



Vlaanderen
is milieu

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven

jaarrapport 2023

DOCUMENTBESCHRIJVING

Titel

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven – jaarrapport 2023

Samenstellers

Kern Lucht, VMM
Dienst Luchtkwaliteit

Inhoud

Dit rapport beschrijft de luchtkwaliteit in de Antwerpse haven in 2023. De VMM mat er de polluenten zwaveldioxide, stikstofoxides, fijn stof, zwarte koolstof, vluchtige organische stoffen, dioxines en PCB's en PFAS. 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.

Foto cover

Jordy Vercauteren

Wijze van refereren

Vlaamse Milieumaatschappij (2024), Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven - jaarrapport 2023

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/2024/6871/023

SAMENVATTING

In 2008 sloten het bestuur van de Antwerpse haven, de gemeente Beveren en de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) een overeenkomst af om de luchtkwaliteit te meten en te beoordelen. Hiervoor richtte de VMM in 2008 extra meetplaatsen op in het Antwerpse havengebied met cofinanciering van het Havenbedrijf Antwerpen en de gemeente Beveren. In 2017 werd een aanvullende samenwerkingsovereenkomst gesloten met het Havenbedrijf Antwerpen, waarbij onder andere regelingen werden getroffen voor de zwartekoolstofmetingen.

Dit rapport beschrijft de resultaten van de luchtkwaliteitsmetingen en -modelleringen in 2023 in de Antwerpse haven, aangevuld met de emissiecijfers (uitstootcijfers) verzameld en ingeschat door de VMM. De vermelde emissiedata zijn voor 2022. Dit zijn de meest recent bekende gegevens. Per pollutant werden de meetresultaten van het havengebied vergeleken met het Vlaamse stedelijk en landelijk gemiddelde.

In dit rapport is er specifieke aandacht voor de vluchtige organische stoffen. In 2021 mat de VMM op 50 extra meetplaatsen vluchtige organische stoffen. Uit deze screeningscampagne kwamen een aantal aandachtsgebieden met sterk verhoogde meetwaarden naar voor. Daarop initieerde de VMM een aantal acties om de VOS-concentraties in de omgevingslucht te verminderen. Een van de acties was het opstarten van extra meetplaatsen om de bron(nen) aan te duiden. Deze resultaten worden besproken, samen met de voortgang van de andere acties.

Ook de PFAS-metingen komen aan bod. De VMM voerde metingen uit nabij 3M en de Oosterweelwerken en op andere plaatsen in de haven van Antwerpen.

1. Samenvattende tabel luchtkwaliteit

Onderstaande tabel vat de besproken polluenten samen waarvoor er een regelgeving of advieswaarde bestaat. Hierbij toetsen we alleen de meetplaatsen waar volgens de Europese richtlijn de luchtkwaliteit beoordeeld moet worden. Industriële brongerichte meetplaatsen, waar de representativiteit voor de blootstelling in woonzones eerder beperkt is, worden in deze tabel niet beoordeeld.

De tabel toont voor elke pollutie:

- of de meetplaatsen voldoen aan de huidige Europese grenswaarden, de nieuwe Europese grenswaarden die in 2030 gehaald moeten worden en de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO)
- het verschil in de gemeten concentratie in vergelijking met 10 jaar geleden (gemiddeld over alle meetplaatsen in dit rapport)
- de belangrijkste emissiebronnen van die pollutant in de Antwerpse haven

Een uitgebreidere bespreking staat in de tekst van de samenvatting en het rapport zelf.

De Europese grenswaarden zijn wettelijk bindend, de WGO-advieswaarden zijn niet bindend. In het Vlaams luchtbeleidsplan is het voldoen aan de WGO-advieswaarden wel opgenomen als langetermijndoelstelling (2050).

De Europese Commissie lanceerde in oktober 2022 een voorstel voor herziening van de richtlijnen Luchtkwaliteit. De Raad van de Europese Unie keurde de nieuwe luchtkwaliteitsrichtlijn op 14 oktober 2024 definitief goed. Toetsen we de resultaten van 2023 aan die nieuwe regelgeving, dan halen niet alle meetplaatsen de doelstellingen voor PM₁₀, PM_{2,5} en NO₂. Dit betekent dat er extra inspanningen nodig zijn om deze doelstellingen in 2030 wel te halen.

In het rapport zelf toetst de VMM de data van 2023 alleen aan de huidige EU-regelgeving en de WGO-advieswaarden.

Het valt op dat in 2023 de luchtkwaliteit er voor bijna alle stoffen op vooruit ging. De belangrijkste verklaringen hiervoor zijn de dalende uitstoot en het gunstige weer met weinig lange smogepisodes. In vergelijking met voorgaande jaren waren er in 2023 veel dagen met neerslag en weinig windstille dagen. Beide zijn goed voor de luchtkwaliteit omdat regen en wind zorgen voor uitwassing en verdunning van luchtvervuiling.

Polluent	Middelingstijd	EU-huidige regelgeving doelstelling gehaald	EU-regelgeving 2030 doelstelling gehaald	WGO-advieswaarden doelstelling gehaald	Concentratieverschil voorbij 10 jaar virtuele meetplaats haven	Belangrijkste bronnen
SO ₂	uur	V	V		-40%	energiesector
	dag	V	V	V		
	jaar	-	V			
NO ₂	uur	V	V	V	-34%	industrie verkeer energie
	dag	-	V	X		
	jaar	V	X	X		
PM ₁₀	dag	V	V	X	-33%	industrie verkeer energiesector
	jaar	V	X	X		
PM _{2,5}	dag	-	V	X	-31%	verkeer industrie
	jaar	V	X	X		
zwarte koolstof	-				-53%	verkeer
benzeen	jaar	V	V		geen virtueel gemiddelde	energiesector
tolueen	half uur - week	-	-	V	geen virtueel gemiddelde	industrie
kwik	jaar	-	-	V	geen virtueel gemiddelde	industrie

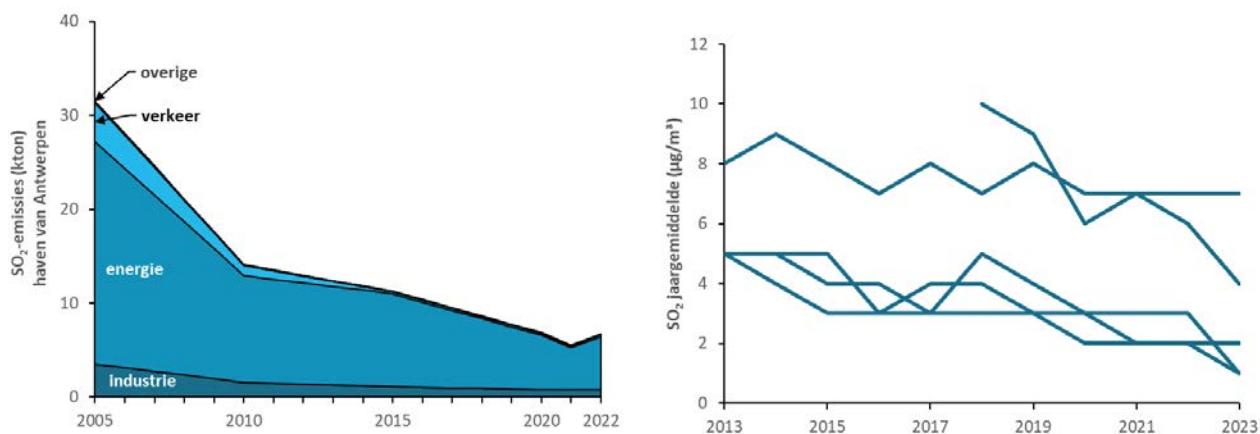
V: alle meetplaatsen halen de doelstelling

X: minstens 1 meetplaats haalt de doelstelling niet

- : geen regelgeving

1. Zwaveldioxide – SO₂

Samenvattende figuur voor SO₂. Links: de belangrijkste emissiebronnen van SO₂ en hun evolutie sinds 2005 – Rechts: evolutie van jaargemiddelde concentratie SO₂ (alle meetplaatsen in dit rapport) sinds 2013



Petroleumraffinaderijen zijn belangrijkste bron

- In 2022 bedroeg de emissie van SO₂ in de Antwerpse haven 6.722 ton. Dat was 36 % van de totale Vlaamse SO₂-emissie.
- De energiesector is door de petroleumraffinaderijen met 84 % de belangrijkste bron, gevolgd door industrie met 12 %.
- De emissie is in de periode 2005-2022 met 79 % gedaald. De emissie van de energiesector daalde het sterkst.

Meetplaatsen respecteren luchtkwaliteitsdoelstellingen

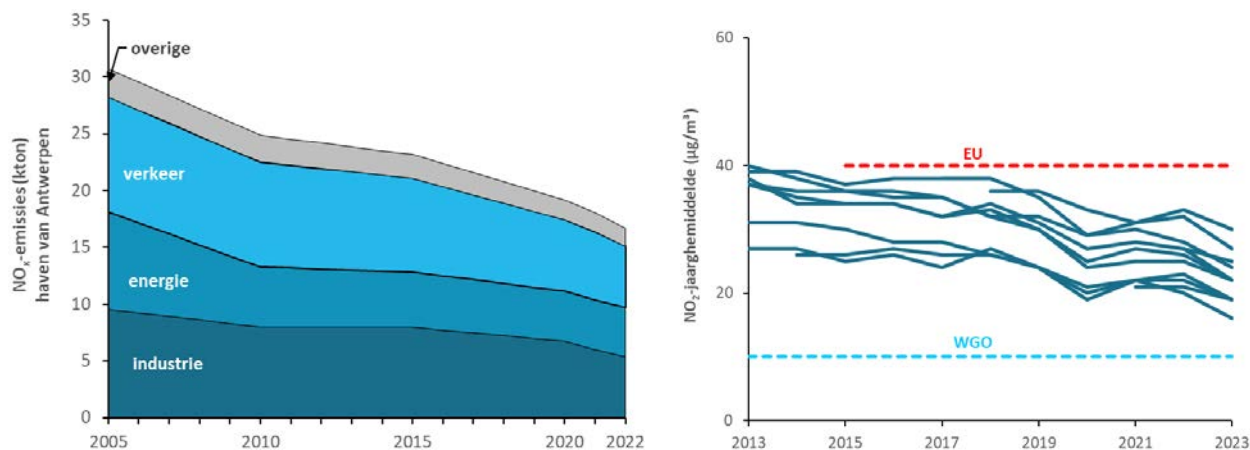
- De Europese grenswaarden voor uur- en daggemiddelden en de alarmdrempel bleven gerespecteerd, ook op industriële meetplaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden.
- Op geen enkele meetplaats was het daggemiddelde hoger dan de WGO-advieswaarde van 40 µg/m³.
- De hoogste concentraties meten we nabij de raffinaderijen.

SO₂-concentraties in omgevingslucht nemen af

- In vergelijking met 10 jaar geleden, ligt het gemiddelde van alle SO₂-meetplaatsen in de haven 40 % lager.

2. Stikstofdioxide – NO₂

Samenvattende figuur voor NO₂. Links: belangrijkste emissiebronnen van NO₂ en hun evolutie sinds 2005 – Rechts: evolutie jaar-gemiddelde concentratie NO₂ (alle meetplaatsen in dit rapport) sinds 2013, met EU-grenswaarde en WGO-advieswaarde



Industrie en (scheeps)verkeer zijn belangrijkste bronnen

- In 2022 bedroeg de emissie van NO₂ in de Antwerpse haven 16.667 ton. Dat was 18 % van de totale Vlaamse NO₂-emissie.
- Industrie en verkeer dragen elk voor een derde bij, de energiesector voor een kwart. Bij verkeer is de scheepvaart de voornaamste bron, bij de energiesector zijn dit de raffinaderijen.
- De emissie is in de periode 2005-2022 met 46 % gedaald. Bij de sectoren verkeer, energie en industrie zien we een sterke daling.

EU-grenswaarden gehaald, WGO-advieswaarden niet

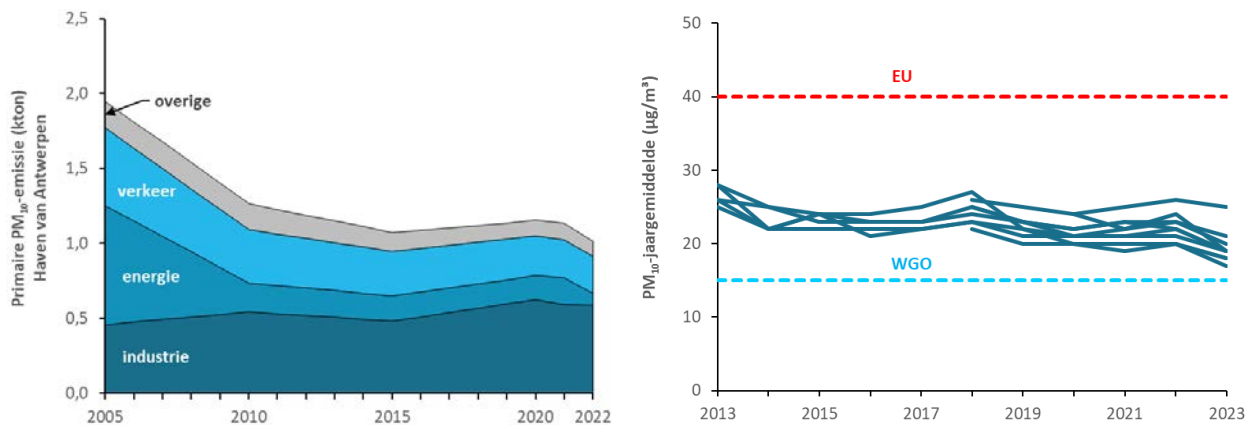
- De Europese grenswaarden voor uur- en jaargemiddelden en de alarmdrempel bleven gerespecteerd, ook op industriële meetplaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden.
- De WGO-uuradvieswaarde werd overschreden op 2 meetplaatsen, de WGO-advieswaarden voor dag- en jaargemiddelden op alle meetplaatsen. In heel Vlaanderen wordt de jaaradvieswaarde op het merendeel van de meetstations overschreden en is er maar één meetstation dat de dagadvieswaarde haalt.
- De hoogste concentraties meten we in het centrum van de haven maar modellering geeft aan dat ook wegverkeer lokaal voor verhoogde concentraties kan zorgen.

NO₂-concentraties nemen met een derde af

- In de periode 2013-2023 nam de NO₂-concentratie in de Antwerpse haven met een derde af, deze daling is minder sterk dan de halvering die we op de stedelijke en landelijke meetplaatsen zien.
- Het NO₂-gemiddelde in de Antwerpse haven lag in 2023 een vierde hoger dan het Vlaams stedelijk gemiddelde.

3. Fijn stof - PM₁₀

Samenvattende figuur voor PM₁₀. Links: belangrijkste emissiebronnen van PM₁₀ en hun evolutie sinds 2005 – Rechts: evolutie jaar-gemiddelde concentratie PM₁₀ (alle meetplaatsen in dit rapport) sinds 2013, met EU-grenswaarde en WGO-advieswaarde



Industrie blijft belangrijkste bron van primair fijn stof en ook grote leverancier van secundair stof

- In 2022 bedroeg de emissie van **primair PM₁₀** in de Antwerpse haven 1.016 ton. Dat was 6 % van de totale Vlaamse PM₁₀-emissie.
- Industrie is met 58 % de belangrijkste bron van primair stof, gevolgd door verkeer met 24 %.
- De emissie is in de periode 2005-2022 met 48 % gedaald. De emissie van de energiesector (petroleumraffinaderijen) daalde het sterkst. Sinds 2015 neemt het aandeel van industrie toe door de invoering van de rapporteringsplicht van niet-geleide emissies door op- en overslag. Deze steeg verder doordat een bijkomend bedrijf sinds 2016 deze emissies rapporteerde in het IMJV.
- Fijn stof in de omgevingslucht bestaat niet alleen uit primaire deeltjes die rechtstreeks worden uitgestoten, maar ook uit **secundaire deeltjes**. Dit secundair stof ontstaat uit chemische reacties van stofprecursoren. De primaire emissies hebben met 5 % een veel kleiner aandeel dan de stofprecursoren, stikstofoxiden (NO_x) heeft het grootste aandeel van 74 %.
- Bekijken we het **primair stof en de stofprecursoren** samen, dan is de energiesector de belangrijkste bron (35 %), gevolgd door industrie (30 %) en verkeer (26 %).
- De totale absolute emissie van primair en secundair PM₁₀ is in de periode 2005-2022 met 57 % gedaald. Vooral de emissies van NO_x en SO₂ namen af.

EU-grenswaarden gehaald, WGO-advieswaarden niet

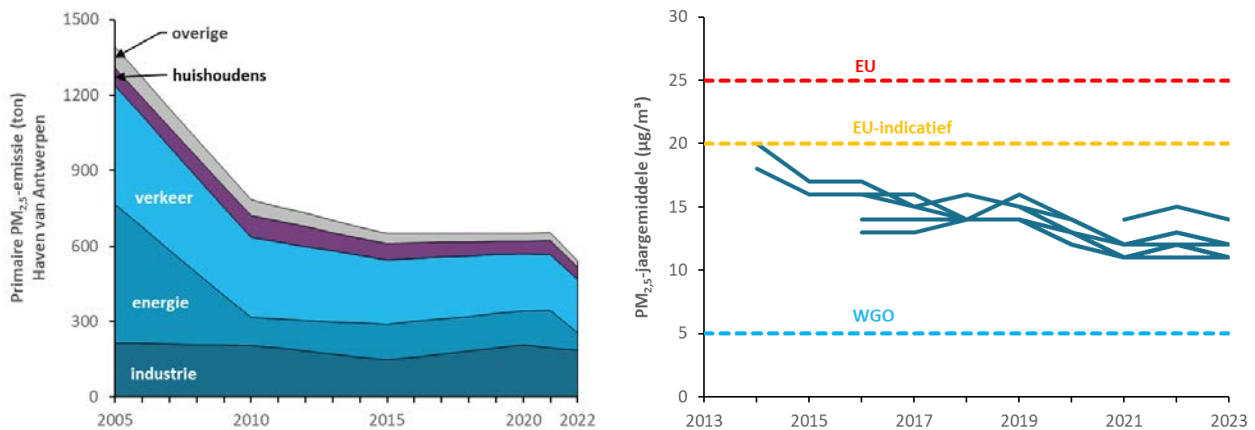
- De Europese grenswaarden voor dag- en jaargemiddelden bleven gerespecteerd, ook op industriële meetplaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden.
- De WGO-jaaradvieswaarde werd op alle meetplaatsen overschreden, net als overal in Vlaanderen. De WGO-dagadvieswaarde werd op één meetplaats gehaald, in Vlaanderen is dit zo op vier meetplaatsen.
- De hoogste concentraties meten we in het centrum van de haven maar modellering wijst ook naar hogere concentraties op wegen.

Vlaams stedelijk gemiddelde en gemiddelde PM₁₀-concentratie in haven groeien naar elkaar toe

- In 2013-2023 nam de gemiddelde PM₁₀-concentratie in de Antwerpse haven met een derde af.
- In steden draagt houtstook meer bij aan de fijnstofconcentraties.

4. Fijn stof - PM_{2,5}

Samenvattende figuur voor PM_{2,5}. Links: belangrijkste emissiebronnen van PM_{2,5}, en hun evolutie sinds 2005 – Rechts: evolutie jaar-gemiddelde concentratie PM_{2,5} (alle meetplaatsen in dit rapport) sinds 2013, met EU-grenswaarde en WGO-advieswaarde



Uitstoot primair PM_{2,5} daalt opnieuw

- In 2022 bedroeg de emissie van **primair PM_{2,5}** in de Antwerpse haven 542 ton. Dat was 5 % van de totale Vlaamse PM_{2,5} -emissie.
- Verkeer is met 39 % de belangrijkste bron met scheepvaart als grootste uitstoter. Industrie volgt met een aandeel van 34 %.
- Deze emissie is in de periode 2005-2022 met 61 % gedaald. De emissie van de energiesector (petroleumraffinaderijen) daalde het sterkst.

EU-grenswaarden gehaald, WGO-advieswaarden niet

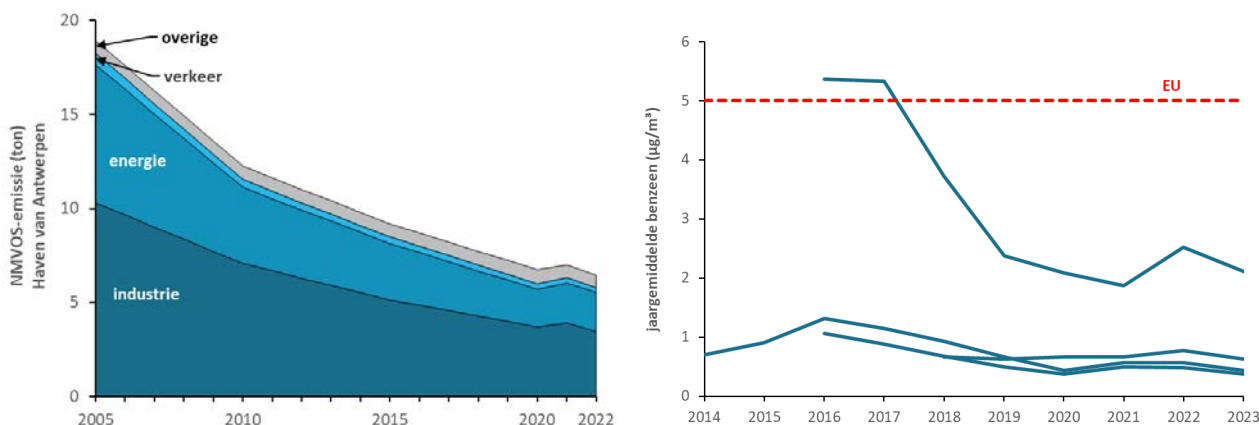
- De Europese jaargrenswaarde en de indicatieve Europese jaargrenswaarde werden gerespecteerd, ook op industriële meetplaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden.
- De WGO-dag- en jaaradvieswaarden werden op alle meetplaatsen overschreden. Dit is op alle meetplaatsen in Vlaanderen het geval.

Concentraties dalen minder sterk dan op stedelijke meetplaatsen

- In de periode 2014-2023 daalde de gemiddelde PM_{2,5}-concentratie in de Antwerpse haven met 31 %.
- De concentraties in de Antwerpse haven lopen vrij gelijk met dat van de stedelijke meetplaatsen. In 2023 dalen de concentraties op de landelijke en stedelijke meetplaatsen sterker dan in de Antwerpse haven.

6. Vluchtige organische stoffen – BTEX en VOS

Samenvattende figuur voor vluchtige organische stoffen. Links: belangrijkste emissiebronnen van NMVOS en hun evolutie sinds 2005 – Rechts: evolutie jaargemiddelde concentratie benzeen (alle meetplaatsen in dit rapport) sinds 2014, met EU-grenswaarde



Industrie is grootste bron

- In 2022 bedroeg de emissie van NMVOS in de Antwerpse haven 6.474 ton. Dat was 6 % van de totale Vlaamse uitstoot.
- Industrie is met 54 % de belangrijkste bron, gevolgd door energie met 32 %.
- Deze emissie is in de periode 2005-2022 met 66 % gedaald, vooral door een lagere uitstoot bij de sectoren industrie en energie.

Alle luchtkwaliteitsdoelstellingen gehaald

- De Europese jaargrenswaarde en de VLAREM-grenswaarde voor benzeen bleven gerespecteerd, ook op industriële meetplaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden.
- Dit was ook zo bij de WGO-advieswaarden voor toluen, tetrachlooretheen en 1,2-dichloorethaan.
- Benzeen is het hoogst nabij raffinaderijen. Toluene, ethylbenzeen en xylenen zijn even hoog of hoger op de 2 nieuwe meetplaatsen Rode Weel en Scheurweg.

VOS-concentraties dalen in vergelijking met 2021

- De VMM initieerde een aantal acties naar aanleiding van de hoge VOS-concentraties vastgesteld tijdens de screeningscampagne in 2021. Een van de acties was het inzetten van nauwkeurigere VOS-mettoestellen in de hotspotzones om de bronnen te detecteren.
- Op de Rode Weel liggen de concentraties een factor 2 tot 9 lager tijdens de 4-maanden-campagne in 2023 ten opzichte van de VOS-campagne in 2021. De pollutierozen wijzen naar een afvalverwerkend bedrijf. De daling in VOS-concentraties kan gerelateerd worden aan de maatregelen die het bedrijf op aansturen van de overheid nam om zijn VOS-emissies te verminderen.
- Ook in de buurt van de Scheurweg namen de concentraties met een factor 1,5 tot 4 af ten opzichte van 2021. De meeste pollutierozen wijzen in de richting van een raffinaderij en tussenliggende bedrijven, spoorbundels en kades.

7. Hoge dioxine- en PCB-waarden nabij shredder in Kallo

- De depositie van PCB, en in mindere mate dioxines, is hoog nabij het schrootbedrijf in Kallo.
- Deze depositiewaarden zijn vergelijkbaar met waarden gemeten nabij andere shredders.
- De impact voor de bevolking is het grootst als er een woonzone of agrarisch gebied paalt aan een dergelijk bedrijf. Dit is niet zo in Kallo.

8. PFAS

Sinds de zomer van 2021 voert de VMM PFAS-metingen uit nabij de 3M-site. In 2023 werd PFAS in zwevend stof, in gasfase en in depositie gemeten. Naast de metingen nabij 3M en de Oosterweelwerken maten we ook op andere plaatsen in de haven van Antwerpen.

PFAS hoogst bij 3M

- Het tijdelijk toetsingskader voor PFAS in zwevend stof geldt alleen voor woongebied en werd overschreden op één locatie in Zwijndrecht. Daarnaast werd die toetsingswaarde ook overschreden op één locatie in natuurgebied en op 2 industriële locaties op de 3M-site.
- De jaargemiddelde depositie is in 2023 hoger door intensievere werfactiviteiten en de invloed van de meteo (meer neerslag, meer NO- en ZW-wind en minder windstille dagen).
- Dichterbij het bedrijf 3M en de Oosterweelwerf worden hogere concentraties gemeten. Analyse van het PFAS-profiel bevestigt dat de verontreiniging in Zwijndrecht en omgeving ligt aan de, vooral historische, bedrijfsactiviteiten van 3M.
- In de periode van 18 mei tot 15 juni werden hoge PFAS-concentraties gemeten. Extra maatregelen resulteerden in een duidelijke afname van de PFAS-vervuiling in de 2^{de} helft van het jaar.

Minder PFAS op andere plaatsen in Antwerpse haven

- Op de locaties in en rond de haven werd het tijdelijk toetsingskader gerespecteerd. De meetwaarden zijn lager dan in Zwijndrecht maar hoger dan op een achtergrondlocatie.
- De PFAS die we op deze locaties meten, hebben een ander profiel dan wat we nabij 3M meten, wat wijst op andere bronnen.

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

Toekomstige ontwikkelingen: nieuw Europees normenkader en Vlaams beleid Zorgwekkende stoffen

De emissies dalen en de luchtkwaliteit verbetert. De huidige Europese grenswaarden worden overal gerespecteerd. Voor de WGO-advieswaarden is dit niet het geval: het jaargemiddelde van NO₂ en fijn stof was overal te hoog. Het aantal dagen met concentraties boven de WGO-dagadvieswaarde nam af maar hun aantal ligt nog altijd boven het maximale aantal van 3 overschrijdingen op jaarbasis.

- Voor NO₂ zijn er minstens 75 dagen met hogere concentraties, met een maximum van 226 dagen in industriegebied.*
- Voor PM₁₀ was er één meetplaats die de doelstelling haalde, op de andere zijn er minstens 4 dagen met hogere concentraties, met een maximum van 18 dagen in industriegebied.*
- Voor PM_{2,5} zijn er minstens 46 dagen met hogere concentraties, met een maximum van 104 dagen in industriegebied.*

De Europese Commissie lanceerde in oktober 2022 een voorstel voor herziening van de richtlijnen Luchtkwaliteit met een verstrenging van de meeste grenswaarden. De Raad van de Europese Unie keurde de nieuwe luchtkwaliteitsrichtlijn op 14 oktober 2024 definitief goed. De toetsing van de meetdata van 2023 gaf aan dat niet alle meetplaatsen de nieuwe EU-doelstellingen voor PM₁₀, PM_{2,5} en NO₂ halen. Dit betekent dat extra inspanningen nodig zijn om deze doelstellingen in 2030 wel te halen.

Het halen van Europese grenswaarden is geen garantie voor een goede luchtkwaliteit. De Europese doelstellingen zijn het resultaat van een afweging tussen gezondheidseffecten en economische en technische haalbaarheid. Ook zijn er nog andere vervuilende stoffen waarvoor geen regelgeving bestaat. Verder kan een mix van stoffen de gezondheid schaden. In Vlaanderen wordt gewerkt aan een beleid rond zorgwekkende stoffen die een potentieel ernstig risico vormen voor de mens en milieu. Dit kan in de nabije toekomst leiden tot extra luchtkwaliteits- en depositienormen.

De VOS-campagne uit 2021 wees op een aantal aandachtsgebieden in de Haven van Antwerpen. Daarom startte de VMM samen met andere overheidsinstanties een aantal acties op om de hoge VOS-concentraties aan te pakken. De VMM plaatste extra meetapparatuur om meer info over de bronnen te krijgen. Op basis van deze informatie kan de Afdeling Handhaving gerichte inspecties bij bedrijven uitvoeren. De emissiebeperkende maatregelen die de Afdeling Handhaving oplegde aan een bedrijf in een hotspotzone resulteerde al in lagere concentraties van VOS in de omgevingslucht. Ook voor bedrijven zijn deze metingen zinvol. Ze kunnen nagaan of er onopgemerkte lekken zijn of het plaatsen van extra luchtzuivering nodig is.

Een standaardmethode voor het meten van diffuse VOS-emissies werd gepubliceerd. Zo kunnen bedrijven hun diffuse emissie meten in plaats van berekenen. Dit is een grote stap voorwaarts om een juiste inschatting te krijgen van de impact van een bedrijf op zijn omgeving. Verder wordt een vergunningskader voor ontgassingsinstallaties uitgewerkt waardoor schepen de restdampen van hun vloeibare vluchtige lading alleen kunnen lozen in vergunde installaties. Ook worden momenteel emissiebeperkende maatregelen bij het afgassen in de chemiesector en bij op- en overslag van vloeibare producten opgesteld. Er wordt ook bekeken of er in de vergunningen van bedrijven bijzondere voorwaarden moeten opgenomen worden waardoor de VOS-emissies dalen. De VMM blijft de impact van deze acties op de omgevingslucht verder opvolgen.

Inhoud

1	Inleiding.....	19
2	Het meetnet	20
3	Zwaveldioxide – SO ₂	24
3.1	Emissie van SO ₂	24
3.2	SO ₂ -concentraties in 2023	26
3.3	Geografische spreiding van SO ₂ -concentraties	27
3.3.1	Gemodelleerde SO ₂ -concentraties	27
3.3.2	Pollutierozen SO ₂	29
3.4	Trend van SO ₂ -concentraties	31
4	Stikstofoxides – NO/NO ₂	32
4.1	Emissie van NO _x (NO ₂)	32
4.2	NO ₂ -concentraties in 2023	34
4.3	NO-concentraties in 2023	36
4.4	Geografische spreiding van NO ₂ -concentraties	37
4.4.1	Gemodelleerde NO ₂ -concentratie	37
4.4.2	Pollutierozen NO ₂	39
4.5	Trend van NO _x -concentraties	41
5	Fijn stof – PM ₁₀ , PM _{2,5} en zwarte koolstof.....	44
5.1	PM ₁₀	44
5.1.1	Emissie van PM ₁₀	44
5.1.2	PM ₁₀ -concentraties in 2023	48
5.1.3	Geografische spreiding van PM ₁₀ -concentraties	51
5.1.4	Trend van PM ₁₀ -concentraties	54
5.2	PM _{2,5}	56
5.2.1	Emissie van PM _{2,5}	56
5.2.2	PM _{2,5} -concentraties in 2023.....	58
5.2.3	Geografische spreiding van PM _{2,5} -concentraties.....	60
5.2.4	Trend van PM _{2,5} -concentraties	63
5.3	Zwarte koolstof	65
5.3.1	Emissies van elementair koolstof	65
5.3.2	Concentratie zwarte koolstof in 2023.....	66
5.3.3	Geografische spreiding van zwarte koolstof.....	67
5.3.4	Trend van concentratie zwarte koolstof.....	70
5.4	Bijdrage verbranding fossiele brandstoffen aan zwarte koolstof en PM ₁₀	71
5.4.1	Bijdrage van verbranding fossiele brandstof aan zwarte koolstof	72
5.4.2	Bijdrage van verbranding fossiele brandstof aan PM ₁₀	72
5.4.3	Bijdrage van houtverbranding in functie van de windrichting	73

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

6	Vluchtige organische stoffen – BTEX en VOS	75
6.1	Emissies	75
6.1.1	Emissie van totaal NMVOS.....	75
6.1.2	Emissie van individuele stoffen.....	77
6.2	BTEX-concentraties – automatische metingen	79
6.2.1	BTEX-concentraties in 2023	79
6.2.2	Geografische spreiding van BTEX-componenten.....	84
6.2.3	Trend van BTEX-concentraties.....	91
6.3	VOS-concentraties – semiautomatische metingen.....	94
6.3.1	VOS-concentraties in 2023 – passieve samplers	94
6.3.2	VOS-concentraties tijdens meetcampagne 2023 – actieve samplers.....	97
6.4	Voortgang VOS-acties	115
6.4.1	Correcte registratie reële emissies	115
6.4.2	Reductie van emissies	116
6.4.3	Onderzoek naar bronnen	117
7	Dioxines en PCB's	118
7.1	Overzicht en toetsing van de dioxine- en PCB-meetwaarden	118
7.2	Vergelijking met andere meetlocaties	119
7.3	Trend van dioxine- en PCB-depositie	120
8	PFAS.....	122
8.1	PFAS in omgeving 3M en Oosterweelwerken.....	122
8.1.1	Meetnet	122
8.1.2	Resultaten	124
8.2	PFAS in andere delen van de haven van Antwerpen	128
8.2.1	Meetnet	128
8.2.2	Resultaten	128
9	Kwik	131
9.1	Kwik in 2023	131
9.2	Pollutieroos kwik	132
bijlage 1	Informatie over geaccrediteerde metingen (normen ISO/IEC 17025:2017).....	134
bijlage 2	Afbakening Antwerpse haven	140
bijlage 3	Emissies van bedrijven.....	142
bijlage 4	Beschrijving van de pollutanten	144
bijlage 5	Overzicht luchtkwaliteitsnormen	149
bijlage 6	Methodiek	154
bijlage 7	Pollutierozen VOS-campagne met actieve samplers.....	160

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Overzicht van de meetplaatsen en gemeten pollutanten in de Antwerpse haven in 2023	21
Tabel 2: PFAS-locaties in 2023.....	23
Tabel 3: Toetsing SO ₂ -concentraties aan regelgeving	26
Tabel 4: Toetsing NO ₂ -concentraties aan regelgeving	34
Tabel 5: Toetsing PM ₁₀ -concentraties aan regelgeving.....	48
Tabel 6: Toetsing PM _{2,5} -concentraties aan regelgeving	58
Tabel 7: Datum van ingebruikname van de aethalometer op de verschillende meetplaatsen	71
Tabel 8: Toetsing concentraties benzeen en toluen aan regelgeving	80
Tabel 9: Toetsing concentraties VOS aan regelgeving	94
Tabel 10: Jaargemiddelde concentratie VOS-componenten R822 en Vlaamse gemiddelde in 2023	95
Tabel 11: Basisstatistieken voor actieve VOS-metingen op AT87	100
Tabel 12: Basisstatistieken voor actieve VOS-metingen op R891	101
Tabel 13: Dioxine en PCB-depositie op BV04 in 2023	118
Tabel 14: Bemonsteringperiodes op de havenlocaties en één achtergrondlocatie in Dessel (N016) tijdens de havencampagne	128
Tabel 15: Belangrijkste statistische parameters van kwik in 2023.....	131
Tabel 16: Emissies van 2022 die bedrijven rapporteerden in het IMJV	142
Tabel 17: Regelgeving voor SO ₂ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2000 en 2021)	149
Tabel 18: Grenswaarden en alarmdrempel voor NO ₂ en kritiek niveau voor NO _x (richtlijn 2008/50/EG).....	150
Tabel 19: Advieswaarden voor NO ₂ en kritiek niveau voor NO _x (WGO 2000 en 2021)	150
Tabel 20: Regelgeving voor PM ₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2021).....	151
Tabel 21: Europese regelgeving voor PM _{2,5} (2008/50/EG).....	151
Tabel 22: Advieswaarden voor PM _{2,5} (WGO 2005)	152
Tabel 23: Drempelwaarden voor de deposities van dioxines en dioxineachtige PCB's	152
Tabel 24: Regelgeving voor VOS (richtlijn 2008/50/EG, VLAREM II en WGO 2000).....	153

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Ligging meetplaatsen van de Antwerpse haven, 2023.....	22
Figuur 2: Detail meetlocaties PFAS zuidelijke deel haven en Zwijndrecht in 2023	23
Figuur 3: Aandeel sectoren in SO ₂ -emissies in de Antwerpse haven in 2022	24
Figuur 4: Evolutie SO ₂ -emissies in de Antwerpse haven	25
Figuur 5: Overzicht statistische parameters SO ₂ in de Antwerpse haven in 2023	27
Figuur 6: Gemodelleerd SO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2023.....	28
Figuur 7: Pollutierozen SO ₂ -gemiddelde in de Antwerpse haven in 2023	30
Figuur 8: SO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven	31
Figuur 9: SO ₂ -jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse haven voor de periode 2013-2023	31
Figuur 10: Aandeel van de sectoren in de NO _x (NO ₂)-emissies in de Antwerpse haven	32

Figuur 11: Evolutie NO _x (NO ₂)-emissies in de Antwerpse haven.....	33
Figuur 12: Overzicht statistische parameters NO ₂ in de Antwerpse haven in 2023	35
Figuur 13: Aantal dagen met NO ₂ -concentraties > 25 µg/m ³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven	36
Figuur 14: Overzicht statistische parameters NO in de Antwerpse haven in 2023.....	37
Figuur 15: Gemodelleerd NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2023.....	38
Figuur 16: Zeropollutierozen NO ₂ -gemiddelde in de Antwerpse haven in 2023	40
Figuur 17: Evolutie NO ₂ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen	41
Figuur 18: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen	42
Figuur 19: Evolutie NO ₂ -concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven.....	42
Figuur 20: Evolutie NO-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven	43
Figuur 21: Verhouding primair stof / stofprecursoren en aandeel sectoren in primaire PM ₁₀ -emissies in de Antwerpse haven in 2022.....	44
Figuur 22: Aandeel sectoren in emissies primair PM ₁₀ en stofprecursoren in de Antwerpse haven in 2022..	45
Figuur 23: Primaire PM ₁₀ -emissies van verschillende sectoren in de Antwerpse haven	46
Figuur 24: Emissies van stofprecursoren volgens aerosolvormend potentieel en primair PM ₁₀ in de Antwerpse haven.....	47
Figuur 25: Overzicht statistische parameters PM ₁₀ in de Antwerpse haven in 2023.....	49
Figuur 26: Aantal dagen met PM ₁₀ -concentraties > 50 µg/m ³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven ...	50
Figuur 27: Aantal dagen met PM ₁₀ -concentraties > 45 µg/m ³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven ...	50
Figuur 28: Gemodelleerde PM ₁₀ -concentratie in de Antwerpse haven in 2023	51
Figuur 29: Zeropollutierozen voor PM ₁₀ in de Antwerpse haven in 2023.....	53
Figuur 30: Evolutie PM ₁₀ -jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen	54
Figuur 31: Evolutie PM ₁₀ -concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven	55
Figuur 32: Trend aantal dagen met PM ₁₀ -concentraties > 50 µg/m ³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven	55
Figuur 33: Aandeel sectoren in primaire PM _{2,5} -emissies in de Antwerpse haven in 2022	56
Figuur 34: Emissie van primair PM _{2,5} -emissie in de Antwerpse haven	57
Figuur 35: Overzicht statistische parameters PM _{2,5} in de Antwerpse haven in 2023	59
Figuur 36: Aantal dagen met PM _{2,5} -concentraties > 15 µg/m ³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven...	59
Figuur 37: Gemodelleerd PM _{2,5} -jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2023.....	60
Figuur 38: Zeropollutierozen PM _{2,5} -gemiddelde in de Antwerpse haven in 2023	62
Figuur 39: Evolutie PM _{2,5} -jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen	63
Figuur 40: Evolutie PM _{2,5} -concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven	64
Figuur 41: Trend aantal dagen met PM _{2,5} -concentraties > 15 µg/m ³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven	64
Figuur 42 : Aandeel sectoren in emissies van elementair koolstof in de Antwerpse haven in 2022	65

1 INLEIDING

Dit rapport wordt opgemaakt voor de samenwerkingsovereenkomst tussen het bestuur van de Antwerpse haven, de gemeente Beveren en de VMM. We bespreken de luchtconcentraties en emissies van een aantal polluenten in de Antwerpse haven. We toetsen de concentraties van 2023 aan de Europese regelgeving en aan de WGO-advieswaarden. Hierbij maken we een onderscheid tussen meetplaatsen waar volgens de Europese richtlijn de luchtkwaliteit beoordeeld moet worden en industriële brongerichte meetplaatsen, waar de representativiteit voor de blootstelling in woonzones eerder beperkt is. Deze laatste toetsen we indicatief aan de Europese regelgeving en aan de WGO-advieswaarden. Ook de trend komt aan bod.

In dit rapport focussen we op de polluenten:

- zwaveldioxide (SO_2)
- stikstofoxiden (NO en NO_2)
- fijn stof (fracties PM_{10} en $\text{PM}_{2.5}$)
- zwarte koolstof (BC)
- vluchtige organische stoffen (VOS)
- dioxines en PCB's
- PFAS
- kwik

In het rapport gaan we dieper in op de extra VOS-metingen die in 2023 opgestart werden naar aanleiding van de hoge VOS-concentraties die tijdens de screeningscampagne in 2021 gemeten werden.

Daarnaast voert de VMM PFAS-metingen uit in de omgeving van het bedrijf 3M en de Oosterweelwerken. In 2023 werden ook metingen gedaan in en rond de haven van Antwerpen.

De emissiegegevens in dit rapport werden verzameld door het Team Emissie-inventaris Lucht van de VMM op basis van door de bedrijven gerapporteerde emissies in het Integraal Milieujaarsverslag en modelberekeningen. De recentste data die momenteel beschikbaar zijn, zijn de emissiecijfers voor het jaar 2022. In het rapport tekenden we voor verschillende polluenten de pollutierozen die wijzen naar de richting van de bron(nen). In bijlage 3 staat een kaart met de meetplaatsen en aanduiding van de bedrijven die het meest uitstootten in 2022. We behouden alleen de bedrijven die hun uitstoot rapporteren aan het IMJV.

Noot: De Europese Commissie lanceerde in oktober 2022 een voorstel voor herziening van de richtlijnen Luchtkwaliteit. Na onderhandelingen tussen het Europese Parlement en de lidstaten werd onder Belgische voorzitterschap van de raad van de Europese Unie in februari 2024 een akkoord bereikt over een aangepaste versie van dit voorstel. De Raad van de Europese Unie keurde de nieuwe luchtkwaliteitsrichtlijn op 14 oktober 2024 definitief goed. De meeste grenswaarden verstrengen vanaf 2030 en de meeste streefwaarden (behalve voor ozon) worden grenswaarden.

De VMM toetst de data van 2023 nog niet aan de regelgeving uit dit voorstel, maar alleen aan de huidige EU-regelgeving en de huidige WGO-advieswaarden.

2 HET MEETNET

Tabel 1 geeft een overzicht van de meetplaatsen in de Antwerpse haven, hun ligging en welke polluenten er gemeten worden in 2023. In de tabel staat aangeduid welke meetplaatsen opgenomen worden in het virtueel gemiddelde van de Antwerpse haven. Figuur 1 toont de ligging van de meetplaatsen.

De afbakening van de Antwerpse haven staat beschreven in bijlage 2. De meetresultaten van alle meetplaatsen binnen de gedefinieerde luchtkwaliteitszone Antwerpen Haven BEF01S worden gerapporteerd aan de Europese Commissie. Meetplaatsen op locaties waar volgens de richtlijn 2008/50/EG bijlage 3 de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden, worden niet gebruikt voor toetsing. Het gaat bijvoorbeeld over industriële brongerichte meetplaatsen, waar de representativiteit voor de blootstelling in woonzones eerder beperkt is.

Daarnaast zijn er in en rondom de zone BEF01S nog een aantal andere VMM-meetplaatsen. Het gaat over:

- meetplaatsen die net buiten de gedefinieerde luchtkwaliteitszone liggen, maar wel (sterk) beïnvloed worden door 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 meetplaatsen kunnen ook gerapporteerd worden aan Europa voor een andere luchtkwaliteitszone.

In het rapport bespreken we alleen de meetwaarden van de meetplaatsen die minstens 50 % van het jaar werkten. We gebruiken de meteogegevens gemeten op de meetplaats Stabroek (SA06).

Dit zijn de voornaamste wijzigingen in 2023:

- AL01: eind 2023 stopgezet
- AT44: ook kwik vanaf 28/1/2023
- AT83: enkel nog fijn stof, zwarte koolstof en NO_x
- AT87: tijdelijke meetplaats in 2023
- R891: extra metingen van BTEX en VOS
- R822: stopzetting metingen van aldehyden en ketonen

PFAS werd gemeten in verschillende matrices: in zwevend stof, in gasfase en in depositie. Naast de metingen in de buurt van 3M en de Oosterweelwerken, maten we ook op het bedrijfsterrein van 3M. Er werd ook gemeten op andere meetplaatsen in de Antwerpse haven.

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

Meetplaats Code	toetsing EU	virtueel gemidd	Adres	Lambertcoördinaten		PM ₁₀	PM _{2,5}	Zwarte koolstof	NO _x	SO ₂	BTEX	VOS	PCB's/diox	kwik
				X	Y									
Meetplaatsen van Air Quality Zone Antwerpse haven (BEF01S)														
AL02	✓	✓	Engelsesteenweg, Beveren (Kieldrecht)	140657	221644	✓	✓							
AL03	✓	✓	Watermolendijk, Beveren (Verrebroek)	138326	216020	✓	✓							
AL04		✓	Sint-Annaaan, Beveren (Kallo)	144735	220096	✓	✓	✓						
AL05	✓	✓	Ketenislaan, Beveren	143727	217031	✓	✓	✓						
AT44		✓	Ordamstraat, Antwerpen (Ekeren)	148875	219832				✓	✓	✓			✓ (2)
AT83	✓	✓	Zoutestraat, Antwerpen (Berendrecht)	145553	225543	✓	✓	✓	✓	✓ (3)	✓ (4)			
AT87		✓	Rode Weel, Antwerpen	148121	221708	✓ (5)	✓ (5)	✓ (6)	✓ (7)	✓ (5)	✓ (8)	✓ (9)		
BV04			Land Van Waaslaan, - haven 1204, Kalkb	141709	217269								✓	
M802	✓	✓	Havannastraat, Antwerpen	153884	216790	✓	✓	✓ (1)	✓		✓			
R822		✓	Polderdijkweg, Antwerpen	148082	217156	✓ (1)	✓ (1)		✓	✓	✓	✓		
R830	✓	✓	Scheldemolenstraat, Beveren-Waas (D	142601	223162				✓					
R831	✓	✓	Hoefbladstraat, Antwerpen (Berendred	147976	226558				✓					
R891		✓	Scheurweg, Antwerpen	151159	216212				✓	✓	✓ (10)	✓ (11)		
R892	✓	✓	Kallostraat, Beveren (Kallo)	143727	217020				✓	✓				
R897		✓	Scheldelaan, Antwerpen	148139	215578				✓	✓				
SA04	✓	✓	Abelenlaan, Stabroek (Hoevenen)	152448	222679	✓	✓	✓ (1)						
SA08	✓	✓	Laageind, Stabroek	149615	224088				✓					
Meetplaatsen buiten de AQ zone Antwerpse haven maar wel in rapport														
AL01	✓	✓	Wandeldijk, Antwerpen	150865	214046	✓ (1)	✓ (1)	✓ (1)	✓ (1)		✓ (12)			
R823	✓		Meerminnendam, Beveren	141037	211484	✓	✓							

(7) metingen van 13/02-31/12/2023

(8) metingen van 27/01-31/12/2023

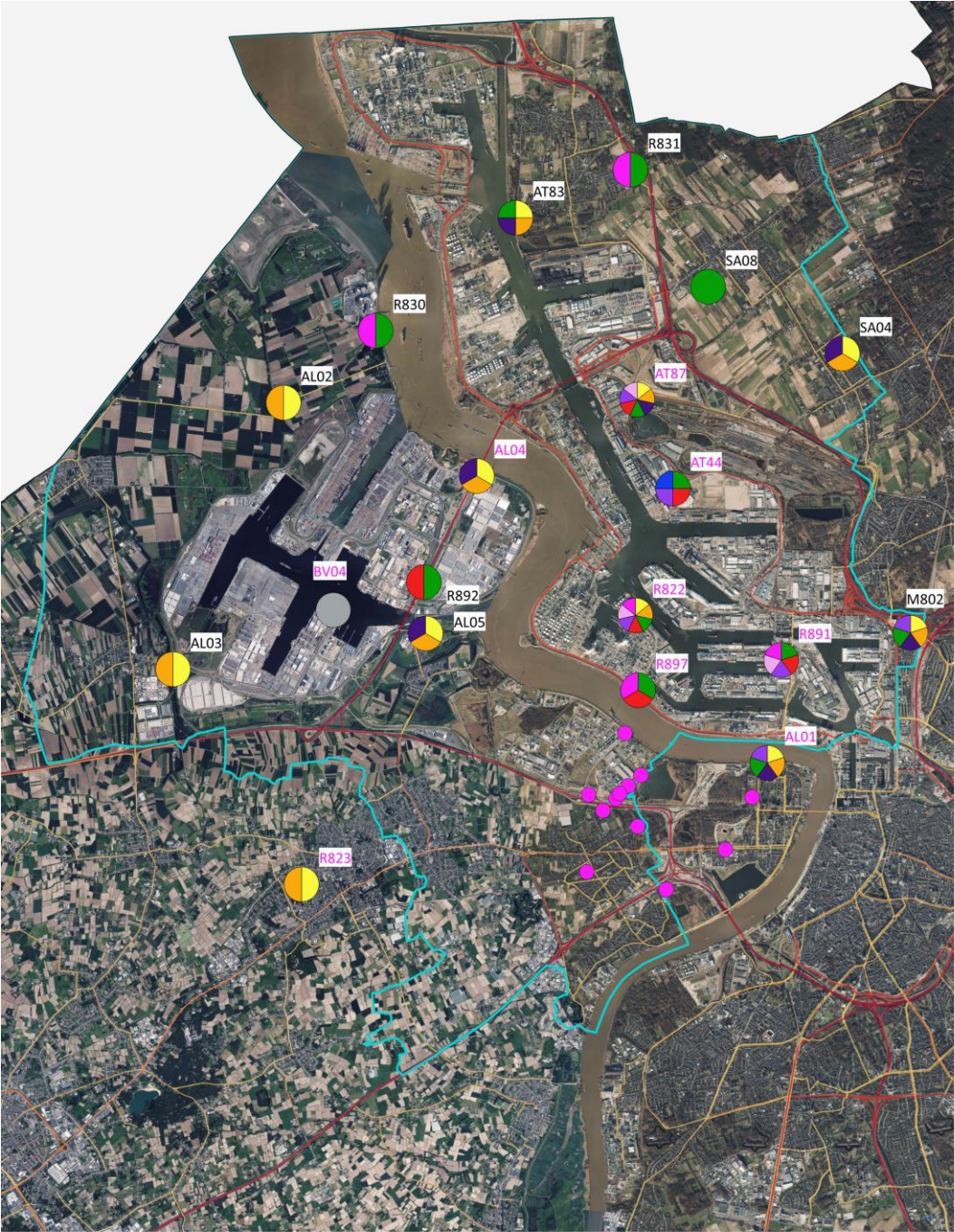
(9) metingen van 14/02-13/06/2023

(10) gestart op 07/02/2023

(11) metingen van 15/02-13/06/2023

(12) gestopt op 18/01/2024

Figuur 1: Ligging meetplaatsen van de Antwerpse haven, 2023



Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2023

- | | | | |
|-------------------|-----------------|------|----------------------|
| PM ₁₀ | SO ₂ | Kwik | Europese zone BEF01S |
| PM _{2,5} | BTEX | PFAS | |
| Zwarte koolstof | VOS | | |
| NO _x | Dioxines/PCB | | |

0 1 2 3 km

Meetplaatsen gerapporteerd aan Europa voor de zone Antwerpse haven (BEF01S) hebben een zwart label, andere meetplaatsen een roze label.
Detail PFAS-locaties in Zwijndrecht en Linkeroever in figuur 2

Tabel 2: PFAS-locaties in 2023

Meetplaats Code	Adres	Lambertcoördinaten		PFAS in zwevend stof (TSP)	PFAS in gas	PFAS in depositie
Meetplaatsen waar PFAS gemeten wordt						
R822	Polderdijkweg, Antwerpen	148082	217156	✓ (1)	✓ (1)	✓ (7)
R830	Scheldemolenstraat, Beveren-Waas (Doel)	142601	223162	✓ (1)	✓ (1)	✓ (7)
R831	Hoefbladstraat, Antwerpen (Berendrecht)	147976	226558	✓ (2)	✓ (2)	✓ (7)
R891	Scheurweg, Antwerpen	151159	216212	✓ (1)	✓ (1)	✓ (7)
AL09	Van Averbekelaan, Antwerpen	150544	213321	✓		✓
AL10	Blancefloerlaan, Antwerpen	149979	212216	✓		✓
R818	Burchtse Weel, Antwerpen	148730	211372	✓		
R897	Scheldelaan, Antwerpen	148139	215578	✓ (8)		✓
ZD01	Binnenplein, Zwijndrecht	147056	211744	✓ (8)	✓	✓
ZD07	Scheldedijk, Zwijndrecht	147861	214671	✓ (3)	✓	✓
ZD08	Neerstraat, Zwijndrecht	147399	213040	✓	✓	✓
ZD11	Natuurgebied Blokkesdijk, Zwijndrecht	148200	213787	✓	✓	✓
ZD12	Polderstraat, Zwijndrecht	148132	212708			✓
ZD13	3M-site LA01, Zwijndrecht	147095	213373	✓ (4)		
ZD14	3M-site 3M01, Zwijndrecht	147934	213560	✓ (5)		
ZD15	3M-site 3M02, Zwijndrecht	147671	213292	✓ (5)		
ZD16	3M-site 3M03, Zwijndrecht	147750	213399	✓ (6)		

(1) metingen van 16/5-24/8/2023

(2) metingen van 12/5-24/8/2023

(3) gestart op 9/2/2023

(4) metingen van 14/7/2023-4/1/2024

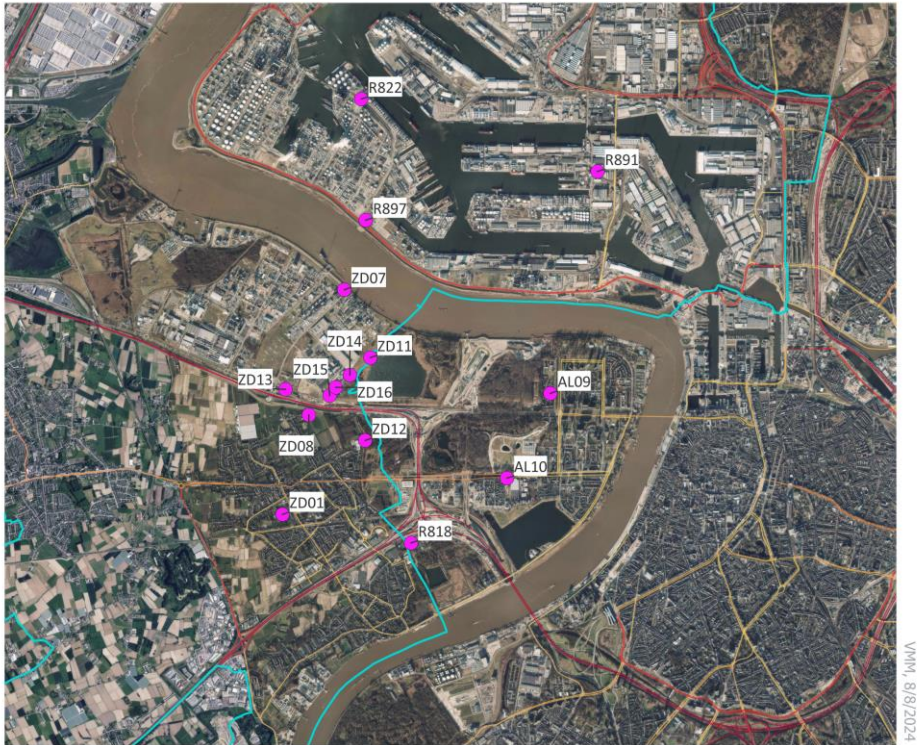
(5) metingen van 14/7/2023-15/12/2023

(6) metingen van 31/08/2023-4/1/2024

(7) metingen van 1/6-24/8/2023

(8) gestopt op 11/1/2024

Figuur 2: Detail meetlocaties PFAS zuidelijke deel haven en Zwijndrecht in 2023



Detail meetlocaties PFAS - 2023

● PFAS

0 1 2 3 km

3 ZWAVELDIOXIDE – SO₂

Zwavedioxide (SO₂) kan ontstaan bij de verbranding van fossiele brandstoffen die zwavel bevatten. Dit gas kan schade veroorzaken aan de gezondheid en aan de vegetatie door de verzuring van het milieu. SO₂ draagt ook bij tot de vorming van secundair fijn stof.

Meer info over SO₂ vind je in bijlage 4.

3.1 Emissie van SO₂

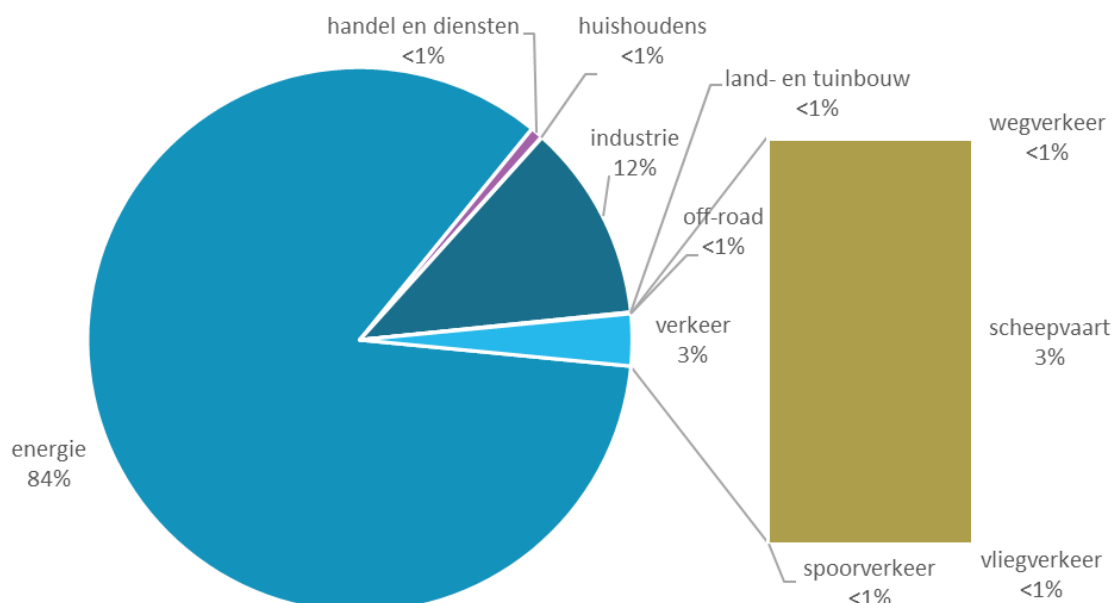
In 2022 bedroeg de SO₂-emissie voor de zone Antwerpse haven 6.722 ton. Dit was 36 % van de totale SO₂-uitstoot van heel Vlaanderen en 22% meer dan in 2021.

Figuur 3 toont het aandeel van de sectoren in de SO₂-emissie in 2022. Voor deze gegevens gebruikten we de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (zie bijlage 2). De energiesector heeft, door emissies van de petroleumraffinaderijen, het grootste aandeel met 84 % van de emissies. Ook de industrie blijft in 2022 een belangrijke bron met 12 % van de totale uitstoot. Het aandeel van het verkeer bestaat vrijwel alleen uit emissies van scheepvaart. De andere sectoren hebben een verwaarloosbaar aandeel in de totale SO₂-emissies.

De bedrijven met de grootste uitstoot zijn opgesomd in bijlage 3.

Figuur 3: Aandeel sectoren in SO₂-emissies in de Antwerpse haven in 2022

SO₂-emissies, Antwerpse haven, 2022

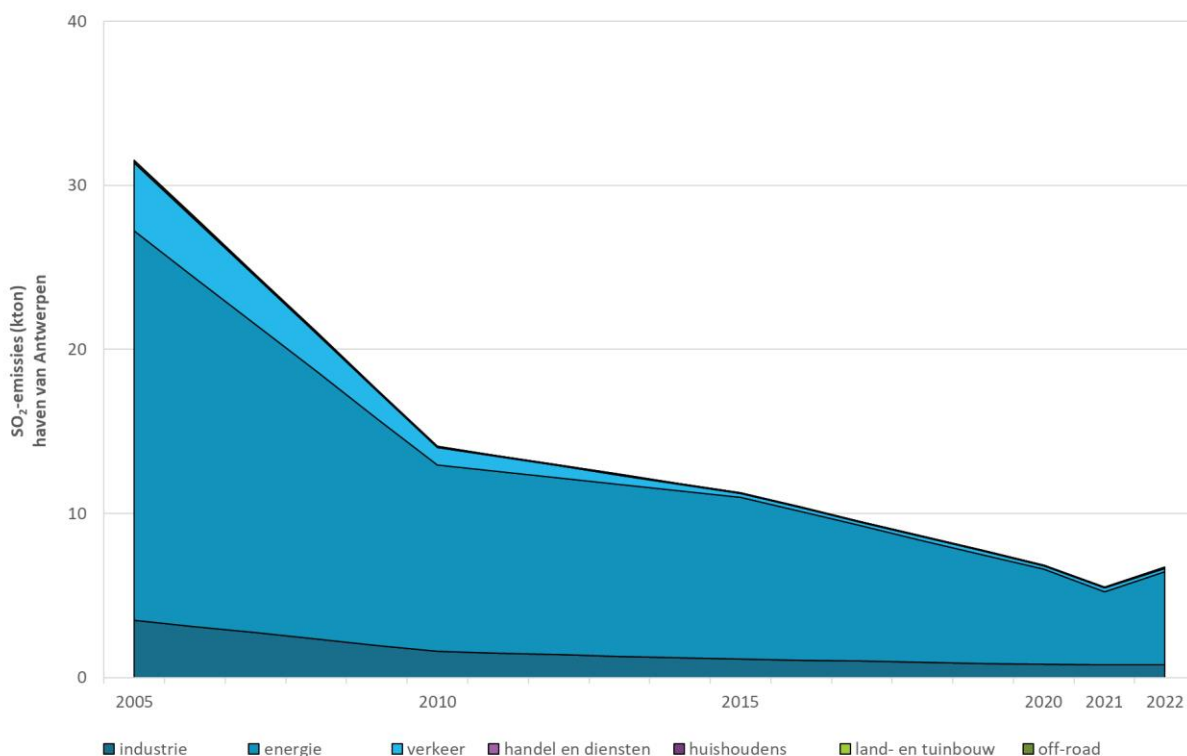


Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 4 toont de trend van de emissie van de verschillende sectoren in de Antwerpse haven voor 2005, 2010, 2015 en 2020-2022.

De totale absolute emissies zijn in de periode 2005-2022 met 79 % gedaald. In 2022 komt het grootste aandeel van de emissies nog altijd van de energiesector. Bij deze sector zien we in 2022 een stijging. Dit komt doordat Exxon een uitstoot rapporteerde die vier keer zo hoog lag als in 2021 (+1.460 ton), wat neerkomt op een procentuele stijging van 27 % ten opzichte van 2021 voor deze sector. We zien wel dat de raffinaderijen ongeveer evenveel uitstoten als in 2020. Naast de petroleumraffinaderijen omvat de energiesector de elektriciteitscentrales maar hun aandeel bedraagt minder dan 1 %.

Figuur 4: Evolutie SO₂-emissies in de Antwerpse haven



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Toetsing aan regelgeving

A) toetsing op R892 (Kallo)

Tabel 3 toont de toetsing aan de regelgeving. Ter informatie beoordelen we alle meetplaatsen. Het maximaal toegelaten overschrijdingen op jaarbasis is opgenomen in de tabel. In de laatste kolom geven we aan hoeveel keer de uur-/dagconcentratie overschreden is.

2023 – SO ₂	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen	Overschrijding
EU-uurgrenswaarde	350 µg/m ³ - 24x	1/1	5/5	/
EU-daggrenswaarde	125 µg/m ³ - 3x	1/1	5/5	/
EU-alarmdrempel	500 µg/m ³ - 3u	1/1	5/5	/
WGO-dagadvieswaarde	40 µg/m ³ - 3x	1/1	5/5	/

Uit Tabel 3 volgt dat alle doelstellingen gehaald zijn, ook op plaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden.

Figuur 5 toont voor alle meetplaatsen voor zwaveldioxide de belangrijkste statistische parameters, het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden voor 2023. Hieruit volgt dat de hoogste concentraties gemeten worden op R822 en AT44. Deze meetplaatsen liggen nabij de raffinaderijen. Dit zien we zowel voor de jaargemiddelden als de piekconcentraties P90 en P98.

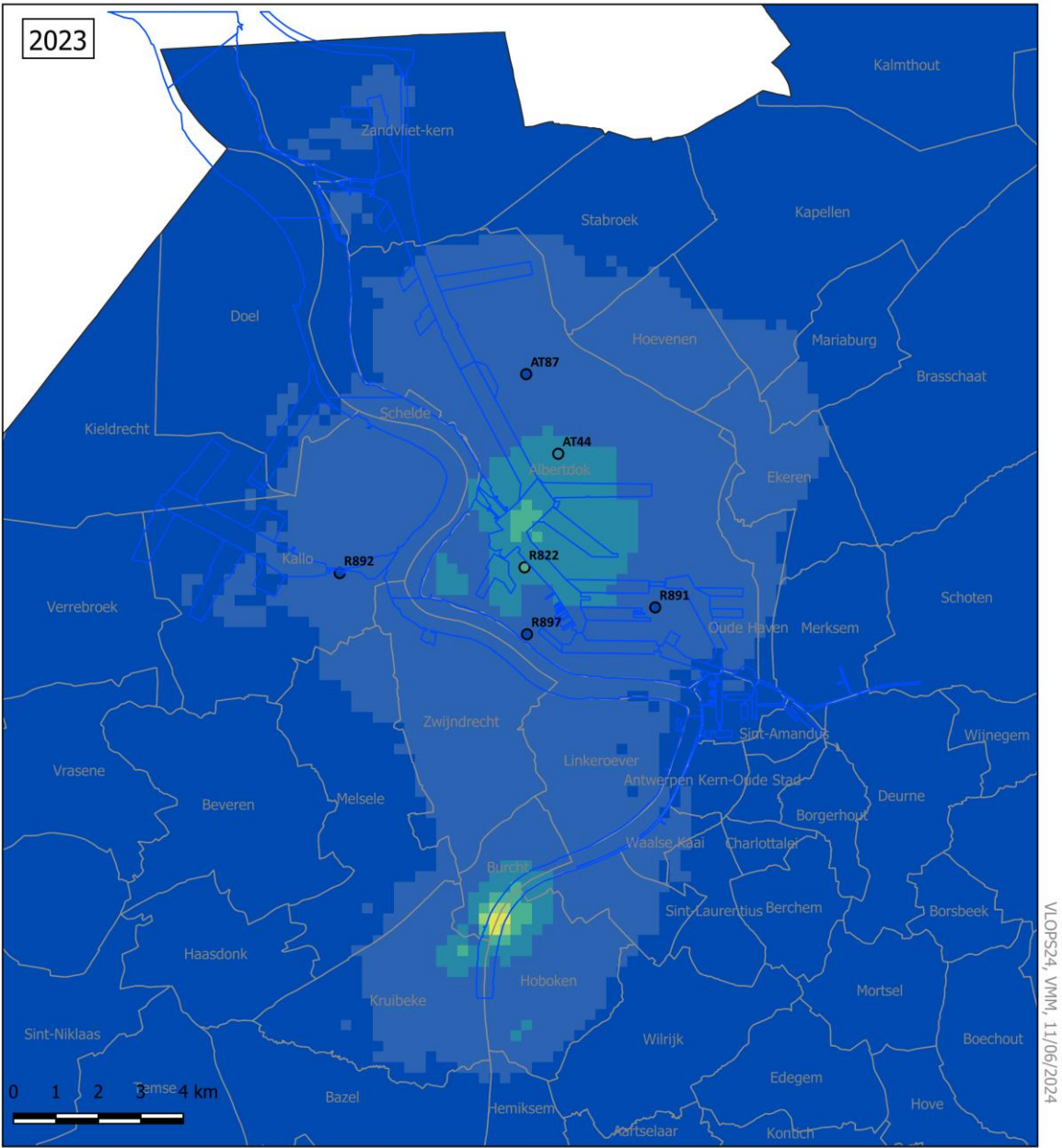
Op de meetplaatsen R891, R892, R897 en de nieuwe meetplaats AT87 aan de Rode Weel zijn de SO₂-concentraties veel lager. Verder valt op dat de P98-waarden op alle meetplaatsen een stuk lager liggen dan in 2022.

SO₂-concentratie in de Antwerpse haven (µg/m³)

Locatie	jaargemiddelde (µg/m ³)	P50 (µg/m ³)	P90 (µg/m ³)	P98 (µg/m ³)
R822	~7	~3	~18	~30
AT44	~4	~2	~12	~31
R891	~2	~1	~4	~12
R897	~1	~1	~3	~11
R892	~1	~1	~3	~8
AT87	~1	~1	~3	~5

■ jaargemiddelde ◇ P50 ◆ P90 ◆ P98

Figuur 6: Gemodelleerd SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2023



De onzekerheden voor deze kaart na kalibratie zijn RMSE 1,43 µg/m³ en relatieve onzekerheid 53 %.

3.3.2 Pollutierozen SO₂

Figuur 7 toont de pollutierozen van SO₂ met de gemiddelde halfuurconcentratie per windsector voor het jaar 2023 in het havengebied. Meer informatie over de methodiek staat in bijlage 6.

Volgens het IMJV zijn er in de Antwerpse haven 4 bedrijven die in 2022 meer dan 100 ton SO_x als SO₂ uitstoten (bijlage 3). Vervolgens vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen. We komen tot de volgende vaststellingen:

- R822: W-NW: TotalEnergies Refinery Antwerp, Z-ZW: Exxonmobil Petroleum
- AT44: ZW: TotalEnergies Refinery Antwerp en Envalior, Antwerpen
- R897: NW: Exxonmobil Petroleum

Op R892 zien we invloed uit de oostelijke sector, op R891 uit de westelijke sector. Dit is de richting van de raffinaderijen. Op R891 zien we ook een kleine zuidelijke piek die wijst richting Argex en Umicore. Op AT87 zijn de concentraties laag.

Figuur 7: Pollutierozen SO₂-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2023



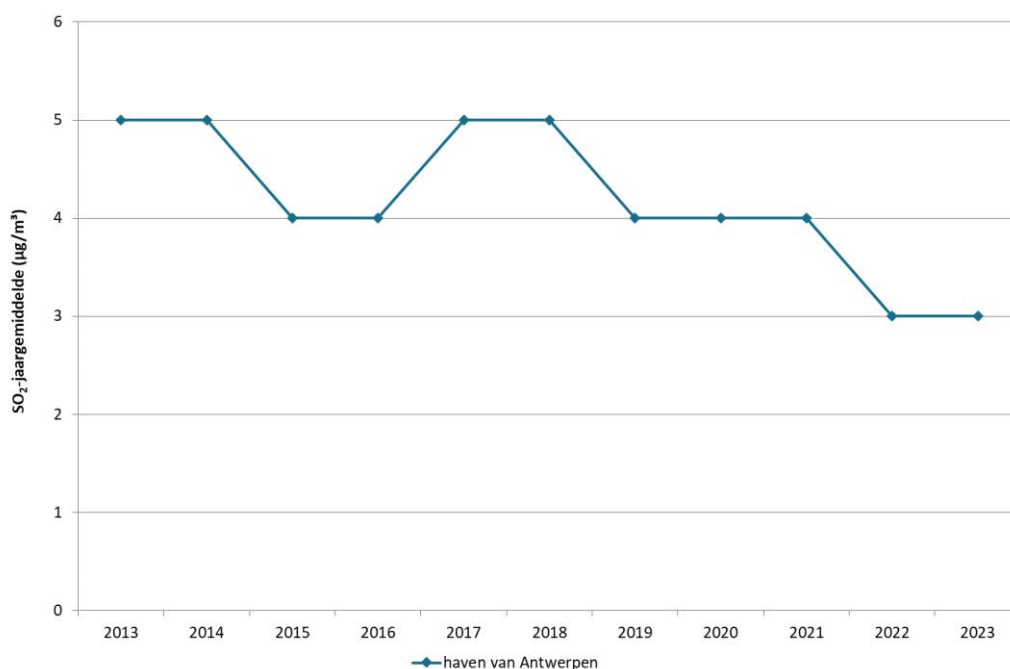
Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2023 - pollutierozen SO₂



3.4 Trend van SO₂-concentraties

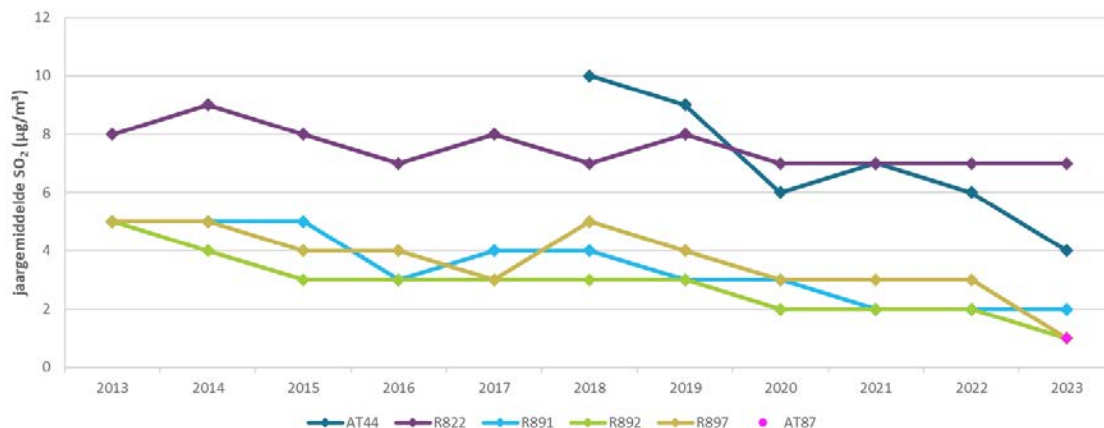
Een virtueel gemiddelde is het gemiddelde van alle metingen van deze pollutant in een bepaald gebied gedurende een jaar. Figuur 8 toont het verloop van het SO₂-jaargemiddelde op de virtuele meetplaats 'Antwerpse haven'. We kunnen niet meer vergelijken met het stedelijk gemiddelde want de VMM meet SO₂ alleen nog in een industriële context. Op de figuur zien we dat de SO₂-concentratie geleidelijk afneemt.

Figuur 8: SO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Figuur 9 toont het verloop van de jaargemiddelde SO₂-concentratie voor de periode 2013 tot 2023, opgesplitst per meetplaats. Over de laatste 10 jaar zijn de concentraties op alle meetplaatsen gedaald. In 2023 zien we een verdere daling op AT44, R892 en R897. Ook de P98-waarden lagen op deze meetplaatsen lager.

Figuur 9: SO₂-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse haven voor de periode 2013-2023



4 STIKSTOFOXIDES – NO/NO₂

Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO₂) en stikstofmonoxide (NO). Ze worden uitgestoten tijdens de verbrandingsprocessen van fossiele brandstoffen (steenkool, petroleumproducten en gas) gebruikt in huishoudelijke verwarming, industriële processen en de verbrandingsmotoren van verkeer. NO₂ leidt tot irritatie van de luchtwegen en astma. NO_x draagt bij tot de vorming van secundair fijn stof, speelt een rol bij verzurende en vermestende depositie en fotochemische smogvorming. NO_x kan over grote afstanden getransporteerd worden en dus effecten veroorzaken in ver gelegen gebieden.

Meer informatie over NO_x vind je in bijlage 4.

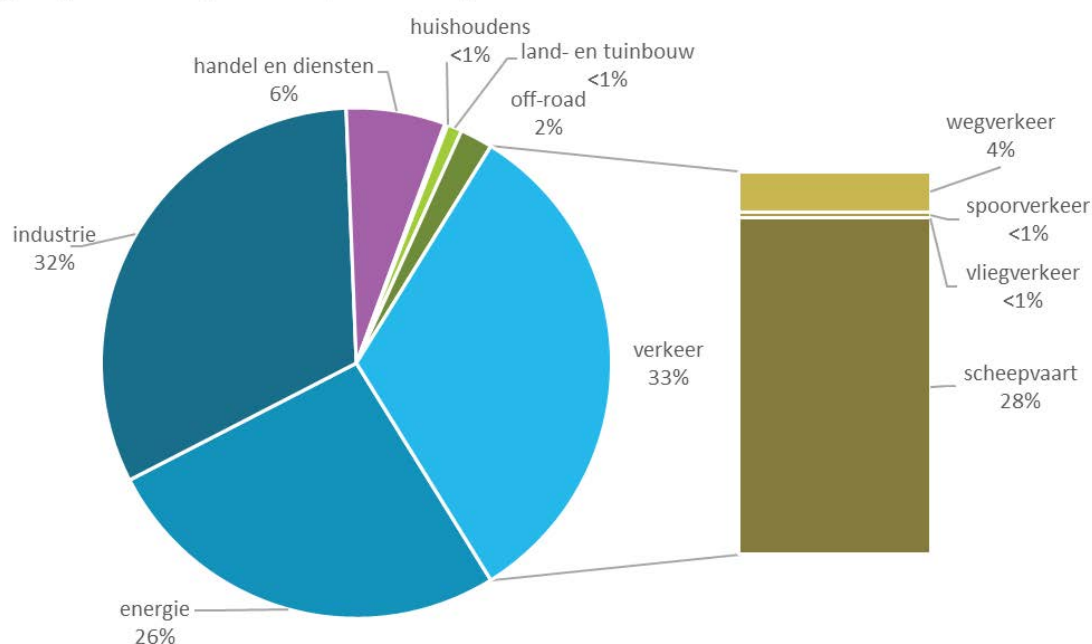
4.1 Emissie van NO_x (NO₂)

In 2022 bedroeg de NO_x(NO₂)-emissie voor de zone Antwerpse haven, 16.667 ton. Dit was 18 % van de totale NO_x(NO₂)-uitstoot van heel Vlaanderen en 8 % minder dan in 2021.

Figuur 10 toont het aandeel van de sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in 2022. Verkeer had in 2022 het grootste aandeel, gevolgd door industrie en energie. De verkeersemisies zijn vooral veroorzaakt door het scheepsverkeer, goed voor 28 % in 2022. 5 % van de uitstoot door de sector energie kwam van elektriciteitscentrales en 21 % van de petroleumraffinaderijen. Deze drie sectoren zijn de voornaamste bronnen. De andere sectoren hebben een veel kleiner aandeel in de totale emissies.

Figuur 10: Aandeel van de sectoren in de NO_x (NO₂)-emissies in de Antwerpse haven

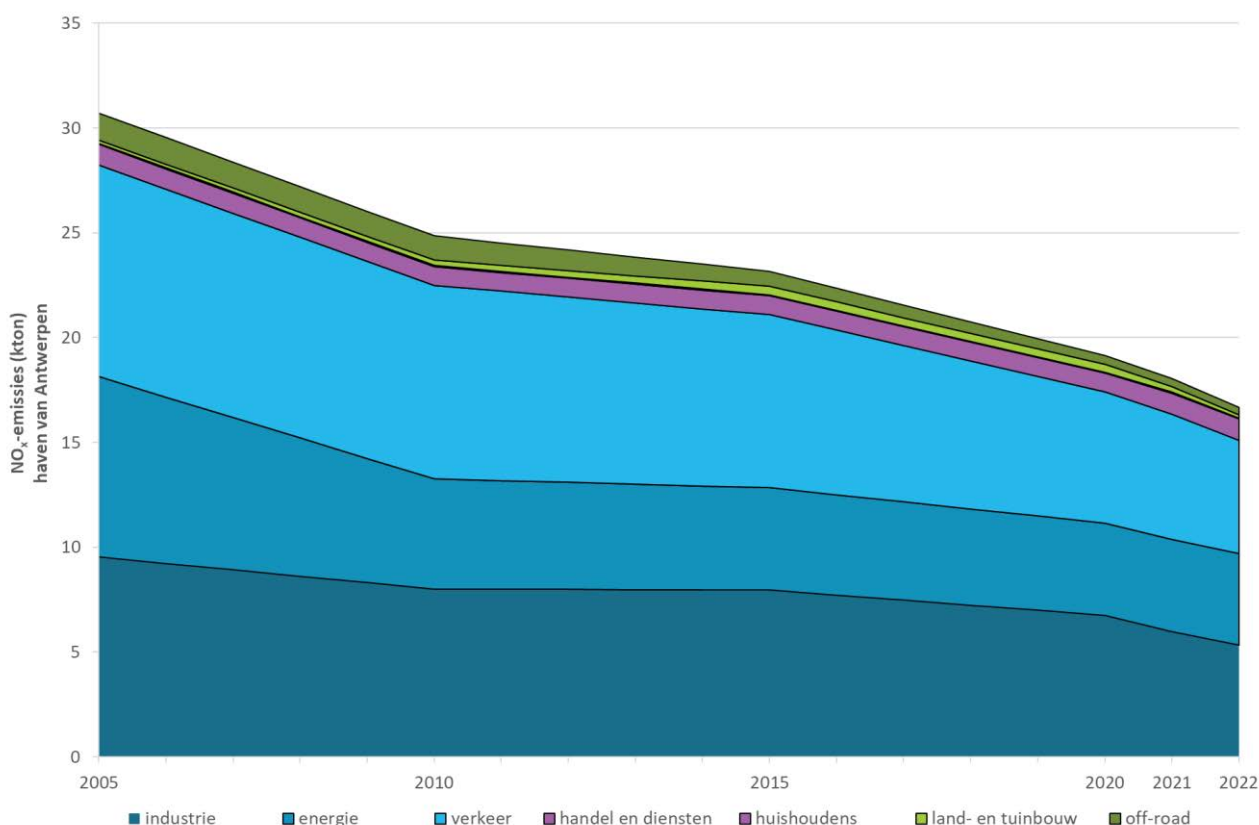
NO_x(NO₂)-emissies, Antwerpse haven, 2022



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

De luchtkwaliteit in de Antwerpse haven wordt niet alleen bepaald door de emissies in de haven zelf. Ook emissies in Vlaanderen, andere gewesten en het buitenland dragen bij tot de concentratie van vervuilende stoffen in de Antwerpse haven.

Figuur 11: Evolutie NO_x(NO₂)-emissies in de Antwerpse haven



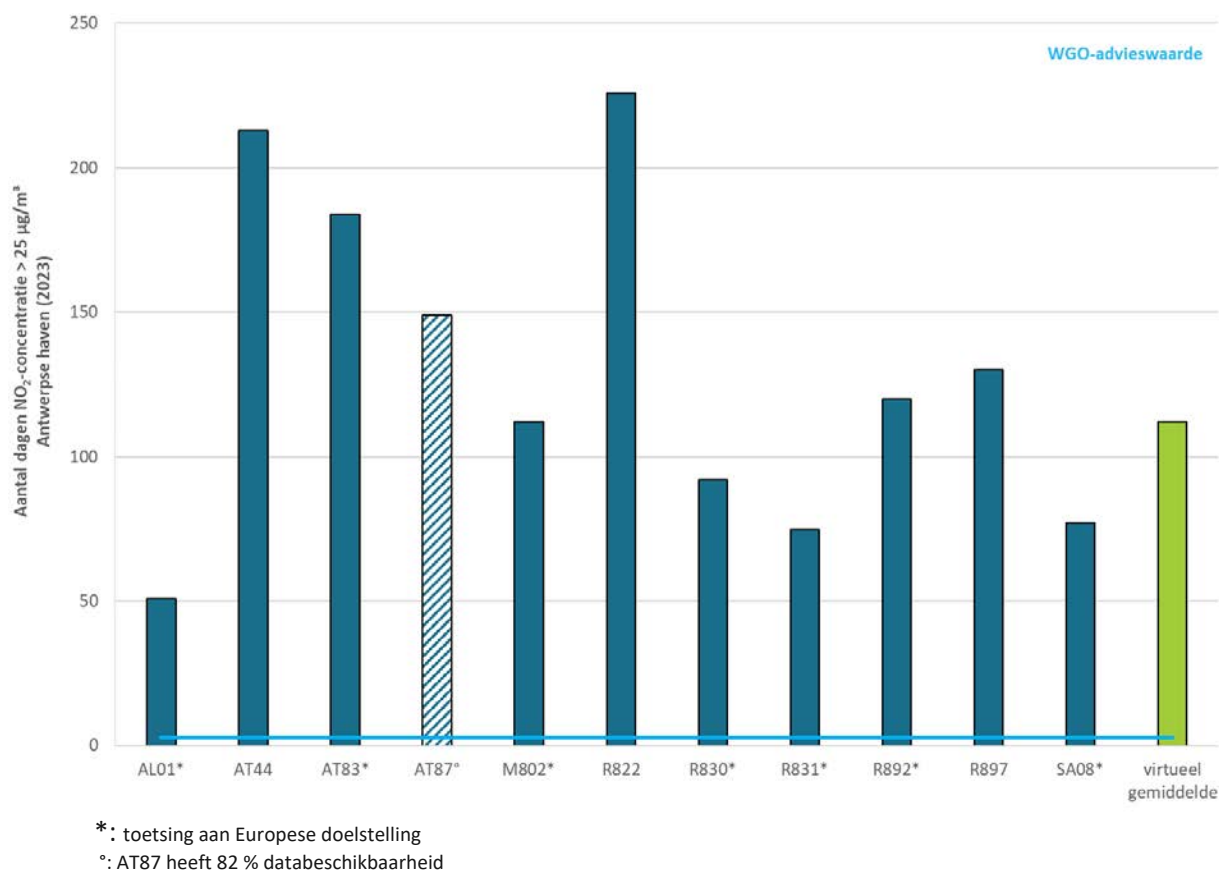
In de periode 2005-2022 daalde de totale NO_x(NO₂)-emissie met 46 %. De concentraties volgen min of meer de trend van de emissies. De drie belangrijkste sectoren voor de uitstoot blijven industrie, verkeer en energie. Over de volledige periode zien we een daling die zich ook in 2022 licht doorzet. De resterende sectoren handel en diensten, off-road, huishoudens en land- en tuinbouw zijn voor NO_x(NO₂)-emissies verwaarloosbaar.

De hoogste piekconcentraties meten we op AT87, gevolgd door R822; de laagste op AL01, R831 en SA08. Bij de bespreking van de pollutierozen gaan we hier verder op in.

Figuur 12: Overzicht statistische parameters NO₂ in de Antwerpse haven in 2023



Figuur 13: Aantal dagen met NO₂-concentraties > 25 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven



4.3 NO-concentraties in 2023

Toetsing aan regelgeving

Voor NO bestaat er geen regelgeving.

Concentratie per meetplaats

Figuur 14 toont voor alle meetplaatsen voor stikstofmonoxide de belangrijkste statistische parameters: het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden voor 2023.

We zien hetzelfde profiel als bij NO₂: de jaargemiddelden zijn het laagst zijn op AL01, R831 en SA08 die aan de rand van de haven liggen. Op R822 en AT87 zijn de NO-jaargemiddelde het hoogst. Ook bij NO meten we de hoogste piekconcentraties op AT87, de laagste is op AL01. Op AT44, R822 en AT83 is de P98-waarde ook vrij hoog.

Het jaargemiddelde is lager dan bij NO₂. Dit komt omdat bij verbrandingsreacties in eerste instantie vooral NO ontstaat. NO heeft een korte levensduur en wordt in de lucht al snel omgezet in NO₂.

NO-concentratie (µg/m³)
Antwerpse haven (2023)

Locatie	jaargemiddelde	P50	P90	P98
AL01	~2	~1	~5	~20
AT44	~10	~4	~23	~64
AT83	~9	~4	~23	~54
AT87*	~12	~1	~23	~114
M802	~5	~2	~11	~43
R822	~11	~5	~27	~71
R830	~4	~1	~9	~39
R831	~3	~1	~8	~30
R891	~7	~3	~16	~43
R892	~6	~2	~16	~46
R897	~6	~3	~13	~35
SA08	~4	~1	~8	~31
virtueel gemiddelde	~7	~4	~14	~36

■ jaargemiddelde ◇ P50 ◆ P90 ◆ P98

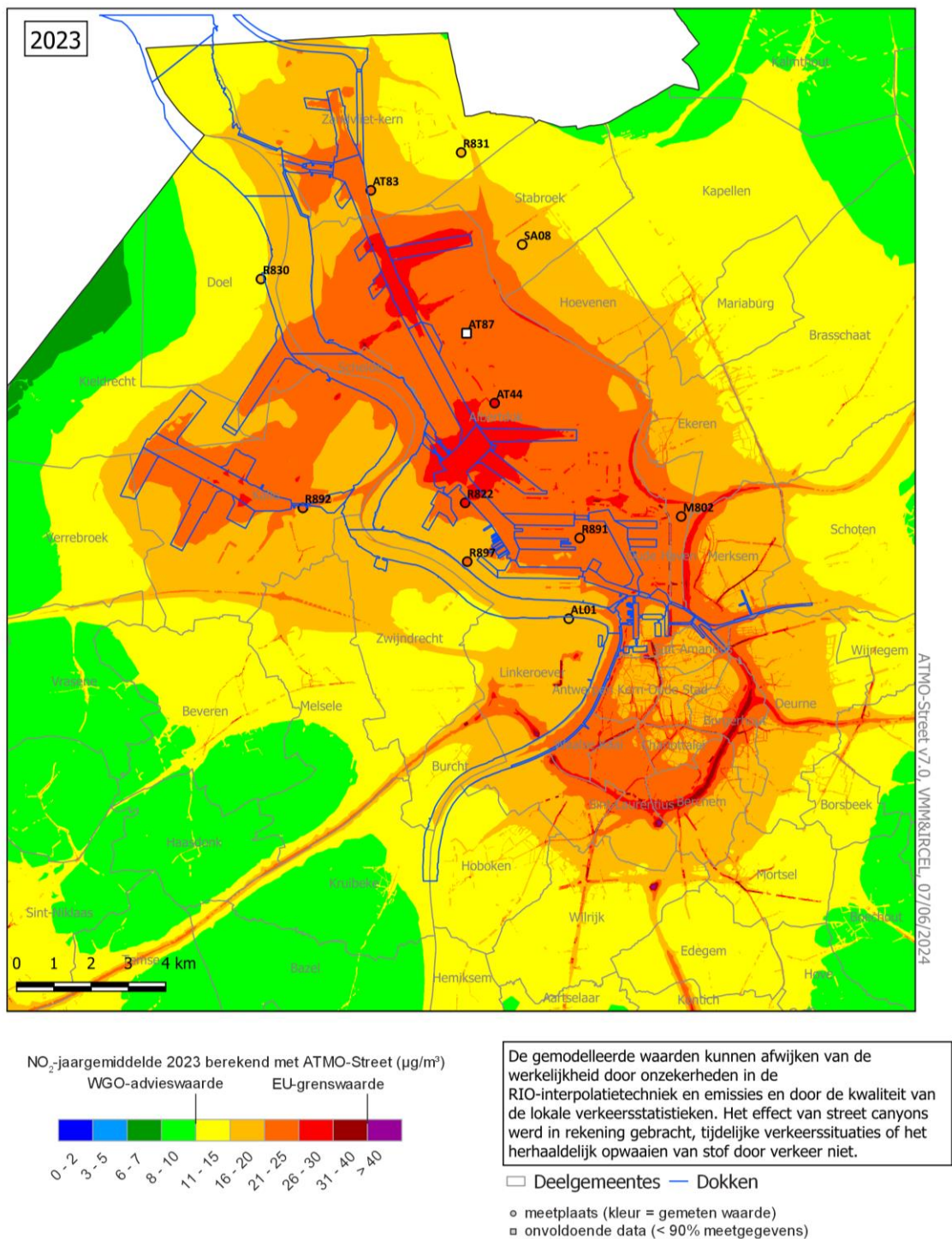
°: AT87 heeft 82 % databeschikbaarheid

4.4.1 Gemodelleerde NO₂-concentratie

Belangrijk is dat voor de opmaak van deze gemodelleerde kaart voor 2023 de meest recent beschikbare emissiedata werden gebruikt. Ondanks de best beschikbare inschatting op straatniveau, heeft het model ook een aantal beperkingen. Toch resulteert dit 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 6**.

De ATMOSTreet-kaart (Figuur 15) toont de bijdrage van het verkeer op de Antwerpse ring en de aangesloten autosnelweg. De autosnelweg A12 Antwerpen – Breda die evenwijdig loopt met het havengebied van zuid naar noord, 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. Het model berekent lagere concentraties dan in 2022; toen kleurde de kaart veel roder.

Figuur 15: Gemodelleerd NO₂-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2023



De onzekerheid (1 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 5,5 en 6,7 µg/m³ voor 2023.

4.4.2 Pollutierozen NO₂

NO₂ is een deels secundair gevormde pollutant. Figuur 16 toont daarom de zeropollutierozen voor NO₂. Meer informatie over de methodiek staat beschreven in bijlage 6.

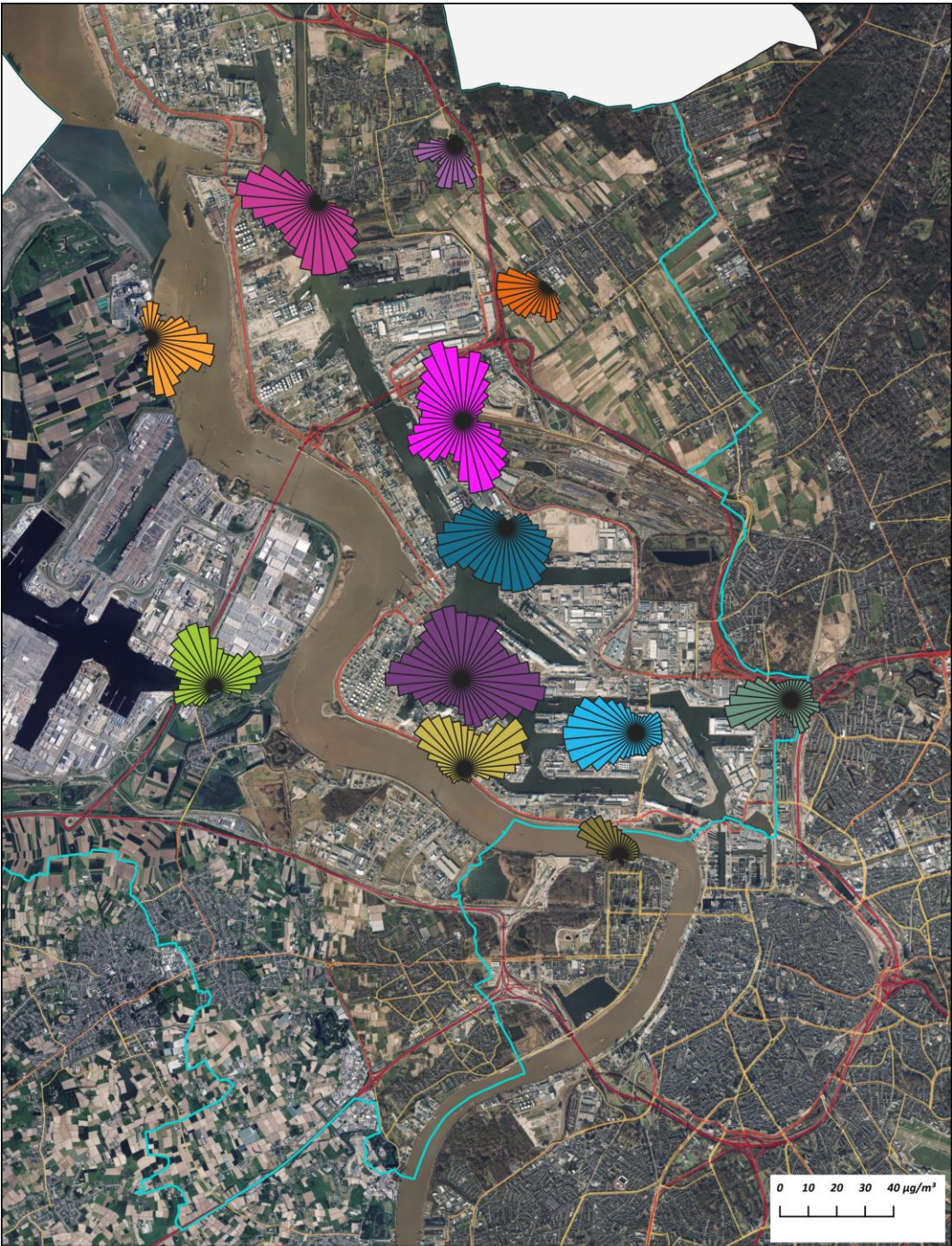
De impact van verkeersknooppunten in het havengebied en de Antwerpse ring met de belangrijkste autosnelwegen is zichtbaar. Meetplaatsen aan de rand van de haven (R831, SA08, AL01, M802) tonen invloed vanuit de haven. Dit kan gaan om uitstoot door schepen of door bedrijven. Ook bij de andere meetplaatsen zien we dat de pollutierozen wijzen naar dokken. Volgens het IMJV zijn er in de Antwerpse haven 14 bedrijven die in 2022 meer dan 100 ton NO_x (als NO₂) uitstoten (bijlage 3). Daarna vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen. We komen tot de volgende vaststellingen:

- R822: W-NW: TotalEnergies Refinery Antwerp - N: Envalior - ZO: Exxonmobil Petroleum& Chemical
- R892: N-NW: Borealis Kallo, Indaver site Doel, Slib en Co-verwerkings Centrale – O: raffinaderijen
- R830: ZO: Evonik Antwerpen – O: Indaver
- AT44: W: Envalior – Z: raffinaderijen
- R891: W: raffinaderijen
- R897 en AL01: raffinaderijen

AT83 wijst naar bronnen in de noordwestelijke tot zuidelijke sector. Er zijn geen bedrijven in die sector met een IMJV in 2022 met emissies boven de rapporteringsdrempel voor NO_x. Ofwel zijn er een aantal bedrijven die allemaal onder de rapporteringsdrempel zitten en hun emissies niet moeten overmaken. Anderzijds kan de uitstoot komen van schepen aan de dokken en aan de sluizen.

Ook de nieuwe meetplaats AT87 wijst NO₂ vanuit verschillende sectoren aan. In het noordoosten ligt Indaver, in het westen Evonik en in het zuidwesten Electrabel WKK Covestro met een emissie van 92 ton. Verder zien we dat de pollutieroos ook naar het Delwaidedok en het Kanaaldok wijst.

Figuur 16: Zeropollutierozen NO₂-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2023

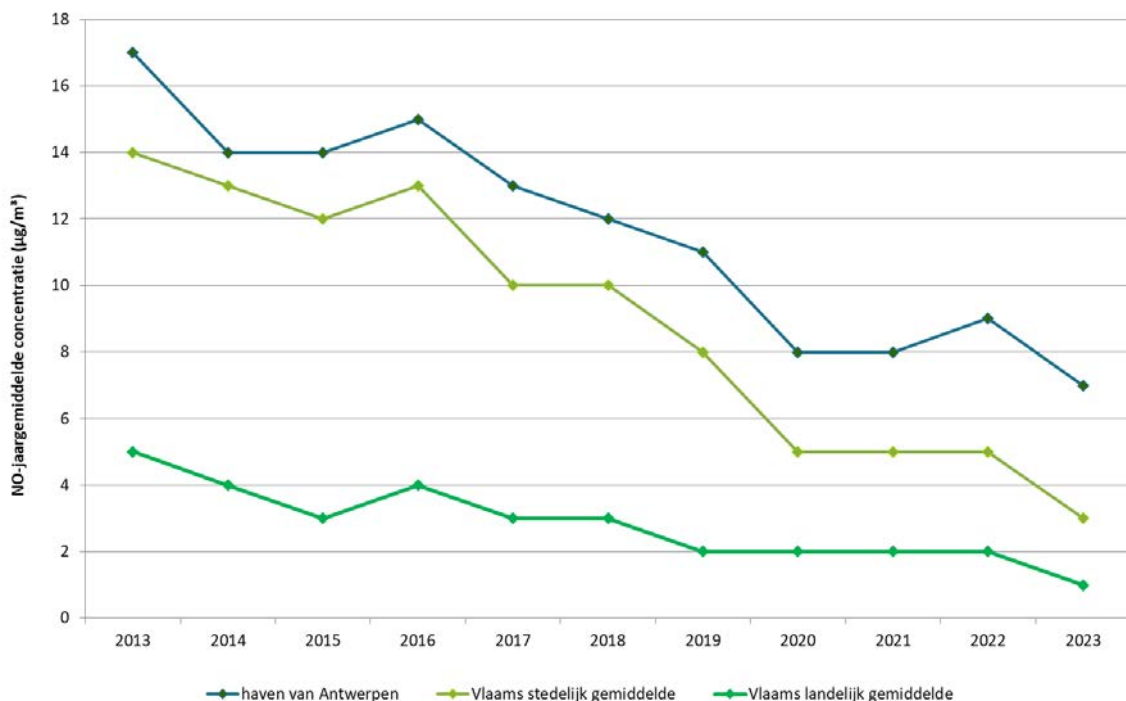


Luchtkwaliteit in de Haven van Antwerpen 2023 - pollutierozen NO₂

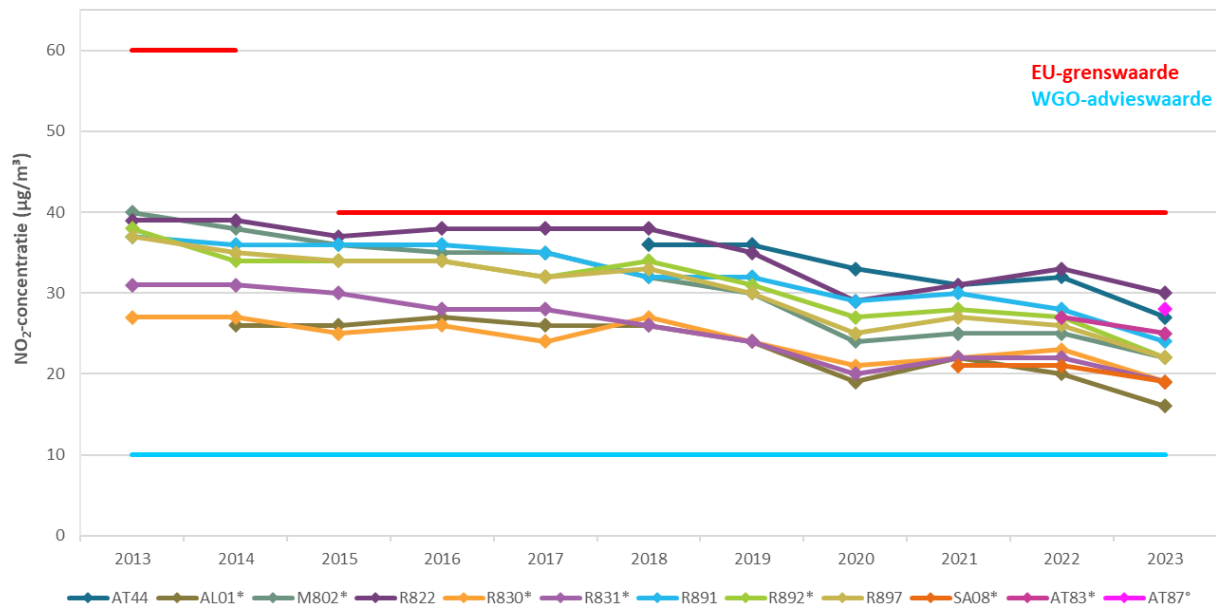
AL01	M802	R891
AT44	R822	R892
AT83	R830	R897
AT87	R831	SA08



Figuur 18: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen



Figuur 19: Evolutie NO₂-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven

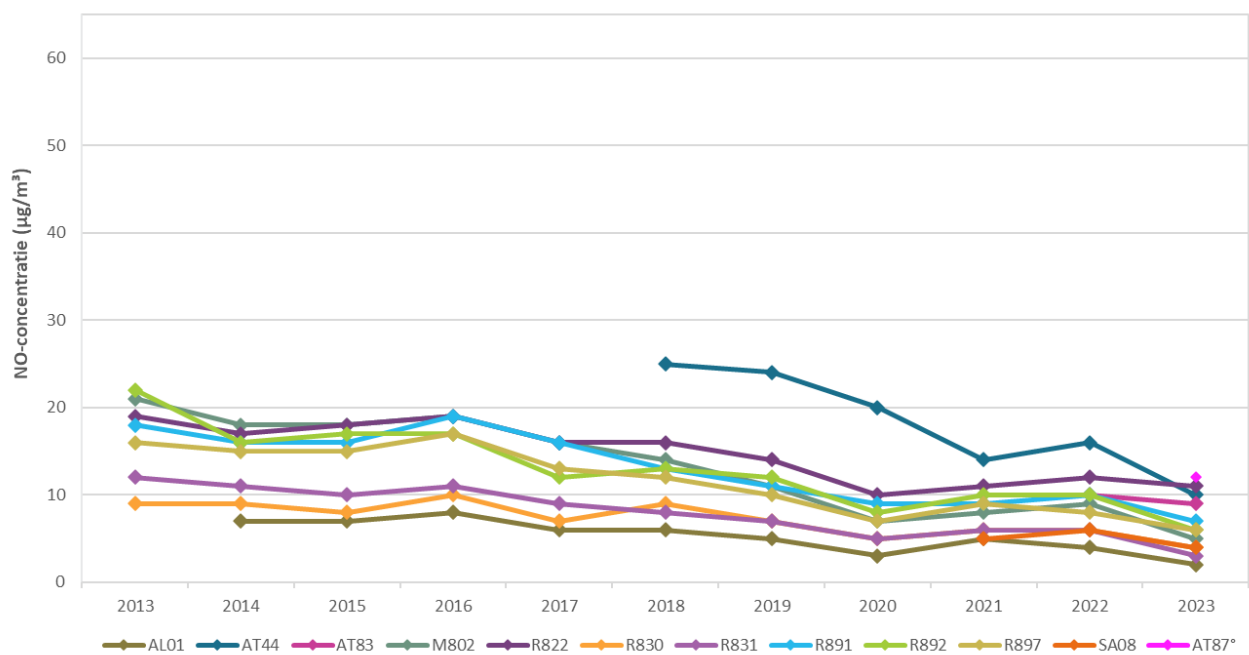


*: toetsing aan Europese doelstelling

Figuur 19 toont het verloop van de jaargemiddelde NO₂-concentratie voor de periode 2013 tot 2023. De concentraties dalen op alle meetplaatsen. Bij de meetplaatsen die al sinds 2013 actief zijn, varieert de daling van 23 % op R822 tot 45 % op M802. Vergelijken we 2023 met 2022, dan zien we een daling van 7 % op AT83 tot 20 % bij AL01.

Ook bij NO zien we een daling op de meetplaatsen. Bij de meetplaatsen die al sinds 2013 in gebruik zijn, varieert de daling van 42 % op R822 tot 76 % op M802. Op AT44 zijn de NO-concentraties hoger tot in 2022, daarna zakt de concentratie sterker dan op andere meetplaatsen.

Figuur 20: Evolutie NO-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven



5 FIJN STOF – PM₁₀, PM_{2,5} EN ZWARTE KOOLSTOF

Fijn stof bestaat uit zeer kleine deeltjes die aanwezig zijn in de lucht. PM₁₀ en PM_{2,5} staan voor deeltjes die kleiner zijn dan 10 of 2,5 micrometer. Fijn stof is de belangrijkste pollutant naar gezondheidsimpact onder andere door luchtweginfecties, astma, dichtslibben van bloedvaten en het veroorzaken van kanker. Zwarte koolstof vormt een fractie van PM₁₀ en bestaat vooral uit roetdeeltjes die ontstaan bij onvolledige verbranding van fossiele en andere brandstoffen (diesel, hout, kolen ...).

Meer informatie over fijn stof vind je in bijlage 4.

5.1 PM₁₀

5.1.1 Emissie van PM₁₀

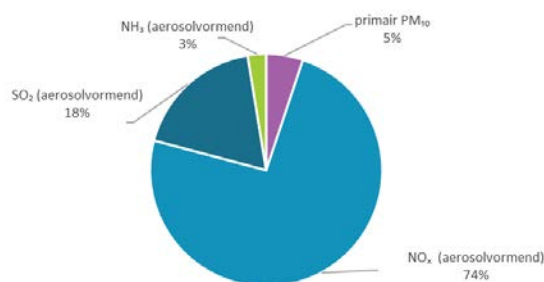
In 2022 bedroeg de **primaire PM₁₀-emissie** voor de zone Antwerpse haven, 1.016 ton. Dit was 6 % van de totale primaire PM₁₀-uitstoot van heel Vlaanderen en 11 % minder dan in 2021.

Primair PM₁₀ heeft met 5 % een veel kleiner aandeel dan de stofprecursoren (Figuur 21). Stofprecursoren vormen na uitstoot via scheikundige reacties nieuwe stofdeeltjes: **secundair fijn stof**. Dit proces is vrij traag, waardoor dit leidt tot een regionale verhoging en niet alleen tot een lokale bijdrage. 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.

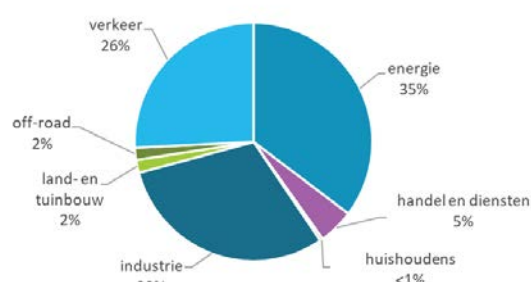
Bekijken we het **primaire stof en de stofprecursoren samen**, dan is de energiesector de belangrijkste bron (35 %), gevolgd door industrie (30 %) en verkeer (26 %).

Figuur 21: Verhouding primair stof / stofprecursoren en aandeel sectoren in primaire PM₁₀-emissies in de Antwerpse haven in 2022

Primair stof + stofprecursoren, Antwerpse haven, 2022



primaire stof + stofprecursoren, Antwerpse haven, 2022

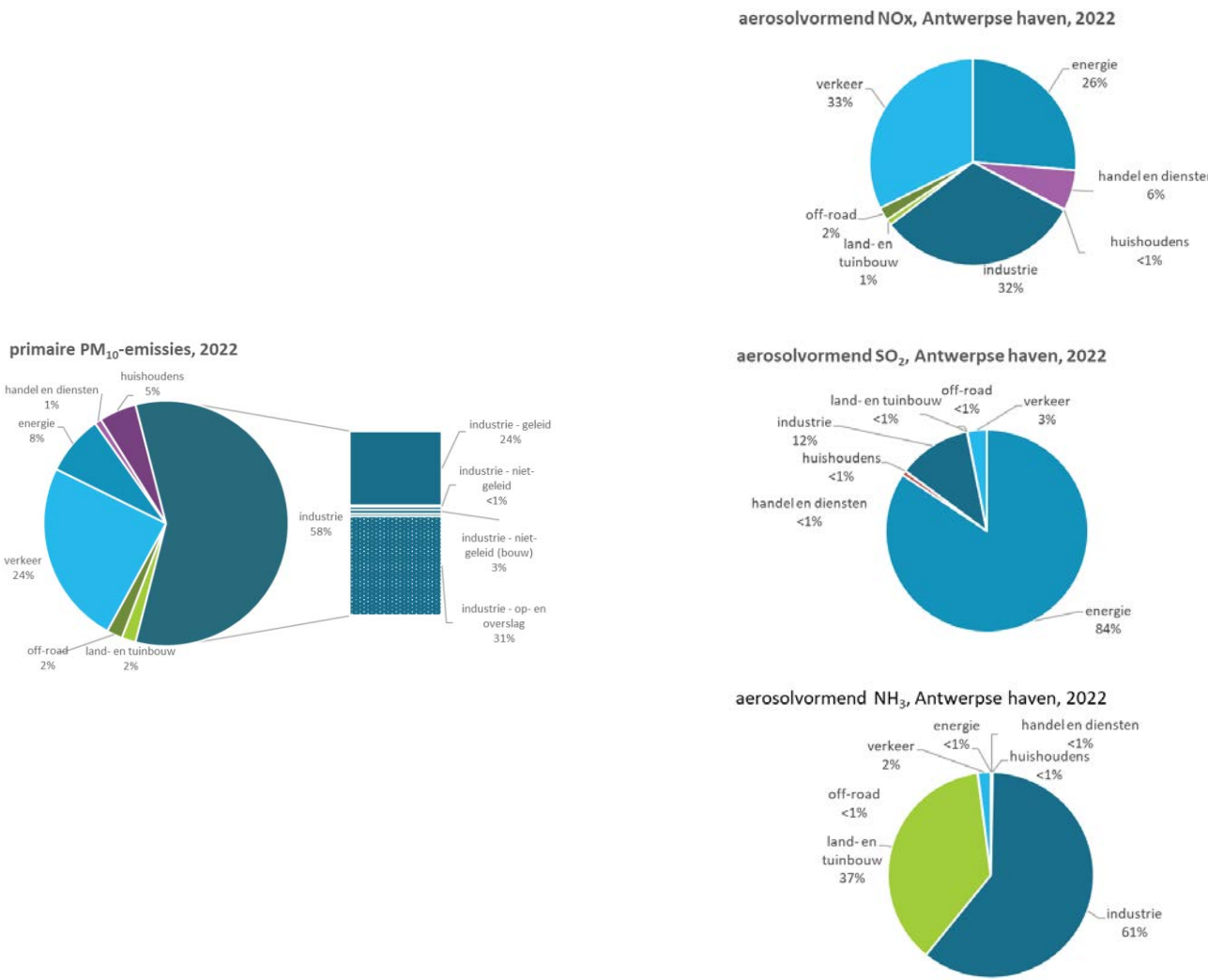


¹ De Leeuw, F. et al. (2002). A set of emission indicators for long-range transboundary air pollution. Environmental Science and Policy, Volume 5, Issue 2, p. 135-145.

Figuur 22 toont de bijdrage van de sectoren aan het primair PM₁₀ en aan de stofprecursoren. Bij de primaire PM₁₀-emissie in 2022 had industrie het grootste aandeel door op- en overslag en geleide emissies. Daarna volgt verkeer, vooral door de scheepsemissies (17 %). De energiesector komt op de 3de plaats.

Verkeer heeft samen met industrie in 2022 het grootste aandeel in deze NO_x(NO₂)-emissies (33 en 32 %) gevolgd door energie (26 %). De voornaamste bron bij SO₂ zijn de petroleumraffinaderijen, die tot de sector energie behoren. De precursor NH₃ wordt in Vlaanderen vooral door de landbouw uitgestoten. In het havengebied is de industrie verantwoordelijk voor het grootste aandeel (61 %).

Figuur 22: Aandeel sectoren in emissies primair PM₁₀ en stofprecursoren in de Antwerpse haven in 2022



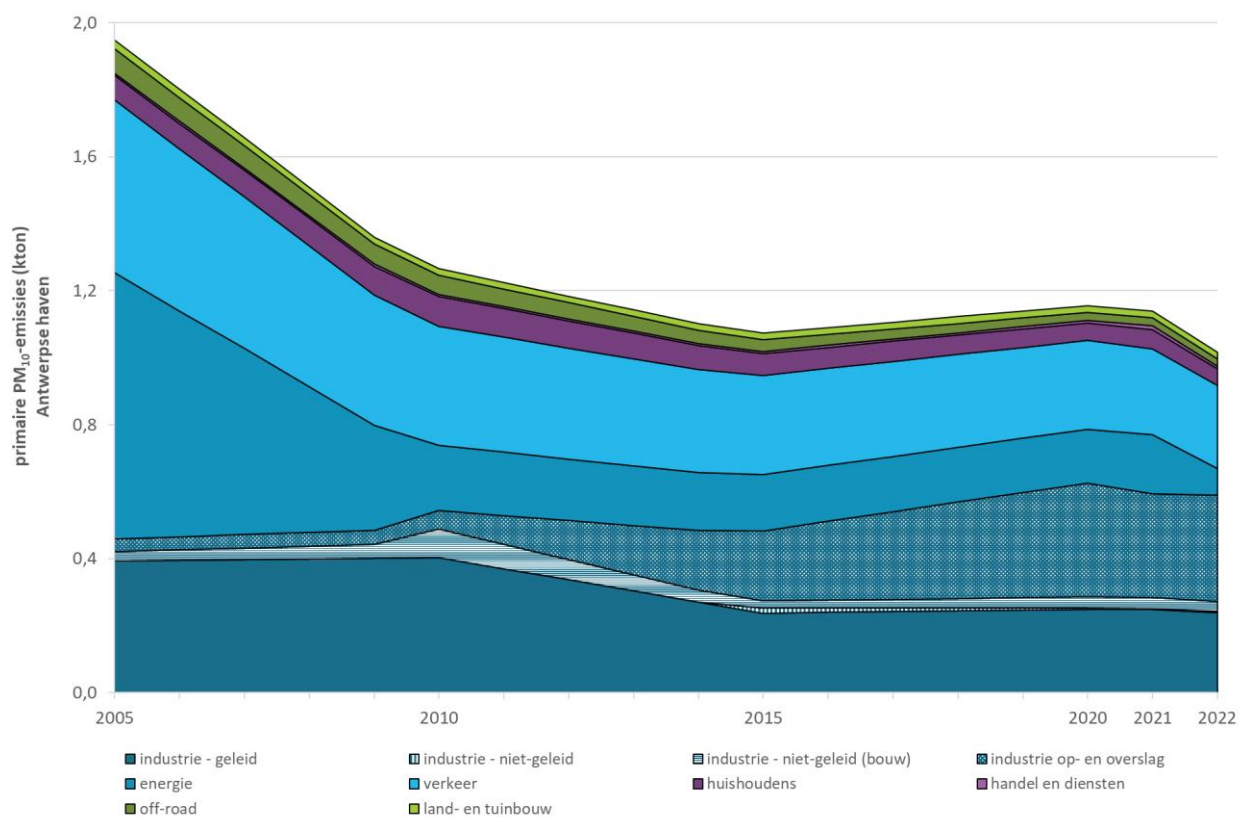
Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM; aerosolvormend potentieel bepaald volgens methode De Leeuw et al. (2002)

Figuur 23 toont de trend van de rechtstreeks uitgestoten **primaire PM₁₀-emissies** door verschillende sectoren in de Antwerpse haven. De totale absolute emissie van primair PM₁₀ is in de periode 2005-2022 met 48 % gedaald.

In 2005 was de energiesector verantwoordelijk voor 41 % van het rechtstreeks uitgestoten PM₁₀. Dit aandeel daalde sterk tot 8 % in 2022. In 2022 is de belangrijkste bron de sector industrie. Zowel het relatieve aandeel als de absolute emissies van industrie stegen sterk. In 2005 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.

Verkeer is de tweede grootste sector in 2022, waarvan het merendeel door scheepvaart (17 % van totaal). Deze emissies halveerden ten opzichte van 2005.

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

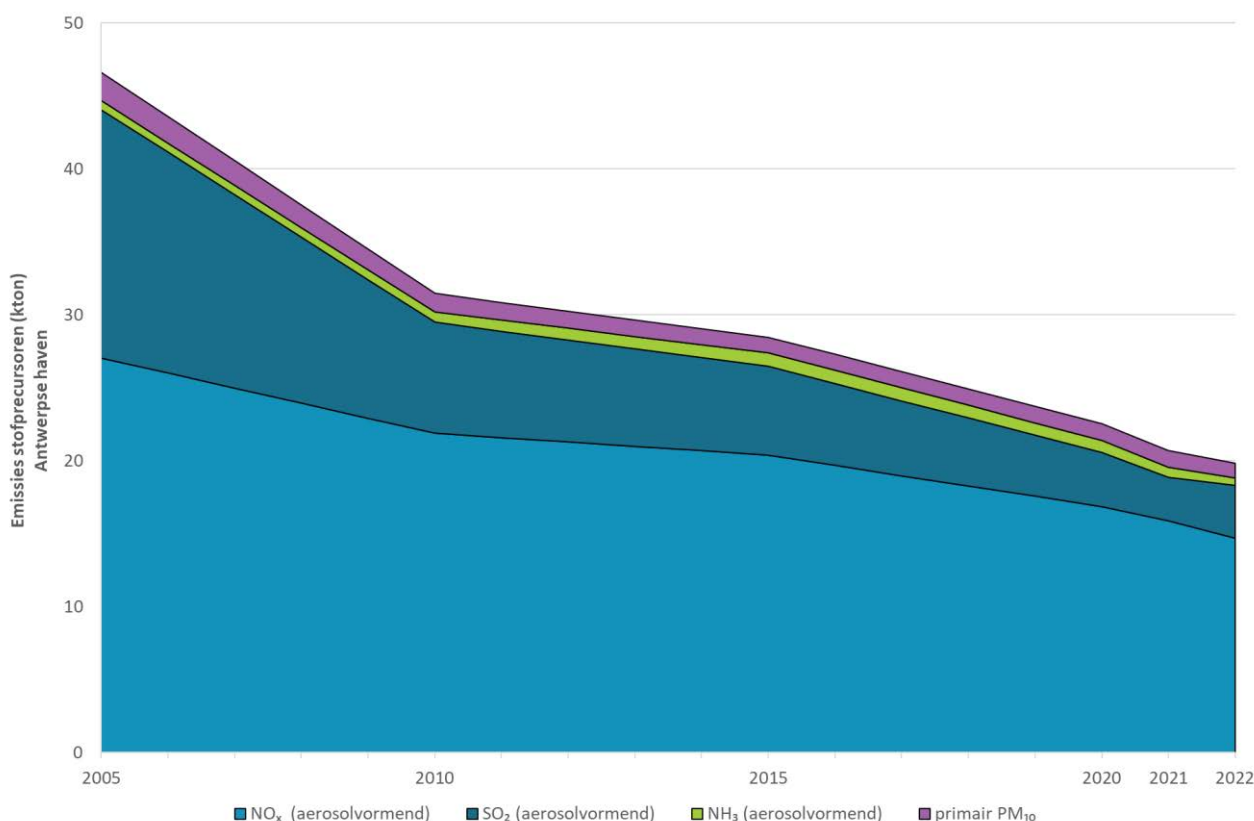


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 24 toont de primaire PM₁₀-emissies samen met de emissies van de stofprecursoren NO_x(NO₂), SO₂ en NH₃ volgens hun aerosolvormend potentieel 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). De totale absolute emissie van primair en secundair PM₁₀ is in de periode 2005-2022 met 57 % gedaald. Vooral de emissies van NO_x(NO₂) en SO₂ namen af.

Voor PM₁₀ in de omgevingslucht zijn er cijfers sinds 2010. Ook deze namen af. Het stof dat we meten in de omgevingslucht komt niet alleen van lokale bronnen. Ook emissies van buiten de haven (Vlaanderen, de andere gewesten, buitenland), de aard van de emissies (bijvoorbeeld de hoogte), de meteorologische omstandigheden en de topografie bepalen mee de gemeten concentraties. In Vlaanderen komt gemiddeld 63 % van PM₁₀ uit het buitenland en de andere gewesten. Vlaanderen exporteert 1,7 keer meer stof dan dat het fijn stof van buiten Vlaanderen importeert².

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



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

² Felix Deutsch en Wouter Lefebvre (VITO), 2019, Referentietask Kenniscentrum Luchtkwaliteit, Deeltaak Import/export balans

5.1.2 PM₁₀-concentraties in 2023

Toetsing aan regelgeving

De VMM meet PM₁₀ op 11 meetplaatsen in de Antwerpse Haven. Door de ligging van de meetplaatsen moeten niet alle meetplaatsen aan de regelgeving getoetst worden:

- A) toetsing op AL01 (Wandeldijk), AL02 (Doel), AL03 (Watermolendijkweg), AL05 (Sluis Kallo), AT83 (Berendrecht), M802 (Luchtbal), SA04 (Hoevenen), R823 (Meerminnendam)
- B) geen toetsing op AL04 (Liefkenshoek tunnel), AT87 (Rode Weel), R822 (Polderdijkweg)

Tabel 5 toont de toetsing aan de regelgeving. Ter informatie beoordelen we alle meetplaatsen. Het maximaal toegelaten overschrijdingen op jaarbasis is opgenomen in de tabel. In de laatste kolom geven we aan hoeveel keer de dagconcentratie overschreden is. Dit staat cursief als het maximaal toegelaten overschrijdingen niet overschreden is.

Uit Tabel 5 volgt dat alle Europese doelstellingen gehaald zijn, ook op plaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden.

De WGO jaaradvieswaarde werd op alle meetplaatsen overschreden, net als overal in Vlaanderen. De dagadvieswaarde werd alleen op AT83 gehaald. In Vlaanderen zijn er in totaal 4 meetplaatsen die de dagadvieswaarde respecteren.

Tabel 5: Toetsing PM₁₀-concentraties aan regelgeving

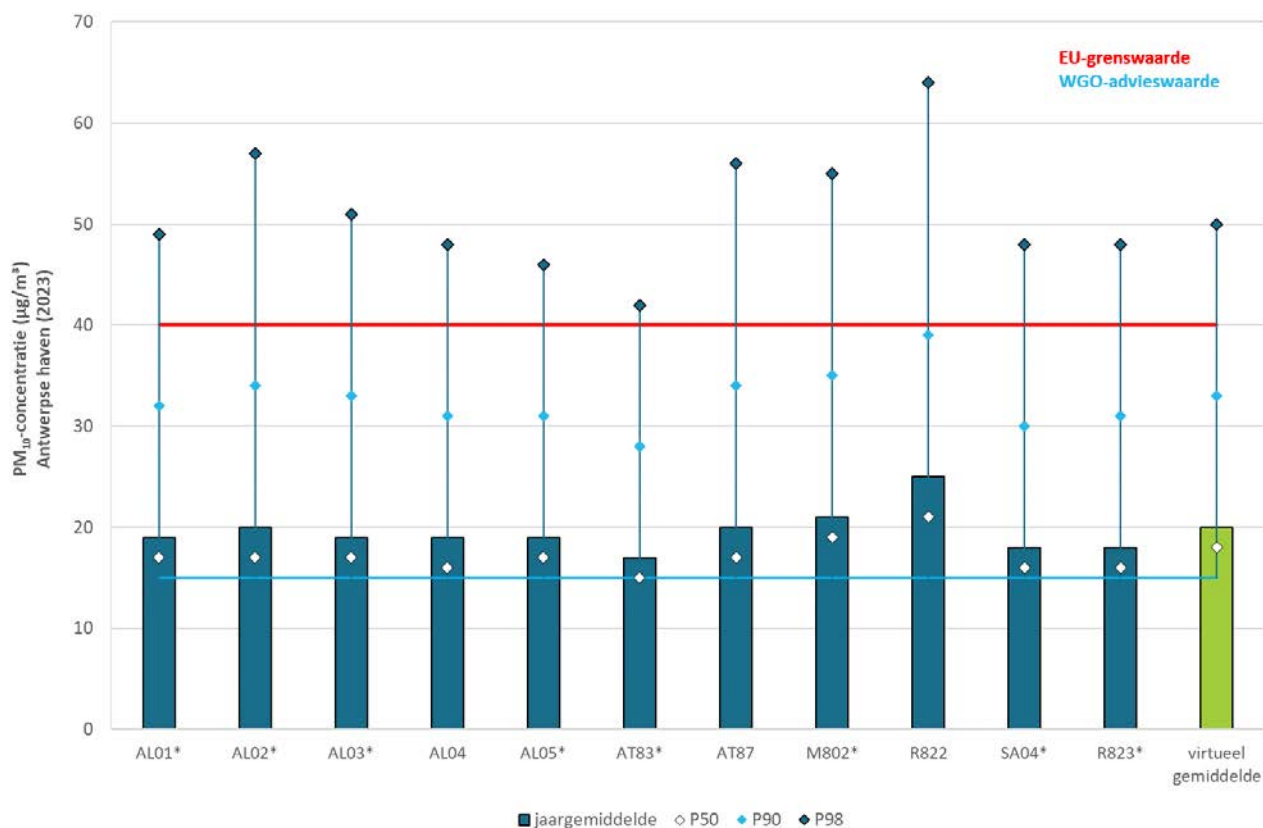
2023 – PM ₁₀	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen	Overschrijding
EU-daggrenswaarde	50 µg/m ³ - 35x	8/8	3/3	2 tot 13x
EU-jaargrenswaarde	40 µg/m ³	8/8	3/3	/
WGO-dagadvieswaarde	45 µg/m ³ - 3x	1/8 (AT83)	0/3	2 tot 18x
WGO-jaaradvieswaarde	15 µg/m ³	0/8	0/3	Allemaal

Cursief: maximaal toegelaten overschrijdingen is niet overschreden

Concentratie per meetplaats

Figuur 25 toont voor alle meetplaatsen voor PM₁₀ de belangrijkste statistische parameters: het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden voor 2023. Hieruit volgt dat de jaargemiddelden variëren van 17 µg/m³ tot 25 µg/m³. De laagste concentratie meten we op AT83, het hoogste jaargemiddelde op R822. De hoogste piekwaarden komen voor op R822. Alle jaargemiddelden liggen ver onder de Europese grenswaarde maar een stuk boven de WGO-advieswaarde.

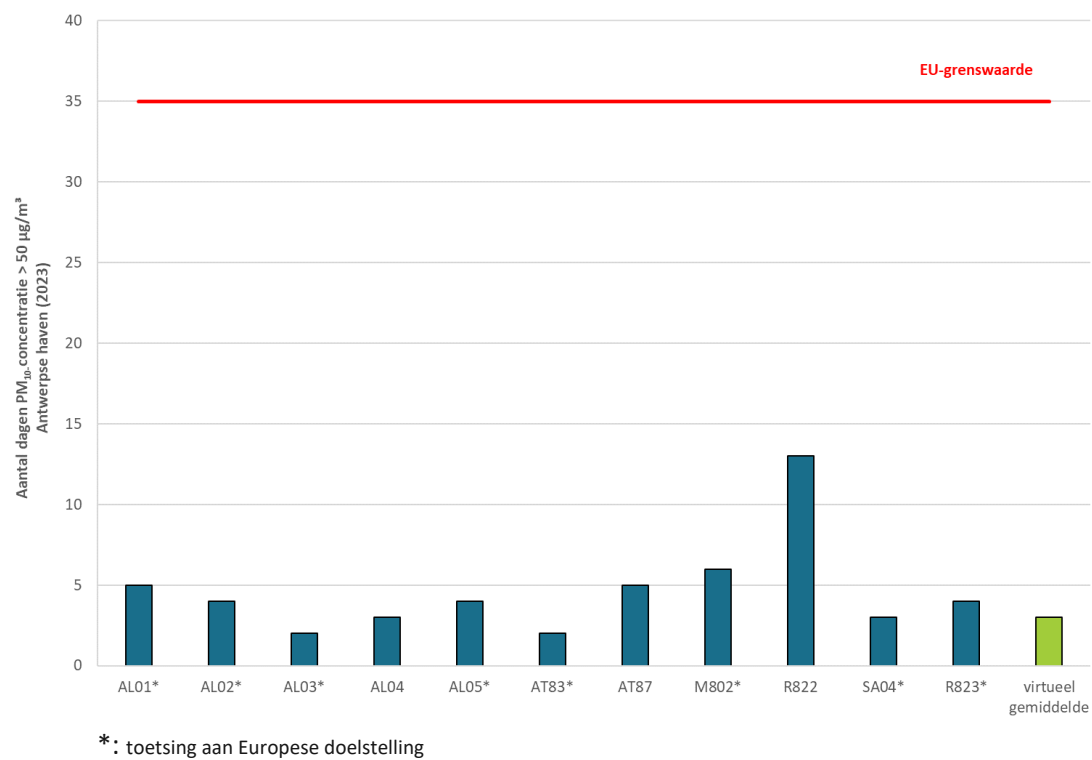
Figuur 25: Overzicht statistische parameters PM₁₀ in de Antwerpse haven in 2023



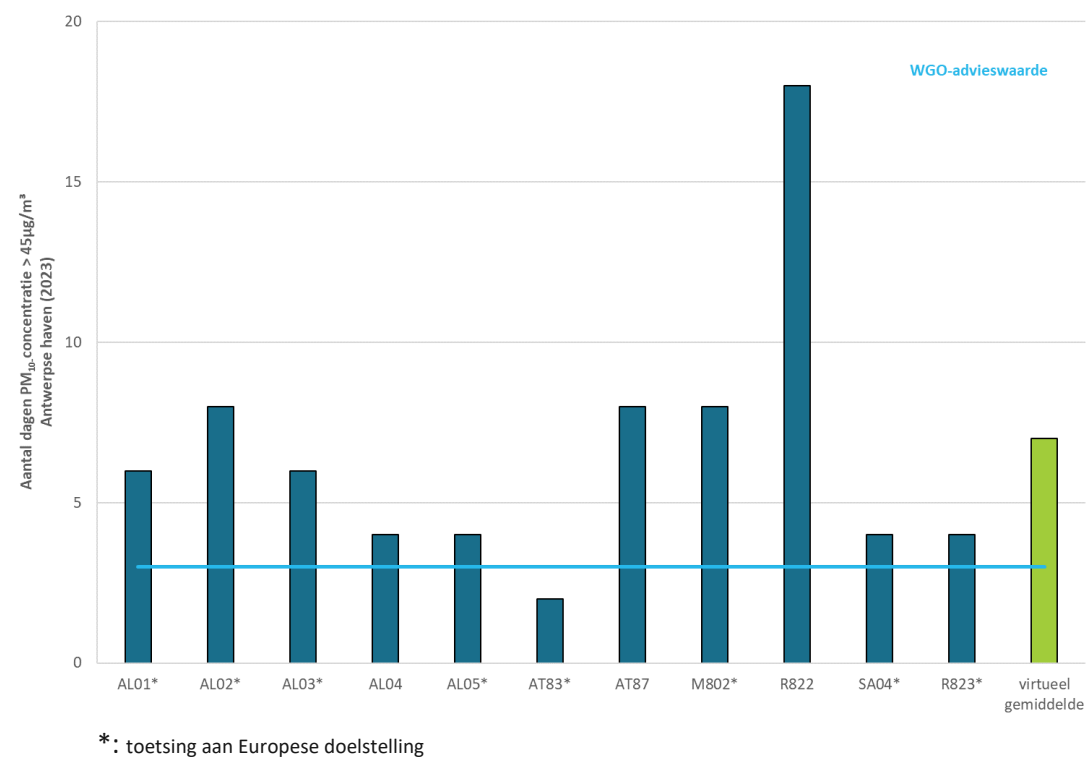
*: toetsing aan Europese doelstelling

De Europese regelgeving definieert ook een grenswaarde voor daggemiddelden. Deze wordt ruim gerespecteerd. Er zijn maximaal 13 dagen met daggemiddelden hoger dan 50 µg/m³, wat ruim onder het maximum van 35 ligt (Figuur 26). De WGO-advieswaarde wordt alleen op AT83 gehaald, op de andere meetplaatsen zijn er 4 tot 18 dagen met een concentraties hoger dan 45 µg/m³, wat meer dan het maximum van 3 dagen is (Figuur 27). Meetplaats R822 telt het meeste aantal overschrijdingsdagen, AT83 het minst.

Figuur 26: Aantal dagen met PM₁₀-concentraties > 50 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven



Figuur 27: Aantal dagen met PM₁₀-concentraties > 45 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven



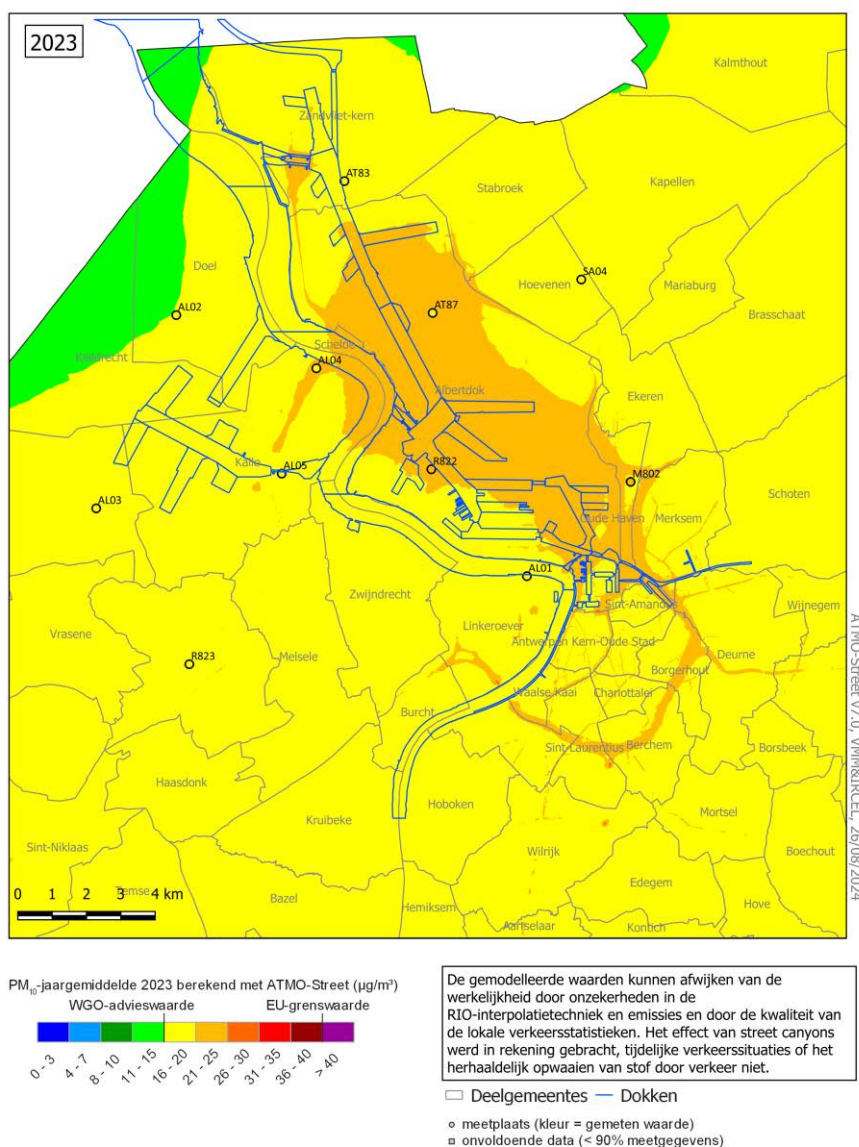
5.1.3 Geografische spreiding van PM₁₀-concentraties

5.1.3.1 Gemodelleerde PM₁₀-concentraties

De gegevens in Figuur 28 zijn gebaseerd op de ATMOSTreet-modellering. Meer uitleg over deze methodiek staat in bijlage 6. De berekeningsmethode kan bepaalde plaatsen onder- of overschatten en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Belangrijk is dat voor de opmaak van deze gemodelleerde kaart voor 2023 de meest recent beschikbare emissiedata werden gebruikt, zie bijlage 6.

In 2022 berekende het model voor nagenoeg het hele havengebied een PM₁₀-concentratie tussen 21 en 25 µg/m³. In 2023 is dit gebied veel kleiner en beperkt zich tot het centrum van de haven en op de Antwerpse Ring.

Figuur 28: Gemodelleerde PM₁₀-concentratie in de Antwerpse haven in 2023



De onzekerheid (1 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 2,4 en 3,3 µg/m³ voor 2023

Bij deels secundair gevormde polluenten zoals PM₁₀ heeft de achtergrondconcentratie een dominante invloed op de lokale concentratie. Om de lokale bronnen te identificeren worden zeropollutierozen gemaakt. Meer informatie over deze methode staat in bijlage 6.

In de haven gebeuren er heel wat laad- en losactiviteiten die lokaal voor verhoogde PM₁₀-concentraties kunnen zorgen. Het is moeilijk om deze emissie te bepalen waardoor het niet duidelijk is of alle betrokken bedrijven deze emissie rapporteren. In bijlage 3 zijn de 6 bedrijven opgesomd die volgens het IMJV meer dan 20 ton PM₁₀ uitstoten in 2022. Daarna vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen. We stellen het volgende vast:

- Op Antwerpen-Wandeldijk (AL01) is er vooral de invloed van het noordelijk gelegen havengebied. De impact van het Waaslandkanaal zien we op AL02 en AL03 en de impact van wegen en tunnels is zichtbaar op M802 en AL04.

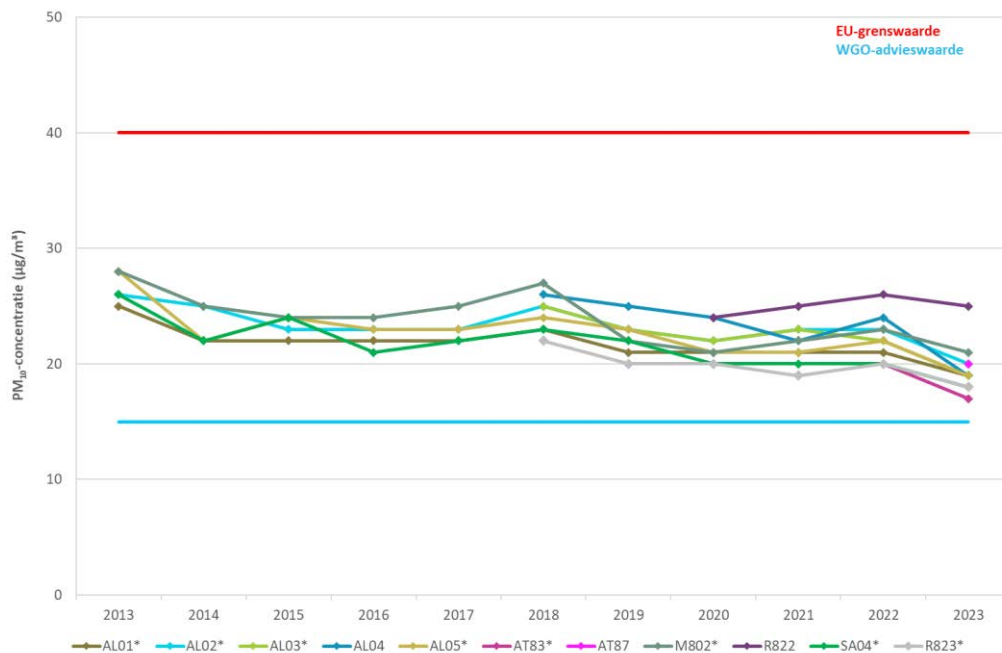
Buiten het havengebied zien we op de meetplaats in Meerminnendam (R823) vooral invloed uit noordoostelijke richting.

0 6 12 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

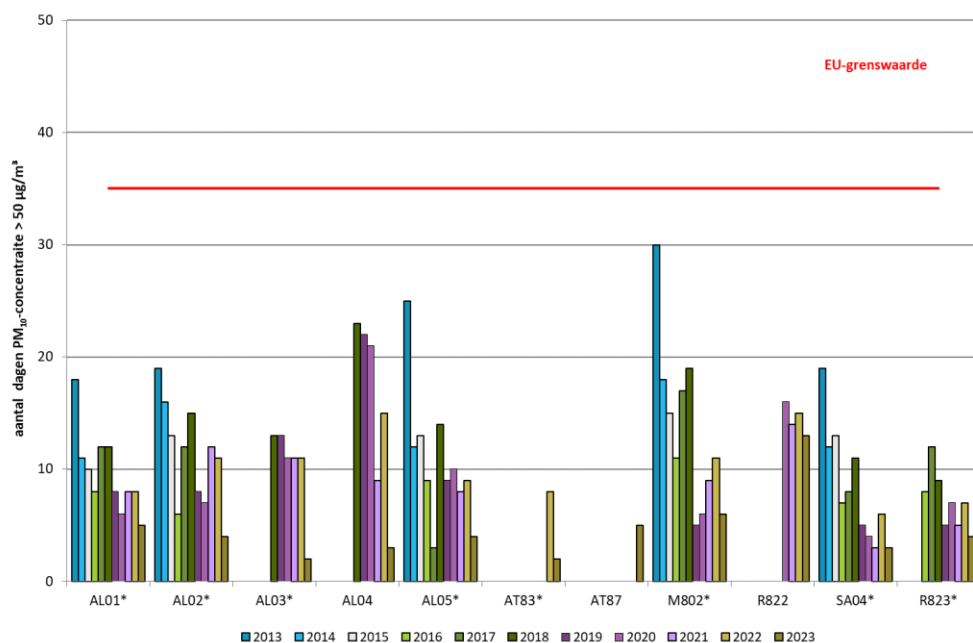
AL01	AL04	AT87	R823
AL02	AL05	M802	SA04
AL03	AT83	R822	

Figuur 32 toont de trend van het aantal dagen met concentraties hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hieruit volgt dat er in de periode 2013-2023 geen overschrijdingen zijn van de Europese grenswaarde. De daling is het sterkst bij de meetplaatsen waarvoor we een langere tijdsreeks hebben. Ook valt op dat in 2023 op alle meetplaatsen beduidend minder dagen zijn met concentraties hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Figuur 31: Evolutie PM_{10} -concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven



Figuur 32: Trend aantal dagen met PM_{10} -concentraties $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven



*: toetsing aan Europese doelstelling

Alleen data met voldoende databeschikbaarheid opgenomen in de figuur

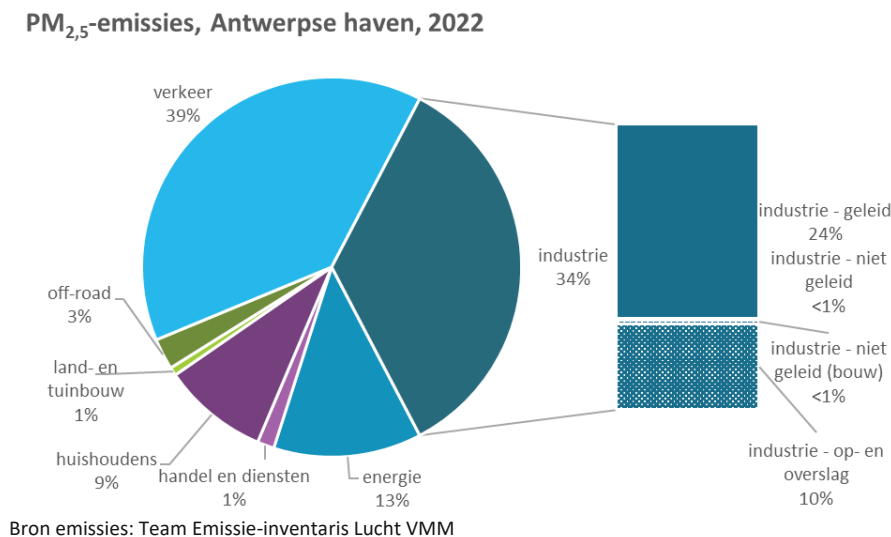
5.2 PM_{2,5}

5.2.1 Emissie van PM_{2,5}

In 2022 bedroeg de PM_{2,5}-emissie voor de zone Antwerpse haven 542 ton. Dit was 5 % van de totale PM_{2,5}-uitstoot van heel Vlaanderen en 17 % minder dan in 2021.

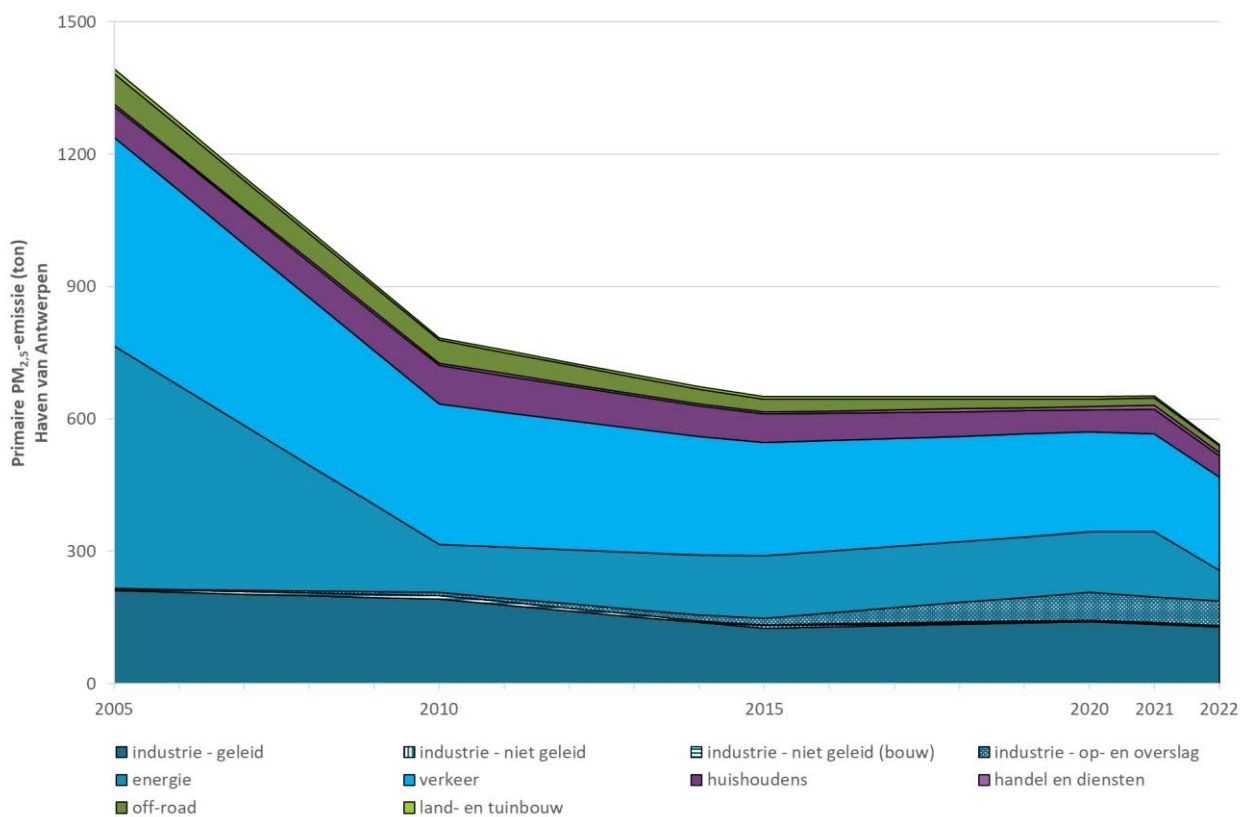
Figuur 33 toont het aandeel van de sectoren in de PM_{2,5}-emissies in 2022. Verkeer is met 39 % de belangrijkste bron van rechtstreeks uitgestoten PM_{2,5} met de scheepvaart als grootste uitstoter (31 %). Industrie is met 34 % ook een belangrijke bron. Er zijn ook hier vier fracties: de geleide emissies, de niet-geleide emissies al dan niet van bouw en de niet-geleide emissies van op- en overslag. De energiesector tenslotte, heeft een aandeel van 13 %. De emissies van de overige sectoren zijn veel lager.

Figuur 33: Aandeel sectoren in primaire PM_{2,5}-emissies in de Antwerpse haven in 2022



Figuur 34 toont de primaire PM_{2,5}-emissies in de Antwerpse haven voor de verschillende sectoren. Net zoals bij de rechtstreekse uitstoot van het PM₁₀-stof was er voor de uitstoot van het PM_{2,5}-stof een algemeen dalende trend tussen 2005 en 2022. De totale absolute emissie van PM_{2,5} is in de periode 2005-2022 met 61 % gedaald. Ook valt op dat de emissies in 2022 een stuk lager zijn dan in 2021. Vooral de uitstoot door petroleumraffinaderijen nam af. Industrie heeft in 2022 een veel groter aandeel dan in 2005. Dit bestaat uit 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.

Figuur 34: Emissie van primair PM_{2,5}-emissie in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Ook emissies van buiten de haven (Vlaanderen, de andere gewesten, buitenland) bepalen mee de gemeten concentraties in de Antwerpse haven. Zo komt in Vlaanderen gemiddeld 60 % van PM_{2,5} uit het buitenland en de andere gewesten. Vlaanderen exporteert 1,7 keer meer stof dan dat het fijn stof van buiten Vlaanderen importeert³.

³ Felix Deutsch en Wouter Lefebvre (VITO), 2019, Referentietask Kenniscentrum Luchtkwaliteit, Deeltaak Import/export balans

Toetsing aan regelgeving

A) toetsing op AL01 (Wandeldijk), AL02 (Doel), AL03 (Watermolendijkweg), AL05 (Sluis Kallo), AT83 (Berendrecht), M802 (Luchtbal), SA04 (Hoevenen), R823 (Meerminnendam)

Tabel 6 toont de toetsing aan de regelgeving. Ter informatie beoordelen we alle meetplaatsen. Het maximaal toegelaten overschrijdingen op jaarbasis is opgenomen in de tabel. In de laatste kolom geven we aan hoeveel keer de dagconcentratie overschreden is.

De WGO dag- en jaaradvieswaarde werd op alle meetplaatsen overschreden. Dit is op alle meetplaatsen in Vlaanderen het geval.

2023 – PM _{2,5}	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen	Overschrijding
EU-jaargrenswaarde	25 µg/m ³	8/8	3/3	/
EU-indicatieve jaargrenswaarde	20 µg/m ³	8/8	3/3	/
WGO-dagadvieswaarde	15 µg/m ³ - 3x	0/8	0/3	46 tot 104x
WGO-jaaradvieswaarde	5 µg/m ³	0/8	0/3	allemaal

Figuur 35 toont voor alle meetplaatsen voor PM_{2,5} de belangrijkste statistische parameters: het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden voor 2023. Hieruit volgt dat de concentraties niet sterk variëren. Het jaargemiddelde ligt tussen 9 en 11 µg/m³ met uitzondering van 14 µg/m³ op R822. Ook de piekwaarden zijn vrij gelijk op R822 na. Alle jaargemiddelden liggen ver onder de Europese grenswaarde en indicatieve grenswaarde maar een stuk boven de WGO-advieswaarde.

Alleen de WGO definieert een advieswaarde voor daggemiddelden. Deze wordt ruim overschreden: er zijn 46 tot 104 dagen met een concentratie hoger dan $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wat meer dan het maximum van 3 dagen is. Meetplaats R822 telt het meeste aantal overschrijdingsdagen, AT83 het minst.

PM_{2.5}-concentratie (µg/m³)
Antwerpse haven (2023)

Legend:
 ■ jaargemiddelde
 ◇ P50
 ◆ P90
 ◆ P98

Reference values:
 EU-grenswaarde (red line)
 EU-indicatieve grenswaarde (yellow line)
 WGO-advieswaarde (blue line)

Location	jaargemiddelde (µg/m ³)	P50 (µg/m ³)	P90 (µg/m ³)	P98 (µg/m ³)
AL01*	10	8	0	34
AL02*	11	8	21	35
AL03*	11	8	20	35
AL04	10	8	19	31
AL05*	10	8	19	31
AT83*	9	8	18	30
AT87	10	8	20	33
M802*	11	9	21	35
R822	14	12	26	44
SA04*	10	8	19	34
R823*	10	8	20	35
virtueel gemiddelde	11	9	20	33

A bar chart comparing the number of days with a PM_{2.5} concentration greater than 15 µg/m³ at various ports in Antwerp in 2023 against the WGO advice value. The y-axis represents the 'Aantal dagen PM_{2.5} concentratie > 15 µg/m³ Antwerpse haven (2023)' and ranges from 0 to 120. The x-axis lists the ports: AL01*, AL02*, AL03*, AL04, AL05*, AT83*, AT87, M802*, R822, SA04*, R823*, and a 'virtueel gemiddeld' (virtual average). A horizontal blue line at y=3 indicates the 'WGO-advieswaarde' (WGO advice value). The bars for the ports are dark blue, while the bar for the virtual average is light green.

Port	Aantal dagen PM _{2.5} concentratie > 15 µg/m³
AL01*	56
AL02*	62
AL03*	62
AL04	51
AL05*	53
AT83*	46
AT87	50
M802*	67
R822	104
SA04*	54
R823*	63
virtueel gemiddeld	3

[illegible]

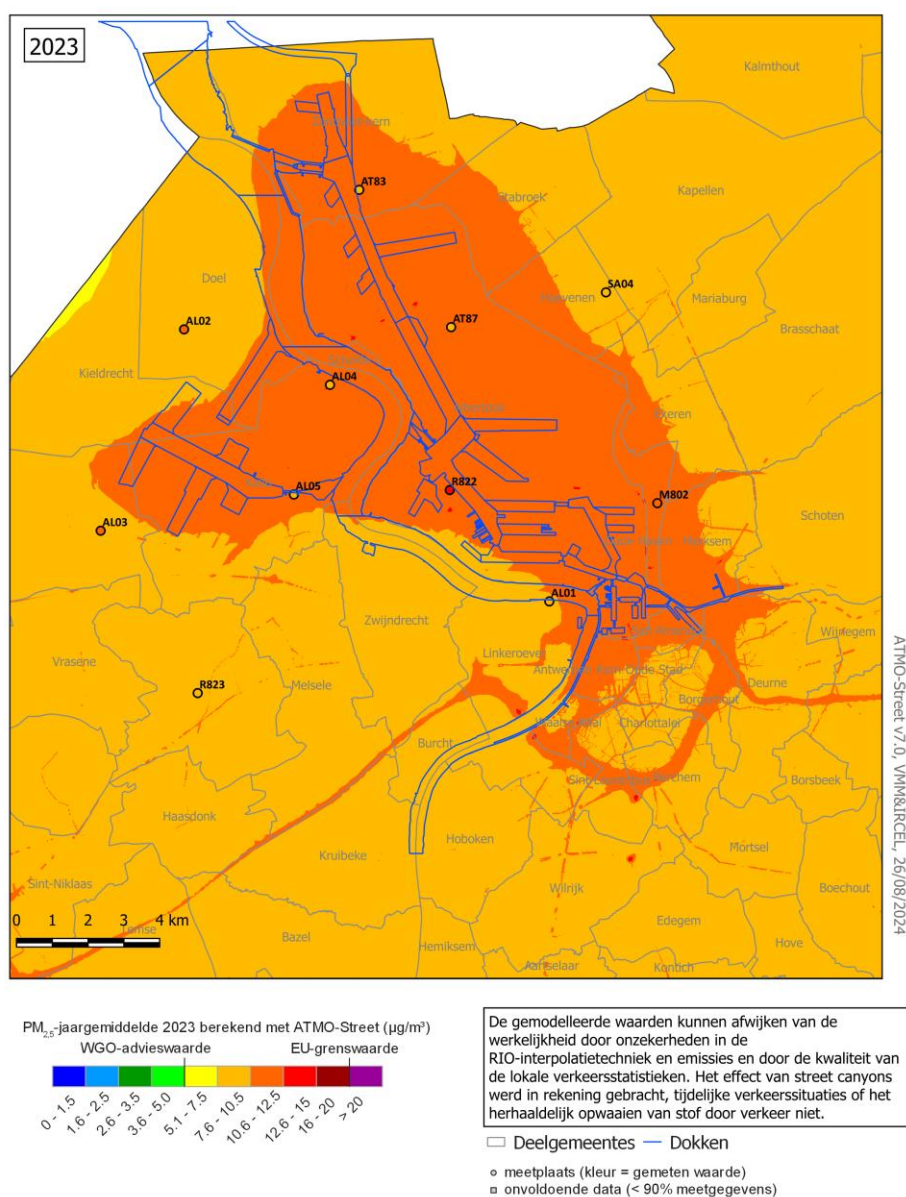
5.2.3 Geografische spreiding van PM_{2,5}-concentraties

5.2.3.1 Gemodelleerde PM_{2,5}-concentraties

Figuur 37 toont de ATMOStreet-gemodelleerde verspreiding voor PM_{2,5} in het havengebied. De berekeningsmethode kan bepaalde plaatsen onder- of overschatten en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Meer uitleg over deze methodiek staat in bijlage 6.

De gemodelleerde PM_{2,5}-concentraties liggen overwegend tussen 10,6 en 12,5 µg/m³. Dit is duidelijk lager dan in 2022 toen het model voor een groot stuk van de haven nog concentraties tussen 12,6 en 15 µg/m³ berekende. Ook hier wijzen we naar een dalende uitstoot gecombineerd met gunstig weer zonder lange smogepisodes.

Figuur 37: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2023



De onzekerheid (1 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 1,3 en 1,8 µg/m³ voor 2023.

5.2.3.2 Pollutierozen PM_{2.5}

Figuur 38 toont de zeropollutierozen van PM_{2.5} voor 2023.

Volgens het IMJV zijn er in de Antwerpse haven 4 bedrijven die in 2022 meer dan 20 ton $PM_{2,5}$ uitstoten (bijlage 3). Vervolgens vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen. We stellen het volgende vast:

- M802: W: Euroports Terminals Antwerp
- R822: ZO-ZW: Exxonmobil Petroleum&Chemical – NW: TotalEnergies Refinery Antwerp
- AL04: ZO: TotalEnergies Refinery Antwerp, Exxonmobil Petroleum&Chemical

Het Deurganckdok en het Waaslandkanaal beïnvloeden de concentraties gemeten op de meetlocaties AL02, AL03, AL04 en AL05. Op Antwerpen-Luchtbal (M802) is er ook invloed van de nabijgelegen verkeersassen. Op AT83 en AT87 zijn de concentraties laag en wijst de pollutieroos geen uitgesproken richting aan. Ook op de verderaf gelegen meetstations AL01, R823 en SA04 zijn de concentraties laag.

[illegible]

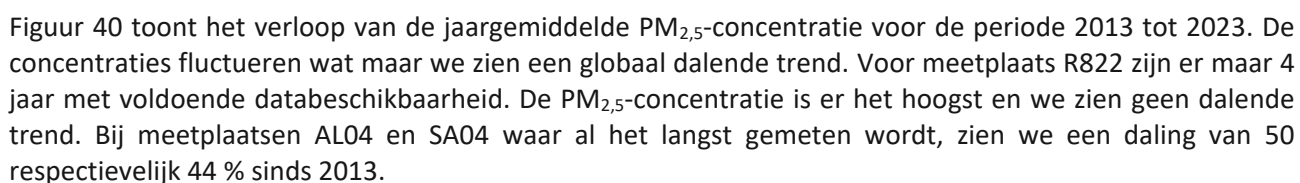
This figure is an aerial map of the Scheldt estuary and surrounding urban and agricultural areas. The map displays the Scheldt river and its tributaries, including the Oude Scheldt and Nieuwe Scheldt. A cyan line outlines a specific study area, while a red line indicates another boundary. Sampling locations are marked with colored starburst symbols: cyan, purple, green, yellow, and black. A scale bar at the bottom right indicates sediment concentrations in $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ranging from 0 to 8. The map shows a mix of urban development, agricultural fields, and natural water bodies.

AL01	AL04	AT87	R823
AL02	AL05	M802	SA04
AL03	AT83	R822	

0 1 2 km

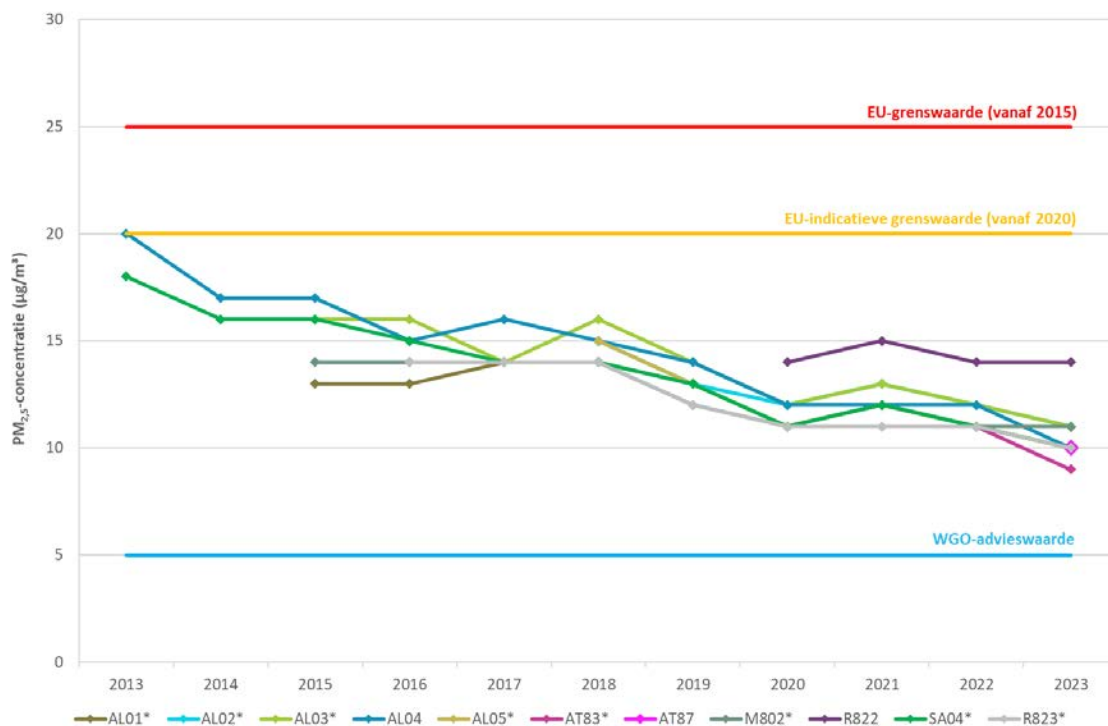
Figuur 39 vergelijkt het verloop van de PM_{2,5}-concentraties op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse haven' met dit van het Vlaams stedelijk en landelijk gemiddelde in de periode 2014 tot en met 2023.

Figuur 39: Evolutie PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen

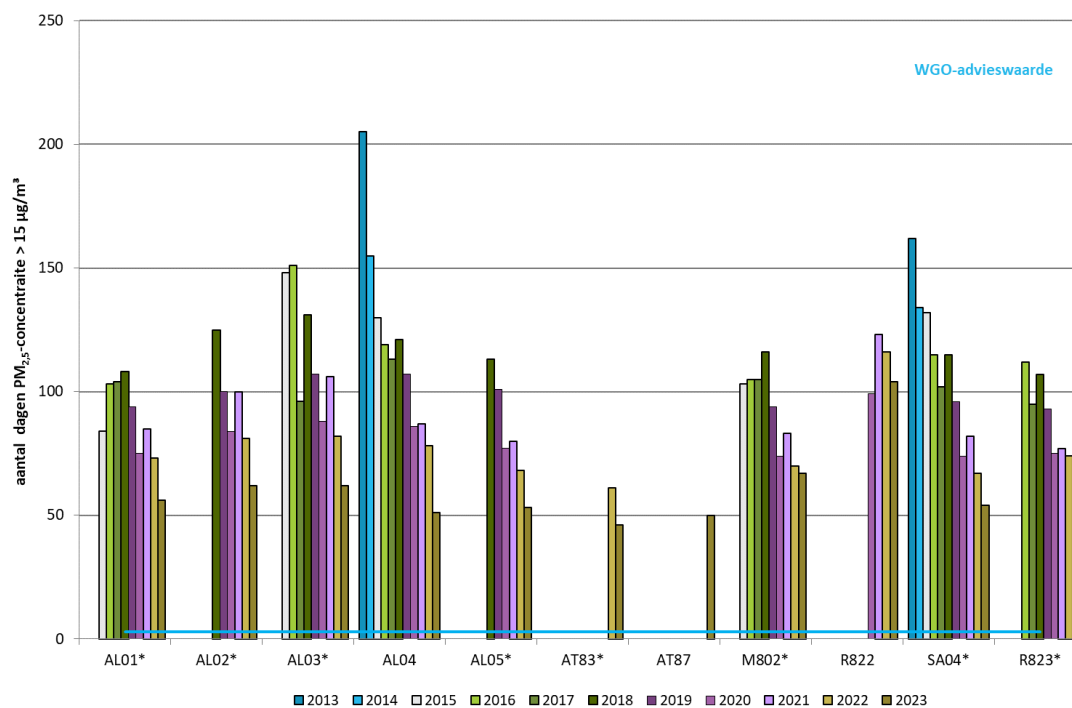


Figuur 41 toont de trend van het aantal dagen met PM_{2,5}-concentraties hoger dan de WGO-advieswaarde van 15 µg/m³. Hieruit volgt dat het aantal overschrijdingsdagen afneemt met het laagste aantal in 2023. Toch zijn we nog altijd ver verwijderd van de doelstelling van maximaal 3 dagen op jaarbasis.

Figuur 40: Evolutie PM_{2,5}-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven



Figuur 41: Trend aantal dagen met PM_{2,5}-concentraties > 15 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven



*: toetsing aan Europese doelstelling

Alleen data met voldoende databeschikbaarheid opgenomen in de figuur

5.3 Zwarte koolstof

Elementair koolstof en zwarte koolstof geven allebei 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. Eerst bespreken we de emissies van elementair koolstof, daarna volgt de concentratie van zwarte koolstof in de omgevingslucht.

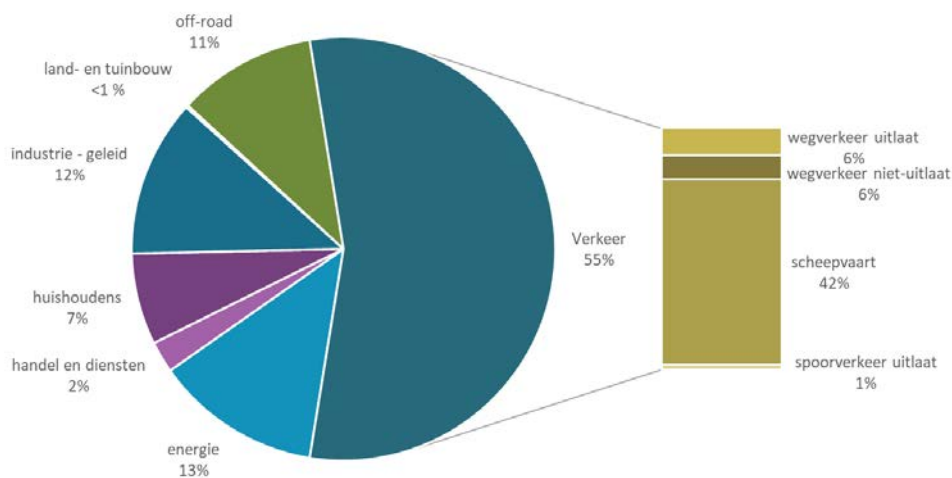
5.3.1 Emissies van elementair koolstof

In 2022 bedroeg de emissie van elementair koolstof voor de zone Antwerpse haven 79 ton. Dit was 5 % van de totale uitstoot van heel Vlaanderen en 8 % minder dan in 2021.

Figuur 42 geeft het aandeel van de sectoren voor de emissies van elementair koolstof in de Antwerpse haven voor 2022. Verkeer is verantwoordelijk voor meer dan de helft van de uitstoot, vooral door scheepverkeer dat 42 % van de totale emissies uitstoot. De sector energie is de tweede grootste sector in 2022, goed voor 13 % van de totale emissies, gevolgd door industrie en off-road (12 % respectievelijk 11 %).

Figuur 42 : Aandeel sectoren in emissies van elementair koolstof in de Antwerpse haven in 2022

elementair koolstof, Antwerpse haven, 2022



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 43: Emissies elementaire koolstof in de Antwerpse haven



Toetsing aan regelgeving

Concentratie per meetplaats

[illegible]

The chart displays the concentration of black carbon (zwarte koolstof) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ at various locations in the port of Antwerp in 2023. The Y-axis represents the concentration, ranging from 0 to 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. The X-axis lists the locations: AL01*, AL04, AL05*, AT83*, AT87, M802*, SA04*, and a virtual average (virtueel gemiddelde). For each location, the annual average (jaargemiddelde) is shown as a bar, and the 50th (P50), 90th (P90), and 98th (P98) percentiles are indicated by diamonds connected by vertical lines. The AT83* location shows the highest P98 value, exceeding 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

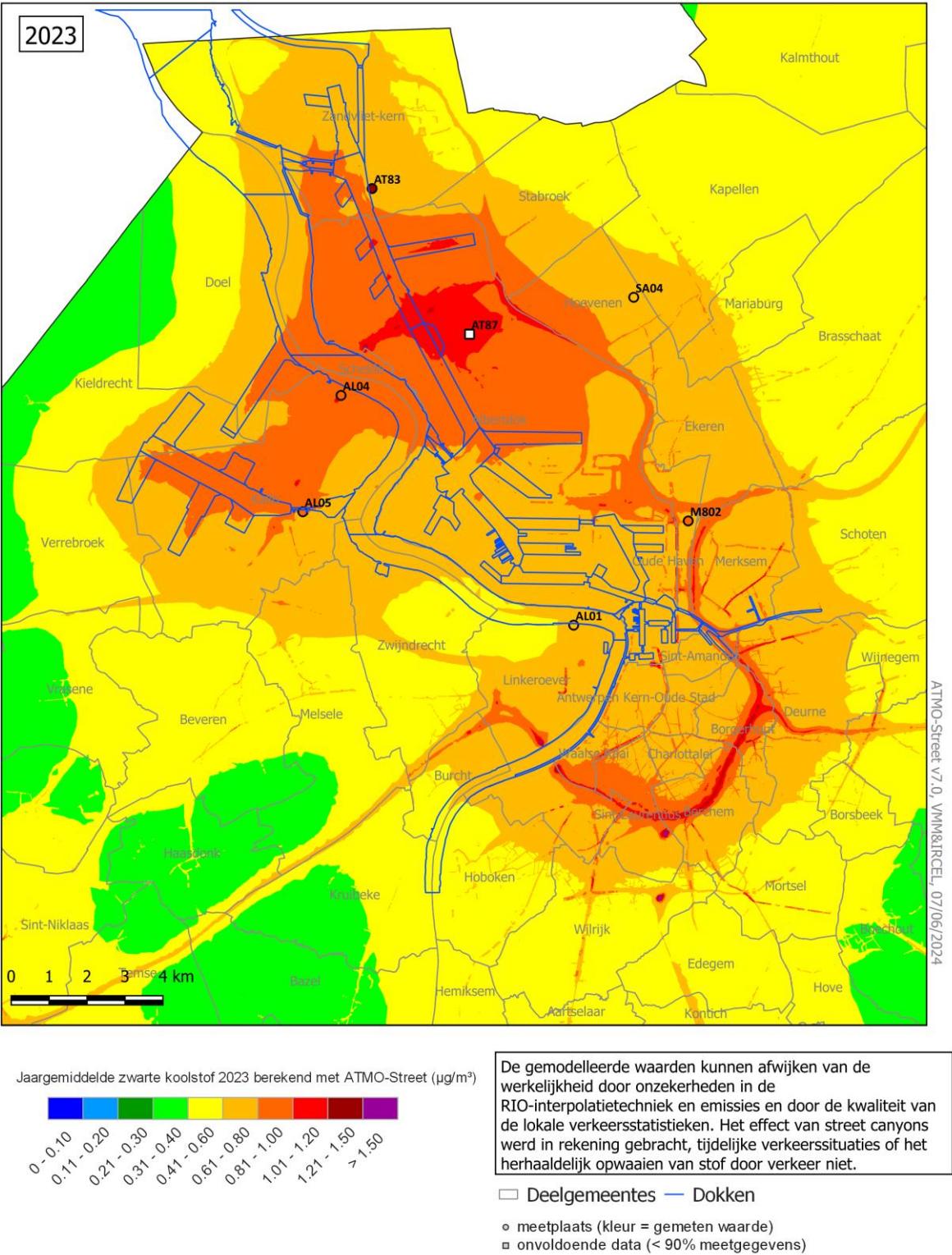
Locatie	jaargemiddelde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P50 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
AL01*	~0.6	~0.5	~1.2	~2.2
AL04	~0.9	~0.7	~1.8	~3.3
AL05*	~0.8	~0.6	~1.6	~3.0
AT83*	~1.3	~1.0	~2.6	~4.5
AT87	~0.9	~0.7	~1.7	~3.0
M802*	~0.8	~0.6	~1.6	~3.0
SA04*	~0.7	~0.5	~1.5	~3.2
virtueel gemiddelde	~0.9	~0.7	~1.6	~2.8

5.3.3 Geografische spreiding van zwarte koolstof

Figuur 45 toont de ATMOSStreet gemodelleerde jaargemiddelde concentratie van zwarte koolstof. Meer informatie over de methodiek staat in bijlage 6. Deze gedetailleerde kaart kan de indruk wekken dat de ruimtelijke spreiding van concentraties plaatselijk zeer precies gekend is. De berekeningsmethode kan bepaalde plaatsen over- en onderschatten en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Ook hier gebruiken we de nieuwe kleurenschaal.

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

Figuur 45: Gemodelleerd jaargemiddelde van zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2023



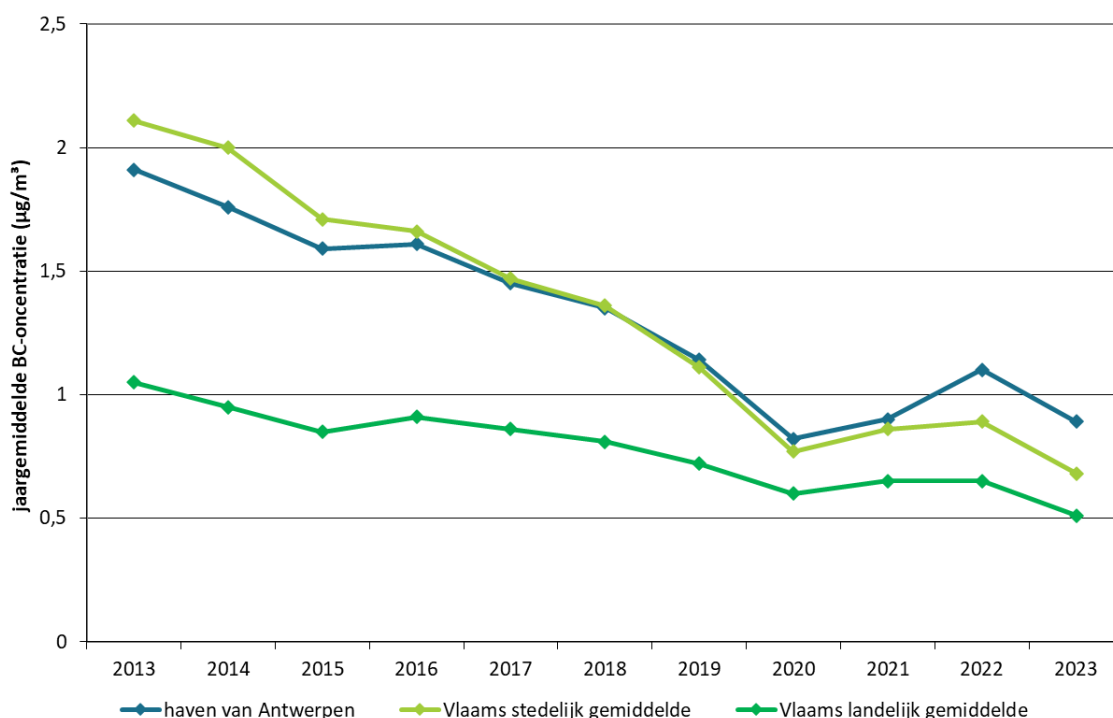
De onzekerheid (1 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 0,27 en 0,30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor 2023.

5.3.4 Trend van concentratie zwarte koolstof

Figuur 47 vergelijkt het verloop van de concentratie zwarte koolstof op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse haven' met dit van het Vlaams stedelijk en landelijk gemiddelde in de periode 2013 tot en met 2023.

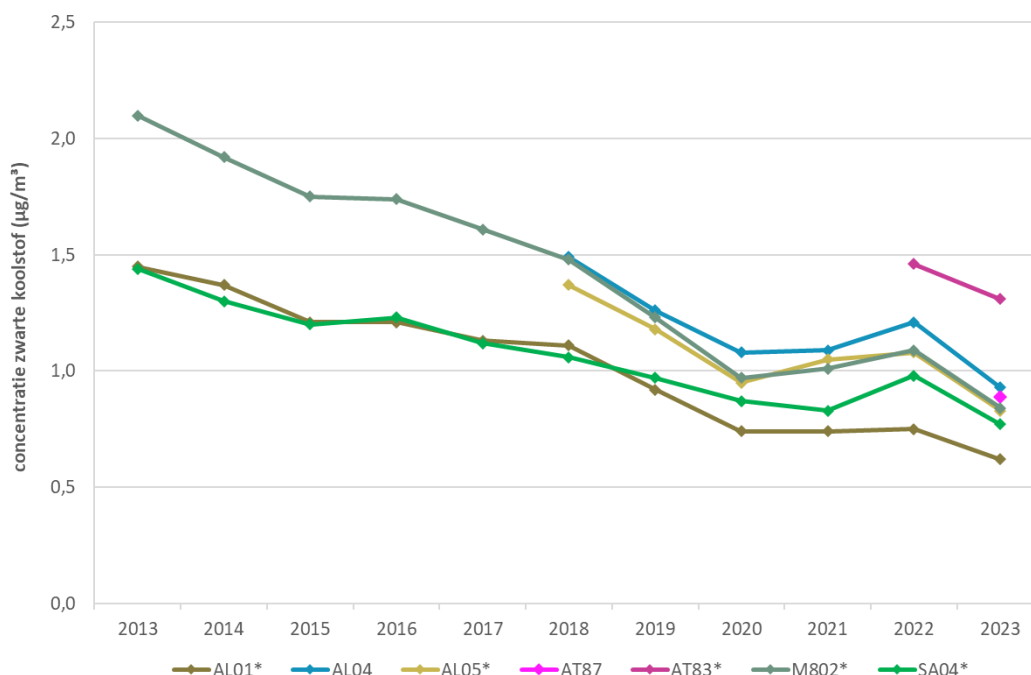
Op alle virtuele meetplaatsen is er een globale dalende trend die het sterkst is op de stedelijke meetplaatsen. Vanaf 2016 loopt de concentratie in de Antwerpse haven vrij gelijk met dit van de stedelijke meetplaatsen. In 2020 daalde de concentratie van zwarte koolstof sterker dan de jaren daarvoor, door het effect van de coronamaatregelen. In 2021 en 2022 zien we een lichte stijging op alle virtuele meetplaatsen omdat er na de corona-periode weer meer voertuigkilometers worden gereden. De sterke stijging in 2022 in de Antwerpse haven komt doordat ook meetplaats AT83 opgenomen werd in het gemiddelde. In 2023 zien we een duidelijke daling bij alle virtuele meetplaatsen. Een dergelijke daling zien we ook bij andere pollutanten en wijst op een algemeen betere luchtkwaliteit in 2023.

Figuur 47: Evolutie jaargemiddelde zwarte koolstof in de Antwerpse haven ten opzichte van stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen



Figuur 48 toont het verloop van de jaargemiddelde concentratie zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse haven voor de periode 2013 tot 2023. Op alle meetplaatsen dalen de concentraties tot 2020. Daarna is er een stagnatie of lichte stijging. Bij meetplaatsen AL01, M802 en SA04 waar al het langst gemeten wordt, is er een daling van 47 tot 61 % sinds 2013. In 2023 meten we de hoogste concentratie opnieuw op de meetplaats AT83 in Berendrecht.

Figuur 48: Evolutie concentratie zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse haven



AT87: niet voldoende databeschikbaarheid (80 %)

5.4 Bijdrage verbranding fossiele brandstoffen aan zwarte koolstof en PM₁₀

Bij de verbranding van fossiele brandstoffen en hout komt er onder andere fijn stof en zwarte koolstof (BC) vrij. Zwarte koolstof is een onderdeel van fijn stof. Daarnaast bestaat er ook organische koolstof (OC) en *brown carbon* dat een onderdeel is van OC.

De VMM meet zwarte koolstof op 6 meetplaatsen. Op 4 meetplaatsen Antwerpen-Wandeldijk (AL01), Hoevenen (SA04), Antwerpen-Luchtbal (M802) en Berendrecht (AT83) gebeurt dit met een aethalometer (Magee AE33). Dit toestel kan onderscheiden of de partikels zwarte koolstof komen van houtverbranding of verbranding van fossiele brandstoffen (vooral dieselroet). Het onderscheid wordt gemaakt door het verschil in absorptie van licht van verschillende golflengtes door de verschillende fracties (zie Bijlage 6 - 5). Op AL04 en AL05 wordt zwarte koolstof nog altijd gemeten met een MAAP-monitor die beide fracties niet elkaar kan onderscheiden. Tabel 7 toont de datum van de ingebruikname van de aethalometer op de verschillende meetplaatsen.

Tabel 7: Datum van ingebruikname van de aethalometer op de verschillende meetplaatsen

Meetplaats	Datum ingebruikname aethalometer
AL01: Antwerpen-Wandeldijk	20/11/2019
M802: Antwerpen-Luchtbal	05/12/2019
SA04: Hoevenen	19/11/2019
AT83: Berendrecht-Zoutestraat	16/11/2021

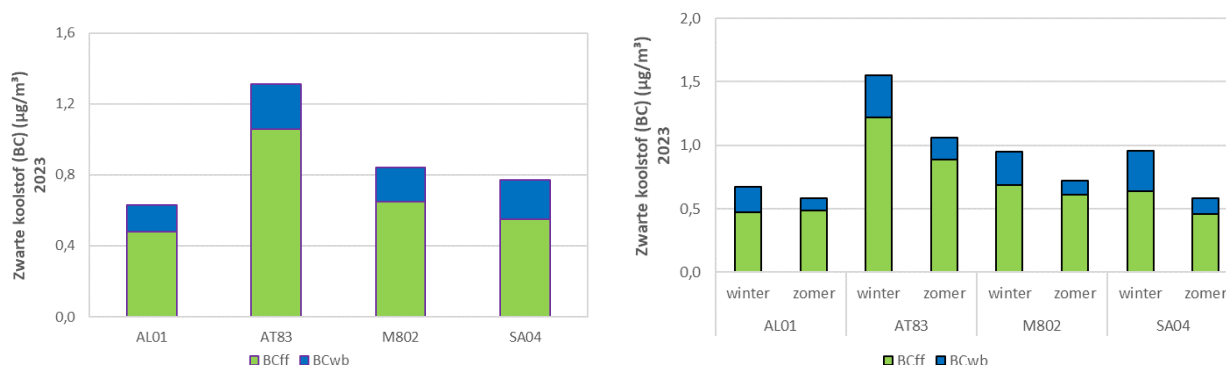
5.4.1 Bijdrage van verbranding fossiele brandstof aan zwarte koolstof

Figuur 49 toont voor 2023 voor elke meetplaats de gemiddelde concentraties aan zwarte koolstof uit fossiele brandstof (BC_{ff}) en zwarte koolstof uit houtverbranding (BC_{wb}). De grafiek ernaast toont de concentraties opgesplitst in winter- en zomermaanden.

De absolute concentratie van zwarte koolstof uit fossiele brandstof (BC_{ff}) varieert tussen 0,48 en 1,06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en is het hoogst op de meetplaats AT83 in Berendrecht. De absolute concentratie van zwarte koolstof uit houtverbranding (BC_{wb}) varieert minder en ligt in 2023 tussen 0,15 en 0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

In de wintermaanden⁴ is de bijdrage van houtverbranding groter dan in de zomermaanden. In de winter wordt er meer hout verbrand. Er zijn ook vaker ongunstige weersomstandigheden - zoals temperatuursinversies - waarbij de luchtverontreiniging minder verdund wordt. Dit zorgt er mee voor dat ook de concentraties zwarte koolstof uit fossiele brandstoffen hoger liggen in de wintermaanden dan in de rest van het jaar. Tijdens de winter van 2023 varieert de relatieve bijdrage van houtverbranding tussen de 21 % en 34 %. Die is het hoogst op de meetplaats in Hoevenen (SA04) en het laagst op de meetplaats AT83 in Berendrecht. Tijdens de zomermaanden is het verschil tussen de meetplaatsen voor de concentratie zwarte koolstof uit houtverbranding (0,09-0,17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) kleiner dan tijdens de wintermaanden (0,20-0,33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figuur 49: Zwarte koolstof uit fossiele brandstoffen (BC_{ff}) en houtverbranding (BC_{wb}) op de meetplaatsen in de Antwerpse haven voor het volledig jaar en opgesplitst in zomer en winter, 2023



5.4.2 Bijdrage van verbranding fossiele brandstof aan PM_{10}

Figuur 50 geeft de bijdrage van houtverbranding en fossiele brandstof aan PM_{10} weer.

De bijdrage van houtverbranding aan fijn stof bestaat maar voor een klein deel uit zwarte koolstof (ongeveer 9 %). Het overgrote deel bestaat uit bruine koolstof ('brown carbon') en andere organische deeltjes. Dit is veel minder het geval bij de verbranding van fossiele brandstoffen, waar zwarte koolstof de hoofdcomponent is. Houtverbranding draagt dus meer bij aan de fijnstofconcentraties in de lucht dan verbranding van fossiele brandstoffen.

⁴ wintermaanden: januari-maart en oktober-december; zomermaanden: april-september

Omdat de bijdrage van houtverbranding en van fossiele brandstoffen aan PM_{10} met een vaste factor wordt berekend uit respectievelijk BC_{wb} en BC_{ff} zien we dus dezelfde patronen.

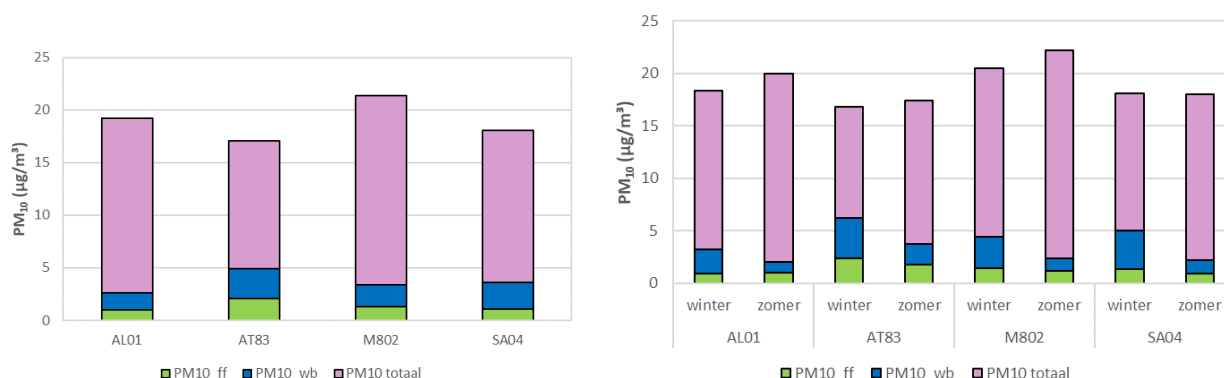
Net zoals bij zwarte koolstof liggen voor PM_{10} de bijdragen van houtverbranding in de wintermaanden hoger dan in de zomermaanden. Voor PM_{10} uit houtverbranding is dit verschil veel groter dan bij PM_{10} uit fossiele brandstoffen. In de wintermaanden zijn de concentraties PM_{10_wb} verdubbeld tot bijna verdrievoudigd t.o.v. de zomermaanden. Voor PM_{10_wb} wijst het grote verschil tussen beide seizoenen duidelijk op een verschil in uitstoot.

Bij PM_{10_ff} komt het verschil tussen de winter- en zomermaanden grotendeels door de ongunstige weersomstandigheden in de wintermaanden die verdunning van de vervuiling tegengaan. In 2023 is dit verschil minder uitgesproken.

Op jaarbasis varieert de relatieve bijdrage van houtverbranding aan PM_{10} (PM_{10_wb}) tussen 9 % en 16 % in 2023. De relatieve bijdrage van houtverbranding is het hoogst op de meetplaats in Berendrecht (AT83), bij SA04 is dat 14 %. Tijdens de wintermaanden loopt dit bij AT83 op tot 22 %, bij SA04 is dat 20 %.

De relatieve bijdrage van fossiele brandstoffen aan PM_{10} (PM_{10_ff}) varieert op jaarbasis tussen 5 % en 12 % in 2023. De relatieve bijdrage van fossiele brandstoffen is het hoogst op de meetplaats in Berendrecht (AT83) en het laagst op de meetplaats Wandeldijk (AL01).

Figuur 50: PM_{10} uit fossiele brandstoffen (PM_{10_ff}) en houtverbranding (PM_{10_wb}) op de meetplaatsen in de Antwerpse haven voor het volledig jaar en opgesplitst in zomer en winter, 2023



5.4.3 Bijdrage van houtverbranding in functie van de windrichting

Figuur 51 geeft voor de wintermaanden in 2023 voor elke meetplaats de concentraties zwarte koolstof uit houtverbranding en uit fossiele brandstof weer in functie van de windrichting.

De hoogste concentraties zwarte koolstof uit **houtverbranding** (BC_{wb} , Figuur 51, links) werden op de meetplaatsen gemeten bij wind uit het oosten tot zuidoosten. Dit is iets wat we algemeen in Vlaanderen zien en ook naar voor kwam in een vroegere studie⁵ naar houtverbranding. Deze verhoogde concentraties zijn een combinatie van:

⁵ VMM (2011), Chemkar PM_{10} , Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2010

- minder gunstige weersomstandigheden die gepaard gaan met wind uit deze richtingen. In de winter betekent dit meestal koud en droog weer met kans op temperatuurinversie, wat leidt tot hogere concentraties.
- meer houtverbranding op koudere dagen
- aanvoer van verontreinigde landlucht

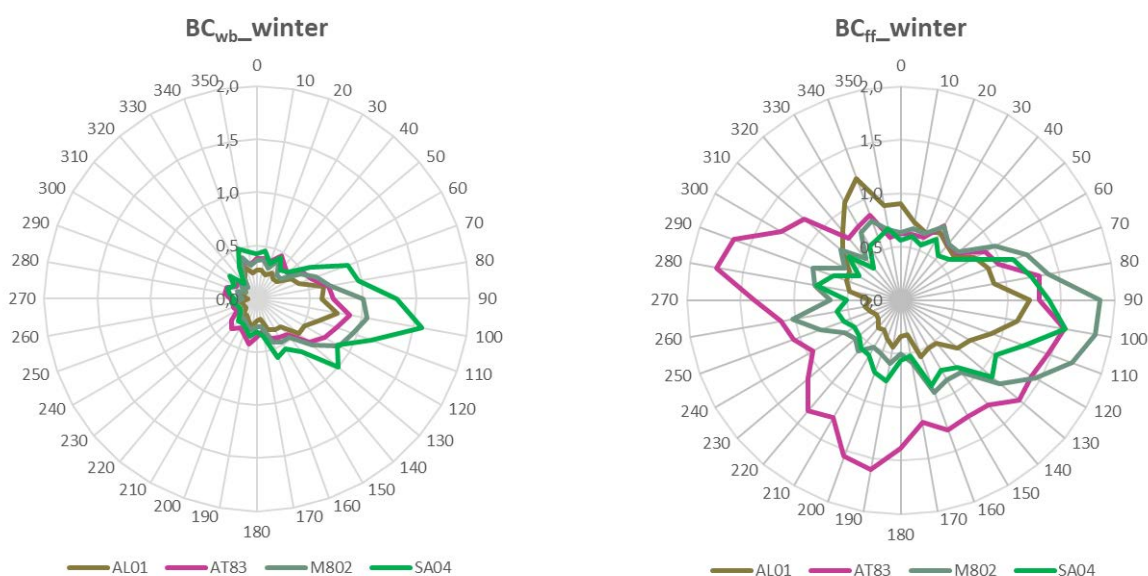
De rozen zijn qua vorm vrij gelijkaardig voor elke meetplaats, wat aangeeft dat er in de directe omgeving van de meetplaatsen weinig impact is van houtverbranding. De concentraties in Hoevenen op SA04 zijn het hoogst.

Noot: Het meetnet is opgebouwd om de algemene luchtkwaliteit of specifieke industriële bronnen in Vlaanderen op te volgen. De meetplaatsen met AE33 aethalometers zijn niet specifiek gekozen in functie van mogelijke lokale bronnen van huishoudelijke houtverbranding. De impact van huishoudelijke houtverbranding is lokaal op veel plaatsen in Vlaanderen zeker groter dan wat wordt gemeten op de huidige meetplaatsen met een AE33 aethalometer.

In de pollutierozen van zwarte koolstof uit de verbranding van **fossiele brandstoffen** (BC_{ff} , Figuur 51, rechts) zien we net als bij houtverbranding hogere concentraties uit het oosten tot zuidoosten. Maar er zit wél meer verschil in de vorm van de rozen, wat duidt op invloed van lokale bronnen. Op de meetplaats Berendrecht (AT83) meten we hogere concentraties uit het westen tot zuidwesten. Dit is de richting van de dokken.

- Ook de meetplaats Luchtbal (M802) wijst naar een aanvoer uit de westelijke sector. Dit is de richting van het kruispunt Havanalaan-Noorderlaan en de haven. De zuidoostelijke sector met de autosnelweg komt ook sterk naar voor.
- De metingen op Hoevenen (SA04) wijzen ook naar het westen, richting haven.

Figuur 51: Pollutierozen voor zwarte koolstof uit houtverbranding (BC_{wb}) en uit fossiele brandstof (BC_{ff}) tijdens de wintermaanden 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



6 VLUCHTIGE ORGANISCHE STOFFEN – BTEX EN VOS

Vluchtige organische stoffen (VOS) is een verzamelnaam voor een groep gasvormige stoffen die vooral uit koolstof- en waterstofatomen bestaan. Sommige VOS (bijvoorbeeld benzeen) zijn kankerverwekkend, andere bedreigen de ozonlaag. De niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS) omvatten alle organische stoffen, met uitzondering van methaan, die fotochemische oxidanten kunnen produceren door reactie met stikstofoxides onder invloed van zonlicht.

In deze paragraaf bespreken we volgende componenten:

- benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleenisomeren (BTEX)
- een reeks van vluchtige organische stoffen (VOS)

We bespreken de gerapporteerde industriële emissies van de BTEX-componenten, 1,2-dichloorethaan en de totaal NMVOS-emissies in de Antwerpse haven. Daarna volgt een bespreking van de concentraties van automatische en semiautomatische metingen. Voor de automatische BTEX-metingen bekijken we ook de geografische spreiding in de Antwerpse haven. Verder komen de resultaten van de bijkomende meetplaatsen aan bod. Deze kwamen er naar aanleiding van de VOS-campagne die de VMM in 2021 uitvoerde op 50 extra meetlocaties in de Antwerpse haven en een aantal aandachtsgebieden voor VOS aanduidde. De VOS-campagne gebeurde met passieve samplers die (twee)weekgemiddelden opleverden waardoor de aanduiding van de bron(nen) niet evident was. Daarom startte de VMM in 2023 met extra metingen om info over de bronnen te krijgen. Op twee locaties werden enerzijds monitoren geplaatst die halfuurwaarden van 5 BTEX-componenten registreren, anderzijds werden gedurende 4 maanden actieve samplers geplaatst die dagconcentraties van 32 VOS-componenten opleveren. De resultaten van deze metingen komen aan bod in dit hoofdstuk.

Meer informatie over VOS vind je in bijlage 4.

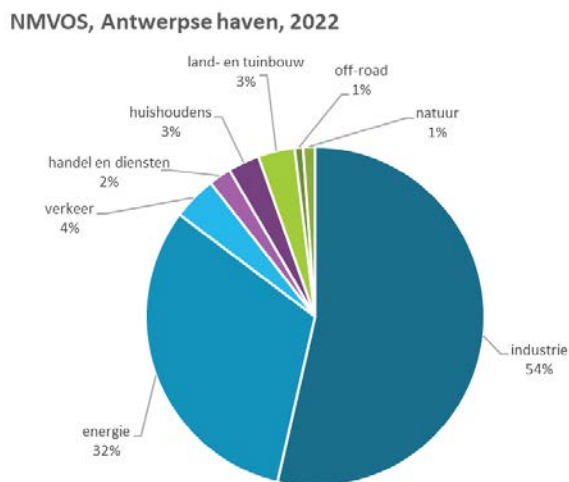
6.1 Emissions

6.1.1 Emissie van totaal NMVOS

De NMVOS-emissie toont de som van alle stoffen, maar geeft geen informatie over de individuele componenten. In 2022 bedroeg de emissie van NMVOS voor de zone Antwerpse haven 6.474 ton. Dit was 6 % van de totale uitstoot van heel Vlaanderen en 8 % minder dan in 2021.

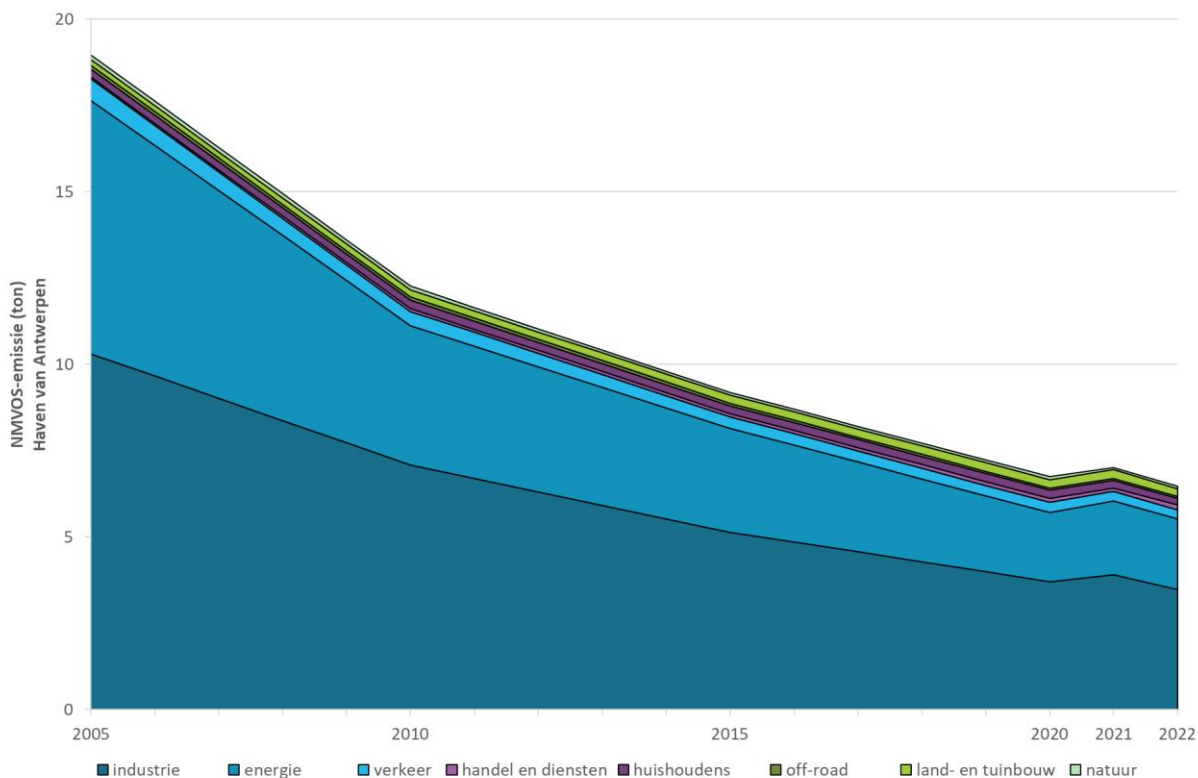
Figuur 52 geeft het aandeel van de sectoren voor de emissies van NMVOS in de Antwerpse haven voor 2022. Industrie is verantwoordelijk voor meer dan de helft van de uitstoot. De sector energie is de tweede grootste sector in 2022, goed voor 32 % van de totale emissies. De andere sectoren hebben een veel kleiner aandeel.

Figuur 52: Aandeel van de sectoren in de NMVOS-emissies in de Antwerpse haven in 2022



Figuur 53 toont de NMVOS-emissies in de Antwerpse haven voor de jaren 2005, 2010, 2015 en 2020 tot 2022 voor verschillende sectoren. We zien een duidelijk dalende trend die de laatste jaren stagneert. In de periode 2005-2022 dalen de NMVOS-emissies met 66 %, vooral door een verminderde uitstoot bij de sectoren industrie en energie.

Figuur 53: Evolutie totaal NMVOS-emissie in de Antwerpse haven



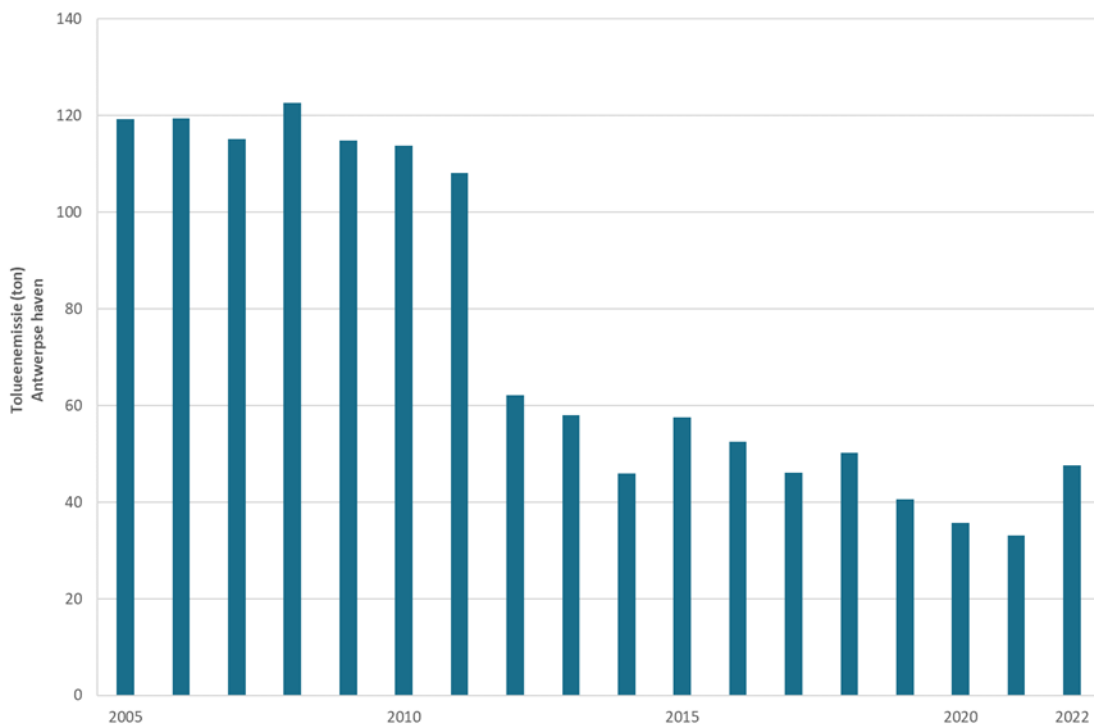
Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 54 tot en met Figuur 57 komen van het Team Emissie-inventaris Lucht van de VMM en geven alleen de emissies weer die de bedrijven in de Antwerpse haven rapporteren in het Integraal Milieujaarverslag (IMJV):

- Figuur 54: Gerapporteerde industriële IMJV-emissies benzeen in de Antwerpse haven

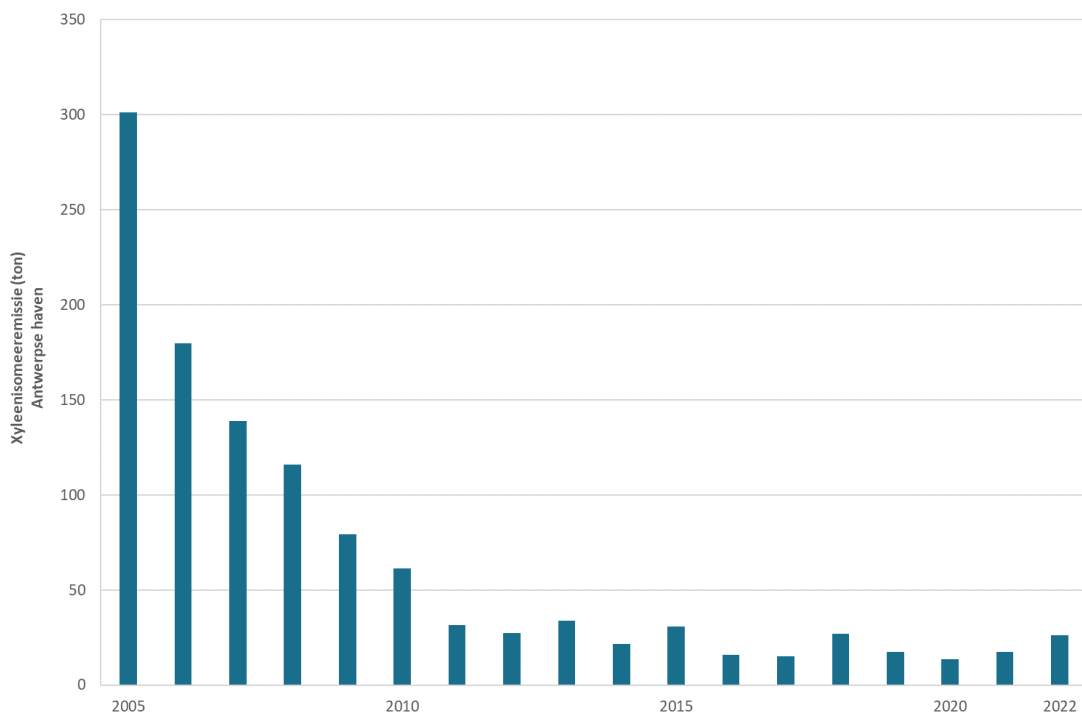


Figuur 55: Gerapporteerde industriële IMJV-emissies toluen in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 56: gerapporteerde industriële IMJV-emissies xyleenisomeren in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Year	1,2-dichloorethaanemissie (ton)
2005	3.1
2006	9.1
2007	6.4
2008	2.4
2009	5.0
2010	4.1
2011	3.0
2012	2.5
2013	1.9
2014	1.8
2015	2.8
2016	2.3
2017	2.9
2018	3.6
2019	2.0
2020	3.5
2021	2.8
2022	2.5

6.2 BTEX-concentraties – automatische metingen

6.2.1 BTEX-concentraties in 2023

Alleen voor benzeen en toluen bestaan er luchtkwaliteitsdoelstellingen. De VMM meet deze parameters op 6 meetplaatsen in de Antwerpse Haven. Door de ligging van de meetplaatsen moeten niet alle meetplaatsen getoetst worden aan de Europese regelgeving en aan de WGO-advieswaarden, de toetsing van groep B is louter informatief:

- Tabel 8 toont de toetsing aan de regelgeving. Ter informatie beoordelen we alle meetplaatsen.

79

The figure consists of four bar charts arranged in a 2x2 grid, showing concentrations of benzene and toluene in Antwerp harbor for the year 2023. The charts compare measured values with various limits and advice values.

Top Left Chart: Benzene - jaargemiddelde (µg/m³) Antwerpse haven (2023)

This chart shows the annual average benzene concentration. The y-axis ranges from 0 to 6 µg/m³. A red horizontal line indicates the EU-grenswaarde (limit) at 5 µg/m³. The measured values for the six locations are as follows:

Location	Measured Value (µg/m³)
AL01*	~0.4
AT44	~0.6
AT87	~0.5
M802*	~0.4
R822	~2.1
R891	~1.2

Top Right Chart: Benzene - P98 daggemiddelde (µg/m³) Antwerpse haven (2023)

This chart shows the 98th percentile daily average benzene concentration. The y-axis ranges from 0 to 60 µg/m³. A red horizontal line indicates the VLAREM-grenswaarde (limit) at 50 µg/m³. The measured values for the six locations are as follows:

Location	Measured Value (µg/m³)
AL01*	~1
AT44	~2
AT87	~2
M802*	~1
R822	~5
R891	~4

Bottom Left Chart: Toluene - max halfuur (µg/m³) Antwerpse haven (2023)

This chart shows the maximum half-hourly toluene concentration. The y-axis ranges from 0 to 200 µg/m³. A blue horizontal line indicates the WGO-advieswaarde half uur = 1000 µg/m³. The measured values for the six locations are as follows:

Location	Measured Value (µg/m³)
AL01	~55
AT44	~75
AT87	~165
M802	~105
R822	~130
R891	~185

Bottom Right Chart: Toluene - max weekgemiddelde (µg/m³) Antwerpse haven (2023)

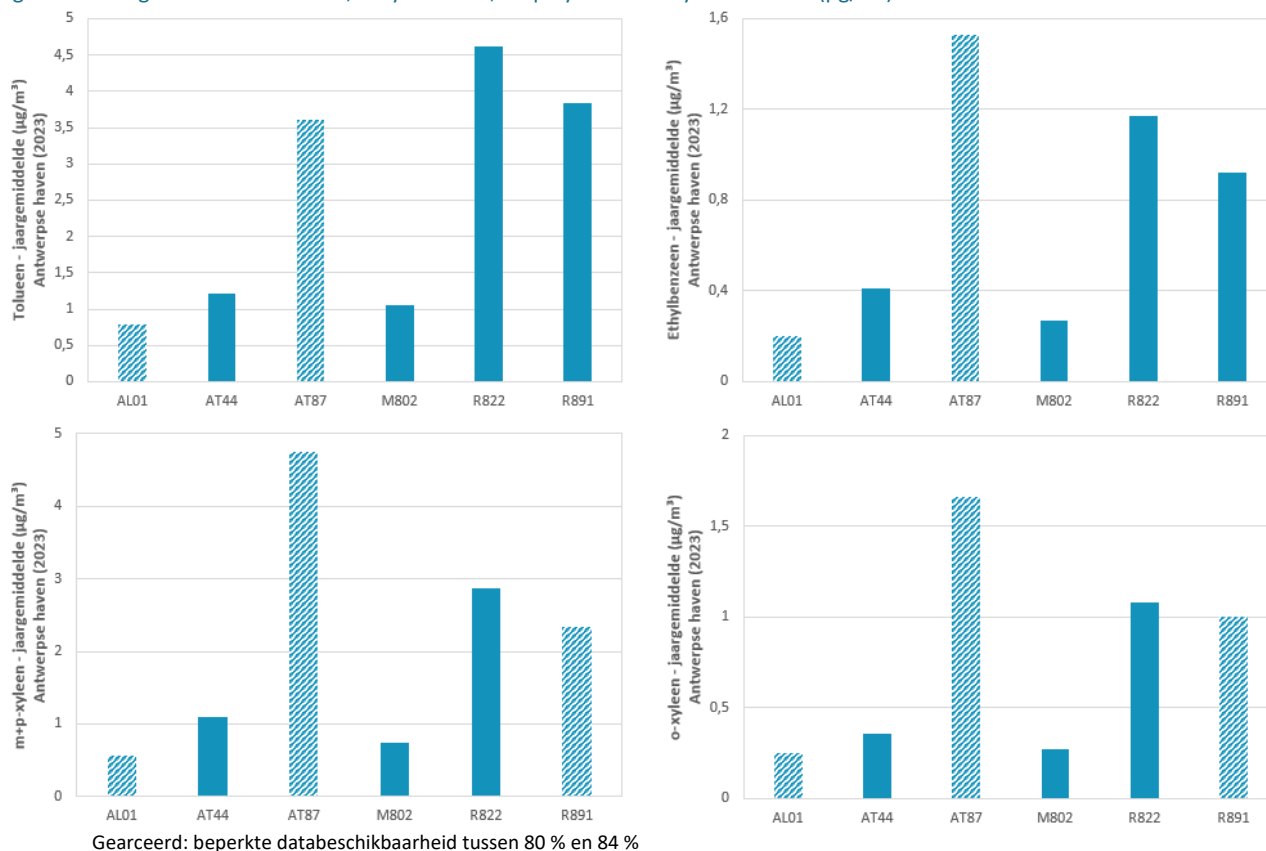
This chart shows the maximum weekly average toluene concentration. The y-axis ranges from 0 to 15 µg/m³. A blue horizontal line indicates the WGO-advieswaarde week = 260 µg/m³. The measured values for the six locations are as follows:

Location	Measured Value (µg/m³)
AL01	~2.5
AT44	~3.0
AT87	~8.0
M802	~2.5
R822	~9.5
R891	~9.5

*: benzeen: toetsing aan Europese doelstelling
 Gearceerd: beperkte databeschikbaarheid tussen 80 % en 84 %

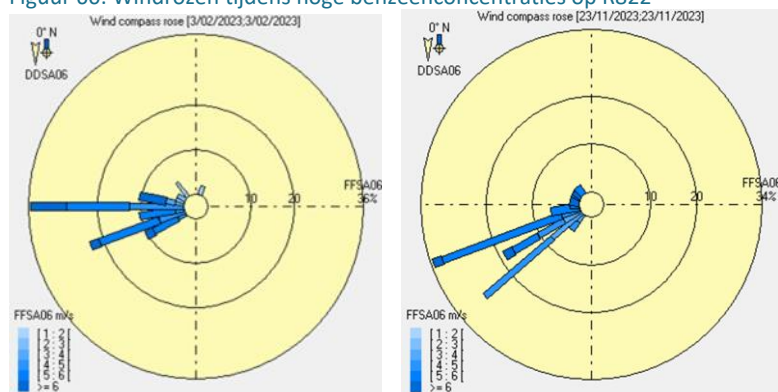
[illegible]

Figuur 59: Jaargemiddelden toluen, ethylbenzeen, m+p-xyleen en o-xyleen in 2023 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Figuur 61 toont de daggemiddelden van benzeen, toluen, ethylbenzeen, o-xyleen en m+p-xyleen op alle meetlocaties. Deze toont dat er geregeld hogere concentraties zijn op AT87 en R891 voor de TEX-componenten. Op 3/2 en 23/11 zien we een verhoogde concentratie van benzeen op R822. Op 3/2 waaide er een westen- tot zuidwestenwind, op 23/11 heerste er een zuidwestenwind.

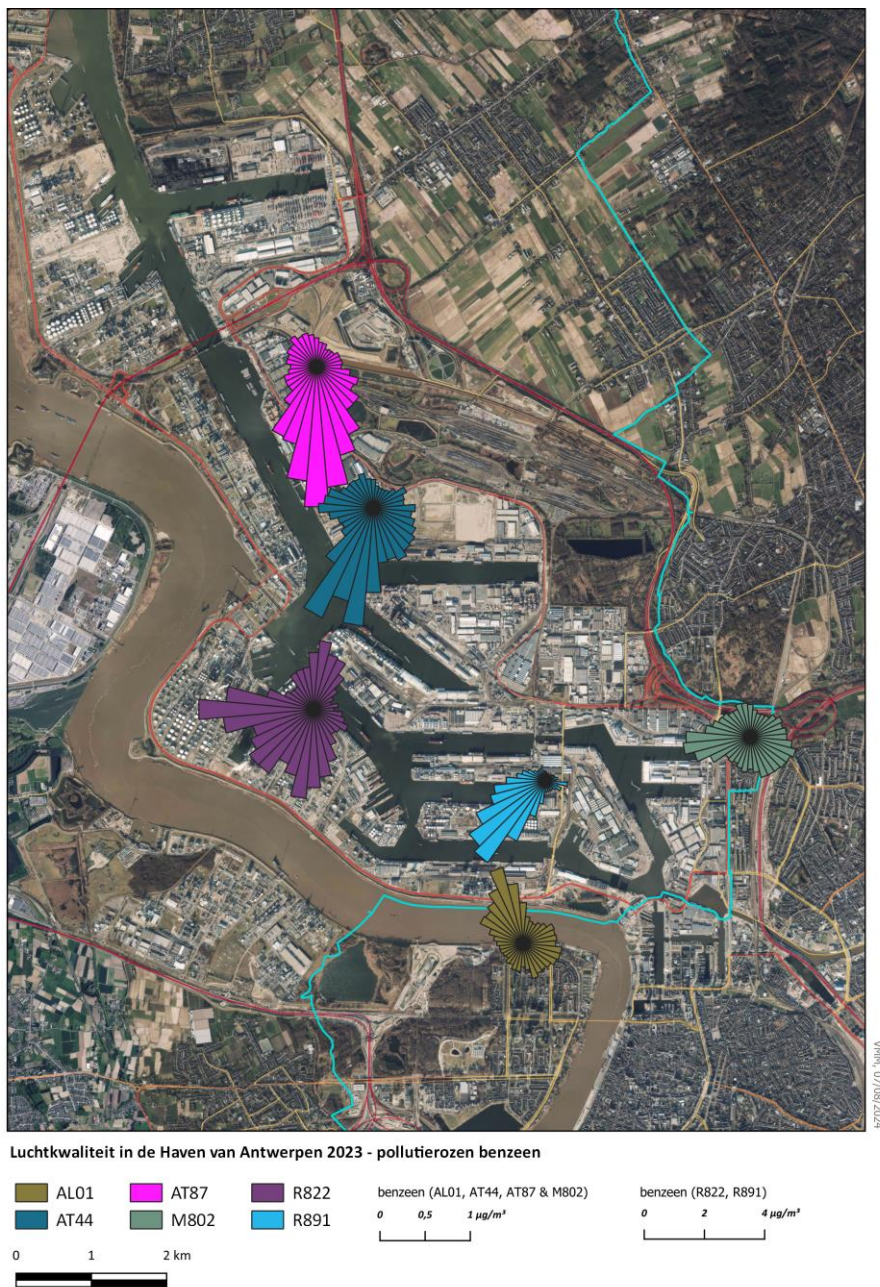
Figuur 60: Windrozen tijdens hoge benzeenconcentraties op R822



Volgens het IMJV zijn er in de Antwerpse haven 5 bedrijven die in 2022 meer dan 1 ton benzeen uitstoten (bijlage 3). Daarna vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen. We komen tot de volgende vaststellingen:

- [illegible]

Figuur 62: Pollutierozen benzeen in de Antwerpse haven in 2023

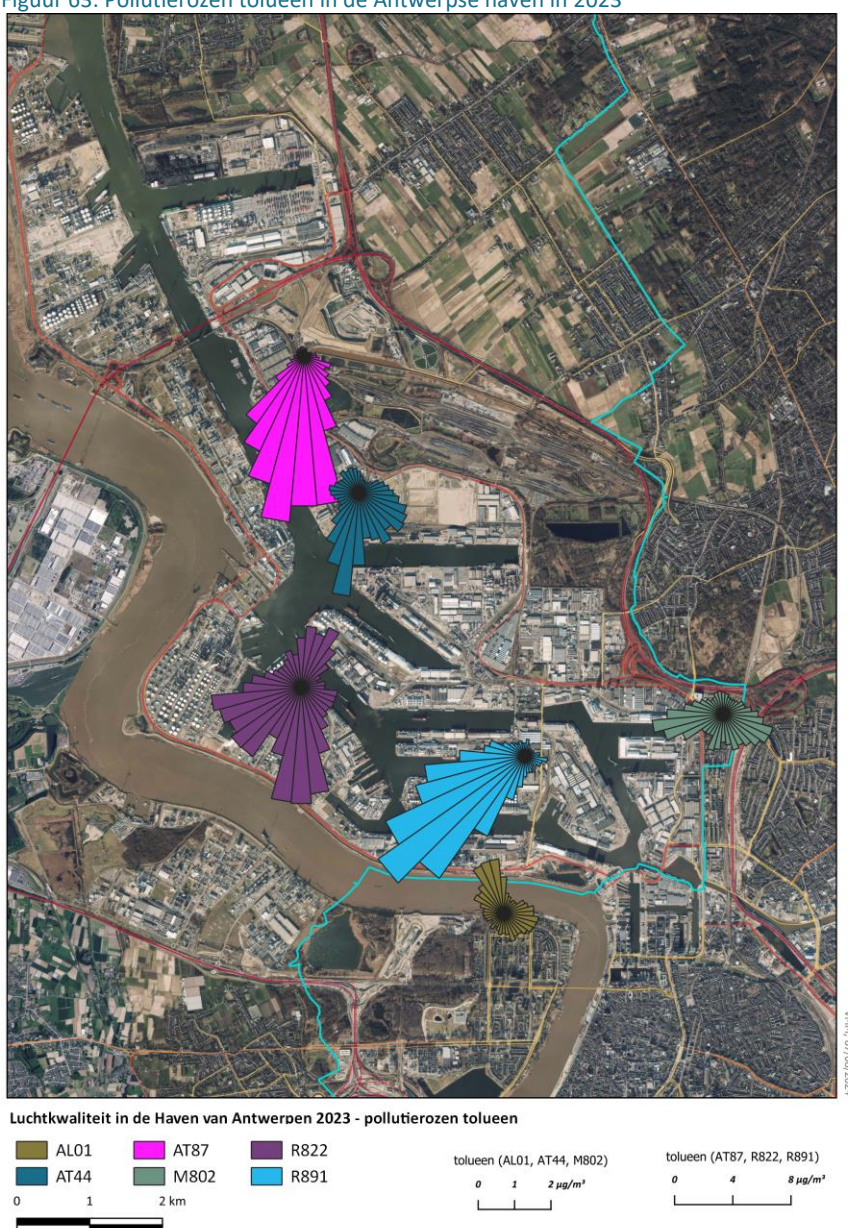


Volgens het IMJV zijn er in de Antwerpse haven 5 bedrijven die in 2022 meer dan 1 ton toluen uitstoten (bijlage 3). Als we de locatie van die bedrijven vergelijken met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen, komen we tot de volgende vaststellingen:

- R822: ZW-Z: TotalEnergies Refinery Antwerp, TotalEnergies Olefins Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical, N: Sea tank 300 die alleen NMVOS rapporteert en niet toluen afzonderlijk.
- AT44: ZW-Z: TotalEnergies Refinery Antwerp, TotalEnergies Olefins Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical, Sea tank 300 die alleen NMVOS rapporteert en niet toluen afzonderlijk.

- AL01: NW: TotalEnergies Refinery Antwerp, TotalEnergies Olefins Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical. In deze sector ligt ook ATPC Refinery en TotalEnergies Polymers die alleen NMVOS rapporteren.
- R891: pollutieroos wijst duidelijk naar het zuidwesten, waar onder andere ATPC Refinery ligt.
- AT87: roos wijst heel sterk naar het zuiden waar Veolia ES MRC ligt. Dit bedrijf rapporteerde in 2022 alleen de emissie van NMVOS. Sea Tank 510 en Cargill liggen ook in de zuidelijke sector maar verder van AT87. Ook zij rapporteren alleen de emissie van NMVOS.
- M802: naast bronnen uit de richting van de haven zien we ook een aanvoer uit het zuidoosten waar 2 bedrijven liggen die hun tolueenemissie rapporteren in het IMJV: PPG Coatings, een fabrikant van verven en coatings met in 2022 een emissie van 1,4 ton en Euroblast, een bedrijf gespecialiseerd in het coaten en conserveren van staalplaten met een emissie van 2,6 ton.

Figuur 63: Pollutierozen tolueen in de Antwerpse haven in 2023

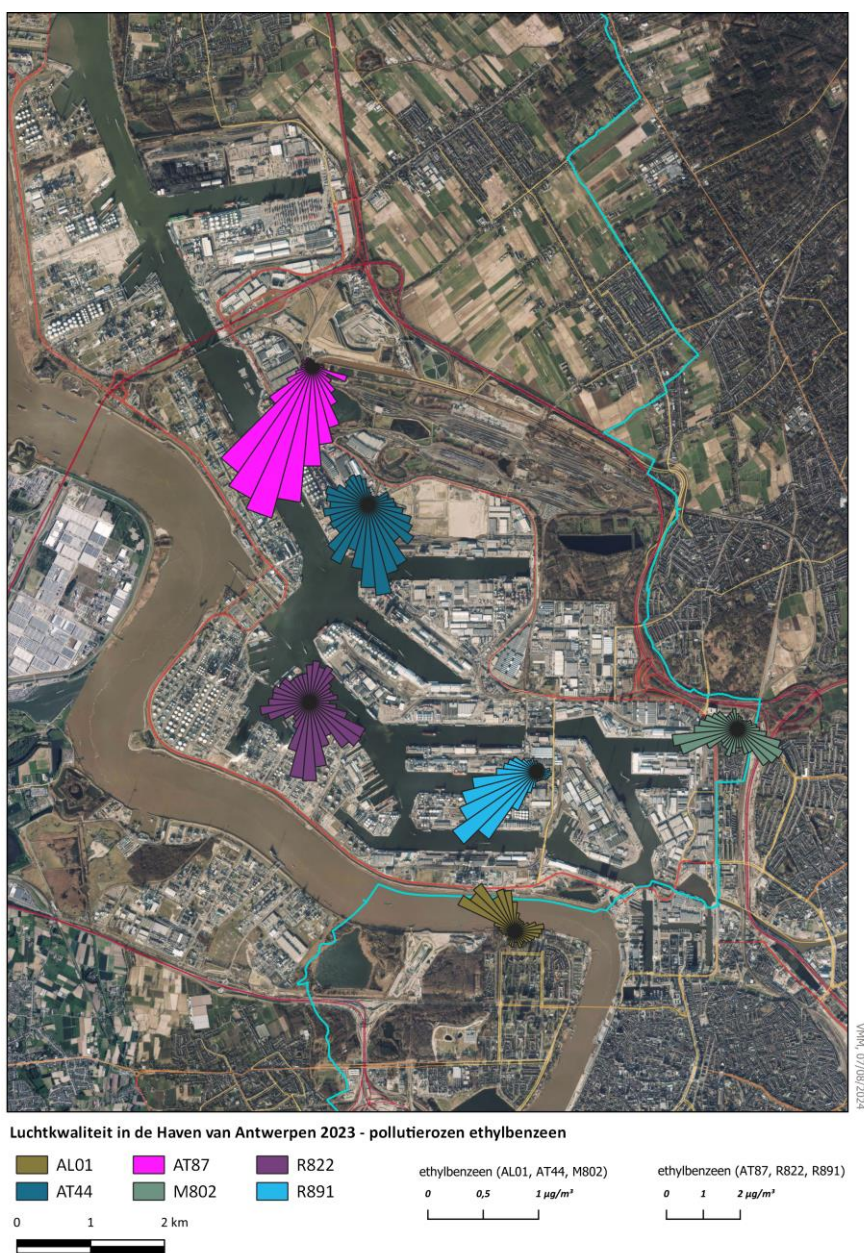


Er zijn grote concentratieverschillen voor ethylbenzeen tussen de verschillende meetplaatsen. Bedrijven rapporteren in het IMJV geen aparte uitstoot van ethylbenzeen.

Kijken we naar de pollutierozen dan zien we dat de voornaamste bronnen ten zuiden van de meetplaats R822 liggen maar we zien ook aanvoer uit andere richtingen.

- AT44 wijst vooral de zuidelijke sector aan als bron voor ethylbenzeen.
- AL01: vooral ethylbenzeen uit noordwestelijke richting, wat overeenstemt met de richting die R891 aanduidt.
- AT87: eerder aanvoer uit zuidwestelijke richting
- M802: concentraties liggen lager, maar wijzen ook op bronnen in het havengebied en op een invloed uit het zuidoosten.

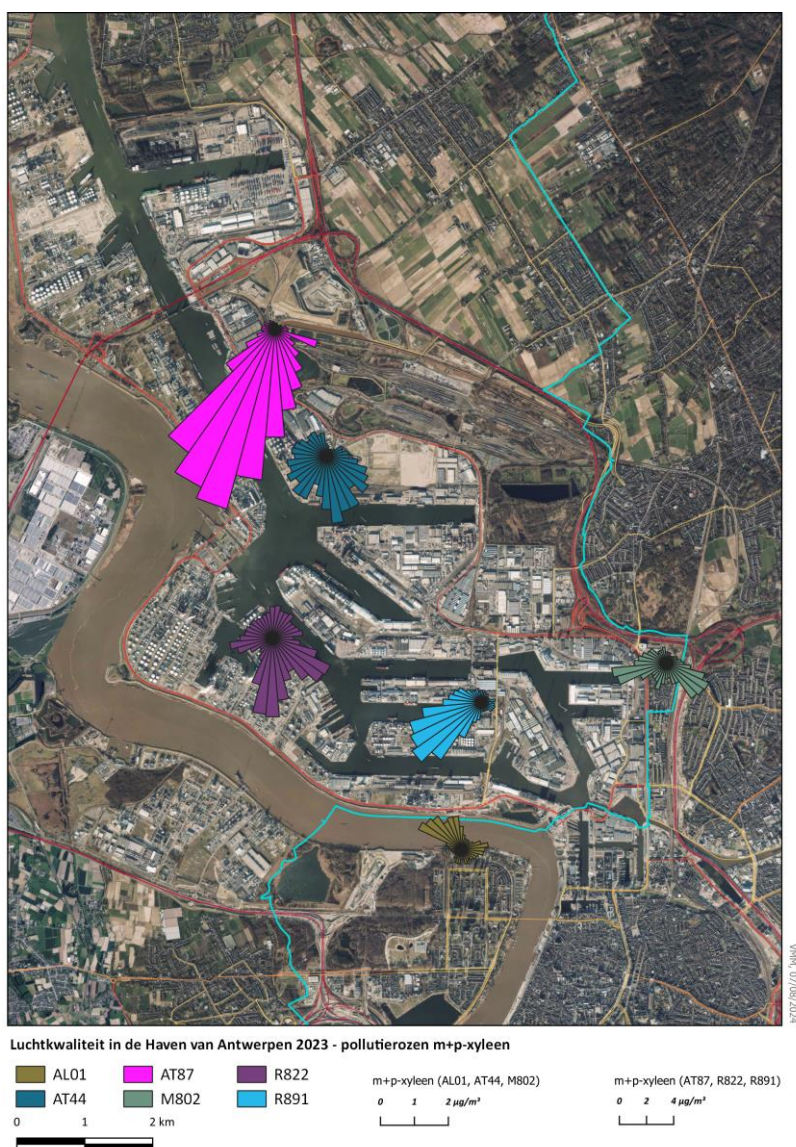
Figuur 64: Pollutierozen ethylbenzeen in de Antwerpse haven in 2023



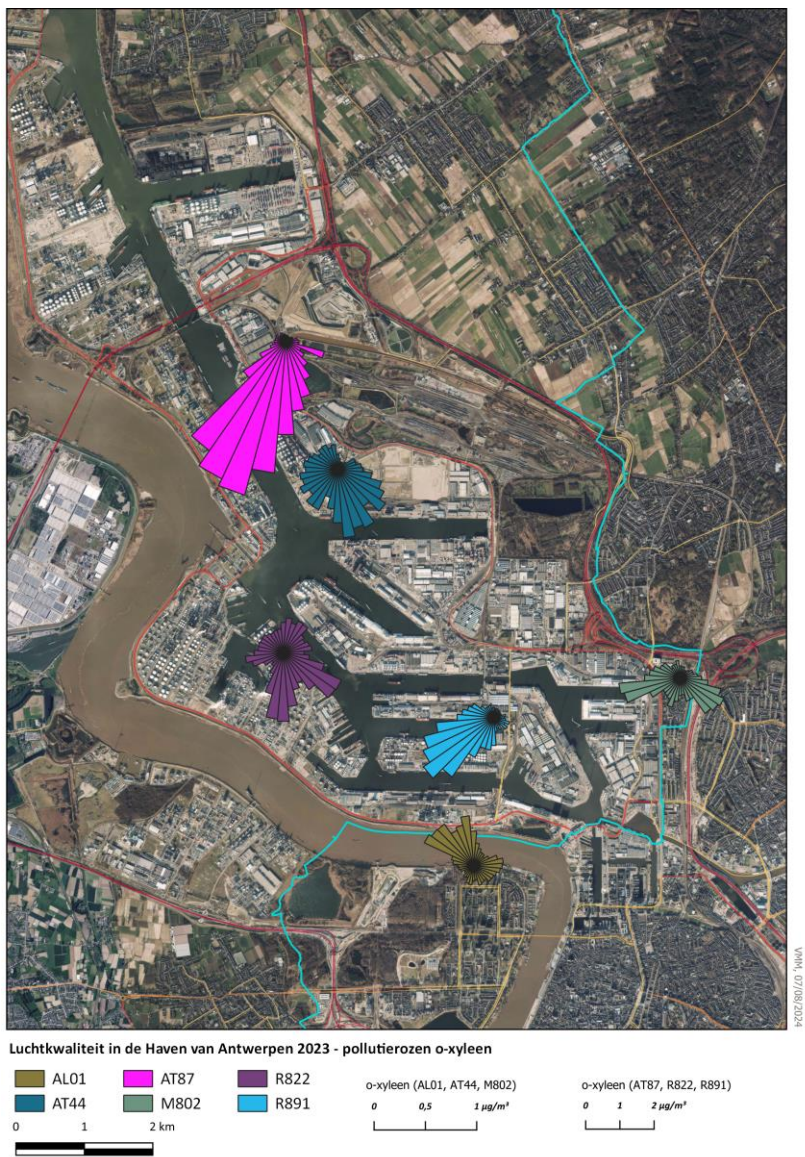
De pollutierozen van m+p-xyleen en o-xyleen geven een gelijkaardig beeld. In het IMJV rapporteren bedrijven de uitstoot van alle xyleenisomeren samen. Hieruit blijkt dat er in de Antwerpse haven 3 bedrijven zijn die in 2022 meer dan 1 ton xyleen uitstoten (bijlage 3). Daarna vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen. We komen tot de volgende vaststellingen:

- R822: ZW-Z: TotalEnergies Refinery Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical
 - AT44: ZW-Z: TotalEnergies Refinery Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical
 - AL01: NW: TotalEnergies Refinery Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical en ook oostelijke sector.
 - AT44: aanvoer uit het westen (richting Cargill) en het zuidoosten (richting Tecoma)
 - AT87: wijst duidelijk naar het zuidwesten. In deze richting ligt het bedrijf Veolia ES MRC en iets verder ook Sea Tank 510 en Cargill. Deze bedrijven rapporteren alleen NMVOS.
 - M802: bronnen uit de richting van de haven ook een aanvoer uit het zuidwesten
- R822, R891 en AL01 wijzen allemaal naar een zelfde locatie waar onder andere ATPC Refinery ligt.

Figuur 65: Pollutierozen m+p-xyleen in de Antwerpse haven in 2023



Figuur 66: Pollutierozen o-xyleen in de Antwerpse haven in 2023



Samengevat bevestigen deze data opnieuw dat de emissiegegevens van het IMJV niet volstaan om de bronnen te benoemen waar de pollutierozen naar wijzen. Heel wat bedrijven rapporteren alleen de emissies van de groep van NMVOS en niet de uitstoot van de afzonderlijke stoffen.

6.2.3 Trend van BTEX-concentraties

Figuur 67 tot en met Figuur 71 tonen de evolutie in de gemeten BTEX-componenten in de periode 2014-2023 op de meetplaatsen in de Antwerpse haven. Ter informatie tonen we ook jaargemiddelden die in 2021 op AT87 en R891 gemeten werden tijdens de VOS-campagne. Deze metingen gebeurden met passieve samplers. Op de meetplaats Polderdijkweg (R822) zien we voor benzeen en toluen een sterke daling tussen 2017 en 2019, gevolgd door een lichtere daling tot 2021. In 2022 stijgt het jaargemiddelde opnieuw, gevolgd door een daling in 2023. Ook voor ethylbenzeen, m+p-xyleen en o-xyleen zien we op R822 een sterke daling tot 2019. Daarna blijven de concentraties vrij stabiel.

Op AT44 blijft de concentratie van de BTEX-componenten nagenoeg ongewijzigd.

Op M802 en AL01 zijn de concentraties het laagst. Voor benzeen is er een lichtere daling tot 2020, die na een lichte stijging in 2023 weer terugzakt tot het niveau van 2020. De andere BTEX-componenten vertonen weinig variatie.

Op AT87 werden tijdens de VOS-campagne concentraties gemeten die hoger lagen dan wat we op R822 maten. In 2023 liggen de jaargemiddelden van alle BTEX-componenten een stuk lager dan in 2021. Vooral benzeen daalt sterk: het gemiddelde is zes keer lager dan tijdens de VOS-campagne in 2021.

Op R891 zien we alleen bij benzeen een daling, voor de andere componenten zien we een lichte stijging. Een diepgaandere bespreking volgt in paragraaf 6.3.2.

Figuur 67: 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%); in 2023 op AT87 en R891 (84 %)

*: toetsing aan Europese doelstelling

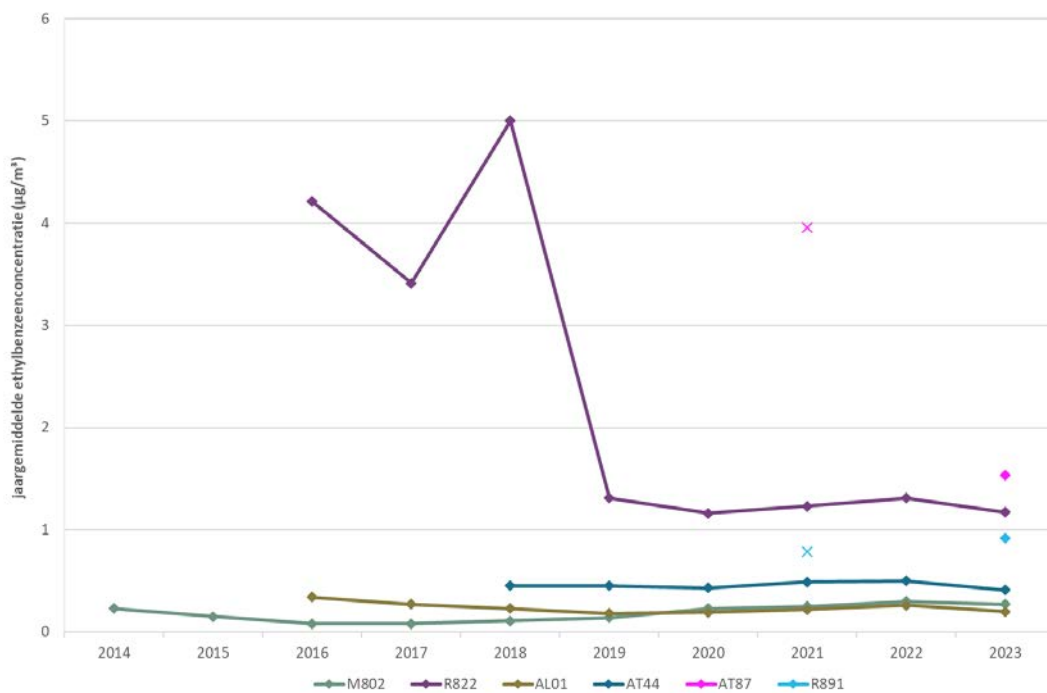
X: meting met passieve samplers

Figuur 68: Evolutie tolueenconcentraties in de Antwerpse haven



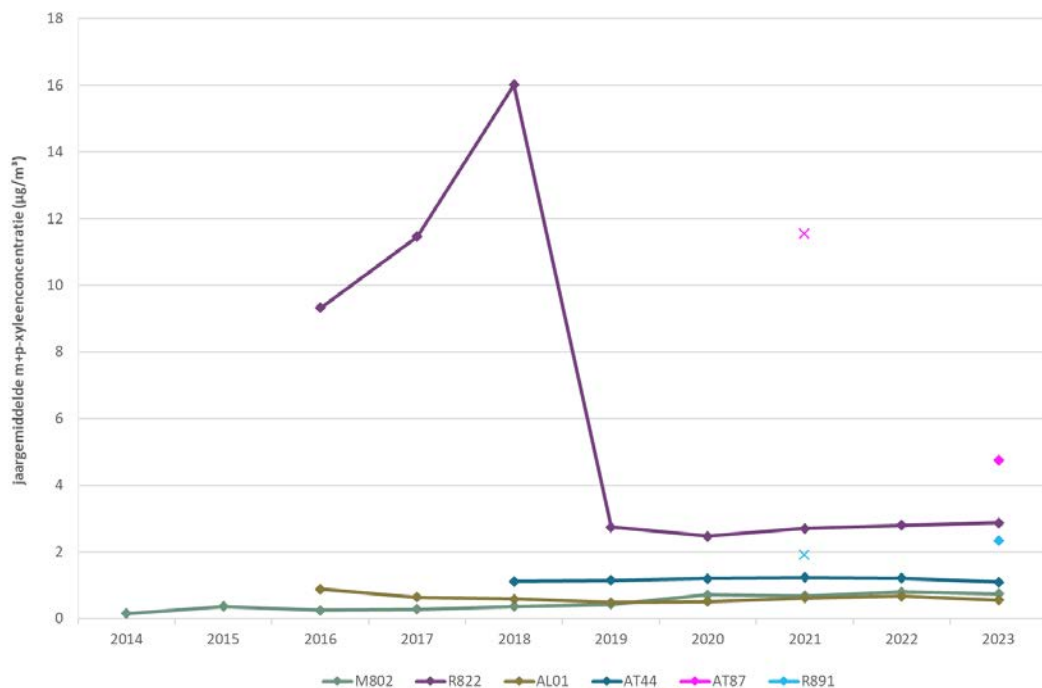
Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84 %); in 2016 op R822 (76 %), AL01 (27 %), in 2023 op AL01 en AT87 (83 %)
X: meting met passieve samplers

Figuur 69: Evolutie ethylbenzeenconcentraties in de Antwerpse haven



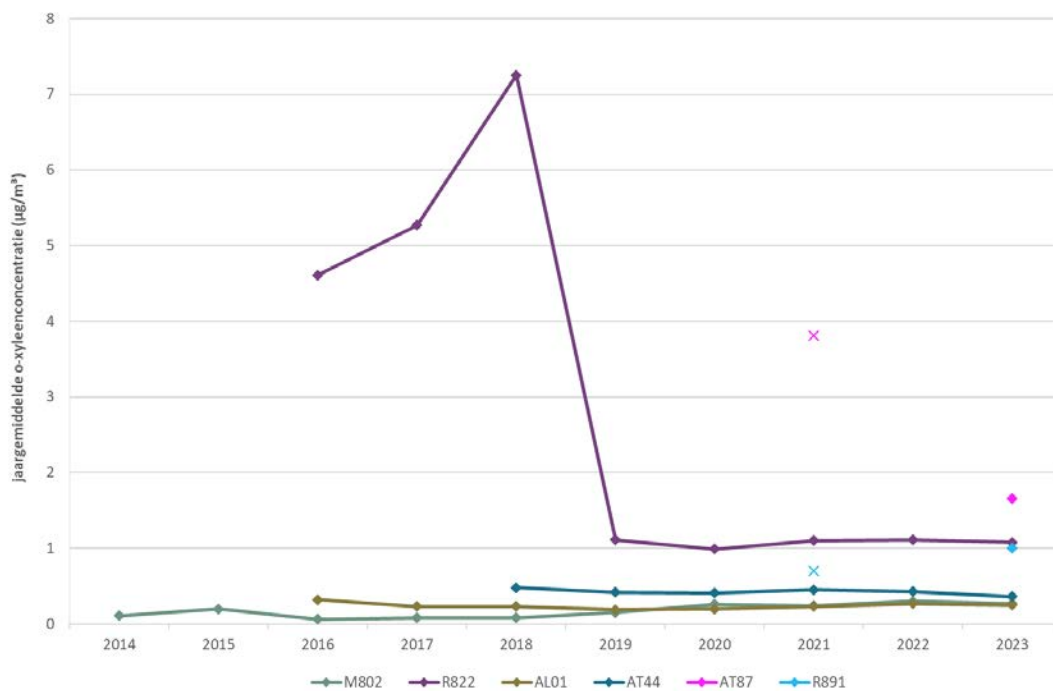
Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84 %); in 2016 op R822 (75 %), AL01 (27 %); in 2023 op AL01 (82 %) en AT87 (84 %)
X: meting met passieve samplers

Figuur 70: Evolutie m+p-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84%); in 2016 op R822 (75%); AL01 (27%); in 2023 op AL01 (83 %), AT87 (84 %) en R891 (80 %) X: meting met passieve samplers

Figuur 71: Evolutie o-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2014 op M802 (84%); in 2016 op R822 (76%); AL01 (27%); in 2023 op AL01 (82 %), AT87 (84 %) en R891 (83 %). X: meting met passieve samplers

6.3 VOS-concentraties – semiautomatische metingen

In 2023 meet de VMM alleen nog VOS met passieve samplers op de vaste locatie R822 (Polderdijkweg). In 2023 voerden we op AT87 en R891 ook 4 maanden metingen uit met actieve samplers die de concentratie van 32 componenten meet.

6.3.1 VOS-concentraties in 2023 – passieve samplers

Toetsing aan regelgeving

Binnen de groep van VOS bestaan er toetsingswaarden voor benzeen, toluen, tetrachlooretheen en 1,2-dichloorethaan. Door de ligging van R822 is de toetsing aan de luchtdoelstellingen puur informatief. Op R822 staan er ook BTEX-monitoren die halfuursgemiddelden leveren. Toetsing voor benzeen en toluen gebeurde in paragraaf 6.2.1 voor de concentraties gemeten met de monitor.

De passieve bemonsteringsmethode levert wekelijkse gemiddeldes op. Daarom is de toetsing aan de dagadvieswaarde louter indicatief.

Tabel 9: Toetsing concentraties VOS aan regelgeving

2023 – tetrachlooretheen	Doelstelling	Meetplaatsen die doelstelling halen
WGO-jaaradvieswaarde	250 µg/m ³	1/1
2023 – 1,2-dichloorethaan	Doelstelling	Meetplaatsen die doelstelling halen
WGO-dagadvieswaarde	700 µg/m ³	1/1 [§]

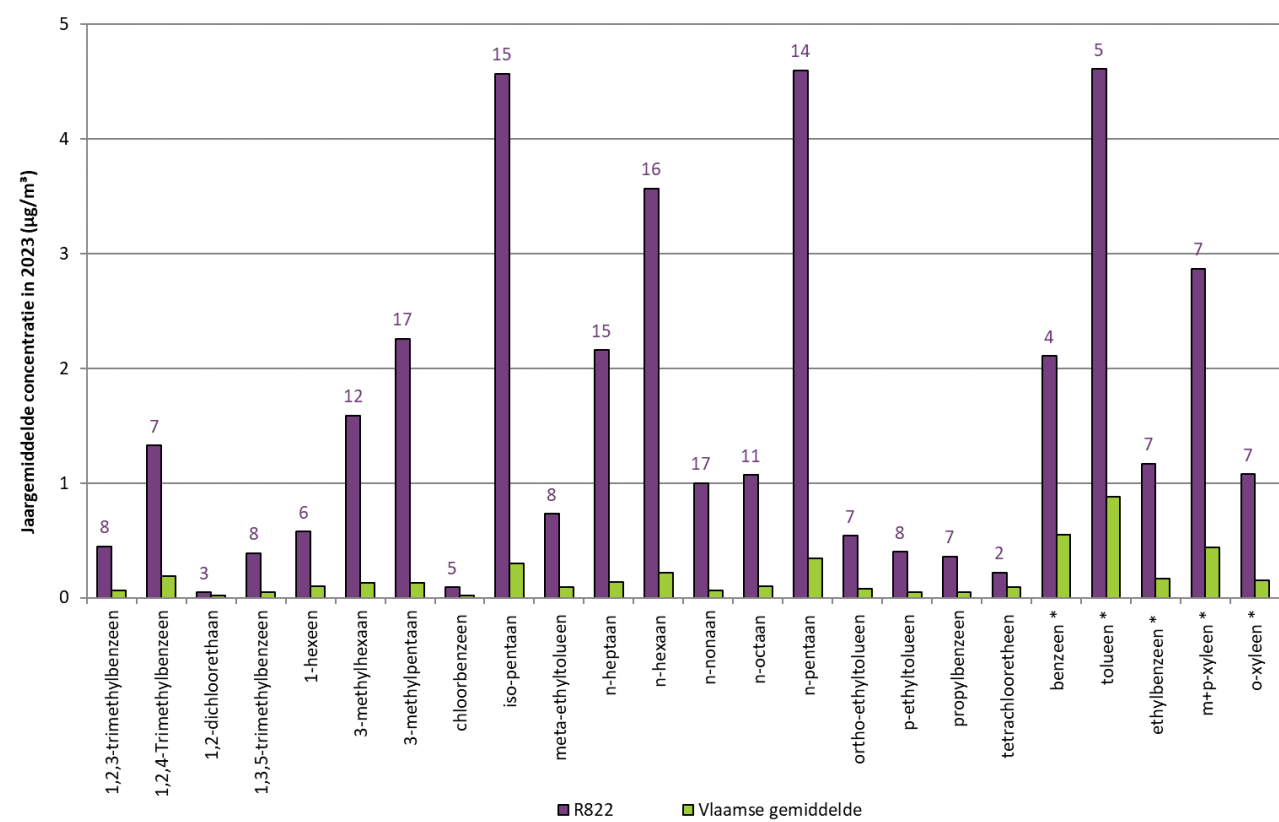
[§]: indicatieve toetsing

Concentratie op R822 en in Vlaanderen

Tabel 10 geeft de jaargemiddelde concentraties van de VOS-componenten voor R822 en het virtueel gemiddelde voor Vlaanderen. Dit virtueel gemiddelde toont het gemiddelde van alle passief gemeten meetplaatsen, behalve meetplaats R822. Figuur 72 toont de grafiek van deze gegevens.

Het jaargemiddelde van tetrachlooretheen lag ver onder de WGO-advieswaarde van 250 µg/m³. De WGO definieerde ook een dagadvieswaarde van 700 µg/m³ voor 1,2-dichloorethaan. Aangezien deze advieswaarde van toepassing is op dagwaarden en de passieve bemonsteringsmethode wekelijkse gemiddeldes oplevert, is deze toetsing indicatief. Ondanks deze beperking is het onwaarschijnlijk dat de advieswaarde overschreden is op R822 doordat het maximaal weekgemiddelde (0,28 µg/m³) veel lager was.

Figuur 72: Vergelijking VOS-componenten in de Antwerpse haven met vermelding van factor verschil t.o.v. Vlaams gemiddelde



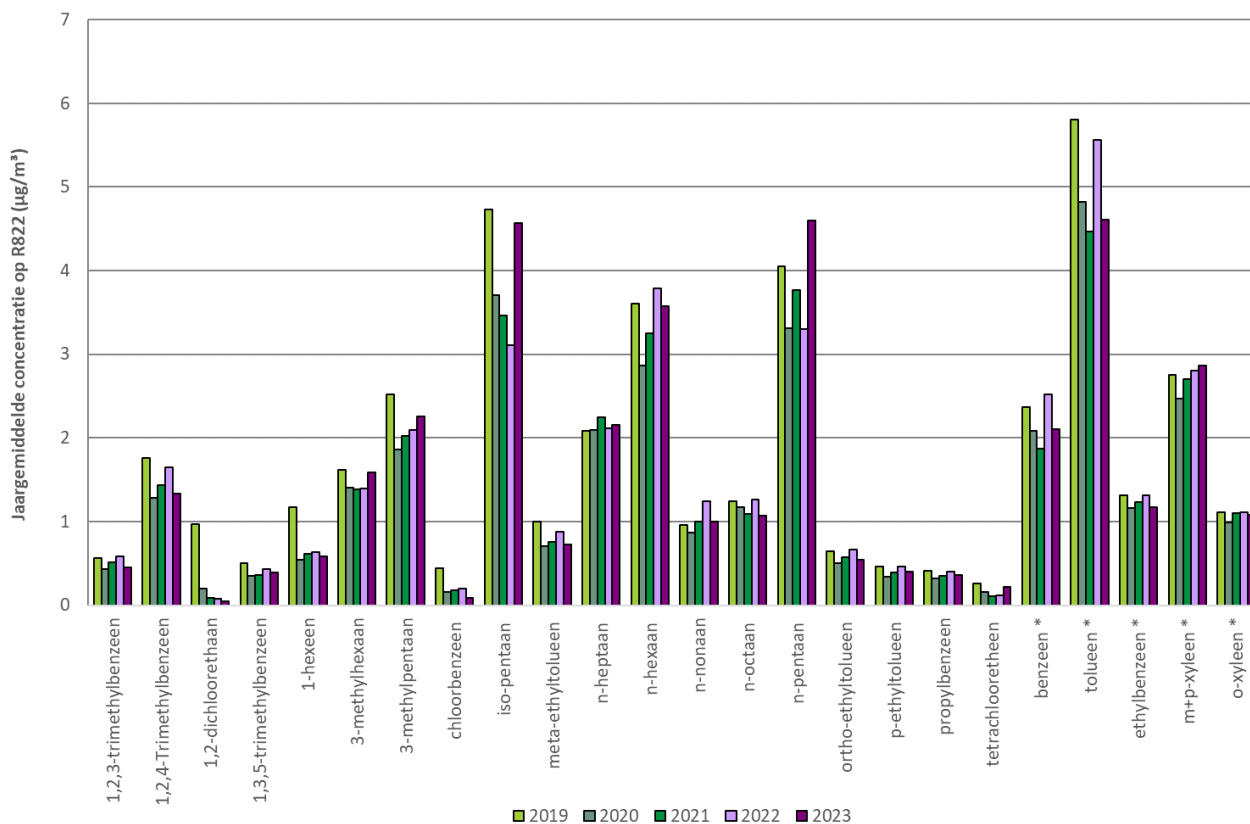
*op basis van automatische metingen

Trend VOS

Figuur 73 toont de jaargemiddelde concentratie van de verschillende VOS-componenten op de locatie R822 voor de periode 2019-2023.

Bij de meeste componenten zijn de concentraties in 2023 lager in vergelijking met 2019. Alleen bij n-pentaan zien we een stijging van 14 %. De concentratie van bepaalde componenten in 2023 is een stuk hoger dan in 2022. Dit is het meest uitgesproken voor isopentaan en n-pentaan.

Figuur 73: Jaargemiddelde VOS-componenten op meetplaats Polderdijkweg (R822) in periode 2019-2023



*: op basis van automatische metingen

6.3.2 VOS-concentraties tijdens meetcampagne 2023 – actieve samplers

6.3.2.1 Inleiding

Tijdens de VOS-campagne van 2021 maten we met passieve samplers VOS-componenten op 50 extra meetplaatsen. Passieve samplers waren hiervoor ideaal, omdat we aandachtzones in kaart wilden brengen. Doordat deze samplers (twee)weekgemiddelde resultaten opleveren, konden we geen bron(nen) aanduiden. In de acties die hieruit volgden, planden we verder bronnenonderzoek bij de vastgestelde hotspotzones (zie ook hoofdstuk 6.4). Dit kan onder andere door automatische BTEX-monitoren en/of actieve VOS-toestellen in te zetten. Deze leveren respectievelijk halfuurwaarden van vijf VOS-componenten en dagwaarden van 32 VOS-componenten op, wat brondetectie aan de hand van pollutierozen mogelijk maakt.

We besloten om in 2023 twee van de vastgestelde aandachtzones verder op te volgen:

- het gebied rond de Rode Weel (ten zuiden van de Tijsmanstunnel/R2 en ten oosten van de Noorderlaan)
- de regio Leon Bonnetweg/Scheurweg/Boerinnestraat (ten westen van de Oosterweelsteenweg, in het zuidelijk deel van de haven)

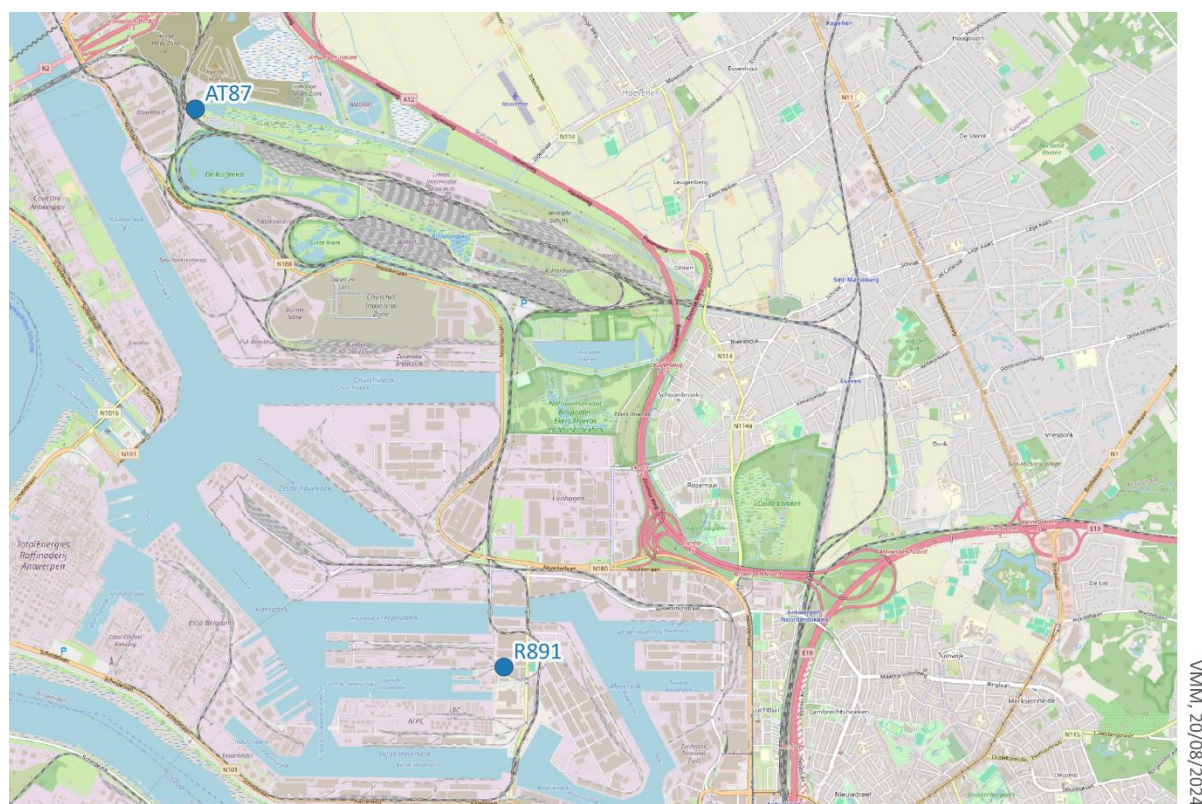
Het gebied rond de Rode Weel was veruit de belangrijkste gedetecteerde hotspotzone. Nagenoeg alle gemeten VOS-componenten hadden hier in 2021 verhoogde jaargemiddelden ten opzichte van de andere meetlocaties in de haven.

In de regio Leon Bonnetweg/Scheurweg/Boerinnestraat namen we verhoogde concentraties waar voor onder andere de A/K-componenten aceton+acroleïne en acetaldehyde en volgende VOS: n-hexaan, n-nonaan, n- en iso-pentaaan, 3-methylpentaan, m-, p- en o-ethyltolueen.

In beide regio's plaatsten we telkens op 1 meetlocatie (AT87 – Rode Weel en R891 – Scheurweg) zowel een automatische BTEX-monitor als een actief VOS-toestel, zie Figuur 74. De BTEX-metingen liepen heel 2023, de actieve VOS-metingen van 15/02/2023 tot en met 13/06/2023 (119 dagen).

De resultaten van de BTEX-monitoren zijn al besproken in hoofdstuk 6.2. De resultaten van de actieve VOS-toestellen inclusief bronnenonderzoek komen hier aan bod.

Figuur 74: Situering aandachtzones Rode Weel (AT87) en Scheurweg (R891)



Aandachtzones Rode Weel en Scheurweg

● meetplaats VOS

0 1 2 km

6.3.2.2 Meetprincipe

Op actieve VOS-toestellen brengen we samplers aan die op dagbasis 32 componenten kunnen capteren, zie Figuur 75 voor voorbeeldopstelling. Een gekende hoeveelheid omgevingslucht wordt rechtstreeks op de sampler of het adsorptiebuisje aangezogen door middel van een debietpomp met mass flow controller. De kwantitatieve bepaling van de VOS-componenten gebeurt in het labo met behulp van thermische desorptie en gaschromatografie met vlamionisatiedetectie (GC-FID), zie bijlage 1 voor meer gedetailleerde info.

Tabel 11 en Tabel 12 tonen de basisstatistieken voor respectievelijk de meetplaatsen AT87 en R891. De actieve VOS-metingen op AT87 en R891 maakten deel uit van acceptatietesten naar aanleiding van de ingebruikname van nieuwe bemonsteringstoestellen. Het aantal valide metingen op een totaal van 119 bemonsteringsdagen is hierdoor minder, maar voldoende om pollutierozen te kunnen maken en aan brondetectie te doen. Uitzonderingen zijn 1,1,1-trichloorethaan en n-pentaan die door analytische problemen tijdens deze meetcampagne geen betrouwbare resultaten leverden.

Op R891 vinden we de hoogste gemiddelden terug voor toluen ($2,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$), iso-pentaan ($2,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en n-hexaan ($1,59 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Deze componenten komen ook bij de piekwaarden tot uiting, samen met 3-methylpentaan, cyclohexaan, m+p-xyleen en methylcyclopentaan.

Tabel 11: Basisstatistieken voor actieve VOS-metingen op AT87

Polluent	Gemiddelde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Mediaan ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	P98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Aantal valide metingen*
1,1,1-trichloorethaan	nb	nb	nb	nb	nb
1,2,3-trimethylbenzeen	0,11	0,07	0,36	0,59	81
1,2,4-trimethylbenzeen	0,43	0,24	1,72	2,40	81
1,2-dichloorethaan	0,29	0,07	2,50	8,00	81
1,3,5-trimethylbenzeen	0,10	0,03	0,48	0,78	81
1-hexeen	0,20	0,10	0,94	1,14	81
1-penteen	0,06	0,08	0,38	0,46	81
3-methylhexaan	0,56	0,17	2,73	3,50	80
3-methylpentaan	0,40	0,17	1,71	1,84	81
alfa-pineen	0,07	0,05	0,25	0,30	81
benzeen	0,51	0,45	1,38	1,56	81
chloorbenzeen	0,25	0,10	1,38	3,50	81
cyclohexaan	0,61	0,25	2,62	5,10	81
ethylbenzeen	0,89	0,25	3,68	8,90	81
iso-pentaan	0,87	0,55	3,44	6,70	81
isopreen	0,12	0,05	1,14	1,40	81
m-ethyltolueen	0,20	0,09	0,83	1,32	81
m+p-xyleen	2,84	0,67	13,16	28,10	81
methylcyclopentaan	0,28	0,16	1,33	1,48	81
n-butaan	0,09	0,07	0,27	0,29	81
n-heptaan	0,74	0,20	3,66	4,90	81
n-hexaan	0,65	0,31	2,86	3,30	81
n-nonaan	0,11	0,06	0,65	0,89	81
n-octaan	0,70	0,16	3,82	5,70	81
n-pentaan	nb	nb	nb	nb	nb
o-ethyltolueen	0,13	0,07	0,58	0,87	81
o-xyleen	1,00	0,24	4,52	9,50	81
p-ethyltolueen	0,10	0,03	0,46	0,76	81
propylbenzeen	0,06	0,00	0,30	0,47	81
tolueen	2,64	0,86	12,20	29,00	81
tetrachlooretheen	0,06	0,04	0,21	0,24	81
vinylchloride	0,48	0,41	1,00	2,60	81

*: op 119 dagen.

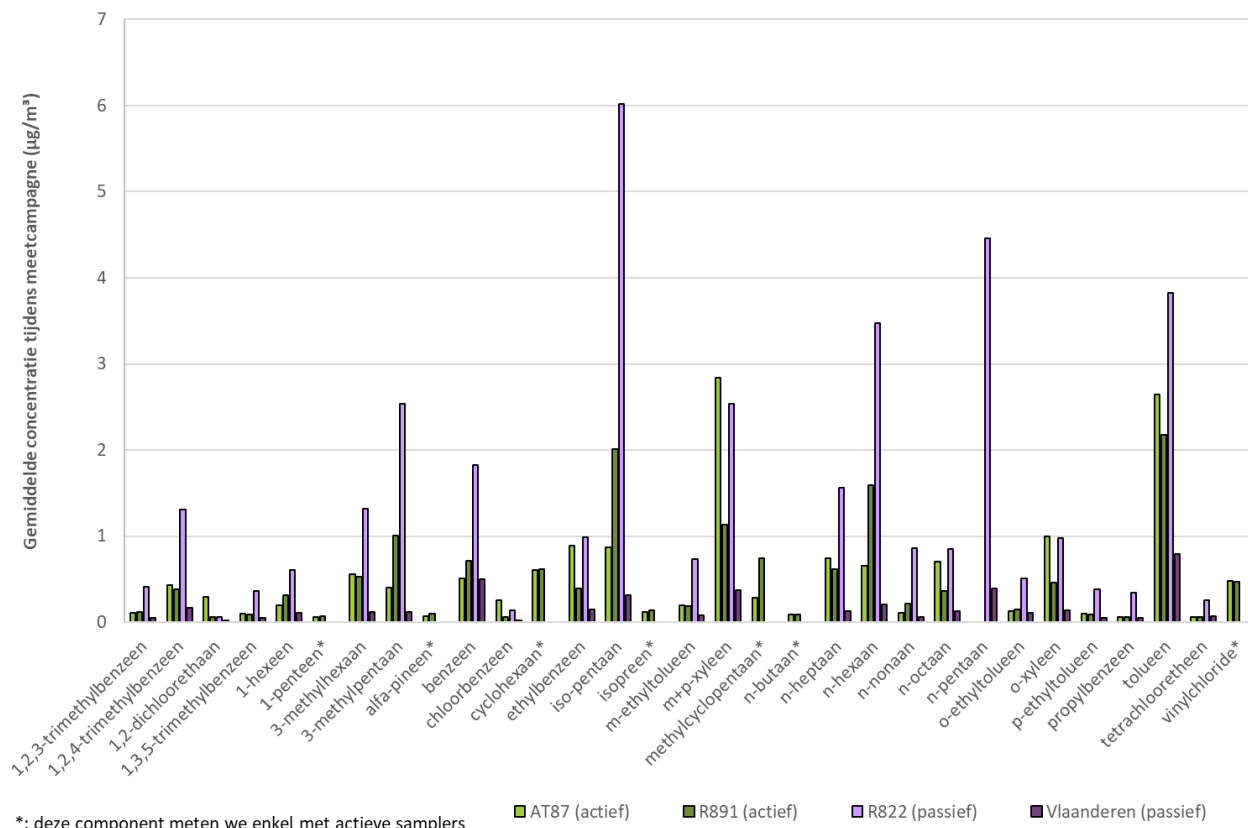
nb: niet beschikbaar.

Polluent	Gemiddelde (µg/m³)	Mediaan (µg/m³)	P98 (µg/m³)	Maximum (µg/m³)	Aantal valide metingen*
1,1,1-trichloorethaan	nb	nb	nb	nb	nb
1,2,3-trimethylbenzeen	0,12	0,07	0,45	0,79	91
1,2,4-trimethylbenzeen	0,38	0,25	1,59	2,40	91
1,2-dichloorethaan	0,06	0,05	0,21	1,10	92
1,3,5-trimethylbenzeen	0,09	0,04	0,51	0,84	91
1-hexeen	0,31	0,12	1,51	3,40	92
1-penteen	0,07	0,08	0,45	0,83	92
3-methylhexaan	0,53	0,19	3,06	4,00	91
3-methylpentaan	1,01	0,21	6,94	7,90	92
alfa-pineen	0,10	0,05	0,62	0,90	91
benzeen	0,71	0,45	2,85	3,50	92
chloorbenzeen	0,06	0,04	0,23	0,31	91
cyclohexaan	0,62	0,31	3,15	6,30	92
ethylbenzeen	0,39	0,24	1,56	1,93	91
iso-pentaan	2,01	0,65	12,30	19,00	88
isopreen	0,14	0,08	0,69	1,30	92
m-ethyltolueen	0,19	0,10	0,95	1,34	91
m+p-xyleen	1,13	0,73	4,74	6,00	91
methylcyclopentaan	0,74	0,16	4,32	5,40	92
n-butaan	0,09	0,07	0,30	0,37	92
n-heptaan	0,62	0,20	3,54	4,00	91
n-hexaan	1,59	0,33	9,20	10,80	92
n-nonaan	0,22	0,02	1,52	2,01	91
n-octaan	0,36	0,22	1,58	1,79	91
n-pentaan	nb	nb	nb	nb	nb
o-ethyltolueen	0,15	0,07	0,86	1,42	91
o-xyleen	0,46	0,25	1,91	2,37	91
p-ethyltolueen	0,09	0,03	0,56	0,74	91
propylbenzeen	0,06	0,01	0,43	0,60	91
tolueen	2,18	0,84	10,88	26,00	92
tetrachlooretheen	0,06	0,05	0,18	0,70	91
vinylchloride	0,47	0,47	0,85	1,50	92

nb: niet beschikbaar.

Voor alle componenten liggen de gemiddelde concentraties hoger in de Antwerpse haven dan elders in Vlaanderen. Van de 3 havenlocaties vinden we op R822 de hoogste gemiddelden terug. Uitzonderingen hierop zijn 1,2-dichloorethaan, chloorbenzeen, m+p-xyleen en o-xyleen die meer aanwezig zijn op AT87.

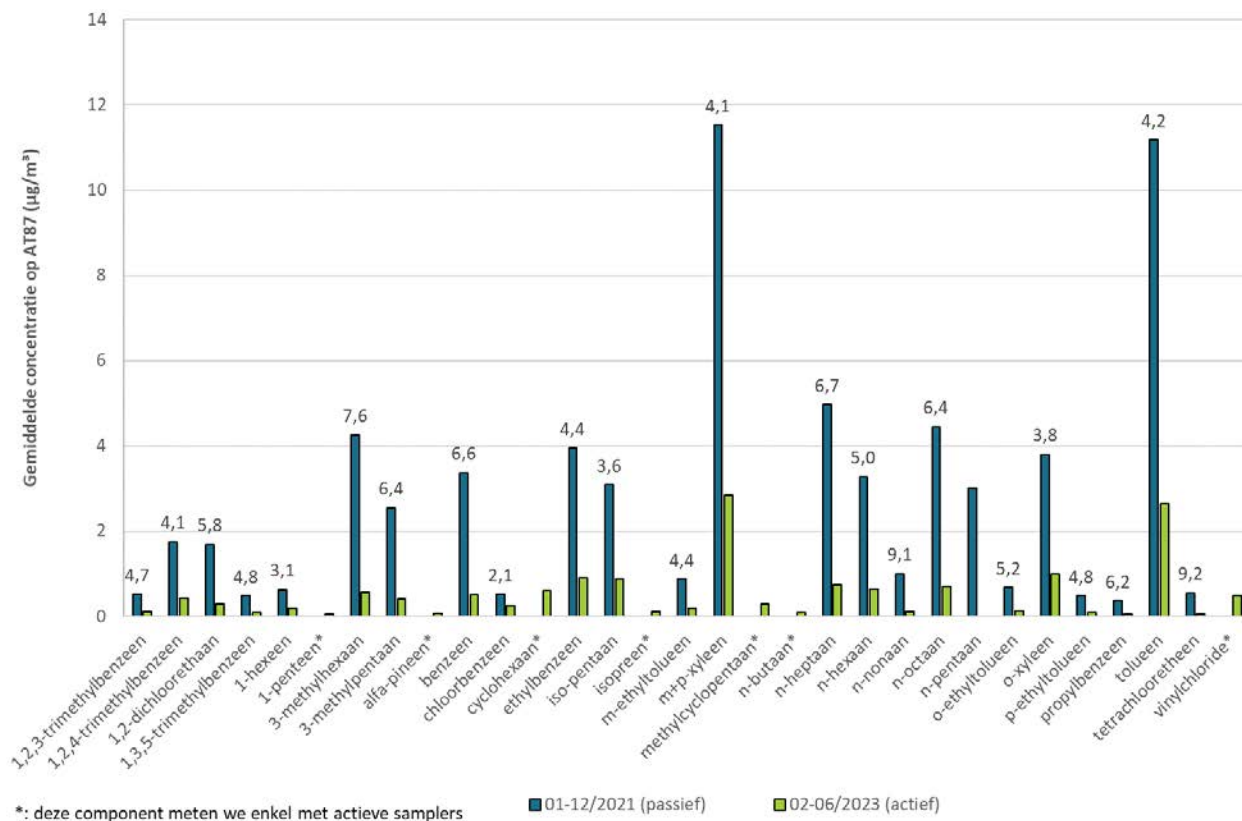
Figuur 76: Vergelijking actieve VOS-metingen op AT87 en R891 met passieve VOS-metingen op R822 (Polderdijkweg – Antwerpse haven) en virtueel gemiddelde voor Vlaanderen voor de periode van de meetcampagne



6.3.2.4 Vergelijking met resultaten van grote VOS-campagne uit 2021

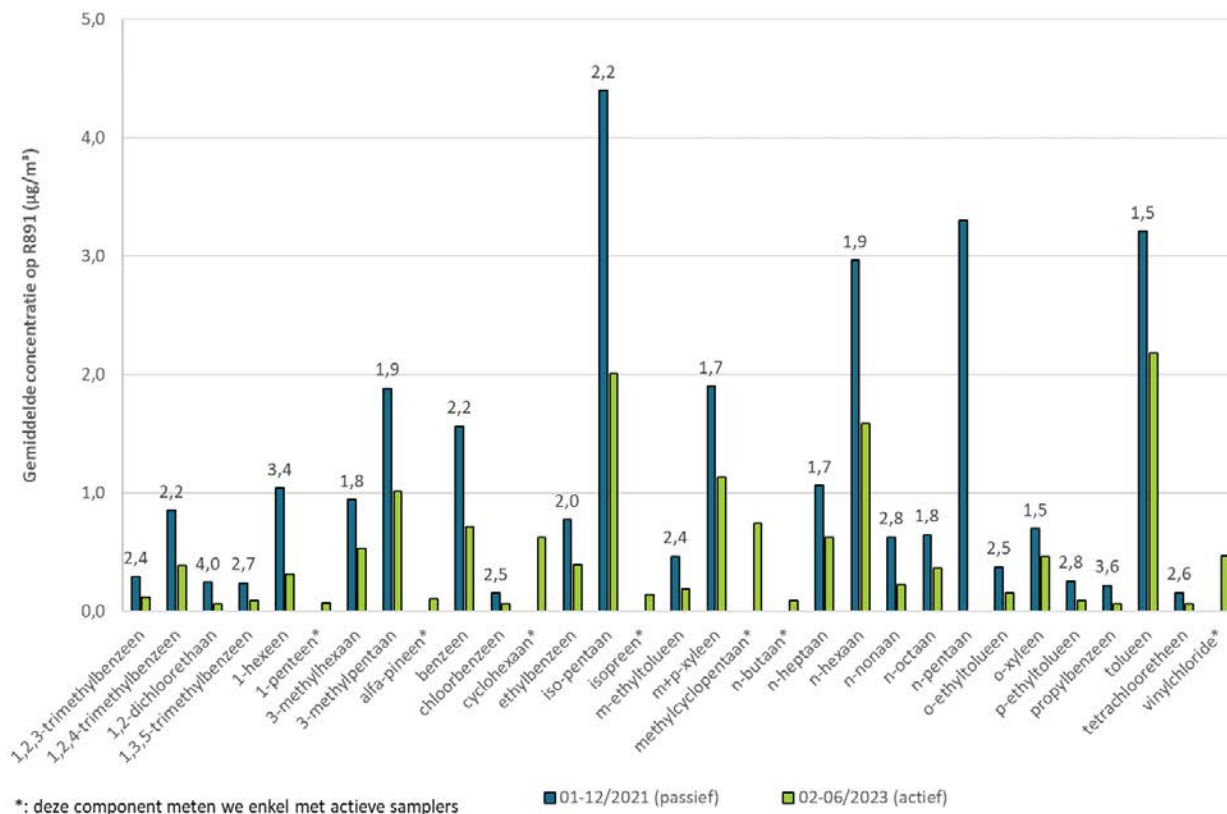
Figuur 77 vergelijkt voor meetplaats AT87 de gemiddelde concentraties die we in 02-06/2023 met de actieve samplers terugvonden met de jaargemiddelden van de grote VOS-campagne in 2021 met passieve samplers. Daarnaast toont de figuur per component ook de factor verschil tussen de 2 meetperiodes. Voor alle componenten liggen de concentraties in 2023 lager dan in 2021. Voor n-nonaan en tetrachlooretheen ligt het gemiddelde in 2023 zelfs 9 keer lager dan in 2021. Het gemiddelde van benzeen is met een factor 6,6 gedaald: 3,37 µg/m³ in 2021 ten opzichte van 0,51 µg/m³ in 2023. Opgelet: in hoofdstuk 6.2.3 vergelijken we voor de BTEX-componenten de jaargemiddelden van 2023 (gemeten met de automatische monitoren) met de jaargemiddelden van de grote VOS-campagne in 2021. Bijgevolg geeft dit voor BTEX andere gemiddelden en komen we soms tot andere conclusies. Dat komt door de verschillende tijdsduur van beide metingen: heel 2023 bij de automatische metingen ten opzichte van 119 dagen bij de actieve samplermetingen.

Figuur 77: Vergelijking VOS-componenten op AT87 in 01-12/2021 (met passieve samplers) en 02-06/2023 (met actieve samplers) met vermelding van factor verschil t.o.v. 2023



In Figuur 78 maken we dezelfde vergelijking voor meetplaats R891. Net als op AT87 zien we ook hier in 2023 een afname van alle componenten ten opzichte van 2021. De factoren verschil variëren van 1,5 voor tolueen tot 4,0 voor 1,2-dichloorethaan. Het gemiddelde van benzeen is met een factor 2,2 gedaald: 1,56 µg/m³ in 2021 ten opzichte van 0,71 µg/m³ in 2023.

Figuur 78: Vergelijking VOS-componenten op R891 in 01-12/2021 (met passieve samplers) en 02-06/2023 (met actieve samplers) met vermelding van factor verschil ten opzichte van 2023

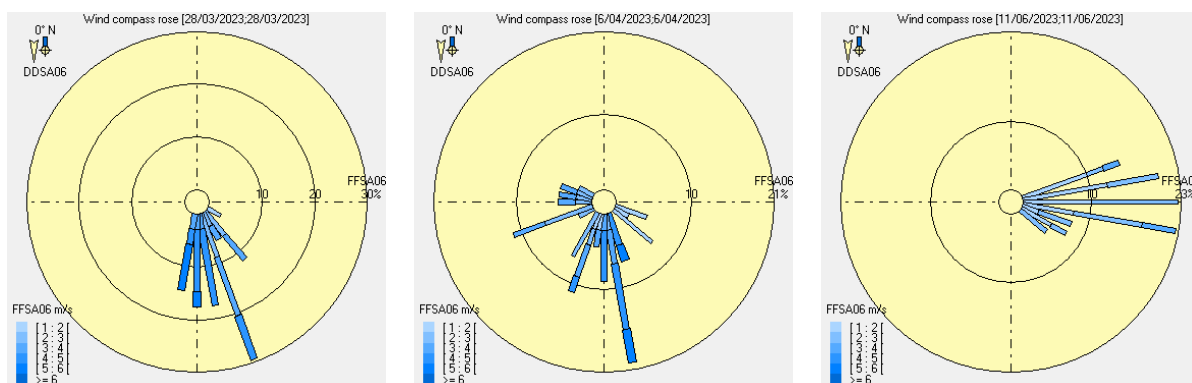


6.3.2.5 Bronnenonderzoek

AT87 – Rode Weel

Figuur 79 toont enkele windrozen waarbij we maximale dagwaarden registreerden op AT87. Op 28/03/2023 kwamen piekconcentraties voor bij 10 van de 32 componenten waaronder isopenteen. Op 06/04/2023 vonden we ook piekconcentraties terug voor 10 componenten waaronder 1,2-dichloorethaan, tolueen, ethylbenzeen, m+p-xyleen en o-xyleen. Op beide dagen kwam de wind vanuit zuidelijke tot zuidoostelijke richting, op 06/04/2023 ook vanuit zuidwestelijke richting (zie linkse en middelste windroos). Ook bij de overige VOS-componenten kwam bij piekconcentraties de wind vanuit deze sectoren. Uitzondering hierop is isopenteen, waarbij de wind bij de maximale dagwaarde op 11/06/2023 uit oostelijke richting kwam, zie rechtse windroos.

Figuur 79: Windrozen bij maximale dagwaarden op AT87. Links en midden: telkens voor 10 componenten; rechts: voor isopreen.

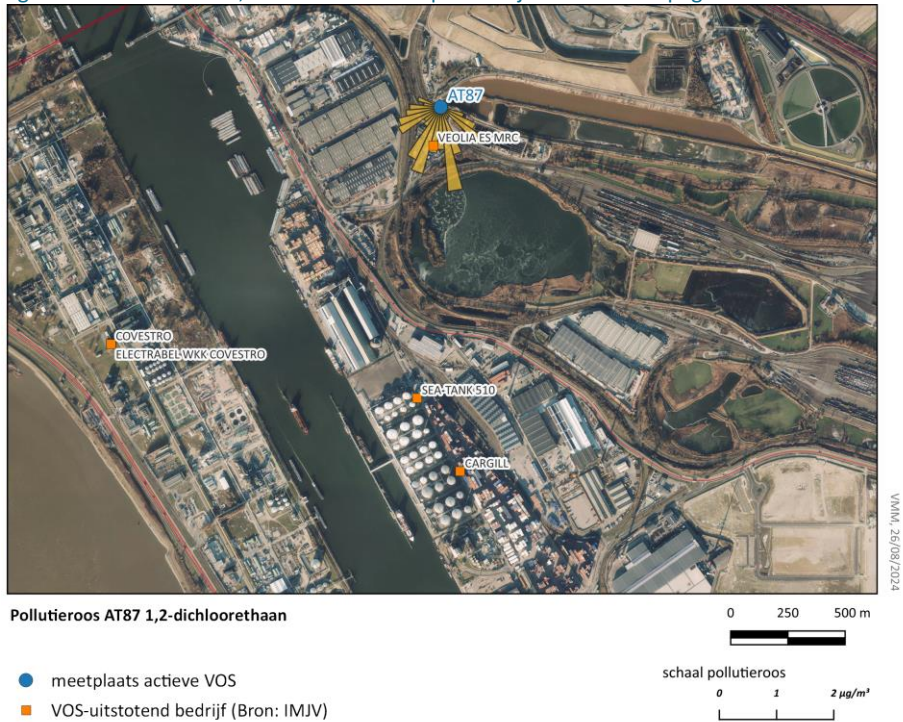


De pollutierozen van de belangrijkste VOS-componenten inclusief isopreen op AT87 zijn weergegeven in Figuur 80 tot en met Figuur 84. Voor de pollutierozen van de BTEX-componenten verwijzen we naar Figuur 62 tot en met Figuur 66, gemaakt op basis van de resultaten van de automatische monitoren beschreven in hoofdstuk 6.2.2. Pollutierozen van alle pollutanten gemeten met de actieve samplers kan je terugvinden in bijlage 7. Opmerking hierbij: de pollutierozen van de actieve samplermetingen zijn gemaakt op basis van 119 dagen (15/02-13/06) in 2023. Tijdens die periode kwam de wind relatief meer vanuit het noordoosten en minder vanuit het zuidwesten dan vastgesteld in het volledige kalenderjaar, zie Figuur 85. Dit betekent dat bronnen vanuit het zuidwesten misschien minder tot uiting komen in de pollutierozen van de actieve samplermetingen dan van de automatische BTEX-metingen. Ook zien we dat in 2021 de wind vrij vergelijkbaar was met 2023.

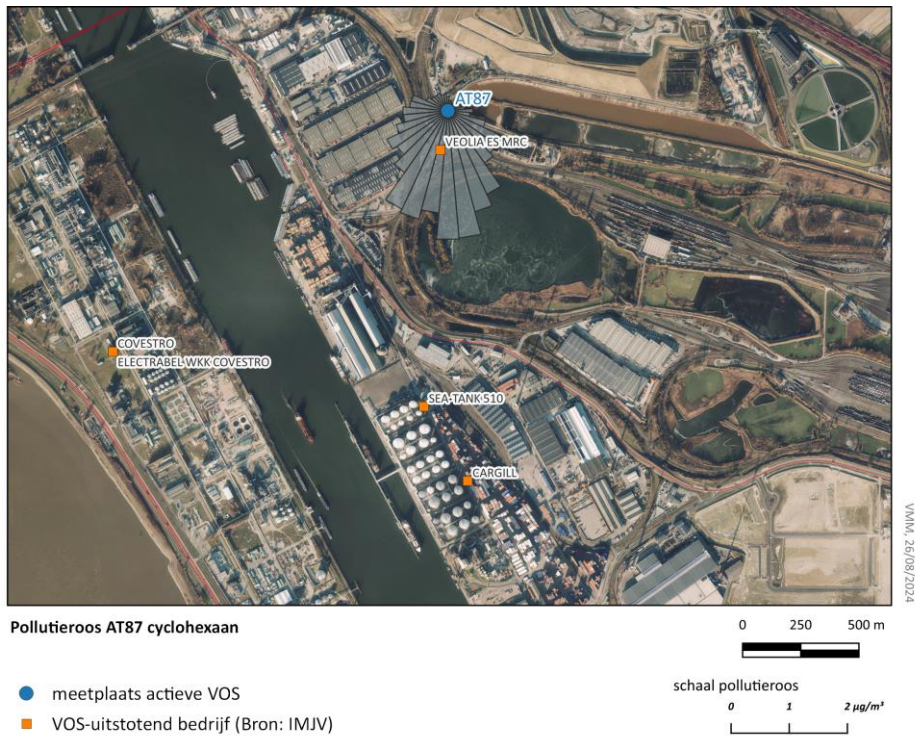
Voor de BTEX-componenten wijzen de pollutierozen sterk naar het zuiden en zuidwesten. De rozen van 1,2-dichloorethaan, cyclohexaan, iso-pentaan en n-octaan duiden daarnaast ook het zuidoosten aan. Alleen bij isopreen zien we een afwijkende pollutieroos, met een duidelijke bron of bronnen komende uit het oosten. Aangezien de pollutierozen dezelfde windrichting(en) aanduiden als de windrozen van de piekmomenten, gaat het bij alle componenten om een of meerdere continue bronnen. Enkele mogelijkheden:

- Ten zuiden en zuidwesten van AT87 ligt het bedrijf Veolia ES MRC en iets verder ook Sea Tank 510 en Cargill. Alle 3 bedrijven rapporteren alleen de emissie van NMVOS, geen emissies van individuele VOS-componenten (zie bijlage 3). In deze richting ligt ook de Noorderlaan, een drukke verkeersweg.
- In het zuidoosten ligt de rioolwaterzuiveringsinstallatie Antwerpen-Noord van Aquafin en in het verlengde daarvan enkele treinsporen, -bundels en werk- en tankplaatsen van treinwagons.
- In het oosten ligt het Pompstation Rode Weel.

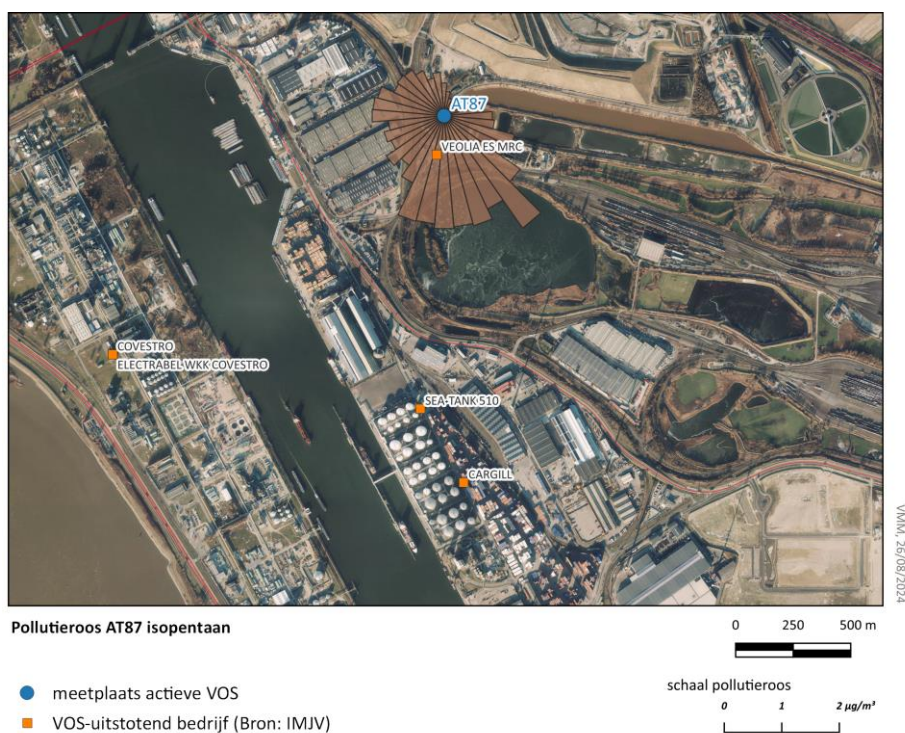
Figuur 80: Pollutieroos 1,2-dichloorethaan op AT87 tijdens meetcampagne



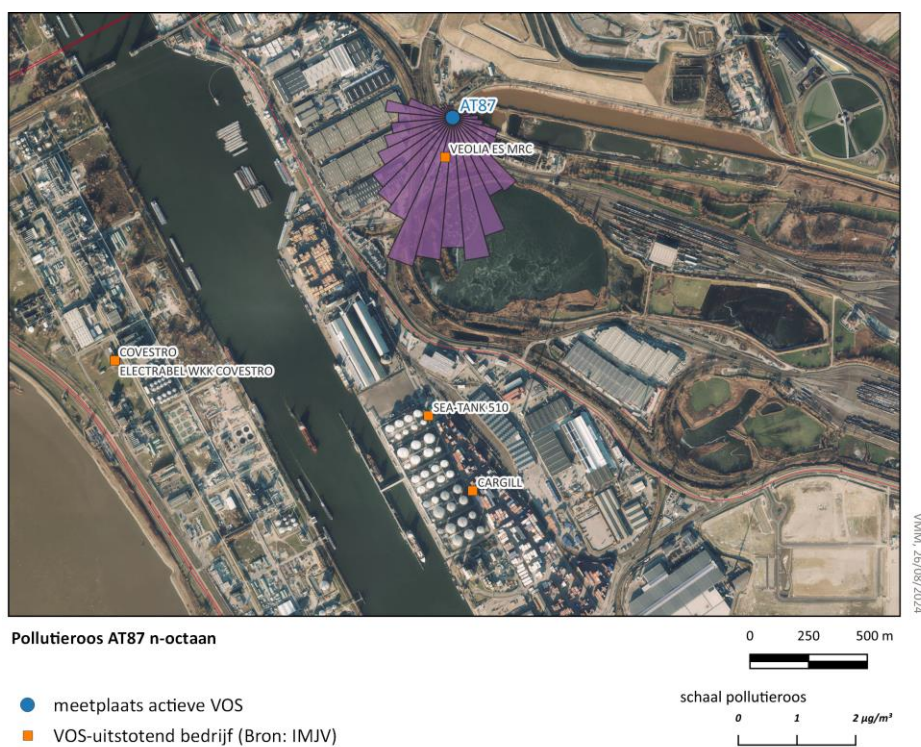
Figuur 81: Pollutieroos cyclohexaan op AT87 tijdens meetcampagne



Figuur 82: Pollutieroos isopentaan op AT87 tijdens meetcampagne



Figuur 83: Pollutieroos n-octaan op AT87 tijdens meetcampagne



Pollutieroos AT87 isopreen

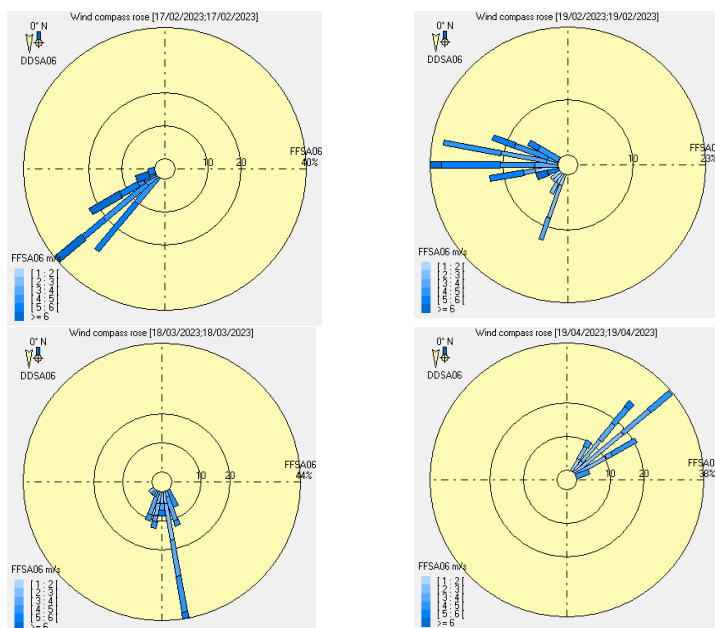
0 250 500 m

● meetplaats actieve VOS
 ■ VOS-uitstotend bedrijf (Bron: IMJV)

schaal pollutieroos
 0 0,5 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Wanneer we alle vermoedelijke bronnen die we in 2021 opsomden, naast onze bevindingen van 2023 leggen, kunnen we het volgende besluiten voor de VOS-vervuiling in de buurt van de Rode Weel:

Figuur 86: Windrozen bij maximale dagwaarden op R891. Linksboven: voor 14 componenten; rechtsboven: voor iso-pentaaan; linksonder: voor cyclohexaan; rechtsonder: voor vinylchloride.



De pollutierozen van de belangrijkste VOS-componenten inclusief vinylchloride en isopreen op R891 zijn weergegeven in Figuur 87 tot en met Figuur 93. Voor de pollutierozen van de BTEX-componenten verwijzen we opnieuw naar hoofdstuk 6.2.2 en voor de pollutierozen van alle pollutanten gemeten met de actieve samplers naar bijlage 7. Bronnen uit het zuidwesten kunnen mogelijk minder tot uiting komen op de pollutierozen door het relatief minder voorkomen van de zuidwestenwind tijdens de periode van de meetcampagne (zie Figuur 85).

De pollutierozen van de BTEX-componenten wijzen duidelijk naar het zuidwesten. Dit geldt ook voor de rozen van n-hexaan, methylcyclopentaaan en 3-methylpentaan. Bij cyclohexaan komt de bron of bronnen eerder vanuit het zuiden tot zuidoosten. De pollutieroos van iso-pentaaan wijst geen duidelijke richting aan: bronnen komen voor van het zuidoosten tot het westen. Bij vinylchloride wijst de pollutieroos naar alle windrichtingen. Dit in tegenstelling tot de windroos horende bij de maximale dagwaarde van vinylchloride op 19/04/2023, die duidelijk naar het noordoosten wees, zie Figuur 86. Hoogstwaarschijnlijk was er die dag een discontinue bron die de hoge immissiewaarde van vinylchloride veroorzaakte. De pollutieroos van isopreen wijst wel overwegend naar het noordoosten. Net als op AT87 kunnen we besluiten dat op R891 vooral continue bronnen aanwezig zijn. Enkele mogelijkheden:

- In alle windrichtingen liggen verschillende diesel spoorbundels en kades en dokken.
- In het oosten ligt de Oosterweelsteenweg.
- Ten zuiden tot westen ligt op 100 m MAC² Solutions. Dit bedrijf rapporteerde tot en met 2017 benzeenemissies in het IMJV en reinigt onder andere tanks en spoorwagens. Ook is het vergund als ontgassingsinstallatie.
- Ten zuidzuidwesten ligt op verdere afstand TotalEnergies Polymers Antwerp. Dit bedrijf rapporteerde in 2022 voor NMVOS een emissie van 216 ton.
- Ten zuidwesten van R891, in het verlengde van MAC² Solutions, ligt ATPC refinery. Dit bedrijf rapporteerde in 2022 individuele emissies van benzeen in het IMJV, maar niet van toluen of de xyleenisomeren, zie bijlage 3. Op het bedrijventerrein van ATPC Refinery ligt ook een spoorbundel.

An aerial photograph of the Antwerp port area. A brown fan-shaped area is highlighted, labeled 'R891' at its tip and 'MAC's Solutions' within it. Other labels include 'ATPC REFINERY' and 'TotalEnergies Polymers Antwerp'.

VMIM, 20/08/2024

0 250 500 m

- schaal pollutie roos
0 2,5 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

VM11, 20/08/2024

0 250 500 m

- schaal pollutie-roos
- 0 1 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

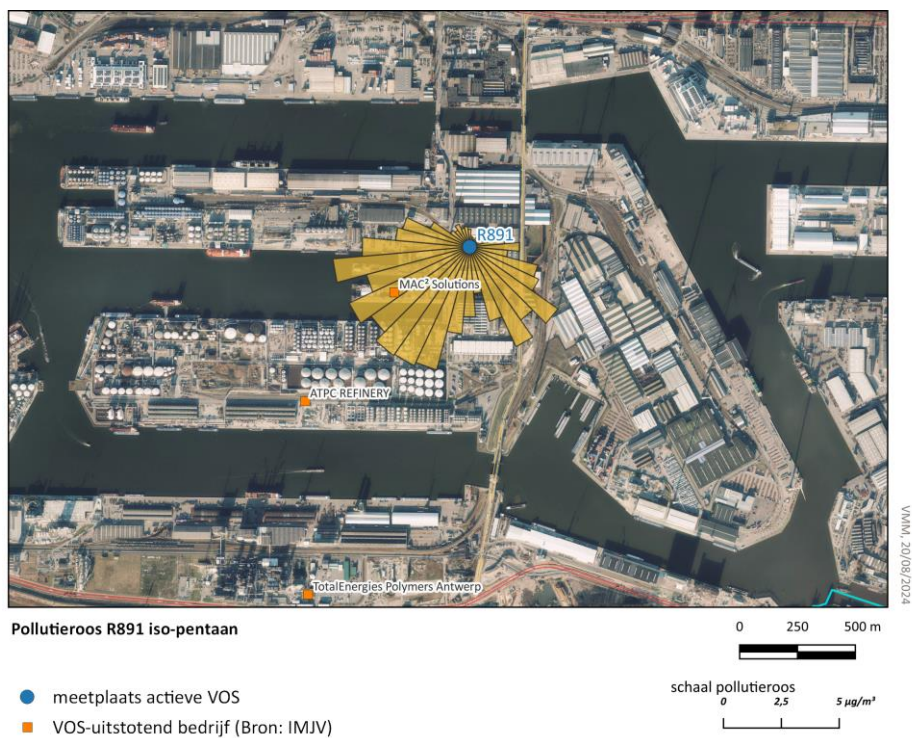
Figuur 89: Pollutieroos 3-methylpentaan op R891 tijdens meetcampagne



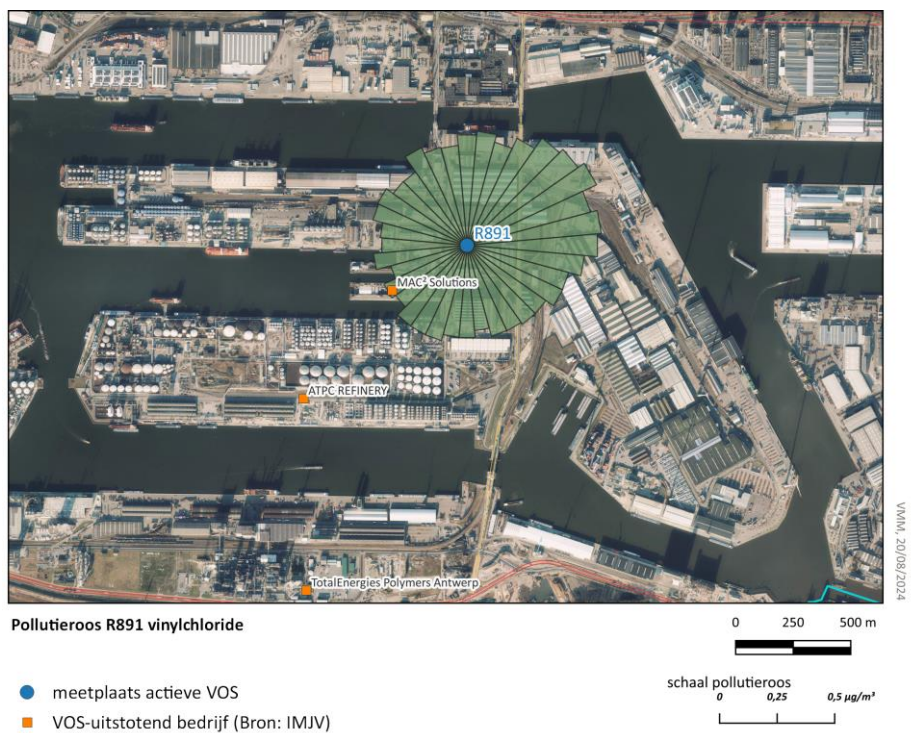
Figuur 90: Pollutieroos cyclohexaan op R891 tijdens meetcampagne



Figuur 91: Pollutieroos iso-pentaan op R891 tijdens meetcampagne



Figuur 92: Pollutieroos vinylchloride op R891 tijdens meetcampagne



Pollutieroos R891 isopreen

0 250 500 m

● meetplaats actieve VOS
 ■ VOS-uitstotend bedrijf (Bron: IMJV)

schaal pollutieroos
 0 0,25 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Wanneer we alle vermoedelijke bronnen die we in 2021 opsomden, naast onze bevindingen van 2023 leggen, kunnen we het volgende besluiten voor de VOS-vervuiling in de buurt van de Scheurweg:

Vermoedelijke bron in 2021	Conclusie in 2023
ATPC Refinery	In deze richting wijzen de meeste pollutierozen. Opgelet: tussen ATPC Refinery en R891 liggen nog andere bedrijven, waaronder MAC ² Solutions. Ook deze bedrijven kunnen een impact hebben.
Total Polymers Antwerp	Mogelijke bron, maar ligt wel op ruime afstand.
Diesel spoorbundels en kades en dokken	Mogelijke bron, in alle windrichtingen.
Oosterweelsteenweg	Mogelijke bron, impact wel kleiner dan bronnen in het zuiden tot zuidwesten.
Andere (kleinere) VOS-uitstotende bedrijven in de regio	Niet uit te sluiten als mogelijke bron(nen), zie bijvoorbeeld MAC ² Solutions hierboven.

6.4 Voortgang VOS-acties

De VOS-campagne uit 2021 wees op een aantal aandachtsgebieden in de haven van Antwerpen. Daarom startte de VMM samen met andere overheidsinstanties een aantal acties op om de hoge VOS-concentraties aan te pakken. In volgend hoofdstuk geven we een overzicht van de voortgang van deze acties. Deze kunnen als volgt opgedeeld worden:

- Correcte registratie reële emissies
- Reductie van emissies
- Onderzoek naar bronnen

6.4.1 Correcte registratie reële emissies

IMJV geeft geen volledig beeld van de reële emissies

In 2021 voerde de VMM op 50 extra locaties in de Antwerpse haven VOS-metingen uit. Met interpolatiekaarten werd de concentratie van de verschillende VOS-componenten voor het hele Antwerpse havengebied ingeschat. Deze kaarten verschilden sterk van de modelkaarten die de VMM opmaakte op basis van de emissiegegevens uit het Integraal Milieujaarverslag. Vlaamse bedrijven die conform VLAREM vergunningsplichtig én boven de drempelwaarde emitteren, zijn verplicht hun geleide en diffuse emissies te rapporteren via het IMJV. Het grootste deel van de gerapporteerde emissies zijn diffuse emissies. Deze werden tot voor kort berekend met theoretische emissiefactoren waardoor ze zeer onzeker en sterk onderschat kunnen zijn.

Verplicht meten van diffuse emissies

Op 1 juni 2022 werd de standaardmethode voor het bepalen van diffuse emissies gepubliceerd (norm EN17628). Deze norm beschrijft diverse methoden om diffuse VOS-emissies te detecteren, identificeren en/of kwantificeren. Zo kan een beter inzicht bekomen worden in de totale emissies van een bedrijf en kan men de uitstoot beter lokaliseren en aanpakken.

De verplichting om diffuse VOS-emissies te monitoren (zonder expliciete vermelding van de norm) was op basis van de BBT-conclusies van de BREFs raffinaderijen (REF) en chemie (CWW) reeds verankerd in VLAREM III. De publicatie van de norm biedt een houvast voor de bedrijven en de bevoegde overheidsinstanties op welke wijze deze monitoring uitgevoerd kan worden. Toch blijft de manier waarop metingen uitgevoerd kunnen worden afhankelijk van de specifieke bedrijfssituatie en is een aanpak op maat veelal aangewezen. Een concrete aanpak werd al verankerd in de vergunning van de raffinaderijen en bij een aantal terminals en chemische bedrijven.

In de BBT-conclusies van de BREF WGC (Waste Gas Treatment in the Chemical Sector, van toepassing op alle chemische bedrijven met relevante VOS-emissies) wordt wel expliciet verwezen naar de norm EN17628. De implementatie van deze BBT-conclusies in VLAREM III is momenteel lopende. Mogelijk worden aanvullende voorwaarden opgenomen in de individuele vergunningen van chemische bedrijven bij de uitvoering van de algemene evaluaties in 2024-2025.

Actualisatie algemene emissiegrenswaarden

Voor verschillende stoffen bestaan algemene emissiegrenswaarden (opgenomen in bijlage 4.4.2 van VLAREM II). Deze emissiegrenswaarden zijn van toepassing vanaf overschrijding van de opgegeven grensmassa-stromen. Ook de meetverplichtingen gelden vanaf overschrijding van deze grensmassa-stromen. Momenteel loopt een BBT-studie om de algemene voorwaarden voor luchtverontreiniging en daarbij horende emissiegrenswaarden te actualiseren, specifiek voor zorgwekkende stoffen. Verlagen de emissie-

grenswaarden en grensmassastromen, dan kunnen meer bedrijven verplicht zijn om hun emissies te rapporteren. Hierdoor kan het tekort tussen de modelkaarten op basis van de emissies en de interpolatiekaarten op basis van de gemeten concentraties kleiner worden. Deze actualisatie moet eind 2025 afgerond zijn.

Juiste aanduiding emissiepunten

Bedrijven worden aangemaand om de exacte locatie van hun emissiepunten over te maken en ook hun diffuse emissies te rapporteren in het IMJV. Zo worden de IMJV-datasets geoptimaliseerd en krijgen we een beter beeld van de emissies en waar ze een impact hebben op de luchtkwaliteit in de Antwerpse haven.

6.4.2 Reductie van emissies

Bronaanpak is de beste manier om de emissies te doen dalen, wat op zijn beurt leidt tot lagere concentraties in de omgevingslucht.

Vergunningskader voor ontgassingsinstallaties

Nadat een tankschip een vloeibare vluchtige lading heeft gelost, blijven er nog dampen over in het ruim. Het CDNI-verdrag is op 1 oktober 2024 in werking getreden en bepaalt (gefaseerd) dat schadelijke dampen van een lijst van producten niet zomaar in de lucht geloosd mogen worden. Wie zich wil ontdoen van deze dampen, moet dat doen bij vergunde ontgassingsinstallaties. Een aangepast vergunningskader voor vaste en mobiele/verplaatsbare installaties wordt momenteel uitgewerkt en ten vroegste in 2025 verwacht. In afwachting hiervan blijft het geldende vergunningskader van toepassing. Gepaste voorwaarden worden opgelegd in de individuele vergunningen.

Na het ontgassen kunnen er nog restdampen aanwezig zijn. In plaats van een absoluut ventilatieverbod te handhaven, zal het Havenbedrijf samen met de overheidsinstanties een beleid uitwerken waarbij reststromen en/of VOS'en vrij geventileerd mogen worden. Een studie werd uitgevoerd om de emissies ten gevolge van dit ventileren te berekenen. Ook werd een impactanalyse op de lucht uitgevoerd en werden de gezondheidsaspecten onderzocht. Al deze info wordt meegenomen in de evaluatie in welke zones ventilatie toegestaan zou worden.

Andere emissiebeperkende maatregelen die uitgewerkt worden

De BREF Waste Gas Treatment in the Chemical Sector (WGC) omvat de behandeling en het beheer van afgassen in de chemiesector. Hieronder vallen de geleide en diffuse emissies, de emissies van opslag, de overdracht en behandeling van materialen direct gelinkt aan chemische productieprocessen. Ook het verplicht gebruik van lekdichte apparatuur bij nieuwe installaties en wezenlijke verbeteringen van bestaande installaties valt hieronder. De implementatie van de BBT-conclusies in VLAREM is nog lopende.

Niet alle NMVOS-emissies die vrijkomen bij de op- en overslag van vloeibare producten worden momenteel opgevangen. Ook verschilt de regelgeving over de sectoren heen. Daarom wordt de wenselijkheid van een stroomlijning van deze regelgeving over de sectoren chemie, raffinaderijen en opslagdepots onderzocht.

Speciale aandacht gaat uit naar CMR-stoffen. Dit zijn stoffen die kanker kunnen veroorzaken, onze genen kunnen beschadigen of schadelijk zijn voor de voortplanting en het nageslacht. Aan bedrijven die CMR-stoffen uitstoten kan een minimalisatieverplichting of reductieplan opgelegd worden. Dit betekent dat ze een stappenplan met prioritering in functie van de gevaareigenschappen van de geëmitteerde stoffen en het

belang van deze emissies moeten voorleggen. Vijf bedrijven moeten alvast zo'n plan voorleggen. De evaluatie loopt of de vergunning van andere bedrijven ook bijgesteld moet worden.

Handhaving legt extra maatregelen op aan afvalverwerkend bedrijf

Uit de VOS-meetcampagne van 2021 kwamen vijf aandachtzones naar voor waar verhoogde concentraties van verschillende componenten werden gemeten. Vooral de meetplaats aan de Rode Weel viel hierbij op. De jaargemiddelden van nagenoeg alle gemeten VOS-componenten waren verhoogd ten opzichte van de andere meetlocaties in de haven. In de onmiddellijke omgeving ligt een afvalverwerkend bedrijf dat het voorbehandelingscentrum is van voornamelijk gevaarlijke en speciale afvalstoffen. Op advies van de VMM controleerde de Afdeling Handhaving dit bedrijf. Dit leidde tot het opleggen van een aantal emissiebeperkende maatregelen zoals de installatie van actief koolfilters die emissies zuiveren. Verder moet het bedrijf de geleide emissies meten en alle nodige maatregelen nemen om diffuse emissies maximaal te voorkomen, zoniet deze te capteren en te zuiveren. Dit leidde tot een daling van de emissies tot onder de nieuwe emissiegrenswaarde van 30 mg/Nm³ voor vluchtige organische stoffen. Ook uit de metingen van de VMM bleek dat deze ingrepen een positief effect hadden op de luchtkwaliteit in de omgeving. De concentraties van verschillende VOS-componenten lagen in 2023 lager dan in 2021. Toch zijn de concentraties van heel wat componenten nog altijd verhoogd waardoor een verdere opvolging noodzakelijk blijft.

6.4.3 Onderzoek naar bronnen

De VOS-meetcampagne van 2021 gebeurde met passieve samplers met een uithangtijd van 1 of 2 weken. Dit maakt het moeilijk om aan bronbepaling te doen. Tijdens die periode worden piekconcentraties uitgemiddeld en deze meetperiode is te lang om de richting van de bron aan te wijzen. Daarom plaatste de VMM in 2023 op 2 van de meetcampagnelocaties – R891 en AT87 (AT65 tijdens meetcampagne) – enerzijds monitoren die gedurende 1 jaar concentraties van 5 BTEX-componenten op halfuurniveau registreerden en anderzijds actieve VOS-samplers die gedurende 4 maand daggemiddelden maten van 32 VOS-componenten. De pollutierozen gaven info over de richting van de bron(nen) (zie 6.2.3 en 6.3). Op basis van deze informatie kan de Afdeling Handhaving haar inspectieprogramma aanpassen en bedrijven die mogelijk verantwoordelijk zijn voor deze uitstoot gericht controleren en, als dat nodig is, reductiemaatregelen opleggen. Het verplicht meten van diffuse VOS-emissies of het opleggen van een minimalisatieverplichting of reductieplan kan ook gericht opgelegd worden in de vergunning van de relevante bedrijven.

[illegible]

7 DIOXINES EN PCB'S

Dioxines en PCB's (polychloorbifenylen) ontstaan bij onvolledige verbranding van organisch materiaal dat chloor bevat. We vinden ze ook terug in schroot. Komen deze stoffen via de lucht in ons water en voedsel terecht, dan kunnen ze zich opstapelen in ons vetweefsel en de gezondheid schaden.

Meer info over dioxines en PCB's vind je in bijlage 4 en bijlage 5.

7.1 Overzicht en toetsing van de dioxine- en PCB-meetwaarden

In 2023 maten we deze stoffen op één locatie in de Antwerpse haven: op BV04 in Kallo. Deze meetplaats is zo geplaatst om de impact van het schrootbedrijf met shredderinstallatie Belgian Scrap Terminal (BST) op de omgevingslucht in te schatten. De meetplaats staat in de onmiddellijke nabijheid van dit bedrijf, in industriegebied. De Afdeling Handhaving van het Departement Omgeving financierde dit.

Tabel 13 toont de maand- en jaargemiddelde deposities van de 17 dioxines en 12 dioxineachtige PCB's (DL-PCB) voor de meetplaats in Kallo. In 2023 maten we de depositie op BV04 gedurende zes periodes van 28 dagen. Je ziet in de tabel dat de somresultaten van 5 van de 6 stalen boven de maandgemiddelde drempelwaarde van 21 pg TEQ_{WGO1998}/(m².dag) lagen. De waarden varieerden van 13,4 tot 107 pg TEQ_{WGO1998}/(m².dag). Deze toetsing is indicatief aangezien meetlocatie BV04 in industriegebied ligt (zie ook bijlage 5).

Ook het jaargemiddelde overschrijdt met een waarde van 53 pg TEQ_{WGO1998}/(m².dag) de jaargemiddelde drempelwaarde. Deze toetsing is indicatief, niet alleen door de locatie (industriegebied) maar ook omdat de VMM de depositie van dioxines en PCB's niet het hele jaar rond meet.

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

Tabel 13: Dioxine en PCB-depositie op BV04 in 2023

BV04 – Kallo*			
pg TEQ _{WGO1998} /(m ² .dag)	Dioxines	DL-PCB	Som
Drempelwaarde maanddepositie	-	-	21
Drempelwaarde jaardepositie	-	-	8,2
Februari – maart 2023	9,1	15,8	24,9
April – mei 2023	24,9	58,5	83,4
Mei – juni 2023	17,8	89,6	107,4
Juli – augustus 2023	9,0	54,7	63,7
September – oktober 2023	5,0	19,3	24,3
November – december 2023	3,2	10,1	13,4
Gemiddelde 2023	11,5	41,3	52,8

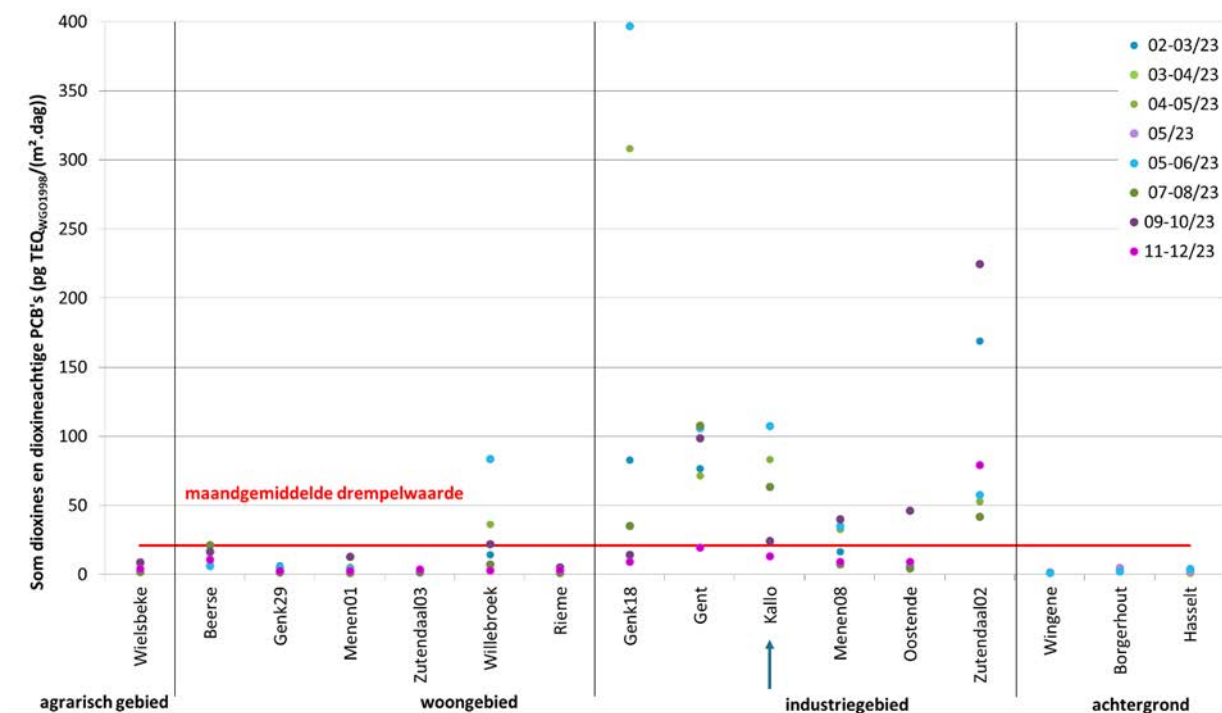
*: meetplaats in industriegebied: indicatieve toetsing aan drempelwaarden

7.2 Vergelijking met andere meetlocaties

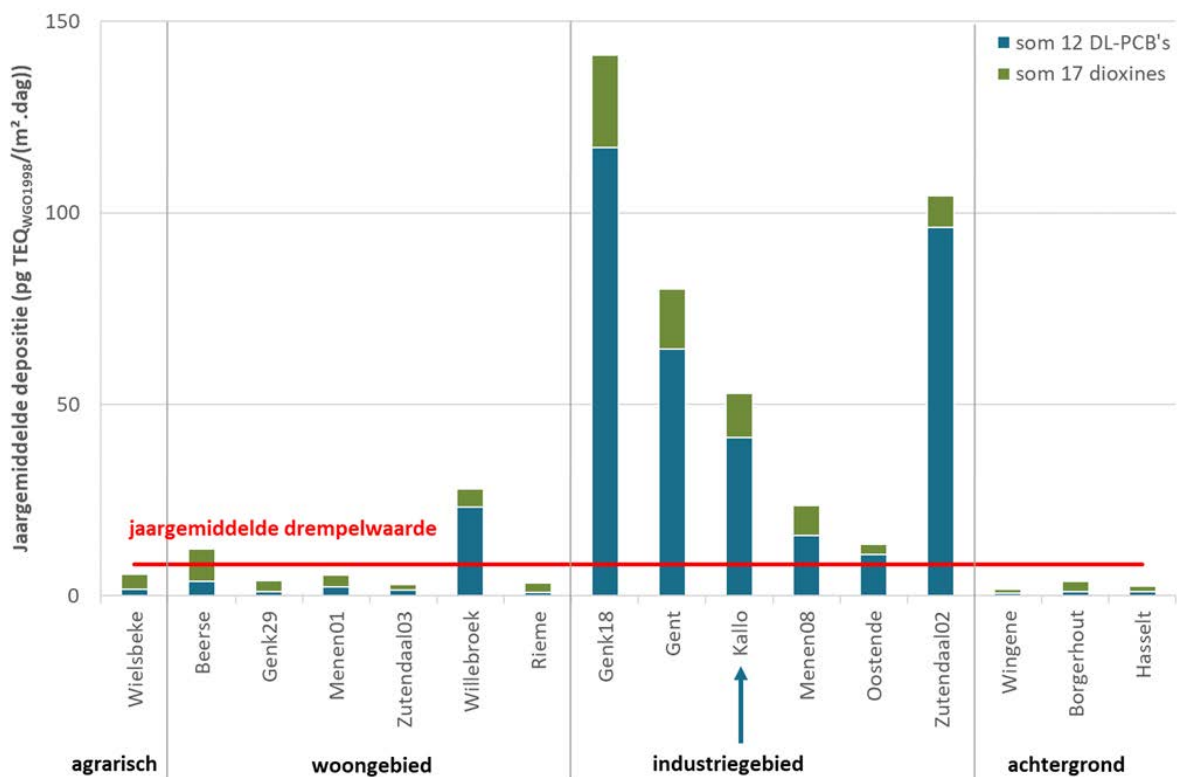
In 2023 maten we dioxines en dioxineachtige PCB's op 13 locaties, meestal in de buurt van een schrootbedrijf met shredderinstallatie. Van de meetlocaties lag er 1 locatie in agrarisch gebied, 6 locaties in woonzone en 6 locaties in industriegebied. Ook maten we op 3 achtergrondlocaties (landelijk/natuur, stedelijk en verkeersgerelateerd). 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 (alle locaties behalve Wielsbeke, Beerse, Rieme en achtergrondlocaties), dan zien we hetzelfde stramien: hoge depositiewaarden worden afgewisseld met lagere waarden. Enkel in Menen zit er minder variatie op de meetwaarden, zie Figuur 94. Figuur 95 vergelijkt het aandeel dioxines en PCB's. Hieruit volgt dat het PCB-aandeel veel hoger is op meetplaatsen nabij shredderbedrijven.

Figuur 94: Overzicht depositiestalen dioxines en dioxineachtige PCB's in 2023 in Vlaanderen



Figuur 95: Jaargemiddelde depositie van dioxines en dioxineachtige PCB's in 2023 in Vlaanderen

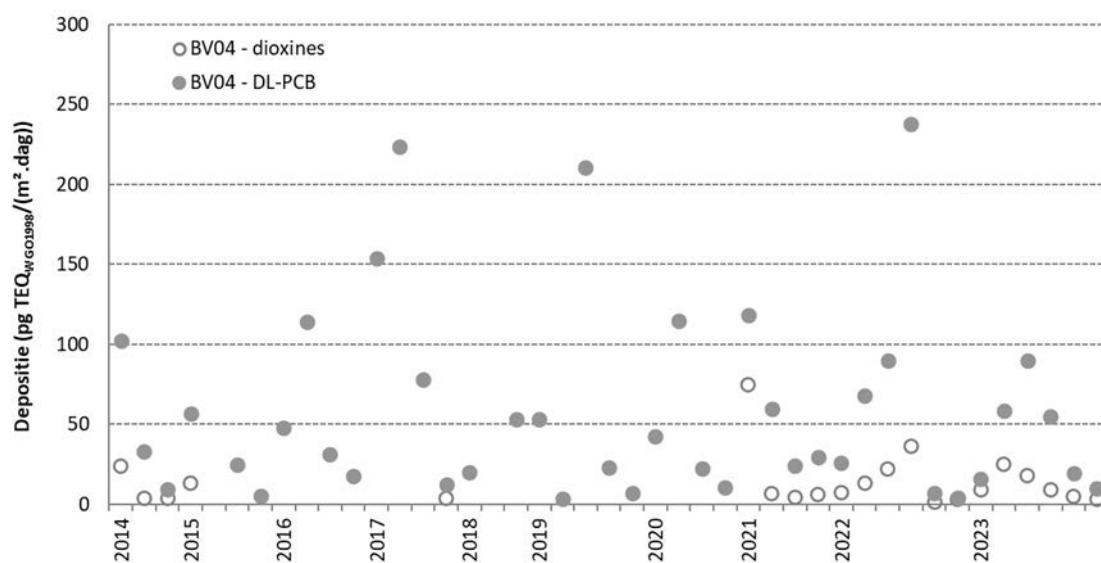


7.3 Trend van dioxine- en PCB-depositie

In Figuur 96 tonen we de evolutie van de somdepositie van 17 dioxines en 12 dioxineachtige PCB's (DL-PCB) sinds mei 2014 omdat sinds dan de volledige set van 12 DL-PCB geanalyseerd werd. De analyse van de dioxines op BV04 werd stopgezet in april 2015 en pas in 2021 weer opgestart. De analyse in de periode november – december 2017 was eenmalig.

Uit de figuur blijkt dat de PCB-depositie een globaal dalend verloop vertoont. De meetwaarden fluctueren sterk, ook in 2023. De dioxinedepositie is veel lager dan de PCB-depositie. Toch is ze hoger dan in een achtergrondgebied (Figuur 95). Eerder onderzoek toonde aan dat de verontreiniging meestal beperkt blijft tot enkele honderden meters rond een shredderbedrijf.

Figuur 96: Trend depositie dioxines en DL-PCB op meetplaats BV04 in Kallo



8 PFAS

Poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) is een verzamelnaam voor meer dan 6000 stoffen die vooral bestaan uit een koolstofketen en fluorverbindingen. Een aantal PFAS zijn persistent, bioaccumulerend, toxisch en mobiel (bijvoorbeeld PFOS of perfluorooctaansulfonzuur). Aangezien de impact op de gezondheid van chronische aard is, beoordelen we de luchtverontreiniging op basis van jaargemiddelden.

In deze paragraaf bespreken we volgende componenten:

- EFSA4, de som van PFOS, PFOA, PFHxS en PFNA. Deze zijn kwantitatief meetbaar.
- PFAS (qn), de som van de kwantitatief meetbare PFAS exclusief de EFSA4 (lees: [WAC/IV/A/025](#)).
- PFAS (ind), de som van de indicatief meetbare PFAS. Dit houdt in dat de gemeten concentraties minder betrouwbaar zijn door ze onvoldoende terug te vinden, verlies door adsorptie of mogelijke interferentie.

We bespreken:

- **de inhaleerbare fractie** – dit is de concentratie in **zwevend stof en/of gasfase** en wordt typisch gemeten in periodes van twee weken.
- **de neerslaande fractie** – dit is de aanvoer van droge en natte **depositie** in de omgeving en wordt typisch gemeten in periodes van vier weken.

Meer informatie over PFAS vind je in bijlage 4 en bijlage 5 en op <https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling>.

8.1 PFAS in omgeving 3M en Oosterweelwerken

8.1.1 Meetnet

In 2023 werd op 7 locaties PFAS in zwevend stof gemeten – op 5 van deze locaties werd ook PFAS in gasfase gemeten – en op 8 locaties PFAS in depositie. PFAS in zwevend stof werd ook gemeten op R818, maar alleen bij fijnstofmetingen boven een bepaalde drempelwaarde, en op 4 locaties op het 3M-terrein zelf. PFAS wordt ook gemeten op een achtergrondmeetplaats in Dessel (N016).

Meer info staat op <https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling/pfas-aanpak-regio-zwijndrecht/pfas-luchtmetingen-in-zwijndrecht-en-omgeving>.

Meetplaatsen lucht in de buurt van 3M, Zwijndrecht

0 1000 2000 m

3M-terrein
 Oosterweelwerf
 zone 3 km

○ PFAS in zwevend stof
 + PFAS in gasfase
 X PFAS in depositie

● fijn stof (monitor)

AL09
 AL10
 N016
 R818
 R897
 ZD01
 ZD07
 ZD11
 ZD12
 ZD08
 AL09
 AL10
 R818



8.1.2 Resultaten

8.1.2.1 PFAS in zwevend stof en gasfase

Jaargemiddelden

Het tijdelijk toetsingskader van 0,4 ng EFSA-PFAS/m³ geldt alleen voor jaargemiddelden gemeten nabij bewoning. Toch worden ook andere locatietypes besproken.

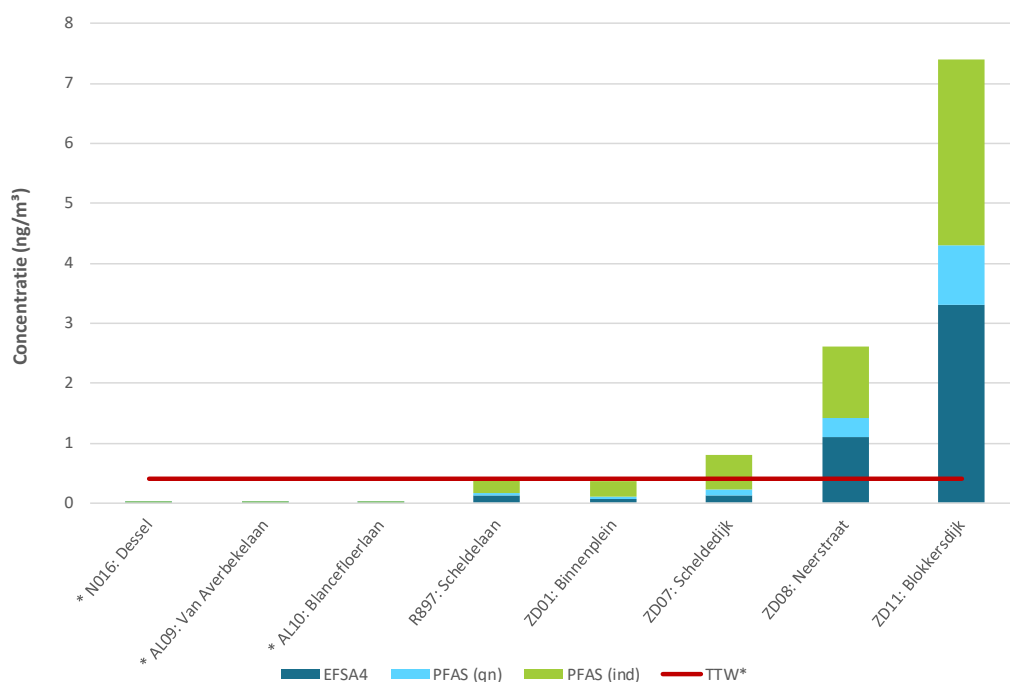
In 2023 werd het tijdelijk toetsingskader overschreden op 1 locatie nabij bewoning: ZD08 (Neerstraat). Een droge periode met stevige noordoostenwind zorgde daar voor PFAS-verspreiding vanaf de site van 3M (bodemstof en aerosolen). Hierop werden extra maatregelen genomen die resulteerden in een duidelijke afname van de vervuiling. In 2023 zijn we ook beginnen meten in het natuurgebied Bloktersdijk (ZD11) en op het bedrijfsterrein van 3M (ZD13 – ZD16). Ook daar werd het tijdelijk toetsingskader (dat alleen geldt voor woonzones) overschreden. De redenen hiervoor zijn vooral de afstand tot en ligging ten opzichte van 3M.

Het tijdelijk toetsingskader werd in de periode 2021 tot 2023 op geen enkele meetlocatie overschreden. Over de meetjaren heen zien we een stijgende trend in EFSA-PFAS concentraties in lucht. Deze verontreiniging blijft vooral van historische aard.

Meer info over de verhoogde meetperiode in 2023: <https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling/pfas-aanpak-regio-zwijndrecht/pfas-luchtmetingen-in-zwijndrecht-en-omgeving>

Meer info over meetjaar 2023: <https://www.vmm.be/lucht/lokaal/zwijndrecht-antwerpen-linkeroever/pfas-in-zwevend-stof>

Figuur 98: PFAS in omgevingslucht (zwevend stof en gasfase) in 2023 buiten het bedrijfsterrein van 3M

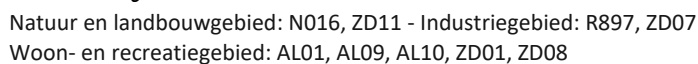


Concentration (ng/m³)

Site	EFS4 (ng/m³)	PFAS (qn) (ng/m³)	PFAS (ind) (ng/m³)	TTW* (ng/m³)
* ZD13: 3M-site ZW	0.2	0.1	0.1	2.2
* ZD14: 3M-site O	18.0	4.8	0.2	2.2
* ZD15: 3M-site Z	2.2	4.5	0.1	2.2
* ZD16: 3M-site WZ	10.0	7.8	0.5	2.2

Legend: EFS4 (dark blue), PFAS (qn) (light blue), PFAS (ind) (green), TTW* (red line)

Figuur 100: Jaargemiddelde EFSA-PFAS in zwevend stof gegroepeerd per locatietype



In 2023 kwamen PFOS, PFOA, enkele geperfluoreerde sulfonamidoacetaten en PFPrA doorgaans het meest voor in zwevend stof. PFPrA was alleen indicatief meetbaar. Ook in gasfase was PFPrA dominant aanwezig, samen met andere kortere geperfluoreerde carbonzuren (bv. PFBA), en geperfluoreerde sulfonamides (bv. MePFBSA).

8.1.2.2 PFAS in depositie

Momenteel wordt een toetsingskader voor PFAS in depositie uitgewerkt.

De aanvoer van PFAS varieert sterk in tijd, ruimte, samenstelling en naargelang de weersomstandigheden (bijvoorbeeld wind en regen). In de buurt van 3M en de Oosterweelwerf is de depositie duidelijk verhoogd. Daarnaast is de aanvoer van PFAS ook hoger op locaties windafwaarts van 3M en de Oosterweelwerf dan op windopwaartse locaties.

Over de meetjaren heen zien we een stijgende trend voor de EFSA-PFAS-depositie en een schommelende trend voor de PFBA-depositie (Figuur 102). In 2023 zijn de EFSA-PFAS deposities het sterkst gestegen. Verschillende factoren hebben hiertoe bijgedragen:

- Meer en intensievere werfactiviteiten ten opzichte van voorgaande jaren
- Verhoogde hoeveelheid neerslag en aantal dagen met neerslag ten opzichte van voorgaande jaren die het PFAS-houdend stof 'uitwast'.
- Meer noordoosten- en zuidwestenwind ten opzichte van voorgaande jaren waardoor het verontreinigd stof vanuit het 3M-terrein meer richting meetposten waait
- Minder windstille dagen ten opzichte van meetjaar 2022

De stijgende trend werd al duidelijk in de tweede helft van 2023. De Vlaamse Overheid heeft dan ook zo snel mogelijk actie ondernomen door de nodige maatregelen op te leggen bij 3M (en voor de Oosterweelwerken). Het positieve effect van deze maatregelen werd eind 2023 duidelijk.

Meer info over de verhoogde meetperiode in 2023: <https://www.vlaanderen.be/pfas-vervuiling/pfas-aanpak-regio-zwijndrecht/pfas-luchtmetingen-in-zwijndrecht-en-omgeving>

Meer info over meetjaar 2023: <https://www.vmm.be/lucht/lokaal/zwijndrecht-antwerpen-linkeroever/pfas-in-neervallend-stof>

Location	EFS4	PFBA	PFAS (qn)	PFAS (ind)	Total
N016: Dessel	10	5	5	0	20
AL09: Van Averbekelaan	10	5	5	20	40
AL10: Blancefloerlaan	10	5	5	10	30
R897: Scheldelaan	50	10	10	60	130
ZD01: Binnenplein	10	10	10	10	40
ZD07: Scheldelijk	60	40	10	140	250
ZD08: Neerstraat	670	10	20	120	820
ZD11: Blokkesdijk	320	40	30	470	860
ZD12: Polderstraat	30	40	10	260	340

PFAS (ind) = som van de indicatief meetbare PFAS (m.a.w. meetonzekerheid > 50 %)

Two bar charts showing flux (ng/m²/d) for various locations in 2021, 2022, and 2023. The left chart shows flux for locations N016, AL01, AL09, AL10, R897, ZD01, ZD07, ZD09, ZD10, ZD12, ZD08, and ZD11. The right chart shows flux for locations N016, AL01, AL09, AL10, R897, ZD01, ZD07, ZD09, ZD10, ZD12, ZD08, and ZD11. The y-axis for the left chart ranges from 0 to 100, and for the right chart from 0 to 700. The x-axis categories are 'achtergrond', 'Oosterweel LO', '3M > 1 km', and '3M < 1 km'.

Location	2021	2022	2023
N016	4,1	1,0	5,6
AL01	88	4,1	6,1
AL09	4,1	1,1	4,4
AL10	1,1	1,1	4,4
R897	6,4	16	9,1
ZD01	42	1,8	8,2
ZD07	45	31	58
ZD09	5,3	5,9	7,2
ZD10	10	7,2	33
ZD12	5,7	33	57
ZD08	88	91	20
ZD11	57	23	37

Woon- en recreatiegebied: AL01, AL09, AL10, ZD01, ZD08, ZD10

Net als voorgaande jaren kwamen PFOS, PFPrA (indicatief), PFBA en in mindere mate PFOA het meest voor in depositie. Over het algemeen zat er weinig verschil in het gemiddelde PFAS-profiel tussen de meetlocaties.

8.2 PFAS in andere delen van de haven van Antwerpen

In 2023 werd op 4 locaties in/rond de Haven van Antwerpen PFAS in omgevingslucht (zwevend stof en gasfase) en depositie gemeten (zie Figuur 1). Tijdens deze havencampagne werd er ook PFAS gemeten op één landelijke achtergrondlocatie in Dessel (N016).

matrix	depositie			omgevingslucht		
locatie	startdatum	stopdatum	# metingen	Startdatum	stopdatum	# metingen
N016	4/05/2023	24/08/2023	4	4/05/2023	24/08/2023	8
R822	1/06/2023	24/08/2023	3	16/05/2023	24/08/2023	7
R830	1/06/2023	24/08/2023	3	12/05/2023	24/08/2023	8
R831	1/06/2023	24/08/2023	3	12/05/2023	24/08/2023	8
R891	1/06/2023	24/08/2023	3	16/05/2023	24/08/2023	7

8.2.2.1 PFAS in zwevend stof en gasfase

Het tijdelijk toetsingskader van 0,4 ng EFSA-PFAS / m³ geldt alleen voor jaargemiddelde concentraties gemeten nabij bewoning. De havenlocaties, op R831 na (woongebied), liggen in industriegebied. Hoewel de concentraties in de omgevingslucht duidelijk verhoogd zijn in/rond de haven van Antwerpen ten opzichte van de landelijke achtergrond (N016), blijven ze ver onder het tijdelijk toetsingskader. Daarnaast zijn de concentraties van PFAS in lucht doorgaans veel lager in/rond de haven van Antwerpen dan in Zwijndrecht en – op R891 na – van dezelfde grootteorde als in Linkeroever.

The chart displays the concentration of PFAS in ng/m³ at five different locations. The y-axis represents the concentration, ranging from 0.00 to 0.45 ng/m³. The x-axis lists the locations: * N016: Dessel, R822: Polderdijkweg, R830: Doel, R831: Hoefbladstraat, and R891: Scheurweg. The legend indicates four data series: EFSA4 (dark blue), PFAS (qn) (light blue), PFAS (ind) (green), and TTV (red line). The TTV limit is set at 0.40 ng/m³. The measured concentrations are as follows:

Location	EFSA4 (ng/m³)	PFAS (qn) (ng/m³)	PFAS (ind) (ng/m³)	TTV (ng/m³)
* N016: Dessel	0.00	0.00	0.01	0.40
R822: Polderdijkweg	0.02	0.03	0.04	0.40
R830: Doel	0.02	0.03	0.01	0.40
R831: Hoefbladstraat	0.01	0.03	0.01	0.40
R891: Scheurweg	0.07	0.06	0.02	0.40

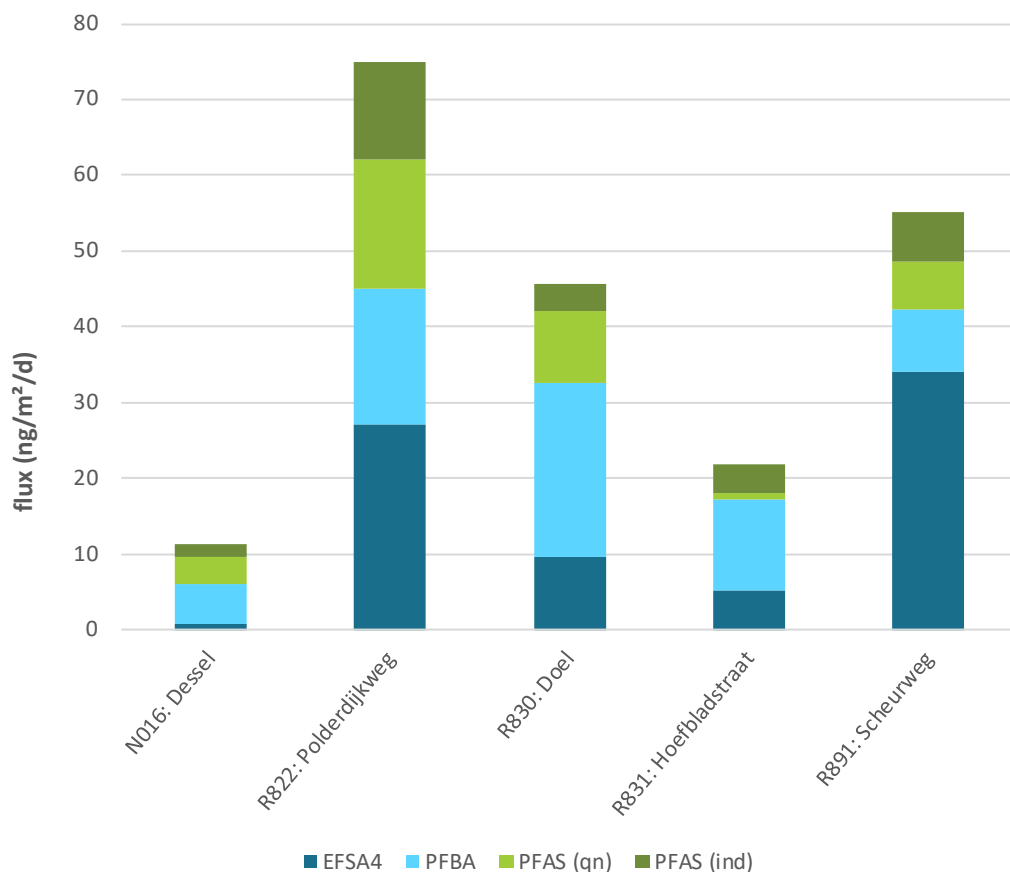
* = enkel zwevend stof werd bemonsterd

Hoewel er een verschil is in PFAS-profielen tussen regio's (bv. haven van Antwerpen en Zwiĳndrecht), en ook tussen meetlocaties, zien we dat PFBA, PFOS, PFPrA (indicatief) en PFOA doorgaans het meest dominant aanwezig zijn in de omgevingslucht. In de haven van Antwerpen waren ook PFHxA en andere geperfluoreerde carbonzuren relatief dominant aanwezig. Het overgrote deel van PFOS werd teruggevonden in zwevend stof, terwijl de andere verbindingen vooral hogere concentraties hadden in gasfase.

De jaargemiddelde depositiefluxen zijn duidelijk hoger in de Haven van Antwerpen ten opzichte van de landelijke achtergrond in Dessel (N016). Alleen de aanvoer op R831, dat niet in industriegebied ligt maar in woonzone, benadert de achtergronddepositie. Op deze locatie werd een PFBA-piek gemeten in juli. Daardoor werd deze locatie verder bemonsterd en kon er worden vastgesteld dat het over een anomalie ging met onbekende bron. Wordt deze PFBA-piek toch in rekening wordt gebracht, dan bedraagt het jaargemiddelde 627 ng/m²/d in plaats van 8 ng/m²/d.

Verder liggen de depositiefluxen in de haven van Antwerpen lager dan in Zwijndrecht en hoger dan op Linkeroever. De jaargemiddelde deposities op R831 zijn van dezelfde grootteorde als deze op Linkeroever (AL09 en AL10). De jaargemiddelde deposities voor de havenlocaties in industriegebied hebben dezelfde grootteorde als deze aan het Binnenplein van Zwijndrecht (ZD01).

Figuur 104: 2023 jaargemiddelde PFAS concentraties in depositie



PFAS (qn) = som van de kwantitatief meetbare PFAS (exclusief de EFSA4)

PFAS (ind) = som van de indicatief meetbare PFAS (m.a.w. meetonzekerheid > 50 %)

Profiel

Hoewel er een verschil is in PFAS-profielen tussen regio's (bv. Haven van Antwerpen en Zwijndrecht), en ook tussen meetlocaties, zien we dat PFBA, PFOS, PFPrA (indicatief) en, in mindere mate, PFOA doorgaans het meest dominant aanwezig zijn in depositie. In de haven van Antwerpen waren ook andere geperfluoreerde carbonzuren (bv. PFPeA), PFPrS (indicatief) en PFHxS relatief dominant aanwezig.

Meer info:

[PFAS in zwevend stof — Vlaamse Milieumaatschappij \(vmm.be\)](https://vmm.be/nl/onderzoek-en-monitoring/monitoring-van-de-lucht/monitoring-van-pfas-in-zwevend-stof)

[PFAS in neervallend stof — Vlaamse Milieumaatschappij \(vmm.be\)](https://vmm.be/nl/onderzoek-en-monitoring/monitoring-van-de-lucht/monitoring-van-pfas-in-neervallend-stof)

9 KWIK

Kwik is een zwaar metaal dat schadelijk is voor de gezondheid.

De VMM plaatste op 1 februari 2023 een automatische monitor om gasvormig kwik in de omgevingslucht te meten. Dit toestel bevindt zich op meetplaats AT44 aan de Ordamstraat.

9.1 Kwik in 2023

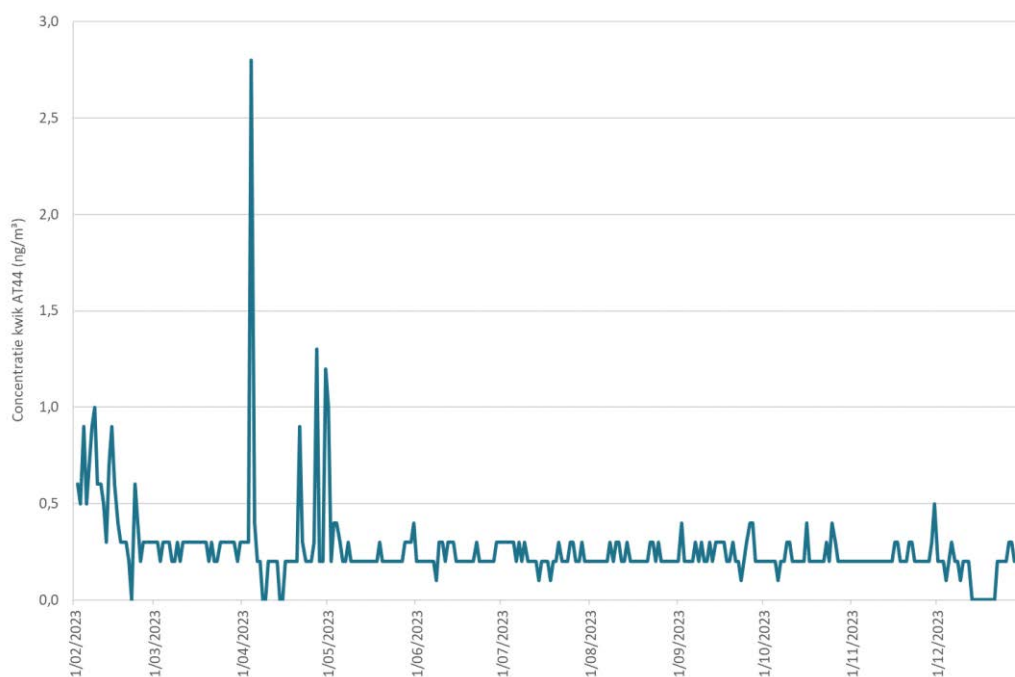
Toetsing aan regelgeving

De WGO definieerde een advieswaarde van 1.000 ng/m³ als jaargemiddelde. Het gemiddelde bedroeg 0,3 ng/m³, wat veel lager is dan deze advieswaarde. Tabel 15 somt de belangrijkste statistische parameters op. Hieruit volgt dat de maximale uurwaarde veel hoger is dan de P98-waarde. Dit wijst op het voorkomen van korte hogere uurgemiddelden. Dit zien we ook in de grafiek met de dagwaarden voor 2023. De daggemiddelden variëren weinig met uitzondering van een hoger daggemiddelde dat begin april gemeten werd.

Tabel 15: Belangrijkste statistische parameters van kwik in 2023

ng/m ³ (uurwaarden)	Jaargemiddelde	P50	P90	P98	Max. uurwaarde
AT44	0,3	0,2	0,4	0,8	36
WGO-advieswaarde	1.000				

Figuur 105: Verloop van de dagwaarden van kwik op AT44 in 2023



9.2 Pollutieroos kwik

Figuur 106 toont de pollutieroos van kwik. Deze wijst naar het oosten. Er is geen bedrijf in die sector die in haar IMJV van 2022 de uitstoot van kwik rapporteert.

Figuur 106: Pollutieroos kwik in de Antwerpse haven in 2023



BIJLAGEN

[illegible]

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	-	13 % 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 jaargemiddelde van 40 µg/m ³	volgens EN14211	ja ¹	nee	ja

¹ : BELAC 456-TEST - VMM Dienst Lucht.

[illegible]

bijlage 2 Afbakening Antwerpse haven

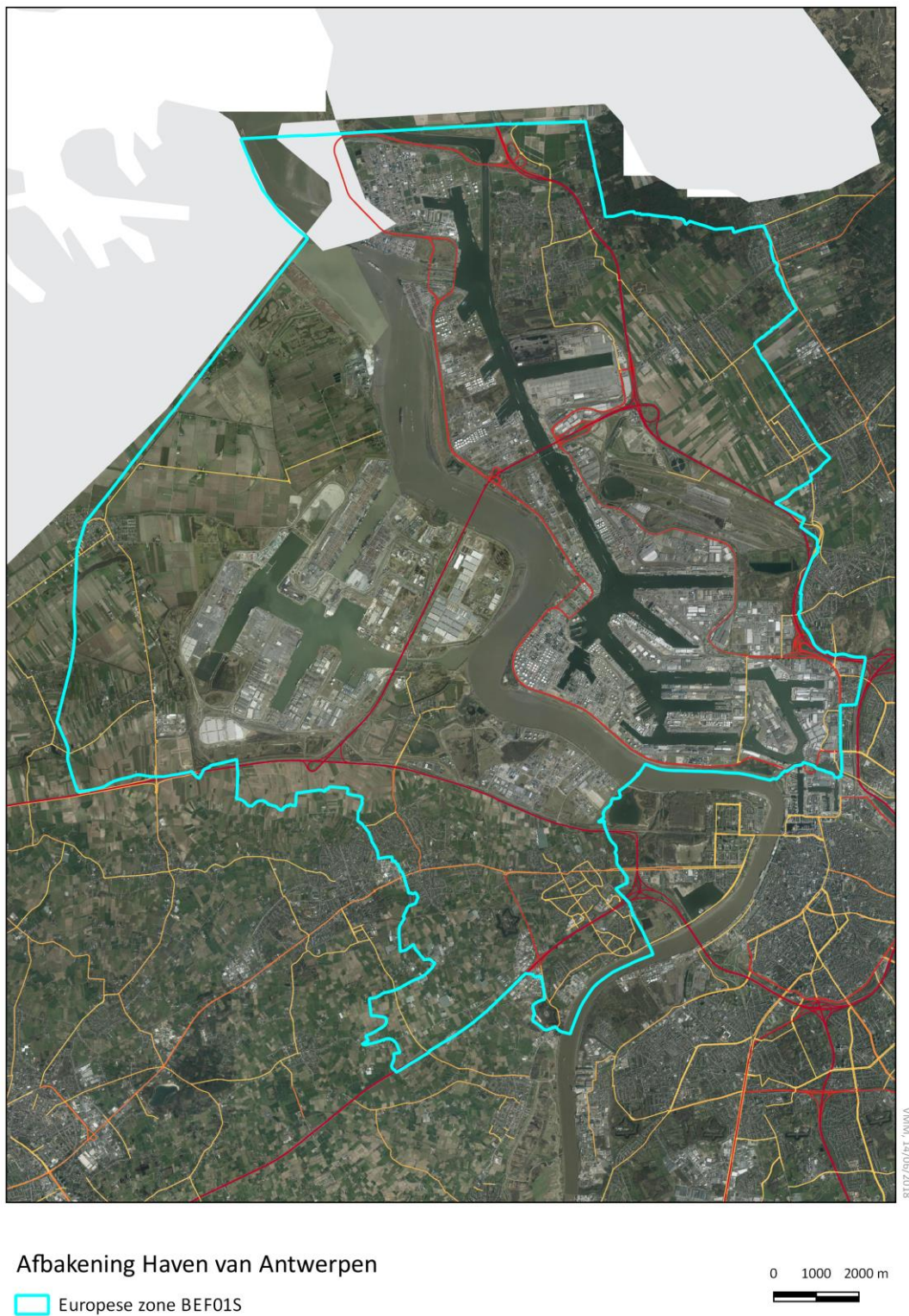
Met de Antwerpse haven wordt in dit rapport het gebied bedoeld met industriële havenactiviteiten dat zich uitstrekt ten westen, noordwesten en noorden van de Antwerpse agglomeratie. Contractueel is vastgelegd om alle relevante metingen in het havengebied te rapporteren en te vergelijken met meetwaarden 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, met 67.000 inwoners. In zone BEF01S zijn er een aantal meetplaatsen die 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 107 toont de Antwerpse haven met daarbinnen aangeduid de afbakening van de luchtkwaliteitszone BEF01S.

Figuur 107: Kaart afbakening Antwerpse haven



bijlage 3 Emissies van bedrijven

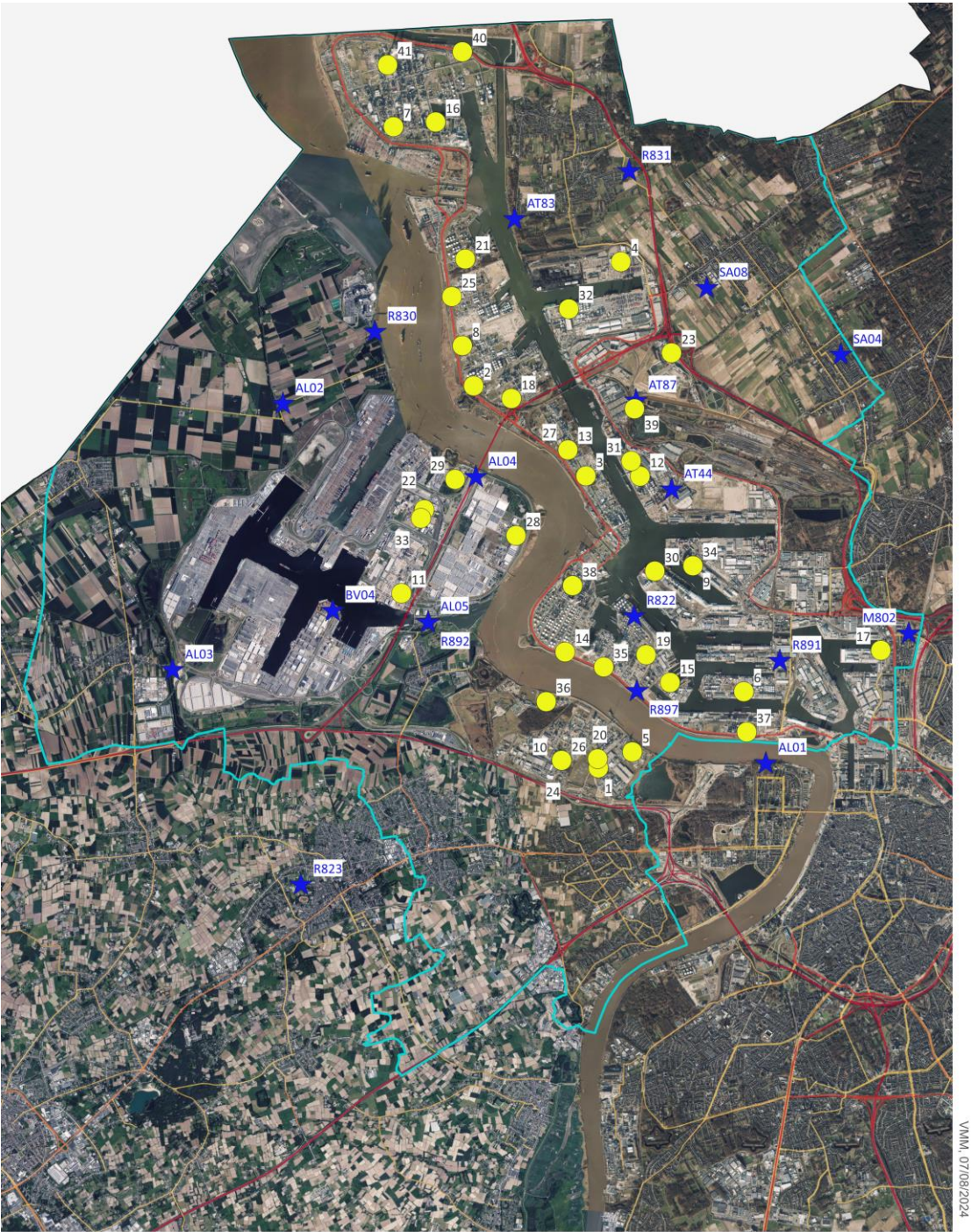
Vlaamse bedrijven die conform VLAREM vergunningsplichtig zijn als klasse 1 of 2 én boven de drempelwaarde emitteren, zijn verplicht bepaalde milieurelevante informatie kenbaar te maken aan de Vlaamse overheid via het Integraal Milieujaarsverslag. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de belangrijkste emittoren in 2022. We tonen enkel de bedrijven die boven een bepaalde tonnage rapporteerden in het IMJV. De figuur toont de locatie van de bedrijven en de meetplaatsen.

Deze kaart toont de locatie van de administratieve zetels van de bedrijven. Om de richting van de pollutierozen te interpreteren werden de locaties van de individuele emissiepunten van de verschillende parameters in rekening genomen.

Tabel 16: Emissies van 2022 die bedrijven rapporteerden in het IMJV

2022 - emissies gereporteerd aan IMJV (ton/jaar)		SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	benzeen	tolueen	xylenen	NMVOS
Bedrijf		> 100 ton	> 100 ton	> 20 ton	> 20 ton	> 1 ton	> 1 ton	> 1 ton	> 20 ton
1 3M							9,1		60
2 Advanio Stolkhaven Antwerp									32
3 Air Liquide Large industries			170						
4 Antwerp Bulk Terminal				39					
5 Arlanxco Belgium									326
6 ATPC refinery						1,1			87
7 BASF Antwerpen		227	1237						135
8 Bayer Agriculture									101
9 Boortmalt				23					
10 Borealis Antwerpen									121
11 Borealis Kallo			398						120
12 Cargill									226
13 Coverstro									33
14 Depot KVC (Total Belgium)									25
15 Engine Deck Repair									94
16 Eurochem				153	59				
17 Euroports Terminal Antwerp				256	51				
18 Evonik Antwerpen			406						24
19 Exxonmobil Petroleum & Chemical - Esso Raffinaderij		1946	1205	25	22	6,2	3,7	3,3	721
20 Exxonmobil Petroleum & Chemical - Antwerp Polymers Plant									460
21 Gunvor Petroleum Antwerpen									77
22 Indaver Site Doel			454						
23 Indaver			154						
24 Ineos									58
25 Ineos Manufacturing Belgium									31
26 Ineos Oxide Utilities			260						
27 Lanxess (Envalor) - Antwerpen		266	326						31
28 Lanxess (Envalor) - Beveren			100						88
29 Monument Chemical									28
30 Sea-tank 300									26
31 Sea-tank 510									35
32 Sea-tank 700B									28
33 Slib en co-verwerkings centrale			324						
34 Tecoma									27
36 TotalEnergies Olefins Antwerp			533			1,5	3,8		193
35 TotalEnergies Olefins Zwijndrecht									22
37 TotalEnergies Polymers Antwerp									216
38 TotalEnergies Refinery Antwerp		3689	3297	59	51	4,9	9,8	8,7	850
39 Veolia ES MRC									30
40 Vesta Terminal Antwerp						4,6	20,1	12,6	500
41 Zandvliet Power - terrein BASF			363						

Figuur 108: Locatie van bedrijven en meetplaatsen



Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2023

- bedrijven
- ★ Meetplaats

□ Europese zone BEF01S



bijlage 4 Beschrijving van de polluenten

1. Zwaveldioxide – SO_2

Zwavel dioxide (SO_2) is zeer wateroplosbaar en heeft een zuur karakter. Bij inademing is SO_2 irriterend en bij hoge concentraties kan het ademhalingsproblemen veroorzaken, vooral bij personen die lijden aan astma of chronische longziekten. SO_2 heeft nadelige effecten op de vegetatie door de rechtstreekse opname van SO_2 door de planten. Verder is SO_2 in belangrijke mate medeverantwoordelijk voor de verzuring van het milieu. Ook zorgt deze stof voor een versnelde verwerking van historische gebouwen of steen in het algemeen en voor metaalcorrosie. Bovendien kunnen chemische processen in de atmosfeer SO_2 omzetten tot deeltjes. SO_2 draagt dus ook bij aan de vorming van secundair fijn stof.

2. Stikstofoxides – NO/NO₂

Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO_2) 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 NO_2 . NO_2 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. 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.

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.

Geen veilige drempelwaarde

Zelfs al voor de geboorte veroorzaakt fijn stof negatieve effecten. Onderzoek⁶ 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.

Eind 2013 classificeerde het *International Agency for Research on Cancer* (IARC), het gespecialiseerde kankeragentschap van de WGO, fijn stof als kankerverwekkend voor de mens⁷. Belangrijk is dat fijn stof niet enkel kan leiden tot longkanker; een langdurige blootstelling kan ook borstkanker en kankers van het spijsverteringsstelsel veroorzaken⁸. Midden 2012 classificeerde het IARC ook al dieseluitlaatgassen als kankerverwekkend voor de mens. Dieselwagens stoten – ten opzichte van benzinewagens – veel meer stikstofoxiden en roetdeeltjes uit.

⁷ WHO, Kurt Straif, Aaron Cohen, Jonathan Samet. *Air pollution and cancer*.

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

⁸ 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 werden⁹. 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 (COPD¹⁰) 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.

4. Dioxines en PCB's

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 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

⁹ 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>

¹⁰ Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Vooral schrootbedrijven 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 lichaamsvetten 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 Vlaamse Regering keurde het 'Actieplan Dioxines/PCB's' goed. Dit omvat onder meer het afleiden van een hanteerbare en geactualiseerde toetsingswaarde voor PCB's & dioxines in depositie en uitbreiding van de monitoring van de depositie van dioxines & PCB's in samenwerking met de bedrijven en de sectorfederatie DENUO¹¹.

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.

6. PFAS

¹¹ Actieplan Dioxines/ PCB's 2023 (vmm.be)

[illegible]

bijlage 5 Overzicht luchtkwaliteitsnormen

De Europese Commissie definieerde streef- en grenswaarden en alarmdrempels voor diverse polluenten. Deze Europese normen zijn opgenomen in de Vlaamse wetgeving. De Europese regelgeving is vaak gebaseerd op de richtlijnen opgesteld door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). De WGO definieert advieswaarden voor verschillende polluenten. Die advieswaarden hebben als doel de risico's van gezondheidsschade door luchtverontreiniging te beperken en zijn meestal strenger dan de Europese grens- of streefwaarden. De WGO stelde op 22 september 2021 haar advieswaarden bij. 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.

Nieuwe Europese luchtkwaliteitsrichtlijn goedgekeurd

De Europese Commissie heeft in oktober 2022 een voorstel voor herziening van de richtlijnen Luchtkwaliteit gelanceerd. De Raad van de Europese Unie keurde de nieuwe luchtkwaliteitsrichtlijn op 14 oktober 2024 definitief goed. De meeste grenswaarden verstrengen vanaf 2030 en de meeste streefwaarden (behalve voor ozon) worden grenswaarden. De VMM toetst de data van 2023 nog niet aan deze nieuwe regelgeving, maar enkel aan de huidige EU-regelgeving en de huidige WGO-advieswaarden.

1. Zwaveldioxide – SO₂

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

Tabel 17: 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.

2. Stikstofoxides – NO/NO₂

De Europese richtlijn 2008/50/EG legt grenswaarden en een alarmdrempel 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 18: Grenswaarden en alarmdrempel 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
	Alarmdrempel	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 alarmdrempel 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 19: Advieswaarden voor NO₂ en kritiek niveau voor NO_x (WGO 2000 en 2021)

Polluent	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
NO ₂	Advieswaarde bescherming 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

3. Fijn stof – PM₁₀ en PM_{2.5}

3.1. Regelgeving PM₁₀

De Europese richtlijn 2008/50/EG definieert grenswaarden voor PM₁₀ op basis van gezondheidsstudies, economische gevolgen en de technische haalbaarheid. De WGO-advieswaarden voor PM₁₀ werden verstrengd in 2021 en zijn veel lager dan de Europese grenswaarden. De WGO baseert zich enkel op gezondheidsstudies.

Tabel 20: 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.

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 21: Europese regelgeving voor PM_{2.5} (2008/50/EG)

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

De WGO nam in haar *Air quality guidelines* van 2021 nieuwe, strengere advieswaarden voor PM_{2.5} op.

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

WGO-advieswaarden (WGO 2021)	Middelingstijd	Doelstelling
Advieswaarde	Jaar	5 µg/m³
	Dag	15 µg/m³ - max. 3 overschrijdingen per jaar

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

Er zijn geen Europese of internationale normen voor dioxine- en PCB-depositie. Het Europees Wetenschappelijk Comité voor menselijke voeding heeft in 2001 een wetenschappelijk advies uitgebracht over de hoeveelheid dioxines en dioxineachtige PCB's die wekelijks maximaal mogen worden ingenomen. Deze bedraagt 14 pg TEQ_{WGO1998} per kg lichaamsgewicht per week¹².

Tabel 23: Drempelwaarden voor de deposities van dioxines en dioxineachtige PCB's

Opname (EU)	Luchtkwaliteit (VMM)		
Toelaatbare dosis gedefinieerd door EU	Drempelwaarden jaargemiddelde depositie	Drempelwaarden maandgemiddelde depositie	Waar
14 pg TEQ _{WGO1998} /(kg lg.week)	8,2 pg TEQ _{WGO1998} /(m ² .dag)	21 pg TEQ _{WGO1998} /(m ² .dag)	agrarische gebieden woonzones

De meetplaats BV04 ligt in industriegebied. De resultaten worden hier dus enkel indicatief getoetst aan deze drempelwaarden.

¹² In 2018 verlaagde het Europese Voedselagentschap de maximale wekelijkse inname naar 2 pg TEQ_{WGO2005} / (kg lichaamsgewicht. week). De VMM-drempelwaarden houden hier nog geen rekening mee, maar worden momenteel herzien in kader van het nieuwe [actieplan Dioxines/PCB's](#), meegedeeld aan de Vlaamse Regering op 17/11/2023.

bijlage 6 Methodiek

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

1. Pollutierozen en zeropollutierozen

Pollutierozen tonen per windrichting het gemiddelde van de gemeten concentraties volgens de op dat moment heersende windrichting. Potentiële vervuilende bronnen kunnen op die manier geïdentificeerd worden. Wanneer bijvoorbeeld uit een bepaalde windrichting steeds lucht met hogere concentraties wordt aangevoerd omdat daar een bron aanwezig is, zal de gemiddelde waarde hoger zijn in dit segment van de pollutieroos en 'wijst' de pollutieroos als het ware de richting van de bron aan door de langere balk. Bij aanvoer van lucht met lage concentraties zal de balk van de pollutieroos korter zijn. Hoe de pollutieroos er uiteindelijk uit ziet, hangt niet alleen af van de concentraties maar ook van de windrichting. Als in de beschouwde periode weinig tot geen wind was uit een bepaalde richting, kan dit een bron maskeren.

Wanneer de pollutierozen vrij rond zijn van vorm, wijst dit op een dominante invloed van de achtergrondconcentraties. Uit dergelijke pollutierozen zijn moeilijk de lokale invloeden af te leiden. Daarom kunnen er zero-pollutierozen gemaakt, waarbij steeds de laagste meting, de achtergrond, werd afgetrokken. Per windsector – elke 10° – worden de metingen van de pollutierozen van een set meetplaatsen naast elkaar gelegd en de laagste concentratie wordt telkens afgetrokken van alle andere concentraties uit die sector. Op deze manier wordt de aanvoer van de achtergrondpollutie eruit gefilterd en komen de lokale bronnen beter naar voren.

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

2. VLOPS-model

Het VLOPS-model (Vlaamse Operationeel Prioritaire Stoffen-model)¹³ is een atmosferisch transport- en dispersiemodel dat op basis van emissiegegevens, gegevens over landgebruik en meteogegevens de luchtkwaliteit en deposities berekent. De Vlaamse emissiegegevens zijn afkomstig van de meest recente cijfers van de Emissie-inventaris Lucht van de VMM. De emissiegegevens voor bronnen buiten Vlaanderen zijn afkomstig van de EMEP- (*The European Monitoring and Evaluation Programme*)¹⁴ en E-PRTR- (*The European Pollutant Release and Transfer Register*)¹⁵ emissie-inventarissen. Voor de kaarten in dit rapport gebruikten we de Vlaamse emissiegegevens van 2022, de overige Belgische emissiegegevens van 2021, de Europese emissiegegevens van 2021 en de meteo van 2023. Voor SO₂ werden de parameters hoogte en warmte-inhoud voor scheepvaart in VLOPS gelijk getrokken met diegene die in ATMO-Street gebruikt

¹³ Van Jaarsveld, J.A. et al. (2012). Description of OPS 4.3.15. RIVM: Bilthoven Nederland

¹⁴ EMEP. <https://www.ceip.at/>

¹⁵ E-PRTR. <http://prtr.ec.europa.eu>

worden. De resolutie van de kaarten is 1 x 1 km². Voor de berekeningen in dit rapport gebruikte de VMM de versie VLOPS24.

3. IFDM-model

Voor de tekst in deze bijlage baseerden we ons grotendeels op volgende informatiebronnen:

- https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/IMPACT_Handleiding_v2.1_DEF.pdf ;
- https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/atoms/files/defRLblucht2012_aangepast2021.pdf ;
- <https://www.irceline.be/nl/documentatie/modellen/rio-ifdm> .

Immissie Frequentie Distributie Model

Met IFDM kan je de verspreiding van luchtverontreiniging op korte afstanden van een (agro-)industriële emissiebron berekenen. De emissiebron kan zowel een punt- (bv. een fabrieksschouw) als een lijnbron (bv. uitstoot van het verkeer op een weg of een deel van een weg) zijn. Het rekenhart van IFDM houdt rekening met de meest relevante processen die zich voordoen in de atmosfeer. Na het verlaten van de bron worden de pollutanten verdund in de atmosfeer als gevolg van diffusie en turbulentie. Een deel van de pollutanten zal ook uit de atmosfeer verdwijnen door allerlei processen als bezinking, chemische en fotochemische reacties, uitwassen door neerslag en andere. IFDM-berekeningen gebeuren voor een bepaald aantal punten 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 polluenten 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 en modelmeteo om te zetten naar de Bultynck-Malet stabiliteitsklassen.

Daarnaast zijn emissiegegevens voor de te modelleren bronnen nodig. Hiermee bedoelen we onder meer emissievrachten, schoorsteenkaracteristieken 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 polluenten 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.

Samengevat werden de volgende gegevens gebruikt:

- Wegverkeer: berekend op basis van mobiliteitscijfers 2023 uit het propagatiemodel FLOMOVIA v1.2 in combinatie met gegevens over het wagenpark van 2022 (bv. vlootsamenstelling, verdeling over de EURO-normen, ...)
- Industrie: 2022
- Scheepvaart: zeevaart 2022, binnenvaart 2021
- Meteo: 2023

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) polluenten. IFDM houdt geen rekening met (foto)chemische reacties. Een uitzondering hierop is de chemische reactie tussen NO_2 -, NO - en O_3 -concentraties onder invloed van zonlicht en warmte.

4. 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.

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. $10 \times 10 \text{ m}^2$ 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.

ATMO-Streetkaarten zijn wetenschappelijk het meest onderbouwd en zijn de best beschikbare kaarten om de lokale luchtkwaliteit in te schatten. Controle gebeurde - zoals bij al de modellen - door te vergelijken met echte metingen en toonde aan dat de modelketen beter presteert door toevoeging van het OSPM-model.

- 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).

De aethalometer Magee AE33 meet de absorptie van het licht door zwarte koolstof bij verschillende golflengten, van ultraviolet (UV) tot infrarood (IR). De lichtabsorptie door de deeltjes afkomstig van houtverbranding en afkomstig van de verbranding van fossiele brandstoffen tonen een verschillende afhankelijkheid van de gebruikte golflengte. Deeltjes afkomstig van houtverbranding absorberen relatief

meer in het UV. Historisch gezien wordt zwarte koolstof bij een aethalometer bepaald bij infraroodlicht van 880 nm.

Het toestel bepaalt de bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof (BC) door middel van de aethalometermethode¹⁶. Bij deze methode gaat men ervan uit dat de gemeten absorptie bij elke golflengte de som is van de absorptie door deeltjes afkomstig van houtverbranding¹⁷ en afkomstig van fossiele brandstoffen. Zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen wordt vooral geassocieerd met dieselroet.

$$BC = BC_{wb} + BC_{ff}$$

wb = woodburning = houtverbranding

ff = fossil fuel = fossiele brandstoffen

De VMM¹⁸ bepaalde de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ in een aantal studies aan de hand van de concentratie levoglucosan. Deze organische verbinding is een pyrolyseproduct van cellulose en vormt een goede tracer voor de verbranding van biomassa.

De inschatting van de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ gebeurt op basis van een studie¹⁹ gebaseerd op Vlaamse data, waarin een factor van 22,56 werd voorgesteld. Deze factor rekent ook secundair stof van houtverbranding mee. VITO²⁰ gebruikte deze factor in een studie in Dessel rond de bijdrage van houtverbranding aan luchtverontreiniging door burgers. Vergelijking met andere methoden voor het berekenen van de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ toonde aan dat vermenigvuldiging van de levoglucosanconcentraties met de factor 22,56 behoorde tot de meest waarschijnlijke methoden voor het bepalen van de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀.

De studie van VITO van 2017 vond een goede correlatie tussen de concentratie levoglucosan en de concentratie zwarte koolstof door de verbranding van hout. Ze vonden de volgende relatie:

$$\text{Levoglucosan } (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 0,5 \times BC_{wb} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

Deze relatie werd bevestigd tijdens VMM-meetcampagnes in de winter 2019-2020 en 2020-2021 op respectievelijk 2 en 5 meetplaatsen.

We gebruiken in dit rapport bijgevolg de volgende relatie om de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ in de Antwerpse haven te berekenen:

$$PM_{10_wb} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 22,56 \times 0,5 \times BC_{wb} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

De formule geeft ook aan dat de 'black carbon' van houtverbranding maar ca. 9 % bedraagt van de totale bijdrage van houtverbranding aan fijn stof. Het overgrote deel van de bijdrage bestaat uit bruine koolstof ('brown carbon'²¹) en andere organische deeltjes. Deze verhouding van BC_{wb} vs PM_{10_wb} sluit nauw aan bij de factor gebruikt op de Franse meetnetten²².

¹⁶ J. Sandradewi et al. (2008), Using Aerosol Light Absorption Measurements for the Quantitative Determination of Wood Burning and Traffic Emission Contributions to Particulate Matter, Environmental Science & Technology 42 (9), 3316-3323

¹⁷ Voor de verschillende zwartekoolstof fracties zijn er verschillende naamgevingen in gebruik:

- Zo worden zowel de term houtverbranding als biomassaverbranding gebruikt. Verbranding van biomassa is in een huishoudelijke context vooral houtverbranding (BC_{wb}). In een industriële context zijn er meerdere mogelijkheden zodat men daar ook de meer algemene term biomassaverbranding (BC_{bb} of BB) gebruikt.

- De andere fractie is de zwartekoolstof fractie veroorzaakt door verbranding van fossiele brandstoffen (BC_{ff} of FF)

¹⁸ VMM (2011), Chemkar PM₁₀, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2010

VMM (2013), Chemkar PM₁₀, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2011-2012

¹⁹ W. Maenhout et al. (2016), Sources of the PM10 aerosol in Flanders, Belgium, an re-assessment of the contribution from wood burning, Science of the Total Environment, 562, 550-560

²⁰ M. Van Poppel et al. (2017), Inschatting van de bijdrage van houtverbranding door burgers aan luchtverontreiniging in Vlaanderen

²¹ Brown carbon zijn lichtabsorberende organische deeltjes die niet zwart zijn

²² LCSQA (2020), Guide méthodologique pour la mesure du « Black Carbon » par Aethalomètre multi longueur d'onde AE33 dans l'air ambiant

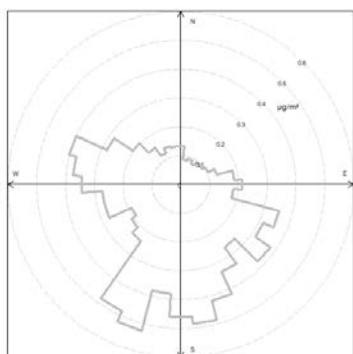
$$PM_{10_ff} (\mu g/m^3) = 2 \times BC_{ff} (\mu g/m^3)$$

$$PM_{10_ff} (\mu g/m^3) = 2 \times BC_{ff} (\mu g/m^3)$$

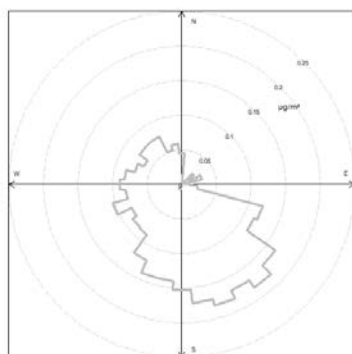
bijlage 7 Pollutierozen VOS-campagne met actieve samplers

AT87 – Rode Weel

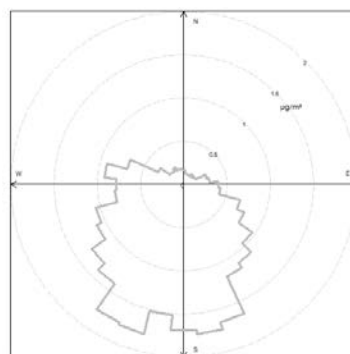
1-hexeen



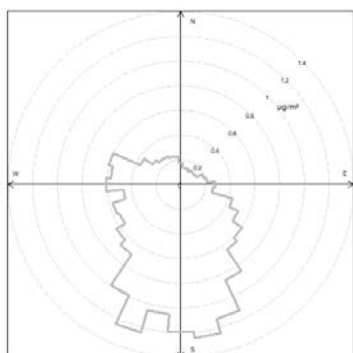
1-penteen



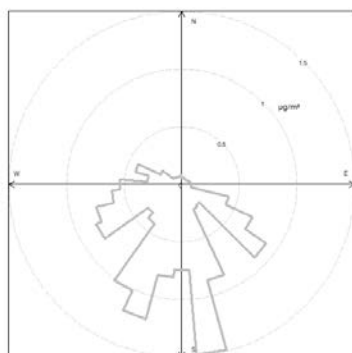
3-methylhexaan



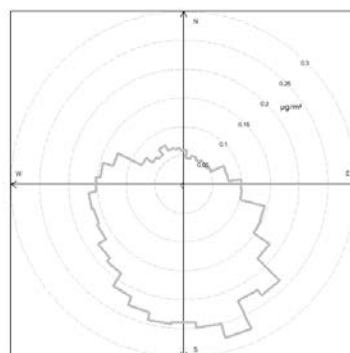
3-methylpentaan



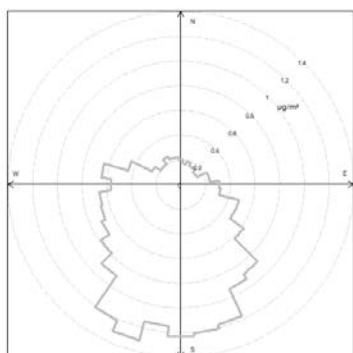
1,2-dichloorethaan



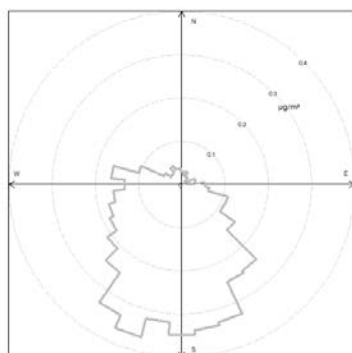
1,2,3-trimethylbenzeen



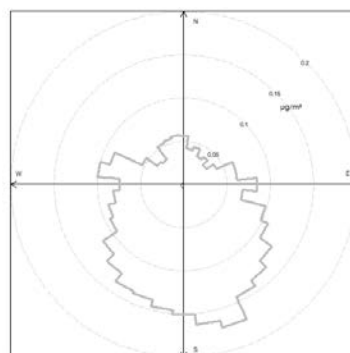
1,2,4-trimethylbenzeen



1,3,5-trimethylbenzeen



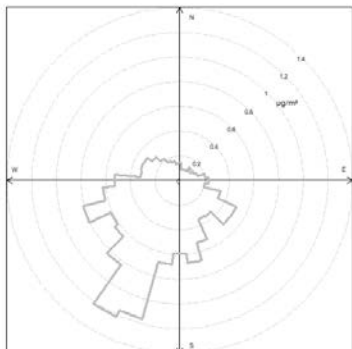
alfa-pineen



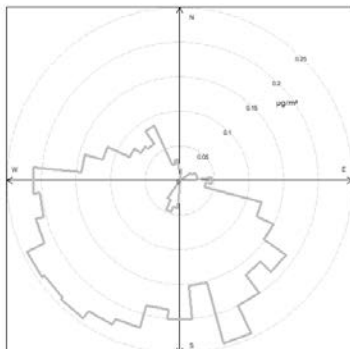
Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven—jaarrapport 2023

R891 - Scheurweg

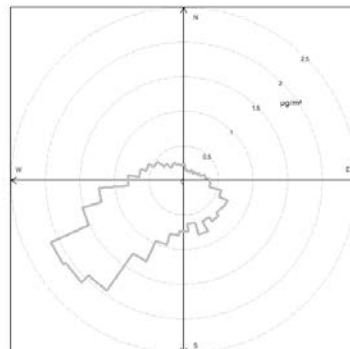
1-hexeen



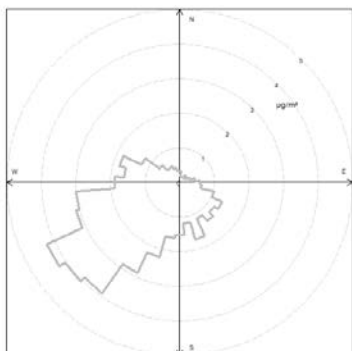
1-penteen



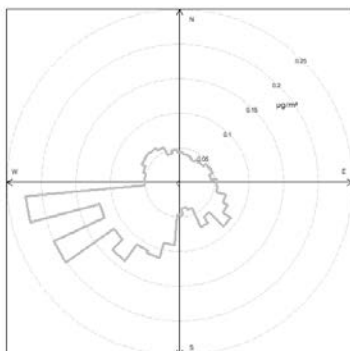
3-methylhexaan



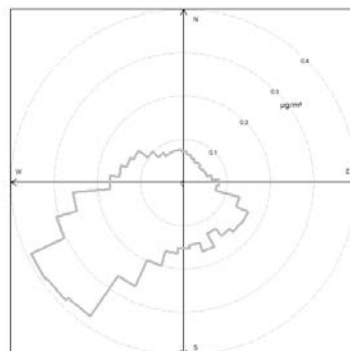
3-methylpentaan



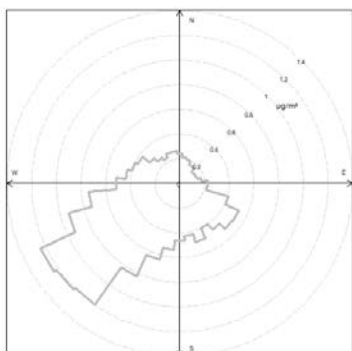
1,2-dichloorethaan



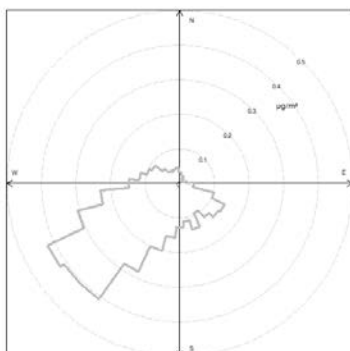
1,2,3-trimethylbenzeen



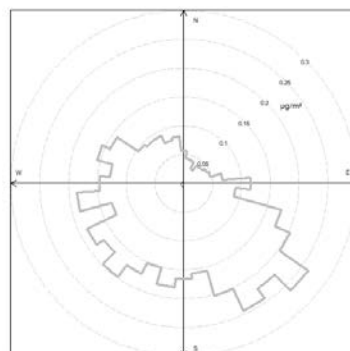
1,2,4-trimethylbenzeen



1,3,5-trimethylbenzeen



alfa-pineen

[illegible]

