



Vlaanderen
is milieu



Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone

jaarrapport 2021

DOCUMENTBESCHRIJVING

Titel

Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2021

Samenstellers

Afdeling Lucht, Milieu en Communicatie, VMM
Dienst Lucht

Inhoud

Dit rapport beschrijft de resultaten van de luchtkwaliteitsmetingen in 2021 in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone. De VMM mat er de polluenten stikstofoxides, fijn stof en zwarte koolstof. De meetresultaten van deze polluenten worden getoetst aan de Europese regelgeving en aan de advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). Verder bespreekt het rapport de trend van de afgelopen jaren voor de gemeten polluenten en komt de trend in de uitstoot en de voornaamste bronnen van de polluenten aan bod.

Wijze van refereren

Vlaamse Milieumaatschappij (2022), Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2021

Verantwoordelijke uitgever

Bernard De Potter, Vlaamse Milieumaatschappij

Vragen in verband met dit rapport

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

Coverfoto

Copyright Stad Gent

Depotnummer

D/2022/6871/027

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 2021 in de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone, aangevuld met de emissiecijfers verzameld en ingeschat door de VMM. De vermelde emissiedata zijn voor 2020. Dit zijn de meest recent bekende gegevens.

In tegenstelling tot bij de luchtkwaliteitsmodelleringen zijn de verkeersemissiegegevens die de VMM gebruikt niet gedetailleerd genoeg om een effect te kunnen zien van het circulatieplan of het invoeren van de lage-emissiezone (LEZ) in Gent. Dit komt omdat voor de emissieberekeningen een officiële rapporteringsverplichting geldt en er in België afspraken zijn tussen de regio's over welke data hiervoor moeten worden gebruikt. De geldende afspraak is dat voor Vlaanderen de mobiliteitsdata van het departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW) worden gebruikt. In die cijfers ontbreken momenteel gedetailleerde lokale data (zie bijlage 4). Daardoor kan de impact van lokale maatregelen (zoals het circulatieplan en de LEZ) momenteel niet in de emissiecijfers worden opgenomen. Er wordt door MOW en de VMM samengewerkt om een oplossing te vinden en we verwachten dit vanaf volgend jaar wel te kunnen met het nieuwe spreidingsmodel FLOMOVIA (zie bijlage 4 voor meer informatie). De modelkaarten die de luchtkwaliteit inschatten op plaatsen waar geen meetresultaten zijn, gebruiken wel gedetailleerde lokale data waardoor het circulatieplan en de LEZ daar wel in zijn opgenomen.

Nieuwe wetenschappelijke studies hebben aangetoond dat de uitstoot van schadelijke stoffen een grotere impact heeft op de gezondheid dan oorspronkelijk gedacht. Daarom stelde de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) in 2021 nieuwe, strengere advieswaarden voor. In het Vlaams luchtbeleidsplan is het voldoen aan de WGO-advieswaarden opgenomen als langetermijndoelstelling (2050). Onder meer naar aanleiding van deze nieuwe WGO-advieswaarden herzielt Europa momenteel ook haar regelgeving.

1. Stikstofdioxide – NO₂

Industrie en verkeer zijn de grootste emissiebronnen

In 2020 bedroeg de emissie van stikstofoxiden in Gent-centrum, de rest van de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone samen 8717 ton. Dit was 10 % 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 in het centrum van Gent belangrijk omdat ze wegens hun nabijheid een directe impact hebben op de blootstelling van de inwoners. Ook de energiesector had een belangrijke bijdrage aan de stikstofoxidenuitstoot in de kanaalzone en in Gent-centrum.

De totale emissie van stikstofoxiden in de 3 zones samen is met 60 % (of 13203 ton) gedaald in vergelijking met 20 jaar geleden. De emissies van de energiesector en het verkeer daalden het sterkst (daling van 84 % en daling van 69 %, respectievelijk).

De Europese jaargrenswaarde ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wordt al meerdere jaren op alle automatische meetplaatsen gerespecteerd, ook in 2021. Ook op alle locaties met passieve samplers wordt deze grenswaarde gerespecteerd.

De jaaradvieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) werd in 2021 verstrengd van 40 µg/m³ naar 10 µg/m³. Geen enkele meetplaats in de Gentse agglomeratie voldoet aan deze nieuwe advieswaarde. Sinds 2021 heeft de WGO ook een advieswaarde voor NO₂-daggemiddelden gedefinieerd (een daggemiddelde van 25 µg/m³ mag maximaal 3 keer per jaar overschreden worden). Geen enkele meetplaats komt in de buurt van deze advieswaarde.

In vergelijking met vorig jaar (2020), een jaar waarin de NO₂-concentraties sterk waren gedaald als gevolg van de COVID-maatregelen en veel minder verkeer, liggen de jaargemiddelden weer hoger. Maar ten opzichte van de jaren vóór 2020 dalen de jaargemiddelden nog altijd. Ze liggen gemiddeld 36 % lager dan 10 jaar geleden.

In 2020 was de **primaire PM₁₀**-uitstoot in Gent-centrum, de rest van de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone samen 1.297 ton. Dit was 8,5 % van de totale Vlaamse PM₁₀-emissie. In de kanaalzone leverden de industrie (met als belangrijkste ArcelorMittal) en de sector op- en overslag de grootste bijdragen aan deze uitstoot.

De Europese grenswaarde voor het PM₁₀-jaargemiddelde (40 µg/m³) wordt gerespecteerd op alle automatische meetplaatsen in de Gentse regio sinds 2004. Ook de EU-grenswaarde voor daggemiddelden (maximaal 35 dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³) wordt op alle meetplaatsen sinds 2014 gerespecteerd.

De nieuwe WGO-advieswaarde voor het jaargemiddelde (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) werd op geen enkele meetplaats gehaald. Niet binnen de Gentse agglomeratie en ook niet in de rest van Vlaanderen. Ook de nieuwe WGO-advieswaarde voor daggemiddelden (maximaal 3 dagen met een daggemiddelde hoger dan 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) werd niet behaald. In de rest van Vlaanderen was er één (landelijke) meetplaats die deze advieswaarde haalde.

De PM₁₀-jaargemiddelden schommelen tussen individuele jaren (soms een stijging, daling of geen verandering). Op langere termijn is er in vergelijking met 10 jaar geleden gemiddeld een daling van 27 %.

Sinds 2000 zijn de emissies van elementair koolstof met 79 % (of 266 ton) gedaald. Vooral de uitlaatemissies door wegverkeer daalden zeer sterk (met 91 %) door het invoeren van milieuvriendelijkere voertuigen. De emissie van de huishoudens schommelt van jaar tot jaar door wisselende meteorologische omstandigheden.

Geen toetsingswaarden

Er bestaan momenteel geen Europese normen of WGO-advieswaarden voor zwarte of elementair koolstof. De gemeten concentraties van de verschillende meetplaatsen lagen in 2021 dicht bij elkaar.

Sterke daling in de laatste 10 jaar

In vergelijking met 2020 zijn de concentraties in 2021 gestegen met gemiddeld 8 %. Sinds 2012 zijn de concentraties sterk gedaald (met gemiddeld 53 %).

5. Invloed van houtverbranding

Sinds 2020 meten we op alle meetplaatsen in de Gentse agglomeratie zwarte koolstof met een aethalometer (Magee AE33). Dit toestel kan de bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof (BC) bepalen en de bijdrage van fossiele brandstoffen. Hieruit berekenden we de bijdrage van houtverbranding en fossiele brandstoffen aan PM₁₀.

In de wintermaanden is de bijdrage van houtverbranding verschillende malen groter dan in de zomermaanden.

Tussen de meetplaatsen onderling is er in de bijdrage van houtverbranding aan **zwarte koolstof** en aan **PM₁₀** weinig verschil. Onze meetplaatsen zijn niet brongericht geplaatst (dus niet vlakbij lokale bronnen van huishoudelijke houtverbranding), maar meten eerder de achtergrond.

6. Impact lage-emissiezone

Het is moeilijk om op basis van onze metingen uitspraken te doen over de impact van de LEZ, onder meer omdat de LEZ nog maar in 2020 werd ingevoerd en de gemeten concentraties in 2020 sterk beïnvloed werden door de coronamaatregelen.

Via modellering in de Gentse LEZ-uitbreidingsstudie¹ werd al een eerste inschatting berekend. De LEZ in Gent zorgde in 2020 (zonder de impact van corona) voor minder uitstoot in vergelijking met een scenario zonder LEZ: 52 % minder zwarte koolstof, 20 % minder PM_{2,5} en 8 % minder NO₂.

In Antwerpen, waar de LEZ in 2017 werd ingevoerd en er al een langere tijdsreeks beschikbaar is om te vergelijken, wordt een grotere daling aan zwarte koolstof geobserveerd in en aan de rand van de LEZ in vergelijking met buiten Antwerpen.

¹ Uitbreidingsstudie lage-emissiezone Gent (DMK/2020/10), uitgevoerd door TML in samenwerking met VITO en in opdracht van de stad Gent, 2021.

INHOUD

SAMENVATTING	3
1 INLEIDING	12
2 HET MEETNET	13
3 STIKSTOFOXIDEN	18
3.1 NO ₂	18
3.1.1 Emissie van stikstofoxiden (uitgedrukt als stikstofdioxide) (NO _x (NO ₂))	18
3.1.2 Gemeten concentraties	21
3.1.3 Gemodelleerde concentraties	27
3.1.4 Toetsing aan de grenswaarden	29
3.1.5 Pollutierozen	30
3.2 NO	32
3.2.1 Gemeten concentraties	32
3.2.2 Pollutierozen	33
4 FIJN STOF	35
4.1 PM ₁₀	35
4.1.1 Emissie van PM ₁₀	35
4.1.2 Gemeten concentraties	38
4.1.3 Gemodelleerde concentraties	39
4.1.4 Toetsing aan de grenswaarden	41
4.1.5 Pollutierozen	43
4.2 PM _{2,5}	46
4.2.1 Emissie van PM _{2,5}	46
4.2.2 Gemeten concentraties	48
4.2.3 Gemodelleerde concentraties	49
4.2.4 Toetsing aan de grenswaarden	51
4.2.5 Chemische samenstelling van PM _{2,5}	51
4.2.6 Pollutierozen	52
4.3 Zwarte koolstof/Elementair koolstof	55
4.3.1 Emissies elementair koolstof	55
4.3.2 Gemeten concentraties	58
4.3.3 Gemodelleerde concentraties	59
4.3.4 Toetsing aan de grenswaarden	61
4.3.5 Pollutierozen	61
4.4 Houtverbranding	63
4.4.1 Bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof	63
4.4.2 Bijdrage van houtverbranding aan PM ₁₀	66
4.4.3 Gemiddeld dagverloop in de winter- en zomermaanden	68

4.4.4 Bijdrage van houtverbranding in functie van de windrichting	73
5 LAGE EMISSIEZONE	75
5.1 Inleiding.....	75
5.2 Uitdagingen bij het meten van het effect van een LEZ	75
5.3 Impact LEZ	76
5.4 Modellerings.....	77
bijlage 1 Informatie over geaccrediteerde metingen (normen ISO/IEC 17025:2005)	80
bijlage 2 Beschrijving van de polluenten	81
bijlage 3 Overzicht luchtkwaliteitsnormen	84
bijlage 4 Methodiek	87

Tabel 1: Overzicht van de automatische meetplaatsen	15
Tabel 2: Overzicht van de ligging van de NO ₂ -meetplaatsen met passieve samplers in Gent-centrum in 2021 16	
Tabel 3: NO ₂ jaargemiddelden (µg/m ³) op de automatische meetplaatsen, voor de periode 2011 - 2021	21
Tabel 4: Aantal dagen met een NO ₂ -concentratie > 25 µg/m ³ in 2021	29
Tabel 5: NO-jaargemiddelden (µg/m ³) op de meetplaatsen voor de periode 2011 - 2021	32
Tabel 6: PM ₁₀ -jaargemiddelden (µg/m ³) op de meetplaatsen voor de periode 2011 - 2021	38
Tabel 7: Aantal dagen met een PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ , voor de periode 2011 - 2021	41
Tabel 8: Aantal dagen met een PM ₁₀ -daggemiddelde > 45 µg/m ³ , voor de periode 2011-2021.....	43
Tabel 9: PM _{2,5} -jaargemiddelden (µg/m ³) op de meetplaatsen voor de periode 2011 – 2021.....	48
Tabel 10: Aantal dagen met PM _{2,5} -concentratie boven 15 µg/m ³ , over de periode 2011 - 2021.....	51
Tabel 11: Jaargemiddelden zwarte koolstof (µg/m ³) op de meetplaatsen van 2012 - 2021	58
Tabel 12: gemodelleerde impact van de LEZ in Gent in 2020 op vlak van emissies	78
Tabel 13: Grenswaarden en alarmdrempel voor NO ₂ en kritiek niveau voor NO _x (richtlijn 2008/50/EG).....	84
Tabel 14: Advieswaarden voor NO ₂ en kritiek niveau voor NO _x (WGO 2000 en 2021)	85
Tabel 15: Regelgeving voor PM ₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2021)	85
Tabel 16: Europese regelgeving voor PM _{2,5} (2008/50/EG).....	86
Tabel 17: Advieswaarden voor PM _{2,5} (WGO 2021)	86

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Ligging van de automatische meetplaatsen in 2021 en afbakening van de zones	14
Figuur 2: Ligging van de passieve samplers en automatische meetplaatsen in Gent-centrum	17
Figuur 3: Bijdrage van de verschillende sectoren in de NO _x (NO ₂)- emissies in 2020 (links) en de trend van de NO _x (NO ₂)-emissies voor de periode 2000-2020 (rechts), weergegeven per zone	20
Figuur 4: NO ₂ -jaargemiddelde (µg/m ³) op de automatische meetplaatsen, voor de periode 2011 – 2021....	22
Figuur 5: Vergelijking van de verkeersprestaties (voertuigkilometers) op de Vlaamse snelwegen in 2019-2021	23
Figuur 6: Indicatieve NO ₂ -jaargemiddelden gemeten met passieve samplers in Gent-centrum in 2017-2021	25
Figuur 7: Ligging van de passieve samplers in Gent-centrum, met hun indicatief NO ₂ -jaargemiddelde in 2021	26
Figuur 8: Gemodelleerd NO ₂ -jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021	28
Figuur 9: NO ₂ -pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats in 2021 (µg/m ³)	30
Figuur 10: NO ₂ -pollutierozen op de meetplaatsen in de kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021	31
Figuur 11: NO-jaargemiddelden (µg/m ³) van de verschillende meetplaatsen voor de periode 2011 – 2021.	32
Figuur 12: NO-pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats, in 2021 (µg/m ³).....	33
Figuur 13: NO-pollutierozen op elke meetplaats in de kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021	34
Figuur 14: Bijdrage van de verschillende sectoren in de PM ₁₀ -emissies in 2020 (links) en de trend van de PM ₁₀ -emissies voor de periode 2000 - 2020 (rechts), weergegeven per zone	37
Figuur 15: Trend van de PM ₁₀ -jaargemiddelden op de meetplaatsen voor de periode 2011 – 2021. In 2021 werden de WGO-advieswaarden verstrengd voor PM10: de advieswaarde van 20 µg/m ³ werd verstrengd naar 15 µg/m ³	39
Figuur 16: Gemodelleerd PM ₁₀ -jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021	40
Figuur 17: Aantal dagen met een PM ₁₀ -concentratie > 50 µg/m ³ (EU grenswaarde) voor de periode 2011 – 2021	42
Figuur 18: PM ₁₀ -pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats, in 2021 (µg/m ³) ..	44
Figuur 19: PM ₁₀ -pollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021	45
Figuur 20: Bijdrage van de sectoren in de PM _{2,5} -emissies in 2020 (links) en de trend van de PM _{2,5} -emissies voor de periode 2000 - 2020 (rechts), weergegeven per zone	47
Figuur 21: PM _{2,5} -jaargemiddelden op de meetplaatsen voor de periode 2011 – 2021.....	48
Figuur 22: Gemodelleerd PM _{2,5} -jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021	50
Figuur 23: Chemische samenstelling van PM _{2,5} op meetplaats Baudelohof (R701), voor de periode 2016 - 2021 (µg/m ³)	52

Figuur 24: PM _{2,5} -pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats in 2021.....	53
Figuur 25: PM _{2,5} -pollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021	54
Figuur 26: Bijdrage van de sectoren in de emissie van elementair koolstof in 2020 (links) en de trend van de EC-emissies voor de periode 2000 - 2020, weergegeven per zone	57
Figuur 27: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen van 2012 – 2021	59
Figuur 28: Gemodelleerd zwarte koolstof-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021	60
Figuur 29: Pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) voor zwarte koolstof van elke meetplaats, in 2021.....	61
Figuur 30: Pollutierozen zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone (boven) en Gent-centrum (onder), in 2021	62
Figuur 31: Maandelijkse gemiddelden van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC _{wb} – blauwe balken) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC _{ff} – groene balken) in 2021.....	64
Figuur 32: 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), in 2020 en 2021. Voor meetplaats R701 ontbreken gegevens in de winter van 2020.....	65
Figuur 33: Maandelijkse gemiddelden voor PM ₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM _{10_wb}), PM ₁₀ afkomstig van fossiele brandstoffen (PM _{10_ff}) en totaal PM ₁₀ in 2021.....	67
Figuur 34: Gemiddelde dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC _{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC _{ff}) in de wintermaanden 2021	69
Figuur 35: Gemiddelde dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC _{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC _{ff}) in de zomermaanden 2021.....	70
Figuur 36: Gemiddelde dagverloop van PM ₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM _{10wb}) en PM ₁₀ afkomstig van fossiele brandstoffen (PM _{10ff}) in de wintermaanden 2021.....	71
Figuur 37: Gemiddelde dagverloop van PM ₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM _{wb}) en PM ₁₀ afkomstig van fossiele brandstoffen (PM _{10ff}) in de zomermaanden 2021.....	72
Figuur 38: Pollutierozen voor zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC _{wb}) en afkomstig van fossiele brandstof (BC _{ff}) (µg/m ³) in 2021.....	74
Figuur 39: Relatieve afname van de concentratie zwarte koolstof in 2021, ten opzichte van 2019 (het jaar vóór de LEZ). De meetplaatsen staan gerangschikt per type. De horizontale lijnen geven het gemiddelde weer per type (type-ligging van de meetplaatsen: landelijk, stedelijk, verkeersgericht, industrieel of specifieke studie). De druk gearceerde locaties liggen in een LEZ (Gent of Antwerpen). De minder gearceerde locaties liggen op de rand van een LEZ. De volle balken zijn locaties die níét in een LEZ liggen. .	77

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 polluenten in de Gentse kanaalzone, de Gentse agglomeratie en Gent-centrum. We toetsen de concentraties van 2021 aan de Europese regelgeving en aan de WGO-advieswaarden. Ook de trend komt aan bod.

In dit rapport focussen we op de volgende polluenten:

- PM₁₀
- PM_{2,5}
- zwarte koolstof (BC)
- stikstofoxiden (NO₂ en NO)

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 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 2020.

2 HET MEETNET

Tabel 1 geeft een overzicht van de automatische meetplaatsen in de regio Gent, hun ligging en welke van de bovenstaande polluenten 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
- M702 in Ertvelde maakte tot en met 2020 deel uit van het meetnet maar werd na 2020 stopgezet.
- EG05 in Rieme. Metingen werden hier gestart in 2020.

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.

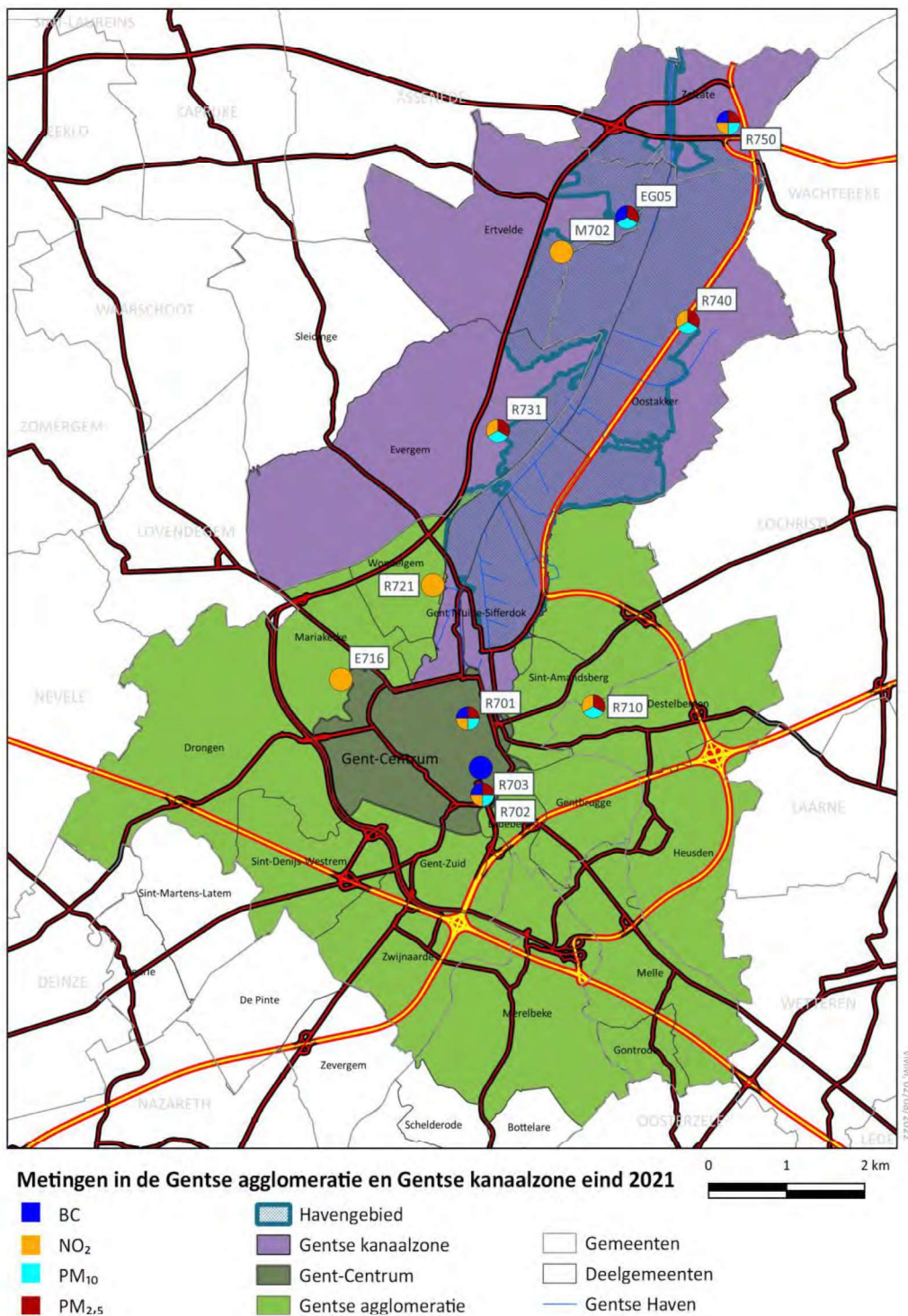
Voor het 'Actieplan fijn stof en NO₂ voor agglomeratie Gent en Gentse kanaalzone (2016-2020)'² werd deze zone voor het berekenen van de emissiegegevens nog uitgebreid met Melle (inclusief Gontrode) en Merelbeke (zonder de deelgemeenten), dit vanwege de aanwezigheid van de E40 en R4.

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

Als aanvulling op de meetplaatsen waar er met automatische monitoren wordt gemeten en omwille van de invoering van het circulatieplan (in april 2017), meet de VMM op vraag van Gent in Gent-centrum op 20 locaties NO₂ met behulp van passieve samplers. De samplers bevinden zich op verschillende types locaties zoals in *street canyons*, langs drukke invalswegen en op stedelijke achtergrondlocaties. De ligging van deze locaties staat in Tabel 2 en wordt getoond op Figuur 2.

² Het actieplan vind je op de website <https://omgeving.vlaanderen.be/luchtkwaliteitsplan-gent>

Figuur 1: Ligging van de automatische meetplaatsen in 2021 en afbakening van de zones

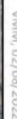


Tabel 1: Overzicht van de automatische meetplaatsen

Code	Naam	Adres	Classificatie Meetplaats	Lambertcoördinaten		PM ₁₀	PM _{2,5}	BC	NO _x
				X	Y				
R701	Gent-Baudelohof	Baudelostraat	stedelijk, achtergrond	105169	194435	8	✓	✓	✓
R702	Gent-Gustaaf Callierlaan	Gustaaf Callierlaan	stedelijk, verkeer	105540	192476	7	✓	✓	✓
R703	Gent-Lange Violettestraat	Lange Violettestraat	stedelijk, verkeer	105510	193165	8		✓	
R710	Destelbergen	Admiraaldreef	voorstedelijk, achtergrond	108394	194736	7	✓	✓	✓
R721	Wondelgem	Sint-Sebastiaanstraat	voorstedelijk, industrieel	104275	197850	8			✓
E716	Mariakerke	Driepikkelstraat	voorstedelijk, industrieel	101919	195427	8			✓
R731	Evergem	Doornzeelsestraat	landelijk, industrieel	105947	201811	7	✓	✓	✓
R740	Sint-Kruis-Winkel	Schuitstraat	landelijk, industrieel	110815	204603	5	✓	✓	✓
R750	Zelzate	Burgemeester Jos Chalmetlaan	landelijk, industrieel	111845	209705	6	✓	✓	✓
M702	Ertvelde	Ijsvogelstraat	landelijk, industrieel	107569	206396	5			✓

Tabel 2: Overzicht van de ligging van de NO₂-meetplaatsen met passieve samplers in Gent-centrum in 2021

Naam	Plaats 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



- NO_x met passieve sampler

■ DO ■ NO ■ PM



3 STIKSTOFOXIDEN

Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO_2) en stikstofmonoxide (NO). Ze worden uitgestoten tijdens de verbrandingsprocessen van fossiele brandstoffen (steenkool, petroleumproducten en gas) gebruikt in huishoudelijke verwarming, industriële processen en de verbrandingsmotoren van verkeer.

In tegenstelling tot NO is NO_2 een toxisch gas dat irritatie aan de luchtwegen kan veroorzaken. Een kwart³ van de jaarlijkse astmagevallen bij kinderen zou komen door NO_2 . Ook voor het milieu is NO_2 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_x kan over grote afstanden getransporteerd worden en dus effecten veroorzaken in ver gelegen gebieden.

Meer informatie over NO_x vind je in bijlage 2.

3.1 NO_2

3.1.1 Emissie van stikstofoxiden (uitgedrukt als stikstofdioxide) (NO_x (NO_2))

Voor 2020 bedroeg de NO_x (NO_2)-emissie voor de zones Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum samen 8717 ton. Dit was 10 % van de totale NO_x (NO_2)-uitstoot van heel Vlaanderen. 6882 ton werd uitgestoten in de kanaalzone, 1543 ton in de Gentse agglomeratie en 293 ton in Gent-centrum. Hoewel de bronnen in de Gentse kanaalzone veel meer uitstoten, zijn de emissies in het centrum van Gent ook belangrijk omdat ze wegens hun nabijheid directe impact hebben op de blootstelling van de inwoners.

Figuur 3 toont in het linkerdeel voor elke zone de bijdrage van de verschillende sectoren in de NO_x (NO_2)-emissies en in het rechterdeel de trend van de NO_x (NO_2)-emissies sinds 2000. Voor een beschrijving van de zones, zie hoofdstuk 2. De meest recente beschikbare emissiedata zijn die van 2020.

De berekening van de verkeersemisies is gebaseerd op de mobiliteitsinformatie van het Vlaamse wegennet (snelwegen), en niet van het lokale wegennet. De hier gerapporteerde emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan en de opstart van de LEZ in Gent. Meer informatie hierover vind je in bijlage 4.

In de **Gentse kanaalzone** kwamen de NO_x (NO_2)-emissies in 2020 voor:

- 72 % van de sector industrie
- 16 % van de sector energie
- 10 % van het verkeer, waarin scheepvaart 6 % uitmaakte

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

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

In vergelijking met 20 jaar geleden is de totale emissie in de Gentse kanaalzone met iets meer dan de helft gedaald. Dat komt vooral doordat de emissies van de energiesector sterk daalden (door overschakelingen van steenkool en stookolie naar aardgas, verbeterde verbrandingstechnologieën en rookgasreiniging). Tussen 2000 en 2020 daalden deze emissies van de energiesector met 85 %.

³ <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412017320184>

De laatste jaren is er eerder een stagnatie in de totale emissie in de Gentse kanaalzone (zie Figuur 3, rechts boven). In 2020 zien we wel weer een daling. Deze daling ligt vooral aan lagere emissies van ArcelorMittal in 2020 in vergelijking met 2019.

In de zone Gentse agglomeratie

- kwam het overgrote deel (80 %) van het (weg)verkeer
- 7 % kwam uit de sector handel en diensten. Deze sector bestaat uit afvalverwerking en gebouwenverwarming. In de Gentse agglomeratie komt ongeveer de helft van deze uitstoot van afvalverwerking (IVAGO) en de andere helft van gebouwenverwarming.

De trendgrafiek toont dat de emissies van het verkeer met net iets meer dan 70 % zijn gedaald in vergelijking met 2000 (van 4.350 ton in 2000 naar 1.236 ton in 2020). Dit komt grotendeels door het gebruik van driefwegkatalysatoren in benzineauto's en de toepassing van uitlaatgasrecirculatie en selectieve katalytische reductie bij vrachtwagens. In 2020 zorgden de COVID-maatregelen mee voor dalende verkeersemissies.

In Gent-centrum:

- leverde het verkeer ook de grootste bijdrage (44 %)
- De sector handel en diensten kwam op de tweede plaats (21 %). In de zone Gent-centrum komt deze uitstoot volledig van gebouwenverwarming.
- De sector energie zorgde voor 18 % van de emissies door energiebedrijf Luminus Ham.

De emissies van deze sectoren zijn allemaal gedaald in vergelijking met 2000. De grootste absolute daling komt van de verkeersemissies (zie Figuur 3, rechts onderaan). Ook de emissies van de sector energie daalde met meer dan de helft.

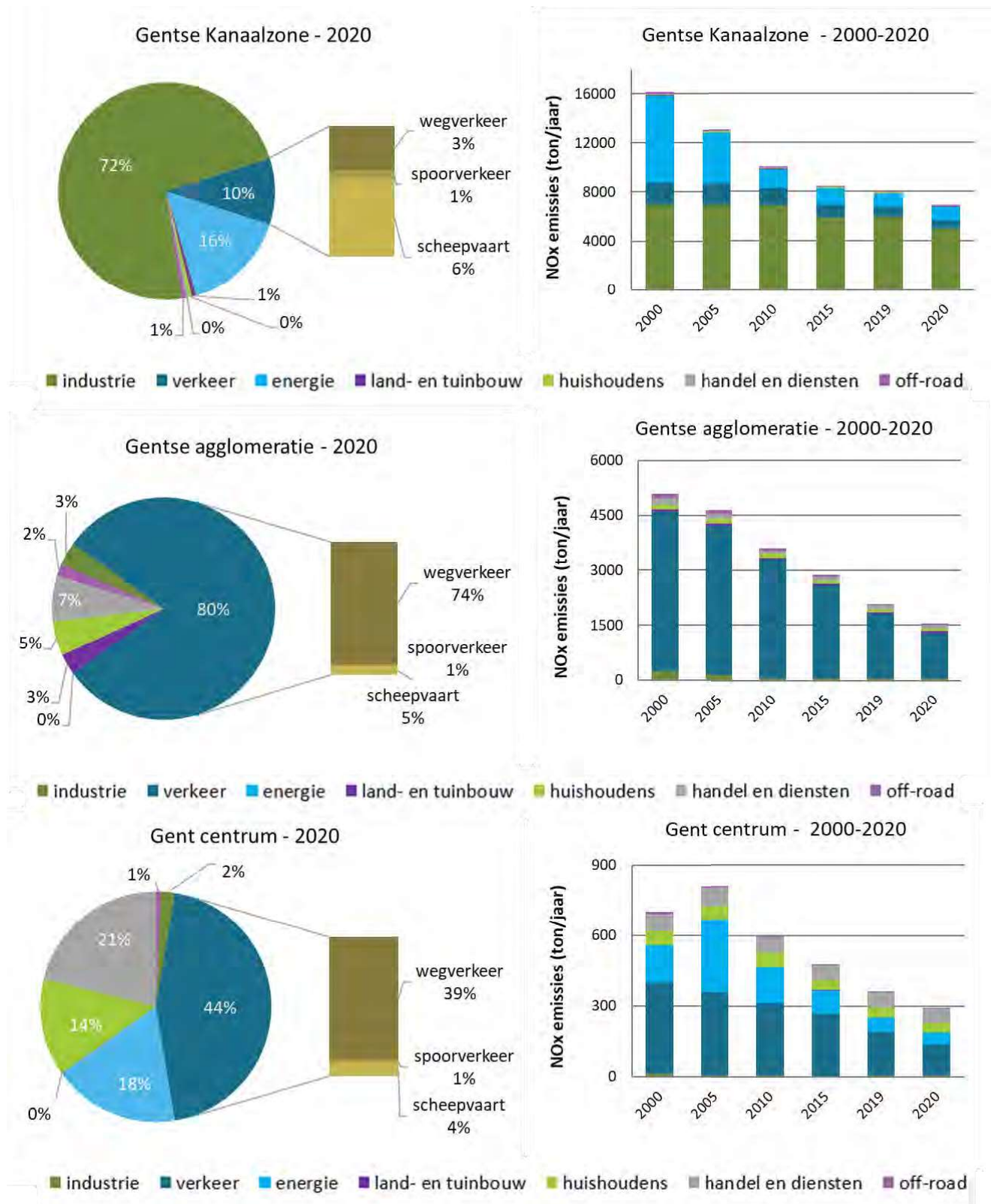
Samengevat was, voor de 3 zones samen, de industrie de grootste bron van NO_x(NO₂)-emissies, gevolgd door het (weg)verkeer en de sector energie.

De luchtkwaliteit 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. In het Saneringsplan luchtkwaliteit Agglomeratie Antwerpen (2017) werd ingeschat dat:

- in stedelijke gebieden gemiddeld 65 % van de NO2 die we meten in de lucht van lokale en Vlaamse bronnen komt. Het aandeel van lokaal verkeer is 34 %.
- Op een verkeersgerichte locatie stijgt het belang van lokale en Vlaamse emissies tot een bijdrage van 74 % op de gemeten NO2-concentratie. 53 % komt van lokaal verkeer.

Naast directe uitstoot wordt NO_2 ook indirect gevormd door chemische reacties in de atmosfeer. Stikstofoxiden door verbrandingsprocessen komen vooral onder de vorm van NO in de lucht terecht. Enerzijds wordt het weinig toxische NO relatief snel omgezet naar het toxisch gas NO_2 door reactie met o.a. ozon (O_3). Anderzijds draagt NO_2 bij tot de fotochemische ozonvorming waarbij O_3 wordt gevormd en NO_2 wordt omgezet tot NO . De chemie van stikstofcomponenten in de atmosfeer is erg complex. Dit maakt dat de relatie tussen de emissies van NO_x en de gemeten NO_2 -concentraties niet lineair is.

Figuur 3: Bijdrage van de verschillende sectoren in de NO_x(NO₂)- emissies in 2020 (links) en de trend van de NO_x(NO₂)-emissies voor de periode 2000-2020 (rechts), weergegeven per zone



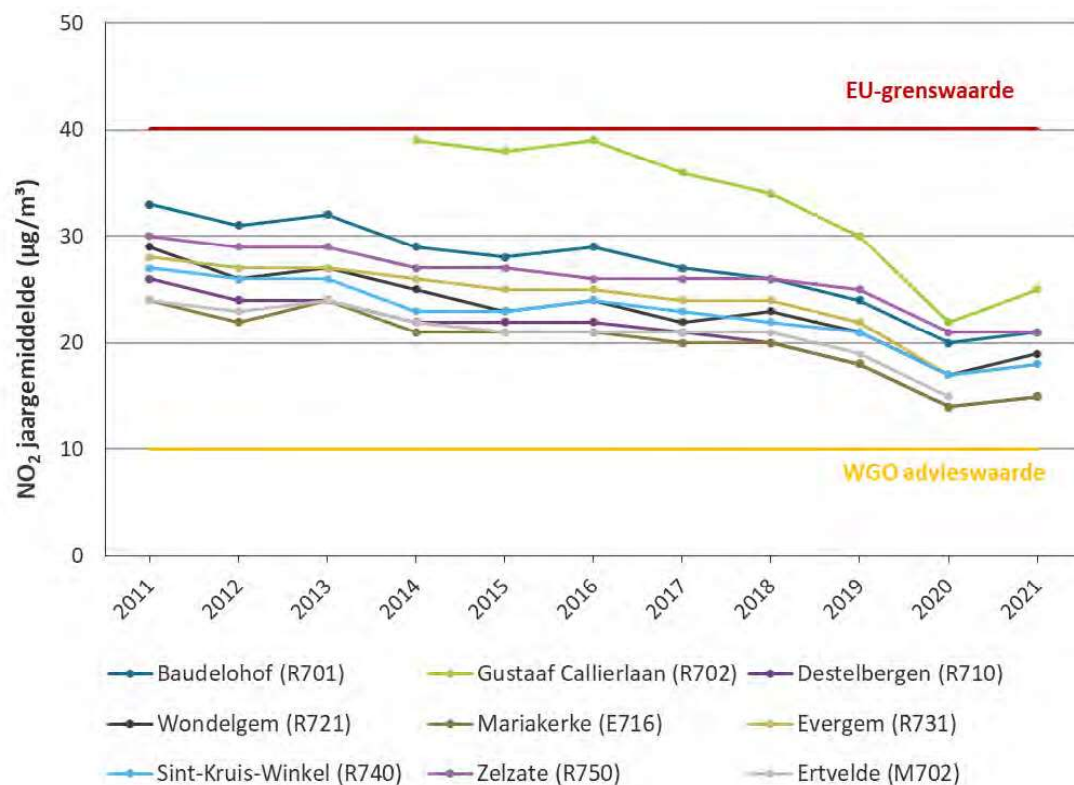
3.1.2.1 Automatische meetplaatsen

Ook op andere (voor)stedelijke meetplaatsen in Vlaanderen is er een vergelijkbare stijging in de NO₂-jaargemiddelden van 2020 naar 2021.

Naam meetplaats	Code	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Baudelohof	R701	33	31	32	29	28	29	27	26	24	20	21
Gustaaf Callierlaan	R702	-	-	-	39	38	39	36	34	30	22	25
Destelbergen	R710	26	24	24	22	22	22	21	20	18	14	15
Wondelgem	R721	29	26	27	25	23	24	22	23	21	17	19
Mariakerke	E716	24	22	24	21	21	21	20	20	18	14	15
Evergem	R731	28	27	27	26	25	25	24	24	22	17	18
Sint-Kruis-Winkel	R740	27	26	26	23	23	24	23	22	21	17	18
Zelzate	R750	30	29	29	27	27	26	26	26	25	21	21
Ertvelde	M702	24	23	24	22	21	21	21	21	19	15	-

Meetplaats M702 in Ertvelde werd stopgezet in 2021.

Figuur 4: NO₂-jaargemiddelde (µg/m³) op de automatische meetplaatsen, voor de periode 2011 – 2021



3.1.2.2 Invloed van de coronamaatregelen op de concentraties

Om de verspreiding van het COVID-19-virus tegen te gaan, kondigde de Belgische overheid half maart 2020 nationale maatregelen af. Niet-essentiële winkels moesten sluiten en ook niet-essentiële verplaatsingen werden verboden. Thuiswerk was in bepaalde maanden verplicht en in andere maanden sterk aanbevolen. Hierdoor daalde het verkeer drastisch, zeker tijdens de eerste, strengste periode met maatregelen die tot midden mei duurden. Ook in de overige maanden in 2020 was er duidelijk minder verkeer, vooral in het najaar tijdens de tweede, iets minder strenge lockdown vanaf midden oktober 2020. In 2021 was er nog steeds veel virus in omloop, maar waren minder strenge maatregelen qua verplaatsingen van kracht. Thuiswerken was nog altijd een belangrijke pijler in de bestrijding van het virus.

Figuur 5 geeft het dagelijks aantal afgelegde voertuigkilometer (de 'verkeersprestatie') weer op de Vlaamse snelwegen in 2019 -2021. De impact van de coronacrisis liet zich sterk voelen op de Vlaamse snelwegen, vooral in het voorjaar van 2020 en in het najaar van 2020. Echter ook in (begin) 2021 lag het aantal voertuigkilometers van de niet-vrachtwagens op de Vlaamse snelwegen nog altijd een stuk lager dan het niveau van voor de coronacrisis (jaar 2019). Het verkeer werd dus ook in 2021 (weliswaar in mindere mate dan in 2020) beïnvloed door de coronamaatregelen waardoor er toen ook minder uitstoot van wegverkeer was.

The chart displays the monthly vehicle kilometers traveled (Vgkm) in millions for three categories: 2019- niet-vrachtwagens (blue solid line), 2020- niet-vrachtwagens (orange solid line), and 2021- niet-vrachtwagens (grey solid line). Commercial vehicles (vrachtwagens) are shown in dotted lines for 2019 (light blue), 2020 (brown), and 2021 (grey). The y-axis ranges from 0 to 60 million Vgkm, and the x-axis shows months from January to December. The 2020 data shows a sharp decline in April, reaching a low of approximately 17 million Vgkm, followed by a recovery to around 47 million Vgkm by September. The 2021 data shows a similar trend but with a higher peak in August, reaching approximately 51 million Vgkm. Commercial vehicle travel remains relatively stable, fluctuating between 7 and 10 million Vgkm throughout the year.

Month	2019- niet-vrachtwagens	2020- niet-vrachtwagens	2021- niet-vrachtwagens	2019- vrachtwagens	2020- vrachtwagens	2021- vrachtwagens
jan	48	49	36	9	9	9
feb	51	50	38	9	9	9
mrt	52	32	39	9	8	10
apr	54	17	40	9	7	10
mei	53	28	42	9	7	10
jun	54	43	47	9	9	10
jul	53	47	48	9	8	10
aug	55	46	51	9	8	10
sep	54	47	52	9	9	10
okt	54	42	51	9	9	10
nov	52	35	46	9	9	10
dec	49	36	43	8	8	10

Een daling in verkeersemisaties is echter niet altijd één op één terug te vinden in de gemeten concentraties. Hiervoor zijn verschillende redenen:

- ### 3.1.2.3 Passieve samplers

Meetlocaties

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'. We spreken daarom van 'indicatieve jaargemiddelden'.

Invoer circulatieplan

Op 3 april 2017 werd het nieuwe circulatieplan in Gent ingevoerd om doorgaand verkeer uit de binnenstad te weren. Uit de vergelijking⁴ van de resultaten voor de invoering (periode juni 2016 - maart 2017) en na de invoering van het circulatieplan (periode april 2017 – maart 2018) blijkt dat de NO₂-concentratie in de 20 meetpunten met passieve samplers met gemiddeld 18 % daalde. Deze daling is deels toe te wijzen aan de invoer van het circulatieplan en deels aan de algemene dalende tendens van de NO₂-concentraties in Vlaanderen.

Stijging t.o.v. 2020 maar daling t.o.v. 2019

Figuur 6 toont per locatie de NO₂ concentraties gemeten met passieve samplers van 2017 t.e.m. 2021. In 2020 waren de concentraties sterk gedaald door het effect van de coronamaatregelen (minder verkeer). In 2021 liggen de concentraties weer gemiddeld 2 µg/m³ of 8 % hoger dan in 2020. Deze stijging ligt in dezelfde lijn als in Antwerpen. Daar werd een stijging van gemiddeld 1,8 µg/m³ of 7 % gemeten.

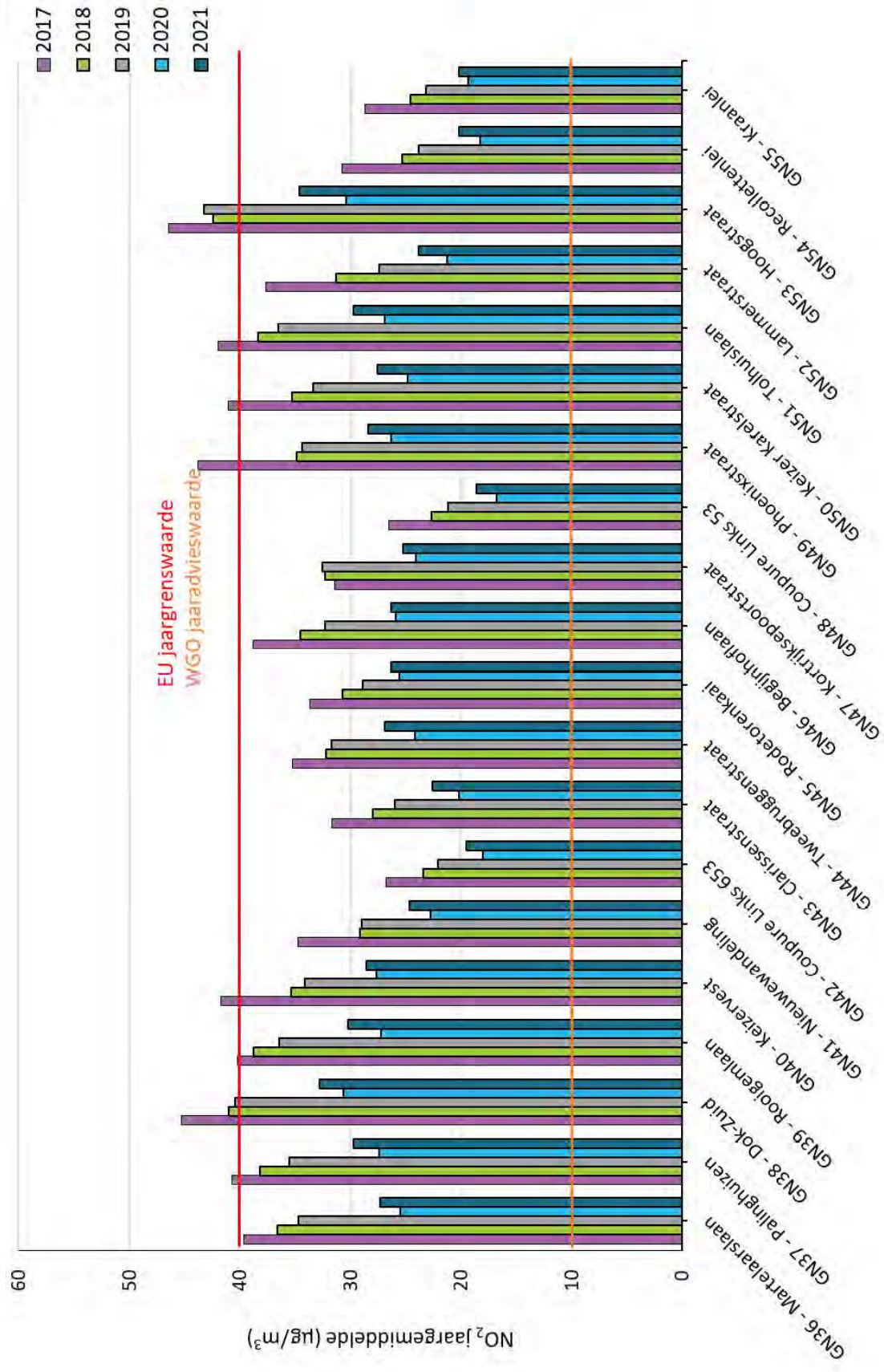
Hoewel de concentraties van 2021 weer iets gestegen zijn, liggen ze nog altijd lager dan de concentraties van de voorgaande jaren (2017-2019). In vergelijking met 2019 zijn de concentraties in 2021 gedaald met gemiddeld met 5 µg/m³ of 16 %.

Geen overschrijdingen in 2020 en 2021

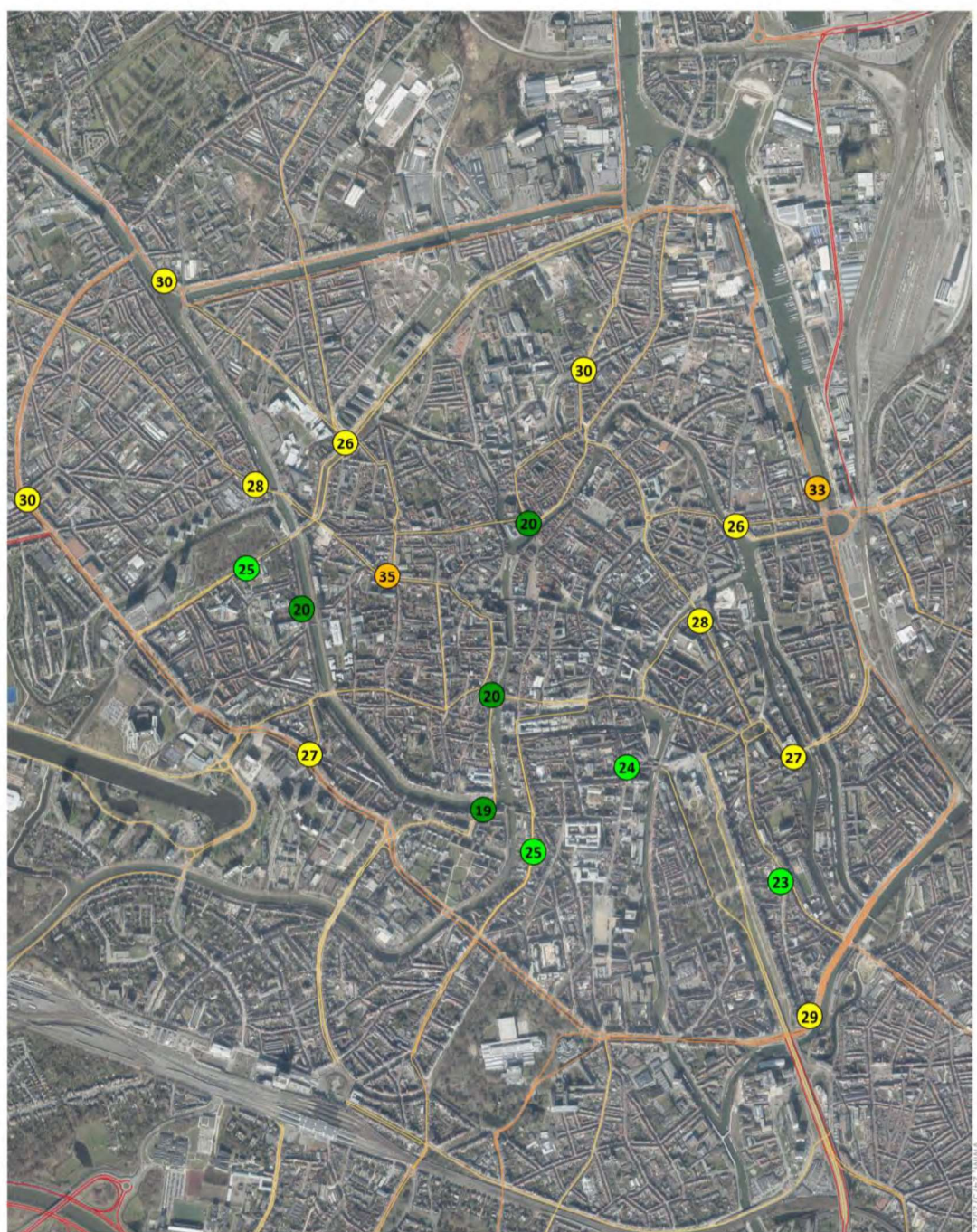
Figuur 7 toont de ligging van de passieve samplers met hun indicatief jaargemiddelde in 2021. Alle jaargemiddelden liggen onder de jaargrenswaarde van 40 µg/m³. De gemiddelde concentratie is 26 µg/m³. De hoogste jaargemiddelden werden gemeten in de Hoogstraat en Dok-Zuid (35 µg/m³ en 33 µg/m³, respectievelijk).

⁴ Evaluatie Circulatieplan Gent, dd mei 2019, Mobiliteitsbedrijf i.s.m. Transport & Mobility Leuven

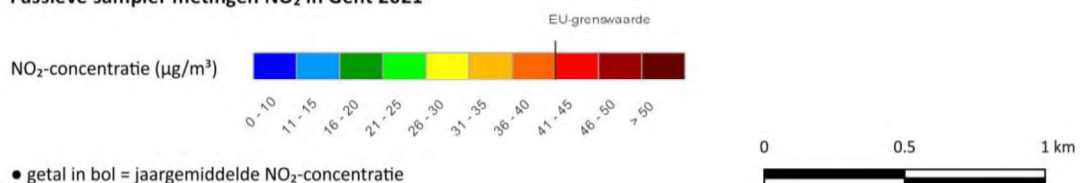
Figuur 6: Indicatieve NO₂-jaargemiddelden gemeten met passieve samplers in Gent-centrum in 2017-2021



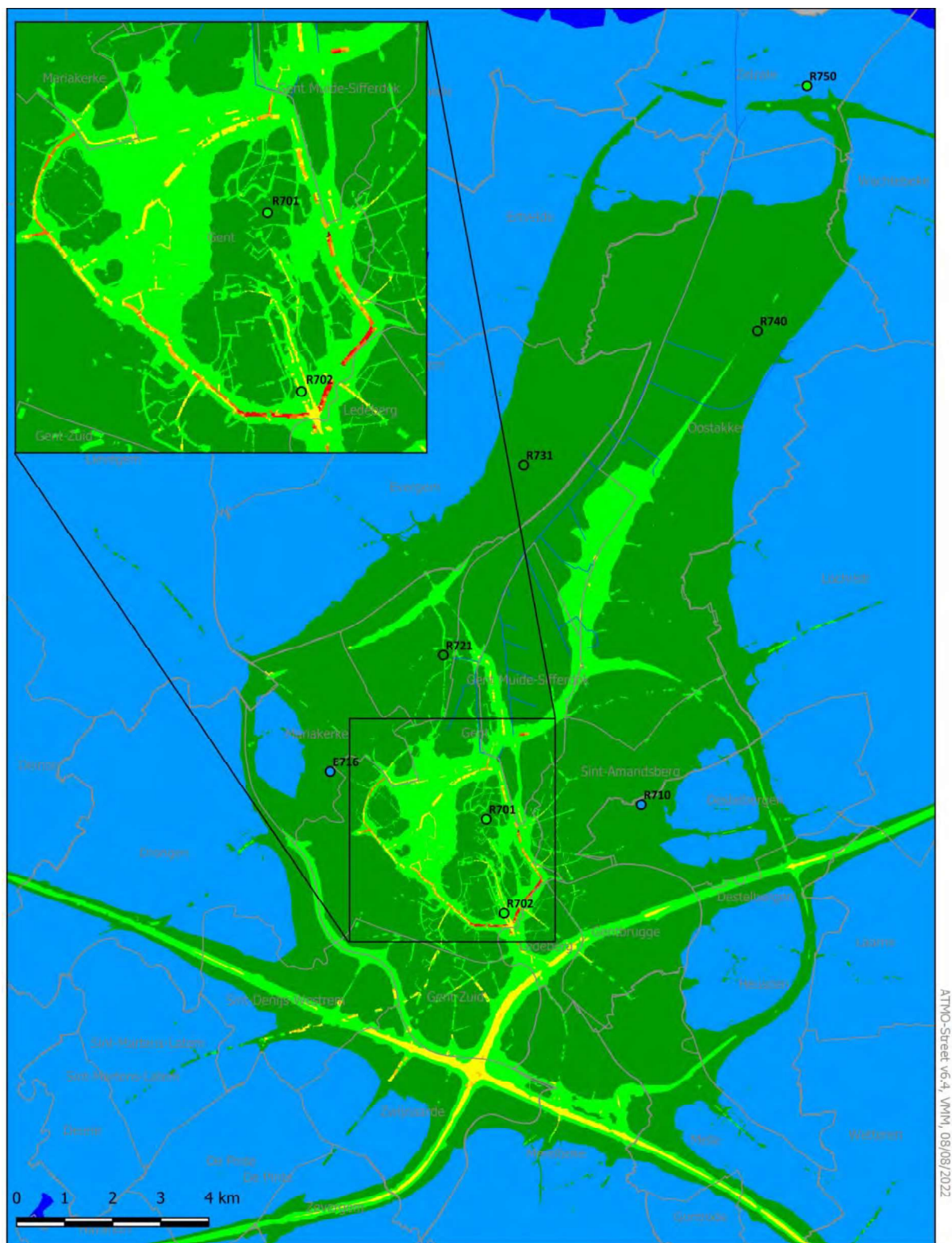
Figuur 7: Ligging van de passieve samplers in Gent-centrum, met hun indicatief NO₂-jaargemiddelde in 2021



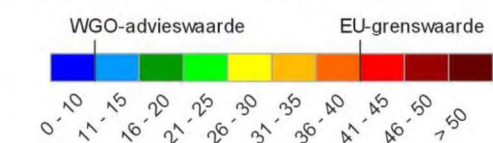
Passieve sampler metingen NO₂ in Gent 2021



Figuur 8: Gemodelleerd NO₂-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021



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



○ 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 grenswaarden

Een overzicht van de regelgeving van NO₂ vind je in bijlage 3.

3.1.4.1 Europese normen

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. Het ATMO-Street model toont voor NO₂ mogelijke overschrijdingen van de jaargrenswaarde langs de stadsring.

3.1.4.2 WGO-advieswaarden

Advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) hebben als doel de risico's van gezondheidsschade door luchtverontreiniging te beperken en zijn meestal strenger dan de Europese grens- of streefwaarden. De Europese regelgeving is vaak gebaseerd op de richtlijnen opgesteld door de WGO, maar houden - naast de gezondheidseffecten - ook rekening met de technische en economische haalbaarheid.

De advieswaarde voor het jaargemiddelde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) werd in 2021 verstrengd van 40 µg/m³ naar 10 µg/m³. Geen enkele meetplaats voldoet aan deze nieuwe advieswaarde (zie Figuur 4). Het laagst gemeten jaargemiddelde in de Gentse omgeving was 15 µg/m³ (gemeten in Destelbergen en Mariakerke).

Sinds 2021 heeft de WGO ook een advieswaarde voor NO₂-daggemiddelden gedefinieerd. Een daggemiddelde van 25 µg/m³ mag maximaal 3 keer per jaar overschreden worden.

Tabel 4 toont het aantal overschrijdingen op de meetplaatsen in de Gentse agglomeratie in 2021. Op alle meetplaatsen ligt dit aantal ver boven de advieswaarde. Op de meetplaatsen in Destelbergen en Mariakerke werden 37 dagen geteld waar het NO₂-daggemiddelde meer dan 25 µg/m³ was. Binnen de Gentse agglomeratie en kanaalzone hebben ze daarmee het laagste aantal. De Gustaaf Callierlaan had binnen de Gentse agglomeratie en kanaalzone het hoogste aantal dagen: 142.

Ook op de rest van Vlaamse meetplaatsen ligt deze WGO advieswaarde buiten bereik. Het aantal dagen dat het daggemiddelde werd overschreden varieerde in 2021 in heel Vlaanderen tussen 7 dagen (gemeten op de landelijke locatie Houtem) en 266 dagen (gemeten op de Antwerpse Ring, een locatie die minder representatief is voor de menselijke blootstelling).

Tabel 4: Aantal dagen met een NO₂-concentratie > 25 µg/m³ in 2021

Naam meetplaats	Code	2021
Baudelohof	R701	103
Gustaaf Callierlaan	R702	142
Destelbergen	R710	37
Wondelgem	R721	88
Mariakerke	E716	37
Evergem	R731	68
Sint-Kruis-Winkel	R740	65
Zelzate	R750	109

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

3.1.5 Pollutierozen

Figuur 9 en Figuur 10 geven de pollutierozen en zero-pollutierozen (pollutierozen met aftrek van de achtergrondconcentratie) voor NO₂ voor de verschillende meetplaatsen. Uitleg over de methodiek van pollutierozen vind je in bijlage 4.

Op de verkeersgerichte meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan (**R702**) lagen, net zoals de voorgaande jaren, de gemeten NO₂-concentraties bij zuidoostelijke en noordwestelijke wind een stuk hoger dan op de andere meetplaatsen. Dit door zijn ligging op een plaats waar veel verkeer passeert: tussen de Gustaaf Callierlaan en de fly-over, die in het zuidoosten de R40 kruist.

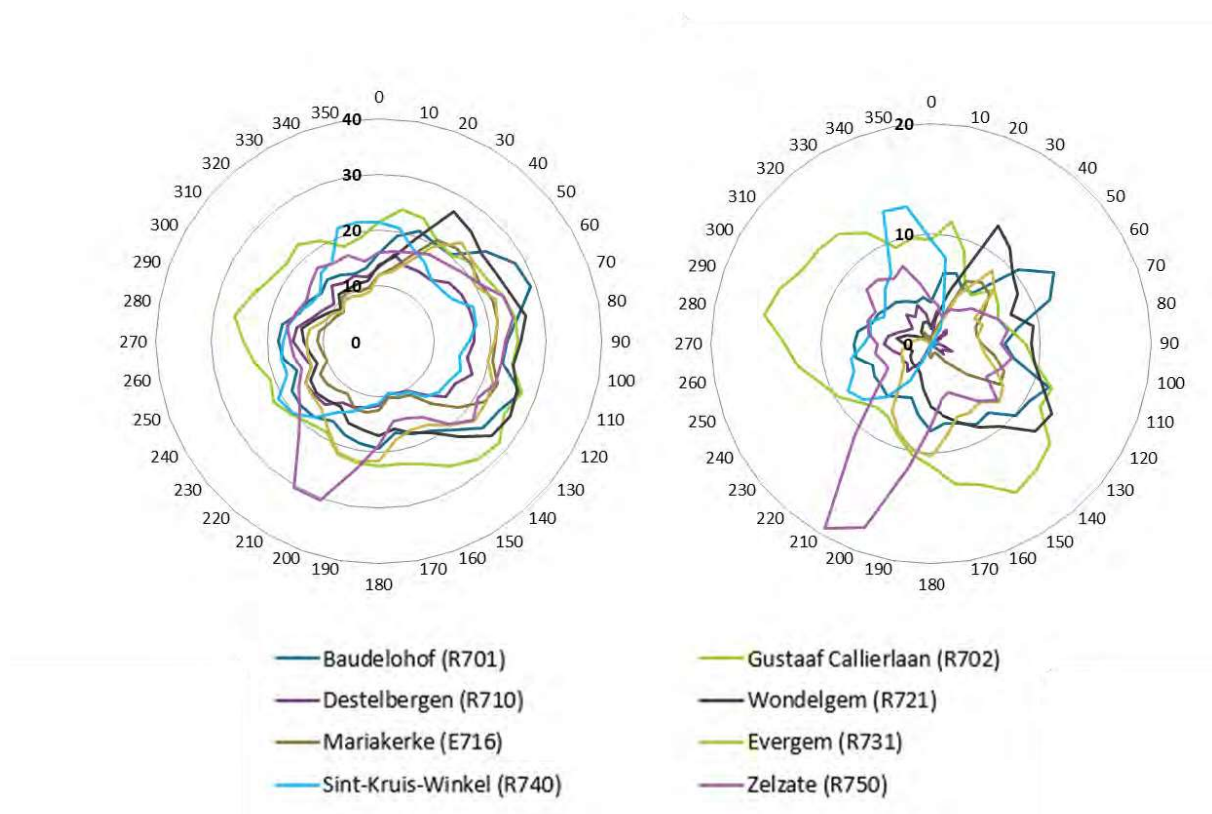
Op de meetplaats in het Baudelohof (**R701**) zijn hogere concentraties zichtbaar in noordoostelijke richting (richting elektriciteitscentrale Luminus-Ham en de R40) en in iets mindere mate ook in zuidoostelijke richting (richting R40).

Wat ook elk jaar wordt waargenomen is dat de meetplaats in Zelzate (**R750**) opvallend hogere concentraties vertoont bij wind uit zuidwestelijke richting. In deze richting ligt ArcelorMittal.

Op de industriële meetplaats in Sint-Kruis-Winkel (**R740**) werden hogere NO₂-concentraties gemeten bij wind uit noord-noordwestelijke richting en (in mindere mate) zuidwestelijke richting. De R4 loopt langs deze meetplaats. Ten noorden van dit meetstation ligt de Electrabel Centrale Knipergroen en verder noordelijk ArcelorMittal. Ten zuidwesten van dit meetstation bevinden zich ook verschillende bedrijven in de kanaalzone, waaronder de Electrabel Centrale Rodenhuize.

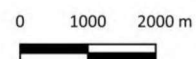
Ook de gemeten concentraties op meetplaats in Wondelgem (**R721**) werden mogelijk beïnvloed door industriële activiteiten in de kanaalzone, gezien hier een verhoging wordt waargenomen bij wind vanuit oostelijke en noordoostelijke richting, waar de kanaalzone zich bevindt.

Figuur 9: NO₂-pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats in 2021 (µg/m³)





 E716	 R710	 R740
 R701	 R721	 R750
 R702	 R731	



3.2 NO

3.2.1 Gemeten concentraties

Tabel 5 en Figuur 11 tonen de NO-jaargemiddelden van alle automatische meetplaatsen in de regio Gent sinds 2011. De meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan (R702) is de meetplaats met het hoogste NO-jaargemiddelde ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De jaargemiddelden van de andere meetplaatsen lagen lager, tussen 3 en $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

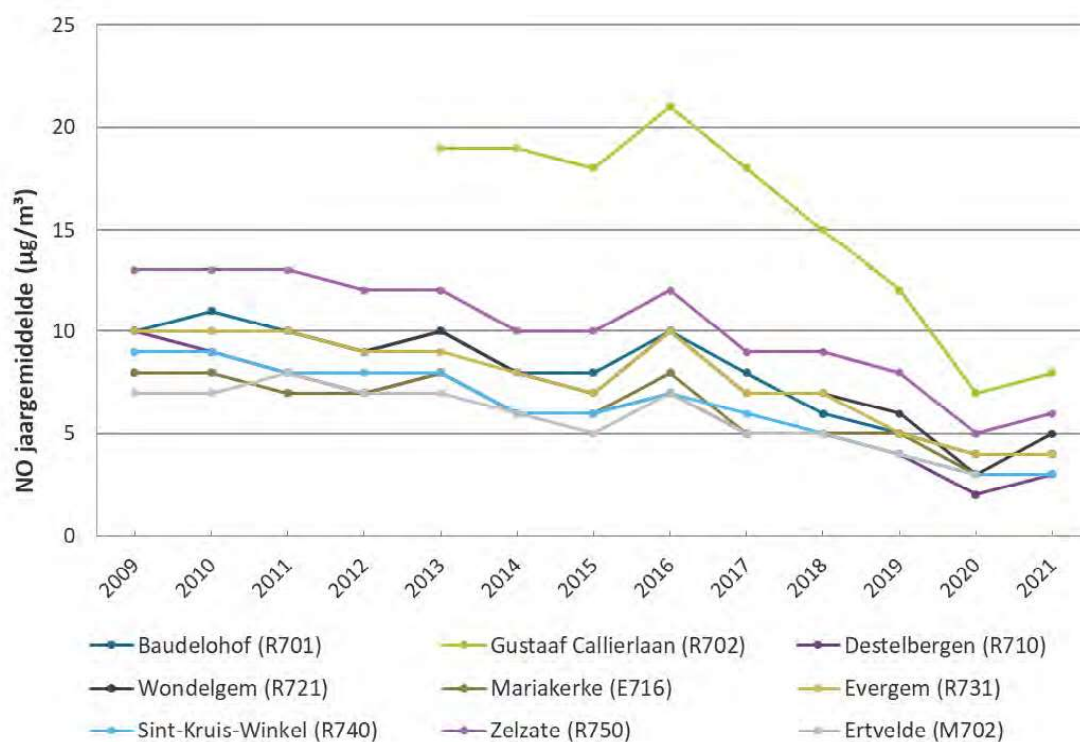
Het verschil tussen de Gustaaf Callierlaan en de andere meetplaatsen is kleiner in vergelijking met 2019 en de jaren daarvoor.

De daling in NO-jaargemiddelden over de laatste jaren zet zich nog altijd verder, ondanks de (lichte) stijging van 2020 naar 2021. In vergelijking met 10 jaar geleden zijn de NO-jaargemiddelden met gemiddeld 58 % gedaald.

Tabel 5: NO-jaargemiddelden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) op de meetplaatsen voor de periode 2011 - 2021

Naam meetplaats	Code	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Baudelohof	R701	10	9	10	8	8	10	8	6	5	4	4
Gustaaf Callierlaan	R702	-	-	19	19	18	21	18	15	12	7	8
Destelbergen	R710	8	7	8	6	6	7	5	5	4	2	3
Wondelgem	R721	10	9	10	8	7	10	7	7	6	3	5
Mariakerke	E716	7	7	8	6	6	8	5	5	5	3	3
Evergem	R731	10	9	9	8	7	10	7	7	5	4	4
Sint-Kruis-Winkel	R740	8	8	8	6	6	7	6	5	4	3	3
Zelzate	R750	13	12	12	10	10	12	9	9	8	5	6
Ertvelde	M702	8	7	7	6	5	7	5	5	4	3	-

Figuur 11: NO-jaargemiddelden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) van de verschillende meetplaatsen voor de periode 2011 – 2021



3.2.2 Pollutierozen

Figuur 12 en Figuur 13 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.

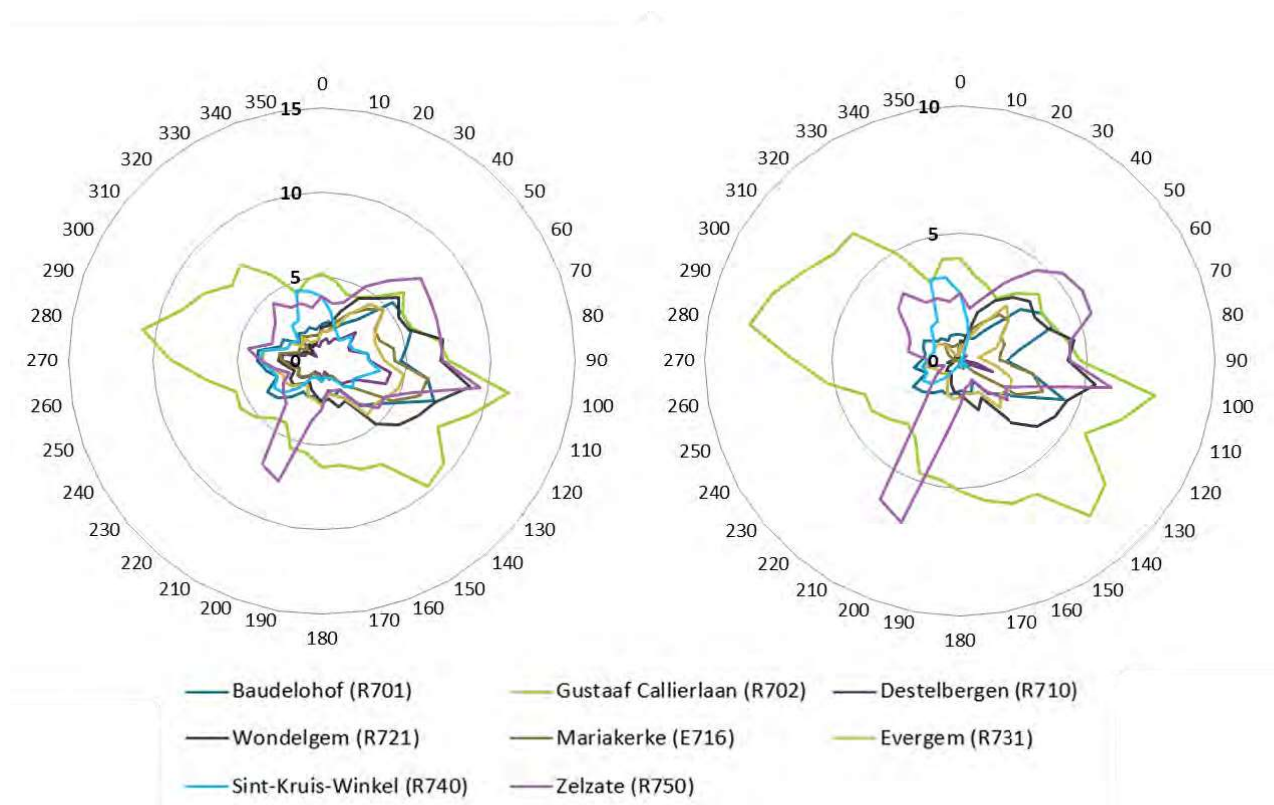
De NO-concentraties waren het hoogst op de meetplaats langs de Gustaaf Callierlaan (**R702**). Hier treedt bij (zuid)oostelijke en westelijke richting de hoogste NO-vervuiling op.

Op de meetplaats in het Baudelohof (**R701**) zijn hogere concentraties zichtbaar in noordoostelijke richting (richting elektriciteitscentrale Luminus-Ham en de R40) en ook in zuidoostelijke richting (richting R40).

Op de meetplaats in Zelzate (**R750**) werden hogere NO-concentraties gemeten bij wind vanuit het zuidwesten. Dat is wind die van over de kanaalzone komt, vanuit de richting van ArcelorMittal.

In Sint-Kruis-Winkel (**R740**) worden net als bij NO₂, hogere NO-concentraties gemeten bij wind uit noord-noordwestelijke richting en (in mindere mate) zuidwestelijke richting.

Figuur 12: NO-pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats, in 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Figuur 13: NO-pollutierozen op elke meetplaats in de kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021



Pollutierozen NO op meetplaatsen Gentse agglomeratie eind 2021

E716	R710	R740
R701	R721	R750
R702	R731	

0 1000 2000 m

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. PM₁₀ en PM_{2,5} zijn de stofdeeltjes met een diameter respectievelijk kleiner dan 10 µm en 2,5 µm.

De aanwezigheid van PM 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. Onderzoek⁵ toonde aan dat een foetus via de moeder al zeer vroeg in de ontwikkeling in aanraking komt met luchtvervuiling. Fijn stof-roetdeeltjes dringen door tot de placenta en stapelen zich daar op met negatieve invloeden op de ontwikkeling van de foetus.

Blootstelling aan PM_{2,5} 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 PM₁₀

4.1.1 Emissie van PM₁₀

De recentste emissiedata zijn van 2020. Onderstaande figuren geven de cijfers weer van het rechtstreeks uitgestoten **primair PM₁₀-stof**. In 2020 hadden de 3 zones Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum samen een primaire PM₁₀-uitstoot van 1.297 ton. Dat was 8,5 % van de Vlaamse primaire PM₁₀-uitstoot. De PM₁₀-emissies van de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum waren in 2020 respectievelijk 949, 297 en 51 ton.

De berekening van de verkeersemissies is gebaseerd op de mobiliteitsinformatie van het Vlaamse wegennet (snelwegen), en niet van het lokale wegennet. De hier gerapporteerde emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan en de opstart van de LEZ in Gent. Meer informatie hierover vind je in bijlage 4.

Figuur 14 toont in het linkerdeel de bijdrage van de verschillende sectoren in de emissie van primair PM₁₀ voor 2020, in het rechterdeel de trend van de uitstoot sinds 2000.

In de **Gentse kanaalzone**:

- kwam 65 % van de sector industrie en dan vooral van ArcelorMittal
- werd 22 % veroorzaakt door de sector industrie op- en overslag
- hadden verkeer en huishoudens een beperkte bijdrage (resp. 4 % en 5 %)

De trendfiguur toont dat door de jaren heen de totale PM₁₀-emissie is gedaald maar dat er in 2015 een stijging was, opnieuw gevolgd door een daling. 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 2000. De grootste emissie komt van Electrabel Centrale Rodenhuize.

⁵ 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>

Sinds 2013 wordt ook de invloed van niet-geleide stofemissies van de op- en overslagbedrijven op PM₁₀ in kaart gebracht (op deze figuur zichtbaar vanaf 2015 aangezien niet elk jaar wordt getoond). Vóór 2013 is er geen beschikbare informatie over de PM₁₀-emissies van op- en overslag.

In de zone **Gentse agglomeratie**:

- veroorzaakte verkeer 36 % van de PM₁₀-emissies, waarvan meer dan de helft afkomstig is van niet-uitlaatemissies van het wegverkeer (slijtage van banden, wegdek en remmen)
- werd 30 % uitgestoten door huishoudens, dit is vooral gebouwenverwarming. Bij gebouwenverwarming wordt de PM₁₀-uitstoot bijna exclusief (98 %) veroorzaakt door het verwarmen met hout. Andere verwarmingstypes (aardgas, stookolie, propaan...) dragen samen de overblijvende 2 % bij,
- kwam 18 % van de industrie en 11 % van op- en overslag industrie. In deze zone ligt één op- en overslagbedrijf (Euro-Silo Sifferdok)

De PM₁₀-emissies in deze zone zijn sinds 2000 stelselmatig gedaald door een daling met ongeveer 60 % in de emissies van het verkeer, vooral door de introductie van milieuvriendelijkere en efficiëntere voertuigen. De PM₁₀-emissies van de andere sectoren zijn in grote lijnen dezelfde gebleven.

In **Gent-centrum**:

- werd meer dan de helft uitgestoten door huishoudens (57 %). Dit deel was bijna uitsluitend afkomstig van gebouwenverwarming. Bij gebouwenverwarming komt 97 % van de uitstoot van houtverwarming.
- kwam 22 % van het verkeer, waarvan de helft van niet-uitlaatemissies van het wegverkeer
- wordt 18 % gerelateerd aan industriële activiteiten, waaronder niet-geleide emissies van bouwactiviteiten (opwaaiend stof)

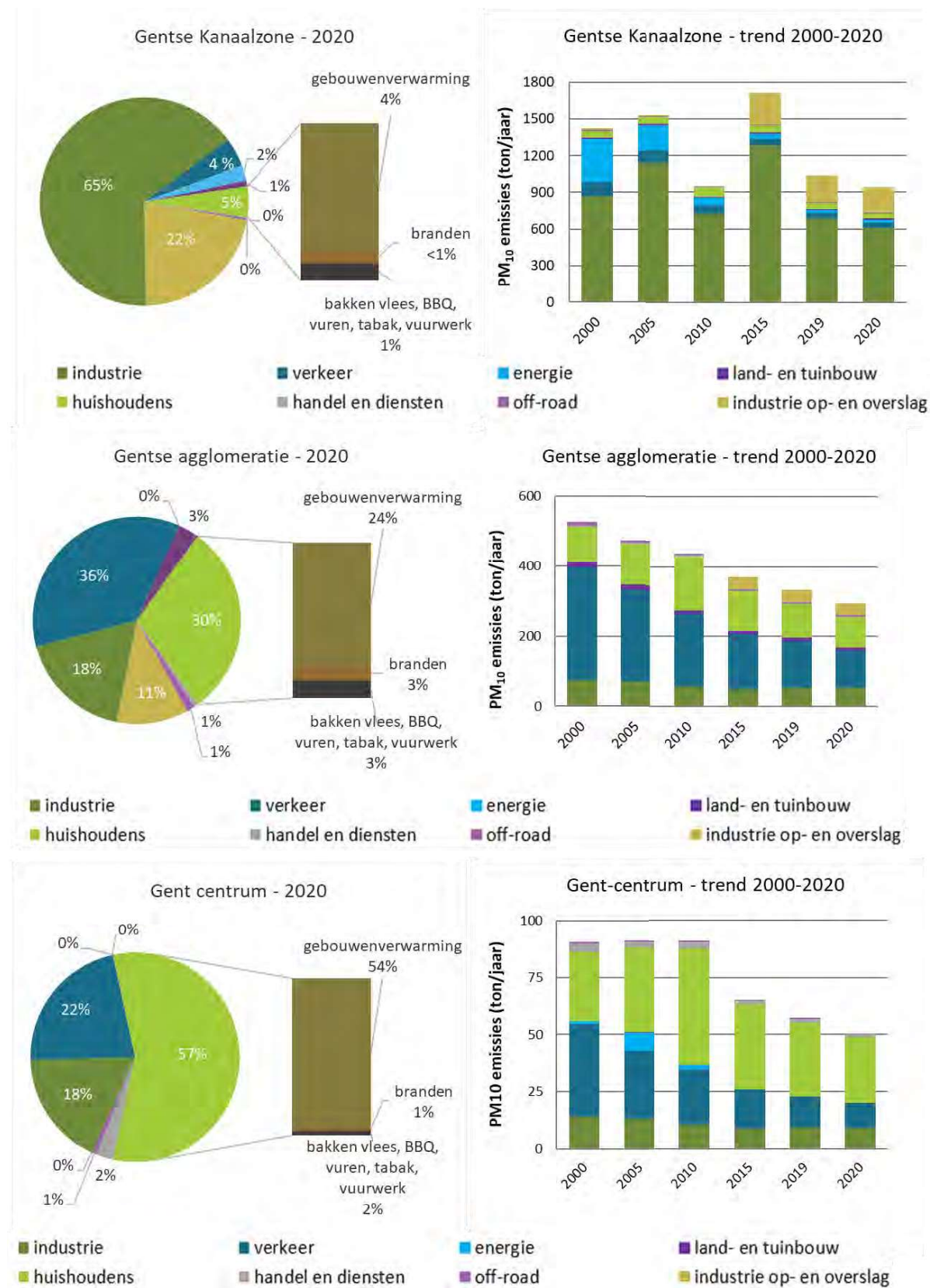
Op de trendfiguur van deze zone zie je ook de daling in verkeersemisies door de jaren heen.

Fijn stof in de atmosfeer bestaat niet alleen uit primaire deeltjes die rechtstreeks worden uitgestoten, maar ook uit een **secundaire fractie**. De secundaire fractie bestaat uit deeltjes die in de atmosfeer ontstaan door chemische en fysische reacties.

Ook emissies van buiten de agglomeratie (Vlaanderen, de andere gewesten, buitenland), de aard van de emissies (bv. de hoogte), de meteorologische omstandigheden en de topografie bepalen mee de gemeten concentraties. In Vlaanderen is gemiddeld 70 % tot 80 % van het fijn stof afkomstig uit het buitenland en de andere gewesten⁶. Vlaanderen exporteert wel 1,5 keer meer stof dan dat het fijn stof van buiten Vlaanderen importeert.

⁶ Felix Deutsch en Wouter Lefebvre (VITO), 2018, Referentietraak Lokaal Leefmilieu, Deeltaak Import/export balans

Figuur 14: Bijdrage van de verschillende sectoren in de PM₁₀-emissies in 2020 (links) en de trend van de PM₁₀-emissies voor de periode 2000 - 2020 (rechts), weergegeven per zone



4.1.2 Gemeten concentraties

Tabel 6 en Figuur 15 tonen per meetplaats de PM₁₀-jaargemiddelden gemeten tussen 2011 en 2021. De jaargemiddelden liggen tussen 20 en 26 µg/m³. Over heel Vlaanderen lag het jaargemiddelde tussen 18 en 26 µg/m³.

Baudelohof (R701) en Rieme (EG05) waren de meetplaatsen met het hoogste jaargemiddelde, ook wanneer heel Vlaanderen wordt beschouwd. In het Baudelohof zorgden de werken van de heraanleg van het park voor extra stof.

Over de jaren heen is er een (licht) dalende trend, met een schommelend verloop samenhangend met het weer. Bijvoorbeeld 2018, waarin de PM₁₀-concentraties iets hoger lagen (zie Figuur 15) was een zeer droog jaar, wat waarschijnlijk voor minder uitwassing en voor meer heropwaaien van het stof heeft gezorgd. Hetzelfde geldt voor 2011.

In 2021 is er geen eenduidige trend ten opzichte van 2020. Er zijn meetplaatsen waar het jaargemiddelde is gestegen (Baudelohof, Destelbergen, Sint-Kruis-Winkel en Rieme), maar ook plaatsen waar het jaargemiddelde dezelfde is gebleven (Gustaaf Callierlaan en Evergem) en ook 1 meetplaats waar het is gedaald (Zelzate).

Ook in de rest van Vlaanderen was deze variatie in 2021 t.o.v. 2020 aanwezig. Op 47 % van de meetplaatsen was er een stijging, op 37 % een status quo en op 16 % een daling.

Op de meetstations met een volledige tijdreeks is er in de periode 2011-2021 gemiddeld een daling in de PM₁₀-concentraties van 27 %.

Tabel 6: PM₁₀-jaargemiddelden (µg/m³) op de meetplaatsen voor de periode 2011 - 2021

Naam meetplaats	Code	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Baudelohof	R701	31	28	30	25	26	28	26	29	25	23	26
Gustaaf Callierlaan	R702	-	-	-	28	24	24	23	24	22	20	20
Destelbergen	R710	26	24	25	22	23	22	21	23	21	19	20
Evergem	R731	33	28	30	26	24	23	24	26	24	23	23
Sint-Kruis-Winkel	R740	34	28	30	26	25	25	25	25	25	23	24
Zelzate	R750	32	29	-	27	26	24	24	25	24	22	21
Rieme	EG05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	26

Oranje: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (15 µg/m³). In 2021 werden de WGO-advieswaarden verstrengd voor PM₁₀: de advieswaarde van 20 µg/m³ werd verstrengd naar 15 µg/m³.

Rood: overschrijdingen van de EU-grenswaarde (40 µg/m³)

PM₁₀ jaargemiddelde (µg/m³)

EU-grenswaarde

WGO-advieswaarde

Legend:

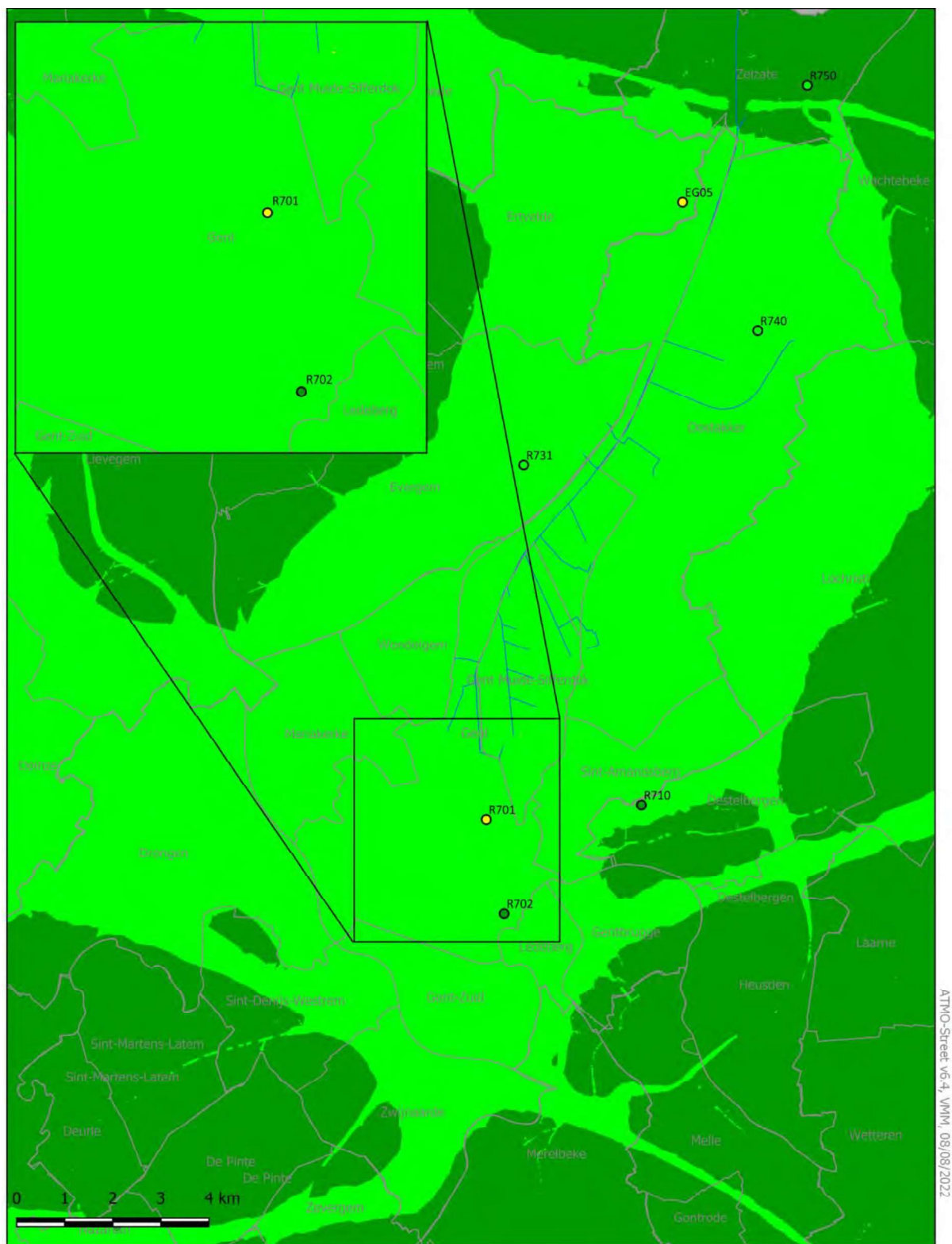
- Baudelohof (R701)
- Destelbergen (R710)
- Sint-Kruis-Winkel (R740)
- Gustaaf Callierlaan (R702)
- Evergem (R731)
- Zelzate (R750)
- Rieme (EG05)

Figuur 16 toont de lokale gemodelleerde PM₁₀-jaargemiddelden in 2021. Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt. Meer uitleg en de beperkingen van dit model vind je in paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** en bijlage 4.

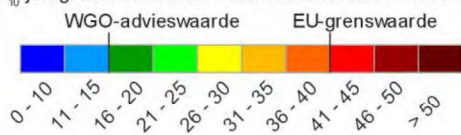
Voorgaande jaren berekende het model nog sterk verhoogde concentraties in de kanaalzone, vlakbij bedrijven met veel diffuse emissies van PM₁₀. Aangezien in de onderliggende emissiedataset van het ATMO-Street-model maar beperkt rekening gehouden kon worden met de emissiereducerende maatregelen die deze bedrijven de laatste jaren namen, gaf de modelkaart wellicht een overschatting van de reële situatie. Daarom werd er beslist om de diffuse emissies voorlopig niet meer op te nemen in de emissiedataset voor het model totdat dit beter in kaart gebracht kan worden. Volgende zaken moeten verbeterd worden:

- Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2021 39

Figuur 16: Gemodelleerd PM₁₀-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021



PM₁₀-jaargemiddelde 2021 berekend met ATMO-Street (µg/m³)



- o 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.

ATMO-Street v6.4, VM1, 09/08/2022

4.1.4 Toetsing aan de grenswaarden

Een overzicht van de regelgeving van PM₁₀ vind je in bijlage 3.

4.1.4.1 Europese normen

De Europese grenswaarde voor jaargemiddelden ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) werd in 2021 op alle meetplaatsen gehaald, dit geldt voor de meetplaatsen in dit rapport al sinds 2004.

Naast een grenswaarde voor het jaargemiddelde stelt de Europese richtlijn ook een grenswaarde voor het daggemiddelde voorop van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, die per jaar maximaal 35 keer mag overschreden worden. Tabel 7 geeft per meetplaats het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, voor de periode 2011 - 2021. Sinds 2014 is er geen overschrijding meer gemeten van de EU-daggrenswaarde in de Gentse agglomeratie. Dit geldt ook voor de rest van Vlaanderen.

In het Baudelohof (R701) waren er 30 dagen waarbij het daggemiddelde boven $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ uitstak. Dit was niet alleen het hoogste aantal in de Gentse agglomeratie maar ook het hoogste aantal in heel Vlaanderen. Doordat het park wordt heraangelegd veroorzaakten de werken hier extra stof, wat dit hoge aantal verklaard. De meetplaats in Rieme (EG05) volgt met 20 dagen boven $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op de 2^{de} plaats. Ook voor heel Vlaanderen is dit de meetplaats met het 2^{de} hoogste aantal dagen die een gemiddelde concentratie boven $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hadden. Destelbergen (R710) heeft het minst aantal dagen met een concentratie boven $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

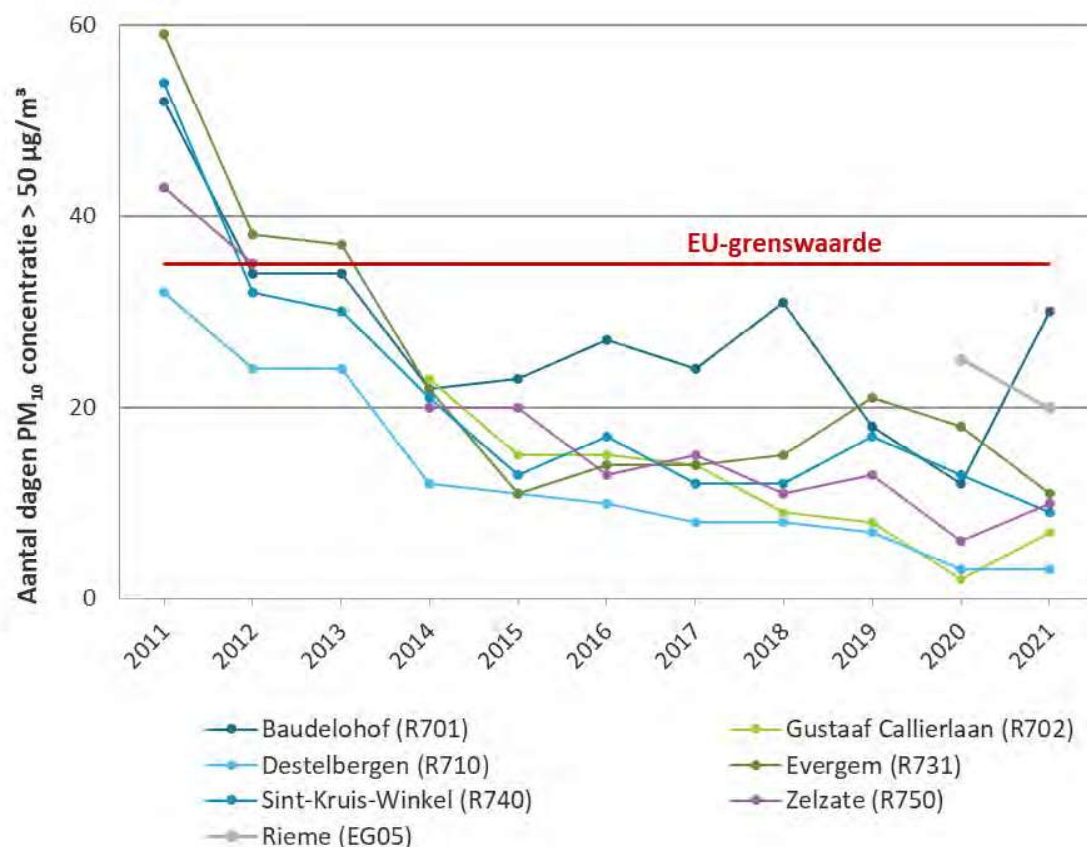
Tabel 7: Aantal dagen met een PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³, voor de periode 2011 - 2021

[illegible]

Rood: overschrijdingen van de EU-grenswaarde (35 dagen per jaar)

Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. Figuur 177 toont het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ over de laatste 10 jaar (2011 – 2021). Tussen individuele jaren vertoont de trend een schommelend verloop. In 2020 was er op alle locaties een daling t.o.v. 2019. In 2021 is er, net als bij de jaargemiddelden, geen eenduidige trend t.o.v. 2020. Over de laatste 10 jaar heen gezien, dalen de cijfers op alle meetplaatsen.

Figuur 17: Aantal dagen met een PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ (EU grenswaarde) voor de periode 2011 – 2021



4.1.4.2 WGO-advieswaarden

In 2021 werden de WGO-advieswaarden voor het PM₁₀-jaargemiddelde verstrengd. De advieswaarde van 20 µg/m³ daalde naar 15 µg/m³. Geen enkele meetplaats in dit rapport heeft een jaargemiddelde dat deze advieswaarde haalt (de ‘oude’ advieswaarde van 20 µg/m³ werd wel op 2 meetplaatsen behaald, in Destelbergen en de Gustaaf Callierlaan).

In de rest van Vlaanderen wordt deze advieswaarde evenmin gehaald.

In 2021 heeft de WGO ook haar advieswaarde voor daggemiddelden verstrengd. De WGO laat maximaal 3 dagen per jaar met een daggemiddelde boven 45 µg/m³ toe (vóór 2021 waren dit 3 dagen met een daggemiddelde boven 50 µg/m³).

Tabel 10: Aantal dagen met PM_{2,5}-concentratie boven 15 µg/m³, over de periode 2011 - 2021. Tabel 10 toont per meetplaats het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 45 µg/m³ voor de periode 2011 - 2021. De verstrengde WGO-advieswaarde wordt nergens behaald. De meetplaats in Destelbergen (R710) komt met 6 dagen dicht in de buurt (Destelbergen voldeed aan de ‘oude’ WGO advieswaarde). In de rest van Vlaanderen is er één meetplaats die in 2021 maar 3 dagen heeft met een daggemiddelde boven 45 µg/m³: Houtem.

Tabel 8: Aantal dagen met een PM₁₀-daggemiddelde > 45 µg/m³, voor de periode 2011-2021

[illegible]

Oranje: overschrijding van de WGO-advieswaarde (3 dagen met een PM₁₀-daggemiddelde boven 45 µg/m³)

4.1.5 Pollutierozen

Figuur 18 en Figuur 19 tonen de pollutierozen en zero-pollutierozen voor PM_{10} van de verschillende meetplaatsen.

Typisch hebben de pollutierozen van PM₁₀ 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.

Van noordoostelijke tot zuidoostelijke richting worden gemiddeld hogere concentraties gemeten op alle meetplaatsen. Vanuit oostelijke richting is er aanvoer van continentale, meer vervuilde lucht.

Op de meetplaats in het Baudelohof (**R701**) werd bij verschillende windrichtingen (noordelijk, noordoostelijk en zuidoostelijk). Deze metingen zijn beïnvloed door de werken in het park.

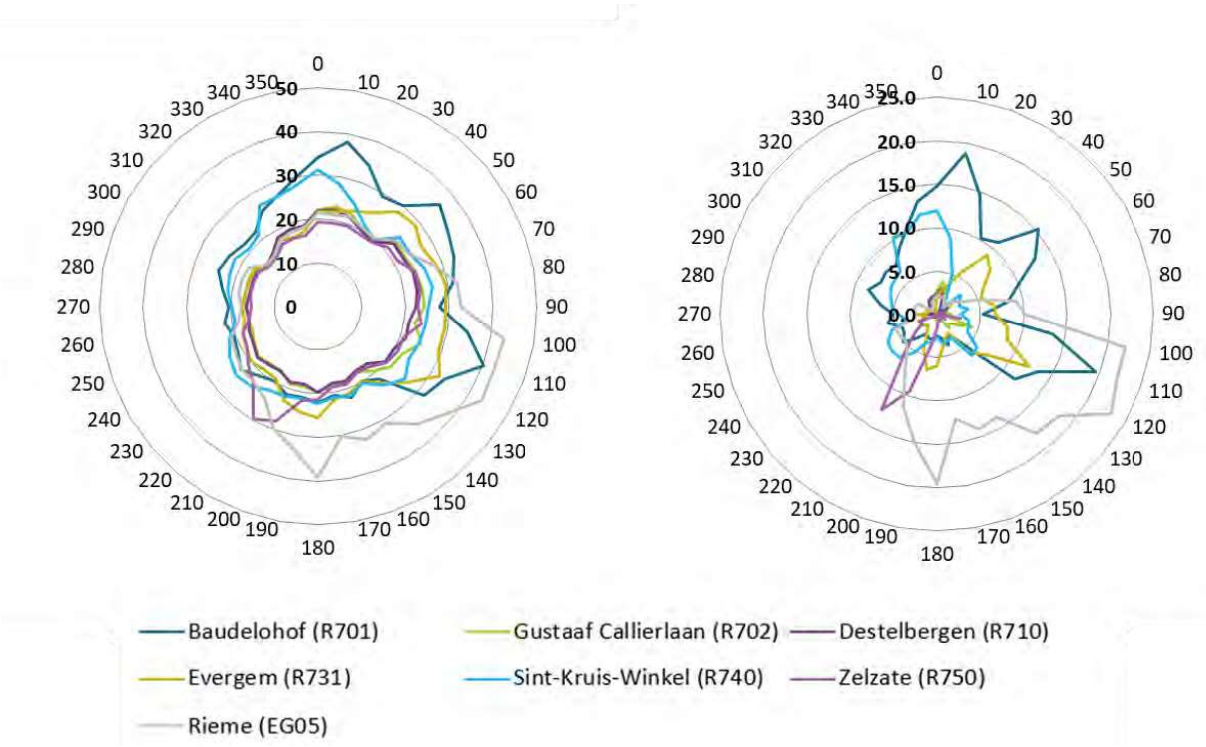
De meetplaats in Rieme (**EG05**) heeft de hoogste concentraties bij zuid- en zuidoostelijke wind, in vergelijking met de andere meetplaatsen. De nabijheid van de Gentse zeehaven en industrie (bv. ArcelorMittal) kunnen deze hoge concentraties verklaren.

In Evergem (**R731**) werden iets hogere PM₁₀-concentraties gemeten bij noordoostelijke en/tot zuidoostelijke wind. Deze meetplaats wordt vermoedelijk beïnvloed door landbouwactiviteit en industriële activiteit.

Op de meetplaats in Sint-Kruis-Winkel (**R740**) werden hogere concentraties geregistreerd bij noordelijke wind. Ten noorden van deze meetplaats ligt de Gentse kanaalzone met o.a. ArcelorMittal.

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

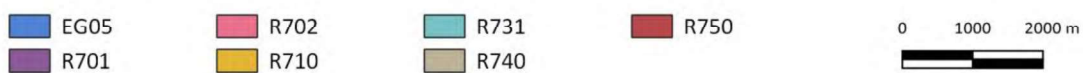
Figuur 18: PM₁₀-pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) van elke meetplaats, in 2021 (µg/m³)



Figuur 19: PM₁₀-pollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021



Pollutierozen PM₁₀ op meetplaatsen Gentse agglomeratie eind 2021



4.2 PM_{2,5}

4.2.1 Emissie van PM_{2,5}

In 2020 had het hele Gentse gebied een **primaire** PM_{2,5}-uitstoot van 841 ton. Dat is 8 % van de primaire PM_{2,5}-uitstoot van heel Vlaanderen dat jaar. De emissies van de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum waren in 2020 respectievelijk 603, 196 en 43 ton.

Figuur 20 toont in het linkerdeel de bijdrage van de verschillende sectoren in de emissie van primair PM_{2,5} voor het jaar 2020 en in het rechterdeel de trend van de uitstoot sinds 2000.

De berekening van de verkeersemissies is gebaseerd op de mobiliteitsinformatie van het Vlaamse wegnnet (snelwegen), niet van het lokale wegnnet. De hier gerapporteerde emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan of de opstart van de LEZ in Gent. Meer informatie hierover vind je in bijlage 4.

In de **Gentse kanaalzone**:

- werd het overgrote deel van de emissie van primair PM_{2,5} (81 %) veroorzaakt door de sector industrie (geleide emissies)
- hadden de huishoudens de tweede grootste maar veel kleinere bijdrage (8 %)
- was de bijdrage van de sector industrie op- en overslag, in tegenstelling tot hun bijdrage aan PM₁₀, beperkt (4 %), aangezien deze deeltjes vaak een diameter groter dan 2,5 µm hebben
- droeg verkeer 5 % bij.

De trendgrafiek van de PM_{2,5}-emissie geeft hetzelfde beeld als de trendgrafiek van de PM₁₀-emissies: een schommelend verloop, vooral veroorzaakt door de sector industrie (vooral van ArcelorMittal). Bij de sectoren energie en verkeer is er een sterke daling sinds 2000, respectievelijk 91 % en 70 %.

In de zone **Gentse agglomeratie** kwam:

- 45 % van de PM_{2,5}-uitstoot van de huishoudens, vooral van gebouwenverwarming (waarvan 98 % veroorzaakt door houtverbranding)
- 34 % van de PM_{2,5}-emissie van het verkeer, waarvan 79 % van wegverkeer

In vergelijking met 2000 is de emissie van de huishoudens vrij onveranderd gebleven, hoewel deze emissies schommelen en hoger liggen in jaren met strenge winters. De emissies van het verkeer zijn, in vergelijking met 2000, gedaald met 76 %. De geleide emissies van de industrie zijn met 45 % gedaald t.o.v. 2000.

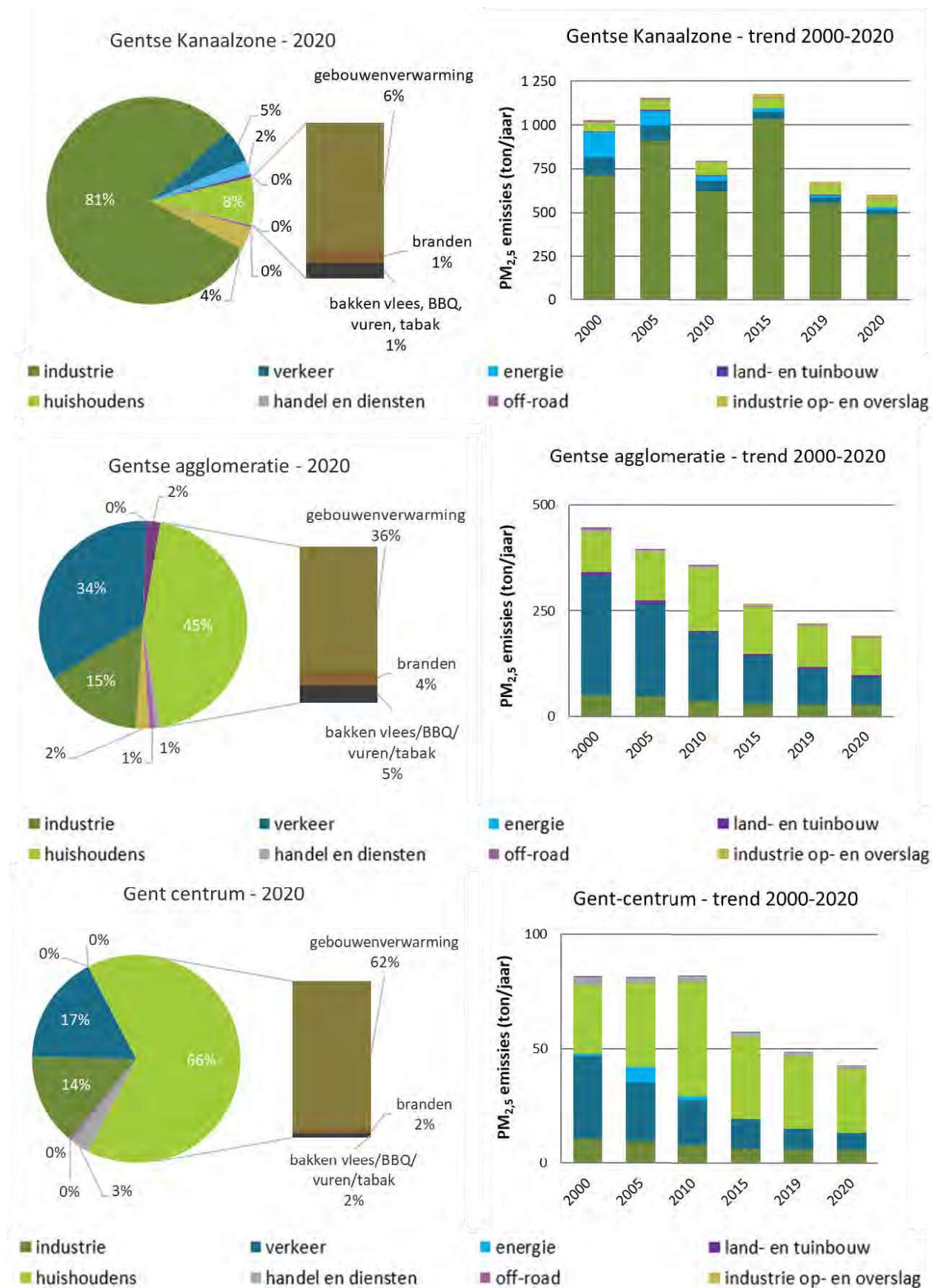
In Gent-centrum:

- was de sector huishoudens (meer specifiek gebouwenverwarming, vooral houtverbranding) de dominante PM_{2,5}-emitter (66 %), net als bij PM₁₀
- had verkeer een bijdrage van 17 %
- droeg industrie 14 % bij.

Ook de trend in de tijd is gelijkaardig aan PM₁₀. De emissies van huishoudens schommelen in de tijd, gekoppeld aan strengere winters. De emissies van verkeer zijn sinds 2000 met 80 % gedaald.

Samengevat was de grootste bron van PM_{2,5}-emissies in het hele gebied de industrie, gevolgd door de huishoudens en het verkeer. Bij fijn stof van huishoudverwarming wordt 97 % van de uitstoot veroorzaakt door houtverbranding.

Figuur 20: Bijdrage van de sectoren in de PM_{2,5}-emissies in 2020 (links) en de trend van de PM_{2,5}-emissies voor de periode 2000 - 2020 (rechts), weergegeven per zone



4.2.2 Gemeten concentraties

Tabel 9 en Figuur 21 geven de gemeten PM_{2,5}-jaargemiddelden per meetplaats weer. In Evergem (R740) en Rieme (EG05) werden de hoogste jaargemiddelden gemeten (13 µg/m³). Over heel Vlaanderen lagen in 2021 de PM_{2,5}-jaargemiddelden tussen 10 en 15 µg/m³.

De jaargemiddelden liggen op alle meetplaatsen weer hoger dan in 2020 maar wel lager dan of gelijk aan de metingen in 2019.

Op de twee meetstations met een volledige tijdreeks is er een gemiddelde daling van 37 % sinds 2011.

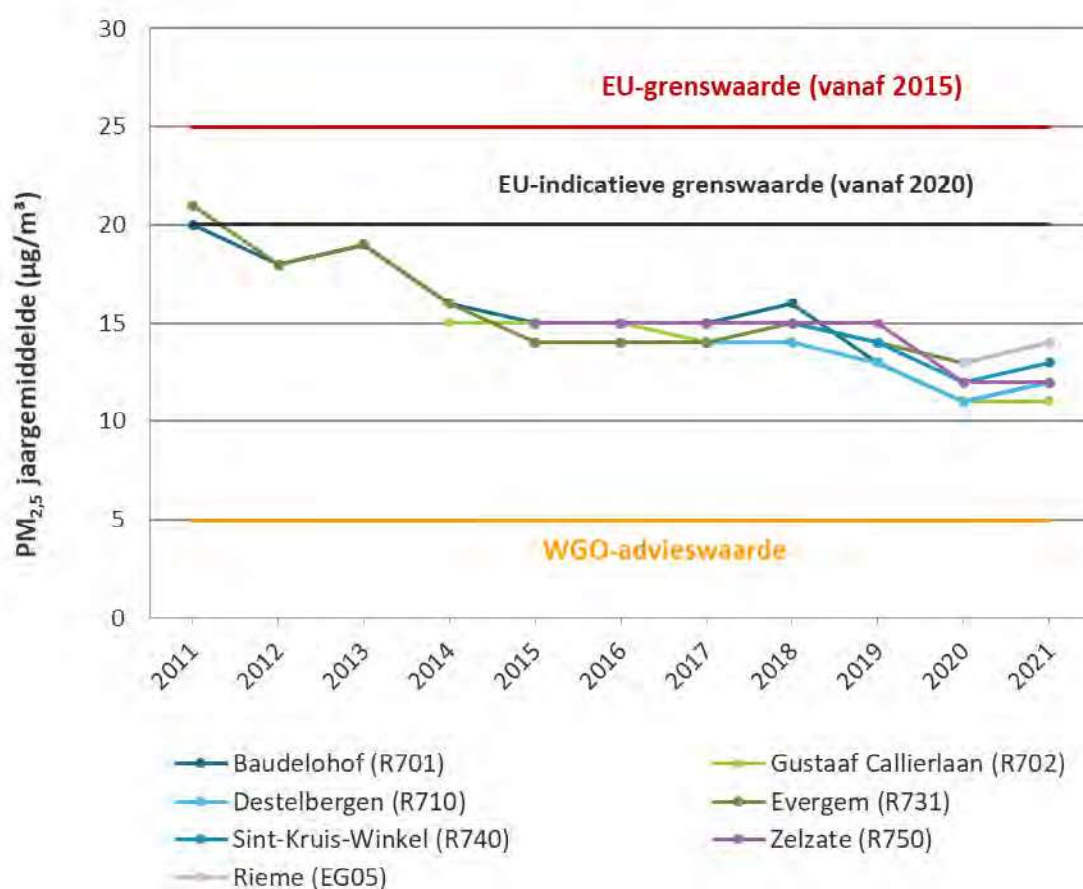
Tabel 9: PM_{2,5}-jaargemiddelden (µg/m³) op de meetplaatsen voor de periode 2011 – 2021

Naam meetplaats	Code	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Baudelohof	R701	20	18	19	16	15	15	15	16	13	11	12
Gustaaf Callierlaan	R702	-	-	-	15	15	15	14	14	13	11	11
Destelbergen	R710	-	-	-	-	14	14	14	14	13	11	12
Evergem	R731	21	18	19	16	14	14	14	15	14	13	14
Sint-Kruis-Winkel	R740	-	-	-	-	15	15	15	15	14	12	13
Zelzate	R750	-	-	-	-	15	15	15	15	15	12	12
Rieme	EG05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	14

Oranje: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (5 µg/m³)

Rood: overschrijdingen van de EU-grenswaarde (25 µg/m³)

Figuur 21: PM_{2,5}-jaargemiddelden op de meetplaatsen voor de periode 2011 – 2021

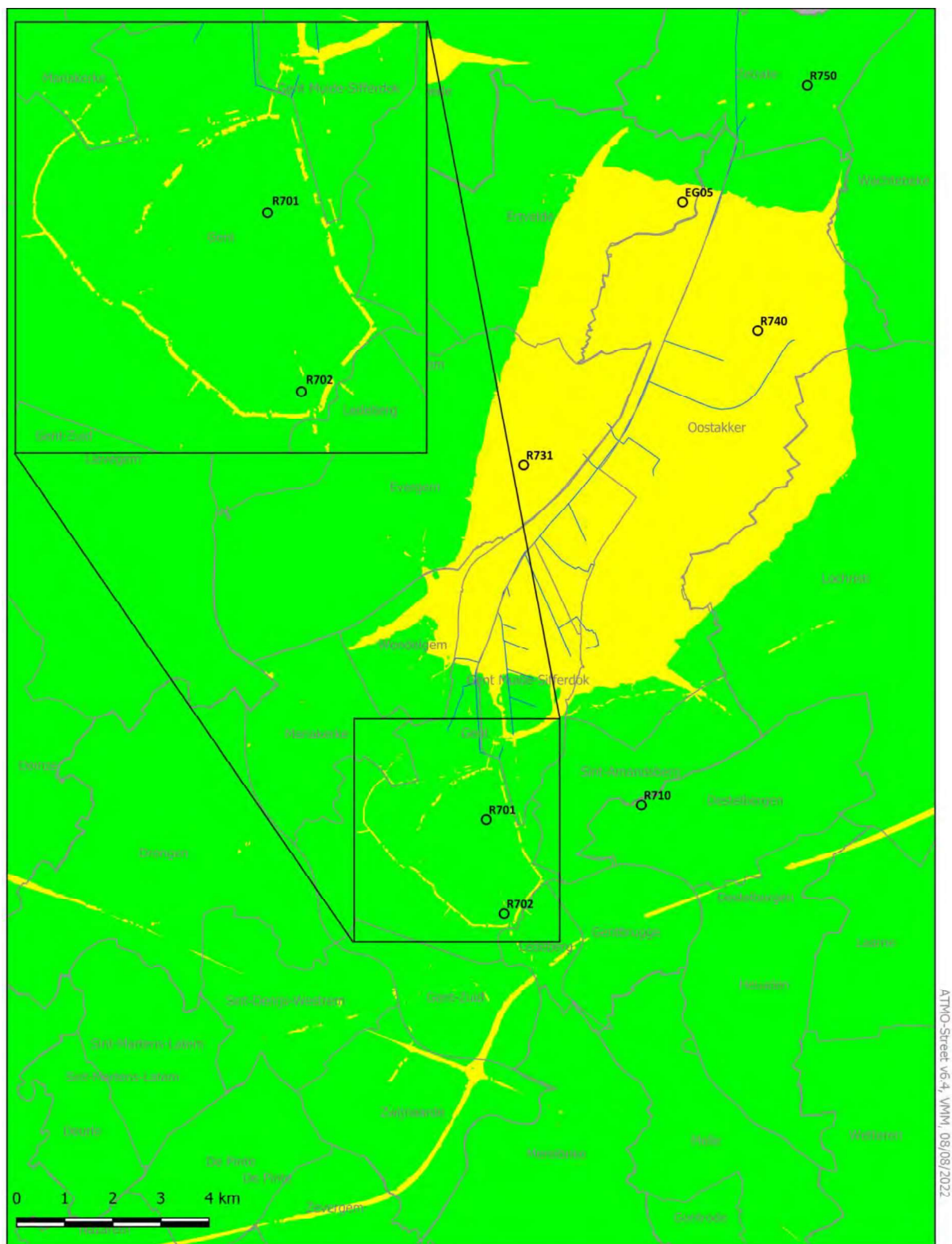


4.2.3 Gemodelleerde concentraties

Figuur 22 toont de gemodelleerde jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie in Gent. Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt. Meer uitleg en de beperkingen van dit model vind je in paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** en bijlage 4.

De hele zone in en rond Gent had een gemiddelde concentratie tussen de 11 en 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Autostrades en de stadsring hebben hogere concentraties (13-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). In de Gentse kanaalzone liggen de concentraties overwegend tussen 13-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

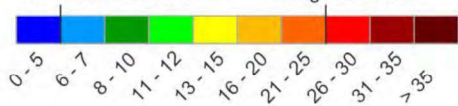
Figuur 22: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021



PM_{2,5}-jaargemiddelde 2021 berekend met ATMO-Street (µg/m³)

WGO-advieswaarde

EU-grenswaarde



o 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.

ATMO-Street v6.4, VM1, 08/08/2022

4.2.4 Toetsing aan de grenswaarden

De regelgeving voor PM_{2,5} is opgenomen in bijlage 3.

4.2.4.1 Europese normen

De Europese grenswaarde van 25 µg/m³ voor het PM_{2,5}-jaargemiddelde wordt op alle automatische meetplaatsen in de Gentse agglomeratie sinds 2007 gerespecteerd. De indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³ die geldt vanaf 2020, wordt gehaald sinds 2012 (zie Tabel 9).

Voor PM_{2.5}-daggemiddelden definieerde Europa geen grenswaarde.

4.2.4.2 WGO-advieswaarden

In 2021 heeft de WGO haar advieswaarde voor het jaargemiddelde verlaagd van 10 µg/m³ naar 5 µg/m³. Deze waarde wordt op geen enkele meetplaats in de Gentse agglomeratie bereikt (zie Tabel 9. De 'oude' advieswaarde van 10 µg/m³ voor het jaargemiddelde werd ook nog nooit behaald). Ook in de rest van Vlaanderen wordt deze advieswaarde overschreden.

Ook de advieswaarde voor daggemiddelden werd in 2021 door de WGO verlaagd. Per jaar laat de WGO maximaal 3 dagen toe met een gemiddelde concentratie hoger dan 15 µg/m³ (vóór 2021 liet de WGO maximaal 3 dagen toe met een gemiddelde concentratie hoger dan 25 µg/m³).

Fout! Verwijzingsbron niet gevonden. Tabel 10 geeft het aantal dagen weer dat de gemiddelde PM_{2,5}-concentratie hoger dan 15 µg/m³ was. Geen enkele meetplaats komt in de buurt van deze 3 dagen. Ook in de rest van Vlaanderen ligt deze advieswaarde ver buiten bereik.

Tabel 10: Aantal dagen met PM_{2.5}-concentratie boven 15 µg/m³, over de periode 2011 - 2021

[illegible]

Oranje: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (3 dagen)

4.2.5 Chemische samenstelling van PM_{2.5}

De VMM bepaalt de chemische samenstelling van PM_{2,5} op 3 meetlocaties, waaronder sinds 2016 ook de meetlocatie Gent-Baudelohof (R701). De 2 andere locaties zijn Antwerpen (Borgerhout) en de achtergrondmeetplaats in Retie. Dagelijks wordt de PM_{2,5}-fractie gemeten op filters via de gravimetrische referentiemethode. Elke vierde filter wordt in het labo geanalyseerd op de samenstelling van het bemonsterde stof. Over een heel jaar gaat dit over ongeveer 90 geanalyseerde filters.

Figuur 23 geeft de chemische samenstelling van PM_{2,5} op meetplaats Baudelohof weer van 2016 tot 2021.

In 2021 bestond de PM_{2,5}-fractie in Gent (Baudelohof - R701) gemiddeld uit:

- 34 % secundaire anorganische ionen (= som van ammonium, nitraat en niet-zeezout-sulfaat)
- 25 % organische massa (= koolstof-bevattende deeltjes die o.a. ontstaan bij houtverbranding)

- 3 % elementair koolstof (~dieselroet)
- 3 % zeezout
- 35 % andere (o.a. gebonden water en mineraal stof)

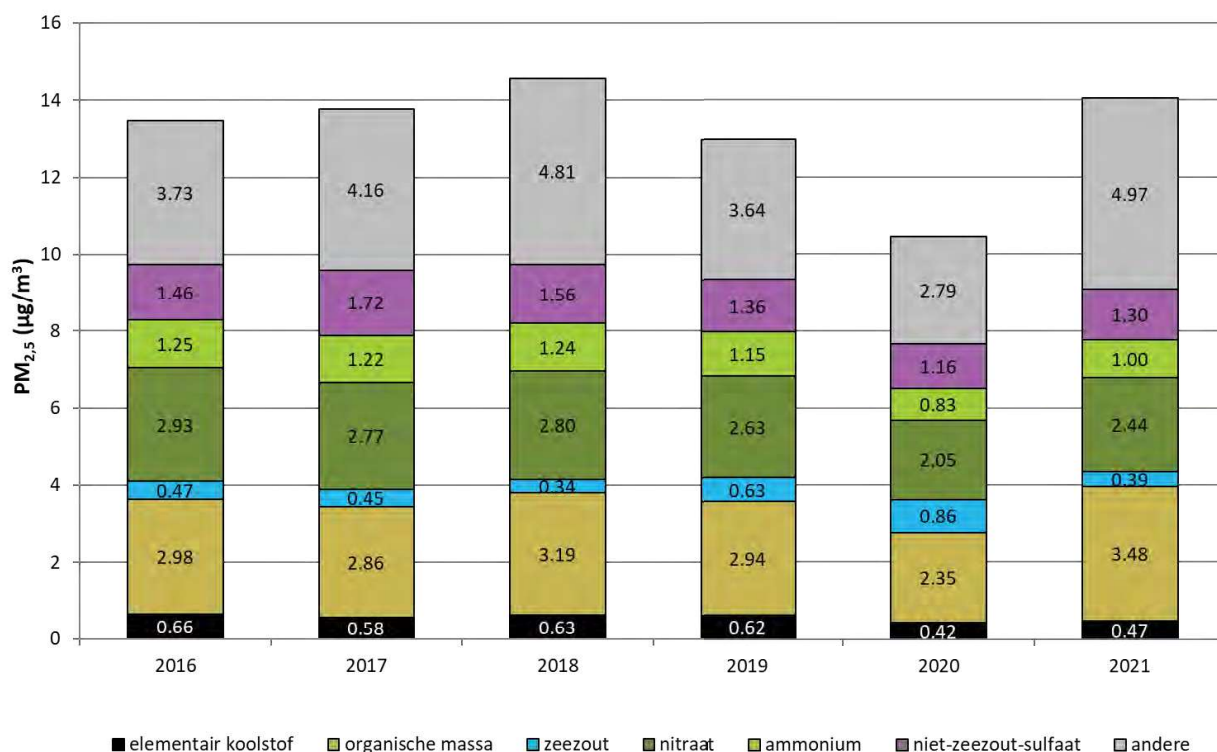
Ten opzichte van 2020 was er in 2021 een toename van bijna alle fracties door minder gunstiger weer, met minder wind van over zee en een heropleving van verkeer en industrie na een jaar met verregaande coronamaatregelen. Alleen de bijdrage van zeezout is kleiner dan vorig jaar door minder zuidwestenwind van over zee.

De 'andere' fractie is opvallend hoger dan vorig jaar en ook hoger dan op de andere twee meetplaatsen in Antwerpen en Retie. Dit komt vrijwel zeker door de bijdrage van mineraal stof afkomstig van de werken in de buurt van het meetstation.

Ook de organische massa nam vrij veel toe, ook op de andere meetplaatsen mogelijk door meer bijdrage van gebouwenverwarming en/of meer import van over het continent.

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.

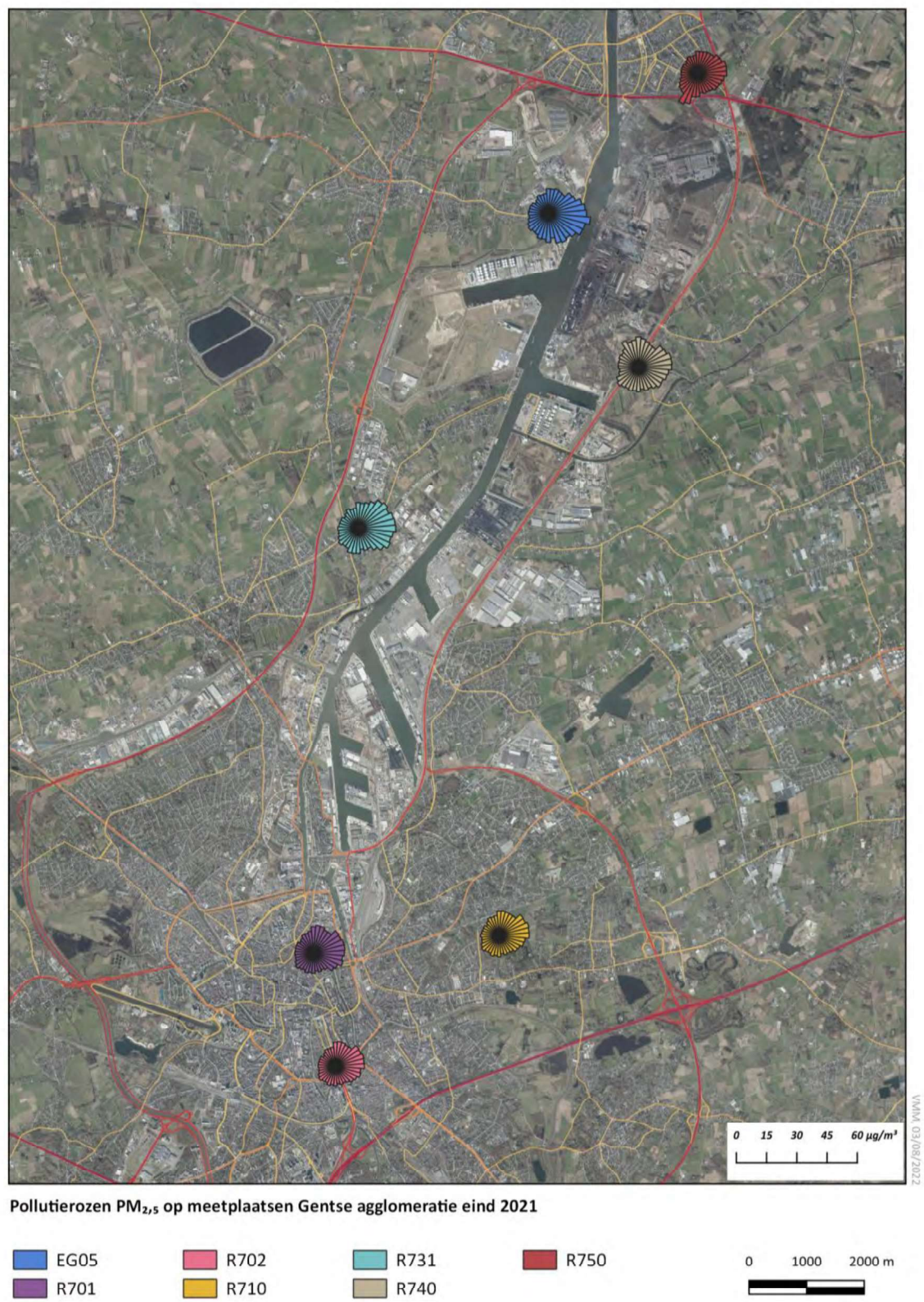
Figuur 23: Chemische samenstelling van PM_{2,5} op meetplaats Baudelohof (R701), voor de periode 2016 - 2021 (µg/m³)



4.2.6 Pollutierozen

Figuur 24 en Figuur 25 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 als de PM₁₀-pollutierozen. Vooral oostelijke wind zorgde op alle meetplaatsen voor hogere concentraties, wat wijst op de aanvoer van continentale, vervuilde landlucht. De pollutierozen zijn vergelijkbaar op alle meetplaatsen, wat erop wijst dat de PM_{2,5}-concentraties voor een groot deel bepaald worden door regionale bronnen.

Figuur 25: PM_{2,5}-pollutierozen op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021



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, maakt gebruik van 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 betreffen elementair koolstof.

4.3.1 Emissies elementair koolstof

De emissies van elementair koolstof zijn rechtstreeks gelinkt aan de $PM_{2,5}$ -emissies. De berekening van de EC-emissies gebeurt aan de hand van percentages van de hoeveelheid $PM_{2,5}$ die afkomstig zijn uit de literatuur of uit metingen.

De berekening van de verkeersemissies is gebaseerd op de mobiliteitsinformatie van het Vlaamse weggennet (snelwegen), en niet van het lokale weggennet. De hier gerapporteerde emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan en de opstart van de LEZ in Gent. Meer informatie hierover vind je in bijlage 4.

De emissies van elementair koolstof in Gent bedroegen in 2020 73 ton. Dit is 5 % van de totale Vlaamse EC-emissies.

De Gentse kanaalzone had een uitstoot van 42 ton, de Gentse agglomeratie van 25 ton en Gent-centrum 6 ton. Hoewel de bronnen in de Gentse kanaalzone veel meer uitstoten, zijn de emissies in het centrum van Gent ook belangrijk omdat ze wegens hun nabijheid directe impact hebben op de blootstelling van de inwoners.

Figuur 26 toont in het linkerdeel de bijdrage van de verschillende sectoren in de emissie van elementair koolstof voor 2020 en in het rechterdeel de trend van de uitstoot sinds 2000, voor elke zone.

In de **Gentse kanaalzone** kwam:

- 69 % van de EC-uitstoot van de industrie
- 13 % van het verkeer, waarvan net iets meer dan de helft afkomstig was van de scheepvaart
- 12 % van de huishoudens (dat overwegend gebouwenverwarming inhoudt)

De EC-emissie van de industrie schommelt doorheen de jaren en is bijna volledig toe te schrijven aan ArcelorMittal. Sinds 2017 was de uitstoot van de hoogovens, die in hoofdzaak verantwoordelijk waren voor de EC-emissie, sterk gedaald door nieuwe maatregelen. In 2019 was er (in vergelijking met 2018 – niet getoond in de figuur) opnieuw een sterke stijging, die het gevolg was van het tijdelijke slechter functioneren van een ontstoffsinstallatie bij de hoogovens. In 2020 is deze uitstoot weer sterk gedaald.

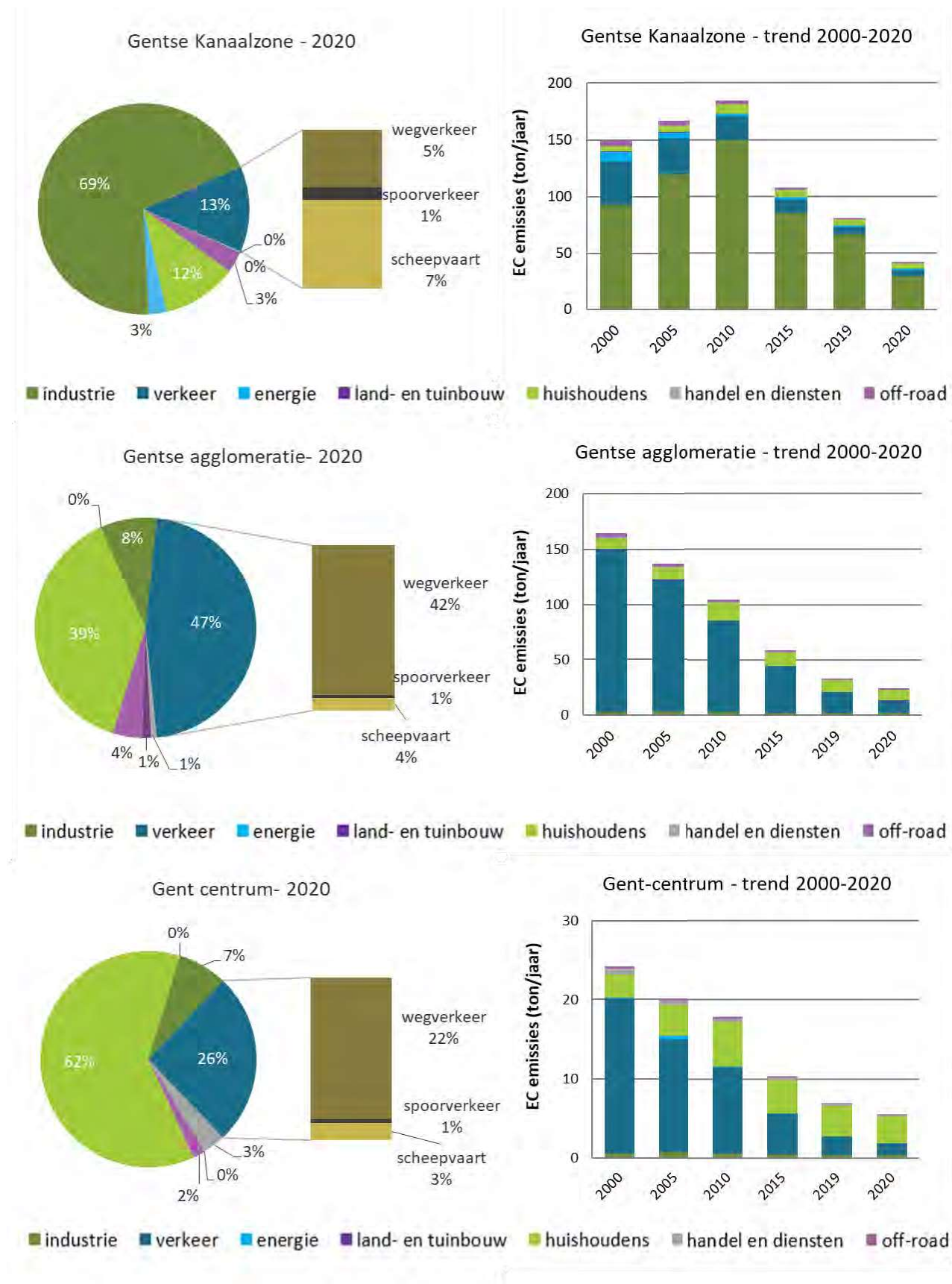
Bij het verkeer is er, sinds 2000, een daling van 85 %.

In de **Gentse agglomeratie**:

- was het verkeer verantwoordelijk voor het grootste deel van de uitstoot (47 %), met het wegverkeer als belangrijkste bron. Dit komt doordat EC vooral gevormd wordt door de verbranding van fossiele brandstoffen, met dieseluitstoot als een van de grootste bronnen.
- vormden de huishoudens de 2^{de} grootste bron (39 %)

Sinds 2000 zijn de uitlaatemissies door wegverkeer zeer sterk gedaald (met 92 %), door het invoeren van milieuvriendelijkere voertuigen. De emissie van de huishoudens schommelt van jaar tot jaar door

Figuur 26: Bijdrage van de sectoren in de emissie van elementair koolstof in 2020 (links) en de trend van de EC-emissies voor de periode 2000 - 2020, weergegeven per zone



4.3.2 Gemeten concentraties

Tabel 11 en Figuur 27 geven per meetplaats de jaargemiddelden zwarte koolstof weer sinds de start van de metingen in 2012. 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 PM₁₀ en PM_{2,5}, bepaald door lokale bronnen.

De jaargemiddelden zijn sinds 2012 in dalende lijn. Op de locaties met een lange tijdreeks, zijn de jaarconcentraties met gemiddeld 53 % gedaald. In vergelijking met 2020 zijn de jaargemiddelden in 2021 weer iets gestegen (een stijging van gemiddeld 8 %), maar nog altijd dalend in vergelijking met de jaren vóór 2020. De COVID-maatregelen en het effect daarvan op het verkeer spelen een belangrijke rol in de sterke daling in 2020.

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). Vanaf 2020 is het verschil tussen de verkeersgerichte locaties en de achtergrondlocatie een stuk kleiner geworden.

Tabel 11: Jaargemiddelden zwarte koolstof (µg/m³) op de meetplaatsen van 2012 - 2021

Naam meetplaats	Code	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Baudelohof	R701	1,78	1,79	1,63	1,45	1,45	1,35	1,14	1,02	0,75	0,82
Gustaaf Callierlaan	R702	-	2,34	2,22	1,94	1,90	1,62	1,49	1,30	0,85	0,93
Lange Violettestraat	R703	-	-	-	-	-	-	-	1,58*	0,87	0,94
Zelzate	R750	1,73	1,74	1,52	1,49	1,49	1,30	1,27	1,11	0,87	0,90
Rieme	EG05	-	-	-	-	-	-	-	-	0,86	0,93

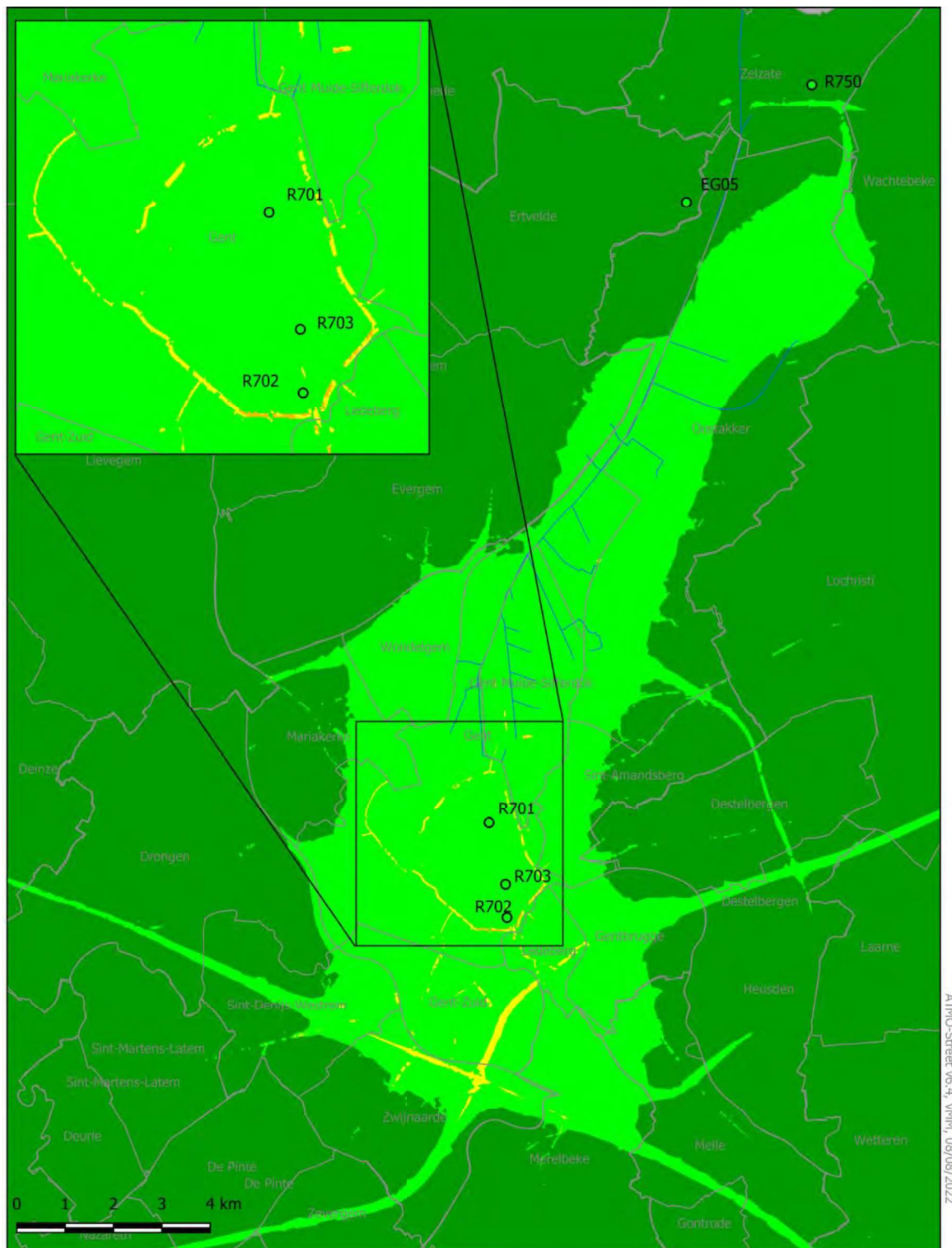
* Indicatief jaargemiddelde (< 90 % meetgegevens)

Jaar	Baudelohof (R701)	Zelzate (R750)	Rieme (EG05)	Gustaaf Callierlaan (R702)	Lange Violettestraat (R703)
2012	1.78	1.72	1.75	1.75	
2013	1.78	1.75	1.78	2.35	
2014	1.62	1.52	1.52	2.22	
2015	1.45	1.48	1.48	1.95	
2016	1.45	1.48	1.48	1.92	
2017	1.35	1.30	1.30	1.62	
2018	1.15	1.28	1.28	1.50	
2019	1.02	1.12	1.12	1.30	1.58
2020	0.75	0.88	0.88	0.85	0.88
2021	0.82	0.92	0.92	0.90	

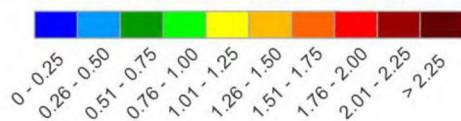
Figuur 28 toont de gemodelleerde jaargemiddelde concentraties van zwarte koolstof in Gent. Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt. Meer uitleg en de beperkingen van dit model vind je in paragraaf **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** en bijlage 4.

Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2021 59

Figuur 28: Gemodelleerd zwarte koolstof-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2021



Jaargemiddelde zwarte koolstof 2021 berekend met ATMO-Street ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



- o 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 opvaaien van stof door verkeer niet.

4.3.4 Toetsing aan de grenswaarden

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

4.3.5 Pollutierozen

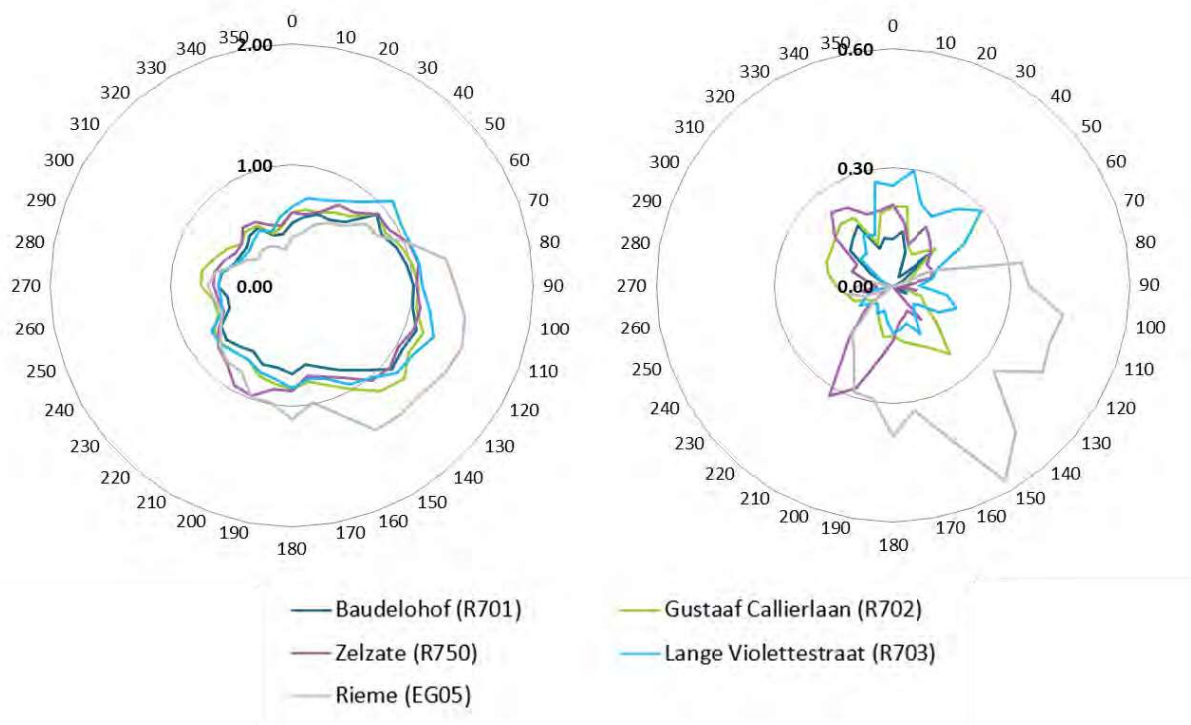
Figuur 29 en Figuur 30 geven per meetplaats de pollutierozen en zero-pollutierozen voor zwarte koolstof weer in 2020. De pollutierozen hadden op de 5 plaatsen een vrij gelijkaardige vorm. Alle locaties hadden hogere concentraties bij wind vanuit het oosten en zuidoosten in vergelijking met de andere windrichtingen. Dit heeft opnieuw te maken met de aanvoer van continentale, meer vervuilde lucht. Hoewel gelijkaardig van vorm, zijn de concentraties op meetplaats Rieme (**EG05**) in (zuid)oostelijke richting wel duidelijk hoger dan op de andere meetplaatsen. Hier zorgt een lokale bron (havengebied, industrie) voor een extra verhoging op de achtergrondconcentratie. Dit is ook duidelijk zichtbaar op de zero-pollutierozen (rechts).

Op de verkeersgerichte meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan (**R702**) zijn er hogere concentraties bij zuidoostelijke wind en noordwestelijke wind.

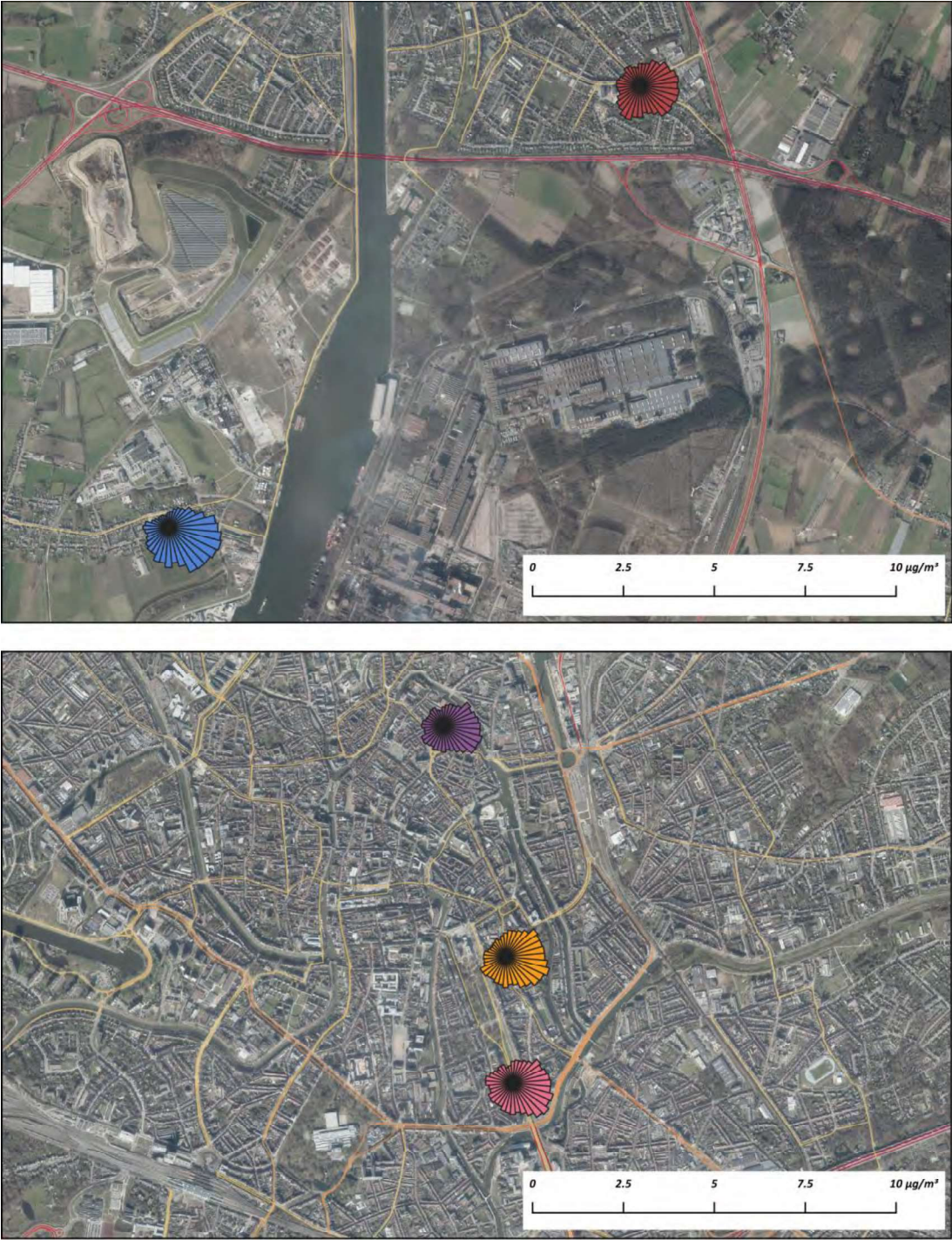
In Zelzate (**R750**) zien we 2 lokale verhogingen: uit zuidwestelijke richting door de aanwezigheid van ArcelorMittal en uit noordwestelijke richting. Dat kan veroorzaakt worden door activiteiten in het meest noordelijke deel van de kanaalzone en/of lokaal verkeer.

De Lange Violettestraat (**R703**) registreert hogere concentraties bij wind vanuit het noorden en noordoosten en in iets mindere mate ook het zuiden en zuidoosten.

Figuur 29: Pollutierozen (links) en zero-pollutierozen (rechts) voor zwarte koolstof van elke meetplaats, in 2021



Figuur 30: Pollutierozen zwarte koolstof op de meetplaatsen in de Gentse kanaalzone (boven) en Gent-centrum (onder), in 2021



Pollutierozen zwarte koolstof op meetplaatsen Gentse agglomeratie eind 2021



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 Baudelofhof (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 dieseloet). Details over de methode en berekeningen, vind je in bijlage 4 (deel houtverbranding).

4.4.1 Bijdrage van houtverbranding aan zwarte koolstof

Figuur 31 toont voor 2021 voor elke meetplaats de maandelijkse concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en de concentratie zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstof (BC_{ff}).

Tussen de meetplaatsen onderling is er niet zoveel variatie in houtverbranding, maar wel tussen de verschillende maanden. In de wintermaanden⁷ is op alle meetplaatsen een hogere concentratie aan houtverbranding dan in de zomermaanden. In de winter is er meer houtverbranding en hebben we ook vaker meteo-omstandigheden - zoals temperatuursinversies - waarbij de luchtverontreiniging minder goed verdund wordt. Dit zorgt er ook voor dat de concentraties zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen eveneens hoger liggen in de wintermaanden dan in de zomermaanden (zie Figuur 31 en Figuur 32).

In Figuur 32 worden de seizoenale gemiddelden getoond (winter en zomer) in 2020 en 2021. In 2021 ligt de absolute concentratie van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) op de verschillende meetplaatsen in de zomermaanden tussen 0.11 en 0.13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. In de wintermaanden liggen deze concentraties zo'n 3 maal hoger en variëren ze tussen 0.35 en 0.42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ waarbij de hoogste concentratie werd gemeten in Zelzate (R750), met weliswaar een beperkt verschil met de andere meetplaatsen.

De absolute concentratie zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen (**BC_{ff}**) ligt in 2021 tussen 0,49 en 0,59 µg/m³ in de zomer. In de wintermaanden tussen 0,66 en 0,79 µg/m³. De concentratie ligt zowel in de zomer- als wintermaanden het laagste op de achtergrondmeetplaats in het Baudelohof (R701). Tussen de andere meetplaatsen is er weinig verschil.

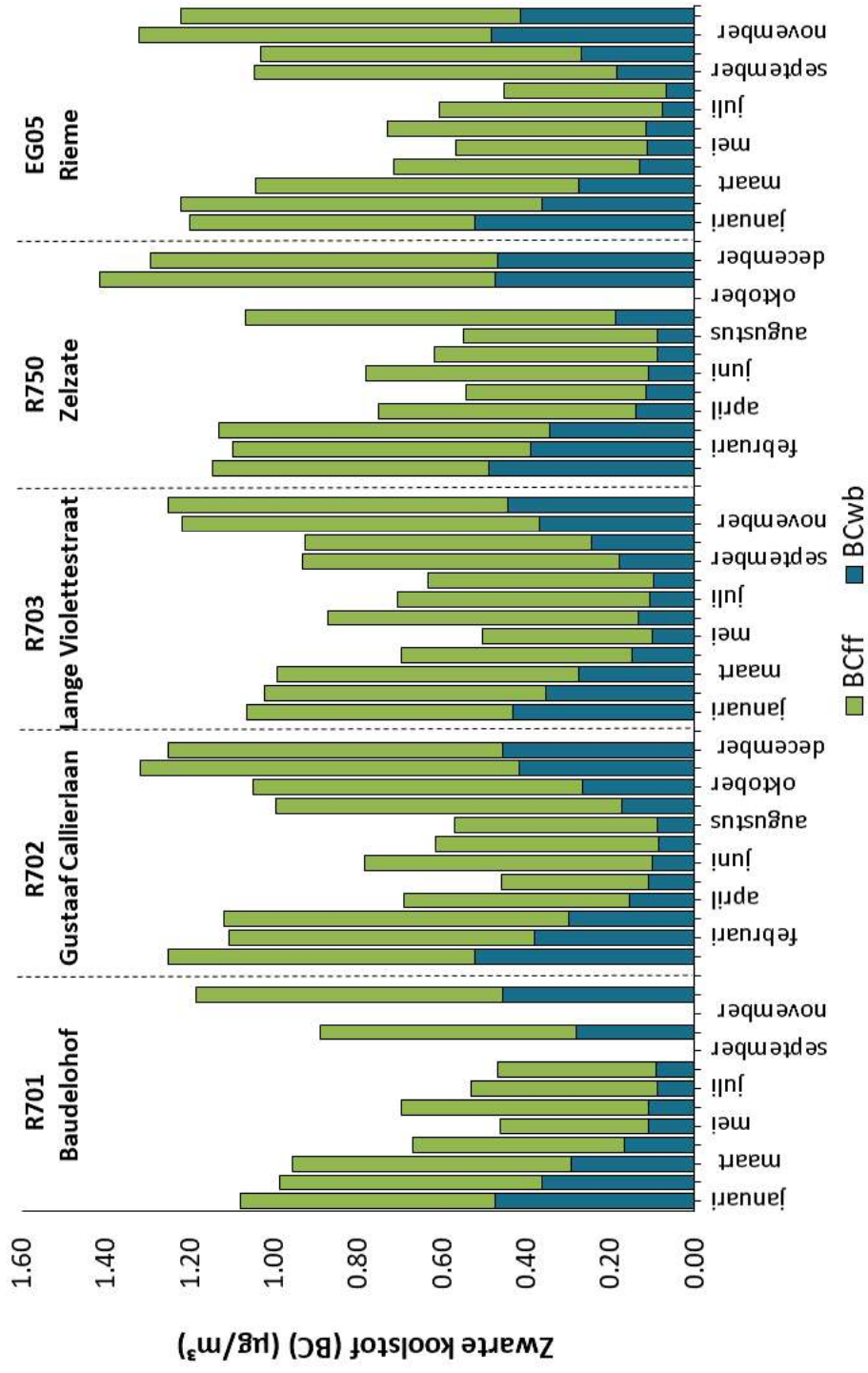
Het percentage zwarte koolstof dat afkomstig is van houtverbranding (**% BC_{wb} in BC**) is zowel in de zomer- als wintermaanden iets hoger op meetplaats R701 in het Baudelohof (20 % in de zomer en 36 % in de winter). Dit percentage ligt hoger op deze locatie omdat de invloed van verkeer (**% BC_{ff} in BC**) hier lager ligt dan op de andere meetplaatsen (en $BC = BC_{wb} + BC_{ff}$, zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**). Het verschil met de andere locaties is echter klein.

In vergelijking met 2020 (zie Figuur 32) is er in de zomermaanden niets veranderd. De concentratie zwarte koolstof is op elke meetplaats in beide jaren dezelfde, zowel voor zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen als zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding.

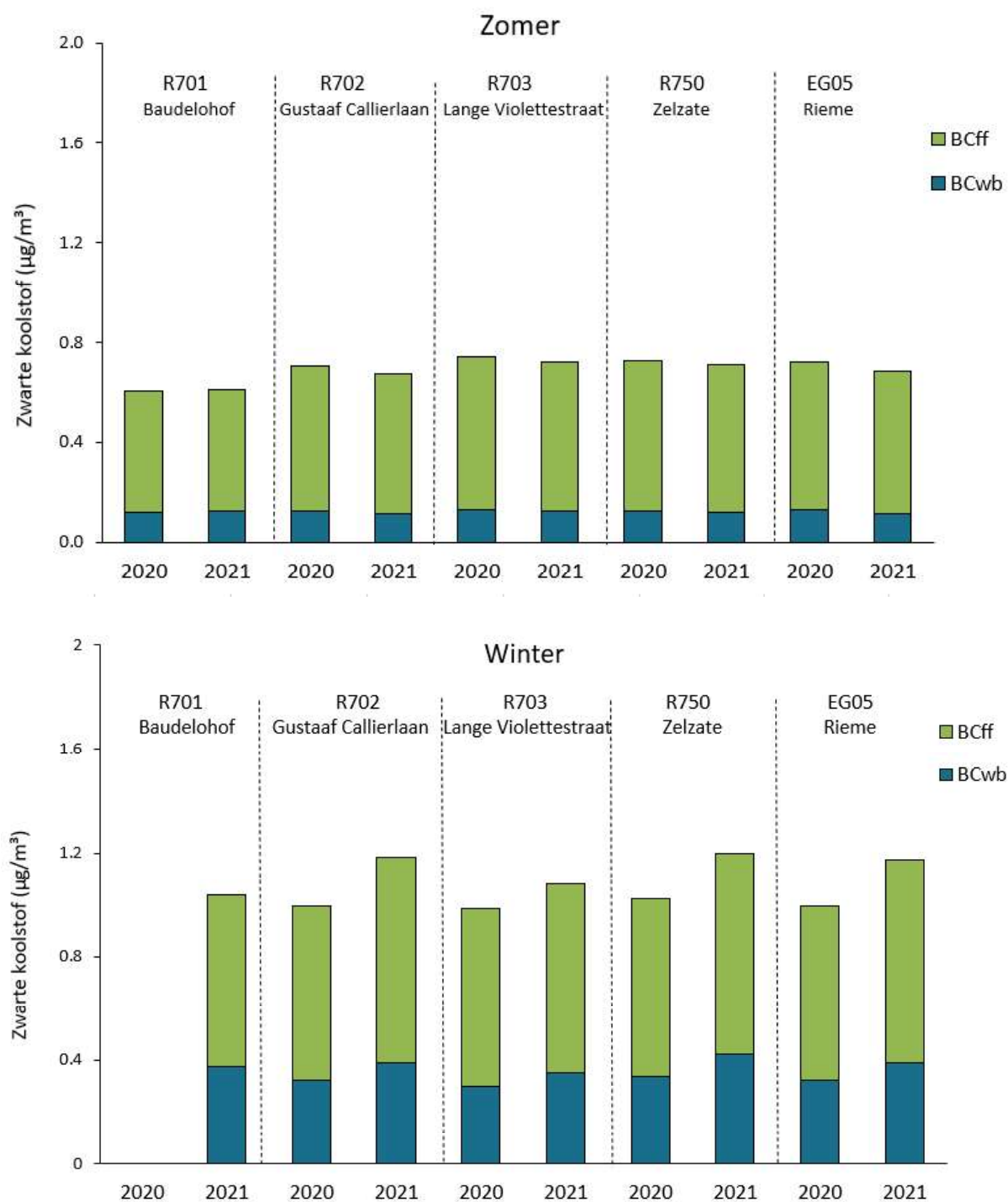
In de wintermaanden is er wel een verschil: de concentratie zwarte koolstof is hoger in 2021. Zowel de concentratie zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen als zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding zijn gestegen.

⁷ wintermaanden: januari-maart en oktober-december; zomermaanden: april-september

Figuur 31: Maandelijksse gemiddelden van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb} – blauwe balken) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff} – groene balken) in 2021



Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone – jaarrapport 2021 65



4.4.2 Bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀

In Figuur 33 staat de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀, en ook de bijdrage van fossiele brandstoffen aan PM₁₀. Zowel de bijdrage van houtverbranding als die van verkeer aan PM₁₀ wordt geschat vanuit de gemeten bijdrages aan zwarte koolstof. De bijdrage van houtverbranding aan fijn stof bestaat eigenlijk maar voor een klein deel uit zwarte koolstof (ongeveer 9 %). Het overgrote deel van de bijdrage bestaat uit bruine koolstof ('brown carbon') en andere organische deeltjes. De bijdrage van verkeer aan PM₁₀ bestaat voor een groter deel uit zwarte koolstof (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).

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 verkeer⁸.

Figuur 33 toont dat houtverbranding meer bijdraagt aan de totale concentratie PM₁₀ dan dat de verbranding van fossiele brandstoffen doen.

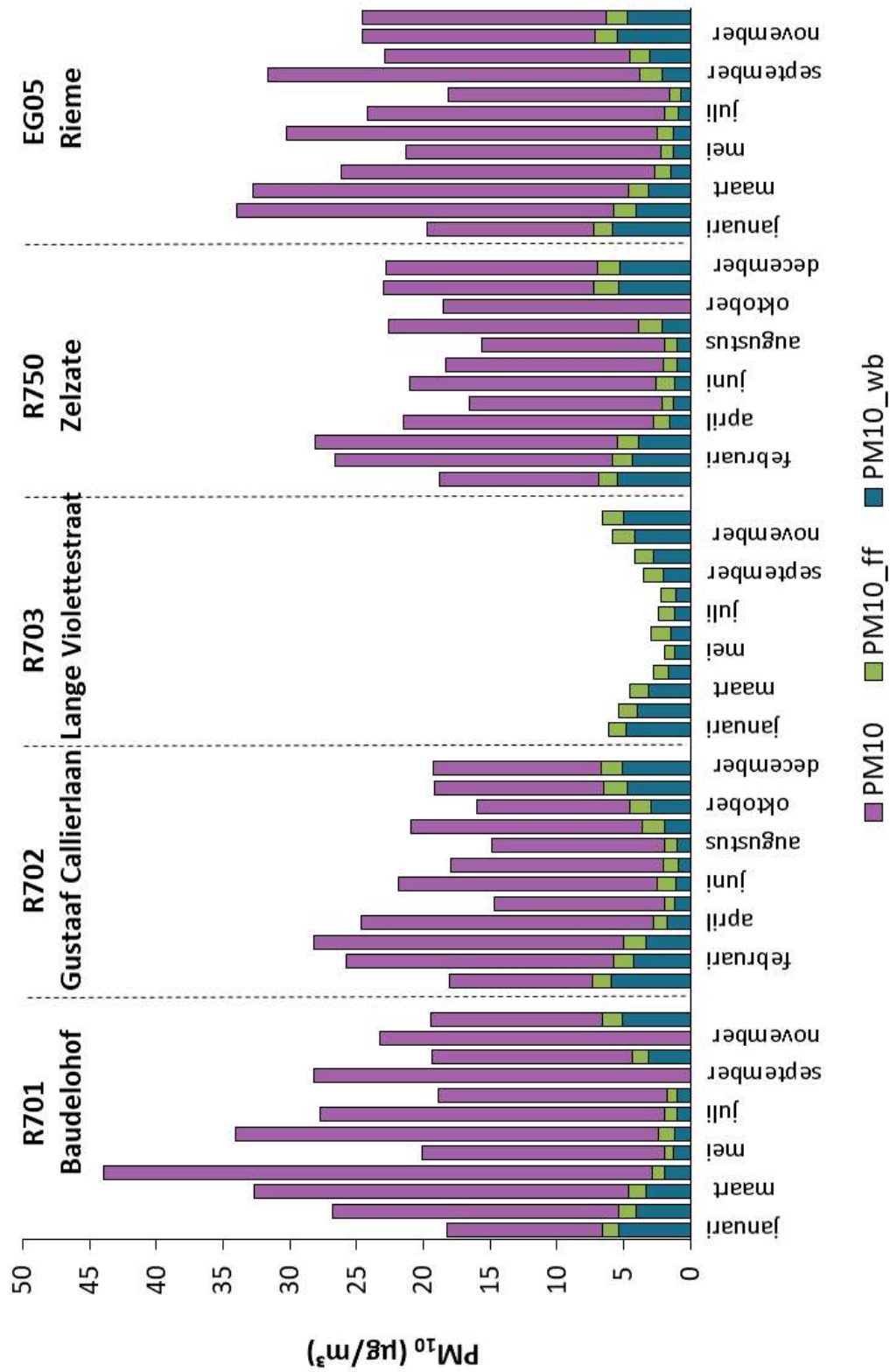
De verschillen tussen de meetplaatsen in de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ zijn - net zoals bij zwarte koolstof – beperkt. Verschillen tussen de maanden zijn er wel opnieuw. Omdat de bijdrage aan PM₁₀ met een vaste factor wordt berekend uit BC_{wb} zien we dezelfde patronen. Net zoals bij zwarte koolstof ligt in de wintermaanden de concentratie aan PM₁₀ afkomstig van houtverbranding hoger dan in de zomermaanden. In de zomermaanden ligt het aandeel houtverbranding aan PM₁₀ tussen 5 – 7 %, in de winter is dat tussen 18 - 21 %.

Voor PM_{10_ff} kan men 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_{10_wb} wijst het verschil tussen beide seizoenen op een verschil in uitstoot (en in veel mindere mate op ongunstige weersomstandigheden).

In de zomermaanden wordt de meeste houtverbranding gemeten op de meetplaats in de Lange Violettestraat. In de winter op de meetplaats in Zelzate.

⁸ B. Brunekreef et al. (2012), Ten principles for clean air. Eur Resp J 2012; 39 :525-528

Figuur 33: Maandelijksse gemiddelden voor PM_{10} afkomstig van houtverbranding (PM_{10_wb}), PM_{10} afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10_ff}) en totaal PM_{10} in 2021



Noot: Op meetplaats R703 is geen fijn stof-monitor aanwezig en heeft daarom geen meetgegevens voor PM_{10} . PM_{10_wb} en PM_{10_ff} kunnen wel getoond worden omdat deze parameters uit BC_{wb} worden berekend. Dat wordt wel gemeten op deze locatie.

4.4.3 Gemiddeld dagverloop in de winter- en zomermaanden

Zwarte koolstof

Figuur 34 en Figuur 35 geven voor alle dagen van de week het gemiddeld verloop⁹ weer van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding en zwarte koolstof afkomstig van fossiele brandstoffen.

Figuur 34 geeft het dagverloop voor de **wintermaanden** van 2021.

- De concentraties zwarte koolstof afkomstig van **houtverbranding** (BC_{wb} , Figuur 34 bovenaan) vertonen in de wintermaanden op alle meetplaatsen een gelijkaardig dagverloop met gelijkaardige concentraties. Op weekdays is er een avondpiek en een kleinere ochtendpiek. In het weekend is de ochtendpiek minder duidelijk en is vooral de avondpiek zichtbaar. Op weekenddagen zijn de gemiddelde concentraties iets hoger dan de gemiddelde concentraties op weekdays.
- Het verloop van de concentraties zwarte koolstof afkomstig van **fossiele brandstoffen** (BC_{ff} , Figuur 34 onderaan) is ook gelijkaardig tussen de meetplaatsen. Op alle meetplaatsen is er op weekdays en zaterdag een ochtend- en een avondpiek. Op zondag liggen de concentraties lager dan op weekdays en is er alleen een avondpiek. Op meetplaatsen R750 in Zelzate en R702 in de Gustaaf Callierlaan zijn de piekconcentraties geregeld hoger dan op de andere meetplaatsen. De concentraties van R701 in het Baudelohof liggen lager dan op de andere meetplaatsen.

Figuur 35 toont hetzelfde als Figuur 34 maar dan voor de **zomermaanden** van 2021.

- In de zomer zijn de concentraties van zwarte koolstof afkomstig van **houtverbranding** veel lager dan in de wintermaanden. Er zijn soms wel kleine verhogingen te zien 's ochtends en 's avonds, maar veel lager dan in de winter. Op zaterdag zien we 's avonds ook een verhoging, vooral op meetplaats R703 in de Lange Violettestraat.
- Het dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van **fossiele brandstoffen** (Figuur 35, onderaan) vertoont ook in de zomermaanden op weekdays een ochtend- en een avondpiek. In het weekend treedt er een lichte avondpiek op, ook vooral op meetplaats R703 in de Lange Violettestraat.

PM₁₀

Figuur 36 en Figuur 37 geven voor alle dagen van de week het verloop van PM₁₀ afkomstig van houtverbranding (PM_{10wb}) en het verloop van PM₁₀ afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10ff}), respectievelijk voor de winter- en zomermaanden.

PM₁₀ afkomstig van **houtverbranding** werd berekend uit de concentratie zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding. Het verloop in de winter- en zomermaanden is hierdoor identiek aan het verloop van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding, d.w.z. een grote avondpiek en een kleinere ochtendpiek.

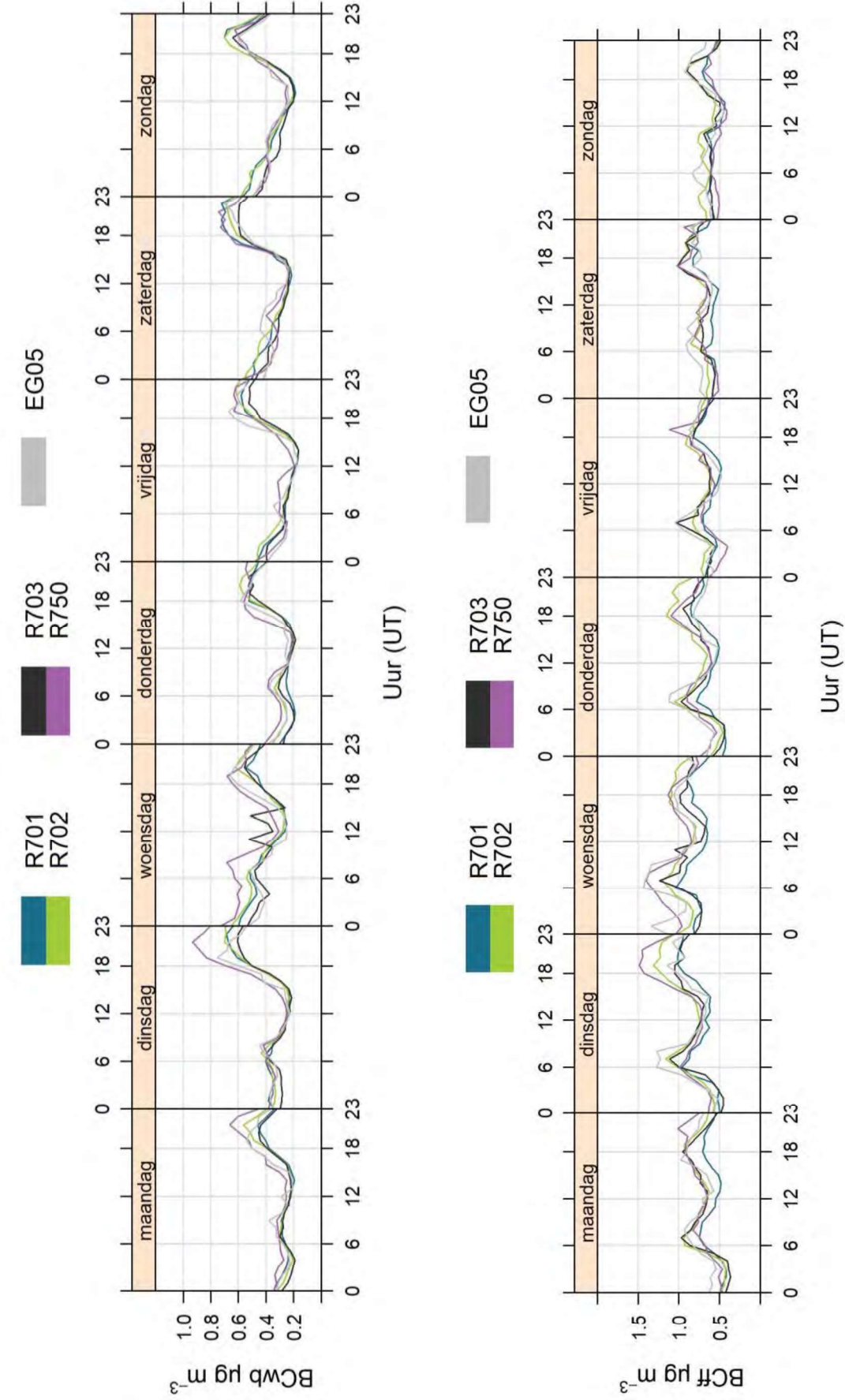
In het dagverloop van PM₁₀ afkomstig van **fossiele brandstoffen** is er in de wintermaanden een lichte ochtend- en avondpiek te zien op weekdays, in het weekend enkel 's avonds. In de zomermaanden zien we op weekdays alleen 's ochtends een verhoging. In het weekend is dat weer alleen 's avonds. De concentraties liggen in de winter en zomer in dezelfde grootteorde.

⁹ Deze dagverlopen staan in UT (= universal time).

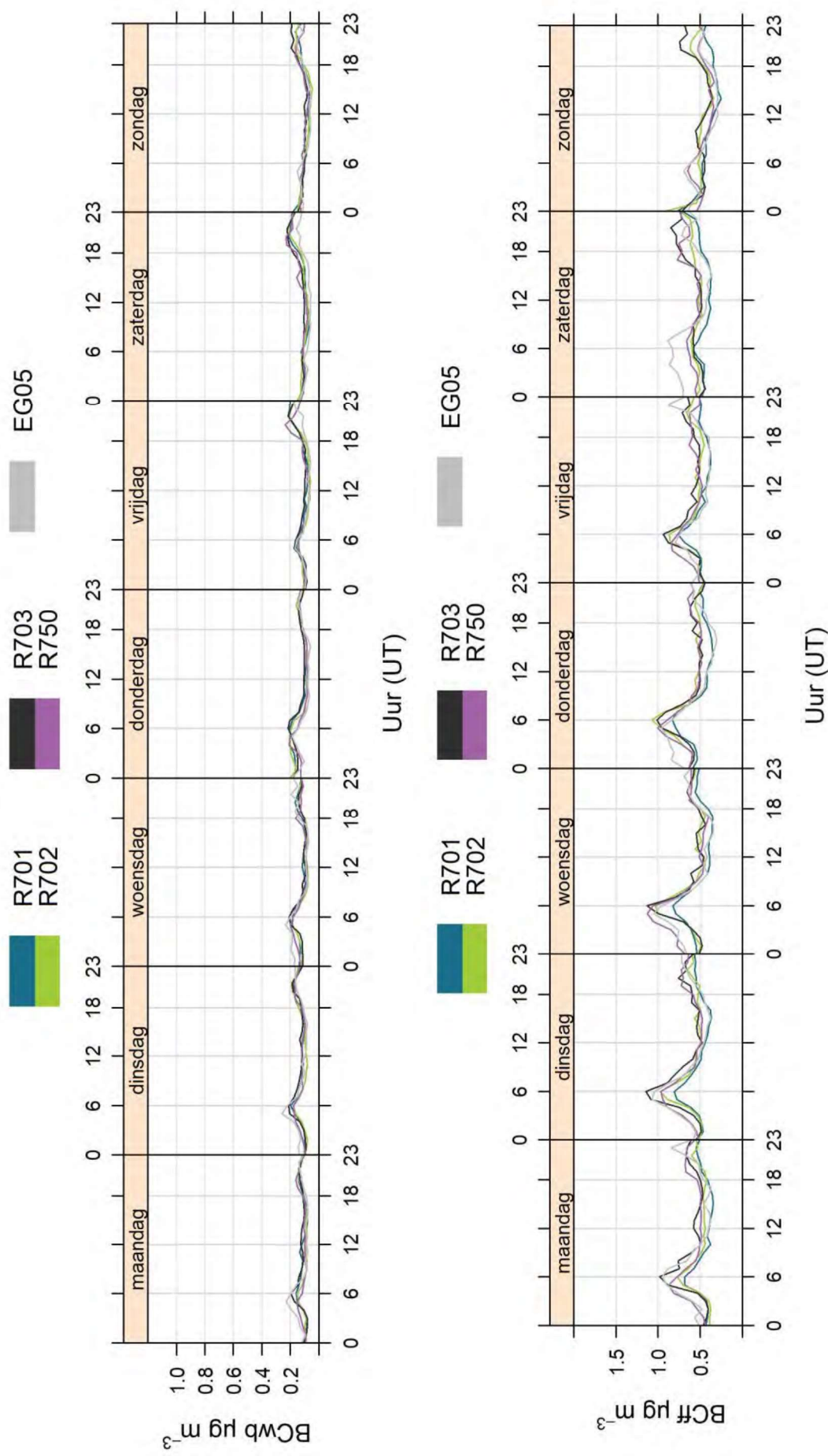
– In de winter verschilt UT 1 uur met lokale tijd, bv. 2 uur UT = 3 uur lokale tijd.

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

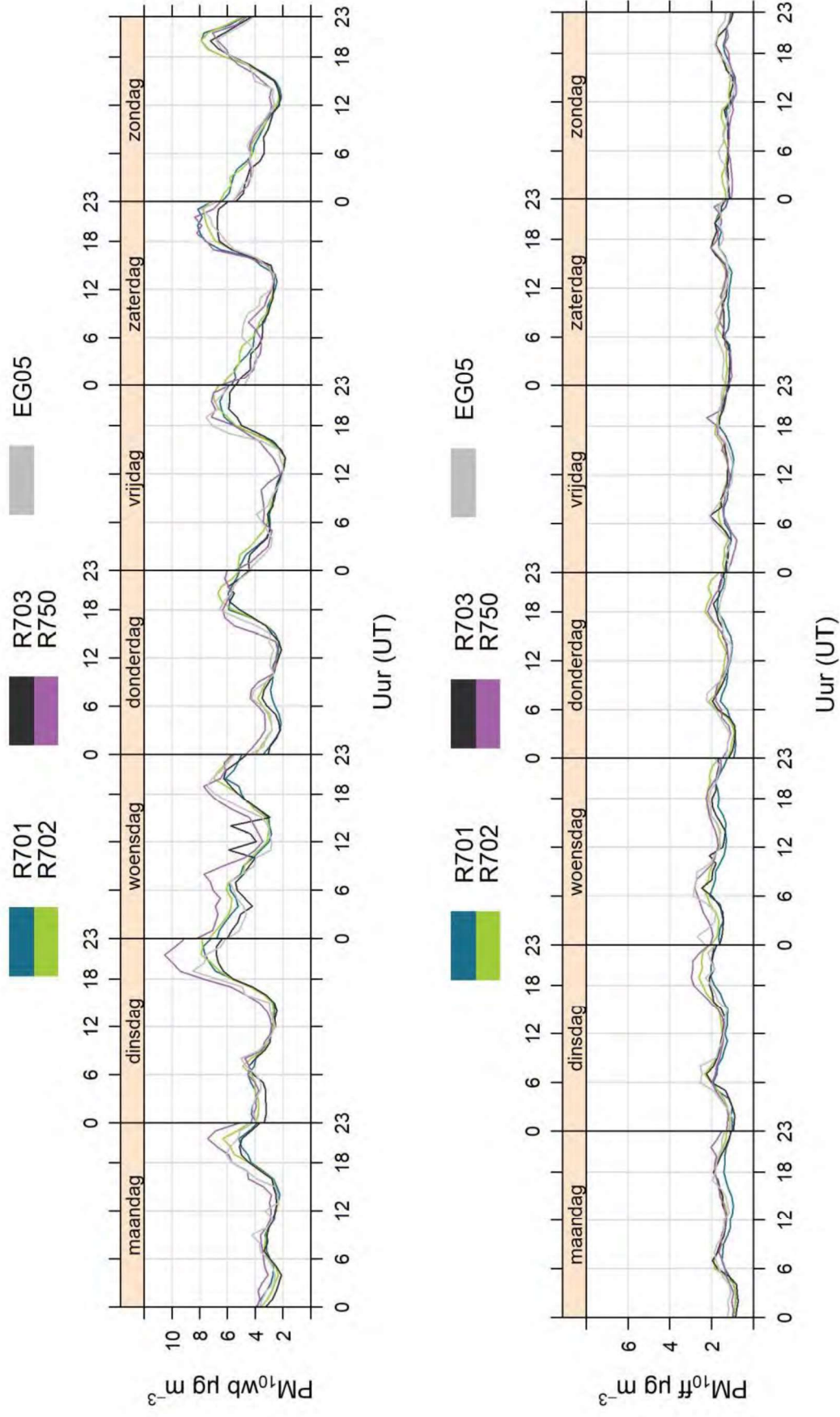
Figuur 34: Gemiddelde dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{fr}) in de wintermaanden 2021



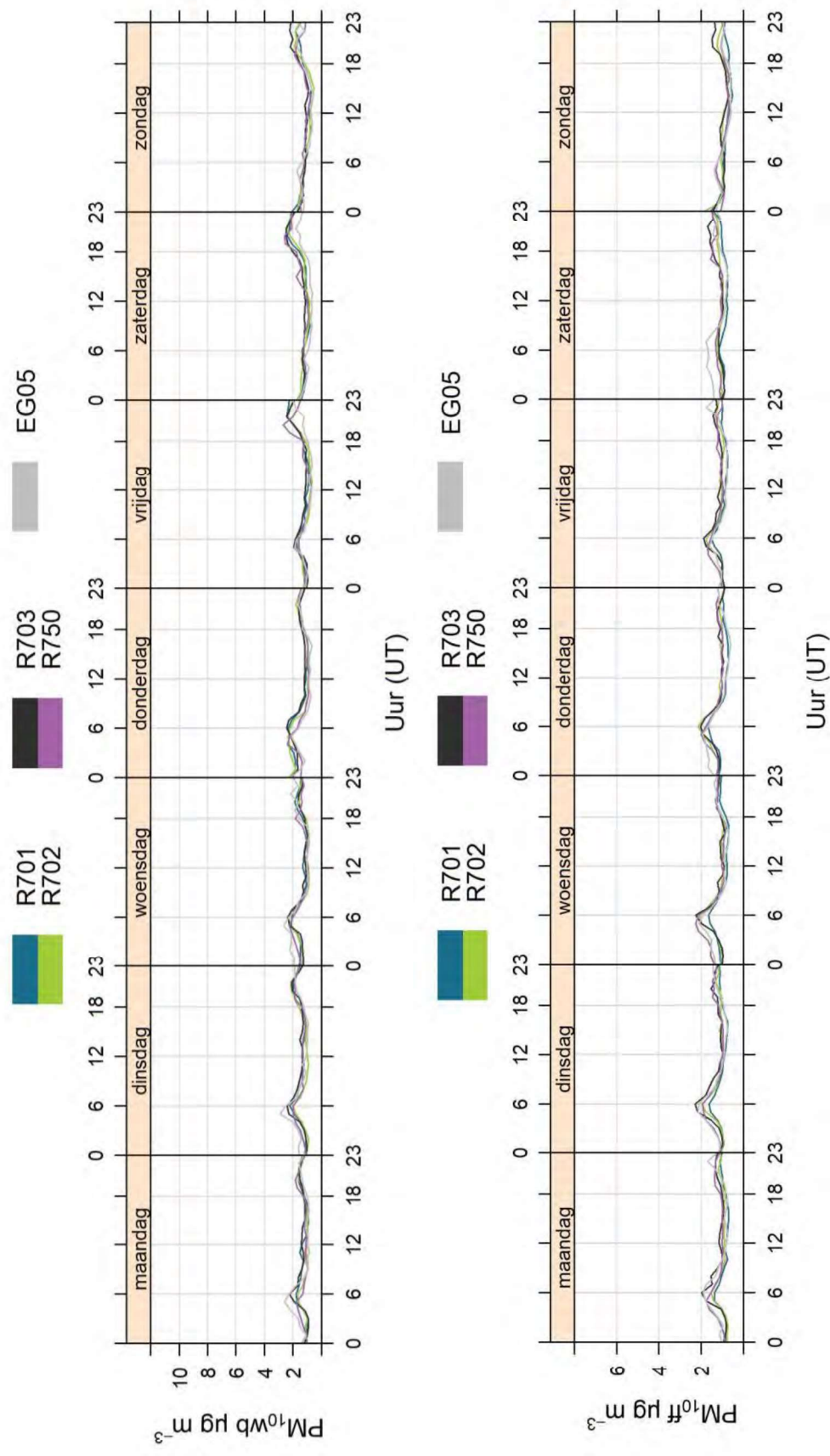
Figuur 35: Gemiddelde dagverloop van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstoffen (BC_{ff}) in de zomermaanden 2021



Figuur 36: Gemiddelde dagverloop van PM_{10} afkomstig van houtverbranding (PM_{10wb}) en PM_{10} afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10ff}) in de wintermaanden 2021



Figuur 37: Gemiddelde dagverloop van PM_{10} afkomstig van houtverbranding (PM_{wb}) en PM_{10} afkomstig van fossiele brandstoffen (PM_{10ff}) in de zomermaanden 2021



4.4.4 Bijdrage van houtverbranding in functie van de windrichting

Figuur 38 geeft voor de wintermaanden in 2021 de gemeten concentratie weer van zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en van fossiele brandstof (BC_{ff}) in functie van de windrichting.

De hoogste concentraties zwarte koolstof afkomstig van **houtverbranding** (BC_{wb}) werden gemeten bij wind uit het zuidoosten. In een vroegere studie¹⁰ naar houtverbranding zagen we ook op alle meetplaatsen verhoogde bijdragen van houtverbranding uit deze windrichting. Deze verhoogde concentraties zijn een combinatie van:

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

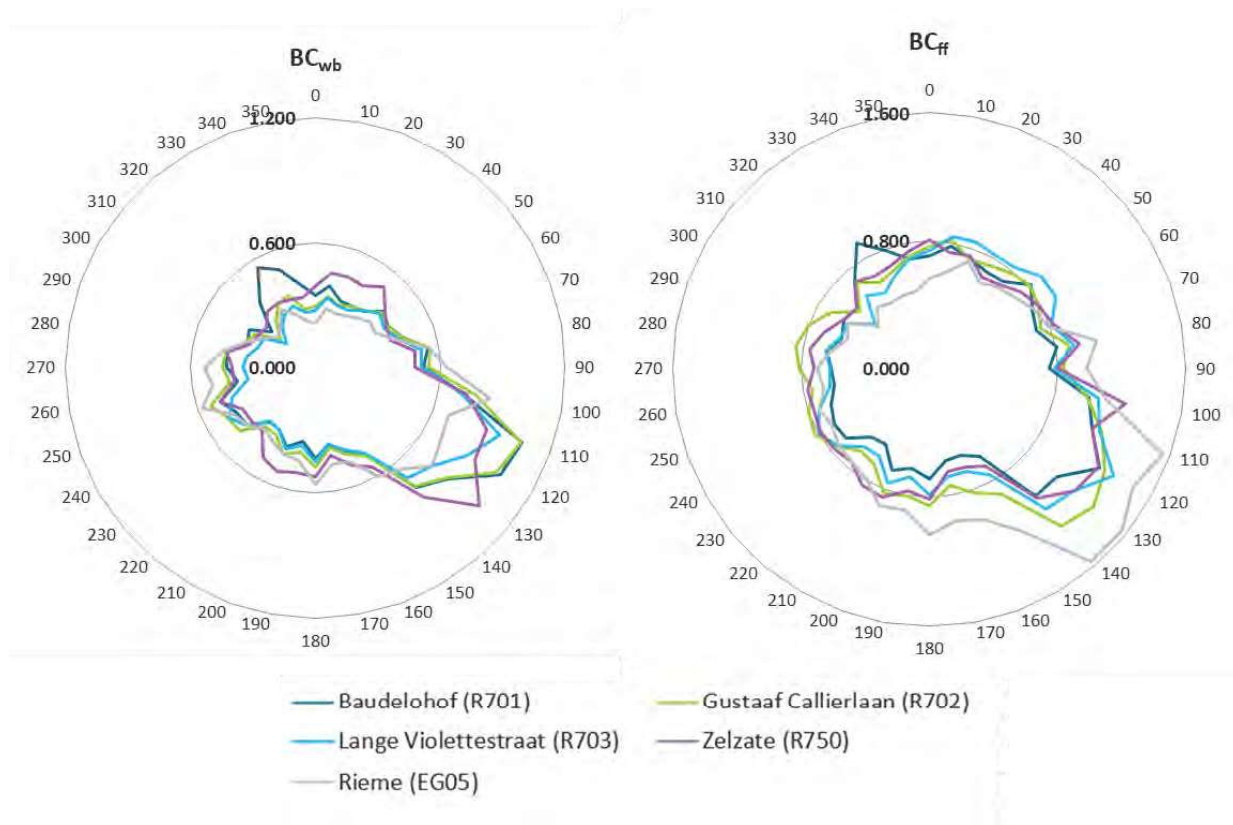
De pollutierozen zijn in grote lijnen gelijkaardig van vorm voor elke meetplaats maar er zijn ook enkele verschillen. Bij wind uit het zuidoosten heeft meetplaats in Rieme (**EG05**) hogere concentraties afkomstig van fossiele brandstoffen in vergelijking met de andere meetplaatsen.

Het Baudelohof (**R701**) is de enige locatie waar iets hogere concentraties worden gemeten bij wind uit het noordwesten, zowel voor houtverbranding als voor fossiele brandstoffen.

Het meetnet is opgebouwd om de lokale 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 zal lokaal op veel plaatsen in Vlaanderen zeker groter zijn dan wat wordt gemeten op de huidige meetplaatsen uitgerust met een AE33 aethalometer.

¹⁰ VMM (2011). Chemkar PM₁₀. Chemische karakterisering van fijn stof in Vlaanderen-2010

Figuur 38: Pollutieroos voor zwarte koolstof afkomstig van houtverbranding (BC_{wb}) en afkomstig van fossiele brandstof (BC_{ff}) ($\mu g/m^3$) in 2021



5 LAGE EMISSIEZONE

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.

5.1 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 dieselmotoren met een euronorm 5 en hoger en benzinevoertuigen met euronorm 2 en hoger toegelaten¹¹ 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 en een verschuiving in het aankoopgedrag richting benzinevoertuigen, elektrische voertuigen of voertuigen op gas stimuleren.

5.2 Uitdagingen bij het meten van het effect van een LEZ

Een uitspraak doen over het effect van de lage-emissiezone op de concentraties in de omgevingslucht is niet evident.

Een berekende daling in verkeersemissies door de LEZ is niet één op één terug te vinden in de gemeten concentraties. 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 NO₂ en zwarte koolstof.
- Emissies 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 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).
- Er moet rekening gehouden worden met het effect van het anticiperende gedrag van de mensen om te voldoen aan de voorwaarden van de LEZ. De invoering van de LEZ werd een paar jaar eerder al aangekondigd.
- De LEZ zal in Gent ook leiden tot een wijziging van het wagenpark buiten de LEZ en ook daar de concentraties beïnvloeden¹².

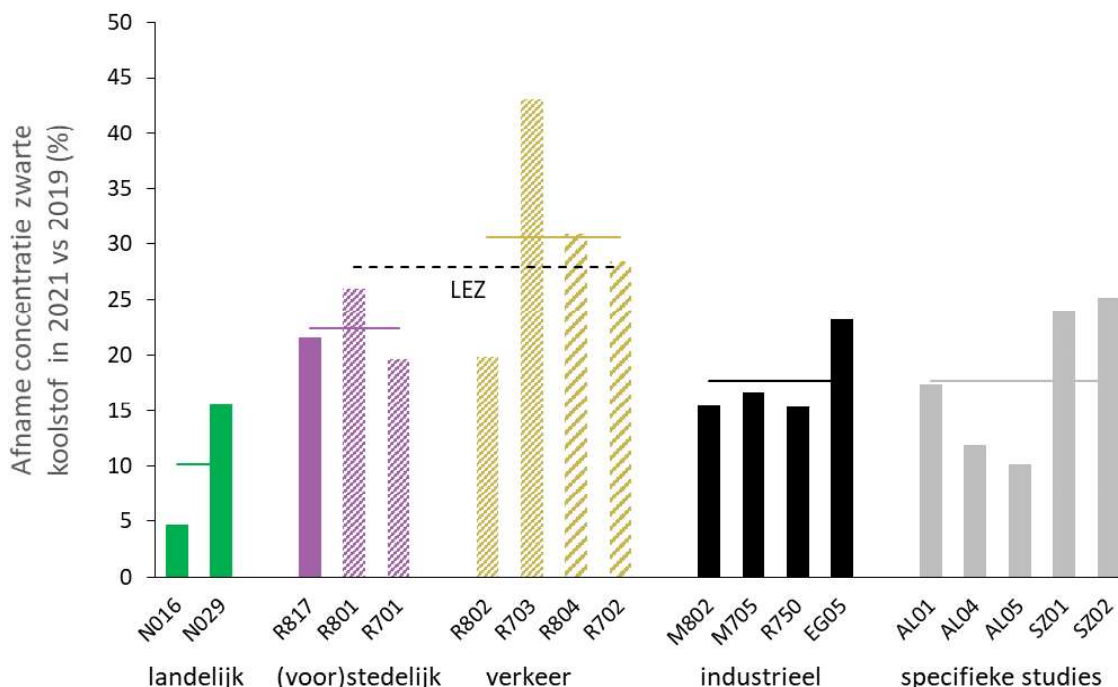
Om het effect van de invoering van de LEZ in Gent te beoordelen zouden we in het ideale geval de concentraties binnen de LEZ vergelijken met de concentraties in een sterk vergelijkbare stedelijke omgeving waar er geen LEZ ingevoerd is. Zo kan de impact van het weer, de autonome vernieuwing van het wagenpark in Vlaanderen en de coronamaatregelen op de concentraties worden ingeschat en

¹¹ <https://stad.gent/nl/mobiliteit-openbare-werken/lage-emissiezone/hoe-weet-ie-ie-voertuig-de-lage-emissiezone-lez-mag-inrijden>

¹² 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>

5.3 Impact LEZ

Figuur 39: Relatieve afname van de concentratie zwarte koolstof in 2021, ten opzichte van 2019 (het jaar vóór de LEZ). De meetplaatsen staan gerangschikt per type. De horizontale lijnen geven het gemiddelde weer per type (typeliggende van de meetplaatsen: landelijk, stedelijk, verkeersgericht, industrieel of specifieke studie). De drukgegarceerde locaties liggen in een LEZ (Gent of Antwerpen). De minder gearceerde locaties liggen op de rand van een LEZ. De volle balken zijn locaties die niet in een LEZ liggen.



Wat reeds een aangetoond effect is van de LEZ, is dat de invoer ervan tot een versnelde vergroening van het wagenpark leidde, zowel binnen de LEZ als in de rest van Vlaanderen (zie evaluatierapport LEZ¹³). De effecten van een LEZ stoppen niet aan de grenzen van die zone.

Hetzelfde rapport toonde ook aan dat in 2019 oude dieselloortuigen zonder roetfilter bijna dubbel zo snel verdwenen 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.

5.4 Modellerings

De stad Gent liet in 2021 de effecten van een verdere geografische uitbreiding van hun LEZ onderzoeken¹⁴. Dit onderzoek biedt ook inzicht in de impact van de huidige LEZ in 2020 op vlak van emissies (=uitstoot).

De studie vertrekt hierbij van een aantal aannames over de verkeersintensiteiten en over de samenstelling van het wagenpark met en zonder LEZ.

- Voor de samenstelling van het wagenpark zonder LEZ is gekeken naar de samenstelling van het Vlaamse wagenpark in 2020.

¹³ 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>

¹⁴ Uitbreidingsstudie lage-emissiezone Gent (DMK/2020/10), uitgevoerd door TML in samenwerking met VITO en in opdracht van de stad Gent, 2021.

- De samenstelling van het wagenpark met LEZ is ingeschat op basis van nummerplaatgegevens uit de camera's die gebruikt worden om toezicht te houden op de LEZ in Gent en eerder studiewerk voor de LEZ in de stad Antwerpen.

Op basis van deze gegevens werden de emissies berekend, met en zonder LEZ. Omdat bij de gebruikte verkeersintensiteiten geen rekening gehouden kon worden met de impact van de coronamaatregelen, tonen alleen de relatieve cijfers voor 2020 de impact van de LEZ op de NO_x-, NO₂-, BC- en PM_{2,5}-emissies.

Tabel 12: gemodelleerde impact van de LEZ in Gent in 2020 op vlak van emissies

	BC	PM _{2,5}	NO ₂	NO _x
impact LEZ in 2020	-52%	-20%	-8%	-6%

Uit Tabel 12 blijkt dat de LEZ in 2020 vooral een impact had op de BC-emissies. Dit strookt met de verwachtingen omdat de voertuigen die uit de LEZ worden geweerd (meestal) niet over een gesloten roetfilter beschikken en daardoor veel roet uitstoten.

De impact op de PM_{2,5}-emissies is kleiner omdat de niet-uitlaatemissies een belangrijk deel van de emissies uitmaken en deze emissies niet of nauwelijks dalen bij de modernere voertuigen.

De impact op de NO_x- en NO₂-emissies blijven in 2020 nog relatief beperkt. Dit komt omdat de momenteel nog toegelaten recentere dieselwagens nog altijd veel stikstofoxiden uitstoten. We verwachten dat de NO_x- en NO₂-emissies pas veel sterker zullen dalen wanneer in de LEZ ook de recentere dieselwagens niet meer zijn toegelaten.

BIJLAGEN

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

parameter	eenheid	toesteltype	meetprincipe analyse	volgens norm	meetonzekerheid	bepaling meet-onzekerheid	onder accreditatie	uitbesteding	type approval
PM ₁₀	µg/m ³	FIDAS200	optical particle counter + conversion to mass concentration	-	14 % bij daggemiddelde van 50 µg/m ³	volgens EN16450	ja ¹	nee	n.v.t..
PM _{2,5}				-	16 % bij daggemiddelde van 30 µg/m ³				
NO		TS 42i	chemiluminescentie	EN14211	-	-	ja ¹	nee	ja
NO ₂					13 % bij uurgemiddelde van 200 µg/m ³ ; 12 % bij jaargemiddelde van 40 µg/m ³	volgens EN14211			
zwarte koolstof		MAAP 5012	multihoek-absorptie-fotometrie	-	-	-	nee	nee	n.v.t.
		Magee AE33	lichtabsorptie	-	-	-	nee	nee	n.v.t.

¹: BELAC 456-TEST - VMV Dienst Lucht

bijlage 2 Beschrijving van de polluenten

Stikstofoxiden – NO/NO₂

Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO_2) en stikstofmonoxide (NO) en worden gevormd door een reactie van stikstof met zuurstof bij verbrandingsprocessen op hoge temperaturen. In eerste instantie ontstaat hierbij vooral NO . NO heeft een korte levensduur in de atmosfeer en is een kleur-, reuk- en smaakloos gas dat op zich weinig toxisch is. Maar NO wordt door reacties met zuurstof en ozon (O_3) omgezet tot NO_2 . NO_2 heeft een langere levensduur in de atmosfeer dan 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.

NO₂ kan ook terug worden omgezet, door fotochemische ozonvorming waarbij O₃ wordt gevormd en NO₂ wordt omgezet tot NO. De chemie van stikstofcomponenten in de atmosfeer is erg complex en de relatie tussen de emissies van NO_x en de gemeten NO₂-concentraties is niet lineair.

Stikstof heeft verzurende en vermestende effecten

NO_x dragen bij aan de vorming van fijn stof en spelen ook een belangrijke rol in de milieuverzuring. Samen met de uitstoot van SO₂ en NH₃, leiden de emissies van NO_x 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 zijn voor het grootste deel van de stikstofoxidenuitstoot. Dieselwagens produceren meer NO_x 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 NO₂/NO_x-verhouding bij dieselwagens gevoelig hoger dan bij benzinewagens.

NO_x kunnen net als SO₂ over grote afstanden getransporteerd worden en kunnen dus effecten veroorzaken in verafgelegen gebieden.

Fijn stof – PM₁₀, PM_{2.5} en zwarte koolstof

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

Opdeling naar oorsprong: primair en secundair

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

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

Stofdeeltjes deelt men vaak in volgens de grootte op basis van de aerodynamische diameter (a.d.). Dit is de diameter van een bolvormig deeltje dat in de omgevingslucht hetzelfde gedrag vertoont als het stofdeeltje:

- TSP: Totaal stof. De VMM meet deze fractie niet in de omgevingslucht. Enkel aan deeltjes kleiner dan 10 µm kent men gezondheidsrisico's toe. De VMM rapporteert wel de emissies van TSP.
- PM₁₀ en PM_{2,5}: stofdeeltjes met een a.d.¹⁵ kleiner dan 10 respectievelijk 2,5 µm;
- ultrafijn stof (UFP): deeltjes met een a.d. kleiner dan 0,1 µm (PM_{0,1});
- zwarte koolstof/elementair koolstof: bevindt zich voornamelijk in de fijne fractie van het fijn stof. Het is een maat voor de roetconcentratie in de omgevingslucht. Deze deeltjes ontstaan bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen, biomassa en biobrandstof. Wanneer ze met een optische methode gemeten worden, spreken we van zwarte koolstof, anders van elementair koolstof.

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

Geen veilige drempelwaarde

Studies hebben verbanden aangetoond tussen de aanwezigheid van PM in de omgevingslucht en gezondheidseffecten op korte en lange termijn. Voor PM is er volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) geen veilige drempelwaarde waaronder nadelige effecten niet voorkomen. Bij korte episodes – 24 uur – van luchtverontreiniging verergeren bestaande gezondheidsproblemen, zoals luchtweginfecties en astma. Verder kan fijn stof bloedvaten doen 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.

Zelfs al voor de geboorte veroorzaakt fijn stof negatieve effecten. Onderzoek¹⁶ toonde namelijk aan dat een foetus via de moeder al zeer vroeg in de ontwikkeling in aanraking komt met luchtvervuiling, doordat fijn stof-roetdeeltjes doordringen tot de placenta en zich daar opstapelen, met negatieve invloeden op de ontwikkeling van de foetus. Blootstelling aan PM_{2,5} wordt ook in verband gebracht met een verhoogd risico op hersenaandoeningen zoals de ziekte van Alzheimer.

Fijn stof is kankerverwekkend

Eind 2013 classificeerde het *International Agency for Research on Cancer* (IARC), het gespecialiseerde kankeragentschap van de WGO, fijn stof als kankerverwekkend voor de mens¹⁷. Belangrijk is dat fijn stof niet

¹⁵ aerodynamische diameter

¹⁶ 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>

¹⁷ http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf

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 vaak gebaseerd op de richtlijnen opgesteld door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). De WGO definieert advieswaarden voor verschillende polluenten. Die advieswaarden hebben als doel de risico's van gezondheidsschade door luchtverontreiniging te beperken en zijn meestal strenger dan de Europese grens- of streefwaarden. 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.

WGO scherpt normen aan

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

Onder meer naar aanleiding van deze nieuwe WGO-advieswaarden herzielt Europa momenteel ook haar regelgeving.

Stikstofoxides – NO/NO₂

De Europese richtlijn 2008/50/EG legt grenswaarden en een alarmdrempel op voor NO₂. In de richtlijn 2008/50/EG is eveneens een kritiek niveau voor NO_x voor de bescherming van de vegetatie opgenomen. De grenswaarden voor NO₂ moeten sinds 1 januari 2010 gerespecteerd worden.

Tabel 13: Grenswaarden en alarmdrempel voor NO₂ en kritiek niveau voor NO_x (richtlijn 2008/50/EG)

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

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

De Europese regelgeving uit voorgaande tabel is gebaseerd op de richtlijnen opgesteld door de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO). De Europese jaargrenswaarde komt overeen met wat de WGO

Tabel 14: Advieswaarden voor NO₂ en kritiek niveau voor NO_x (WGO 2000 en 2021)

Polluent	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
NO ₂	Advieswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 uur	200 µg/m ³
		dag	25 µg/m ³ max. 3 overschrijdingen per jaar)
		Jaar	10 µg/m ³
NO _x	Kritieke niveau voor de bescherming van de vegetatie	Jaar	30 µg/m ³ uitgedrukt als NO ₂

Fijn stof – PM₁₀ en PM_{2.5}

Regelgeving PM₁₀

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

Tabel 15: Regelgeving voor PM₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2021)

	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
EU-richtlijn 2008/50/EG*	Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 dag	50 µg/m³; max. 35 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	40 µg/m³
WGO 2021	Advieswaarden	1 dag	45 µg/m³; max. 3 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	15 µg/m³

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

Regelgeving PM_{2,5}

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

en Gent-Baudelohof (R701) worden gebruikt voor de bepaling van de gewestelijke gemiddelde blootstellingsindex (GGBI) voor Vlaanderen, zoals bepaald in bijlage 2.5.3.14 van VLAREM II.

Tabel 16: Europese regelgeving voor PM_{2,5} (2008/50/EG)

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

De WGO definieerde -naast een advieswaarde op jaarbasis- ook een advieswaarde voor PM_{2,5}-dagwaarden.

Tabel 17: Advieswaarden voor PM_{2,5} (WGO 2021)

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

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.

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 studie²¹ uit. Dat gebeurde door, waar mogelijk, het ketel/kachelpark 2019 resulterend uit de in 2019 uitgevoerde enquête, te combineren met het

²¹ 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 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 gebruikt om de emissies door wegverkeer te berekenen worden aangeleverd door Departement Mobiliteit en Openbare Werken (MOW). Bij MOW hebben ze daarvoor een propagatiemodel, PROMOVIA, dat op basis van tellingen (camera's, lussen,...) een hoeveelheid voertuigkilometer in Vlaanderen genereert op snelwegen en het onderliggend wegennet.

Tellingen op het onderliggend wegennet werden uitgevoerd door AWW (Agentschap Wegen en Verkeer). In 2016 besliste men bij AWW 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 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 t.o.v. 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 voor PROMOVIA, ieder jaar beschikbaar zijn op dezelfde locatie voor dezelfde tijdsperiode in het jaar (lieft 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 en Openbare werken (MOW) en de VMM om toegang te krijgen tot bepaalde ANPR data in Vlaanderen, lopen er haalbaarheidsstudies bij 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 het burgerwetenschapsproject 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 voor het jaar 2021, wat in dit rapport kon gebruikt worden als input voor de modelkaarten. De voorbije jaren (2017-2020) werd gebruikt gemaakt van het verkeersmodel van de Stad Gent. Vanaf dit jaar werd dit, met het gebruik van FLOMOVIA, niet meer gebruikt.

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 2020 hadden we nog geen goede dataset voor FLOMOVIA, zodat voor de bespreking van de trend van de Gentse verkeersemissies nog werd gewerkt met emissies afgeleid uit de Vlaamse emissiecijfers.

Vanaf volgend jaar zal hier ook met FLOMOVIA gewerkt worden. Dit heeft dan het voordeel dat de gerapporteerde verkeersemissies gebaseerd zijn op de lokale verkeersdata, en dus rekening houden met de invoering van het circulatieplan en de 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 we voor deze jaren deze gedetailleerde lokale verkeersinfo niet hebben. Dit kan een sprong geven in de trendgrafiek.
- 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.

Pollutierozen

Pollutierozen tonen per windrichting het gemiddelde van de gemeten concentraties volgens de op dat moment heersende windrichting. Potentiële vervuillende 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 km². Binnen zo'n rooster cel van 4x4 km² kan RIO geen onderscheid maken tussen bijvoorbeeld kleinere bosgebieden en meer verstedelijkte gebieden of plaatsen met veel verkeer, we krijgen 1 waarde per rooster cel. Daarom combineren we dit met het IFDM-model.

IFDM berekent de impact van de uitstoot van punt-, 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 m² voor visualisatie. Voor de lijnbronnen is het IFDM dispersiemodel echter een 'open street' 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.

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.

- 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 en toonde aan dat de modelketen beter presteert door de toevoeging van het OSPM-model. In het algemeen geeft het model een lichte onderschatting in vergelijking met de metingen.

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.

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

wb = *woodburning*
ff = *fossil fuel*

De inschatting van de bijdrage van houtverbranding aan PM_{10} gebeurde aanvankelijk aan de hand van een factor 10,7 gebaseerd op onderzoek van primaire emissies van houtkachels in Oostenrijk²⁵. In een latere

- Zo worden zowel de term houtverbranding als biomassa-verbranding 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 biomassa-verbranding (BC_{bb} of BB) gebruikt.
- De andere fractie betreft dan de zwartekoolstof fractie veroorzaakt door verbranding van fossiele brandstoffen (BC_{ff} of FF)

²⁵ C. Schmidl 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

publicatie²⁶ 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. VITO²⁷ gebruikte deze nieuwe factor in een studie in Dessel rond de bijdrage van houtverbranding aan luchtverontreiniging door burgers. Vergelijking met andere methoden voor het berekenen van de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ toonde aan dat vermenigvuldiging van de levoglucosanconcentraties met de factor 22,56 behoorde tot de meest waarschijnlijke methoden voor het bepalen van de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀.

De studie van VITO van 2017 vond een goede correlatie tussen de concentratie levoglucosan en de concentratie zwarte koolstof 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 bijgevolg de volgende relatie om de bijdrage van houtverbranding aan PM₁₀ te berekenen. De data van de vorige jaren werden herrekend omdat er eerder gerekend werd met een andere relatie tussen BC_{wb} en levoglucosan, gebaseerd op een meer beperkte meetperiode in 2018 en 2019. De formule die we nu 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 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'²⁸) en andere organische deeltjes. Deze verhouding van BC_{wb} vs PM_{10_wb} sluit nauw aan bij de factor gebruikt op de Franse meetnetten²⁹.

Voor de berekening van de bijdrage van de verbranding van fossiele brandstoffen aan PM₁₀ hanteren we de op de Franse meetnetten gebruikte factor 2^{Fout! Bladwijzer niet gedefinieerd.}. 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.

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

²⁶ W. Maenhout et al. (2016), Sources of the PM10 aerosol in Flanders, Belgium, an re-assessment of the contribution from wood burning, Science of the Total Environment, 562, 550-560

²⁷ M. Van Poppel et al. (2017), Inschatting van de bijdrage van houtverbranding door burgers aan luchtverontreiniging in Vlaanderen

²⁸ Brown carbon zijn lichtabsorberende organische deeltjes die niet zwart zijn

²⁹ LCSQA (2020), Guide méthodologique pour la mesure du « Black Carbon » par Aethalomètre multi longueur d'onde AE33 dans l'air ambiant

