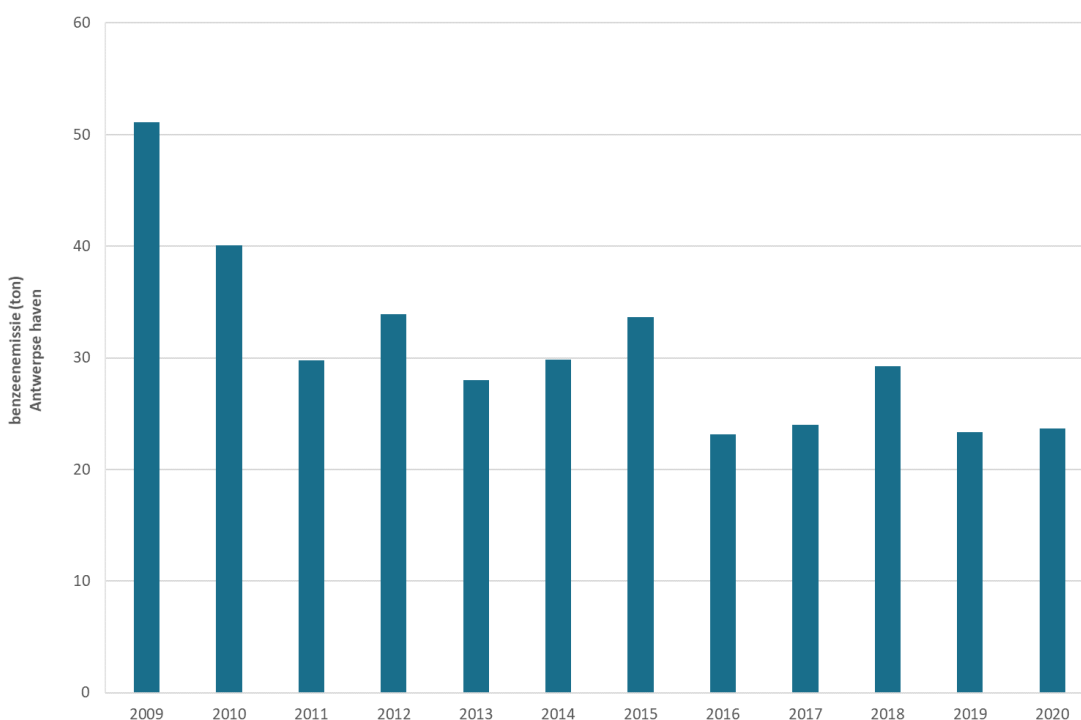
We bespreken de gerapporteerde industriële emissies van de BTEX-componenten, 1,2-dichloorethaan, formaldehyde en de totaal NMVOS-emissies in de Antwerpse haven. Daarna volgt een bespreking van de concentraties van automatische en semiautomatische metingen. De semiautomatische metingen maakten in 2021 deel uit van een grote meetcampagne. Voor de automatische BTEX-metingen bekijken we ook de geografische spreiding in de Antwerpse haven.

1.6.1 Emissies van benzeen, toluen, xyleenisomeren en 1,2-dichloorethaan

De industriële emissies in Figuur 45 t.e.m. Figuur 47 komen van het Team Emissie-inventaris Lucht van de VMM en geven enkel de emissies weer die de bedrijven in de Antwerpse haven rapporteren in het Integraal Milieujaarverslag (IMJV).

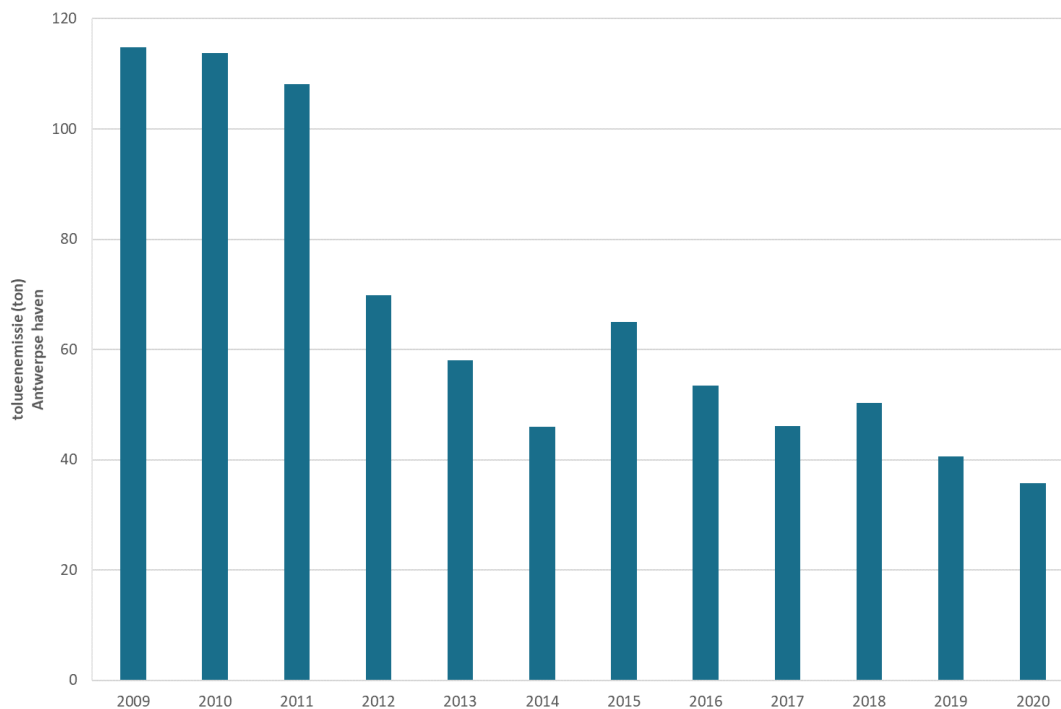
De emissies van benzeen daalden sterk tot 2011 (Figuur 45). Sinds 2011 is deze daling veel minder uitgesproken. Globaal is er een dalend verloop, maar de emissies kennen een driejaarlijks patroon met hogere waarden.

Figuur 45: Gerapporteerde industriële IMJV-emissies benzeen in de Antwerpse haven



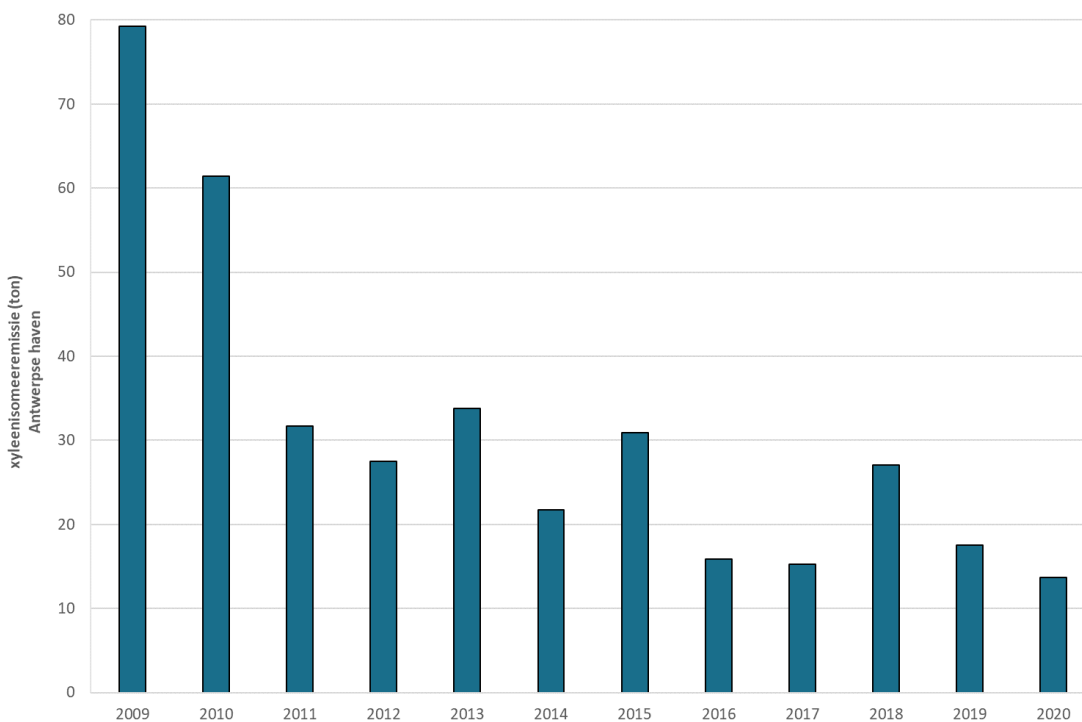
Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 46: Gerapporteerde industriële IMJV-emissies toluen in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 47: gerapporteerde industriële IMJV-emissies xyleenisoeren in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

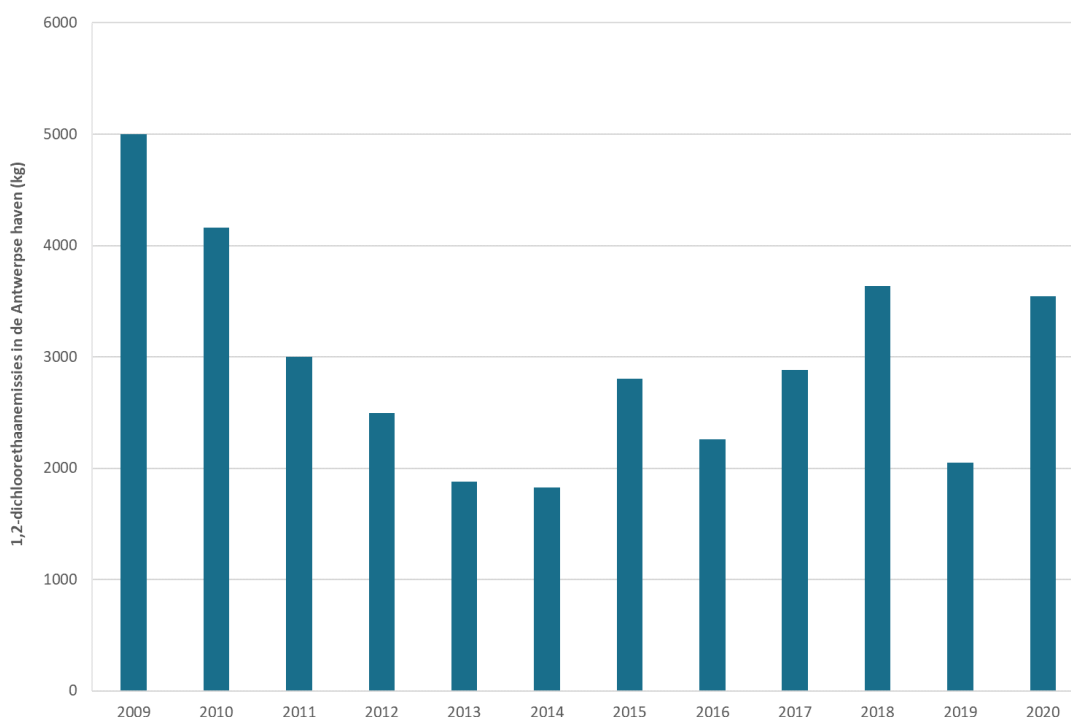


De toluleenemissies lagen in de periode 2009-2011 hoger dan in de daaropvolgende jaren. Daarna is er een globaal dalend verloop. Ook hier zien we een driejaarlijks patroon met hogere waarden (Figuur 46).

De emissies van de xyleenisomeren daalden tussen 2009 en 2011 sterk. Sinds 2011 is er een eerder dalend verloop met in 2013, 2015 en 2018 hogere waarden (Figuur 47).

De emissies van 1,2-dichloorethaan kennen een dalend verloop tot 2014. Na 2014 is er opnieuw een stijgend verloop. Na de plotse daling in 2019 is er opnieuw een stijging in 2020 (Figuur 48).

Figuur 48 : gerapporteerde industriële IMJV-emissies 1,2-dichloorethaan (kg) in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

1.6.2 Emissie van totaal NMVOS

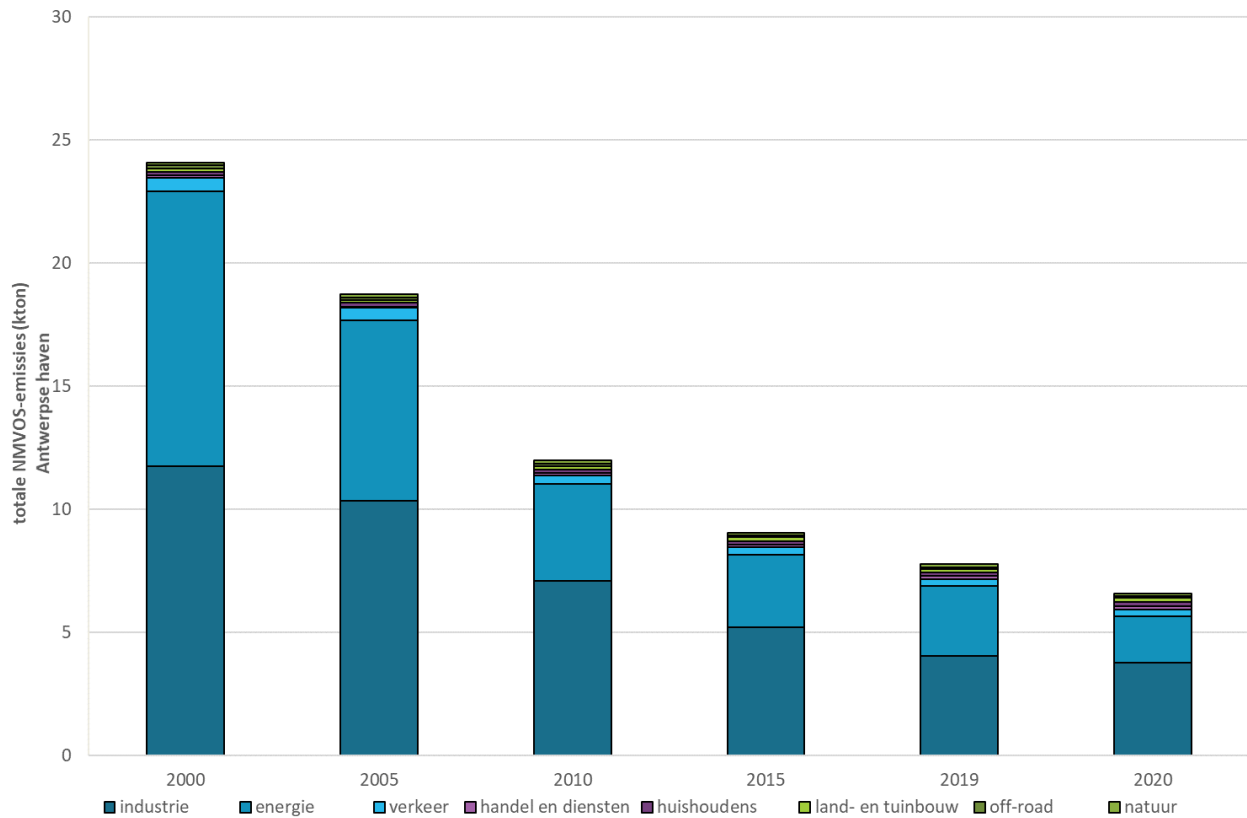
Figuur 49 toont de NMVOS-emissies in de Antwerpse haven voor de jaren 2000, 2005, 2010, 2015, 2019 en 2020 voor verschillende sectoren.

De niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) omvatten alle organische stoffen, 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 86 % van de emissies in 2020. Binnen de sector energie komt 96,5% van de NMVOS-emissies van de petroleumraffinaderijen. De verkeeremissie bedroeg maar een fractie van de emissies van de sectoren industrie en energie, meer bepaald 4 % in 2020 waarvan 86 % door scheepvaart. De overige sectoren hadden een verwaarloosbaar aandeel. In de periode 2000 - 2015 daalden de NMVOS-emissies gestaag. Sindsdien dalen de emissies in mindere mate.

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



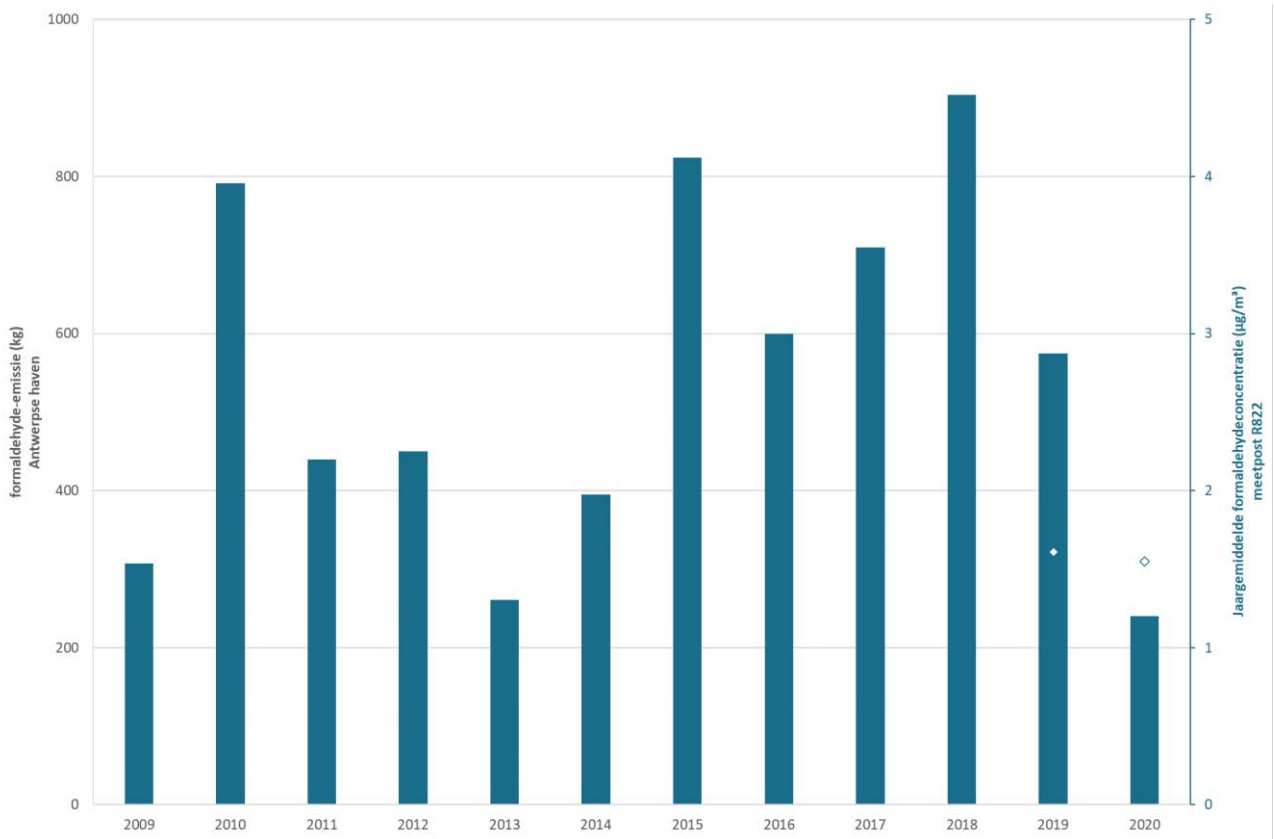


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

1.6.3 Emissies van formaldehyde

Figuur 49 toont de gerapporteerde industriële emissies van formaldehyde in de Antwerpse haven. Deze gegevens komen uit de IMJV-verslagen. We zien een grillig verloop met een globaal stijgende trend tot in 2018. In 2019 en 2020 zien we duidelijk lagere waarden. In 2019 startte de VMM op R822 met het meten van formaldehyde in de omgevingslucht. De concentratie is in 2020 vergelijkbaar met 2019. In 2019 is wel maar 58 % data beschikbaar.

Figuur 50: Gerapporteerde industriële emissies formaldehyde (kg) in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

1.6.4 Automatische BTEX-metingen

1.6.4.1 Trend en toetsing van de BTEX-metwaarden

Onderstaande tabellen tonen enkele relevante statistische parameters van benzeen en toluen tussen 2014 en 2021. Uit deze tabellen blijkt dat de EU-regelgeving en WGO-advieswaarden gehaald zijn in 2021. De jaargemiddelde benzeenconcentratie lag op deze meetplaatsen lager dan 5 µg/m³ (EU-grenswaarde). Ook de P98 van de daggemiddelde concentraties benzeen lag op alle meetplaatsen onder de 50 µg/m³ (VLAREM-richtwaarde). Voor toluen maten we alleen halfuurwaarden lager dan 1.000 µg/m³ en waren alle weekgemiddelden lager dan 260 µg/m³ (WGO-advieswaarden).



Tabel 9: Jaargemiddelde op basis van uurwaarden voor benzeen

Benzeen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Luchtbal (M802*)	0,7 [#]	0,9	1,32	1,15	0,93	0,66	0,43	0,57
Ordamstraat (AT44)	/	/	/	/	0,66	0,63	0,66	0,66
Polderdijkweg (R822)	/	/	5,36 [#]	5,33 [#]	3,73	2,37	2,08	1,87
Wandeldijk (AL01)	/	/	1,06 [#]	0,88	0,68	0,49	0,38	0,49

* gerapporteerd aan Europa (BEF01S).

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

Tabel 10: P98-dagwaarde voor benzeen

Benzeen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Luchtbal (M802*)	2,62 [#]	2,51	4,90	4,28	2,63	2,22	1,34	1,53
Ordamstraat (AT44)	/	/	/	/	1,95	1,88	1,77	1,75
Polderdijkweg (R822)	/	/	21,58 [#]	22,96 [#]	11,09	8,14	5,97	4,47
Wandeldijk (AL01)	/	/	2,83	5,18	1,93	1,57	1,24	1,32

* gerapporteerd aan Europa (BEF01S).

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

Tabel 11: Maximale halfuurwaarden toluene

Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Luchtbal (M802*)	31,5 [#]	43,2	88,81	66,41	19,34	20,87	15,80	45,22
Ordamstraat (AT44)	/	/	/	/	45,51	118,64	112,39	144,62
Polderdijkweg (R822)	/	/	123,31 [#]	98,59	202,06	114,51	277,78	103,04
Wandeldijk (AL01)	/	/	114,39 [#]	100,31	40,10	27,44	27,86	97,97

* gerapporteerd aan Europa (BEF01S).

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

Tabel 12: Maximale weekgemiddelden toluene

Toluene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Luchtbal (M802*)	2,4 [#]	3,7	3,7	3,00	2,98	2,90	3,57	2,45
Ordamstraat (AT44)	/	/	/	/	2,96	2,93	3,15	2,62
Polderdijkweg (R822)	/	/	22,1 [#]	33,29	29,43	13,58	12,03	8,27
Wandeldijk (AL01)	/	/	3,7 [#]	3,22	2,09	1,54	2,51	2,21

* gerapporteerd aan Europa (BEF01S).

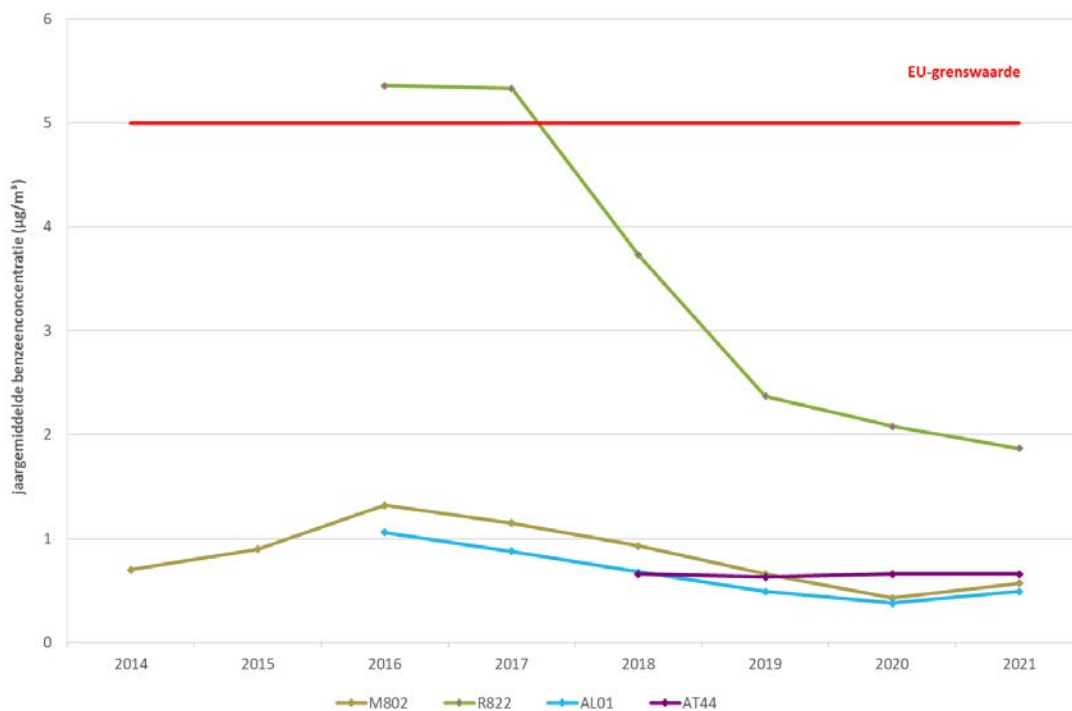
[#] Beperkte databeschikbaarheid: in 2014: M802 (84%); in 2016 R822 (76%), AL01 (27%).

De meetwaarden op de meetlocaties verschillen onderling sterk. In 2021 werd het hoogste benzeenjaargemiddelde gemeten op de meetplaats Polderdijkweg (R822) in de Antwerpse haven en bedroeg $1,87 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze meetplaats ligt in industriegebied en de luchtkwaliteit wordt beïnvloed door 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) en Luchtbal (M802). De benzeenwaarden in 2021 waren op de Ordamstraat (AT44) en Luchtbal (M802) vergelijkbaar. Op Wandeldijk (AL01) lag het jaargemiddelde lager dan bij de andere meetstations.

Voor toluen noteerden we in 2021 de hoogste halfuurmaxima op de meetplaatsen Ordamstraat (AT44) en Polderdijkweg (R822). De concentraties bedroegen er respectievelijk 144,62 en 103,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Op de locatie Polderdijkweg maten we ook het hoogste weekgemiddelde, 8,27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Op de andere 3 meetplaatsen lagen de weekgemiddeldes van toluen een factor 4 lager.

Figuur 51 t.e.m. Figuur 55 tonen de evolutie in de gemeten BTEX-componenten in de periode 2014-2021 op de meetplaatsen in de Antwerpse haven. Voor benzeen zien we sinds 2016 een globaal dalend verloop. Vooral op meetplaats Polderdijkweg (R822) zijn de jaargemiddelde concentraties sterk afgenomen, niet alleen voor benzeen, maar ook voor de andere BTEX-componenten. Vanaf 2019 is de daling wel minder fel tot eerder stabiel. Op de andere meetplaatsen hebben de jaargemiddelden van toluen, ethylbenzeen en de xyleenisomeren een vrij stabiel verloop.

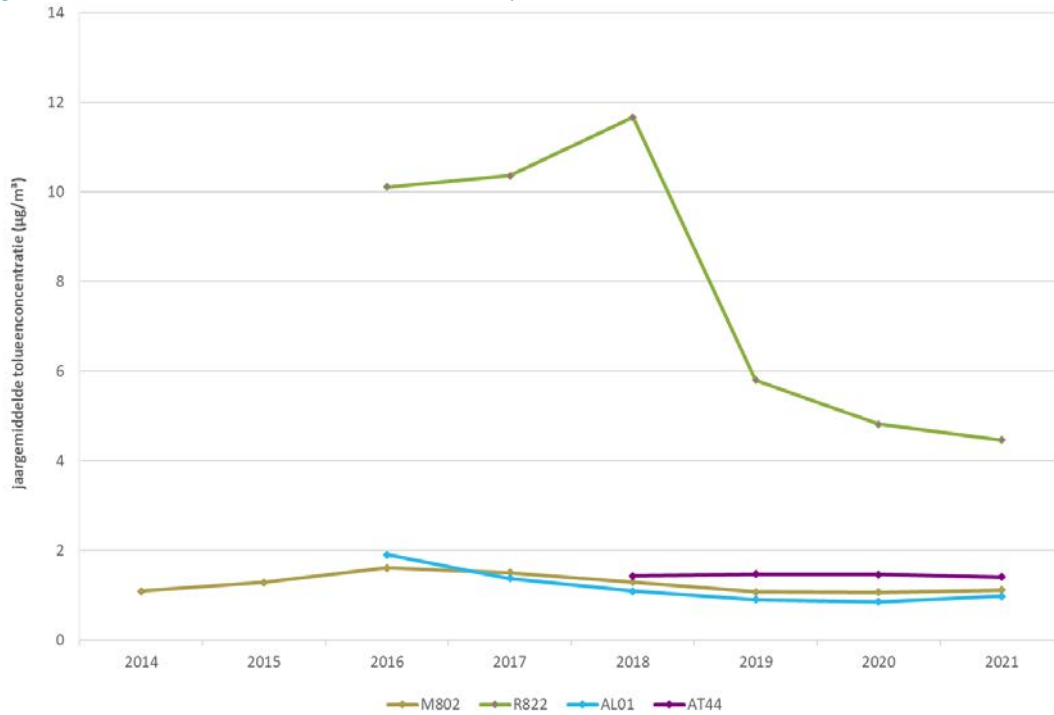
Figuur 51: Evolutie benzeenconcentraties in de Antwerpse haven



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

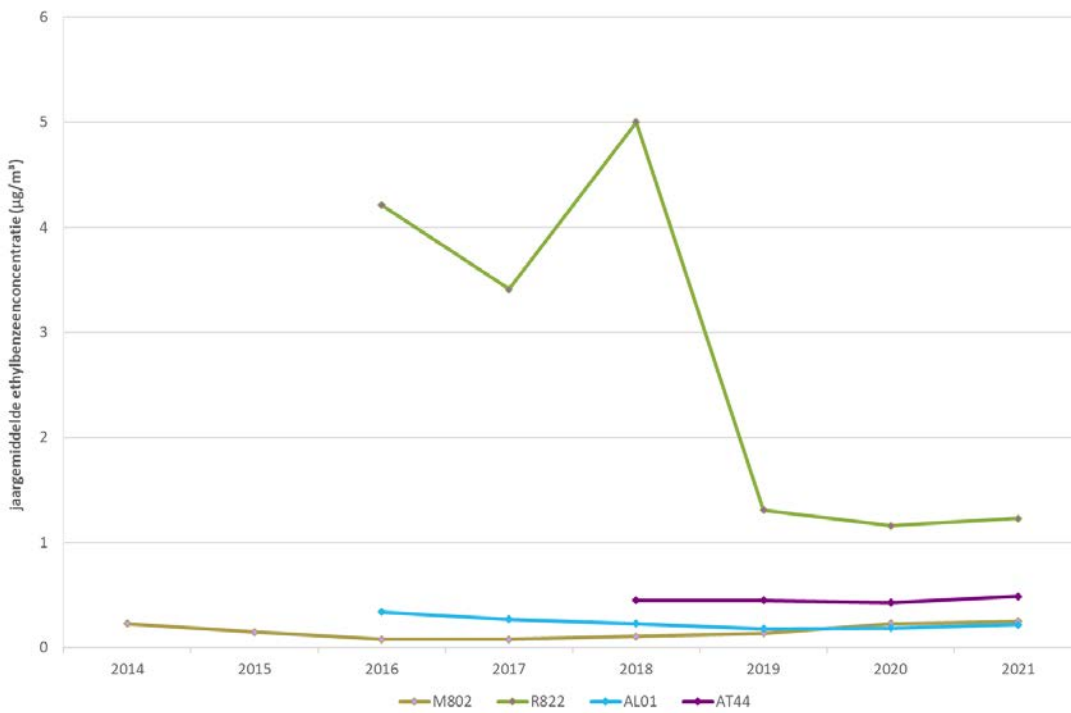


Figuur 52: Evolutie toluëenconcentraties in de Antwerpse haven



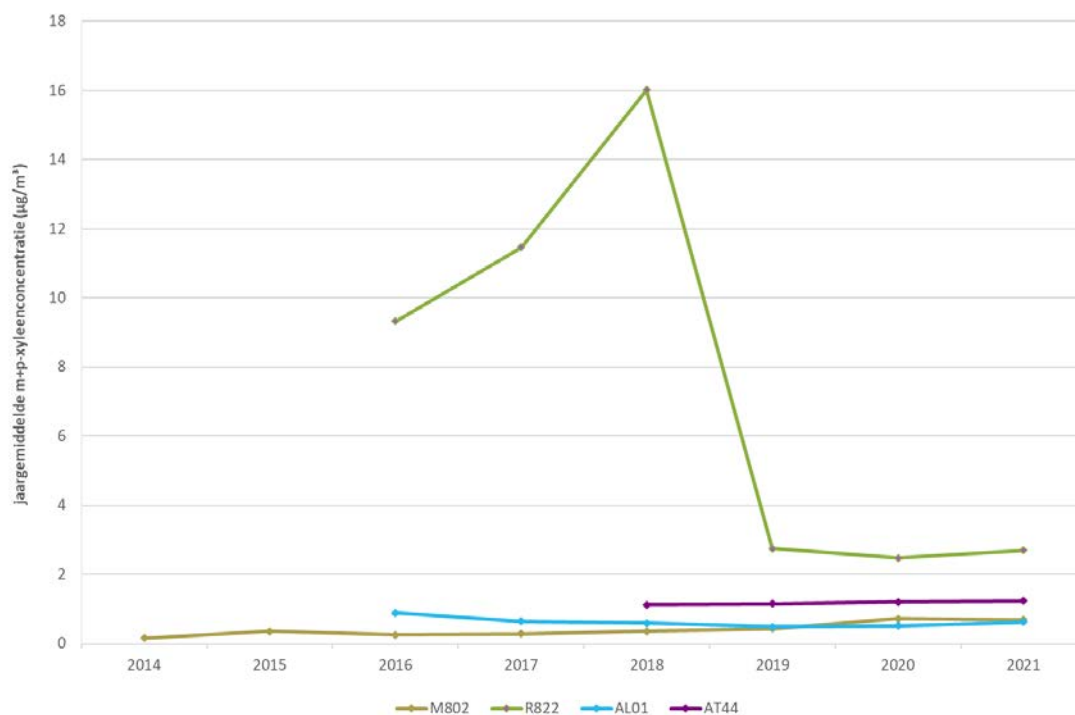
Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84 %); in 2016 op R822 (76 %), AL01 (27 %)

Figuur 53: Evolutie ethylbenzeenconcentraties in de Antwerpse haven



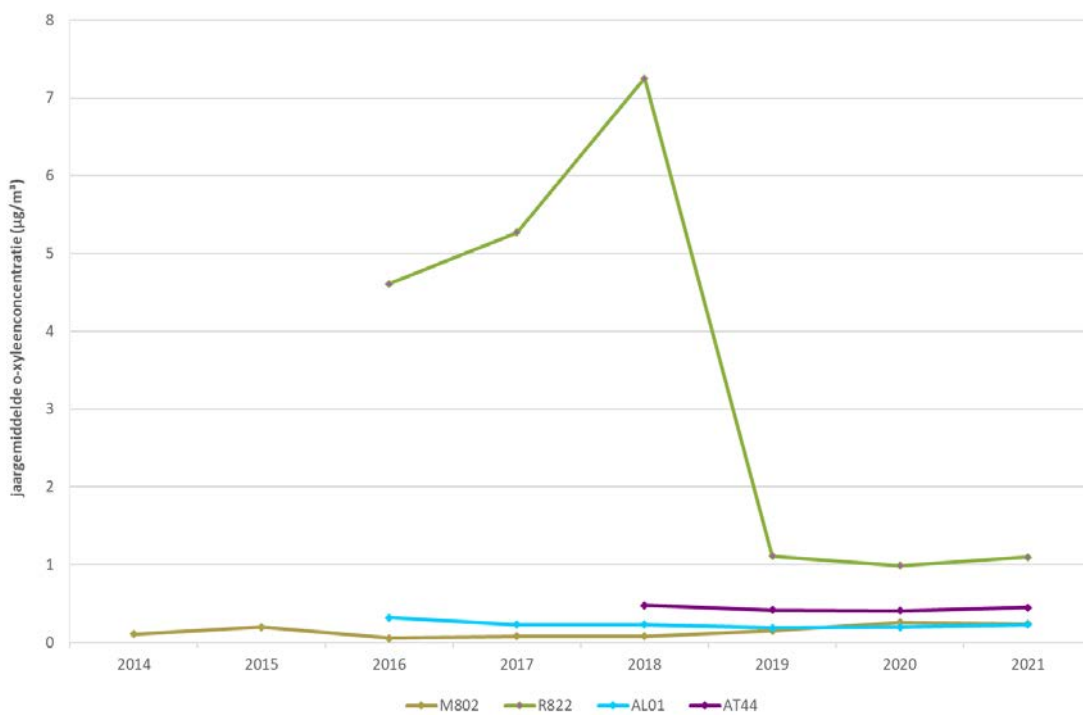
Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84 %); in 2016 op R822 (75 %), AL01 (27 %)

Figuur 54: Evolutie m+p-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven



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

Figuur 55: 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 kanker geval per 1.000.000 inwoners zijn. In de Antwerpse haven situeert, afhankelijk van de locatie, het kankerrisico zich tussen 1 extra kanker geval op 350.000 inwoners en 1 extra kanker geval op 91.000 inwoners als de huidige concentraties constant blijven in de tijd. Het agentschap Zorg en Gezondheid beoordeelt deze concentraties als gezondheidskundig niet verwaarloosbaar.

1.6.4.2 Geografische spreiding van BTEX-componenten

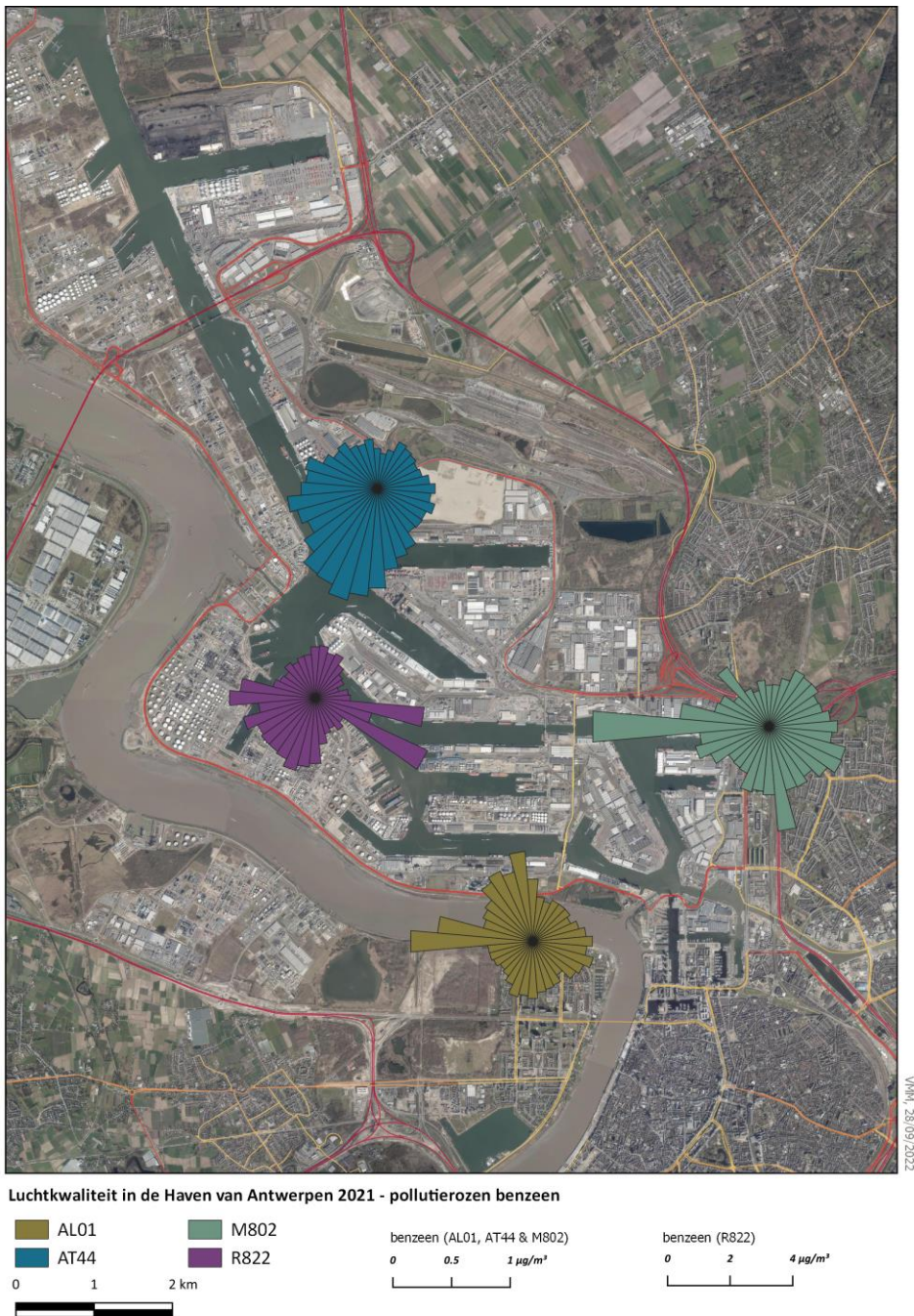
Figuur 56 t.e.m. Figuur 60 tonen de pollutierozen van benzeen, toluen, ethylbenzeen en de xyleenisomeren op de verschillende meetplaatsen in de Antwerpse haven in 2021. Meer informatie over de methodiek staat in bijlage 5. In het havengebied worden de BTEX-componenten op vier locaties gemeten. De locaties Luchtbal (M802) en Wandeldijk (AL01) liggen 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 vooral in (zuid)oostelijke, zuidelijke en westelijke richting. Dit is de richting van verschillende petroleumraffinaderijen. Ook de pollutierozen van de andere drie meetplaatsen geven benzeenaanvoer weer uit de richting van de raffinaderijen. Op Luchtbal (M802) zien we naast bronnen uit de richting van de haven ook een aanvoer van de drukke verkeersweg E19 uit zuidelijke richting. Op locatie Wandeldijk (AL01) zien we een bijkomende aanvoer vanuit het westen. Ook hier liggen enkele VOS-uitstotende bedrijven.



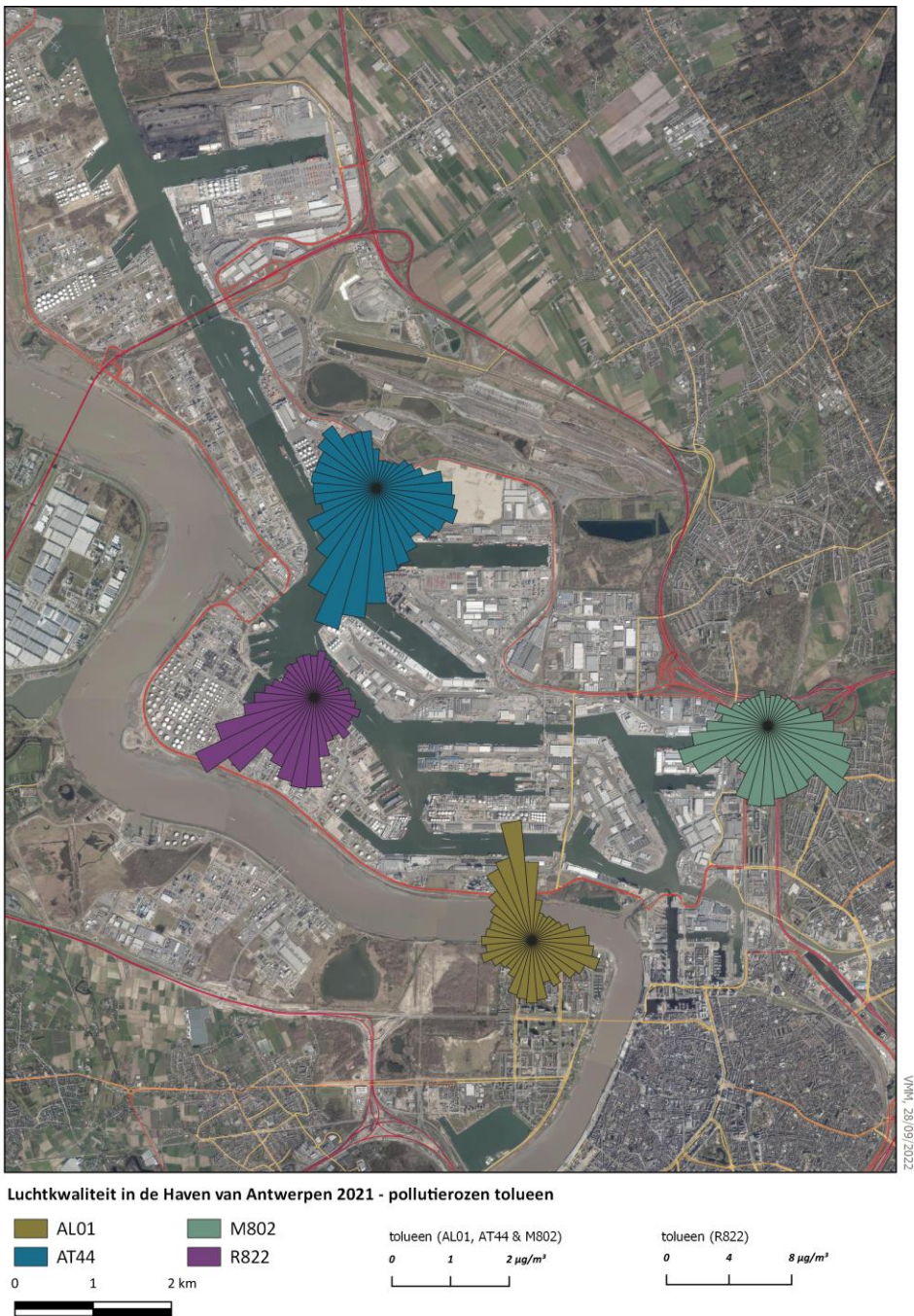
Figuur 56: Pollutierozen benzeen in de Antwerpse haven in 2021



Bij toluen wijzen de pollutierozen in de richting van de verschillende petroleumraffinaderijen. Op de meetplaats Polderdijkweg (R822) zijn de concentraties het hoogst. De grootste invloed meetplaats komt uit zuidwestelijke en zuidelijke richting. Op de meetplaats Ordamstraat (AT44) is er een zuidwestelijke bron en in mindere mate een noordwestelijke en oostelijke bron zichtbaar. Op Luchtbal (M802) zien we naast bronnen uit de richting van de haven ook een aanvoer uit het zuidoosten, de richting van de verkeersweg E19. De verder gelegen meetplaats AL01 wijst vooral op aanvoer van toluen vanuit het havengebied.



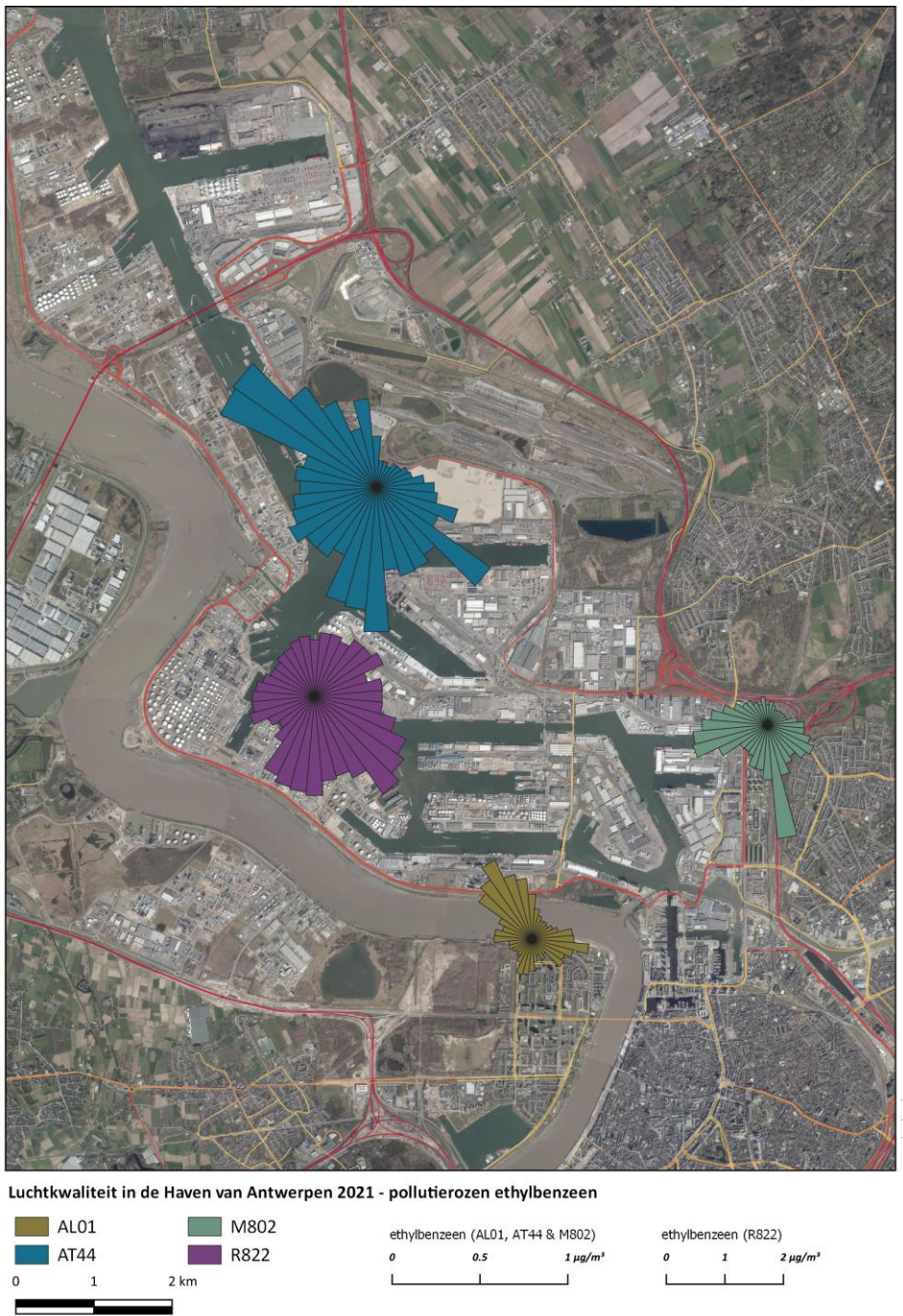
Figuur 57: Pollutierozen toluene in de Antwerpse haven in 2021



Er zijn grote concentratieverschillen voor ethylbenzeen tussen de verschillende meetplaatsen. De voornaamste bronnen liggen ten noordwesten van de meetplaats Ordamstraat (AT44) en ten zuidoosten van de meetplaats Polderdijkweg (R822). Ook op de meetplaats Wandeldijk (AL01) is er duidelijke aanvoer uit deze richting. De concentraties in Luchtbal (M802) liggen lager, maar wijzen ook op bronnen in het havengebied en op een invloed van de verkeersweg E19 in het zuiden.



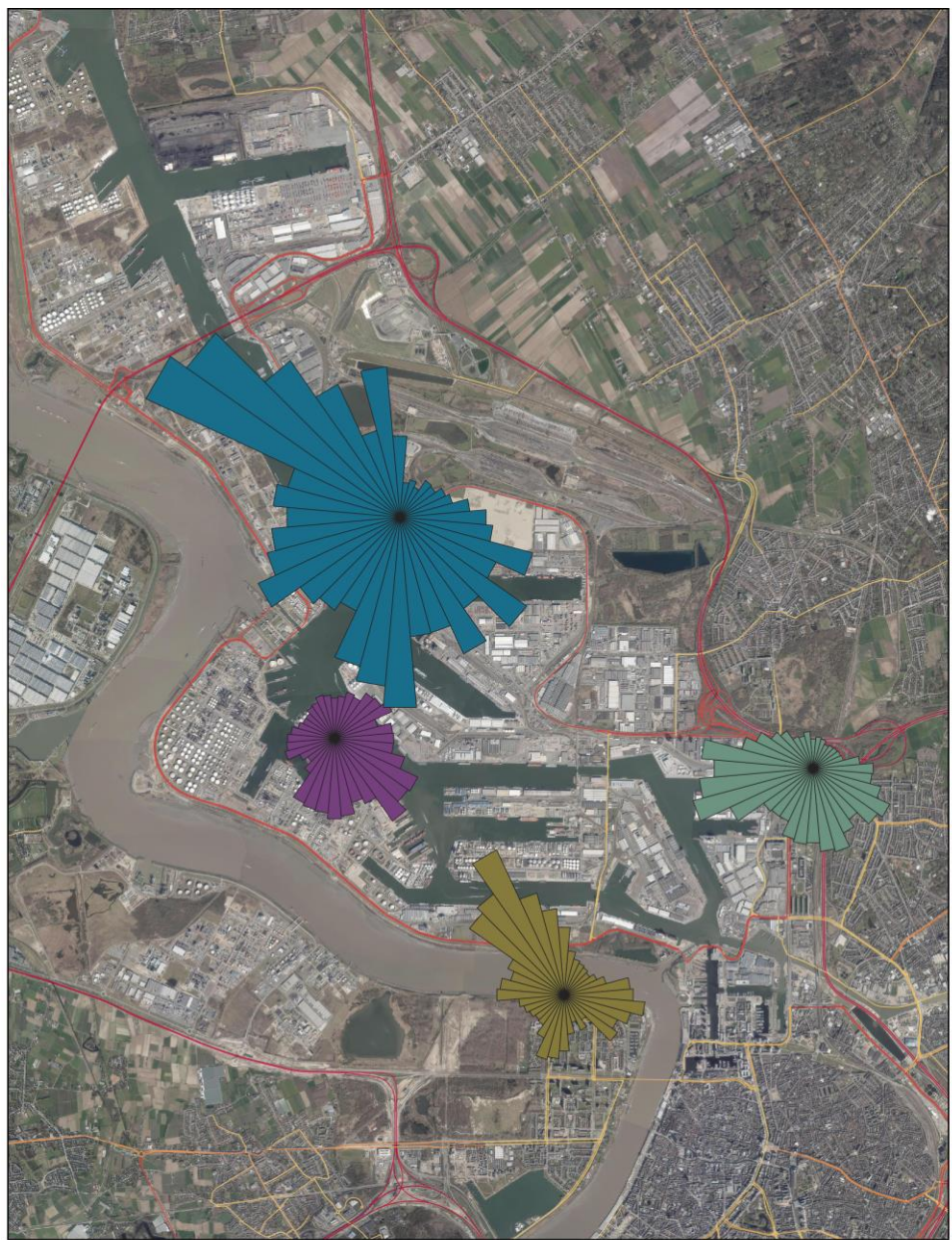
Figuur 58: Pollutierozen ethylbenzeen in de Antwerpse haven in 2021



De pollutierozen van m+p-xyleen en o-xyleen geven een gelijkaardig beeld. Op meetplaats Polderdijkweg (R822) is er voor de xyleenisomeren vooral aanvoer uit zuidoostelijke richting. Ten noordwesten, en zuiden van de meetplaats Ordamstraat (AT44) zien we ook een duidelijke aanvoer. Op de meetplaats Luchtbal (M802) is er vooral xyleenaanvoer uit het havengebied. Invloed van de verkeersweg E19 in het zuiden is hier minder uitgesproken dan bij de andere BTEX-componenten. Op de meetlocatie Wandeldijk (AL01) zien we naast de invloed vanuit het havengebied ook een bron in oostelijke richting.

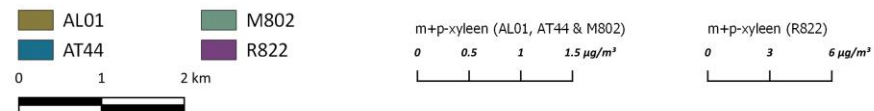


Figuur 59: Pollutierozen m+p-xyleen in de Antwerpse haven in 2021



VMM, 28/09/2022

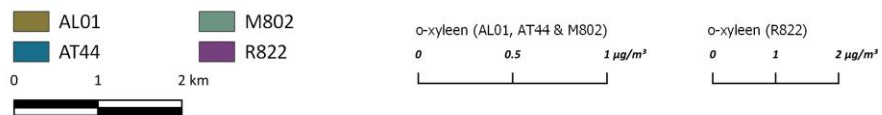
Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2021 - pollutierozen m+p-xyleen



Figuur 60: Pollutierozen o-xyleen in de Antwerpse haven in 2021



Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2021 - pollutierozen o-xyleen

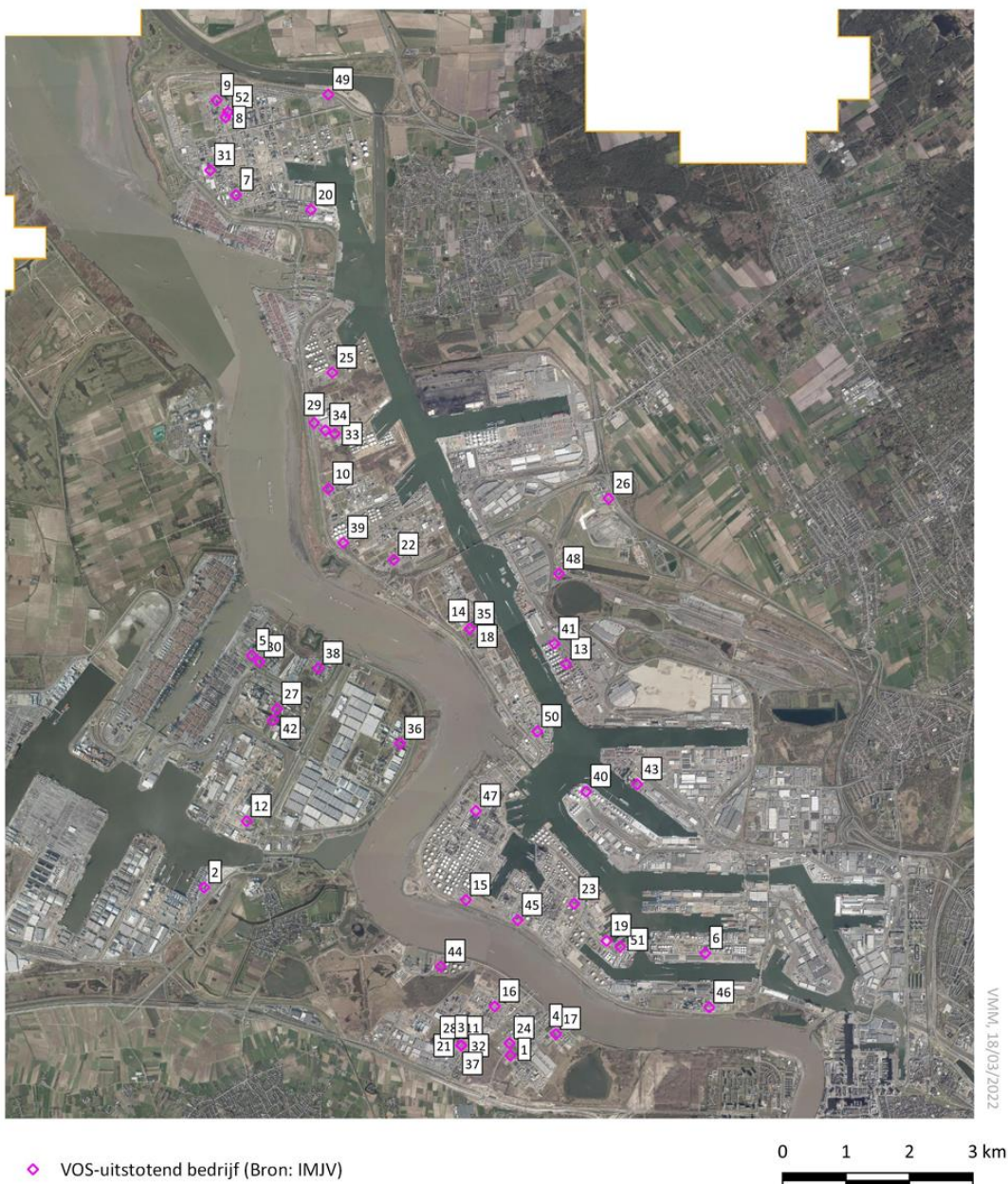


algemeen lagen de emissies gemeten bij de bedrijven hoger dan de emissiewaarden beschikbaar in het IMJV voor deze bedrijven. Dit kan betekenen dat:

- de bedrijven verkeerde (te lage) cijfers voor emissies rapporteren in het IMJV
- er nog andere, niet-gerapporteerde, emissiebronnen aanwezig zijn in het havengebied

Ineos en Borealis zijn twee VOS-uitstotende bedrijven die meerdere vestigingen hebben in de Antwerpse haven. Door mogelijke uitbreidingen van die VOS-uitstotende bedrijven is het interessant de VOS-concentraties in kaart te brengen.

Figuur 61: Ligging VOS-uitstotende bedrijven in Antwerpse haven voor emissiejaar 2018. De cijfers op de kaart komen overeen met de ID's van Tabel 13.



ID	Bedrijf	1,2-Dichloorethaan	Benzeen	Formaldehyde	Tolueen	Xyleen	Totaal aromatische NMVOS	Totaal gehalogeneerde NMVOS	Totaal NMVOS
44	Total Olefins Antwerp – site Zwijndrecht		0,129		0,090	0,065	0,284		438,13
45	Total Olefins Antwerp		6,2219		4,847	0,671	12,458		27,04
46	Total Polymers Antwerp								291,63
47	Total Raffinaderij Antwerpen		18,387		27,441	17,599	99,569		1472,01
48	Veolia ES MRC								19,61
49	Vesta Terminal Antwerp		1,200		2,789	2,824	7,632		89,22
50	Vopak Terminal ACS								9,55
51	Vopak Terminal Eurotank								15,5
52	Zandvliet Power - Terrein BASF								6,92

NMVOS: niet-methaan vluchtige organische stoffen.



Alle beschikbare informatie legden we samen om uiteindelijk tot 50 extra meetlocaties voor VOS en 20 meetlocaties voor A/K te komen. Tabel 13 geeft de coördinaten van alle gekozen locaties weer. In de tabel zijn ook de gegevens van alle vaste VMM-locaties voor VOS, A/K en BTEX opgenomen. De spreiding van de locaties over het havengebied zie je in Figuur 62.

De overheersende windrichting in Vlaanderen is zuidwestenwind. Waar mogelijk kozen we er dan ook voor om een meetlocatie te kiezen op maximaal 500 m ten noordoosten van een of meerdere potentiële bron(nen). Zowel voor VOS als A/K gebruikten we voor de bemonstering passieve samplers van het type radiaal met cilindrische en coaxiale vorm³. Dit type sampler is ideaal voor het uitvoeren van screening-campagnes en we kunnen de resultaten toetsen aan de Europese jaargrenswaarde van benzeen. We bevestigden de behuizingen liefst op 2 à 3 m hoogte aan lantaarnpalen, verkeersborden of infoborden. Na proefdraaien en een modelleeroefening met IFDM bemonsterden we 6 VOS-locaties (AT65, AT72, AT74, AT75, AT79 en R891) wekelijks. De overige 44 VOS-locaties en alle 20 A/K-meetplaatsen bemonsterden we tweewekelijks.

Tabel 14: Coördinaten locaties meetcampagne en vaste meetplaatsen vluchtige organische stoffen

Code Meetplaats	Adres	X	Y	VOS	A/K	BTEX
Locaties meetcampagne						
AL04	Oudedijk	144735	220096	x	x	
AL05	Ketenislaan	143727	217031	x		
AT44	Ordamstraat	148875	219832	x		
AT51	Scheldelaan	143146	229386	x	x	
AT52	Scheldelaan	142866	229445	x		
AT53	Scheldelaan	142037	228030	x	x	
AT54	Oude dijkweg	143867	227026	x	x	
AT55	Oude dijkweg	144129	225612	x		
AT56	Berendrechtweg	144681	225831	x		
AT57	Scheldelaan	144041	225170	x		
AT58	Scheldelaan	144064	224643	x	x	
AT59	Antwerpsebaan	147590	225029	x		
AT60	Antwerpsebaan	148443	223393	x	x	
AT61	Scheldelaan	144184	223375	x	x	
AT62	Scheldelaan	144689	221941	x		
AT63	Tijsmanstunnel-West	145461	221659	x		
AT64	Blauwhoefstraat	147122	222011	x		
AT65 ²	Rode Weel	148146	221651	x		
AT66	Bellestraat	148201	220650	x		
AT67	Bellestraat	148673	219933	x		
AT68	Westeind	149986	218419	x		
AT69	Rostockweg	148959	217775	x		
AT70	Scheldelaan	147737	218838	x		

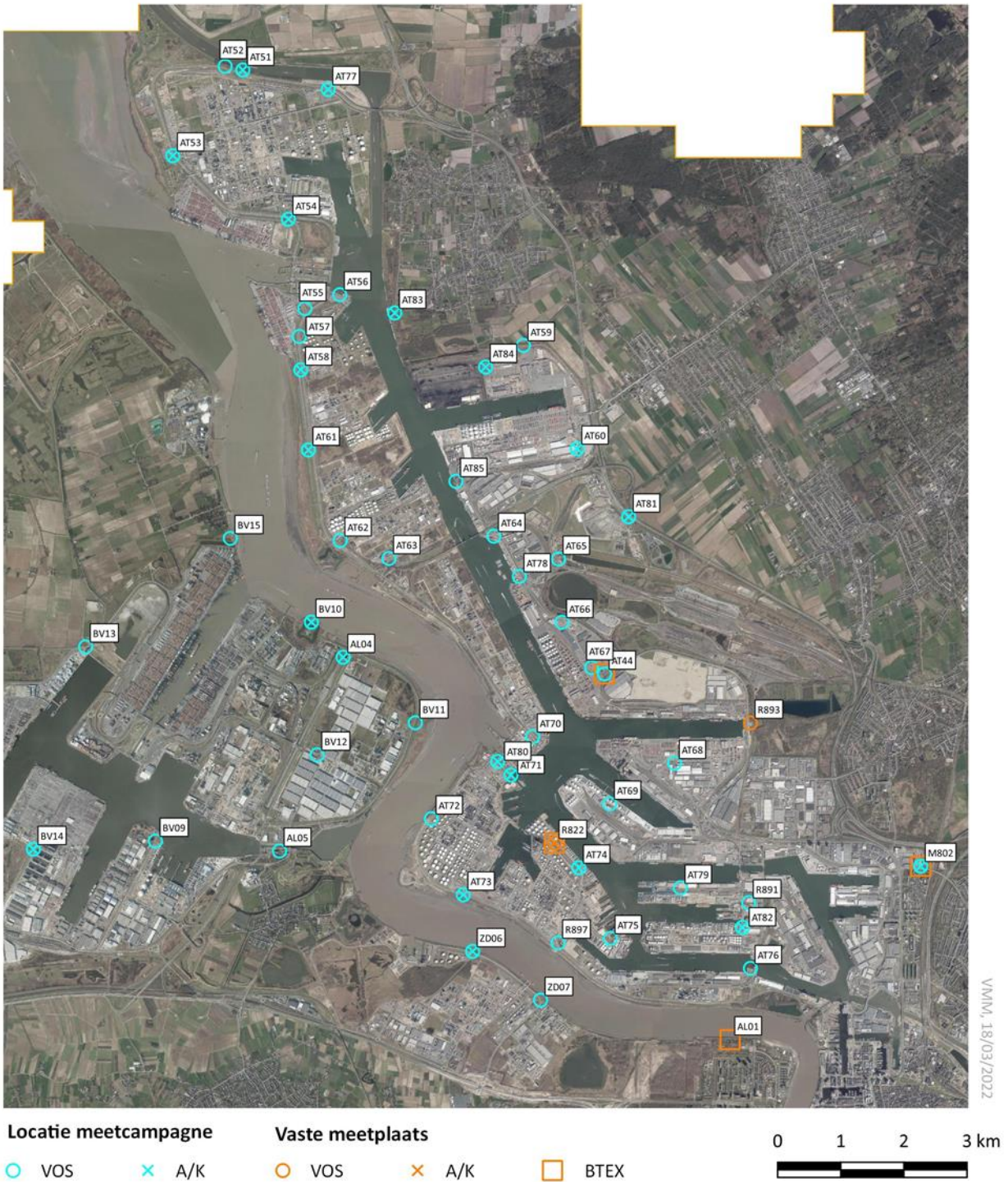
³ <https://radiello.com/>

Code Meetplaats	Adres	X	Y	VOS	A/K	BTEX
AT71	Ordamdijkweg	147394	218233	x	x	
AT72 ²	Scheldelaan	146134	217541	x		
AT73	Scheldelaan	146638	216337	x	x	
AT74 ²	Polderdijkweg	148468 ¹	216764 ¹	x	x	
AT75 ²	Industrieweg	148968	215648	x		
AT76	Boerinnestraat	151187	215174	x		
AT77	Scheldelaan	144498	229080	x	x	
AT78	Noorderlaan	147526	221373	x		
AT79 ²	Emdenweg	150078	216446	x		
AT80	Ordamdijkweg	147183	218445	x	x	
AT81	Poldervlietweg	149258	222318	x	x	
AT82	Leon Bonnetweg	151060	215823	x	x	
AT83	Zoutestraat	145553	225543	x	x	
AT84	Nieuwe Westweg	146992	224687	x	x	
AT85	Blauwhoefstraat	146521	222880	x		
BV09	Land Van Waaslaan	141761	217188	x		
BV10	Ketenislaan	144232	220652	x	x	
BV11	Ketenislaan	145878	219059	x		
BV12	Keteldijk	144323	218551	x		
BV13	Blikken	140656	220262	x		
BV14	Haandorpweg	139828	217058	x	x	
BV15	Liefkenshoekstraat	142948	221977	x		
M802	Havanastraat	153884	216790	x	x	
R891 ²	Scheurweg	151159	216212	x		
R897	Scheldelaan	148139	215578	x		
ZD06	Scheldedijk	146786	215442	x	x	
ZD07	Scheldedijk	147861	214671	x		
Vaste meetplaatsen						
AL01	Wandeldijk	150865	214046			x
AT44	Ordamstraat	148875	219832			x
M802	Havanastraat	153884	216790			x
R822 ²	Polderdijkweg	148082	217156	x	x	x
R893	Ekersedijk	151187	219057	x		

¹ Sinds 13/08/2021 voor VOS en 20/08/2021 voor A/K was er monsternamen op X=148513 en Y=216683 door werkzaamheden.

² Wekelijkse in plaats van tweewekelijkse bemonstering voor VOS.

Figuur 62: Ligging locaties meetcampagne en vaste meetplaatsen vluchtige organische stoffen.



1.6.5.2 Toetsing

Tabel 15 geeft de laagste en hoogste waargenomen statistische parameters weer van benzeen, toluen, 1,2-dichloorethaan, tetrachlooretheen en formaldehyde op de meetlocaties. Opgelet, voor sommige parameters is deze toetsing indicatief aangezien passieve VOS- en A/K-metingen telkens 1 of 2 weken duren:

- De Vlaamse jaargrenswaarde voor benzeen geldt op basis van dagwaarden.
- De WGO-advieswaarden van toluen en formaldehyde gelden voor halfuurgemiddelden.
- De WGO-advieswaarde van 1,2-dichloorethaan geldt voor daggemiddelden.

Uit de tabel volgt dat het gemiddelde voor benzeen op alle locaties de Europese grenswaarde van $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respecteerde. Het laagste jaargemiddelde bedroeg $0,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op BV14, het hoogste $3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op AT65. Dit valt net onder de bovenste beoordelingsdrempel van $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (70 % van grenswaarde). Ook bleven de benzeenconcentraties onder de Vlaamse grenswaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 98ste percentiel (indicatieve toetsing).

Wat de advieswaarden van de WGO betreft:

- Voor toluen en tetrachlooretheen bleven de advieswaarden op basis van respectievelijk week- en jaargemiddelden ruimschoots gerespecteerd.
- Voor toluen, 1,2-dichloorethaan en formaldehyde bleven de maximale week- of tweeweekgemiddelden onder de advieswaarden. Deze toetsing is indicatief aangezien de advieswaarden slaan op halfuur- en dagwaarden.

Tabel 15: Statistische parameters (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) voor toetsing aan regelgeving

		Laagste – hoogste waarde	Norm (tijdsvenster)
Benzeen	Gemiddelde (jaar)	0,71 – 3,4	5 (jaar)
	P98 (jaar obv 1 of 2 weken)	1,2 – 10	50 (jaar obv dag)
Toluene	Max (1 of 2 weken)	1,5 - 31	260 (week)
			1.000 (halfuur)
1,2-dichloorethaan	Max (1 of 2 weken)	0,04 – 23	700 (dag)
Tetrachlooretheen	Gemiddelde (jaar)	0,07 – 0,68	250 (jaar)
Formaldehyde	Max (1 of 2 weken)	1,8 – 3,0	100 (halfuur)

De WGO definieerde een kankerrisico voor benzeen van 1 extra kanker geval per 1.000.000 inwoners bij een levenslange benzeenconcentratie van $0,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Met een jaargemiddelde concentratie tussen 0,71 en $3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ schommelt het risico in het Antwerpse havengebied tussen 1 op 50.000 en 1 op 240.000 inwoners, als de huidige concentraties constant blijven in de tijd. Volgens het Agentschap Zorg en Gezondheid⁴ gaat het hier dus om een gezondheidkundig niet verwaarloosbaar risico en moeten we streven naar een daling van het risico volgens het ALARA-principe, *as low as reasonably achievable* (zo laag als redelijkerwijze haalbaar is). De meerderheid van de meetlocaties liggen wel in industriegebied, waar geen mensen wonen.

⁴ <https://www.zorg-en-gezondheid.be/sites/default/files/atoms/files/Carcinogene%20risico%27s%20in%20volksgezondheidskundige%20risico-inschattingen.pdf>

1.6.5.3 Algemeen overzicht meetresultaten

Tabel 16 geeft per VOS- of A/K-component het gemiddelde, minimale en maximale jaargemiddelde weer dat we aantreffen op de meetlocaties. Voor het laagste en hoogste jaargemiddelde staat tussen haakjes ook telkens de bijhorende meetlocatie vermeld.

Kijken we naar de absolute concentraties van de jaargemiddelden, dan zien we bij de VOS-componenten vooral toluene (2,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), n-hexaan (1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en m+p-xyleen (1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) voorkomen in de Antwerpse haven. De hoogste maximale jaargemiddelden zien we voor toluene (18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), gevolgd door 1-hexeen (13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en m+p-xyleen (11,54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Locaties waar we voor de meeste VOS-componenten maximale jaargemiddelden registreren, zijn AT65 (9 van de 24 componenten) en AT75 (6/24). AT65 ligt aan de Rode Weel, ten oosten van Kanaaldok B1 en ten zuiden van de Tijsmanstunnel/R2. AT75 ligt aan de Industrieweg in het zuidelijk deel van de haven. De laagste jaargemiddelden vinden we terug op AT52 (8/24) en AT54 (8/24), twee locaties in het noordelijk deel van de haven, zie Figuur 62.

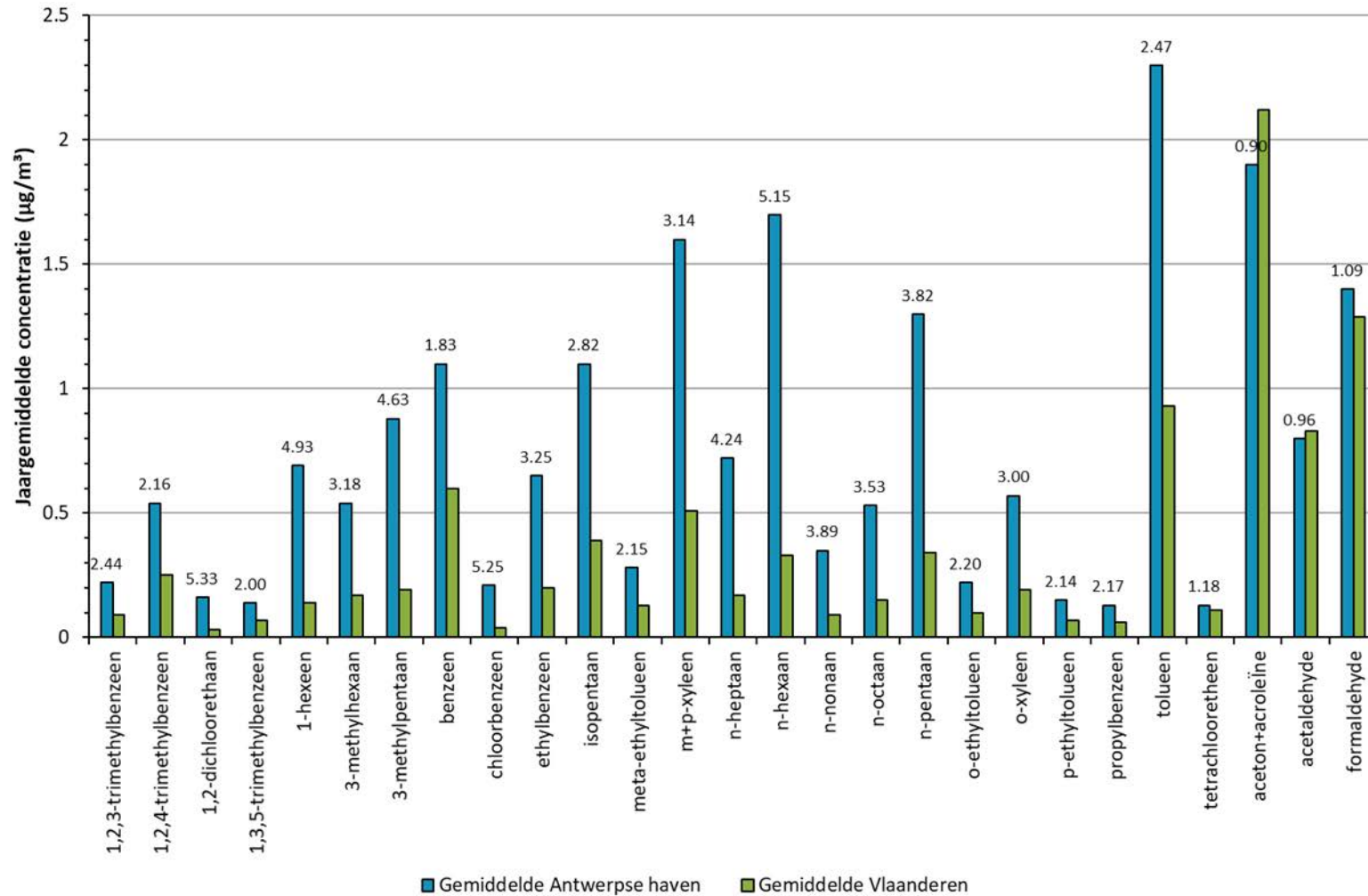
Van de 13 verschillende A/K-componenten, hadden slechts drie componenten tijdens de meetcampagne concentraties boven de detectielimiet. Dit zijn aceton en acroleïne (somconcentratie), acetaldehyde en formaldehyde. Enkel resultaten van deze 3 A/K hebben we toegevoegd aan Tabel 16. Gemiddelde jaarconcentraties voor deze stoffen liggen tussen 0,8 en 1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De laagste concentraties treffen we aan op AT83 aan de Zoutestraat in Berendrecht, zie Figuur 62. Op AT82 (Leon Bonnetweg, tussen 4e en 5e Havendok in het zuiden van de haven) en AT71 (Ordamdijkweg, aan de Boudewijn- en Van Cauwelaerts-luis) vinden we de hoogste A/K-jaargemiddelden terug.

Tabel 16: Statistisch overzicht van jaargemiddelden per VOS- of A/K-component over alle meetlocaties (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Voor minimum en maximum staat de bijhorende locatie telkens tussen haakjes.

	gemiddelde	minimum (locatie)	maximum (locatie)
VOS			
1,2,3-trimethylbenzeen	0,22	0,07 (AT54)	0,73 (AT51)
1,2,4-trimethylbenzeen	0,54	0,18 (AT54)	1,7 (AT65)
1,2-dichloorethaan	0,16	0,02 (AT68)	1,7 (AT65)
1,3,5-trimethylbenzeen	0,14	0,05 (AT54)	0,48 (AT65)
1-hexeen	0,69	0,11 (AT52)	13 (AT75)
3-methylhexaan	0,54	0,14 (AT52)	4,3 (AT65)
3-methylpentaan	0,88	0,19 (AT52)	2,6 (AT82)
benzeen	1,1	0,71 (BV14)	3,4 (AT65)
chloorbenzeen	0,21	0,06 (M802)	1,4 (AT64)
ethylbenzeen	0,65	0,23 (BV13)	5,5 (AT75)
isopentaan	1,1	0,34 (AT53)	4,4 (R891)
meta-ethyltolueen	0,28	0,10 (AT54)	0,92 (AT75)
m+p-xyleen	1,6	0,46 (AT54)	12 (AT65)
n-heptaan	0,72	0,14 (AT52)	5,0 (AT65)
n-hexaan	1,7	0,36 (AT52)	4,4 (AT75)
n-nonaan	0,35	0,07 (AT52)	1,4 (AT82)
n-octaan	0,53	0,12 (AT52)	4,5 (AT65)



Figuur 63: Vergelijking jaargemiddelde concentraties in Antwerpse haven met Vlaanderen (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$). De factor verschil staat er telkens boven vermeld.



Tijdens de voorbereidingen bepaalden we de meetfrequentie van de VOS-staalnames op basis van IFDM-voorspellingen en door het houden van een proefdraai. Dit leidde op een aantal locaties tot het bemonsteren van weekstalen in plaats van 2-weekstalen. Ondanks onze inspanningen zagen we tijdens de meetcampagne toch verzadiging bij de VOS-buisjes op twaalf locaties. Dit gebeurde zowel op locaties met week- als 2-weekstalen. Tabel 17 toont deze locaties en voor welke parameters en in hoeveel stalen er verzadiging plaats vond. De VOS-componenten gevoelig aan verzadiging zijn 1-hexeen, n-hexaan, i-pentaaan, n-pentaaan, toluen, m+p-xyleen, o-xyleen, ethylbenzeen en benzeen.

Wat opvalt in de tabel, is dat zelfs wekelijks bemonsteren op AT65, AT72, AT74, AT75 en AT79 niet voldoende is om verzadiging te voorkomen. Voor toluen op AT72 (Scheldelaan, ten westen van het Hansa- en Marshalldok) vond overbelading plaats bij 35 van de 52 stalen. Op AT65 (Rode Weel, ten zuiden van Tijsmanstunnel) zagen we 17 keer een overbelading van toluen en 11 keer van m+p-xyleen. Ook op AT75 (Industrieweg, aan Industrie- en 5e Havendok) kwam veel verzadiging voor: 19 keer bij 1-hexeen, 11 keer bij m+p-xyleen, 6 keer bij o-xyleen en 5 keer bij ethylbenzeen. Deze locaties kunnen we zien als hotspots in het havengebied voor deze componenten.

Tabel 17: Locaties met verzadiging voor een of meerdere VOS-componenten tijdens de meetcampagne

Locatie	Meetfrequentie	Verzadiging voor	Aantal stalen
AL05	tweewekelijks	1-hexeen	1/27
AT61	tweewekelijks	n-hexaan	1/27
AT62	tweewekelijks	i-pentaaan	1/27
		n-pentaaan	1/27
AT64	Tweewekelijks	toluen	1/27
AT65	wekelijks	m+p-xyleen	11/52
		o-xyleen	1/52
		toluen	17/52
AT69	tweewekelijks	i-pentaaan	1/27
		n-pentaaan	1/27
AT72	wekelijks	n-hexaan	1/52
		n-pentaaan	1/52
		toluen	35/52
AT74	wekelijks	1-hexeen	1/52
		m+p-xyleen	1/52
AT75	wekelijks	1-hexeen	19/52
		ethylbenzeen	5/52
		m+p-xyleen	11/52
		o-xyleen	6/52
AT79	wekelijks	benzeen	1/52
AT82	tweewekelijks	i-pentaaan	1/27
		n-hexaan	2/27
		n-pentaaan	2/27
		toluen	3/27
ZD07	tweewekelijks	n-hexaan	2/27



Meetplaats	Gemiddelde	Minimum	Mediaan	P98	Maximum
AT72 ¹	1,4	0,44	1,3	2,9	3,1
AT73	1,4	0,38	1,2	3,2	3,8
AT74 ¹	2,2	0,89	1,9	4,5	7,1
AT75 ¹	1,9	0,63	1,7	5,6	6,5
AT76	0,84	0,39	0,73	1,5	1,7
AT77	1,1	0,37	1,0	2,3	2,6
AT78	1,3	0,59	1,1	2,8	3,3
AT79 ¹	1,5	0,60	1,3	3,9	8,2
AT80	1,1	0,45	1,0	2,2	2,3
AT81	0,92	0,37	0,93	2,0	2,5
AT82	1,7	0,62	1,4	3,5	3,5
AT83	0,90	0,38	0,92	1,5	1,6
AT84	0,89	0,35	0,91	1,6	1,6
AT85	0,85	0,46	0,78	1,5	1,5
BV09	0,77	0,29	0,70	1,4	1,7
BV10	0,82	0,40	0,80	1,4	1,4
BV11	0,83	0,35	0,85	1,5	1,6
BV12	0,79	0,35	0,73	1,4	1,5
BV13	1,2	0,41	1,0	2,9	3,1
BV14	0,71	0,28	0,54	1,5	1,7
BV15	0,71	0,27	0,61	1,4	1,5
M802	0,73	0,31	0,65	1,4	1,5
R822 ¹	2,2	1,1	2,0	4,6	4,6
R891 ¹	1,6	0,54	1,4	3,2	3,5
R893	0,77	0,36	0,76	1,2	1,2
R897	1,1	0,36	1,0	2,7	2,9
ZD06	0,99	0,44	0,92	1,8	1,9
ZD07	0,81	0,31	0,70	1,8	1,8

¹ Overzicht berekend op basis van weekgemiddelden in plaats van tweewekelijkse gemiddelden.

Stellen we de jaargemiddelden en maximale (twee)weekgemiddelden grafisch voor, dan krijgen we de overzichtskaarten in respectievelijk Figuur 64 en Figuur 65. Op deze figuren hebben we de benzeenconcentraties ingedeeld in verschillende kleurcategorieën. Hoe donkerder blauw, hoe lager de concentratie en hoe geler, hoe hoger het resultaat. Ook de grootte van de bol duidt aan op welke locaties we de hoogste benzeenwaarden aantreffen. Ter informatie voegden we onderaan Figuur 64 het Vlaamse virtueel jaargemiddelde voor benzeen toe.

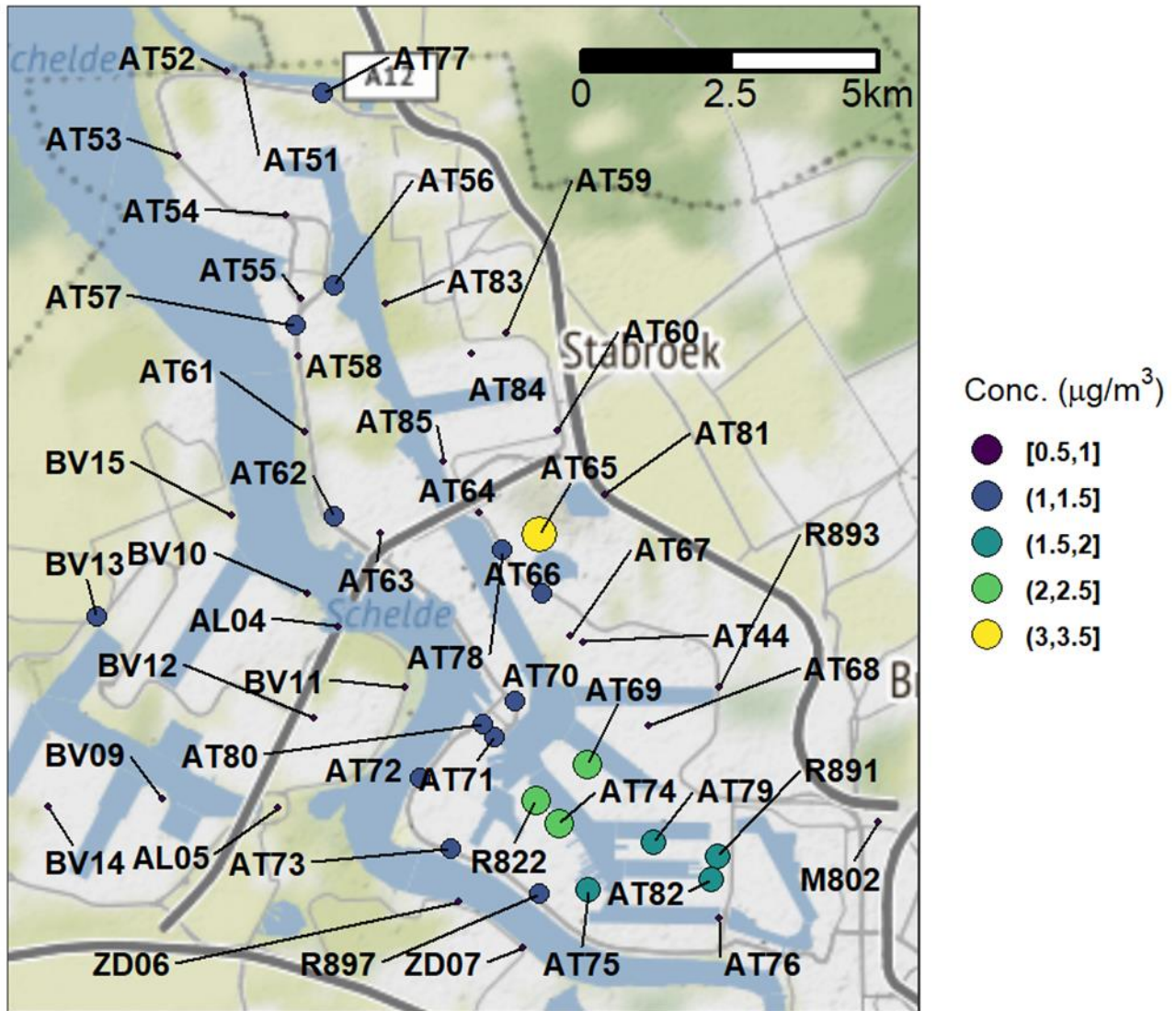
Bij beide figuren kan je hetzelfde besluiten: meetplaats AT65 (Rode Weel) valt duidelijk op. Deze locatie kleurt als enige geel. We kunnen AT65 dan ook als een hotspotzone voor benzeen in de Antwerpse haven zien (zie ook hoofdstuk 1.1.1.6.1). Een ander aandachtsgebied is het zuidelijk deel van de haven op Rechteroever, tussen het Marshalldok en de Oosterweelsteenweg (groene bollen op overzichtskaarten).

Verder vinden we op de kaart met maxima (Figuur 65) ook een hogere benzeenwaarde terug op AT53 (Scheldelaan) in het noorden van de haven. Aangezien we deze verhoging niet terugzien op de kaart met



jaargemiddelden (Figuur 64), besluiten we dat het hier eerder om een eenmalig verhoogde benzeenconcentratie gaat en zien we AT53 niet als een hotspotzone.

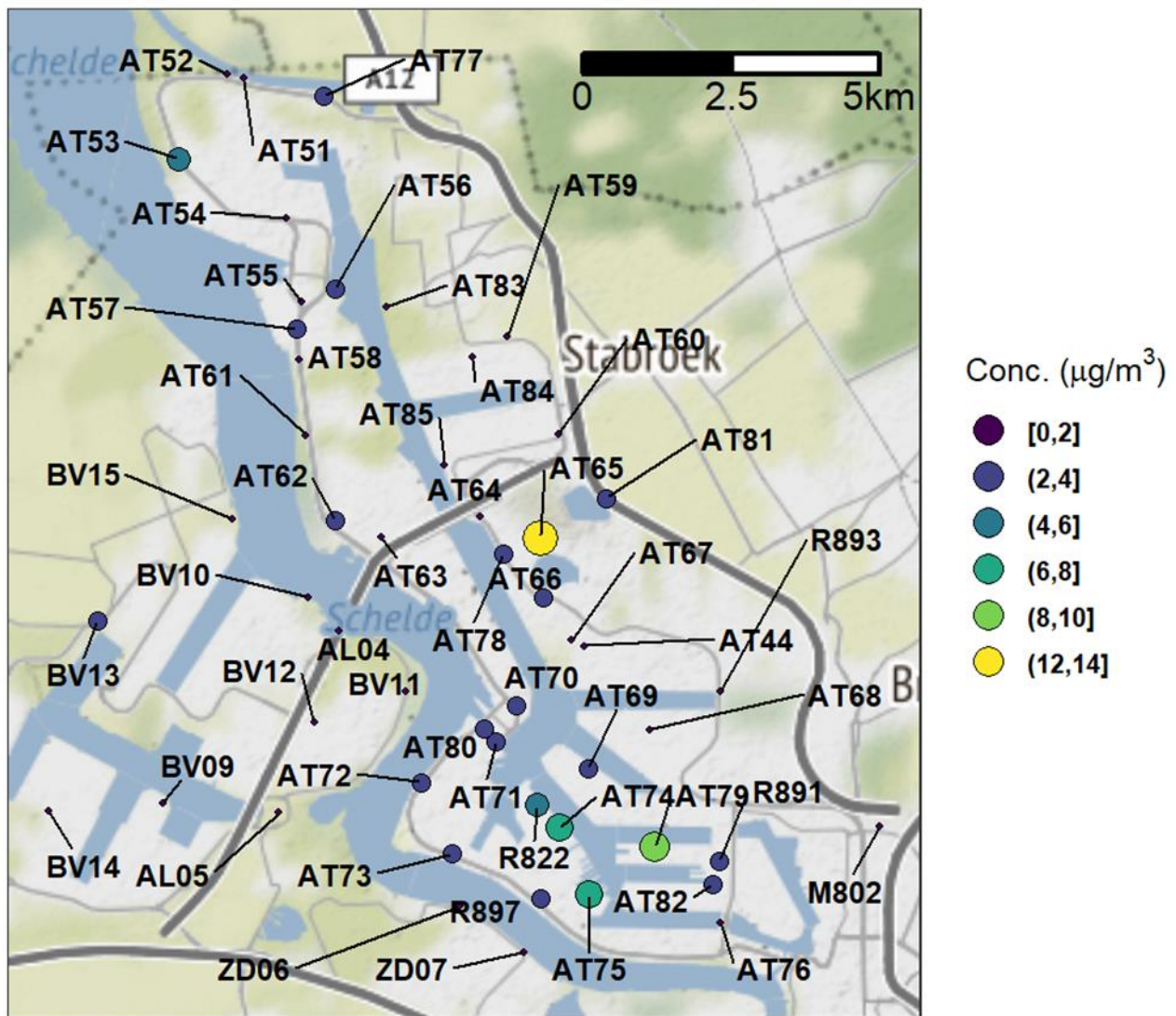
Figuur 64: Grafische weergave van de jaargemiddelden voor benzeen op elke meetlocatie. Ter informatie staat onderaan het Vlaamse virtueel jaargemiddelde.



Virtueel gemiddelde (2021): $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Figuur 65: Grafische weergave van de maximale (twee)weekgemiddelden voor benzeen

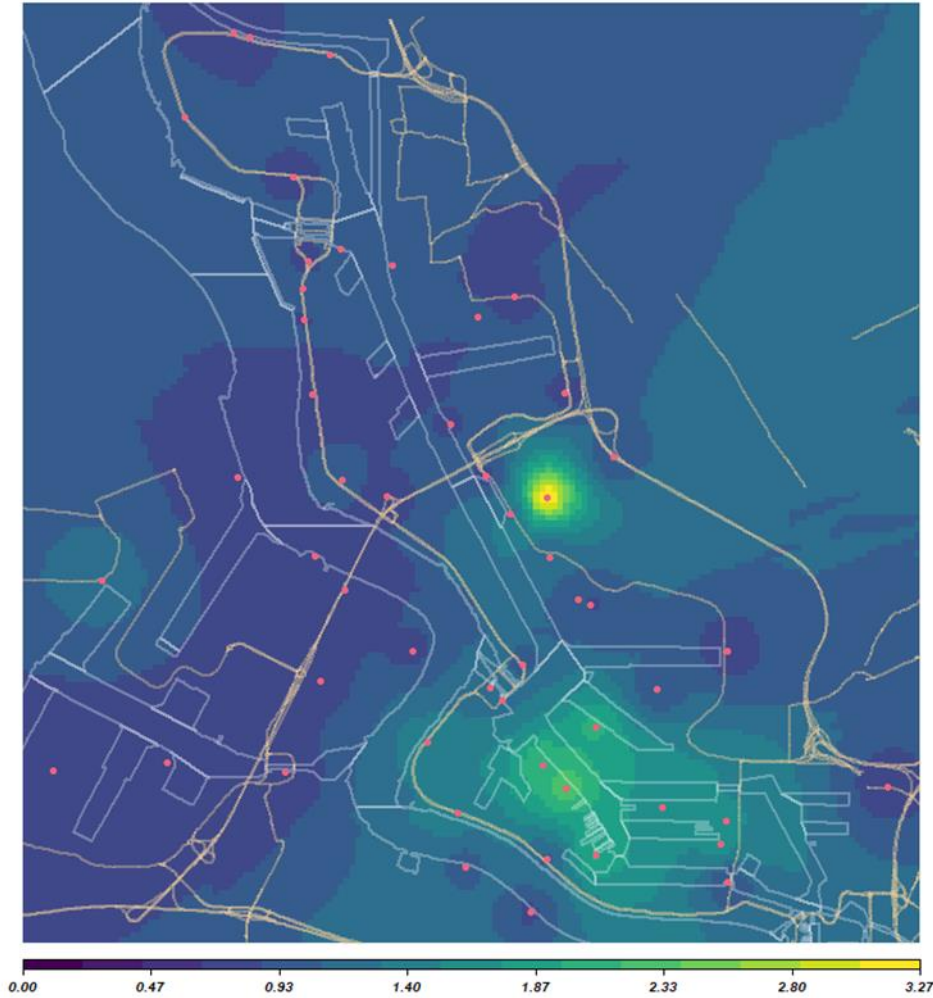


Op basis van de concentraties die we terugvonden voor benzeen (en de andere VOS- en A/K-componenten) op de verschillende meetlocaties, maakten we interpolatiekaarten voor het hele Antwerpse havengebied. Omdat sommige locaties wekelijks bemonsterd werden en andere tweewekelijks én omdat de startdatums van beide bemonsteringstypes verschilden, kozen we ervoor om bij de interpolatiekaarten te werken met aangepaste tweewekelijkse gemiddelden. Dit betekent dat we:

- aan elke dag binnen een bemonsteringsperiode dezelfde concentratie toekenden als de (twee)weekgemiddelde concentratie
- daarna nieuwe (aangepaste) tweewekelijkse gemiddelden berekenden op basis van de dagwaarden
- als begindatum 01/01/2021 en einddatum 30/12/2021 namen om zo voor elke locatie 26 meetperiodes van exact 14 dagen te krijgen

Het resultaat hiervan zie je in Figuur 66.

Figuur 66: Interpolatie jaargemiddelde benzeenconcentraties (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



De interpolatiekaarten van benzeen voor alle 26 aparte (aangepaste) meetperiodes zijn verzameld in Figuur 67. Enkele periodes vallen meteen op door hun beduidend hogere benzeenconcentraties: meetperiode 1, 3 en 24.

Meetperiode 1 heeft als begindatum 01/01/2021 en einddatum 14/01/2021. Tijdens deze periode zien we een verhoogde benzeenconcentratie in het zuidelijk deel van de haven rond het Leopolddok, het 4de en 5de Havendok en het Hansadok. Tijdens deze meetperiode was de windrichting zeer variërend: ongeveer 22 % NO-wind, 17 % W-wind en 14 % ZW-wind. Dit maakt het onmogelijk om bronnen aan te duiden.

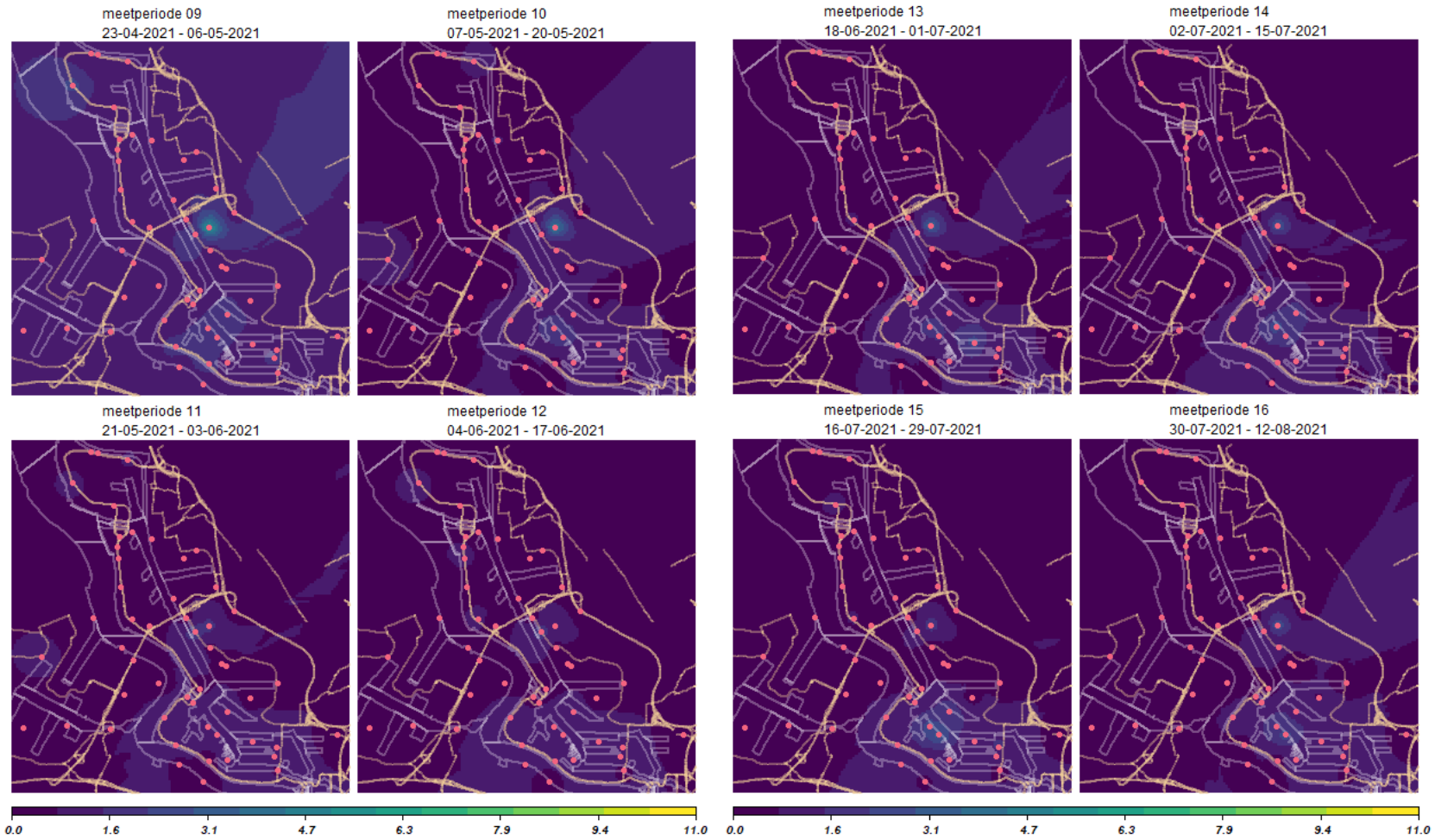
Tijdens meetperiode 3 (29/01/2021-11/02/2021) zien we hoge benzeenwaarden rond AT75 (Industrieweg) in het zuidelijk deel van de haven. Toen heerste er bijna alleen NO-wind, de richting van de zone waar we tijdens meetperiode 1 met variërende windrichting hoge concentraties zagen. Meetlocatie AT79 (Emdenweg) toont geen verhoging, wat wijst op een mogelijke bron of bronnen tussen locatie AT75 en AT79. In die regio

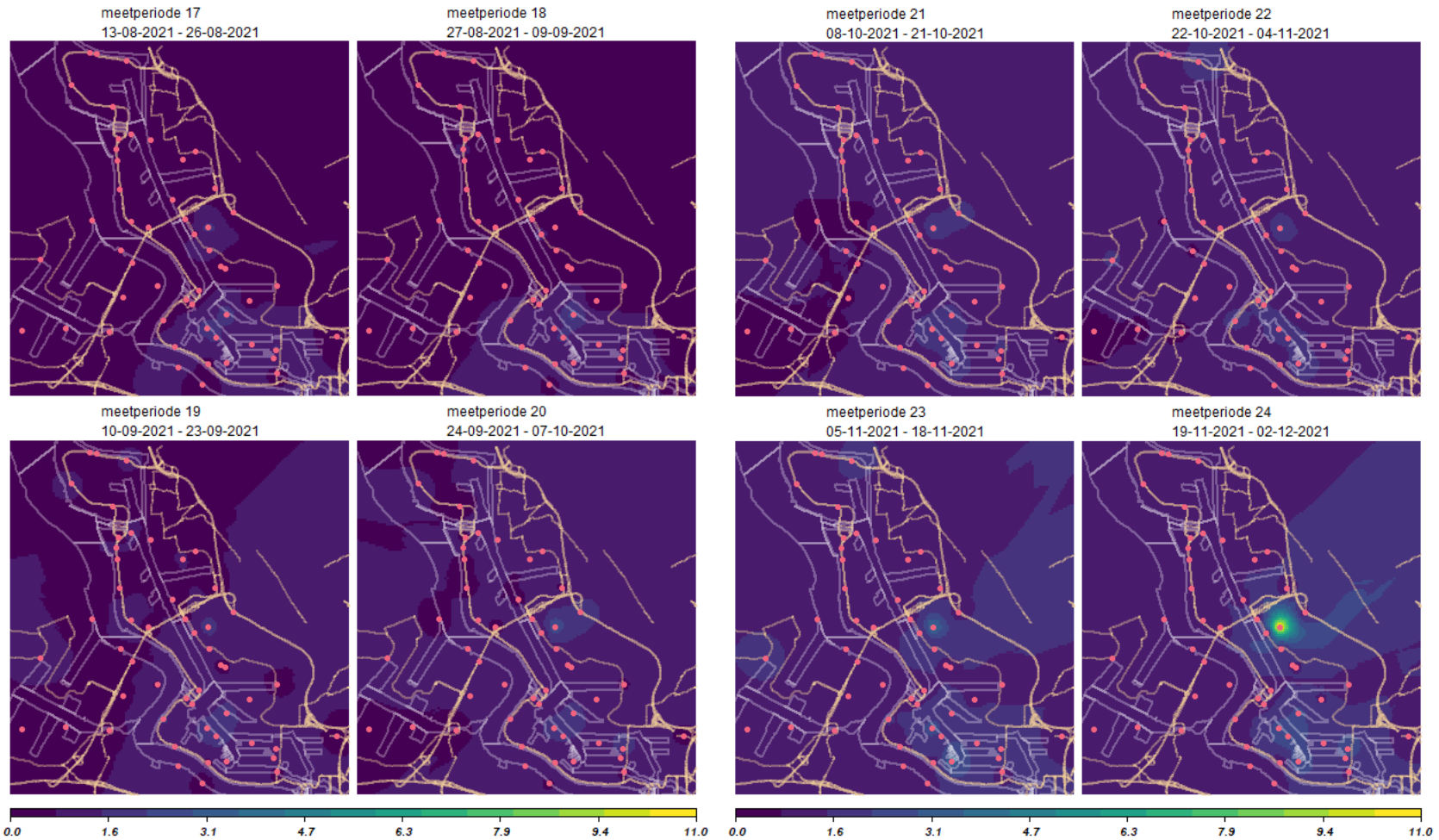


ligt een (diesel) spoorwegbundel en het 4e Havendok. Een benzeenuitstotend bedrijf ligt hier volgens het IMJV niet, zie Figuur 61.

Ook meetperiode 24 (19/11/2021-02/12/2021) toont een duidelijk verhoogde zone. Deze keer rond locatie AT65 (Rode Weel), ten zuiden van de Tijsmanstunnel en ten oosten van het Duwvaart Schuildok. Tijdens deze periode kwam de wind vooral uit het zuidwesten (ongeveer 40 %). In die richting liggen spoorlijnen en het bedrijf Veolia ES MRC, zie Figuur 61. Volgens het IMJV stootte Veolia ES MRC in 2018 enkel 19,611 ton totaal NMVOS uit, voor benzeen zijn geen aparte emissies geregistreerd (Tabel 13).







plaatsvinden. Daarom vulden we bij de lege records een gemiddelde waarde van beschikbare soortgelijke bronnen in of, als ze niet beschikbaar zijn, te werken met default waarden.

Een andere variabele die invloed kan hebben op de IFDM-voorspellingen is de ligging van de emissiebronnen. Bedrijven registreren hun emissiepunten in het IMJV o.b.v. Lambert72-coördinaten. Meestal zijn deze ingevuld op m-niveau, maar er kwamen ook coördinaten in de dataset voor die afgerond waren op km-niveau, waardoor een emissiepunt bv. foutief in de Schelde of op een naburig bedrijventerrein toegewezen werd. Dikwijls ging dit om niet-geleide emissies waarvan de locatie niet exact te bepalen is of gaat het om berekende geleide emissies die het bedrijf als 1 gezamenlijk emissiepunt rapporteert. Voor elke VOS-component of -categorie controleerden we alle emissiepunten en pasten we deze waar nodig manueel aan zodat de bronnen op het betreffende bedrijventerrein lagen. Per component rekenden we vervolgens twee scenario's door:

- scenario 1: met originele XY-coördinaten, zoals opgegeven door de bedrijven
- scenario 2: met manueel aangepaste XY-coördinaten wanneer afgerond op km-niveau door de bedrijven

Hieronder illustreren we dit voor 1,2-dichloorethaan. De andere VOS-componenten en -categorieën gaven gelijkaardige resultaten.

In het IMJV komen drie bedrijven voor die in 2018 aangaven 1,2-dichloorethaan uit te stoten in de lucht: BASF Antwerpen, Inovyn Belgium en Oiltanking Stolthaven Antwerp. Voor de ligging van deze bedrijven, zie Figuur 61. De totale emissiegegevens voor 2018 staan per bedrijf opgesomd in Tabel 13. De drie bedrijven hebben samen zes emissiepunten voor 1,2-dichloorethaan. Bij twee emissiepunten waren de XY-coördinaten afgerond op km-niveau.

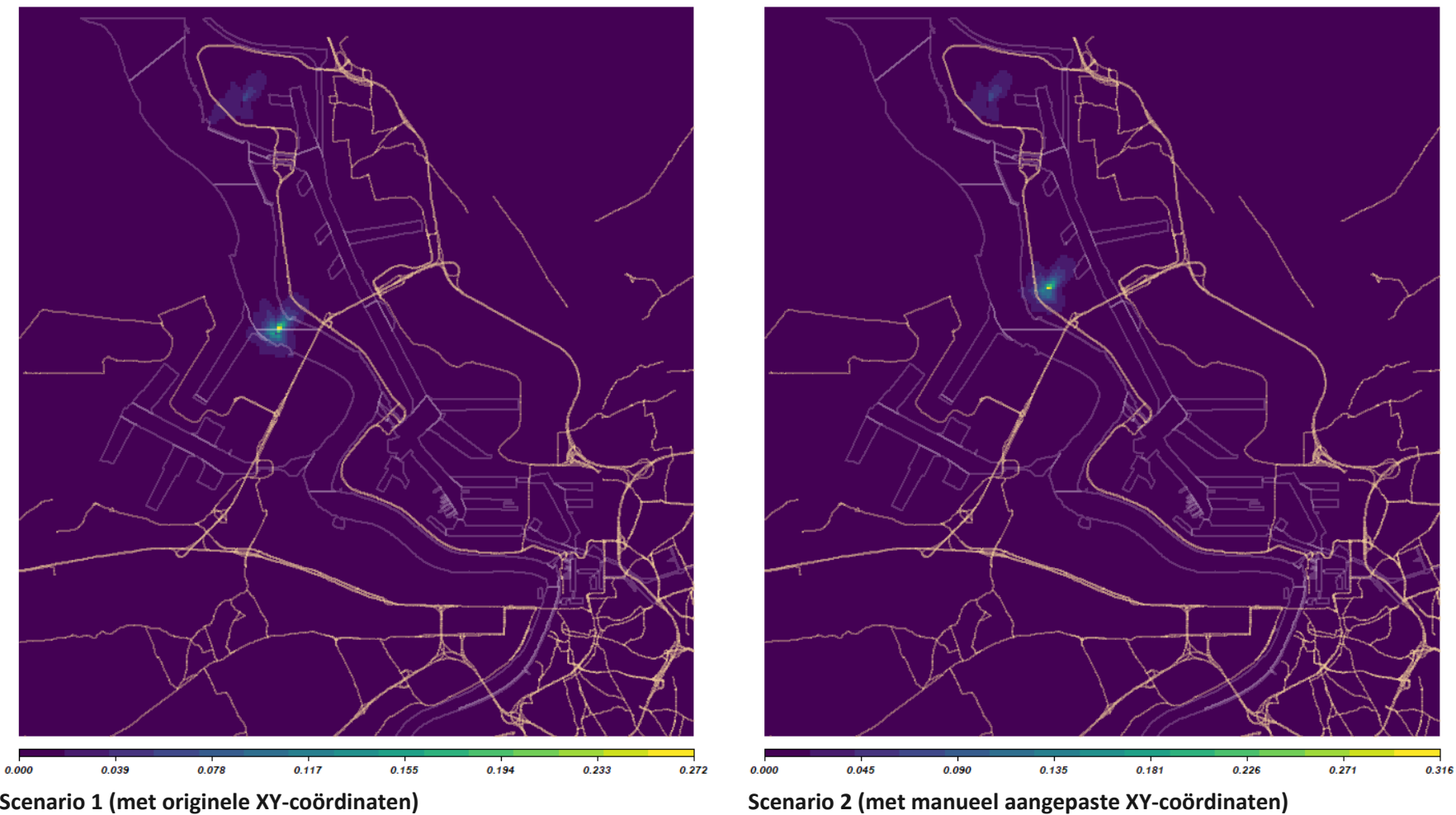
In Figuur 68 zie je het resultaat van de IFDM-modellering voor de twee scenario's: links scenario 1 (met originele XY-coördinaten) en rechts scenario 2 (met manueel aangepaste XY-coördinaten). Er zijn twee duidelijke verschillen te zien:

- Ligging van de hotspotzone: bij scenario 1 ligt de zone met het hoogste 1,2-dichloorethaangemiddelde in de Schelde, ter hoogte van de Liefkenshoektunnel. Bij scenario 2 verplaatst deze zone zich meer noordoostwaarts, ter hoogte van Lillo en de bedrijventerreinen van Oiltanking Stolthaven Antwerp en Evonik Antwerpen.
- Concentratieschaal: bij scenario 1 bedraagt het maximaal voorspelde jaargemiddelde $0,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bij scenario 2 is dit $0,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kortom: een minder gedetailleerde locatie van de emissiebronnen, zorgt voor een grotere onzekerheid bij de inschatting van de VOS-concentraties met het IFDM-model. Preprocessing van de dataset blijkt een eerste nuttige stap alvorens te modelleren.



Figuur 68: IFDM-modellering voor 1,2-dichloorethaan: scenario 1 (links) vs. scenario 2 (rechts)



1.6.5.5.2 IFDM vs. meetcampagne: concentraties

Graag kregen we een beeld over de mate van over- of onderschatting van het IFDM-model. We besloten hiervoor de concentraties van enkele componenten voorspeld voor de rasterpunten rond de vaste VMM-stations AT44 (Ordamstraat), R822 (Polderdijkweg), R893 (Ekersedijk), R833 (Stabroek), M802 (Havanastraat), R801 (Borgerhout) en AL01 (Wandelijk) te vergelijken met de gemeten jaargemiddelden van 2018 op deze locaties (gebruikte emissiecijfers waren ook van 2018). Tabel 19 toont hiervan het resultaat. De ligging van de vaste meetstations zie je op Figuur 1.

Aangezien we geen achtergrondconcentraties toevoegden als input voor het IFDM-model, geven de IFDM-voorspellingen enkel een idee van de lokale bijdragen op de meetlocaties. Deze zijn maar enkele ng/m³. Tellen we hierbij het Vlaamse virtuele jaargemiddelde van 2018 op - wat je als achtergrondbijdrage kan beschouwen - dan krijg je de totale voorspelde concentratie per component.

Afhankelijk van de ligging van het meetstation – in havengebied, randgebied of woongebied – zie je grote verschillen opduiken in de resultaten.

In het havengebied, waar er industriële VOS-bronnen aanwezig zijn, zie je voor de meeste componenten een onderschatting van de voorspelde concentraties. Zo bedraagt de voorspelde IFDM-concentratie (dus de lokale bijdrage) van benzeen op R822 (Polderdijkweg) slechts 0,094 µg/m³. Samen met de achtergrondbijdrage (Vlaams gemiddelde) geeft dit een totale voorspelde concentratie van 0,904 µg/m³. Dit is 2,9 µg/m³ minder dan de gemeten concentratie van 3,85 µg/m³. Voor de componenten 1,2-dichloorethaan, toluen en xyleen is de onderschatting op R822 zelfs nog groter. De onderschattingen zijn hier respectievelijk gelijk aan 21,1; 8,8 en 19,5 µg/m³.

Op de andere vaste havenlocatie AT44 (Ordamstraat) merken we voor benzeen dan weer een licht negatief verschil (-0,2 µg/m³) op. In de nabije omgeving van AT44 liggen geen IMJV-bedrijven die in 2018 benzeenemissies rapporteerden (zie Figuur 61 en Tabel 13). De lokale benzeenbijdrage op AT44 is met andere woorden quasi verwaarloosbaar.

De gemeten benzeenconcentratie (0,66 µg/m³) is hier dan ook vergelijkbaar met het Vlaams gemiddelde (0,81 µg/m³).

Meetstation R893 (Ekersedijk) bevindt zich op de rand tussen havengebied en woonzone. Het zuidelijk deel van de Antwerpse haven ligt in dominante windrichting (zuidwesten) t.o.v. deze meetplaats. R893 kan hierdoor invloed ondervinden van VOS-bronnen aanwezig in dit deel van de haven. Je ziet bij R893 dan ook hetzelfde – weliswaar minder sterke – fenomeen optreden als bij de havenlocaties R822 en AT44: een onderschatting van de lokale VOS-bijdragen. Zo bedraagt de onderschatting voor de lokale bijdrage aan 1,2-dichloorethaan en xyleen op R893 bv. telkens 0,5 µg/m³ terwijl de achtergrondbijdrage (Vlaams gemiddelde) respectievelijk 0,55 en 0,8 µg/m³ bedraagt.

De andere vaste meetlocaties (R833 – Stabroek, M802 – Havanastraat, R801 – Borgerhout en AL01 – Wandelijk) liggen allemaal in woongebied en op enige afstand van de haven. Gemeten VOS-concentraties zijn hier vergelijkbaar met het Vlaams gemiddelde, wat betekent dat er weinig tot geen impact is van lokale emissiebronnen. Dat uit zich ook in de berekende verschillen: die zijn negatief of maximaal 0,2 µg/m³.

Conclusie: voor meetlocaties in de buurt van industriële VOS-bronnen missen we met de IFDM-modellering op basis van emissiegegevens uit het IMJV een groot deel van de lokale VOS-bijdragen.



Dat stelt de correctheid van de gerapporteerde emissies van de bedrijven in het IMJV in vraag. Bedrijven schatten hun emissievrachten namelijk in met behulp van theoretische modellen. Die inschattingen kunnen te laag zijn t.o.v. de werkelijkheid. Het Zweedse bedrijf FluxSense stelde enkele jaren geleden ook al soortgelijke zaken vast (zie hoofdstuk 1.6.5.1).

Andere mogelijke verklaringen voor de onderschattingen zijn:

- De kwaliteit van de metadata in het IMJV (XY-coördinaten en schouwgegevens, zie hoofdstuk 1.6.5.5.1)
- Bepaalde emissiebronnen hebben we niet in rekening gebracht (goederentransport, bedrijven met emissies onder de IMJV-drempelwaarden, enz.).
- De vorming van secundaire emissies ten gevolge van afbraak van pollutanten hebben we niet in rekening gebracht (zie bijlage 5).
- De onzekerheid die gepaard gaat met het gebruik van modellen als IFDM (zie bijlage 5).

Tabel 19: Voorspelde en gemeten concentraties op enkele vaste meetstations in 2018 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Component	IFDM-voorspelling (lokale bijdrage)	Vlaams gemiddelde (achtergrond)	Voorspelde conc. (totaal)	Gemeten conc. (totaal)	Vershil
AT44 – Ordamstraat (haven middelste deel)					
benzeen	0,039	0,81	0,849	0,66	-0,2
tolueen	0,054	1,26	1,314	1,44	0,1
xyleen (m+p+o)	0,033	0,8	0,833	1,60	0,8
R822 – Polderdijkweg (haven zuidelijk deel)					
1,2-dichloorethaan	0,001	0,55	0,551	21,66	21,1
benzeen	0,094	0,81	0,904	3,85	2,9
formaldehyde	0,0002	2,29	2,2902	2,19	-0,1
tolueen	0,104	1,26	1,364	10,2	8,8
xyleen (m+p+o)	0,043	0,8	0,843	20,4	19,5
R893 – Ekersedijk (randgebied ten oosten van haven)					
1,2-dichloorethaan	0,0005	0,55	0,5505	1,08	0,5
benzeen	0,011	0,81	0,821	1,08	0,3
tolueen	0,013	1,26	1,273	1,52	0,2
xyleen (m+p+o)	0,0068	0,8	0,8068	1,29	0,5
R833 – Stabroek (woongebied ten oosten van haven)					
benzeen	0,010	0,81	0,82	0,60	-0,2
tolueen	0,015	1,26	1,275	1,05	-0,2
xyleen (m+p+o)	0,010	0,8	0,81	0,76	-0,1
M802 – Havanastraat (woongebied ten oosten van haven)					
benzeen	0,0027	0,81	0,8127	0,93	0,1
tolueen	0,0033	1,26	1,2633	1,30	0
xyleen (m+p+o)	0,0020	0,8	0,802	0,44	-0,4
R801 – Burgerhout (woongebied ten zuidoosten van haven)					
1,2-dichloorethaan	0,0002	0,55	0,5502	0,61	0,1

Component	IFDM-voorspelling (lokale bijdrage)	Vlaams gemiddelde (achtergrond)	Voorspelde conc. (totaal)	Gemeten conc. (totaal)	Vershil
benzeen	0,0027	0,81	0,8127	0,86	0
tolueen	0,0035	1,26	1,2635	1,51	0,2
xyleen (m+p+o)	0,0021	0,8	0,8021	0,93	0,1
AL01 – Wandelijk (woongebied ten zuiden van haven)					
benzeen	0,0098	0,81	0,8198	0,68	-0,1
tolueen	0,010	1,26	1,27	1,10	-0,2
xyleen (m+p+o)	0,0059	0,8	0,8059	0,82	0

1.6.5.5.3 IFDM vs. Meetcampagne: aandachtzones

Tijdens de voorbereidingsfase van de meetcampagne voorspelden we met IFDM de aandachtzones voor een aantal VOS-componenten en -categorieën op basis van de IMJV-gegevens van 2018. Hier vergelijken we die zones met de hotspots van de meetcampagne. We doen dit voor de benzeen en tolueen. De andere componenten geven een gelijkaardig beeld.

Zowel voor benzeen als tolueen voorspelde IFDM hoge concentraties net onder de Boudewijn- en de Van Cauwelaertsluis en voor benzeen ook ten zuiden van het Marshalldok. Dat kan je zien op de linkse kaartjes van Figuur 69 en Figuur 70.

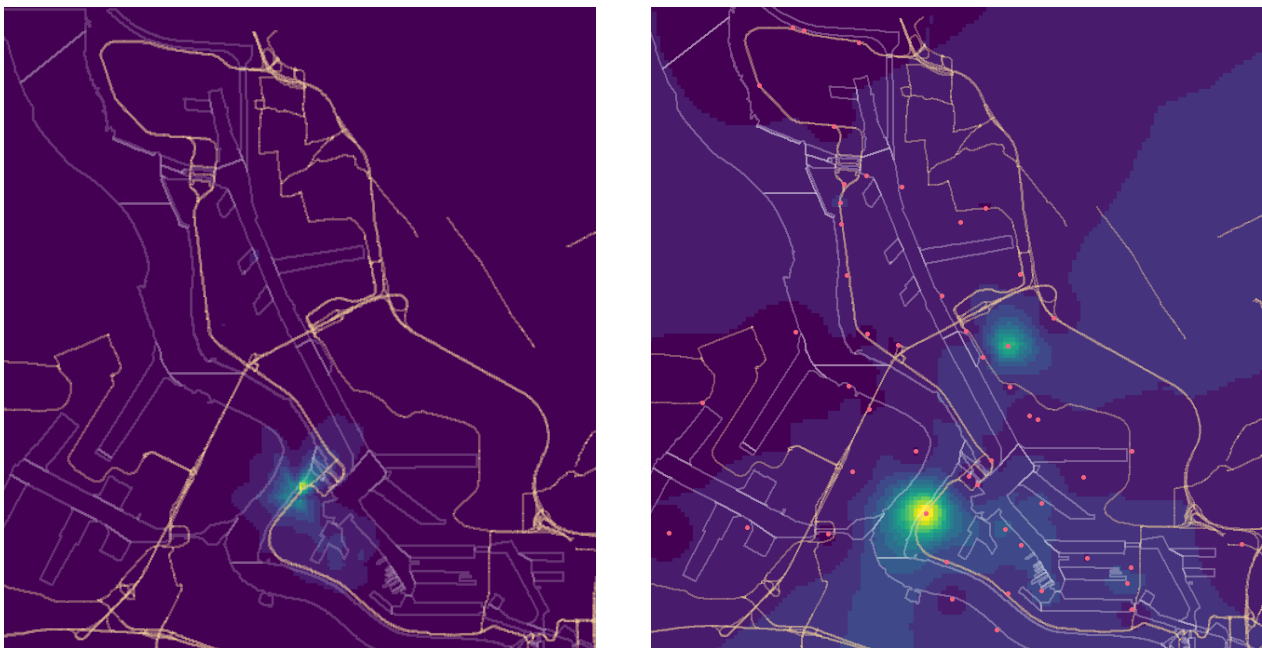
Tijdens de meetcampagne zagen we voor benzeen vooral verhoogde concentraties rond meetlocatie AT65 (Rode Weel). De voorspelde zone in het zuidelijk deel van de haven was in werkelijkheid ook meer oostwaarts gericht (rechterdeel van Figuur 69). Bij tolueen namen we duidelijk verhoogde waarden waar ter hoogte van locatie AT72 (Scheldelaan), zie Figuur 70 rechts. Dit is iets meer naar het zuidwesten gelegen dan de voorspelde zone.



Figuur 69: Aandachtzones voor benzeen: IFDM (links) vs. meetcampagne (rechts)



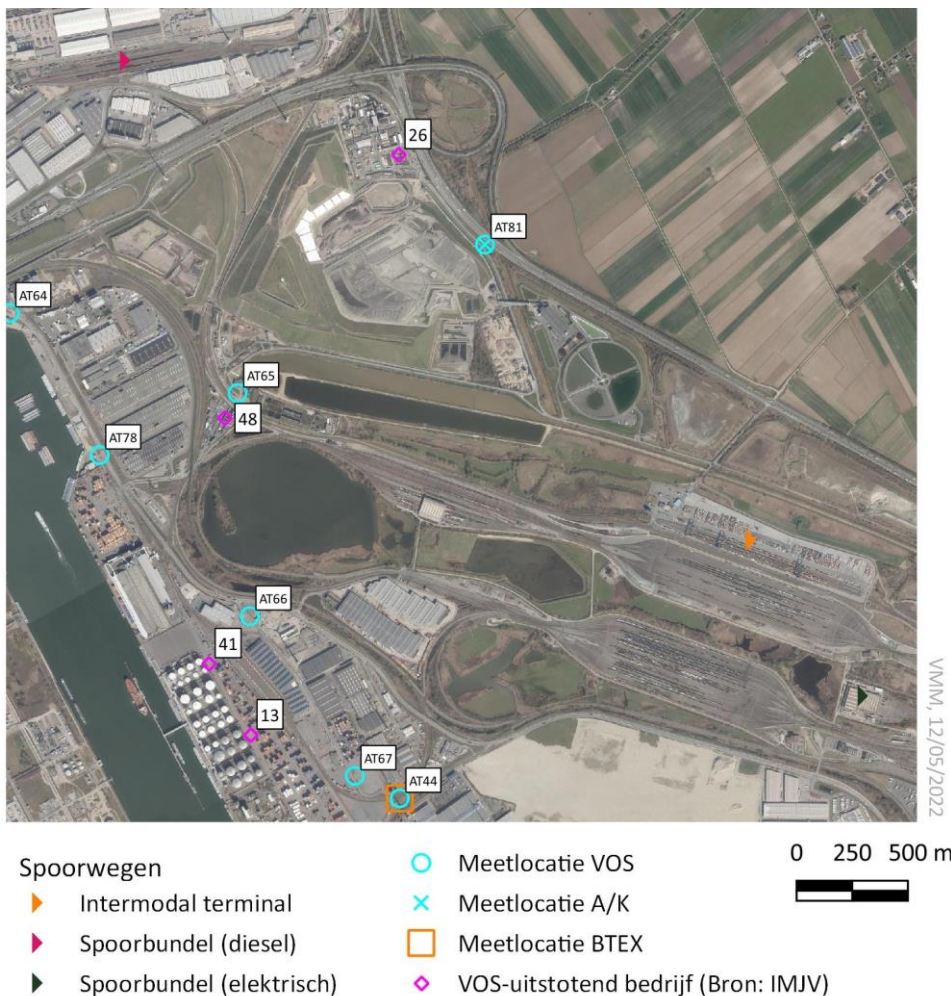
Figuur 70: Aandachtzones voor toluen: IFDM (links) vs. meetcampagne (rechts)



Aangezien de concentraties van praktisch alle VOS-componenten op AT65 verhoogd waren, en bovendien op regelmatige basis, moeten we vooral in de richting van een continue bron of bronnen zoeken. Enkele mogelijkheden:

- De VOS-emissies van Veolia ES MRC zijn sinds 2018 fel toegenomen en/of in 2018 te laag ingeschat/gerapporteerd geweest. Een recente raadpleging (in juni 2022) van het IMJV-databestand spreekt het eerste tegen, want de emissies voor totaal NMVOS zijn sinds 2018 nagenoeg constant gebleven: 19,611 ton in 2018; 20,067 ton in 2019 en 19,917 ton in 2020.
- Er is een extra invloed van de rioolwaterverwerking ten noorden (Pompstation Rode Weel) en ten zuidoosten (Aquafin rioolwaterzuiveringsinstallatie Antwerpen-Noord) van de meetlocatie.
- Er is een extra invloed van de treinsporen, -bundels en werk- en tankplaatsen van treinwagons ten zuidoosten van de meetlocatie.
- Het wegverkeer (Noorderlaan en Tijsmanstunnel/R2) zorgt voor extra VOS-emissies in de nabije omgeving van AT65.
- Er liggen nog andere (kleinere) VOS-uitstotende bedrijven in de buurt van AT65 die niet verplicht zijn hun emissies te rapporteren in het IMJV.

Figuur 71: Ligging meetlocatie AT65 (Rode Weel)



1.6.5.6.2 AT75 - Industrieweg

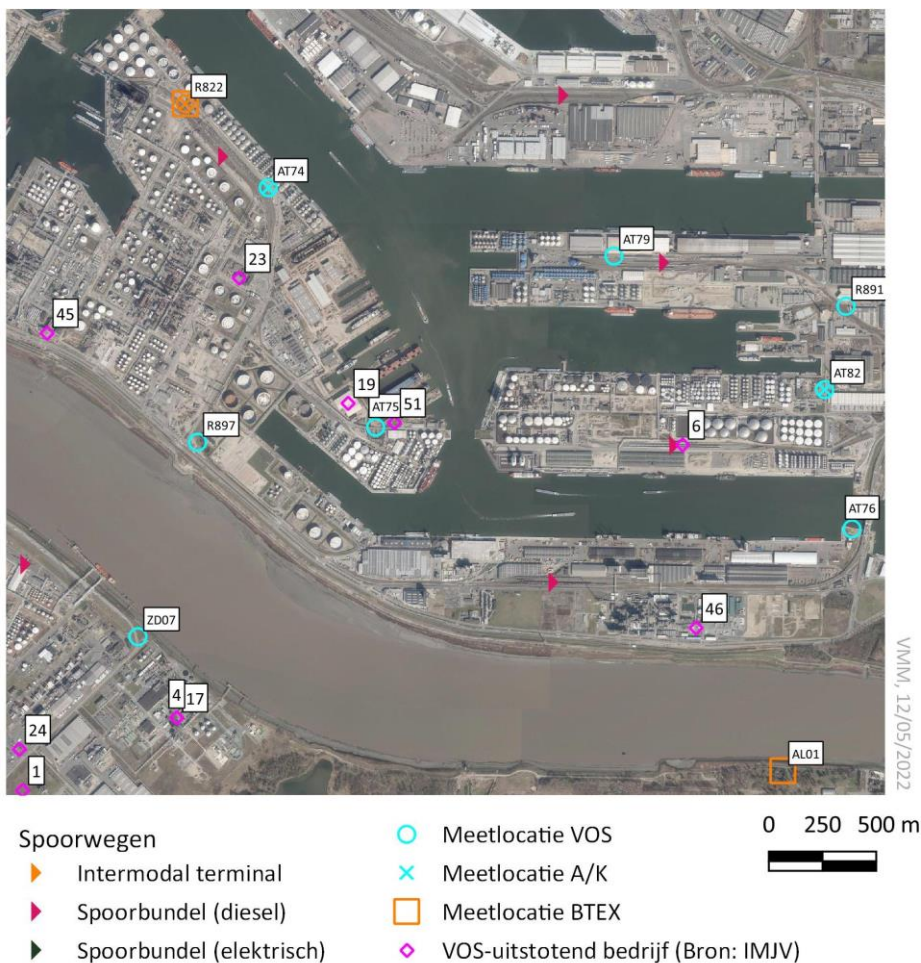
Op de Industrieweg, aan het Industrie- en 5e Havendok in het zuiden van de haven, ligt meetlocatie AT75. Ondanks wekelijkse monsternamen, trad hier veel verzadiging op: 19 keer bij 1-hexeen, 11 keer bij m+p-xyleen, 6 keer bij o-xyleen en 5 keer bij ethylbenzeen (Tabel 17). De jaargemiddelde interpolatiekaarten duiden bij deze componenten dan ook verhoogde concentraties aan rond deze regio. Ook voor andere VOS-componenten als 1,2-dichloorethaan, n-pentaan, 3-methylpentaan en m-, p- en o-ethyltolueen is AT75 een hotspot. Opmerkelijk: AT75 is geen uitgesproken aandachtzone voor benzeen en toluen.

In de buurt van meetplaats AT75 liggen twee IMJV-bedrijven:

- Engine Deck Repair (ID 19 op Figuur 72) in het noordwesten. In 2018 stootte dit bedrijf 67,199 ton totaal NMVOS uit, zie Tabel 13.
- Vopak Terminal Eurotank (ID 51 op kaart) in het noordoosten, zuiden en westen. In 2018 stootte dit bedrijf 15,5 ton totaal NMVOS uit.

Noch Engine Deck Repair noch Vopak Terminal Eurotank registreerde individuele emissies voor 1,2-dichloorethaan of xyleen in het IMJV.

Figuur 72: Ligging meetlocatie AT75 (Industrieweg)



Figuur 73: Ligging meetlocaties AT69 (Rostockweg) en R822 en AT74 (Polderdijkweg)



- | | | |
|--|---|--|
| Spoorwegen |  Meetlocatie VOS | 0 250 500 m |
|  Intermodal terminal |  Meetlocatie A/K |  |
|  Spoorbundel (diesel) |  Meetlocatie BTEX | |
|  Spoorbundel (elektrisch) |  VOS-uitstotend bedrijf (Bron: IMJV) | |

1.6.5.6.4 AT82 – Leon Bonnetweg, R891 – Scheurweg en AT76 – Boerinnestraat

Ten westen van de Oosterweelsteenweg liggen – van noord naar zuid – de meetplaatsen R891 (Scheurweg), AT82 (Leon Bonnetweg) en AT76 (Boerinnestraat). Op R891 bemonsterden we wekelijks, op AT82 en AT76 tweewekelijks. Op AT82 maten we niet alleen VOS, maar ook A/K.

In deze regio namen we verhoogde concentraties waar voor o.a. de A/K-componenten aceton+acroleïne en acetaldehyde en volgende VOS: 3-methylpentaan, m-, p- en o-ethyltolueen, n-hexaan, n-nonaan, n- en iso-pentaan.



Figuur 74 toont de ligging van de drie meetlocaties t.o.v. mogelijke emissiebronnen:

- Total Polymers Antwerp (ID 46) ten zuidwesten van de drie locaties. In 2018 stootte dit bedrijf 291,632 ton totaal NMVOS uit, zie Tabel 13.
- ATPC Refinery (ID 6) ten westen van meetplaats AT82. In 2018 stootte dit bedrijf 1,931 ton benzeen, 7,451 ton totaal aromatische VOS en 140,5476 ton totaal NMVOS uit.
- in alle windrichtingen: verschillende diesel spoorbundels en kades en dokken
- de Oosterweelsteenweg in het oosten

Figuur 74: Ligging meetlocaties R891 (Scheurweg), AT82 (Leon Bonnetweg) en AT76 (Boerinnestraat)



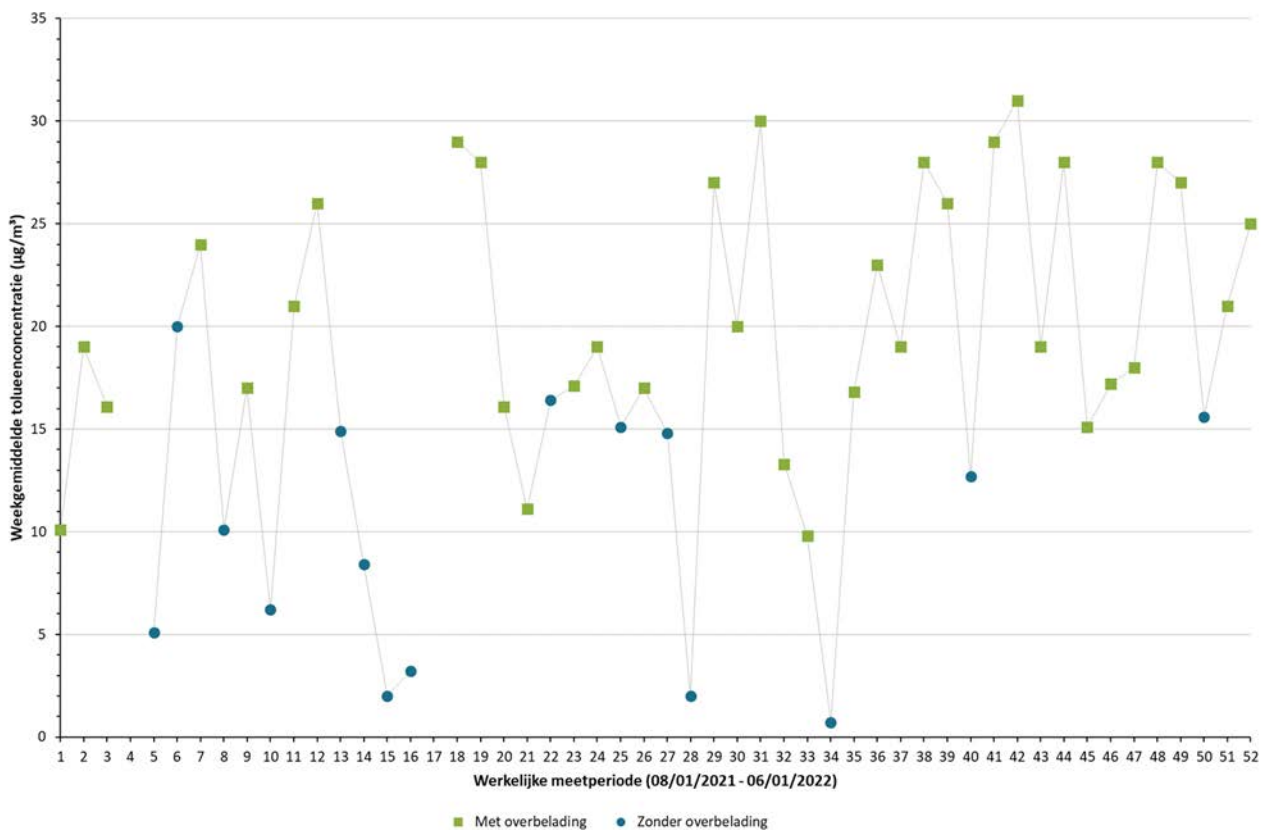
Het was vooral locatie AT82 dat eruit sprong bij de interpolatiekaarten. Dit doet ons vermoeden dat de meeste invloed in deze regio uit de richting komt van het bedrijf ATPC Refinery en/of de spoorbundel op het bedrijventerrein van ATPC. ATPC is een raffinaderij die aan de Belieweg zowel opslagactiviteiten als raffinage verzorgt. Het bezit een van de grootste bitumenraffinaderijen van Europa. Het bedrijf heeft een GPBV-installatie (Geïntegreerde Preventie en Bestrijding van Verontreiniging) die zich in het noordwesten van het

bedrijventerrein bevindt, aan het Hansadok en het 4e Havendok. Het bedrijf kwam al meermaals in het vizier bij overheden door geurhinder en olievervuiling. Het stond onder verscherpt inspectietoezicht en werd een actieplan opgelegd vanuit het Vlaams Departement Omgeving⁶.

1.6.5.6.5 AT72 - Scheldelaan

De laatste aandachtzone die we bespreken, is de regio rond meetplaats AT72 (Scheldelaan). Deze meetplaats bemonsterden we wekelijks. Toch vond hier overbelading plaats voor toluen bij 35 van de 52 passieve samplers (Tabel 17). Figuur 75 toont het verloop van de gemeten weekgemiddelden: bij de groen gemarkeerde meetperiodes was er overbelading, bij de blauwe niet. De jaargemiddelde toluenconcentratie bedroeg 18 µg/m³ en het maximaal weekgemiddelde was gelijk aan 31 µg/m³, maar dit zijn dus hoogstwaarschijnlijk onderschattingen van de werkelijkheid.

Figuur 75: Verloop gemeten weekgemiddelden (in µg/m³) toluen op AT72 (Scheldelaan)



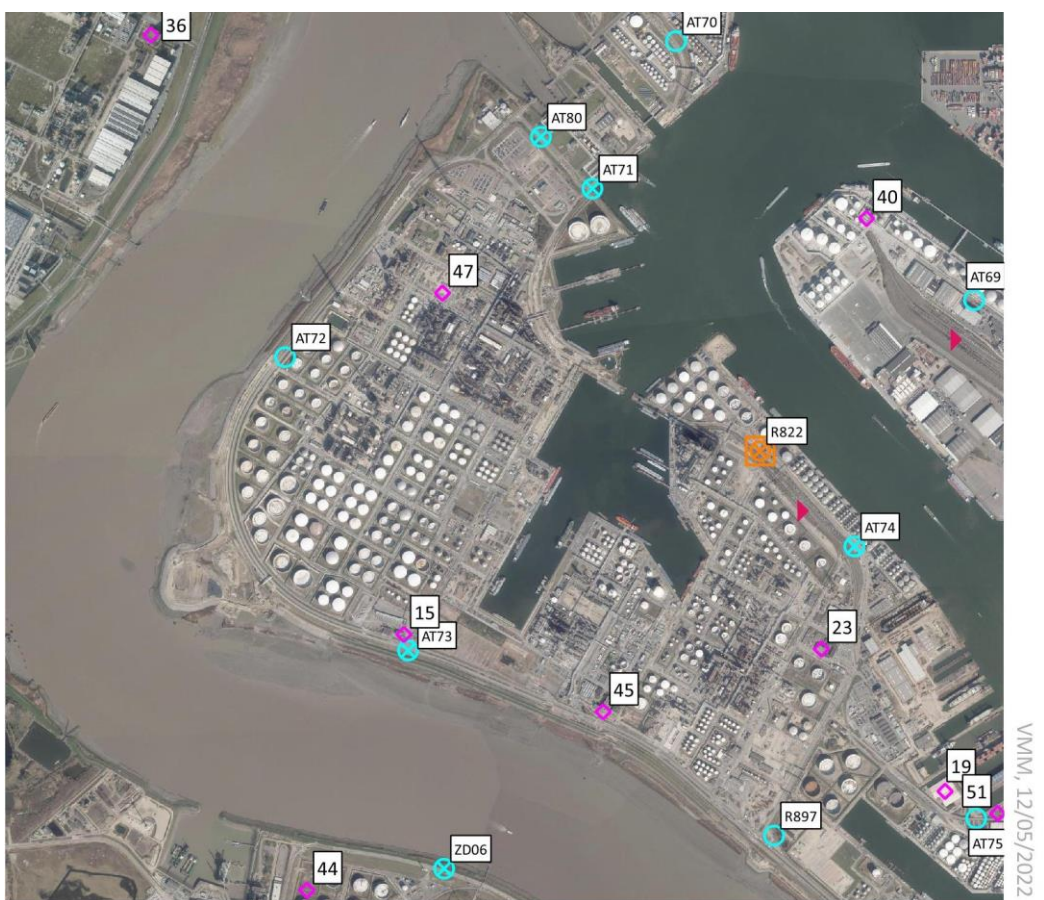
Toluene was de enige component waarbij AT72 op de jaargemiddelde interpolatiekaarten zo duidelijk naar voren kwam als aandachtzone. Dit is interessant, zeker door de locatie van deze meetpost, zie Figuur 76. In de dominante windrichting – ten zuidwesten van de meetpost – liggen geen voor de hand liggende emissiebronnen voor toluene. In het oosten ligt het bedrijventerrein van Total Raffinaderij Antwerpen, met een tolueneemissie van 27,441 ton in 2018 (Tabel 13). Wat verder weg liggen nog Depot KVC (Total Belgium)

⁶ <https://www.vtti.com/terminal/atpc-belgium/> en https://www.standaard.be/cnt/dmf20211015_96193460



in het zuidoosten met een toluëenemissie van 0,507 ton en Momentive Performance Materials Benelux in het noordwesten (op Linkeroever) met een toluëenemissie van 0,78899 ton. Door de grootte van de toluëenvrachten van de drie bedrijven, zou je vermoeden dat de hoge toluëenwaarden toch eerder door Total Raffinaderij Antwerpen veroorzaakt worden. Ondanks de mogelijke onderschatting van de gemeten toluëenconcentraties denken we niet dat de WGO-advieswaarde van $260 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{week}$ (of de halfuurwaarde van $1.000 \mu\text{g}/\text{m}^3$) op AT72 werd overschreden.

Figuur 76: Ligging meetlocatie AT72 (Scheldelaan)



- | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|-------------|
| Spoorwegen | ○ Meetlocatie VOS | 0 250 500 m |
| ▶ Intermodal terminal | × Meetlocatie A/K | |
| ▶ Spoorbundel (diesel) | □ Meetlocatie BTEX | |
| ▶ Spoorbundel (elektrisch) | ◇ VOS-uitstotend bedrijf (Bron: IMJV) | |

1.6.5.6.6 Voorspelde vs. gemeten concentraties in de aandachtzones
 In hoofdstuk 1.6.5.5.2 vergeleken we voor enkele componenten op vaste VMM-locaties de met IFDM voorspelde concentraties met de gemeten jaargemiddelden van 2018. Dezelfde oefening kunnen we maken voor de meetlocaties in de aandachtzones. Hierbij gebruiken we de achtergrondconcentraties (Vlaamse

virtuele jaargemiddelden) van 2021 en veronderstellen we dat de emissiecijfers van 2018 hetzelfde gebleven zijn in 2021. Tabel 20 toont hiervan het resultaat.

Net als bij de vorige oefening zie je geen tot zelfs een negatief verschil voor 1,2-dichloorethaan en formaldehyde op de meeste locaties. De gemeten concentraties van deze twee componenten liggen in de buurt van het Vlaamse gemiddelde. Er zijn m.a.w. geen bronnen voor 1,2-dichloorethaan en formaldehyde in de buurt van de meeste havenlocaties. Uitzonderingen hierop zijn locaties AT65 (Rode Weel) en AT75 (Industrieweg) waar we voor 1,2-dichloorethaan een lokale impact van respectievelijk 1,7 en 0,7 µg/m³ missen.

Voor benzeen variëren de onderschattingen in de aandachtzones tussen 0,2 µg/m³ op AT76 (Boerinnestraat) en 2,8 µg/m³ op AT65 (Rode Weel).

Opmerkelijk grote verschillen zien we voor toluen op AT65 – Rode Weel (10,2 µg/m³) en AT72 – Scheldelaan (16,6 µg/m³). Hou hierbij ook rekening dat AT72 de meetlocatie was met het grootste aantal verzadigde stalen voor toluen, dus eigenlijk missen we hier nog een groter deel van de lokale impact.

Ook voor xyleen (m+p+o) zien we op een aantal meetlocaties grote onderschattingen van de lokale impact. Zo bedragen de onderschattingen bv. 14,6 µg/m³ op AT65 (Rode Weel) en 14,8 µg/m² op AT75 (Industrieweg).

We kunnen dus hetzelfde besluiten als in hoofdstuk 1.6.5.5.2:

Voor meetlocaties in de buurt van industriële VOS-bronnen missen we met de IFDM-modellering op basis van emissiegegevens uit het IMJV een groot deel van de lokale VOS-bijdragen. De correctheid van de gerapporteerde emissies kunnen we in vraag stellen.

Tabel 20: Voorspelde en gemeten concentraties in de aandachtzones (in µg/m³)

Component	IFDM-voorspelling (lokale bijdrage)	Vlaams gemiddelde (achtergrond)	Voorspelde conc, (totaal)	Gemeten conc, (totaal)	Vershil
AT65 – Rode Weel					
1,2-dichloorethaan	0,0011	0,03	0,0311	1,69	1,7
benzeen	0,022	0,60	0,623	3,37	2,8
tolueen	0,032	0,93	0,962	11,19	10,2
xyleen (m+p+o)	0,024	0,70	0,724	15,35	14,6
AT75 – Industrieweg					
1,2-dichloorethaan	0,0006	0,03	0,0306	0,75	0,7
benzeen	0,031	0,60	0,632	1,92	1,3
tolueen	0,037	0,93	0,967	3,73	2,8
xyleen (m+p+o)	0,019	0,70	0,719	15,52	14,8
AT69 – Rostockweg					
1,2-dichloorethaan	0,0008	0,03	0,0308	0,02	0
benzeen	0,035	0,60	0,635	2,01	1,4
tolueen	0,046	0,93	0,976	3,49	2,5
xyleen (m+p+o)	0,022	0,70	0,722	4,14	3,4



Component	IFDM-voorspelling (lokale bijdrage)	Vlaams gemiddelde (achtergrond)	Voorspelde conc, (totaal)	Gemeten conc, (totaal)	Vershil
R822 – Polderdijkweg					
1,2-dichloorethaan	0,001	0,03	0,031	0,09	0,1
benzeen	0,094	0,60	0,694	2,01	1,3
formaldehyde	0,0002	2,1	2,1202	1,54	-0,6
tolueen	0,10	0,93	1,034	4,60	3,6
xyleen (m+p+o)	0,043	0,70	0,743	3,70	3,0
AT74 – Polderdijkweg					
1,2-dichloorethaan	0,0008	0,03	0,0308	0,18	0,1
benzeen	0,049	0,60	0,649	2,23	1,6
formaldehyde	0,0002	2,1	2,1201	1,54	-0,6
tolueen	0,11	0,93	1,04	4,13	3,1
xyleen (m+p+o)	0,062	0,70	0,762	3,95	3,2
AT82 – Leon Bonnetweg					
1,2-dichloorethaan	0,0004	0,03	0,0304	0,06	0
benzeen	0,0089	0,60	0,6089	1,65	1,0
formaldehyde	0,0001	2,1	2,1201	1,52	-0,6
tolueen	0,009	0,93	0,940	4,39	3,4
xyleen (m+p+o)	0,006	0,70	0,706	3,54	2,8
R891 – Scheurweg					
1,2-dichloorethaan	0,0004	0,03	0,0304	0,24	0,2
benzeen	0,011	0,60	0,611	1,56	1,0
tolueen	0,011	0,93	0,941	3,21	2,3
xyleen (m+p+o)	0,006	0,70	0,707	2,60	1,9
AT76 – Boerinnestraat					
1,2-dichloorethaan	0,0004	0,03	0,0304	0,06	0
benzeen	0,010	0,60	0,610	0,84	0,2
tolueen	0,010	0,93	0,940	1,54	0,6
xyleen (m+p+o)	0,006	0,70	0,706	1,76	1,1
AT72 – Scheldelaan					
1,2-dichloorethaan	0,001	0,03	0,031	0,15	0,1
benzeen	0,15	0,60	0,75	1,43	0,7
tolueen	0,22	0,93	1,15	17,78	16,6
xyleen (m+p+o)	0,14	0,70	0,84	1,79	0,9

1.6.5.7 Incidenten

We ontvangen als Dienst Luchtkwaliteit regelmatig meldingen en vragen over geurhinder, stofhinder of andere gerelateerde klachten. Dit was ook het geval voor de regio Antwerpen tijdens de periode van de VOS-meetcampagne. In dit hoofdstuk gaan we na of we verhoogde concentraties van bepaalde componenten op bepaalde locaties tijdens één of meerdere meetperiodes kunnen linken aan enkele ontvangen meldingen/klachten. Wel belangrijk: de meetnetten van de VMM zijn niet gericht op het detecteren van

geurhinder, omdat de geurdrempels van de gemeten pollutanten ver boven de gemeten concentraties liggen. De componenten die wij meten kunnen misschien wel een tracer zijn voor de uitstoot van andere pollutanten die wel de geurdrempel overschrijden.

1.6.5.7.1 Meetperiode 1 (01/01/2021-14/01/2021)

Tijdens de eerste meetperiode van de VOS-campagne detecteerden we o.a. verhoogde concentraties voor 1,2-dichloorethaan, benzeen en n-pentaan op de locaties AT62 (Scheldelaan), AT74 en R822 (Polderdijkweg), AT79 (Emdenweg) en R891 (Scheurweg). Dit kan je zien in Figuur 77. Tijdens deze periode was er vooral NO- en (Z)W-wind (zie ook Figuur 77).

Op 14/01/2021 vanaf 20u30 lokale tijd kreeg de hulpverleningszone Waasland een heel aantal meldingen van een indringende gasgeur binnen⁷. Het merendeel van de meldingen kwam uit het centrum van Beveren. De politie, brandweer, incidentencoördinator van het Havenbedrijf en de dienst Milieubescherming van de gemeente Beveren deden een uitgebreid onderzoek op de linkerscheldeoever naar de oorzaak van de gaswolk, maar dit leverde geen resultaten op. Ze besloten dat de gaswolk niet afkomstig was van een bedrijf op grondgebied Beveren.

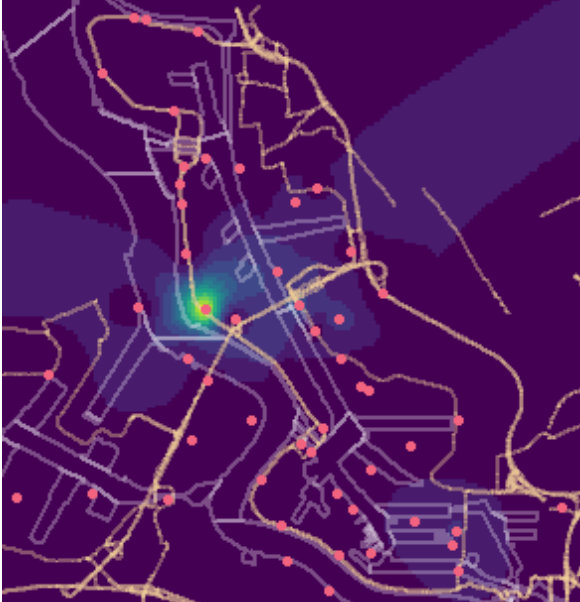
Afgaand op de windroos van onze eerste meetperiode zou je een link kunnen leggen tussen de waargenomen gasgeur in Beveren en de verhoogde concentraties op AT62 (Scheldelaan), AT74 en R822 (Polderdijkweg), AT79 (Emdenweg) en R891 (Scheurweg).

⁷ <https://www.hln.be/beveren/veel-meldingen-voor-gasgeur-maar-oorzaak-niet-achterhaald~a7cdba96/?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

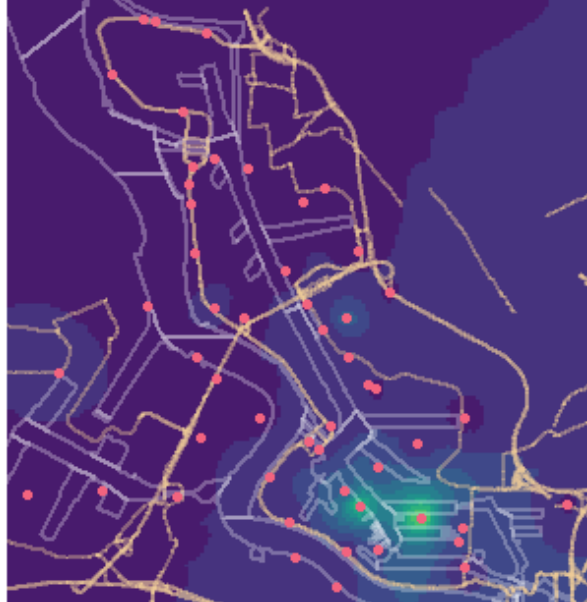


Figuur 77: Interpolatiekaart van 1,2-dichloorethaan, benzeen en n-pentaaan met bijhorende windroos voor meetperiode 1 (01/01/2021-14/01/2021)

1,2-Dichloorethaan



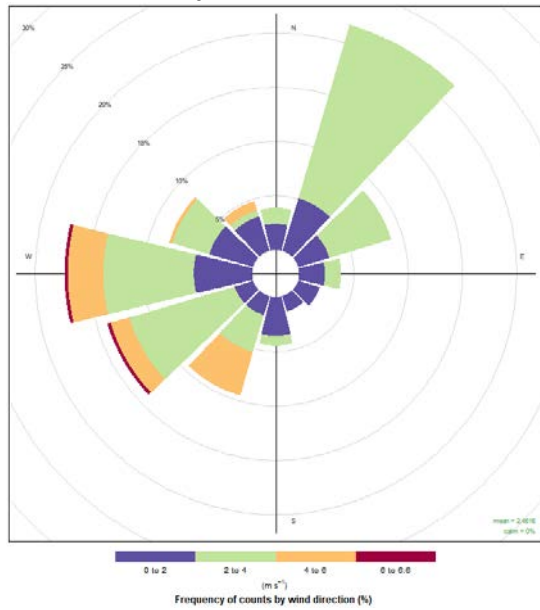
Benzeen



n-Pentaaan

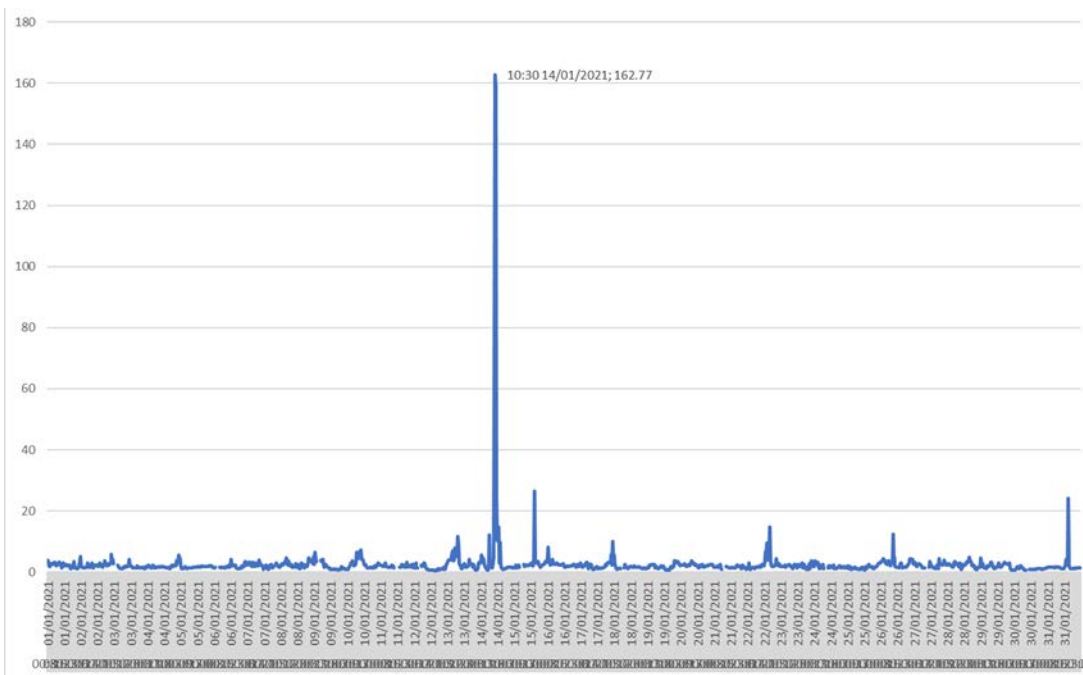


Windroos meetperiode 1



Op 14/01/2021 omstreeks 10u30 universele tijd (11u30 lokale tijd) registreerden we ook een piekwaarde voor benzeen van 163 µg/m³ op het vaste automatische BTEX-station R822 (Polderdijkweg), zie Figuur 78. De pollutieroos⁸ duidde toen een bron ten (zuid)oosten van deze meetplaats aan, wat overeenstemt met de passieve metingen van de campagne.

Figuur 78: Verloop van benzeenconcentratie (in µg/m³) op R822 in januari 2021 (automatische BTEX-metingen)



1.6.5.7.2 Meetperiode 5 (26/02/2021-11/03/2021)

Vanaf 25/02/2021 in de namiddag tot 27/02/2021 's nachts kregen de brandweer en politie verscheidene oproepen binnen over een indringende (gas)geur⁹. Deze geur was waarneembaar in het stadscentrum van Antwerpen en het Eilandje, maar ook in Berchem, Borgerhout, Wilrijk en Linkeroever. Het bleek om een incident met bitumen te gaan, een viskeus vloeibaar mengsel van verschillende koolwaterstoffen die voorkomen in ruwe aardolie. Bitumen is een belangrijk bestanddeel van asfalt en wordt zo toegepast in wegverhardingen, als dakbedekking en als geluidsisolatie. Bij het laden van het product in een vrachtwagen, bij een bedrijf in de haven, gebeurde een fout waardoor een hoeveelheid van het product vrijkwam en de geurwolk richting Antwerpen dreef.

Kijken we naar de windroos van de meetperiode die het beste overeenkomt met het incident (Figuur 79), dan zien we vooral noordoosten- tot noordwestenwind. Dit verklaart de geurhinder vanuit de haven naar de verschillende Antwerpse regio's.

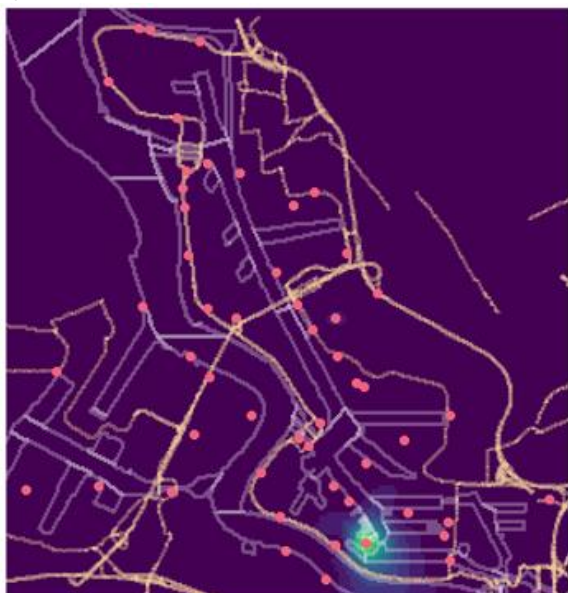
⁸ Een pollutieroos toont de gemeten concentraties volgens de op dat moment heersende windrichting. Potentiële vervuulende bronnen kunnen zo geïdentificeerd worden.

⁹ BE-Alert en https://www.gva.be/cnt/dmf20210225_95747234

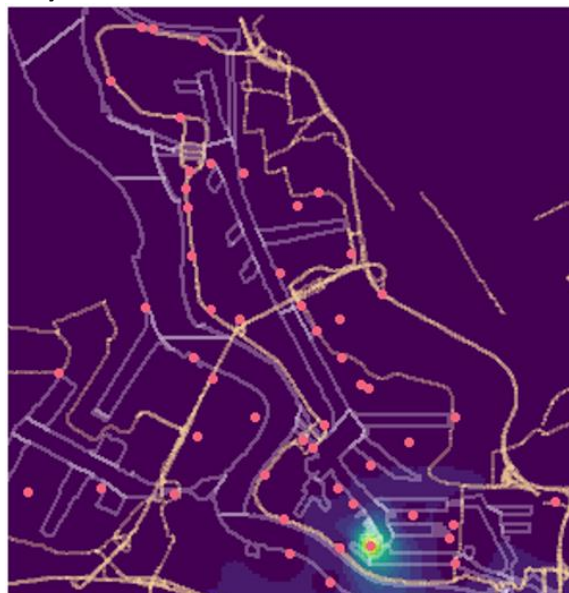
Tijdens meetperiode 5 namen we op AT74 (Polderdijkweg) en AT75 (Industrieweg) – twee locaties in het zuiden van de haven – verhoogde concentraties waar van verschillende VOS-componenten. In Figuur 79 zijn de interpolatiekaarten van enkele ervan weergegeven. Het kan zijn dat het bitumenincident bij één van de bedrijven hier in de buurt plaatsvond.

Figuur 79: Interpolatiekaart van enkele VOS-componenten met bijhorende windroos voor meetperiode 5 (26/02/2021-11/03/2021)

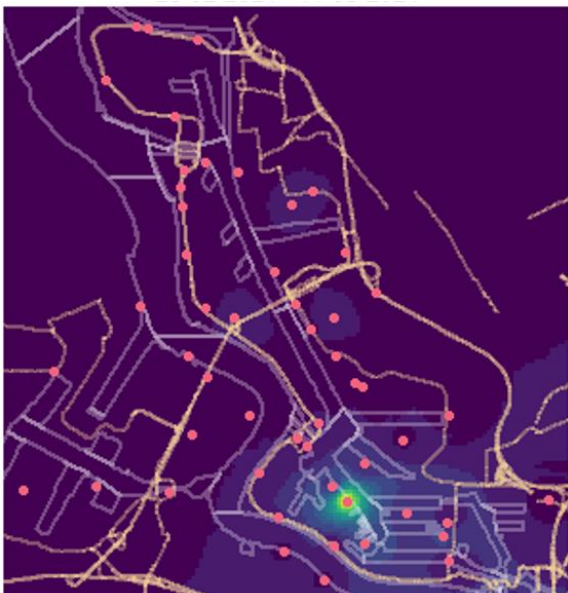
1,2-Dichloorethaan



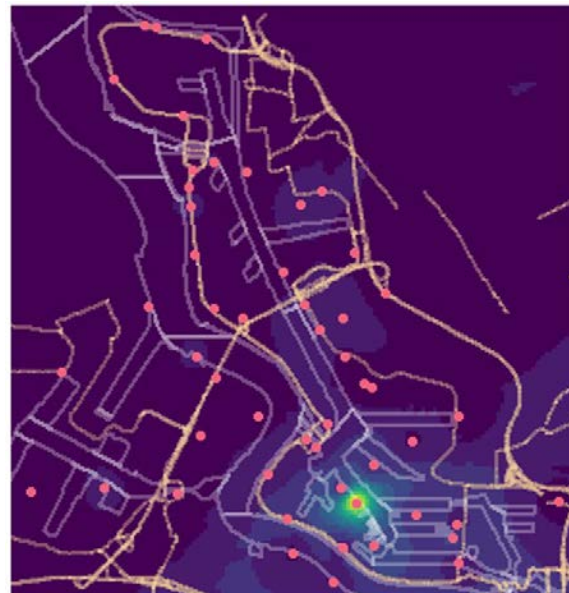
Ethylbenzeen



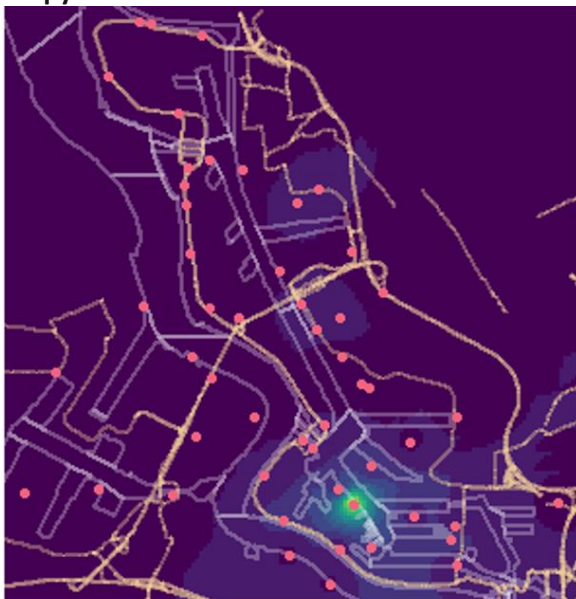
1,2,4-Trimethylbenzeen



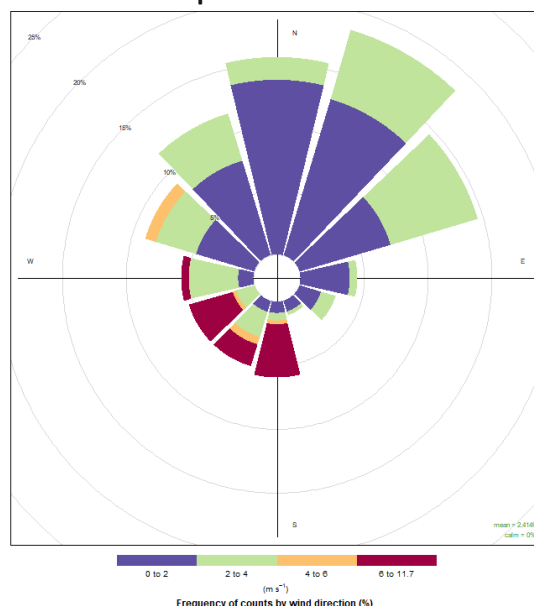
o-Ethyltolueen



Propylbenzeen



Windroos meetperiode 5



1.6.5.7.3 Meetperiode 8 (09/04/2021-22/04/2021)

Op 19 april 2021 hing er in en rond Antwerpen een petroleumgeur. Inwoners uit Borgerhout, Berchem tot zelfs Boechout meldden overlast¹⁰. Op 3 vaste meetlocaties (R822 - Polderdijkweg, AL01 - Wandeldijk en M802 – Havanastraat) maten we verhoogde benzeenconcentraties met de automatische BTEX-monitoren. Samen met het Havenbedrijf Antwerpen, het Havenbedrijf Rotterdam en de Omgevingsdienst Midden- en West-Brabant analyseerden we de waargenomen benzeenpieken.

De analyse gaf aan dat de verhoogde benzeenwaarden het gevolg zijn van twee incidenten. Eén ten Noordwesten van de haven van Rotterdam en één in de haven van Antwerpen:

- Enerzijds was er een mobiele bron (later bleek het om een schip te gaan) die op 19/04/2021 vanaf 5.00u universele tijd (UT) zich noordwaarts begaf en achtereenvolgens hoge piekwaarden veroorzaakte (grootte-orde $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op basis van halfuurwaarden) op de meetplaats op Polderdijkweg (R822) om 5u00 UT, op Havanastraat (M802) om 6u00 UT en op de meetplaats Ossendrecht (Nederland) om 7.00u UT. De concentraties gemeten op R822 verplaatsten zich via de noordwestenwind zuidoostwaarts om daar piekconcentraties te veroorzaken op Wandeldijk (AL01) en later op de dag in Brussel. Op deze meetplaatsen zagen we een duidelijke verdunning van de benzeenconcentraties.
- Anderzijds werd er ook een benzeenpiekwaarde opgetekend in de haven van Rotterdam ter hoogte van Hoek van Holland om 2.00u UT door een noordwestelijk gelegen bron op de Noordzee. Deze benzeenwolk passeerde in de loop van de nacht ook een deel van de haven van Rotterdam en Roosendaal, waar ze opgepikt werd door het sensormetnet. Op de meetplaatsen Polderdijkweg (R822) en Wandeldijk (AL01) was deze wolk te zien als een piekconcentratie benzeen met een grootte-orde van $10\text{-}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ om respectievelijk 8.00u en 9.00u UT. De passage van deze wolk op Ossendrecht viel samen met de piekconcentratie van de mobiele bron waardoor deze gemaskeerd werd.

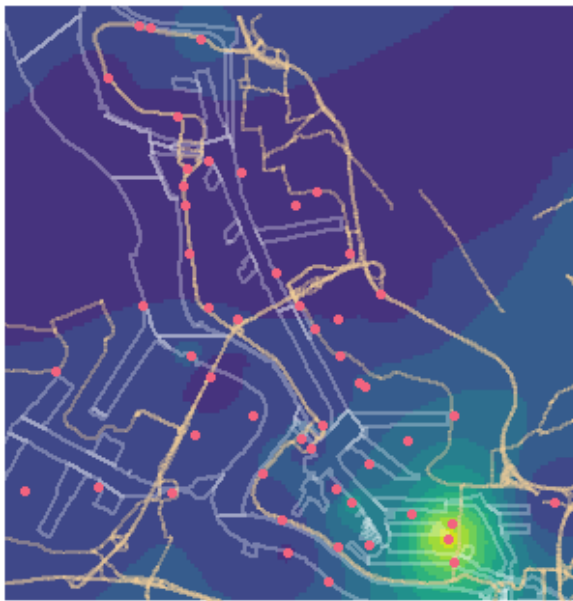
¹⁰ <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2021/04/20/inwoners-antwerpen-klagen-over-geurhinder/>

Wanneer we naar de interpolatiekaart van benzeen van meetperiode 8 (09/04/2021-22/04/2021) kijken, dan zien we enkel licht verhoogde waarden (t.o.v. de volledige meetperiode van de campagne) op de locaties AT75 (Industrieweg) in het zuiden en AT53 (Scheldelaan) in het noorden van de haven (Figuur 80). Kijken we echter naar het verloop van de gemiddelde (twee)weekwaarden van de locaties AT44 – Ordamstraat, M802 – Havanastraat en R822 – Polderdijkweg (dit zijn locaties waar we ook meten met een automatische BTEX-monitor) dan komen de verhoogde benzeenwaarden wel tot uiting.

Verder zagen we tijdens meetperiode 8 (maar ook al tijdens meetperiode 7!) verhoogde concentraties van aceton+acroleïne op R891 (Scheurweg), AT82 (Leon Bonnetweg) en AT76 (Boerinnestraat). Deze locaties liggen ten zuiden van de Oosterweelbrug en ten westen van het Albertdok in het zuidelijk gedeelte van de haven, zie Figuur 80. Ook n-pentaaan vertoonde verhoogde meetwaarden tijdens de achtste meetperiode, vooral in de regio rond R822 (Polderdijkweg) in het zuiden, maar ook op AT62 (Scheldelaan) in het midden van het havengebied. Afgaand op de windroos moeten we de bronnen hiervoor noordwaarts zoeken. Waarschijnlijk hebben ze niets te maken met het benzeenincident dat we hierboven bespraken.

Figuur 80: Interpolatiekaart van aceton+acroleïne, n-pentaaan en benzeen met bijhorende windroos voor meetperiode 8 (09/04/2021-22/04/2021)

Aceton+acroleïne



n-Pentaaan



- Mogelijke bronnen:
 - twee IMJV-bedrijven: Engine Deck Repair in het noordwesten en Vopak Terminal Eurotank in het noordoosten, zuiden en westen
 - wat verder weg in het zuidwesten: een dieselspoorlijn, het Industriedok en het bedrijventerrein van Exxonmobil Petroleum & Chemical - Esso Raffinaderij
 - scheepvaart
- AT69 (Rostockweg) en R822 en AT74 (Polderdijkweg):
 - Meest logische hotspotregio voor VOS in de Antwerpse haven
 - Deze regio is in alle windrichtingen omgeven door één of meerdere mogelijke bron(nen):
 - Exxonmobil Petroleum & Chemical - Esso Raffinaderij en Total Olefins Antwerp in het zuiden. Beide bedrijven zijn emissiebronnen voor benzeen, toluen, xyleen, totaal aromatische VOS en totaal NMVOS.
 - Total Raffinaderij Antwerpen in het westen, ook een bron voor benzeen, toluen, xyleen, totaal aromatische VOS en totaal NMVOS.
 - Sea-Tank 300 en Tecoma in het noorden.
 - Engine Deck Repair in het noordwesten.
 - Vier diesel spoorbundels.
 - Het 6e Havendok, Hansadok en Marshalldok.
- AT82 (Leon Bonnetweg), R891 (Scheurweg) en AT76 (Boerinnestraat):
 - Hier zagen we verhoogde concentraties voor o.a. aceton+acroleïne, acetaldehyde, 3-methylpentaan, m-, p- en o-ethyltolueen, n-hexaan, n-nonaan, n- en iso-pentaan.
 - Vooral locatie AT82 (Leon Bonnetweg) sprong eruit bij de interpolatiekaarten. Dit doet ons vermoeden dat de meeste invloed in deze regio komt uit de richting van het bedrijf ATPC Refinery en/of de spoorbundel op het bedrijventerrein van ATPC.
 - Andere mogelijke bronnen:
 - Total Polymers Antwerp ten zuidwesten van de drie locaties
 - in alle windrichtingen: verschillende diesel spoorbundels en kades en dokken
 - de Oosterweelsteenweg in het oosten
- AT72 (Scheldelaan):
 - Ondanks wekelijkse bemonstering was hier overbelading voor toluen bij 35 van 52 passieve samplers. Gemeten toluenconcentraties zijn hier hoogstwaarschijnlijk onderschat.
 - De dichtstbijzijnde en grootste emissiebron is Total Raffinaderij Antwerpen, met een toluenemissie van 27,441 ton in 2018.
 - Wat verder weg liggen nog Depot KVC (Total Belgium) en Momentive Performance Materials Benelux in het noordwesten (op Linkeroever).
 - Ondanks de mogelijke onderschatting van de gemeten toluenconcentraties denken we niet dat de WGO-advieswaarde van 260 µg/m³/week (of de halfuurwaarde van 1.000 µg/m³) op AT72 werd overschreden.

Incidenten

- Tijdens de VOS-meetcampagne ontvingen we verschillende meldingen en vragen over geurhinder, stofhinder of andere gerelateerde klachten uit de regio Antwerpen.
- Enkele meldingen konden we linken aan verhoogde concentraties van een of meerdere componenten op bepaalde plaatsen. Met behulp van de bijhorende windroos duidden we mogelijke bronnen aan;
- Ook al zijn de meetnetten van de VMM niet gericht op het detecteren van geurhinder, de componenten die we meten kunnen wel een tracer zijn voor de uitstoot van pollutanten die hun geurdrempel overschrijden.



Passieve vs. automatische BTEX-metingen: bruikbaarheid samplers

- De jaargemiddelden van de passieve samplers liggen vaak iets hoger dan de overeenkomstige automatische jaargemiddelden, maar statistisch gezien geven beide meetmethodes hetzelfde resultaat (1 % significantieniveau).
- We mogen passieve samplers gebruiken om jaargemiddelden van benzeen te toetsen aan de Europese grenswaarde.
- Passieve samplers zijn ideaal voor het uitvoeren van screeningcampagnes:
 - Meten is goedkoop, tijdsefficiënt en makkelijk.
 - We kunnen er hotspotzones mee in kaart brengen.
 - we kunnen de metingen linken aan (grote, langdurige) incidenten.



3 AANBEVELINGEN AANPAK VOS

Op basis van de bevindingen bij de VOS-campagne in de Antwerpse haven formuleerden we een aantal aanbevelingen die als inspiratiebron kunnen dienen om maatregelen te formuleren én te concretiseren.

- IMJV-dataset verder optimaliseren o.a. door correctere aanduiding XY-coördinaten emissiepunten, nagaan of meetgegevens beschikbaar bij de Afdeling Handhaving gekoppeld kunnen worden aan de IMJV-gegevens, bij voorkeur gemeten niet-geleide emissies opnemen in plaats van theoretisch ingeschatte waarde.
- Meten/aanpak emissies. Een juister beeld krijgen van de emissies door opleggen van de CEN-norm voor meten diffuse emissies via VLAREM of individuele vergunningen. Emissies voorkomen door verplicht gebruik van lekdichte apparatuur via VLAREM of de milieuvergunning en door het opleggen van een minimalisatieverplichting of reductieplan voor de uitstoot van CMR-stoffen. Evaluatie van de emissiegrenswaarden voor geleide emissies en de emissiedrempels voor rapportering aan het IMJV.
- IFDM-modellering optimaliseren door lijnbronnen toe te voegen. Nagaan of inverse modellering toegepast kan worden.
- Aandachtzones: verder onderzoek om de bronnen te achterhalen door het uitvoeren van emissiemetingen en extra metingen van de luchtkwaliteit.
- Meetstrategie VOS herzien. Bv. meetapparatuur inzetten die concentraties registreert over een kortere tijdsperiode (uursniveau met BTEX-monitor, dagniveau met actieve VOS-toestellen), nagaan of sensoren ingezet kunnen worden.



BIJLAGEN



bijlage 1 Informatie over geaccrediteerde metingen (normen ISO/IEC 17025:2017)

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 ; 12 % bij daggemiddelde van 125 µg/m ³	volgens EN14212	ja ¹ nee	ja
SO ₂	42401	µg/m ³	APSA-370	UV-fluorescentie	EN14212	15 % bij uurgemiddelde van 350 µg/m ³ ; 11 % 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	volgens EN14211	ja ¹ nee	ja

o-xyleen	45204	µg/m ³	AirmoBTX GC 866	vlamionisatiedetector (FID)	EN14662-3	19%	volgens EN14662-3	nee	nee	n.v.t
----------	-------	-------------------	-----------------	-----------------------------	-----------	-----	-------------------	-----	-----	-------

¹: BELAC 456-TEST - VMM Dienst Lucht.

Semiautomatische meetnetten

parameter	SAROAD-code	eenheid	toesteltype bemonstering	meetprincipe analyse	volgens norm	meetonzekerheid	bepaling meetonzekerheid	onder accreditatie	uitbesteding
dioxines	16930	pg TEQ/(m ² .dag)	Bergerhoff kruik	HRGC/MS	EPA 1613	24%	$z_{tot} = 2 \sqrt{(CV_{RW})^2 + (z_{bias})^2}$	ja ¹	ja
coplanaire PCB	16954	pg TEQ/(m ² .dag)	Bergerhoff kruik	HRGC/MS	EPA 1613	37%	$z_{tot} = 2 \sqrt{(CV_{RW})^2 + (z_{bias})^2}$	ja ¹	ja
benzeen	45201	µg/m ³	passieve sampler met Carbograph 4	ATD + GC	EN 14662-4	22%	NEN 7779 (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 7779 (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 7779 (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 7779 (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 7779 (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 7779 (2008), incl. ENV 13005 en ISO 5725	ja ²	nee



methylethylketon	43552	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
propionaldehyde	43504	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
tolualdehyde	45504	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	passieve sampler met DNPH	LC-UV	EN 14662-4	50%	nog te berekenen	nee	nee
valeraldehyde	43518	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	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.



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.

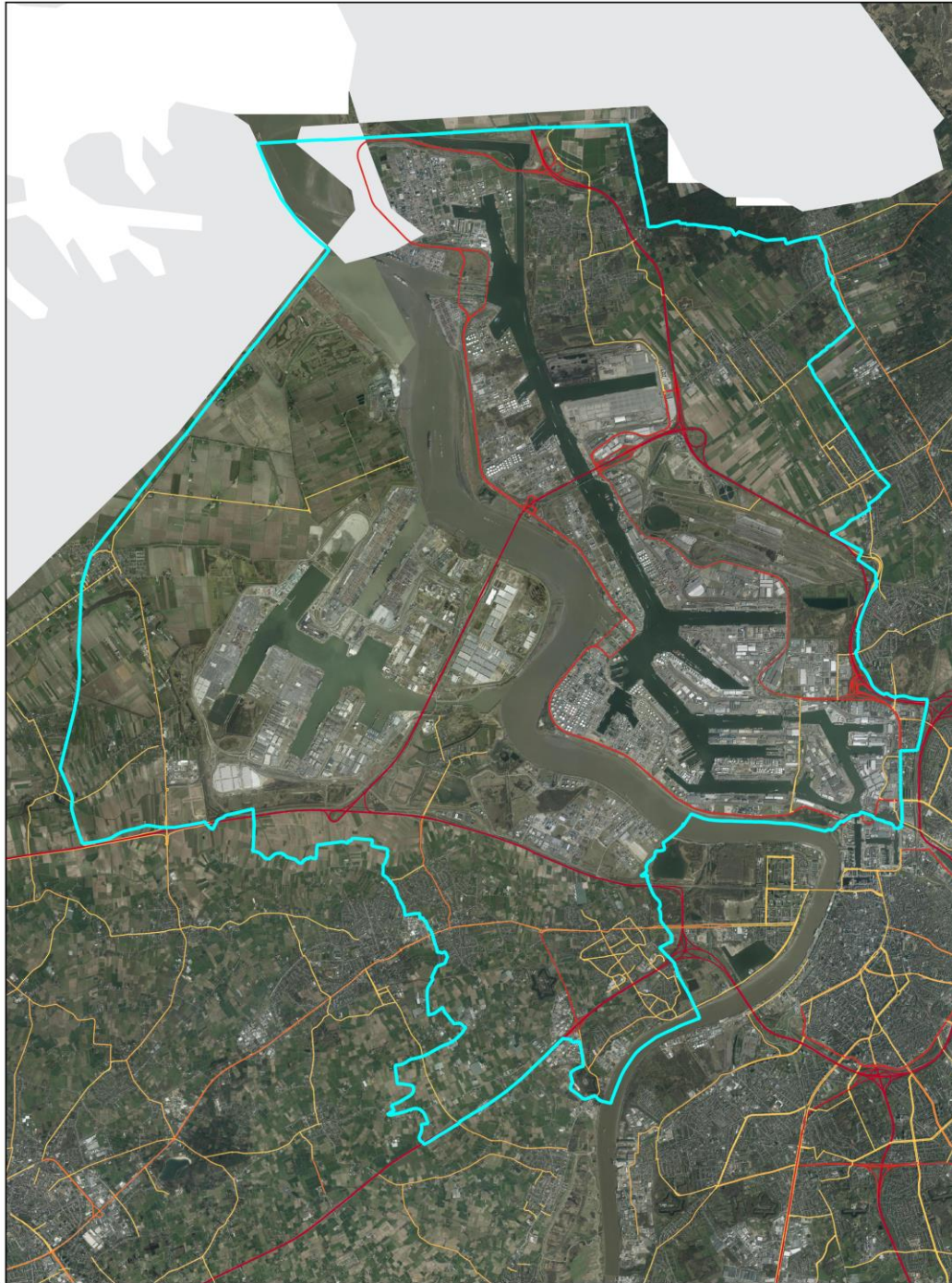
Daarnaast is binnen het Antwerpse havengebied voor de Europese commissie een luchtkwaliteitszone gedefinieerd. Hiervoor is een regio gedefinieerd, de zone BEF01S, waarbinnen een aantal meetplaatsen ook gerapporteerd worden aan Europa. Die meetplaatsen zijn vooral gericht op representativiteit voor de 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 81 toont de Antwerpse haven met daarbinnen aangeduid de afbakening van de luchtkwaliteitszone BEF01S.



Figuur 81: 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 (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 vertering 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

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

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

Stikstofoxiden worden voornamelijk uitgestoten bij verbrandingsprocessen op hoge temperaturen.

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.



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.

Zelfs al voor de geboorte veroorzaakt fijn stof negatieve effecten. Onderzoek¹¹ toonde namelijk aan dat een foetus via de moeder al zeer vroeg in de ontwikkeling in aanraking komt met luchtvervuiling, doordat fijn stof-roetdeeltjes doordringen tot de placenta en zich daar opstapelen, met negatieve invloeden op de ontwikkeling van de foetus.

Blootstelling aan PM_{2,5} wordt ook in verband gebracht met een verhoogd risico op hersenaandoeningen zoals de ziekte van Alzheimer.

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 mens¹². Belangrijk is dat fijn stof niet enkel kan leiden tot longkanker; een langdurige blootstelling kan ook borstkanker en kankers van het spijsverteringsstelsel veroorzaken¹³. Midden 2012 classificeerde het IARC ook al dieseluitleatgassen als kankerverwekkend voor de mens. Dieselwagens stoten – ten opzichte van benzine wagens – veel meer stikstofoxiden en roetdeeltjes uit.

¹¹ Bové H. et al. 2019. Ambient black carbon particles reach the fetal side of human placenta. *Nature Communications* 10:3866.

<https://www.nature.com/articles/s41467-019-11654-3.pdf>

¹² WHO, Kurt Straif, Aaron Cohen, Jonathan Samet. *Air pollution and cancer*.

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

¹³ 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

Gemiddeld verlies van 14 gezonde maanden

De dienst Milieuraapportering 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 werden¹⁴. Gemiddeld verliest een Vlaming 14 gezonde maanden over heel zijn leven bij 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 (COPD¹⁵) 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 Dioxines en PCB's

Dioxines en polychloorbifenylen (PCB's) zijn een groep stoffen waarvan een deel toxisch zijn.

Dioxines is een verzamelnaam voor zo'n 210 verschillende scheikundige stoffen. Tot deze groep behoren de polychloordibenzo-p-dioxines (PCDD's) en de polychloordibenzofuranen (PCDF's). Het zijn vlakke moleculen met 2 benzeenringen, 4 chlooratomen en 1 of 2 zuurstofbruggen voor respectievelijk de PCDF en PCDD. Van alle PCDD's is de 2,3,7,8-tetrachloordibenzo-p-dioxine, of kortweg 2,3,7,8-TCDD de meest toxische. In totaal bestaan er 17 giftige dioxines met chlooratomen op de 2,3,7- en 8-plaatsen. Dioxines ontstaan bij onvolledige of niet-efficiënte verbranding van organisch materiaal dat chloor bevat.

PCB's is een verzamelnaam voor zo'n 209 verschillende stoffen. 12 hiervan zijn uiterst giftig en staan bekend als de dioxineachtige PCB's. Ze hebben eenzelfde werking als de dioxines. PCB's werden door de mens geproduceerd en hadden diverse industriële toepassingen. Sinds de jaren tachtig is er een verbod op hun productie. PCB's breken nauwelijks af, we vinden ze nog steeds in het milieu.

Niet alle dioxines en PCB's zijn even schadelijk. De toxiciteit van deze verbindingen wordt weergegeven door de toxische equivalentiefactor of TEF. Hoe hoger de TEF, hoe giftiger de verbinding. De TEF's gedefinieerd door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) worden meestal als standaard gehanteerd. Afgekort spreekt

¹⁴ MIRA (2019), *Verloren gezonde levensjaren (DALY's) door fijn stof*

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

¹⁵ Chronic Obstructive Pulmonary Disease

men van WGO-TEF. De VMM hanteert de TEF's die de WGO definieerde in 1998. Om de toxiciteit van een dioxine- en/of PCB-mengsel met elkaar te vergelijken, worden de resultaten uitgedrukt in toxische equivalenten (TEQ). Hierbij vermenigvuldigt men de concentratie van elke afzonderlijke verbinding met zijn respectievelijke toxiciteitsfactor.

Vooralschrootbedrijven stoten dioxines en PCB's uit in de lucht waarna ze binden op stofdeeltjes. Dit stof valt op zijn beurt neer op gewassen die als voeding dienen voor mens en dier. Vervolgens binden de dioxines en PCB's zich op dierlijke lichaamvetten waarna de mens deze, na consumptie van dierlijke producten zoals vlees, vis en zuivelproducten, opneemt. Net omdat de opname voornamelijk gebeurt via voeding, is het belangrijk dat ze niet voorkomen in agrarische gebieden en woonzones.

De VMM meet dioxines en PCB's in neervallend stof, ook depositie genoemd. Zo bepaalt ze in welke mate deze stoffen uit de lucht kunnen neerslaan en er een potentieel risico is tot opname via de voedselketen. De resultaten zeggen iets over de kwaliteit van de omgevingslucht. De analyse gebeurt isomeer specifiek voor alle 17 toxische dioxines en 12 dioxineachtige PCB-verbindingen, met behulp van een gaschromatograaf gekoppeld aan een hoge resolutie massaspectrometer (GC-HRMS). De depositieresultaten zijn uitgedrukt in picogram toxische equivalenten per vierkante meter per dag (pg TEQ/(m².dag)).

3.5 Vluchtige organische stoffen - VOS

Vluchtige organische stoffen (VOS) omvatten een groot aantal componenten die als gassen of dampen in de omgevingslucht voorkomen. Ze behoren tot bepaalde klassen naargelang ze enkel de elementen koolstof en waterstof bevatten of ook heteroatomen waaronder zuurstof, stikstof, halogenen en zwavel.

Sommige VOS-componenten zoals benzeen en vinylchloride zijn kankerverwekkend en werken rechtstreeks in op de gezondheid. Daarnaast hebben VOS een onrechtstreeks effect op het milieu door hun aandeel in de fotochemische luchtverontreiniging. Samen met stikstofoxiden vormen ze, op warme dagen, onder invloed van zonnestralen immers ozon en oxidanten die de gezondheid, gewassen en materialen schade toebrengen. Ook hebben ze een aandeel in de fijnstofproblematiek door de vorming van secundair fijn stof.



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.

WGO scherpt normen aan

Op basis van nieuwe wetenschappelijke studies rond gezondheidseffecten van pollutanten, blijkt dat de uitstoot van schadelijke stoffen de gezondheid meer schaadt dan eerder was gedacht, daarom stelde de Wereldgezondheidsorganisatie op 22 september 2021 nieuwe advieswaarden voor die voor verschillende stoffen verstrengd werden. In dit rapport wordt aan deze verstrengde advieswaarden getoetst.

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 21: Regelgeving voor SO₂ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2000 en 2021)

	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	40 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 Stikstofdioxiden – NO/NO₂

De Europese richtlijn 2008/50/EG legt grenswaarden en een alarmpiegel 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.

De Europese regelgeving is gebaseerd op de WGO-advieswaarden uit 2005.

Tabel 22: Grenswaarden en alarmpiegel 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
	Alarmpiegel	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.

In tegenstelling tot de Europese regelgeving definieert de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) geen alarmpiegel en laat ze geen enkele overschrijding toe van het uurgemiddelde van 200 µg/m³, zie onderstaande tabel. Daarnaast herzag ze in 2021 enkele advieswaarden: de jaaradvieswaarde werd verlaagd van 40 naar 10 µg/m³ en ze definieerde een dagadvieswaarde van 25 µg/m³, met maximaal 3 overschrijdingen op jaarbasis.



Tabel 23: Advieswaarden voor NO₂ en kritiek niveau voor NO_x (WGO 2000 en 2021)

Polluent	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
NO ₂	Advieswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 uur	200 µg/m ³
		1 dag	25 µg/m ³ max. 3 overschrijdingen per jaar
		Jaar	10 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}

4.3.1 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 werden verstrengd in 2021 en zijn veel lager dan de Europese grenswaarden. De WGO baseert zich enkel op gezondheidsstudies.

Tabel 24: Regelgeving voor PM₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2021)

	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	45 µg/m ³ ; max. 3 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	15 µg/m ³

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

4.3.2 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 25: Europese regelgeving voor PM_{2,5} (2008/50/EG)

EU-regelgeving (2008/50/EG)	Middelingsstijd	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 2021 nieuwe, strengere advieswaarden voor PM_{2,5} op.

Tabel 26: Advieswaarden voor PM_{2,5} (WGO 2005)

WGO-advieswaarden (WGO 2021)	Middelingsstijd	Doelstelling
Advieswaarde	Jaar	5 µg/m ³
	Dag	15 µg/m ³ - max. 3 overschrijdingen per jaar

4.3.3 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 Dioxines en 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 17 dioxines en 12 dioxineachtige PCB's;
- metingen in agrarische gebieden en woonzones: dit zijn gebieden die een link hebben met de voedselketen.

in een afgebakend gebied. Via een verdere bewerking (interpolatie) krijgen we een gedetailleerde concentratiekaart met een hogere resolutie van bv. $10 \times 10 \text{ m}^2$ voor visualisatie.

Gaussisch pluimmodel

IFDM gebruikt een gaussisch pluimmodel als verspreidingsmodel. Daarbij is de concentratie in de pluim gaussisch verdeeld rond de pluimas in zowel horizontale als verticale richting. Het model gaat dus uit van een in tijd en ruimte constante meteo en is bijgevolg niet geschikt voor berekeningen van ogenblikkelijke concentraties. Met de basisvergelijking van het model worden uurgemiddelden uitgerekend, op basis van uurgemiddelde meteo. De basisvergelijking houdt geen rekening met eventuele verwijdering door neerslag (droge en natte depositie) en chemische omvorming van componenten in de atmosfeer.

De onzekerheid op de berekende resultaten wordt enerzijds veroorzaakt door de nauwkeurigheid van de inputgegevens, anderzijds door de beperkingen van het model.

Inputgegevens

De meteorologie (windrichting, windsnelheid, stabiliteit van de atmosfeer en neerslag) is een erg belangrijke parameter in de verspreiding van de pollutanten in de atmosfeer. Het is daarom belangrijk te kunnen beschikken over kwaliteitsvolle en representatieve meteodatasets. In IFDM zit een routine om de meteorologische gegevens van een gewone meteomast om te zetten naar de Bultynck-Malet stabiliteitsklassen.

Daarnaast zijn emissiegegevens voor de te modelleren bronnen nodig. Hiermee bedoelen we onder meer emissievrachten, schoorsteenkarakteristieken voor geleide emissiebronnen en de ligging en grootte van niet-geleide emissiebronnen. IFDM veronderstelt een in de tijd constant massadebiet. Binnen één meteo-uur wordt daarom de emissie continu verondersteld.

IFDM biedt de mogelijkheid om voor pollutanten achtergrondconcentraties in rekening te brengen. Op die manier kan de gebruiker de totale (jaargemiddelde) concentratie laten berekenen als de som van de Vlaamse achtergrondconcentratie en de voorgrondconcentratie van het doorgerekende project.

Modelbeperkingen

IFDM is een relatief eenvoudig model dat in de meerderheid van de gevalstudies waar luchtverspreidingsberekeningen moeten worden uitgevoerd zal voldoen. Het is evenwel belangrijk de beperkingen van dit model goed te begrijpen, en het dan ook enkel te gebruiken in situaties die daartoe geschikt zijn. Zo zijn/is:

- geen berekeningen mogelijk bij veranderlijke windrichting;
- berekeningen op afstanden groter dan 20 km van de bron weinig betrouwbaar;
- berekende concentraties in het zog van een obstakel niet accuraat;
- berekeningen op erg geaccidenteerd terrein niet mogelijk (hetgeen in Vlaanderen evenwel maar op weinig plaatsen het geval is);
- de resolutie van het IFDM-rekenrooster zelf in te stellen, maar dichtbij de bron (afstand bron-receptor kleiner dan hoogte van de bron) zijn de berekende waarden verbonden met grotere onzekerheden. Als vuistregel kan worden gesteld dat voor hoge bronnen de resultaten betrouwbaar zijn vanaf 100 m van de bron. Voor diffuse emissies op lage hoogtes zijn de resultaten betrouwbaar vanaf ongeveer 10 m;



- IFDM ontworpen voor passieve (niet-reactieve) pollutanten. IFDM houdt geen rekening met (foto)chemische reacties. Een uitzondering hierop is de chemische reactie tussen NO₂-, NO- en O₃-concentraties onder invloed van zonlicht en warmte.

5.3 ATMO-Street-model

De VMM meet op heel wat plaatsen de luchtkwaliteit. Op plaatsen zonder metingen gebruikt de VMM modellen die de luchtkwaliteit inschatten. Het model ATMO-Street wordt ingezet voor stoffen met een belangrijke impact op de gezondheid namelijk stikstofdioxide, zwarte koolstof (roet) en fijn stof.

ATMO-Street is de naam voor de modelketen RIO-IFDM-OSPM.

- RIO: via een ruimtelijk interpolatiemodel wordt de luchtkwaliteit in heel Vlaanderen ingeschat op basis van de luchtkwaliteitsmetingen.
- IFDM: berekent de lokale luchtkwaliteit op basis van meteorologische gegevens en de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen.
- OSPM: berekent de impact van het streetcanyon-effect.

RIO gebruikt meetresultaten en schat daarmee de luchtkwaliteit in heel Vlaanderen op een 'slimme' manier. Slim, omdat RIO ook informatie over landgebruik mee in rekening neemt. Dat is nodig want er bestaat een relatie tussen luchtkwaliteit en landgebruik. Zo is er meer luchtvervuiling in gebieden met veel bewoning en verkeer (zoals steden), dan op plaatsen in bosrijke zones. RIO maakt een inschatting van de 'achtergrondconcentraties' voor gebieden met een oppervlakte van 4x4 km². Binnen zo'n rooster cel van 4x4 km² kan RIO geen onderscheid maken tussen bijvoorbeeld kleinere bosgebieden en meer verstedelijkte gebieden of plaatsen met veel verkeer, we krijgen 1 waarde per rooster cel. Daarom combineren we dit met het IFDM-model.

IFDM berekent de impact van de uitstoot van punt- en lijnbronnen op de luchtkwaliteit in de onmiddellijke omgeving van die puntbronnen (bv. een fabrieksschouw) of lijnbronnen (bv. uitstoot van het verkeer op een weg of een deel van een weg). Het IFDM-model gebruikt ook meteorologische gegevens. Zo beïnvloeden de windsnelheid en windrichting de verspreiding van de luchtvervuiling. Ook de temperatuur heeft een effect op de snelheid waarmee stoffen chemisch veranderen in de atmosfeer, zoals dit het geval is bij stikstofdioxide en ozon. De punten waarvoor IFDM-berekeningen plaatsvinden, zijn het dichtst geconcentreerd langs wegen en in de buurt van industrie. Via een verdere bewerking (interpolatie) krijgen we een gedetailleerde concentratiekaart met een hogere resolutie van bv. 10 x 10 m² voor visualisatie. Het IFDM dispersiemodel is echter een '*open street*' model en houdt geen rekening met obstakels zoals bomen, geluidsschermen, gesloten huizenrijen... Hierdoor onderschat RIO-IFDM de concentraties in *street canyons*. In deze smalle straten is de natuurlijke ventilatie beperkt waardoor de luchtvervuiling zich opstapelt.

Het **OSPM**-model komt hieraan tegemoet. Dit model gebruikt gedetailleerde informatie over de straatconfiguratie. Deze berekening wordt toegepast voor alle straten die als *street canyon* worden beschouwd. Zo kunnen we de slechtere verdunning van de luchtvervuiling in deze straten in rekening brengen en krijgen we een juister beeld van de luchtkwaliteit tot op straatniveau.



De ATMO-Streetkaarten 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.

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

- met tijdelijke verkeerssituaties (bv. omleidingen of files) wordt geen rekening gehouden;
- de impact van nieuwe verkeerssituaties (nieuwe wegen, mobiliteitsplannen in uitvoering,...) zijn niet altijd 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 en 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 4x4 km²).



