



Vlaanderen
is milieu

Luchtkwaliteit in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone

jaarrapport 2018

SAMENVATTING

Dit rapport werd opgesteld in uitvoering van de samenwerkingsovereenkomst tussen de VMM en de Stad Gent. Het beschrijft de resultaten van de luchtkwaliteitsmetingen in 2018 in de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone, aangevuld met de emissiecijfers verzameld door de Emissie-inventaris Lucht van de VMM.

De vermelde emissiedata zijn voor het jaar 2017, dit zijn de meest recent bekende gegevens. De berekening van de verkeersemissies gebeurt op basis van een propagatiemodel¹ dat gebruik maakt van de emissies van het totale Vlaamse wagenpark. De hieronder vermelde emissies door verkeer houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan.

1. Stikstofdioxide – NO₂

Industrie en verkeer zijn de grootste emissiebronnen

In 2017 bedroeg de emissie van stikstofoxiden in Gent-centrum, de rest van de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone samen 12241 ton. Dit is 9,6 % van de totale Vlaamse stikstofoxidenemissie.

Het grootste deel van de uitstoot vindt plaats in de kanaalzone waar industrie de grootste bron is. In Gent-centrum en de rest van de Gentse agglomeratie is de grootste bron van stikstofoxidenemissies het verkeer. Daarnaast levert de energiesector in de kanaalzone en in Gent-centrum ook een belangrijke bijdrage aan de stikstofoxidenuitstoot.

De sterkste daling in de emissies van stikstofoxiden in vergelijking met 2000 komt van de sector energie. Ook de uitstoot van het verkeer is door de jaren heen sterk verminderd. Na 2014 is er echter eerder een stagnatie in de totale stikstofoxidenemissies.

Lokale overschrijdingen van de Europese jaargrenswaarde

De Europese jaargrenswaarde (40 µg/m³) en de WGO-jaaradvieswaarde (eveneens 40 µg/m³) worden op alle *automatische* meetplaatsen gerespecteerd. Op 2 van de 20 meetplaatsen in Gent-centrum waar de concentraties met een *passieve sampler* worden gemeten, werd wel nog een indicatief jaargemiddelde boven de Europese jaargrenswaarde gemeten. In 2017 waren er nog 9 meetplaatsen met een passieve sampler die een concentratie van 40 µg/m³ of meer hadden.

Gemeten concentraties blijven dalen

Sinds 2008 zijn de NO₂-jaargemiddelden, gemeten met automatische monitoren, gedaald met 14 tot 24 %, afhankelijk van de meetplaats. Over heel Vlaanderen zagen we tussen 2008 en 2018 een gemiddelde daling van 17 %. Het hoogste NO₂-jaargemiddelde binnen de Gentse regio werd gemeten langs de Gustaaf Callierlaan (34 µg/m³).

De indicatieve jaargemiddelden gemeten met passieve samplers lagen in 2018 gemiddeld 10 % lager dan in 2017. In de Antwerpse agglomeratie werd in 2018 een gelijkaardige daling (9 %) waargenomen ten opzichte van 2017.

¹ Het propagatiemodel voor verkeersintensiteiten modelleert verkeerstellingen, die op bepaalde wegen en/of bepaalde momenten plaatsvinden, naar wegen waar geen tellingen plaatsvinden en naar een volledig jaar (of andere tijdsperiode). De eventuele invloed van het circulatieplan op de mobiliteit en emissies zit momenteel nog niet vervat in de berekeningen van het model.



1 INLEIDING

Dit rapport werd opgemaakt in het kader van de samenwerkingsovereenkomst tussen de stad Gent en de VMM. In dit rapport bespreken we de luchtconcentraties en emissies van een aantal polluenten in de Gentse kanaalzone, de Gentse agglomeratie en Gent-centrum. We toetsen de concentraties van 2018 aan de Europese regelgeving en aan de WGO-advieswaarden. Ook de trend wordt besproken.

In dit rapport worden de volgende polluenten besproken:

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

De specificaties over de metingen en de meetonzekerheid zijn terug te vinden in bijlage 1. Een algemene beschrijving van de polluenten is bijgevoegd 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 is te vinden in bijlage 4. De meest recente data die momenteel beschikbaar zijn, zijn de emissiecijfers voor het jaar 2017.



2 HET MEETNET

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

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

- R731 in Evergem,
- R740 in Sint-Kruis-Winkel,
- R750 in Zelzate,
- M702 in Ertvelde.

De zone **Gentse agglomeratie** is eveneens 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 bevinden zich vijf automatische meetplaatsen:

- R701 in het Baudelohof,
- R702 naast de Gustaaf Callierlaan,
- R710 in Destelbergen,
- R721 in Wondelgem,
- E716 in Mariakerke.

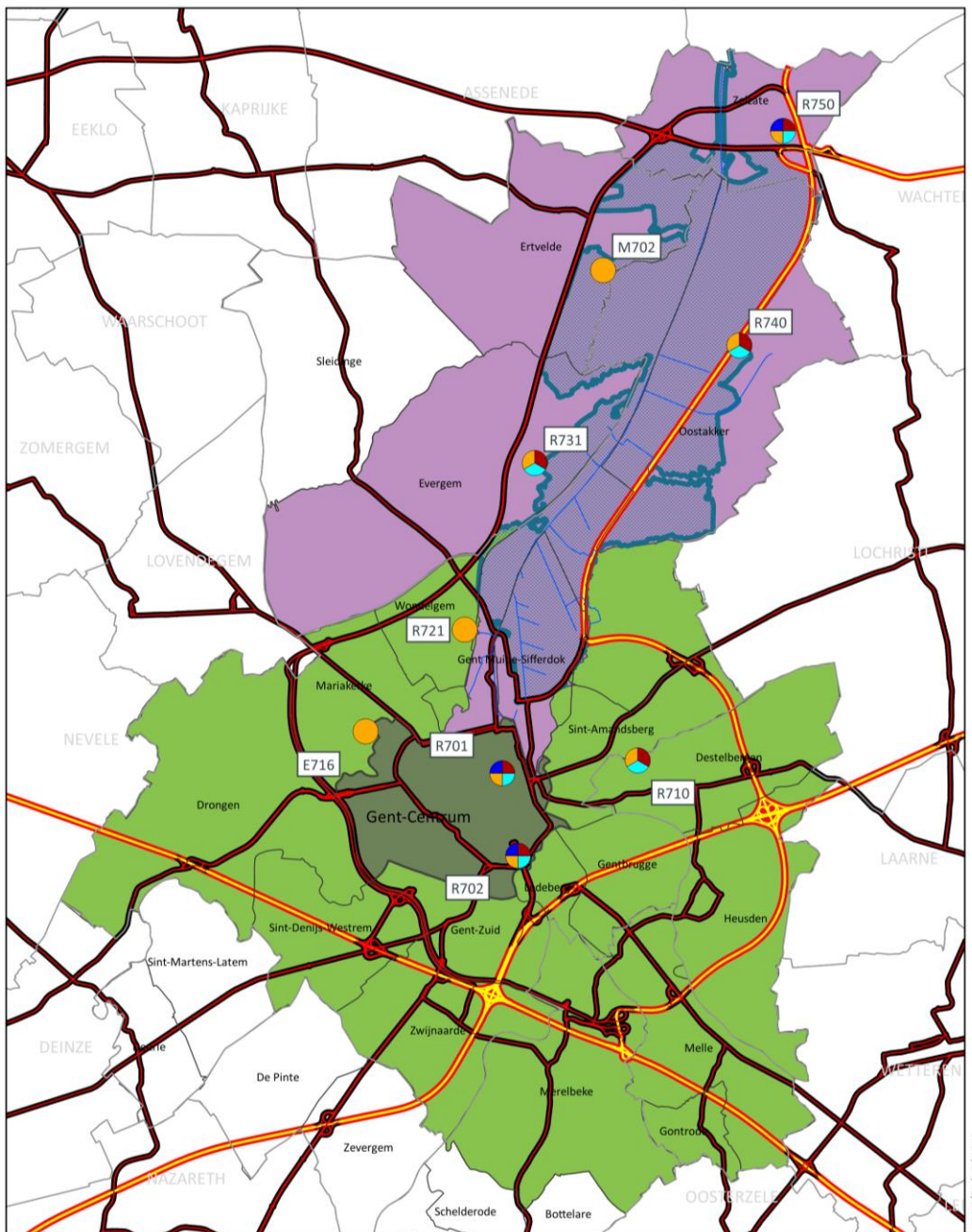
Voor het 'Actieplan fijn stof en NO₂ voor agglomeratie Gent en Gentse kanaalzone (2016-2020)² werd deze zone voor het berekenen van de emissiegegevens nog uitgebreid met Melle (inclusief Gontrode) en Merelbeke (zonder de deelgemeenten) omwille van de aanwezigheid van de E40 en R4.

Gent-centrum werd, conform de werkwijze van het actieplan, voor het weergeven van de emissiegegevens als aparte zone afgezonderd van de Gentse agglomeratie omdat dit gebied andere kenmerken heeft het op het vlak van 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 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.

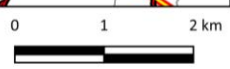
² Het actieplan is terug te vinden op de website <https://www.lne.be/luchtkwaliteitsplan-gent>

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



Metingen in de Gentse agglomeratie en Gentse kanaalzone eind 2018

- | | | |
|---|---------------------|---------------|
| ■ BC | Havengebied | Gemeenten |
| ■ NO ₂ | Gentse kanaalzone | Deelgemeenten |
| ■ PM ₁₀ | Gent-Centrum | Gentse Haven |
| ■ PM _{2,5} | Gentse agglomeratie | |



Tabel 1: Overzicht van de automatische meetplaatsen

Code	Naam	Adres	Classificatie Meetplaats	Lambertcoördinaten			PM ₁₀	PM _{2,5}	BC	NO _x
				X	Y	Z				
R701	Gent-Baudelohof	Baudelostraat	stedelijk, achtergrond	105169	194435	8	✓	✓	✓	✓
R702	Gent-Gustaaf Callierlaan	Gustaaf Callierlaan	stedelijk, verkeer	105540	192476	7	✓	✓	✓	✓
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 2018

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



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



Metingen in Gent-centrum eind 2018

- * NO₂ met passieve sampler
- BC ■ NO₂ ■ PM₁₀ ■ PM_{2,5}



VMM, 24/09/2019
61027

3 STIKSTOFOXIDEN

Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO₂) en stikstofmonoxide (NO). Ze worden uitgestoten tijdens de verbrandingsprocessen van fossiele brandstoffen (steenkool, petroleumproducten en gas) zoals huishoudelijke verwarming, industriële processen en, de belangrijkste bron, de verbrandingsmotoren van verkeer.

In tegenstelling tot NO is NO₂ een toxisch gas dat irritatie aan de luchtwegen kan veroorzaken. Een kwart van de jaarlijkse astmagevallen bij kinderen zou te wijten zijn aan NO₂. Ook voor het milieu is NO₂ 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 is terug te vinden in bijlage 2.

3.1 NO₂

3.1.1 Emissie van stikstofoxiden (uitgedrukt als stikstofdioxide) (NO_x (NO₂))

Voor het jaar 2017 bedroeg de NO_x(NO₂)-emissie voor de zones Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie Gent-centrum samen 12241 ton. Dit is 9,6 % van de totale NO_x(NO₂)-uitstoot van heel Vlaanderen. Het overgrote deel (8857 ton) van de NO_x(NO₂)-emissies kwam uit de kanaalzone, 2945 ton uit de Gentse agglomeratie en 439 ton uit Gent-centrum.

Figuur 3 toont in het linkerdeel voor elke zone het aandeel van de verschillende sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies en in het rechterdeel de trend van de NO_x(NO₂)-emissies sinds 2000. Voor een beschrijving van de zones, zie hoofdstuk 2. De meest recente beschikbare emissie-data zijn die van het jaar 2017. Er dient opgemerkt te worden dat de berekening van de verkeersemisies gebeurt op basis van een propagatiemodel dat gebruik maakt van de emissies van het totale Vlaamse wagenpark. Bovenstaande emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan.

In de **Gentse kanaalzone** komen de NO_x(NO₂)-emissies voor:

- 68 % van de sector industrie,
- 16 % van de sector energie,
- 14% van het verkeer, waarin scheepvaart iets meer dan de helft uitmaakt, en het autoverkeer één derde. Spoorverkeer en vliegvaart zijn beperkt (zie Figuur 3, links).

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 de sector energie zijn de 3 grootste bronnen: Electrabel Centrale Rodenhuis, Electrabel Centrale Knippergroen en EDF Luminus Gent Ringvaart.

Sinds 2000 is de totale emissie in de Gentse kanaalzone gedaald met 7487 ton. Dit komt vooral omdat de emissies van de energiesector sterk zijn gedaald (een daling van 5641 ton sinds 2000). In het algemeen daalden de emissies van de energiesector door inspanningen van de elektriciteitscentrales door



overschakelingen van steenkool en stookolie naar aardgas, verbeterde verbrandingstechnologieën en rookgasreiniging.

De uitstoot van de industrie daalde met 1110 ton. De emissies van de andere sectoren zijn minder opvallend veranderd.

Na 2014 was er geen verdere daling meer in de totale emissie, er is zelfs terug een zeer lichte stijging zichtbaar. De stijging is hoofdzakelijk toe te schrijven aan een toename van de NO_x-emissies bij de elektriciteitscentrales. De elektriciteitsproductie is gestegen vanaf 2015, de centrales hebben dus wellicht meer gedraaid.

In de **zone Gentse agglomeratie** is:

- het grootste deel (79 %) afkomstig van het (weg)verkeer,
- de huishoudens (gebouwenverwarming) en de sector handel en diensten (eveneens gebouwenverwarming) komen op een gedeelde 2^{de} plaats, maar hun aandeel is veel minder belangrijk (6 % elk).

De trend sinds 2000 toont dat de emissies van het verkeer met bijna de helft zijn gedaald (van 4586 ton in 2000 tot 2342 ton in 2017). Dit komt grotendeels door het gebruik van driewegkatalysatoren in benzineauto's en de toepassing van uitlaatgasrecirculatie en selectieve katalytische reductie bij vrachtwagens.

In **Gent-centrum**:

- levert het verkeer ook de grootste bijdrage (56 %, zie Figuur 3, links onderaan),
- de bijdrage van de sector energie komt op de tweede plaats (21 %), dit door de aanwezigheid van energiebedrijf EDF Luminus Ham,
- de huishoudens hebben een aandeel van 13 %.

Deze 3 sectoren vertonen alle drie een gelijkaardige daling tussen 31 en 39 % sinds 2000 (zie Figuur 3, rechts onderaan).

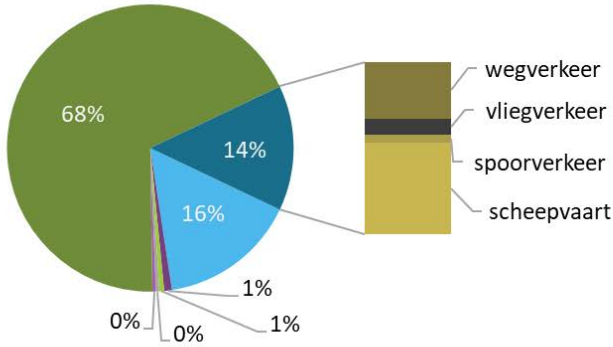
De luchtkwaliteit in de Gentse regio wordt echter niet enkel bepaald door de emissies in de regio zelf. Ook emissies in de rest van Vlaanderen, andere gewesten en het buitenland dragen bij aan de concentratie van vervuilende stoffen in Gent. In stedelijke gebieden is 65 % van de NO₂ die we meten in de omgevingslucht afkomstig van lokale en Vlaamse bronnen. Op verkeersdrukke plaatsen loopt dit op tot 75 %. Een kwart tot een derde van wat we meten in de omgevingslucht in steden is dus afkomstig van niet-Vlaamse bronnen.

De relatie tussen de emissies van NO_x en de gemeten NO₂-concentraties is bovendien niet lineair. Naast directe uitstoot, wordt NO₂ ook nog indirect gevormd door chemische reacties in de atmosfeer. Stikstofoxiden door verbrandingsprocessen komen voornamelijk onder de vorm van NO in de lucht terecht. Enerzijds wordt het weinig toxische NO relatief snel omgezet naar het toxisch gas NO₂ door reactie met onder andere ozon (O₃). Anderzijds neemt NO₂ deel aan de fotochemische ozonvorming waarbij O₃ wordt gevormd en NO₂ wordt omgezet tot NO. De chemie van stikstofcomponenten in de atmosfeer is erg complex.



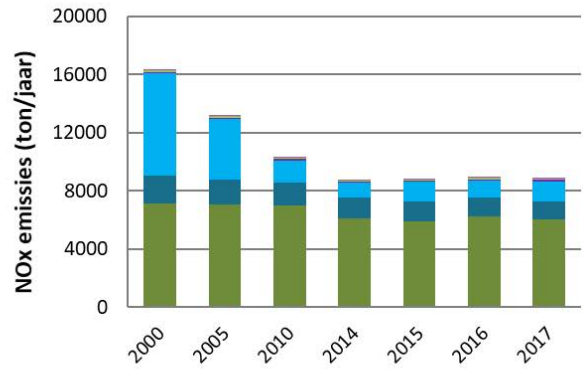
Figuur 3: Aandeel van de verschillende sectoren in de NO_x(NO₂)-emissies in 2017 (links) en de trend van de NO_x(NO₂)-emissies voor de periode 2000 - 2017 (rechts), weergegeven per zone

Gentse Kanaalzone - 2017

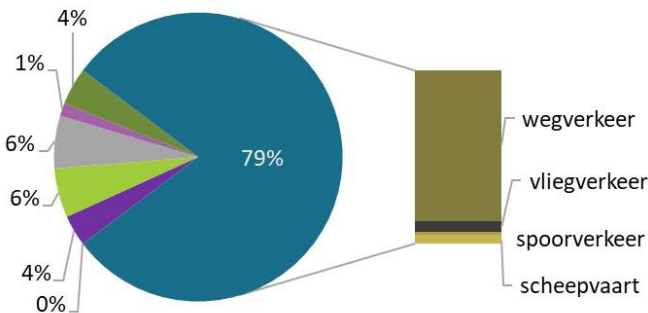


■ industrie ■ verkeer ■ energie ■ land- en tuinbouw ■ huishoudens ■ handel en diensten ■ off-road

Gentse Kanaalzone - 2000-2017

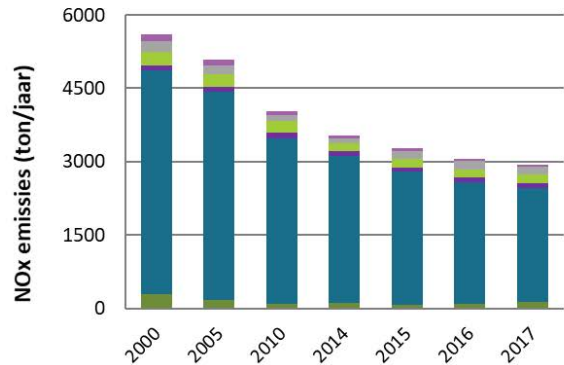


Gentse agglomeratie - 2017

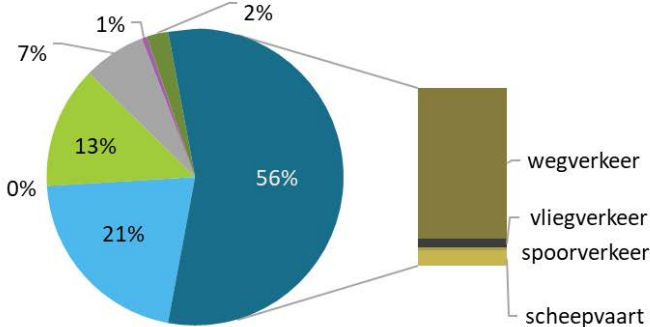


■ industrie ■ verkeer ■ energie ■ land- en tuinbouw ■ huishoudens ■ handel en diensten ■ off-road

Gentse agglomeratie - 2000-2017

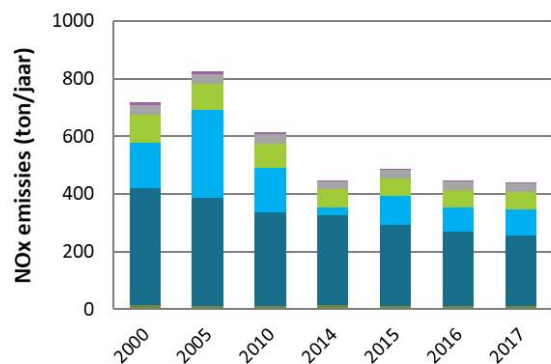


Gent centrum - 2017



■ industrie ■ verkeer ■ energie ■ land- en tuinbouw ■ huishoudens ■ handel en diensten ■ off-road

Gent centrum - 2000-2017



3.1.2 Gemeten concentraties

3.1.2.1 Automatische meetplaatsen

Tabel 3 geeft per meetplaats het jaargemiddelde van de gemeten NO₂ concentratie, voor de periode 2008 tot en met 2018.

NO₂-concentraties zijn sterk gelinkt aan verkeersintensiteit. Op de verkeersgerichte meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan (R702) worden dan ook de hoogste NO₂-jaargemiddelden gemeten. Deze meetplaats ligt naast de B401, dit is de fly-over die de verbinding vormt tussen de E17 Kortrijk-Antwerpen met het centrum van Gent. Meetplaats R750 en meetplaats R701 komen op een gedeelte 2de plaats wat betreft het NO₂-jaargemiddelde. Meetplaats R701 bevindt zich in het Baudelohof in het centrum van Gent, op ongeveer 500 m van de Gentse binnenring. De meetplaats R750 ligt 1,5 km ten noordoosten van de terreinen van ArcelorMittal. De laagste jaargemiddelden in 2018 werden gemeten op meetplaatsen E716 en R710. Meetplaats E716 bevindt zich aan de parking van het natuurreservaat Bourgoyen-Ossemers in Mariakerke. Meetplaats R710 ligt in woongebied in Destelbergen.

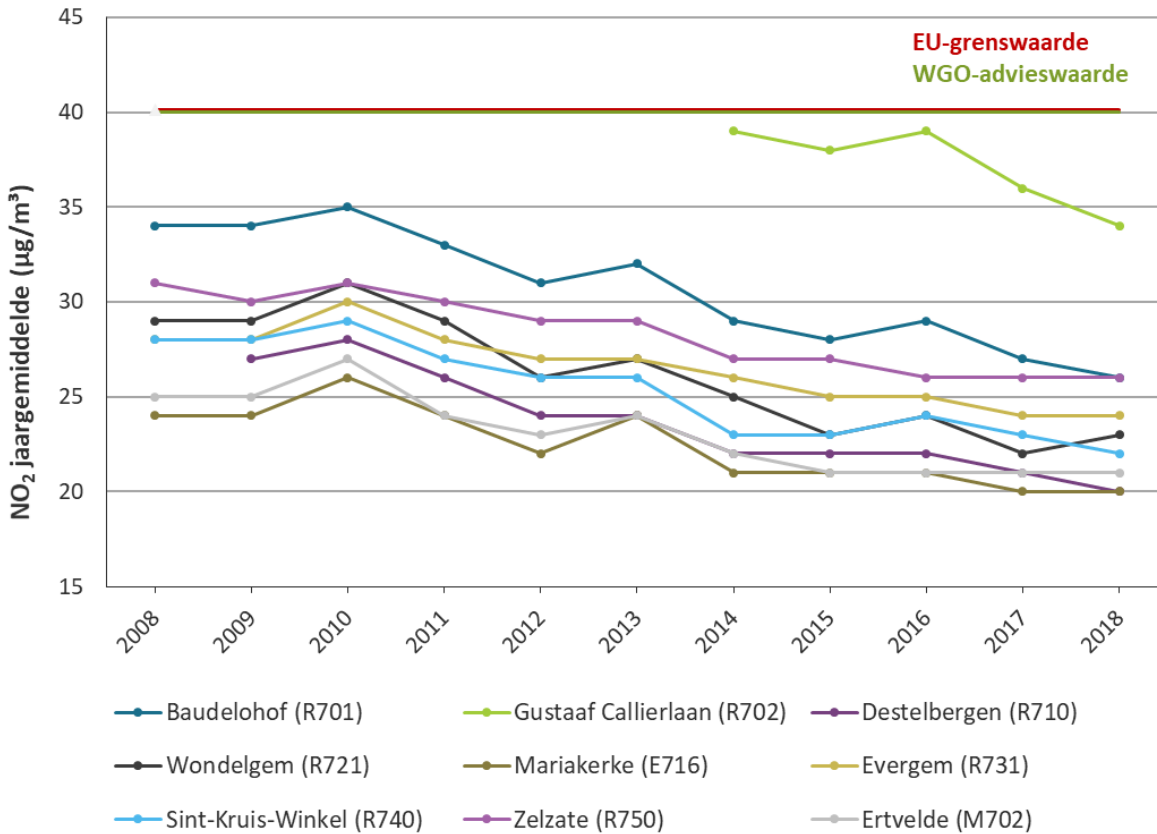
Sinds 2008 vertonen alle meetplaatsen een geleidelijke lichte daling van 14 tot 24 %, afhankelijk van de meetplaats (zie Figuur 4).

Tabel 3: NO₂ jaargemiddelden (µg/m³) op de automatische meetplaatsen, voor de periode 2008 - 2018

Naam meetplaats	Code	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Baudelohof	R701	34	34	35	33	31	32	29	28	29	27	26
Gustaaf Callierlaan	R702	-	-	-	-	-	-	39	38	39	36	34
Destelbergen	R710	-	27	28	26	24	24	22	22	22	21	20
Wondelgem	R721	29	29	31	29	26	27	25	23	24	22	23
Mariakerke	E716	24	24	26	24	22	24	21	21	21	20	20
Evergem	R731	28	28	30	28	27	27	26	25	25	24	24
Sint-Kruis-Winkel	R740	28	28	29	27	26	26	23	23	24	23	22
Zelzate	R750	31	30	31	30	29	29	27	27	26	26	26
Ertvelde	M702	25	25	27	24	23	24	22	21	21	21	21

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

Figuur 4: NO₂-jaargemiddelde (µg/m³) op de automatische meetplaatsen, voor de periode 2008 - 2018



3.1.2.2 Passieve samplers

In het kader van de invoering van het circulatieplan meet de VMM sinds midden 2016, in aanvulling op de metingen met automatische monitoren, ook NO₂ met behulp van passieve samplers. Deze hangen op 20 locaties in Gent-centrum (zie Tabel 2 en Figuur 2). De samplers werden telkens in duplo opgehangen gedurende periodes van 2 weken. Een volledig jaar bestaat dus uit 26 meetperiodes.

Kalibratie ten opzichte van de automatische referentiemethode

De automatische monitoren meten volgens de Europese referentiemethode. Passieve samplers niet, maar ze worden wel gekalibreerd ten opzichte van deze referentiemethode.

Omwille van het toenemend belang van samplermetingen met NO₂ werd in 2018 een uitgebreide kalibratieoefening uitgevoerd. Daarbij vergeleken we op 24 locaties (verspreid over heel Vlaanderen) samplermetingen met referentiemonitoren van het automatisch meetnet. Zo konden we de resultaten van de passieve samplers met de automatische monitoren vergelijken. Gemiddeld maten de samplers 1,2 µg/m³ minder dan de monitoren. Na statistische analyse werd gekozen voor de volgende kalibratie:

$$\text{Gekalibreerde samplerwaarde} = (\text{samplerwaarde} + 3,2 \text{ } \mu\text{g/m}^3) / 1,075$$

De onzekerheid op de samplermeting ten opzichte van de referentiemethode wordt per 2-wekelijks resultaat geschat op 5 µg/m³. Op jaarbasis schatten we de onzekerheid op 4 µg/m³ of 9 % bij de jaargrenswaarde van 40 µg/m³. Wanneer we de onzekerheid op de referentiemethode ook in rekening brengen schatten we de totale onzekerheid van de passieve samplers op jaarbasis op 6 µg/m³. Dit vertaalt zich in een relatieve onzekerheid van 15 % bij de jaargrenswaarde van 40 µg/m³. Dit maakt dat de metingen voldoen aan het criterium voor indicatieve metingen volgens Richtlijn 2008/50/EG. We spreken daarom van 'indicatieve jaargemiddelden'.

Omdat er tijdens 2018 op alle meetplaatsen dezelfde 2 meetperiodes verworpen werden door een analytisch probleem werd er een kleine correctie uitgevoerd op basis van de automatische monitoren. Hiervoor werd aan het gemiddelde van de 24 periodes per meetplaats telkens 0,6 µg/m³ bijgeteld. De onzekerheid op deze bijtelling bleek erg klein en wordt geschat op 0,5 µg/m³ of 2 %.

Twee locaties in overschrijding in 2018

Figuur 5 toont de ligging van de passieve samplers met hun indicatieve jaargemiddelde in 2018. Er waren 2 locaties met een gemeten concentratie hoger dan 40 µg/m³, namelijk de meetplaats in de Hoogstraat (GN53) en in Dok Zuid (GN38). De indicatieve NO₂-jaargemiddelden voor 2018 waren hier respectievelijk 43 en 42 µg/m³. Deze concentraties zijn lager dan de concentraties gemeten op dezelfde plaats in 2017 (respectievelijk 46 en 45 µg/m³, zie Figuur 6).

Drie locaties hebben een gemeten concentratie net onder de grenswaarde van 40 µg/m³: de Tolhuislaan (GN51), Rooigemlaan (GN39) en Palinghuizen (GN37).

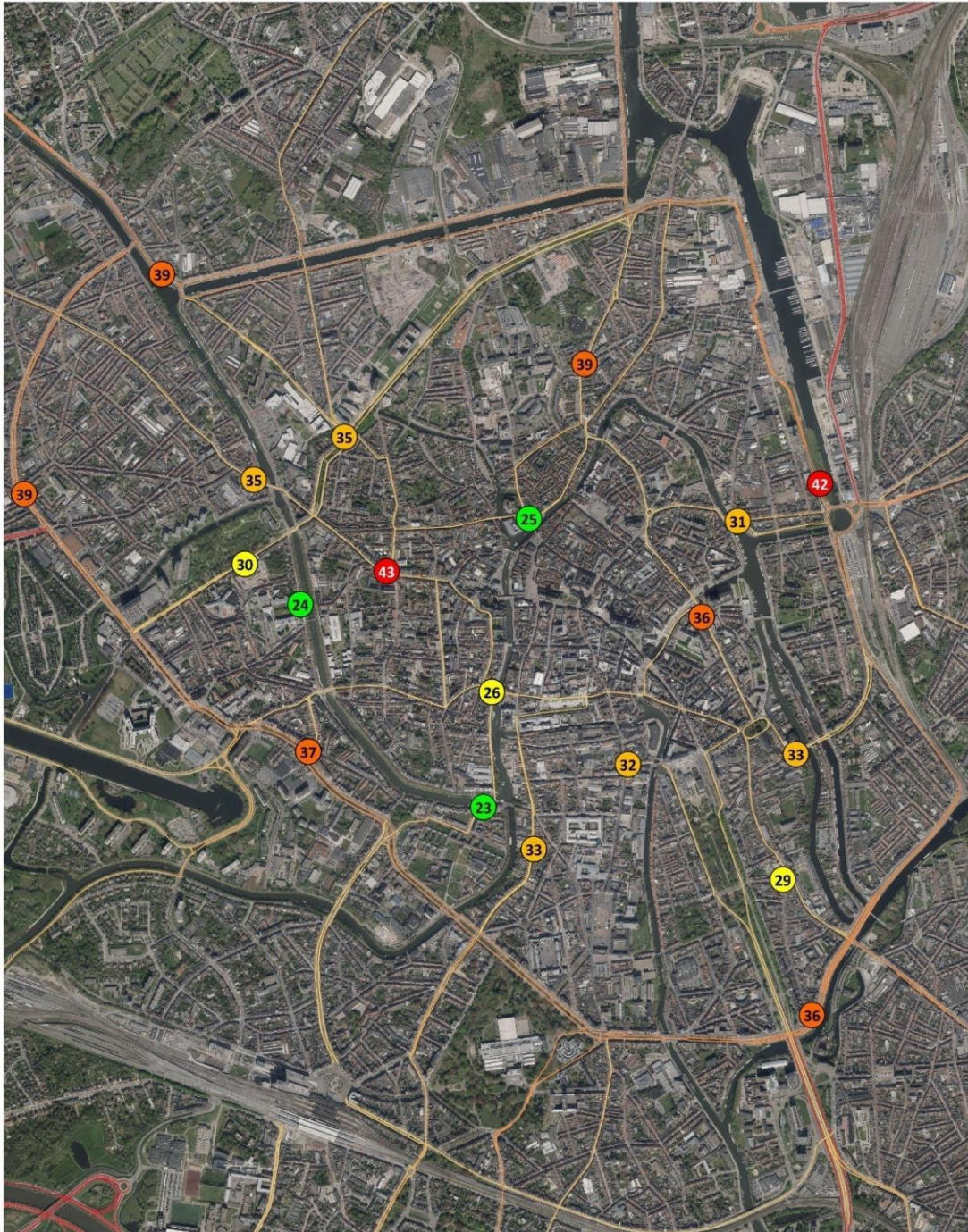
Gemiddeld 10 % daling ten opzichte van 2017

Figuur 6 toont per locatie de gemeten NO₂ concentraties via passieve samplers in 2017 en 2018. Hierop is te zien dat er in 2017 9 locaties waren die een concentratie van 40 µg/m³ of meer hadden en dat alle locaties, behalve één, een daling vertonen in de jaargemiddelde concentratie van 2018 ten opzichte van 2017. Gemiddeld was dit een daling van 2,5 µg/m³ of 10 % ten opzichte van 2017.

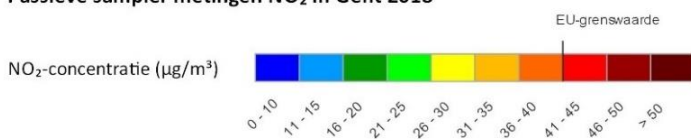
De locatie in de Kortrijksepoortstraat (GN47) was de enige locatie met een stijging van de concentratie, namelijk van 31 naar 33 µg/m³.



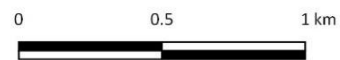
Figuur 5: Ligging van de passieve samplers in Gent-centrum, met hun indicatief NO₂-jaargemiddelde in 2018



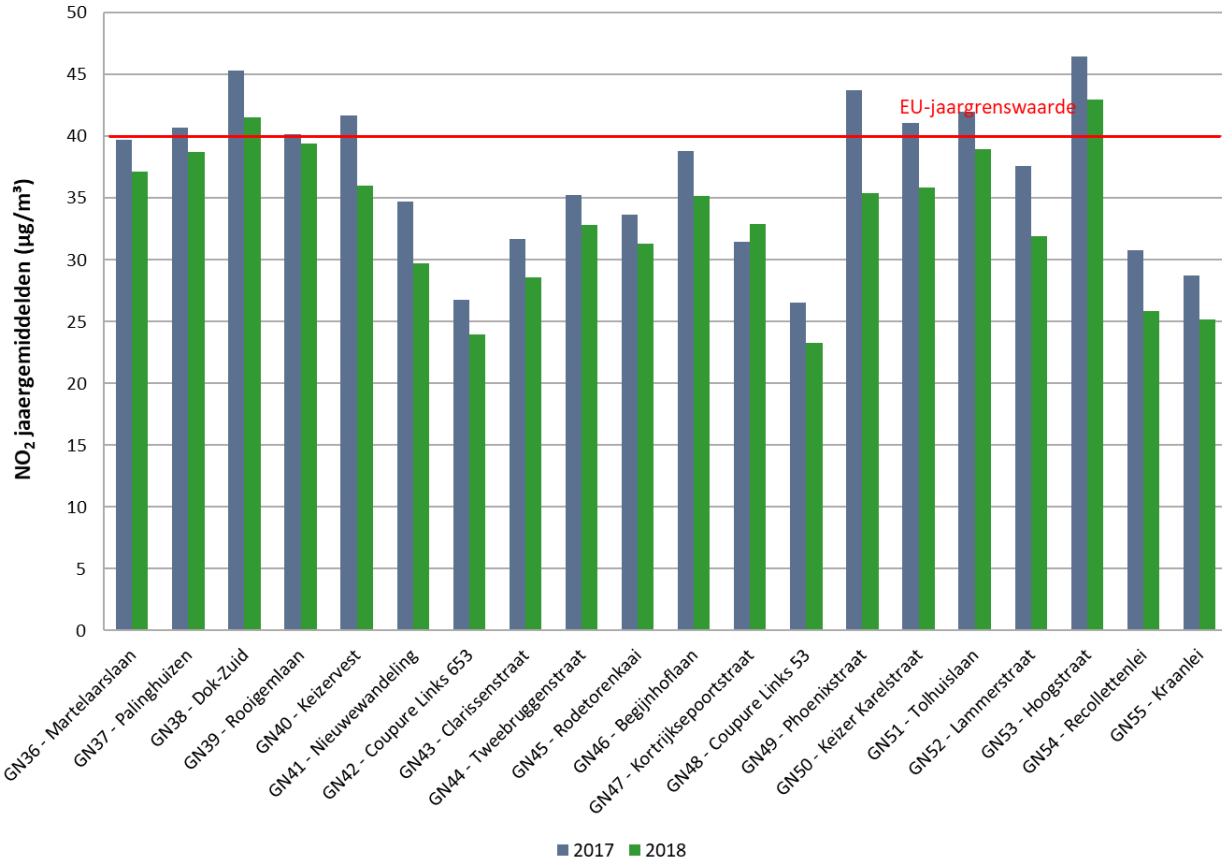
Passieve sampler metingen NO₂ in Gent 2018



• getal in bol = jaargemiddelde NO₂-concentratie



Figuur 6: Indicatieve NO₂-jaargemiddelden gemeten met passieve samplers in Gent-centrum in 2017 en 2018



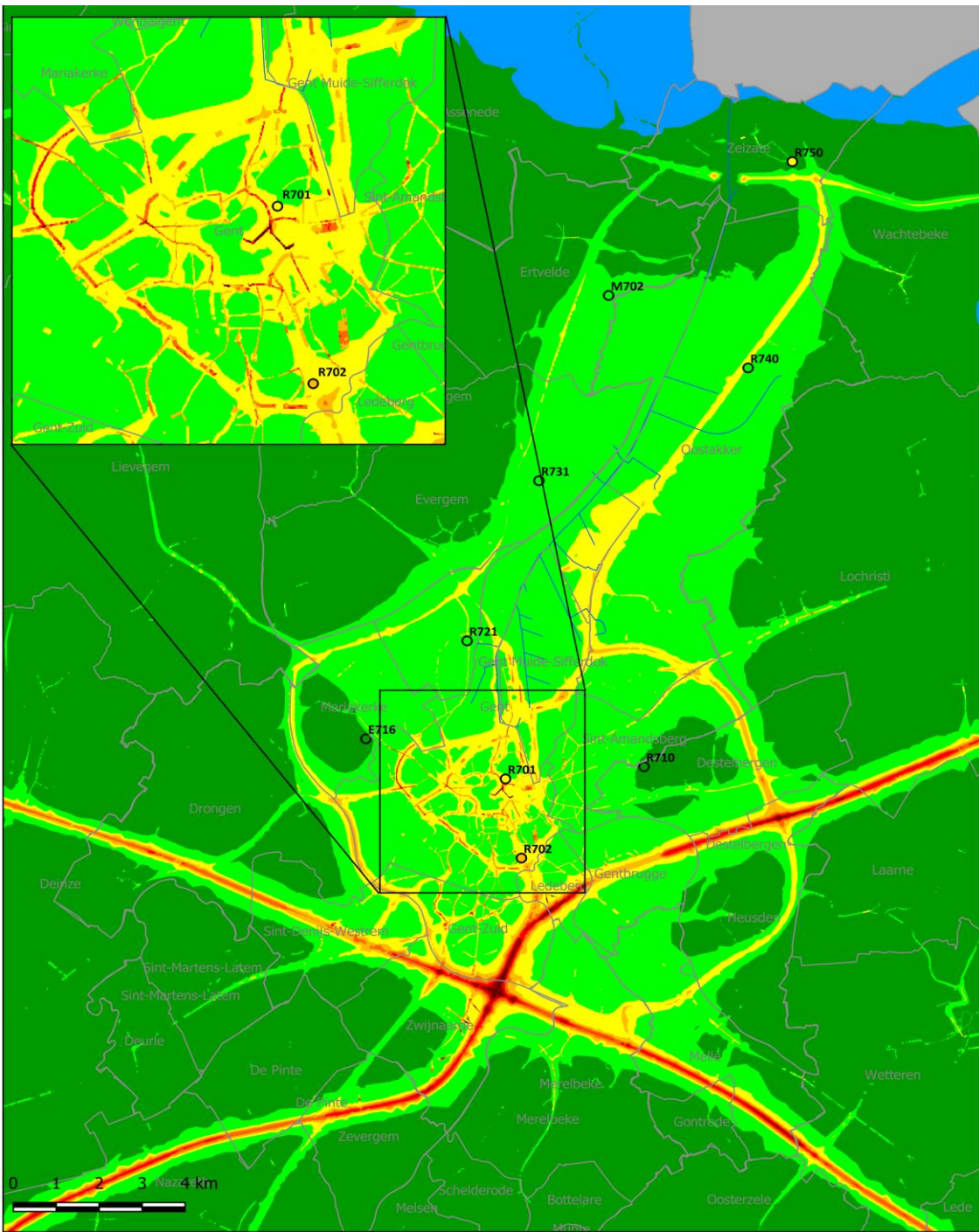
3.1.3 Gemodelleerde concentraties

Op plaatsen waar er geen meetresultaten beschikbaar zijn, schat de VMM de concentraties in aan de hand van rekenkundige modellen. Voor NO₂ gebruikt de VMM het ATMO-Street model. ATMO-Street is de naam voor de modelketen RIO-IFDM-OSPM. Meer uitleg over deze modellen is terug te vinden in bijlage 4.

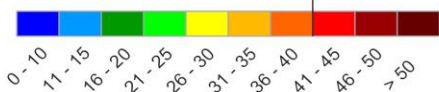
Figuur 7 toont de gemodelleerde NO₂-jaargemiddelden in 2018. De autosnelwegen tekenen zich heel duidelijk af van de rest, de gemodelleerde concentraties zijn hier het hoogst. Daarnaast zien we ook in de binnenstad langs drukke straten verhoogde gemodelleerde NO₂-concentraties. Daar het ATMO-Street model op dit moment rekent met de verkeersemissies, berekend met een propagatiemodel dat gebruik maakt van de emissies van het totale Vlaamse wagenpark, wordt in de modelkaarten geen rekening gehouden met de invoering van het circulatieplan.



Figuur 7: Gemodelleerd NO₂-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2018



NO₂-jaargemiddelde 2018 berekend met ATMO-Street (µg/m³)
 EU-grenswaarde
 WGO-advieswaarde



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.

- Gentse Haven
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

3.1.4 Toetsing aan de grenswaarden

Toetsing van het jaargemiddelde

Een overzicht van de regelgeving van NO₂ is terug te vinden in bijlage 3.

Op geen enkele locatie met een automatische monitor wordt de EU-jaargrenswaarde van 40 µg/m³ in de periode 2008-2018 overschreden (zie Tabel 3). De advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) bedraagt eveneens 40 µg/m³ voor een jaar en wordt dus ook niet overschreden.

In tegenstelling tot de automatische metingen, vinden we bij de metingen via passieve samplers wel 2 locaties terug die de grenswaarde van 40 µg/m³ overschrijden. Het ATMO-Street model toont voor NO₂ eveneens nog overschrijdingen van de jaargrenswaarde langs belangrijke verkeersassen.

Toetsing aan de uurgrenswaarde

Alle Gentse automatische meetplaatsen respecteerden in 2018 de EU-uurgrenswaarde (maximaal 18 uren hoger dan 200 µg/m³ NO₂, data hier niet getoond). Dit was ook het geval op alle Vlaamse meetplaatsen.

De WGO-advieswaarde laat geen enkel uur met een concentratie hoger dan 200 µg/m³ toe. Ook deze waarde werd gerespecteerd. De hoogst gemeten uurwaarde in Gent in 2018 was 168 µg/m³, deze werd gemeten op de verkeersgerichte meetplaats R702 aan de Gustaaf Callierlaan.

3.1.5 Pollutierozen

Figuur 8 geeft de pollutierozen voor NO₂ voor de verschillende meetplaatsen. Uitleg over de methodiek van pollutierozen is terug te vinden in bijlage 4.

Over het algemeen zijn er op alle meetplaatsen hogere concentraties te zien bij oostelijke tot zuidoostelijke wind en lagere concentraties bij westelijke wind.

Op de verkeersgerichte meetplaats R702 naast de Gustaaf Callierlaan liggen de concentraties bij zuidoostelijke en noordwestelijke wind een stuk hoger dan op de andere meetplaatsen. Dit is niet zo verwonderlijk gezien zijn ligging tussen de Gustaaf Callierlaan en de fly-over, die in het zuidoosten de R40 kruist, en waar met andere woorden veel verkeer passeert.

De meetplaats in Zelzate (R750) vertoont opvallend hogere concentraties bij wind uit zuidwestelijke richting. In deze richting ligt ArcelorMittal.

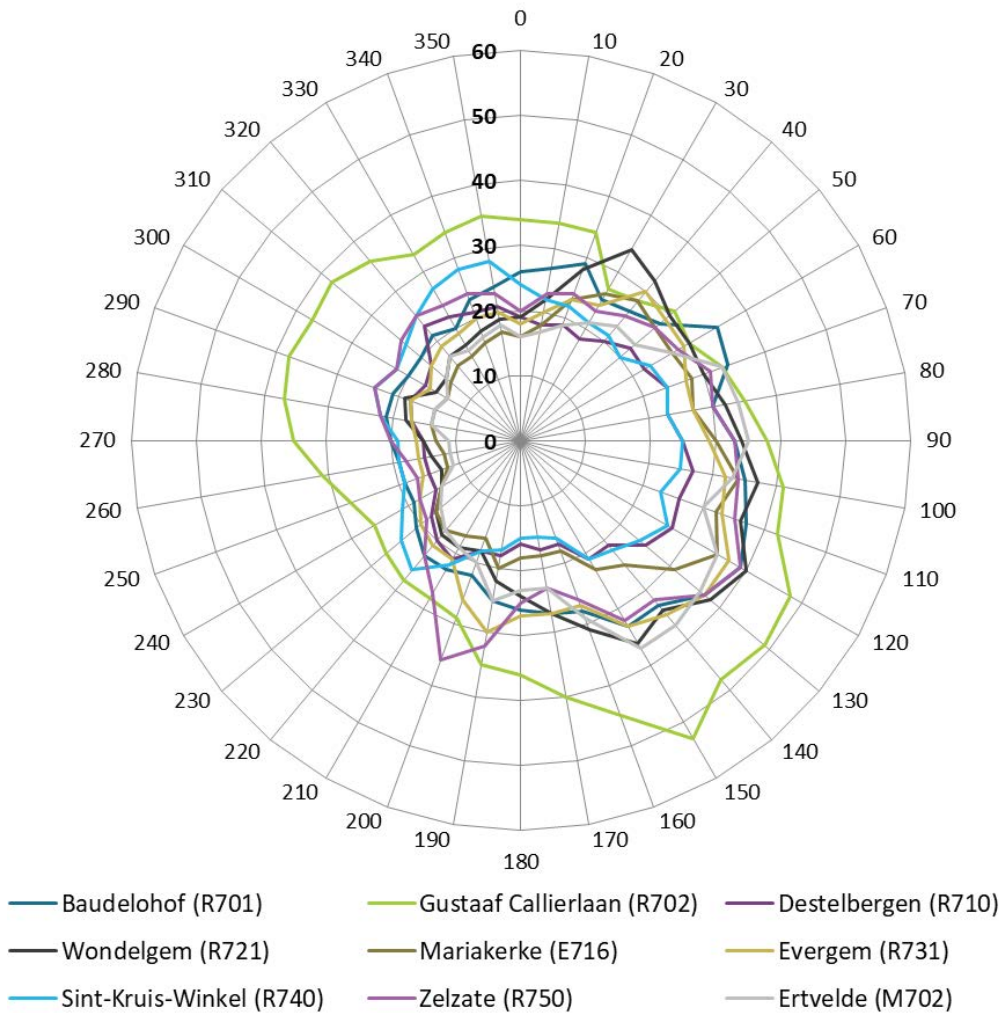
Op de industriële meetplaats in Sint-Kruis-Winkel (R740) brengt wind uit noord-noordwestelijke richting en zuidwestelijke richting hogere NO₂-concentraties met zich mee. Ten noorden van dit meetstation ligt de Electrabel Centrale Knippergroen en verder noordelijk ArcelorMittal. Ten zuidwesten van dit meetstation bevinden zich ook verschillende bedrijven in de kanaalzone, waaronder Electrabel Centrale Rodenhuize.

Ook de gemeten concentraties op meetplaats R721 in Wondelgem worden waarschijnlijk beïnvloed door industriële activiteiten in de kanaalzone, gezien hier een verhoging wordt waargenomen bij wind vanuit noordoostelijke richting, waar de kanaalzone zich bevindt.

Meetplaats R701 in Baudelohof in het centrum van Gent vertoont hogere concentraties bij noordoostelijke wind. In deze richting ligt EDF Luminus.



Figuur 8: Pollutieroos voor NO₂, per meetplaats, in 2018 (µg/m³)



3.2 NO

3.2.1 Gemeten concentraties

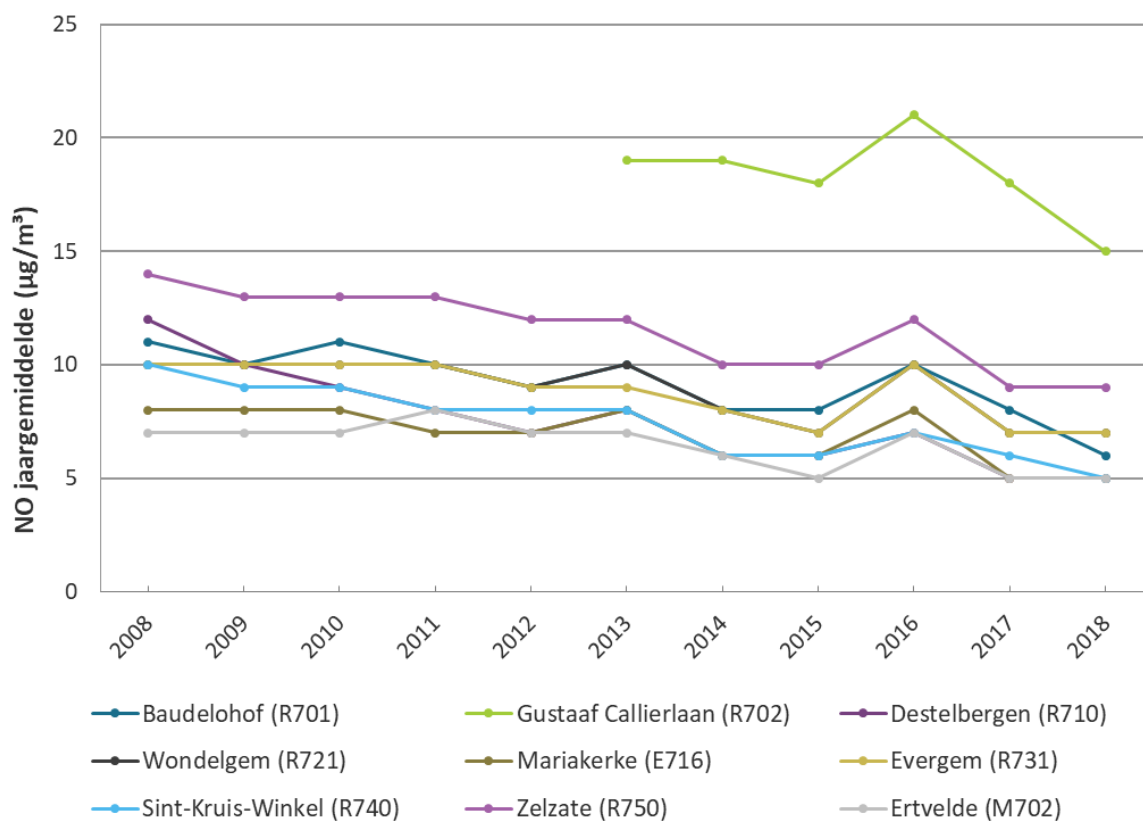
Tabel 4 en Figuur 9 tonen de NO-jaargemiddelden van alle automatische meetplaatsen in de regio Gent sinds 2008. De meetplaats R702 aan de Gustaaf Callierlaan is de meetplaats met het hoogste NO-jaargemiddelde, hier werd ook het hoogste NO₂-jaargemiddelde gemeten. De jaargemiddelden van de andere meetplaatsen liggen een stuk lager. Op alle meetplaatsen is de NO-concentratie gedaald sinds 2008, met 29 % tot 58 %. In 2016 vertoonden alle meetplaatsen terug een stijging in NO-concentratie, waarna de concentraties in 2017 terug daalden. In 2018 zien we op 2/3^{de} van de meetplaatsen een stagnatie en op 1/3^{de} van de meetplaatsen een verdere daling in de gemeten NO-concentraties.



Tabel 4: NO-jaargemiddelden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) op de meetplaatsen voor de periode 2008 - 2018

Naam meetplaats	Code	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Baudelohof	R701	11	10	11	10	9	10	8	8	10	8	6
Gustaaf Callierlaan	R702	-	-	-	-	-	19	19	18	21	18	15
Destelbergen	R710	12	10	9	8	7	8	6	6	7	5	5
Wondelgem	R721	10	10	10	10	9	10	8	7	10	7	7
Mariakerke	E716	8	8	8	7	7	8	6	6	8	5	5
Evergem	R731	10	10	10	10	9	9	8	7	10	7	7
Sint-Kruis-Winkel	R740	10	9	9	8	8	8	6	6	7	6	5
Zelzate	R750	14	13	13	13	12	12	10	10	12	9	9
Ertvelde	M702	7	7	7	8	7	7	6	5	7	5	5

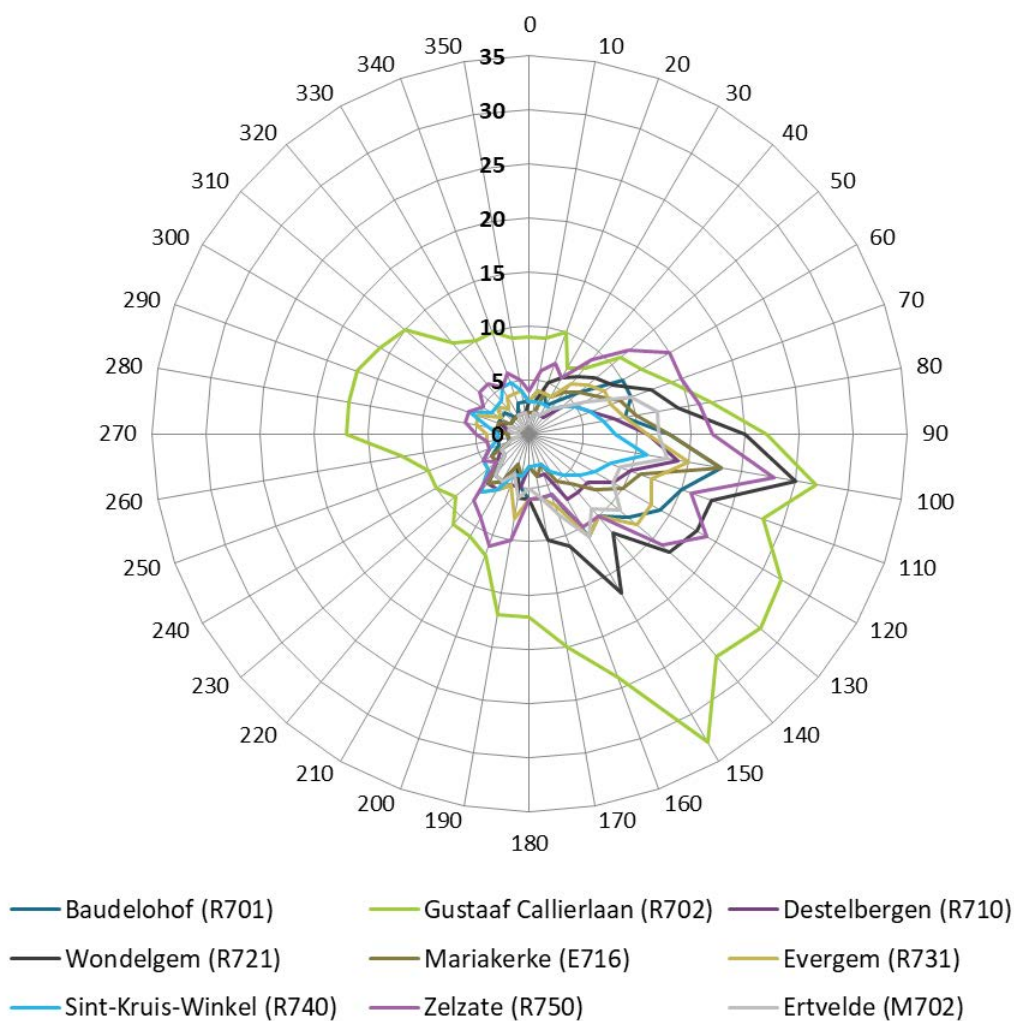
Figuur 9: NO-jaargemiddelden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) op de meetplaatsen voor de periode 2008 - 2018



3.2.2 Pollutierozen

Figuur 10 toont de pollutierozen voor NO voor de verschillende meetplaatsen. Op alle meetplaatsen werden hogere concentraties gemeten bij wind vanuit oostelijke en zuidoostelijke richting, ten gevolge van verhoogde regionale achtergrondconcentraties. De NO-concentraties zijn het hoogst op de meetplaats langs de Gustaaf Callierlaan (R702), waar de aanwezigheid van de fly-over in oostelijke en zuidoostelijke richting en de Gustaaf Callierlaan in westelijke richting zorgt voor een verhoging van de NO vervuiling. Op meetplaats R750 in Zelzate zijn hogere NO concentraties aanwezig bij wind vanuit het zuidwesten, in de richting van de kanaalzone, net als bij de NO₂-pollutieroos.

Figuur 10: Pollutieroos voor NO, per meetplaats, in 2018 (µg/m³)



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 en kleiner dan 10 µm en kleiner dan 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 enkel longkanker) en een verminderde levensverwachting zijn in relatie gebracht met de aanwezigheid van fijn stof. Recent onderzoek³ toonde aan dat ook 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.

Meer informatie over de gezondheidseffecten, alsook over de oorsprong en classificatie van fijn stof zijn terug te vinden in bijlage 2.

4.1 PM₁₀

4.1.1 Emissie van PM₁₀

De meest recent beschikbare emissiedata zijn deze voor 2017. Onderstaande figuren geven de cijfers weer van het rechtstreeks uitgestoten, primair PM₁₀-stof. In 2017 hadden de 3 zones Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum een primaire PM₁₀-uitstoot van 2058 ton. Dat is 10 % van de Vlaamse primaire PM₁₀-uitstoot dat jaar. De PM₁₀-emissies van de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum waren in 2017 respectievelijk 1483, 477 en 99 ton. Er dient opgemerkt te worden dat de berekening van de verkeeremissies gebeurt op basis van een propagatiemodel dat gebruik maakt van de emissies van het totale Vlaamse wagenpark. Bovenstaande emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan.

Figuur 11 toont in het linkerdeel het aandeel van de verschillende sectoren in de emissie van primair PM₁₀ in de **Gentse kanaalzone** voor het jaar 2017, in het rechterdeel de trend van de uitstoot sinds 2000.

- 59 % komt vanuit van de sector industrie. De belangrijkste speler is ArcelorMittal,
- 36 % komt van de sector industrie op- en overslag,
- Verkeer en huishoudens hebben eenzelfde, beperkt aandeel (5 % elk),
 - De uitstoot van verkeer is voor bijna driekwart afkomstig van de scheepvaart. Een klein kwart komt van het van wegverkeer en de rest van spoorverkeer.

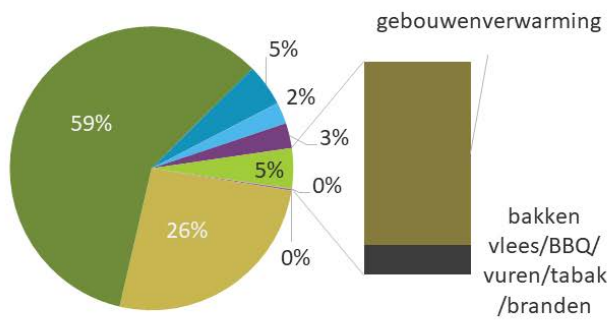
De trendfiguur toont dat door de jaren heen de totale PM₁₀-emissie is gedaald, maar dat er tussen 2010 en 2016 terug een stijging was. Het schommelend verloop is een gevolg van fluctuaties in de emissie van ArcelorMittal.

Sinds 2013 wordt ook de invloed van niet-geleide stofemissies van de op- en overslagbedrijven op PM₁₀ in kaart gebracht. De stijging in de emissies van deze sector vanaf 2016 komt zowel door een stijging van de

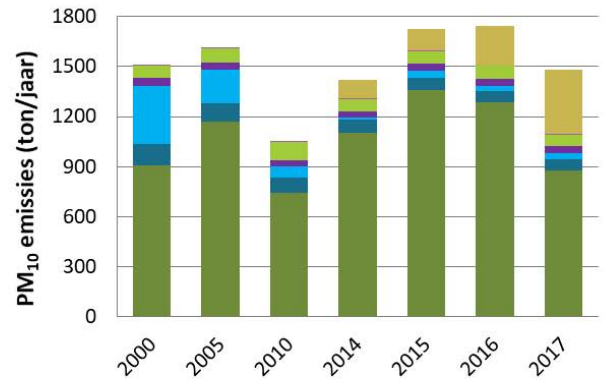
³ Bové H. et al. 2019. Ambient black carbon particles reach the fetal side of human placenta. Nature Communications 10:3866. <https://www.nature.com/articles/s41467-019-11654-3.pdf>

Figuur 11: Aandeel van de verschillende sectoren in de PM₁₀-emissies in 2017 (links) en de trend van de PM₁₀-emissies voor de periode 2000 - 2017 (rechts), weergegeven per zone

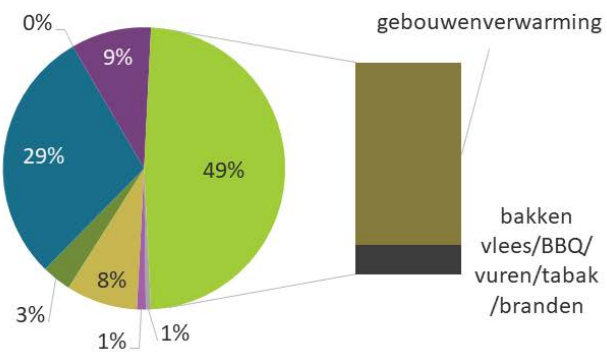
Gentse Kanaalzone - 2017



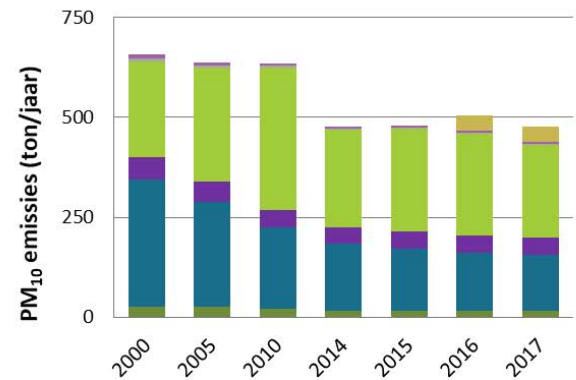
Gentse Kanaalzone - trend 2000-2017



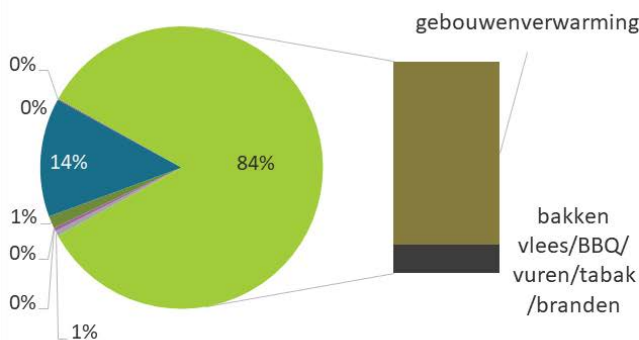
Gentse agglomeratie - 2017



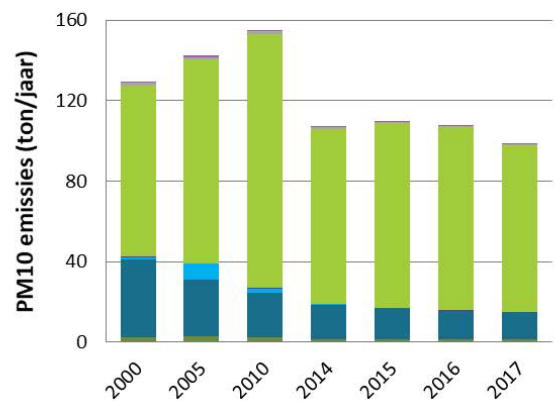
Gentse agglomeratie - trend 2000-2017



Gent centrum - 2017



Gent-centrum - trend 2000-2017



4.1.2 Gemeten concentraties

Tabel 5 en Figuur 12 tonen per meetplaats de PM₁₀-jaargemiddelden gemeten tussen 2008 en 2018. In 2018 werd het hoogste PM₁₀-jaargemiddelde gemeten op de meetplaats R701 in het Baudelohof in het centrum van Gent, gevolgd door de meetplaats R731 in Evergem. Dit zijn andere meetplaatsen dan waar de hoogste NO₂-concentraties werden gemeten. De concentratie gemeten in het Baudelohof was in 2018 de hoogste concentratie van alle automatische meetplaatsen in heel Vlaanderen. Het laagste jaargemiddelde in de Gentse regio werd gemeten op meetplaats R710 in Destelbergen.

In Figuur 12 is te zien dat sinds 2008 de jaargemiddelden een dalend verloop kennen, maar ze tussen individuele jaren sterk schommelen. In 2018 zijn de jaargemiddelden opnieuw hoger ofwel hetzelfde gebleven in vergelijking met 2017 en 2016. Niet enkel in de Gentse agglomeratie en de Gentse kanaalzone zagen we een in 2018 een stijging in het PM₁₀-jaargemiddelde, dit was het geval op 80 % van alle Vlaamse meetplaatsen. Dit is allicht gelinkt aan de weersomstandigheden in 2018: 2018 was warm en droog waardoor er minder vervuiling werd uitgewassen en er meer heropwaaien (resuspensie) van stof was.

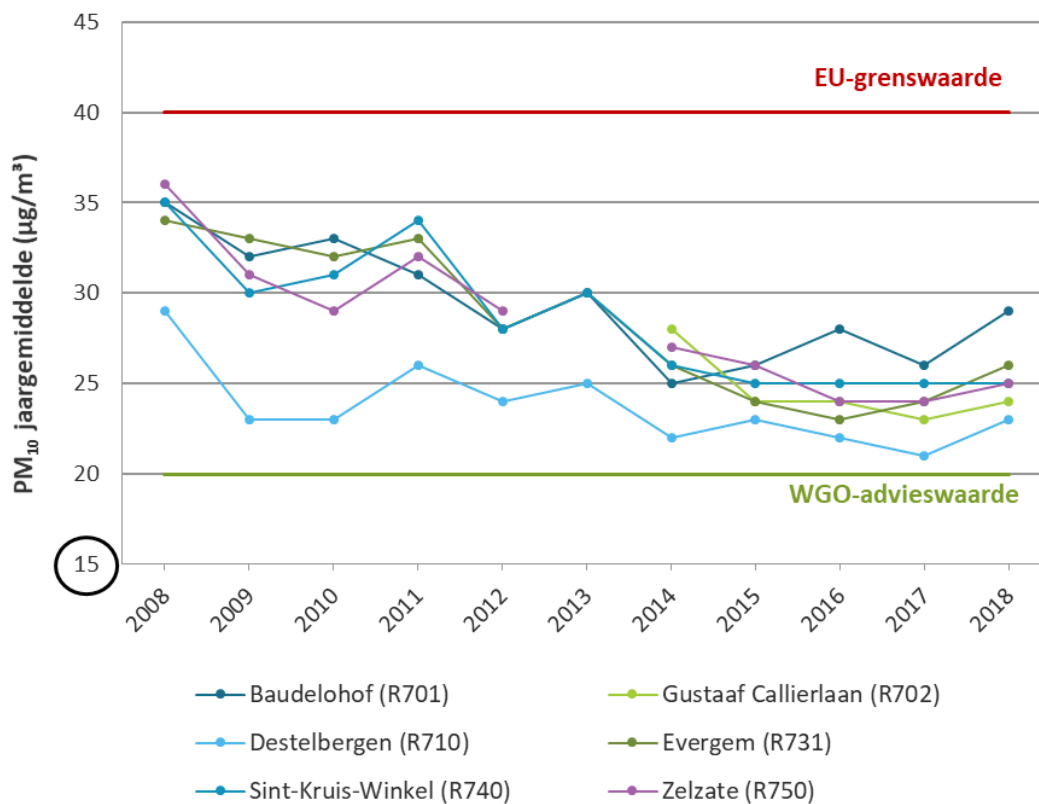
Tabel 5: PM₁₀-jaargemiddelden (µg/m³) op de meetplaatsen voor de periode 2008 - 2018

Naam meetplaats	Code	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Baudelohof	R701	35	32	33	31	28	30	25	26	28	26	29
Gustaaf Callierlaan	R702	-	-	-	-	-	-	28	24	24	23	24
Destelbergen	R710	29	23	23	26	24	25	22	23	22	21	23
Evergem	R731	34	33	32	33	28	30	26	24	23	24	26
Sint-Kruis-Winkel	R740	35	30	31	34	28	30	26	25	25	25	25
Zelzate	R750	36	31	29	32	29	-	27	26	24	24	25

Groen: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (20 µg/m³)

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

Figuur 12: Trend van de PM₁₀-jaargemiddelden op de meetplaatsen voor de periode 2008 - 2018



4.1.3 Gemodelleerde concentraties

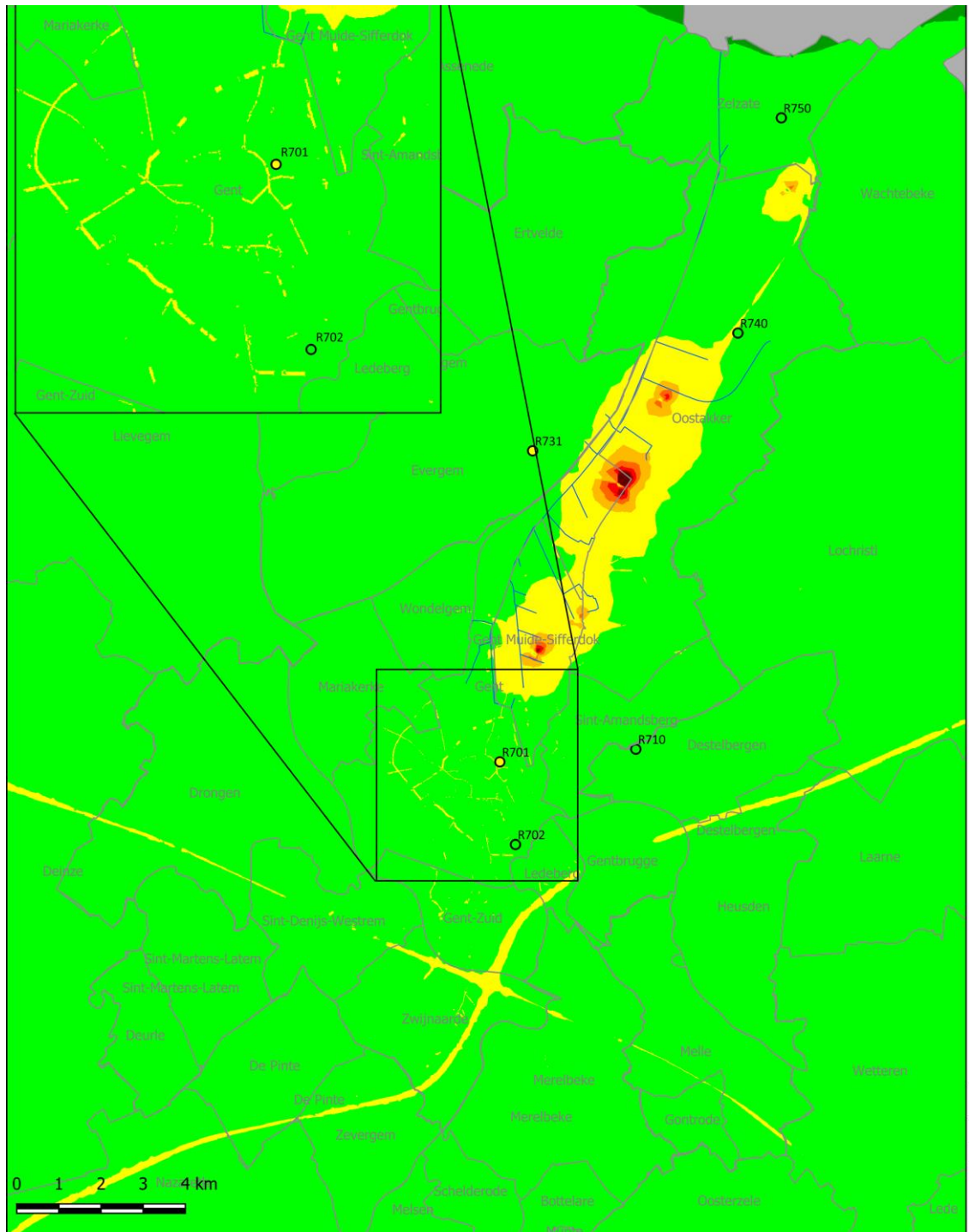
Figuur 13 toont de lokale gemodelleerde PM₁₀-jaargemiddelden in 2018. Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt. Meer uitleg en de beperkingen van dit model zijn te vinden in bijlage 4. Voor de opmaak van deze gemodelleerde kaart voor 2018 werden de meest recent beschikbare emissiedata van 2017 gebruikt. Daar het ATMO-Street model rekent met de verkeersemissies, berekend met een propagatiemodel dat gebruik maakt van de emissies van het totale Vlaamse wagenpark, wordt in de modelkaarten geen rekening gehouden met de invoering van het circulatieplan.

De gemodelleerde concentraties geven aan dat er in de kanaalzone rond enkele puntbronnen lokaal wel overschrijdingen van de jaargrenswaarde optreden. Het merendeel van de gemodelleerde verhoogde concentraties is een gevolg van niet-geleide, of diffuse emissies, die afkomstig zijn van opslagterreinen en scheepsverladings. Deze emissiebronnen liggen laag bij de grond en hebben geen warmte-inhoud waardoor de gemodelleerde PM₁₀-emissies op grondniveau zeer hoog zijn. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld ArcelorMittal, waar de directe PM₁₀-emissies zeer hoog zijn, maar op hoge hoogte worden uitgestoten en een warmte-inhoud hebben waardoor deze emissies snel de hoogte ingaan, en de gemodelleerde concentraties op grondniveau lager zijn. De bedrijven die, volgens de emissie-inventaris, aanleiding geven tot hoge PM₁₀-emissies en de oorzaak zijn van de rode en donkerrode kernen op de modelkaart zijn ArcelorMittal, Cargill (en in minder mate ook Electrabel Centrale Rodenhuize), Ghent Coal Terminal, Euro Silo Sifferdok en CBM.

Het grootste deel van Gent-centrum en de Gentse agglomeratie heeft een gemodelleerde jaargemiddelde concentratie tussen de 21 en 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, maar bij de E17, de E40, de R4, de Gentse binnenring en meerdere straten in Gent-centrum ligt de gemodelleerde jaarconcentratie hoger.

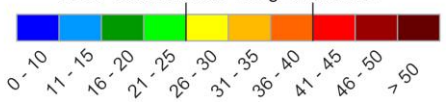


Figuur 13: Gemodelleerd PM₁₀-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum



ATMO-Street v5.8.1, VMIM, 13/09/2019

PM10-jaargemiddelde 2018 berekend met ATMO-Street (µg/m³)
WGO-advieswaarde EU-grenswaarde



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.

- Gentse Haven
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

4.1.4 Toetsing aan de grenswaarden

Een overzicht van de regelgeving van PM₁₀ is terug te vinden in bijlage 3.

Toetsing van het jaargemiddelde

De Europese jaargrenswaarde van 40 µg/m³ wordt in 2018 op alle meetplaatsen gehaald, dit was in 2008 ook al zo. Maar nabij enkele industriële puntbronnen in de kanaalzone berekent het ATMO-Street model lokaal nog wel overschrijdingen.

De WGO-advieswaarde van 20 µg/m³ wordt op geen enkele meetplaats in de Gentse regio gehaald. In Vlaanderen werd deze advieswaarde in 2018 op slechts 1 van de 36 meetplaatsen gerespecteerd.

Trend en toetsing van de daggemiddelden

Naast een grenswaarde voor het jaargemiddelde stelt de Europese richtlijn ook een grenswaarde voor het daggemiddelde voorop van 50 µg/m³ die per jaar maximaal 35 keer mag overschreden worden.

Tabel 6 geeft per meetplaats het aantal dagen dat er een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³ werd gemeten weer, voor de periode 2008-2018. Sinds 2014 is er geen overschrijding meer gemeten van de EU-daggrenswaarde. Echter, de WGO-advieswaarde voor de daggemiddelden, die maximaal 3 dagen met een concentratie hoger dan 50 µg/m³ toelaat, werd nog nooit gehaald. In 2018 was er in heel Vlaanderen geen enkele meetplaats die voldeed aan de WGO-daggrenswaarde voor PM₁₀.

Figuur 14 toont het verloop van het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³ voor de periode 2008 – 2018. Dit verloop vertoont globaal genomen een dalende trend, maar de laatste jaren zien we op verschillende meetplaatsen een stagnatie. Op de meetplaats R701 in het Baudelohof is het aantal dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³ sterk gestegen in vergelijking met 2017. In heel Vlaanderen werd op zo'n 54 % van de meetplaatsen een stijging ten opzichte van 2017 waargenomen.

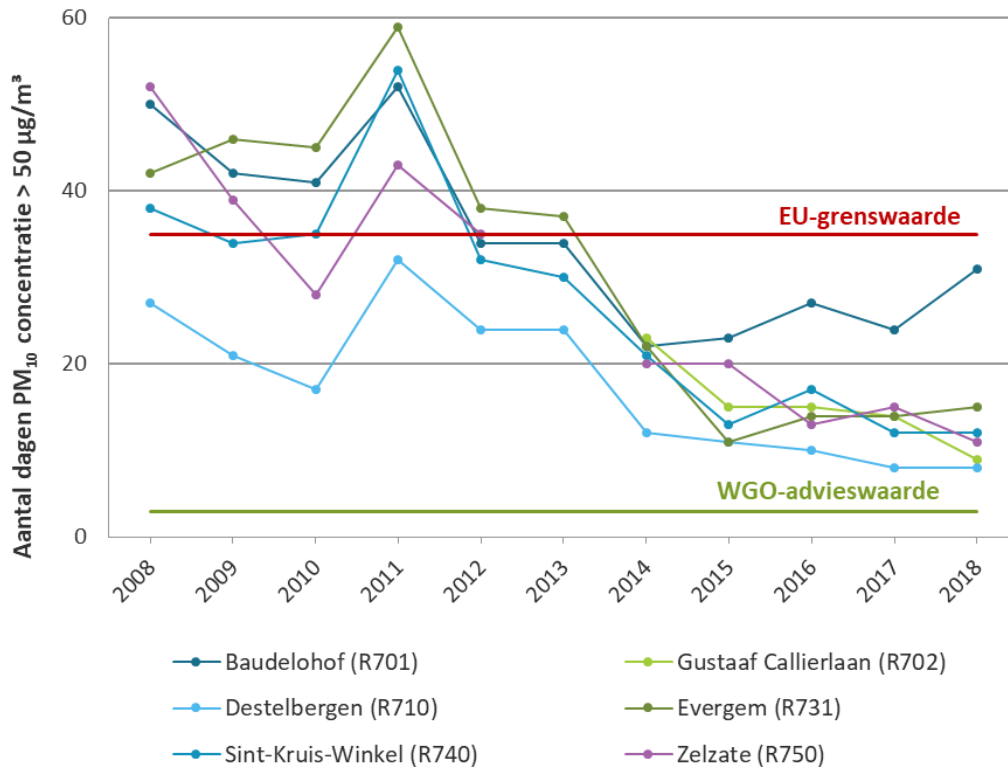
Tabel 6: Aantal dagen met een PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ op de meetplaatsen voor de periode 2008 - 2018

Naam meetplaats	Code	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Baudelohof	R701	50	42	41	52	34	34	22	23	27	24	31
Gustaaf Callierlaan	R702	-	-	-	-	-	-	23	15	15	14	9
Destelbergen	R710	27	21	17	32	24	24	12	11	10	8	8
Evergem	R731	42	46	45	59	38	37	22	11	14	14	15
Sint-Kruis-Winkel	R740	38	34	35	54	32	30	21	13	17	12	12
Zelzate	R750	52	39	28	43	35	-	20	20	13	15	11

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

Groen: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (3 dagen per jaar)

Figuur 14: Aantal dagen met een PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ op de meetplaatsen voor de periode 2008 - 2018

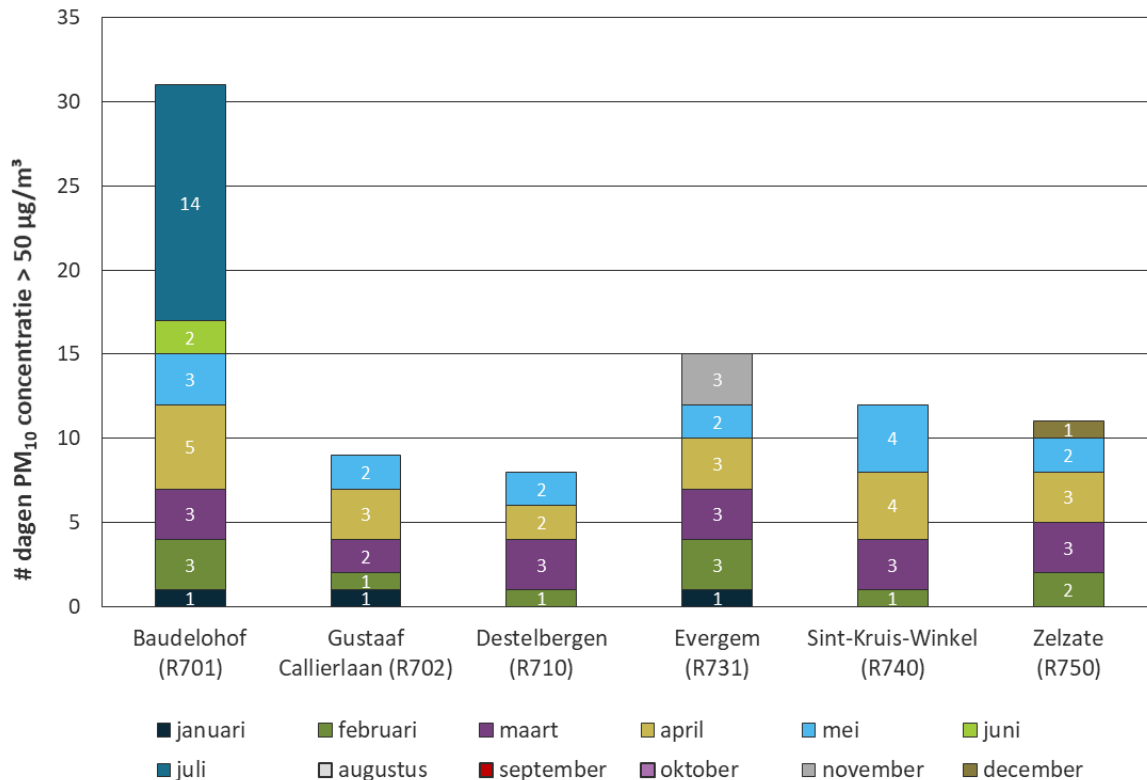


Figuur 15 toont per meetplaats in welke maanden in 2018 dagen met een concentratie van meer dan 50 µg/m³ werden gemeten. In het voorjaar werden meerdere keren verhoogde concentraties gemeten op alle meetplaatsen tegelijk. De maanden maart, april en mei waren veel warmer dan normaal en ook droger. Minder neerslag leidde tot minder uitwassing van de pollutie. De hogere temperaturen in de lente, samen met de uitstoot van ammoniak door de landbouw bij de bemesting van akkers, zijn bevorderlijk voor de vorming van secundair fijn stof.

De maand juli springt in het oog, hier werden op meetplaats R701 in Baudelohof 14 keer een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³ gemeten, namelijk van 11 tot en met 24 juli. Deze dagen hangen samen met de dagen vlak vóór, tijdens en vlak na de Gentse feesten (die in 2018 doorgingen van 13 -22 juli). In 2015 en 2017 werden er door de Gentse feesten 6 dagen met een daggemiddelde hoger dan 50 µg/m³ gemeten, in 2016 waren het 12 dagen. Het hogere aantal dagen in 2018 heeft mogelijk te maken met de droogte en het droge zonnige weer in 2018, waardoor er meer resuspensie was.

In de maanden augustus, september en oktober zagen we in 2018 geen dagen met concentraties hoger dan 50 µg/m³.

Figuur 15: Aantal dagen met een PM₁₀-concentratie > 50 µg/m³ in 2018, per maand



4.1.5 Pollutierozen

Figuur 16 toont de pollutierozen voor PM₁₀ voor de verschillende meetplaatsen. Alle meetplaatsen vertonen hogere concentraties bij oostelijke wind. Het feit dat dit bij alle meetplaatsen wordt waargenomen, wijst erop dat dit niet het gevolg is van lokale bronnen maar eerder aangevoerd werd van verder gelegen gebieden.

De meetplaatsen R701 (Baudelohof) en R731 (Evergem) hebben hogere concentraties bij oostelijke wind in vergelijking met de andere meetplaatsen. In de onmiddellijke omgeving ten oosten van meetplaats R731 in Evergem bevinden zich meerdere bedrijven waaronder de elektriciteitscentrale Electrabel Centrale Rodenhuize en een grote kolenopslagplaats (Gent Coal Terminal).

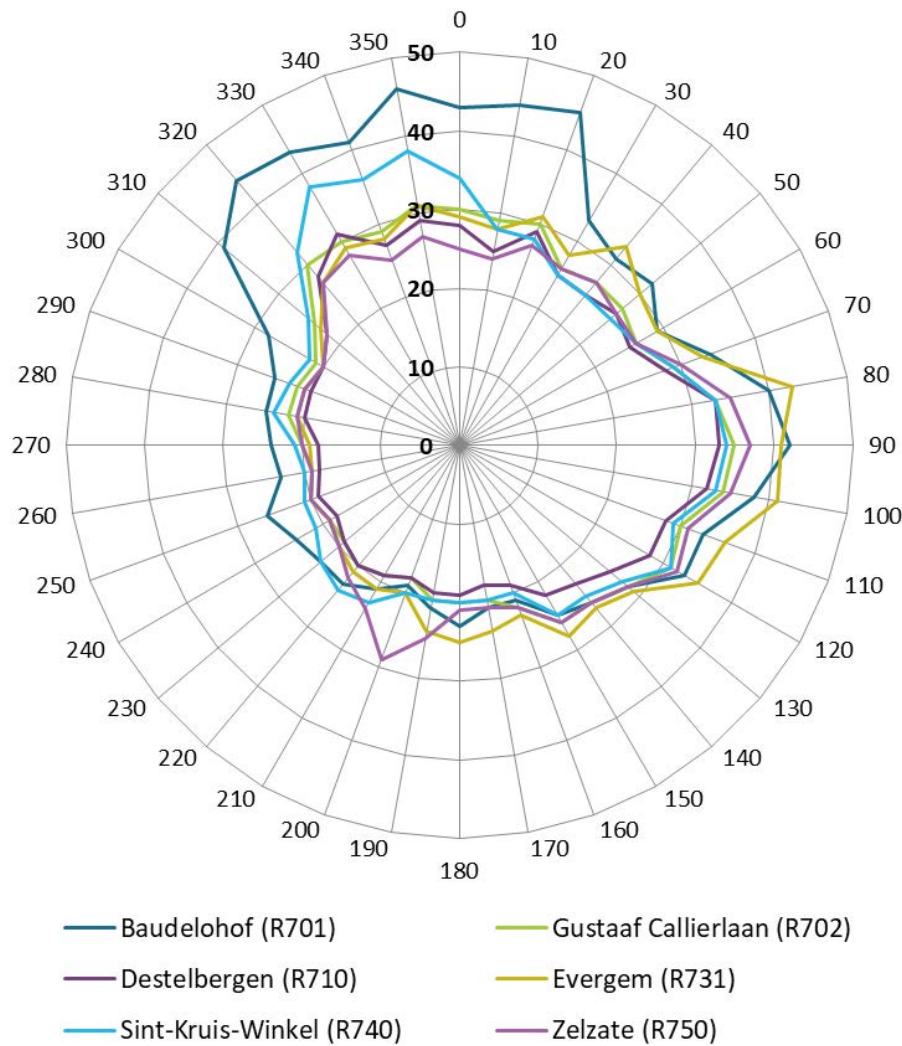
De hogere concentraties gemeten bij noordelijke en oostelijke wind in de meetplaats in het Baudelohof (R701) wordt mogelijk verklaard door de ligging in het park, waar activiteiten doorheen het jaar kunnen hebben gezorgd voor verhoging van de PM₁₀-concentraties wanneer de wind net uit deze richtingen kwam.

Een noordelijke invloed is eveneens zichtbaar bij de meetplaats R740 in Sint-Kruis-Winkel. Ten noorden hiervan bevindt zich de Gentse kanaalzone met onder meer Electrabel Centrale Knippergroen en ArcelorMittal als belangrijkste emissiebron van primair PM₁₀.

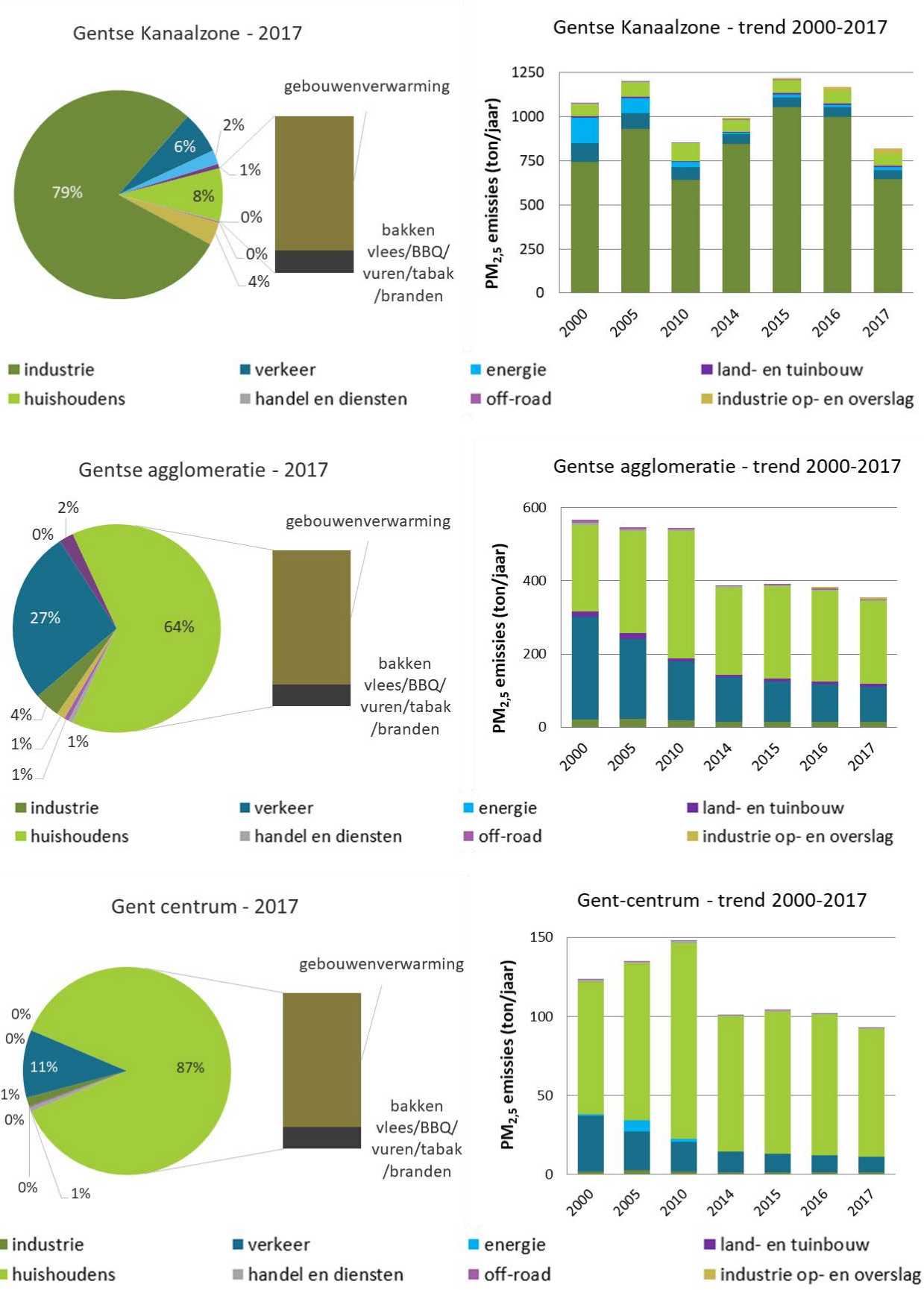


Het zuidwesten is de meest voorkomende windrichting in België. Bij deze wind zijn de concentraties lager in vergelijking met de andere windrichtingen, behalve op de meetplaats R750 in Zelzate waar wel hogere concentraties werden gemeten bij zuidwestenwind. In deze richting bevindt zich de kanaalzone met ArcelorMittal als het dichtstbij gelegen bedrijf.

Figuur 16: Pollutieroos voor PM₁₀, per meetplaats, in 2018 (µg/m³)



Figuur 17: Aandeel van de sectoren in de PM_{2,5}-emissies in 2017 (links) en de trend van de PM_{2,5}-emissies voor de periode 2000 - 2017 (rechts), weergegeven per zone



4.2.2 Gemeten concentraties

Tabel 7 geeft de gemeten PM_{2,5}-jaargemiddelden per meetplaats weer. Meetplaats R701 in Baudelohof heeft het hoogste jaargemiddelde, maar er is niet zo'n groot verschil met de jaargemiddelden gemeten op de andere meetplaatsen. De jaargemiddelden van de twee meetplaatsen waar sinds 2009 PM_{2,5} wordt gemeten, zijn gedaald met 20-25 %, maar sinds 2014 is er op alle meetplaatsen weinig tot geen verandering meer in de gemeten jaargemiddelden (zie Figuur 18).

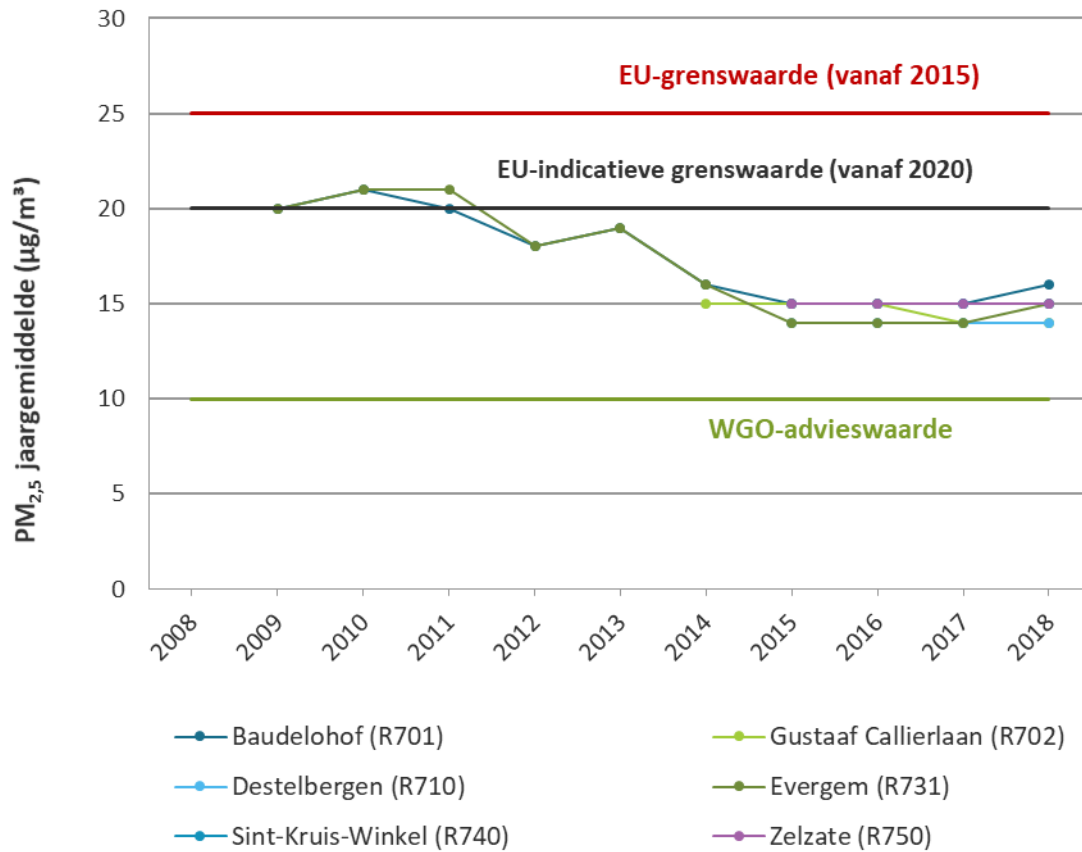
Tabel 7: PM_{2,5}-jaargemiddelden (µg/m³) op de meetplaatsen voor de periode 2008 – 2018

Naam meetplaats	Code	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Baudelohof	R701	-	20	21	20	18	19	16	15	15	15	16
Gustaaf Callierlaan	R702	-	-	-	-	-	-	15	15	15	14	14
Destelbergen	R710	-	-	-	-	-	-	-	14	14	14	14
Evergem	R731	-	20	21	21	18	19	16	14	14	14	15
Sint-Kruis-Winkel	R740	-	-	-	-	-	-	-	15	15	15	15
Zelzate	R750	-	-	-	-	-	-	-	15	15	15	15

Groen: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (10 µg/m³)

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

Figuur 18: PM_{2,5}-jaargemiddelden op de meetplaatsen voor de periode 2008 - 2018



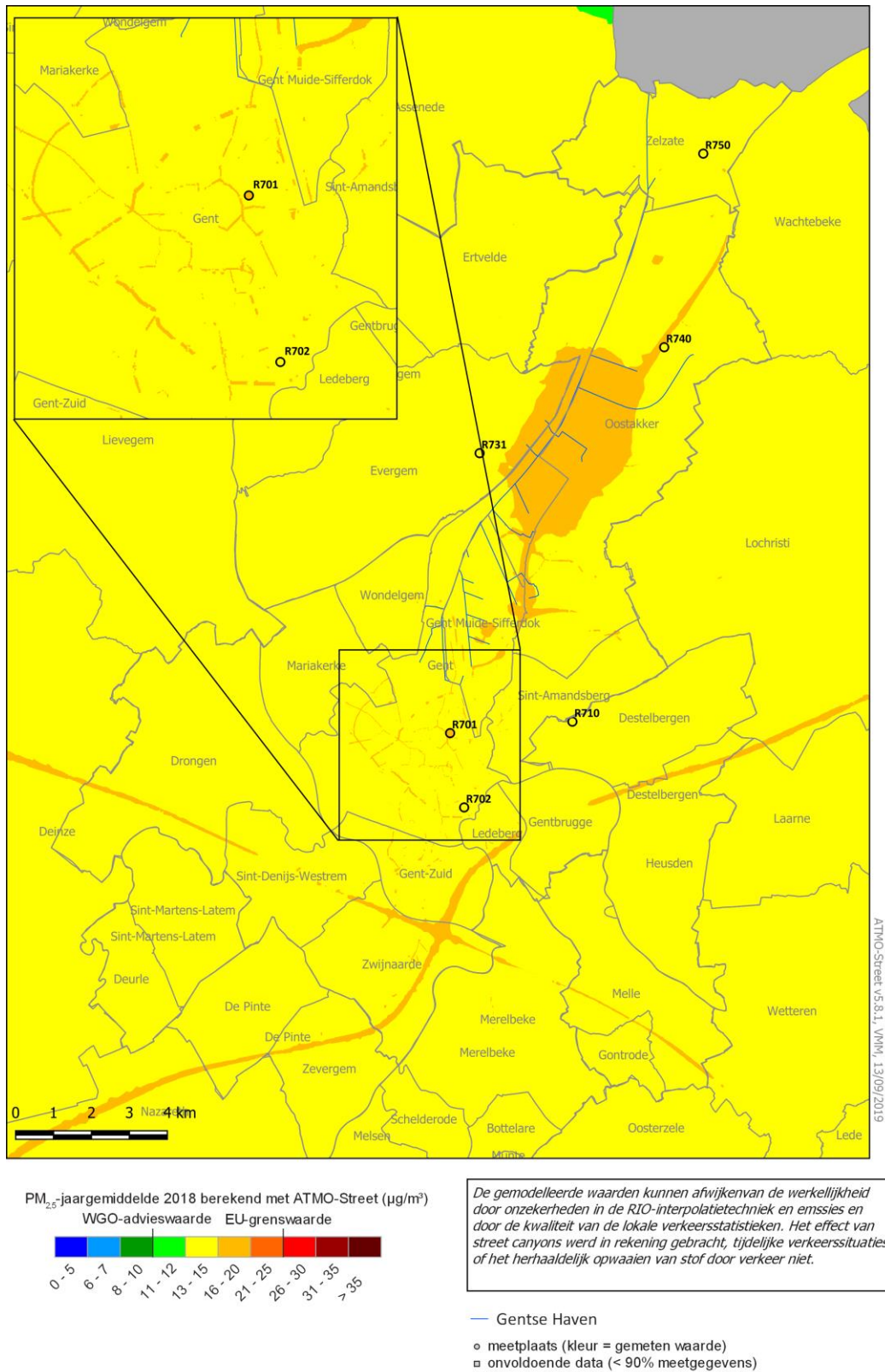
4.2.3 Gemodelleerde concentraties

Figuur 19 toont de gemodelleerde jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie in Gent. Hiervoor werd het model ATMO-Street gebruikt met de meest recent beschikbare emissiedata van 2017. Meer uitleg en de beperkingen van dit model zijn te vinden in bijlage 4. Daar het ATMO-Street model rekent met de verkeersemisies, berekend met een propagatiemodel dat gebruik maakt van de emissies van het totale Vlaamse wagenpark, wordt in de modelkaarten geen rekening gehouden met de invoering van het circulatieplan.

Het merendeel van Gent heeft een gemiddelde concentratie tussen de 13 en 15 µg/m³. In de Gentse kanaalzone is een gebied zichtbaar waar de jaarconcentraties hoger liggen maar er zijn geen puntbronnen zichtbaar zoals op de gemodelleerde kaart van PM₁₀. Ook op de omringende snelwegen, de R40 en de belangrijkste verkeersassen in de binnenstad liggen de concentraties hoger.



Figuur 19: Gemodelleerd PM_{2,5}-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum in 2018



4.2.4 Toetsing aan de grenswaarden

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

Toetsing van het jaargemiddelde

De Europese grenswaarde van 25 µg/m³ voor het PM_{2,5}-jaargemiddelde wordt op alle automatische meetplaatsen gehaald. De indicatieve grenswaarde van 20 µg/m³ die geldt vanaf 2020, wordt gehaald sinds 2012 (zie Tabel 7).

De WGO-advieswaarde van 10 µg/m³ voor het jaargemiddelde wordt op geen enkele meetplaats gehaald. Dit is ook zo in de rest van Vlaanderen.

Trend en toetsing van de daggemiddelden

Tabel 8 en Figuur 20 tonen het aantal dagen dat de PM_{2,5}-dagconcentratie hoger dan 25 µg/m³ was. Europa definieerde geen grenswaarde voor PM_{2,5}-daggemiddelden maar de WGO-advieswaarde definieert een maximum van 3 dagen met een daggemiddelde hoger dan 25 µg/m³. Dit wordt op geen enkele meetplaats gehaald. In de rest van Vlaanderen wordt deze advieswaarden evenmin gehaald.

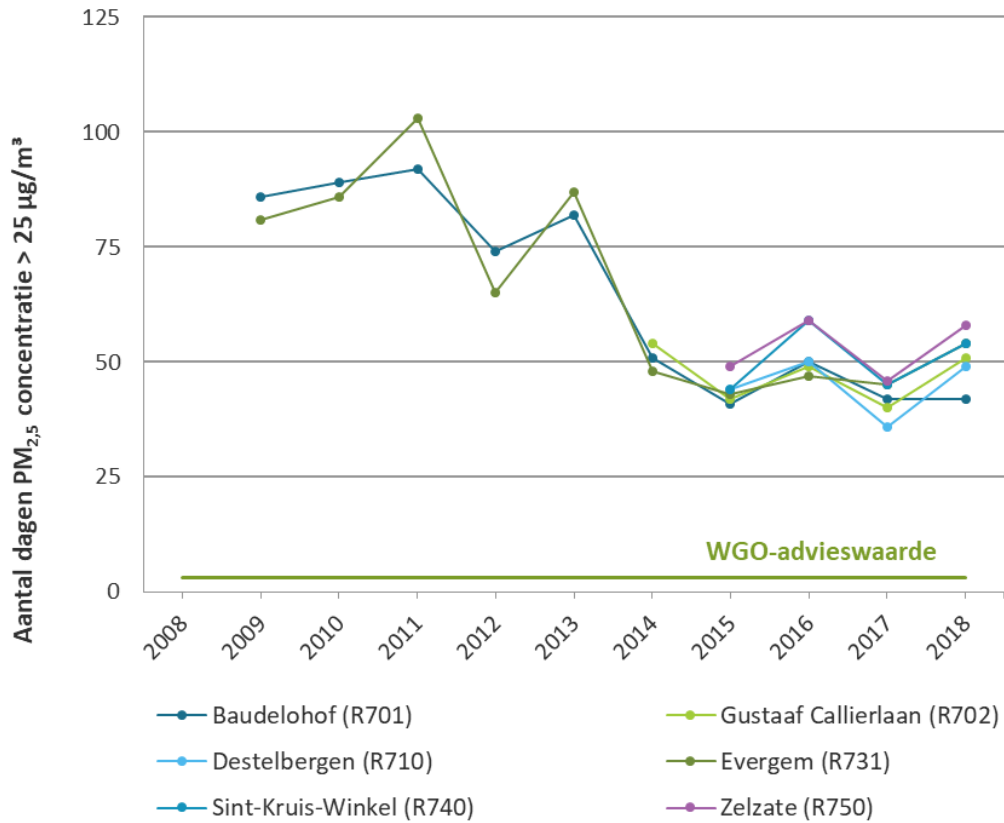
Bij de meetstations met een lange tijdreeks zien we over de periode 2008 - 2018 globaal een daling in het aantal dagen met een PM_{2,5}-daggemiddelde hoger dan 25 µg/m³, maar tussen individuele jaren schommelt de trend hard. In 2018 zien we op het merendeel van de meetplaatsen een (lichte) stijging in het aantal dagen met een PM_{2,5}-concentratie hoger dan 25 µg/m³ tegenover 2017, uitgezonderd op de meetplaats R701 in het Baudelohof. Een gelijkaardig beeld zagen we op de overige meetplaatsen in Vlaanderen: op 82% van de PM_{2,5}-locaties zagen we in 2018 een (lichte) stijging van het aantal dagen met een concentratie hoger dan 25 µg/m³.

Tabel 8: Aantal dagen met een PM_{2,5}-concentratie > 25 µg/m³ op de meetplaatsen voor de periode 2008 - 2018

Naam meetplaats	Code	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Baudelohof	R701	-	86	89	92	74	82	51	41	50	42	42
Gustaaf Callierlaan	R702	-	-	-	-	-	-	54	42	49	40	51
Destelbergen	R710	-	-	-	-	-	-		44	50	36	49
Evergem	R731	-	81	86	103	65	87	48	43	47	45	54
Sint-Kruis-Winkel	R740	-	-	-	-	-	-	-	44	59	45	54
Zelzate	R750	-	-	-	-	-	-	-	49	59	46	58

Groen: overschrijdingen van de WGO-advieswaarde (3 dagen > 25 µg/m³ toegelaten per jaar)

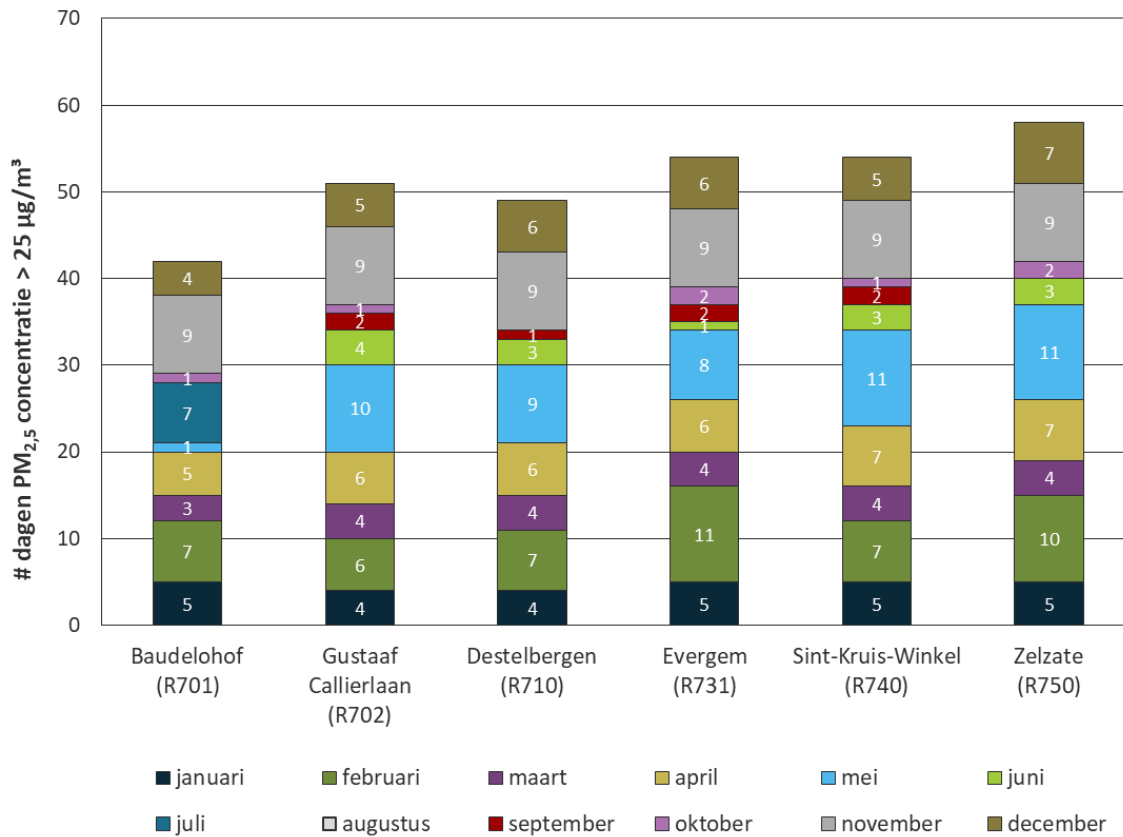
Figuur 20: Aantal dagen met een PM_{2,5} concentratie > 25 µg/m³ op de automatische meetplaatsen voor de periode 2008 - 2018



Figuur 21 toont in welke maanden de dagen met een daggemiddelde van meer dan 25 µg/m³ werden gemeten in 2018. In de 2 zomermaanden juli en augustus zijn er bijna geen dagen met een concentratie hoger dan 25 µg/m³ gemeten, maar in de rest van het jaar wel. Er is minder verschil tussen de meetplaatsen onderling, wat aangeeft dat het eerder regionale verhogingen betreft en geen lokale verhogingen. Uitzondering zijn de 7 dagen in juli op meetplaats R701 in het Baudelohof ten gevolge van de Gentse feesten. De PM₁₀-concentraties liggen wel veel hoger dan de PM_{2,5}-concentraties op deze dagen. Dit toont aan dat het vooral over stof gaat met een grootte tussen 2,5 µm en 10 µm (en groter dan 10 µm). Deze groottefractie is typisch voor resuspensie.



Figuur 21: Aantal dagen met een PM_{2,5} concentratie > 25 µg/m³ per meetplaats en per maand in 2018



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). Dagelijks wordt de PM_{2,5}-fractie bepaald op filters via de gravimetrische referentiemethode. Om de vier dagen wordt de filter die die dag bemonsterd werd, in het labo geanalyseerd op de samenstelling van het bemonsterde stof. Over een heel jaar gaat dit over 91 geanalyseerde filters.

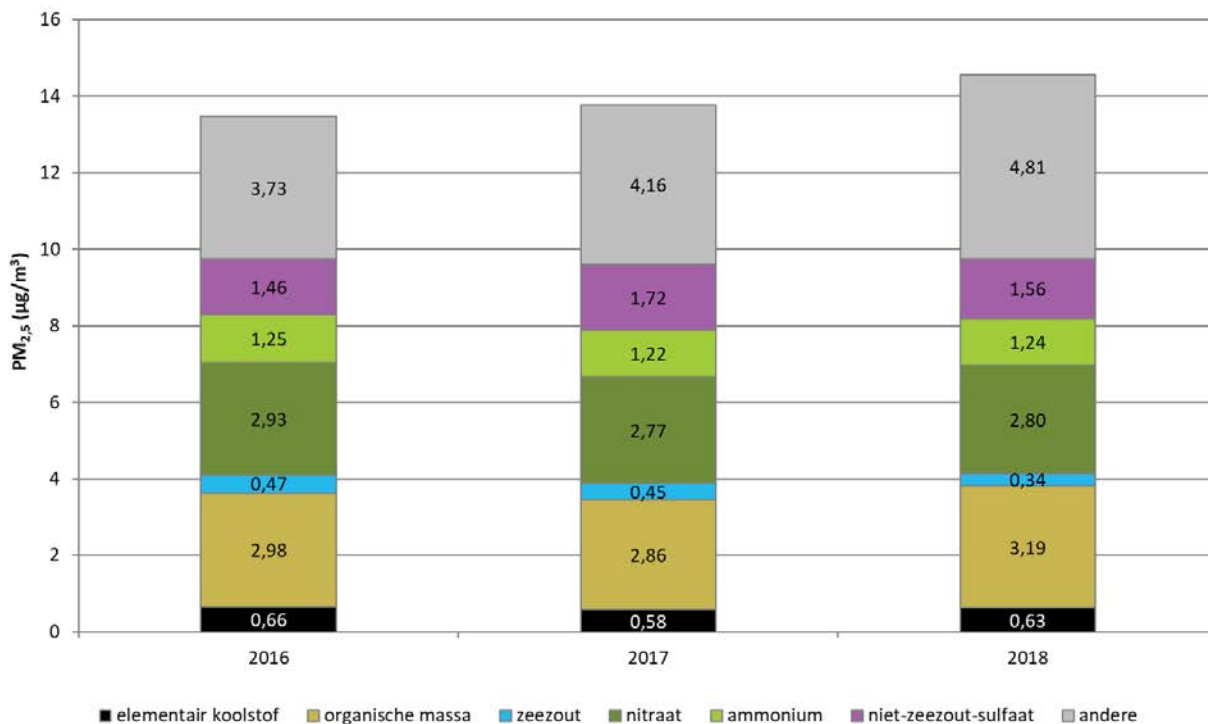
In 2018 bestond de PM_{2,5}-fractie in Gent (R701) gemiddeld uit:

- 38 % secundaire anorganische ionen (=som van ammonium, nitraat en niet-zeezout-sulfaat),
- 22 % organische massa,
- 4 % elementair koolstof,
- 2 % zeezout,
- 33 % andere (onder meer gebonden water en mineraal stof).

In vergelijking met 2017 is er een afname van de fracties zeezout (-25 %) en een toename van de organische massa (+5 %). Beide trends kunnen verklaard worden door het relatief hoger aantal dagen met oostenwind in 2018 waardoor er meer aanvoer was van continentale lucht (met organische massa afkomstig van onder meer gebouwenverwarming) en minder aanvoer van zeelucht en het bijhorende zeezout.

Dezelfde verschillen tussen 2017 en 2018 zagen we ook bij de resultaten van de chemische samenstelling van PM_{2,5} op de landelijke locatie in Retie (RT01) en op de stedelijke achtergrondlocatie in Antwerpen (R801).

Figuur 22: Chemische samenstelling van PM_{2,5} op meetplaats Gent-Baudelohof (R701), voor de periode 2016 - 2018 (µg/m³)



4.2.6 Pollutierozen

Figuur 23 geeft de pollutierozen voor PM_{2,5} voor de verschillende meetplaatsen weer. De pollutierozen hebben eenzelfde vorm als de pollutierozen voor PM₁₀: vooral oostelijke wind zorgt op alle meetplaatsen voor hogere concentraties. De pollutierozen zijn gelijkaardig op alle meetplaatsen wat erop wijst dat de PM_{2,5}-concentraties voor een deel bepaald worden door regionale factoren.

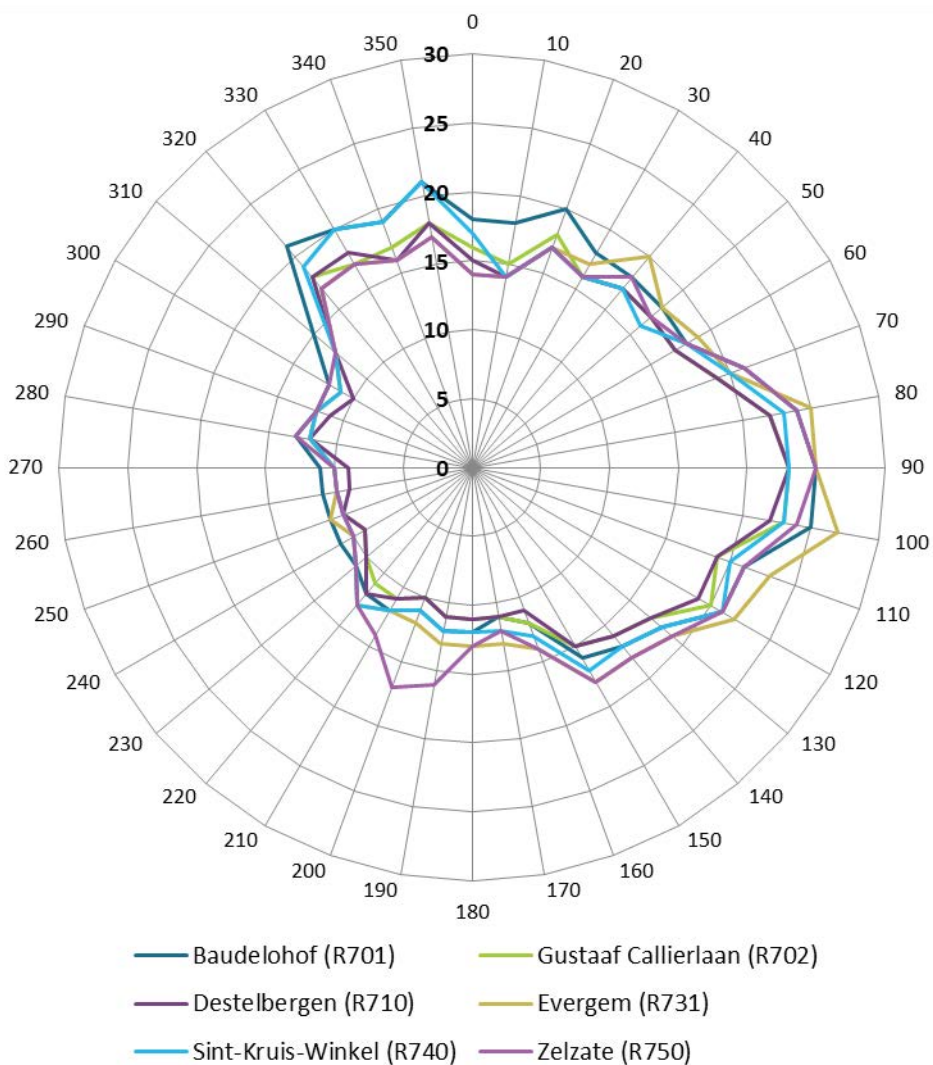
Op de meetplaatsen in Baudelohof (R701) en in Sint-Kruis-Winkel (R740) zien we zoals bij de pollutierozen van PM₁₀, opnieuw hogere concentraties bij noordelijke wind, weliswaar in mindere mate. Deze verhogingen komen van dezelfde bronnen als PM₁₀.

De meetplaats R731 in Evergem heeft, in vergelijking met de andere meetplaatsen en de andere windrichtingen, de hoogste concentraties bij oostelijke wind. Dit is de invloed van de kanaalzone.

Op de meetplaats R750 in Zelzate is nog een verhoging bij zuidwestenwind zichtbaar, die eveneens in de PM₁₀ pollutierozen aanwezig is en vanuit de kanaalzone (ArcelorMittal) komt.



Figuur 23: Pollutieroos voor PM_{2,5} per meetplaats in 2018



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 pollutanten. De meettechniek voor het meten van deze pollutant via het automatische meetnet, maakt gebruik van de lichtabsorptiecapaciteiten van de deeltjes, vandaar dat men van zwarte koolstof spreekt.

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 EC gebeurt aan de hand van percentages van de hoeveelheid PM_{2,5} die afkomstig zijn uit de literatuur of uit metingen. Er dient opgemerkt te worden dat de berekening van de verkeersemissies gebeurt op basis van een propagatiemodel dat gebruik maakt van de emissies van het totale Vlaamse wagenpark. Bovenstaande emissiegegevens houden dus geen rekening met de invoering van het circulatieplan.

De emissies van elementair koolstof in Gent bedroeg in 2017 125 ton. Dit is 7 % van de totale Vlaamse EC-emissies. Figuur 24 toont in het linkerdeel het aandeel van de verschillende sectoren in de emissie van elementair koolstof voor het jaar 2017 en in het rechterdeel de trend van de uitstoot sinds 2007, en dit voor elke zone.

De Gentse kanaalzone had een uitstoot van 54 ton, de Gentse agglomeratie van 58 ton en Gent-centrum van 13 ton. In tegenstelling tot de andere pollutanten besproken in dit rapport, zijn de emissies van EC groter in de Gentse agglomeratie dan in de Gentse kanaalzone.

In de **Gentse kanaalzone** komt:

- 61 % van de EC-uitstoot van de industrie
- 20 % van het verkeer, waarvan ongeveer de helft afkomstig is van het wegverkeer, en ongeveer de andere helft van de scheepvaart
- ook de huishoudens, en meer bepaald gebouwverwarming hebben een belangrijk bijdrage (14 %),
- de overige sectoren leveren een veel kleinere bijdrage aan de uitstoot.

De emissie van de industrie schommelt doorheen de jaren. In 2016 zat de uitstoot van de industrie terug op eenzelfde hoeveelheid als in 2000. Maar in 2017 is de uitstoot van de sector industrie met 64 % afgenomen in vergelijking met 2016. Daardoor is de hele uitstoot uit deze zone aanzienlijk verminderd. De EC-emissie van de industrie is bijna volledig toe te schrijven aan ArcelorMittal. Door nieuwe maatregelen in 2017 zijn vooral de emissies van de hoogoven, die in hoofdzaak verantwoordelijk waren voor de EC-emissie, sterk gedaald.

In de **Gentse agglomeratie** is het aandeel van verkeer veel groter dan bij PM₁₀ of PM_{2,5}, dit komt doordat EC vooral gevormd wordt door de verbranding van fossiele brandstoffen, met dieseluistoot als één van de grootste bronnen.



- het verkeer is verantwoordelijk voor net iets meer dan de helft van de uitstoot (52 %), met het wegverkeer als belangrijkste bron,
- huishoudens vormen de 2^{de} grootste bron (43 %). Het aandeel van de andere sectoren is zeer klein (< 3 %).

Sinds 2000 daalden de uitlaatemissies door wegverkeer sterk door het invoeren van milieuvriendelijkere voertuigen. De emissie van de huishoudens schommelt van jaar tot jaar door wisselende meteorologische omstandigheden. Strengere winters zorgen voor een verhoogd verbruik aan brandhout. De overige sectoren kenden een vrij stabiel verloop.

In **Gent-centrum** zijn:

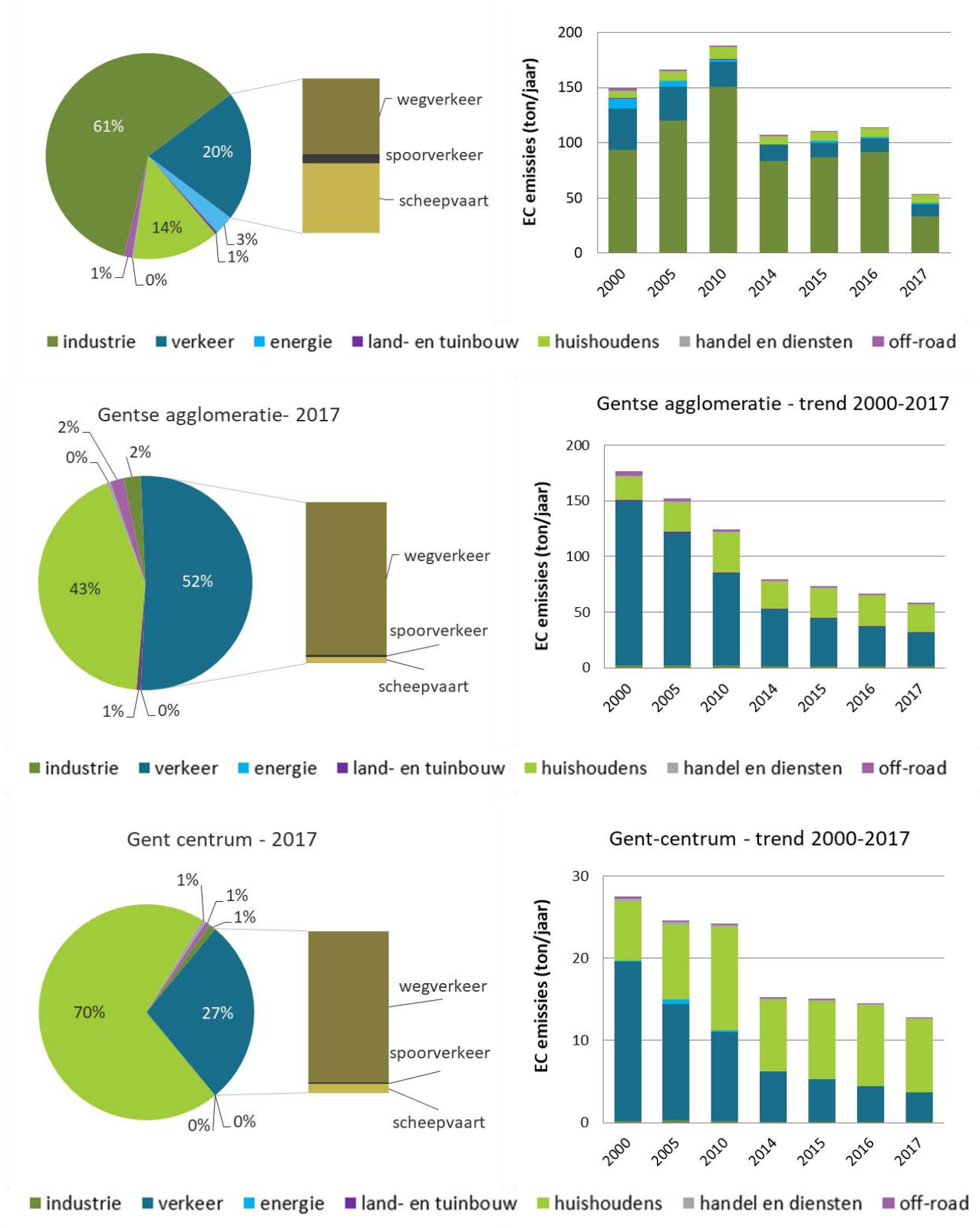
- de huishoudens de belangrijkste bron (70 %) van EC-emissies,
- verkeer komt op de 2de plaats (28 %),
- de bijdrages van de andere sectoren zijn kleiner dan 1 %.

De trendgrafiek ziet er dezelfde uit als die van de Gentse agglomeratie: een sterke daling in de uitstoot van het wegverkeer en een schommelende uitstoot van de huishoudens. Het aandeel van de huishoudens aan EC is kleiner in vergelijking met hun aandeel aan PM₁₀ en PM_{2,5}, dit doordat er bij de verbranding van hout naast elementair koolstof ook veel organisch materiaal vrijkomt die niet mee omvat zit onder elementair koolstof maar wel onder de PM-fracties.

Bij elementair koolstof afkomstig van gebouwenverwarming komt veruit de grootste bijdrage van de particuliere houtverbranding.



Figuur 24: Aandeel van de sectoren in de emissie van elementair koolstof in 2017 (links) en de trend van de EC-emissies voor de periode 2000 - 2017, weergegeven per zone



4.3.2 Gemeten concentraties

Tabel 9 en Figuur 25 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.

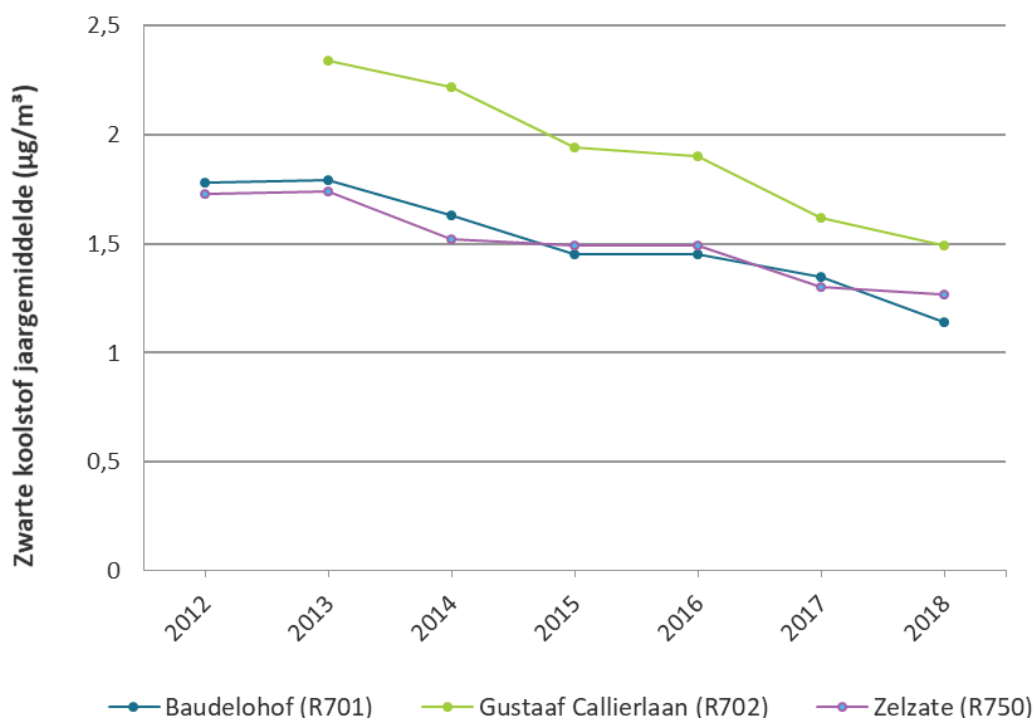
Het hoogste jaargemiddelde werd gemeten op de verkeersgerichte meetplaats R702 langs de Gustaaf Callierlaan. In vergelijking met PM₁₀ en PM_{2,5} is er een groter verschil tussen de verkeersgerichte meetplaats R702 en de andere meetplaatsen.

Sinds de start van de metingen is er een daling zichtbaar van 27 tot 36 %.

Tabel 9: Jaargemiddelden voor zwarte koolstof (µg/m³) op de meetplaatsen van 2012 - 2018

Naam meetplaats	Code	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Baudelohof	R701	1,78	1,79	1,63	1,45	1,45	1,35	1,14
Gustaaf Callierlaan	R702	-	2,34	2,22	1,94	1,90	1,62	1,49
Zelzate	R750	1,73	1,74	1,52	1,49	1,49	1,30	1,27

Figuur 25: Jaargemiddelden zwarte koolstof op de meetplaatsen van 2012 - 2018



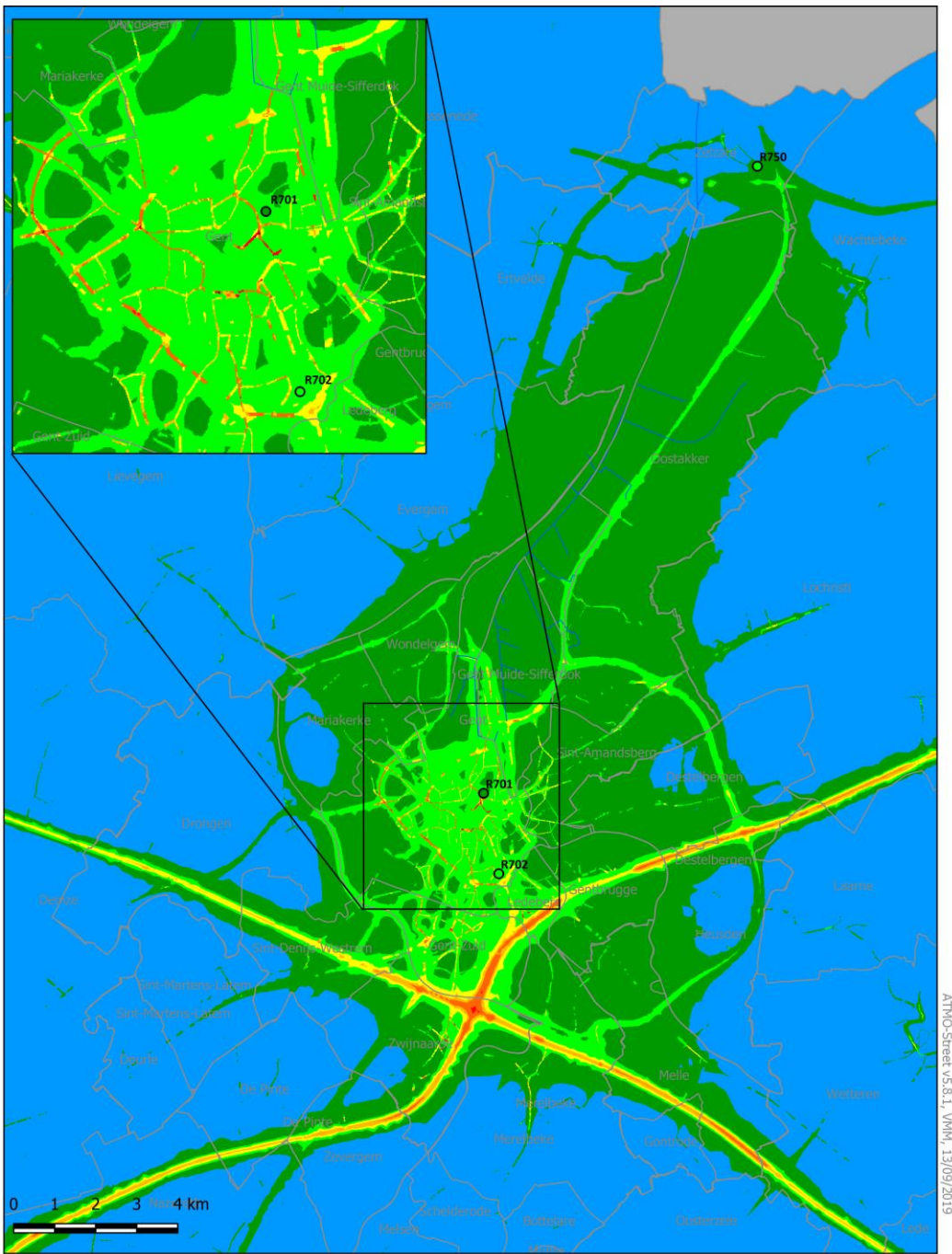
4.3.3 Gemodelleerde concentraties

Figuur 26 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 zijn te vinden in bijlage 4. Voor de opmaak van deze gemodelleerde kaart werden de meest recent beschikbare emissiedata van 2017 gebruikt. Daar het ATMO-Street model rekent met de verkeersemissies, berekend met een propagatiemodel dat gebruik maakt van de emissies van het totale Vlaamse wagenpark, wordt in de modelkaarten geen rekening gehouden met de invoering van het circulatieplan.

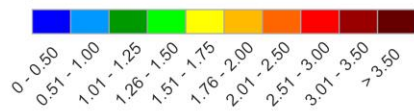
De hoogste concentraties zwarte koolstof zien we in Gent centrum en de wijken ten zuiden van het centrum, alsook langs de belangrijkste verkeersassen binnen en buiten het centrum. Hieruit blijkt duidelijk dat verkeer een belangrijke bron is van zwarte koolstof. Voor PM_{10} en $PM_{2,5}$ zagen we de hoogste gemodelleerde concentraties in de Gentse kanaalzone.



Figuur 26: Gemodelleerd zwarte koolstof-jaargemiddelde in de Gentse kanaalzone, Gentse agglomeratie en Gent-centrum



Jaargemiddelde zwarte koolstof 2018 berekend met ATMO-Street ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



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.

- Gentse Haven
- meetplaats (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

4.3.4 Toetsing aan de grenswaarden

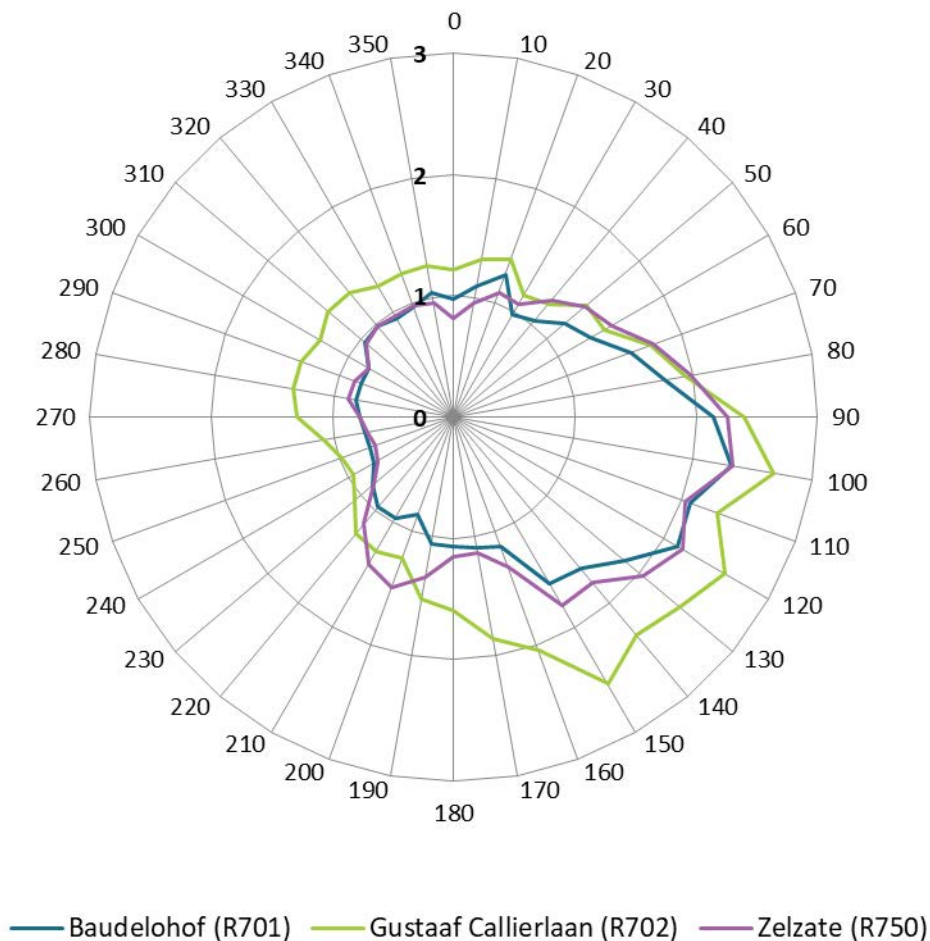
Voor zwarte koolstof bestaat er geen Vlaamse of Europese wetgeving. Ook de WGO heeft nog geen advieswaarden gepubliceerd voor zwarte koolstof.

4.3.5 Pollutierozen

Figuur 27 geeft per meetplaats de pollutierozen voor zwarte koolstof weer in 2018. De pollutierozen hebben op de 3 plaatsen een gelijkaardige vorm, alle locaties tonen verhoogde concentraties vanuit het oosten tot het zuiden. Dit heeft opnieuw te maken met de aanvoer van lucht vanuit het oosten en het feit dat continentale lucht meer vervuild is dan maritieme lucht.

Op de verkeersgerichte meetplaats langs de Gustaaf Callierlaan (R702) worden bij alle windrichtingen hogere concentraties aan zwarte koolstof gemeten, behalve bij wind uit zuidwestelijke richting waar de concentratie hoger is op de meetplaats in Zelzate (R750) door de aanwezigheid van ArcelorMittal in het zuidwesten.

Figuur 27: Pollutierozen voor zwarte koolstof, per meetplaats, in 2018



5 BESLUIT

Stikstofdioxide

- Sinds 2008 zijn de NO₂-jaargemiddelden, gemeten met automatische monitoren, gedaald met 14 tot 24 %.
- De Europese jaargrenswaarde voor NO₂ (en de WGO-jaaradvieswaarde) werd in 2018 op alle automatische meetplaatsen gerespecteerd, maar op 2 van de 20 meetplaatsen met passieve samplers werd wel een indicatief NO₂-jaargemiddelde boven de jaargrenswaarde gemeten. In 2017 hadden nog 9 van deze 20 meetplaatsen een indicatief NO₂-jaargemiddelde boven de jaargrenswaarde.

PM₁₀

Jaargemiddelde:

- De Europese grenswaarde voor het PM₁₀-jaargemiddelde werd in 2018 gerespecteerd op alle automatische meetplaatsen, maar het ATMO-Street model geeft aan dat er in de kanaalzone nabij enkele industriële bronnen nog wel overschrijdingen kunnen voorkomen.
- de WGO-advieswaarde voor het jaargemiddelde wordt op geen enkele meetplaats gehaald. In heel Vlaanderen was er in 2018 maar 1 meetplaats die deze advieswaarde respecteerde.
- De meetplaats in het Baudelohof had het hoogste jaargemiddelde van heel Vlaanderen (29 µg/m³).
- De jaargemiddelden daalden in 2018 niet meer verder, maar stagneerden of stegen terug licht in vergelijking met de voorgaande jaren.

Aantal overschrijdingen van het daggemiddelde:

- De EU-grenswaarde werd op alle meetplaatsen gehaald (maximaal 35 dagen met een daggemiddelde boven de 50 µg/m³), maar de WGO-advieswaarde (maximaal 3 dagen met een daggemiddelde boven de 50 µg/m³) werd nergens gehaald. In heel Vlaanderen was er geen enkele meetplaats die voldeed aan deze WGO-advieswaarde.
- De meetplaats in het Baudelohof had het hoogste aantal dagen met een gemiddelde concentratie boven de 50 µg/m³ van heel Vlaanderen (31 dagen).

PM_{2,5}

Jaargemiddelde:

- De Europese jaargrenswaarde van 25 µg/m³ werd op alle automatische meetplaatsen gehaald.
- De WGO-advieswaarde van 10 µg/m³ voor het jaargemiddelde werd op geen enkele meetplaats gehaald, net zoals die op de andere Vlaamse meetplaatsen ook niet werd gehaald.
- De jaargemiddelden daalden niet meer verder, maar stagneerden of stegen terug licht in vergelijking met de voorgaande jaren.

Aantal overschrijdingen van het daggemiddelde:

- De WGO-advieswaarde voor daggemiddelden, die maximaal 3 dagen met een concentratie hoger dan 25 µg/m³ toelaat, werd op geen enkele meetplaats gehaald.

Zwarte koolstof

- De hoogste concentratie werd gemeten op de verkeersgerichte meetplaats aan de Gustaaf Callierlaan (1,49 µg/m³).
- De trend over de laatste jaren is dalend, ook in de rest van Vlaanderen.

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 - VMM Dienst Lucht

bijlage 2 Beschrijving van de pollutanten

Stikstofoxiden – NO/NO₂

Stikstofoxiden (NO_x) bestaan uit een mengsel van stikstofdioxide (NO₂) 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 (O₃) omgezet tot NO₂. NO₂ 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 vermistende 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, leidt de emissies van NO_x tot verzurende depositie en de vermistening van gevoelige habitats, met negatieve effecten op ecosystemen en de biodiversiteit. Verzuring is de toename van de zuurconcentratie in bodem en water. Hierdoor daalt de buffercapaciteit van de bodem en worden op termijn giftige metalen zoals aluminium vrijgesteld. Dit bemoeilijkt de opname door plantenwortels van essentiële voedingsstoffen zoals kalium, calcium en magnesium. Verzuring leidt ook tot waterverontreiniging door het uitspoelen van nitraat en metalen naar het oppervlakte- en grondwater. Verzurende deposities veroorzaken ook corrosie van materialen en een versnelde verwerking van gebouwen.

De verbrandingsmotoren van (weg)verkeer zijn verantwoordelijk voor het grootste deel van de stikstofoxidenuitstoot. Dieselwagens produceren meer NO_x in vergelijking met benzine wagens 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 benzine wagens.

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. kleiner dan 10 respectievelijk 2,5 µm;
- ultrafijn stof (UFP): deeltjes met een a.d. kleiner dan 0,1 µm (PM_{0,1});
- zwarte koolstof/elementair koolstof: bevindt zich voornamelijk in de fijne fractie van het fijn stof. Het is een maat voor de roetconcentratie in de omgevingslucht. Deze deeltjes ontstaan bij onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen, biomassa en biobrandstof. Wanneer ze met een optische methode gemeten worden, spreken we van zwarte koolstof, anders van elementair koolstof.

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

Geen veilige drempelwaarde

Studies hebben verbanden aangetoond tussen de aanwezigheid van PM in de omgevingslucht en gezondheidseffecten op korte en lange termijn. Voor PM is er volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) geen veilige drempelwaarde waaronder nadelige effecten niet voorkomen. Bij korte episodes – 24 uur – van luchtverontreiniging verergeren bestaande gezondheidsproblemen, zoals luchtweginfecties en astma. Verder kan fijn stof bloedvaten doen dichtslibben en hartaanvallen veroorzaken. Bij chronische blootstelling maakt de WGO melding van een vermindering van de longfunctie, een toename van chronische luchtwegaandoeningen en een verminderde levensverwachting.

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 mens⁵. Belangrijk is dat fijn stof niet enkel kan leiden tot longkanker; een langdurige blootstelling kan ook borstkanker en kankers van het spijsverteringsstelsel veroorzaken⁶. Midden 2012 classificeerde het IARC ook al dieseluitleatgassen als kankerverwekkend voor de mens. Dieselwagens stoten – ten opzichte van benzine wagens – veel meer stikstofoxiden en roetdeeltjes uit. Algemeen wordt aangenomen dat ook ultrafijn stof schadelijk is, maar de wetenschappelijke kennis hierover is nog beperkt.

⁵ http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf

⁶ Wong C.M. et al. 2016. Cancer mortality risks from long-term exposure to ambient fine particle. *Cancer Epidemiol biomarkers prev*; 25(5): 839-45

Gemiddeld verlies van 9 gezonde maanden

De dienst Milieurapportering van de VMM (MIRA) berekende de ziektelast door de verschillende milieupolluenten voor de Vlaamse bevolking⁷. Omgerekend per inwoner van Vlaanderen bedroeg die in 2015 9 verloren gezonde maanden in een volledig leven bij een levenslange blootstelling aan de huidige fijnstofconcentraties. Dit is een gemiddelde waarde, bij bepaalde gevoelige personen, zoals astmapatiënten, kinderen en ouderen, zal de impact groter zijn. Fijn stof is veruit de belangrijkste pollutant in de gezondheidsimpact door milieufactoren. Het aandeel wordt geschat op 71 %.

Hoge concentraties kunnen acuut effect hebben

Tijdens een fijnstofepisode doen mensen die bijzonder gevoelig zijn voor luchtverontreiniging best geen grote lichamelijke inspanningen. Tot deze groep behoren jonge kinderen, ouderen, personen met het chronisch obstructief longlijden (COPD⁸) en personen met hart- en vaatziekten. Tijdens dergelijke fijnstofepisodes raadt men iedereen af om langdurige fysieke inspanningen zoals joggen te doen. Omwille van de kleine afmeting kunnen fijnstofdeeltjes gemakkelijk overal binnendringen en zijn de concentraties ervan binnenshuis niet significant lager dan in de buitenlucht.

Ook tal van andere effecten

Andere effecten van stofdeeltjes zijn verminderde zichtbaarheid en bevuilding van blootgestelde oppervlakken en materialen. Ze hebben mogelijk een invloed op het klimaat: naargelang de samenstelling kan fijn stof zowel voor afkoeling als voor opwarming zorgen. Bovendien draagt fijn stof bij tot de verzurende en vermistende depositie.

⁷ MIRA (2018), *Totaal verloren gezonde levensjaren (DALY's) door fijn stof*. <https://www.milieurapport.be/milieuthemas/milieu-gezondheid/dalys/verloren-gezonde-levensjaren-dalys-door-blootstelling-aan-fijn-stof>

⁸ Chronic Obstructive Pulmonary Disease



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.

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 10: 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 adviseert. In tegenstelling tot de Europese regelgeving definieert de WGO geen alarmdrempel en laat ze geen enkele overschrijding toe van het uurgemiddelde van 200 µg/m³, zie onderstaande tabel.

Tabel 11: Advieswaarden voor NO₂ en kritiek niveau voor NO_x (WGO 2000 en 2005)

Polluent	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
NO ₂	Advieswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 uur	200 µg/m ³
		Jaar	40 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 12: Regelgeving voor PM₁₀ (richtlijn 2008/50/EG en WGO 2005)

	Onderwerp	Middelingstijd	Doelstelling
EU-richtlijn 2008/50/EG*	Grenswaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid	1 dag	50 µg/m ³ ; max. 35 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	40 µg/m ³
WGO	Advieswaarden	1 dag	50 µg/m ³ ; max. 3 overschrijdingen per jaar
		1 jaar	20 µg/m ³

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

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

Vlaamse streefwaarde inzake vermindering van de blootstelling ten opzichte van de GBI in 2010	GGBI	15,7 µg/m ³	2020
Blootstellingsconcentratieverplichting	GBI	20 µg/m ³	2015

De WGO nam in haar *Air quality guidelines* van 2005 advieswaarden voor PM_{2,5} op.

Tabel 14: Advieswaarden voor PM_{2,5} (WGO 2005)

WGO-advieswaarden (WGO 2005)	Middelingstijd	Doelstelling
Advieswaarde	Jaar Dag	10 µg/m ³ 25 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 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 milieoverslagen vormen de basis van de emissie-inventaris industrie

De bedrijven uit de industrie- en energiesector zijn jaarlijks verplicht om hun emissiegegevens te verstrekken. Voor (kleinere) bedrijven die onder bepaalde drempelwaarden uitstoten, gebeuren collectieve bijstellingen.

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, de natuur en het landgebruik.

De emissie-inventaris voert zelf geen emissiemetingen uit

De emissies van de verschillende sectoren 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.

Pollutierozen

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



Wanneer de pollutierozen vrij rond zijn van vorm, wijst dit op een dominante invloed van de achtergrondconcentraties. Uit dergelijke pollutierozen zijn moeilijk de lokale invloeden af te leiden.

ATMO-Street model

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

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

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

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

IFDM berekent de impact van de uitstoot van punt- en lijnbronnen op de luchtkwaliteit in de onmiddellijke omgeving van die puntbronnen (bv. een fabrieksschouw) of lijnbronnen (bv. uitstoot van het verkeer op een weg of een deel van een weg). Het IFDM-model gebruikt ook meteorologische gegevens. Zo beïnvloeden de windsnelheid en windrichting de verspreiding van de luchtvervuiling. Ook de temperatuur heeft een effect op de snelheid waarmee stoffen chemisch veranderen in de atmosfeer, zoals dit het geval is bij stikstofdioxide en ozon. IFDM-berekeningen gebeuren voor meer dan 600.000 punten in gans België. 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. Het IFDM dispersiemodel is echter een 'open street' model en houdt geen rekening met obstakels zoals bomen, geluidsschermen, gesloten huizenrijen... Hierdoor onderschat RIO-IFDM de concentraties in street canyons. In deze smalle straten is de natuurlijke ventilatie beperkt waardoor de luchtvervuiling zich opstapelt.

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

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



- Met tijdelijke verkeerssituaties (bv. omleidingen of files) wordt geen rekening gehouden.
- De impact van nieuwe verkeerssituaties (nieuwe wegen, mobiliteitsplannen in uitvoering,...) zijn niet onmiddellijk zichtbaar omdat er gewerkt wordt met emissiedata van het jaar ervoor.
- Het herhaaldelijk opwaaien van stof door het verkeer en het effect van de aanwezigheid van groen (zoals bomen in een straat) worden niet in rekening gebracht.
- De lokale vervuiling die veroorzaakt wordt door onder andere houtkachels, open haarden en grote veeteeltbedrijven is niet zichtbaar op de kaarten. De vervuiling van deze bronnen wordt wel mee opgenomen in de ‘achtergrondconcentratie’ (met een lagere ruimtelijke resolutie van 4x4 km²).

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.



