

Vlaanderen
is milieu

Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven

jaarrapport 2025

VLAAMSE
MILIEUMAATSCHAPPIJ

vmm.vlaanderen.be

DOCUMENTBESCHRIJVING

Titel
Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven – jaarrapport 2025

Samenstellers
Kern Lucht, VMM

Inhoud
Dit rapport beschrijft de luchtkwaliteit in de Antwerpse haven in 2025. 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 (2026), Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven - jaarrapport 2025

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/2026/6871/018

Luchtkwaliteit Antwerpse haven 2025 – conclusies en aanpak

Wat bespreekt dit rapport?
Dit rapport beschrijft de luchtkwaliteit in de Antwerpse haven op basis van metingen van SO_2, NO_2, fijn stof (PM_{10} en $PM_{2,5}$), zwarte koolstof, VOS/BTEX, PFAS en dioxines/PCB's. Daarnaast worden trends, emissies en mogelijke bronnen van luchtverontreiniging besproken en getoetst aan huidige en toekomstige Europese normen en WGO-advieswaarden. De recentste emissiedata zijn van 2024, de luchtkwaliteitsdata van 2025.

Positieve algemene conclusie
De haven blijft een belangrijk emissiegebied, maar de uitstoot daalt de laatste 10 jaar:

- SO_2 met 67 %
- NOx met 34 %
- NMVOS met 37 %

Deze emissiedaling heeft een positieve impact op de luchtkwaliteit. We zien een langetermijnverbetering voor SO_2, NO_2 en fijn stof. Door een droog voorjaar en meerdere smogepisodes zijn de concentraties iets hoger dan in 2024. De huidige Europese normen worden gehaald. Tegelijkertijd tonen de resultaten dat toekomstige Europese normen en WGO-advieswaarden voor verschillende polluenten nog niet overal gehaald worden.

- Voor **NO_2** worden de toekomstige Europese jaar- en daggrenswaarden (vanaf 2030) vooral in het centrale havengebied overschreden. De WGO-advieswaarden worden overal overschreden.
- Voor f**ijn stof** zijn er twee locaties (M802 Luchtbal en AL05 Sluis Kallo) die de toekomstige PM_{10}-daggrenswaarde overschrijden en op M802 ook de toekomstige jaargrenswaarde. Mogelijke lokale oorzaken zijn de Oosterweelwerken, nabijgelegen werven, overslag van goederen en de renovatie van de Beverentunnel. Ook de toekomstige grenswaarden van $PM_{2,5}$ worden overschreden. De WGO-advieswaarden worden op alle meetplaatsen overschreden.

Worden deze toekomstige grenswaarden overschreden vanaf 2026, dan moeten "routekaarten" opgesteld worden met maatregelen om deze grenswaarden tegen 2030 te bereiken.

PFAS en dioxines/PCB's verhoogd
PFAS blijft verhoogd in de buurt van 3M. De sanering van de waterzuivering zorgt wel voor een daling. Op een locatie midden in het havengebied stelden we hoge PFAS-waarden vast die waarschijnlijk gelinkt zijn aan historische verontreiniging en stofvorming door bouwwerken. De verontreiniging bereikte woon- of landbouwzones niet.
Ook dioxines en PCB's verdienen verdere aandacht. Incidenten en werken bij een schrootbedrijf leidden tot een overschrijding van de drempelwaarde geldig voor industriegebied.

Actie is nodig
De metingen tonen een duidelijke invloed van scheepvaart, industrie, op- en overslag en lokale infrastructuurwerken op de luchtkwaliteit. Verdere emissiereducties blijven noodzakelijk om toekomstige Europese normen en gezondheidsdoelstellingen te halen. Het is in lijn met de Vlaamse visie inzake Zeer Zorgwekkende Stoffen[1] om de blootstelling aan stoffen zoals benzeen, PFAS en dioxines zoveel mogelijk in te perken.

[1] Vlaamse visie Zeer Zorgwekkende Stoffen | Vlaanderen.be

Waarom is dit belangrijk?

Gezondheid

NO_2, fijn stof, zwarte koolstof en bepaalde VOS zoals benzeen hebben belangrijke gezondheidseffecten. Voor verschillende stoffen worden de strengere WGO-advieswaarden nog overschreden. Fijn stof en benzeen zijn ook kankerverwekkende stoffen waarvoor geen veilig blootstellingsniveau bestaat.

Nieuwe Europese regelgeving

De nieuwe Europese luchtkwaliteitsrichtlijn legt vanaf 2030 strengere grenswaarden op. Vanaf 2026 moet al geëvalueerd worden waar overschrijdingen voorkomen en welke maatregelen nodig zijn om deze doelstellingen te halen.

Zeer Zorgwekkende stoffen

PFAS, benzeen en andere zeer zorgwekkende stoffen krijgen steeds meer beleidsmatige aandacht. In lijn met de Vlaamse visie rond zulke stoffen, werkt Vlaanderen een specifiek beleid uit om de blootstelling aan deze stoffen maximaal terug te dringen.

Hoe pakken we dit aan?

1. Emissies verder verminderen aan de bron

Bronaanpak blijft de meest efficiënte maatregel om concentraties in de omgeving te verlagen. Prioriteit ligt bij emissies van industrie, scheepvaart, op- en overslag en ontgassing.

2. Scheepvaartemissies terugdringen

Scheepvaart blijft een belangrijke bron van NO_x, $PM_{2,5}$ en zwarte koolstof. Het verder inzetten op walstroom en emissiearme havenactiviteiten kan de bijdrage van schepen verminderen.

3. VOS en ontgassingen aanpakken

De identificatie van ontgassingen als oorzaak van benzeenpieken toont hoe belangrijk een vergunningskader voor ontgassingsinstallaties, monitoring en snelle opvolging van incidenten zijn.

4. Stofemissies beperken

Bij op- en overslagactiviteiten, bouwprojecten en infrastructuurwerken blijft stofbeheersing een belangrijk aandachtspunt, zeker op locaties waar verhoogde PM_{10}-concentraties werden vastgesteld.

5. Zorgwekkende stoffen systematisch aanpakken

Zorgwekkende stoffen vormen potentieel ernstige risico's voor mens en milieu. Vlaanderen wil deze stoffen weren uit de leefomgeving door emissies te minimaliseren. Doel is om tegen 2050 de verontreiniging terug te brengen tot aanvaardbare niveaus.

Inhoud

1 Inleiding 10
2 Het meetnet 11
3 Zwaveldioxide – SO_2 16
3.1 Emissie van SO_2 16
3.2 SO_2-concentraties in 2025 18
3.3 Geografische spreiding van SO_2-concentraties 19
3.3.1 Gemodelleerde SO_2-concentraties 19
3.3.2 Pollutierozen SO_2 21
3.4 Trend van SO_2-concentraties 22
4 Stikstofoxides – NO/NO_2 23
4.1 Emissie van NO_x (NO_2) 23
4.2 NO_2-concentraties in 2025 24
4.3 NO-concentraties in 2025 29
4.4 Geografische spreiding van NO_2-concentraties 30
4.4.1 Gemodelleerde NO_2-concentratie 30
4.4.2 Pollutierozen NO_2 32
4.5 Trend van NO_x-concentraties 34
5 Fijn stof – PM_{10}, $PM_{2,5}$ en zwarte koolstof 37
5.1 PM_{10} 37
5.1.1 Emissie van PM_{10} 37
5.1.2 PM_{10}-concentraties in 2025 39
5.1.3 Geografische spreiding van PM_{10}-concentraties 42
5.1.4 Trend van PM_{10}-concentraties 46
5.2 $PM_{2,5}$ 48
5.2.1 Emissie van $PM_{2,5}$ 48
5.2.2 $PM_{2,5}$-concentraties in 2025 50
5.2.3 Geografische spreiding van $PM_{2,5}$-concentraties 53
5.2.4 Trend van $PM_{2,5}$-concentraties 55
5.3 Zwarte koolstof 58
5.3.1 Emissie van elementair koolstof 58
5.3.2 Concentratie zwarte koolstof in 2025 59
5.3.3 Geografische spreiding van zwarte koolstof 61
5.3.4 Trend van concentratie zwarte koolstof 63
5.4 Bijdrage verbranding fossiele brandstoffen & hout aan zwarte koolstof en PM_{10} 64
5.4.1 Bijdrage van verbranding fossiele brandstof aan zwarte koolstof 64
5.4.2 Bijdrage van verbranding fossiele brandstof aan PM_{10} 65
5.4.3 Bijdrage van houtverbranding in functie van de windrichting 66

6 Vluchtige organische stoffen – BTEX en VOS 67
6.1 Emissies 67
6.1.1 Emissie van totaal NMVOS 67
6.1.2 Emissie van individuele stoffen 68
6.2 BTEX-concentraties – automatische metingen 71
6.2.1 BTEX-concentraties in 2025 71
6.2.2 Geografische spreiding van BTEX-componenten 75
6.2.3 Trend van BTEX-concentraties 81
6.3 VOS-concentraties – semiautomatische metingen 84
7 Dioxines en PCB's 88
7.1 Overzicht en toetsing van de dioxine- en PCB-meetwaarden 88
7.2 Trend van dioxine- en PCB-depositie 89
7.3 Vergelijking met andere meetlocaties 90
8 PFAS 91
8.1 Meetnet 91
8.2 Resultaten 92
8.2.1 PFAS in lucht 92
8.2.2 PFAS in depositie 94

bijlage 1 Informatie over geaccrediteerde metingen (normen ISO/IEC 17025:2017) 98
bijlage 2 Afbakening Antwerpse haven 104
bijlage 3 Emissies van bedrijven 106
bijlage 4 Beschrijving van de polluenten 108
bijlage 5 Overzicht luchtkwaliteitsnormen 112
bijlage 6 Methodiek 117
1. Pollutierozen en zeropollutierozen 117
2. Modellen 117
3. Meetmethode fracties zwarte koolstof 121

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Overzicht van de meetplaatsen en gemeten polluenten in de Antwerpse haven in 2025 12
Tabel 2: PFAS-locaties in 2025 14
Tabel 3: Toetsing SO_2-concentraties aan regelgeving 18
Tabel 4: Toetsing NO_2-concentraties aan regelgeving 25
Tabel 5: Toetsing PM_{10}-concentraties aan regelgeving 39
Tabel 6: Toetsing $PM_{2,5}$-concentraties aan regelgeving 50
Tabel 7: Toetsing concentraties benzeen en tolueen aan regelgeving 71
Tabel 8: Toetsing concentraties VOS aan regelgeving 84

Tabel 9: Jaargemiddelde concentratie VOS-componenten R822 en Vlaamse gemiddelde in 2025 85
Tabel 10: Dioxine en PCB-deposities op BV04 in Kallo in 2025 89
Tabel 11: Emissies van 2024 die bedrijven rapporteerden in het IMJV 106
Tabel 12: Regelgeving voor SO_2 (Europese regelgeving en WGO) 112
Tabel 13: Regelgeving voor NO_2 (Europese regelgeving en WGO) 113
Tabel 14: Regelgeving voor PM_{10} (Europese regelgeving en WGO) 113
Tabel 15: Regelgeving voor $PM_{2,5}$ (Europese regelgeving en WGO) 113
Tabel 16: Drempelwaarden voor de deposities van dioxines en dioxineachtige PCB's geldig vanaf 2024....114
Tabel 17: Regelgeving voor VOS (richtlijn 2008/50/EG, 2024/2881, VLAREM II en WGO) 115

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Ligging meetplaatsen van de Antwerpse haven, 2025.....13
Figuur 2: Detail meetlocaties PFAS in Zwijndrecht en Linkeroever in 2025.....15
Figuur 3: Aandeel sectoren in SO_2-emissies in de Antwerpse haven in 2024 16
Figuur 4: Evolutie SO_2-emissies in de Antwerpse haven 17
Figuur 5: Overzicht statistische parameters SO_2 in de Antwerpse haven in 2025 19
Figuur 6: Gemodelleerd SO_2-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2025.....20
Figuur 7: Pollutierozen SO_2-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2025 21
Figuur 8: SO_2-jaargemiddelde in de Antwerpse haven 22
Figuur 9: SO_2-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse haven voor de periode 2015-2025 22
Figuur 10: Aandeel van de sectoren in de NO_x (NO_2)-emissies in de Antwerpse haven in 2024 23
Figuur 11: Evolutie NO_x(NO_2)-emissies in de Antwerpse haven.....24
Figuur 12: Overzicht statistische parameters NO_2 in de Antwerpse haven in 2025 26
Figuur 13: Aantal dagen met NO_2-concentraties > 50 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven 27
Figuur 14: Maandgemiddelde NO_2-concentratie in de Antwerpse haven in 2025 27
Figuur 15: Maandelijks aantal dagen met NO_2-concentraties > 50 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven.....28
Figuur 16: Aantal dagen met NO_2-concentraties > 25 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven 28
Figuur 17: Overzicht statistische parameters NO in de Antwerpse haven in 2025.....29
Figuur 18: Gemodelleerd NO_2-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2025.....31
Figuur 19: Zeropollutierozen NO_2-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2025 33
Figuur 20: Evolutie NO_2-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen 34
Figuur 21: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen 35
Figuur 22: Evolutie NO_2-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven.....36
Figuur 23: Evolutie NO-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven 36
Figuur 24: Aandeel sectoren in emissies primair PM_{10} in de Antwerpse haven in 2024 37
Figuur 25: Primaire PM_{10}-emissies van verschillende sectoren in de Antwerpse haven 38

Figuur 26: Overzicht statistische parameters PM_{10} in de Antwerpse haven in 2025 40
Figuur 27: Aantal dagen met PM_{10}-concentraties > 50 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven ... 41
Figuur 28: Aantal dagen met PM_{10}-concentraties > 45 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven ... 41
Figuur 29: Aantal dagen met PM_{10}-concentraties > 45 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven ... 42
Figuur 30: Gemodelleerde PM_{10}-concentratie in de Antwerpse haven in 2025 43
Figuur 31: Zeropollutierozen voor PM_{10} in de Antwerpse haven in 2025 45
Figuur 32: Evolutie PM_{10}-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen 46
Figuur 33: Evolutie PM_{10}-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven 47
Figuur 34: Trend aantal dagen met PM_{10}-concentraties > 50 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven 47
Figuur 35: Trend aantal dagen met PM_{10}-concentraties > 45 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven 48
Figuur 36: Aandeel sectoren in primaire $PM_{2,5}$-emissies in de Antwerpse haven in 2024 49
Figuur 37: Emissie van primair $PM_{2,5}$-emissie in de Antwerpse haven 49
Figuur 38: Overzicht statistische parameters $PM_{2,5}$ in de Antwerpse haven in 2025 51
Figuur 39: Aantal dagen met $PM_{2,5}$-concentraties > 25 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven ... 52
Figuur 40: Aantal dagen met $PM_{2,5}$-concentraties > 15 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven ... 52
Figuur 41: Gemodelleerd $PM_{2,5}$-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2025 53
Figuur 42: Zeropollutierozen $PM_{2,5}$-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2025 54
Figuur 43: Evolutie $PM_{2,5}$-jaargemiddelde in de Antwerpse haven en het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen 55
Figuur 44: Evolutie $PM_{2,5}$-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven 56
Figuur 45: Trend aantal dagen met $PM_{2,5}$-concentraties > 25 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven 57
Figuur 46: Trend aantal dagen met $PM_{2,5}$-concentraties > 15 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven 57
Figuur 47 : Aandeel sectoren in emissies van elementair koolstof in de Antwerpse haven in 2024 58
Figuur 48: Emissies elementaire koolstof in de Antwerpse haven 59
Figuur 49: Overzicht statistische parameters zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2025 60
Figuur 50: Daggemiddelde zwarte koolstof op de meetplaatsen in 2025 60
Figuur 51: Gemodelleerd jaargemiddelde van zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2025 61
Figuur 52: Zeropollutierozen voor zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2025 62
Figuur 53: Evolutie jaargemiddelde zwarte koolstof in de Antwerpse haven ten opzichte van stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen 63
Figuur 54: Evolutie concentratie zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse haven 64
Figuur 55: Zwarte koolstof uit fossiele brandstoffen (BC_{ff}) en houtverbranding (BC_{wb}) opgesplitst in zomer en winter, 2025 65
Figuur 56: PM_{10} uit fossiele brandstoffen (PM_{10}_ff) en houtverbranding (PM_{10}_wb) opgesplitst in zomer en winter, 2025 65

Figuur 57: Pollutieroos voor zwarte koolstof uit fossiele brandstof (BC_{ff}) en uit houtverbranding (BC_{wb}) tijdens de wintermaanden 2025 (µg/m³) 66
Figuur 58: Aandeel van de sectoren in de NMVOS-emissies in de Antwerpse haven in 2024 67
Figuur 59: Evolutie totaal NMVOS-emissie in de Antwerpse haven 68
Figuur 60: Gerapporteerde industriële IMJV-emissies benzeen in de Antwerpse haven 69
Figuur 61: Gerapporteerde industriële IMJV-emissies tolueen in de Antwerpse haven 69
Figuur 62: gerapporteerde industriële IMJV-emissies xyleenisomeren in de Antwerpse haven 70
Figuur 63 : gerapporteerde industriële IMJV-emissies 1,2-dichloorethaan in de Antwerpse haven 70
Figuur 64: Toetsing benzeen en tolueen aan doelstellingen EU en WGO 72
Figuur 65: Jaargemiddelden tolueen, ethylbenzeen, m+p-xyleen en o-xyleen in 2025 (µg/m³) 73
Figuur 66: Verloop van de dagwaarden van BTEX-componenten op de meetplaatsen in 2025 74
Figuur 67: Pollutierozen benzeen in de Antwerpse haven in 2025 76
Figuur 68: Pollutierozen tolueen in de Antwerpse haven in 2025 77
Figuur 69: Pollutierozen ethylbenzeen in de Antwerpse haven in 2025 78
Figuur 70: Pollutierozen m+p-xyleen in de Antwerpse haven in 2025 79
Figuur 71: Pollutierozen o-xyleen in de Antwerpse haven in 2025 80
Figuur 72: Evolutie benzeenconcentraties in de Antwerpse haven 81
Figuur 73: Evolutie tolueenconcentraties in de Antwerpse haven 82
Figuur 74: Evolutie ethylbenzeenconcentraties in de Antwerpse haven 82
Figuur 75: Evolutie m+p-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven 83
Figuur 76: Evolutie o-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven 83
Figuur 77: Vergelijking VOS in de Antwerpse haven met factor verschil ten opzichte van Vlaams gemiddelde 86
Figuur 78: Jaargemiddelde VOS-componenten op meetplaats Polderdijkweg (R822) in periode 2019-2025 87
Figuur 79: Evolutie depositiemetingen van dioxines en DL-PCB's op BV04 voor de periode 2021-2025 89
Figuur 80: Evolutie jaargemiddelden op BV04 voor de periode 2021-2025 90
Figuur 81: Vergelijking jaargemiddelde dioxine- en PCB-depositie van 2025 met andere schrootbedrijven .90
Figuur 82: PFAS-meetnet -detail ten zuiden van de haven 92
Figuur 83: Evolutie gemiddelde som EFSA-4 op niet-industriële locaties 93
Figuur 84: Evolutie gemiddelde som EFSA-4 op industriële locaties 94
Figuur 85: Evolutie PFBA in depositie 95
Figuur 86: Evolutie PFOA (lineair + vertakt) in depositie 96
Figuur 87: Evolutie PFOS (lineair + vertakt) in depositie 96
Figuur 88: Kaart afbakening Antwerpse haven 105
Figuur 89: Locatie van bedrijven en meetplaatsen 107

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 2025 aan de huidige Europese regelgeving, aan de toekomstige 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. Verder bespreken we de stand van zaken over de acties die de Vlaamse Overheid neemt om de VOS-concentraties in de omgevingslucht te verminderen.

In dit rapport focussen we op de polluenten:
- zwaveldioxide (SO_2)
- stikstofoxiden (NO en NO_2)
- fijn stof (fracties PM_{10} en $PM_{2.5}$)
- zwarte koolstof (BC)
- vluchtige organische stoffen (VOS)
- dioxines en PCB's
- PFAS

In het rapport bespreken we de concentraties van het meetnet. Op plaatsen waar we niet meten, schatten we de luchtkwaliteit in aan de hand van computermodellen. Jaarlijks beoordelen we of er aanpassingen aan de modellen nodig zijn zodat dit model de realiteit nog beter benadert. De voornaamste wijzigingen dit jaar is de ophoging van NOx-emissies door zeevaart (meer info in bijlage 6).

De emissiegegevens in dit rapport werden verzameld door het Team Emissie-inventaris Lucht van de VMM op basis van door de bedrijven gerapporteerde emissies in het Integraal Milieujaarverslag en modelberekeningen. De recentste data die momenteel beschikbaar zijn, zijn de emissiecijfers voor het jaar 2024. 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 2024. We behouden alleen de bedrijven die hun uitstoot rapporteren aan het IMJV.

Implementatie van de nieuwe, strengere Europese richtlijn 2024/2881

In navolging van de in 2021 aangescherpte WGO-advieswaarden actualiseerde Europa de regelgeving rond luchtkwaliteit. De nieuwe richtlijn lucht 2024/2881 werd eind 2024 definitief goedgekeurd. Lidstaten dienden de Europese richtlijn binnen de twee jaar om te zetten naar nationale/regionale wetgeving. De richtlijn werd op 1 oktober 2026 volledig omgezet in Vlaamse wetgeving met ingang van 11 december 2026.
De strengere Europese grenswaarden zijn geldig vanaf 2030. Vanaf 2026 moet er al getoetst worden aan deze nieuwe richtlijn. Bij overschrijding ervan moeten er "routekaarten" opgesteld worden waarin maatregelen worden opgenomen zodat deze grenswaarden tegen 2030 wel gehaald worden.

2 HET MEETNET

Tabel 1 geeft een overzicht van de meetplaatsen in de Antwerpse haven, hun ligging en welke polluenten er gemeten worden in 2025. In de tabel staat 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 zie je 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 verder 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 2025:

- AL01: start metingen fijn stof op 26/11/2025 in kader van Oosterweelwerken
- M802: start metingen zwarte koolstof in kader van project Net4Cities
- R822: start metingen PFAS in depositie

PFAS werd gemeten in lucht (zwevend stof) en depositie (neervallend stof) (na)bij 3M Belgium in Zwijndrecht, rond de Oosterweelwerken op Linkeroever, in Stabroek en in de Haven van Antwerpen. Op Linkeroever wordt PFAS in zwevend stof sinds 2025 alleen gemeten tijdens relevante stofpieken. In dit rapport bespreken we ook de metingen die externen uitvoeren om de PFAS-verontreiniging in hun omgeving op te volgen. Hoewel de VMM deze data valideert als extra controle, zijn de externen de eindverantwoordelijken.

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.

Tabel 1: Overzicht van de meetplaatsen en gemeten polluenten in de Antwerpse haven in 2025

Meetplaats Code	toetsing EU	virtueel gemiddelde	Adres	Lambertcoördinaten X	Y	PM_{10}	$PM_{2,5}$	Zwarte koolstof	NO_x	SO_2	BTEX	VOS	PCB's/diox
Meetplaatsen van Air Quality Zone Antwerpse haven (BEF01S)													
AL02	✓	✓	Engelsesteenweg, Beveren (Kieldrecht)	140657	221644	✓	✓						
AL03	✓	✓	Watermolendijk, Beveren (Verrebroek)	138326	216020	✓	✓						
AL04		✓	Sint-Annalaan, Beveren (Kallo)	144735	220096	✓	✓	✓					
AL05	✓	✓	Ketenislaan, Beveren	143727	217031	✓	✓	✓					
AT44		✓	Ordamstraat, Antwerpen (Ekeren)	148875	219832				✓	✓	✓		
AT83	✓	✓	Zoutestraat, Antwerpen (Berendrecht)	145553	225543	✓	✓	✓	✓				
BV04			Land Van Waaslaan, - haven 1204, Kallo	141709	217269								✓
M802	✓	✓	Havannastraat, Antwerpen	153884	216790	✓	✓	✓(1)	✓		✓		
R822		✓	Polderdijkweg, Antwerpen	148082	217156				✓	✓	✓	✓	
R830	✓	✓	Scheldemolenstraat, Beveren-Waas (Doel)	142601	223162				✓				
R831	✓	✓	Hoefbladstraat, Antwerpen (Berendrecht)	147976	226558				✓				
R891		✓	Scheurweg, Antwerpen	151159	216212				✓	✓	✓		
R892	✓	✓	Kallostraat, Beveren (Kallo)	143727	217020				✓	✓			
R897		✓	Scheldelaan, Antwerpen	148139	215578				✓	✓			
SA04	✓	✓	Abelenlaan, Stabroek (Hoevenen)	152448	222679	✓	✓		✓				
SA08	✓	✓	Laageind, Stabroek	149615	224088				✓				
Meetplaatsen buiten de AQ zone Antwerpse haven maar wel in rapport													
AL01	✓		Wandeldijk, Antwerpen	150865	214046	✓(2)	✓(2)						
R823	✓		Meerminnendam, Beveren	141037	211484	✓	✓						

(1) gestart op 01/01/2025

(2) gestart op 26/11/2025

Figuur 1: Ligging meetplaatsen van de Antwerpse haven, 2025



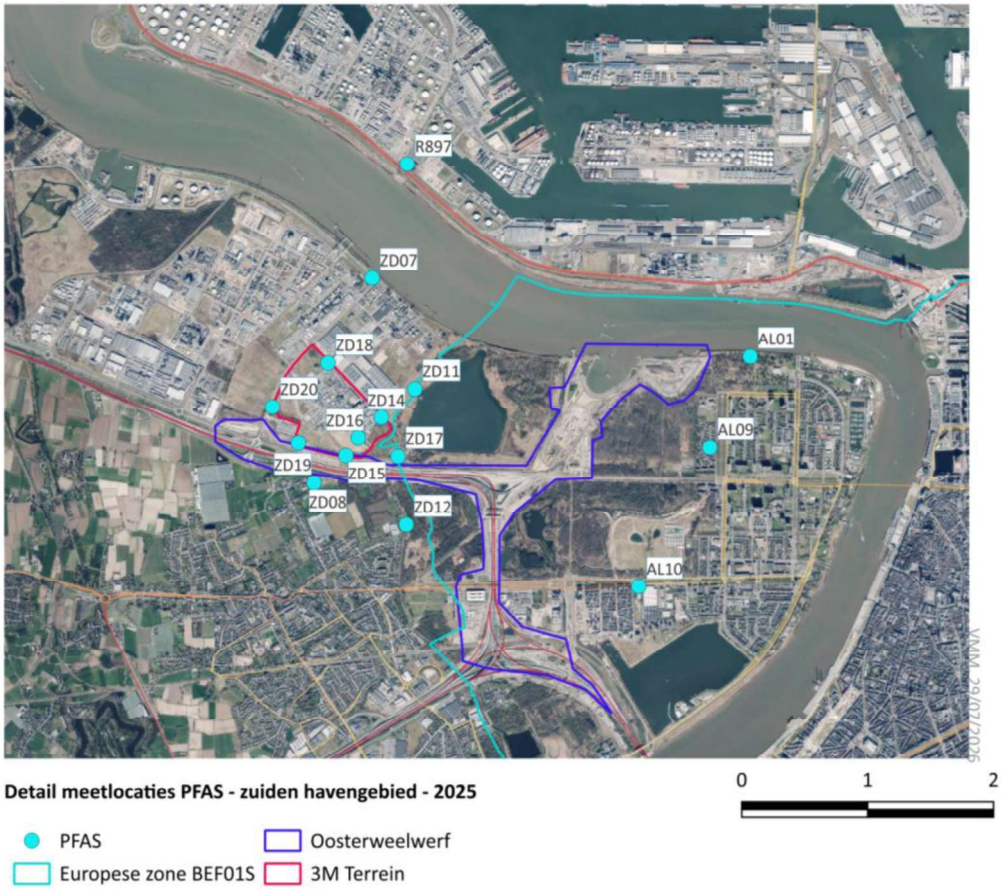
Meetplaatsen gerapporteerd aan Europa voor de zone Antwerpse haven (BEF01S) hebben een zwart label, andere meetplaatsen een roze label. De meetplaatsen in functie van de afvalverbrandingsinstallaties staan niet op deze kaart.

Tabel 2: PFAS-locaties in 2025

Meetplaats Code	Adres	Lambertcoördinaten X	Y	PFAS in lucht	PFAS in depositie
Meetplaatsen in en rond Haven van Antwerpen					
R822 (1)	Polderdijkweg, Antwerpen	148082	217156		✓
AL01 (1)	Wandeldijk, Antwerpen	150865	214046	✓*	✓
AL09	Van Averbekelaan, Antwerpen	150544	213321	✓*	✓
AL10	Blancefloerlaan, Antwerpen	149979	212216	✓*	✓
AT87 (1)	Rode Weel, Antwerpen	148121	221708	✓	✓
R897	Scheldelaan, Antwerpen	148139	215578		✓
SA08 (1)	Stabroek, Laageind	149615	224088	✓	✓
SA09 (1)	Stabroek, Aertssen	148865	223975	✓	✓
SA10 (1)	Stabroek, Sportweg	149924	225152	✓	✓
ZD07	Scheldedijk, Zwijndrecht	147861	214671	✓	✓
ZD08	Neerstraat, Zwijndrecht	147399	213040	✓	✓
ZD11	Blokkersdijk, Zwijndrecht	148200	213787	✓	✓
ZD12	Polderstraat, Zwijndrecht	148132	212708		✓
ZD14	Fenceline O, Zwijndrecht	147934	213560	✓	
ZD15	Fenceline Z, Zwijndrecht	147653	213256	✓	
ZD16	Waterzuivering, Zwijndrecht	147750	213399	✓	
ZD17	Fenceline ZO, Zwijndrecht	148066	213250	✓	
ZD18	Fenceline N, Zwijndrecht	147510	213994	✓	
ZD19	Fenceline ZW, Zwijndrecht	147274	213357	✓	
ZD20	Fenceline W, Zwijndrecht	147069	213644	✓	
Meetplaatsen op achtergrondlocaties					
N016	landelijke achtergrond, Dessel	205542	214045		✓
R801	stedelijke achtergrond, Borgerhout	154407	211080		✓

(1) Gestart in januari 2025
Blauw: Vlaamse Milieumaatschappij is eindverantwoordelijke voor de gevalideerde data
*: enkel analyse bij relevante stofpieken

Figuur 2: Detail meetlocaties PFAS in Zwijndrecht en Linkeroever in 2025



3 ZWAVELDIOXIDE – SO_2

Zwaveldioxide (SO_2) 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. SO_2 draagt ook bij tot de vorming van secundair fijn stof.

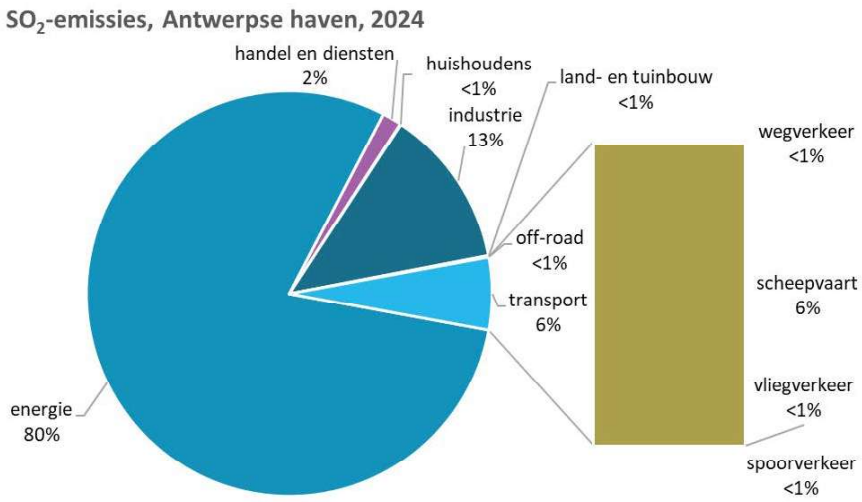
Meer info over SO_2 vind je in bijlage 4.

3.1 Emissie van SO_2

In 2024 bedroeg de SO_2-emissie voor de zone Antwerpse haven 3.692 ton. Dit was 23 % van de totale SO_2-uitstoot van heel Vlaanderen en 12 % minder dan in 2023.

Voor deze gegevens gebruikten we de afbakening van het havengebied op basis van de Europese zone BEF01S (zie bijlage 2). De energiesector had, door emissies van de petroleumraffinaderijen, het grootste aandeel met 80 % van de emissies. Ook de industrie bleef in 2024 een belangrijke bron met 13 % van de totale uitstoot. Het aandeel van het transport bestond vrijwel alleen uit emissies van scheepvaart. De andere sectoren hadden een verwaarloosbaar aandeel in de totale SO_2-emissies (Figuur 3).
De bedrijven met de grootste uitstoot zijn opgesomd in bijlage 3.

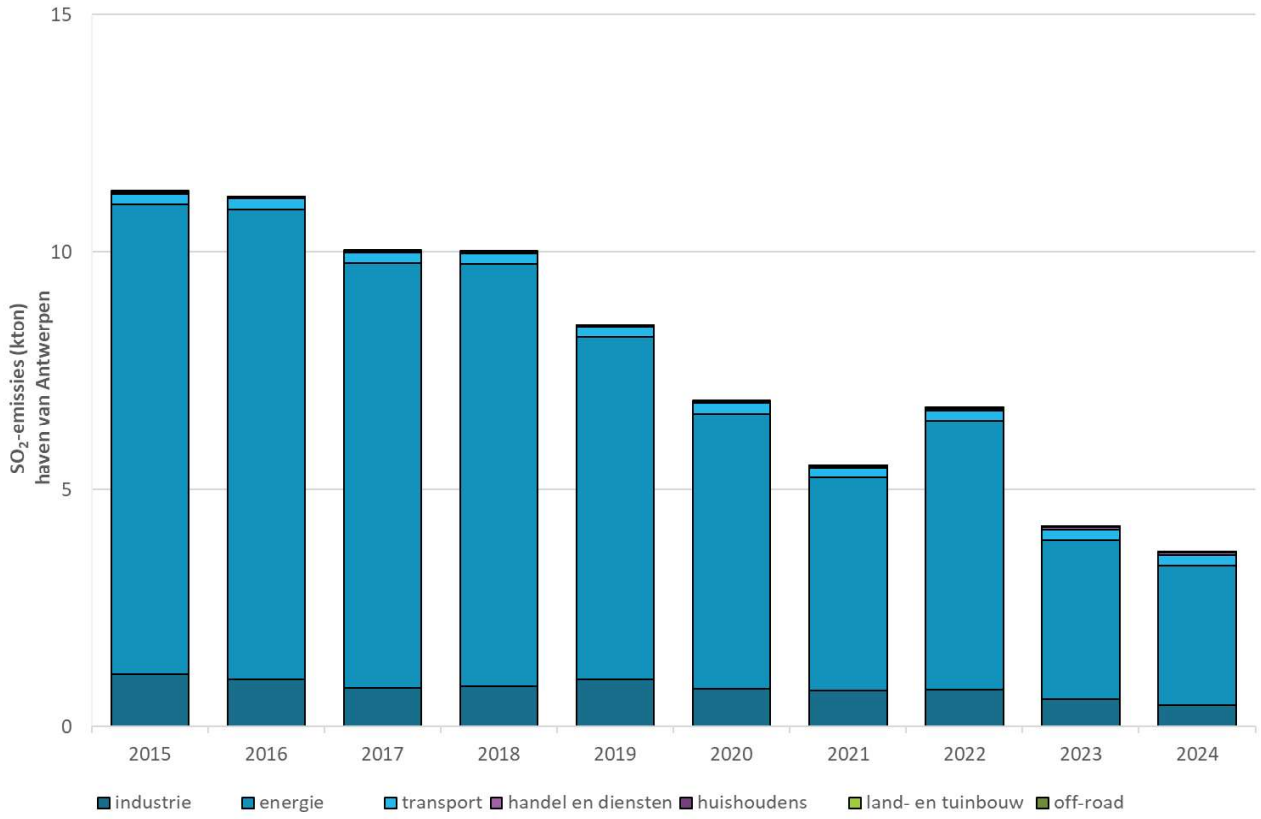
Figuur 3: Aandeel sectoren in SO_2-emissies in de Antwerpse haven in 2024



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

De totale absolute emissies zijn in de periode 2015-2024 met 67 % gedaald (Figuur 4). In 2024 kwam het grootste aandeel van de emissies nog altijd van de energiesector. Bij deze sector zien we in 2023 een daling. Dit komt omdat zowel TotalEnergies Refinery Antwerp als Exxonmobil elk een uitstoot rapporteerden die 1.100 ton lager ligt dan in 2022. In 2024 rapporteerde Exxonmobil een verdere emissiereductie van 363 ton, de emissies van Total bleven nagenoeg ongewijzigd. Naast de petroleumraffinaderijen omvat de energiesector de elektriciteitscentrales maar hun aandeel is minder dan 1 %.

Figuur 4: Evolutie SO_2-emissies in de Antwerpse haven



Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

3.2 SO_2-concentraties in 2025

Toetsing aan regelgeving

De VMM meet SO_2 op 5 meetplaatsen in de Antwerpse Haven. Door de ligging van de meetplaatsen moeten niet alle meetplaatsen aan de regelgeving getoetst worden:

A) toetsing op R892 (Kallo)

B) geen toetsing op AT44 (Ordamstraat), R822 (Polderdijkweg), R891 (Scheurweg), R897 (Scheldelaan)

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

Tabel 3: Toetsing SO_2-concentraties aan regelgeving

2025 – SO_2	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen	Overschrijding
EU-huidige uurgrenswaarde	350 µg/m³ - 24x	1/1	4/4	/
EU-huidige daggrenswaarde	125 µg/m³ - 3x	1/1	4/4	/
EU-huidige alarmdrempel	500 µg/m³ - 3u	1/1	4/4	/
EU-toekomstige uurgrenswaarde	350 µg/m³ - 3x	1/1	4/4	/
EU-toekomstige daggrenswaarde	50 µg/m³ - 18x	1/1	4/4	/
EU-toekomstige jaargrenswaarde	20 µg/m³	1/1	4/4	/
EU-toekomstige alarmdrempel	350 µg/m³ - 3u	1/1	4/4	/
WGO-dagadvieswaarde	40 µg/m³ - 3x	1/1	4/4	*R822: 1 dag*

Cursief: maximaal toegelaten overschrijdingen is niet overschreden

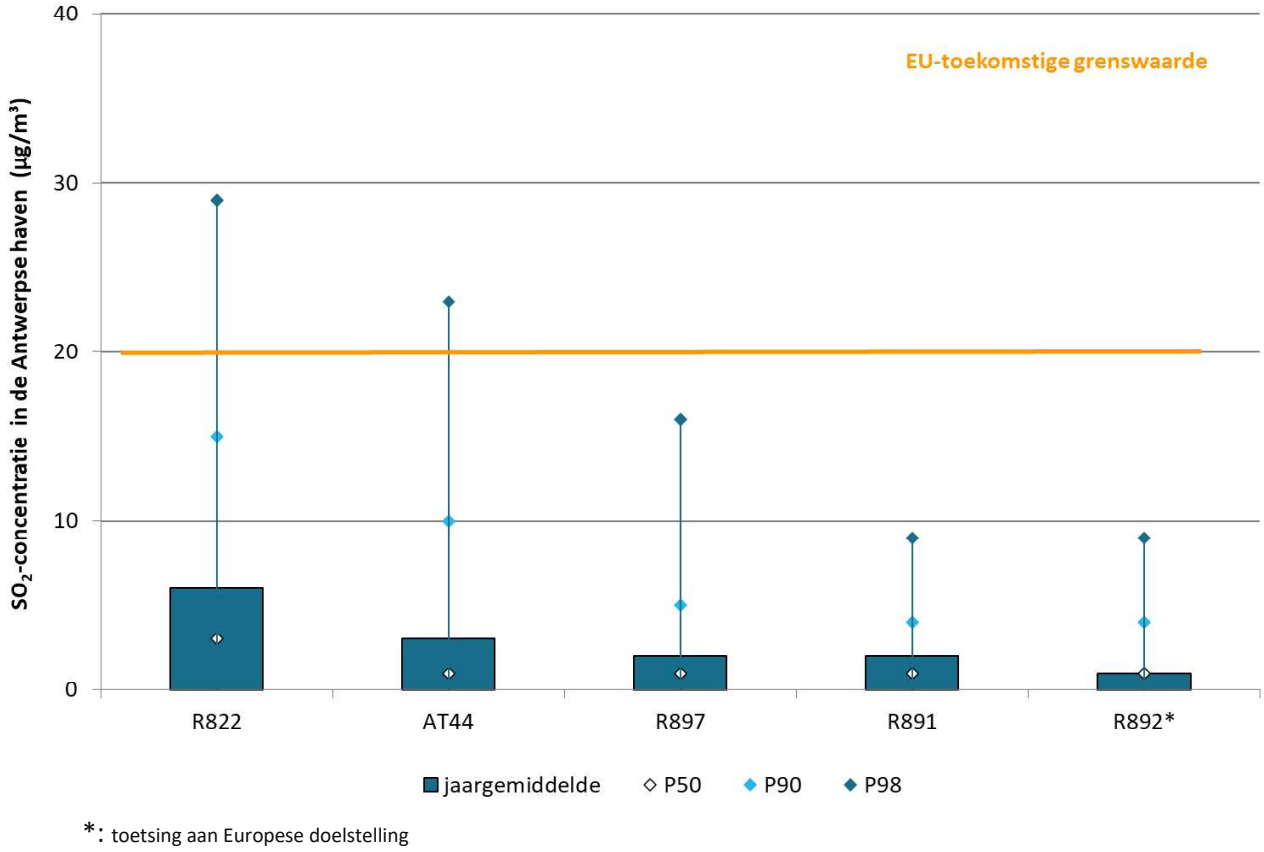
Op R822 werd een daggemiddelde gemeten van 47 µg/m³. Op dat moment heerste er een westenwind. Op de andere meetplaatsen was de SO_2-concentratie laag.

Concentratie per meetplaats

Figuur 5 toont voor alle meetplaatsen voor zwaveldioxide de belangrijkste statistische parameters, het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden voor 2025. 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 zijn de SO_2-concentraties veel lager.

Figuur 5: Overzicht statistische parameters SO_2 in de Antwerpse haven in 2025



*: toetsing aan Europese doelstelling

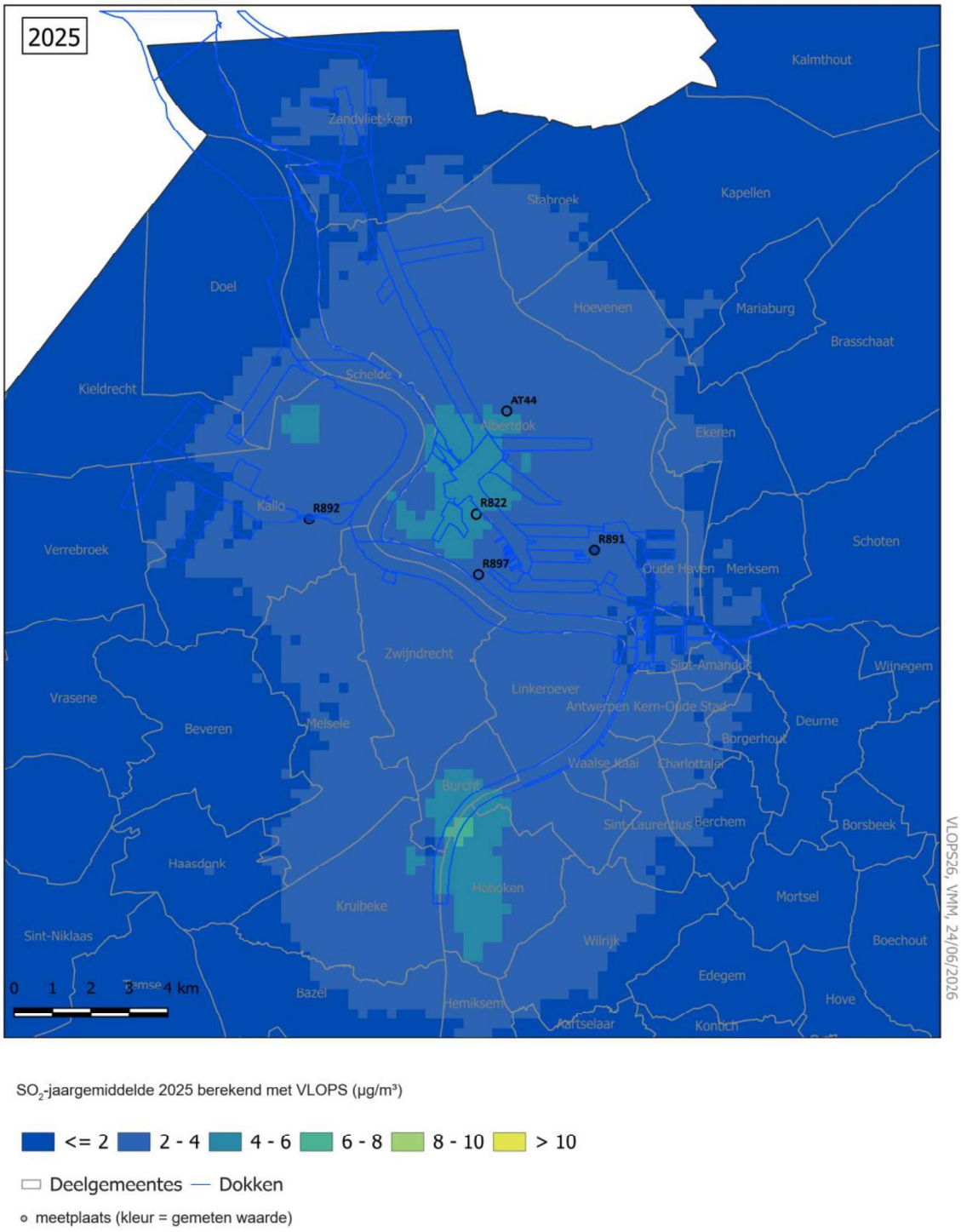
3.3 Geografische spreiding van SO_2-concentraties

3.3.1 Gemodelleerde SO_2-concentraties

Om de SO_2-concentraties in de Antwerpse haven in te schatten, gebruiken we het VLOPS-model, zie Figuur 6. Meer informatie over de methodiek staat in bijlage 6. De berekeningsmethode kan bepaalde plaatsen over- of onderschatten en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de SO_2-verontreiniging in Vlaanderen.

Het model schat dat hogere concentraties voorkomen in het centrum van het havengebied, aan de raffinaderijen. In de ruimere agglomeratie, waar ook huizen zijn, schat het VLOPS-model de concentraties lager in. Verder geeft het model ook hogere concentraties aan nabij enkele bedrijven ten zuiden van de Antwerpse haven.

Figuur 6: Gemodelleerd SO_2-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2025



De onzekerheden voor deze kaart na kalibratie zijn RMSE 1,1 µg/m³ en relatieve onzekerheid 38 %.

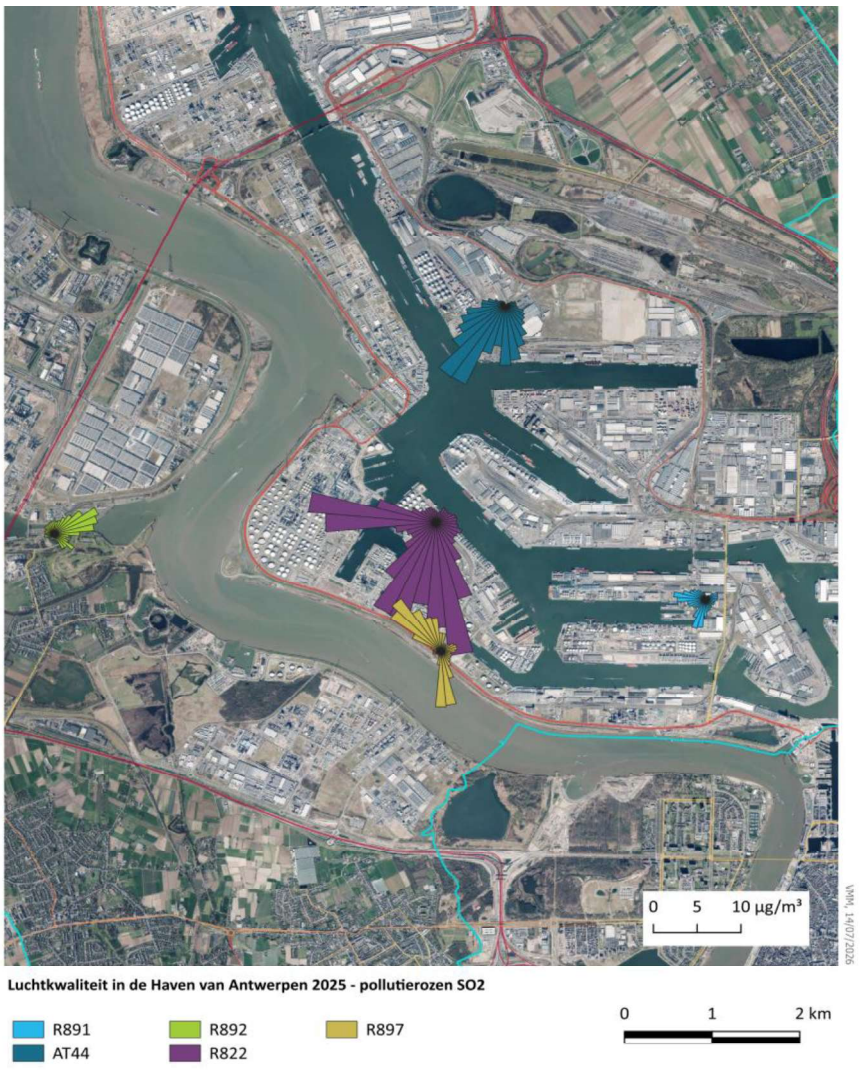
3.3.2 Pollutierozen SO_2

Figuur 7 toont de pollutierozen van SO_2 met de gemiddelde halfuurconcentratie per windsector voor het jaar 2025 in het havengebied. Meer informatie over de methodiek staat in bijlage 6.
Volgens het IMJV zijn er in de Antwerpse haven 3 bedrijven die in 2024 meer dan 50 ton SO_x als SO_2 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: TotalEnergies Refinery Antwerp, Z-ZW: Exxonmobil Petroleum
- AT44: ZW: TotalEnergies Refinery Antwerp
- R897: NW: Exxonmobil Petroleum

Op R892 zien we invloed uit de noordoostelijke sector, op R891 uit de westelijke sector. Dit is de richting van de raffinaderijen. Op R891 en op R897 zien we ook een kleine zuidelijke piek die wijst richting Argex en Umicore.

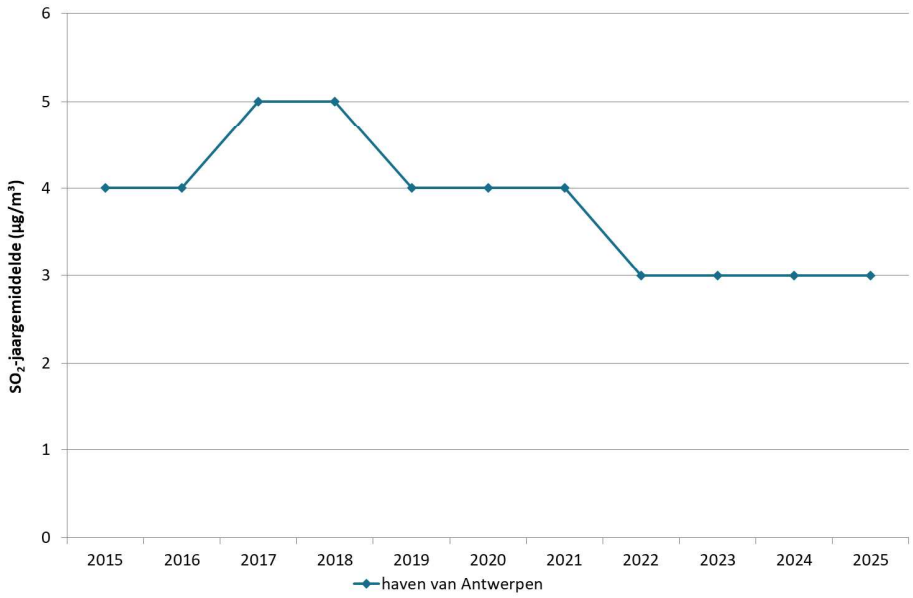
Figuur 7: Pollutierozen SO_2-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2025



3.4 Trend van SO_2-concentraties

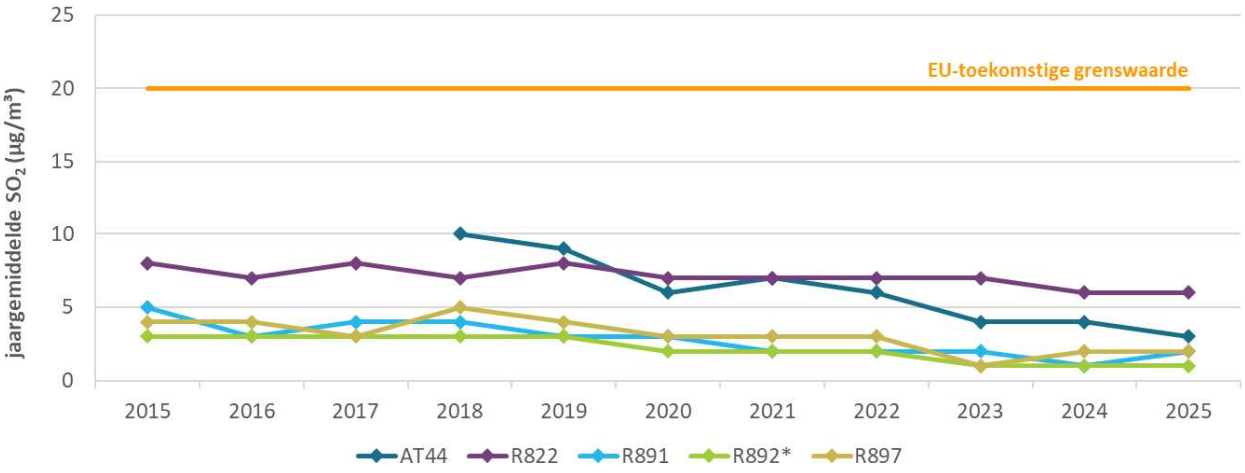
Een virtueel gemiddelde is het gemiddelde van alle metingen van deze polluent in een bepaald gebied gedurende een jaar. Figuur 8 toont het verloop van het SO_2-jaargemiddelde op de virtuele meetplaats 'Antwerpse haven'. We kunnen niet meer vergelijken met het stedelijk gemiddelde want de VMM meet SO_2 alleen nog in een industriële context. Op de figuur zien we dat de SO_2-concentratie geleidelijk afneemt en de laatste 4 jaar stabiel blijft.

Figuur 8: SO_2-jaargemiddelde in de Antwerpse haven



Over de laatste 10 jaar zijn de concentraties op alle meetplaatsen licht gedaald. In 2025 zien we een verdere daling op AT44 (Figuur 9).

Figuur 9: SO_2-jaargemiddelden op de meetplaatsen in de Antwerpse haven voor de periode 2015-2025



*: toetsing aan Europese doelstelling

4 STIKSTOFOXIDES – NO/NO_2

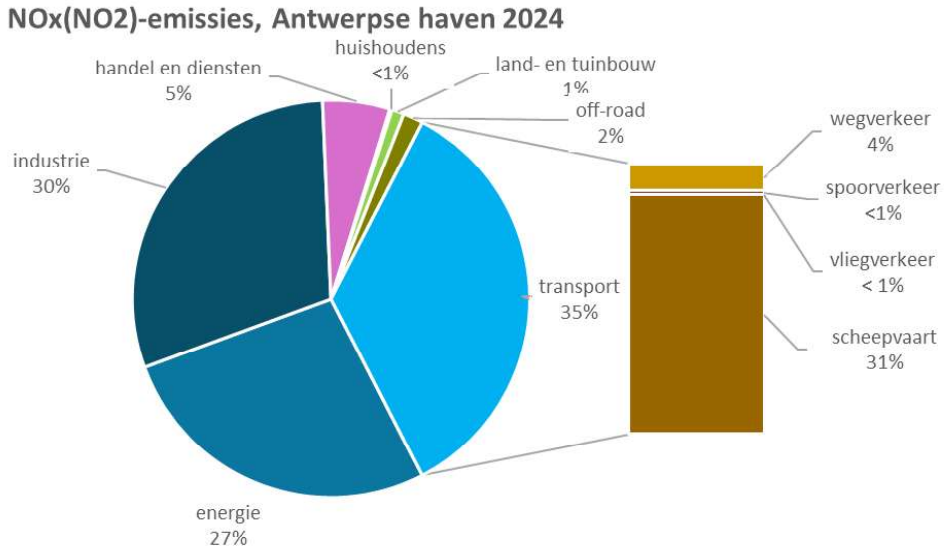
Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO_2) en stikstofmonoxide (NO). Ze worden uitgestoten tijdens de verbrandingsprocessen van fossiele brandstoffen (steenkool, petroleumproducten en gas) gebruikt in huishoudelijke verwarming, industriële processen en de verbrandingsmotoren van verkeer. NO_2 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 verafgelegen gebieden.
Meer informatie over NO_x vind je in bijlage 4.

4.1 Emissie van NO_x (NO_2)

In 2024 bedroeg de $NO_x(NO_2)$-emissie voor de zone Antwerpse haven, 15.698 ton. Dit was 23 % van de totale $NO_x(NO_2)$-uitstoot van heel Vlaanderen en vergelijkbaar met de uitstoot in 2023.

Transport had in 2024 het grootste aandeel, gevolgd door industrie en energie. De transportemissies werden vooral veroorzaakt door de scheepvaart, goed voor 31 % in 2024. Industrie volgt met een aandeel van 30 %. De sector energie had een aandeel van 27 % waarbij 3 % van elektriciteitscentrales en 24 % van de petroleumraffinaderijen. De andere sectoren hadden een veel kleiner aandeel in de totale emissies.

Figuur 10: Aandeel van de sectoren in de NO_x (NO_2)-emissies in de Antwerpse haven in 2024



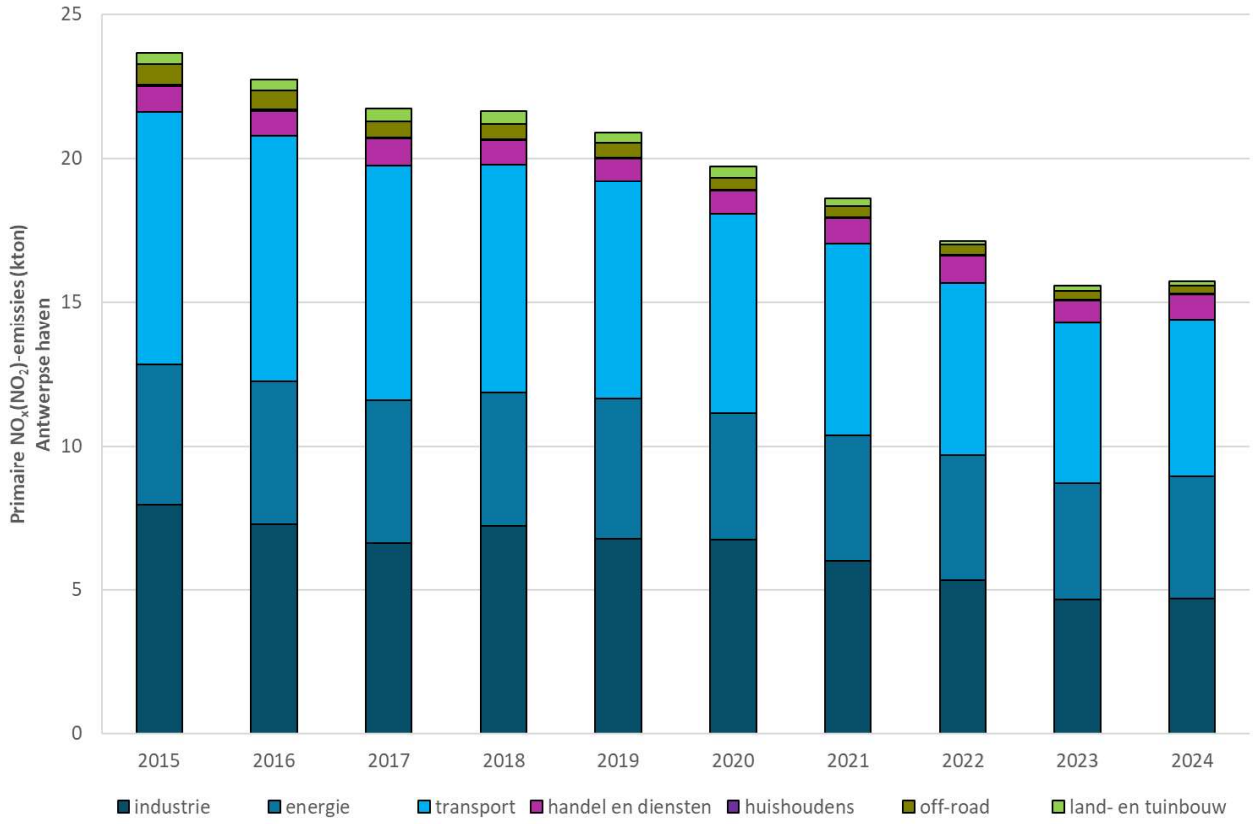
Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Naast directe uitstoot wordt NO_2 ook indirect gevormd door chemische reacties in de atmosfeer. Stikstofoxiden door verbrandingsprocessen komen vooral als NO in de lucht terecht. Enerzijds wordt het weinig toxische NO relatief snel omgezet naar het toxische gas NO_2 door reactie met onder andere ozon (O_3). Anderzijds neemt NO_2 deel aan de fotochemische ozonvorming waarbij O_3 wordt gevormd en NO_2 wordt omgezet tot NO. De chemie van stikstofcomponenten in de atmosfeer is heel complex en de relatie tussen de emissies van NO_x en de gemeten NO_2-concentraties is niet lineair.

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.

In de periode 2015-2024 daalde de totale $NO_x(NO_2)$-emissie met 34 %. Vooral de uitstoot door industrie en scheepvaart nam af. De drie belangrijkste sectoren voor de uitstoot bleven industrie, transport en energie. De resterende sectoren handel en diensten, off-road, huishoudens en land- en tuinbouw waren verwaarloosbaar. Vergelijken we de bedrijfsemissies van 2024 met 2023 dan rapporteert TotalEnergies Refinery de grootste stijging (+400 ton). Op langere termijn is er wel een daling van de emissies die Total rapporteert. De concentraties volgen min of meer de trend van de emissies.

Figuur 11: Evolutie $NO_x(NO_2)$-emissies in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

4.2 NO_2-concentraties in 2025

Toetsing aan regelgeving

De VMM meet NO_2 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 AT83 (Berendrecht), M802 (Luchtbal), R830 (Doel), R831 (Berendrecht), R892 (Kallo), SA04 (Hoevenen), SA08 (Stabroek)

B) geen toetsing op AT44 (Ordamstraat), R822 (Polderdijkweg), R891 (Scheurweg), R897 (Scheldelaan)

Tabel 4 toont de toetsing aan de regelgeving. We beoordelen alle meetplaatsen. Het maximaal toegelaten overschrijdingen op jaarbasis staat in de tabel. In de laatste kolom geven we aan hoeveel keer de uur-/dagconcentratie overschreden is. Dit staat cursief als het maximaal toegelaten overschrijdingen niet overschreden is.

Uit Tabel 4 volgt dat alle huidige Europese doelstellingen gehaald zijn, ook op plaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden. De toekomstige Europese jaargrenswaarde werd gehaald op R831, SA04 en SA08. De toekomstige uurgrenswaarde werd wel gerespecteerd. De daggrenswaarde werd overschreden op R892 en op de industriële plaats R822. De WGO dag- en jaaradvieswaarde werd op alle meetplaatsen overschreden. In heel Vlaanderen wordt de jaaradvieswaarde op het merendeel van de meetstations overschreden en is er maar één meetstation dat de dagadvieswaarde haalt.

Op R891 was de NO_2-concentratie op 1 dag (25 augustus) gedurende 1 uur hoger dan 200 µg/m³. Er waaide toen een zwakke oostenwind. Op R897 was op 26 juni 1 uur hoger dan 200 µg/m³ bij een zuidwestenwind. In beide gevallen was de NO-concentratie ook heel hoog.

Tabel 4: Toetsing NO_2-concentraties aan regelgeving

2025 – NO_2	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen	Overschrijding
EU-huidige uurgrenswaarde	200 µg/m³ - 18x	7/7	4/4	*B: R891, R897: 1 uur*
EU-huidige jaargrenswaarde	40 µg/m³	7/7	4/4	/
EU-huidige alarmdrempel	400 µg/m³ - 3u	7/7	4/4	/
EU-toekomstige uurgrenswaarde	200 µg/m³ - 3x	7/7	4/4	*B: R891, R897: 1 uur*
EU-toekomstige daggrenswaarde	50 µg/m³ - 18x	6/7	3/4	A: R892: 21 dagen B: R822: 21 dagen *Rest: 0-18 dagen*
EU-toekomstige jaargrenswaarde	20 µg/m³	3/7	0/4	A: AT83, R830, M802, R892 B: allemaal
EU-toekomstige alarmdrempel	200 µg/m³ - 3u	7/7	4/4	/
WGO-uuradvieswaarde	200 µg/m³	7/7	2/4	B: R891, R897: 1 uur
WGO-dagadvieswaarde	25 µg/m³ - 3x	0/7	0/4	allemaal
WGO-jaaradvieswaarde	10 µg/m³	0/7	0/4	allemaal

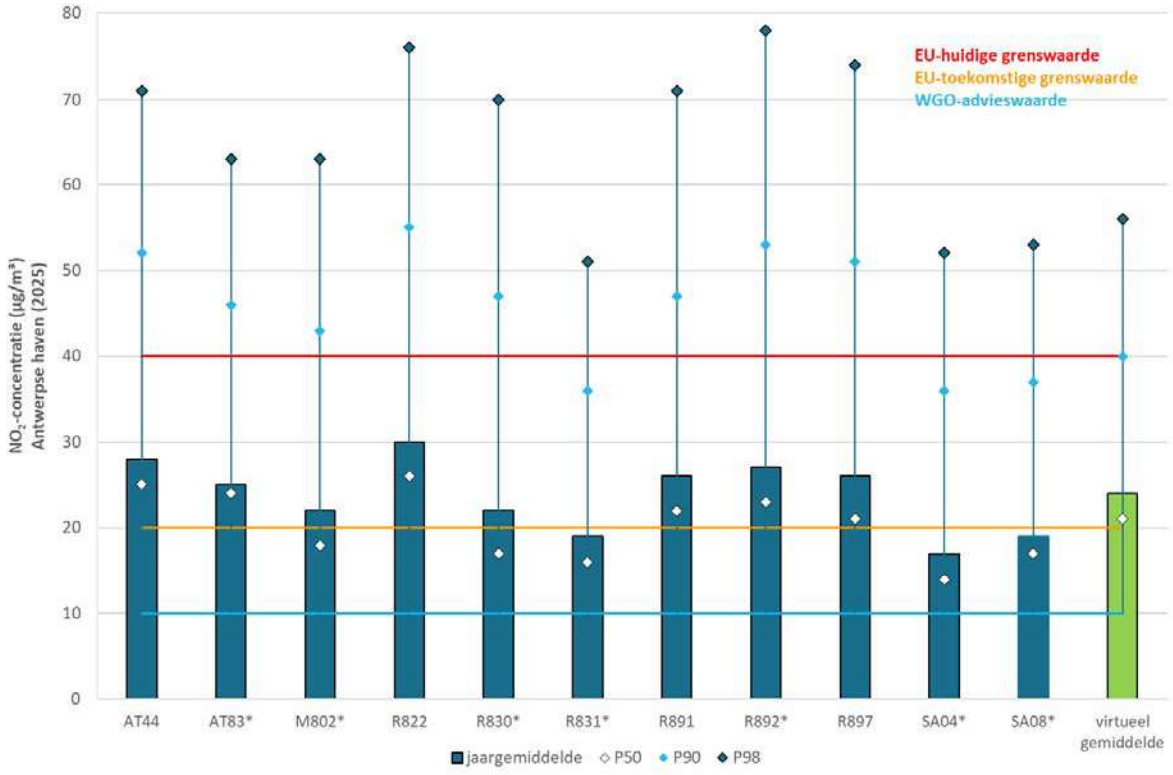
Cursief: maximaal toegelaten overschrijdingen is niet overschreden

Concentratie per meetplaats

Figuur 12 toont voor alle meetplaatsen voor stikstofdioxide de belangrijkste statistische parameters: het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden voor 2025.

Hieruit volgt dat het jaargemiddelde het hoogst is op R822 en het laagst op R831, SA04 en SA08. Die liggen aan de rand van de haven. Op AT83 is het jaargemiddelde hoger dan op andere meetplaatsen in het noorden van de haven. De hoogste piekconcentraties meten we op R822 en R892, de laagste op R831, SA04 en SA08. Bij de bespreking van de pollutierozen gaan we hier verder op in.

Figuur 12: Overzicht statistische parameters NO_2 in de Antwerpse haven in 2025

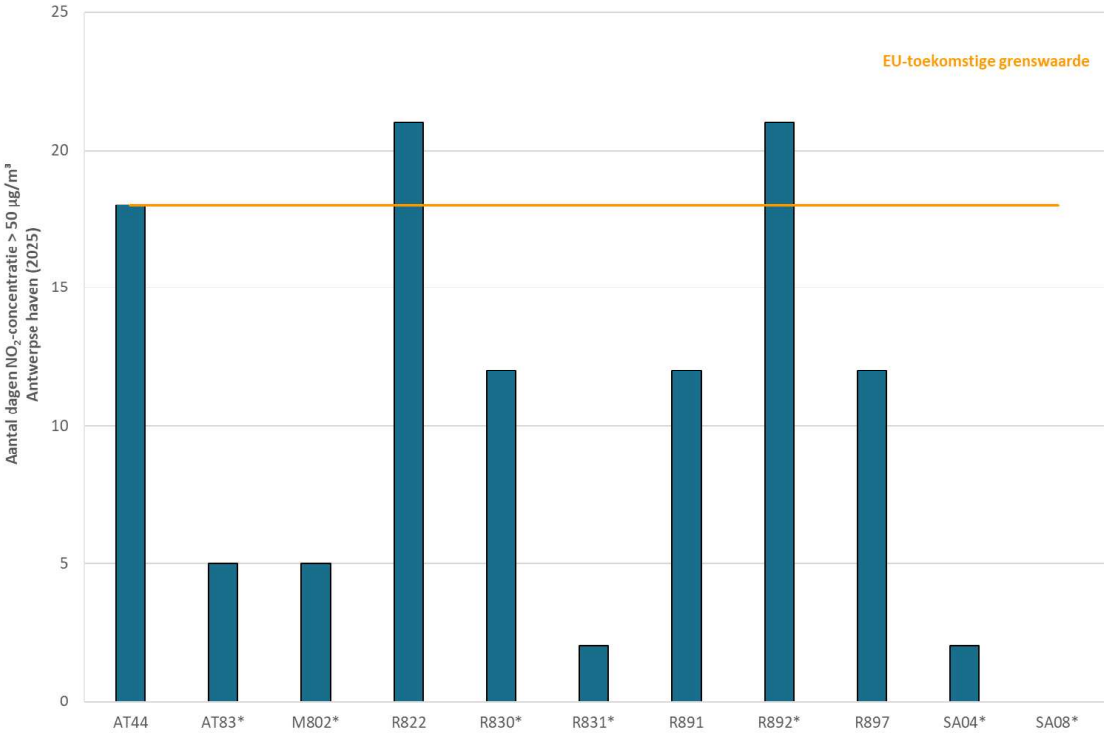


*: toetsing aan Europese doelstelling

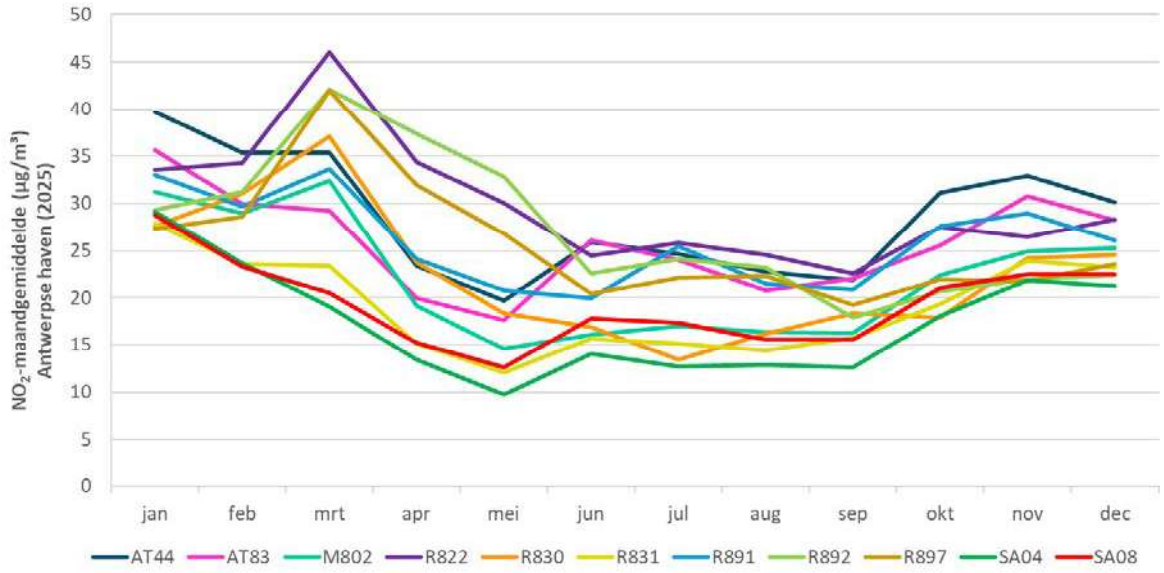
De toekomstige Europese daggrenswaarde van 50 µg/m³ werd overschreden op R892. Bij de industriële meetplaatsen was er een overschrijding op R822 en op AT44 werd deze daggrenswaarde net bereikt. Vooral de meetplaatsen die zich midden in de haven bevinden tellen veel overschrijdingsdagen.

Bij vergelijking van de maandgemiddelden zien we vooral verhoogde concentraties in het voorjaar. Vooral tijdens de maanden februari, maart en april waren de meteorologische omstandigheden ongunstig voor de luchtkwaliteit. Het was gemiddeld droger dan normaal met weinig wind en meer smogepisodes tot gevolg. Bij smogepisodes blijft de lokale uitstoot meer hangen en dit zien we ook in de maandgemiddelden. Op meetplaatsen midden in de haven met veel bronnen zijn de concentraties in het voorjaar veel hoger dan op meetplaatsen die aan de rand van de haven liggen, zoals R831, SA04 en SA08. De meeste overschrijdingsdagen waren in maart, met uitzondering van R892 die in vergelijking met andere meetplaatsen ook vrij veel dagen in april, mei en juni telt.

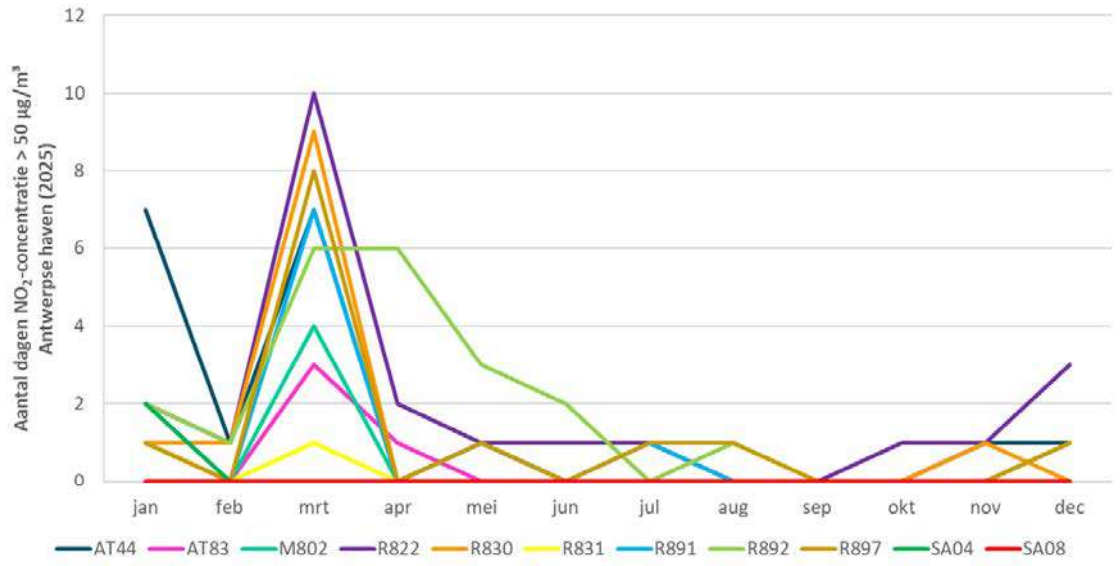
Figuur 13: Aantal dagen met NO_2-concentraties > 50 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven



Figuur 14: Maandgemiddelde NO_2-concentratie in de Antwerpse haven in 2025

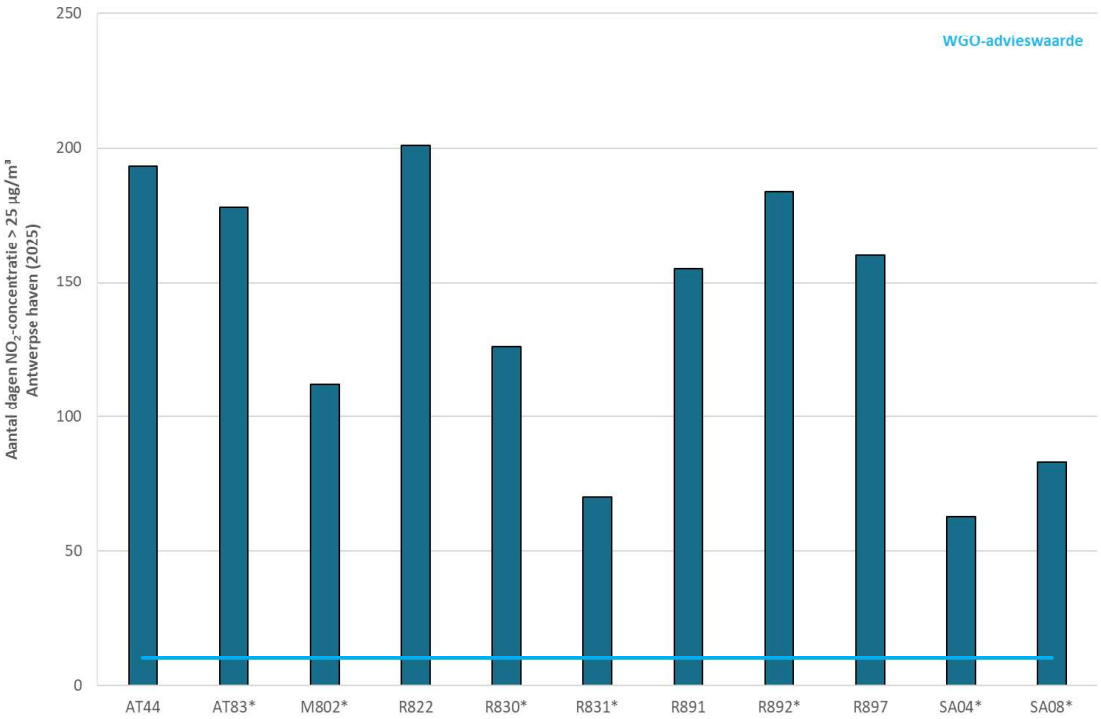


Figuur 15: Maandelijks aantal dagen met NO_2-concentraties > 50 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven



De WGO-dagadvieswaarde wordt overal ruim overschreden. Ook op AT83 is dit het geval. R831, SA04 en SA08 tellen het minst aantal dagen met een concentratie hoger dan 25 µg/m³.

Figuur 16: Aantal dagen met NO_2-concentraties > 25 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven



*: toetsing aan Europese doelstelling

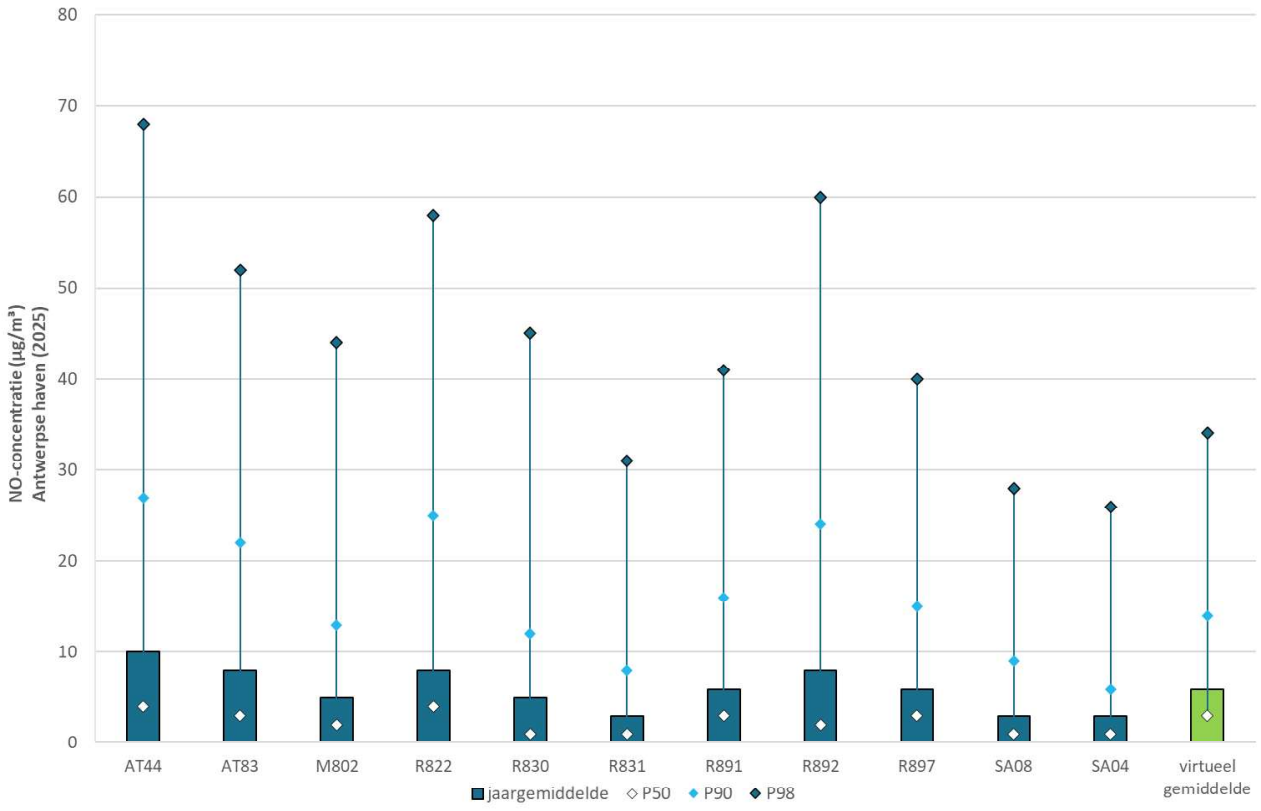
4.3 NO-concentraties in 2025

Toetsing aan regelgeving
Voor NO bestaat er geen regelgeving.

Concentratie per meetplaats
Figuur 17 toont voor alle meetplaatsen voor stikstofmonoxide de belangrijkste statistische parameters: het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden voor 2025.

We zien min of meer hetzelfde profiel als bij NO_2: de laagste jaargemiddelden en piekconcentraties komen voor aan de rand van de haven.
Het jaargemiddelde is lager dan bij NO_2. Dit komt omdat bij verbrandingsreacties in eerste instantie vooral NO ontstaat. NO heeft een korte levensduur en wordt in de lucht snel omgezet in NO_2.

Figuur 17: Overzicht statistische parameters NO in de Antwerpse haven in 2025



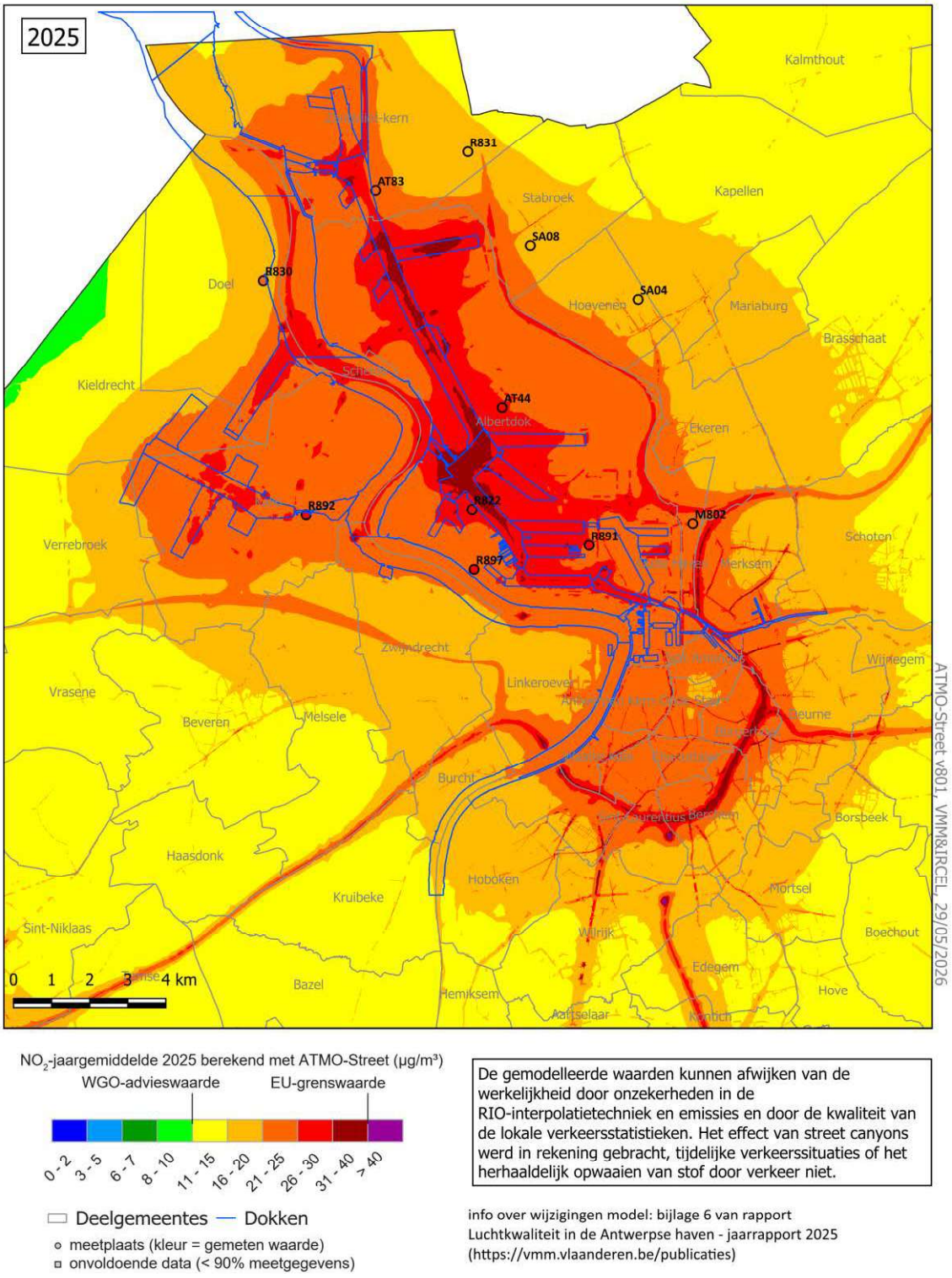
4.4 Geografische spreiding van NO_2-concentraties

4.4.1 Gemodelleerde NO_2-concentratie

Op plaatsen waar de VMM geen meetresultaten heeft, schatten we de concentraties in aan de hand van rekenkundige modellen. Voor NO_2 gebruikt de VMM het ATMO-Street-model. De berekeningsmethode kan bepaalde plaatsen onder- of overschatten en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Meer uitleg over methodiek van de modellering en de wijzigingen die we in deze kaart toepassen, vind je in bijlage 6.

De ATMOStreet-kaart (Figuur 18) 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 R2 is duidelijk zichtbaar met concentratieverhogingen ter hoogte van de tunnelmonden. 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.
In vergelijking met de kaart van 2024, zijn de concentraties ter hoogte van het Hansadok hoger. Dit komt doordat we enerzijds vanaf 2025 hogere emissies voor zeevaart doorrekenen en anderzijds door de hogere emissie die TotalEnergies Refinery rapporteert voor 2024.

Figuur 18: Gemodelleerd NO_2-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2025



De onzekerheid (1 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 3,0 en 5,4 µg/m³ voor 2025.

4.4.2 Pollutierozen NO_2

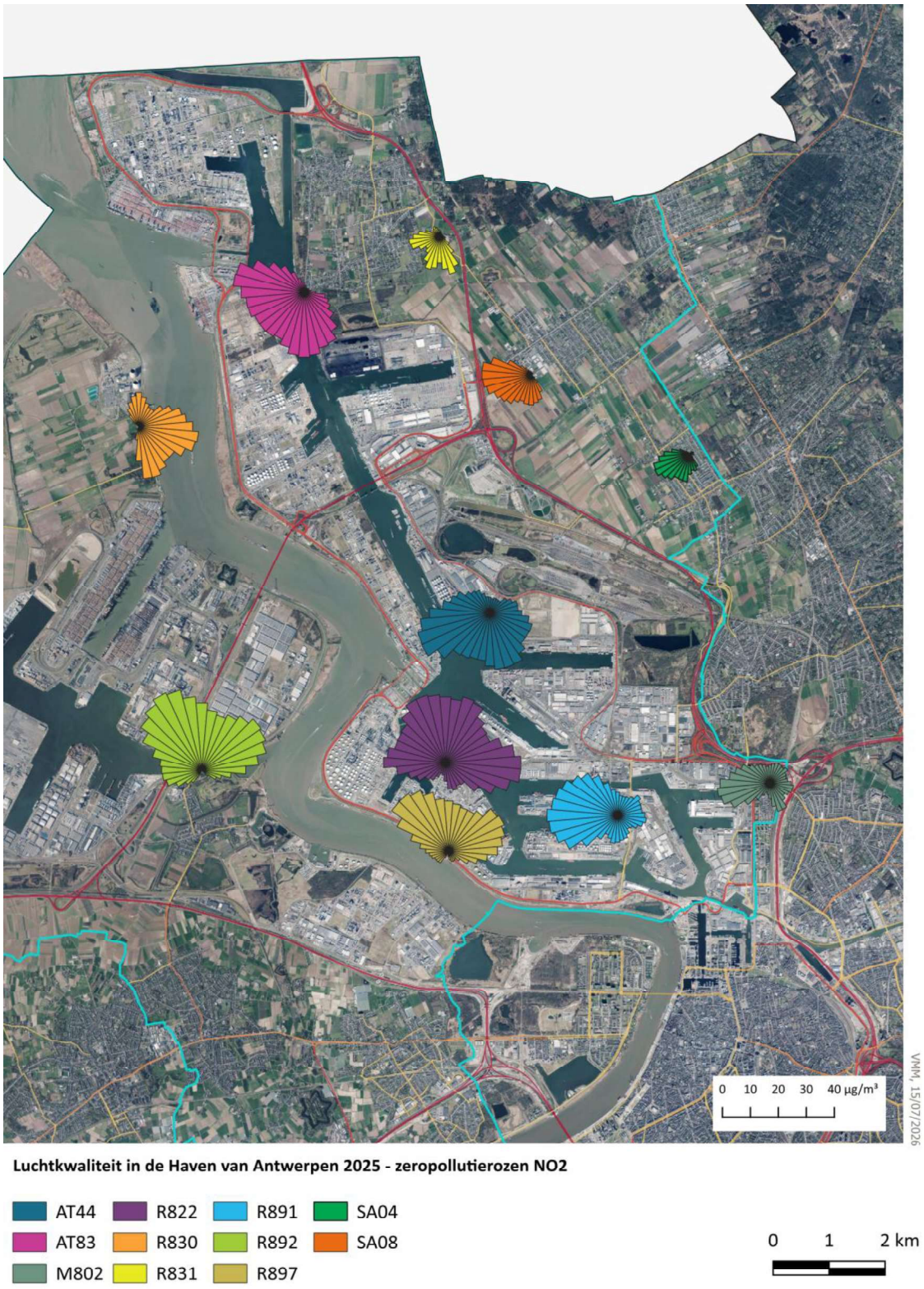
NO_2 is een deels secundair gevormde polluent. Figuur 19 toont daarom de zeropollutierozen voor NO_2. Meer informatie over de methodiek staat in bijlage 6.

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, SA04, SA08, 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 2024 meer dan 100 ton NO_x (als NO_2) 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: raffinaderijen

AT83 wijst naar bronnen in de noordwestelijke tot zuidelijke sector. Er zijn geen bedrijven in die sector met een IMJV in 2024 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. Consequent overschakelen op walstroom kan de NO_x-uitstoot doen dalen.

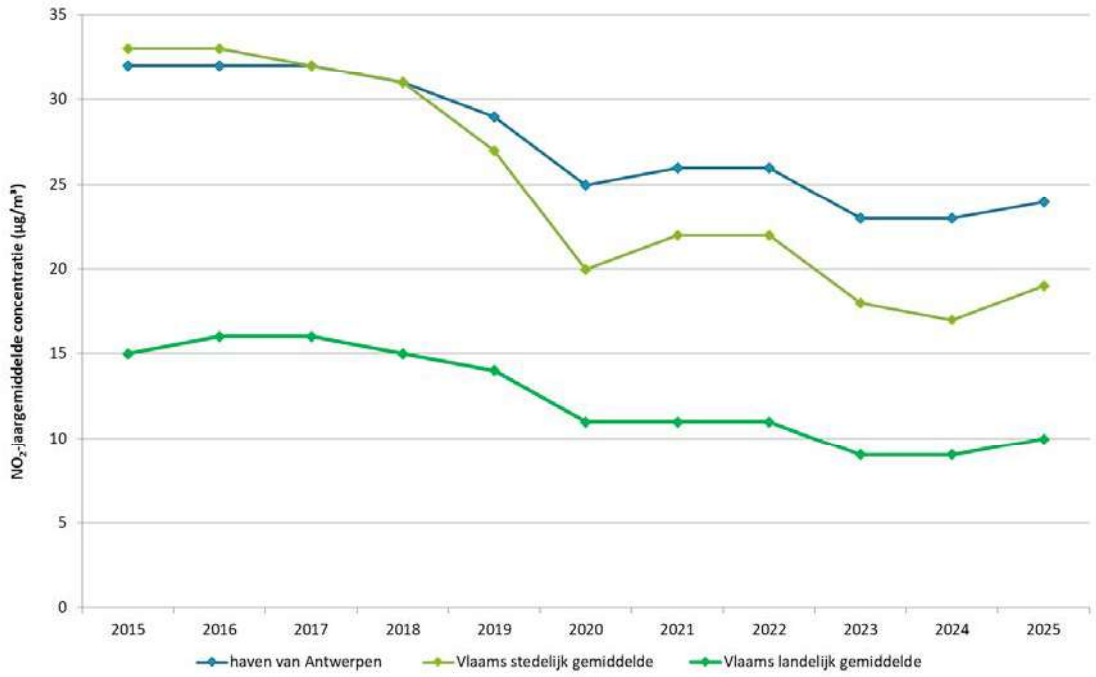
Figuur 19: Zeropollutierozen NO_2-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2025



4.5 Trend van NO_x-concentraties

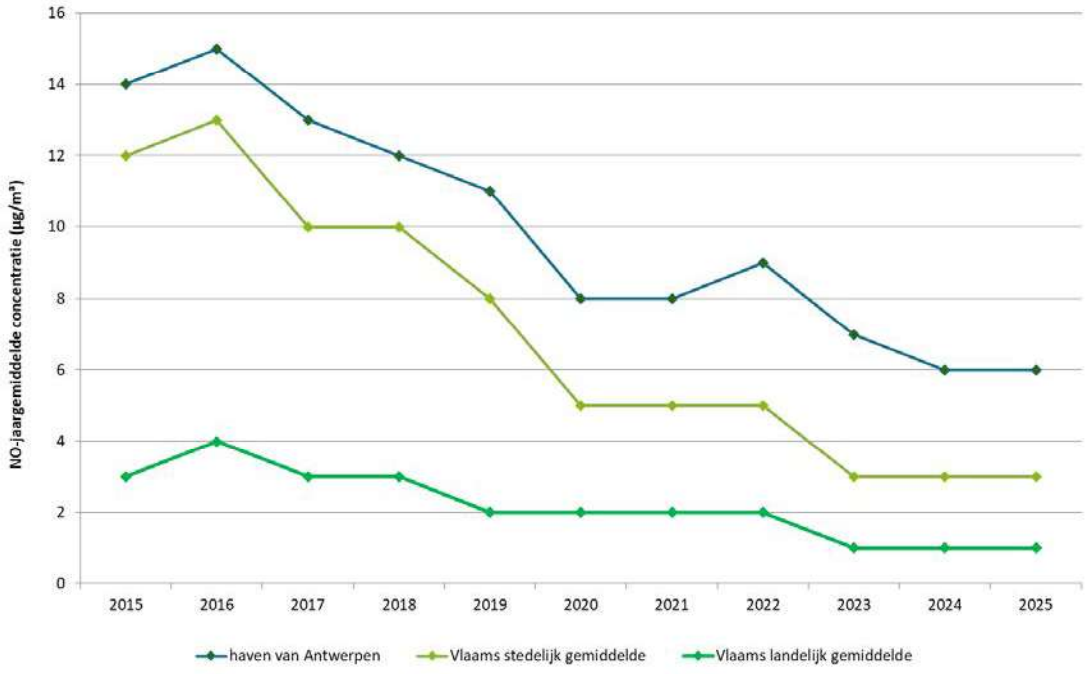
Figuur 20 vergelijkt het verloop van de NO_2-concentraties op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse haven' met dit van het Vlaams stedelijk en landelijk gemiddelde in de periode 2015 tot en met 2025.
In die periode was er een dalende trend in de Antwerpse haven en op stedelijke en landelijke locaties in Vlaanderen. Tot 2016 zien we hogere NO_2-concentraties op stedelijke locaties. De invoering van de lage-emissiezone (LEZ) in Antwerpen leidde tot een versnelde vergroening van het wagenpark, zowel binnen de LEZ als in de rest van Vlaanderen, met daardoor een lagere NO_2-uitstoot in steden. In 2020 daalde de NO_2-concentratie sterker dan de jaren daarvoor, door het effect van de coronamaatregelen. De impact van de coronamaatregelen zien we sterker op de stedelijke meetplaatsen waar het personenverkeer de belangrijkste bron is en die uitstoot door verkeer drastisch daalde door onder andere het verbod op niet-essentiële verplaatsingen. In 2021 stegen de jaargemiddelden weer licht en in 2023 zien we weer een daling. In 2025 zijn de NO_2-concentraties op alle typelocaties iets hoger dan het jaar ervoor. Zowel 2023 als 2024 waren zeer natte jaren, wat goed is voor de luchtkwaliteit. 2025 werd gekenmerkt door een koud, droog voorjaar, wat meer smogepisodes in de hand heeft gewerkt. Zowel lokale bronnen (bij weinig wind) als regionale en buitenlandse bijdragen (vooral bij oostenwind) zorgden voor meer vervuiling. Maar op langere termijn liggen de concentraties in 2025 nog wel lager.
In vergelijking met 2015, was het NO_2-jaargemiddelde op de stedelijke meetplaatsen bijna de helft lager en op de landelijke meetplaatsen een derde. In de haven nam ze met een kwart af. In 2025 lag de concentratie van NO_2 in de Antwerpse haven een kwart hoger dan het Vlaams stedelijk gemiddelde.

Figuur 20: Evolutie NO_2-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen



Figuur 21 vergelijkt het verloop van de NO-concentraties op de virtuele meetplaatsen ‘Antwerpse haven’ met dit van het Vlaams stedelijk en landelijk gemiddelde in de periode 2015 tot en met 2025. Ook hier zien we een dalende trend op beide typelocaties, met in 2023 een sterkere daling. In 2024 zien we alleen in de Antwerpse haven een verdere daling. In 2025 volgt een stagnatie op alle typelocaties.
NO is in de volledige meetperiode hoger in de Antwerpse haven. Dit wijst op de aanwezigheid van veel primaire bronnen in de haven. Op de landelijke meetplaatsen is de concentratie veel lager en de daling minder uitgesproken.

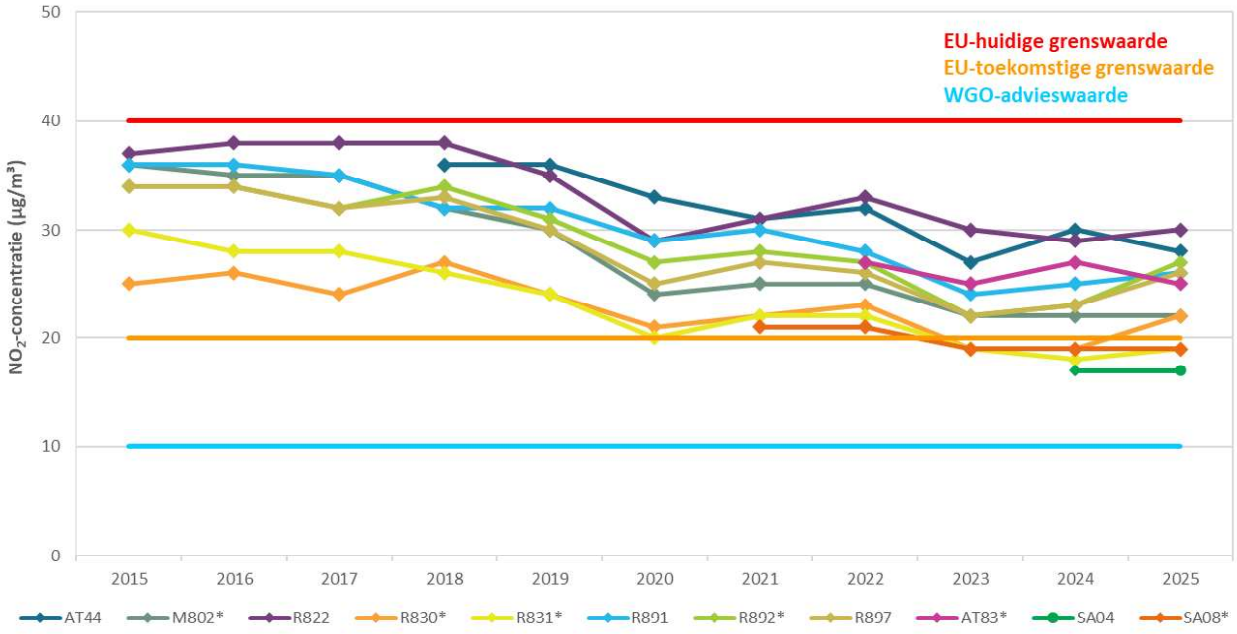
Figuur 21: Evolutie NO-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen



Figuur 22 toont het verloop van de jaargemiddelde NO_2-concentratie voor de periode 2015 tot 2025. Bij de meetplaatsen die al sinds 2015 actief zijn, varieert de daling van 12 % op R830 tot 39 % op M802. Vergelijken we 2025 met 2024, dan zien we de grootste stijging bij R830 en R892 (16 respectievelijk 17 %).

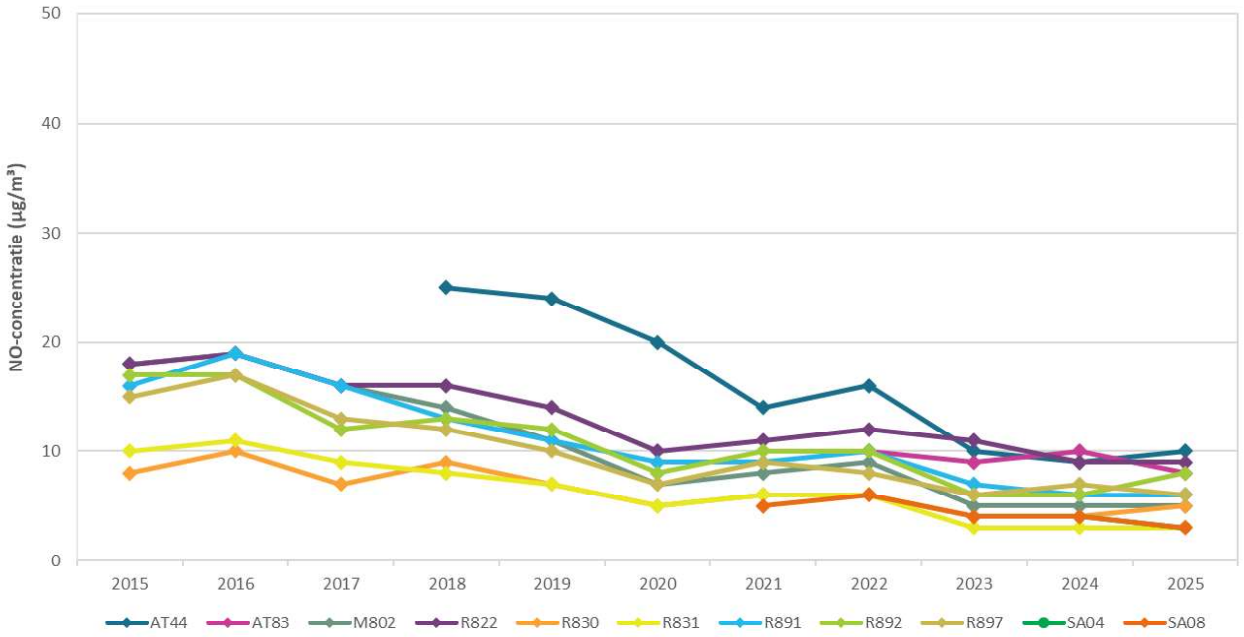
Ook bij NO zien we een daling op de meetplaatsen. Bij de meetplaatsen die al sinds 2015 gebruikt worden, varieert de daling van 38 % op R830 tot 72 % op M802. Op AT44 zijn de NO-concentraties hoger tot in 2022. Daarna zakt de concentratie, maar ze behoort nog altijd bij de hoogste van de meetplaatsen in de Antwerpse haven.

Figuur 22: Evolutie NO_2-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven



*: toetsing aan Europese doelstelling

Figuur 23: Evolutie NO-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven



5 FIJN STOF – PM_{10}, $PM_{2,5}$ EN ZWARTE KOOLSTOF

Fijn stof bestaat uit zeer kleine deeltjes die aanwezig zijn in de lucht. PM_{10} en $PM_{2,5}$ staan voor deeltjes die kleiner zijn dan 10 of 2,5 micrometer. Fijn stof is de belangrijkste polluent naar gezondheidsimpact onder andere door luchtweginfecties, astma, dichtslibben van bloedvaten en het veroorzaken van kanker. Zwarte koolstof vormt een fractie van fijn stof en bestaat vooral uit roetdeeltjes die ontstaan bij onvolledige verbranding van fossiele en andere brandstoffen (diesel, hout, kolen …).
Dit hoofdstuk behandelt alleen het fijn stof dat rechtstreeks uitgestoten wordt en dus niet het secundair stof dat ontstaat door reacties in de lucht.

Meer informatie over fijn stof vind je in bijlage 4.

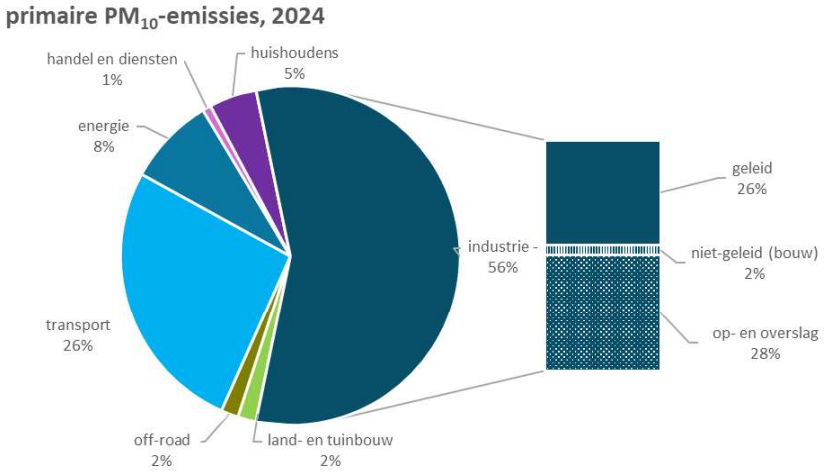
5.1 PM_{10}

5.1.1 Emissie van PM_{10}

In 2024 bedroeg de **primaire PM_{10}-emissie** voor de zone Antwerpse haven, 1.049 ton. Dit was 7 % van de totale primaire PM_{10}-uitstoot van heel Vlaanderen en 6 % minder dan in 2023.

Bij de primaire PM_{10}-emissie in 2024 had industrie het grootste aandeel door op- en overslag en geleide emissies. Daarna volgde transport, vooral door de scheepvaart (19 %). De energiesector kwam op de 3de plaats (Figuur 24).

Figuur 24: Aandeel sectoren in emissies primair PM_{10} in de Antwerpse haven in 2024

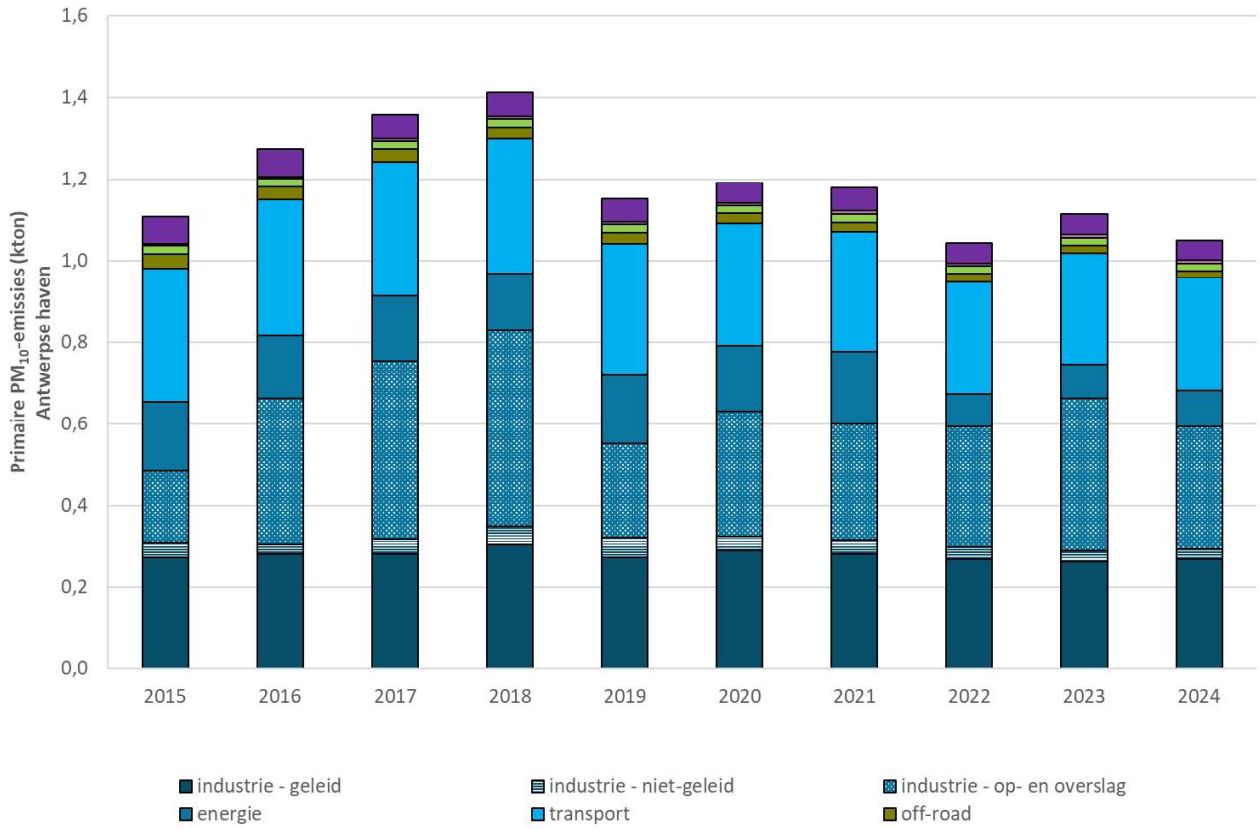


Bron: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 25 toont de trend van de rechtstreeks uitgestoten **primaire PM_{10}-emissies** door verschillende sectoren in de Antwerpse haven. De totale absolute emissie van primair PM_{10} fluctueerde over de jaren, maar bleef in 2024 nagenoeg onveranderd ten opzichte van 2015.
De hele reeks van op- en overslag is herrekend. Ze gaat alleen nog over bedrijven die dit als hoofdactiviteit hebben, zoals Antwerp Bulk Terminal en Euroports Terminals Antwerp. Bij Boortmalt worden dergelijke emissies voortaan als “geleid” gecatalogiseerd.

In 2015 was industrie de belangrijkste bron met 44 %. In 2024 liep het aandeel op tot 56 %. De toename van emissie door op- en overslag tussen 2015 en 2018 is gerelateerd aan de rapportering sinds 2016 door Euroports. De daling in 2019 komt doordat Antwerp Bulk Terminal haar emissies vanaf dan op een andere manier berekent (met de rekentool). Transport was de tweede grootste sector in 2024, waarvan het merendeel door scheepvaart (19 % van totaal). De scheepvaartemissies lagen 13 % lager ten opzichte van 2015. Het aandeel van de energiesector daalde van 15 % tot 8 % in 2024.

Figuur 25: Primaire PM_{10}-emissies van verschillende sectoren in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Ook PM_{10} in de omgevingslucht nam 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 75 % van PM_{10} uit het buitenland en de andere gewesten. Vlaanderen exporteert 1,7 keer meer stof dan dat het fijn stof van buiten Vlaanderen importeert[2].

[2] VITO, 2025, Referentietaak Luchtkwaiteitsmodellering, Deeltaak Sectorbijdrage en Import/export berekeningen voor Vlaanderen op basis van het jaar 2022

5.1.2 PM_{10}-concentraties in 2025

Toetsing aan regelgeving

De VMM meet PM_{10} op acht meetplaatsen in de Antwerpse haven. Door de ligging van de meetplaatsen moeten niet alle meetplaatsen aan de regelgeving getoetst worden:

A) toetsing op AL02 (Doel), AL03 (Watermolendijkweg), AL05 (Sluis Kallo), AT83 (Berendrecht), M802 (Luchtbal), SA04 (Hoevenen), R823 (Meerminnendam)
B) geen toetsing op AL04 (Liefkenshoektunnel)

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

Uit Tabel 5 volgt dat de huidige Europese doelstellingen gehaald zijn, ook op plaatsen waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden. Voor de toekomstige EU-regelgeving is dit niet het geval: op M802 werd de dag- en jaargrenswaarde overschreden, op AL05 alleen de daggrenswaarde.
De WGO-advieswaarden werden op alle meetplaatsen overschreden. Ook op bijna alle Vlaamse meetplaatsen was dit het geval.

Tabel 5: Toetsing PM_{10}-concentraties aan regelgeving

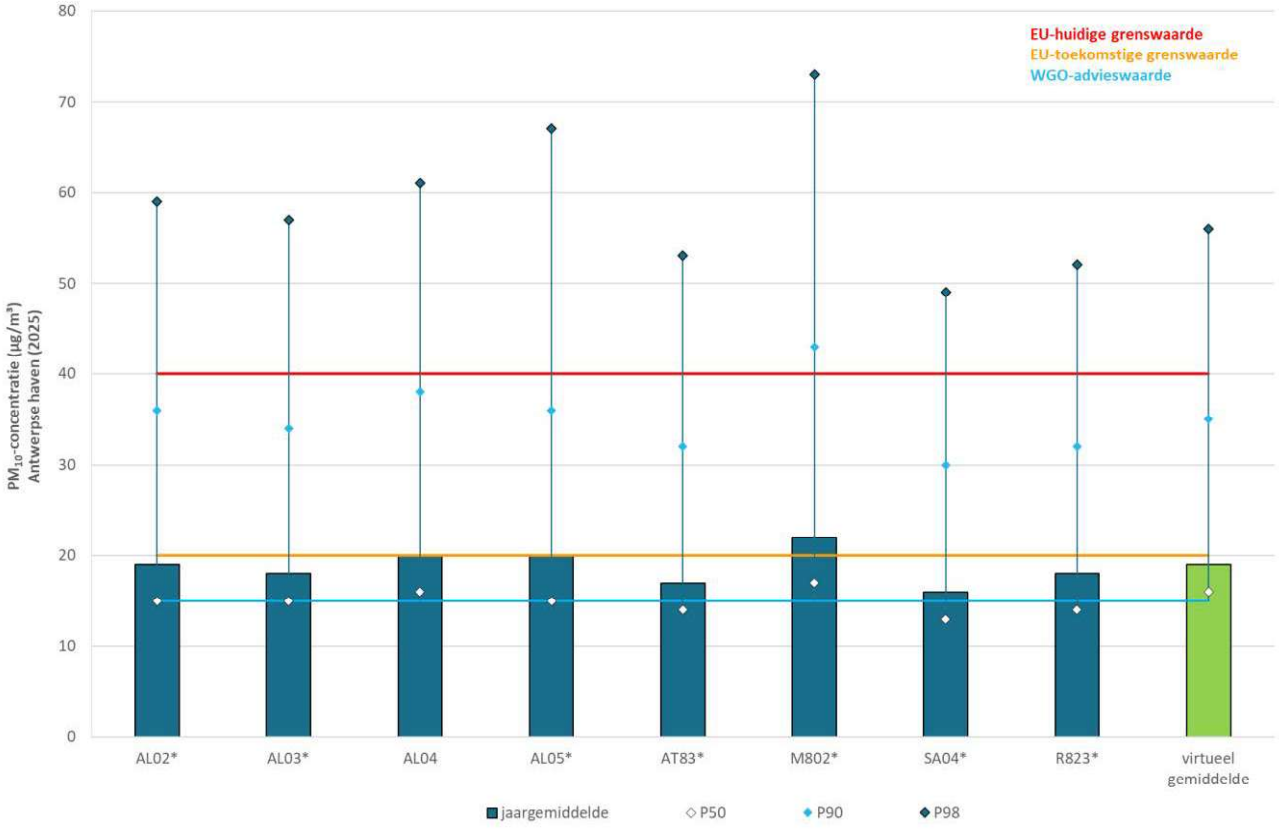
2025 – PM_{10}	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen	Overschrijding
EU-huidige daggrenswaarde	50 µg/m³ - 35x	7/7	1/1	*3 tot 16 dagen*
EU-huidige jaargrenswaarde	40 µg/m³	7/7	1/1	/
EU-toekomstige daggrenswaarde	45 µg/m³ - 18x	5/7	1/1	AL05 en M802
EU- toekomstige jaargrenswaarde	20 µg/m³	6/7	1/1	M802
EU-toekomstige alarmdrempel	90 µg/m³ (3d)	7/7	1/1	/
WGO-dagadvieswaarde	45 µg/m³ - 3x	0/7	0/1	allemaal
WGO-jaaradvieswaarde	15 µg/m³	0/7	0/1	allemaal

Cursief: maximaal toegelaten overschrijdingen is niet overschreden

Concentratie per meetplaats

Figuur 26 toont voor alle meetplaatsen voor PM_{10} de belangrijkste statistische parameters: het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden voor 2025. Hieruit volgt dat de jaargemiddelden variëren van 16 µg/m³ tot 22 µg/m³ en het hoogst is op M802. Alle jaargemiddelden liggen ver onder de huidige Europese grenswaarde. Op M802 werd de toekomstige jaargrenswaarde overschreden en op AL04 en AL05 bereikt. Alle meetplaatsen overschrijden de WGO-advieswaarde.

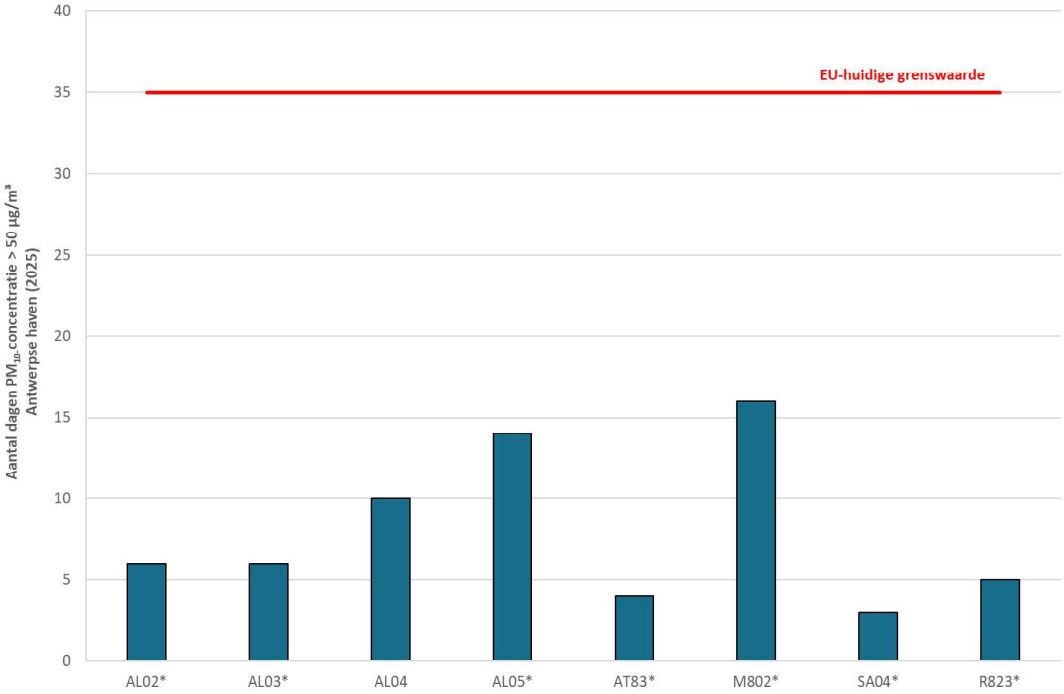
Figuur 26: Overzicht statistische parameters PM_{10} in de Antwerpse haven in 2025



*: toetsing aan Europese doelstelling

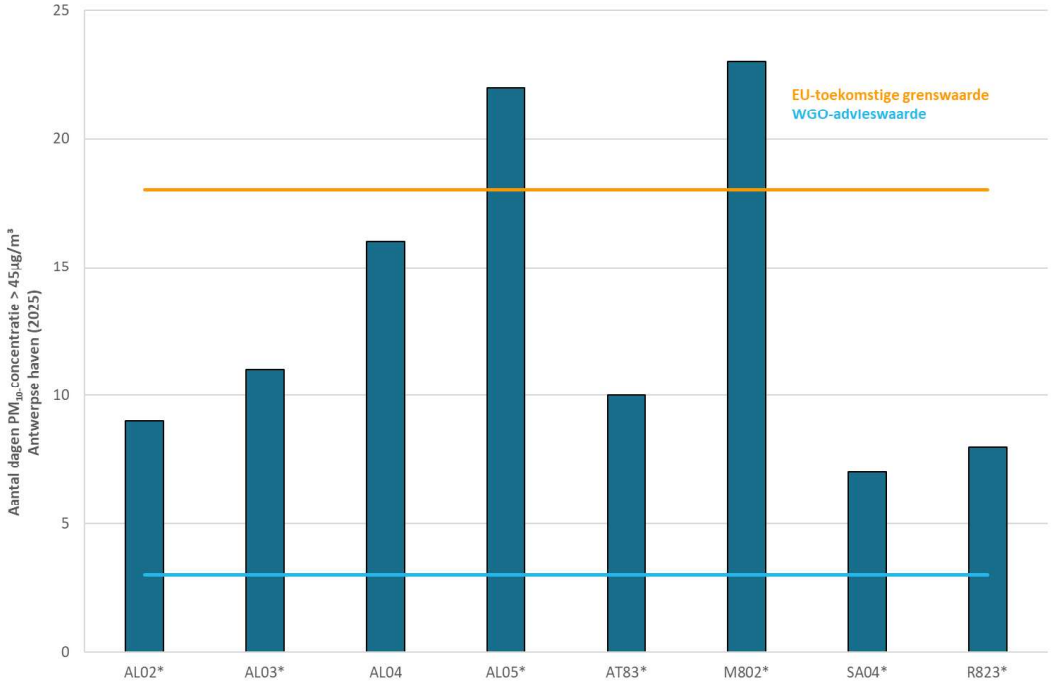
De Europese regelgeving definieert ook een grenswaarde voor daggemiddelden. Deze wordt ruim gerespecteerd. Er zijn maximaal 16 dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³, wat ruim onder het maximum van 35 ligt (Figuur 27). Twee meetplaatsen overschrijden de toekomstige daggrenswaarde van 45 µg/m³. Alle meetplaatsen overschrijden de WGO-advieswaarde (Figuur 28).

Figuur 27: Aantal dagen met PM_{10}-concentraties > 50 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven



*: toetsing aan Europese doelstelling

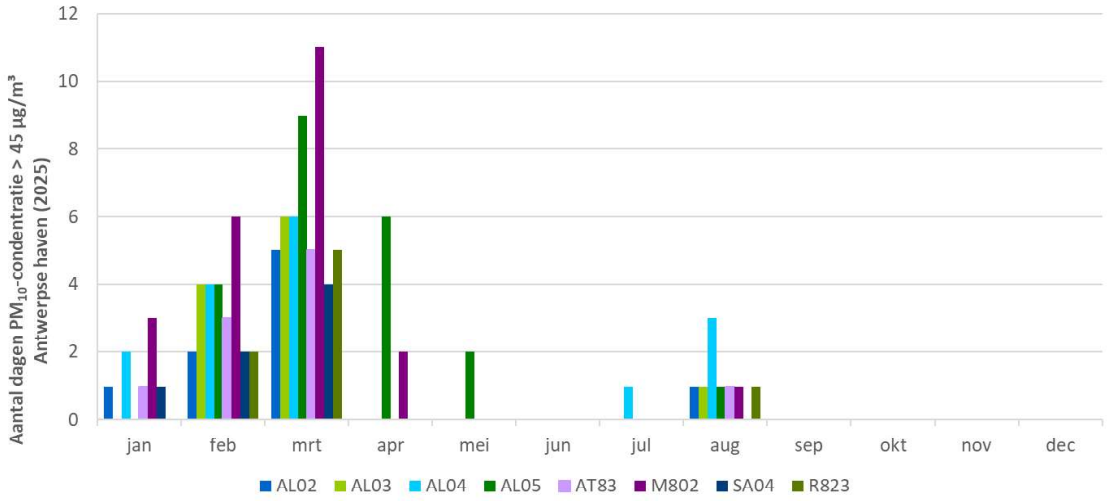
Figuur 28: Aantal dagen met PM_{10}-concentraties > 45 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven



*: toetsing aan Europese doelstelling

Net als bij NO_2 zijn de maandgemiddelden hoger in het voorjaar. De meteorologische omstandigheden (droog, weinig wind) waren ongunstig voor de luchtkwaliteit en er waren meer smogepisodes. Bij smogepisodes blijft de lokale uitstoot meer hangen en dit zien we ook in de maandgemiddelden. De meeste overschrijdingsdagen vonden plaats in februari en vooral in maart, voor AL05 ook nog in april en mei. M802 ligt dichtbij Euroports Storage Antwerp, dat de hoogste PM_{10}-emissie voor de haven rapporteert. Ook de Oosterweelwerken en een nabijgelegen werf kunnen voor extra veel lokaal stof gezorgd hebben. Nabij AL05 kan de renovatie aan de Beverentunnel tot extra stofvrijgave geleid hebben. In dit stof was de $PM_{2,5}$-fractie vrij laag. Dat is een extra reden om aan te nemen dat de werken zorgden voor de verspreiding van grof stof.

Figuur 29: Aantal dagen met PM_{10}-concentraties > 45 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven



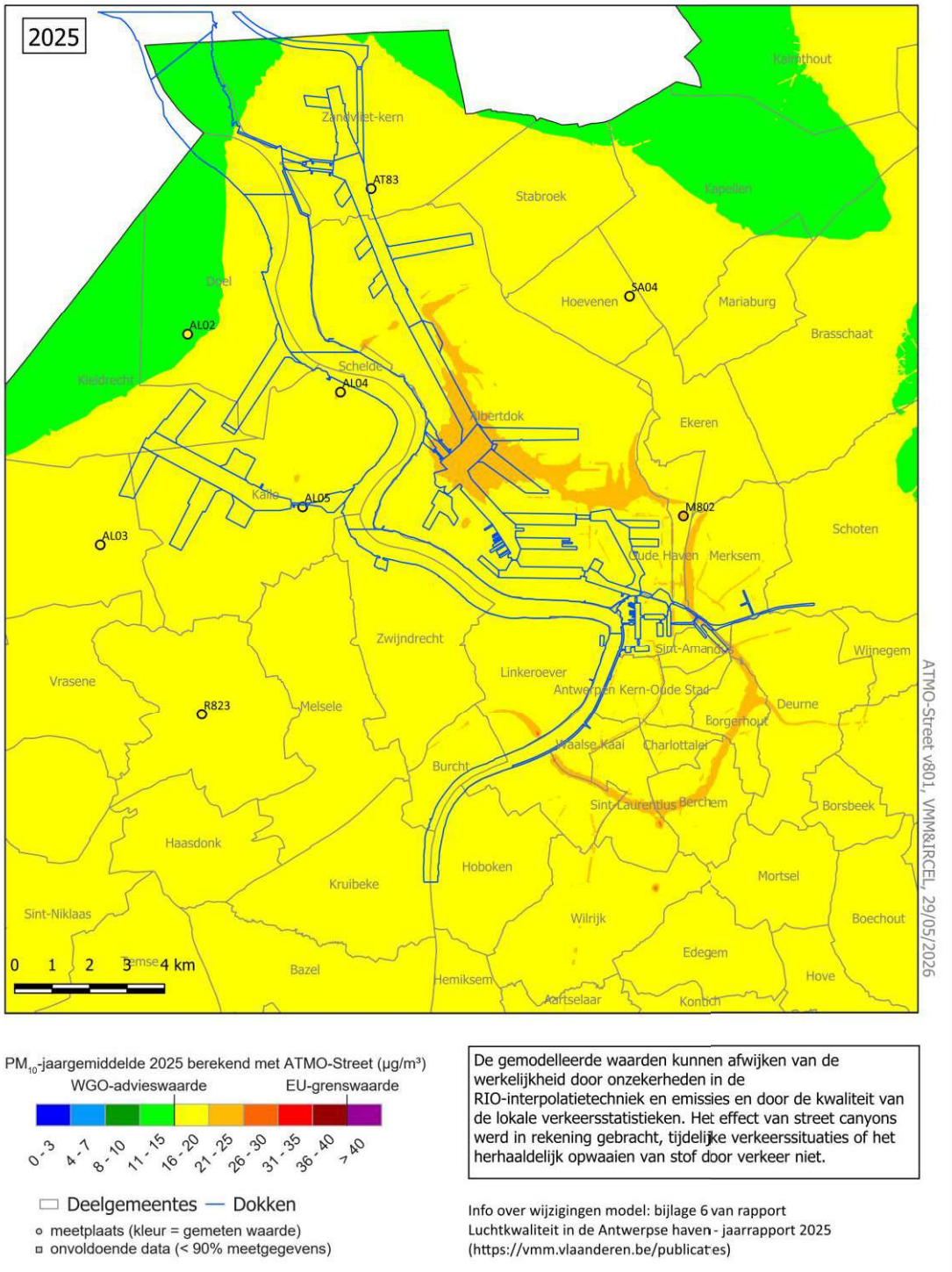
5.1.3 Geografische spreiding van PM_{10}-concentraties

5.1.3.1 Gemodelleerde PM_{10}-concentraties

Op plaatsen waar de VMM geen meetresultaten heeft, schatten we de concentraties in aan de hand van rekenkundige modellen. Voor PM_{10} gebruikt de VMM het ATMO-Street-model. De berekeningsmethode kan bepaalde plaatsen onder- of overschatten en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. De diffuse emissies van PM_{10} zijn niet mee opgenomen. Meer uitleg over methodiek van de modellering vind je in bijlage 6.

In 2025 berekende het model in het centrum van de haven en op de Antwerpse Ring een PM_{10}-concentratie tussen 21 en 25 µg/m³. Op de meeste locaties ligt de concentratie tussen 16 en 20 µg/m³.

Figuur 30: Gemodelleerde PM_{10}-concentratie in de Antwerpse haven in 2025



De onzekerheid (1 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 2,7 en 4,0 µg/m³ voor 2025

5.1.3.2 Pollutierozen PM_{10}

Bij deels secundair gevormde polluenten zoals PM_{10} heeft de achtergrondconcentratie een dominante invloed op de lokale concentratie. Om de lokale bronnen te identificeren, worden zeropollutierozen gemaakt (Figuur 31). Meer informatie over deze methode staat in bijlage 6.

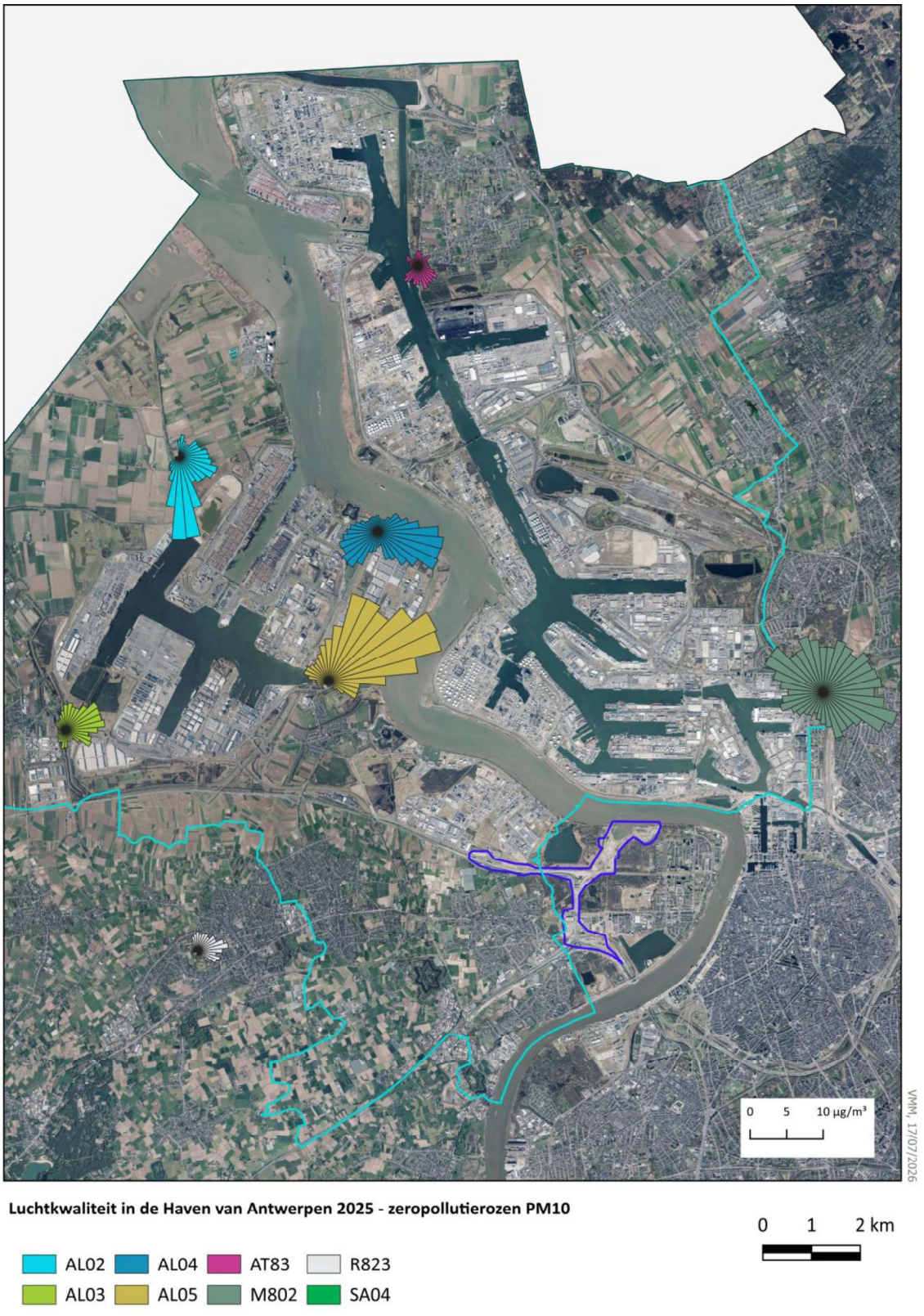
In de haven gebeuren er heel wat laad- en losactiviteiten die lokaal voor verhoogde PM_{10}-concentraties kunnen zorgen. Het is moeilijk om deze emissie te bepalen en het is niet duidelijk of alle betrokken bedrijven deze emissie rapporteren. In bijlage 3 zijn de 7 bedrijven opgesomd die volgens het IMJV meer dan 10 ton PM_{10} uitstoten in 2024. Daarna vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen. We stellen het volgende vast:

- M802: W: Euroports Storage Antwerp
- AL04: ZO: TotalEnergies Refinery Antwerp, Exxonmobil Petroleum&Chemical

De impact van het Waaslandkanaal zien we op AL02 en AL03 en de impact van wegen en tunnels is zichtbaar op M802 en AL04.
Ook AT83 en SA04 wijzen naar de Antwerpse haven maar de concentraties zijn er veel lager. Buiten het havengebied zien we op de meetplaats in Meerminnendam (R823) vooral invloed uit noordelijke tot oostelijke richting. Ook volgende werven kunnen een invloed hebben op de stofconcentraties:

- M802: bouwwerf ten NW en Oosterweelwerf
- AL05: renovatie Beverentunnel

Figuur 31: Zeropollutierozen voor PM_{10} in de Antwerpse haven in 2025

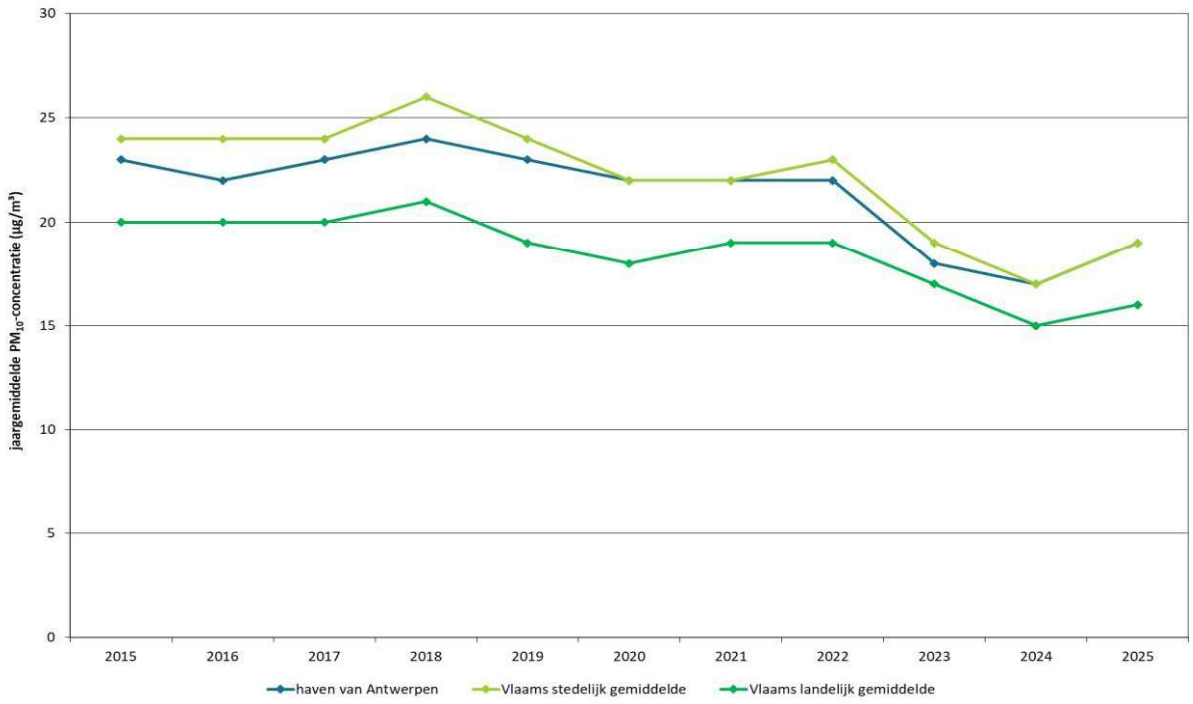


5.1.4 Trend van PM_{10}-concentraties

Figuur 32 vergelijkt het verloop van de PM_{10}-concentraties op de virtuele meetplaatsen 'Antwerpse haven' met dit van het Vlaams stedelijk en landelijk gemiddelde in de periode 2015 tot en met 2025.

In de periode 2015-2025 nam de gemiddelde PM_{10}-concentratie in de Antwerpse haven met meer dan een vierde af. In de Antwerpse haven zien we een lichte daling tot 2016, gevolgd door een lichte stijging. Sinds 2018 zien we een geleidelijke daling die sinds 2022 verder toeneemt. De lagere concentraties in 2023 en 2024 op alle typegebieden liggen aan de dalende uitstoot en het gunstige weer zonder lange smogepisodes. In het voorjaar van 2025 waren er verschillende smogperiodes met hoge fijnstofconcentraties tot gevolg. Zowel lokale bronnen (bij weinig wind) als regionale en buitenlandse bijdragen (vooral bij oostenwind) zorgden voor meer vervuiling. Dit vertaalt zich in een hoger jaargemiddelde in de Antwerpse haven en op de typelocaties. Het Vlaams virtueel stedelijk gemiddelde ligt over het algemeen hoger dan wat we in de haven meten. In steden is houtstook een belangrijke bron van fijn stof. Het Vlaams landelijk gemiddelde ligt een stuk lager dan beide.

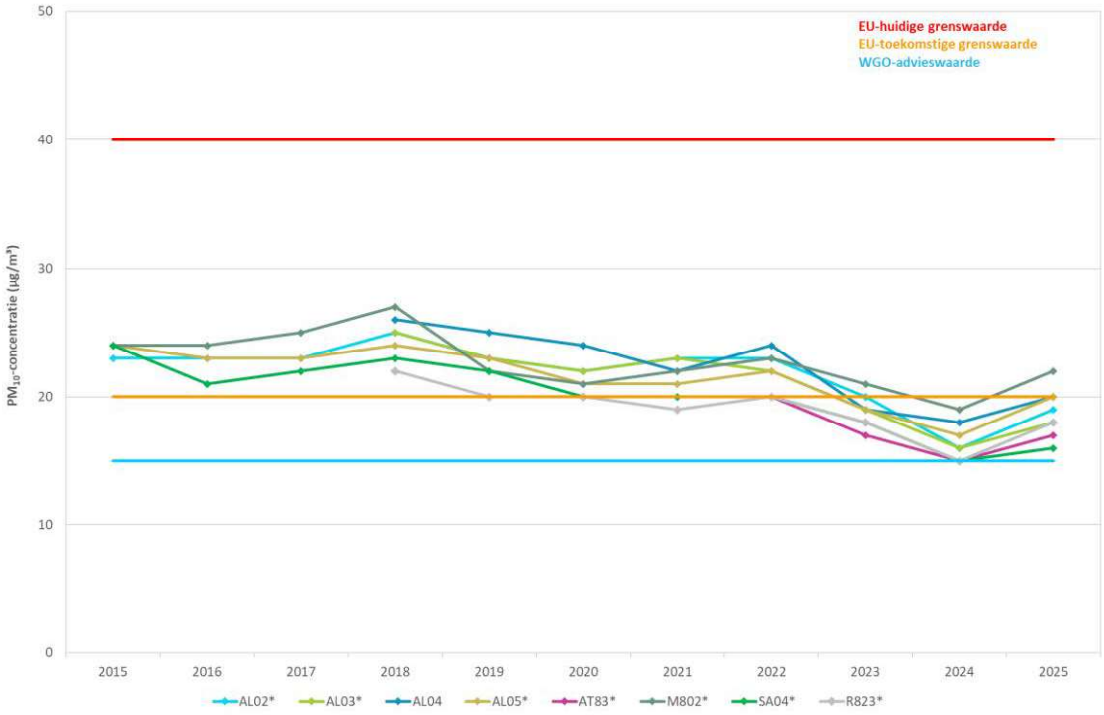
Figuur 32: Evolutie PM_{10}-jaargemiddelde in de Antwerpse haven ten opzichte van het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen



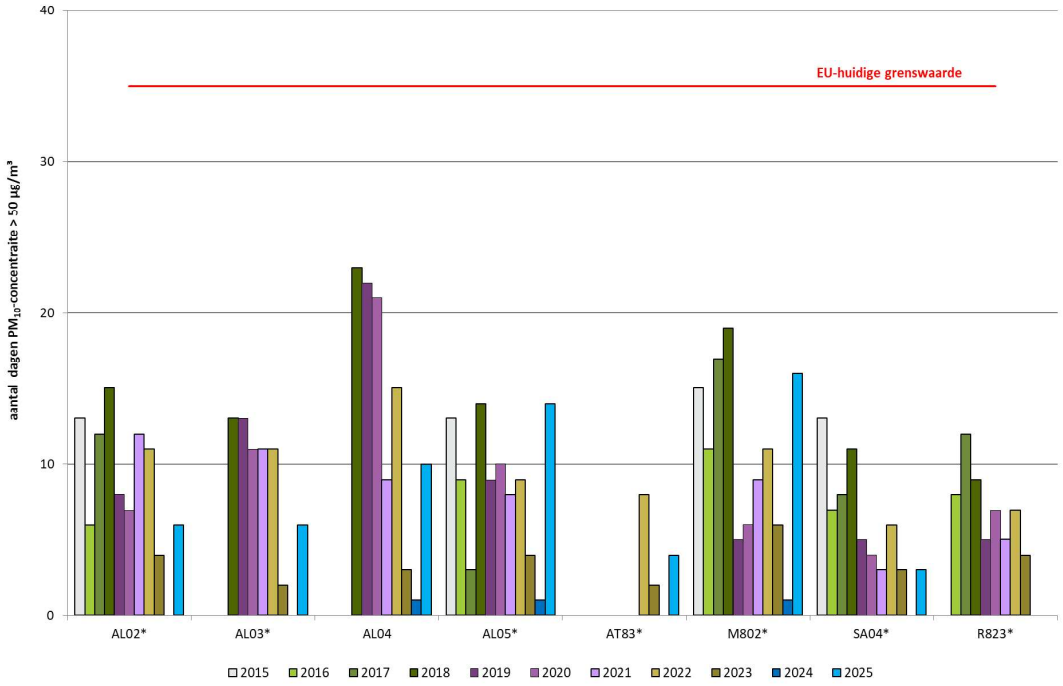
Figuur 33 toont het verloop van de jaargemiddelde PM_{10}-concentratie op de individuele meetplaatsen in de Antwerpse haven voor de periode 2015 tot 2025. De concentraties fluctueren, maar tot 2024 zien we over het algemeen een globaal dalende trend. In 2025 stijgen de jaargemiddelden op alle meetplaatsen. Bij de 4 meetplaatsen die al sinds 2015 in werking zijn, varieert de daling van 8 % op M802 tot 33 % op SA04.

Figuur 34 toont de trend van het aantal dagen met concentraties hoger dan 50 µg/m³, Figuur 35 hoger dan 45 µg/m³. Hieruit volgt dat er in de periode 2015-2025 geen overschrijdingen zijn van de Europese grenswaarde, maar wel van de toekomstige Europese daggrenswaarde. Op M802 en AL05 na, tellen alle meetplaatsen minder dagen in vergelijking met de start van de metingen.

Figuur 33: Evolutie PM_{10}-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven

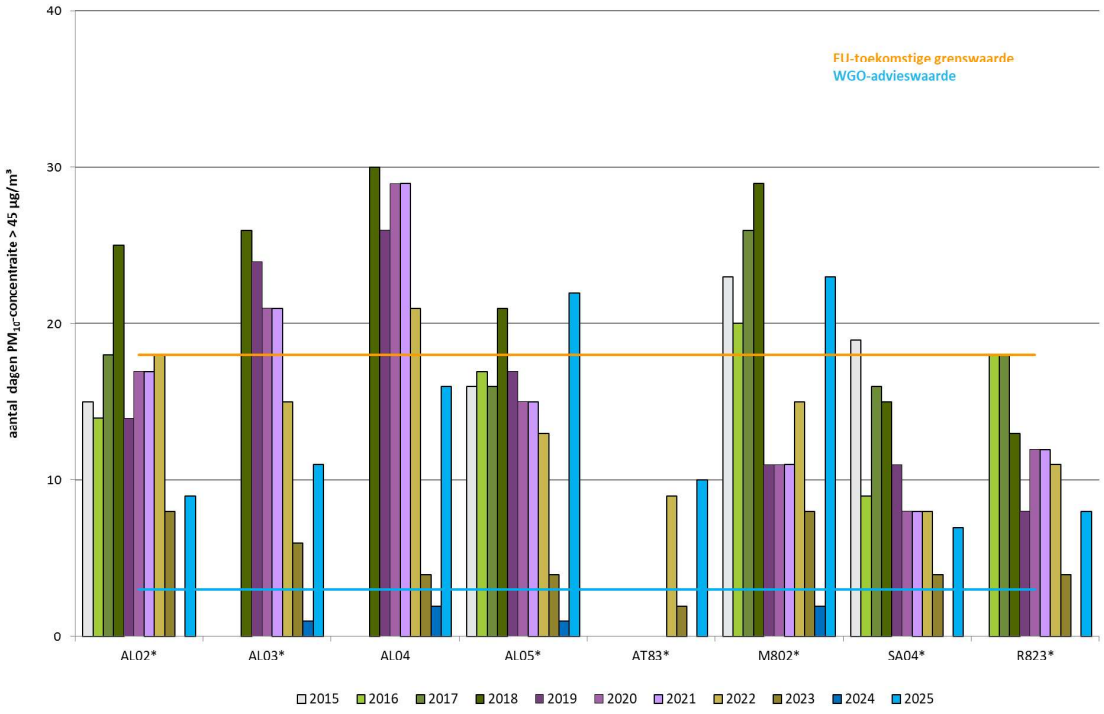


Figuur 34: Trend aantal dagen met PM_{10}-concentraties > 50 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven



*: toetsing aan Europese doelstelling
Alleen data met voldoende databeschikbaarheid opgenomen in de figuur

Figuur 35: Trend aantal dagen met PM_{10}-concentraties > 45 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven



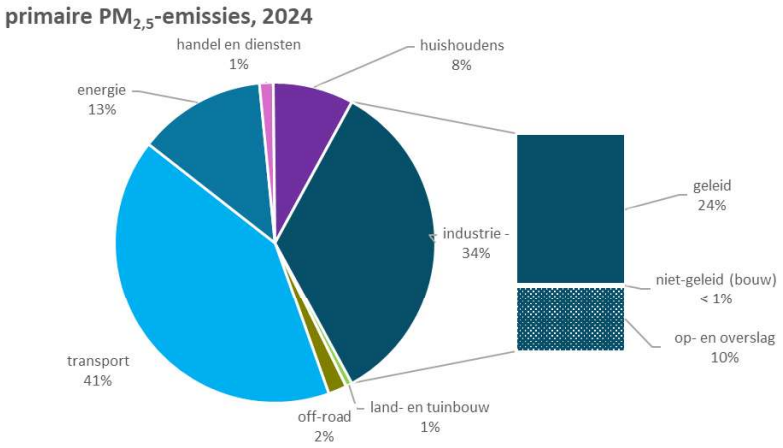
5.2 $PM_{2,5}$

5.2.1 Emissie van $PM_{2,5}$

In 2024 bedroeg de $PM_{2,5}$-emissie voor de zone Antwerpse haven 575 ton. Dit was 6 % van de totale $PM_{2,5}$-uitstoot van heel Vlaanderen en gelijk aan de uitstoot in 2023.

Transport was met 41 % de belangrijkste bron van rechtstreeks uitgestoten $PM_{2,5}$ met de scheepvaart als grootste uitstoter (32 %). Ook industrie was met 34 % 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, had een aandeel van 13 %. De emissies van de overige sectoren waren lager.

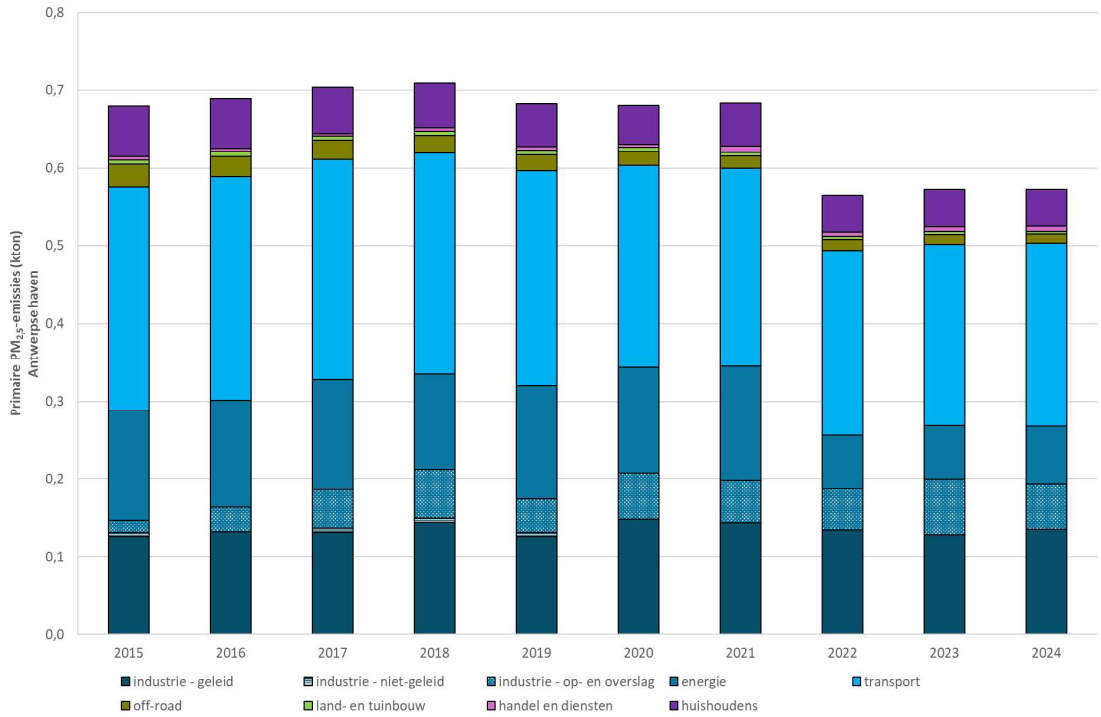
Figuur 36: Aandeel sectoren in primaire $PM_{2,5}$-emissies in de Antwerpse haven in 2024



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Net zoals bij de rechtstreekse uitstoot van het PM_{10}-stof lag de uitstoot van het $PM_{2,5}$-stof sinds 2022 een stuk lager. De totale absolute emissie van $PM_{2,5}$ daalde met 16 % in de periode 2015-2025. Vooral de uitstoot door petroleumraffinaderijen nam af. Vanaf 2022 rapporteert Total de stofemissies na de SOx-scrubber. Die zijn lager omdat deze scrubber ook stof verwijdert. Ook de scheepvaartemissies en het wegverkeer daalden. Industrie had in 2024 een groter aandeel dan in 2015. 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. De toename van emissie door op- en overslag is gerelateerd aan de rapportering sinds 2016 door Euroports.

Figuur 37: 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 75 % van $PM_{2,5}$ uit het buitenland en de andere gewesten. Vlaanderen exporteert 1,3 keer meer stof dan dat het stof importeert[3].

5.2.2 $PM_{2,5}$-concentraties in 2025

Toetsing aan regelgeving

De VMM meet $PM_{2,5}$ op 8 meetplaatsen in de Antwerpse Haven. Door de ligging van de meetplaatsen moeten niet alle meetplaatsen getoetst worden:

A) toetsing op AL02 (Doel), AL03 (Watermolendijkweg), AL05 (Sluis Kallo), AT83 (Berendrecht), M802 (Luchtbal), SA04 (Hoevenen), R823 (Meerminnendam)
B) geen toetsing op AL04 (Liefkenshoektunnel)

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

De huidige Europese jaargrenswaarde werd gerespecteerd, ook op de meetplaats waar de luchtkwaliteit niet beoordeeld moet worden. De toekomstige Europese jaar- en daggrenswaarde wordt wel overschreden.
De WGO dag- en jaaradvieswaarde werd op alle meetplaatsen overschreden. Dit is op alle meetplaatsen in Vlaanderen het geval.

Tabel 6: Toetsing $PM_{2,5}$-concentraties aan regelgeving

2025 – $PM_{2,5}$	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen	Overschrijding
EU-huidige jaargrenswaarde	25 µg/m³	7/7	1/1	/
EU-toekomstige jaargrenswaarde	10 µg/m³	6/7	1/1	M802
EU-toekomstige daggrenswaarde	25 µg/m³ - 18x	4/7	0/1	A: AL03, AT83, M802 B: AL04
EU-toekomstige alarmdrempel	50 µg/m³ - 3d	7/7	1/1	/
WGO-dagadvieswaarde	15 µg/m³ - 3x	0/7	0/1	55 tot 64x
WGO-jaaradvieswaarde	5 µg/m³	0/7	0/1	allemaal

Concentratie per meetplaats

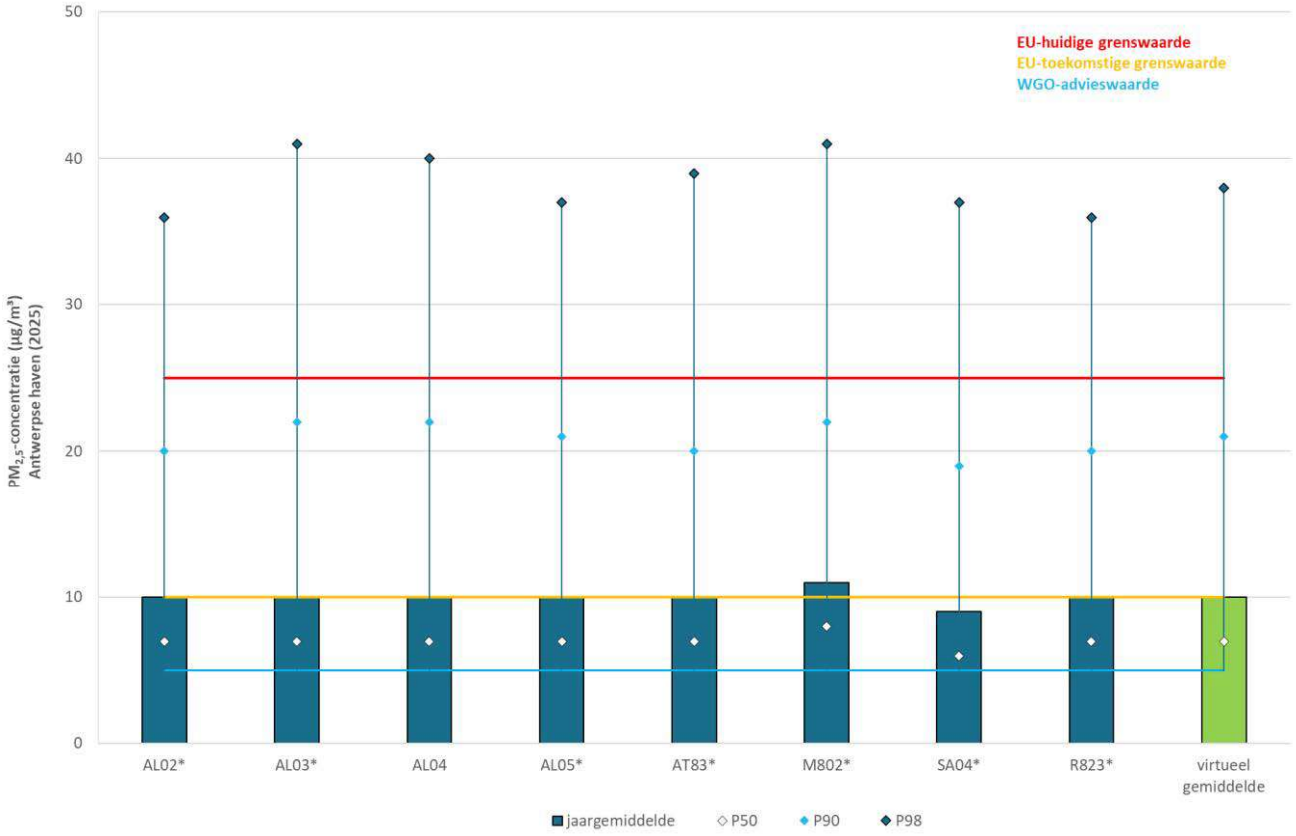
Figuur 38 toont voor alle meetplaatsen voor $PM_{2,5}$ de belangrijkste statistische parameters: het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden voor 2025. Hieruit volgt dat de concentraties niet sterk variëren. Het jaargemiddelde bedraagt meestal 10 µg/m³. Ook de piekwaarden zijn vrij gelijk. Alle jaargemiddelden liggen ver onder de huidige Europese grenswaarde. Alleen op M802 is er een overschrijding van de toekomstige Europese grenswaarde. De WGO-advieswaarde is nog ver buiten bereik.

De nieuwe Europese richtlijn definieert een daggrenswaarde die in 2025 overschreden werd op AL03, AT83 en M802 en ook op AL04. Opvallend is dat op AL05 veel overschrijdingen waren voor PM_{10} en minder voor $PM_{2,5}$. Bij renovatiewerken komt meer de grove fractie van het fijn stof vrij.

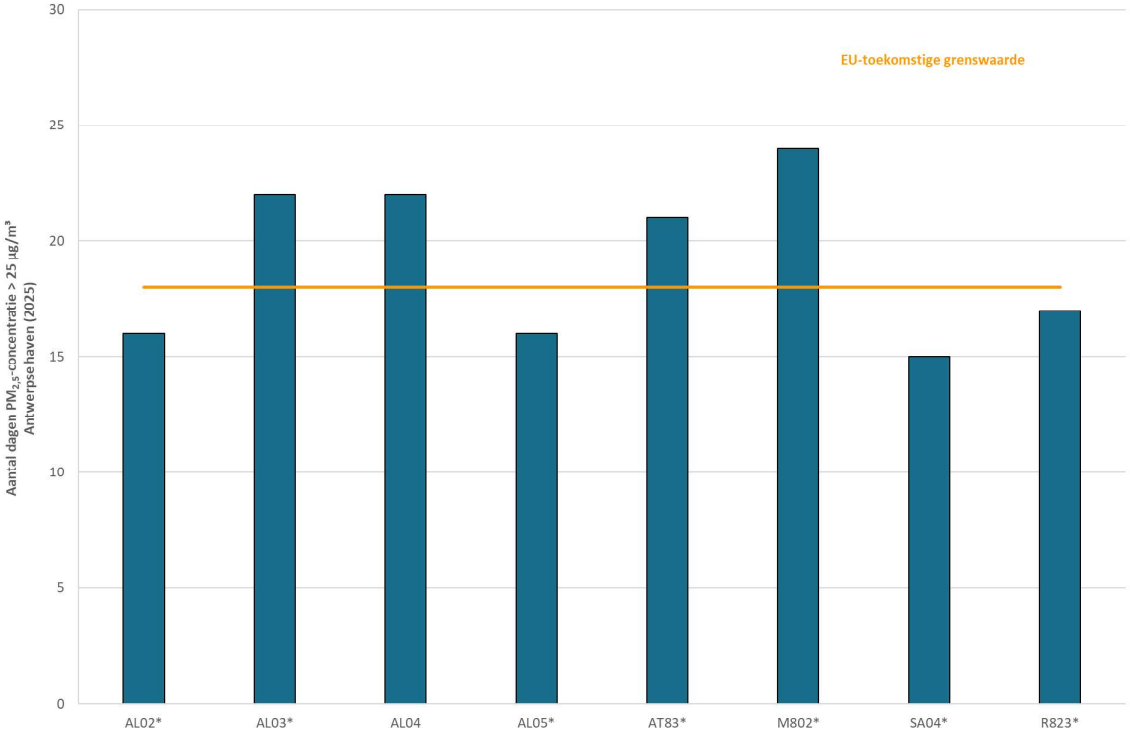
[3] VITO, 2025, Referentietaak Luchtkwaiteitsmodellering, Deeltaak Sectorbijdrage en Import/export berekeningen voor Vlaanderen op basis van het jaar 2022

De WGO-advieswaarde werd ruim overschreden. Er zijn 55 tot 64 dagen met een concentratie hoger dan 15 µg/m³, wat meer dan het maximum van 3 dagen is.

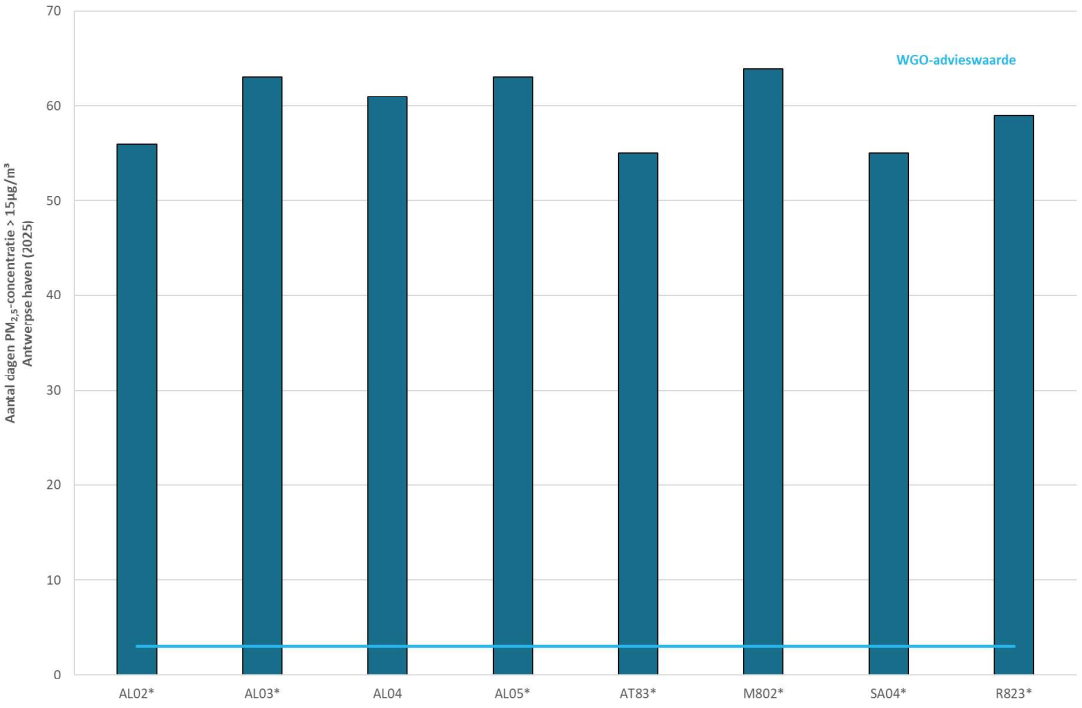
Figuur 38: Overzicht statistische parameters $PM_{2,5}$ in de Antwerpse haven in 2025



Figuur 39: Aantal dagen met $PM_{2,5}$-concentraties > 25 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven



Figuur 40: Aantal dagen met $PM_{2,5}$-concentraties > 15 µg/m³ voor meetplaatsen in de Antwerpse haven



*: toetsing aan Europese doelstelling

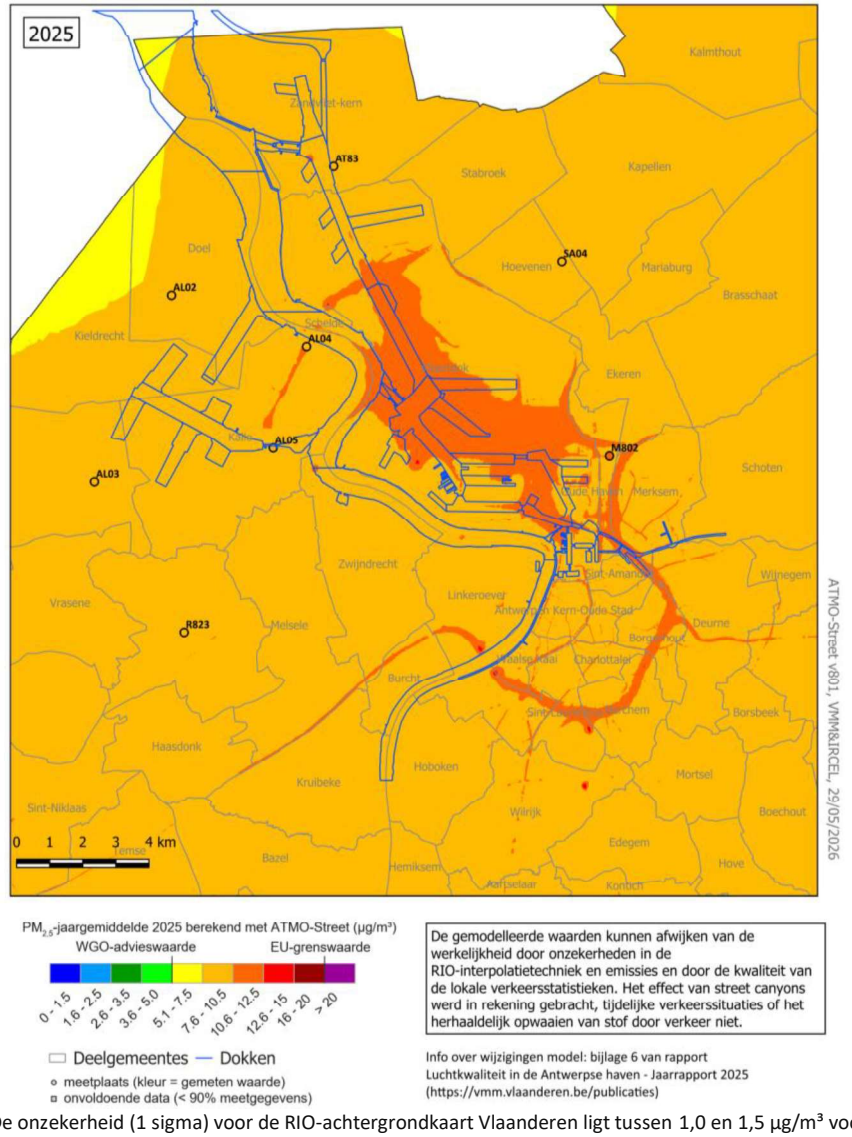
5.2.3 Geografische spreiding van $PM_{2,5}$-concentraties

5.2.3.1 Gemodelleerde $PM_{2,5}$-concentraties

Op plaatsen waar de VMM geen meetresultaten heeft, schatten we de concentraties in met rekenkundige modellen. Voor $PM_{2,5}$ gebruikt de VMM het ATMO-Street-model. De berekeningsmethode kan bepaalde plaatsen onder- of overschatten en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. De diffuse emissies van $PM_{2,5}$ zijn niet mee opgenomen. Meer uitleg over methodiek van de modellering vind je in bijlage 6.

In 2025 berekende het model in het centrum van de haven en op de Antwerpse Ring een $PM_{2,5}$-concentratie tussen 10,6 en 12,5 µg/m³. In de rest van de haven ligt de concentratie vooral tussen 7,6 en 10,5 µg/m³.

Figuur 41: Gemodelleerd $PM_{2,5}$-jaargemiddelde in de Antwerpse haven in 2025



De onzekerheid (1 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 1,0 en 1,5 µg/m³ voor 2025.

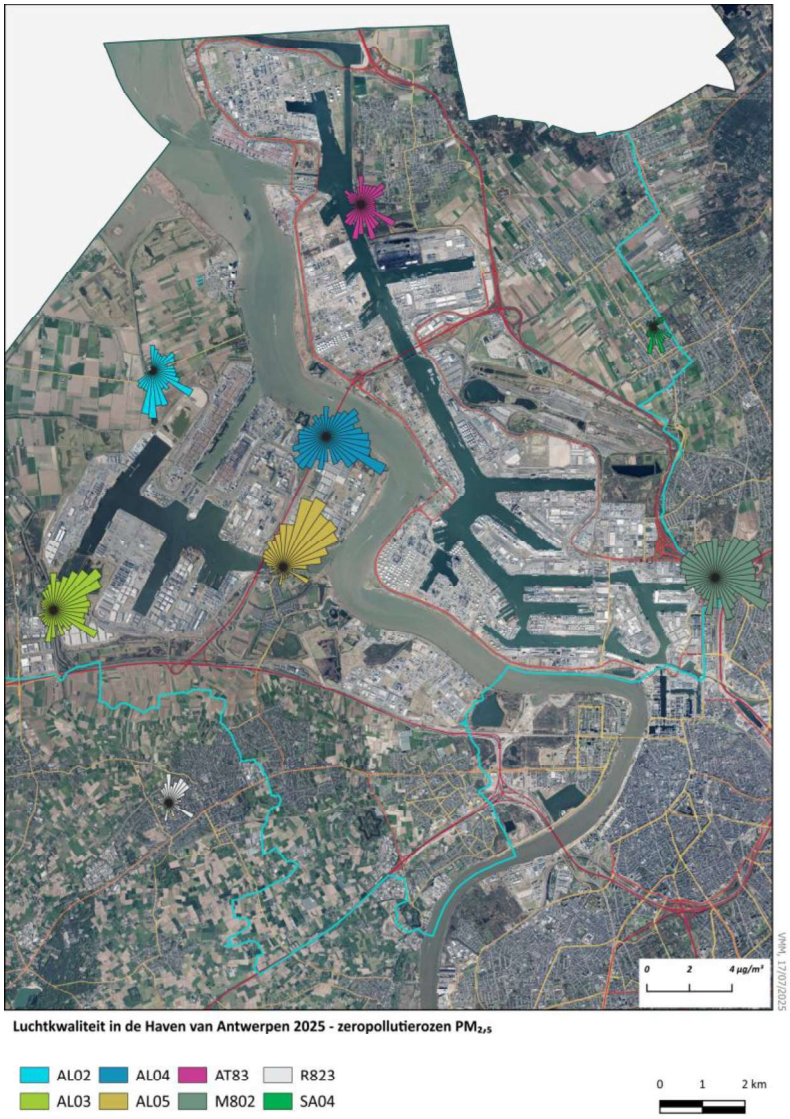
5.2.3.2 Pollutierozen $PM_{2,5}$

Volgens het IMJV zijn er in de Antwerpse haven 5 bedrijven die in 2024 meer dan 10 ton $PM_{2,5}$ uitstoten (bijlage 3). Daarna vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen (Figuur 42). We stellen het volgende vast:

- M802: W: Euroports Storage Antwerp
- AL04: ZO: TotalEnergies Refinery Antwerp, Exxonmobil Petroleum&Chemical

Het Deurganckdok en het Waaslandkanaal beïnvloeden de concentraties gemeten op AL02, AL03, AL04 en AL05. Op Antwerpen-Luchtbal (M802) is er ook invloed van de nabijgelegen verkeersassen en de Oosterweel-werken. Op AL05 was er invloed van de renovatie van de Beverentunnel. Op AT83 was de concentratie laag en wijst de pollutieroos geen uitgesproken richting aan. Ook op het verder gelegen R823 en SA04 zijn de concentraties laag.

Figuur 42: Zeropollutierozen $PM_{2,5}$-gemiddelde in de Antwerpse haven in 2025

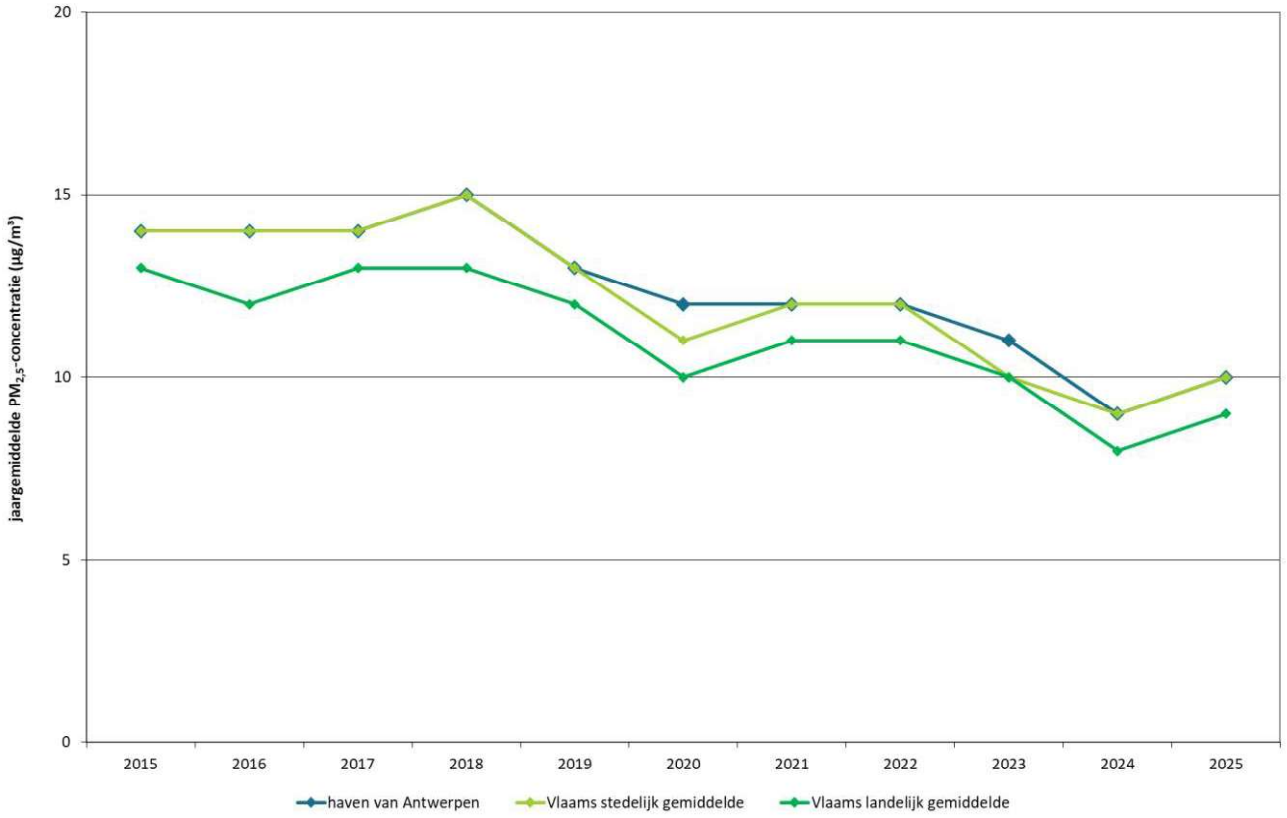


5.2.4 Trend van $PM_{2,5}$-concentraties

Figuur 43 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 2015 tot en met 2025.

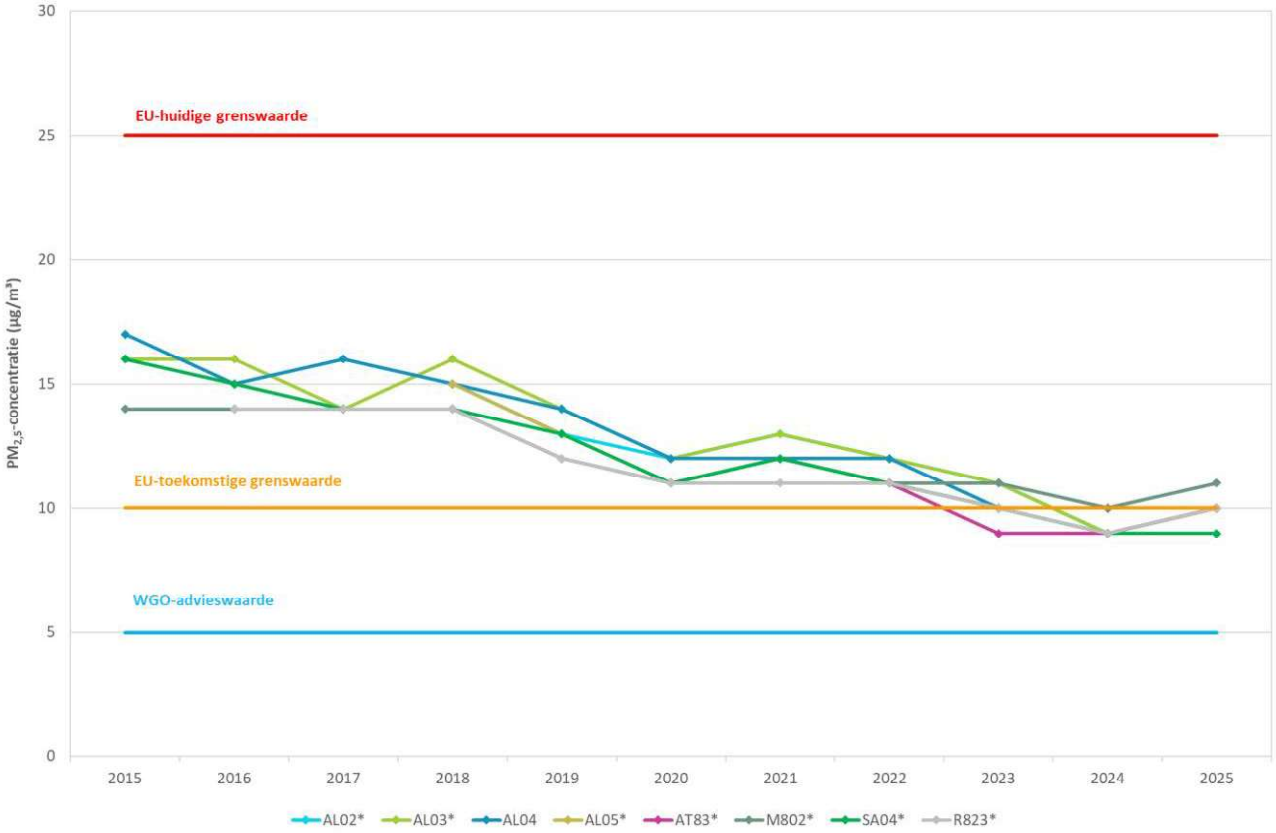
Op alle virtuele meetplaatsen is er een globale dalende trend waarbij de concentraties in 2025 weer stijgen in vergelijking met 2024. Zowel lokale bronnen (bij weinig wind) als regionale en buitenlandse bijdragen (vooral bij oostenwind) zorgden voor meer vervuiling. De concentraties in de Antwerpse haven lopen vrij gelijk met die van de stedelijke meetplaatsen. In de periode 2015-2025 daalde de gemiddelde $PM_{2,5}$-concentratie in de Antwerpse haven met een kwart.

Figuur 43: Evolutie $PM_{2,5}$-jaargemiddelde in de Antwerpse haven en het stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen



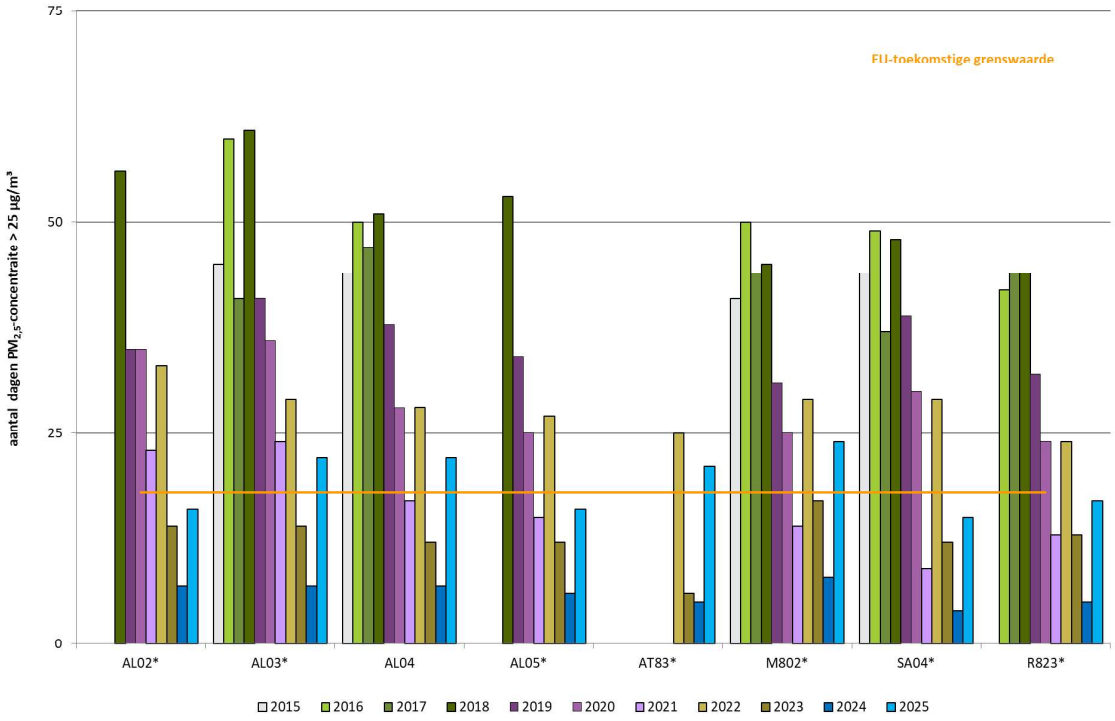
Figuur 44 toont het verloop van de jaargemiddelde $PM_{2,5}$-concentratie voor de periode 2015 tot 2025. De concentraties fluctueren, maar we zien een globaal dalende trend die in 2025 bij de meeste meetplaatsen licht stijgt. Bij meetplaatsen AL04 en SA04 waar al het langst gemeten wordt, zien we een daling van 41 respectievelijk 44 % sinds 2015.

Figuur 44: Evolutie $PM_{2,5}$-concentraties op de meetplaatsen in de Antwerpse haven

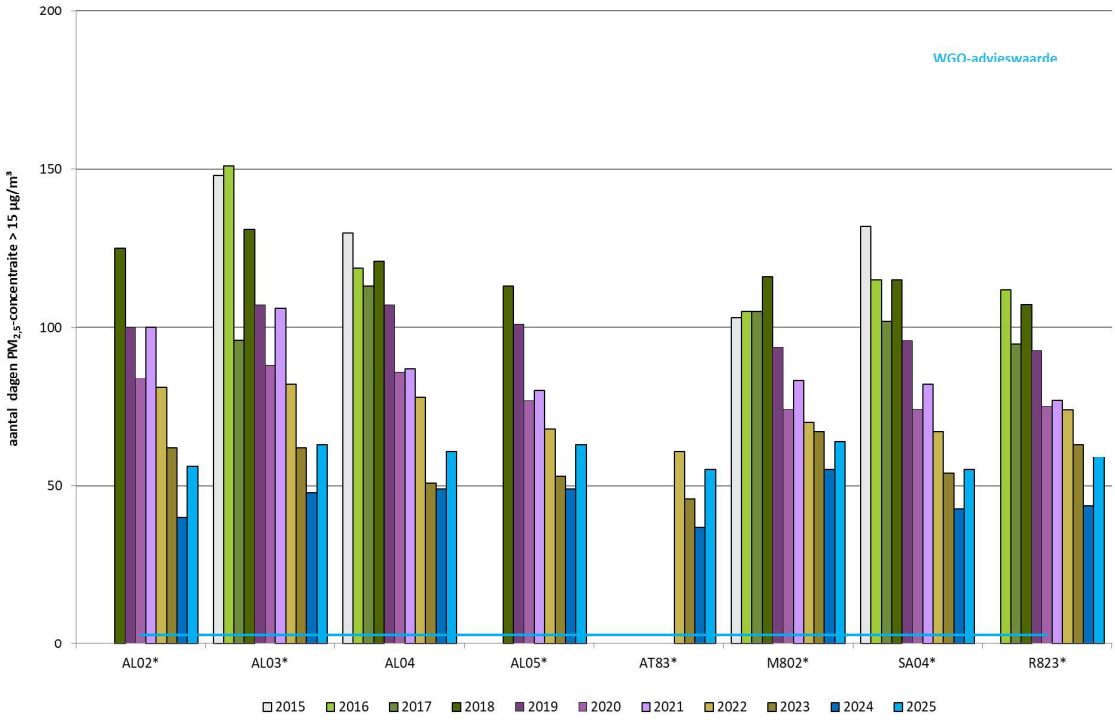


Figuur 45 respectievelijk Figuur 46 tonen de trend van het aantal dagen met $PM_{2,5}$-concentraties hoger dan de toekomstige Europese daggrenswaarde van 25 µg/m³ en de WGO-advieswaarde van 15 µg/m³. Hieruit volgt dat dalende trend van het aantal overschrijdingsdagen in 2025 ombuigt. De toekomstige Europese doelstelling werd in 2025 overschreden op AL03, AT83 en M802 en ook op de industriële locatie AL04. De WGO-advieswaarde werd overal ruim overschreden.

Figuur 45: Trend aantal dagen met $PM_{2,5}$-concentraties > 25 µg/m³ voor de meetplaatsen in de Antwerpse haven



Figuur 46: 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

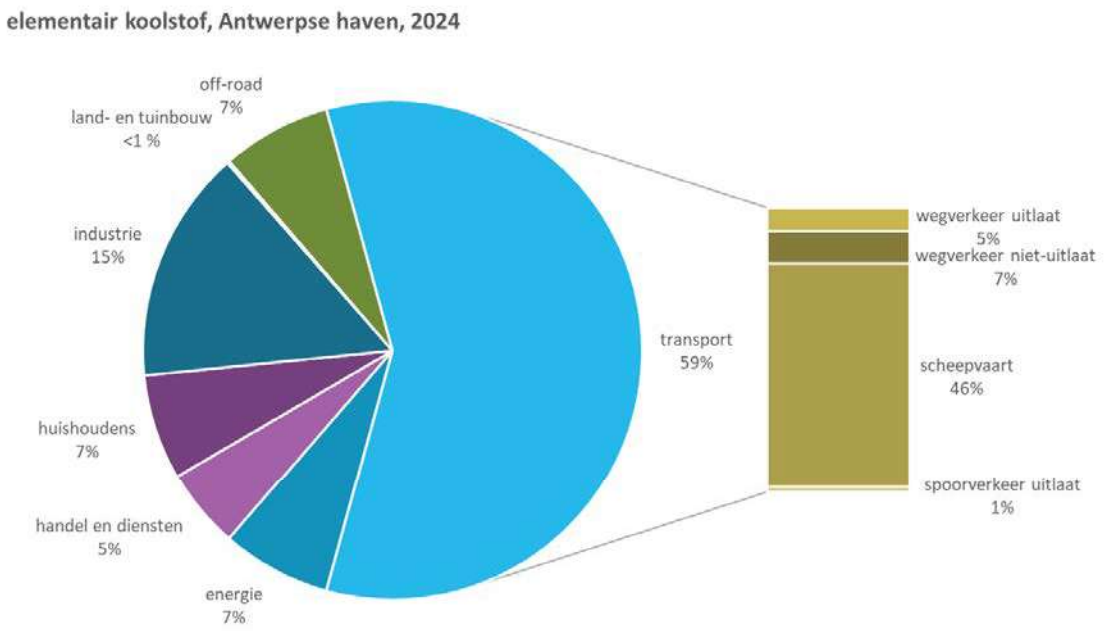
Elementair koolstof en zwarte koolstof geven allebei een indicatie van de roetdeeltjes in de lucht. Zwarte koolstof wordt met een optische methode bepaald, elementair koolstof met een thermische methode. Hierdoor zijn er ook kleine verschillen tussen beide fracties. Eerst bespreken we de emissies van elementair koolstof. Daarna volgt de concentratie van zwarte koolstof in de omgevingslucht.

5.3.1 Emissie van elementair koolstof

In 2024 bedroeg de emissie van elementair koolstof voor de zone Antwerpse haven 78 ton. Dit was 7 % van de totale uitstoot van heel Vlaanderen en 2 % minder dan in 2023.

Transport was verantwoordelijk voor meer dan de helft van de uitstoot, vooral door scheepvaart met een aandeel van 46 %. De industrie was de tweede grootste sector in 2024, goed voor 15 % van de totale emissies. Energie, huishoudens en off-road hadden elk een aandeel van 7 %.

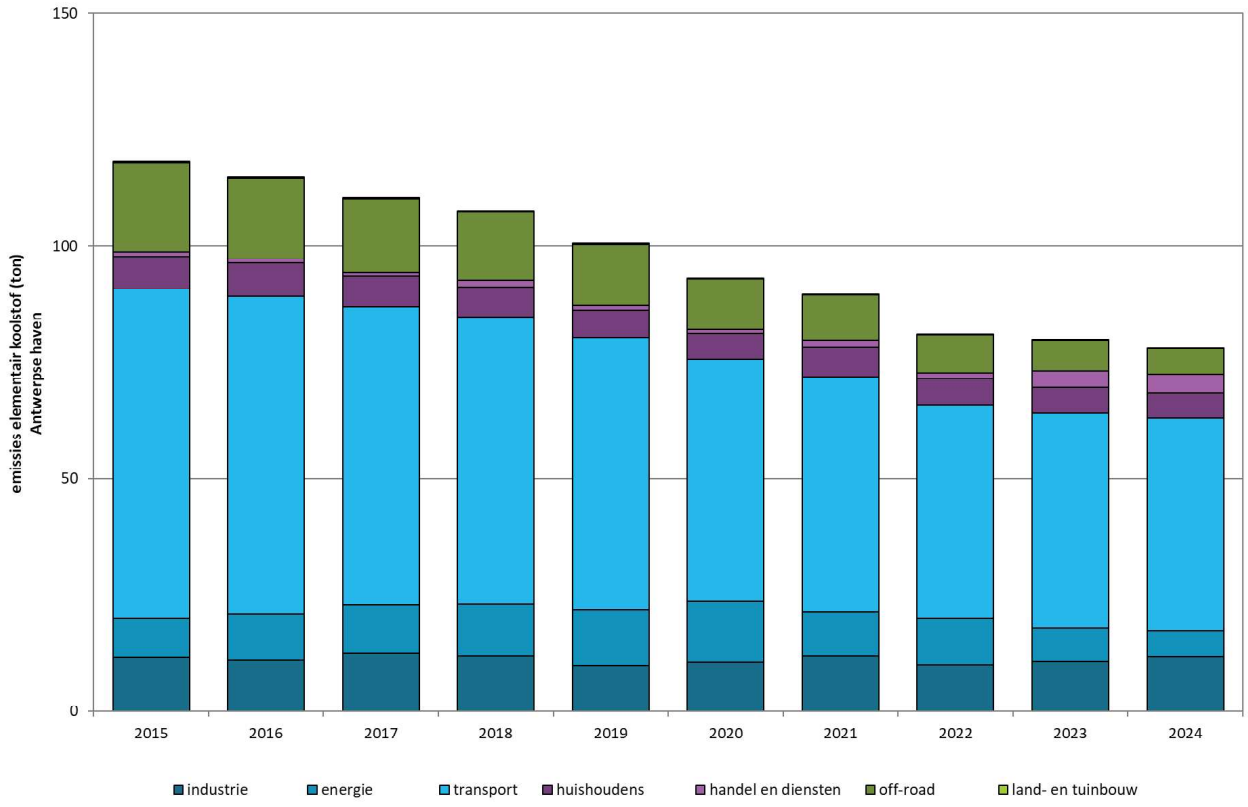
Figuur 47 : Aandeel sectoren in emissies van elementair koolstof in de Antwerpse haven in 2024



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

De totale absolute emissie van elementair koolstof daalde in de periode 2015-2024 met 34 %. Vooral de uitstoot door transport (wegverkeer en scheepvaart) en off-road namen af.

Figuur 48: Emissies elementaire koolstof in de Antwerpse haven



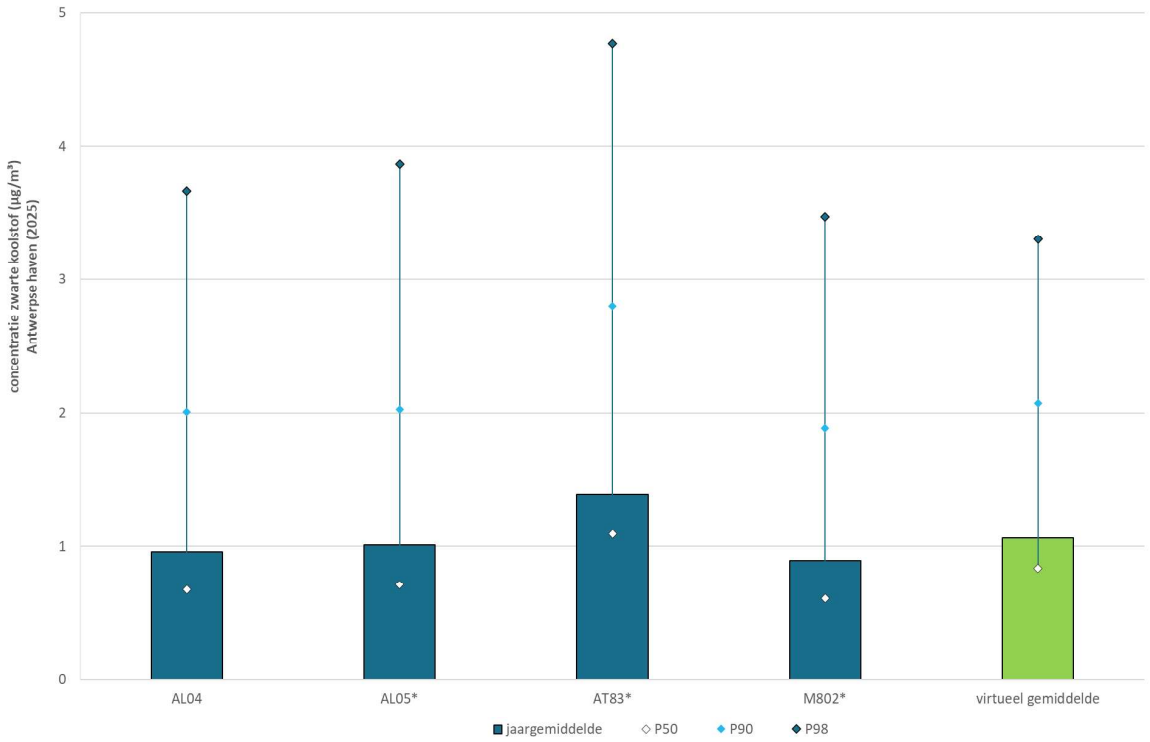
Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

5.3.2 Concentratie zwarte koolstof in 2025

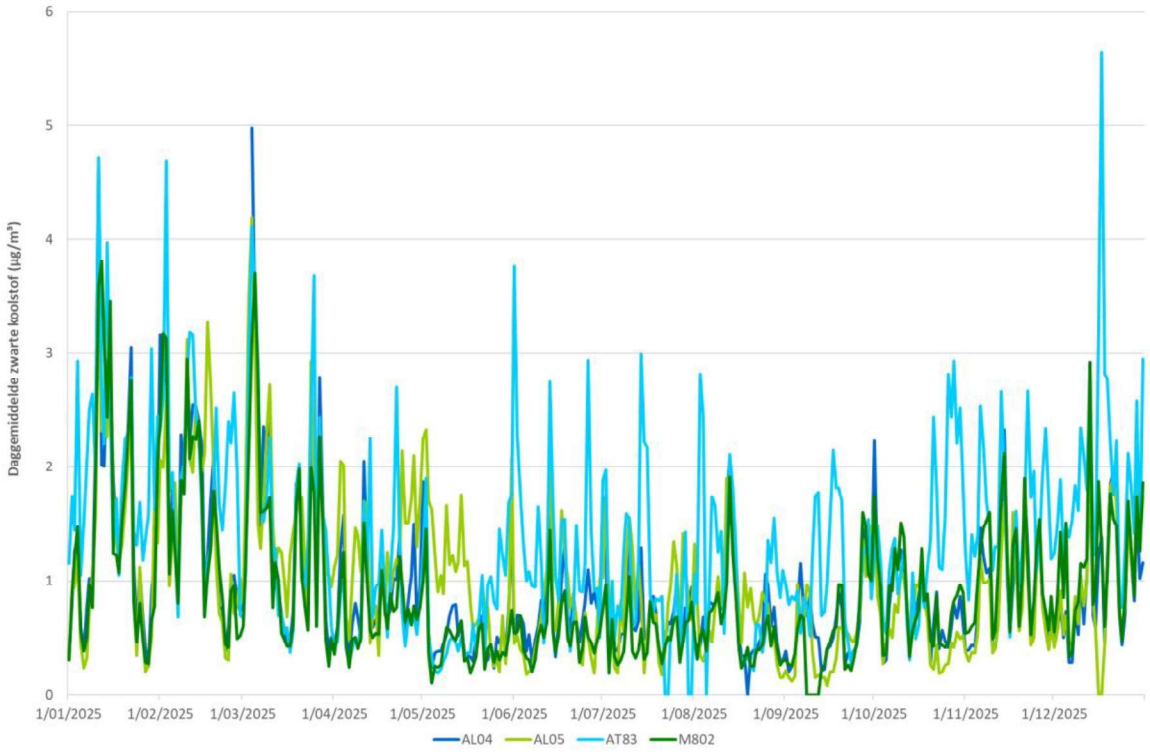
Toetsing aan regelgeving
Voor zwarte koolstof bestaat er geen regelgeving.

Concentratie per meetplaats
Figuur 49 toont voor alle meetplaatsen voor zwarte koolstof de belangrijkste statistische parameters: het jaargemiddelde, 50ste en 98ste percentiel op basis van uurwaarden voor 2025. Hieruit volgt dat de jaargemiddelden variëren van 0,89 µg/m³ tot 1,39 µg/m³. De hoogste concentraties meten we op AT83 in Berendrecht. Zetten we de daggemiddelden uit, dan zijn de meetwaarden op alle meetplaatsen verhoogd van januari tot april. Toen waren er verschillende smogepisodes waardoor lokale verontreiniging meer blijft hangen. Bij AT83 is het patroon enigszins anders. Ook op andere momenten zijn de daggemiddelden verhoogd. AT83 ligt naast kanaaldok B2, een belangrijke vaarweg voor zee- en binnenvaartschepen in de Antwerpse haven en kan de emissies van scheepvaart opvangen.

Figuur 49: Overzicht statistische parameters zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2025



Figuur 50: Daggemiddelde zwarte koolstof op de meetplaatsen in 2025



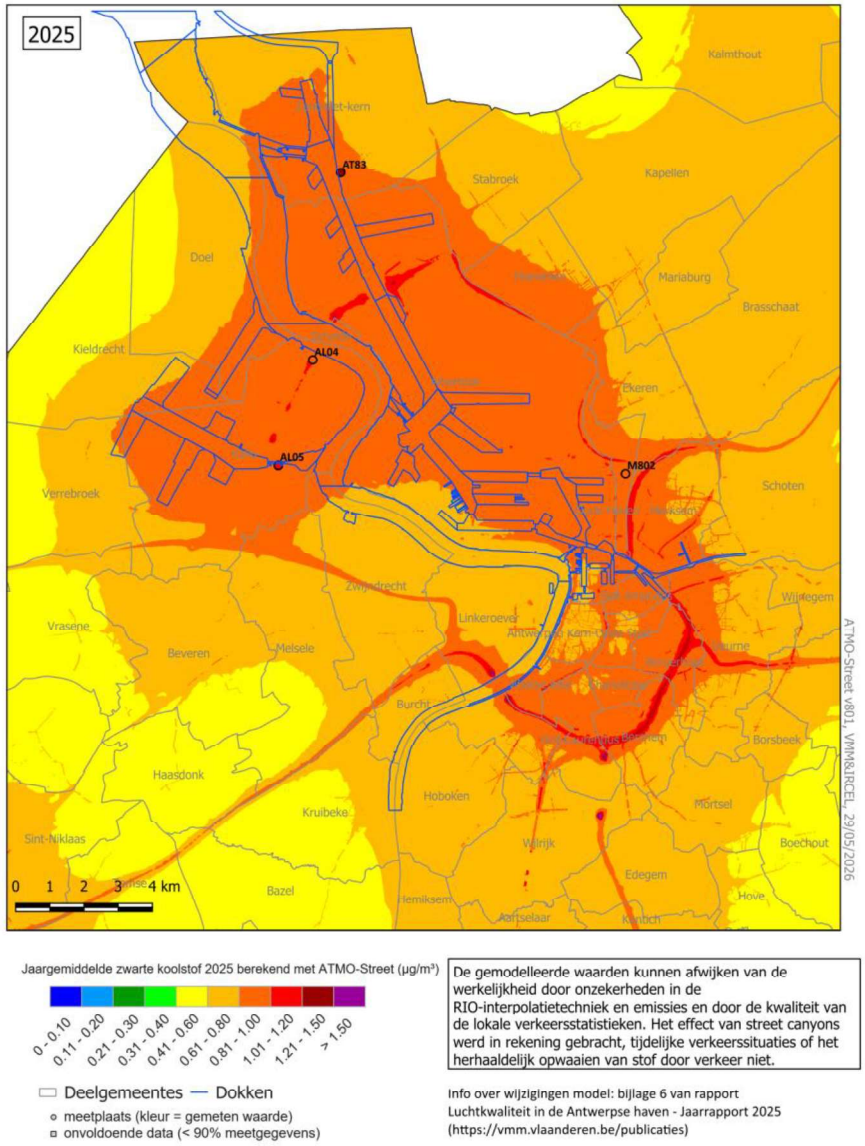
5.3.3 Geografische spreiding van zwarte koolstof

5.3.3.1 Gemodelleerde zwartekoolstofconcentraties

Op plaatsen waar de VMM geen meetresultaten heeft, schatten we de concentraties in aan de hand van rekenkundige modellen. Voor zwarte koolstof gebruikt de VMM het ATMO-Street-model. De berekeningsmethode kan bepaalde plaatsen onder- of overschatten en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Meer uitleg over methodiek van de modellering vind je in bijlage 6.

De kaart toont hogere concentraties in het havengebied. Aan de Antwerpse ring, de omliggende autosnelweg en drukke toegangswegen zijn de concentraties verhoogd. De tunnelmonden zijn ook zichtbaar.

Figuur 51: Gemodelleerd jaargemiddelde van zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2025



De onzekerheid (1 sigma) voor de RIO-achtergrondkaart Vlaanderen ligt tussen 0,16 en 0,26 µg/m³ voor 2025

5.3.3.2 Pollutierozen zwarte koolstof

Om lokale invloeden op de zwartekoolstofconcentraties te bekijken, werden er zeropollutierozen gemaakt (Figuur 52). Meer informatie over de methodiek staat in bijlage 6. Zwarte koolstof heeft een sterke concentratiegradiënt en een grotere invloed door lokale bronnen dan PM_{10}.

Bedrijven rapporteren geen emissies van zwarte koolstof. Scheepverkeer is een belangrijke bron van zwarte koolstof. De meetplaats AT83 wijst naar bronnen in de westelijke tot zuidelijke sector. Hier liggen dokken en vlakbij is een aanmeer-/wachtzone voor binnenvaartschepen. De zuidzuidoostelijke sector wijst naar Antwerp Bulk Terminal. Ook verkeerswisselaars en tunnelmonden geven aanvoer van zwarte koolstof aan op de meetplaats Liefkenshoektunnel (AL04). AL05 wijst naar aanvoer vanuit de noordwestelijke sector.

Figuur 52: Zeropollutierozen voor zwarte koolstof in de Antwerpse haven in 2025

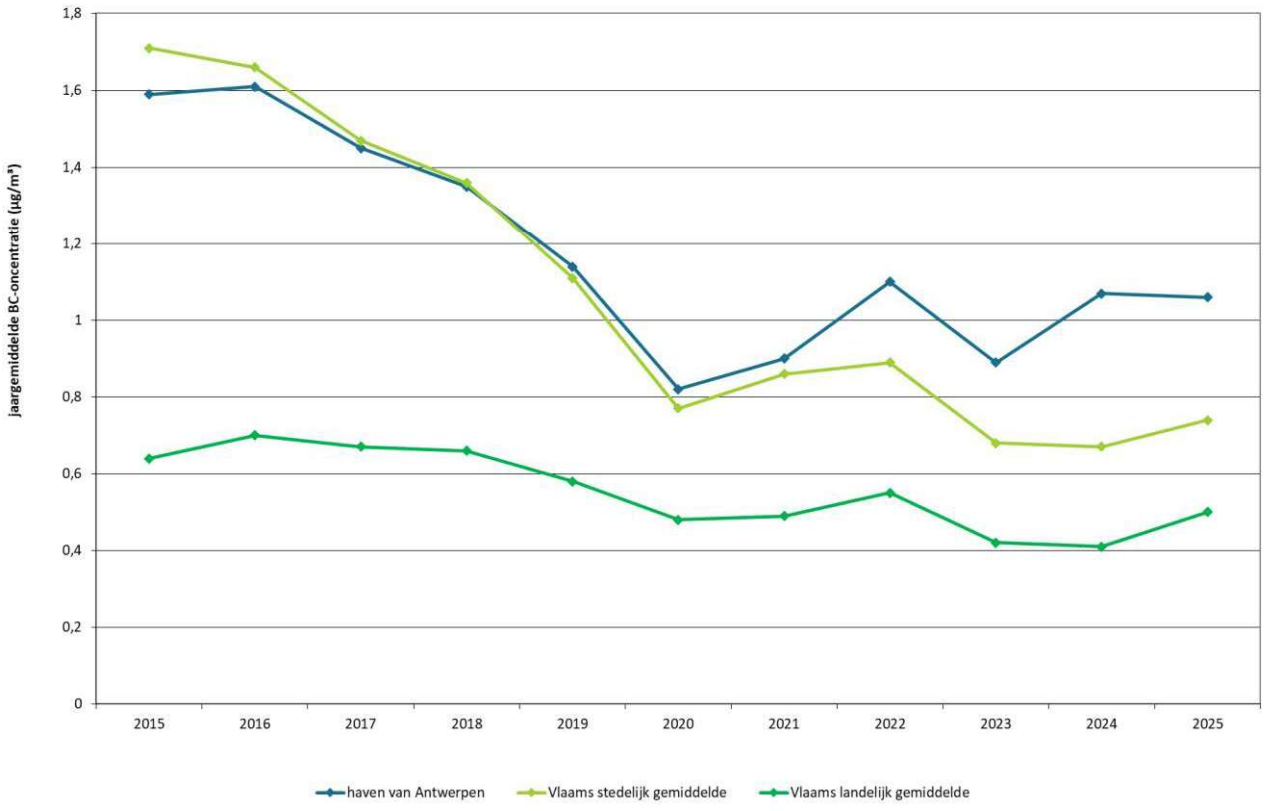


5.3.4 Trend van concentratie zwarte koolstof

Figuur 53 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 2015 tot en met 2025.

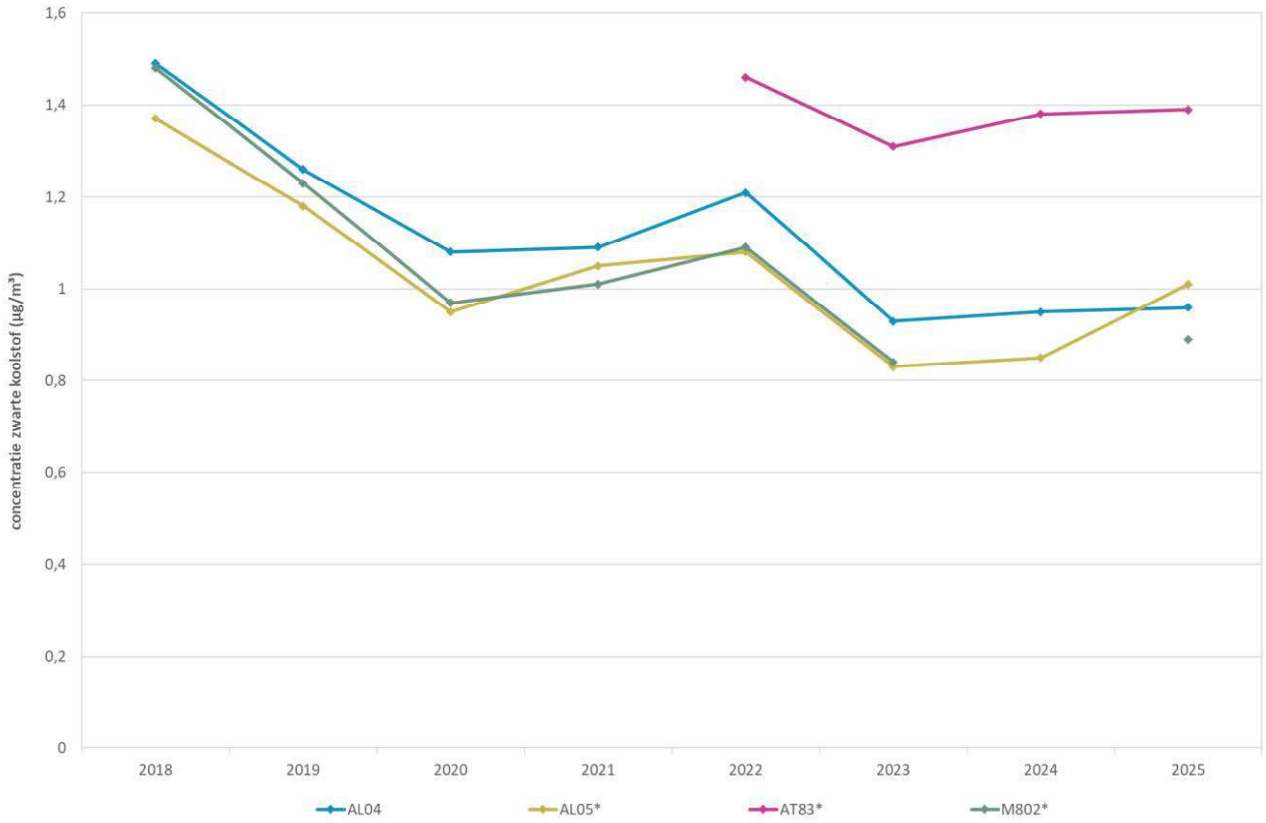
Op alle virtuele meetplaatsen is er een globale dalende trend die het sterkst is op de stedelijke meetplaatsen. Vanaf 2016 loopt de concentratie in de Antwerpse haven vrij gelijk met dit van de stedelijke meetplaatsen. In 2020 daalde de concentratie van zwarte koolstof sterker dan de jaren daarvoor, 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 polluenten. Dit wijst op een algemeen betere luchtkwaliteit in 2023. De stijging in 2024 ten slotte heeft deels te maken met de stopzetting van M802, SA04 en AT87 waardoor de hogere concentraties op AT83 meer doorwegen.

Figuur 53: Evolutie jaargemiddelde zwarte koolstof in de Antwerpse haven ten opzichte van stedelijk en landelijk gemiddelde in Vlaanderen



Figuur 54 toont het verloop van de jaargemiddelde concentratie zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse haven voor de periode 2015 tot 2025. Op AL04 en AL05 dalen de concentraties tot 2020. In 2023 zien we weer een daling, gevolgd door een stijging op AL05 in 2025. AT83 in Berendrecht blijft de meetplaats met de hoogste concentraties. Ook in vergelijking met andere meetplaatsen in Vlaanderen scoort AT83 hoog.

Figuur 54: Evolutie concentratie zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Antwerpse haven



5.4 Bijdrage verbranding fossiele brandstoffen & hout aan zwarte koolstof en PM_{10}

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.

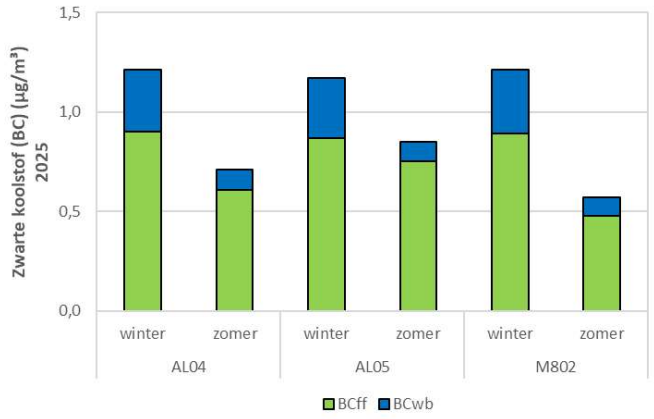
In 2025 meet de VMM zwarte koolstof op 4 meetplaatsen. Sinds 2025 gebeurt dit overal met een aethalometer (Magee AE33) die kan onderscheiden of de partikels zwarte koolstof komen van houtverbranding of verbranding van fossiele brandstoffen (vooral dieselroet). Dit onderscheid wordt gemaakt door het verschil in absorptie van licht van verschillende golflengtes door de verschillende fracties (zie Bijlage 6 - 3). Op meetplaats AT83 werden heel wat data afgekeurd waardoor we niet kunnen vergelijken met de andere meetplaatsen. Voor deze meetplaats werden alleen pollutierozen gemaakt.

5.4.1 Bijdrage van verbranding fossiele brandstof aan zwarte koolstof

Figuur 55 toont de concentraties aan zwarte koolstof uit fossiele brandstof (BC_{ff}) en zwarte koolstof uit houtverbranding (BC_{wb}) opgesplitst in winter- en zomermaanden. Vooral de fractie uit fossiele brandstof is

hoog. In de wintermaanden[4] is de *absolute* concentratie zwarte koolstof uit fossiele brandstoffen hoger dan in de rest van het jaar. Dan zijn er vaker ongunstige weersomstandigheden - zoals temperatuursinversies - waarbij de luchtverontreiniging minder verdund wordt. In de winter is de bijdrage van houtverbranding groter dan in de zomermaanden, door meer houtstook en door de ongunstige weersomstandigheden.

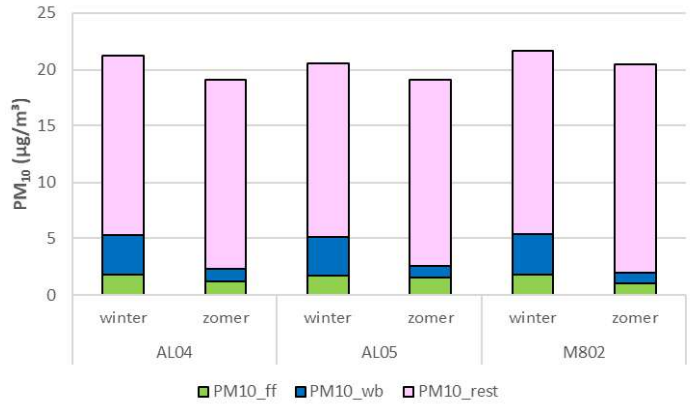
Figuur 55: Zwarte koolstof uit fossiele brandstoffen (BC_{ff}) en houtverbranding (BC_{wb}) opgesplitst in zomer en winter, 2025



5.4.2 Bijdrage van verbranding fossiele brandstof aan PM_{10}

De verbranding van fossiele brandstoffen draagt minder bij aan de fijnstofconcentraties in de lucht dan houtverbranding. Net zoals bij zwarte koolstof liggen voor PM_{10} de bijdragen tijdens de wintermaanden hoger dan in de zomermaanden. Voor fossiele brandstoffen is dit grotendeels door de ongunstige weersomstandigheden in de wintermaanden die verdunning van de vervuiling tegengaan.

Figuur 56: PM_{10} uit fossiele brandstoffen (PM_{10}_ff) en houtverbranding (PM_{10}_wb) opgesplitst in zomer en winter, 2025

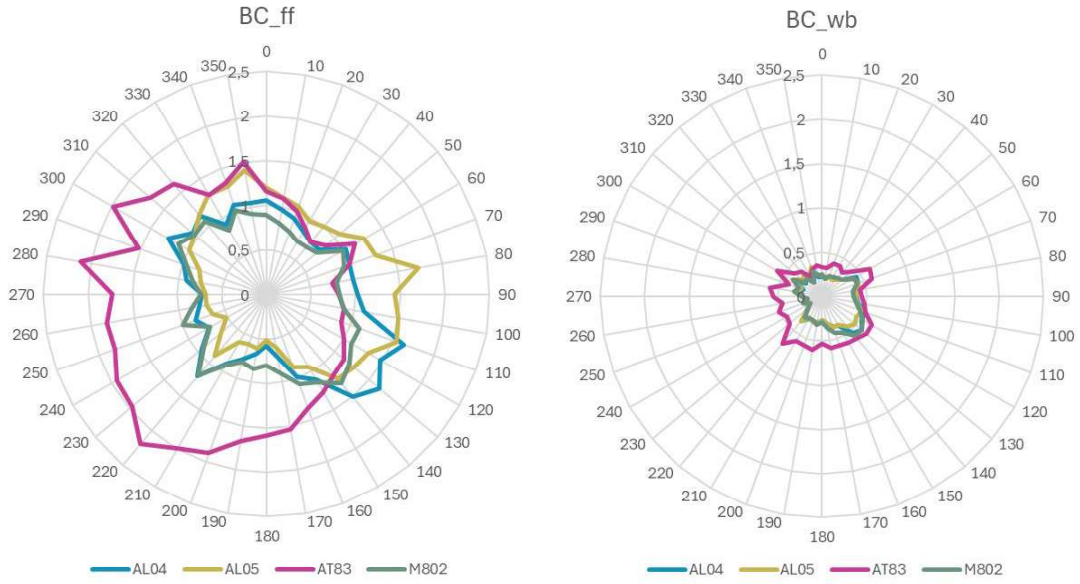


[4] wintermaanden: januari-maart en oktober-december; zomermaanden: april-september

5.4.3 Bijdrage van houtverbranding in functie van de windrichting

De pollutieroos van zwarte koolstof uit de verbranding van **fossiele brandstoffen** (BC_{ff}- links) toont voor AT83 hogere concentraties uit het westen tot zuidwesten. Dit is de richting van de dokken. AL04 wijst eerder naar het zuidoosten en AL05 naar het oosten, richting raffinaderijen. M802 wijst naar het zuidoosten (werf Oosterweelwerken). De pollutieroos van zwarte koolstof uit **houtverbranding** (BC_{wb}) wijst op veel lagere concentraties. De vorm is ook veel ronder, wat erop wijst dat er minder lokale bronnen voorkomen.

Figuur 57: Pollutieroos voor zwarte koolstof uit fossiele brandstof (BC_{ff}) en uit houtverbranding (BC_{wb}) tijdens de wintermaanden 2025 (µg/m³)



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, tolueen, 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.

Meer informatie over VOS vind je in bijlage 4.

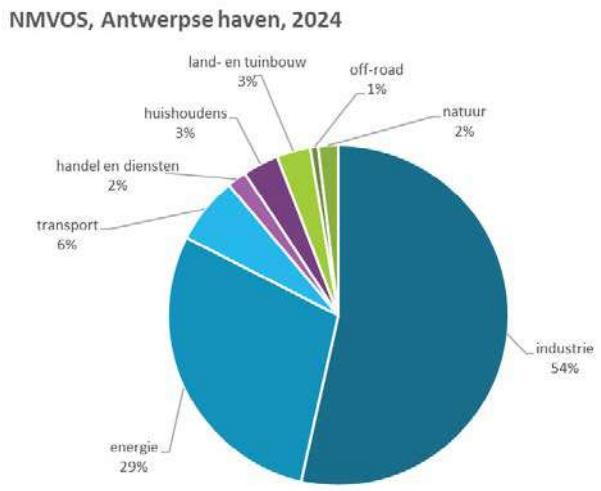
6.1 Emissies

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 2024 bedroeg de emissie van NMVOS voor de zone Antwerpse haven 5.917 ton. Dit was 7 % van de totale uitstoot van heel Vlaanderen en 3 % minder dan in 2023.

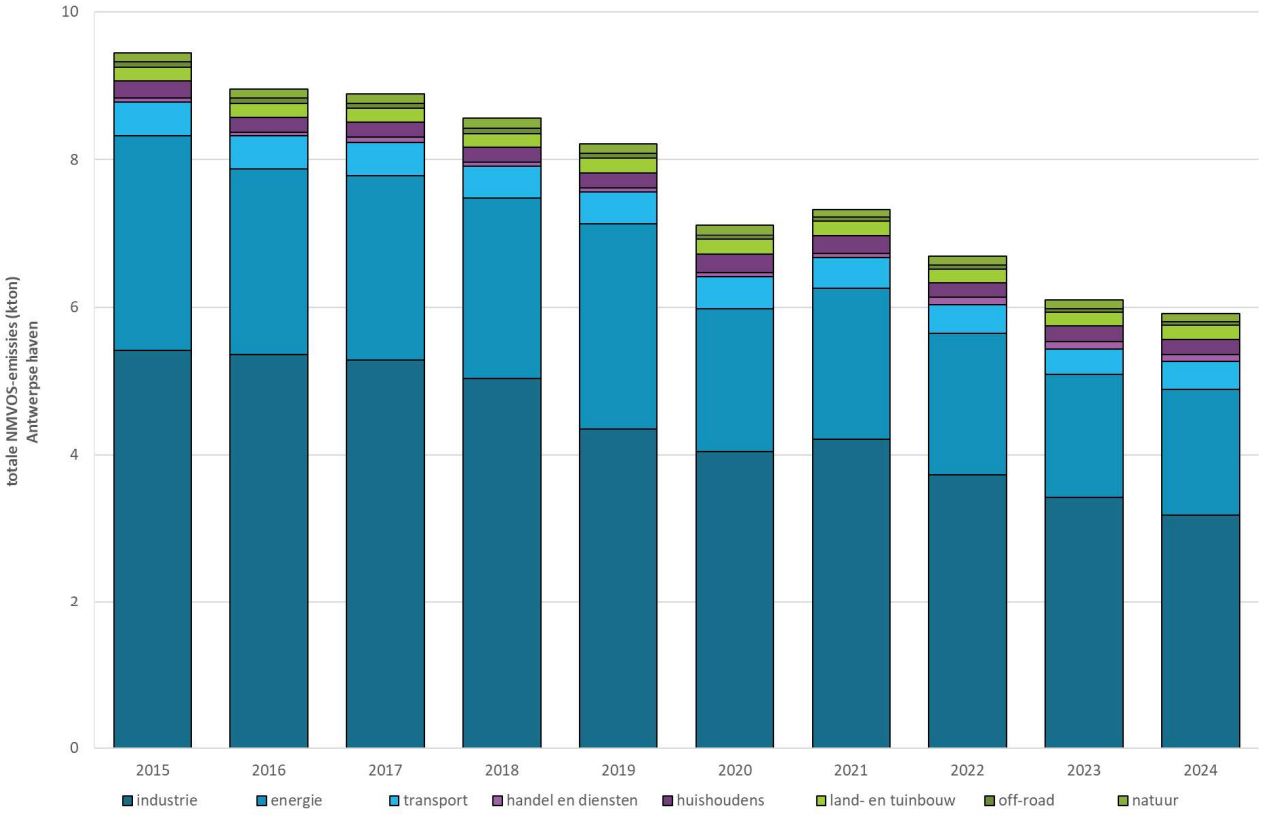
In 2024 was industrie verantwoordelijk voor meer dan de helft van de uitstoot. De sector energie was de tweede grootste sector, goed voor 29 % van de totale emissies. De andere sectoren hadden een veel kleiner aandeel (Figuur 58).

Figuur 58: Aandeel van de sectoren in de NMVOS-emissies in de Antwerpse haven in 2024



In de periode 2015-2024 daalden de NMVOS-emissies met 37 %, vooral door een verminderde uitstoot bij de sectoren industrie en energie.

Figuur 59: Evolutie totaal NMVOS-emissie in de Antwerpse haven



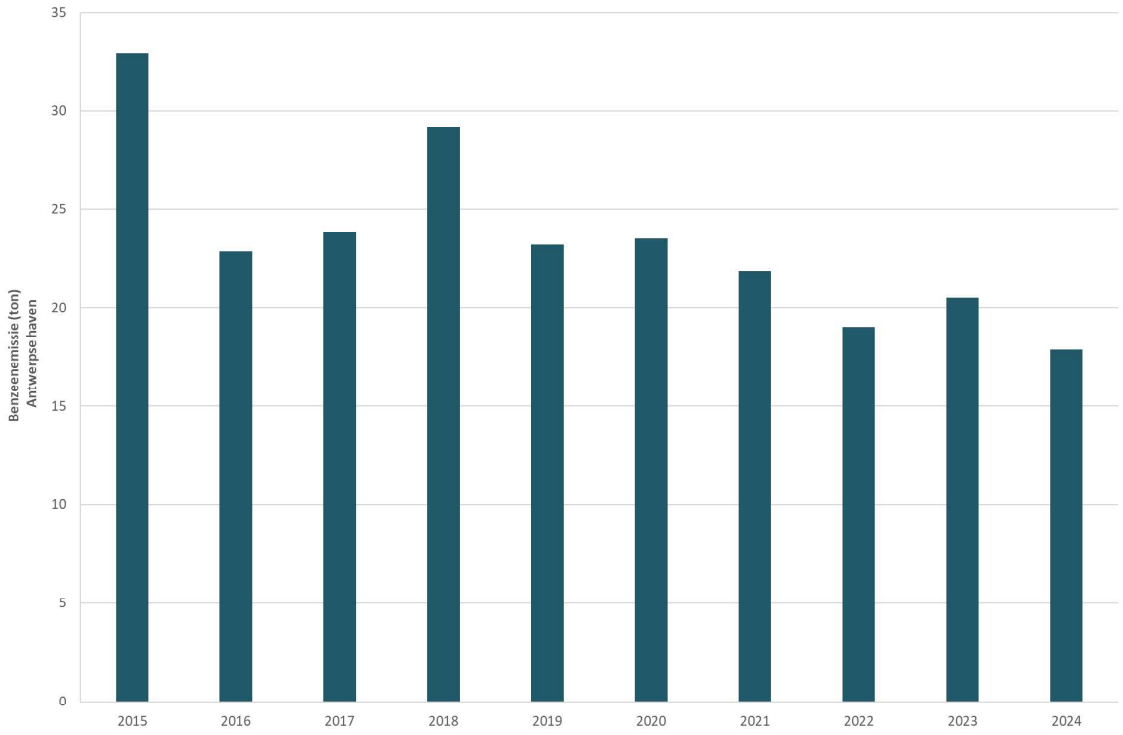
Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

6.1.2 Emissie van individuele stoffen

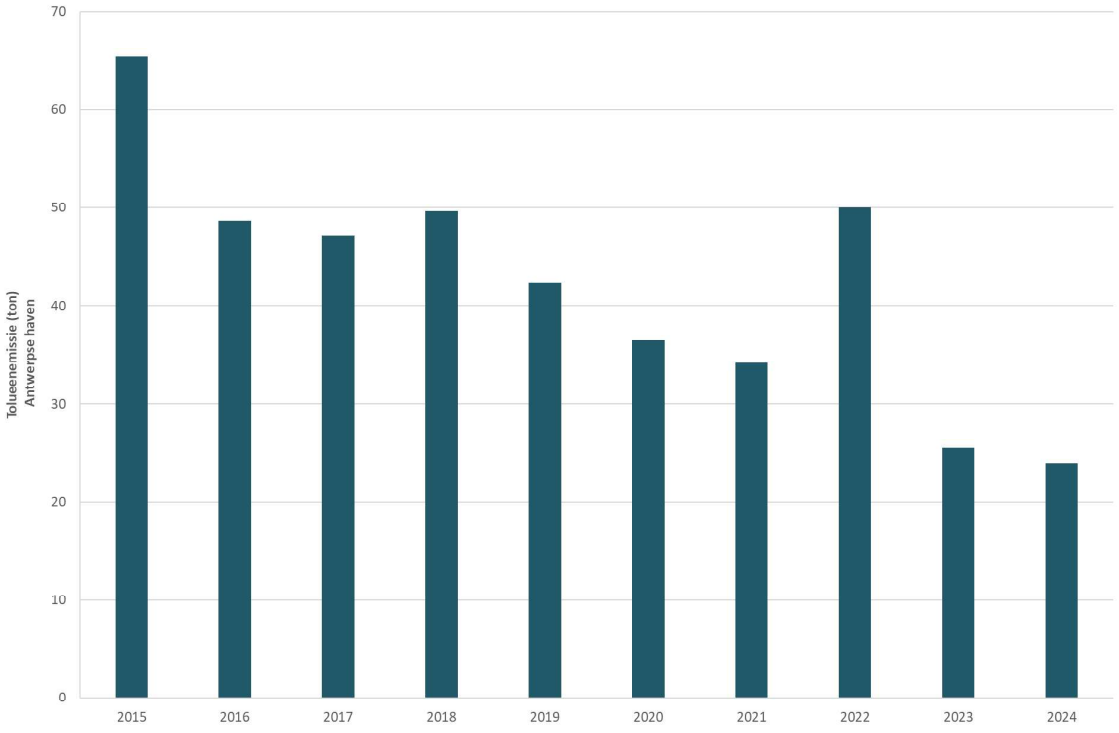
Figuur 60 tot en met Figuur 63 geven alleen de emissies weer die de bedrijven in de Antwerpse haven rapporteren in het Integraal Milieujaarverslag (IMJV).

- De emissies van benzeen vertonen een wisselend verloop en dalen vanaf 2018 (Figuur 60).
- Na een daling lagen de tolueenemissies in 2022 beduidend hoger doordat Vesta Terminal een veel hogere emissie rapporteerde. In 2023 rapporteerde Vesta Terminal Antwerp en 3M lagere tolueenemissies. (Figuur 61).
- Voor de xyleenisomeren zien we een schommelend verloop met een lager gerapporteerde emissies in 2023 en 2024 (Figuur 62). Ook hier ligt dit vooral aan de lager gerapporteerde emissies door Vesta Terminal Antwerp.
- De emissies van 1,2-dichloorethaan vertonen sinds 2020 een dalende trend (Figuur 63).

Figuur 60: Gerapporteerde industriële IMJV-emissies benzeen in de Antwerpse haven

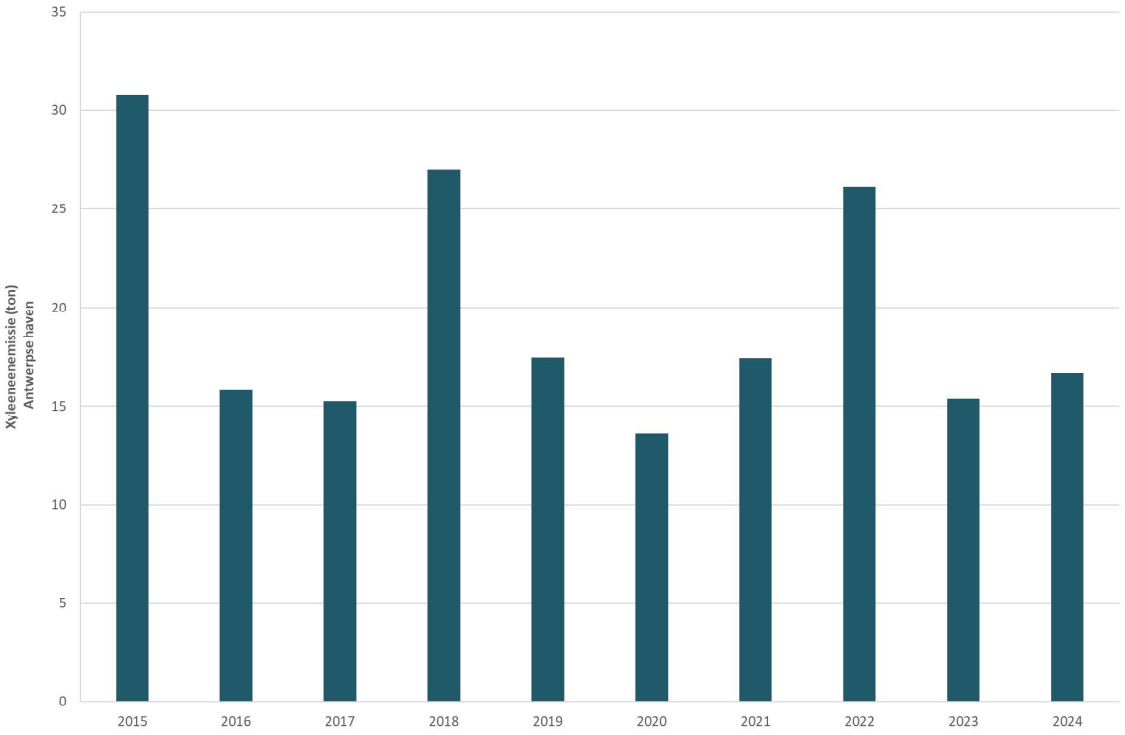


Figuur 61: Gerapporteerde industriële IMJV-emissies tolueen in de Antwerpse haven

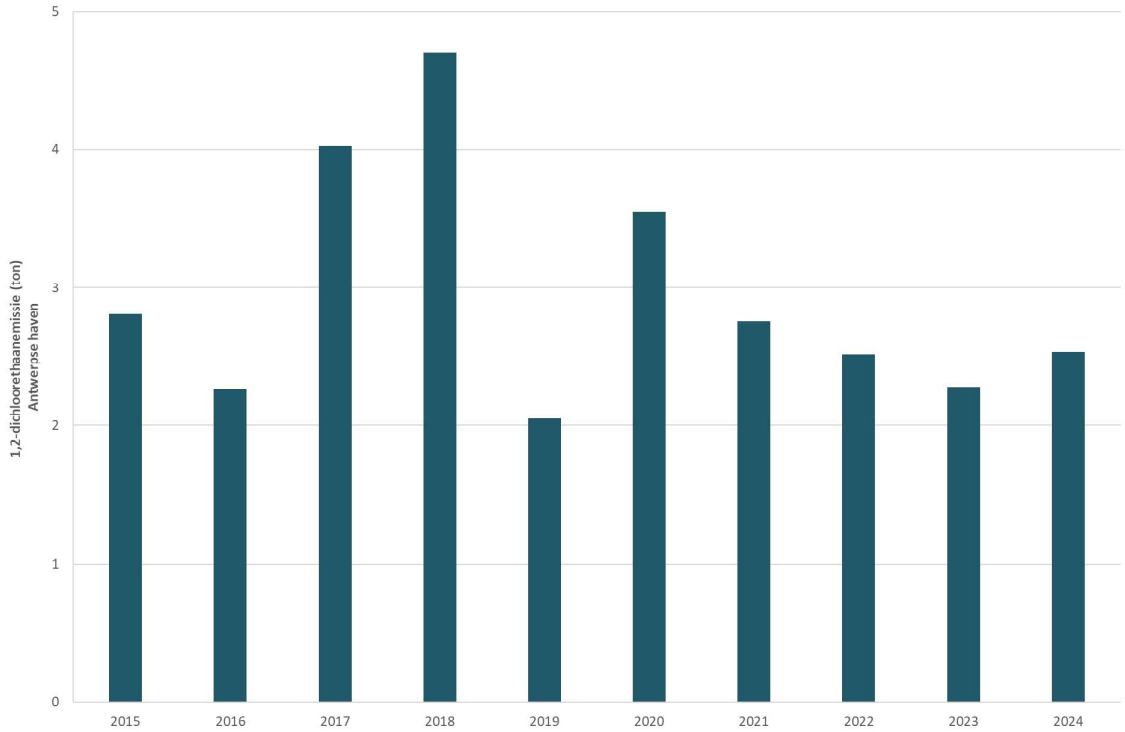


Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

Figuur 62: gerapporteerde industriële IMJV-emissies xyleenisomeren in de Antwerpse haven



Figuur 63 : gerapporteerde industriële IMJV-emissies 1,2-dichloorethaan in de Antwerpse haven



Bron emissies: Team Emissie-inventaris Lucht VMM

6.2 BTEX-concentraties – automatische metingen

6.2.1 BTEX-concentraties in 2025

Toetsing aan regelgeving

Alleen voor benzeen en tolueen bestaan er luchtkwaliteitsdoelstellingen. Voor benzeen is er een nieuwe Europese grenswaarde die in 2030 van kracht wordt. De VMM meet deze parameters op 4 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:

A) toetsing op M802 (Luchtbal)

B) geen toetsing op AT44 (Ordamstraat), R822 (Polderdijkweg), R891 (Scheurweg)

Alleen voor AT44 is er voldoende databeschikbaarheid van meer dan 85 %. Bij M802 en R822 moesten veel data afgekeurd worden door een contaminatie tijdens de vernieuwing van de meetcabine. Daarom moet de vergelijking voorzichtig gebeuren. Onder de grafieken staat telkens hoeveel data er zijn.

Tabel 7: Toetsing concentraties benzeen en tolueen aan regelgeving

2025 – benzeen	Doelstelling	Meetplaatsen (A) die doelstelling halen	Meetplaatsen (B) die doelstelling halen
EU-huidige jaargrenswaarde	5 µg/m³	1/1	3/3
VLAREM-P98	50 µg/m³	1/1	3/3
EU-toekomstige grenswaarde	3,4 µg/m³	1/1	3/3
2025 – tolueen	**Doelstelling**	**Meetplaatsen (A) die doelstelling halen**	**Meetplaatsen (B) die doelstelling halen**
WGO-halfuuradvieswaarde	1000 µg/m³	1/1	3/3
WGO-weekadvieswaarde	260 µg/m³	1/1	3/3

Benzeen is kankerverwekkend, waardoor geen veilig niveau van blootstelling kan bepaald worden. De WGO drukt de schadelijkheid van benzeen uit als het aantal extra kankergevallen bij een levenslange blootstelling aan een bepaalde concentratie. Bij een levenslange benzeenconcentratie van 0,17 µg/m³ zou er één extra kankergeval per 1.000.000 inwoners zijn. In de Antwerpse haven ligt, afhankelijk van de locatie, het kankerrisico tussen 1 extra kankergeval op 370.000 inwoners op M802 (locatie met bewoning) en 1 extra kankergeval op 110.000 inwoners (op industriële locaties) als de huidige concentraties constant blijven in de tijd. Het Departement Zorg beoordeelt deze concentraties als gezondheidskundig niet verwaarloosbaar.

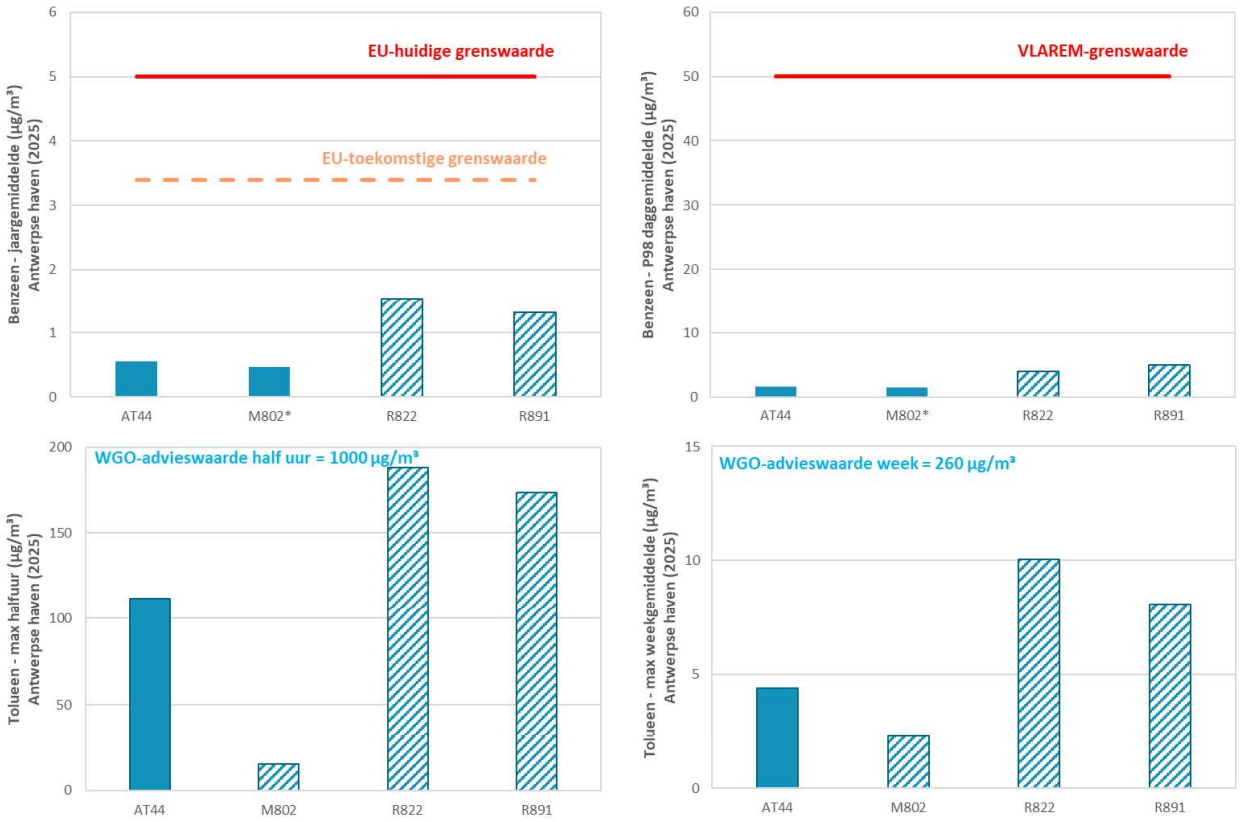
Concentratie per meetplaats

Figuur 64 toont voor alle meetplaatsen de toetsing aan de bestaande regelgeving. Deze doelstellingen zijn gehaald.

In 2025 werd het hoogste benzeenjaargemiddelde gemeten op de meetplaats Polderdijkweg (R822) in de Antwerpse haven en bedroeg 1,54 µg/m³. Deze meetplaats ligt in industriegebied en de luchtkwaliteit wordt beïnvloed door de nabijheid van de petrochemische industrie. De piekwaarden (P98) van benzeen was het hoogst op de meetplaats aan de Scheurweg (R891). In de omgeving meet de VMM ook benzeen op 2 andere meetplaatsen: Ordamstraat (AT44) en Luchtbal (M802). De jaargemiddelden voor benzeen waren er een stuk lager: 0,46 µg/m³ op M802 en 0,55 µg/m³ op R891.

Voor tolueen werden beide WGO-doelstellingen ruim gehaald. Voor tolueen noteerden we in 2025 de hoogste halfuurmaxima op de meetplaatsen Scheurweg (R891) – 173 µg/m³ en Polderdijkweg (R822) – 188 µg/m³. Het hoogste weekgemiddelde bedroeg 10 µg/m³ op R822, gevolgd door 8 µg/m³ op R891. Op de andere 2 meetplaatsen lagen de maximale weekgemiddelden van tolueen veel lager.

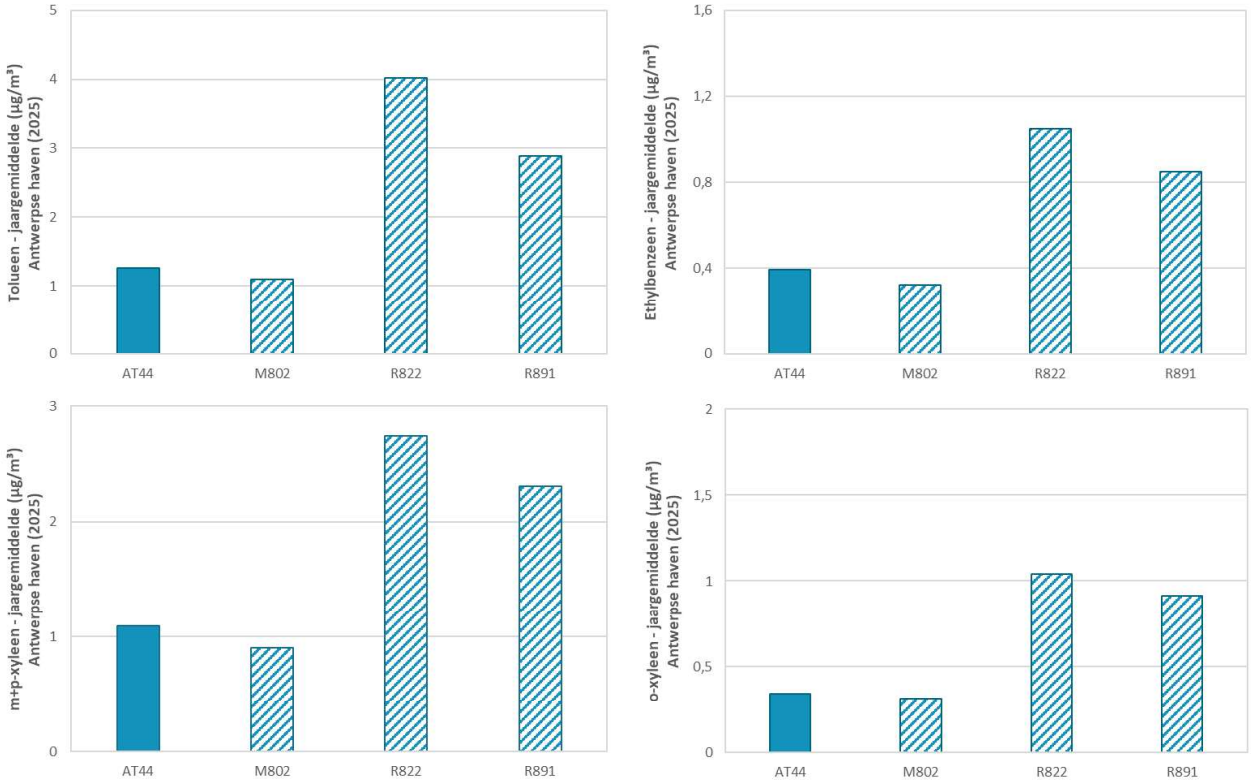
Figuur 64: Toetsing benzeen en tolueen aan doelstellingen EU en WGO



*: benzeen: toetsing aan Europese doelstelling
Gearceerd: databeschikbaarheid van 72 % tot 82 %

Figuur 65 toont de jaargemiddelden van tolueen, ethylbenzeen, m+p-xyleen en o-xyleen op de meetplaatsen gemeten in 2025. Het jaargemiddelde van benzeen vind je in de figuur hierboven. Hier valt op dat ook het jaargemiddelde op R891 in dezelfde grootteorde is als wat we op R822 meten. Op AT44 en M802 liggen de jaargemiddelden een stuk lager.

Figuur 65: Jaargemiddelden tolueen, ethylbenzeen, m+p-xyleen en o-xyleen in 2025 (µg/m³)



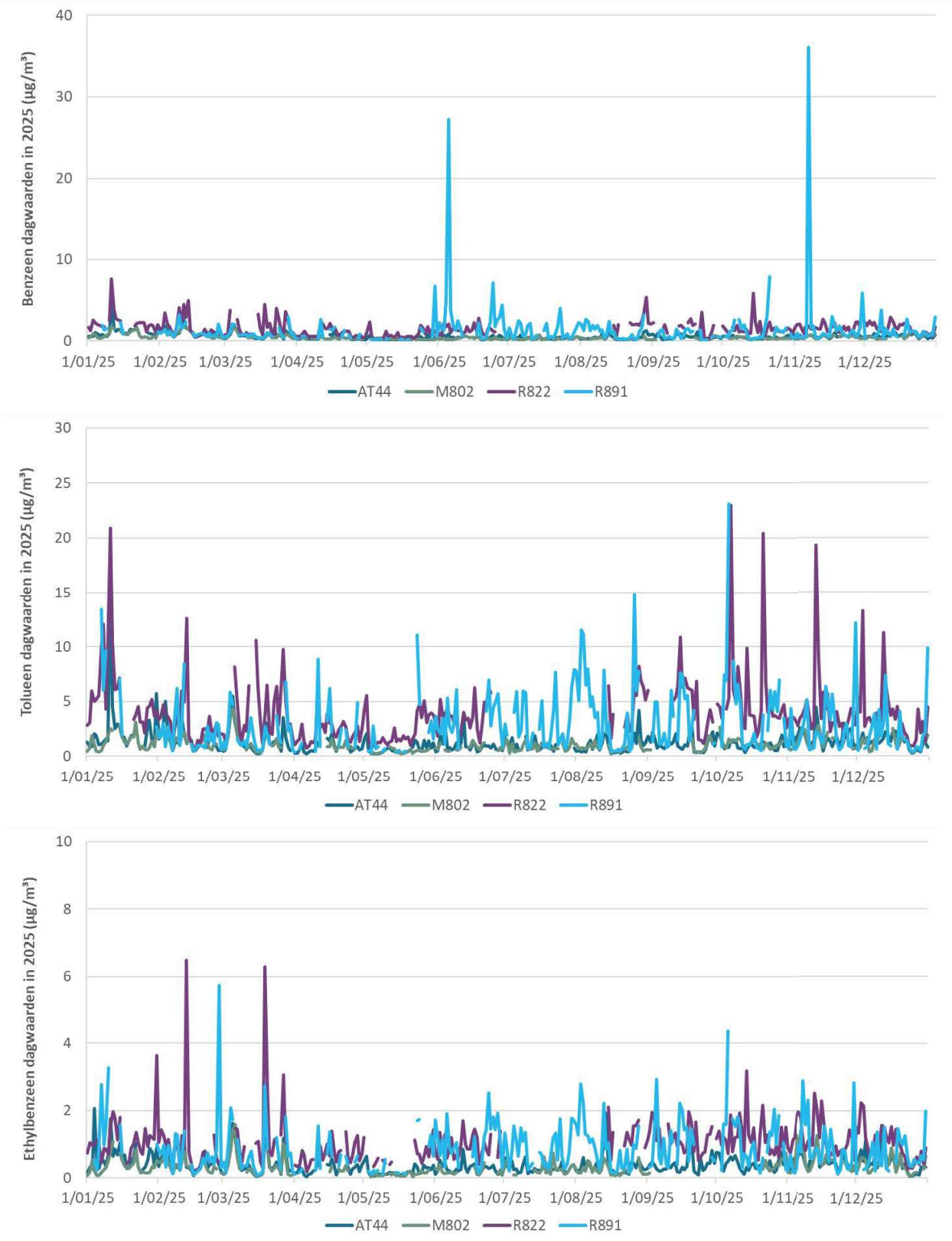
Gearceerd: beperkte databeschikbaarheid van 72 % tot 82 %

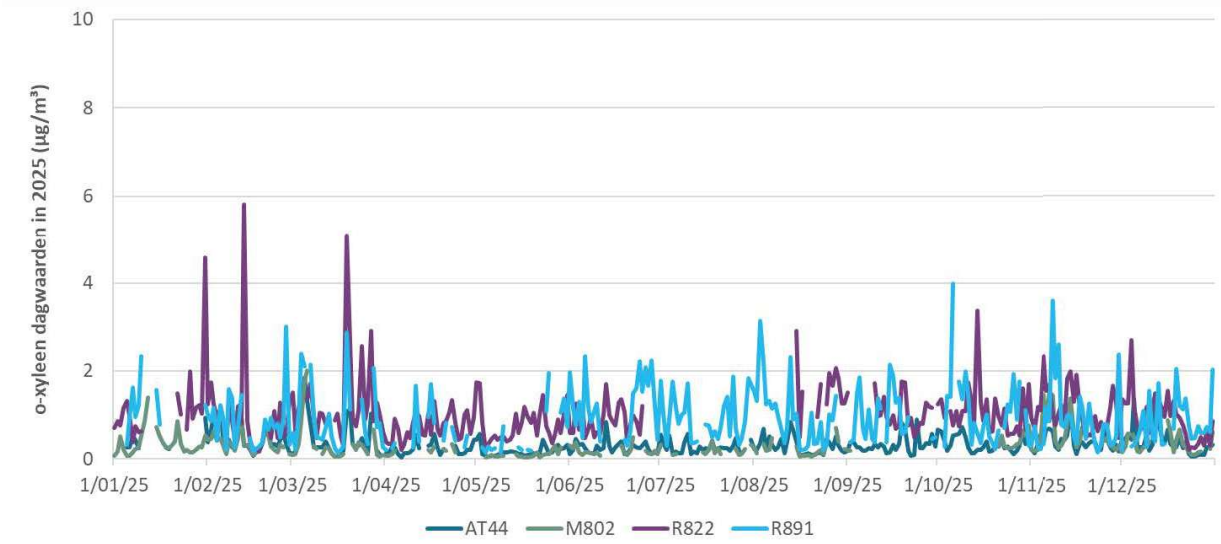
Figuur 66 toont de daggemiddelden van benzeen, tolueen, ethylbenzeen, o-xyleen en m+p-xyleen op alle meetplaatsen. Vooral de verhoogde benzeenconcentratie op R891 op 5 juni en 7 november valt hierbij op. Toen waaide er een zuidwestenwind. Tijdens de pieken was er telkens een ontgassing van een schip aan de gang in de buurt van R891. Dit kan daardoor met grote waarschijnlijkheid aangeduid worden als bron voor de verhoogde benzeenconcentraties. Het bedrijf nam ondertussen maatregelen om dit te voorkomen. Ook krijgt het bedrijf in 2026 automatische meldingen wanneer de VMM hoge benzeenconcentraties vaststelt. Zo kunnen ze sneller ingrijpen en nagaan waar het misloopt.

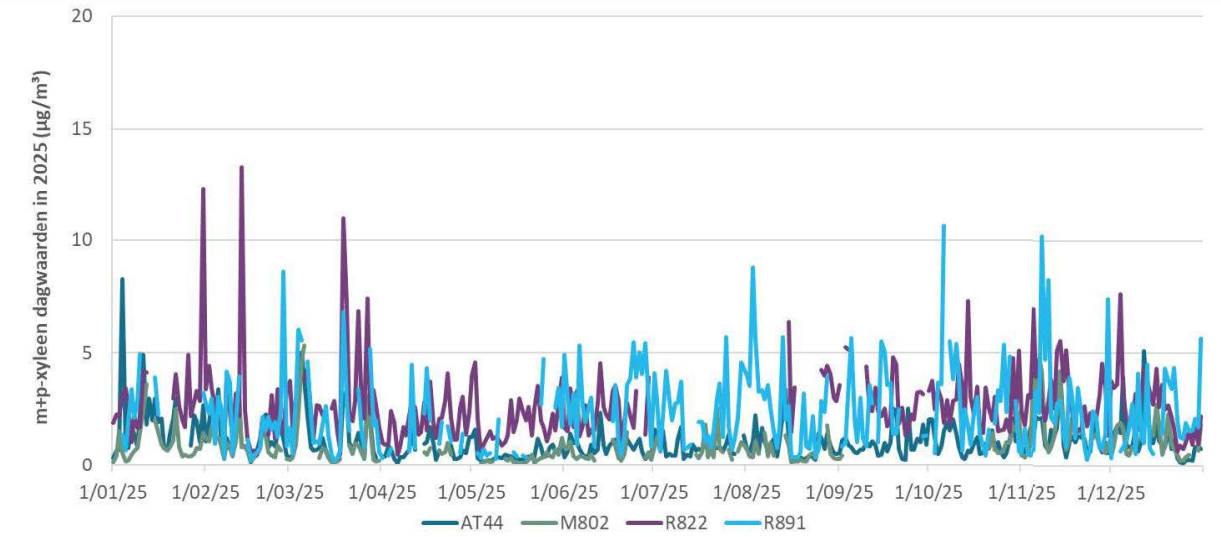
Ook zien we op R822 geregeld pieken van tolueen. Op 11 januari was tolueen heel de dag verhoogd bij een veranderlijke wind. In het najaar ging het om verschillende korte heel hoge pieken over een periode van 4 tot 6u bij zuidwestenwind. Op R891 is tolueen ook geregeld hoger. Ook hier kan het variëren van een korte piek van één uur tot dagen waarbij de tolueenconcentraties heel de dag hoger zijn. De WGO-advieswaarden voor halfuurs- of weekgemiddelden werden altijd gerespecteerd.

Voor ethylbenzeen en de xylenen zijn de jaargemiddelden op R822 en R891 vergelijkbaar. Het dagprofiel is anders: op R822 zijn er hogere piekwaarden, terwijl op R891 de concentraties op meerdere dagen hoger zijn.

Figuur 66: Verloop van de dagwaarden van BTEX-componenten op de meetplaatsen in 2025







6.2.2 Geografische spreiding van BTEX-componenten

In het havengebied worden de BTEX-componenten op vier locaties gemeten. De locatie Luchtbal (M802) ligt dichtbij bewoning, de locaties Polderdijkweg (R822), Ordamstraat (AT44) en Scheurweg (R891) liggen op een industriële locatie. Figuur 67 tot en met Figuur 71 tonen de pollutierozen van benzeen, tolueen, ethylbenzeen en de xyleenisomeren op de verschillende meetplaatsen in de Antwerpse haven in 2025. De BTEX-concentraties liggen op R822 en R891 hoger dan op de M802 en AT44. Daarom gebruiken we in de figuren verschillende schalen. Meer informatie over de methodiek staat in bijlage 6.

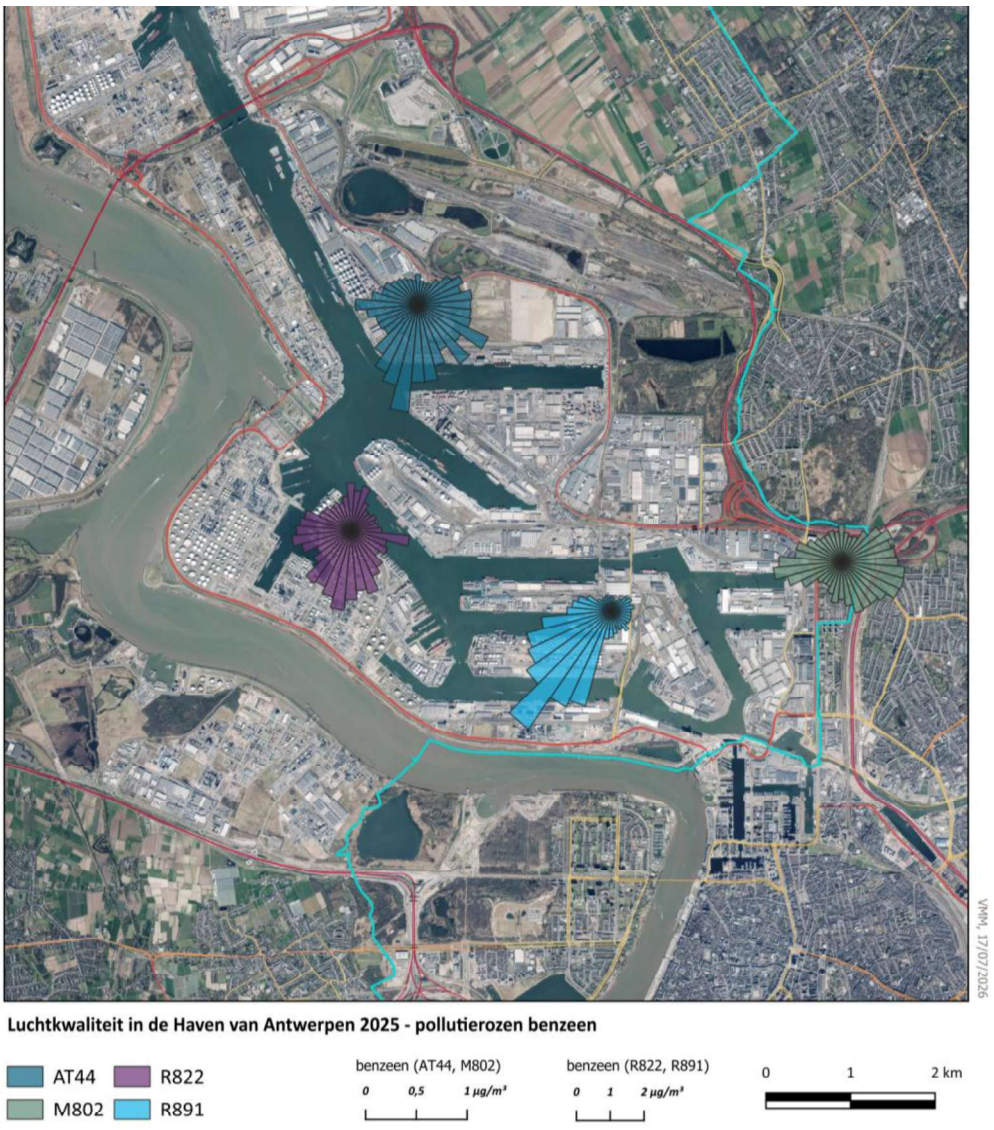
We consulteerden het IMJV dat de uitstoot van de bedrijven in 2024 bundelt. De VOS-screeningscampagne[5] toonde eerder aan dat de emissiegegevens van het IMJV niet volstaan om de bronnen aan te duiden en wees op het bestaan van extra bronnen in de haven die ook VOS uitstoten. Ook zijn er heel wat bedrijven die alleen de emissies van de groep van NMVOS rapporteren en niet de uitstoot van de afzonderlijke stoffen.

[5] Luchtkwaliteit in de Antwerpse haven 2021

Volgens het IMJV zijn er in de Antwerpse haven vijf bedrijven die in 2024 meer dan één ton **benzeen** uitstoten (bijlage 3). Bij vergelijking van de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen, komen we tot de volgende vaststellingen:

- R822: ZW-Z: TotalEnergies Olefins Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical, W: TotalEnergies Refinery Antwerp. In het noorden wijst de roos ook naar Sea-Tank 300 die alleen NMVOS rapporteert en niet benzeen afzonderlijk.
- AT44: ZW-Z: TotalEnergies Refinery Antwerp, TotalEnergies Olefins Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical, en ook Sea Tank 300 die alleen NMVOS rapporteert. W: Cargill rapporteert alleen NMVOS.
- R891: de pollutieroos wijst duidelijk naar het zuidwesten, waar onder andere ATPC ligt. Dichterbij ligt ook MAC² Solutions. Dit bedrijf rapporteerde tot en met 2017 benzeenemissies in het IMJV en doet onder andere aan het reinigen van tanks en spoorwagons. Op hun terrein ligt ook AQ dat vergund is als ontgassingsinstallatie.
- M802: benzeenaanvoer vanuit de richting van de haven

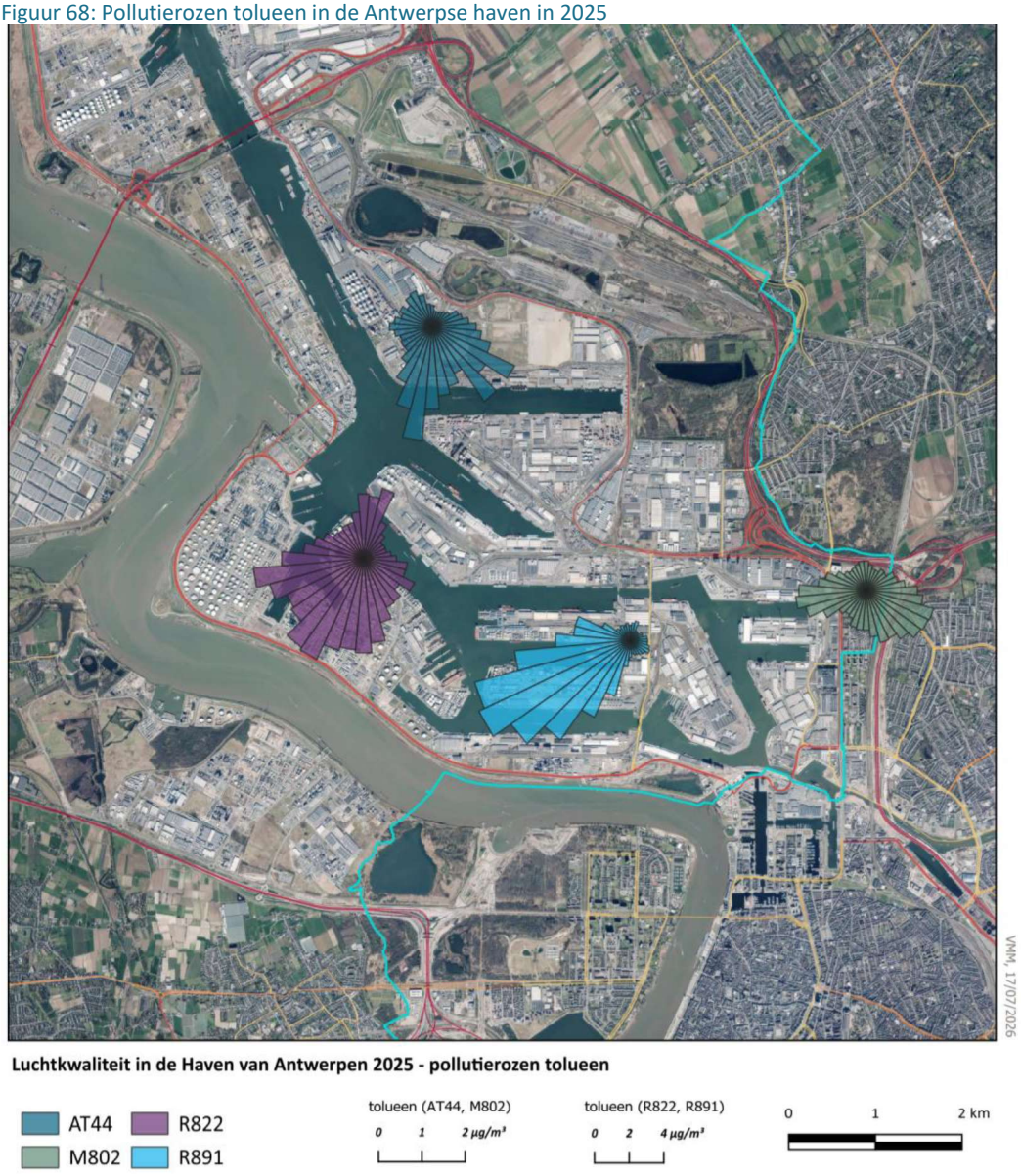
Figuur 67: Pollutierozen benzeen in de Antwerpse haven in 2025



Volgens het IMJV zijn er in de Antwerpse haven 3 bedrijven die in 2024 minstens 1 ton **tolueen** uitstoten (bijlage 3). Als we de locaties van die bedrijven vergelijken met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen, komen we tot de volgende vaststellingen:

- R822: ZW-Z: TotalEnergies Refinery Antwerp en Exxonmobil Petroleum & Chemical. Ook TotalEnergies Olefins ligt in deze sector die in 2024 net geen ton tolueenemissie rapporteert. N: Sea tank 300 die alleen NMVOS rapporteert en niet tolueen afzonderlijk.
- AT44: ZW-Z: TotalEnergies Refinery Antwerp en Exxonmobil Petroleum & Chemical. Verder liggen in de nabijheid ook enkele bedrijven die alleen NMVOS rapporteren en niet tolueen afzonderlijk: W: Cargill en Sea tank 510 – Z: Sea tank 300.
- R891: pollutieroos wijst duidelijk naar het zuidwesten, waar onder andere ATPC, MAC^2 en ontgassingsbedrijf AQ liggen.
- M802: we zien vooral aanvoer vanuit de haven maar de roos wijst ook de zuidoostelijke sector aan.

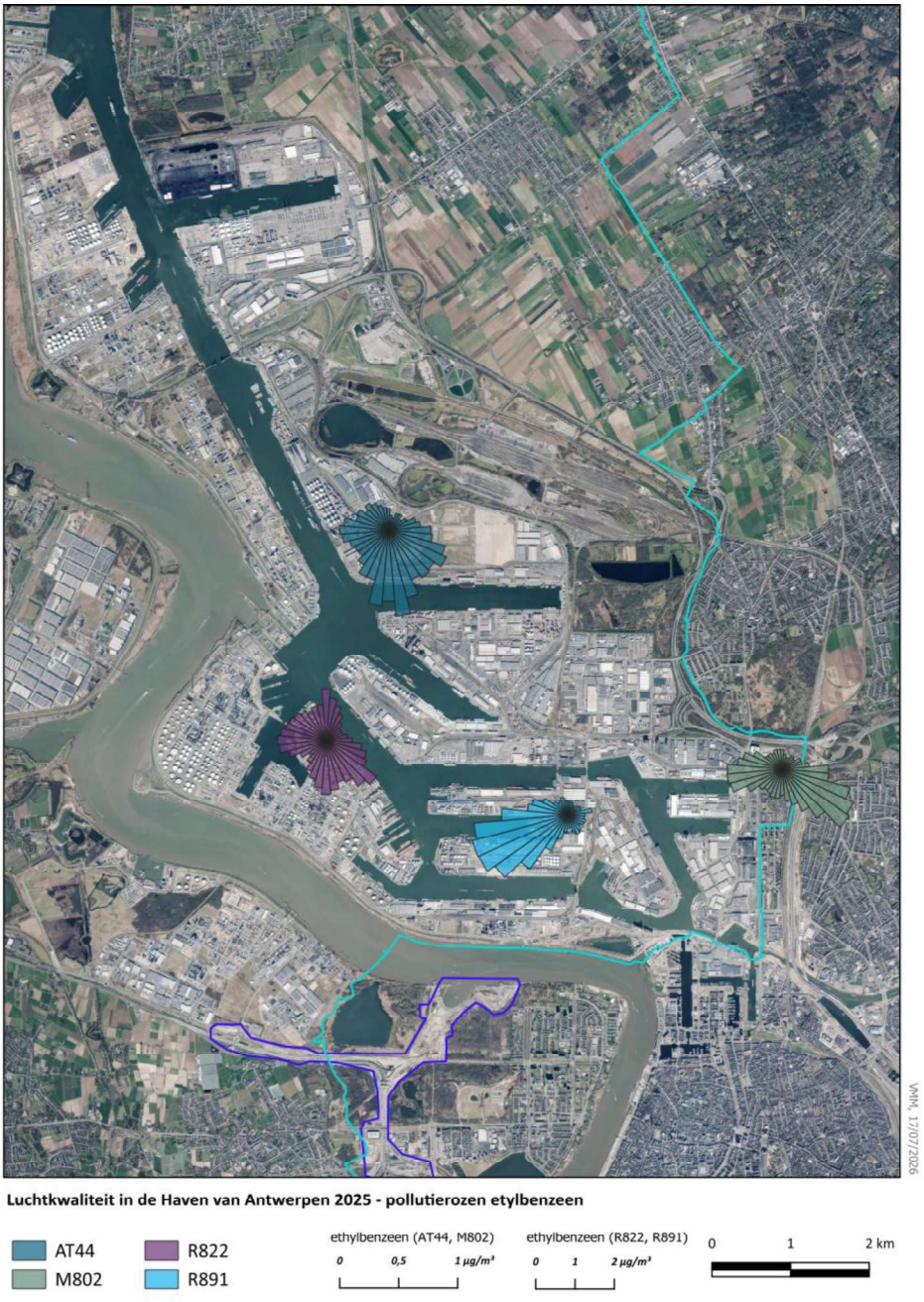
Figuur 68: Pollutierozen tolueen in de Antwerpse haven in 2025



Er zijn 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 en zuidoosten van de meetplaats R822 liggen. We zien ook aanvoer uit andere richtingen:

- R891 wijst naar de richting waar ATPC , MAC² Solutions en AQ liggen.
- AT44 wijst vooral de zuidelijke tot zuidzuidoostelijke sector aan als bron voor ethylbenzeen.
- M802: concentraties liggen lager, maar wijzen ook op bronnen in het havengebied en op een invloed uit het zuidoosten.

Figuur 69: Pollutierozen ethylbenzeen in de Antwerpse haven in 2025

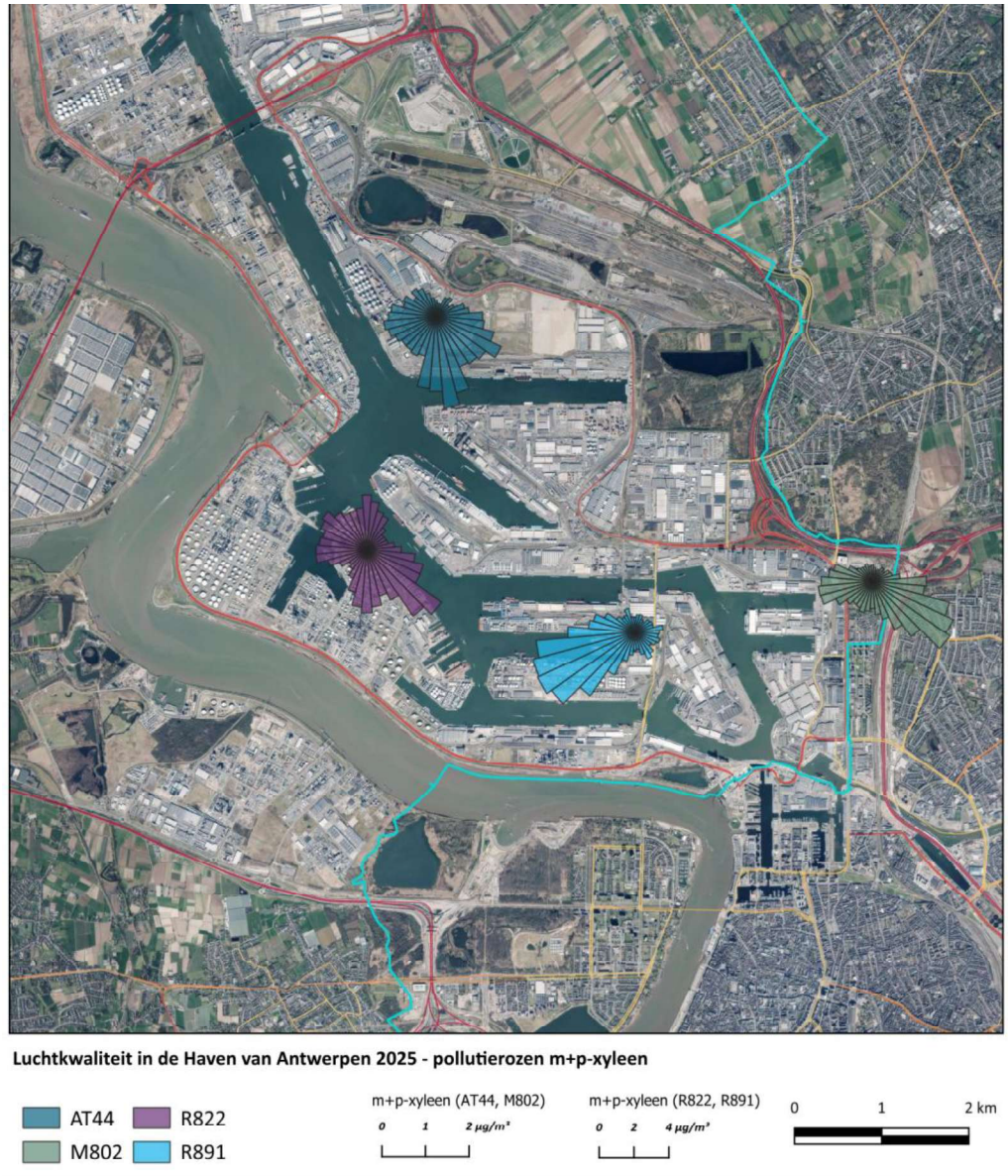


De pollutierozen van **m+p-xyleen en o-xyleen** geven een gelijkaardig beeld. In het IMJV rapporteren bedrijven de uitstoot van alle xyleenisomeren samen. Hieruit blijkt dat er in de Antwerpse haven 3 bedrijven zijn die in 2024 meer dan 1 ton xyleen uitstoten (bijlage 3). Daarna vergeleken we de locatie van die bedrijven met de sectoren waar de pollutierozen naar wijzen. We komen tot de volgende vaststellingen:

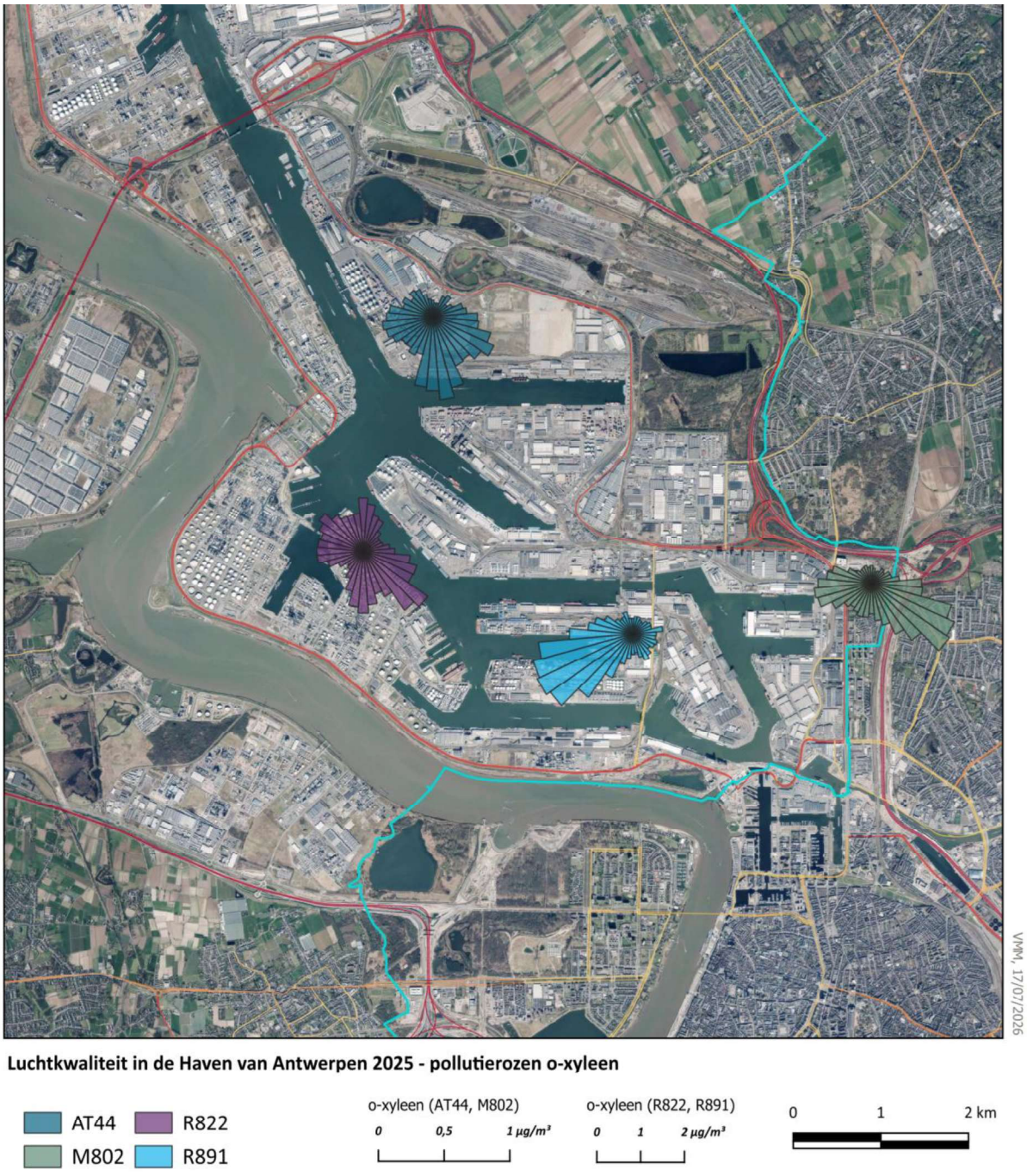
- R822: ZW-Z: TotalEnergies Refinery Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical
- AT44: ZW-Z: TotalEnergies Refinery Antwerp, Exxonmobil Petroleum & Chemical
- M802: bronnen uit de richting van de haven ook een aanvoer uit het zuidoosten

Verder zien we dat R822 en R891 ook wijzen naar eenzelfde locatie waar onder andere ATPC , MAC² Solutions en AQ liggen.

Figuur 70: Pollutierozen m+p-xyleen in de Antwerpse haven in 2025



Figuur 71: Pollutierozen o-xyleen in de Antwerpse haven in 2025



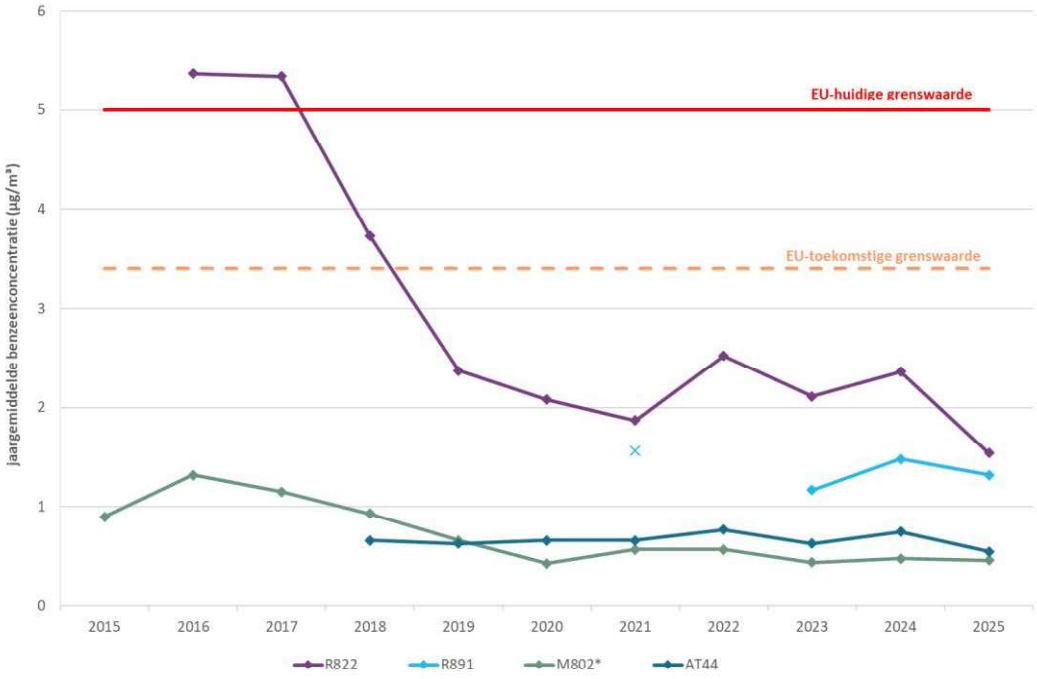
6.2.3 Trend van BTEX-concentraties

Figuur 72 tot en met Figuur 76 tonen de evolutie in de gemeten BTEX-componenten in de periode 2015-2025 op de meetplaatsen in de Antwerpse haven. Ter informatie tonen we ook het jaargemiddelde dat in 2021 op R891 gemeten werd tijdens de VOS-campagne. Deze metingen gebeurden met passieve samplers.

Op de meetplaats Polderdijkweg (R822) zien we voor benzeen een sterke daling tussen 2017 en 2019, gevolgd door een lichtere daling tot 2021. Daarna fluctueren de jaargemiddelden met in 2025 weer lagere concentraties. De tolueenconcentratie daalt sterk in 2019 en volgt daarna hetzelfde profiel als benzeen: een lichte variatie met iets lagere concentraties in 2025. De andere componenten dalen sterk in 2019 en blijven daarna vrij stabiel.

Op R891 werd er in 2023-2025 minder benzeen gemeten dan in 2021. Voor de andere componenten zien we een lichte stijging en benaderen ze wat we op R822 meten. Op M802 en AT44 zijn de concentraties het laagst en blijven ze vrij stabiel.

Figuur 72: Evolutie benzeenconcentraties in de Antwerpse haven

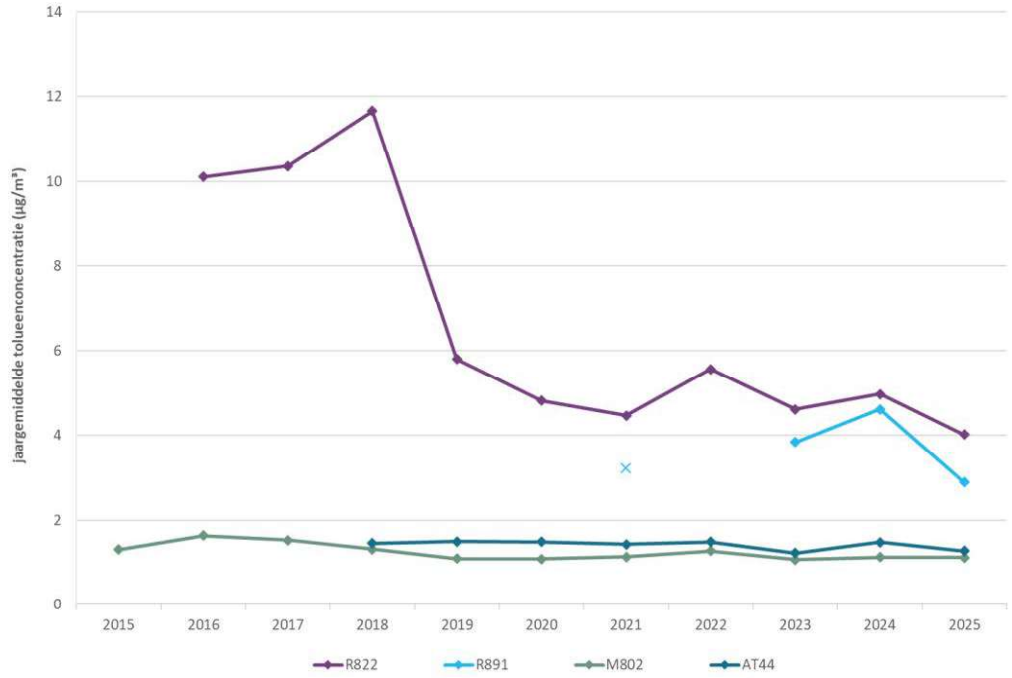


Beperkte databeschikbaarheid: in 2016 op R822 (73 %); in 2017 op R822 (78%); in 2023 op R891 (84 %), in 2025 op R822 (79 %) en R891 (81 %)

*: toetsing aan Europese doelstelling

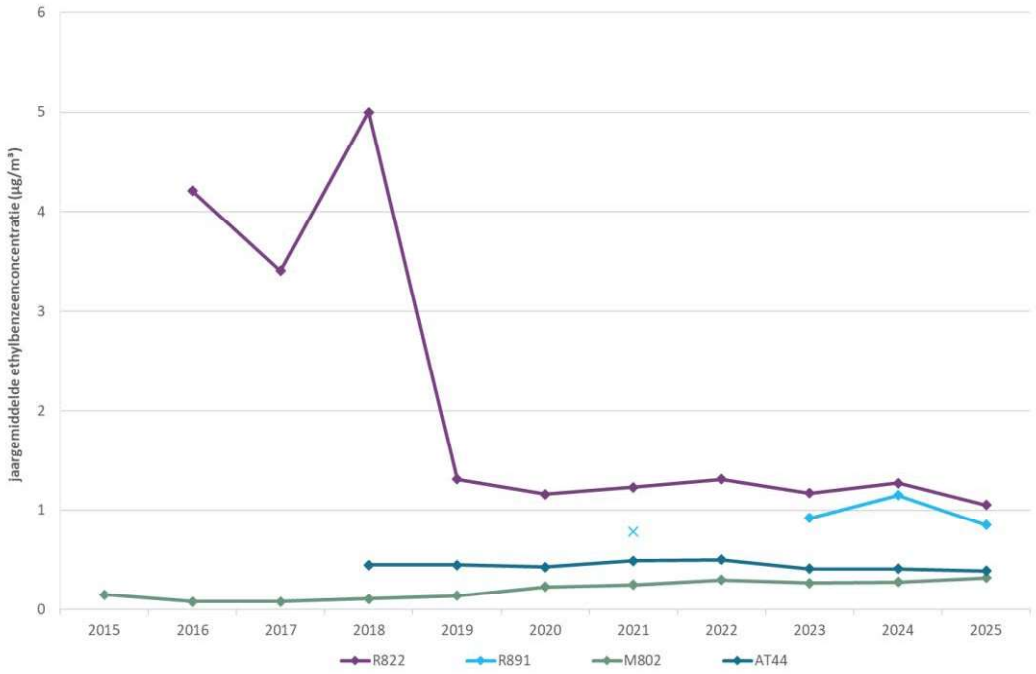
X: meting met passieve samplers

Figuur 73: Evolutie tolueenconcentraties in de Antwerpse haven



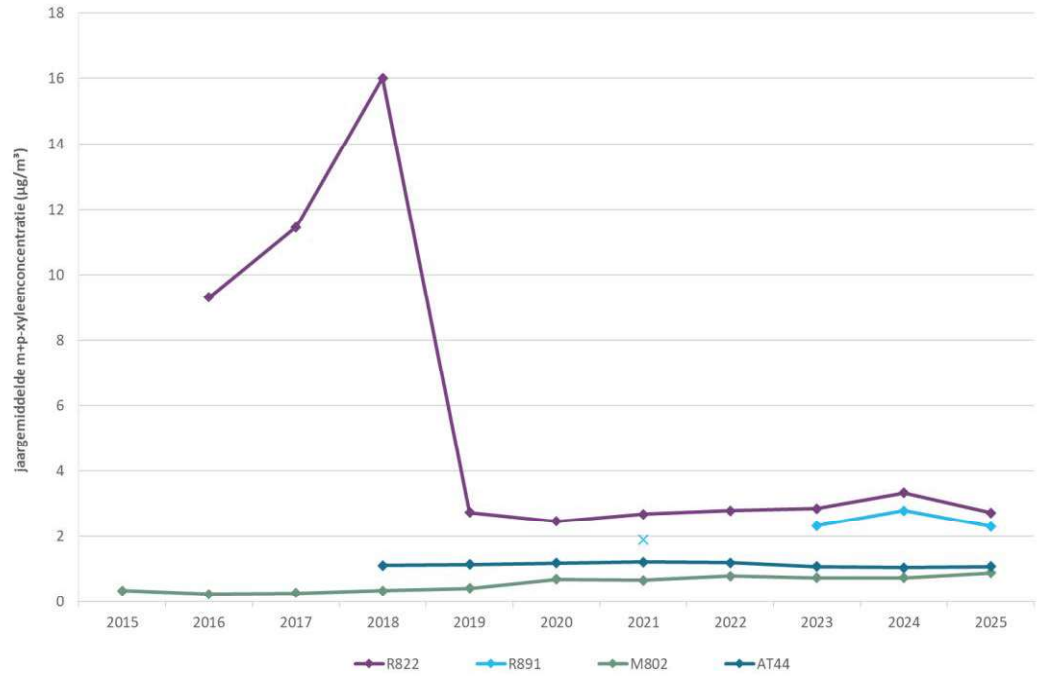
Beperkte databeschikbaarheid: in 2016 op R822 (76 %), in 2025 op R822 (81 %), op R891 (79 %), op M802 (82 %)
X: meting met passieve samplers

Figuur 74: Evolutie ethylbenzeenconcentraties in de Antwerpse haven



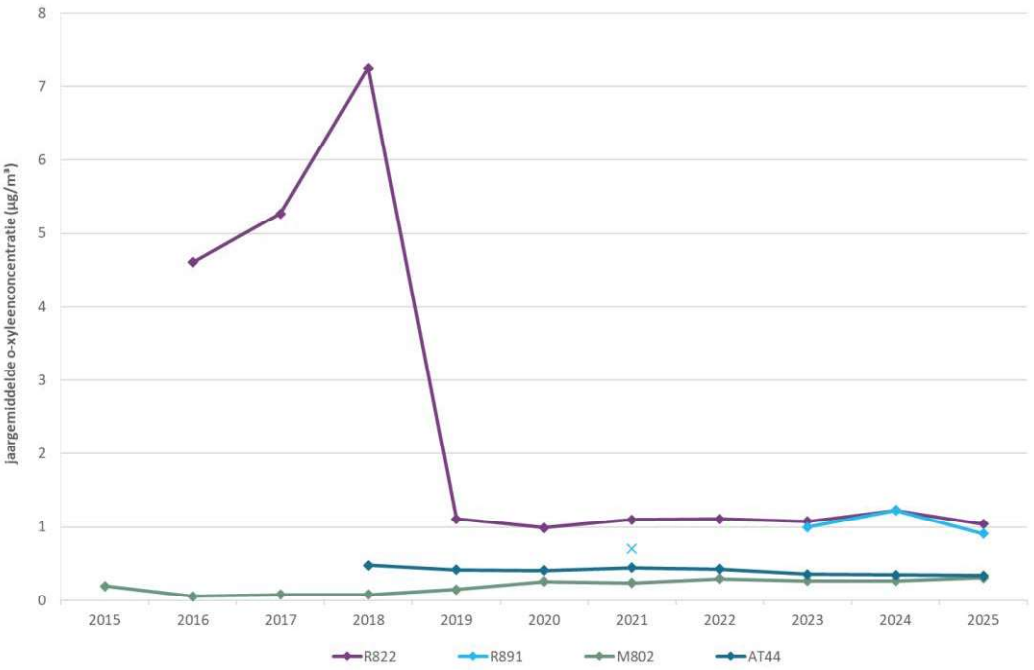
Beperkte databeschikbaarheid: in 2016 op R822 (75 %), in 2025 op R822 (77 %), op R891 (84 %), op M802 (74 %)
X: meting met passieve samplers

Figuur 75: Evolutie m+p-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2016 op R822 (75%) in 2023 op R891 (80 %), in 2024 op R891 (84 %), in 2025 op R822 (80 %), op R891 (81 %), op M802 (72 %)
X: meting met passieve samplers

Figuur 76: Evolutie o-xyleenconcentraties in de Antwerpse haven



Beperkte databeschikbaarheid: in 2016 op R822 (76%); in 2023 op R891 (83 %), in 2024 op R891 (77 %), in 2025 op R822 (79 %), op R891 (81 %), op M802 (72 %)
X: meting met passieve samplers

6.3 VOS-concentraties – semiautomatische metingen

In 2025 meet de VMM alleen nog VOS met passieve samplers op de vaste locatie R822 (Polderdijkweg).

Toetsing aan regelgeving
Binnen de groep van VOS bestaan er toetsingswaarden voor benzeen, tolueen, tetrachlooretheen en 1,2-dichloorethaan. Door de ligging van R822 is de toetsing aan de luchtdoelstellingen puur informatief. Op R822 staat er ook een BTEX-monitor die halfuursgemiddelden levert. Toetsing voor benzeen en tolueen 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 8: Toetsing concentraties VOS aan regelgeving

2025 – tetrachlooretheen	Doelstelling	Meetplaatsen die doelstelling halen
WGO-jaaradvieswaarde	250 µg/m³	1/1
2025 – 1,2-dichloorethaan	**Doelstelling**	**Meetplaatsen die doelstelling halen**
WGO-dagadvieswaarde	700 µg/m³	1/1[§]

[§]: indicatieve toetsing

Concentratie op R822 en in Vlaanderen
Tabel 9 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 77 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-dichoorethaan. 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 (0,54 µg/m³) veel lager was.

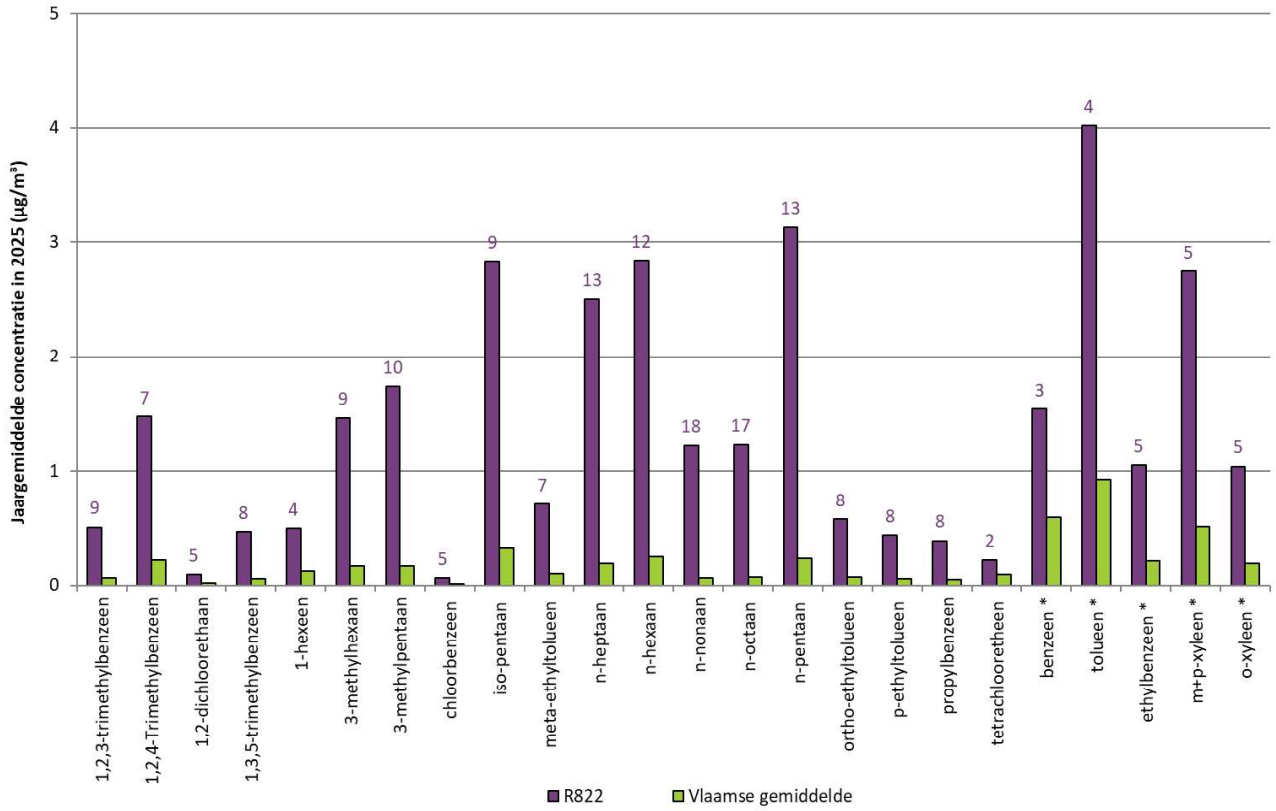
Tabel 9: Jaargemiddelde concentratie VOS-componenten R822 en Vlaamse gemiddelde in 2025

Polluent (µg/m³)	Jaargemiddelde R822	Jaargemiddelde Vlaanderen
1,2,3-trimethylbenzeen	0,51	0,06
1,2,4-Trimethylbenzeen	1,47	0,22
1,2-dichloorethaan	0,09	0,02
1,3,5-trimethylbenzeen	0,47	0,06
1-hexeen	0,5	0,13
3-methylhexaan	1,46	0,17
3-methylpentaan	1,74	0,17
chloorbenzeen	0,06	0,01
iso-pentaan	2,83	0,32
meta-ethyltolueen	0,71	0,10
n-heptaan	2,5	0,19
n-hexaan	2,84	0,25
n-nonaan	1,22	0,07
n-octaan	1,23	0,07
n-pentaan	3,13	0,23
ortho-ethyltolueen	0,58	0,07
p-ethyltolueen	0,44	0,05
propylbenzeen	0,39	0,05
tetrachlooretheen	0,22	0,09
benzeen	1,54*	0,60
tolueen	4,02*	0,93
ethylbenzeen	1,05*	0,21
m+p-xyleen	2,74*	0,52
o-xyleen	1,04*	0,19

Parameters met een toetsingskader *meetresultaten van automatische metingen

Wat opvalt, is dat de concentraties van de VOS-componenten op R822 veel hoger liggen dan het virtueel Vlaamse gemiddelde (Figuur 77). Dit was ook in vorige meetjaren het geval. Er zijn 6 componenten die minstens een factor 10 hoger liggen: n-pentaan, n-hexaan, n-heptaan, n-octaan en n-nonaan. Deze lineaire, enkelvoudig gebonden koolstofketens komen voor in aardolie en kunnen vrijkomen bij de raffinage ervan.

Figuur 77: Vergelijking VOS in de Antwerpse haven met factor verschil ten opzichte van Vlaams gemiddelde



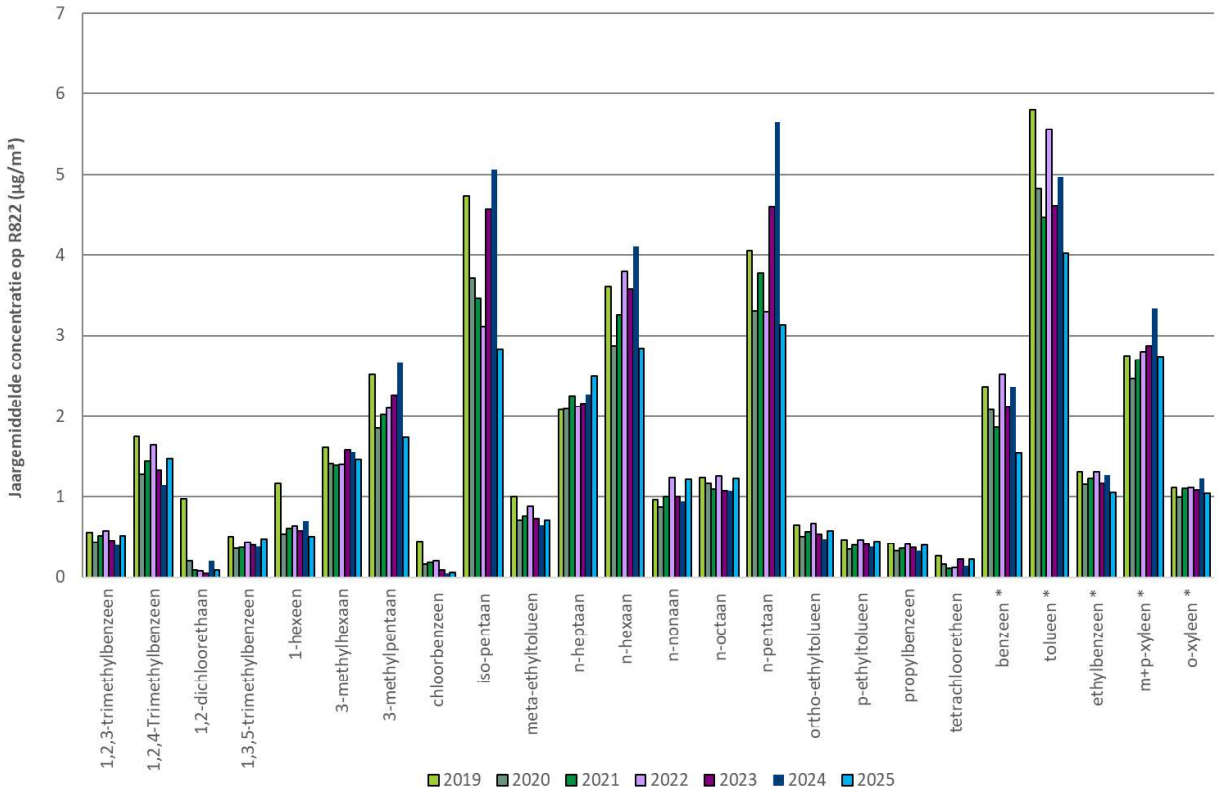
*R822: op basis van automatische metingen

Trend VOS

Figuur 78 toont de jaargemiddelde concentratie van de verschillende VOS-componenten op de locatie R822 voor de periode 2019-2025.

Bij de meeste componenten zijn de concentraties in 2025 lager in vergelijking met 2019. Bij twee componenten zien we een stijging: n-heptaan – 20 % en n-nonaan – 27 %. De concentratie van de helft van de componenten ligt in 2025 iets hoger dan in 2024.

Figuur 78: Jaargemiddelde VOS-componenten op meetplaats Polderdijkweg (R822) in periode 2019-2025



*: op basis van automatische metingen

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.

Belangrijke wijzigingen ten opzichte van 2023

- Voor de herziening van de drempelwaarden[6] drukken we sinds 2024 de meetresultaten uit in pg $TEQ_{WGO2022}$/(m².dag) in plaats van in pg $TEQ_{WGO1998}$/(m².dag). Dit heeft een stijgend effect op de dioxineresultaten en een dalend effect op de PCB-resultaten.
- Tot en met 2023 maten we de depositie van dioxines en PCB's vier à zes keer gedurende een maand, uniform verdeeld over het jaar. Sinds 2024 meten we elke maand en poolen we drie maandstalen voor analyse en rapportering ('kwartaalresultaten').
- De depositiemetingen van dioxines en PCB's in Beveren (Kallo) op BV04 worden sinds 2024 in opdracht van Belgian Scrap Terminal (BST) Kallo uitgevoerd. Dit gebeurt door de monitoringsplicht opgelegd voor het Actieplan Dioxines/PCB's[7] aan elfd Vlaamse schrootbedrijven met een GPBV-installatie waaronder BST Kallo.
- Er zijn sinds 2024 ook drempelwaarden beschikbaar voor meetlocaties gelegen in industriegebieden. Voor meetlocatie BV04 geldt een jaardrempel van 40 pg $TEQ_{WGO2022}$/(m².dag).

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

In 2025 maten we dioxines en dioxineachtige PCB's (DL-PCB's) op één locatie in de Antwerpse haven: op BV04 in Kallo. Deze meetplaats is zo geïnstalleerd om de impact van het schrootbedrijf met GPBV-shredderinstallatie Belgian Scrap Terminal (BST) op de omgevingslucht in te schatten. De meetplaats staat in de onmiddellijke nabijheid van dit bedrijf, in industriegebied.

Tabel 10 toont de kwartaalresultaten en de jaargemiddelde depositie van de som van dioxines en DL-PCB's van 2025 voor de meetplaats in Kallo. In 2025 lag het jaargemiddelde (58,6) boven de jaardrempel van 40 pg $TEQ_{WGO2022}$/(m².dag). De kwartaalresultaten variëren van 13,0 tot 138,1 pg $TEQ_{WGO2022}$/(m².dag). Op BV04 zijn de dioxinedeposities over het algemeen lager dan de PCB-depositiewaarden. Dit geldt voor het merendeel van de meetplaatsen nabij schrootbedrijven in Vlaanderen.

[6] https://vmm.vlaanderen.be/feiten-cijfers/lucht/overzicht-per-vervuilende-stof/andere-vervuilende-stoffen/dioxines-en-pcbs-in-depositie
[7] https://beslissingenvlaamseregering.vlaanderen.be/document-view/655726A68265E66451D4CC35

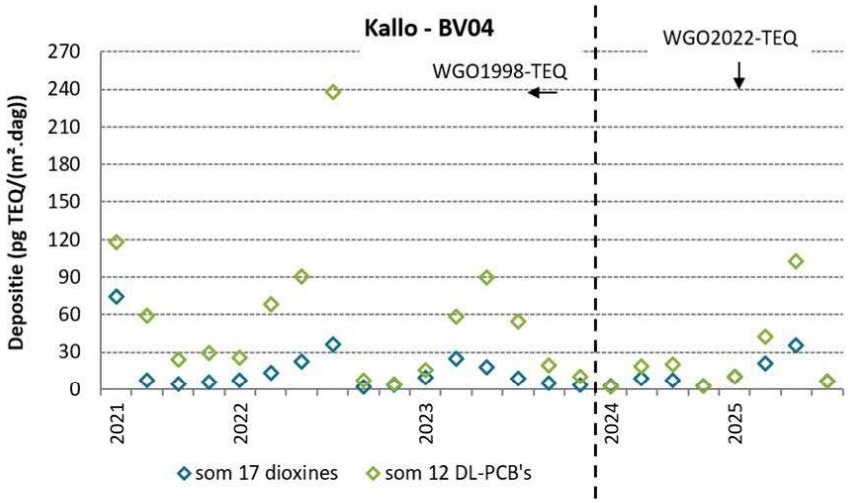
Tabel 10: Dioxine en PCB-deposities op BV04 in Kallo in 2025

pg $TEQ_{WGO2022}$/(m².dag)	Som 17 dioxines	Som 12 DL-PCB's	Som totaal
Jaardrempel	-	-	40
01-03/2025	10,2	10,0	20,2
04-06/2025	20,9	42,0	62,9
07-09-2025	35,7	102,4	138,1
10-12/2025	6,7	6,3	13,0
Gemiddelde	**18,4**	**40,2**	**58,6**

7.2 Trend van dioxine- en PCB-depositie

Figuur 79 toont de trend van de depositiemetingen van dioxines en DL-PCB's op de meetplaats BV04 voor de periode 2021-2025. Sinds 2021 meten we zowel dioxines als DL-PCB's op BV04, de jaren ervoor alleen de 12 DL-PCB's. Door de grote impact van het weer kunnen we moeilijk uitspraken doen over de langetermijntrend. Wind en regen bepalen – naast de bron(nen) – een groot deel van de lokale depositie. We zien dat de individuele resultaten sterk fluctueren. Bij de evolutie van de PCB-metingen valt de meting van juli-augustus 2022 op. Toen maten we 238 pg $TEQ_{WGO1998}$/(m².dag) aan PCB's. Dioxinedeposities zijn doorgaans lager dan overeenkomstige PCB-waarden. In 2025 lagen de resultaten – vooral van de DL-PCB's in het tweede en derde kwartaal – hoger dan in 2024.

Figuur 79: Evolutie depositiemetingen van dioxines en DL-PCB's op BV04 voor de periode 2021-2025

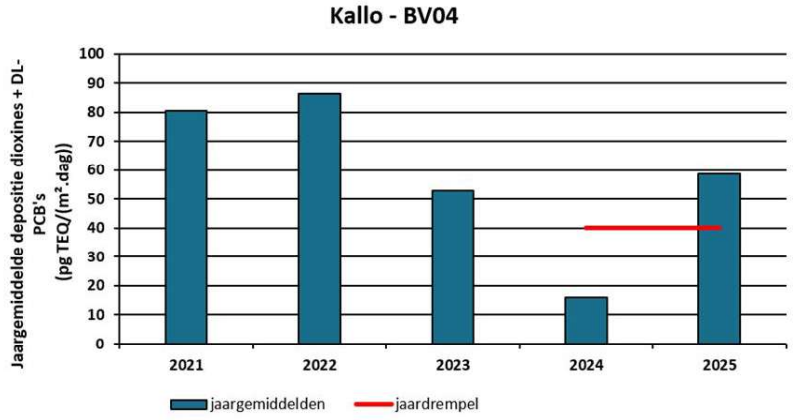


In Figuur 80 tonen we de overeenkomstige jaargemiddelden. Ten opzichte van 2023 (voor de invoering van de monitoringsplicht) zagen we in 2024 een daling van de jaargemiddelde depositie :

- het dalend effect op de PCB-resultaten door verandering van eenheid
- 2024 als jaar met veel neerslag, wat een gunstig effect heeft op de deposities;
- de inspanningen van de schrootsector waaronder BST Kallo om stofverspreiding te voorkomen, zoals het bevochtigen van stuifgevoelige materialen bij droge periodes

In 2025 zien we opnieuw een stijging. Oorzaken hiervoor zijn de ongunstigere meteo en het voorvallen van incidenten en het uitvoeren van werken op het terrein van BST Kallo.

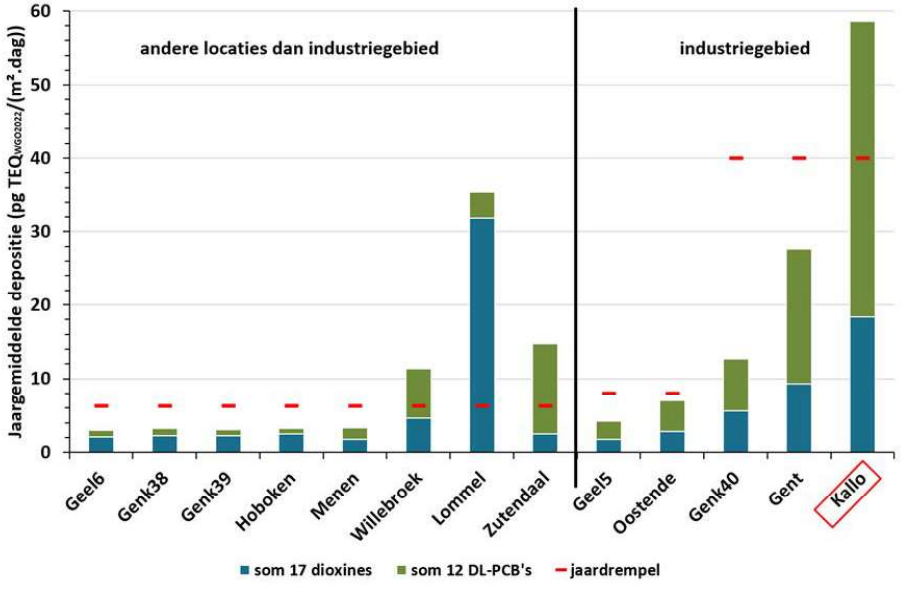
Figuur 80: Evolutie jaargemiddelden op BV04 voor de periode 2021-2025



7.3 Vergelijking met andere meetlocaties

In Figuur 81 vergelijken we de jaargemiddelde depositiewaarde van 2025 in Kallo (aangeduid met rood kader) met de metingen nabij andere Vlaamse schrootbedrijven met monitoringsplicht. Het jaargemiddelde in Kallo is het hoogst van alle meetlocaties. Vooral het aandeel DL-PCB's is hoger dan op andere locaties.
Eerder onderzoek toonde aan dat een verontreiniging aan dioxines en PCB's nabij schrootbedrijven meestal beperkt blijft tot enkele honderden meters rond het bedrijf en depositiewaarden sterk afnemen naarmate de afstand tot het bedrijf groter wordt. Hierdoor mogen de industriële meetlocaties in Genk, Gent en Kallo voldoen aan de minst strenge jaardrempel van 40 pg $TEQ_{WGO2022}$/(m².dag). De meetplaats in Kallo is wel de enige die deze industriële jaardrempel in 2025 overschreed.
In 2025 was de gemiddelde achtergronddepositie in Vlaanderen gelijk aan 1,1 pg $TEQ_{WGO2022}$/(m².dag). In Kallo was het jaargemiddelde beduidend hoger. Dit wijst op de bijkomende impact van het schrootbedrijf op de meetlocatie.

Figuur 81: Vergelijking jaargemiddelde dioxine- en PCB-depositie van 2025 met andere schrootbedrijven



8 PFAS

PFAS is de verzamelnaam voor poly- en perfluoralkylstoffen: een grote groep antropogene stoffen die bestaan uit een koolstofketen en fluorverbindingen. Een aantal PFAS zijn persistent, bioaccumulerend, toxisch en mobiel. Aangezien de impact op de gezondheid chronisch is, beoordelen we de luchtverontreiniging op basis van jaargemiddelden.

In deze paragraaf bespreken we:
- de concentratie in **lucht** (zwevend stof) die typisch gemeten wordt in periodes van 2 weken
- de **depositie** (neervallend stof) in de omgeving die typisch gemeten wordt in periodes van 4 weken

Afhankelijk van de matrix bespreken we de volgende componenten:
- som EFSA-4: de som van PFOS, PFOA, PFHxS en PFNA (lineair + vertakt)
- PFOS, perfluoroctaansulfonzuur (lineair + vertakt)
- PFOA, perfluoroctaanzuur (lineair + vertakt)
- PFBA, perfluorbutaanzuur

Voor PFAS is er een indicatief toetsingskader (bijlage 5) waaraan jaargemiddelden worden getoetst.

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

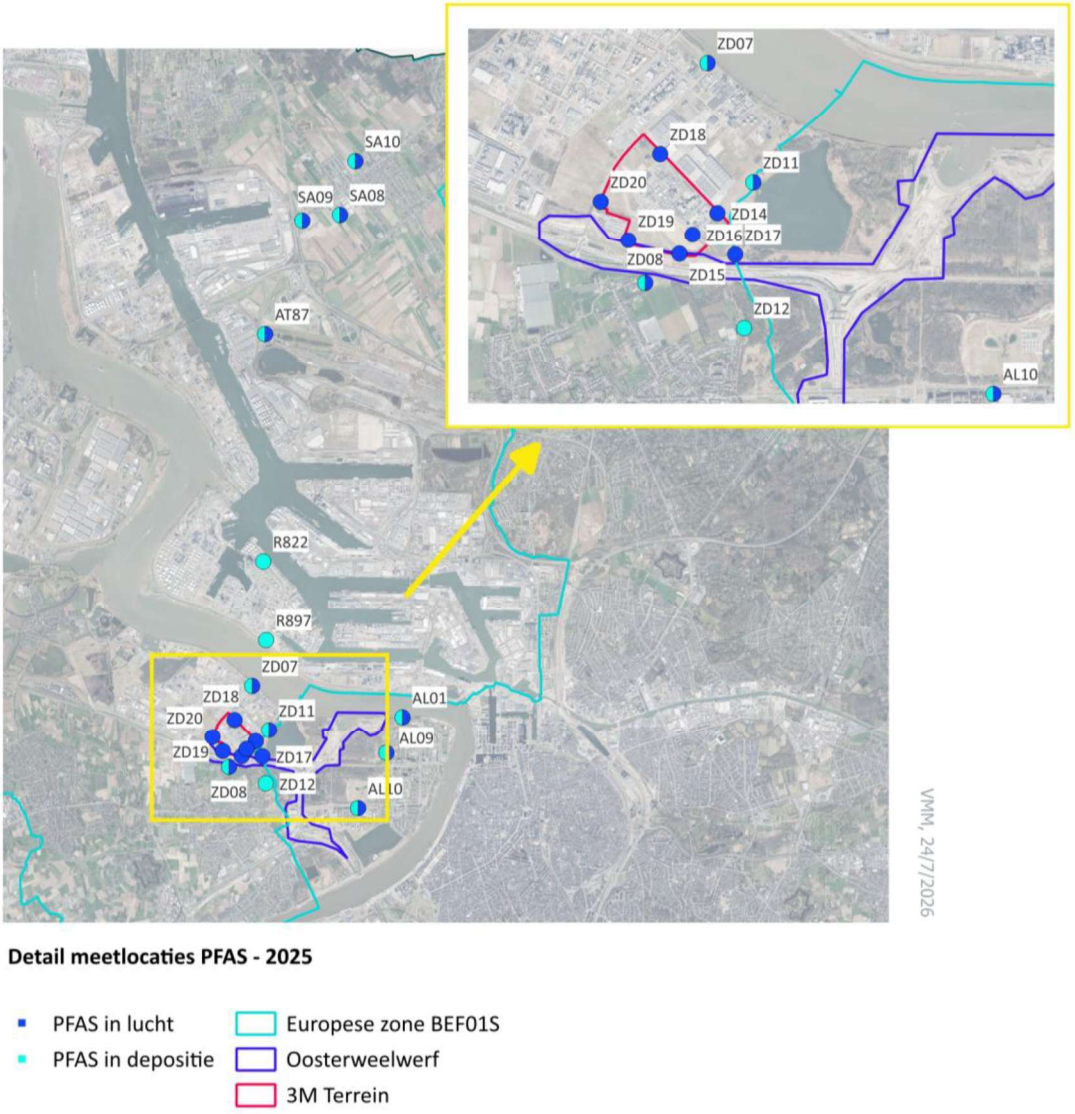
8.1 Meetnet

In 2025 werd op 17 locaties PFAS in lucht gemeten en op 13 locaties PFAS in depositie. Er werd ook gemeten op 2 achtergrondlocaties: landelijk in Dessel (N016) en stedelijk in Borgerhout (R801). Het meetnet kan opgedeeld worden in:

- 11 locaties in Zwijndrecht (ZD##)
- 3 locaties in Antwerpen-Linkeroever (AL##)
- 3 locaties in de Haven van Antwerpen (R### of AT##)
- 3 locaties in Stabroek (SA##)
- 2 achtergrondlocaties (N016 en R801)

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

Figuur 82: PFAS-meetnet -detail ten zuiden van de haven



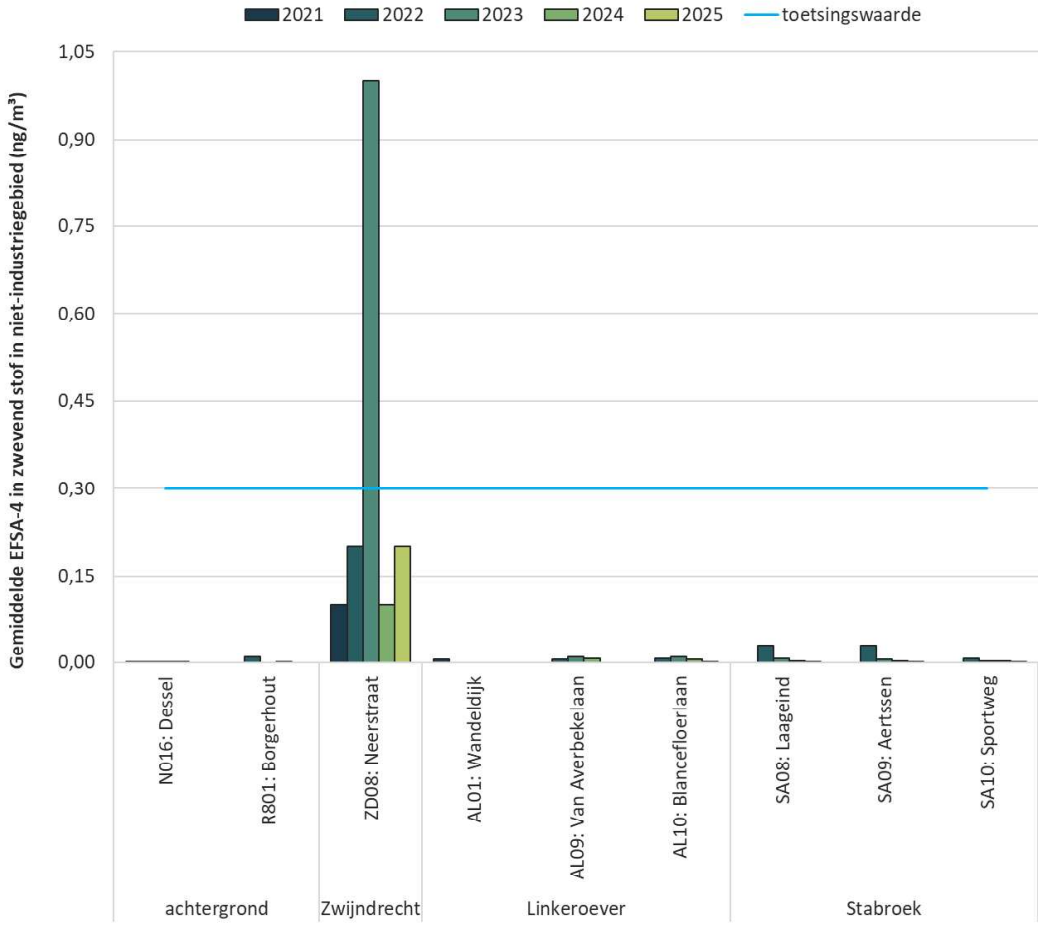
8.2 Resultaten

8.2.1 PFAS in lucht

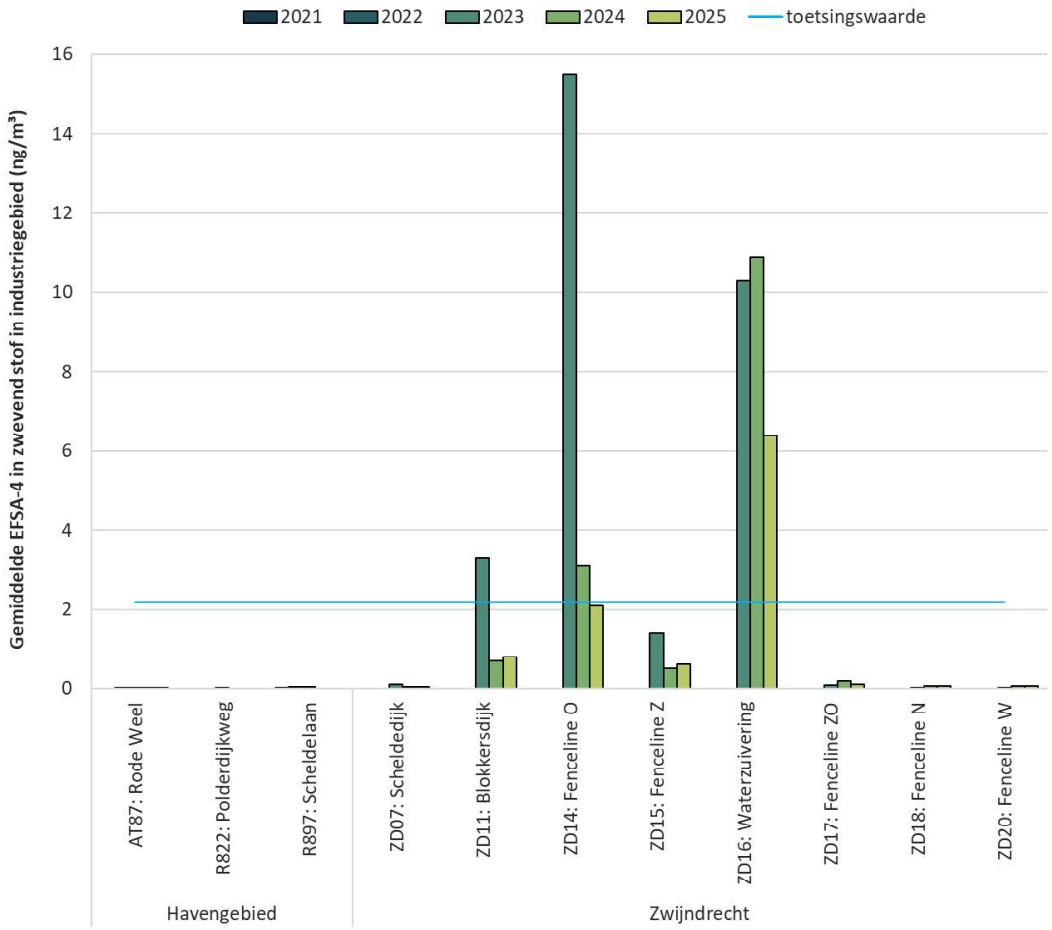
Voor 2025 stellen we vast dat:

- de toetsingswaarde voor de som EFSA-4 alleen overschreden werd op ZD16 (waterzuivering 3M-bedrijfsterrein)
- de overige toetsingswaarden nergens werden overschreden
- de verontreiniging het hoogst blijft nabij 3M Belgium en sterk afneemt met toenemende afstand
- de waterzuivering van 3M een verontreinigingsbron blijft, maar de genomen maatregelen (bijvoorbeeld slibverwijdering) de emissies verminderen. In 2026 is de waterzuivering volledig vrijgemaakt van PFAS, waardoor we een verdere daling in luchtconcentratie verwachten.

Figuur 83: Evolutie gemiddelde som EFSA-4 op niet-industriële locaties



Figuur 84: Evolutie gemiddelde som EFSA-4 op industriële locaties



8.2.2 PFAS in depositie

Voor 2025 stellen we een aantal zaken vast.

Havengebied

- De toetsingswaarde voor PFBA werd nergens overschreden.
- De toetsingswaarde voor PFOA werd overschreden op R822 en net niet op R898. Op AT87 werd de streefwaarde voor PFOA niet behaald.
- De toetsingswaarde voor PFOS werd overschreden op R822. Op R897 en AT87 werd de streefwaarde voor PFOS niet behaald.
- De toetsingswaarde voor TFA werd niet overschreden op R822. Voor R897 en AT87 zijn er geen data beschikbaar.
- Nabij R822 was er een bouwproject dat waarschijnlijk een groot deel van de verhoogde deposities heeft veroorzaakt via opwaaiend bodemstof. De verontreiniging reikte niet tot in woon- en landbouwgebied. Metingen op andere locaties bevestigen dit. Het bouwproject werd eind 2025 afgerond. In het eerste kwartaal van 2026 zien we dan ook een sterke daling. De Vlaamse overheid houdt de vinger aan de pols en onderzoekt andere mogelijke bronnen. De VMM blijft monitoren en maakt de data toegankelijk op vmm.vlaanderen.be en dov.vlaanderen.be.

Zwijndrecht

- De toetsingswaarde voor PFBA werd nergens overschreden.
- De toetsingswaarde voor PFOA werd overal overschreden.
- De toetsingswaarde voor PFOS werd alleen overschreden op ZD11, maar de streefwaarde werd nergens behaald.
- Er zijn geen data voor TFA beschikbaar.
- Nabij ZD11 zet 3M Belgium de sanering van haar waterzuivering verder. In 2026 zouden de depositiewaarden hierdoor verder moeten dalen. Om dit op te volgen kan je vlaanderen.be en vmm.vlaanderen.be raadplegen.

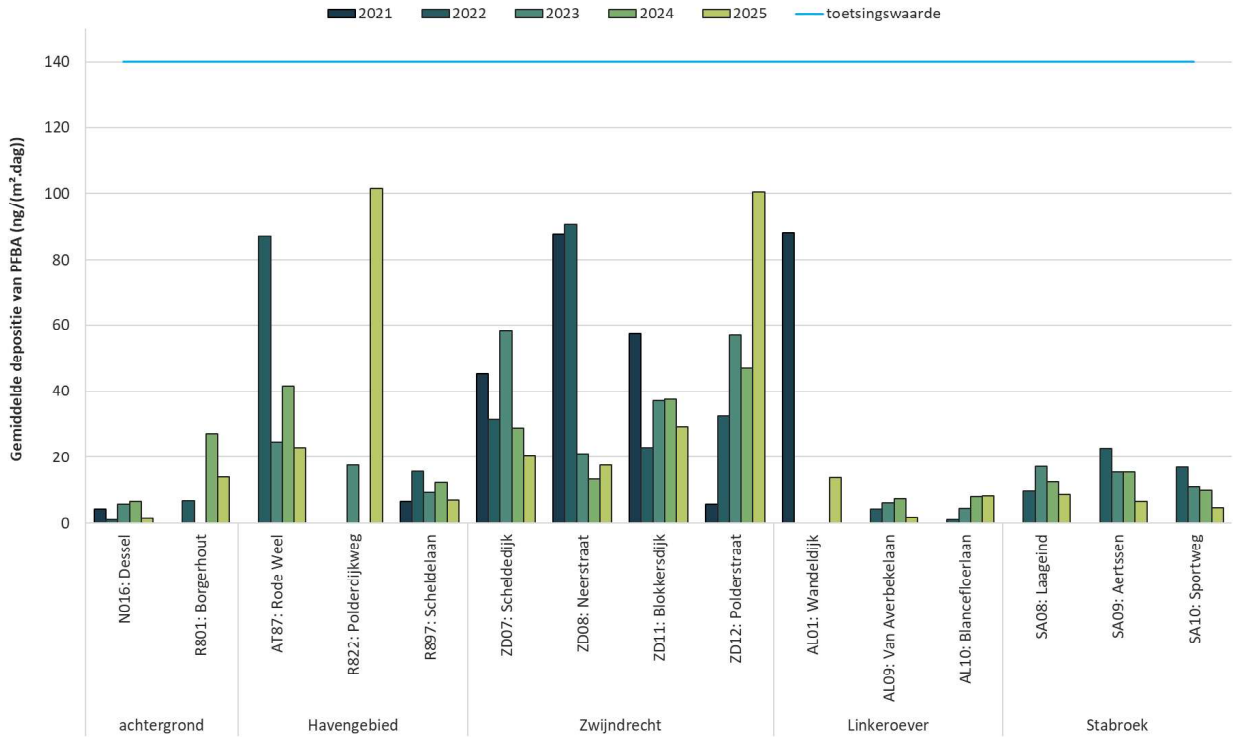
Linkeroever

- De toetsingswaarden voor PFBA en PFOS werden nergens overschreden, maar de toetsingswaarde voor PFOA werd net overschreden op AL10.
- De streefwaarden voor zowel PFOS als PFOA werden nog nergens behaald.
- De toetsingswaarde voor TFA werd nergens overschreden.

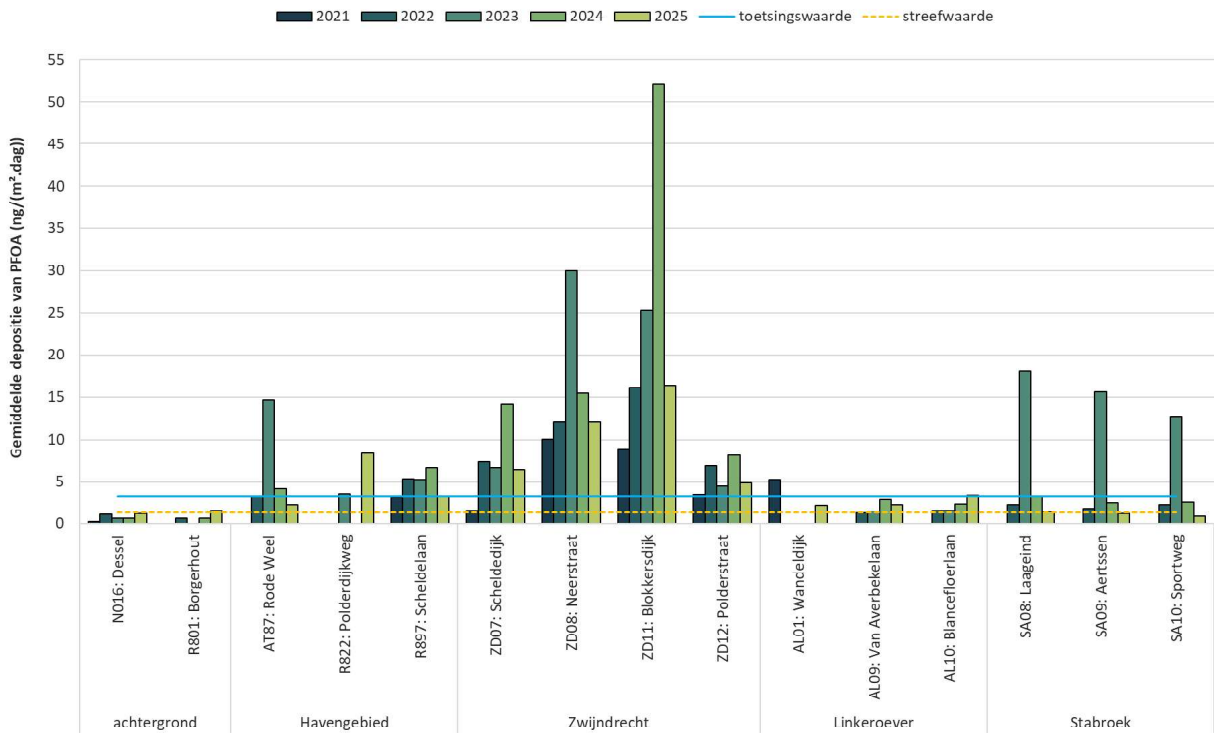
Stabroek

- Geen enkele toetsingswaarde werd overschreden, maar de PFOA-streefwaarde werd niet behaald op SA08 en de PFOS-streefwaarde werd niet behaald op SA08 en SA09.
- Er zijn geen data voor TFA beschikbaar.

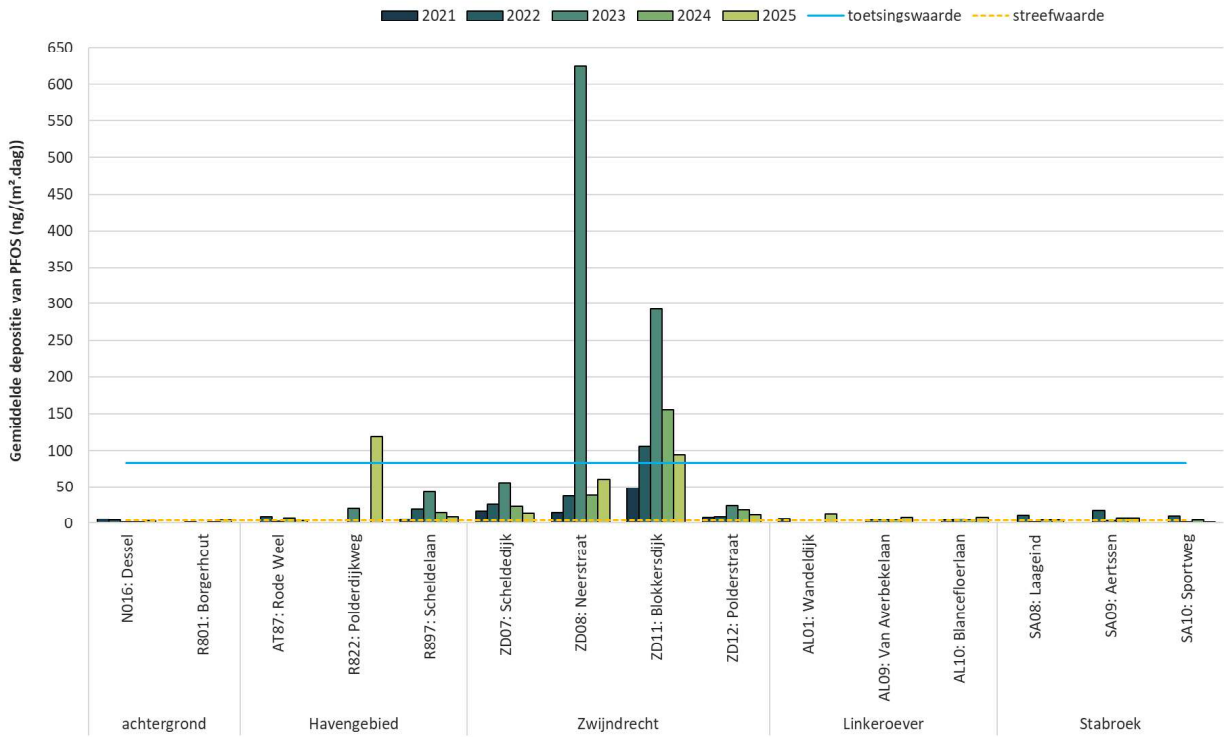
Figuur 85: Evolutie PFBA in depositie



Figuur 86: Evolutie PFOA (lineair + vertakt) in depositie



Figuur 87: Evolutie PFOS (lineair + vertakt) in depositie



BIJLAGEN

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

Automatische meetnetten

parameter	SAROAD-code	eenheid	toesteltype	meetprincipe analyse	volgens norm	meetonzekerheid	bepaling meetonzekerheid	onder accreditatie	uitbesteding	type approval
PM_{10}	81102	µg/m³	FIDAS200	optical particle counter + conversion to mass concentration	-	11,8 % bij daggemiddelde van 45 µg/m³	volgens EN16450	ja[1]	nee	n.v.t
$PM_{2,5}$	81104	µg/m³	FIDAS200	optical particle counter + conversion to mass concentration	-	12,8 % bij daggemiddelde van 25 µg/m³	volgens EN16450	ja[1]	nee	n.v.t
SO_2	42401	µg/m³	APSA-370	UV-fluorescentie	EN14212	15% bij uurgemiddelde van 350 µg/m³; 10 % bij daggemiddelde van 125 µg/m³, 12 % bij daggemiddelde van 50 µg/m³	volgens EN14212	ja[1]	nee	ja
NO	42601	µg/m³	TS 42i	chemiluminescentie	EN14211	-	-	ja[1]	nee	ja

NO_2	42602	µg/m³	TS 42i	chemiluminescentie	EN14211	13 % bij uurgemiddelde van 200 µg/m³; 12 % bij jaargemiddelde van 40 µg/m³	volgens EN14211	ja[1]	nee	ja
NO	42601	µg/m³	T200	chemiluminescentie	EN14211	-	-	ja[1]	nee	ja
NO_2	42602	µg/m³	T200	chemiluminescentie	EN14211	10 % bij uurgemiddelde van 200 µg/m³; 15 % bij jaargemiddelde van 40 µg/m³	volgens EN14211	ja[1]	nee	ja
zwarte koolstof	16111	µg/m³	Magee AE33	lichtabsorptie	-	-	-	nee	nee	n.v.t
DD - windrichting analoog	61102	°	niet gedefinieerd (KMI)	niet gedefinieerd	-	-	-	nee	nee	n.v.t
FF - vectoriële windsnelheid analoog	61101	m/s	niet gedefinieerd (KMI)	niet gedefinieerd	-	-	-	nee	nee	n.v.t
benzeen	45201	µg/m³	AirmoBTX GC 866	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (FID)	EN14662-3	19%	volgens EN14662-3	nee	nee	n.v.t
tolueen	45202	µg/m³	AirmoBTX GC 866	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (FID)	EN14662-3	54%	volgens EN14662-3	nee	nee	n.v.t
ethylbenzeen	45203	µg/m³	AirmoBTX GC 866	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (FID)	EN14662-3	36%	volgens EN14662-3	nee	nee	n.v.t

m+p-xyleen	45109	µg/m³	AirmoBTX GC 866	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (FID)	EN14662-3	38%	volgens EN14662-3	nee	nee	n.v.t
o-xyleen	45204	µg/m³	AirmoBTX GC 866	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (FID)	EN14662-3	21%	volgens EN14662-3	nee	nee	n.v.t

[1] : BELAC 456-TEST - VMM Dienst Lucht.

Semiautomatische meetnetten

parameter	SAROAD-code	eenheid	toesteltype bemonstering	meetprincipe analyse	volgens norm	meetonzekerheid	bepaling meetonzekerheid	onder accreditatie	uitbesteding
som van 17 dioxines/furanen (nabij schrootbedrijven)	65406	pg $TEQ_{WGO2022}$/ (m².dag)	3 Bergerhoff kruiken	hoge resolutie gaschromatografie-massaspectrometrie (HRGC/MS)	LUC/VIII/001	65%	volgens WAC/VI/A/002	ja[1]	ja°
som van 12 dioxineachtige PCB's (nabij schrootbedrijven)	65407	pg $TEQ_{WGO1998}$/ (m².dag)	3 Bergerhoff kruiken	hoge resolutie gaschromatografie-massaspectrometrie (HRGC/MS)	LUC/VIII/001	31%	volgens WAC/VI/A/002	nee	ja°
benzeen	45201	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	20%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja²	labo Gent
tolueen	45202	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	20%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja²	labo Gent

ethylbenzeen	45203	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	34%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja²	labo Gent
m+p-xyleen	45109	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	23%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja²	labo Gent
o-xyleen	45204	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	25%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja²	labo Gent
propylbenzeen	45209	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	44%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja²	labo Gent
m-ethyltolueen	45212	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	37%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja²	labo Gent
p-ethyltolueen	45213	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	38%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja²	labo Gent
o-ethyltolueen	45211	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	38%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja²	labo Gent
1,3,5-trimethylbenzeen	45207	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	42%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja²	labo Gent
1,2,4-trimethylbenzeen	45208	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	46%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja²	labo Gent
1,2,3-trimethylbenzeen	45225	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met	EN 14662-4	38%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja²	labo Gent

				vlamionisatiedetector (GC-FID)					
n-pentaan	43220	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	45%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja[2]	labo Gent
n-hexaan	43231	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	20%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja[2]	labo Gent
n-heptaan	43232	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	19%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja[2]	labo Gent
n-octaan	43233	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	43%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja[2]	labo Gent
n-nonaan	43235	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	35%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja[2]	labo Gent
isopentaan	43221	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	42%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja[2]	labo Gent
3-methylpentaan	43230	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	27%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja[2]	labo Gent
3-methylhexaan	43249	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	34%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja[2]	labo Gent
1-hexeen	43245	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met	EN 14662-4	40%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja[2]	labo Gent

				vlamionisatiedetector (GC-FID)					
1,2-dichloorethaan	43815	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	102%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja[2]	labo Gent
tetrachloorethyleen	43817	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	54%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja[2]	labo Gent
chloorbenzeen	45801	µg/m³	passieve sampler met Carbograph 4	gaschromatografie met vlamionisatiedetector (GC-FID)	EN 14662-4	43%	volgens ENV 13005 (GUM) en EN 14662-4	ja[2]	labo Gent

[1] : BELAC 005-TEST - SGS Belgium NV (analyse) - [2]: BELAC 163-TEST - VMM labo Gent - [3] BELAC 456-TEST - VMM Dienst Lucht, BELAC 163-TEST - VMM labo Gent - °: ook monsterneming wordt uitbesteed

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 70.000 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 sinds 2020 deze afbakening ook gebruikt voor de bepaling van de emissies en dit voor de volledige tijdsreeks.

Figuur 88 toont de Antwerpse haven met daarbinnen de afbakening van de luchtkwaliteitszone BEF01S.

Figuur 88: Kaart afbakening Antwerpse haven



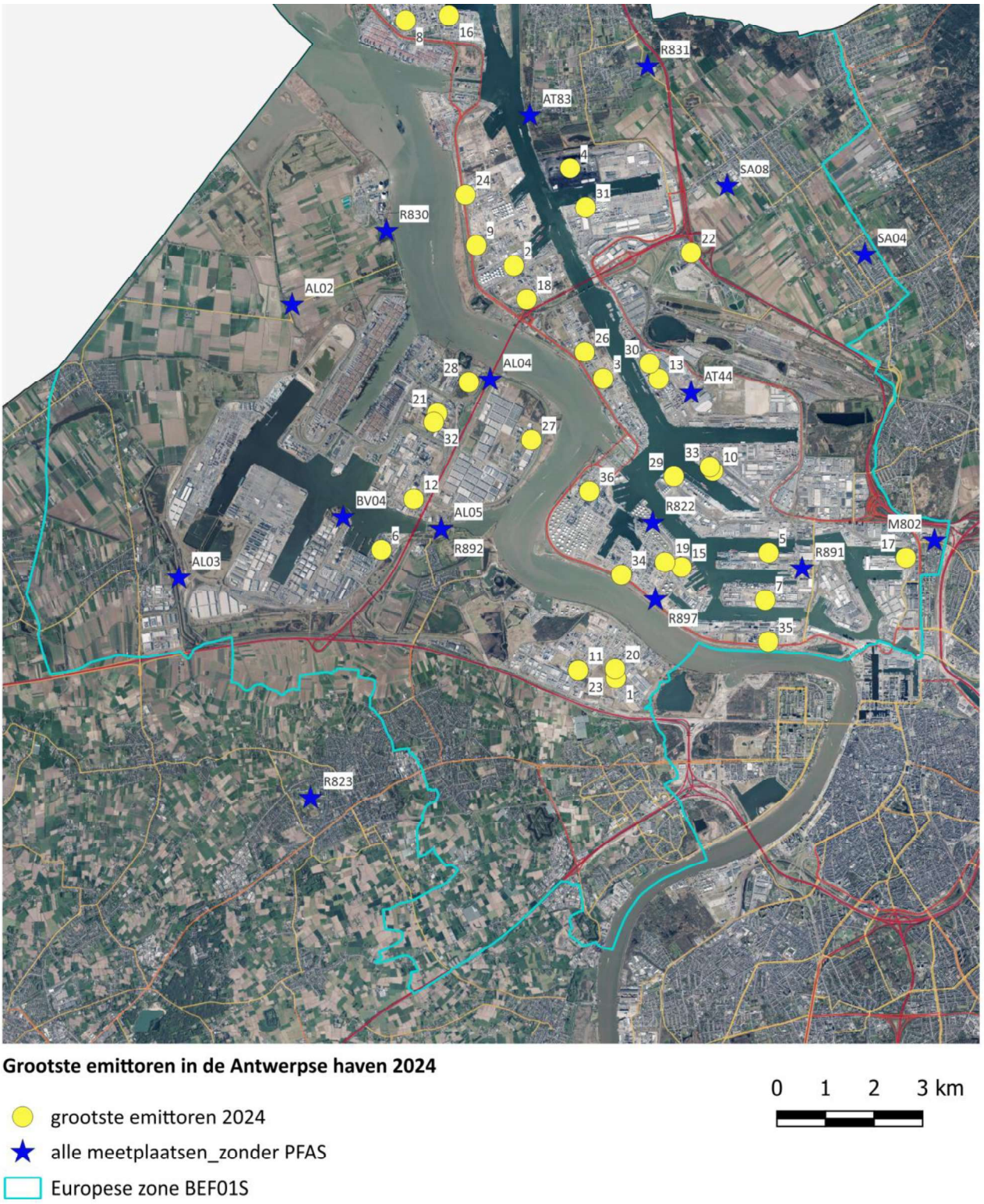
bijlage 3 Emissies van bedrijven

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 Milieujaarverslag. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de belangrijkste emittoren in 2024. 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 11: Emissies van 2024 die bedrijven rapporteerden in het IMJV

	2024 - emissies gereapporteerd aan IMJV (ton/jaar)	SO_2	NO_2	PM_{10}	$PM_{2,5}$	benzeen	tolueen	xylenen	NMVOS
	Bedrijf	> 50 ton	> 100 ton	> 10 ton	> 10 ton	> 1 ton	> 1 ton	> 1 ton	> 20 ton
1	3M						4,4	2,4	56
2	Advario Stolthaven Antwerp								37
3	Air Liquide Large industries		150						
4	Antwerp Bulk Terminal (2040)			27					
5	Antwerp Bulk Terminal (2030)			14					
6	Antwerp Distribution and Product Operations								22
7	ATPC refinery					1,6			48
8	BASF Antwerpen	193	1209	11	11				149
9	Bayer Agriculture								133
10	Boortmalt			21					
11	Borealis Antwerpen								59
12	Borealis Kallo		436						128
13	Cargill								205
14	Depot KVC (Total Belgium)								24
15	Engine Deck Repair								64
16	Eurochem		121	160	62				
17	Euroports Storage Antwerp			255	51				
18	Evonik Antwerpen		291						27
19	Exxonmobil Petroleum & Chemical - Esso Raffinaderij	395	1349	26	22	7,4	4,1	4,2	729
20	Exxonmobil Petroleum & Chemical - Antwerp Polymers Plant								500
21	Indaver Site Doel		264						
22	Indaver		162						
23	Ineos								40
24	Ineos Manufacturing Belgium								175
25	Ineos Oxide Utilities		209						
26	Lanxess (Envalior) - Antwerpen		244						32
27	Lanxess (Envalior) - Beveren								78
28	Monument Chemical								21
29	Sea-tank 300								33
30	Sea-tank 510								45
31	Sea-tank 700B								35
32	Slib en co-verwerkings centrale		319						
33	Tecoma								23
34	TotalEnergies Olefins Antwerp		504			1,6			202
35	TotalEnergies Polymers Antwerp								202
36	TotalEnergies Refinery Antwerp	2525	3051	70	59	5,3	11,3	9,3	841
37	Vesta Terminal Antwerp					1,4			128
38	Zandvliet Power - terrein BASF		122						

Figuur 89: Locatie van bedrijven en meetplaatsen



bijlage 4 Beschrijving van de polluenten

1. Zwaveldioxide – SO_2

Zwaveldioxide (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 verwering 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/NO_2

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 SO_2 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 – PM_{10}, $PM_{2,5}$ en zwarte koolstof

Zwevend stof (PM = *Particulate Matter*) is een mengsel van vloeibare of vaste deeltjes met uiteenlopende samenstellingen en afmetingen. Zowel de natuur als menselijke activiteiten kunnen een bron zijn van deze deeltjes.

Opdeling naar oorsprong: primair en secundair

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

Opdeling naar grootte: TSP, PM_{10}, $PM_{2,5}$ en UFP
Stofdeeltjes deelt men vaak in volgens de grootte op basis van de aerodynamische diameter (a.d.). Dit is de diameter van een bolvormig deeltje dat in de omgevingslucht hetzelfde gedrag vertoont als het stofdeeltje:

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

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

Geen veilige drempelwaarde
Studies hebben verbanden aangetoond tussen de aanwezigheid van PM in de omgevingslucht en gezondheidseffecten op korte en lange termijn. Voor PM is er volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) geen veilige drempelwaarde waaronder nadelige effecten niet voorkomen. Bij korte episodes – 24 uur – van luchtverontreiniging verergeren bestaande gezondheidsproblemen, zoals luchtweginfecties en astma. Verder kan fijn stof bloedvaten doen dichtslibben en hartaanvallen veroorzaken. Bij chronische blootstelling maakt de WGO melding van een vermindering van de longfunctie, een toename van chronische luchtwegaandoeningen en een verminderde levensverwachting.
Zelfs al voor de geboorte veroorzaakt fijn stof negatieve effecten. Onderzoek[8] toonde namelijk aan dat een foetus via de moeder al zeer vroeg in de ontwikkeling in aanraking komt met luchtvervuiling, doordat fijn stof-roetdeeltjes doordringen tot de placenta en zich daar opstapelen, met negatieve invloeden op de ontwikkeling van de foetus.
Blootstelling aan $PM_{2,5}$ wordt ook in verband gebracht met een verhoogd risico op hersenaandoeningen zoals de ziekte van Alzheimer.

Fijn stof is kankerverwekkend
Eind 2013 classificeerde het *International Agency for Research on Cancer* (IARC), het gespecialiseerde kankeragentschap van de WGO, fijn stof als kankerverwekkend voor de mens[9]. Belangrijk is dat fijn stof niet enkel kan leiden tot longkanker; een langdurige blootstelling kan ook borstkanker en kankers van het spijsverteringsstelsel veroorzaken[10]. 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.

[8] Bové H. et al. 2019. Ambient black carbon particles reach the fetal side of human placenta. Nature Communications 10:3866. https://www.nature.com/articles/s41467-019-11654-3.pdf
[9] WHO, Kurt Straif, Aaron Cohen, Jonathan Samet. *Air pollution and cancer.* https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/AirPollutionandCancer161.pdf
[10] 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 13 gezonde maanden
Statistiek Vlaanderen berekende dat in 2023 zo'n 132 gezonde levensjaren per 10.000 persoonsjaren verloren gingen aan fijnstof. Omgerekend naar een gemiddelde levensverwachting van 83,2 jaar betekent dat dat elke Vlaming doorheen zijn leven ongeveer 13 gezonde levensmaanden verliest. Die gezondheidsimpact uit zich vooral door vroegtijdige sterfte, maar ook een verhoogd aantal patiënten met astma, diabetes en verhoogde bloeddruk spelen een belangrijke rol.

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 (COPD[11]) 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 bevuiling van blootgestelde oppervlakken en materialen. Ze hebben mogelijk een invloed op het klimaat: naargelang de samenstelling kan fijn stof zowel voor afkoeling als voor opwarming zorgen. Bovendien draagt fijn stof bij tot de verzurende en vermestende depositie.

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 molecules 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. Sinds 2024 hanteert de VMM de TEF's die de WGO definieerde in 2022. Om de toxiciteit van een dioxine- en/of PCB-mengsel met elkaar te vergelijken, worden de resultaten uitgedrukt in toxische equivalenten (TEQ). Hierbij vermenigvuldigt men de concentratie van elke afzonderlijke verbinding met zijn respectievelijke toxiciteitsfactor.

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

[11] Chronic Obstructive Pulmonary Disease

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 VMM meet dioxines en PCB's in neervallend stof, ook depositie genoemd. Zo bepaalt ze in welke mate deze stoffen uit de lucht kunnen neerslaan en er een potentieel risico is tot opname via de voedselketen. De resultaten zeggen iets over de kwaliteit van de omgevingslucht. De analyse gebeurt isomeer specifiek voor alle 17 toxische dioxines en 12 dioxineachtige PCB-verbindingen, met behulp van een gaschromatograaf gekoppeld aan een hoge resolutie massaspectrometer (GC-HRMS). De depositieresultaten zijn uitgedrukt in picogram toxische equivalenten per vierkante meter per dag (pg $TEQ_{WGO2022}$/(m².dag)).

Er bestaat een 'Actieplan Dioxines/PCB's' dat meegedeeld werd aan de Vlaamse Regering[12]. Dit omvat onder meer het afleiden van een hanteerbare en geactualiseerde toetsingswaarde voor PCB's en dioxines in depositie en uitbreiding van de monitoring van de depositie van dioxines en PCB's in samenwerking met de bedrijven en de sectorfederatie DENUO.

5. Vluchtige organische stoffen - VOS

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

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

6. PFAS

Poly- en perfluoralkylstoffen (PFAS) is een verzamelnaam voor meer dan 6000 stoffen die bestaan uit een koolstofketen en fluorverbindingen. PFAS hebben zeer uiteenlopende fysische en chemische eigenschappen dewelke vooral bepaald worden door de lengte van hun koolstofketen. Over het algemeen zijn ze zowel water- als vetafstotend en goed bestand tegen hoge temperaturen. Het is door deze eigenschappen dat ze al sinds de jaren '60 massaal gebruikt worden in verschillende toepassingen: van blusschuim tot textielbehandeling. Echter zijn PFAS vaak persistent, bioaccumulerend, toxisch en mobiel. Sommige PFAS kunnen onder andere zorgen voor de verstoring van de immuniteit, hormoonbalans en leverfunctie. Andere zijn dan weer kankerverwekkend.

Wereldwijd worden ze aangetroffen in het milieu, biota en de mens. Opname van PFAS gebeurt via voeding, drinkwater en stofingestie. Er is consensus dat inname via voeding en drinkwater de grootste bron van blootstelling aan PFAS is, en niet zozeer via inademing of contact met de huid. Het relatieve belang van de verschillende broncategorieën kan echter sterk variëren. Volgens Stahl et al., 2011 vindt 5 tot 25 % van de blootstelling plaats via inhalatie. Over het algemeen wordt hieraan een allocatiefactor van 20 % toegekend. Deze allocatiefactor werd ook gebruikt om toetsingswaarden af te leiden.

[12] https://beslissingenvlaamseregering.vlaanderen.be/document-view/655726A68265E66451D4CC35

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. Deze hebben als doel de risico's van gezondheidsschade door luchtverontreiniging te beperken en zijn meestal strenger dan de Europese grens- of streefwaarden. Bij de definiëring van deze Europese grens- of streefwaarden werd er, naast de gezondheidseffecten, rekening gehouden met de technische haalbaarheid. Daarnaast werd een kosten-batenanalyse uitgevoerd om de economische consequenties van de opgelegde concentratieniveaus in te schatten.

Nieuwe Europese luchtkwaliteitsrichtlijn goedgekeurd
In navolging van de in 2021 aangescherpte WGO-advieswaarden lanceerde de Europese Commissie in 2022 een voorstel voor de herziening van de richtlijnen luchtkwaliteit. Na onderhandelingen tussen het Europees Parlement en de lidstaten werd onder Belgisch voorzitterschap van de raad van de Europese Uni in februari 2024 een akkoord bereikt over een aangepaste versie van dit voorstel. Na het doorlopen van het verdere goedkeuringsproces, werd de nieuwe richtlijn lucht op 14 oktober 2024 definitief goedgekeurd door de Raad van de Europese Unie en gepubliceerd in november onder het nummer 2024/2881.
De meeste grenswaarden worden vanaf 2030 verstrengd en de meeste streefwaarden (behalve voor ozon) worden grenswaarden. Vanaf 2026 moet er al getoetst worden aan deze nieuwe grenswaarden en bij overschrijding ervan moeten "routekaarten" opgesteld worden met maatregelen om deze grenswaarden tegen 2030 te bereiken. Zie ook Nieuwe Europese luchtkwaliteitsrichtlijn goedgekeurd en De impact van het Europees akkoord over luchtkwaliteit

De VMM toetst in dit rapport aan
- De huidige, geldende EU-regelgeving
- De toekomstige EU-grenswaarden (gelding vanaf 2030)
- De WGO-advieswaarden

Afronding en toetsing
De Europese regels stellen dat er enkel op het eindresultaat (vb. een jaargemiddelde) wordt afgerond volgens 'commercial rounding' en met dezelfde numerieke nauwkeurigheid als gebruikt bij de definitie van de milieudoelstelling.
Men dient geen meetonzekerheid in rekening te brengen bij het toetsen aan de luchtkwaliteitsdoelstellingen.

1. Zwaveldioxide – SO_2

De Europese Richtlijn 2008/50/EG en de nieuwe Richtlijn 2024/2881 definieert grenswaarden en een alarmdrempel voor SO_2. De Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) definieerde advieswaarden.

Tabel 12: Regelgeving voor SO_2 (Europese regelgeving en WGO)

Polluent	Onderwerp	Middelingstijd	EU (2008/50/EG)	EU (2024/2681)	WGO
SO_2	grenswaarde	uur	350 µg/m³ - max. 24 x	350 µg/m³ - max. 3 x	
	grenswaarde	dag	125 µg/m³ - max. 3 x	50 µg/m³ - max 18 x	40 µg/m³
	grenswaarde	kalenderjaar		20 µg/m³	
	alarmdrempel	3 opeenvolgende uren	500 µg/m³	350 µg/m³	

2. Stikstofoxides – NO/NO_2

De Europese richtlijn 2008/50/EG en de nieuwe Richtlijn 2024/2881 legt grenswaarden en een alarmdrempel op voor NO_2. De grenswaarden voor NO_2 moeten sinds 1 januari 2010 gerespecteerd worden. Richtlijn 2008/50/EG bood de kans om uitstel te vragen voor het halen 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 %), wat overeenkomt met een jaargrenswaarde van 60 µg/m³. Vanaf 2015 verviel deze overschrijdingsmarge en moet er overal getoetst worden aan de jaargrenswaarde van 40 µg/m³.

Tabel 13: Regelgeving voor NO_2 (Europese regelgeving en WGO)

Polluent	Onderwerp	Middelingstijd	EU (2008/50/EG)	EU (2024/2881)	WGO
NO_2	grenswaarde	uur	200 µg/m³ - max. 18 x	200 µg/m³ - max. 3 x	200 µg/m³
	grenswaarde	dag		50 µg/m³ - max 18 x	25 µg/m³ - max 3 x
	grenswaarde	kalenderjaar	40 µg/m³	20 µg/m³	10 µg/m³
	alarmdrempel	3 opeenvolgende uren	400 µg/m³	200 µg/m³	

3. Fijn stof – PM_{10} en $PM_{2,5}$

3.1. Regelgeving PM_{10}

De Europese Richtlijn 2008/50/EG en de nieuwe Richtlijn 2024/2881 definieert grenswaarden en een alarmdrempel voor PM_{10}. De Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) definieerde advieswaarden.

Tabel 14: Regelgeving voor PM_{10} (Europese regelgeving en WGO)

Polluent	Onderwerp	Middelingstijd	EU (2008/50/EG)	EU (2024/2881)	WGO
Fijn stof PM_{10}	grenswaarde	dag	50 µg/m³ - max. 35 x	45 µg/m³ - max 18 x	45 µg/m³ - max 3 x
	grenswaarde	kalenderjaar	40 µg/m³	20 µg/m³	15 µg/m³
	alarmdrempel	3 opeenvolgende dagen	-	90 µg/m³	

3.2. Regelgeving $PM_{2,5}$

De Europese Richtlijn 2008/50/EG en de nieuwe Richtlijn 2024/2881 definieert grenswaarden en een alarmdrempel voor $PM_{2,5}$. De Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) definieerde advieswaarden.

Tabel 15: Regelgeving voor $PM_{2,5}$ (Europese regelgeving en WGO)

Polluent	Onderwerp	Middelingstijd	EU (2008/50/EG)	EU (2024/2881)	WGO
Fijn stof $PM_{2,5}$	grenswaarde	dag	/	25 µg/m³ - max 18 x	15 µg/m³ - max 3 x
	grenswaarde	kalenderjaar	25 µg/m³	10 µg/m³	5 µg/m³
	alarmdrempel	3 opeenvolgende dagen	-	50 µg/m³	

3.3. Regelgeving zwarte koolstof

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

4. Dioxines en PCB's

Er zijn geen Europese of internationale normen voor dioxines en PCB's (polychloorbifenylen) in depositie. Daarom leidde de VMM eigen drempelwaarden af. Uit de herziening van de drempelwaarden in 2024 bleek dat de achtergrondblootstelling in Vlaanderen reeds zorgt voor een overschrijding van de nieuwe gezondheidskundige advieswaarde[13] van 2 pg $TEQ_{WGO2005}$/(kg lichaamsgewicht.week): er kan geen veilige drempelwaarde voor depositie afgeleid worden. Daarom koos de VMM ervoor om zo laag mogelijke haalbare drempelwaarden in te voeren én ernaast beleid te voeren om de achtergrondblootstelling in Vlaanderen te doen dalen.

De jaardrempels uit Tabel 16 zijn een maatregel uit het Actieplan Dioxines/PCB's[14]. Ze zijn niet opgenomen in VLAREM, maar werden wel gepubliceerd op de VMM-website[15]. Ze laten toe te beslissen welke regio's extra aandacht verdienen. Ze gelden voor de som van 17 dioxines en 12 dioxineachtige PCB's (DL-PCB's) en worden uitgedrukt met behulp van de toxische equivalentiefactoren van de Wereldgezondheidsorganisatie uit 2022.

Tabel 16: Drempelwaarden voor de depositie van dioxines en dioxineachtige PCB's geldig vanaf 2024

Meetplaats in industriegebied gelegen ten NO[1] van bedrijf[2]	Meetplaats in industriegebied gelegen in andere windrichting[1] van bedrijf[2]	Jaardrempel (pg $TEQ_{WGO2022}$/(m².dag))
0 m – 50 m	0 m – 20 m	40
> 50 m – 150 m	> 20 m – 65 m	16
> 150 m – 300 m	> 65 m – 100 m	8
Meetplaats op andere locaties dan industriegebied		6,3*

[1] Noord-Oost: [355° : 85°[- Andere windrichtingen: [85° : 355°[

[2] De jaardrempels voor industriegebieden zijn specifiek afgeleid voor meetlocaties nabij schrootbedrijven met een GPBV-shredderinstallatie. Doordat hier geen link is met de voedselketen, zijn de jaardrempels van meetlocaties in industriegebieden hoger dan van locaties in andere gebieden.

* Daalt naar 4,3 pg $TEQ_{WGO2022}$/(m².dag) in 2030.

Dioxines en PCB's worden vooral via de voeding opgenomen. Vandaar dat de drempelwaarden strenger zijn op meetplaatsen met een mogelijke impact op de voedselketen. De meetplaats BV04 ligt in industriegebied. Op BV04 geldt een jaardrempel van 40 pg $TEQ_{WGO2022}$/(m².dag) omdat de locatie tussen 0 en 20 m ten zuidoosten van BST Kallo ligt.

5. Niet-methaan vluchtige organische stoffen (NMVOS)

De Europese richtlijn 2008/50/EG en 2024/2881 vanaf 2030 legt een grenswaarde op voor benzeen als jaargemiddelde. In VLAREM II staat er een grenswaarde op basis van dagwaarden. Verder bestaat er een VLAREM-richtwaarde voor vinylchloride en formuleerde de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) advieswaarden voor vier VOS-componenten. De nieuwe Europese richtlijn verstrengde de grenswaarde voor benzeen. Onderstaande tabel toont een overzicht.

[13] Gebaseerd op het advies van het Europese Voedselagentschap uit 2018: https://www.efsa.europa.eu/en/press/news/dioxins-and-related-pcbs-tolerable-intake-level-updated

[14] https://beslissingenvlaamseregering.vlaanderen.be/document-view/655726A68265E66451D4CC35

[15] https://vmm.vlaanderen.be/feiten-cijfers/lucht/overzicht-per-vervuilende-stof/andere-vervuilende-stoffen/dioxines-en-pcbs-in-depositie

Tabel 17: Regelgeving voor VOS (richtlijn 2008/50/EG, 2024/2881, VLAREM II en WGO)

	Middelingstijd	Grenswaarde	Richtwaarde	Advieswaarde
Richtlijn 2008/50/EG				
Benzeen	jaar	5 µg/m³		
Richtlijn 2024/2881				
benzeen	jaar	3,4 µg/m³		
VLAREM II				
Benzeen	jaar	50 µg/m³ als P98 op basis van dagwaarden		
Vinylchloride[a]	jaar	10 µg/m³ als P98 op basis van halfuren	1 µg/m³	
WGO				
1,2-dichloorethaan[b]	dag			700 µg/m³
Tolueen	week			260 µg/m³
	half uur			1.000 µg/m³
Styreen[b]	week			260 µg/m³
Tetrachlooretheen	jaar			250 µg/m³
Formaldehyde[b]	half uur			100 µg/m³

a: Er was geen analyse van deze component. Toetsing was dus niet mogelijk.
b: De VMM meet met een ander tijdsvenster, toetsing is dus indicatief.

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

6. PFAS

PFAS in lucht:

Voor PFAS in lucht (zwevend stof) hanteren we onderstaand indicatief toetsingskader.

- Dit kader is nog niet verankerd in VLAREM en dus niet wetgevend.
- De waarden gelden alleen voor chronische blootstelling.
- Alleen jaargemiddelden kunnen eraan getoetst worden. Kortere periodes geven slechts een indicatie en moeten dus voorzichtig geïnterpreteerd worden.

Parameter	Typegebied	Toetsingswaarde	Studie
som EFSA-4	Niet-industrie	0,3 ng/m³	Peters et al., 2022
som EFSA-4	Industrie	2,2 ng/m³	Peters et al., 2022
TFA	Niet-industrie	1200 ng/m³	Vanhooren et al, 2026
PFPrA	Niet-industrie	245 ng/m³	Vanhooren et al, 2024
PFBA	Niet-industrie	460 ng/m³	Vanhooren et al, 2024
PFHxA	Niet-industrie	230 ng/m³	Vanhooren et al, 2026
PFDA	Niet-industrie	0,0009 ng/m³	Vanhooren et al, 2026
PFBS	Niet-industrie	140 ng/m³	Vanhooren et al, 2024
6:2 FTS	Niet-industrie	30 ng/m³	Vanhooren et al, 2024
HFPO-DA	Niet-industrie	1,4 ng/m³	Vanhooren et al, 2024

PFAS in depositie:
Voor PFAS in depositie hanteren we onderstaan indicatief toetsingskader.

- Dit kader is nog niet verankerd in VLAREM en dus niet wetgevend.
- De waarden zijn geen alleenstaand toetsingsmiddel bij risicobeoordelingen.
- Alleen jaargemiddelden kunnen eraan getoetst worden. Kortere periodes geven slechts een indicatie en moeten dus voorzichtig geïnterpreteerd worden.

Parameter	Toetsingswaarde (ng/(m².dag))	Streefwaarde (ng/(m².dag))	Studie
TFA	8730	-	Vanderbeke et al., 2026
PFBA	140	-	Van Holderbeke et al., 2024
PFOA	3,3	1,3	Vanderbeke et al., 2026
PFOS	82,6	3,3	Van Holderbeke et al., 2024

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 uitziet, hangt niet alleen af van de concentraties maar ook van de windrichting. Als in de beschouwde periode weinig tot geen wind was uit een bepaalde richting, kan dit een bron maskeren.

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

Een dosisroos geeft per windrichtingsegment procentueel het aandeel weer in de totale jaaraanvoer van de polluent 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. Modellen

Voor de opmaak van de modelkaarten gebruiken we de meest recent beschikbare emissiedata. 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.

NO_2 - zeevaart

Een belangrijke aanpassing in de NO_2-modelkaart van 2025 is de toepassing van de ophopingsfactor van 1,34 voor NO_x-emissies afkomstig van de zeevaart. Bij vergelijking van EMMOSS 3.2 met EMMOSS 4 voor de haven van Antwerpen blijkt dat EMMOSS 3.2 de NO_2-emissies onderschat ten opzichte van de resultaten uit EMMOSS 4. Met deze factor sluit de modelkaart beter aan bij de realiteit.

PM – diffuse emissies

Sinds 2021 nemen we de diffuse emissies van PM_{10} en $PM_{2,5}$ voorlopig niet meer op in de modelkaarten, omdat de onderliggende emissiedataset van het ATMO-Street-model maar beperkt rekening houdt met de emissiereducerende maatregelen van bedrijven. Dit leidde waarschijnlijk tot een overschatting van de reële situatie nabij bedrijven met veel diffuse emissies. Volgende zaken dienen verbeterd te worden:

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

VLOPS-model

Het VLOPS-model (Vlaamse Operationeel Prioritaire Stoffen-model)[16] 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*)[17] en E-PRTR- (*The European Pollutant Release and Transfer Register*)[18] emissie-inventarissen. Voor de kaarten in dit rapport gebruikten we de Vlaamse emissiegegevens van 2024, de overige Belgische emissiegegevens van 2023, de Europese emissiegegevens van 2023 en de meteo van 2024. Voor scheepvaart werden de parameters hoogte en warmte-inhoud in VLOPS gelijk getrokken met diegene die in ATMO-Street gebruikt worden. De resolutie van de kaarten is 1 x 1 km². Voor de berekeningen in dit rapport gebruikte de VMM de versie VLOPS26.

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 polluenten verdund in de atmosfeer als gevolg van diffusie en turbulentie. Een deel van de polluenten zal ook uit de atmosfeer verdwijnen door allerhande 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 x 10 m² voor visualisatie.

[16] Van jaarsveld, J.A. et al. (2012). Description of OPS 4.3.15. RIVM: Bilthoven Nederland
[17] EMEP. https://www.ceip.at/
[18] E-PRTR. http://prtr.ec.europa.eu

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 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, schoorsteenkarakteristieken voor geleide emissiebronnen en de ligging en grootte van niet-geleide emissiebronnen. IFDM veronderstelt een in de tijd constant massadebiet. Binnen één meteo-uur wordt daarom de emissie continu verondersteld.
IFDM biedt de mogelijkheid om voor polluenten achtergrondconcentraties in rekening te brengen. Zo wordt de totale (jaargemiddelde) concentratie berekend als de som van de Vlaamse achtergrondconcentratie en de lokaal berekende concentratie met een dubbeltellingscorrectie. Volgende gegevens werden gebruikt:
- Wegverkeer: berekend op basis van mobiliteitscijfers 2025 uit het propagatiemodel FLOMOVIA v2.0 in combinatie met gegevens over het wagenpark van 2024 (bv. vlootsamenstelling, verdeling over de EURO-normen, …)
- Industrie: 2024
- Scheepvaart: zeevaart en binnenvaart 2024. Voor binnenvaart werd het model EISS van VITO gebruikt.
- Meteo: 2025

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. Zo zijn/is:

- geen berekeningen mogelijk bij veranderlijke windrichting binnen de tijd van een uur;
- 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);
- 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.

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 en landbedekking.
- IFDM: berekent de lokale luchtkwaliteit op basis van meteorologische gegevens en de uitstoot van luchtverontreinigende stoffen.
- OSPM: berekent de impact van het streetcanyon-effect.

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

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

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

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.

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

- met tijdelijke verkeerssituaties (bv. omleidingen of files) wordt geen rekening gehouden;
- de impact van nieuwe verkeerssituaties (nieuwe wegen, mobiliteitsplannen in uitvoering,...) zijn niet altijd onmiddellijk zichtbaar;
- het herhaaldelijk opwaaien van stof door het verkeer en het effect van de aanwezigheid van groen (zoals bomen in een straat) worden niet in rekening gebracht;
- de lokale vervuiling die veroorzaakt wordt door onder andere houtkachels, open haarden en grote veeteeltbedrijven is niet zichtbaar op de kaarten. De vervuiling van deze bronnen wordt wel mee opgenomen in de 'achtergrondconcentratie' (met een lagere ruimtelijke resolutie van 4x4 km²).
- Ook fijn stofemissies van diffuse industriële bronnen worden niet rechtstreeks door het IFDM model berekend. Net zoals voor houtverbranding en grote landbouwbedrijven zit de bijdrage van deze bronnen vervat in de achtergrondconcentraties. Lokaal rond deze bronnen worden de concentraties dus mogelijk onderschat door het model.

3. Meetmethode fracties zwarte koolstof

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 aethalometermethode[19]. Bij deze methode gaat men ervan uit dat de gemeten absorptie bij elke golflengte de som is van de absorptie door deeltjes afkomstig van houtverbranding[20] 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 VMM[21] bepaalde de bijdrage van houtverbranding aan PM_{10} 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.

[19] 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
[20] Voor de verschillende zwartekoolstoffracties 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 de meer algemene term biomassaverbranding (BC_{bb} of BB) gebruikt.
- De andere fractie is de zwartekoolstoffractie veroorzaakt door verbranding van fossiele brandstoffen (BC_{ff} of FF)

[21] VMM (2011), Chemkar PM_{10}, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2010
VMM (2013), Chemkar PM_{10}, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2011-2012

De inschatting van de bijdrage van houtverbranding aan PM_{10} gebeurt op basis van een studie[22] gebaseerd op Vlaamse data, waarin een factor van 22,56 werd voorgesteld. Deze factor rekent ook secundair stof van houtverbranding mee. VITO[23] 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 PM_{10} 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 PM_{10}.

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:

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

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 PM_{10} in de Antwerpse haven te berekenen:

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

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*[24]') en andere organische deeltjes. Deze verhouding van BC_{wb} vs PM_{10_wb} sluit nauw aan bij de factor gebruikt op de Franse meetnetten[25].

Voor de berekening van de bijdrage van de verbranding van fossiele brandstoffen aan PM_{10} hanteren we de op de Franse meetnetten[25] gebruikte factor 2. Deze factor geeft ook aan dat BC een veel groter aandeel heeft in de totale PM-bijdrage bij verkeer (ongeveer 50%) dan bij houtverbranding.

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

[22] 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
[23] M. Van Poppel et al. (2017), Inschatting van de bijdrage van houtverbranding door burgers aan luchtverontreiniging in Vlaanderen
[24] Brown carbon zijn lichtabsorberende organische deeltjes die niet zwart zijn
[25] LCSQA (2020), Guide méthodologique pour la mesure du « Black Carbon » par Aethalomètre multi longueur d'onde AE33 dans l'air ambiant

Vlaamse Milieumaatschappij
Dokter De Moorstraat 24-26
9300 Aalst
vmm.vlaanderen.be