



**Vlaanderen**  
is milieu



© Stad Gent

# Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone

jaarrapport 2023

## DOCUMENTBESCHRIJVING

### Titel

Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2023

### Samenstellers

Dienst Luchtkwaliteit, Kern Lucht, VMM

### Inhoud

Dit rapport beschrijft de resultaten van de luchtkwaliteitsmetingen in 2023 in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone. De VMM meet er de polluenten stikstofoxides, fijn stof, zwarte koolstof, dioxines, PCB's en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's). De meetresultaten van deze polluenten worden vergeleken met de Europese regelgeving en de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). Verder bespreekt het rapport de trend van de afgelopen jaren voor de gemeten polluenten en komt de trend in de uitstoot en de voornaamste bronnen van de polluenten aan bod.

### Wijze van refereren

Vlaamse Milieumaatschappij (2024), Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2023

### Verantwoordelijke uitgever

Bernard De Potter, Vlaamse Milieumaatschappij

### Vragen in verband met dit rapport

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

### Coverfoto

©Stad Gent

### Depotnummer

D/2024/6871/030

## SAMENVATTING

Dit rapport werd opgesteld in het kader van de samenwerkingsovereenkomst tussen de VMM en de stad Gent. Het beschrijft de resultaten van de luchtkwaliteitsmetingen en -modelleringen in 2023 in de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone, aangevuld met de emissiecijfers (uitstootcijfers) verzameld en ingeschat door de VMM. De vermelde emissiedata zijn voor 2022. Dit zijn de meest recent bekende gegevens.

## 1. Samenvattende tabel luchtkwaliteit

Onderstaande tabel vat de besproken pollutanten samen. De tabel toont voor elke pollutant:

- het aantal meetplaatsen in dit rapport die voldoen aan de huidige Europese grenswaarden, de toekomstige Europese grenswaarden die in 2030 gehaald moeten worden, en de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). De Europese grenswaarden zijn wettelijk bindend, de WGO-advieswaarden zijn niet bindend. In het Vlaams luchtbeleidsplan is het voldoen aan de WGO-advieswaarden wel opgenomen als langetermijndoelstelling (2050).
- het verschil in gemeten concentratie in vergelijking met 10 jaar geleden (gemiddeld over alle meetplaatsen in dit rapport).
- de belangrijkste emissiebronnen van die pollutant binnen de Gentse kanaalzone, Gent centrum en Gentse agglomeratie. Maar ook bronnen van buiten de Gentse agglomeratie beïnvloeden de gemeten concentraties.

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

| Polluent          | Middelings-<br>tijd | Aantal meetplaatsen<br>dat voldoet aan de<br>huidige<br>EU-grenswaarden | Aantal meetplaatsen<br>dat voldoet aan de<br>toekomstige<br>EU-grenswaarden<br>(2030) | Aantal meetplaatsen<br>dat voldoet aan de<br>WGO-advieswaarden | Concentratie-<br>verschil over<br>voorbije 10 jaar | Belangrijkste<br>bronnen in 2023        |
|-------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| NO <sub>2</sub>   | Jaar                | ✓ 8/8 (monitoren)<br>✓ 20/20 (samplers)                                 | ✓ 8/8 (monitoren)<br>✗ 9/20 (samplers)                                                | ✗ 0/8 (monitoren)<br>✗ 0/20 (samplers)                         | -38 % tot -50 %                                    | verkeer<br>industrie                    |
|                   | dag                 | -                                                                       | ✓ 8/8                                                                                 | ✗ 0/8                                                          |                                                    |                                         |
| PM <sub>10</sub>  | jaar                | ✓ 6/6                                                                   | ✗ 4/6                                                                                 | ✗ 0/6                                                          | -27 % tot -37 %                                    | industrie<br>op- en overslag            |
|                   | dag                 | ✓ 6/6                                                                   | ✗ 5/6                                                                                 | ✗ 0/6                                                          |                                                    |                                         |
| PM <sub>2,5</sub> | jaar                | ✓ 6/6                                                                   | ✗ 4/6                                                                                 | ✗ 0/6                                                          | -37 % tot -47 %                                    | houtverbranding<br>industrie            |
|                   | dag                 | -                                                                       | ✗ 4 /6                                                                                | ✗ 0/6                                                          |                                                    |                                         |
| BC                | jaar                | -                                                                       | -                                                                                     | -                                                              | -59 % tot -70 %                                    | verkeer<br>houtverbranding<br>industrie |

-: Hiervoor bestaat momenteel geen grens- of advieswaarde.

### Impact van het weer op concentraties in 2023

Het valt op dat in 2023 de luchtkwaliteit er voor bijna alle stoffen op vooruit ging in vergelijking met 2022. De belangrijkste verklaringen hiervoor zijn de dalende uitstoot en het gunstige weer met afwezigheid van lange smogepisodes. In vergelijking met voorgaande jaren waren er in 2023 veel dagen met neerslag en weinig windstille dagen. Beide zijn gunstig voor de luchtkwaliteit omdat regen en wind luchtvervuiling uitwassen en verdunnen.

Ondanks die daling in 2023 heeft luchtvervuiling nog altijd een grote impact hebben op onze gezondheid, de natuur en de landbouw.

De Gentse kanaalzone is een regio met hoge fijnstof- en PAK-concentraties. De Vlaamse regering heeft de ambitie om hotspotgebieden geïntegreerd aan te pakken<sup>1</sup>. Met een werkgroep onder het voorzitterschap van de gouverneur willen de verschillende overheden de industrie ertoe aanzetten om de luchtkwaliteit in de Gentse kanaalzone te verbeteren en de leefbaarheid in de aangrenzende gebieden te verhogen. De focus ligt op het verminderen van de blootstelling van fijn stof en zorgwekkende stoffen zoals PFAS en PAK die hierop vastgehecht kunnen zijn.

## 2. Nieuwe Europese kaderrichtlijn Lucht

In navolging van de in 2021 aangescherpte WGO-advieswaarden lanceerde de Europese Commissie in oktober 2022 een voorstel om de richtlijnen Luchtkwaliteit te herzien. Deze richtlijn werd op 14 oktober 2024 definitief goedgekeurd door de Raad van de Europese Unie. De meeste grenswaarden worden vanaf 2030 verstrengd en de meeste streefwaarden (behalve voor ozon) worden grenswaarden.

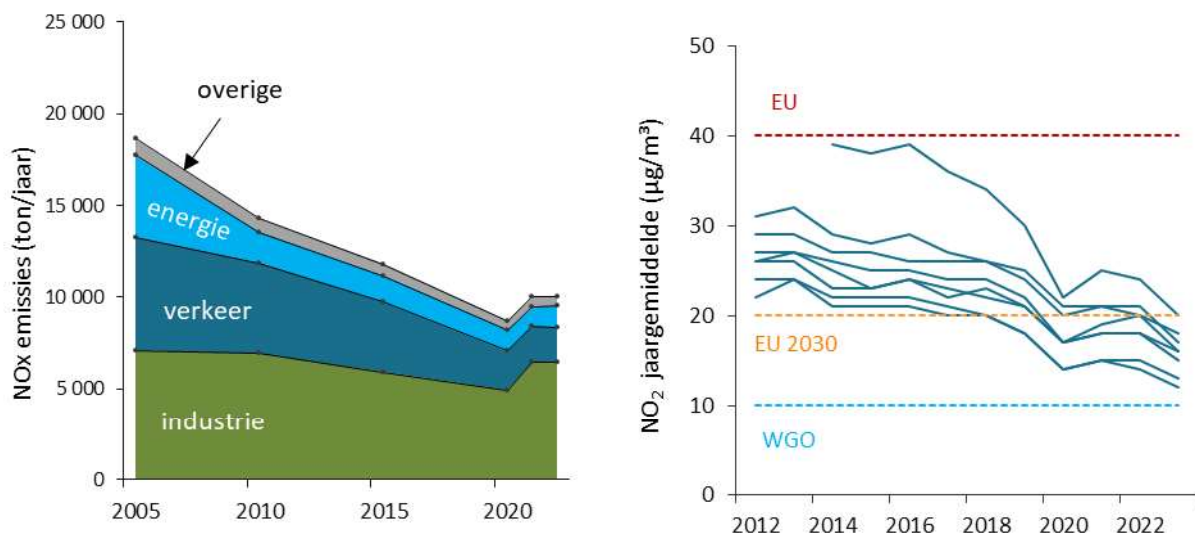
De VMM toetst in dit rapport de concentraties van 2023 aan de huidige EU-regelgeving en WGO-advieswaarden. Bij toetsing van de concentraties van 2023 aan de toekomstige grenswaarden uit de nieuwe richtlijn, zien we op verschillende locaties overschrijdingen van de Europese grenswaarden voor NO<sub>2</sub> en fijn stof. Dit betekent dat extra inspanningen nodig blijven om de doelstellingen in 2030 wel te halen. NO<sub>2</sub> en fijn stof zijn stoffen met een belangrijke gezondheidsimpact. Het verlagen van deze concentraties kan een belangrijke gezondheidswinst opleveren.

---

<sup>1</sup> <https://beslissingenvlaamseregering.vlaanderen.be/document-view/66829A2712A10D8E1FBF2462>

### 3. Stikstofdioxide – NO<sub>2</sub>

Samenvattende figuur voor NO<sub>2</sub>. Links: de belangrijkste emissiebronnen van NO<sub>2</sub> en hun evolutie sinds 2005; Rechts: evolutie jaargemiddelde concentratie NO<sub>2</sub> (alle automatische meetplaatsen in dit rapport) sinds 2013, met weergave van de huidige EU-grenswaarde (in rood), de toekomstige EU grenswaarde die behaald moet worden in 2030 (oranje) en WGO-advieswaarde (lichtblauw).



## Industrie en verkeer zijn de grootste emissiebronnen

- In 2022 bedroeg de emissie van stikstofoxiden in Gent-centrum, de rest van de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone samen 10021 ton. Dit was 11 % van de totale Vlaamse stikstofoxidenemissie.
- Het grootste deel van de emissies werd uitgestoten in de kanaalzone waar industrie (met als belangrijkste bedrijf ArcelorMittal) de grootste bron was. In de rest van de Gentse agglomeratie en Gent-centrum was verkeer de grootste bron.
- Hoewel de bronnen in de Gentse kanaalzone veel meer uitstoten, zijn de emissies (van vooral verkeer) in het centrum van Gent belangrijk omdat ze door hun nabijheid een directe impact hebben op de blootstelling van de inwoners.
- De totale emissie van stikstofoxiden in de 3 zones samen is met 46 % (of 8609 ton) gedaald in vergelijking met 2005. De emissies van de energiesector en het verkeer daalden het sterkst (daling van 73 % en daling van 69 %, respectievelijk). De emissies van de industrie benaderen het niveau van 2005, met fluctuaties in de jaren ertussen.

**Europese grenswaarden gerespecteerd, WGO-advieswaarden worden overschreden**

- De Europese jaargrenswaarde ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wordt al meerdere jaren op alle automatische meetplaatsen gerespecteerd, ook in 2023.
- Ook op alle locaties met passieve samplers wordt deze grenswaarde gerespecteerd.
- Modellerings via het ATMO-Street model toont locaties langs de stadsring (R40) die lokaal nog concentraties kunnen hebben die boven de Europese jaargrenswaarde liggen.

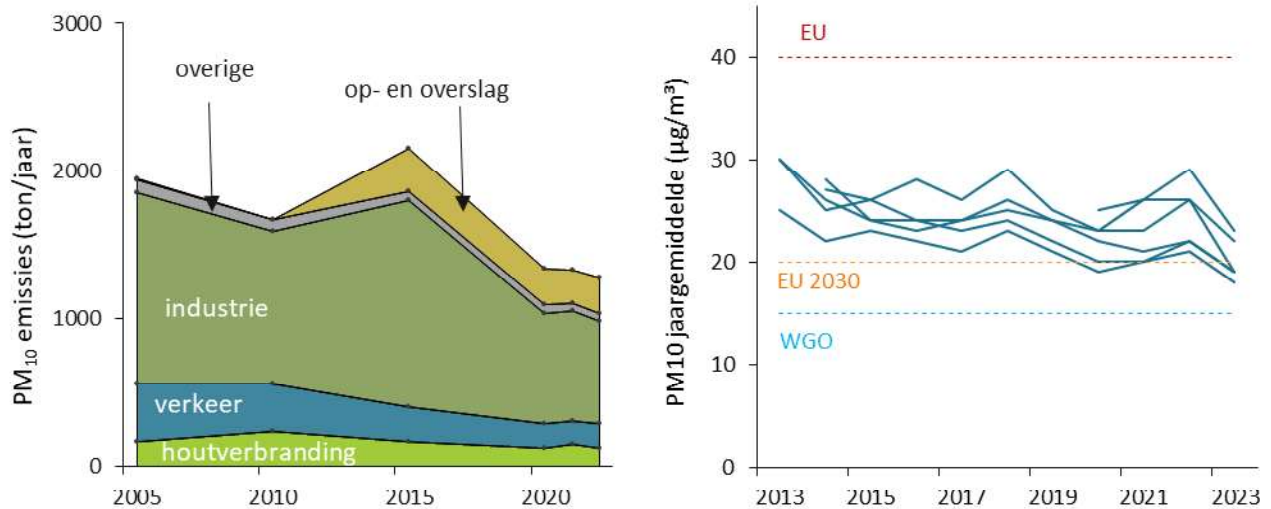
- De toekomstige Europese jaargrenswaarde van 20 µg/m<sup>3</sup> (geldig vanaf 2030) werd in 2023 niet overal behaald. De toekomstige grenswaarde op dagbasis voor NO<sub>2</sub> werd in 2023 wel gerespecteerd.
- Geen enkele meetplaats in de Gentse agglomeratie voldoet aan de advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) die een NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde van 10 µg/m<sup>3</sup> adviseert. Over heel Vlaanderen wordt de advieswaarde ook op het merendeel van alle meetplaatsen overschreden, behalve een aantal landelijke locaties of locaties in natuurgebieden.
- De WGO advieswaarde voor NO<sub>2</sub>-daggemiddelden houdt in dat er op 1 jaar tijd maar 3 dagen met een daggemiddelde van 25 µg/m<sup>3</sup> of meer mogen voorkomen. Geen enkele meetplaats komt in de buurt van deze advieswaarde. In heel Vlaanderen was er in 2023 één landelijke locatie die de dagadvieswaarde haalde.

#### **Gemeten concentraties blijven dalen**

- In vergelijking met 10 jaar geleden, ligt het NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde tussen 38 en 50 % lager. De concentraties in 2023 waren lager dan alle voorgaande gemeten jaren.

#### 4. Fijn stof – PM<sub>10</sub>

Samenvattende figuur voor PM<sub>10</sub>. Links: de belangrijkste emissiebronnen van PM<sub>10</sub> en hun evolutie sinds 2005; Rechts: evolutie jaargemiddelde concentratie PM<sub>10</sub> (alle meetplaatsen in dit rapport) sinds 2013, met weergave van de huidige EU-grenswaarde (in rood), de toekomstige EU grenswaarde die behaald moet worden in 2030 (oranje) en WGO-advieswaarde (lichtblauw).



## Industrie en op- en overslagbedrijven zijn de grootste emissiebronnen

- In 2022 was de **primaire** PM<sub>10</sub>-uitstoot in Gent-centrum, de rest van de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone samen 1.301 ton. Dit was 7,6 % van de totale Vlaamse primaire PM<sub>10</sub>-emissie.
- In de kanaalzone leverden de industrie (met als belangrijkste bron ArcelorMittal) en de op- en overslag bedrijven de grootste bijdragen aan deze uitstoot.
- In Gent-centrum en de rest van de Gentse agglomeratie vormden de huishoudens (meer specifiek de verbranding van hout in open haarden en kachels) en verkeer de grootste bronnen.
- Ten opzichte van 2005 is de primaire PM<sub>10</sub>-uitstoot met 40 % gedaald.
- Fijn stof in de omgevingslucht bestaat niet alleen uit primaire deeltjes die rechtstreeks worden uitgestoten, maar ook uit **secundaire deeltjes**. De secundaire deeltjes ontstaan in de atmosfeer onder invloed van chemische en fysische reacties uit voorloperverbindingen. De belangrijkste voorloperverbindingen zijn ammoniak (NH<sub>3</sub>), stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>), zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) en verschillende semivluchtige organische verbindingen.

**Europese grenswaarden gerespecteerd, WGO-advieswaarden worden overschreden**

- De Europese grenswaarde voor het PM<sub>10</sub>-jaargemiddelde (40 µg/m<sup>3</sup>) wordt gerespecteerd op alle automatische meetplaatsen in de Gentse regio sinds 2004.
- De EU-grenswaarde voor daggemiddelden (maximaal 35 dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m<sup>3</sup>) werd ook gehaald.
- De toekomstige Europese jaar- en daggrenswaarde werden in 2023 niet overal gehaald.
- De WGO-advieswaarde voor het jaargemiddelde (15 µg/m<sup>3</sup>) werd op geen enkele meetplaats gehaald. Niet binnen de Gentse regio en ook niet in de rest van Vlaanderen.

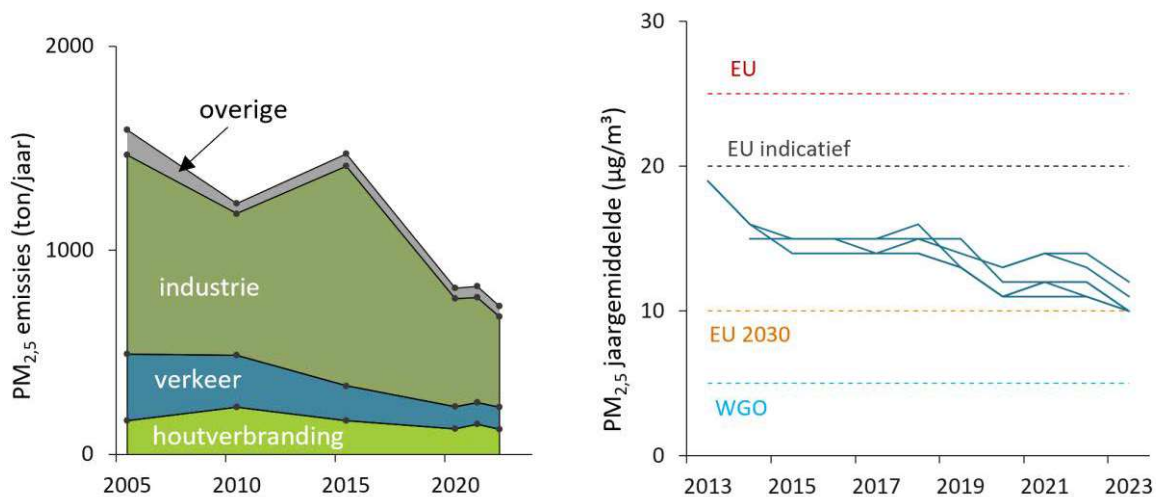
- Ook de WGO-advieswaarde voor daggemiddelden (maximaal 3 dagen met een daggemiddelde hoger dan 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) werd niet behaald. In heel Vlaanderen waren er 4 (van de 43)  $\text{PM}_{10}$ -meetplaatsen die de WGO-dagadvieswaarde haalden.
- Van alle meetplaatsen in woonzones in Vlaanderen, telde Rieme het meest aantal dagen met een gemiddelde hoger dan de EU-grenswaarde of WGO-advieswaarde. De pollutieroos wijst naar sectoren waar ArcelorMittal en overslagbedrijven liggen.

#### **Lichte daling gemeten concentraties**

- De  $\text{PM}_{10}$ -jaargemiddelden variëren van jaar tot jaar. In 2023 lagen ze lager dan alle voorgaande jaren. Op langere termijn is er in vergelijking met 10 jaar geleden een daling tussen 27 en 37 %.

## 5. Fijn stof – PM<sub>2,5</sub>

Samenvattende figuur voor PM<sub>2,5</sub>: Links: de belangrijkste emissiebronnen van PM<sub>2,5</sub> en hun evolutie sinds 2005; Rechts: evolutie jaargemiddelde concentratie PM<sub>2,5</sub> (alle meetplaatsen in dit rapport) sinds 2013, met weergave van de huidige EU-grenswaarde (in rood), de indicatieve EU-grenswaarde vanaf 2020 (in zwart), de toekomstige EU grenswaarde die behaald moet worden in 2030 (oranje) en WGO-advieswaarde (lichtblauw).



**Industrie en huishoudens (houtverbranding) zijn de grootste emissiebronnen**

- In 2021 had Gent-centrum, de rest van de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone een **primaire** PM<sub>2,5</sub>-uitstoot van 756 ton. Dat was 7 % van de primaire PM<sub>2,5</sub>-uitstoot van heel Vlaanderen.
- Het grootste deel van deze uitstoot kwam uit de kanaalzone waar vooral de industrie (met als belangrijkste bron ArcelorMittal) aan bijdroeg.
- In de Gentse agglomeratie en Gent-centrum vormden de huishoudens, en meer specifiek houtverbranding in open haarden en kachels, de grootste bron, gevolgd door verkeer.
- In vergelijking met 2005 is de primaire PM<sub>2,5</sub>-uitstoot met 54 % (of 875 ton) gedaald. Zoals voor PM<sub>10</sub> komt de daling in PM<sub>2,5</sub>-emissies vooral door een dalende uitstoot van de sector energie en van het wegverkeer. De uitstoot van de industrie varieert doorheen de jaren.

## Europese grenswaarden gerespecteerd, WGO-advieswaarden worden overschreden

- De Europese jaargrenswaarde van 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  voor PM<sub>2,5</sub>-jaargemiddelden wordt sinds 2007 gerespecteerd en de indicatieve jaargrenswaarde van 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (geldig vanaf 2020) sinds 2012.
- De toekomstige Europese grenswaarden (op dag- en jaarbasis, geldig vanaf 2030) werden in 2023 nog op een aantal meetplaatsen overschreden.
- De WGO-advieswaarde voor het jaargemiddelde van 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  werd op geen enkele meetplaats gehaald. Ook in de rest van Vlaanderen wordt deze advieswaarde overschreden.
- De WGO-advieswaarde voor daggemiddelden, die maximaal 3 dagen met een concentratie hoger dan 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  toelaat, wordt ruimschoots overschreden. Zowel binnen de Gentse agglomeratie als in de rest van Vlaanderen.

- De jaargemiddelden liggen in 2023 lager dan alle voorgaande jaren. In vergelijking met 10 jaar geleden zijn de PM<sub>2.5</sub> concentraties tussen 37 en 47 % gedaald.

Samenvattende figuur zwarte koolstof: [Links](#): de belangrijkste emissiebronnen van elementair koolstof en hun evolutie sinds 2005; [Rechts](#): evolutie jaargemiddelde concentratie van zwarte koolstof sinds 2013 (alle meetplaatsen in dit rapport).



- De emissies van elementair koolstof (EC) in Gent-centrum, de rest van de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone bedroegen in 2022 93 ton. Dit was 6 % van de totale Vlaamse EC-emissies.
- In de kanaalzone vormde industrie (met als belangrijkste ArcelorMittal) de grootste bron.
- In Gent-centrum en de Gentse agglomeratie vormde verkeer de grootste bron, gevolgd door huishoudens (meer specifiek de verbranding van hout in open haarden en kachels).
- Hoewel de bronnen in de Gentse kanaalzone veel meer uitstoten, zijn de emissies in het centrum van Gent ook belangrijk omdat ze door hun nabijheid een directe impact hebben op de blootstelling van de inwoners.
- Sinds 2005 zijn de emissies van elementair koolstof met 71 % (of 232 ton) gedaald. Vooral de uitlaatemissies door wegverkeer daalden zeer sterk door het invoeren van milieuvriendelijkere voertuigen. De emissie van de huishoudens varieert van jaar tot jaar door wisselende meteorologische omstandigheden.

- Er bestaan momenteel geen Europese normen of WGO-advieswaarden voor zwarte of elementair koolstof.

- De concentraties liggen in 2023 lager dan alle voorgaande jaren. In vergelijking met 10 jaar geleden zijn de concentraties met 59 tot 70 % gedaald.

## 7. Invloed van houtverbranding

Tussen de meetplaatsen onderling is er in de bijdrage van houtverbranding niet zo veel verschil. Onze meetplaatsen zijn niet brongericht geplaatst (dus niet vlakbij lokale bronnen van huishoudelijke houtverbranding), maar meten eerder de achtergrondconcentratie.

## 8. Dioxines en PCB's

De gemeten concentraties in Rieme benaderen die van een achtergrondlocatie en liggen onder de drempelwaarden. De dioxine- en PCB waarden in de Scheepzatestraat liggen veel hoger en overschrijden de drempelwaarden.

## 9. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

## 9. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

De concentratie zwevende PAK's in de lucht ligt op deze locatie onder EU-streefwaarde, net als de andere locaties in de Gentse omgeving.

## 10. Impact lage-emissiezone (LEZ)

\_\_\_\_\_

De huidige toegangsregels van de LEZ focussen vooral op het terugdringen van de uitstoot van roetdeeltjes. Bij de metingen van zwarte koolstof (dat een maat is voor roet) zien we een grotere daling binnen de LEZ dan in de rest van Vlaanderen. De LEZ heeft er dus voor gezorgd dat de concentraties zwarte koolstof lokaal extra daalden.

Sociaal kwetsbare groepen hebben het meest te winnen bij de gezondheidsbaten van een LEZ. Ze worden niet alleen meer blootgesteld aan hogere concentraties aan luchtvervuiling, ze blijken ook gevoeliger voor de negatieve gezondheidseffecten van vuile lucht. Zelfs bij een gelijke blootstelling zullen ze meer of sneller gezondheidseffecten ondervinden dan mensen met een hogere sociale positie. De lage emissiezones zorgen ervoor dat de luchtkwaliteit in de meer achtergestelde buurten sneller verbetert.

Uit de analyse blijkt dat de LEZ de luchtkwaliteit verbetert en dat de volgende fasen met strengere toelatingsvoorwaarden belangrijk kunnen zijn, aangezien deze een sterke impact kunnen hebben op de NO<sub>x</sub>-uitstoot en de gemeten NO<sub>2</sub>-concentraties. Bij toetsing van de NO<sub>2</sub>-concentraties in 2023 aan de toekomstige Europese grenswaarden (geldig vanaf 2030) werden deze op sommige Gentse meetplaatsen overschreden. NO<sub>2</sub> heeft een belangrijke gezondheidsimpact, dus een verdere verlaging van de NO<sub>2</sub>-concentraties zou een aanzienlijke gezondheidswinst opleveren voor de bevolking.

**De impact van aanpassingen aan het LEZ-besluit worden – samen met evoluties in het wagenpark onder invloed van andere maatregelen op Vlaams, federaal en Europees niveau – grondig geanalyseerd tijdens de actualisatie van het Luchtbeleidsplan in 2025. Hierbij wordt ook rekening gehouden met de nieuwe luchtkwaliteitsnormen.**

## INHOUD

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| SAMENVATTING .....                                                                                           | 3  |
| 1 INLEIDING .....                                                                                            | 19 |
| 2 HET MEETNET .....                                                                                          | 20 |
| 3 STIKSTOFOXIDEN .....                                                                                       | 26 |
| 3.1 NO <sub>2</sub> .....                                                                                    | 26 |
| 3.1.1 Emissie van stikstofoxiden (uitgedrukt als stikstofdioxide) (NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> )) ..... | 26 |
| 3.1.2 Gemeten concentraties .....                                                                            | 29 |
| 3.1.3 Gemodelleerde concentraties .....                                                                      | 34 |
| 3.1.4 Toetsing aan de grens- en advieswaarden .....                                                          | 36 |
| 3.1.5 Pollutierozen .....                                                                                    | 37 |
| 3.2 NO .....                                                                                                 | 40 |
| 3.2.1 Gemeten concentraties .....                                                                            | 40 |
| 3.2.2 Pollutierozen .....                                                                                    | 41 |
| 4 FIJN STOF .....                                                                                            | 43 |
| 4.1 PM <sub>10</sub> .....                                                                                   | 43 |
| 4.1.1 Emissie van PM <sub>10</sub> .....                                                                     | 43 |
| 4.1.2 Gemeten concentraties .....                                                                            | 47 |
| 4.1.3 Gemodelleerde concentraties .....                                                                      | 48 |
| 4.1.1 Toetsing aan de grens- en advieswaarden .....                                                          | 50 |
| 4.1.2 Pollutierozen .....                                                                                    | 53 |
| 4.2 PM <sub>2,5</sub> .....                                                                                  | 55 |
| 4.2.1 Emissie van PM <sub>2,5</sub> .....                                                                    | 55 |
| 4.2.2 Gemeten concentraties .....                                                                            | 57 |
| 4.2.3 Gemodelleerde concentraties .....                                                                      | 58 |
| 4.2.1 Toetsing aan de grens- en advieswaarden .....                                                          | 60 |
| 4.2.2 Chemische samenstelling van PM <sub>2,5</sub> .....                                                    | 61 |
| 4.2.3 Pollutierozen .....                                                                                    | 63 |
| 4.3 Zwarte koolstof/Elementair koolstof .....                                                                | 66 |
| 4.3.1 Emissies elementair koolstof .....                                                                     | 66 |
| 4.3.2 Gemeten concentraties .....                                                                            | 69 |
| 4.3.3 Gemodelleerde concentraties .....                                                                      | 70 |
| 4.3.1 Toetsing aan de grens- en advieswaarden .....                                                          | 72 |
| 4.3.2 Pollutierozen .....                                                                                    | 72 |
| 4.4 Houtverbranding .....                                                                                    | 74 |
| 4.4.1 Zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding .....                                                    | 74 |
| 4.4.2 Fijn stof (PM <sub>10</sub> ) afkomstig van houtverbranding.....                                       | 78 |
| 4.4.3 Gemiddeld dagverloop in de winter- en zomermaanden.....                                                | 80 |

|           |                                                                            |     |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4.4     | Pollutierozen .....                                                        | 85  |
| 5         | Dioxines en PCB's .....                                                    | 87  |
| 5.1       | Overzicht en toetsing van de dioxine- en PCB-meetwaarden .....             | 87  |
| 5.2       | Vergelijking met andere meetlocaties .....                                 | 88  |
| 5.3       | Trend van dioxine- en PCB-depositie .....                                  | 90  |
| 6         | Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's).....                    | 92  |
| 6.1       | PAK's in neervallend stof (depositie) .....                                | 92  |
| 6.2       | PAK's in de lucht.....                                                     | 93  |
| 7         | effect van de invoer van de LAGE-EMISSIEZONE .....                         | 95  |
| 7.1       | Inleiding.....                                                             | 95  |
| 7.1.1     | Hoe brengen we het effect van een LEZ best in kaart? .....                 | 95  |
| 7.2       | Verdere verstrengingen .....                                               | 96  |
| 7.3       | Vergroening van het wagenpark.....                                         | 97  |
| 7.4       | Impact LEZ op emissies .....                                               | 99  |
| 7.4.1     | Berekende emissies .....                                                   | 99  |
| 7.4.2     | Gemeten emissies in stedelijke rijcondities.....                           | 100 |
| 7.5       | Invloed van de LEZ op de gemeten concentraties .....                       | 101 |
| 7.5.1     | Jaargemiddelde concentraties in Gent en Gentse agglomeratie .....          | 101 |
| 7.5.2     | Vergelijking met overige meetstations in Vlaanderen .....                  | 102 |
| 7.6       | Impact LEZ op gemodelleerde concentraties.....                             | 103 |
| 7.7       | Impact LEZ op sociaal kwetsbare groepen.....                               | 104 |
| bijlage 1 | Informatie over geaccrediteerde metingen (normen ISO/IEC 17025:2005) ..... | 107 |
| bijlage 2 | Beschrijving van de pollutanten.....                                       | 109 |
| bijlage 3 | Overzicht luchtkwaliteitsnormen .....                                      | 114 |
| bijlage 4 | Methodiek.....                                                             | 120 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 1: Overzicht van de automatische meetplaatsen en welke polluenten er gemeten worden .....                                                                                                                                                                                                                                              | 23  |
| Tabel 2: Overzicht van de ligging van de NO <sub>2</sub> -meetplaatsen met passieve samplers in Gent-centrum .....                                                                                                                                                                                                                           | 24  |
| Tabel 3: NO <sub>2</sub> jaargemiddelden (µg/m <sup>3</sup> ) op de automatische meetplaatsen, voor de periode 2013 - 2023 ....                                                                                                                                                                                                              | 29  |
| Tabel 4: Indicatieve NO <sub>2</sub> -jaargemiddelden gemeten met passieve samplers.....                                                                                                                                                                                                                                                     | 31  |
| Tabel 5: Aantal dagen met een NO <sub>2</sub> -concentratie > 25 µg/m <sup>3</sup> sinds 2021 .....                                                                                                                                                                                                                                          | 37  |
| Tabel 6: NO-jaargemiddelden (µg/m <sup>3</sup> ) op de meetplaatsen voor de periode 2013 - 2023 .....                                                                                                                                                                                                                                        | 40  |
| Tabel 7: PM <sub>10</sub> -jaargemiddelden (µg/m <sup>3</sup> ) op de meetplaatsen voor de periode 2013 - 2023 .....                                                                                                                                                                                                                         | 47  |
| Tabel 8: Aantal dagen met een PM <sub>10</sub> -concentratie > 50 µg/m <sup>3</sup> , in de periode 2013 - 2023.....                                                                                                                                                                                                                         | 50  |
| Tabel 9: Aantal dagen met een PM <sub>10</sub> -daggemiddelde > 45 µg/m <sup>3</sup> , voor de periode 2013-2023.....                                                                                                                                                                                                                        | 52  |
| Tabel 10: PM <sub>2,5</sub> -jaargemiddelden (µg/m <sup>3</sup> ) op de meetplaatsen voor de periode 2013 – 2023.....                                                                                                                                                                                                                        | 57  |
| Tabel 11: Aantal dagen met PM <sub>2,5</sub> -concentratie > 25 µg/m <sup>3</sup> op de meetplaatsen in Gent centrum,<br>agglomeratie en kanaalzone in 2023.....                                                                                                                                                                             | 60  |
| Tabel 12: Aantal dagen met PM <sub>2,5</sub> -concentratie boven 15 µg/m <sup>3</sup> , van 2013 tot en met 2023.....                                                                                                                                                                                                                        | 61  |
| Tabel 13: Jaargemiddelden zwarte koolstof (µg/m <sup>3</sup> ) op de meetplaatsen van 2013 - 2023 .....                                                                                                                                                                                                                                      | 69  |
| Tabel 14: Dioxine- en PCB-depositie op GN18 en EG05 in 2023. De depositieresultaten zijn uitgedrukt als de<br>totale toxiciteit van het mengsel van 17 giftige dioxines en 12 giftige dioxineachtige PCB's, in picogram<br>toxische equivalenten (TEQ) per vierkante meter per dag (pg TEQ <sub>WGO1998</sub> /(m <sup>2</sup> .dag)). ..... | 88  |
| Tabel 15: gemodelleerde impact van de LEZ in Gent in 2020 op vlak van emissies .....                                                                                                                                                                                                                                                         | 99  |
| Tabel 16: Absoluut en relatief verschil in de jaargemiddelden bij vergelijking van 2023 ten opzichte van<br>2019 voor zwarte koolstof (µg/m <sup>3</sup> ) .....                                                                                                                                                                             | 102 |
| Tabel 17: Grenswaarden en alarmdrempel voor NO <sub>2</sub> en kritiek niveau voor NO <sub>x</sub> (richtlijn 2008/50/EG)....                                                                                                                                                                                                                | 115 |
| Tabel 18: Toekomstige EU-grenswaarden voor NO <sub>2</sub> , geldig <b>vanaf 2030</b> (richtlijn 2024/2881) .....                                                                                                                                                                                                                            | 115 |
| Tabel 19: Advieswaarden voor NO <sub>2</sub> en kritiek niveau voor NO <sub>x</sub> (WGO 2000 en 2021) .....                                                                                                                                                                                                                                 | 115 |
| Tabel 20: Regelgeving voor PM <sub>10</sub> (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2021).....                                                                                                                                                                                                                                                          | 116 |
| Tabel 21: Toekomstige EU-grenswaarden voor PM <sub>10</sub> , geldig <b>vanaf 2030</b> (richtlijn 2024/2881) .....                                                                                                                                                                                                                           | 116 |
| Tabel 22: Europese regelgeving voor PM <sub>2,5</sub> (2008/50/EG).....                                                                                                                                                                                                                                                                      | 117 |
| Tabel 23: Toekomstige Europese regelgeving voor PM <sub>2,5</sub> geldig <b>vanaf 2030</b> (2024/2881) .....                                                                                                                                                                                                                                 | 117 |
| Tabel 24: Advieswaarden voor PM <sub>2,5</sub> (WGO 2021) .....                                                                                                                                                                                                                                                                              | 117 |
| Tabel 25: Drempelwaarden voor de deposities van dioxines en dioxineachtige PCB's .....                                                                                                                                                                                                                                                       | 118 |

## LIJST VAN FIGUREN

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 1: Ligging van de automatische meetplaatsen in 2023 en afbakening van de zones .....                                                                                                                                                                                                                                                       | 22 |
| Figuur 2: Ligging van de passieve samplers en automatische meetplaatsen in Gent-centrum .....                                                                                                                                                                                                                                                     | 25 |
| Figuur 3: Bijdrage van de verschillende sectoren in de NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> )- emissies in 2022 (links) en de trend van de NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> )-emissies voor de periode 2005-2022 (rechts), weergegeven per zone .....                                                                                                 | 28 |
| Figuur 4: NO <sub>2</sub> -jaargemiddelde (µg/m <sup>3</sup> ) op de automatische meetplaatsen, voor de periode 2013 – 2023. De rode lijn geeft de huidige Europese grenswaarde weer, de oranje lijn de toekomstige Europese grenswaarde die vanaf 2030 geldt. De blauwe lijn is de advieswaarde van de WGO (Wereldgezondheidsorganisatie). ..... | 30 |
| Figuur 5: Indicatieve NO <sub>2</sub> -jaargemiddelden gemeten met passieve samplers in Gent-centrum in 2017, 2021, 2022 en 2023 (tussenliggende jaren 2018 – 2020 niet getoond) .....                                                                                                                                                            | 32 |
| Figuur 6: Ligging van de passieve samplers in Gent-centrum, met hun indicatief NO <sub>2</sub> -jaargemiddelde in 2023                                                                                                                                                                                                                            | 33 |
| Figuur 7: Gemodelleerd NO <sub>2</sub> -jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023 .....                                                                                                                                                                                                                 | 35 |
| Figuur 8: NO <sub>2</sub> -pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats in 2023 (µg/m <sup>3</sup> ) .....                                                                                                                                                                                                            | 38 |
| Figuur 9: NO <sub>2</sub> -zeropollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023 .....                                                                                                                                                                                                        | 39 |
| Figuur 10: NO-jaargemiddelden (µg/m <sup>3</sup> ) van de verschillende meetplaatsen voor de periode 2013 – 2023.                                                                                                                                                                                                                                 | 40 |
| Figuur 11: NO-pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats, in 2023 (µg/m <sup>3</sup> ).....                                                                                                                                                                                                                         | 41 |
| Figuur 12: NO-pollutierozen op elke meetplaats in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023 .....                                                                                                                                                                                                                         | 42 |
| Figuur 13: Bijdrage van de verschillende sectoren in de PM <sub>10</sub> -emissies in 2022 (links) en de trend van de PM <sub>10</sub> -emissies voor de periode 2005 - 2022 (rechts), weergegeven per zone .....                                                                                                                                 | 46 |
| Figuur 14: Trend van de PM <sub>10</sub> -jaargemiddelden op de meetplaatsen voor de periode 2013 – 2023. De rode lijn geeft de huidige Europese grenswaarde weer en de oranje lijn de toekomstige Europese grenswaarde die vanaf 2030 geldt. De blauwe lijn is de advieswaarde van de WGO (Wereldgezondheidsorganisatie).....                    | 48 |
| Figuur 15: Gemodelleerd PM <sub>10</sub> -jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023 .....                                                                                                                                                                                                               | 49 |
| Figuur 16: Aantal dagen met een PM <sub>10</sub> -concentratie > 50 µg/m <sup>3</sup> (EU grenswaarde) voor de periode 2013 – 2023 .....                                                                                                                                                                                                          | 51 |
| Figuur 17: Aantal dagen met een PM <sub>10</sub> -concentratie > 45 µg/m <sup>3</sup> in de periode 2013 – 2023 .....                                                                                                                                                                                                                             | 52 |
| Figuur 18: PM <sub>10</sub> -pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats, in 2023 (µg/m <sup>3</sup> )..                                                                                                                                                                                                             | 53 |
| Figuur 19: PM <sub>10</sub> -zeropollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023 .....                                                                                                                                                                                                      | 54 |
| Figuur 20: Bijdrage van de sectoren in de PM <sub>2,5</sub> -emissies in 2022 (links) en de trend van de PM <sub>2,5</sub> -emissies voor de periode 2005 - 2022 (rechts), weergegeven per zone .....                                                                                                                                             | 56 |
| Figuur 21: PM <sub>2,5</sub> -jaargemiddelden op de meetplaatsen voor de periode 2013 – 2023. De rode lijn geeft de huidige Europese grenswaarde weer, de oranje lijn de toekomstige Europese grenswaarde die vanaf 2030 geldt. De blauwe lijn is de advieswaarde van de WGO (Wereldgezondheidsorganisatie). .....                                | 58 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 22: Gemodelleerd PM <sub>2,5</sub> -jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 59 |
| Figuur 23: Aantal dagen met een PM <sub>2,5</sub> concentratie boven 15 µg/m <sup>3</sup> , van 2013 tot 2023, voor alle meetplaatsen.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 61 |
| Figuur 24: Chemische samenstelling van PM <sub>2,5</sub> op meetplaats Baudelohof (R701), voor de periode 2016 - 2023 (µg/m <sup>3</sup> ) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 63 |
| Figuur 25: PM <sub>2,5</sub> -pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats in 2023.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 64 |
| Figuur 26: PM <sub>2,5</sub> -zeropollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 65 |
| Figuur 27: Bijdrage van de sectoren in de emissie van elementair koolstof in 2022 (links) en de trend van de EC-emissies voor de periode 2005 - 2022, weergegeven per zone .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 68 |
| Figuur 28: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen van 2013 – 2023 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 70 |
| Figuur 29: Gemodelleerd zwarte koolstof-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 71 |
| Figuur 30: Pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) voor zwarte koolstof van elke meetplaats, in 2023.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 72 |
| Figuur 31: zero-pollutierozen zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 73 |
| Figuur 32: Maandelijks gemiddelden van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC <sub>wb</sub> – blauwe balken) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC <sub>ff</sub> – groene balken) in 2023.....                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 76 |
| Figuur 33: Seizoensale gemiddelden van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC <sub>wb</sub> – blauwe balken) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC <sub>ff</sub> – groene balken) in de <b>zomer</b> (bovenste grafiek) en in de <b>winter</b> (onderste grafiek), van 2020 tot 2023. Voor meetplaats R701 ontbreken gegevens in de winter van 2020. De verbonden lijn en rechter as geven het percentage zwarte koolstof weer dat afkomstig is van houtverbranding, van 2020 – 2023. .... | 77 |
| Figuur 34: Maandelijks gemiddelden voor PM <sub>10</sub> afkomstig van houtverbranding (PM <sub>10_wb</sub> ), PM <sub>10</sub> afkomstig van fossiele brandstoffen (PM <sub>10_ff</sub> ) en overig PM <sub>10</sub> in 2023 .....                                                                                                                                                                                                                                                                        | 79 |
| Figuur 35: Gemiddeld dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC <sub>wb</sub> ) in de zomermaanden (boven) en wintermaanden (onder) in 2023 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 81 |
| Figuur 36: Gemiddelde dagverloop van PM <sub>10</sub> afkomstig van houtverbranding (PM <sub>10_wb</sub> ) in de zomer (boven) en winter (onder) in 2023.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 82 |
| Figuur 37: Gemiddeld dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen (BC <sub>ff</sub> ) in de <b>zomer</b> (boven) en <b>winter</b> (onder) in 2023.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 83 |
| Figuur 38: Gemiddeld dagverloop van PM <sub>10</sub> afkomstig van fossiele brandstoffen (PM <sub>10_ff</sub> ) in de zomer (boven) en winter (onder) in 2023 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 84 |
| Figuur 39: pollutierozen (boven) en zero-pollutierozen (onder) voor zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC <sub>wb</sub> ) en afkomstig van fossiele brandstof (BC <sub>ff</sub> ) (µg/m <sup>3</sup> ) in de wintermaanden in 2023...                                                                                                                                                                                                                                                          | 86 |
| Figuur 40: Overzicht depositiestalen dioxines en dioxineachtige PCB's in 2023 in Vlaanderen .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 89 |
| Figuur 41: Overzicht jaargemiddelde depositie van dioxines en dioxineachtige PCB's in 2023 in Vlaanderen. Toetsing aan het jaargemiddelde is indicatief omdat er niet gedurende een volledig jaar gemeten wordt. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 89 |
| Figuur 42: Trend depositie dioxines en DL-PCB op meetplaats GN18 (Scheepzatestraat) in de Gentse kanaalzone.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 90 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figuur 43: Trend depositie dioxines en DL-PCB op meetplaats EG05 in Rieme .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 91  |
| Figuur 44: jaargemiddelde depositiewaarden van benzo(a)pyreen in de Gentse Kanaalzone, en de mediaan van overige meetplaatsen in Vlaanderen.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 93  |
| Figuur 45: jaargemiddelde concentratie van zwevend benzo(a)pyreen op meetplaatsen in de Gentse kanaalzone en Gent-centrum .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 94  |
| Figuur 46: Trend van het aandeel dieselveertuigen met euronorm 0 t.e.m 4 tussen 2015 en 2019 voor de voertuigregistraties in Gent (binnen en buiten de zone) en in de rest van Vlaanderen.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 97  |
| Figuur 47: Aandeel diesel personenwagens met euronorm 0 t.e.m. 4 in privébezit in Vlaanderen (zonder Antwerpen en Gent), binnen en rondom de LEZ in Gent.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 98  |
| Figuur 48: Aandeel diesel personenwagens met Euronorm 0 t.e.m. 4 in privébezit in de verschillende provincies in Vlaanderen .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 98  |
| Figuur 49: NOx-emissies van personenwagens per brandstof en euronorm, waarbij de gele stippellijn de maximaal toegelaten uitstoot aangeeft en de rode stippellijn de maximaal toegelaten uitstoot volgens Real Driving Emissions (RDE). (Bron: ICCT, Assessment of real-world vehicle emissions in Scotland in 2021) .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 101 |
| Figuur 50: Boxplot met de relatieve daling in de concentratie zwarte koolstof in 2023, ten opzichte van 2019 (het jaar vóór de LEZ), voor meetplaatsen in Vlaanderen die níét in een LEZ liggen en meetplaatsen die wél in een LEZ liggen (Gent en Antwerpen). Een boxplot toont de verdeling van de gegevens. Het kruis in de boxplot geeft de gemiddelde waarde van de dataset aan, de horizontale lijn in de box de mediaan. De horizontale lijntjes buiten de box maar verbonden met de box zijn de laagste en hoogste waarde van de dataset. Datapunten buiten de box die niet verbonden zijn met de box zijn uitschieters. .... | 103 |
| Figuur 51: Verschilkaarten voor NO <sub>2</sub> van een referentiescenario BAU (business as usual) mét LEZ en een referentiescenario BAU zónder LEZ voor de jaren waarin een verstrenging van de LEZ voorzien is voor de regio Gent.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 104 |

## 1 INLEIDING

Dit rapport werd opgemaakt in het kader van de samenwerkingsovereenkomst tussen de stad Gent en de VMM. We bespreken de luchtconcentraties en emissies van een aantal pollutanten in de Gentse kanaalzone, de Gentse agglomeratie en Gent-centrum. We toetsen de concentraties van 2023 aan de Europese regelgeving en aan de WGO-advieswaarden. Ook de trend doorheen de laatste jaren wordt bekeken.

In dit rapport focussen we op de volgende polluenten:

- PM<sub>10</sub>
- PM<sub>2,5</sub>
- zwarte koolstof (BC)
- stikstofoxiden (NO<sub>2</sub> en NO)
- dioxines en PCB's
- Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)

Het belang van houtverbranding en het effect van het invoeren van de lage-emissiezone op de concentraties worden ook onderzocht.

De specificaties over de metingen en de meetonzekerheid vind je in bijlage 1. Een algemene beschrijving van de polluenten staat in bijlage 2.

De emissiegegevens in dit rapport werden verzameld door de Emissie-inventaris Lucht van de VMM op basis van door de bedrijven gerapporteerde emissies in het Integraal Milieujaarverslag (IMJV) en modelberekeningen. Meer uitleg over de methodiek van de emissie-inventaris vind je in bijlage 4. De meest recente data die momenteel beschikbaar zijn, zijn de emissiecijfers van 2022.

## 2 HET MEETNET

Tabel 1 geeft een overzicht van de automatische meetplaatsen in de regio Gent, hun ligging en welke pollutanten er gemeten worden. Figuur 1 toont de ligging van de meetplaatsen.

De **Gentse kanaalzone** ligt ten noorden van Gent en wordt gekenmerkt door industriële activiteiten langs het kanaal Gent-Terneuzen. De afbakening van deze zone komt overeen met de luchtkwaliteitszone zoals ze wordt gerapporteerd aan de Europese Commissie. Ze omvat naast de kanaaldorpen van de stad Gent ook de gemeenten Zelzate en Evergem. In de Gentse kanaalzone liggen vier automatische meetplaatsen:

- R731 in Evergem
- R740 in Sint-Kruis-Winkel
- R750 in Zelzate
- EG05 in Rieme

Tegenover de rapporten van de vorige jaren, worden in dit rapport bijkomend onderstaande meetplaatsen besproken. Dit zijn meetplaatsen die specifiek focussen op nabijgelegen industriële activiteiten en industriële uitstoot:

- ZL06 in Zelzate
- GN18 aan de Scheepzatestraat
- GN78 aan de Meulestedekaai

De zone **Gentse agglomeratie** is ook gebaseerd op de zone die werd afgebakend voor rapportering van de luchtkwaliteitsgegevens aan de Europese Commissie. Naast een aantal deelgemeenten van de stad hoort ook Destelbergen tot deze zone. In de zone Gentse agglomeratie liggen zes automatische meetplaatsen:

- R701 in het Baudelohof
- R702 naast de Gustaaf Callierlaan
- R710 in Destelbergen
- R721 in Wondelgem
- E716 in Mariakerke
- R703 in de Lange Violettestraat. Deze meetplaats werd begin 2019 opgestart om metingen te verzamelen in een street canyon. Hier wordt alleen zwarte koolstof gemeten.

Voor het 'Actieplan fijn stof en NO<sub>2</sub> voor agglomeratie Gent en Gentse kanaalzone (2016-2020)<sup>3</sup> werd deze zone voor het berekenen van de emissiegegevens nog uitgebreid met Melle (inclusief Gontrode) en Merelbeke (zonder de deelgemeenten), dit vanwege de aanwezigheid van de E40 en R4.

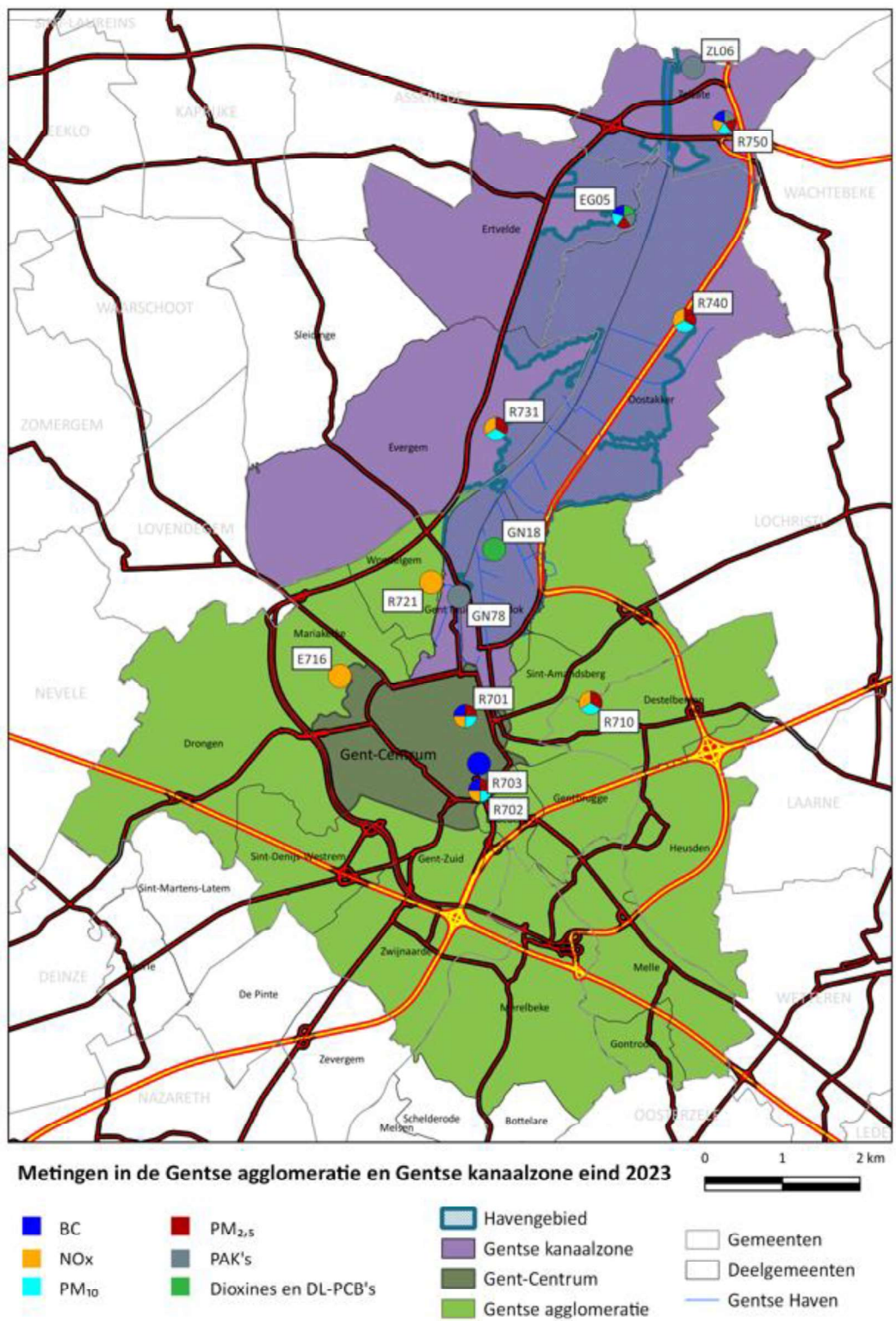
**Gent-centrum** werd, overeenkomstig de werkwijze van het actieplan, voor het weergeven van de emissiegegevens als aparte zone afgezonderd van de Gentse agglomeratie omdat het gebied andere kenmerken heeft qua bevolkingsdichtheid en wegdichtheid.

---

<sup>3</sup> Het actieplan vind je op de website <https://vmm.be/feiten-cijfers/lucht/luchtkwaliteit-in-jouw-buurt/gent-kanaalzone/gent>

Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2023 21

Figuur 1: Ligging van de automatische meetplaatsen in 2023 en afbakening van de zones



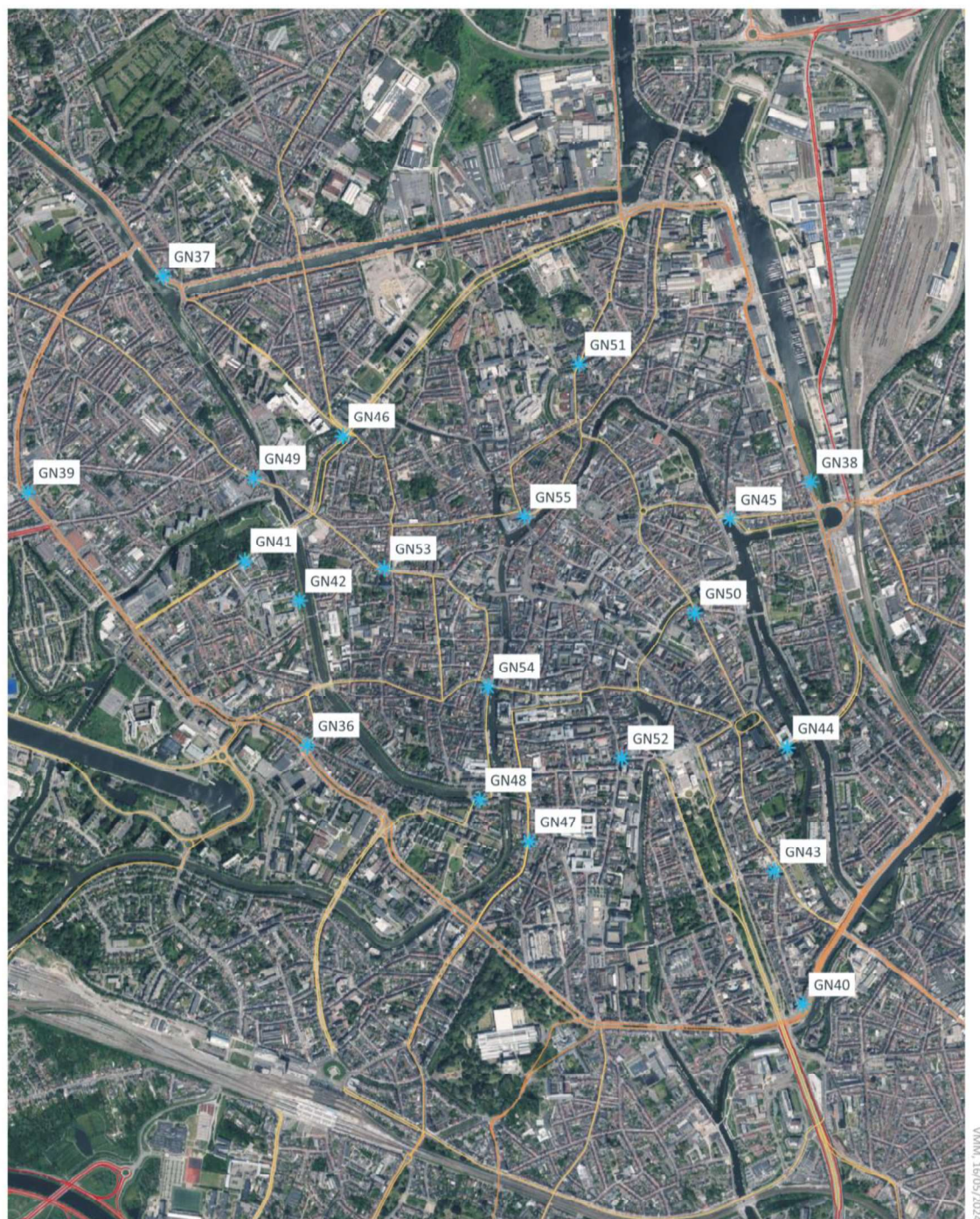
Tabel 1: Overzicht van de automatische meetplaatsen en welke polluenten er gemeten worden

| Code<br>Meetplaats | Naam                         | Adres                           | Classificatie<br>meetplaats   | Lambertcoördinaten<br>x y | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2,5</sub> | BC | NO <sub>x</sub> | PAK | Dioxines<br>en DL-PCB's |
|--------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------|-------------------|----|-----------------|-----|-------------------------|
| R701               | Gent-Baudelohof              | Baudelostraat                   | stedelijk,<br>achtergrond     | 105169 194435             | ✓                | ✓                 | ✓  | ✓               | ✓   |                         |
| R702               | Gent-Gustaaf<br>Callierlaan  | Gustaaf Callierlaan             | stedelijk,<br>verkeer         | 105540 192476             | ✓                | ✓                 | ✓  | ✓               | ✓   |                         |
| R703               | Gent-Lange<br>Violettestraat | Lange Violettestraat            | stedelijk,<br>verkeer         | 105510 193165             |                  |                   | ✓  |                 |     |                         |
| R710               | Destelbergen                 | Admiraalдреef                   | voorstedelijk,<br>achtergrond | 108394 194736             | ✓                | ✓                 |    | ✓               |     |                         |
| R721               | Wondelgem                    | Sint-Sebastiaanstraat           | voorstedelijk,<br>industrieel | 104275 197850             |                  |                   |    | ✓               |     |                         |
| E716               | Mariakerke                   | Driepikkelstraat                | voorstedelijk,<br>industrieel | 101919 195427             |                  |                   |    | ✓               |     |                         |
| R731               | Evergem                      | Doornzeelsestraat               | landelijk,<br>industrieel     | 105947 201811             | ✓                | ✓                 |    | ✓               |     |                         |
| R740               | Sint-Kruis-Winkel            | Schuitstraat                    | landelijk,<br>industrieel     | 110815 204603             |                  |                   |    | ✓               |     |                         |
| R750               | Zelzate                      | Burgemeester Jos<br>Chalmetlaan | landelijk,<br>industrieel     | 111845 209705             | ✓                | ✓                 | ✓  | ✓               | ✓   |                         |
| EG05               | Evergem (Rieme)              | Riemeweg                        | Landelijk,<br>industrieel     | 109251 207276             | ✓                | ✓                 |    | ✓               | ✓   | ✓                       |
| GN18               | Gent                         | Scheepzatestraat                | Industrieel                   | 105904 198699             |                  |                   |    |                 |     | ✓                       |
| GN78               | Gent                         | Meulestedekaai                  | industrieel                   | 104993 197480             |                  |                   |    |                 | ✓   |                         |
| ZL06               | Zelzate                      | Karnemelkstraat                 | industrieel                   | 111041 211114             |                  |                   |    |                 | ✓   |                         |

Tabel 2: Overzicht van de ligging van de NO<sub>2</sub>-meetplaatsen met passieve samplers in Gent-centrum

| Naam                       | Plaats<br>Code | Straat                | Lambertcoördinaten |        |
|----------------------------|----------------|-----------------------|--------------------|--------|
|                            |                |                       | X                  | Y      |
| Gent-Begijnhoflaan         | GN46           | Begijnhoflaan         | 103916             | 194572 |
| Gent-Clarissenstraat       | GN43           | Clarissenstraat       | 105629             | 192843 |
| Gent-Coupure Links 53      | GN48           | Coupure Links 53      | 104459             | 193126 |
| Gent-Coupure Links 653     | GN42           | Coupure Links 653     | 103744             | 193918 |
| Gent-Dok-Zuid              | GN38           | Dok-Zuid              | 105774             | 194390 |
| Gent-Hoogstraat            | GN53           | Hoogstraat            | 104081             | 194047 |
| Gent-Keizer Karelstraat    | GN50           | Keizer Karelstraat    | 105312             | 193869 |
| Gent-Keizervest            | GN40           | Keizervest            | 105743             | 192314 |
| Gent-Kortrijksepoortstraat | GN47           | Kortrijksepoortstraat | 104656             | 192962 |
| Gent-Kraanlei              | GN55           | Kraanlei              | 104637             | 194253 |
| Gent-Lammerstraat          | GN52           | Lammerstraat          | 105024             | 193293 |
| Gent-Martelaarslaan        | GN36           | Martelaarslaan        | 103775             | 193343 |
| Gent-Nieuwewandeling       | GN41           | Nieuwewandeling       | 103527             | 194076 |
| Gent-Palinghuizen          | GN37           | Palinghuizen          | 103203             | 195208 |
| Gent-Phoenixstraat         | GN49           | Phoenixstraat         | 103562             | 194405 |
| Gent-Recollettenlei        | GN54           | Recollettenlei        | 104492             | 193576 |
| Gent-Rodetorenkaai         | GN45           | Rodetorenkaai         | 105453             | 194243 |
| Gent-Rooigemlaan           | GN39           | Rooigemlaan           | 102665             | 194349 |
| Gent-Tolhuislaan           | GN51           | Tolhuislaan           | 104854             | 194858 |
| Gent-Tweebruggenstraat     | GN44           | Tweebruggenstraat     | 105680             | 193333 |

Figuur 2: Ligging van de passieve samplers en automatische meetplaatsen in Gent-centrum



## Meetnet stikstofdioxiden (NO<sub>2</sub>) met passieve samplers in Gent eind 2023

 Meetplaats

0                      0,5                      1 km



## 3 STIKSTOFOXIDEN

Stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) 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.

In tegenstelling tot NO is NO<sub>2</sub> een toxisch gas dat de luchtwegen kan irriteren. Een kwart<sup>4</sup> van de jaarlijkse astmagevallen bij kinderen zou komen door NO<sub>2</sub>. Ook voor het milieu is NO<sub>2</sub> schadelijk, omdat het via depositie mee kan leiden tot verzuring en vermisting van bodem en water, met negatieve effecten op ecosystemen en de biodiversiteit. NO<sub>x</sub> kan over grote afstanden getransporteerd worden en dus effecten veroorzaken in ver gelegen gebieden.

Meer informatie over NO<sub>x</sub> vind je in bijlage 2.

### 3.1 NO<sub>2</sub>

#### 3.1.1 Emissie van stikstofoxiden (uitgedrukt als stikstofdioxide) (NO<sub>x</sub> (NO<sub>2</sub>))

De recentst beschikbare emissiedata gaan over het jaar 2022. Meer informatie over de emissie-inventaris staat in bijlage 4.

In 2022 bedroeg de NO<sub>x</sub>(NO<sub>2</sub>)-emissie voor de zones Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum samen 10021 ton. Dit was 11 % van de totale NO<sub>x</sub>(NO<sub>2</sub>)-uitstoot van heel Vlaanderen en iets lager dan in 2021. Het merendeel van de emissies (8370 ton) wordt uitgestoten in de kanaalzone. Hoewel emissies in het centrum van Gent lager zijn dan deze in de kanaalzone, zijn ze ook belangrijk omdat ze door hun nabijheid directe impact hebben op de blootstelling van de inwoners.

Figuur 3 toont in het linkerdeel voor 2022 voor elke zone de bijdrage van de verschillende sectoren in de NO<sub>x</sub>(NO<sub>2</sub>)-emissies en in het rechterdeel de trend van de NO<sub>x</sub>(NO<sub>2</sub>)-emissies sinds 2005. Voor een beschrijving van de zones, zie hoofdstuk 2. De meest recente beschikbare emissiedata zijn die van 2022.

In de **Gentse kanaalzone** kwamen de NO<sub>x</sub>(NO<sub>2</sub>)-emissies in 2022 voor:

- 76 % van de sector industrie
- 14 % van de sector energie
- 8 % van het verkeer, waar scheepvaart meer dan de helft van uitmaakte

Het aandeel van de andere sectoren in de Gentse kanaalzone is kleiner dan 1 %.

De belangrijkste bijdrage aan de emissies van de sector industrie wordt geleverd door ArcelorMittal.

De industrie-emissies lagen in 2022 op hetzelfde niveau als in 2021. Ze lagen iets lager (8 %) in vergelijking met 2005. Fluctuaties in de uitstoot worden veroorzaakt door veranderende emissies van ArcelorMittal.

In de **zone Gentse agglomeratie**:

- kwam het overgrote deel (77 %) van het (weg)verkeer.
- 7 % kwam uit de sector handel en diensten (meer bepaald uitstoot van afvalverwerking en gebouwenverwarming).

---

<sup>4</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017320184>

**In Gent-centrum:**

- kwam ook het grootste deel van de uitstoot van het verkeer (43 %).
- zorgde de sector energie voor 27 % van de emissies, door energiebedrijf Luminus Ham.
- De uitstoot van de sector handel en diensten en die van de huishoudens bestaan voor het grootste deel uit gebouwenverwarming. Gebouwenverwarming, van zowel private als publieke gebouwen, zorgde in deze zone dus voor 23 % van de NOx-uitstoot.

In vergelijking met 2005, zijn de emissies van de sector energie het hardst gedaald (zie Figuur 3, rechts onderaan).

Samengevat was, voor de 3 zones samen, de industrie de grootste bron van NO<sub>x</sub>(NO<sub>2</sub>)-emissies, gevolgd door het (weg)verkeer en de sector energie.

## Aanpassing berekening emissies door wegverkeer

In dit rapport zijn de wegverkeersemissies tot en met 2020 berekend met het Promovia-propagatiemodel. Vanaf 2021 werden de wegverkeersemissies berekend met Flomovia.

**Promovia** is een propagatiemodel van MOW dat op basis van tellingen (camera's, lussen ...) een hoeveelheid voertuigkilometer in Vlaanderen genereert op snelwegen en het onderliggend wegenet.

**Flomovia** is een nieuw verkeersmodel met een gedetailleerder en actueler verkeersnetwerk gebaseerd op de OpenStreetMap kaart. De verkeerstellingen die in Flomovia gebruikt worden zijn: structurele tellingen op de snelwegen (van VVC), tijdelijke telcampagnes (van AWW) en lokale verkeerstellingen van Telraam. Flomovia houdt rekening met de invoering van het circulatieplan en LEZ.

Het is niet mogelijk om de wegverkeersemissies voor de historische zichtjaren (2005, 2010, 2015, 2020) te herrekenen met Flomovia omdat daarvoor de nodige inputdata ontbreekt.

De jaarlijkse voertuigkilometers berekend op basis van Flomovia (2021 en 2022) zijn lager dan die berekend met Promovia (tem 2020). Dat resulteert in een neerwaartse trendbreuk vanaf 2021 in het aantal voertuigkilometer, en daarmee samengaan ook in de berekende emissies.

**De wegverkeersemissies vanaf 2021 (en later) kunnen dus niet vergeleken worden met deze vóór 2021.**

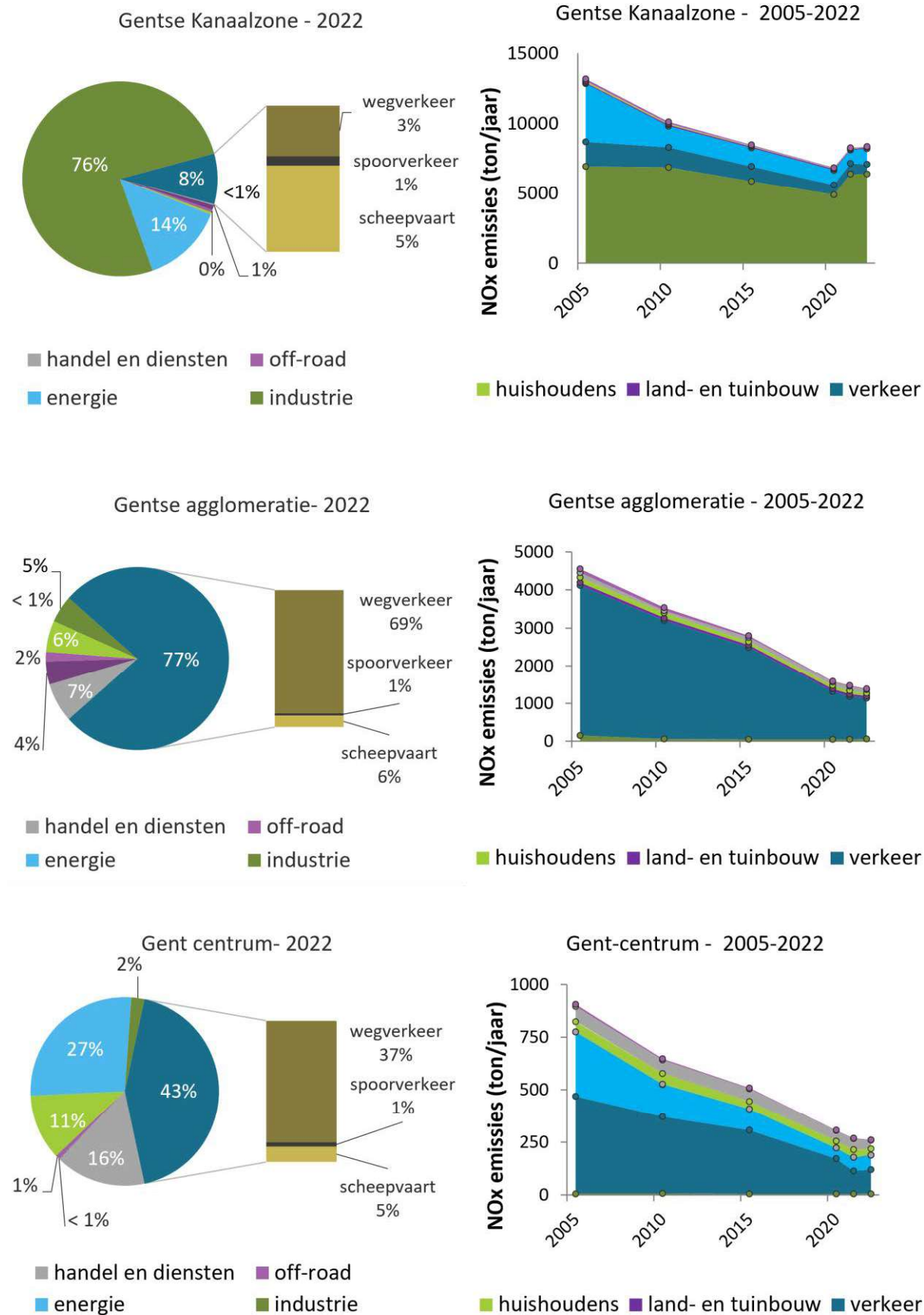
In het rapport van vorig jaar werden de emissiedata van 2021 nog berekend met Promovia. Dit is de eerste keer dat we emissiedata van wegverkeer in dit rapport publiceren op basis van Flomovia, waardoor er een verschil kan zijn tussen de 2021-emissies voor wegverkeer die vorig jaar werden gerapporteerd en deze voor 2021 die dit jaar worden gerapporteerd.

Meer info vind je in bijlage 4.

Naast directe uitstoot wordt NO<sub>2</sub> 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 toxisch gas NO<sub>2</sub> door reactie met onder andere ozon (O<sub>3</sub>). Anderzijds draagt NO<sub>2</sub> bij tot de fotochemische ozonvorming waarbij O<sub>3</sub> wordt gevormd en NO<sub>2</sub> wordt omgezet tot NO. De chemie van stikstofcomponenten in de atmosfeer is erg complex.

De luchtkwaliteit van de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone wordt niet alleen bepaald door de emissies in de regio zelf. Ook emissies in de rest van Vlaanderen, andere gewesten en het buitenland dragen bij aan de concentratie van vervuilende stoffen in Gent.

Figuur 3: Bijdrage van de verschillende sectoren in de NO<sub>x</sub>(NO<sub>2</sub>)- emissies in 2022 (links) en de trend van de NO<sub>x</sub>(NO<sub>2</sub>)-emissies voor de periode 2005-2022 (rechts), weergegeven per zone



### 3.1.2.1 Automatische meetplaatsen

NO<sub>2</sub>-concentraties zijn sterk gelinkt aan verkeersintensiteit. De concentraties gemeten op de verkeergerichte meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan (R702) liggen - sinds de start van de metingen op deze meetplaats – dan ook duidelijk hoger dan op alle andere meetplaatsen. Deze meetplaats ligt naast de B401, de fly-over die de verbinding vormt tussen de E17 Kortrijk-Antwerpen en de E40 Oostende-Brussel met het centrum van Gent. Op deze locatie wordt het hoogste jaargemiddelde gemeten (20 µg/m<sup>3</sup>). De laagste NO<sub>2</sub>-jaargemiddelden werden in 2023 (en ook de voorgaande jaren) gemeten in Destelbergen (R710, 12 µg/m<sup>3</sup>) en Mariakerke (E716, 13 µg/m<sup>3</sup>).

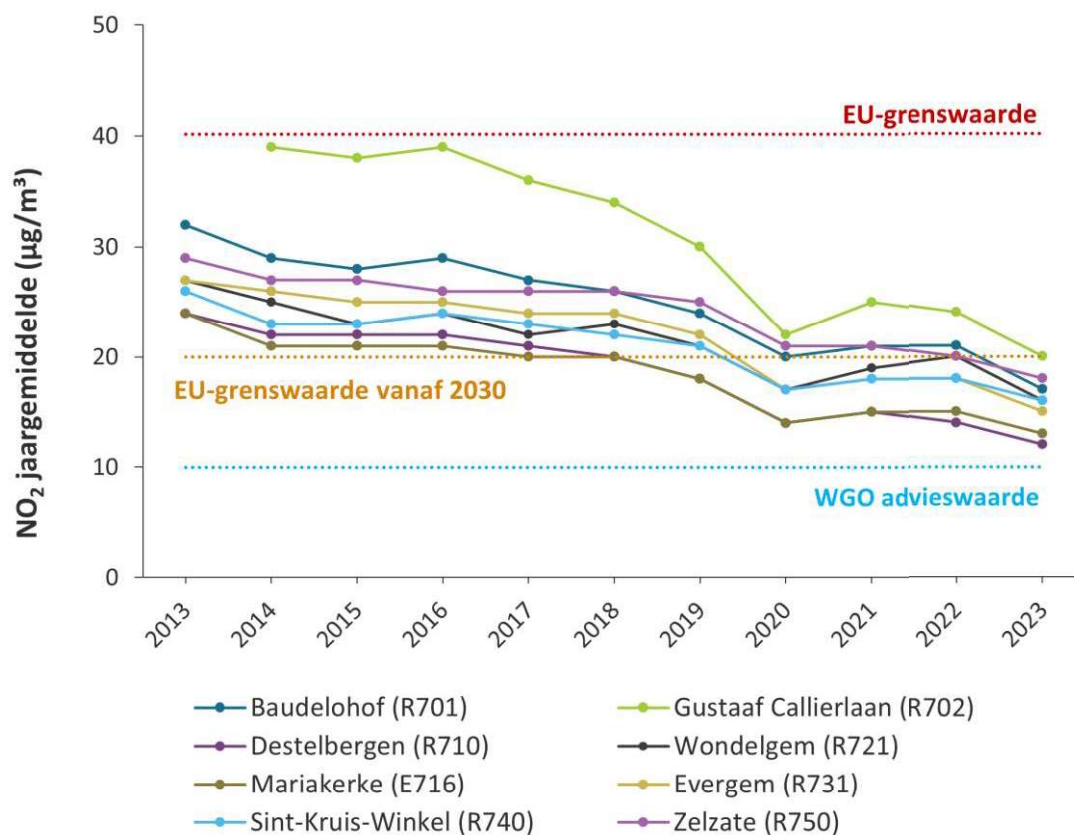
In 2023 zijn op alle meetplaatsen de NO<sub>2</sub>-concentraties gedaald. Het jaargemiddelde ligt lager dan de lage concentraties gemeten in 2020, die het gevolg waren van de COVID-maatregelen (waardoor er minder verkeer was en dus ook voor minder NO<sub>2</sub>-uitstoot).

In vergelijking met 10 jaar geleden, zijn de jaargemiddelden met gemiddeld 43 % gedaald.

| Naam meetplaats     | Code | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Baudelohof          | R701 | 32   | 29   | 28   | 29   | 27   | 26   | 24   | 20   | 21   | 21   | 17   |
| Gustaaf Callierlaan | R702 | -    | 39   | 38   | 39   | 36   | 34   | 30   | 22   | 25   | 24   | 20   |
| Destelbergen        | R710 | 24   | 22   | 22   | 22   | 21   | 20   | 18   | 14   | 15   | 14   | 12   |
| Wondelgem           | R721 | 27   | 25   | 23   | 24   | 22   | 23   | 21   | 17   | 19   | 20   | 16   |
| Mariakerke          | E716 | 24   | 21   | 21   | 21   | 20   | 20   | 18   | 14   | 15   | 15   | 13   |
| Evergem             | R731 | 27   | 26   | 25   | 25   | 24   | 24   | 22   | 17   | 18   | 18   | 15   |
| Sint-Kruis-Winkel   | R740 | 26   | 23   | 23   | 24   | 23   | 22   | 21   | 17   | 18   | 18   | 16   |
| Zelzate             | R750 | 29   | 27   | 27   | 26   | 26   | 26   | 25   | 21   | 21   | 20   | 18   |

**Blauw:** overschrijding van de WGO-advieswaarde (10 µg/m<sup>3</sup>)

Figuur 4: NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde (µg/m<sup>3</sup>) op de automatische meetplaatsen, voor de periode 2013 – 2023. De rode lijn geeft de huidige Europese grenswaarde weer, de oranje lijn de toekomstige Europese grenswaarde die vanaf 2030 geldt. De blauwe lijn is de advieswaarde van de WGO (Wereldgezondheidsorganisatie).



### 3.1.2.2 Passieve samplers

In het kader van de invoering van het circulatieplan meet de VMM sinds midden 2016, in aanvulling op de metingen met automatische monitoren, ook NO<sub>2</sub> met behulp van passieve samplers. Met passieve samplers kunnen we meten op plaatsen waar er geen ruimte is voor een vast meetstation, zoals in *street canyons*. De resultaten van de passieve samplers dienen ook om de modelresultaten te valideren en te verbeteren.

#### Meetlocaties

De samplers hangen in Gent-centrum op 20 locaties (zie Tabel 2 en Figuur 2). De samplers worden telkens in duplo opgehangen gedurende periodes van 2 weken, waarna ze geanalyseerd worden. Een volledig jaar bestaat dus uit 26 meetperiodes.

#### Automatische monitoren vs. passieve samplers

De automatische monitoren meten volgens de Europese referentiemethode. Passieve samplers niet, maar ze worden wel gekalibreerd ten opzichte van deze referentiemethode. De jaargemiddelden verkregen met passieve samplers voldoen aan de Europese criteria voor 'indicatieve metingen' (metingen die aan minder strikte gegevens-kwaliteitsdoelstellingen voldoen dan de vaste metingen). We spreken daarom van 'indicatieve jaargemiddelden'.

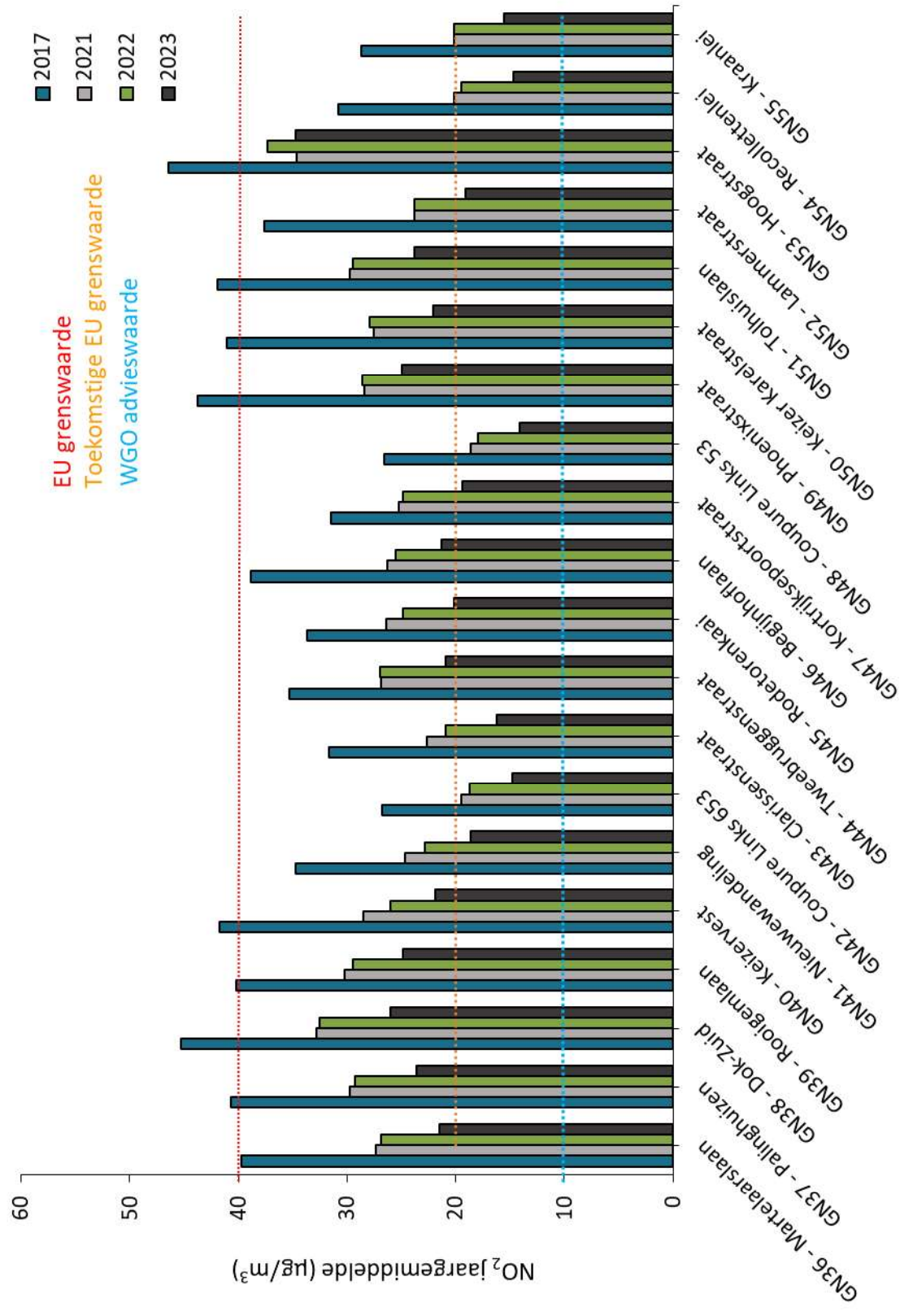
Figuur 5 toont per locatie de NO<sub>2</sub> concentraties gemeten met passieve samplers in het eerste meetjaar (2017) en de laatste 3 meetjaren 2021-2023.

In vergelijking met 2017 (het eerste volledige meetjaar met passieve samplers), liggen de gemeten concentraties in 2022 over alle locaties gemiddeld 44 % lager.

Als de straten worden onderverdeeld in de categorieën R40, ontsluitingswegen en woonstraten, zijn de gemeten NO<sub>2</sub>-concentraties het laagst in de woonstraten, en het hoogst op de R40 (zie Tabel 4).

| Categorie straat  | Code meetplaatsen                             | Jaargemiddelde 2023 (µg/m³) |
|-------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------|
| R40               | GN36-GN40                                     | 24                          |
| Ontsluitingswegen | GN41, GN51, GN44-GN47, GN49, GN50, GN53, GN54 | 22                          |
| Woonstraten       | GN42, GN43, GN48, GN52, GN55                  | 16                          |

Figuur 5: Indicatieve NO<sub>2</sub>-jaargemiddelden gemeten met passieve samplers in Gent-centrum in 2017, 2021, 2022 en 2023 (tussenvallende jaren 2018 – 2020 niet getoond)



////////////////////////////////////  
 Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2023



### 3.1.3 Gemodelleerde concentraties

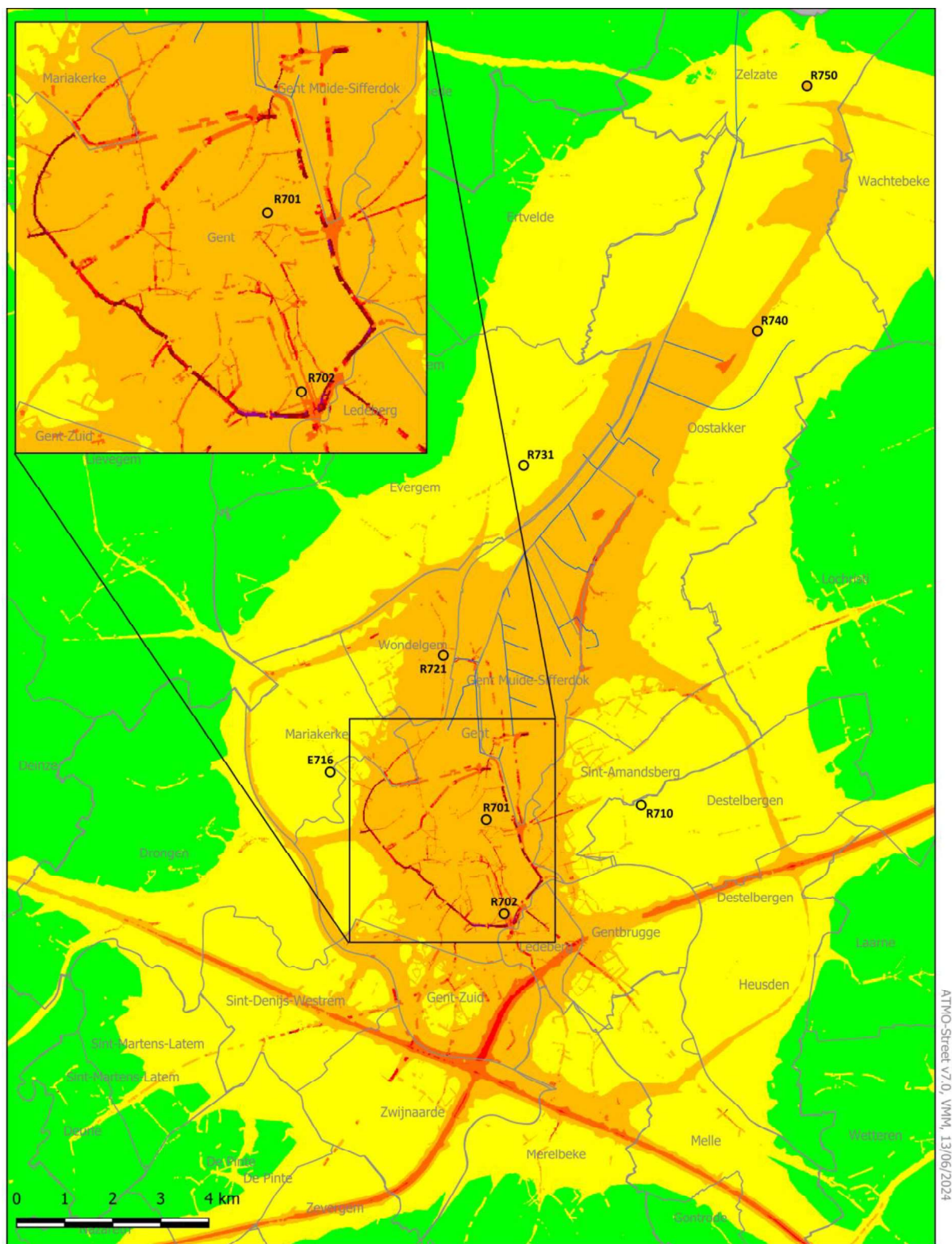
Op plaatsen waar er geen meetresultaten beschikbaar zijn, schat de VMM de concentraties in aan de hand van rekenkundige modellen. Hiervoor gebruikt de VMM het ATMO-Street model. ATMO-Street is de naam voor de modelketen RIO-IFDM-OSPM. Meer uitleg over deze modellen vind je in bijlage 4.

Het ATMO-Street model toont een simulatie van de jaargemiddelden in 2023. Het model gebruikt (verkeers)emissiegegevens in combinatie met gegevens over het wagenpark (vlootsamenstelling, verdeling over de EURO-normen ...). Voor Gent werd gewerkt met LEZ vlootgegevens van 2023. De berekeningsmethode kan bepaalde plaatsen over- of onderschatten en geeft dus een benaderend beeld van de verspreiding van de verontreiniging. Voor de opmaak van de gemodelleerde kaarten voor 2023 werden de recentst beschikbare emissiedata gebruikt: voor wegverkeer is dit 2023, voor industrie en scheepvaart 2022. Meer uitleg over de methodiek van de modellering vind je in bijlage 4.

Figuur 7 toont de gemodelleerde NO<sub>2</sub>-jaargemiddelden in 2023. De concentraties rond de autosnelwegen en aan de stadsring zijn verhoogd. De hoogste concentraties en mogelijke overschrijdingen van de EU-jaargrenswaarde van 40 µg/m<sup>3</sup> liggen lokaal op enkele plaatsen langs de R40. In de binnenstad zijn er volgens de gemodelleerde concentraties geen overschrijdingen.

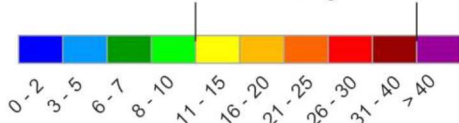
De delen op de kaart die donker oranje en (donker)rood zijn, liggen boven de toekomstige EU grenswaarde van  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  die in 2030 behaald moet zijn.

Figuur 7: Gemodelleerd NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023



NO<sub>2</sub>-jaargemiddelde 2023 berekend met ATMO-Street (µg/m<sup>3</sup>)

WGO-advieswaarde EU-grenswaarde



○ meetplaats (kleur = gemeten waarde)

■ meetplaats met onvoldoende data (< 90% meetgegevens; kleur = indicatieve waarde)

— Gentse Haven

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

### 3.1.4 Toetsing aan de grens- en advieswaarden

De Europese Commissie definieert streef- en grenswaarden en alarmdrempels voor diverse polluenten. Deze waarden zijn gebaseerd op de richtlijnen opgesteld door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO), maar brengen technische haalbaarheid en economische consequenties van de opgelegde concentratieniveaus in rekening. Daardoor zijn deze waarden minder streng dan de advieswaarden van de WGO. De WGO kijkt bij het bepalen van de advieswaarden alleen naar gezondheidseffecten.

Alleen de Europese grenswaarden zijn wettelijk bindend. Bij een overschrijding moet Vlaanderen actieplannen opstellen die garanderen dat we de grenswaarden in de toekomst halen.

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

Een overzicht van de luchtkwaliteitsnormen vind je in bijlage 3.

#### 3.1.4.1 Europese grenswaarden

- Jaargemiddelde:

De gemeten concentraties liggen op alle meetplaatsen (zowel die met automatische monitoren als deze met passieve samplers) onder de EU-grenswaarde van 40 µg/m³ voor jaargemiddelden (zie Figuur 4 en Figuur 5). Ook in de rest van Vlaanderen liggen op alle automatische meetplaatsen de jaargemiddelden onder 40 µg/m³.

Het ATMO-Street model berekent voor NO<sub>2</sub> wel lokale overschrijdingen van de jaargrenswaarde langs de stadsring.

Vanaf 2030 geldt een nieuwe, strengere Europese grenswaarde voor jaargemiddelden, deze bedraagt 20 µg/m<sup>3</sup>. De meetplaatsen met automatische monitoren behaalden in 2023 deze grenswaarde. Bij de samplermetingen in Gent-centrum zijn er momenteel 11 van de 20 plaatsen die nog niet voldoen aan de toekomstige grenswaarde. Op de modelkaart van 2023 liggen de stadsring en meerdere straten in de binnenstad boven de toekomstige grenswaarde.

- Daggemiddelde:

Europa heeft momenteel geen grenswaarde ingesteld voor daggemiddelden, maar in de nieuwe richtlijn wel. Vanaf 2030 laat Europa per kalenderjaar 18 dagen met een daggemiddelde boven 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  toe.

Vergelijken we de data van 2023 met deze toekomstige daggrenswaarde, dan wordt deze in heel Vlaanderen gerespecteerd.

### 3.1.4.2 WGO-advieswaarden

- Jaargemiddelde:

De advieswaarde voor het jaargemiddelde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) werd in 2021 verstrengd van 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  naar 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Geen enkele automatische meetplaats voldoet aan deze nieuwe advieswaarde (zie Figuur 4) en ook de metingen met passieve samplers liggen boven de advieswaarde (zie Figuur 5).

In de rest van Vlaanderen werd ook op het merendeel van de locaties de WGO-jaaradvieswaarde overschreden, behalve op een aantal landelijke locaties of locaties in natuurgebieden.

- Daggemiddelde:

Sinds 2021 heeft de WGO ook een advieswaarde voor NO<sub>2</sub>-daggemiddelden gedefinieerd. Een daggemiddelde van 25 µg/m<sup>3</sup> mag maximaal 3 keer per jaar overschreden worden.

Tabel 5 toont het aantal overschrijdingen van dit daggemiddelde op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone en agglomeratie sinds 2021. Het aantal overschrijdingen is overal gedaald, maar ligt ver boven de advieswaarde. Ook bijna alle andere meetplaatsen in Vlaanderen halen deze dagadvieswaarde voor daggemiddelden niet. In heel Vlaanderen haalde maar 1 landelijke locatie de dagadvieswaarde.

Binnen de Gentse agglomeratie en kanaalzone heeft Destelbergen het laagste aantal dagoverschrijdingen (16 dagen). De verkeersgerichte meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan had het hoogste aantal dagen waar het NO<sub>2</sub>-daggemiddelde van 10 µg/m<sup>3</sup> werd overschreden (77 dagen).

Tabel 5: Aantal dagen met een NO<sub>2</sub>-concentratie > 25 µg/m<sup>3</sup> sinds 2021

| Naam meetplaats     | Code | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------------------|------|------|------|------|
| Baudelohof          | R701 | 103  | 80   | 56   |
| Gustaaf Callierlaan | R702 | 142  | 120  | 77   |
| Destelbergen        | R710 | 37   | 29   | 16   |
| Wondelgem           | R721 | 88   | 95   | 52   |
| Mariakerke          | E716 | 37   | 47   | 24   |
| Evergem             | R731 | 68   | 65   | 40   |
| Sint-Kruis-Winkel   | R740 | 65   | 50   | 35   |
| Zelzate             | R750 | 109  | 89   | 54   |

Oranje : overschrijding van de WGO-advieswaarde (max 3 dagen toegelaten)

### 3.1.5 Pollutierozen

Figuur 8 en Figuur 9 geven de pollutierozen en zero-pollutierozen (pollutierozen met aftrek van de achtergrondconcentratie) voor NO<sub>2</sub> voor de verschillende meetplaatsen. Uitleg over de methodiek van pollutierozen vind je in bijlage 4.

Op de meetplaats in Zelzate (**R750**) was de NO<sub>2</sub>-concentratie opvallend hoger bij wind vanuit het zuidwesten. In deze richting ligt ArcelorMittal.

Op de industriële meetplaats in Sint-Kruis-Winkel (**R740**) werden hogere NO<sub>2</sub>-concentraties gemeten bij wind uit noordwestelijke en zuidwestelijke richting. De R4 loopt westelijk van deze meetplaats. En ten noordenwesten van dit meetstation ligt de Electrabel Centrale Knippergroen en iets verder noordwestelijk ligt ArcelorMittal.

In Evergem (**R731**) traden hogere concentraties op bij wind van het noordoosten, zuiden en zuidoosten. Dat is wind die vanuit de kanaalzone komt.

Ook in Wondelgem (**R721**) kwamen hogere NO<sub>2</sub>-concentraties voor bij wind vanuit de kanaalzone (op deze locatie bij noordoostelijke tot zuidoostelijke richting).

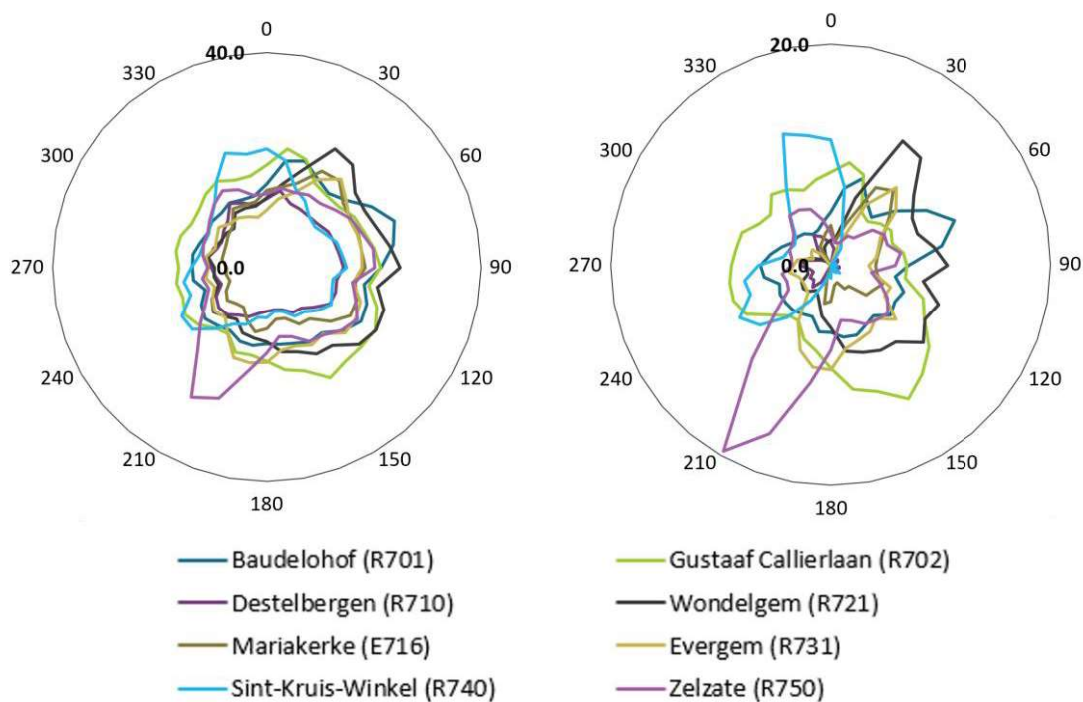
De pollutieroos van Destelbergen (**R710**) is amper zichtbaar op de figuur en kaart omdat op deze locatie de laagste NO<sub>2</sub>-concentraties werden gemeten (van de hier beschouwde meetplaatsen). Werden er iets hogere concentraties gemeten, dan was het bij westelijke en noordwestelijke wind.

In Mariakerke (**E716**) werden ook redelijk lage NO<sub>2</sub>-concentraties gemeten. Hogere concentraties werden aangevoerd bij wind uit het oosten en noordoosten. Dat is richting de stad en verder weg de kanaalzone.

De pollutieroos van de meetplaats in het Baudelohof (**R701**) toont dat hoogste concentratie uit het noordoosten kwamen (in die richting ligt Luminus Ham). De aanvoer uit andere windrichtingen is op deze locatie redelijk gelijkaardig.

Op de verkeersgerichte meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan (**R702**) lagen de gemeten NO<sub>2</sub>-concentraties vooral bij zuidoostelijke en (noord)westelijke wind hoger dan op de andere meetplaatsen. Dit door zijn ligging op een plaats waar veel verkeer passeert.

Figuur 8: NO<sub>2</sub>-pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats in 2023 (µg/m<sup>3</sup>)





## 3.2 NO

### 3.2.1 Gemeten concentraties

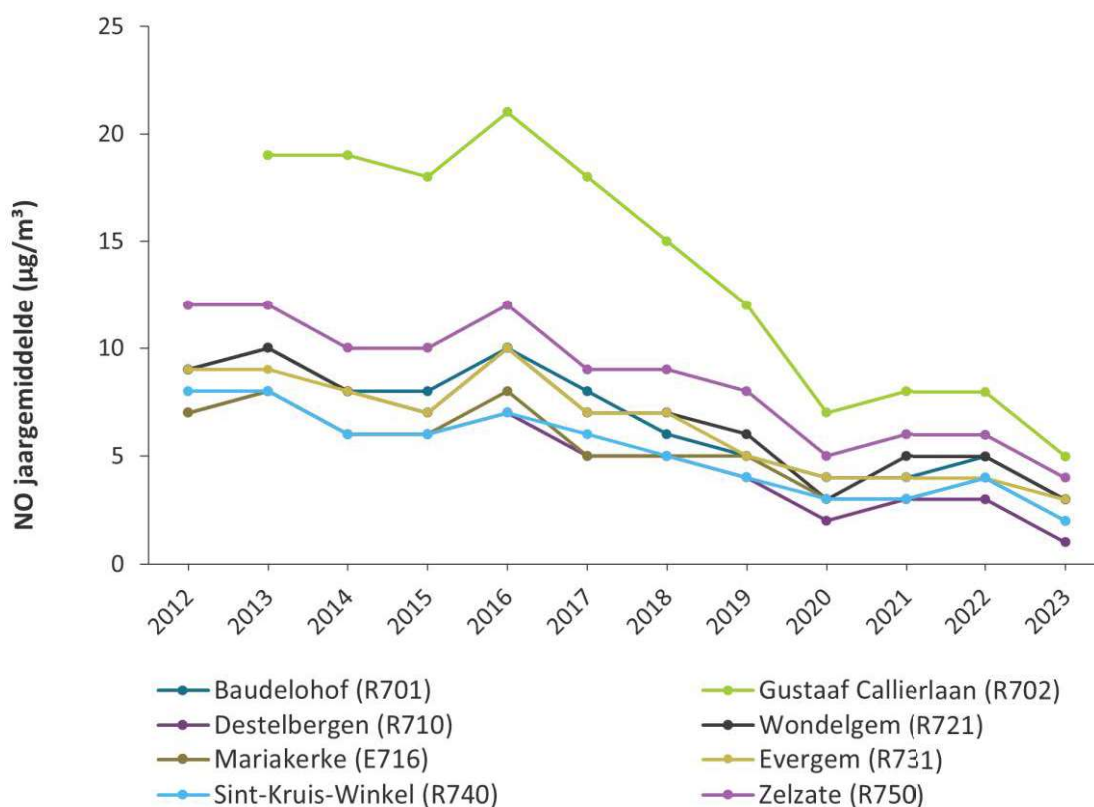
Tabel 6 en Figuur 10 tonen de NO-jaargemiddelden van alle automatische meetplaatsen in de regio Gent sinds 2013. De meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan (R702) is de meetplaats met het hoogste NO-jaargemiddelde ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). In Destelbergen ligt het jaargemiddelde het laagst ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). In de rest van Vlaanderen liggen de NO-jaargemiddelden tussen 1 en  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Net zoals bij  $\text{NO}_2$ , zijn de NO-jaargemiddelden overal gedaald ten opzicht van 2022. In vergelijking met 10 jaar geleden zijn de NO-jaargemiddelden met gemiddeld 73 % gedaald.

Tabel 6: NO-jaargemiddelden ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) op de meetplaatsen voor de periode 2013 - 2023

| Naam meetplaats     | Code | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Baudelohof          | R701 | 10   | 8    | 8    | 10   | 8    | 6    | 5    | 4    | 4    | 5    | 3    |
| Gustaaf Callierlaan | R702 | 19   | 19   | 18   | 21   | 18   | 15   | 12   | 7    | 8    | 8    | 5    |
| Destelbergen        | R710 | 8    | 6    | 6    | 7    | 5    | 5    | 4    | 2    | 3    | 3    | 1    |
| Wondelgem           | R721 | 10   | 8    | 7    | 10   | 7    | 7    | 6    | 3    | 5    | 5    | 3    |
| Mariakerke          | E716 | 8    | 6    | 6    | 8    | 5    | 5    | 5    | 3    | 3    | 4    | 2    |
| Evergem             | R731 | 9    | 8    | 7    | 10   | 7    | 7    | 5    | 4    | 4    | 4    | 3    |
| Sint-Kruis-Winkel   | R740 | 8    | 6    | 6    | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 3    | 4    | 2    |
| Zelzate             | R750 | 12   | 10   | 10   | 12   | 9    | 9    | 8    | 5    | 6    | 6    | 4    |

Figuur 10: NO-jaargemiddelden ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) van de verschillende meetplaatsen voor de periode 2013 – 2023



### 3.2.2 Pollutierozen

Figuur 11 en Figuur 12 tonen de NO-pollutierozen en zero-pollutierozen van de verschillende meetplaatsen.

Op alle meetplaatsen werden hogere concentraties gemeten bij wind vanuit zuidoostelijke richting, door hogere regionale achtergrondconcentraties bij wind uit deze richting. Op bijna alle meetplaatsen werden ook hogere NO-concentraties gemeten bij wind uit het noordoosten.

Op de meetplaats in Zelzate (**R750**) is daarnaast ook aanvoer van hogere NO-concentraties uit het zuidwesten (richting kanaalzone en ArcelorMittal).

In Evergem (**R731**) is er ook uit noordwestelijke richting lokaal veel aanvoer van NO (ArcelorMittal), maar ook uit noordwestelijke richting (R4) .

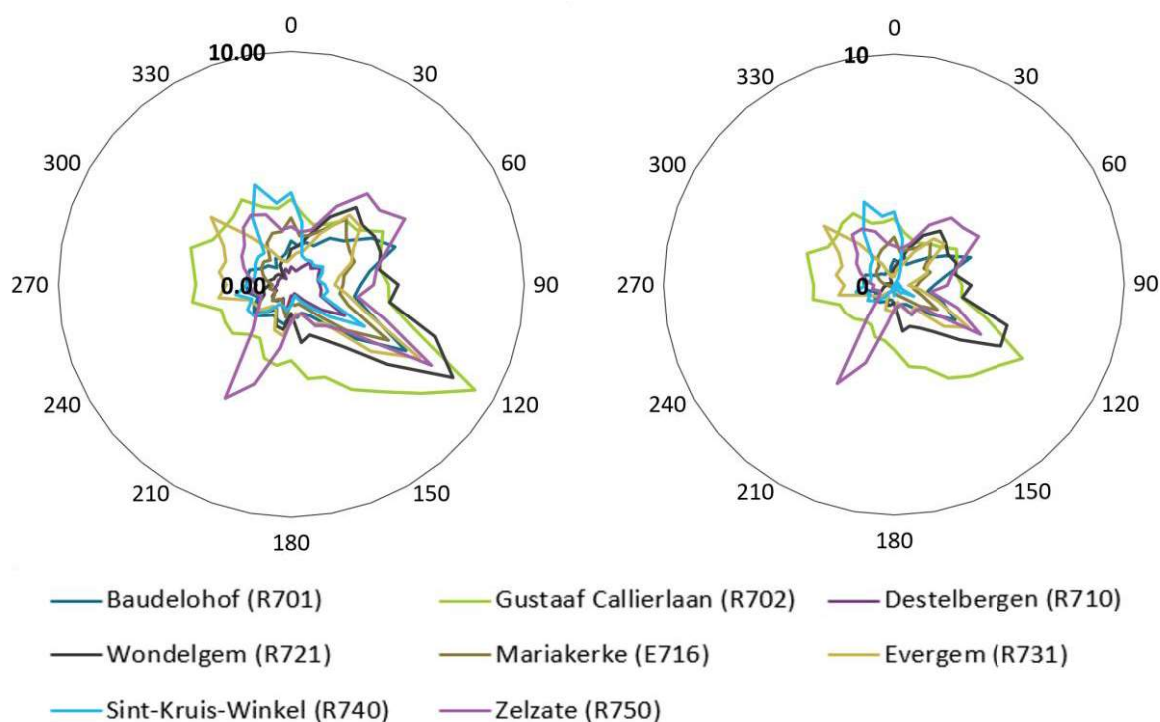
In Sint-Kruis-Winkel (**R740**) werden hogere NO-concentraties gemeten bij wind uit noordwestelijke richting (richting R4, Electrabel Centrale Knippergroen en nog verder noordwestelijk ArcelorMittal).

Op de meetplaats in het Baudelohof (**R701**) werden, naast de zuidoostelijke invloed, ook hogere concentraties gemeten bij wind uit het noordoosten (richting Luminus Ham).

De NO concentraties in Destelbergen (**R710**) waren te laag om een duidelijke invloed van een bepaalde windrichting te zien.

Op de meetplaats langs de Gustaaf Callierlaan (**R702**) was veel aanvoer van NO-vervuiling bij wind uit zuidoostelijke en noordwestelijke richting.

Figuur 11: NO-pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats, in 2023 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



Figuur 12: NO-pollutierozen op elke meetplaats in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023



Zero-pollutierozen NO op meetplaatsen Gentse agglomeratie - 2023

- |                                                                   |                                                            |                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <span style="color: #90EE90;">■</span> Mariakerke (E716)          | <span style="color: #FFD700;">■</span> Destelbergen (R710) | <span style="color: #A08080;">■</span> Sint-Kruis-Winkel (R740) |
| <span style="color: #800080;">■</span> Baudelohof (R701)          | <span style="color: #228B22;">■</span> Wondelgem (R721)    | <span style="color: #DC143C;">■</span> Zelzate (R750)           |
| <span style="color: #FF69B4;">■</span> Gustaaf Callierlaan (R702) | <span style="color: #4682B4;">■</span> Evergem (R731)      |                                                                 |

## 4 FIJN STOF

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. PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> zijn de stofdeeltjes met een diameter respectievelijk kleiner dan 10 µm en 2,5 µm.

Fijn stof in de atmosfeer bestaat enerzijds uit **primaire deeltjes** die rechtstreeks door antropogene of natuurlijke bronnen worden uitgestoten, en anderzijds uit een **secundaire deeltjes**. De secundaire fijn stofdeeltjes worden niet rechtstreeks uitgestoten. Ze ontstaan in de atmosfeer wanneer luchtverontreinigende gasen onder invloed van chemische en fysische processen met elkaar reageren en deeltjes vormen. De belangrijkste verbindingen die voorlopers zijn voor secundair fijn stof zijn ammoniak (NH<sub>3</sub>, overwegend uitgestoten door de landbouw), stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>, overwegend uitgestoten door transport), zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>, overwegend uitgestoten door de industrie) en verschillende semivluchtige organische verbindingen. De vorming van secundair fijn stof neemt enige tijd in beslag. In die tijd kan het zich gelijkmatig en over grote afstanden verspreiden.

De aanwezigheid van fijn stof in de omgevingslucht heeft een negatieve invloed op de gezondheid, zowel op korte als lange termijn. Onder andere luchtweginfecties, astma, verschillende kankers (niet alleen longkanker) en een verminderde levensverwachting worden gelinkt met fijn stof. Zelfs al voor de geboorte veroorzaakt fijn stof negatieve effecten. Niet alleen komen foetussen in aanraking met luchtvervuiling via de placenta waar roetdeeltjes (die een onderdeel zijn van fijn stof) zich opstapelen<sup>[2]</sup>, maar onderzoek<sup>[3]</sup> van onder andere de UHasselt uit 2022 toonde aan dat deze roetdeeltjes ook in de organen die zich aan het ontwikkelen zijn (longen, lever, hersenen) van de foetus zelf teruggevonden worden. Dit heeft een negatieve invloed op de ontwikkeling van de foetus. Blootstelling aan PM<sub>2,5</sub> wordt ook gelinkt met een verhoogd risico op hersenaandoeningen zoals de ziekte van Alzheimer.

Meer informatie over de gezondheidseffecten en over de oorsprong en classificatie van fijn stof vind je in bijlage 2.

### 4.1 PM<sub>10</sub>

#### 4.1.1 Emissie van PM<sub>10</sub>

De meest recent beschikbare emissiedata gaan over het jaar 2022. Meer uitleg hierover staat in bijlage 4. In dit rapport wordt voor de berekening van de verkeersemissies voor het eerst gebruik gemaakt van de data verkregen via het model Flomovia voor de jaren 2021 en 2022. Dit kan een verschil geven met eerdere rapporteringen. Meer uitleg hierover vind je in paragraaf 3.1.1 en in bijlage 4.

Onderstaande figuren geven de cijfers weer van het rechtstreeks uitgestoten **primaire PM<sub>10</sub>**. In 2022 hadden de 3 zones Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum samen een primaire PM<sub>10</sub>-uitstoot van 1.301 ton. Dat was 4 % lager dan in 2021 en maakte 7,6 % uit van de primaire PM<sub>10</sub>-uitstoot over heel Vlaanderen (17.038 ton). De PM<sub>10</sub>-emissies van de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum waren in 2021 respectievelijk 915, 341 en 45 ton.

---

<sup>[2]</sup> 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>

<sup>[3]</sup> Bongaerts E. et al. 2022. Maternal exposure to ambient black carbon particles and their presence in maternal and fetal circulation and organs: an analysis of two independent population-based observational studies. Lancet Planet Health.2022; 6: e804-e811.  
<https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S2542-5196%2822%2900200-5>

Figuur 13 toont in het linkerdeel de bijdrage van de verschillende sectoren in de emissie van primair PM<sub>10</sub> voor 2022, in het rechterdeel de trend van de uitstoot sinds 2005.

In de **Gentse kanaalzone**:

- kwam het grootste deel van de uitstoot (64 %) van de sector industrie. Dit zijn overwegend de activiteiten van ArcelorMittal.
- werd 23 % veroorzaakt door op- en overslag bedrijven.
- hadden verkeer en huishoudens een beperkte bijdrage (respectievelijk 6 % en 5 %).

In 2015 was er een stijging in de totale PM<sub>10</sub>-emissie veroorzaakt door industrie, ten opzichte van de jaren ervoor. De laatste jaren ligt de emissie van de industrie weer lager (de helft lager in vergelijking met 2005). Het schommelend verloop is een gevolg van fluctuaties in de emissie van de sector industrie (vooral ArcelorMittal).

De emissies van de sector energie zijn zeer sterk gedaald sinds 2005. De grootste emissie komt van Electrabel Centrale Rodenhuize.

Sinds 2013 wordt ook de invloed van niet-geleide stofemissies van de op- en overslagbedrijven op PM<sub>10</sub> in kaart gebracht (op deze figuur zichtbaar vanaf 2015 aangezien niet elk jaar wordt getoond). Vóór 2013 is er geen beschikbare informatie over de PM<sub>10</sub>-emissies van op- en overslag.

In de zone **Gentse agglomeratie**:

- kwam het grootste deel van de uitstoot van huishoudens (29 %) en verkeer (30 %).
- houdt de uitstoot van huishoudens vooral het verwarmen van gebouwen in. Bij gebouwenverwarming wordt de PM<sub>10</sub>-uitstoot bijna exclusief (98 %) veroorzaakt door het verwarmen met hout. Andere verwarmingstypes (aardgas, stookolie, propaan ...) dragen samen de overblijvende 2 % bij.
- bij wegverkeer worden de PM<sub>10</sub>-emissies overwegend veroorzaakt door niet-uitlaatemissies (slijtage van banden, wegdek en remmen). Maar een beperkt deel (13 %) komt van uitlaatemissies.
- ligt één op- en overslagbedrijf (Euro-Silo Sifferdok) dat 12 % van de PM<sub>10</sub>-uitstoot veroorzaakte.

In **Gent-centrum**:

- werd 36 % uitgestoten door huishoudens. Bij gebouwenverwarming komt 95 % van de uitstoot van houtverwarming.
- hadden verkeer en industriële activiteiten een gelijk aandeel (30 %). De industriële activiteiten bevatten onder andere niet-geleide emissies van bouwactiviteiten (opwaaiend stof).

Zowel in de Gentse agglomeratie als in Gent-centrum zijn de uitlaatemissies van het verkeer stelselmatig gedaald doorheen de jaren, vooral door de introductie van milieuvriendelijkere en efficiëntere voertuigen. De niet-uitlaatemissies van het verkeer veranderden niet zoveel doorheen de jaren.

De emissies door huishoudens fluctueren doorheen de jaren, afhankelijk van het verbruik van brandhout bij huishoudelijke verwarming, gekoppeld aan strenge winters. Na de stijging in 2021 (door onder andere een hoger aantal koudedagen en het teruggrijpen naar houtverwarming), lag in 2022 het aandeel van de huishoudens (gebouwenverwarming) weer lager, op hetzelfde niveau als in 2020. Hierbij dient opgemerkt te worden dat deze tendens waarschijnlijk niet correct wordt ingeschat. De emissies door houtstook zijn afhankelijk van het aantal koudedagen. In 2022 waren er minder koudedagen, waardoor de ingeschatte emissies lager waren dan in 2021. De inschatting van de emissies houdt echter geen rekening met het effect van de energiecrisis (hoge gasprijzen) waardoor er meer mensen op houtstook zijn overgeschakeld. Dit is omdat de berekening van de houtstookemissies gebaseerd is op inputdata (onder andere kachelpark) die niet jaarlijks worden

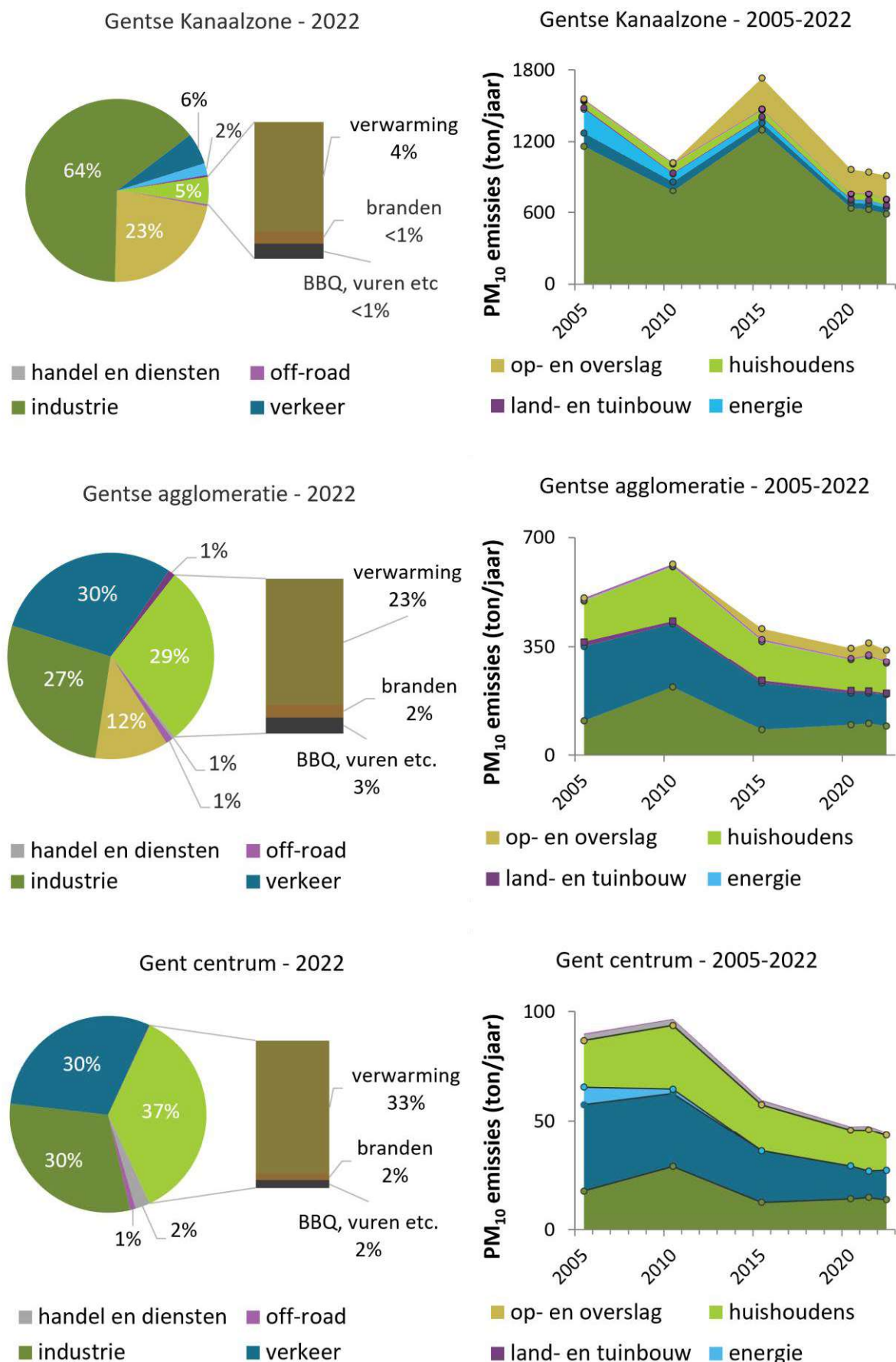
geüpdatet. Dus voor 2022 worden de houtstookemissies waarschijnlijk onderschat. Bij de gemeten concentraties zagen we in 2022 immers net een stijging in pollutanten die gerelateerd zijn aan houtstook (bijvoorbeeld PAK's en PM).

Ook emissies van buiten de agglomeratie (Vlaanderen, de andere gewesten, buitenland), de aard van de emissies (zoals de hoogte), de meteorologische omstandigheden en de topografie bepalen mee de gemeten concentraties. In Vlaanderen komt gemiddeld 63 % van PM<sub>10</sub> uit het buitenland en de andere gewesten<sup>5</sup>. Vlaanderen exporteert wel 1,7 keer meer stof dan dat het fijn stof van buiten Vlaanderen importeert. Vlaanderen is een regio met een zeer hoge emissie-dichtheid, zowel voor primair fijn stof als voor de voorloperverbindingen van secundair fijn stof (NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>).

---

<sup>5</sup> Felix Deutsch en Wouter Lefebvre (VITO), 2019, Referentietraak Lokaal Leefmilieu, Deeltaak Import/export balans

Figuur 13: Bijdrage van de verschillende sectoren in de PM<sub>10</sub>-emissies in 2022 (links) en de trend van de PM<sub>10</sub>-emissies voor de periode 2005 - 2022 (rechts), weergegeven per zone



#### 4.1.2 Gemeten concentraties

Tabel 7 en Figuur 14 tonen per meetplaats de PM<sub>10</sub>-jaargemiddelden gemeten van 2013 tot 2023. De jaargemiddelden liggen tussen 18 en 23 µg/m<sup>3</sup> waarbij Rieme (EG05) de meetplaats was met het hoogste PM<sub>10</sub>-jaargemiddelde. De meetplaats ligt in een woonzone dicht bij een industriële omgeving met verschillende bedrijven die stof vrijgeven. Destelbergen (R710) had het laagste jaargemiddelde. Over heel Vlaanderen lag het jaargemiddelde tussen 17 en 25 µg/m<sup>3</sup>. Dit hoogste Vlaamse jaargemiddelde werd gemeten op een meetplaats in industriegebied in de Antwerpse haven, ver van een woonzone.

Doorheen de jaren vertonen de PM<sub>10</sub>-jaargemiddelden een schommelend dalend verloop. Dit hangt onder andere samen met het weer. In vergelijking met vorig jaar zijn PM<sub>10</sub>-jaargemiddelden op alle meetplaatsen gedaald, ook in de rest van Vlaanderen. De jaargemiddelden liggen in 2023 lager dan in al de voorgaande jaren. Op de meetstations met een lange tijdreeks is er sinds 2013 gemiddeld een daling in de PM<sub>10</sub>-concentraties van 30 %.

## Smogepisodes

- In 2023 werd er op 2 momenten een informatiebericht voor PM-smog rondgestuurd: van 10 tot 11 februari en van 15 tot 17 februari.
- Bij de eerste periode ging dit gepaard met een stookadvies van de VMM, waarin werd afgeraden om op dagen waarop de lucht al sterk verontreinigd was deze nog extra te belasten met houtstook als bijverwarming of voor de sfeer.
- Er werd in 2023 geen smogalarm afgekondigd die gepaard gaat met een snelheidsbeperking op ringwegen en bepaalde snelwegen.

Tabel 7: PM<sub>10</sub>-jaargemiddelden (µg/m<sup>3</sup>) op de meetplaatsen voor de periode 2013 - 2023

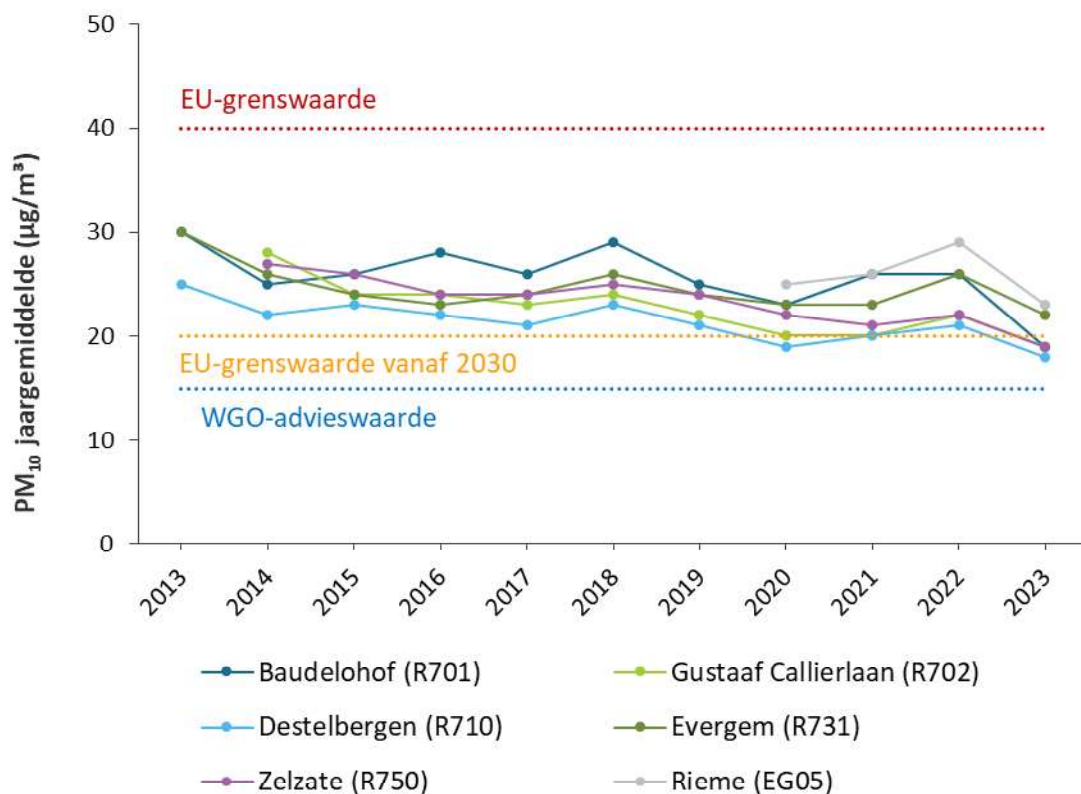
| Naam meetplaats     | Code | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Baudelohof          | R701 | 30   | 25   | 26   | 28   | 26   | 29   | 25   | 23   | 26   | 26   | 19   |
| Gustaaf Callierlaan | R702 | -    | 28   | 24   | 24   | 23   | 24   | 22   | 20   | 20   | 22   | 19   |
| Destelbergen        | R710 | 25   | 22   | 23   | 22   | 21   | 23   | 21   | 19   | 20   | 21   | 18   |
| Evergem             | R731 | 30   | 26   | 24   | 23   | 24   | 26   | 24   | 23   | 23   | 26   | 22   |
| Zelzate             | R750 | -    | 27   | 26   | 24   | 24   | 25   | 24   | 22   | 21   | 22   | 19   |
| Rieme               | EG05 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 25   | 26   | 29   | 23   |

**Rood:** overschrijdingen van de EU-grenswaarde (40 µg/m<sup>3</sup>)

**Oranje:** overschrijding van de toekomstige EU-grenswaarde, geldig vanaf 2030 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Blauw:** overschrijdingen van de WGO-advieswaarde ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Figuur 14: Trend van de PM<sub>10</sub>-jaargemiddelden op de meetplaatsen voor de periode 2013 – 2023. De rode lijn geeft de huidige Europese grenswaarde weer en de oranje lijn de toekomstige Europese grenswaarde die vanaf 2030 geldt. De blauwe lijn is de advieswaarde van de WGO (Wereldgezondheidsorganisatie).

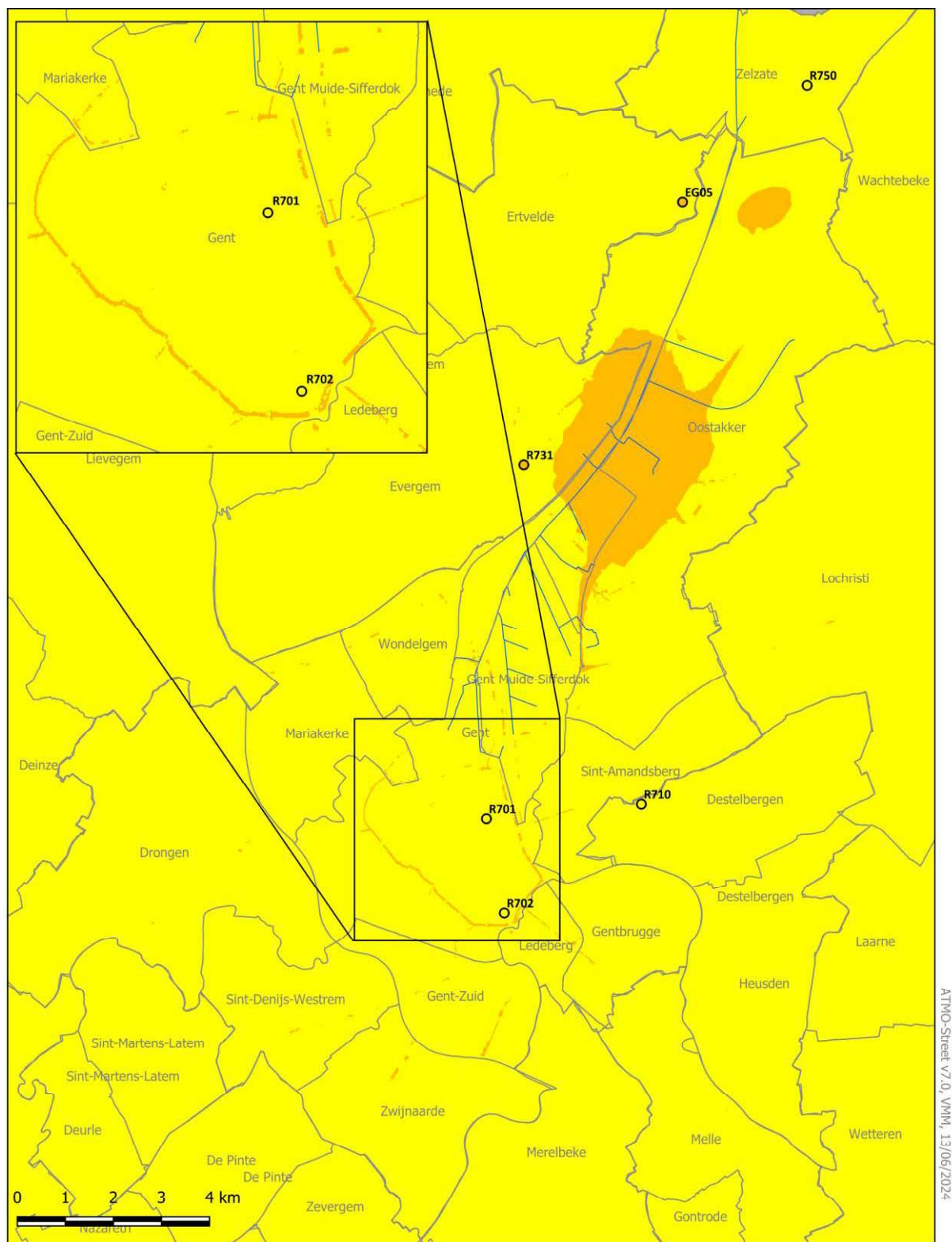


#### 4.1.3 Gemodelleerde concentraties

Figuur 15 toont de lokale gemodelleerde PM<sub>10</sub>-jaargemiddelden in 2023. Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt. Meer uitleg en de beperkingen van dit model vind je in bijlage 4.

Over heel de Gentse agglomeratie en in Gent-centrum is de gemodelleerde PM<sub>10</sub>-concentratie gelijkaardig, tussen 16 en 20 µg/m<sup>3</sup>. Op een aantal plaatsen in de kanaalzone en langs de stadsring worden er hogere concentraties gemodelleerd (21 - 25 µg/m<sup>3</sup>). Deze gebieden (in oranje op de modelkaart) overschrijden momenteel de toekomstige Europese jaargrenswaarde van 20 µg/m<sup>3</sup> die vanaf 2030 behaald moet worden.

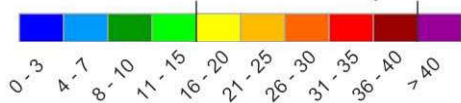
Figuur 15: Gemodelleerd PM<sub>10</sub>-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023



ATMO-Street v7.0, VM1, 13/06/2024

PM<sub>10</sub>-jaargemiddelde 2023 berekend met ATMO-Street (µg/m<sup>3</sup>)

WGO-advieswaarde EU-grenswaarde



○ meetplaats (kleur = gemeten waarde)

■ meetplaats met onvoldoende data (< 90% meetgegevens; kleur = indicatieve waarde)

— Gentse Haven

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

#### 4.1.1 Toetsing aan de grens- en advieswaarden

Een overzicht van de regelgeving van PM<sub>10</sub> vind je in bijlage 3.

#### 4.1.1.1 Europese grenswaarden

- Jaargemiddelde:

De huidige Europese grenswaarde voor jaargemiddelden ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) werd op alle meetplaatsen gehaald (zie Figuur 14). Dit geldt voor de meetplaatsen in dit rapport al sinds 2004. Ook in de rest van Vlaanderen werd de jaargrenswaarde niet overschreden.

In de nieuwe Europese richtlijn die vanaf 2030 geldt, wordt de grenswaarde voor PM<sub>10</sub>-jaargemiddelden verstrengd naar 20 µg/m<sup>3</sup>. Twee van de 6 meetlocaties (Evergem en Rieme) lagen in 2023 boven dit jaargemiddelde. De stadsring en delen in de kanaalzone lagen in 2023 ook boven deze toekomstige grenswaarde.

- Daggemiddelde:

Naast een grenswaarde voor het jaargemiddelde stelt de Europese richtlijn ook een grenswaarde voor het daggemiddelde op van  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , die per jaar maximaal 35 keer mag overschreden worden. Tabel 8 geeft per meetplaats het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , in de periode 2013 - 2023.

Rieme (EG05) was in 2022 de enige locatie die de grenswaarde overschreed, als gevolg van extra stofhinder van wegenwerken, bovenop de al aanwezige hoge achtergrondconcentratie aan fijn stof. In 2023 werd in Rieme de grenswaarde wel gerespecteerd. Op de andere meetplaatsen is er sinds 2014 geen overschrijding meer gemeten van de EU-daggrenswaarde in de Gentse agglomeratie. Ook in de rest van Vlaanderen werden in 2023 de EU-grenswaarde voor daggemiddelden niet overschreden.

Tabel 8: Aantal dagen met een PM<sub>10</sub>-concentratie > 50 µg/m<sup>3</sup>, in de periode 2013 - 2023

| Naam meetplaats     | Code | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Baudelohof          | R701 | 34   | 22   | 23   | 27   | 24   | 31   | 18   | 12   | 30   | 17   | 3    |
| Gustaaf Callierlaan | R702 | -    | 23   | 15   | 15   | 14   | 9    | 8    | 2    | 7    | 10   | 5    |
| Destelbergen        | R710 | 24   | 12   | 11   | 10   | 8    | 8    | 7    | 3    | 3    | 10   | 3    |
| Evergem             | R731 | 37   | 22   | 11   | 14   | 14   | 15   | 21   | 18   | 11   | 17   | 5    |
| Zelzate             | R750 | -    | 20   | 20   | 13   | 15   | 11   | 13   | 6    | 10   | 9    | 3    |
| Rieme               | EG05 |      |      |      |      |      |      |      | 25   | 20   | 40   | 12   |

**Rood:** overschrijdingen van de EU-grenswaarde (35 dagen met een PM<sub>10</sub>-daggemiddelde > 50 µg/m<sup>3</sup> per jaar)

Figuur 16 toont het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  over de laatste 10 jaar (2013 – 2023). Tussen individuele jaren schommelt het verloop soms, onder andere door de invloed van weersomstandigheden en lokale invloeden die extra stof veroorzaken (zoals de wegenwerken in Rieme in 2022, de werken in het Baudelohof in 2021, en jaarlijkse activiteiten tijdens de Gentse feesten in het Baudelohof). In 2023 telde de meetplaats in Rieme 12 dagen met een concentratie hoger dan  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Binnen het Vlaamse meetnet was er één meetplaats met een hoger aantal dagen (13 dagen). Die meetplaats ligt echter in de Antwerpse haven, in industriegebied, en dus niet in een woonzone (wat bij Rieme wel het geval is).

De voorbije 10 jaar zijn het aantal dagen met een gemiddelde concentratie  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  op alle meetplaatsen gedaald.

De WGO-advieswaarde voor het PM<sub>10</sub>-jaargemiddelde bedraagt 15 µg/m<sup>3</sup>. Geen enkele meetplaats in

De WGO heeft ook de advieswaarde voor daggemiddelden verstrengd, deze laat maximaal 3 dagen

Tabel 9 toont per meetplaats het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor de

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

Tegenover 10 jaar geleden is het aantal dagen met een concentratie boven 45 µg/m<sup>3</sup> op alle meetplaatsen gedaald (zie Figuur 17).

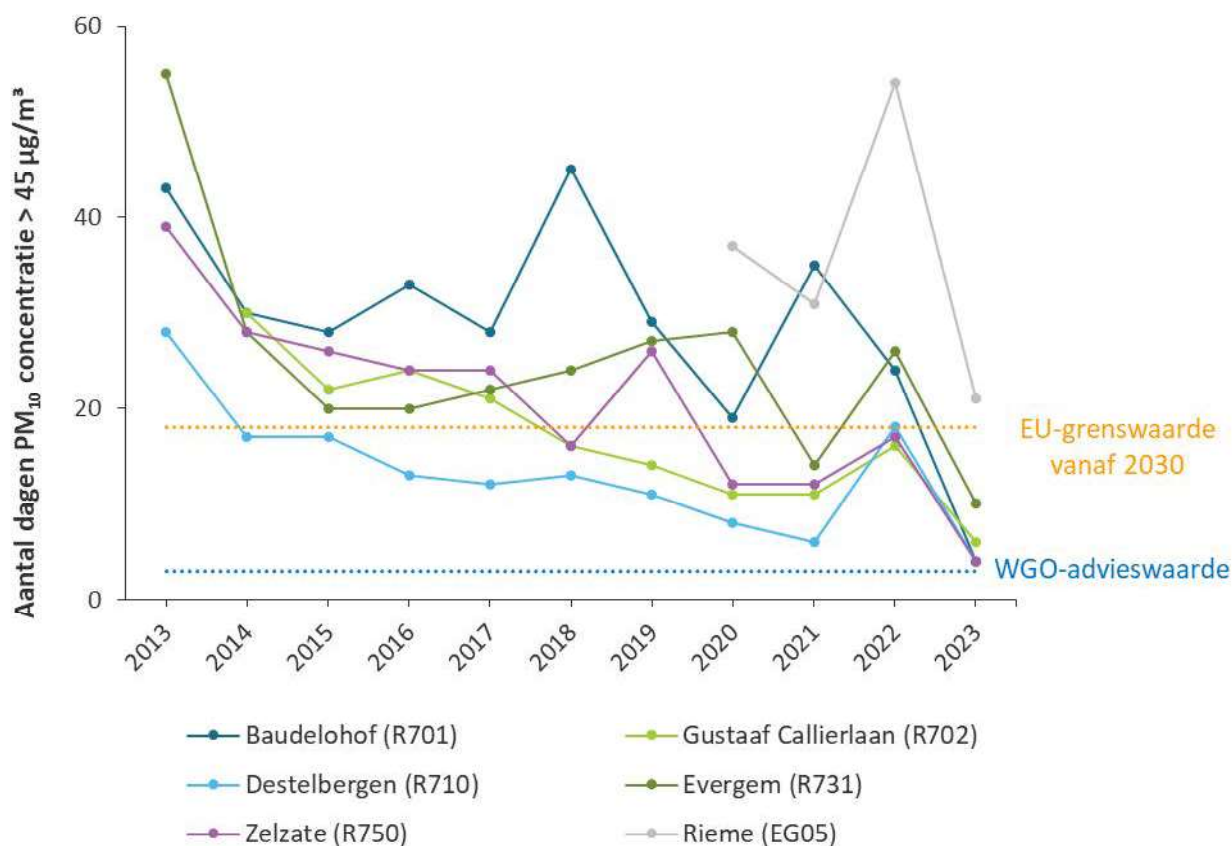
Tabel 9: Aantal dagen met een PM<sub>10</sub>-daggemiddelde > 45 µg/m<sup>3</sup>, voor de periode 2013-2023

| Naam meetplaats     | Code | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Baudelohof          | R701 | 43   | 30   | 28   | 33   | 28   | 45   | 29   | 19   | 35   | 24   | 4    |
| Gustaaf Callierlaan | R702 | -    | 30   | 22   | 24   | 21   | 16   | 14   | 11   | 11   | 16   | 6    |
| Destelbergen        | R710 | 28   | 17   | 17   | 13   | 12   | 13   | 11   | 8    | 6    | 18   | 4    |
| Evergem             | R731 | 55   | 28   | 20   | 20   | 22   | 24   | 27   | 28   | 14   | 26   | 10   |
| Zelzate             | R750 | 39   | 28   | 26   | 24   | 24   | 16   | 26   | 12   | 12   | 17   | 4    |
| Rieme               | EG05 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 37   | 31   | 54   | 21   |

Oranje: overschrijding van de toekomstige EU-grenswaarde, geldig vanaf 2030 (maximum 18 dagen µg/m<sup>3</sup> dagen met een PM<sub>10</sub>-daggemiddelde boven 45 µg/m<sup>3</sup>)

Blauw: overschrijding van de WGO-advieswaarde (maximum 3 dagen met een PM<sub>10</sub>-daggemiddelde boven 45 µg/m<sup>3</sup>)

Figuur 17: Aantal dagen met een PM<sub>10</sub>-concentratie > 45 µg/m<sup>3</sup> in de periode 2013 – 2023



#### 4.1.2 Pollutierozen

Figuur 18 en Figuur 19 tonen de pollutierozen en zero-pollutierozen voor  $PM_{10}$  van de verschillende meetplaatsen. Typisch hebben de pollutierozen van  $PM_{10}$  voor alle meetplaatsen een erg gelijkaardige, vrij cirkelvormige vorm. Dit wijst erop dat de concentraties voor een zeer groot deel bepaald worden door regionale factoren: invoer van buiten Vlaanderen en vorming in de atmosfeer door chemische of fysische processen (secundair fijn stof).

Van noord- tot zuidoostelijke richting werden gemiddeld hogere concentraties gemeten op alle meetplaatsen. Uit oostelijke richting is er aanvoer van continentale, meer vervuilde lucht. Wanneer de wind uit het zuidwesten – tot noordwestelijke richting kwam, waren de PM<sub>10</sub> concentraties op (bijna) alle meetplaatsen lager.

Er is een groot verschil in concentraties tussen de meetplaatsen. De pollutieroos van Rieme (**EG05**) vertoont duidelijk de hoogste PM<sub>10</sub>-concentraties. Hier was een grote lokale bijdrage vanuit het zuidoosten. In deze sector ligt ArcelorMittal. De roos duidt ook de zuidelijke sector aan met stofproducerende bedrijven die onder andere in het Kluizendok gevestigd zijn.

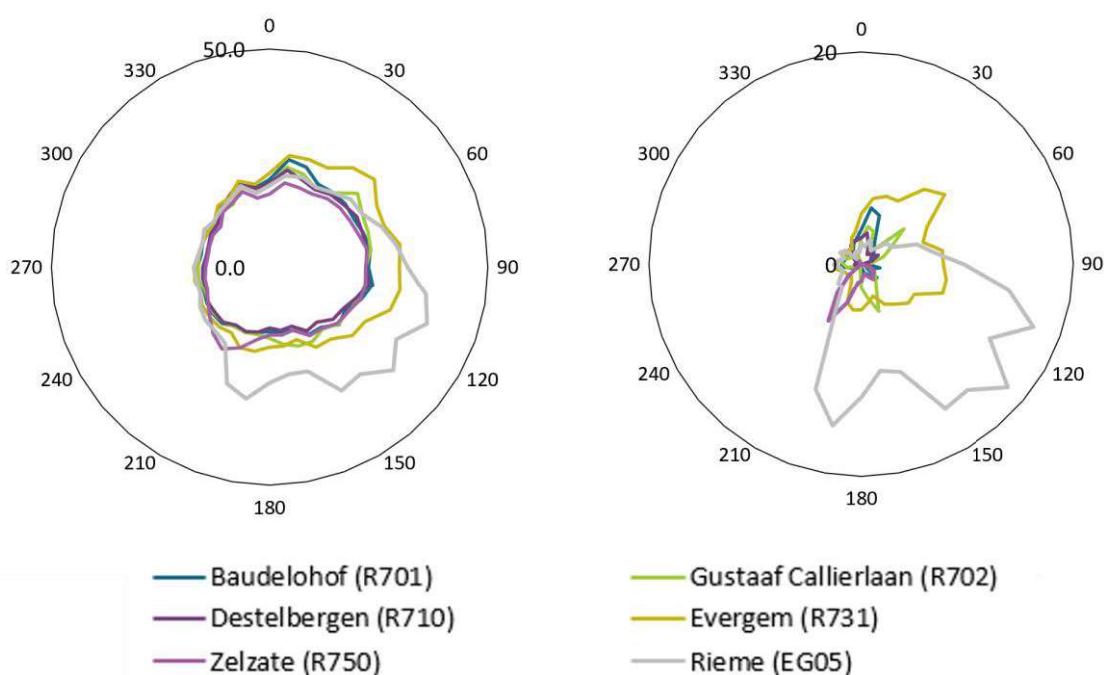
Zelzate (**R750**) was de enige meetplaats waar bij zuidwestenwind hogere concentraties worden gemeten. In deze richting bevindt zich de kanaalzone met ArcelorMittal als het dichtstbij gelegen bedrijf.

In Evergem (**R731**) werden hogere PM<sub>10</sub>-concentraties gemeten bij noordoostelijke tot zuidoostelijke wind. Dat komt waarschijnlijk door verschillende activiteiten in de kanaalzone.

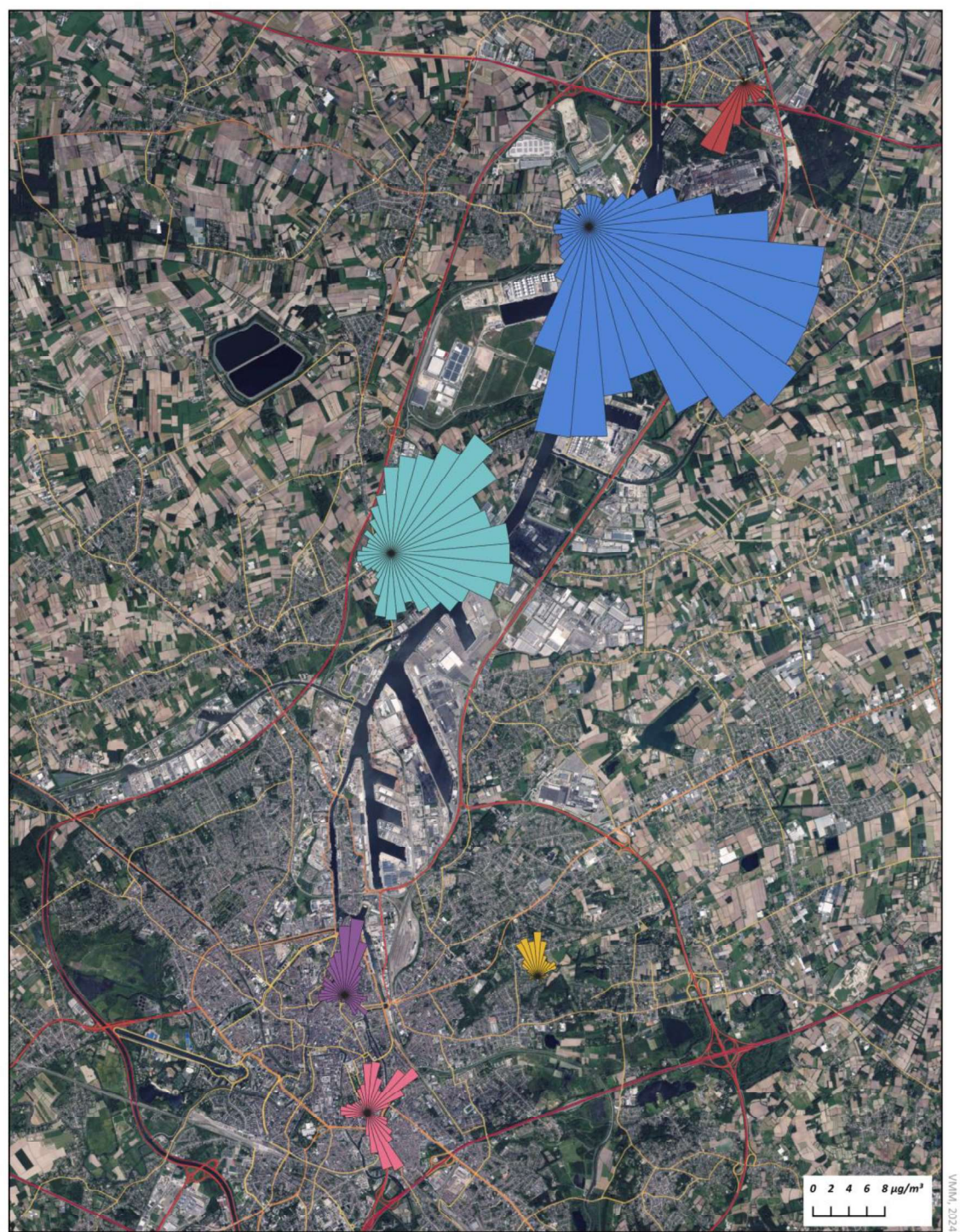
Op de meetplaats in het Baudelohof (**R701**) en Destelbergen (**R710**) was er aanvoer vanuit het noorden of noordwestelijke richting (richting kanaalzone)

Op de meetplaats in de Gustaaf Callierlaan (**R702**) werden hogere PM<sub>10</sub> concentraties aangevoerd uit noordelijke en noordoostelijke richting (richting de verkeerslanen rond het Koning Albertpark) en het zuidwesten (richting de fly-over).

Figuur 18: PM<sub>10</sub>-pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats, in 2023 (µg/m³)



Figuur 19: PM<sub>10</sub>-zeropollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023



Zero-pollutierozen PM<sub>10</sub> op meetplaatsen Gentse agglomeratie - 2023

- |                                                                                                                |                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Rieme (EG05)               |  Destelbergen (R710) |
|  Baudelohof (R701)          |  Evergem (R731)      |
|  Gustaaf Callierlaan (R702) |  Zelzate (R750)      |

0 1.000 2.000 m



## 4.2 PM<sub>2,5</sub>

#### 4.2.1 Emissie van PM<sub>2,5</sub>

De meest recent beschikbare emissiedata gaan over het jaar 2022. Meer uitleg hierover staat in bijlage 4. In dit rapport wordt voor de berekening van de verkeersemisssies voor het eerst de data verkregen via het model Flomovia voor de jaren 2021 en 2022. Dit kan een verschil geven met eerdere rapporteringen. Meer uitleg hierover vind je in paragraaf 3.1.1 en in bijlage 4.

In 2022 had het hele Gentse gebied een **primaire** PM<sub>2,5</sub>-uitstoot van 756 ton. Dat was 7 % van de primaire PM<sub>2,5</sub>-uitstoot van heel Vlaanderen dat jaar. De emissies van de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum waren in 2021 respectievelijk 521, 203 en 32 ton.

Figuur 20 toont in het linkerdeel de bijdrage van de verschillende sectoren in de emissie van primair PM<sub>2.5</sub> voor het jaar 2022 en in het rechterdeel de trend van de uitstoot sinds 2005.

In de **Gentse kanaalzone:**

- werd het overgrote deel van de emissie van primair PM<sub>2,5</sub> (77 %) veroorzaakt door de sector industrie (geleide emissies).
- hadden de huishoudens (verwarming) de tweede grootste maar veel kleinere bijdrage (8 %).
- droeg verkeer 7 % bij.

In tegenstelling tot hun bijdrage aan  $PM_{10}$ , is de bijdrage van de op- en overslagbedrijven aan de uitstoot van  $PM_{2,5}$  beperkt (4 %), aangezien deze deeltjes vaak een diameter groter dan 2,5  $\mu m$  hebben.

In 2022 ligt de uitstoot van de industrie 15 % lager dan in 2021. Fluctuaties in het verleden worden overwegend veroorzaakt door de fluctuaties in de activiteiten van ArcelorMittal.

De uitstoot van de sector energie daalde sinds 2005 met 84 %.

In de zone **Gentse agglomeratie** kwam:

- bijna de helft van de PM<sub>2,5</sub>-uitstoot van de huishoudens, en dan vooral van gebouwenverwarming. Hiervan werd 98 % veroorzaakt door houtverbranding.
- 31 % van de PM<sub>2,5</sub>-emissie van verkeer

De emissie van de huishoudens liggen 25 % lager dan in 2005 maar variëren tussen individuele jaren, afhankelijk van warme of sterke winters.

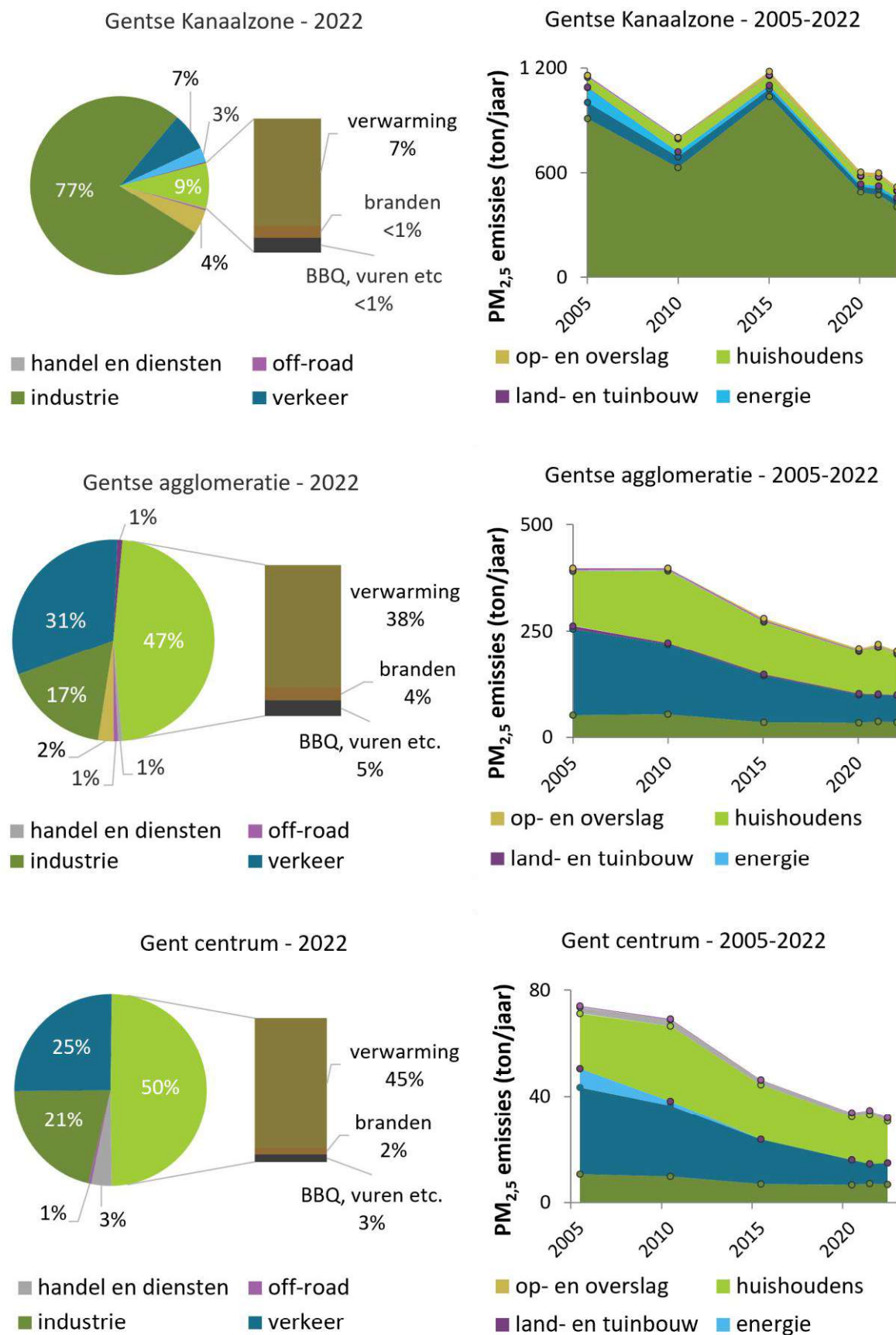
**In Gent-centrum:**

- waren de huishoudens (meer specifiek houtverbranding) de dominante PM<sub>2,5</sub>-emittor (50 %).
- had verkeer een bijdrage van 25 %
- droeg industrie 21 % bij. Dit zijn overwegend geleide emissies.

De sector energie leverde in Gent-centrum geen bijdrage meer aan de PM<sub>2,5</sub> uitstoot (in 2005 was dit nog een bijdrage van 7 %).

Samengevat was de grootste bron van PM<sub>2,5</sub>-emissies in het hele gebied de industrie, gevolgd door de huishoudens en het verkeer. De uitstoot van de huishoudens wordt voor het grootste deel veroorzaakt door houtverbranding.

Figuur 20: Bijdrage van de sectoren in de PM<sub>2,5</sub>-emissies in 2022 (links) en de trend van de PM<sub>2,5</sub>-emissies voor de periode 2005 - 2022 (rechts), weergegeven per zone



#### 4.2.2 Gemeten concentraties

Tabel 10 en Figuur 21 geven de gemeten PM<sub>2,5</sub>-jaargemiddelden per meetplaats weer van 2013 tot 2023.

In 2023 werd het hoogste jaargemiddelde gemeten in Evergem (R731, 12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Het concentratieverschil tussen de meetplaatsen is beperkt, wat aantoont dat de algemene achtergrondconcentratie een belangrijke rol speelt, en eventuele lokale invloeden beperkter zijn. Over heel Vlaanderen lagen in 2023 de  $\text{PM}_{2,5}$ -jaargemiddelden tussen 7 en 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Op alle plaatsen daalde het PM<sub>2,5</sub>-jaargemiddelde in vergelijking met 2022. Net als bij PM<sub>10</sub> zijn ook de PM<sub>2,5</sub>-jaargemiddelden in 2023 lager dan alle voorgaande jaren, op alle meetplaatsen. Op de twee meetstations met een volledige tijdreeks over de voorbije 10 jaar, is er een gemiddelde daling van 42 %.

Tabel 10: PM<sub>2.5</sub>-jaargemiddelden (µg/m<sup>3</sup>) op de meetplaatsen voor de periode 2013 – 2023

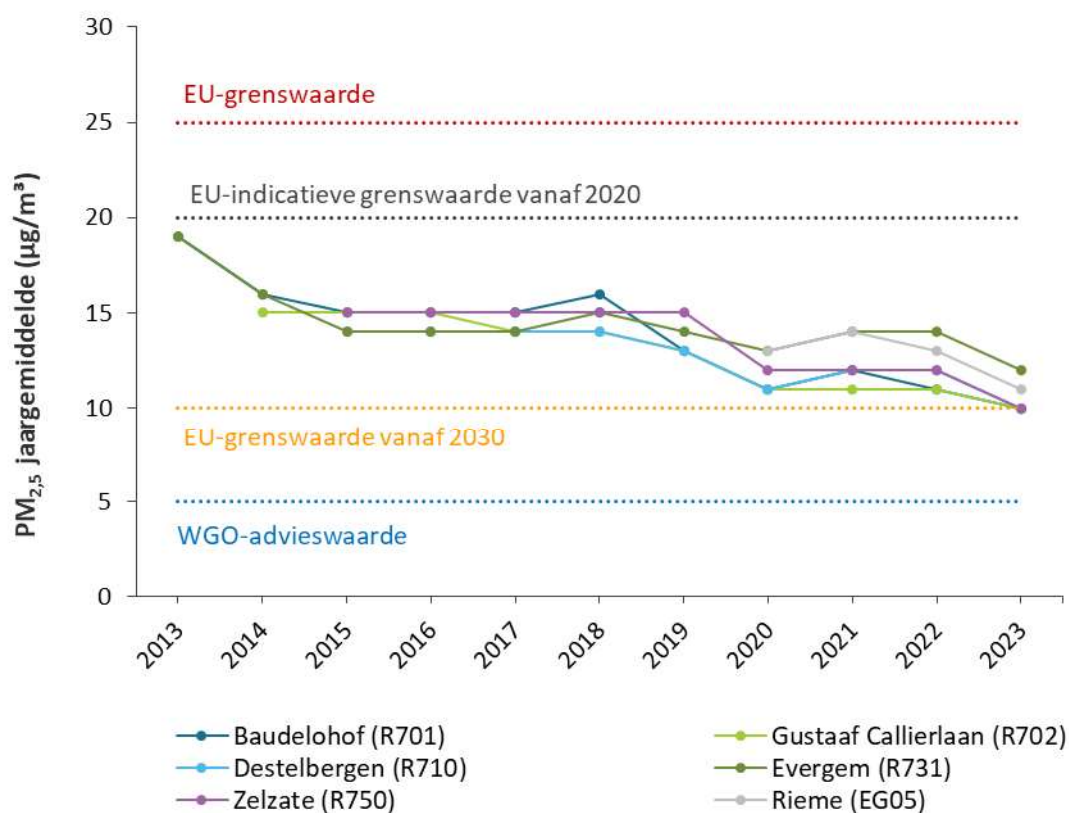
| Naam meetplaats     | Code | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Baudelohof          | R701 | 19   | 16   | 15   | 15   | 15   | 16   | 13   | 11   | 12   | 11   | 10   |
| Gustaaf Callierlaan | R702 | -    | 15   | 15   | 15   | 14   | 14   | 13   | 11   | 11   | 11   | 10   |
| Destelbergen        | R710 | -    | -    | 14   | 14   | 14   | 14   | 13   | 11   | 12   | 12   | 10   |
| Evergem             | R731 | 19   | 16   | 14   | 14   | 14   | 15   | 14   | 13   | 14   | 14   | 12   |
| Zelzate             | R750 | -    | -    | 15   | 15   | 15   | 15   | 15   | 12   | 12   | 12   | 10   |
| Rieme               | EG05 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 13   | 14   | 13   | 11   |

**Rood:** overschrijdingen van de EU-grenswaarde (25 µg/m<sup>3</sup>)

Oranje: overschrijding van de toekomstige EU-grenswaarde, geldig vanaf 2030 ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Blauw:** overschrijdingen van de WGO-advieswaarde ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Figuur 21: PM<sub>2,5</sub>-jaargemiddelden op de meetplaatsen voor de periode 2013 – 2023. De rode lijn geeft de huidige Europese grenswaarde weer, de oranje lijn de toekomstige Europese grenswaarde die vanaf 2030 geldt. De blauwe lijn is de advieswaarde van de WGO (Wereldgezondheidsorganisatie).

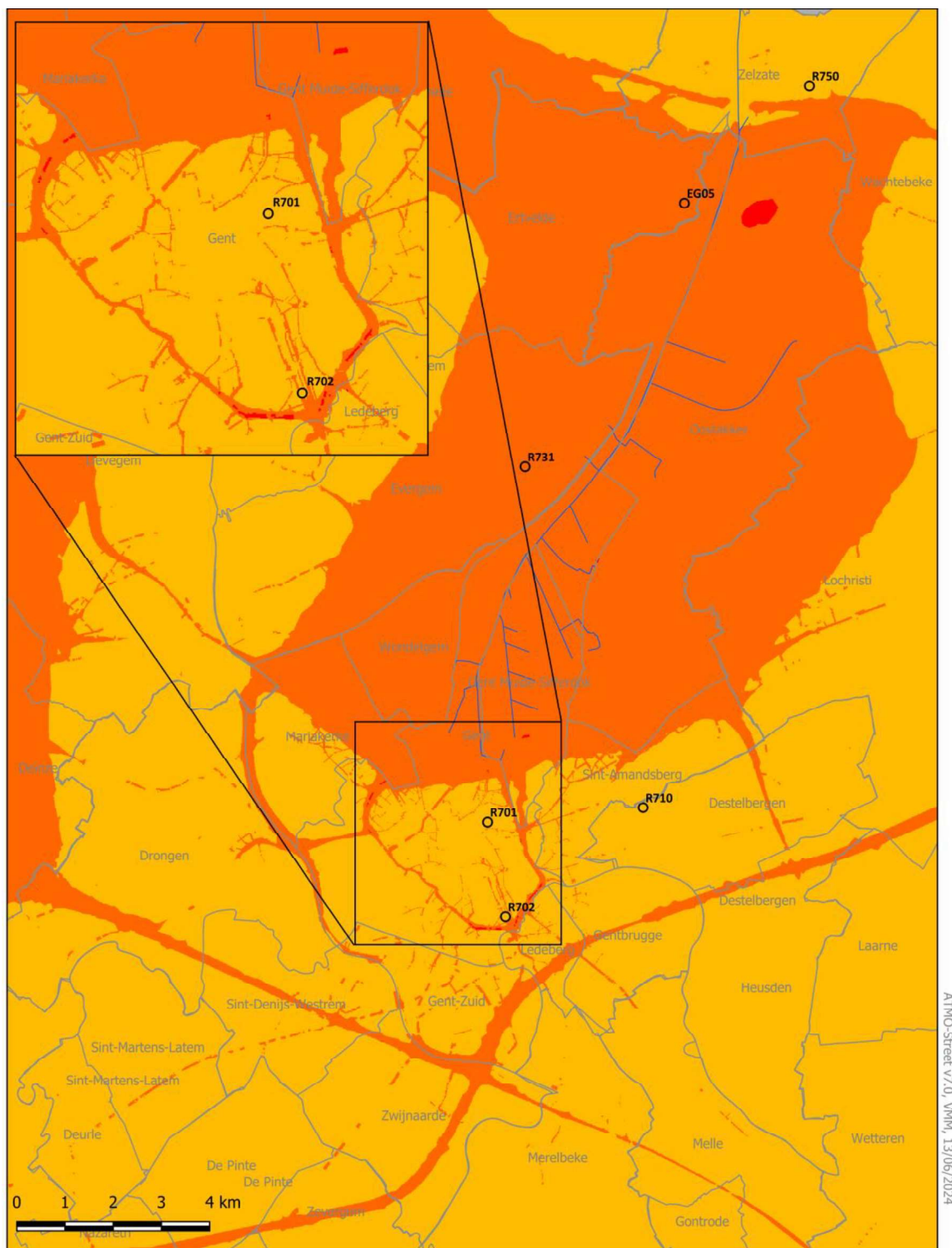


#### 4.2.3 Gemodelleerde concentraties

Figuur 22 toont de gemodelleerde jaargemiddelde PM<sub>2,5</sub>-concentratie in en rond Gent. Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt. Meer uitleg en de beperkingen van dit model vind je in bijlage 4.

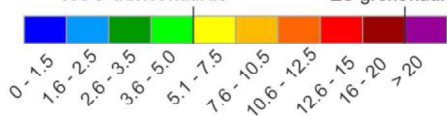
Gent-centrum en de Gentse agglomeratie en errond hadden een gemiddelde gemodelleerde concentratie tussen de 7,6 en 10,5 µg/m<sup>3</sup>. In de kanaalzone ligt de algemene PM<sub>2,5</sub>-concentratie hoger, tussen 10,6 en 12,5 µg/m<sup>3</sup>. Ook de autostrades, de stadsring en enkele andere drukke wegen hebben een concentratie tussen 10,6 en 12,5 µg/m<sup>3</sup>. Deze donkeroranje gekleurde delen overschreden in 2023 de toekomstige Europese grenswaarde die vanaf 2030 behaald moet worden.

Figuur 22: Gemodelleerd PM<sub>2,5</sub>-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023



PM<sub>2,5</sub>-jaargemiddelde 2023 berekend met ATMO-Street (µg/m<sup>3</sup>)

WGO-advieswaarde EU-grenswaarde



○ meetplaats (kleur = gemeten waarde)

□ meetplaats met onvoldoende data (< 90% meetgegevens; kleur = indicatieve waarde)

— Gentse Haven

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

#### 4.2.1 Toetsing aan de grens- en advieswaarden

De regelgeving voor PM<sub>2,5</sub> is opgenomen in bijlage 3.

#### 4.2.1.1 Europese grenswaarden

- Jaargemiddelde:

De Europese grenswaarde van  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  voor het  $\text{PM}_{2,5}$ -jaargemiddelde wordt op alle automatische meetplaatsen in de Gentse agglomeratie sinds 2007 gerespecteerd. De indicatieve grenswaarde van  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  die geldt sinds 2020, wordt ook al meerdere jaren (sinds 2012) gehaald (zie Figuur 21).

In de toekomstige Europese richtlijn die vanaf 2030 geldt, wordt de grenswaarde voor PM<sub>2.5</sub>-jaargemiddelden verlaagd naar 10 µg/m<sup>3</sup>. Twee van de 6 meetlocaties lagen in 2023 boven dit jaargemiddelde (Evergem en Rieme). De modelkaart toont verschillende gebieden, vooral de ruime omgeving rond de kanaalzone, en rond drukke wegen die momenteel boven deze toekomstige grenswaarde liggen.

- Daggemiddelde:

Voor  $\text{PM}_{2,5}$ -daggemiddelden definieerde Europa op dit moment nog geen grenswaarde, maar in de toekomstige richtlijn wel: vanaf 2030 mogen er op een jaar maximaal 18 dagen voorkomen met een gemiddelde dagconcentratie hoger dan  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tabel 11 toont het aantal dagen in 2023 die een dagconcentratie hoger dan  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  hadden. De meetplaatsen in Evergem en Rieme overschreden in 2023 deze waarde.

Tabel 11: Aantal dagen met PM<sub>2,5</sub>-concentratie > 25 µg/m<sup>3</sup> op de meetplaatsen in Gent centrum, agglomeratie en kanaalzone in 2023

| Naam meetplaats     | Code | 2023 |
|---------------------|------|------|
| Baudelohof          | R701 | 4    |
| Gustaaf Callierlaan | R702 | 14   |
| Destelbergen        | R710 | 16   |
| Evergem             | R731 | 27   |
| Zelzate             | R750 | 11   |
| Rieme               | EG05 | 19   |

**Oranje:** overschrijdingen van de toekomstige EU-grenswaarde, geldig vanaf 2030 (maximaal 18 dagen met een concentratie hoger dan 25 µg/m³)

#### 4.2.1.2 WGO-advieswaarden

- Jaargemiddelde:

De WGO haar advieswaarde voor het jaargemiddelde ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wordt op geen enkele meetplaats in de Gentse agglomeratie bereikt (zie Tabel 10 en Figuur 21). Ook in de rest van Vlaanderen wordt deze advieswaarde overschreden.

- Daggemiddelde:

De WGO advieswaarde voor daggemiddelden houdt in dat er op een jaar maximaal 3 dagen mogen voorkomen met een gemiddelde dagconcentratie hoger dan  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tabel 12 en Figuur 23 geven het aantal dagen weer dat de gemiddelde PM<sub>2,5</sub>-dagconcentratie hoger was dan 15 µg/m<sup>3</sup>. Het aantal dagen met een verhoogde concentratie ligt een stuk lager dan in 2022 en alle voorgaande jaren. Maar er is geen enkele meetplaats die in de buurt komt van de 3 dagen, de advieswaarde wordt overal ruimschoots overschreden. Ook in de rest van Vlaanderen ligt deze advieswaarde ver buiten bereik.

| Naam meetplaats     | Code | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Baudelohof          | R701 | 166  | 135  | 104  | 121  | 113  | 131  | 110  | 72   | 106  | 92   | 40   |
| Gustaaf Callierlaan | R702 |      | 133  | 109  | 121  | 97   | 109  | 96   | 73   | 71   | 76   | 51   |
| Destelbergen        | R710 |      |      | 105  | 113  | 90   | 98   | 99   | 75   | 79   | 81   | 58   |
| Evergem             | R731 | 164  | 127  | 110  | 111  | 104  | 127  | 118  | 96   | 111  | 105  | 87   |
| Zelzate             | R750 |      |      | 124  | 125  | 111  | 123  | 111  | 82   | 85   | 85   | 53   |
| Rieme               | EG05 |      |      |      |      |      |      |      | 98   | 109  | 106  | 70   |

Figuur 23: Aantal dagen met een PM<sub>2.5</sub> concentratie boven 15 µg/m<sup>3</sup>, van 2013 tot 2023, voor alle meetplaatsen



De chemische samenstelling van de deeltjes leert ons vaak heel wat over de bronnen van het gemeten  
fijn stof.

Figuur 24 geeft de chemische samenstelling van PM<sub>2,5</sub> op meetplaats Baudelohof weer van 2016 tot 2023.

In 2023 bestond de PM<sub>2.5</sub>-fractie in Gent (Baudelohof - R701) gemiddeld uit:

- 39 % secundaire anorganische ionen (= som van ammonium, nitraat en niet-zeezout-sulfaat)
- 35 % organische massa (= koolstof-bevattende deeltjes die onder andere ontstaan bij houtverbranding)
- 3 % elementair koolstof (~dieselroet)
- 7 % zeezout
- 16 % andere (onder andere aan stofdeeltjes gebonden water en mineraal stof)

In 2023 maten we een daling voor bijna alle fracties, behalve voor zeezout. Zowel in Gent als in Antwerpen en Retie was de fractie zeezout bij de hoogste gemeten waarden sinds de start van de metingen. Dit geeft aan dat er veel zuivere lucht werd aangevoerd van over de oceaan.

De jaargemiddelden voor elementair koolstof zijn de laagste ooit gemeten op alle 3 de meetplaatsen, hoogstwaarschijnlijk het gevolg van verdere verschoening van het wagenpark en gunstige weersomstandigheden.

De 'andere' fractie was opvallend lager dan de voorbije jaren. Ook op de meetplaatsen in Retie en Antwerpen was de 'andere' fractie beduidend lager dan de voorbije jaren. Waarschijnlijk zorgde gunstig weer voor minder opwaaiend bodemstof, dat een belangrijk aandeel heeft in deze fractie. Op de meetplaats Gent-Baudelohof (R701) heeft dit waarschijnlijk ook te maken met de afgewerkte heraanleg van het Baudelohof waardoor er minder stof opwaait of geen stof van werken meer aanwezig is.

In vergelijking met de landelijke meetplaats in Retie heeft Gent (net als Antwerpen) een hogere gemiddelde concentratie voor elementair koolstof en organische massa. Dit is ongetwijfeld een gevolg van lokale bijdragen door verkeer, gebouwenverwarming en mogelijk ook deeltjes die vrijkomen bij het koken van eten.

| Jaar | elementair koolstof | organische massa | zeezout | nitraat | ammonium | niet-zeezout-sulfaat | andere |
|------|---------------------|------------------|---------|---------|----------|----------------------|--------|
| 2016 | 0.66                | 2.98             | 0.47    | 2.93    | 1.25     | 1.46                 | 3.73   |
| 2017 | 0.58                | 2.86             | 0.45    | 2.77    | 1.22     | 1.72                 | 4.16   |
| 2018 | 0.63                | 3.19             | 0.34    | 2.80    | 1.24     | 1.56                 | 4.81   |
| 2019 | 0.62                | 2.94             | 0.63    | 2.63    | 1.15     | 1.36                 | 3.64   |
| 2020 | 0.42                | 2.35             | 0.86    | 2.05    | 0.83     | 1.16                 | 2.79   |
| 2021 | 0.47                | 3.48             | 0.39    | 2.44    | 1.00     | 1.30                 | 4.97   |
| 2022 | 0.49                | 3.86             | 0.47    | 2.00    | 0.81     | 1.08                 | 5.73   |
| 2023 | 0.33                | 3.30             | 0.65    | 1.76    | 1.03     | 0.94                 | 1.51   |

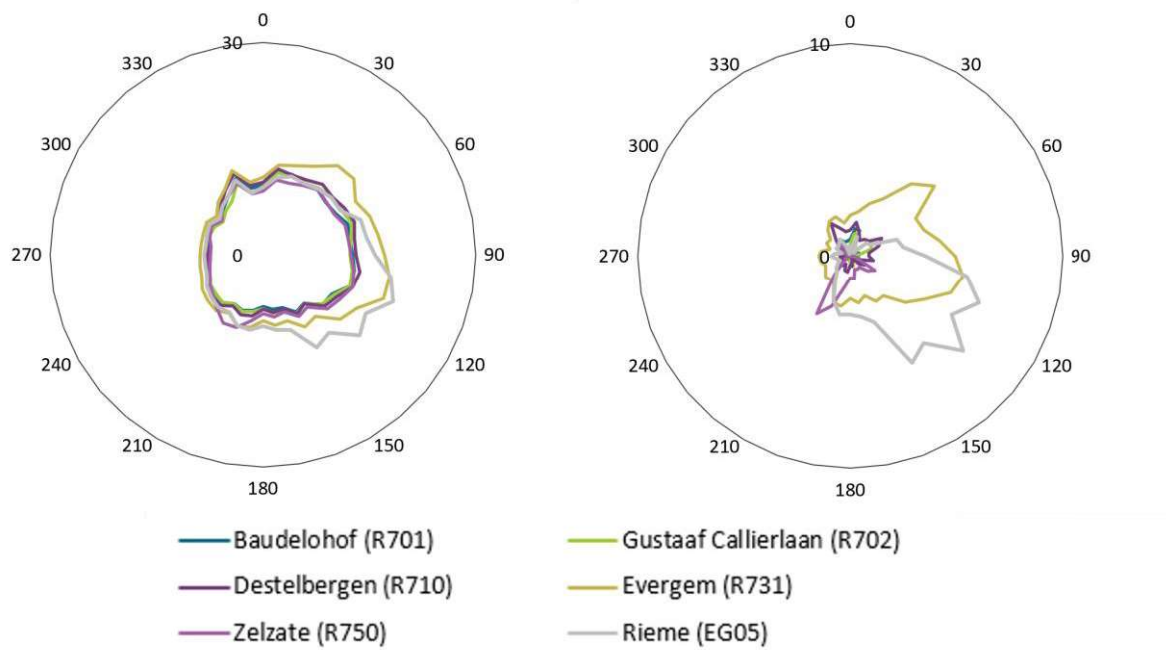
Figuur 25 en Figuur 26 geven de pollutierozen en zero-pollutierozen voor  $PM_{2,5}$  voor de verschillende meetplaatsen weer. De  $PM_{2,5}$ -pollutierozen hebben een gelijkaardige cirkelachtige vorm net als de  $PM_{10}$ -pollutierozen. Vooral oostelijke wind zorgde op alle meetplaatsen voor hogere concentraties, wat wijst op de aanvoer van continentale, vervuilde landlucht. Er was weinig aanvoer van  $PM_{2,5}$ -vervuiling uit westelijke richting.

De pollutieroos van Rieme (**EG05**) toont een grote lokale bijdrage vanuit het (zuid)oosten. In deze richting ligt ArcelorMittal die in haar Integraal Milieujaarverslag (IMJV) een hoge uitstoot van PM<sub>2,5</sub> rapporteert. In vergelijking met PM<sub>10</sub> komt de zuidelijke sector, met overslagbedrijven, minder sterk naar voor.

In Evergem (**R731**) werden hogere concentraties gemeten bij noord- tot zuidoostelijke wind (richting van de kanaalzone).

Om meetplaatsen Baudelohof (**R701**) en Destelbergen (**R710**) komt de grootste bijdrage uit noordwestelijke tot noordoostelijke richting.

Figuur 25: PM<sub>2,5</sub>-pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats in 2023

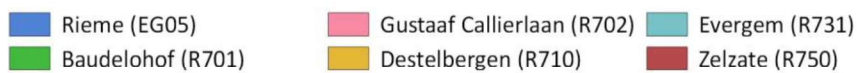


Figuur 26: PM<sub>2.5</sub>-zeropollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023



## Zero-pollutierozen PM<sub>2,5</sub> op meetplaatsen Gentse agglomeratie - 2023

0      1.000      2.000 m



### 4.3 Zwarte koolstof/Elementair koolstof

Zwarte of elementair koolstof vormt een onderdeel van vooral de fijne fractie van het fijn stof. De deeltjes ontstaan bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen, biomassa en biobrandstof.

Het verschil in terminologie tussen elementair koolstof (EC) en zwarte koolstof (BC) heeft te maken met de fysische of chemische eigenschappen van de deeltjes, die tot uiting komen bij het meten van deze polluenten. De meettechniek voor het meten van deze polluent via het automatische meetnet, gebruikt de lichtabsorptiecapaciteiten van de deeltjes. Vandaar “zwarte” koolstof. Voor het bepalen van elementair koolstof wordt een thermische analysemethode gebruikt. Het gaat dus om zeer sterk aan elkaar verwante componenten, maar door de verschillen in meetmethode zit er toch een variatie in de gemeten hoeveelheden. De emissiedata gaan over elementair koolstof.

#### 4.3.1 Emissies elementair koolstof

De meest recent beschikbare emissiedata gaan over het jaar 2022. Meer uitleg hierover staat in bijlage 4. In dit rapport wordt voor de berekening van de verkeersemissies voor het eerst gebruik gemaakt van de data verkregen via het model Flomovia voor de jaren 2021 en 2022. Dit kan een verschil geven met eerdere rapporteringen. Meer uitleg hiervan vind je in paragraaf 3.1.1 en in bijlage 4.

De emissies van elementair koolstof zijn rechtstreeks gelinkt aan de PM<sub>2,5</sub>-emissies. De berekening van de EC-emissies gebeurt aan de hand van percentages van de hoeveelheid PM<sub>2,5</sub> die komen uit de literatuur of uit metingen.

De emissies van elementair koolstof in Gent bedroegen in 2021 93 ton. Dit was 6 % van de totale Vlaamse EC-emissies. De Gentse kanaalzone had een uitstoot van 60 ton, de Gentse agglomeratie 29 ton en Gent-centrum 4.2 ton. Hoewel de bronnen in de Gentse kanaalzone veel meer uitstoten, zijn de emissies in het centrum van Gent ook belangrijk omdat ze door hun nabijheid directe impact hebben op de blootstelling van de inwoners.

Figuur 27 toont in het linkerdeel de bijdrage van de verschillende sectoren in de emissie van elementair koolstof voor 2022 en in het rechterdeel de trend van de uitstoot sinds 2005, voor elke zone.

In de **Gentse kanaalzone** was:

- 76 % van de EC-uitstoot afkomstig van de industrie.
- 13 % van het verkeer, waarvan iets minder dan de helft afkomstig van de scheepvaart.
- 8 % van de huishoudens (dat overwegend gebouwenverwarming inhoudt).

De EC-emissie van de industrie schommelt doorheen de jaren en is, zoals bij de andere polluenten, bijna volledig toe te schrijven aan ArcelorMittal. De emissie van de hoogovens, die in hoofdzaak verantwoordelijk waren voor de EC-emissie, was in 2020 sterk gedaald om in 2021 weer te stijgen. In 2022 is de uitstoot terug iets gedaald.

In de **Gentse agglomeratie**:

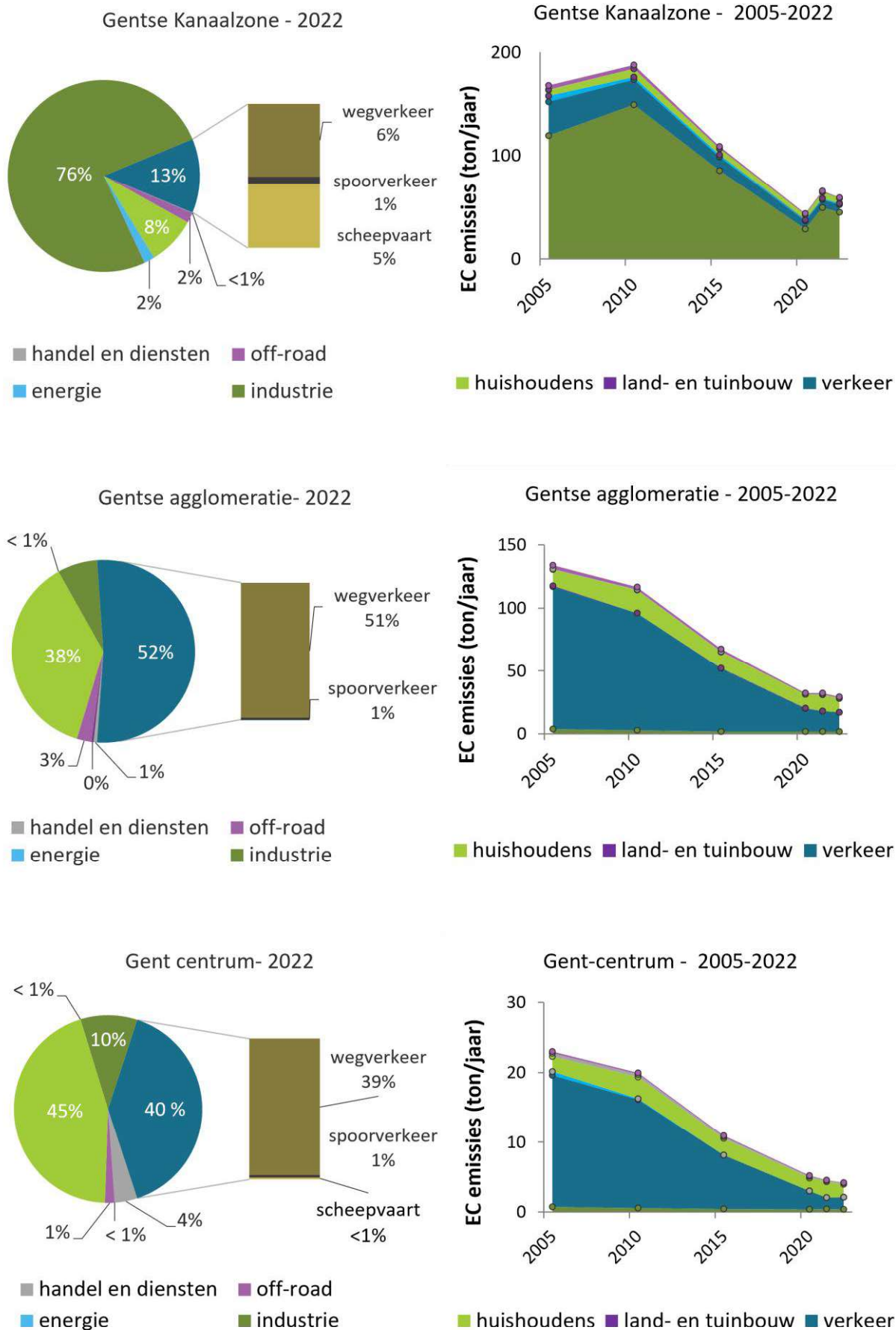
- was het verkeer verantwoordelijk voor het grootste deel van de uitstoot (52 %), met het wegverkeer als belangrijkste bron. Dit komt omdat EC vooral gevormd wordt door de verbranding van fossiele brandstoffen, met dieseluitstoot als een van de grootste bronnen.
- hadden de huishoudens een bijdrage van 38 %, door houtverbranding.

**In Gent-centrum:**

- waren de huishoudens (gebouwenverwarming) de belangrijkste bron (45 %) van EC-emissies en dit kwam zo goed als exclusief door particuliere houtverbranding.
- was verkeer de 2<sup>de</sup> grootste bron (40 %).

De trendgrafiek van Gent-centrum ziet er dezelfde uit als die van de Gentse agglomeratie: een zeer sterke daling in de uitstoot van het wegverkeer en een schommelende uitstoot van de huishoudens. De bijdrage van de huishoudens aan EC is kleiner in vergelijking met hun bijdrage aan PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>. Dat komt doordat er bij houtverbranding naast elementair koolstof ook veel organisch materiaal vrijkomt dat niet mee vervat zit onder elementair koolstof maar wel onder de PM-fracties.

Figuur 27: Bijdrage van de sectoren in de emissie van elementair koolstof in 2022 (links) en de trend van de EC-emissies voor de periode 2005 - 2022, weergegeven per zone



#### 4.3.2 Gemeten concentraties

Tabel 13 en Figuur 28 geven per meetplaats de gemeten jaargemiddelden zwarte koolstof weer sinds 2013. Zwarte koolstof wordt door de verschillende bronnen onmiddellijk uitgestoten (primaire emissies). Het wordt in de atmosfeer niet gevormd uit voorlopercomponenten. Hierdoor worden de concentraties elementair koolstof (of zwarte koolstof) in de omgevingslucht, veel meer dan deze van PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>, bepaald door lokale bronnen.

De hoogste concentratie werd gemeten in de Lange Violettestraat en Zelzate (beide  $0,72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en de laagste in het Baudelohof ( $0,63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Over heel Vlaanderen lagen de jaargemiddelden zwarte koolstof tussen  $0,42$  en  $1,31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Na de sterke daling in het coronajaar 2020, waren de concentraties zwarte koolstof in 2021 en 2022 opnieuw gestegen. In 2023 zijn ze opnieuw overal gedaald, en liggen ze lager dan alle voorgaande jaren.

Op de verkeersgerichte meetplaatsen Gustaaf Callierlaan (R702) en de Lange Violettestraat (R703) lagen de gemeten concentraties vóór 2020 een heel stuk hoger dan op de achtergrondlocatie in het Baudelohof (R701). Sinds 2020 is het verschil tussen de verkeersgerichte locaties en de achtergrondlocatie veel kleiner geworden.

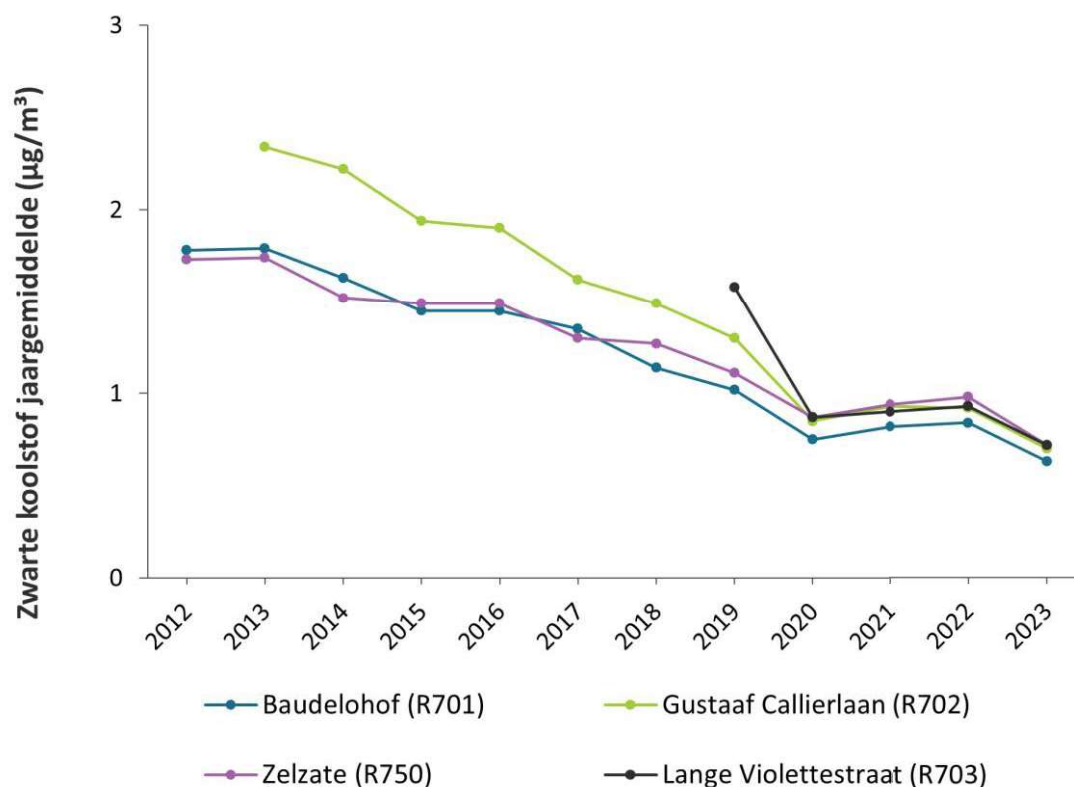
Op de locaties met een lange tijdreeks, zijn de jaarconcentraties met gemiddeld 65 % gedaald.

Tabel 13: Jaargemiddelden zwarte koolstof ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) op de meetplaatsen van 2013 - 2023

| Naam meetplaats      | Code | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019  | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|
| Baudelohof           | R701 | 1,79 | 1,63 | 1,45 | 1,45 | 1,35 | 1,14 | 1,02  | 0,75 | 0,82 | 0,84 | 0,63 |
| Gustaaf Callierlaan  | R702 | 2,34 | 2,22 | 1,94 | 1,90 | 1,62 | 1,49 | 1,30  | 0,85 | 0,93 | 0,92 | 0,70 |
| Lange Violettestraat | R703 | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 1,58* | 0,87 | 0,94 | 0,98 | 0,72 |
| Zelzate              | R750 | 1,74 | 1,52 | 1,49 | 1,49 | 1,30 | 1,27 | 1,11  | 0,87 | 0,90 | 0,93 | 0,72 |

\* Indicatief jaargemiddelde (< 90 % meetgegevens)

Figuur 28: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen van 2013 – 2023

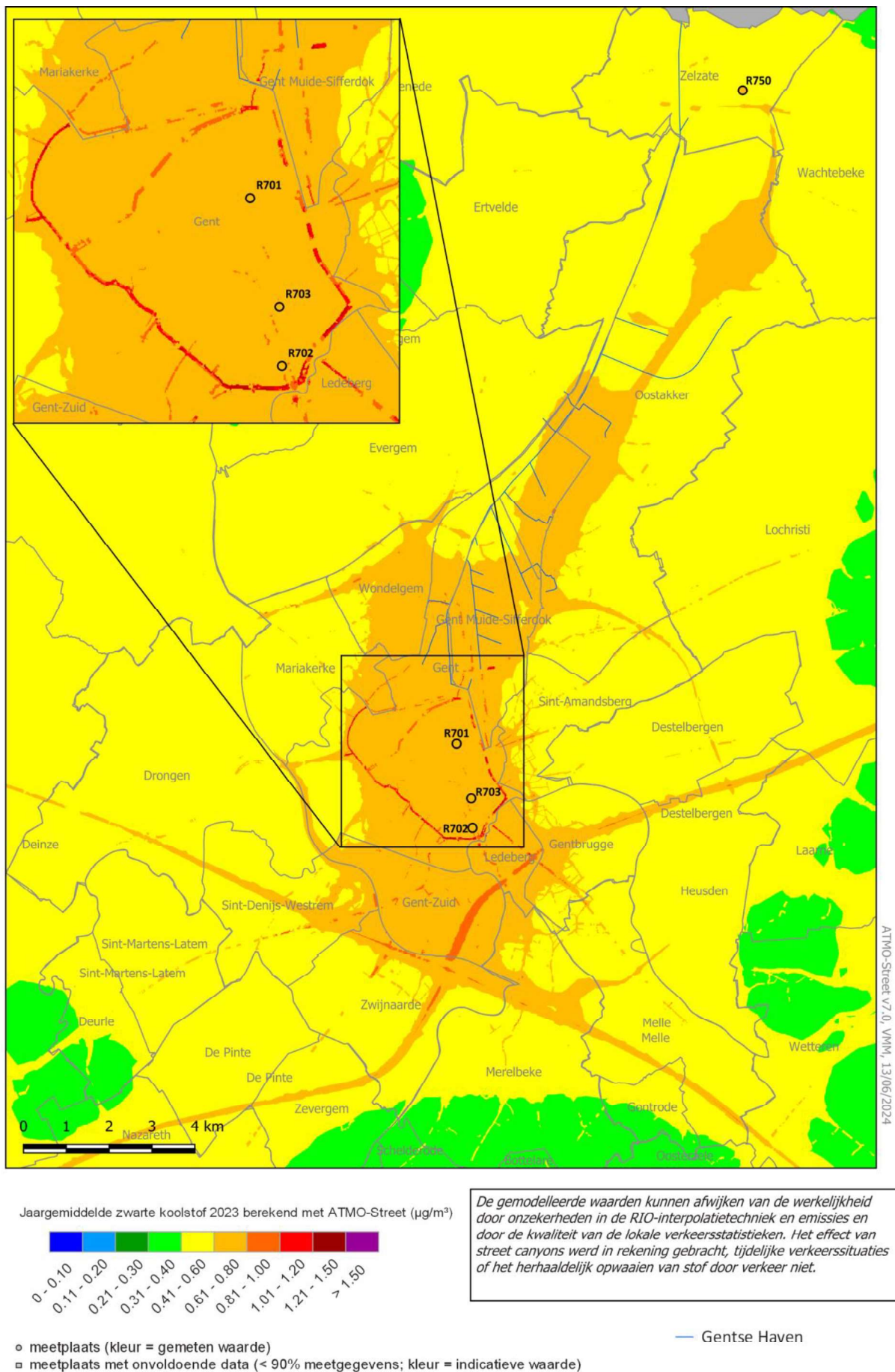


#### 4.3.3 Gemodelleerde concentraties

Figuur 29 toont de gemodelleerde jaargemiddelde concentraties van zwarte koolstof in Gent. Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt. Meer uitleg en de beperkingen van dit model vind je in bijlage 4.

In Gent-centrum en in een groot deel van het havengebied ligt de concentratie zwarte koolstof hoger dan de ruime Gentse agglomeratie. Verkeer is een belangrijke bron van zwarte koolstof. Dat is ook zichtbaar op de modelkaart. De hoogste concentraties zwarte koolstof komen voor langs de snelwegen en de stadsring (tussen 1 µg/m<sup>3</sup> tot 1,20 µg/m<sup>3</sup>).

Figuur 29: Gemodelleerd zwarte koolstof-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023



#### 4.3.1 Toetsing aan de grens- en advieswaarden

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

#### 4.3.2 Pollutierozen

Figuur 30 en Figuur 31 geven per meetplaats de pollutierozen en zero-pollutierozen voor zwarte koolstof weer in 2023. De pollutierozen hadden op de 4 plaatsen een vrij gelijkaardige vorm. Alle locaties hadden hogere concentraties bij wind uit van het noordoosten tot het zuidoosten in vergelijking met de andere windrichtingen. Dit heeft weer te maken met de aanvoer van continentale, meer vervuilde lucht.

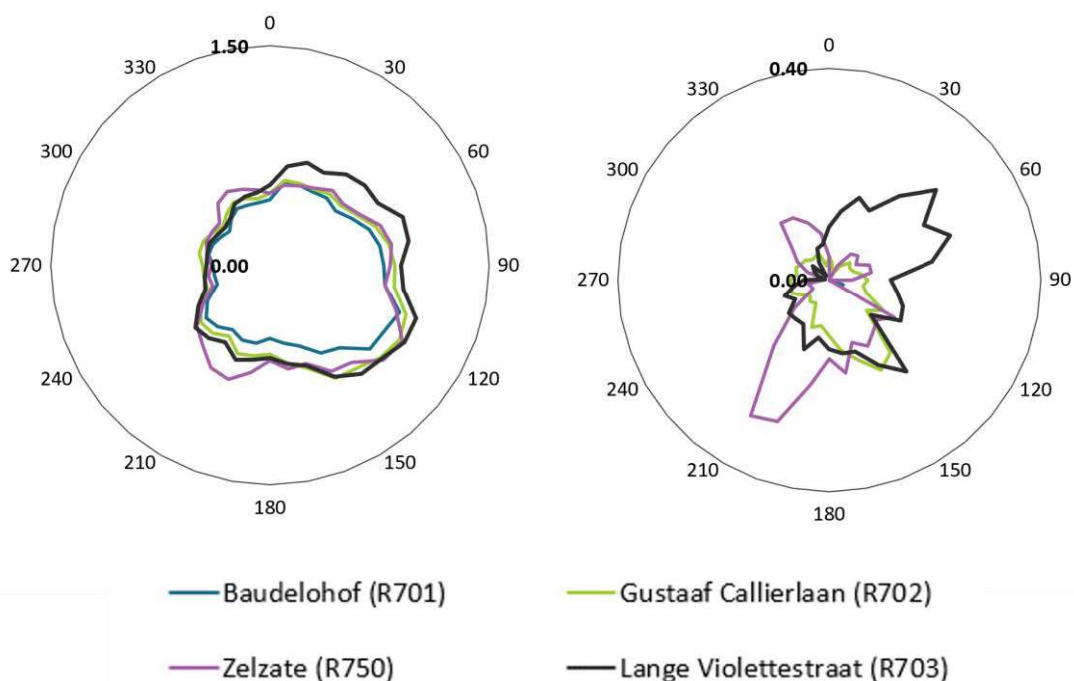
In Zelzate (**R750**) zijn er enkele lokale verhogingen: uit zuidwestelijke richting door de aanwezigheid van ArcelorMittal en uit noordwestelijke richting. Dat kan veroorzaakt worden door activiteiten in het meest noordelijke deel van de kanaalzone en/of lokaal verkeer.

In de Lange Violettestraat (**R703**) traden hogere concentraties bij wind uit het noordoosten en het zuidwesten.

Op de verkeersgerichte meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan (**R702**) waren hogere concentraties bij zuidoostelijke wind (richting R40, B401 en verkeer errond).

In het Baudelohof (**R701**) was er amper lokale aanvoer.

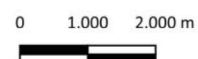
Figuur 30: Pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) voor zwarte koolstof van elke meetplaats, in 2023



Figuur 31: zero-pollutierozen zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2023



Pollutierozen zwarte koolstof op meetplaatsen Gentse agglomeratie - 2023



## 4.4 Houtverbranding

Op de meetplaats in de Lange Violettestraat (R703), opgericht begin 2019, worden de metingen van zwarte koolstof sinds de oprichting uitgevoerd met een aethalometer (Magee AE33). Eind 2019 werden op de meetplaatsen Gustaaf Callierlaan (R702) en Zelzate (R750) de bestaande monitoren voor het meten van zwarte koolstof (MAAP-5012) vervangen door een aethalometer. Op de meetplaats Baudelohof (R701) zijn de metingen met de aethalometer beschikbaar sinds 9 april 2020. Met de aethalometer kunnen partikels zwarte koolstof onderscheiden worden naargelang hun afkomst: houtverbranding of verbranding van fossiele brandstoffen (vooral dieselroet). Details over de methode en berekeningen, vind je in bijlage 4 (deel houtverbranding).

### 4.4.1 Zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding

Figuur 32 toont voor 2023 voor elke meetplaats de maandelijkse concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding ( $BC_{wb}$ ) en de concentratie zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstof ( $BC_{ff}$ ). Tijdens de wintermaanden<sup>6</sup> wordt typisch een hogere concentratie aan zwarte koolstof gemeten dan in de zomermaanden. In 2023 vallen vooral de hoge concentraties in de maand februari op, en dit geldt voor alle meetplaatsen. Zowel het deel zwarte koolstof dat afkomstig is van houtverbranding ligt hoger in de wintermaanden (onder andere door meer huisverwarming), als het deel zwarte koolstof dat afkomstig is van fossiele brandstoffen. In de wintermaanden treden vaker meteo-omstandigheden zoals temperatuursinversies op, waarbij de luchtverontreiniging minder goed verdund wordt.

In Figuur 33 worden de gemiddelden getoond voor de winter- en zomermaanden van 2020 tot en met 2023, en ook het percentage houtverbranding.

In de **zomermaanden** van 2023 ligt de concentratie afkomstig van houtverbranding ( $BC_{wb}$ ) tussen 0,12  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (R750 in Zelzate) en 0,10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (R701 - Baudelohof). De verschillen tussen de meetplaatsen zijn klein.

De hoogste concentratie afkomstig van fossiele brandstoffen ( $BC_{ff}$ ) werd gemeten in de Lange Violettestraat (0,55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en de laagste concentratie  $BC_{ff}$  op de meetplaats in het Baudelohof (R701 - 0,44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

In de **wintermaanden** lag de concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding ( $BC_{wb}$ ) dubbel zo hoog dan in de zomer (tussen 0,24 en 0,29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Net als in de zomermaanden wordt op de meetplaats in Zelzate de hoogste absolute concentratie afkomstig van houtverbranding gemeten.

De absolute concentratie zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen ( $BC_{ff}$ ) ligt in de wintermaanden tussen 0,46 en 0,55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . De concentratie ligt het hoogste in de Lange Violettestraat (R703) en het laagste op de meetplaats in het Baudelohof (R701).

Op alle meetplaatsen lag de gemeten concentratie aan zwarte koolstof lager dan de voorbije jaren. Zowel de concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding ( $BC_{wb}$ ) en de concentratie zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstof ( $BC_{ff}$ ) liggen lager.

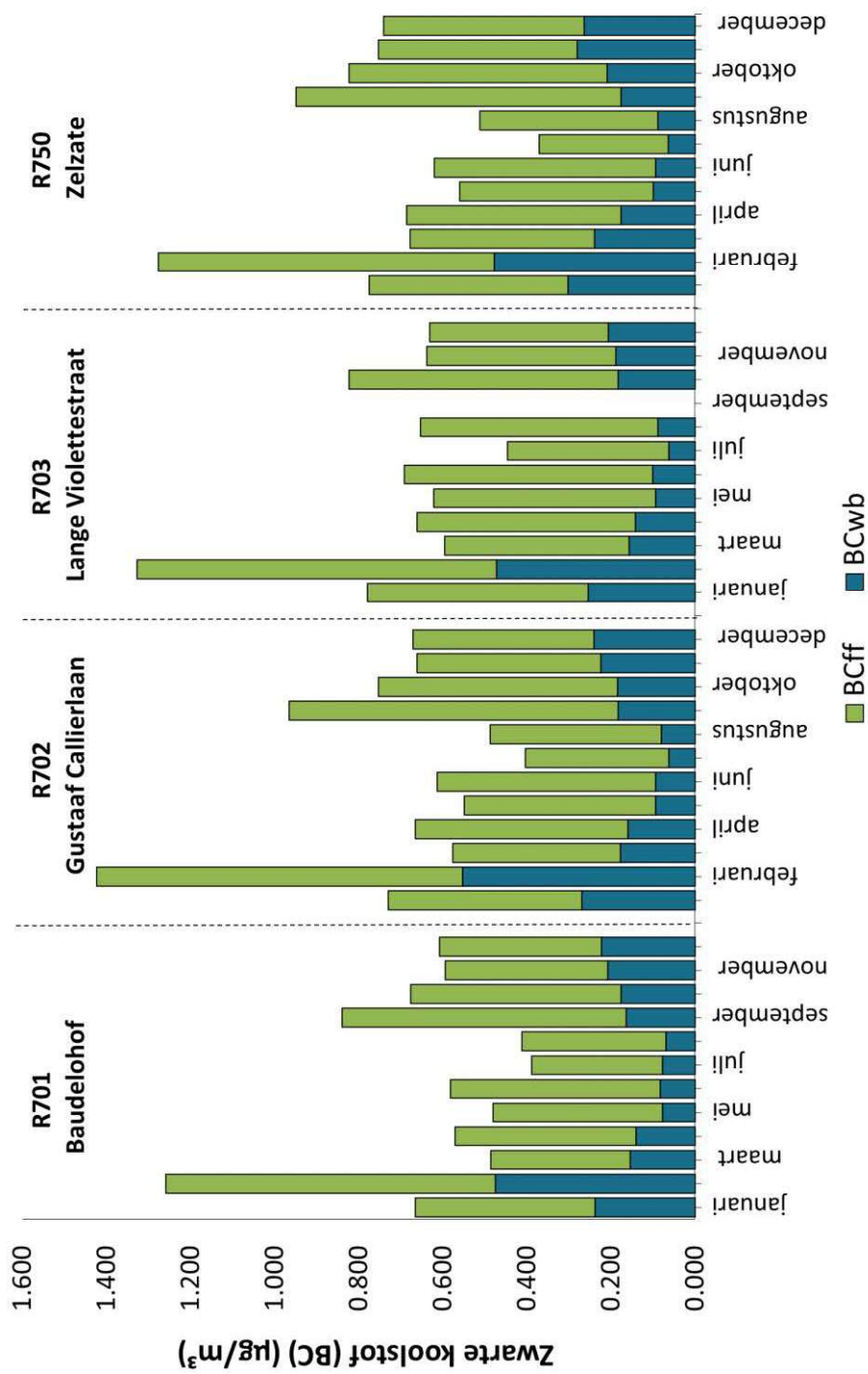
De verhouding tussen het aandeel zwarte koolstof dat afkomstig is van houtverbranding (**%  $BC_{wb}$  in  $BC$** ), en het deel dat afkomstig is van fossiele brandstoffen (**%  $BC_{ff}$  in  $BC$** ), verschilt tussen winter en zomer. In de zomermaanden was gemiddeld 18 % van de zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (en 82 % afkomstig van fossiele brandstoffen). In de wintermaanden was 33 % van de zwarte koolstof afkomstig door fossiele brandstoffen (en 67 % afkomstig van fossiele brandstoffen).

---

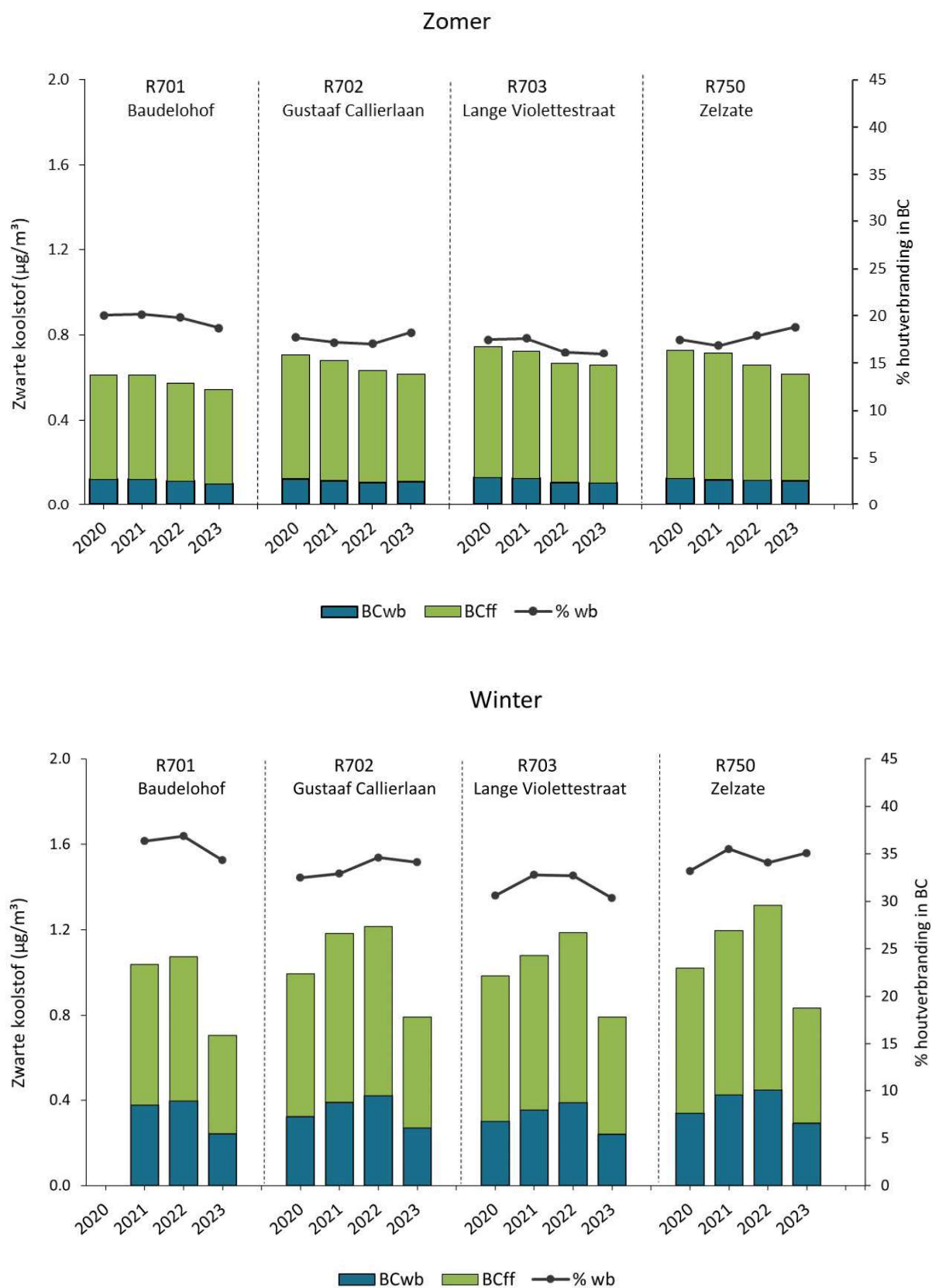
<sup>6</sup> wintermaanden: januari-maart en oktober-december; zomermaanden: april-september

Lucht kwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2023 75

Figuur 32: Maandelijksse gemiddelden van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding ( $BC_{wb}$  – blauwe balken) en afkomstig van fossiele brandstoffen ( $BC_{ff}$  – groene balken) in 2023.



Figuur 33: Seizoensale gemiddelden van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding ( $BC_{wb}$  – blauwe balken) en afkomstig van fossiele brandstoffen ( $BC_{ff}$  – groene balken) in de **zomer** (bovenste grafiek) en in de **winter** (onderste grafiek), van 2020 tot 2023. Voor meetplaats R701 ontbreken gegevens in de winter van 2020. De verbonden lijn en rechter as geven het percentage zwarte koolstof weer dat afkomstig is van houtverbranding, van 2020 – 2023.



#### 4.4.2 Fijn stof (PM<sub>10</sub>) afkomstig van houtverbranding

Fijn stof veroorzaakt door houtverbranding bestaat uit deeltjes afkomstig van onvolledige verbranding. Dit fijn stof is waarschijnlijk even schadelijk als fijn stof van andere verbrandingsbronnen zoals het verkeer<sup>7</sup>.

Zowel de bijdrage van houtverbranding als die van verkeer aan PM<sub>10</sub> (PM<sub>10\_wb</sub> en PM<sub>10\_ff</sub>) wordt berekend uit de gemeten bijdrages aan zwarte koolstof (zie bijlage 4 – houtverbranding).

Figuur 34 toont hoeveel verbranding van hout enerzijds en verbranding van fossiele brandstoffen anderzijds bijdragen aan de totale concentratie PM<sub>10</sub>. De rest van PM<sub>10</sub> bestaat uit secundaire anorganische ionen, mineraal stof en zeezout.

Op Figuur 34 is te zien dat houtverbranding (**PM<sub>10\_wb</sub>**) meer bijdraagt aan de totale concentratie PM<sub>10</sub> dan dat de verbranding van fossiele brandstoffen doen. Bij houtverbranding komt niet alleen zwarte koolstof vrij, maar ook nog een grote hoeveelheid bruine koolstof ('brown carbon') en andere organische deeltjes. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen, is zwarte koolstof de hoofdcomponent (ongeveer 50 %). Voor houtverbranding is de omrekeningsfactor vanuit de bijdrage aan zwarte koolstof dan ook beduidend groter (factor 11,28) dan voor verkeer (factor 2) (zie bijlage 4 voor details).

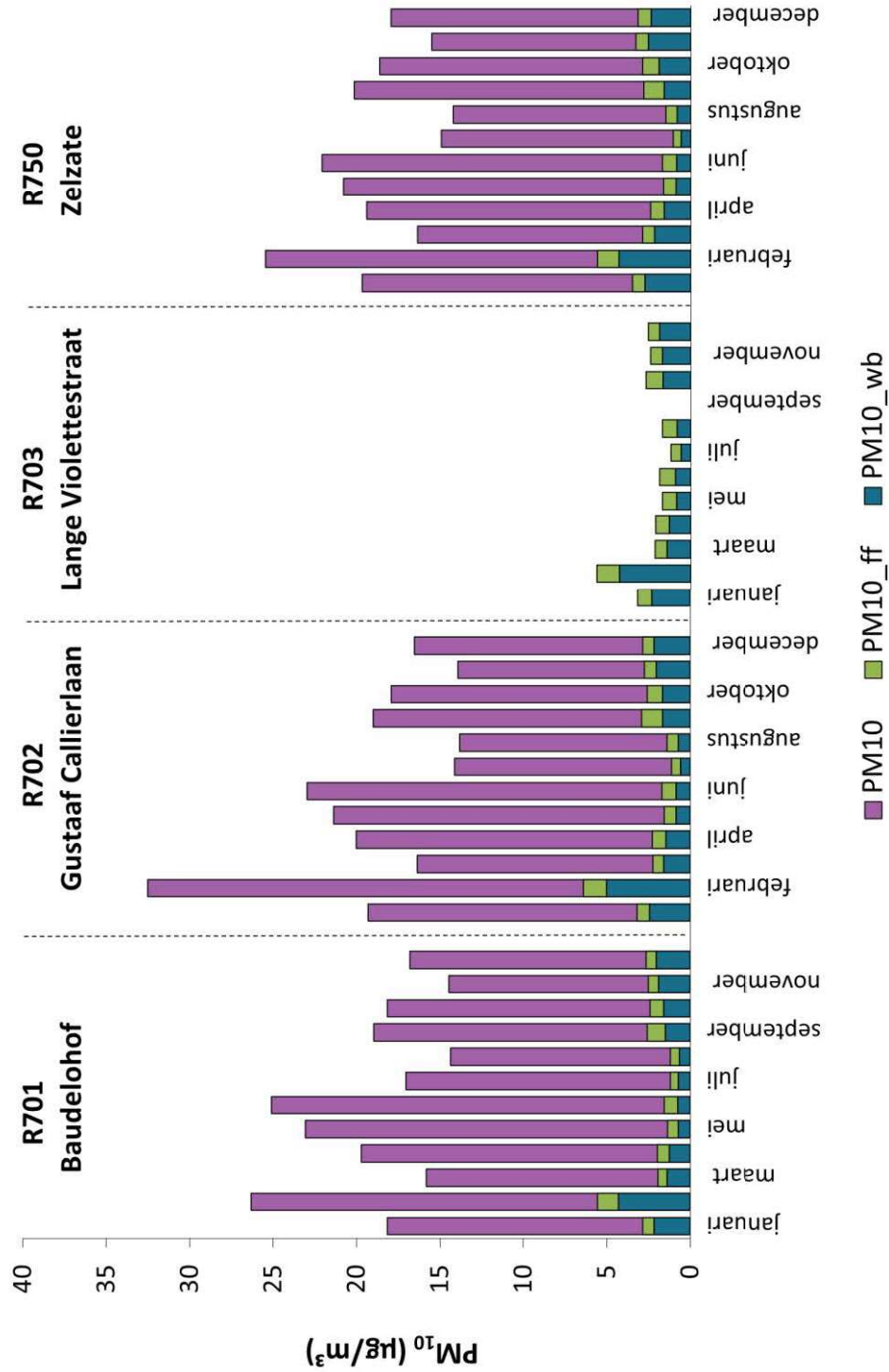
De verschillen tussen de meetplaatsen in de bijdrage van houtverbranding aan PM<sub>10</sub> zijn - net zoals bij zwarte koolstof – beperkt. Verschillen tussen de maanden zijn er wel. Omdat de bijdrage aan PM<sub>10</sub> met een vaste factor wordt berekend uit BC<sub>wb</sub> zien we dezelfde patronen. Net zoals bij zwarte koolstof lag in de wintermaanden de concentratie aan PM<sub>10</sub> afkomstig van houtverbranding hoger dan in de zomermaanden. In 2023 was in de zomermaanden het aandeel houtverbranding aan PM<sub>10</sub> 6 à 7 %, in de winter is dat tussen 15 - 18 %.

De concentratie PM<sub>10</sub> afkomstig van fossiele brandstoffen (**PM<sub>10\_ff</sub>**) varieert seizoenaal minder dan het deel afkomstig van houtverbranding. Voor PM<sub>10\_ff</sub> kunnen we ervan uitgaan dat het verschil tussen de winter- en zomermaanden grotendeels komt door de ongunstige weersomstandigheden in de wintermaanden die verdunning van de vervuiling tegengaan. Voor PM<sub>10\_wb</sub> wijst het verschil tussen beide seizoenen op een verschil in uitstoot (en in veel mindere mate op ongunstige weersomstandigheden).

---

<sup>7</sup> B. Brunekreef et al. (2012), Ten principles for clean air. Eur Resp J 2012; 39 :525-528

Figuur 34: Maandelijksse gemiddelden voor PM<sub>10</sub> afkomstig van houtverbranding (PM<sub>10\_wb</sub>), PM<sub>10</sub> afkomstig van fossiele brandstoffen (PM<sub>10\_ff</sub>) en overig PM<sub>10</sub> in 2023



Noot: Op meetplaats R703 is geen fijn stof-monitor aanwezig en heeft daarom geen meetgegevens voor PM<sub>10</sub>. PM<sub>10\_wb</sub> en PM<sub>10\_ff</sub> kunnen wel getoond worden omdat deze parameters uit BC<sub>wb</sub> worden berekend. Dat wordt wel gemeten op deze locatie.

#### 4.4.3 Gemiddeld dagverloop in de winter- en zomermaanden

Zwarte koolstof en fijn stof afkomstig van **houtverbranding** (BC<sub>wb</sub> en PM<sub>10 wb</sub>)

Figuur 35 geeft voor alle dagen van de week het gemiddeld verloop<sup>8</sup> weer van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding ( $BC_{wb}$ ) in de zomermaanden en in de wintermaanden.

Figuur 36 geeft voor alle dagen van de week het dagverloop van  $PM_{10}$  afkomstig van houtverbranding ( $PM_{10\_wb}$ ) in de zomer- en wintermaanden.  $PM_{10\_wb}$  werd berekend uit de concentratie  $BC_{wb}$ . Het verloop is hierdoor identiek.

In de zomer zijn de concentraties afkomstig van houtverbranding een stuk lager dan in de winter. De variatie doorheen de dag is beperkt. In het weekend is er wel een lichte avondpiek zichtbaar. Er zijn weinig verschillen tussen de meetplaatsen onderling.

In de wintermaanden vertoont het verloop van de bijdrage van houtverbranding meer variatie doorheen de dag. Op weekdays is er een kleine ochtendpiek en een opvallende avondpiek. In het weekend is de ochtendpiek kleiner of afwezig (vooral op zondag). Het dagverloop is op alle meetplaatsen gelijkaardig, maar de concentraties in Zelzate (R750) liggen iets hoger dan op de andere locaties. In de Lange Violettestraat zijn ze het laagst.

Zwarte koolstof en fijn stof afkomstig van fossiele brandstoffen ( $BC_{ff}$  en  $PM_{10\ ff}$ )

Figuur 37 geeft voor alle dagen van de week het gemiddeld verloop weer van zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen (**BC<sub>ff</sub>**) in de zomermaanden en in de wintermaanden. Figuur 38 geeft hetzelfde weer, maar dan voor fijn stof afkomstig van fossiele brandstoffen (**PM<sub>10\_ff</sub>**). De dagverlopen vertonen hetzelfde beeld

In de wintermaanden vertoont het dagverloop er een duidelijk ochtend- en avondpiek. In de zomermaanden zijn er vooral 's ochtends verhoogde concentraties en 's avonds in mindere mate. In de Lange Violettestraat (R703) is er soms ook een kleine middagpiek te zien. In het weekend liggen de concentraties lager dan op weekdays.

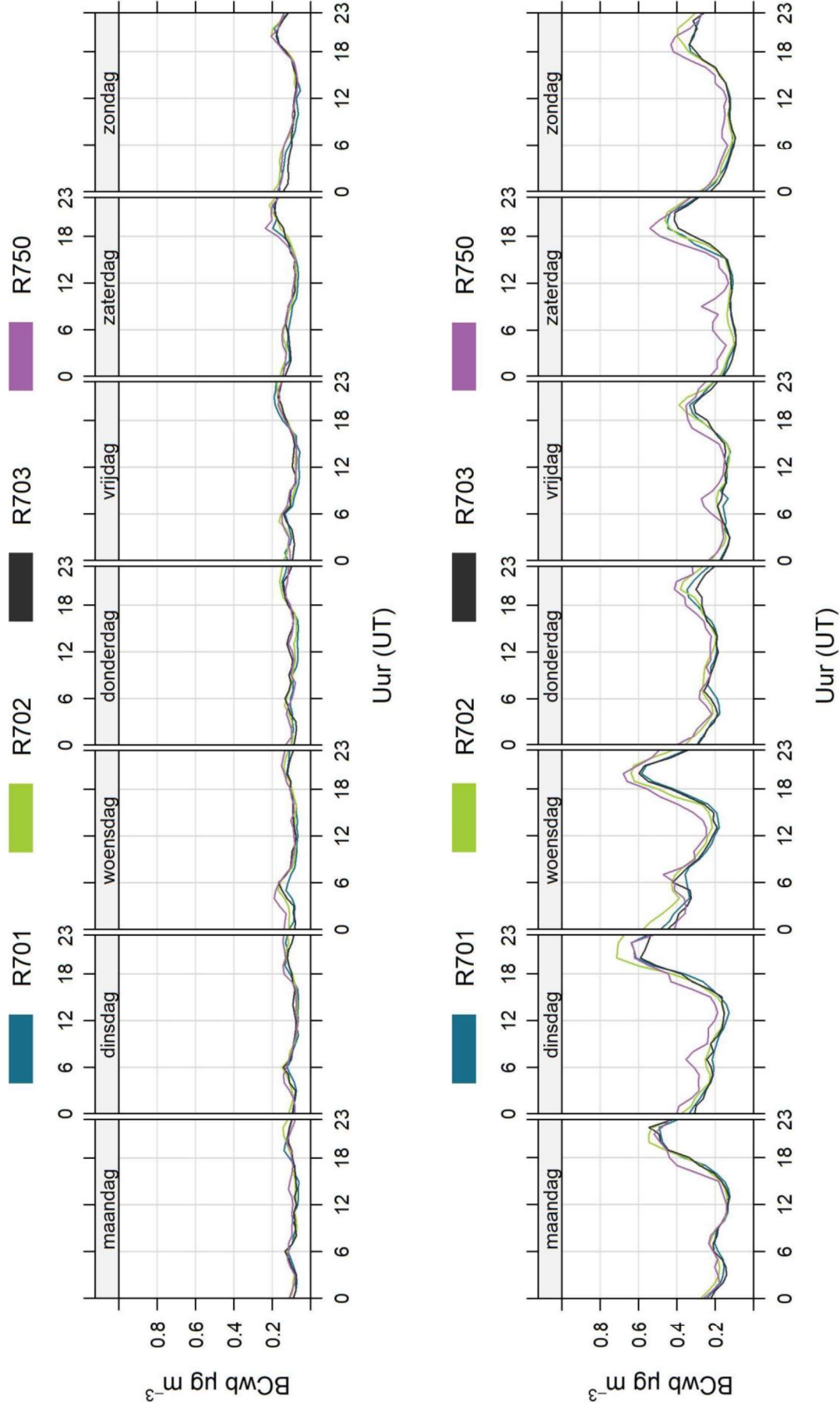
De concentraties van R701 in het Baudelohof liggen zowel in de winter als in de zomer lager dan op de andere meetplaatsen.

<sup>8</sup> Deze dagverlopen staan in UT (= universal time).

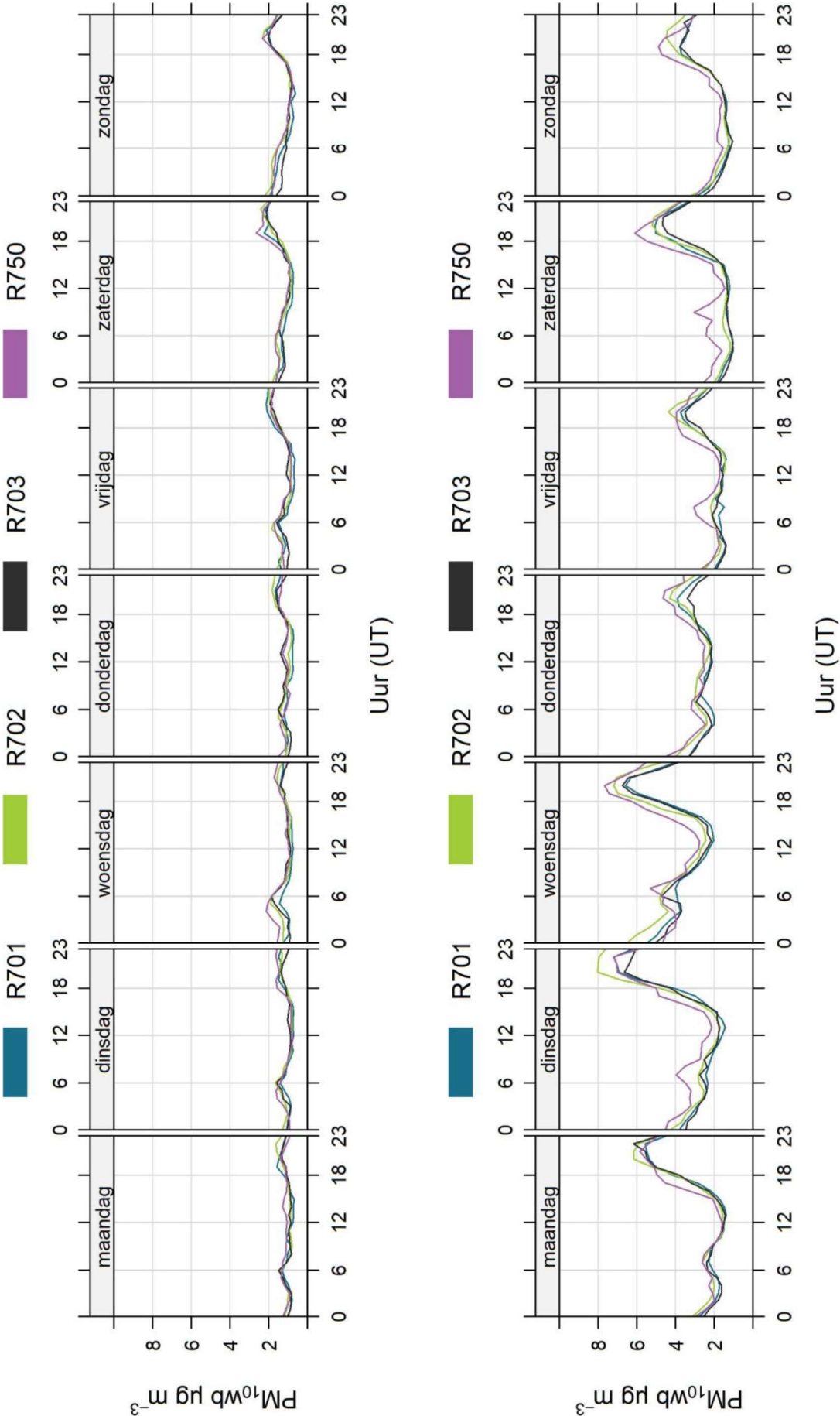
- In de winter verschilt UT 1 uur met lokale tijd, bv. 2 uur UT = 3 uur lokale tijd.

- In de zomer verschilt UT 2 uur met lokale tijd, bv. 2 uur UT = 4 uur lokale tijd.

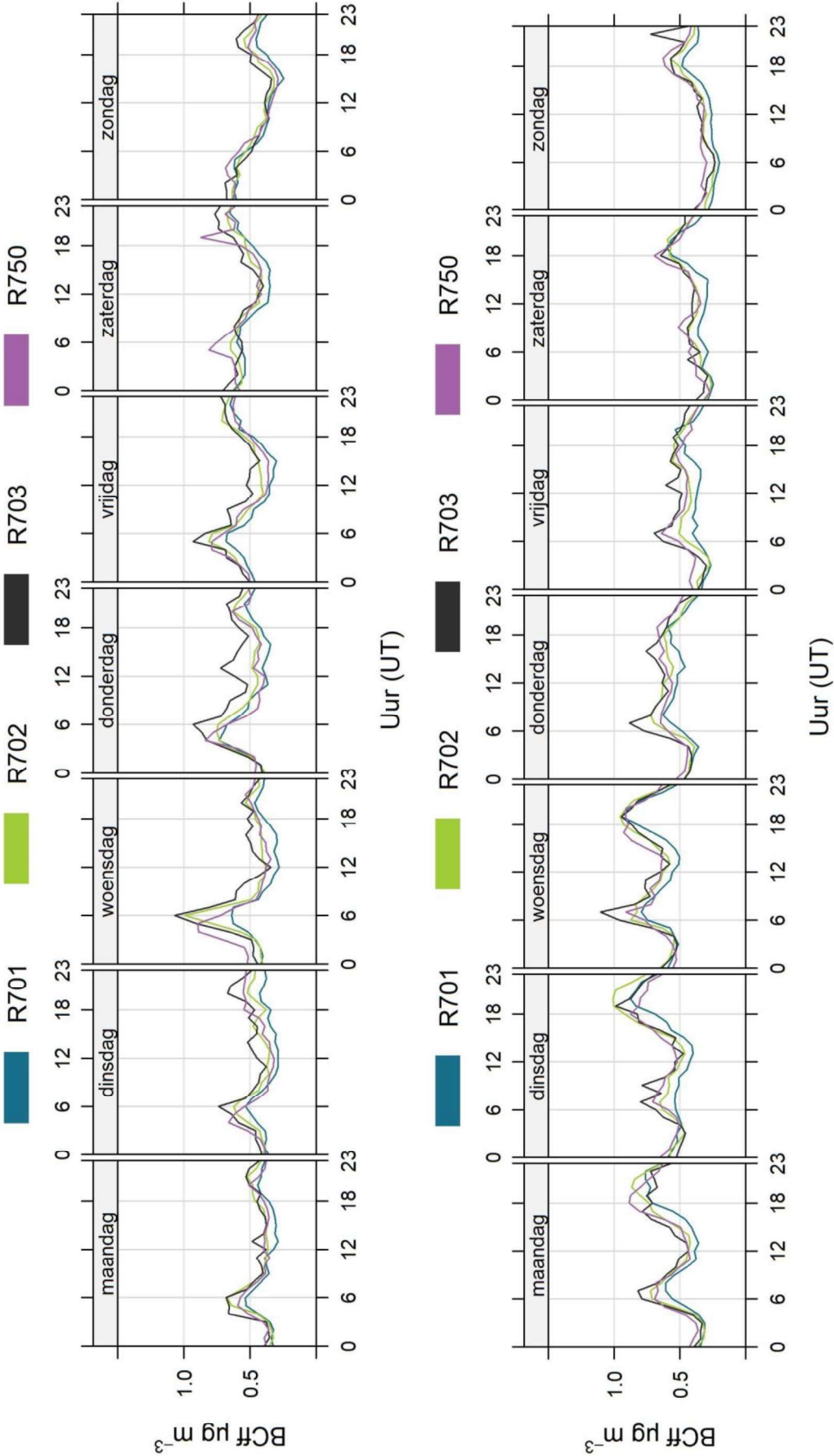
Figuur 35: Gemiddeld dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding ( $BC_{wb}$ ) in de zomermaanden (boven) en wintermaanden (onder) in 2023



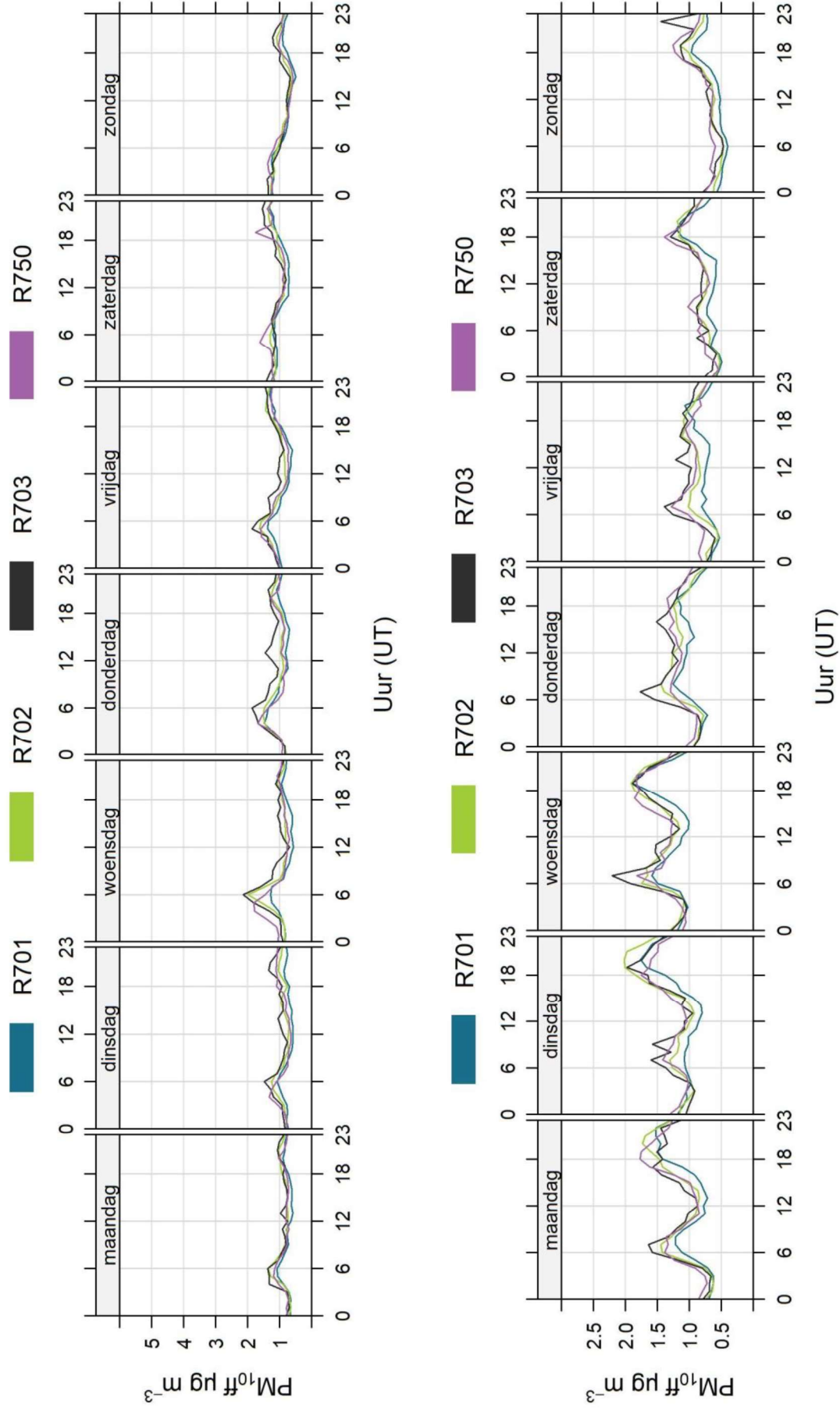
Figuur 36: Gemiddelde dagverloop van  $PM_{10}$  afkomstig van houtverbranding ( $PM_{10\_wb}$ ) in de zomer (boven) en winter (onder) in 2023



Figuur 37: Gemiddeld dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen ( $BC_{ff}$ ) in de zomer (boven) en winter (onder) in 2023



Figuur 38: Gemiddeld dagverloop van  $PM_{10}$  afkomstig van fossiele brandstoffen ( $PM_{10_{ff}}$ ) in de zomer (boven) en winter (onder) in 2023



#### 4.4.4 Pollutierozen

Figuur 39 geeft voor de wintermaanden in 2023 de pollutierozen (boven) en zero-pollutierozen (onder) weer van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (linkse figuur,  $BC_{wb}$ ) en van fossiele brandstof (rechtse figuur,  $BC_{ff}$ ) in functie van de windrichting. Bij wind uit het zuidoosten worden typisch hogere concentraties gemeten, door de aanvoer van verontreinigde landlucht.

Op de Gustaaf Callierlaan (**R702**) was er lokale aanvoer uit het zuidoosten, voor zowel zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen ( $BC_{ff}$ , rechtse figuur) als zwart koolstof afkomstig van houtverbranding ( $BC_{wb}$ , linkse figuur).

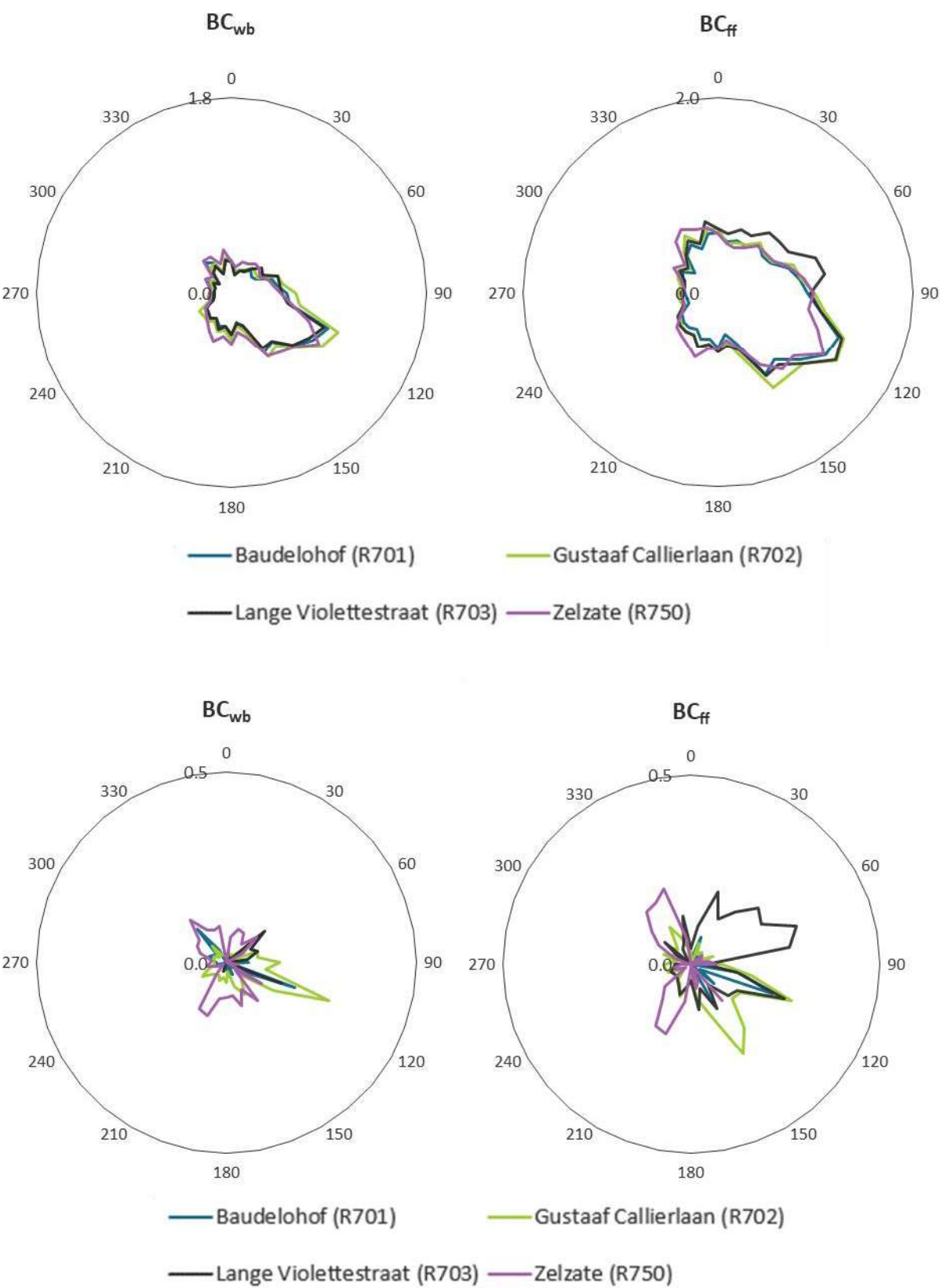
In Zelzate (**R750**) was er bijkomende aanvoer uit het noordwesten en het zuidwesten, voor zowel  $BC_{ff}$  als  $BC_{wb}$ .

In het Baudelohof (**R701**) werden iets hogere concentraties houtverbranding gemeten bij wind uit het noordwesten en zuidoosten. BC<sub>ff</sub> kwam overwegend uit het zuidoosten.

In de Lange Violettestraat (**R703**) werd weinig lokale  $BC_{wb}$  gemeten. Er was wel een grote lokale bijdrage van zwarte koolstof veroorzaakt door fossiele brandstoffen ( $BC_{ff}$ ), vooral uit noordoostelijke richting en het zuidwesten.

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

Figuur 39: pollutierozen (boven) en zero-pollutieroos (onder) voor zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding ( $BC_{wb}$ ) en afkomstig van fossiele brandstof ( $BC_{ff}$ ) ( $\mu g/m^3$ ) in de wintermaanden in 2023



## 5 DIOXINES EN PCB'S

Dioxines is een verzamelnaam voor zo'n 210 verschillende scheikundige stoffen. Hiervan zijn er 17 giftig. Dioxines ontstaan bij onvolledige of niet-efficiënte verbranding van organisch materiaal dat chloor bevat.

PCB's (polychloorbifenylen) is een verzamelnaam voor zo'n 209 verschillende stoffen. 12 hiervan zijn uiterst giftig en staan bekend als de dioxineachtige PCB's. 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.

Vooraf 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. De VMM meet dioxines en PCB's in neervallend stof (depositie genoemd).

Niet alle dioxines en PCB's zijn even schadelijk. De toxiciteit van deze verbindingen wordt weergegeven door de toxische equivalentiefactor (TEF). Hoe hoger de TEF, hoe giftiger de verbinding. 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. De depositieresultaten zijn uitgedrukt als de totale toxiciteit van het mengsel van 17 dioxines en 12 dioxineachtige PCB's, in picogram toxische equivalenten (TEQ) per vierkante meter per dag ( $\text{pg TEQ}_{\text{WGO1998}}/(\text{m}^2.\text{dag})$ ).

Op 17 november 2023 werd het Actieplan Dioxines/PCB's<sup>9</sup> meegedeeld aan de Vlaamse Regering. Dit omvat verschillende maatregelen om de verontreiniging door dioxines en dioxineachtige PCB's terug te brengen tot een aanvaardbaar risico. Een van de maatregelen was een herziening van de huidige drempelwaarden. De VMM toetst de gemeten depositieresultaten aan drempelwaarden om te oordelen welke regio's verdere opvolging nodig hebben. Vanaf 2024 neemt de VMM de nieuwe drempelwaarden in gebruik. De resultaten in dit rapport worden nog getoetst aan de huidige drempelwaarden.

Meer details over dioxines en PCB's vind je in bijlage 2.

Meer info over de drempelwaarden vind je in bijlage 3.

### 5.1 Overzicht en toetsing van de dioxine- en PCB-meetwaarden

In 2023 werd op twee locaties in de Gentse Kanaalzone gemeten:

- de meetplaats GN18 (Scheepzatestraat) bevindt zich in industriegebied, zonder bewoning, en is zo geplaatst om de impact van het schrootbedrijf met shredderinstallatie Retra op de omgevingslucht in te schatten. De Afdeling Handhaving van het Departement Omgeving financierde dit.
- de meetplaats EG05 in Rieme bevindt zich in woongebied. Deze meetplaats staat in functie van ArcelorMittal.

Tabel 14 toont de maand- en jaargemiddelde deposities van de 17 giftige dioxines en 12 giftige dioxineachtige PCB's (DL-PCB) van beide meetplaatsen. In 2023 maten we de depositie in de Scheepzatestraat (GN18) gedurende zes periodes van 28 dagen, in Rieme waren er vier meetperiodes.

---

<sup>9</sup><https://vmm.be/feiten-cijfers/lucht/overzicht-per-vervuilende-stof/andere-vervuilende-stoffen/dioxines-en-pcbs-in-depositie/actieplan-dioxines-pcbs-2023.pdf>

De dioxine- en PCB-waarden zijn veel hoger op GN18. Ook meten we in de stalen meer PCB's dan dioxines. Een dergelijk profiel zien we ook nabij andere schrootbedrijven met shredderinstallatie. Als we de resultaten van GN18 toetsen aan de drempelwaarden dan zien we dat 5 van de 6 stalen hoger liggen dan de maandgemiddelde drempelwaarde en dat het jaargemiddelde de drempelwaarde voor jaardeposities overschrijdt. Deze toetsing is indicatief: niet alleen door de locatie (industriegebied) maar ook omdat de VMM de depositie van dioxines en PCB's niet het hele jaar rond meet.

In Rieme (EG05) liggen de meetwaarden van dioxines en PCB's veel lager. Ze benaderen wat we op een achtergrondlocatie meten (zie Figuur 40 en Figuur 41). EG05 ligt in een woonzone en is relevanter naar gezondheid toe. Bij EG05 liggen alle resultaten onder de maandgemiddelde drempelwaarde. Ook de jaargemiddelde drempelwaarde werd gehaald maar deze toetsing is indicatief omdat er niet jaarrond gemeten wordt.

Tabel 14: Dioxine- en PCB-depositie op GN18 en EG05 in 2023. De depositieresultaten zijn uitgedrukt als de totale toxiciteit van het mengsel van 17 giftige dioxines en 12 giftige dioxineachtige PCB's, in picogram toxische equivalenten (TEQ) per vierkante meter per dag (pg TEQ<sub>WGO1998</sub>/(m<sup>2</sup>.dag)).

| GN18 – Gent*                                     |             |             |             | EG05 – Rieme |            |              |
|--------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------|--------------|
| pg TEQ <sub>WGO1998</sub> /(m <sup>2</sup> .dag) | Dioxines    | DL-PCB      | Som         | Dioxines     | DL-PCB     | Som          |
| Drempelwaarde maanddepositie                     | -           | -           | 21          | -            | -          | 21           |
| Drempelwaarde jaardepositie                      | -           | -           | 8,2         | -            | -          | 8,2          |
| Februari – maart 2023                            | 17,7        | 59,1        | 76,9        |              |            |              |
| April – mei 2023                                 | 24,3        | 47,5        | 71,8        | 2,7          | 1,0        | 3,7          |
| Mei – juni 2023                                  | 13,5        | 92,6        | 106,1       |              |            |              |
| Juli – augustus 2023                             | 18,3        | 89,7        | 108,0       | 1,2          | 0,2        | 1,4          |
| September – oktober 2023                         | 16,3        | 82,5        | 98,8        | 3,6          | 1,6        | 5,2          |
| November – december 2023                         | 4,7         | 14,8        | 19,5        | 2,4          | 1,0        | 3,4          |
| <b>Gemiddelde 2023</b>                           | <b>15,8</b> | <b>64,4</b> | <b>80,2</b> | <b>2,5</b>   | <b>1,0</b> | <b>3,4**</b> |

\*: meetplaats in industriegebied: indicatieve toetsing aan drempelwaarden

\*\* : metingen gedurende 4 maand: indicatieve toetsing aan jaardrempelwaarde

DL-PCB = dioxine-achtige PCB's

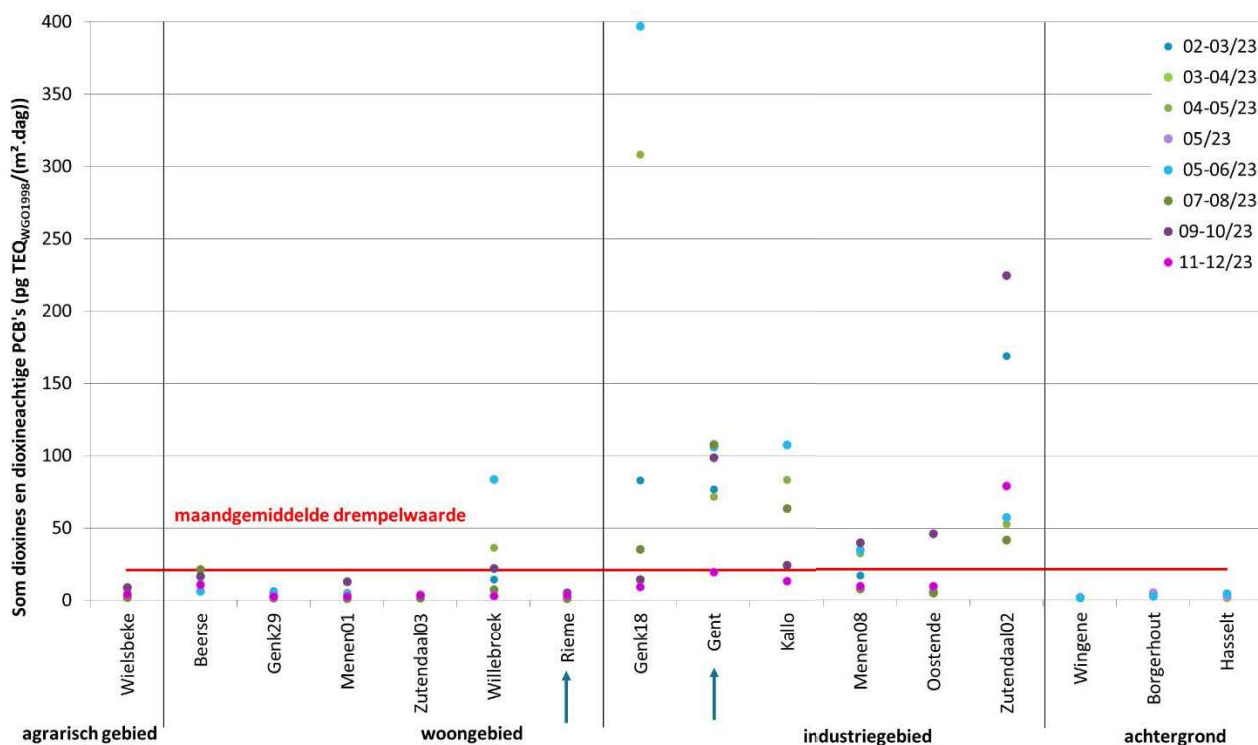
## 5.2 Vergelijking met andere meetlocaties

In 2023 maten we verspreid in Vlaanderen dioxines en dioxineachtige PCB's op 16 locaties (zie Figuur 40), waarvan 1 locatie in agrarisch gebied, 6 locaties in woonzone, 6 locaties in industriegebied en 3 achtergrondlocaties (landelijk/natuur, stedelijk en verkeersgerelateerd). De meeste locaties bevinden zich de buurt van een schrootbedrijf met shredderinstallatie (alle locaties behalve Wielsbeke, Beerse, Rieme en achtergrondlocaties). Afhankelijk van de locatie verzamelden we vier tot zes maandstalen, verspreid over het jaar.

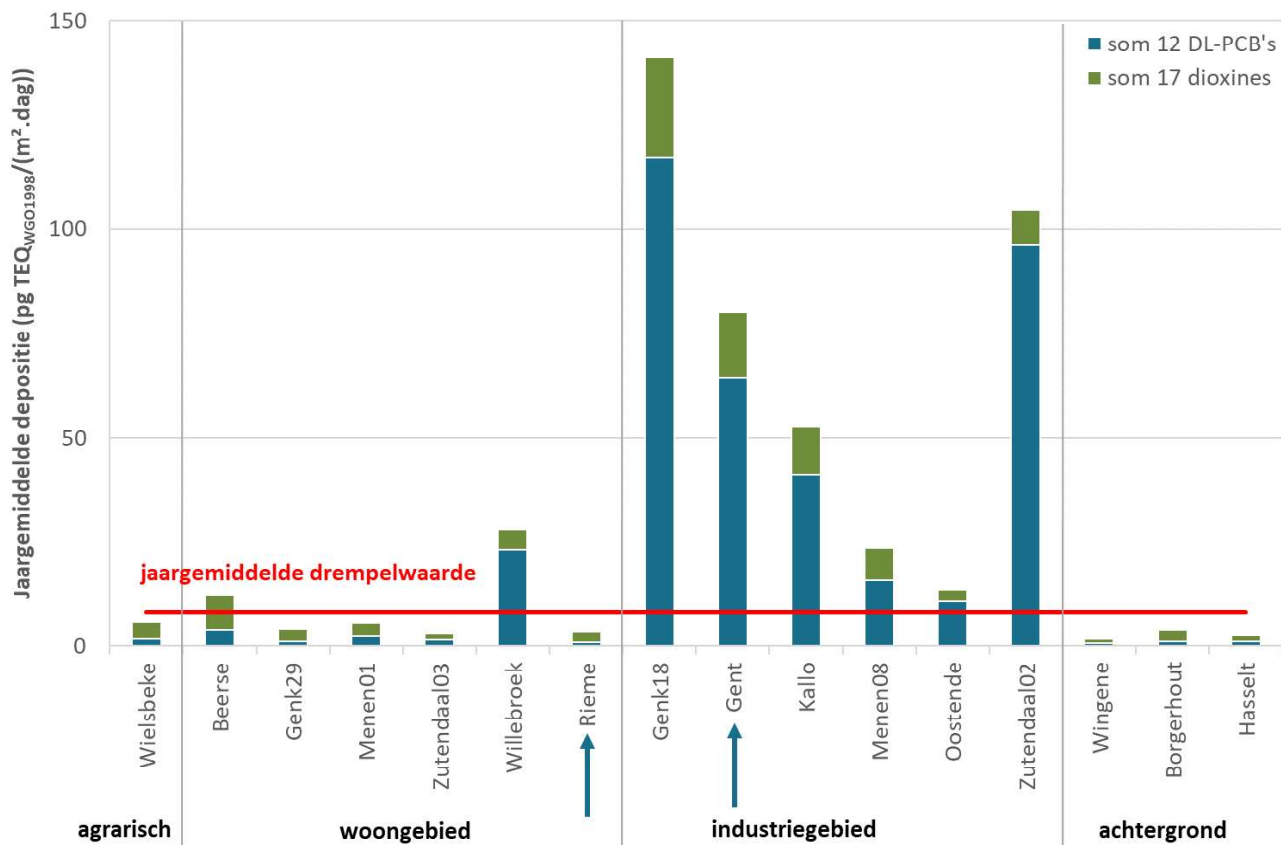
Vergelijken we de dioxine- en PCB-deposities (somresultaten) op GN18 (Gent) met meetposten in de nabijheid van andere shredders (alle locaties behalve Wielsbeke, Beerse, Rieme en achtergrondlocaties), dan zien we hetzelfde stramien: hoge depositiewaarden worden afgewisseld met lagere waarden. Enkel in Menen zit er minder variatie op de meetwaarden, zie Figuur 40. De meetwaarden op EG05 (Rieme) zijn laag.

Figuur 41 vergelijkt het aandeel jaargemiddelde dioxines en PCB's. Hier is te zien dat het PCB-aandeel veel hoger is op meetplaatsen nabij shredderbedrijven.

Figuur 40: Overzicht depositiestalen dioxines en dioxineachtige PCB's in 2023 in Vlaanderen



Figuur 41: Overzicht jaargemiddelde depositie van dioxines en dioxineachtige PCB's in 2023 in Vlaanderen. Toetsing aan het jaargemiddelde is indicatief omdat er niet gedurende een volledig jaar gemeten wordt.

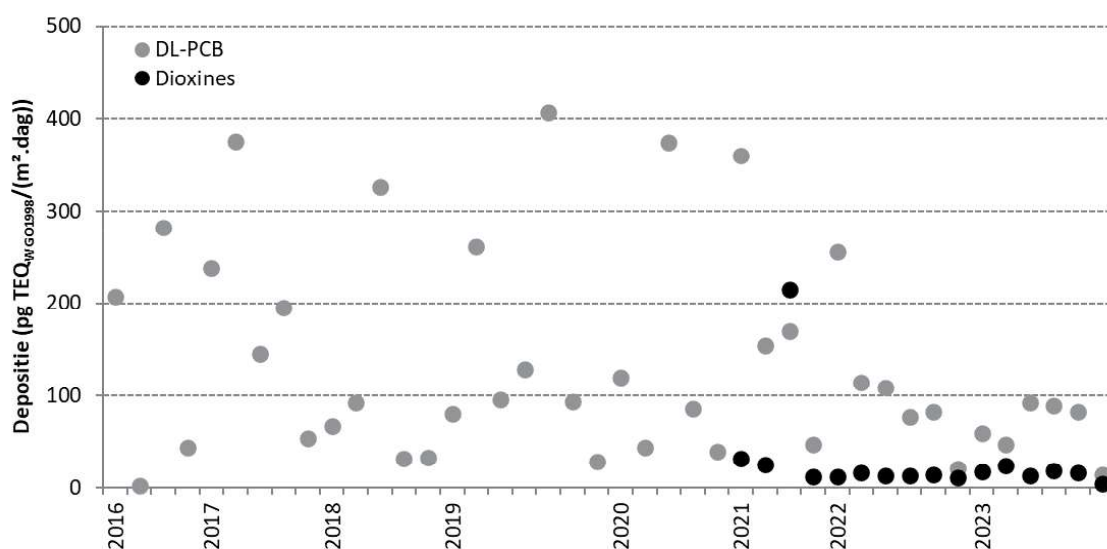


## 5.3 Trend van dioxine- en PCB-depositie

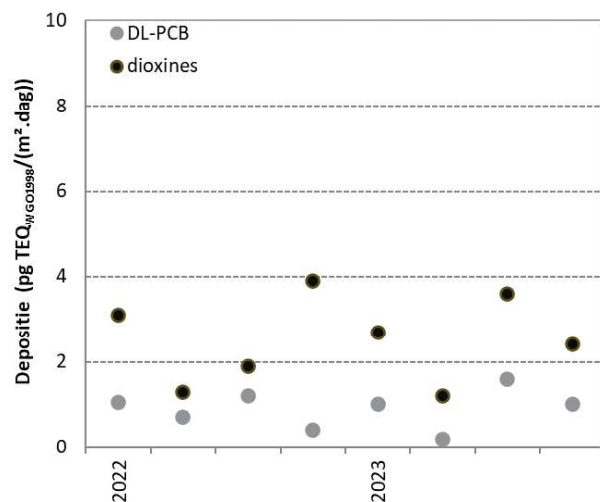
In Figuur 42 tonen we voor de meetplaats GN18 de evolutie van de somdepositie van 17 dioxines en 12 dioxineachtige PCB's (DL-PCB) vanaf 2016 omdat vanaf dan de volledige set van 12 DL-PCB geanalyseerd werd. Vanaf 2021 worden ook de dioxines geanalyseerd.

Uit de figuur blijkt dat de PCB-depositie een globaal dalend verloop vertoont. Vanaf 2022 ligt de PCB-depositie een stuk lager maar we zien nog steeds een zekere fluctuatie tussen de meetwaarden. De dioxinedepositie is veel lager dan de PCB-depositie, op één staal na. Toch is ze hoger dan in een achtergrondgebied (Figuur 41). Eerder onderzoek toonde aan dat de verontreiniging meestal beperkt blijft tot enkele honderden meters rond een shredderbedrijf.

Figuur 42: Trend depositie dioxines en DL-PCB op meetplaats GN18 (Scheepzatestraat) in de Gentse kanaalzone



De metingen in Rieme gingen in 2022 van start. Figuur 43 toont dat alle meetwaarden in dezelfde grootteorde liggen. De dioxinewaarden zijn iets hoger dan de PCB-waarden. Deze waarden benaderen wat we in 2023 op de 3 achtergrondlocaties (zonder industriële bron) meten, zie Figuur 40 en Figuur 41.



Door de grote impact van het weer op de depositiewaarden kunnen we echter moeilijk uitspraken doen over de langetermijntrends. Wind en regen bepalen namelijk in grote mate de lokale depositie nabij bronnen.

## 6 POLYCYCLISCHE AROMATISCHE KOOLWATERSTOFFEN (PAK'S)

PAK's zijn organische verbindingen die bestaan uit gekoppelde aromatische ringen. Ze komen onder meer voor in ruwe olie, kolen en teer en ontstaan bij de verbranding van fossiele brandstoffen of biomassa. Houtverbranding is waarschijnlijk de belangrijkste bron van PAK's in Vlaanderen. We stellen ons ook bloot aan PAK's via sigarettenrook, het aanbranden van vlees (bijvoorbeeld op de barbecue) en gerookte etenswaren. Verkeer, en vooral diesellootvoertuigen, zijn ook een belangrijke bron voor bepaalde soorten PAK's

PAK's komen in ons lichaam terecht via voedsel of door ze in te ademen. Verschillende PAK-verbindingen zorgen voor DNA-schade en zijn daardoor erg kankerverwekkend. De bekendste en meest kankerverwekkende PAK is benzo(a)pyreen, afgekort als BaP.

PAK's kunnen op 2 manieren gemeten worden. Enerzijds kunnen de vrijgekomen PAK's zich binden aan fijne stofdeeltjes in de lucht. Op deze manier kunnen de PAK's zich op grotere afstanden verspreiden. Deze zwevende PAK's worden gemeten in PM<sub>10</sub>-stof, door lucht doorheen een filter te zuigen en deze filters te analyseren. Anderzijds kunnen PAK's binden aan grotere deeltjes. Deze deeltjes vallen relatief dicht bij de plaats waar ze ontstaan neer. Depositie metingen meten het PAK's-gehalte in neervallend stof. Gedurende vier weken wordt er bemonsterd met een fles met een grote glazen trechter. De bemonstering is continu, er zijn dus voor elke meetplaats 13 monsters per jaar. De hoeveelheid benzo(a)pyreen, de best gekende en meest kankerverwekkende van de PAK's, wordt gemeten en gebruikt als maatstaf voor het effect van alle PAK's samen.

Voor PAK's in PM<sub>10</sub> bestaat er een Europese streefwaarde van 1 ng/m<sup>3</sup>. Voor PAK's in depositie zijn er geen toetsingswaarden en kunnen er dus enkele relatieve uitspraken gedaan worden over de onderlinge verhouding tussen de meetplaatsen.

### 6.1 PAK's in neervallend stof (depositie)

Figuur 44 toont de jaargemiddelden van benzo(a)pyreen, gemeten in depositie.

In vergelijking met de andere meetplaatsen in de omgeving, werden op de meetplaats op de Meulestedekaai vanaf 2019 verhoogde waarden gemeten. Deze locatie bevindt zich nabij bewoning dichtbij Woodprotect nv, waar onder meer oude treinbielzen worden vernalen. Deze activiteit was de oorzaak van de verhoogde PAK waarden omdat de treinbielzen behandeld waren met teer en teer veel PAK's bevat. Het bedrijf nam verschillende maatregelen om de verspreiding van vervuild stof tegen te gaan, zoals de plaatsing van vernevelingskanonnen en een watergordijn. Omdat het proces vrij grof stof veroorzaakt, valt dit vermoedelijk vooral relatief dicht bij de bron neer, waardoor het risico voor de omwonenden waarschijnlijk beperkt blijft. Afdeling Handhaving volgt de situatie verder op. Meer info hierover is terug te vinden op <https://logogezondplus.be/meulestede>.

In 2023 was het jaargemiddelde BaP op de Meulestedekaai lager dan in 2022, net als op de andere meetplaatsen in de omgeving.

In Rieme werd in 2021 een verhoogde waarde gemeten. Dit was toe te schrijven aan één hoge meetwaarde en dit fenomeen herhaalde zich niet in 2022 en 2023.

Door de grote impact van het weer op de depositiewaarden kunnen we echter moeilijk uitspraken doen over de langetermijntrends. Wind en regen bepalen namelijk in grote mate de lokale depositie nabij bronnen.

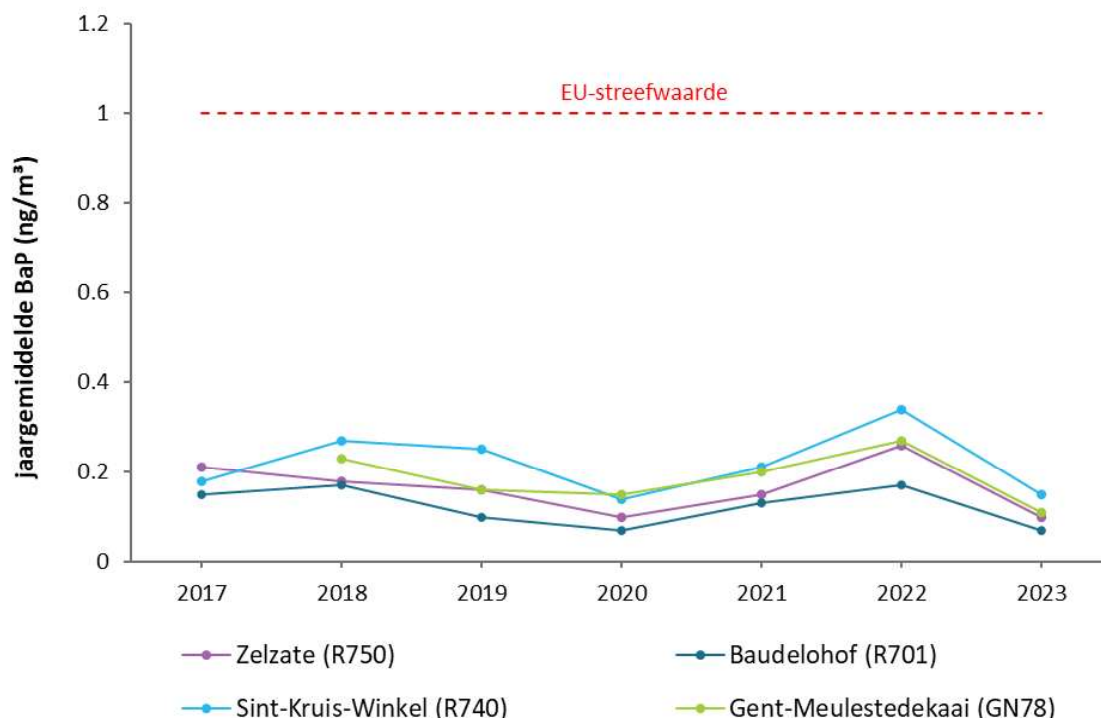
| Jaar | Zelzate (R750) | Zelzate-Karnemelkstraat (ZL06) | Gent-Meulestedekaai (GN78) | Rieme (EG05) | mediaan van PAK meetnet |
|------|----------------|--------------------------------|----------------------------|--------------|-------------------------|
| 2017 | 45             | 55                             | 90                         | 45           | 45                      |
| 2018 | 35             | 145                            | 95                         | 65           | 65                      |
| 2019 | 30             | 35                             | 405                        | 40           | 35                      |
| 2020 | 30             | 30                             | 335                        | 75           | 50                      |
| 2021 | 40             | 50                             | 145                        | 130          | 50                      |
| 2022 | 35             | 60                             | 230                        | 40           | 40                      |
| 2023 | 25             | 30                             | 145                        | 25           | 25                      |

Op de Meulestedekaai (GN78) en in Zelzate (R750) wordt er zowel PAK in depositie als PAK in de lucht gemeten. PAK's in de lucht worden verder ook al meerdere jaren gemeten in het Baudelohof (R701) en in Sint-Kruis-Winkel (R740). Figuur 45 toont het jaargemiddelde voor BaP in de lucht op deze 4 meetplaatsen.

In 2023 zien we nu een sterke daling. Dit is vermoedelijk het gevolg van gunstiger weer en lagere energieprijzen waardoor er minder hout gestookt werd.

De Europese streefwaarde van 1 ng/m<sup>3</sup> wordt overal gehaald, ook in de rest van Vlaanderen.

Figuur 45: jaargemiddelde concentratie van zwevend benzo(a)pyreen op meetplaatsen in de Gentse kanaalzone en Gent-centrum



De WGO drukt de schadelijkheid van benzo(a)pyreen uit als het aantal extra kankergevallen bij een levenslange blootstelling aan een bepaalde concentratie. Risico's groter dan 1 op 1.000.000 zijn gezondheidskundig 'niet verwaarloosbaar'. In Vlaanderen zijn er 7 meetplaatsen (waarvan 4 gelegen in Gent en Gentse kanaalzone, zie Figuur 45). Het extra risico op kanker bij levenslange blootstelling varieert in heel Vlaanderen van 1/300.000 tot 1/80.000. Op alle 7 meetplaatsen in Vlaanderen zijn de risico's dus gezondheidskundig 'niet verwaarloosbaar'. In Sint-Kruis-Winkel bedraagt het extra risico op kanker bij levenslange blootstelling 1/80.000, in Gent-Meulestedekaai 1/110.000, in Zelzate 1/120.000 en in Baudelohof 1/160.000

## 7 EFFECT VAN DE INVOER VAN DE LAGE-EMISSIONEZONE

In een lage-emissiezone worden de meest vervuilende voertuigen stapsgewijs gebannen om de luchtkwaliteit en de gezondheid van de inwoners in die zone te verbeteren.

### 7.1 Inleiding

In april 2017 voerde de stad Gent een **circulatieplan** in om doorgaand verkeer in de binnenstad te ontmoedigen, de bereikbaarheid voor voetgangers, fietsers, openbaar vervoer en plaatselijk verkeer te garanderen en de leefbaarheid van de bewoners te verbeteren.

Op 1 januari 2020 werd een **lage-emissiezone** (LEZ) ingevoerd in de Gentse binnenstad met als doel de luchtkwaliteit te verbeteren. Sinds dan zijn alleen nog dieselloze voertuigen met een euronorm 5 en hoger en benzinevoertuigen met euronorm 2 en hoger toegelaten<sup>10</sup> in de zone binnen de kleine ring (R40). De maatregel wil de autonome evolutie (waarbij oudere, meer vervuilende voertuigen vanzelf uit het wagenpark verdwijnen) versnellen. Dit via een verschuiving in het aankoopgedrag richting benzinevoertuigen, elektrische voertuigen of voertuigen op gas geflankeerd met het sturen naar andere vervoersalternatieven zoals deelwagens, (elektrische) fiets of openbaar vervoer via subsidies bij het schrappen van een nummerplaat<sup>11</sup>.

#### 7.1.1 Hoe brengen we het effect van een LEZ best in kaart?

In 2020 werd er een uitgebreide evaluatie<sup>12</sup> uitgevoerd van het effect van de lage emissiezones. Het effect van een LEZ kan onder meer in kaart gebracht worden door de impact ervan op de vergroening van het wagenpark. Hier gaan we in paragraaf 7.3 dieper op in.

Om enkel het lokale effect van een LEZ bij volgende verstrengingen te kennen, heeft VMM in 2024 door VITO emissieberekeningen laten uitvoeren in een scenario met LEZ (inclusief verstrengingen) en een scenario zonder LEZ. Dit wordt besproken in paragraaf 7.4.1. Het belang van een LEZ wordt ook aangetoond aan de hand van voertuigemissie-monitoring. Hier gaan we dieper in op in paragraaf 7.4.2.

Een uitspraak doen over het effect van de lage-emissiezone op de gemeten concentraties in de omgevingslucht is niet evident. Een daling in verkeersemissies door de LEZ vind je zelden één op één terug in de gemeten concentraties (tenzij bij lange tijdsreeksen). Hiervoor zijn verschillende redenen:

- Wisselende meteorologische omstandigheden van jaar tot jaar kunnen een grote impact hebben op de gemeten concentraties.
- Er zijn behalve verkeer ook andere bronnen voor NO<sub>2</sub> en zwarte koolstof (roet)
- Emissies en trends in de rest van Vlaanderen, andere gewesten en het buitenland dragen bij tot de concentratie van vervuilende stoffen in de Gentse binnenstad.

Naast de hierboven vermelde algemene aspecten, zijn er ook nog enkele specifieke fenomenen die het meten van effecten soms moeilijk maken:

- Binnen de LEZ kunnen bepaalde verkeersmaatregelen of wegenwerken leiden tot andere verkeersstromen in de binnenstad en tot meer of minder verkeer in de omgeving van de meetplaatsen (vergeleken met voorgaande jaren).

<sup>10</sup> <https://stad.gent/nl/mobiliteit-openbare-werken/lage-emissiezone/hoe-weet-je-je-voertuig-de-lage-emissiezone-lez-mag-inrijden>

<sup>11</sup> <https://apidg.gent.be/supporting/dss-public/v1/sharedfiles/5d0ddbcb-a8fd-4911-8faf-709f60593985>

<sup>12</sup> Departement Omgeving (2020), Impact van de lage-emissiezones op het wagenpark, de luchtkwaliteit en sociaal kwetsbare groepen, Eindrapport – november 2020, <https://www.vlaanderen.be/publicaties/impact-van-de-lage-emissiezones-op-het-wagenpark-de-luchtkwaliteit-en-sociaal-kwetsbare-groepen-eindrapport>

- Mensen hebben bij aanschaf van een nieuwe wagen geanticipeerd op de invoering van de LEZ, waardoor het wagenpark niet op één dag wijzigt. De invoering (en verdere verstrengingen) van de LEZ werd immers al een paar jaar eerder aangekondigd.
- De LEZ in Gent zorgt ook voor een wijziging van het wagenpark buiten de LEZ en zal ook daar de concentraties beïnvloeden. Het evaluatierapport LEZ<sup>12</sup> toonde aan dat de invoer van de LEZ - samen met de aanpassing van de brandstofaccijnzen en de vergroening van de verkeersfiscaliteit- heeft geleid tot een versnelde vergroening van het wagenpark, zowel binnen de LEZ als in de rest van Vlaanderen. Hierdoor is het moeilijk om een achtergrondcorrectie uit te voeren op basis van locaties waar er ‘geen effect’ verwacht wordt.

Om het effect van de invoering van de LEZ in Gent te beoordelen via meting, zouden we in het ideale geval de concentraties binnen de LEZ moeten vergelijken met de concentraties binnen een sterk vergelijkbare stedelijke omgeving waar er geen LEZ ingevoerd is. Zo zou de impact van het weer en van de autonome vernieuwing van het wagenpark in Vlaanderen op de concentraties kunnen worden ingeschat en zouden we een netto-effect van de LEZ kunnen berekenen. Maar verkeersgerichte luchtkwaliteitsmetingen in andere Vlaamse steden zijn beperkt en ook in deze steden zijn er vaak maatregelen of initiatieven die een impact hebben op de luchtkwaliteit.

Alle bovenstaande redenen samen maken het moeilijk een algemene uitspraak te doen over het lokale netto-effect van de LEZ op de gemeten concentraties. Om toch proberen het effect te bepalen van de lage-emissiezone op de gemeten concentraties, worden in paragraaf 7.5 concentraties van de meetplaatsen binnen een LEZ in 2023 vergeleken met het jaar voor de invoer van de LEZ in Gent (2019).

Ook modellering van de concentraties biedt een oplossing waarbij alle parameters constant worden gehouden en enkel de impact van het invoeren van een LEZ in kaart wordt gebracht. Hierop wordt ingegaan in 7.6.

## 7.2 Verdere verstrengingen

De volgende verstrenging<sup>13</sup> was oorspronkelijk voor 2025 gepland, maar werd op Vlaams niveau uitgesteld naar 2026. In het recente Vlaamse regeerakkoord (oktober 2024) staat dat de Vlaamse regering het wettelijk kader rond de LEZ niet verder wenst te verstrengen dan de voorwaarden die van kracht waren op 1 september 2023. De toekomstige verstrengingen zijn dus onder voorbehoud van de inhoud en timing van uitvoering van deze passage uit het regeerakkoord.

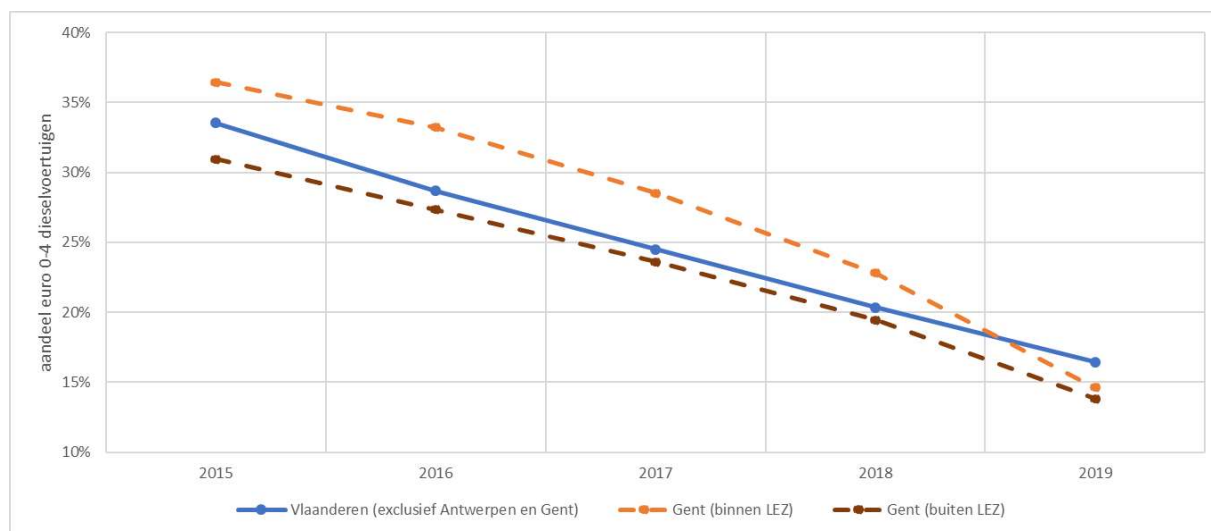
Op basis van het huidig regelgevend kader ligt tot 1 januari 2026 de focus op het bannen van oude dieselwagens zonder roetfilter omdat die voertuigen zeer veel schadelijk roet uitstoten. Dieselwagens zonder roetfilter zijn euro 4 en ouder. Momenteel mag euro 5 (en recenter) de LEZ vrij binnen rijden, en zijn voor euro 4 enkel toelatingen mogelijk mits betaling. Oude benzinewagens (euro 2) zijn wel nog vrij toegelaten omdat hun roetuitstoot gelijkaardig is aan de roetuitstoot van dieselwagens met roetfilter. Sinds euro 5 moeten alle dieselwagens een roetfilter hebben, waardoor de impact op BC-emissies daalt. Zodra de roetuitstoot maximaal is teruggedrongen, verschuift (cfr het huidige LEZ-kader) de focus naar het terugdringen van de uitstoot van stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) vanaf 1 januari 2026. Vanaf 2026 zouden ook de recentere dieselwagens met een roetfilter (euro 5) in het vizier komen omdat die in de praktijk ook nog veel NO<sub>x</sub> uitstoten. De uitstoot van NO<sub>x</sub> daalt pas vanaf euro 6 en vooral vanaf de invoering van euro 6d-temp en 6d. Ook voor benzinewagens zouden de toegangscriteria geleidelijk strenger worden, maar benzinewagens tot ongeveer 25 jaar oud blijven toegelaten omdat benzinewagens (veel) minder stikstofoxiden uitstoten dan dieselwagens van dezelfde leeftijd.

<sup>13</sup> <https://www.vmm.be/beleid/luchtbeleid/transportbeleid/lage-emissiezones-lez/criteria-lage-emissiezones-op-basis-van-euronormen>

## 7.3 Vergroening van het wagenpark

Op 1 januari 2020 werd een **lage-emissiezone** (LEZ) ingevoerd in de Gentse binnenstad. Dieselloertuigen zonder roetfilter met een euronorm 0 t.e.m. 4 waren er vanaf dan niet meer vrij toegelaten. Figuur 46 toont het aandeel euro 0-4 dieselloertuigen in Gent en Vlaanderen van 2015 tot en met 2019. Het aandeel euro 0-4 dieselloertuigen in Gent daalde tot 2017 ongeveer even sterk als het Vlaamse gemiddelde, maar vanaf 2019 zien we dit aandeel beduidend sneller dalen in Gent dan in de rest van Vlaanderen (zie Figuur 46). In 2019 verdwenen oude dieselloertuigen zonder roetfilter bijna dubbel zo snel uit het wagenpark van de lage-emissiezone in Gent dan in de rest van Vlaanderen. Dus al in het jaar vóór de invoering van de lage-emissiezone heeft de aangekondigde lage-emissiezone het wagenpark van de inwoners sterk beïnvloed. En omdat wagens met een lagere uitstoot ook buiten de LEZ rondrijden, is er ook effect buiten de LEZ.

Figuur 46: Trend van het aandeel dieselloertuigen met euronorm 0 t.e.m. 4 tussen 2015 en 2019 voor de voertuigregistraties in Gent (binnen en buiten de zone) en in de rest van Vlaanderen.



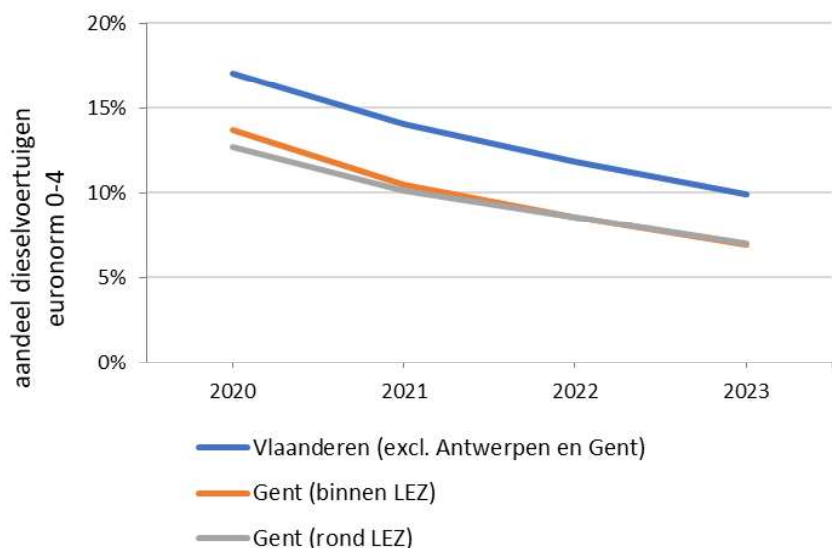
Figuur 46 toont de evolutie tot 2019. Voor de recentere jaren werd in juni 2024 een korte bijkomende evaluatie uitgevoerd, getoond in Figuur 47. Deze figuur toont het aandeel van dieselloertuigen met een euronorm van 4 of lager (die niet zijn toegelaten in de LEZ) tussen 2020 en 2023, voor Gent en voor de rest van Vlaanderen (excl Antwerpen). Het aandeel diesel personenwagens met euronorm 0–4 ligt in Vlaanderen in 2023 op het niveau van het aandeel in Gent in 2021. Hieruit blijkt dat de vergroening van het particuliere wagenpark (i.e. het verdwijnen van de oudste dieselwagens) door de LEZ in Gent 2 jaar voorloopt op de vergroening van het wagenpark in de rest van Vlaanderen.

Er is hierbij nauwelijks verschil tussen de zone binnen en rondom de LEZ<sup>14</sup>, wat betekent dat ook het wagenpark in de buurt van een LEZ wordt beïnvloed.

Let wel, in vergelijking met het rapport van 2020 en Figuur 46 worden hier enkel de particuliere wagens meegenomen (wagens in privébezit). Hierdoor zijn de percentages in beide figuren onderling niet vergelijkbaar.

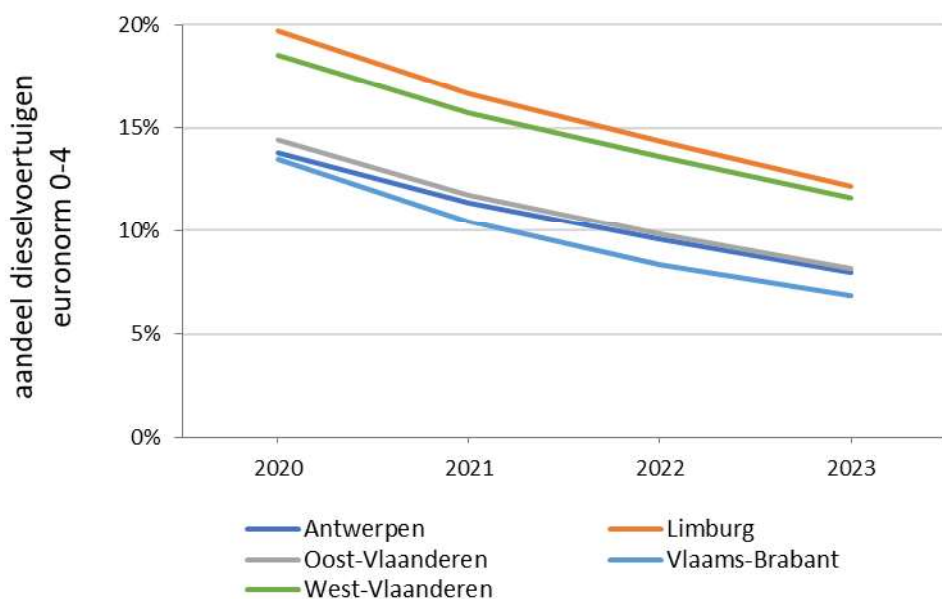
<sup>14</sup> Analyse is gebeurd op postcode-niveau. De postcodes vallen niet volledig samen met de afbakening van de LEZ. De zone 'buiten de LEZ' bevat de postcodes rond de LEZ in Gent.

Figuur 47: Aandeel diesel personenwagens met euronorm 0 t.e.m. 4 in privébezit in Vlaanderen (zonder Antwerpen en Gent), binnen en rondom de LEZ in Gent



Ook op provinciaal niveau is het effect van de snellere vergroening van het oude dieselwagenpark (euro 0 t.e.m. 4) ook te zien. De vergroening in Limburg en West-Vlaanderen ligt op het niveau dat Oost-Vlaanderen, Antwerpen en Vlaams Brabant in 2020 hadden, en loopt dus 3 jaar trager ten opzichte van de andere Vlaamse provincies (die worden beïnvloed door de LEZ in Gent, Antwerpen en Brussel) (zie Figuur 48).

Figuur 48: Aandeel diesel personenwagens met Euronorm 0 t.e.m. 4 in privébezit in de verschillende provincies in Vlaanderen





scenario zonder LEZ wordt rekening gehouden met de vergroening van de Vlaamse vloot als gevolg van het beleid (waaronder de impact van LEZ op de globale vergroening van het park).

In Gent zou het verdwijnen van de LEZ-zone betekenen dat de NO<sub>x</sub>-emissies in 2026 ongeveer 28 % hoger liggen (en ongeveer 57 % in 2028), in vergelijking met de situatie in hetzelfde jaar wanneer de LEZ (inclusief verstrengingen in resp. 2026 en 2028) behouden blijft. Het behoud van de LEZ-zone is dus belangrijk. Elke volgende fase brengt een emissiereductie mee. Die milieuwinst wordt ook steeds groter in de tijd. Verdere verstrengingen van de toelatingsvoorwaarden in een LEZ kunnen belangrijk zijn om de NO<sub>x</sub> emissies in de zones te verminderen.

#### 7.4.2 Gemeten emissies in stedelijke rijcondities

Via emissiemeetcampagnes met remote sensing (= teledetectie) krijgen we een beter zicht op de werkelijke uitstoot van wagens. In 2019 voerde Vlaanderen een remote sensing campagne uit, waarbij de uitstoot van ongeveer 200.000 voertuigen gemeten werd<sup>16</sup>. In 2021 vond een remote sensing campagne plaats in Schotland<sup>17</sup> in steden met geplande lage emissiezones. Omdat deze metingen een gedetailleerd inzicht geven in stedelijke rijcondities, tonen we enkele resultaten uit deze Schotse campagne.

Uit beide remote sensing campagnes blijkt dat typische stedelijke rijcondities (koude start en lage snelheid) bijdragen aan hogere emissies. Zo zijn de NO<sub>x</sub>-emissies van een euro 6 diesel personenwagen 40 % hoger bij stedelijke rijcondities dan op snelwegen. Euro V en euro VI vrachtwagens stoten in stedelijke rijcondities dubbel zoveel NO<sub>x</sub> uit dan op snelwegen. Ook voor bussen geldt dat ze in deze rijcondities hogere NO<sub>x</sub>-emissies hebben.

De NO<sub>x</sub>-uitstoot van dieselpersonenwagens daalt pas sterk vanaf euro 6d-temp en euro 6d, terwijl dit voor benzinevoertuigen reeds een meer geleidelijke daling is vanaf de oudere euronormen, zoals wordt getoond in Figuur 49. Euro 5 dieselwagens, die vanaf 2026 geweerd zouden worden uit een LEZ, hebben een hoge NO<sub>x</sub>-uitstoot. De invoering van de verstrenging in 2026 zou dus een belangrijk effect hebben op de NO<sub>x</sub>-emissies en NO<sub>2</sub>-concentraties.

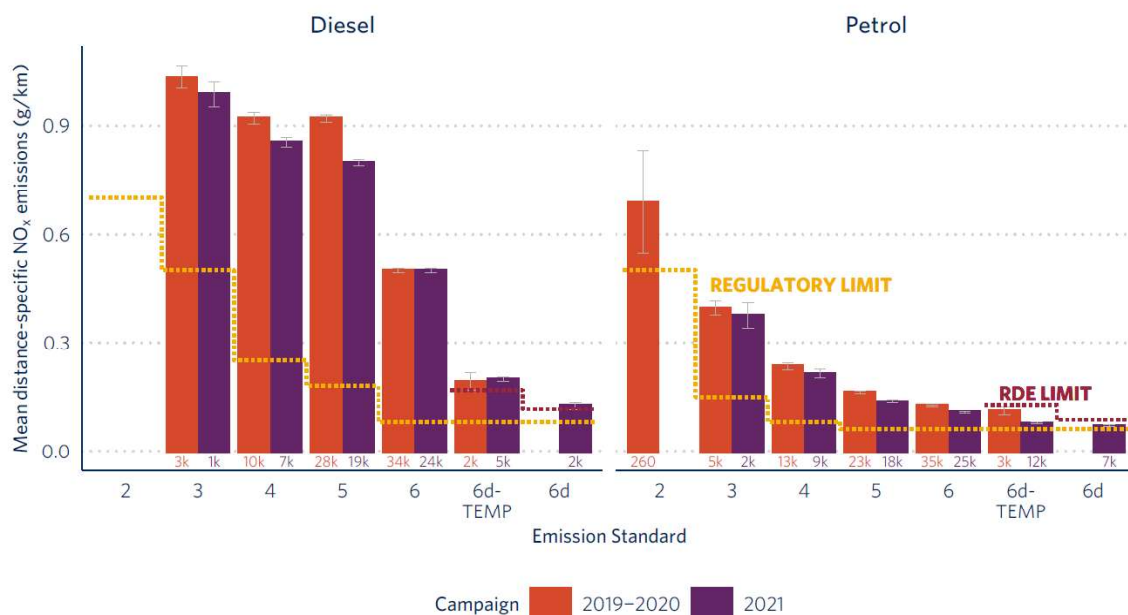
Figuur 49 toont eveneens dat op basis van reëel rijgedrag voor de recente euronorm 6d-temp en 6d dieselpersonenwagens hogere NO<sub>x</sub>-emissies vastgesteld werden dan de wettelijke uitstootnormen (real driving emissions, RDE-limiet). Voor benzinepersonenwagens worden de RDE-limieten wel gehaald voor de recente euronormen 6d-temp en 6d. Volgens de huidige toegangsvoorwaarden in Vlaanderen zouden euro 6 en 6d-temp geweerd worden in de LEZ vanaf 2028 en euro 6d vanaf 2031. Ook de verstrengingen in 2028 en 2031 zouden dus een effect hebben op de NO<sub>x</sub>-emissies en NO<sub>2</sub>-concentraties, in het bijzonder in stedelijke condities.

---

<sup>16</sup> <https://www.vmm.be/beleid/luchtbeleid/transportbeleid/hoe-gaan-we-emissiefraude-in-het-verkeer-aanpakken>

<sup>17</sup> ICCT, Assessment of real-world vehicle emissions in cotland in 2021, juni 2023, <https://theicct.org/wp-content/uploads/2023/06/true-scotland-remote-sensing-jun23.pdf>

Figuur 49: NO<sub>x</sub>-emissies van personenwagens per brandstof en euronorm, waarbij de gele stippellijn de maximaal toegelaten uitstoot aangeeft en de rode stippellijn de maximaal toegelaten uitstoot volgens Real Driving Emissions (RDE). (Bron: ICCT, Assessment of real-world vehicle emissions in Scotland in 2021)



**Figure 8.** Mean distance-specific NO<sub>x</sub> emissions from passenger cars measured in Scotland in 2019-2020 and 2021. The number of measurements is presented below each bar and only measurements of over 100 are presented. Whiskers represent the 95% confidence interval of the mean. Distance-specific NO<sub>x</sub> emissions were not calculated for the 2017 measurements. Type-approval limits are indicated in dotted yellow line and RDE limits in red dotted line.

Uit de campagne in Schotland blijkt verder dat bussen met euronorm VI d 80 % minder emissies hebben dan bussen met euronorm VI. Volgens de geplande verstrengingen, zouden in Vlaanderen bussen met euronorm VI toegelaten zijn tot 2035, vanaf 2035 zouden ze moeten voldoen aan euronorm VIe. Bussen voor openbaar vervoer zouden vanaf 2027 emissievrij moeten rondrijden in de LEZ.

## 7.5 Invloed van de LEZ op de gemeten concentraties

### 7.5.1 Jaargemiddelde concentraties in Gent en Gentse agglomeratie

In deze paragraaf vergelijken we de gemeten concentraties van de meetplaatsen binnen de LEZ in 2023 met het jaar vóór de invoer van de LEZ in Gent (2019). Gezien binnen de lage emissiezone momenteel wagens met een hoge roetuitstoot worden geweerd, kijken we hier naar de gemeten concentraties van zwarte koolstof.

Tabel 16 toont de jaargemiddelden zwarte koolstof gemeten op de meetplaatsen in Gent-centrum en Zelzate tussen 2019 en 2023 en het absoluut en relatief verschil tussen 2023 en 2019.

Op alle meetplaatsen is de concentratie zwarte koolstof gedaald. Vergelijken we 2023 met 2019, het jaar voor de invoer van de LEZ, dan variëren de dalingen in de meetstations tussen 0,39 en 0,86 µg/m<sup>3</sup>, of relatief tussen 35 % en 54 %. De concentraties daalden het sterkst op de verkeersgerichte meetplaatsen in de Lange Violettestraat (R703). Zelzate (R750) ligt buiten de LEZ. De Gustaaf Callierlaan (R702) ligt omringd door LEZ, maar ligt er zelf net buiten. Het Baudelohof en de Lange Violettestraat liggen in de LEZ, waarbij het Baudelohof geen directe beïnvloeding van nabij druk verkeer heeft.

Tabel 16: Absoluut en relatief verschil in de jaargemiddelden bij vergelijking van 2023 ten opzichte van 2019 voor zwarte koolstof ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

| Naam meetplaats      | Code | Jaargemiddelden ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |      |      |      |      | 2023 vs 2019             |     |
|----------------------|------|----------------------------------------------|------|------|------|------|--------------------------|-----|
|                      |      | 2019                                         | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | %   |
| Baudelohof           | R701 | 1,02                                         | 0,75 | 0,82 | 0,84 | 0,63 | -0.39                    | -38 |
| Gustaaf Callierlaan  | R702 | 1,30                                         | 0,85 | 0,93 | 0,92 | 0,70 | -0.60                    | -46 |
| Lange Violettestraat | R703 | 1,58                                         | 0,87 | 0,94 | 0,98 | 0,72 | -0.86                    | -54 |
| Zelzate              | R750 | 1,11                                         | 0,87 | 0,90 | 0,93 | 0,72 | -0.39                    | -35 |

### 7.5.2 Vergelijking met overige meetstations in Vlaanderen

De trends op meetstations buiten de LEZ kunnen een indicatie geven van het netto-effect van de LEZ. Zoals al werd aangegeven in 7.1.1, is deze aanpak niet perfect. De gemeten concentraties gelden als aanvulling op de resultaten bekomen via modellering en emissies.

Figuur 50 toont voor locaties die binnen een LEZ liggen (zowel in Gent als Antwerpen) en locaties die buiten een LEZ liggen (over heel Vlaanderen, zowel landelijke als industrieel gerichte locaties), de procentuele afname van de concentratie aan zwarte koolstof in 2023, ten opzichte van 2019 (de situatie vóór de invoering van de LEZ in Gent).

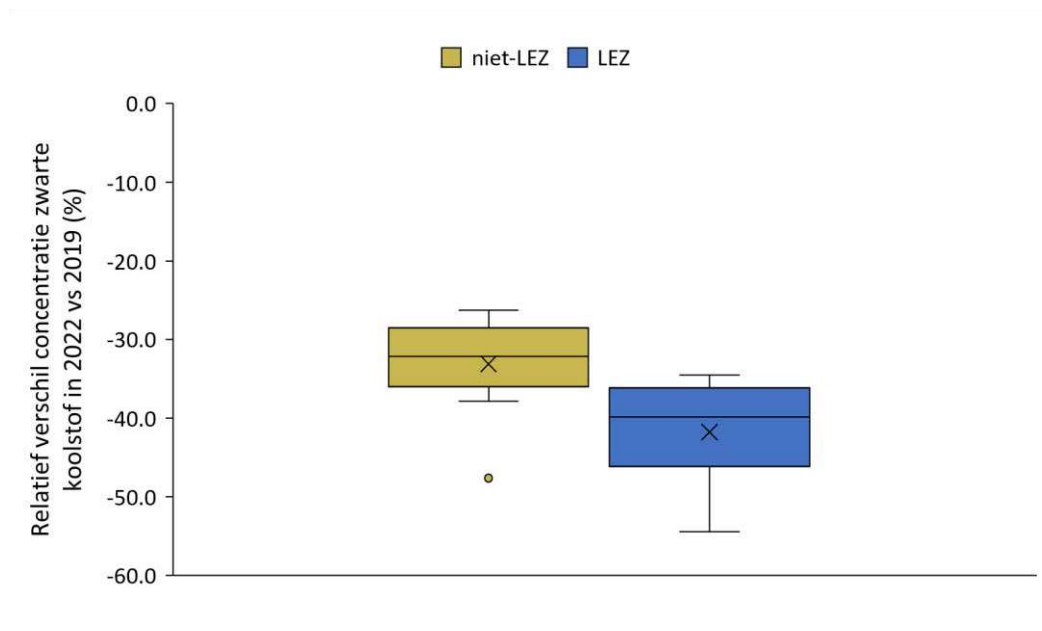
De boxplots tonen dat op locaties binnen een LEZ (zowel in Gent als Antwerpen) de concentratie zwarte koolstof met gemiddeld 42 % is afgenomen ten opzichte van 2019.

Op de locaties buiten of op de rand van een LEZ (dit omvat zowel landelijke, verkeersgerichte als industriële locaties) is de gemeten procentuele afname in zwarte koolstof kleiner (gemiddeld een afname van 34 %). Het sterkste verschil daar was een daling van 48 % ten opzichte van 2019. Dit werd gemeten op de ring van Antwerpen, een locatie op de rand van de LEZ.

De concentratie zwarte koolstof is dus op alle locaties in heel Vlaanderen gedaald, en gemiddeld sterker op locaties in een LEZ.

In Antwerpen werd de LEZ in 2017 ingevoerd. Wanneer de concentratie zwarte koolstof gemeten in Antwerpen in 2023 wordt vergeleken met 2016 (het jaar vóór de invoering), wordt ook een grotere daling aan zwarte koolstof gemeten in en aan de rand van de Antwerpse LEZ (gemiddelde relatieve daling van 58 %) in vergelijking met buiten Antwerpen (gemiddelde relatieve daling van 43 %).

Figuur 50: Boxplot met de relatieve daling in de concentratie zwarte koolstof in 2023, ten opzichte van 2019 (het jaar vóór de LEZ), voor meetplaatsen in Vlaanderen die níét in een LEZ liggen en meetplaatsen die wél in een LEZ liggen (Gent en Antwerpen). Een boxplot toont de verdeling van de gegevens. Het kruis in de boxplot geeft de gemiddelde waarde van de dataset aan, de horizontale lijn in de box de mediaan. De horizontale lijntjes buiten de box maar verbonden met de box zijn de laagste en hoogste waarde van de dataset. Datapunten buiten de box die niet verbonden zijn met de box zijn uitschieters.



Vanaf 2026 verwachten we, op basis van het huidige geldend LEZ-kader, ook een effect op de NO<sub>x</sub>-emissies.

## 7.6 Impact LEZ op gemodelleerde concentraties

Op de conferentie “Healty cities, healthy people” van 23 april 2024 (georganiseerd door de onafhankelijke ziekenfondsen en HEAL<sup>18</sup>) stelden de onafhankelijke ziekenfondsen de resultaten van de studie over de impact van lage emissies in België op de gezondheid voor. In het najaar van 2024 publiceren de onafhankelijke ziekenfondsen het rapport en een beleidsbrief. Uit de toelichting tijdens de conferentie blijkt dat in de periode 2016-2022 vergeleken met controlesteden in Vlaanderen de NO<sub>2</sub>-concentraties (gemodelleerd met ATMO-Street) in Antwerpen sterker gedaald zijn sinds de invoering van de LEZ dan in de rest van Vlaanderen.

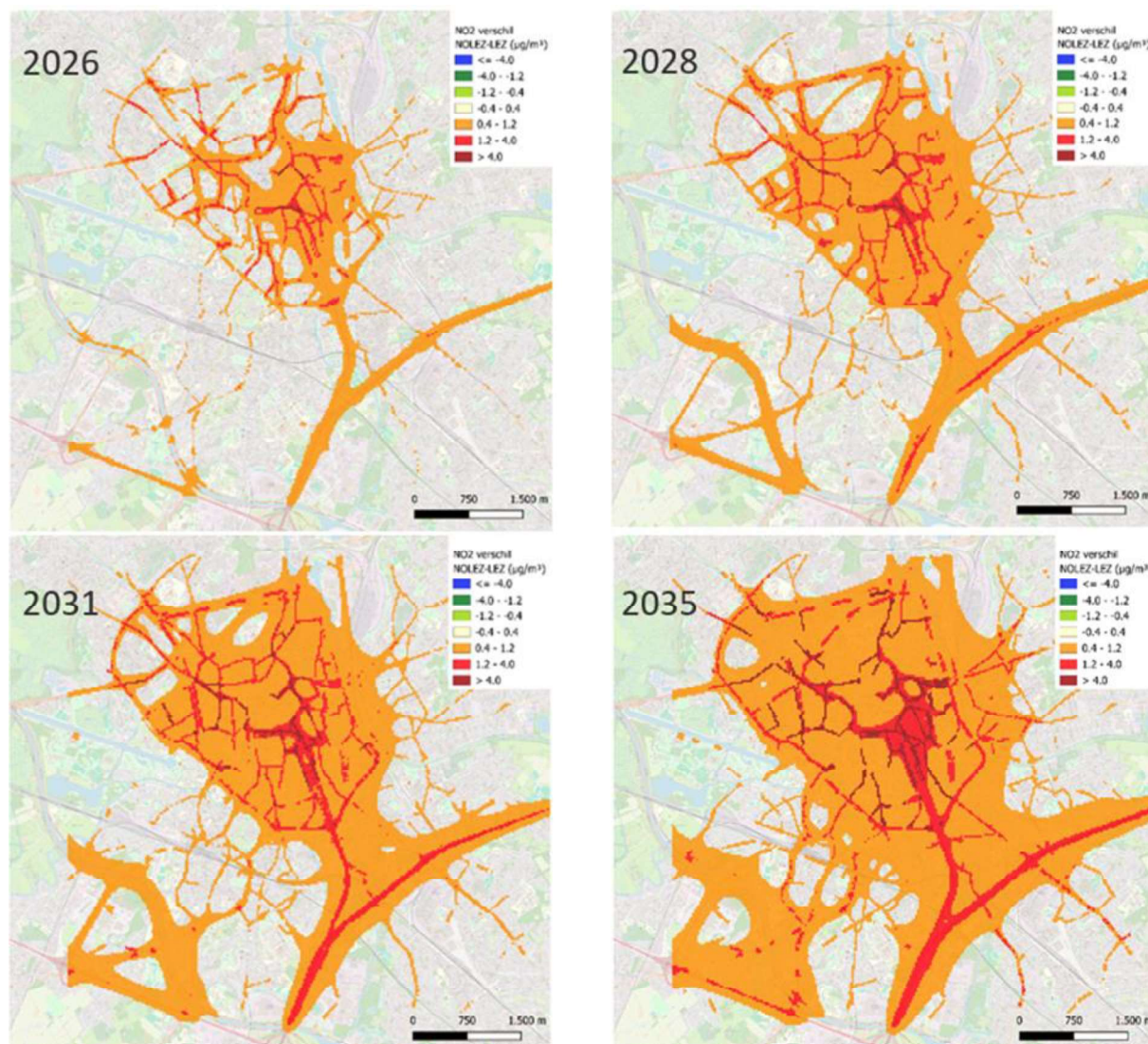
Om het effect op de NO<sub>2</sub>-concentraties in de LEZ in de toekomst uit te voeren, heeft VITO in 2024 een modellering uitgevoerd voor de jaren 2026, 2028, 2031 en 2035. Dit gebeurde met een screeningstool waardoor er geen uitspraken kunnen gedaan worden over absolute concentraties maar waarbij wel naar trends kan gekeken worden.

Er werd een scenario met LEZ en een scenario zonder LEZ berekend. Figuur 51 toont verschilkaarten voor NO<sub>2</sub> voor Gent van een referentiescenario BAU mét LEZ (= business as usual, dus met het huidige, geplande beleid) en een referentiescenario BAU zónder LEZ voor de jaren waarin een verstrenging van de toegangsvoorwaarden voorzien is (2026, 2028, 2031 en 2035). Zo kan het effect van de nieuwe toelatingsvoorwaarden van de LEZ in dat jaar in beeld gebracht worden.

De figuur toont dat het verschil tussen geen LEZ en wel een LEZ op NO<sub>2</sub>-concentraties toeneemt met elke verstrenging. Dit betekent dus dat elke volgende verstrenging een milieuwinst brengt (daling van de NO<sub>2</sub> concentraties) en dat die milieuwinst groter wordt bij elke volgende fase in de tijd. Omgekeerd geldt dat als de LEZ geen verdere verstrengingen kent, de concentraties hoger zullen liggen.

<sup>18</sup> HEAL: Health and Environment Alliance, Europese koepel van gezondheidsorganisaties

Het effect is het grootst op locaties met de hoogste concentraties, vooral de street canyons. Een LEZ heeft dus vooral impact waar de concentraties het hoogst zijn als gevolg van het verkeer in de stad.



Figuur 51: Verschilkaarten voor NO<sub>2</sub> van een referentiescenario BAU (business as usual) mét LEZ en een referentiescenario BAU zonder LEZ voor de jaren waarin een verstrenging van de LEZ voorzien is voor de regio Gent

## 7.7 Impact LEZ op sociaal kwetsbare groepen

In de studie door onafhankelijke ziekenfondsen toegelicht op de conferentie “Healthy cities, healthy people” van 23 april 2024 werd voor sociaal kwetsbare groepen in Brussel de impact van invoering van de LEZ in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest nagegaan. Meer achtergestelde buurten, waar vaak sociaal kwetsbare mensen wonen, hebben de slechtste luchtkwaliteit. Invoering van een LEZ heeft de grootste impact op locaties met de slechtste luchtkwaliteit, waardoor kwetsbare inwoners van de LEZ het meeste baat hebben bij de invoering van een LEZ. In de meest achtergestelde buurten daalden de jaargemiddelden van NO<sub>2</sub> en zwarte koolstof sterker dan in minder achtergestelde buurten.

De Vlaamse LEZ-evaluatie van 2020 kwam tot dezelfde conclusie. Sociaal kwetsbare groepen worden niet alleen meer blootgesteld aan hogere concentraties aan luchtvervuiling, ze zijn ook gevoeliger voor de negatieve gezondheidseffecten van vuile lucht. Zelfs bij een gelijke blootstelling ondervinden ze meer of sneller gezondheidseffecten dan mensen met een hogere sociale positie. In de volledige zone ‘agglomeratie Gent’ zijn er 10 sociaal kwetsbare buurten, waarvan er 5 in de LEZ liggen. In 7 van de 10

Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2023 105

# BIJLAGEN



**Semiautomatische metingen**

Semiautomatische metingen gebeuren in stappen. In een eerste stap gebeurt de automatische bemonstering van de omgevingslucht. De monsternemer brengt vervolgens het monster naar het labo. Ten slotte voert de analist in het labo de analyse uit, waarna de concentratie kan worden berekend.

| parameter                             | eenheid                                             | Toesteltype<br>bemonstering | meetprincipe<br>analyse | volgens norm     |      |                                                     |                 | meetonzekerheid |  |  | bepaling meet-<br>onzekerheid |  |  | onder<br>accreditatie |  | uitbesteding |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------|------|-----------------------------------------------------|-----------------|-----------------|--|--|-------------------------------|--|--|-----------------------|--|--------------|
|                                       |                                                     |                             |                         |                  |      |                                                     |                 |                 |  |  |                               |  |  |                       |  |              |
| som van 12<br>dioxineachtige<br>PCB's | pg<br>TEQ <sub>WGO1998</sub> /(m <sup>2</sup> .dag) | Bergerhoff<br>kruik         | HRGC/MS                 | EPA 1613         | 37 % | onbekend                                            | ja <sup>1</sup> | ja              |  |  |                               |  |  |                       |  |              |
| Benzo(a)pyreen                        | ng/(m2.dag)                                         | Funnel bottle               | SPE+GC-MS               | NBN EN 15980     | 38 % | midden van de<br>range uit veldtest<br>EN15980:2011 | nee             | nee             |  |  |                               |  |  |                       |  |              |
| Benzo(a)pyreen                        | ng/m <sup>3</sup>                                   | Leckel                      | ASE+GC-MS               | CEN/TS16645:2014 | 40 % | midden van de<br>range uit veldtest<br>TS16645      | ja <sup>2</sup> | nee             |  |  |                               |  |  |                       |  |              |

<sup>1</sup>: BELAC 456-TEST - VMM Dienst Lucht

<sup>2</sup>: BELAC 456-TEST - VMM Dienst Luchtkwaliteit (monsterneming) en BELAC 163-TEST - VMM labo Gent (analyse)

## bijlage 2 Beschrijving van de polluenten

## Stikstofoxiden – NO/NO<sub>2</sub>

Stikstofoxiden ( $\text{NO}_x$ ) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide ( $\text{NO}_2$ ) en stikstofmonoxide ( $\text{NO}$ ) en worden gevormd door een reactie van stikstof met zuurstof bij verbrandingsprocessen op hoge temperaturen. In eerste instantie ontstaat hierbij vooral  $\text{NO}$ .  $\text{NO}$  heeft een korte levensduur in de atmosfeer en is een kleur-, reuk- en smaakloos gas dat op zich weinig toxisch is. Maar  $\text{NO}$  wordt door reacties met zuurstof en ozon ( $\text{O}_3$ ) omgezet tot  $\text{NO}_2$ .  $\text{NO}_2$  heeft een langere levensduur in de atmosfeer dan  $\text{NO}$  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<sub>2</sub> kan ook terug worden omgezet, door fotochemische ozonvorming waarbij O<sub>3</sub> wordt gevormd en NO<sub>2</sub> wordt omgezet tot NO. Fotochemische ozonvorming gebeurt typisch op warme zonnige dagen die de ideale condities vormen (UV straling en windstille dagen) om vanuit een mix aan precursoren ozon te vormen. De chemie van stikstofcomponenten in de atmosfeer is erg complex en de relatie tussen de emissies van NO<sub>x</sub> en de gemeten NO<sub>2</sub>-concentraties is niet lineair.

## Stikstof heeft verzurende en vermestende effecten

NO<sub>x</sub> dragen bij aan de vorming van fijn stof en spelen ook een belangrijke rol in de milieuverzuring.

Samen met de uitstoot van SO<sub>2</sub> en NH<sub>3</sub>, leiden de emissies van NO<sub>x</sub> tot verzurende depositie en de vermesting van gevoelige habitats, met negatieve effecten op ecosystemen en de biodiversiteit. Verzuring is de toename van de zuurconcentratie in bodem en water. Hierdoor daalt de buffercapaciteit van de bodem en worden op termijn giftige metalen zoals aluminium vrijgesteld. Dit bemoeilijkt de opname door plantenwortels van essentiële voedingsstoffen zoals kalium, calcium en magnesium. Verzuring leidt ook tot waterverontreiniging door het uitspoelen van nitraat en metalen naar het oppervlakte- en grondwater.

Verzurende deposities veroorzaken ook corrosie van materialen en een versnelde verwerking van gebouwen.

De verbrandingsmotoren van (weg)verkeer zijn verantwoordelijk voor het grootste deel van de stikstofoxidenuitstoot. Dieselwagens produceren meer NO<sub>x</sub> in vergelijking met benzinewagens omdat in dieselmotoren de verbranding gebeurt bij hogere temperatuur, hogere druk en bij een overmaat aan zuurstof, waardoor meer stikstofoxiden ontstaan. Ook ligt, door de oxidatiekatalysatoren, de NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>-verhouding bij dieselwagens gevoelig hoger dan bij benzinewagens.

NO<sub>x</sub> kunnen net als SO<sub>2</sub> over grote afstanden getransporteerd worden en kunnen dus effecten veroorzaken in verafgelegen gebieden.

## Fijn stof – PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> 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<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> 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<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>: stofdeeltjes met een a.d.<sup>19</sup> kleiner dan 10 respectievelijk 2,5 µm;
- ultrafijn stof (UFP): deeltjes met een a.d. kleiner dan 0,1 µm (PM<sub>0,1</sub>);
- 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 dichtslippen 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.

---

<sup>19</sup> aerodynamische diameter



kan fijn stof zowel voor afkoeling als voor opwarming zorgen. Bovendien draagt fijn stof bij tot de verzurende en vermestende depositie.

## Dioxines en PCB's

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

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

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

Niet alle dioxines en PCB's zijn even schadelijk. De toxiciteit van deze verbindingen wordt weergegeven door de toxische equivalentiefactor of TEF. Hoe hoger de TEF, hoe giftiger de verbinding. De TEF's gedefinieerd door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) worden meestal als standaard gehanteerd. Afgekort spreekt men van WGO-TEF. De VMM hanteert de TEF's die de WGO definieerde in 1998. Om de toxiciteit van een dioxine- en/of PCB-mengsel met elkaar te vergelijken, worden de resultaten uitgedrukt in toxische equivalenten (TEQ). Hierbij vermenigvuldigt men de concentratie van elke afzonderlijke verbinding met zijn respectievelijke toxiciteitsfactor.

Vooral schrootbedrijven stoten dioxines en PCB's uit in de lucht waarna ze binden op stofdeeltjes. Dit stof valt op zijn beurt neer op gewassen die als voeding dienen voor mens en dier. Vervolgens binden de dioxines en PCB's zich op dierlijke lichaamsvetten waarna de mens deze, na consumptie van dierlijke producten zoals vlees, vis, zuivelproducten en eieren, 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 ( $\text{pg TEQ}_{\text{WHO1998}}/(\text{m}^2.\text{dag})$ ).

## bijlage 3 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 gebaseerd op de richtlijnen opgesteld door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). De WGO definieert advieswaarden voor verschillende polluenten. Die advieswaarden hebben als doel de risico's van gezondheidsschade door luchtverontreiniging te beperken en zijn meestal strenger dan de Europese grens- of streefwaarden. Bij de definiëring van 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; ook hiermee werd rekening gehouden.

### **Nieuwe, strengere Europese richtlijn in opmaak**

In navolging van de in 2021 aangescherpte WGO-advieswaarden lanceerde de Europese Commissie in oktober 2022 een voorstel voor herziening van de richtlijnen Luchtkwaliteit. Na onderhandelingen tussen het Europese Parlement en de lidstaten werd onder Belgische voorzitterschap van de raad van de Europese Unie in februari 2024 een akkoord bereikt over een aangepaste versie van dit voorstel. 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. De meeste grenswaarden worden vanaf 2030 verstrengd en de meeste streefwaarden (behalve voor ozon) worden grenswaarden.

Zie ook: <https://www.vmm.be/nieuws/de-impact-van-het-europees-akkoord-over-luchtkwaliteit> en <https://www.vmm.be/nieuws/nieuwe-europese-luchtkwaliteitsrichtlijn-goedgekeurd>

De VMM toetst in dit rapport aan

- de huidige, geldende EU-regelgeving
- de toekomstige EU-grenswaarden (geldig vanaf 2030)
- de WGO-advieswaarden.

## Stikstofoxides – NO/NO<sub>2</sub>

De Europese richtlijn 2008/50/EG legt grenswaarden en een alarmdrempel op voor NO<sub>2</sub>. In de richtlijn 2008/50/EG is eveneens een kritiek niveau voor NO<sub>x</sub> voor de bescherming van de vegetatie opgenomen. De grenswaarden voor NO<sub>2</sub> moeten sinds 1 januari 2010 gerespecteerd worden.



## Fijn stof – PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>

### Regelgeving PM<sub>10</sub>

De Europese richtlijn 2008/50/EG definieert grenswaarden voor PM<sub>10</sub> op basis van gezondheidsstudies, economische gevolgen en de technische haalbaarheid. De WGO-advieswaarden voor PM<sub>10</sub> zijn strenger dan de Europese grenswaarden. De WGO baseert zich enkel op gezondheidsstudies.

Tabel 20: Regelgeving voor PM<sub>10</sub> (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2021)

| Onderwerp |                                                              | Middelingstijd | Doelstelling                                                |
|-----------|--------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------|
| EU*       | Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid | 1 dag          | 50 µg/m <sup>3</sup> ;<br>max. 35 overschrijdingen per jaar |
|           |                                                              | 1 jaar         | 40 µg/m <sup>3</sup>                                        |
| WGO       | Advieswaarden                                                | 1 dag          | 45 µg/m <sup>3</sup> ;<br>max. 3 overschrijdingen per jaar  |
|           |                                                              | 1 jaar         | 15 µg/m <sup>3</sup>                                        |

\*: Sinds 1 januari 2005 moet de grenswaarde voor PM<sub>10</sub> gerespecteerd worden.

Tabel 21: Toekomstige EU-grenswaarden voor PM<sub>10</sub>, geldig vanaf 2030 (richtlijn 2024/2881)

| Onderwerp |                                                              | Middelingstijd                  | Doelstelling                                                |
|-----------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| EU        | Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid | 1 dag                           | 45 µg/m <sup>3</sup> ;<br>max. 18 overschrijdingen per jaar |
|           |                                                              | 1 jaar                          | 20 µg/m <sup>3</sup>                                        |
|           | Alarmdrempel                                                 | Gedurende 3 opeenvolgende dagen | 90 µg/m <sup>3</sup>                                        |

### Regelgeving PM<sub>2,5</sub>

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



## 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.

## Dioxines en PCB's

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

De VMM heeft door VITO een studie laten uitvoeren om te berekenen welke depositie overeenstemt met dit Europese advies van 14 pg TEQ<sub>WGO1998</sub>/(kg lg.week) en definieerde zo een maandgemiddelde en jaargemiddelde drempelwaarde. Tabel 25 toont de drempelwaarden:

Tabel 25: Drempelwaarden voor de deposities van dioxines en dioxineachtige PCB's

| Opname (EU)                                | Luchtkwaliteit (VMM)                                    |                                                        |                                  |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Toelaatbare dosis<br>gedefinieerd door EU  | Drempelwaarden<br>jaargemiddelde<br>depositie           | Drempelwaarden<br>maandgemiddelde<br>depositie         | Waar                             |
| 14 pg TEQ <sub>WGO1998</sub> /(kg lg.week) | 8,2 pg<br>TEQ <sub>WGO1998</sub> /(m <sup>2</sup> .dag) | 21 pg<br>TEQ <sub>WGO1998</sub> /(m <sup>2</sup> .dag) | agrarische gebieden<br>woonzones |

Deze drempelwaarden gelden voor de som van 17 dioxines en 12 dioxineachtige PCB's. Ze zijn niet opgenomen in de wetgeving maar ze laten toe te beslissen welke regio's extra aandacht verdienen.

De meetplaats GN18 in de Gentse haven ligt in industriegebied. De resultaten worden hier dus enkel indicatief getoetst aan deze drempelwaarden. Meetplaats EG05 ligt in een woonzone, deze resultaten toetst de VMM wel aan de drempelwaarden.

In 2018 verlaagde het Europese Voedselagentschap de maximale wekelijkse inname naar 2 pg TEQ<sub>WGO2005</sub>/(kg lichaamsgewicht.week). Ook publiceerde de Wereldgezondheidsorganisatie ondertussen nieuwe toxicologische equivalentiefactoren. De huidige VMM-drempelwaarden houden hier nog geen rekening mee. In kader van het nieuwe actieplan Dioxines/PCB's<sup>24</sup>, meegedeeld aan de Vlaamse Regering op 17/11/2023, werden de drempelwaarden herzien. De nieuwe drempelwaarden gelden vanaf 2024 en maken een onderscheid tussen toetsing in woon- of landbouwzones en toetsing in industriegebieden nabij schrootbedrijven met een GPBV-shredderinstallatie.

<sup>24</sup> <https://www.vmm.be/lucht/meer-polluenten/actieplan-dioxines-pcbs-2023.pdf/view>

## PAK

Richtlijn 2004/107/EG van het Europees Parlement en de Raad van 15 december 2004 betreffende arseen, cadmium, kwik, nikkel en polycyclische aromatische koolwaterstoffen in de lucht formuleert een strategie om in Europa:

- de schadelijke gevolgen van door de lucht getransporteerd arseen, cadmium, nikkel en polycyclische aromatische koolwaterstoffen voor de gezondheid van de mens en voor het milieu in zijn geheel zo beperkt mogelijk te houden;
- streefwaarden te bepalen die zoveel mogelijk moeten worden bereikt. Benzo(a)pyreen is een marker voor het carcinogene risico van polycyclische aromatische koolwaterstoffen in de lucht. De streefwaarden mogen geen maatregelen vereisen die onevenredige kosten met zich meebrengen. Het toepassen van de beste beschikbare technieken (BBT) is voldoende. De lidstaten zijn wel verplicht tot het nemen van alle kosteneffectieve bestrijdingsmaatregelen in de relevante sectoren.

| Polluent       | EU-regelgeving (2004/107/EG) | Middelingsstijd | Doelstelling        |
|----------------|------------------------------|-----------------|---------------------|
| Benzo(a)pyreen | Streefwaarde                 | Jaar            | 1 ng/m <sup>3</sup> |

## bijlage 4 Methodiek

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

### Emissie-inventaris

#### **De emissie-inventaris inventariseert de uitstoot van de luchtverontreinigende stoffen en broeikasgassen van alle bronnen en ondersteunt zo het luchtbeleid**

Om de luchtkwaliteit te verbeteren, moet je de bronnen kennen. De emissie-inventaris inventariseert de Vlaamse uitstoot en duidt het aandeel van de sectoren aan. Zo kan men het beleid evalueren en, waar nodig, aanscherpen: men kan restricties opleggen aan bronnen door de wetgeving aan te passen en/of vergunningen te verlenen of te wijzigen.

#### **Integrale milieujaarverslagen vormen de basis van de emissie-inventaris industrie**

De bedrijven uit de industrie- en energiesector zijn jaarlijks verplicht om hun emissiegegevens te verstrekken. Dit is voor emissies boven bepaalde drempelwaarden. Stofemissies voor op- en overslag zijn gebaseerd op emissiefactoren en activiteitsdata. Voor (kleinere) bedrijven die onder de drempelwaarden uitstoten, gebeuren collectieve schattingen.

Daarnaast inventariseert de VMM ook maatschappelijke en andere industriële activiteiten. Dit zijn voornamelijk de gebouwenverwarming van de huishoudens en de tertiaire sector, het verkeer, de offroad activiteiten, de land- en tuinbouw en het landgebruik.

#### **De emissie-inventaris voert zelf geen emissiemetingen uit**

De emissies van de verschillende sectoren die vallen onder de collectieve schattingen, worden berekend en ingeschat onder meer op basis van statistische gegevens en emissiefactoren uit de wetenschappelijke literatuur en door gebruik te maken van modellen. Bij de opmaak van de emissie-inventaris is het belangrijk om niet alleen de grootte, de ligging en de aard van elke emissiebron te kennen, maar ook de juiste oorzaak van de emissies.

#### **Luchtvervuiling is het resultaat van primaire en secundaire emissies**

De primaire emissies zijn stoffen die rechtstreeks worden uitgestoten. Door chemische of fysische reacties kunnen vervuilende stoffen die eerder in de atmosfeer terecht kwamen, tot nieuwe vervuiling leiden. Dit is de zogenaamde secundaire emissie. Deze fractie zit niet volledig vervat in de emissie-inventaris maar wordt wel volledig gemeten in de omgevingslucht.

#### **Emissies houtverbranding - inschatten van het kachelpark**

Het houtverbruik wordt door het Vlaams Energie- en Klimaatagentschap (VEKA) geactualiseerd op basis van de graaddagen en het aantal huishoudens. Om de evolutie van het ketel/kachelpark met hout als brandstof in te schatten, voerde VITO in opdracht van VMM een studie<sup>25</sup> uit. Dat gebeurde door, waar mogelijk, het

---

<sup>25</sup> Ontwikkelen methodologie voor de opvolging van de samenstelling van het kachelpark in Vlaamse huishoudens:

<https://www.vmm.be/publicaties/ontwikkelen-methodologie-voor-de-opvolging-van-de-samenstelling-van-het-kachelpark-in-vlaamse-huishoudens>

ketel/kachelpark 2019 resulterend uit de in 2019 uitgevoerde enquête, te combineren met het ketel/kachelpark 2011, dat bepaald werd op basis van een gelijkaardige enquête, en aannames te maken hoe deze ketel/kachelparken zich tot elkaar verhouden. Vergelijking van de parken in 2011 en 2019 leerde dat het niet eenvoudig is om voor alle relevante aspecten gefundeerde inschattingen te maken voor de tussenliggende jaren. Uiteindelijk werd beslist om de gegevens van 2011 en 2019 uit te middelen en op basis daarvan de inschattingen te maken voor de tussenliggende jaren.

Het kachelpark wordt niet jaarlijks geactualiseerd bij gebrek aan gegevens.

## Probleem met verkeersdata op lokaal niveau

De mobiliteitscijfers die de VMM gebruikte om de emissies door wegverkeer te berekenen tot en met inventarisjaar 2020 werden aangeleverd door Departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW). Bij MOW hadden ze daarvoor een propagatiemodel, Promovia, dat op basis van tellingen (camera's, lussen,...) een hoeveelheid voertuigkilometer in Vlaanderen genereerde op snelwegen en het onderliggend wegennet. Tellingen op het onderliggend wegennet werden uitgevoerd door AWV (Agentschap Wegen en Verkeer). In 2016 besliste men bij AWV om de tellingen op het onderliggend wegennet stop te zetten (de onderhoudskosten van de tellussen was te hoog). Deze tellingen waren echter een belangrijke input en kalibratie voor Promovia. Tellingen op snelwegen bleven wel beschikbaar, die gebeuren bij het Vlaams Verkeerscentrum (MOW).

Vanaf 2017 is er dus geen mobiliteitsinformatie meer beschikbaar op het onderliggende wegennet (enkel op snelwegen). Bij MOW werd daarom beslist om voor het onderliggende wegennet in Promovia gebruik te maken van een pragmatische methodiek : er werden groeicijfers bepaald op basis van de trend in de voertuigkilometer in de periode 2012- 2016, en die trend werd toegepast op het jaar 2016 om voertuigkilometer 2017 te bekomen, trend 2012-2017 om 2018 te bekomen en trend 2012-2018 om 2019 te bekomen. Dit betekent dat de trend in mobiliteit op elk wegvak van het onderliggend wegennet in Vlaanderen dezelfde is. Omdat 2020 wegens de covid-pandemie een uitzonderlijk jaar is, werd voor het genereren van de voertuigkilometer in Vlaanderen in 2020 de afname van het verkeer op de snelwegen (2020 tov 2019) ook toegepast op het onderliggend wegennet.

Er wordt binnen de Vlaamse overheid al een paar jaar aan een alternatief gewerkt om terug op zoveel mogelijk locaties in Vlaanderen verkeersvolumes te hebben (die telgegevens moeten, om te kunnen dienen, ieder jaar beschikbaar zijn op dezelfde locatie voor dezelfde tijdsperiode in het jaar (liefst continu ganse jaar)). Er werden wat oefeningen gedaan met floating car data, maar die hebben pas zin als ze gekalibreerd kunnen worden met tellingen. Daarom proberen het departement mobiliteit (MOW) en de VMM om toegang te krijgen tot alle ANPR data in Vlaanderen, worden er beperkt tijdelijke tellingen uitgevoerd voor MOW, en heeft de VMM het project Flomove (**F**ijnmazig **L**okaal Propagatie**M**odel van **V**erkeer) opgestart. Uiteindelijk werd ook nog een deel van de methodologie van Promovia gebruikt binnen het Flomove-project, wat tot de samensmelting **Flomovia** leidde.

Flomovia is een nieuw spreidingsmodel voor verkeersgegevens. Hiermee werken we op een zeer gedetailleerd en actueel verkeersnetwerk gebaseerd op de OpenStreetMap kaart. We gebruiken alle beschikbare verkeerstellingen:

- structurele tellingen op de snelwegen (van VVC),
- tijdelijke telcampagnes (van AWW) en
- lokale verkeerstellingen van Telraam.

Voor de snelheden van voertuigen wordt floating car data gebruikt, die geven een realistische inschatting van werkelijke snelheden. Zo worden ook vertragingen indirect meegenomen. Deze nieuwe invoerbron modelleert de verkeersstromen op een andere manier en kan lokaal grote wijzigingen geven in de modelkaarten.

Flomovia heeft een goede dataset vanaf het jaar 2021. Flomovia wordt voor 2021 en 2022 in dit rapport gebruikt als input voor de modelkaarten en voor het berekenen van de emissies.

Het verzamelen van de emissies van alle sectoren vergt altijd een zekere tijd, waardoor we voor de (trend) van de emissies steeds het 'jaar-1' rapporteren. Voor 2005, 2010, 2015 en 2020 hebben we geen Flomovia dataset. Voor die jaren werden de emissies bepaald op het Promovia netwerk.

Vanaf 2021 werden de emissies bepaald op het gedetailleerder Flomovia netwerk. Dit heeft het voordeel dat de gerapporteerde verkeersemissies meer gebaseerd zijn op de lokale verkeersdata, en dus rekening houden met de invoering van een mobiliteitsplan of LEZ. Echter deze aanpak is ook niet zonder nadelen:

- voor de bespreking van de trend van de emissies kunnen we de historische zichtjaren (2005, 2010, 2015, 2020) niet herrekenen met Flomovia omdat de nodige input niet beschikbaar is
- de jaarlijkse voertuigkilometer berekend op basis van het Flomovia netwerk zijn lager dan die berekend met het Promovia netwerk. Dat resulteert in een neerwaartse trendbreuk vanaf 2021 in het aantal voertuigkilometer, en daarmee samengaan ook in de berekende emissies. Flomovia gebruikt als input ook tijdelijke telcampagnes van AWW en de Telraamdata waarvan de locaties van de meetpunten en de telperiode van jaar tot jaar kunnen variëren. Dit kan het in de toekomst moeilijk maken om bij een eventuele trend het onderscheid te maken tussen het effect van de gewijzigde telmeetpunten en een effectieve trend.

Momenteel loopt er een optimalisatiestudie Flomovia die het model en de aannames erin nog eens allemaal onder de loep neemt, en de stabiliteit van het netwerk in de toekomst onderzoekt.

## Pollutierozen

Pollutierozen tonen per windrichting het gemiddelde van de gemeten concentraties volgens de op dat moment heersende windrichting. Potentiële vervuilende bronnen kunnen op die manier geïdentificeerd worden. Wanneer bijvoorbeeld uit een bepaalde windrichting steeds lucht met hogere concentraties wordt aangevoerd omdat daar een bron aanwezig is, zal de gemiddelde waarde hoger zijn in dit segment van de pollutieroos en 'wijst' de pollutieroos als het ware de richting van de bron aan door de langere balk. Bij aanvoer van lucht met lage concentraties zal de balk van de pollutieroos korter zijn. Hoe de pollutieroos er uiteindelijk uit ziet, hangt niet alleen af van de concentraties maar ook van de windrichting. Als er 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 of allemaal dezelfde vorm hebben, wijst dit op een dominante invloed van de achtergrondconcentraties. Uit dergelijke pollutierozen zijn moeilijk de lokale invloeden af te leiden. Daarom worden er ook 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 van de gebruikte set meetplaatsen wordt telkens afgetrokken van alle andere concentraties uit die sector. Op deze manier wordt de aanvoer van de achtergrondpollutie eruit gefilterd en kunnen lokale bronnen beter naar voren komen.

## ATMO-Street model

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

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

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

**RIO** gebruikt meetresultaten en schat daarmee de luchtkwaliteit in heel Vlaanderen op een 'slimme' manier. Slim, omdat RIO ook informatie over landgebruik mee in rekening neemt. Dat is nodig want er bestaat een relatie tussen luchtkwaliteit en landgebruik. Zo is er meer luchtvervuiling in gebieden met veel bewoning en verkeer (zoals steden) en in industriezones, dan op plaatsen in bosrijke zones. RIO maakt een inschatting van de 'achtergrondconcentraties' voor gebieden met een oppervlakte van 4x4 km<sup>2</sup>. Binnen zo'n rooster cel van 4x4 km<sup>2</sup> kan RIO geen onderscheid maken tussen bijvoorbeeld kleinere bosgebieden en meer verstedelijkte gebieden of plaatsen met veel verkeer, we krijgen 1 waarde per rooster cel. Daarom combineren we dit met het IFDM-model.

**IFDM** berekent de impact van de uitstoot van punt-, lijn- en oppervlaktebronnen op de luchtkwaliteit in de onmiddellijke omgeving van die puntbronnen (bv. een fabrieksschouw), lijnbronnen (bv. uitstoot van het verkeer op een weg of een deel van een weg) of oppervlaktebronnen (bv. op- en overslagactiviteiten). 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 meeste punten bevinden zich 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 m<sup>2</sup> voor visualisatie. Voor de lijnbronnen is het IFDM dispersiemodel echter een 'open straat' model en houdt het 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 (*Operational Street Pollution 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 juist 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.

De verkeersemissies die gebruikt worden in het model zijn afgeleid van mobiliteitsdata uit het propagatiemodel Flomovia. Vroeger (2017-2020) werd het stedelijk verkeersmodel van de stad Gent gebruikt. De belangrijkste verschillen zijn:

- We gebruiken jaarlijks een zeer gedetailleerd nieuw verkeersnetwerk gebaseerd op de OpenStreetMap kaart. Voor berekening van de verkeersemissies in 2023 werd de gekende situatie op 1 september 2023 gebruikt. Wijzigingen in het verkeersnetwerk na deze datum zijn pas het volgende jaar zichtbaar.
- Alle beschikbare verkeerstellingen worden gebruikt: structurele tellingen op de snelwegen (Vlaams verkeerscentrum), tijdelijke telcampagnes (Afdeling Wegen en Verkeer) en lokale verkeerstellingen van het burgerwetenschapsproject Telraam.
- Voor de snelheden van voertuigen maakten we gebruik van *floating car data*, die een realistische inschatting geven van de werkelijke snelheden. Zo worden ook structurele vertragingen indirect meegenomen.

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,...) is 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 (enkel van belang voor PM<sub>10</sub>).
- 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 km<sup>2</sup>).

Ondanks deze beperkingen van het model, resulteert het wel in wetenschappelijk onderbouwde kaarten die de verspreiding van de luchtvervuiling in kaart brengen. De controle gebeurde – zoals bij al onze modellen – door te vergelijken met echte metingen. In het algemeen geeft het model een lichte onderschatting in vergelijking met de metingen, behalve in complexe street canyons en nabij tunnelmonden waar vaker overschattingen worden gemodelleerd.

### **PM – diffuse emissies**

Sinds 2021 nemen we de diffuse emissies van PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> 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 (bvb. op- en overslagbedrijven).

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, 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.

## Houtverbranding

Houtverbranding kan onderscheiden worden van andere bronnen op basis van de stof levoglucosan. Deze organische verbinding is een pyrolyseproduct van cellulose en vormt een goede tracer voor de verbranding van biomassa. Levoglucosan wordt gemeten in stof verzameld op filters en omvat tijdrovende laboratorium analyses. Ook worden kortstondige pieken niet opgemerkt via deze methode. Vandaar dat er ook andere manieren worden gebruikt om houtverbranding te meten, zoals het gebruik van de aethalometer.

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 het deel zwarte koolstof dat afkomstig is van houtverbranding ( $BC_{wb}$ ) door middel van de aethalometermethode<sup>26</sup>. 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<sup>27</sup> en afkomstig van fossiele brandstoffen. Zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen wordt vooral geassocieerd met dieseloet.

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

wb = *woodburning*  
ff = *fossil fuel*

Deeltjes afkomstig van houtverbranding maken deel uit van zwarte koolstof, maar ook van PM<sub>10</sub>. Het gedeelte PM<sub>10</sub> dat afkomstig is van houtverbranding (PM<sub>10\_wb</sub>), werd door de VMM in een aantal studies in het verleden berekend op basis van gemeten concentratie levoglucosan<sup>28</sup>. Aanvankelijk gebeurde de berekening vanuit levoglucosan naar PM<sub>10\_wb</sub> met een factor 10,7, gebaseerd op onderzoek van primaire emissies van houtkachels in Oostenrijk<sup>29</sup>. In een latere publicatie<sup>30</sup> gebaseerd op Vlaamse data werd ingeschat dat de factor van 10,7 te laag is en werd een nieuwe factor van 22,56 vooropgesteld. Het verschil tussen de oude en de nieuwe factor zit hem onder meer in het feit dat de nieuwe ook secundair stof van houtverbranding meerekent. VITO<sup>31</sup> gebruikte deze nieuwe factor in een studie in Dessel rond de bijdrage van houtverbranding aan luchtverontreiniging door burgers. Vergelijking met andere methoden voor het

<sup>26</sup> 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

<sup>27</sup> 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 voornamelijk houtverbranding ( $BC_{wb}$ ). In een industriële context zijn er meerdere mogelijkheden zodat men daar ook de meer algemene term biomassaverbranding ( $BC_{bh}$  of  $BB$ ) gebruikt.

- De andere fractie betreft dan de zwartekoolstoffractie veroorzaakt door verbranding van fossiele brandstoffen ( $BC_{ff}$  of  $FF$ )

<sup>28</sup> VMM (2011), Chemkar PM<sub>10</sub>, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2010

VMM (2013), Chemkar PM<sub>10</sub>, Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2011-2012

<sup>29</sup> C. Schmid et al. (2008), Chemical characterisation of fine particle emissions from wood stove combustion of common woods grown in mid-European Alpine regions. *Atmospheric Environment* 42 (2008), 126-141

<sup>30</sup> W. Maenhout et al. (2016), Sources of the PM<sub>10</sub> aerosol in Flanders, Belgium, an re-assessment of the contribution from wood burning, Science of the Total Environment, 562, 550-560

<sup>31</sup> M. Van Poppel et al. (2017), Inschatting van de bijdrage van houtverbranding door burgers aan luchtverontreiniging in Vlaanderen

berekenen van de bijdrage van houtverbranding aan PM<sub>10</sub> 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<sub>10</sub>.

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

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

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

We gebruiken in dit rapport daarom onderstaande relatie om de bijdrage van houtverbranding aan PM<sub>10</sub> te berekenen, vertrekkende van de aethalometer metingen van zwarte koolstof (BC). De formule die we gebruiken is dezelfde als die in de VITO studie van 2017:

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

De formule geeft ook aan dat de 'black carbon' van houtverbranding (BC<sub>wb</sub>) 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'<sup>32</sup>) en andere organische deeltjes. Deze verhouding van BC<sub>wb</sub> vs PM<sub>10\_wb</sub> sluit nauw aan bij de factor gebruikt op de Franse meetnetten<sup>33</sup>.

Voor de berekening van de bijdrage van de verbranding van fossiele brandstoffen aan PM<sub>10</sub> hanteren we de op de Franse meetnetten<sup>34</sup> gebruikte factor 2. Deze factor geeft ook aan dat BC een veel groter aandeel heeft in de totale PM-bijdrage bij verkeer (nl. ongeveer 50 %) dan bij houtverbranding.

$$\text{PM}_{10\_ff} (\mu\text{g}/\text{m}^3) = 2 \times \text{BC}_{\text{ff}} (\mu\text{g}/\text{m}^3)$$

<sup>32</sup> Brown carbon zijn lichtabsorberende organische deeltjes die niet zwart zijn

<sup>33</sup> LCSQA (2020), Guide méthodologique pour la mesure du « Black Carbon » par Aethalomètre multi longueur d'onde AE33 dans l'air ambiant

<sup>34</sup> LCSQA (2020), Guide méthodologique pour la mesure du « Black Carbon » par Aethalomètre multi longueur d'onde AE33 dans l'air ambiant

