



Informing you on ambient air quality
in the Belgian Regions

Validatie luchtkwaliteitsmodel ATMO-Street (Vlaanderen) voor NO₂ in 2019



Vlaanderen
is milieu



BRUXELLES ENVIRONNEMENT
LEEFMILIEU BRUSSEL
- I D G E - B I M -



VLAAMSE
MILIEUMAATSCHAPPIJ

Inhoudstabel

1	Inleiding	4
2	Methode	4
2.1	Modellen	4
2.2	Metingen	7
2.3	Validatie	11
3	Validatie ATMO-Street 2019 Vlaanderen	12
3.1	Validatie ATMO-Street 2019 met en zonder streetcanyon effecten	13
3.2	Validatie Gent ATMO-Street 2017	14
4	Europese Model performantiestandaarden	15
5.	Conclusie	18
6	Referenties	19
7	ANNEX	20
7.1	Ruimtelijke validatie RIO-IFDM NO ₂ 2014 met de onafhankelijke telemetrische stations	20
7.2	Ruimtelijke validatie RIO-IFDM NO ₂ 2016 met de onafhankelijke telemetrische stations	21
7.3	Ruimtelijke validatie RIO-IFDM NO ₂ 2017 met de onafhankelijke telemetrische stations	22
7.4	Validatie ATMO-Street 2019 met enkel telemetrische stations en deze met enkel passieve sampler metingen	23
7.6	Validatie 2019 met alle passieve samplers in Gent en validatie met alle passieve samplers in Antwerpen	25
7.7	Validatie 2019 RIO-IFDM (telemetrische stations en passieve samplers)	27

Lijst met figuren

Figuur 1: Schematische voorstelling van het RIO-IFDM-OSPM luchtkwaliteitsmodel	5
Figuur 2: Jaargemiddelde NO ₂ -concentraties ATMOSTreet België 2019	7
Figuur 3 :Locaties van de vaste onafhankelijke telemetrische metingen voor validatie 2019	8
Figuur 4 : locaties van passieve sampler metingen in de stad Gent (links) en Antwerpen (rechts) 2019	10
Figuur 5 : Ruimtelijke validatie ATMO-Street NO ₂ jaargemiddelden 2019 (alle beschikbare onafhankelijke metingen Vlaanderen).	12
Figuur 6: Ruimtelijke validatie ATMO-Street NO ₂ jaargemiddelden 2019: links de stations zonder streetcanyon effecten, rechts enkel stations met streetcanyon effect	14
Figuur 7 : Ruimtelijke validatie met de actuele ATMO-Street modelversie (v62) NO ₂ jaargemiddelden 2017 in Gent links en de ruimtelijke validatie van de vroegere ATMO-Street modelversie(v564) 2017 in Gent rechts.	14
Figuur 8: DELTATOOL Model Quality Indicator en scatterplot NO ₂ jaargemiddelde (modelwaarden versus onafhankelijke metingen) Vlaanderen ATMO-Street 2019	16
Figuur 9: DELTATOOL: Samenvattende statistieken NO ₂ jaargemiddelde (modelwaarden versus onafhankelijke metingen) Vlaanderen ATMO-Street 2019	17

Lijst met tabellen

Tabel 1: Stations- en gebiedstype van de gebruikte onafhankelijke data van de vaste telemetrische meetstations voor de validatie 2019	8
Tabel 2 : Gebruikte metingen van de passieve sampler campagne van Gent, Antwerpen en Houthalen-Helchteren voor de validatie	9
Tabel 3: Overzicht ruimtelijke validatiestatistieken (onafhankelijke telemetrische meestations en passieve samplers Antwerpen en Gent) in Vlaanderen ATMO-Street in 2019 en 2017 , RIO-IFDM (telemetrische onafhankelijke stations) 2016 en 2014 voor België	13

1 Inleiding

Recente studies tonen aan dat lage NO₂-concentraties een grotere impact hebben op de gezondheid dan eerder gedacht³⁴. Tot op heden worden de gezondheidseffecten van NO₂ berekend vanaf jaargemiddelde concentraties hoger dan 20 µg/m³. Uit recente studies¹ blijkt dat deze 'drempelconcentratie' (C₀) vermoedelijk te hoog is. Volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) zijn er, op basis van nieuwe studies, aanwijzingen dat de drempelconcentratie van 20 µg/m³ te conservatief werd ingeschat². Voor België heeft dit een grote impact want het is net als een aantal andere regio's in NW-Europa een hotspot voor NO₂.

Om de bevolkingsblootstelling te kunnen berekenen en dus de impact van NO₂ op de gezondheid te kunnen inschatten is er, naast de informatie over NO₂ metingen ook **ruimtelijke informatie vereist**. Met **luchtkwaliteitsmodellen** kunnen de concentraties in België berekend worden op plaatsen waar niet gemeten wordt. Met luchtkwaliteitsmodellen kan de de luchtvervuiling dus ook ruimtelijk beoordeeld worden.

De kwaliteit van een luchtkwaliteitsmodel wordt nagegaan door middel van een modelvalidatie. In deze studie worden onafhankelijke metingen (dit zijn metingen die niet in het luchtkwaliteitsmodel gebruikt worden) vergeleken met de modelresultaten. Op basis van de statistische indicatoren die uit deze vergelijking worden afgeleid kan men dan oordelen hoe performant het model is.

Op Europees niveau worden via FAIRMODE³ en de CEN werkgroep (CENTC264/WG43⁴) kwaliteitscriteria vastgelegd voor luchtkwaliteitsmodellen. Hierbij worden een aantal statistische indicatoren berekend waarbij rekening gehouden wordt met meet- en modelonzekerheden.

2 Methode

De bedoeling van deze studie is om via onafhankelijke beschikbare meetdata van NO₂ in België de hoge resolutie luchtkwaliteitsmodellen te valideren.

2.1 Modellen

Het RIO-IFDM model is een combinatie van de **RIO-interpolatietechniek** met het IFDM-model. IFDM (Immision Frequency Distribution Model) is een 'bi-gaussiaans' pluimmodel dat vertrekt van emissiebronnen en aan de hand van meteorologische parameters de verspreiding van niet-reactieve polluenten modelleert. Dankzij een vereenvoudigde module voor de berekening van de ozonchemie, zijn ook resultaten voor NO₂ en O₃ mogelijk. In het IFDM-model worden de emissies van wegverkeer op alle belangrijke snel- en gewestwegen, scheepvaart en industriële puntbronnen gebruikt om concentraties op receptorpunten te berekenen. Deze kunnen dan geïnterpoleerd worden op een hogere resolutie (vb. 10x10 m²). De emissies die niet worden meegenomen in het IFDM-model (bv. van landbouw, huishoudens) worden wel in rekening gebracht via de koppeling met RIO dat als achtergrond wordt gebruikt. De RIO-kaarten (4x4 km²) worden aangemaakt d.m.v. een interpolatietechniek die gebaseerd is op landgebruik en uurlijkse metingen. Het RIO-IFDM model

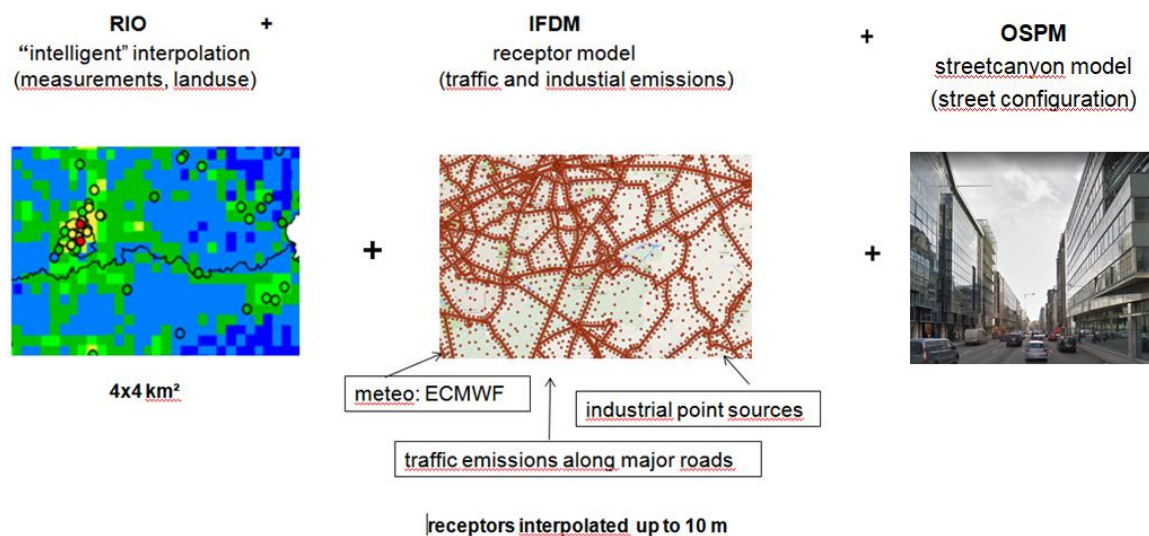
¹ European Environment Agency, Air quality in Europe, 2017 report

² Héroux et al, 2015, Quantifying the health impacts of ambient air pollutants: recommendations of a WHO/Europe project.

³ <http://fairmode.jrc.ec.europa.eu/>

⁴ Werkgroep van de Europese standaardisatieorganisatie

berekent concentraties voor de pollutanten PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, NO₂ en zwarte koolstof (BC of black carbon). Om dubbeltelling van emissies door het wegverkeer, scheepvaart en de industrie te vermijden wordt een dubbeltellingscorrectie toegepast. In deze validatiestudie ligt de focus op NO₂. Voor de gebruikte **RIO-IFDM** luchtkwaliteitsmodelketen worden de beste resultaten verwacht voor de zogenaamde ‘open street locaties’. Dit zijn locaties zonder bebouwing of obstakels in de onmiddellijke omgeving. Voor specifieke locaties, de zogeheten ‘street canyons’ (stedelijke locaties met veel aaneengesloten bebouwing) wordt het OSPM-model aan de RIO-IFDM keten gekoppeld. Op die manier kan met de **RIO-IFDM-OSPM** modelketen, ook het **ATMO-Street model** genoemd, het effect van een slechtere ventilatie in zogenaamde “street canyons” op de NO₂-concentraties worden ingeschat.



Figuur 1: Schematische voorstelling van het RIO-IFDM-OSPM luchtkwaliteitsmodel

De meteorologische gegevens, verkeersemissies, industriële emissies en de RIO-achtergrondconcentratiekaart zijn belangrijke inputgegevens voor het RIO-IFDM model. De gebruikte inputgegevens in deze versie worden hieronder kort toegelicht.

- Meteorologische gegevens: data-geassimileerde uurlijkse gevalideerde ECMWF data, gegevens van het jaar 2019. Voor de data-assimilatie worden ook de telemetrische meteorologische data uit de luchtmeetnetten en de data van het synoptische netwerk van het KMI gebruikt. De ruimtelijke resolutie is 1x1 km².
- Verkeersemissies (lijnbronnen): jaarlijkse emissietotalen worden ruimtelijk gespreid en via tijdsfactoren herleid naar uurlijkse gegevens (FastRace 2.0, emissies 2018, verkeersnetwerk afkomstig van dMOW). Voor de stad Gent worden bottom-up gegevens ingeplugd uit het stedelijk verkeersmodel.
- Industriële emissies (puntbronnen): voor Vlaanderen worden de EMAP⁵-emissiegegevens gebruikt.
- Scheepvaartemissies (lijnbronnen) (EMMOSS v3.1-model gebruikt, emissies 2018).

⁵ <https://emap.marvin.vito.be/faces/index.jsp>

- RIO: de versie v5.0_2020 wordt gebruikt. In 2020 werd RIO aangepast. De configuratie v2020 werd gebruikt voor ATMO-Street 2019 (trendfuncties 2014-2017, Corine Land Cover clc06e en met extra meetstations).
- De gebruikte modelversie van ATMO-Street is de versie 62.

De RIO-IFDM koppeling is ontwikkeld in samenwerking met de VITO in het kader van het ATMOSYS Life-project. Uitgebreide informatie voor wat betreft de wetenschappelijke achtergrond en de technische aspecten van de gebruikte modellen is te vinden in de volgende documenten:

- Validatie luchtkwaliteitsmodel ATMOSStreet (v564) voor NO₂ in 2017⁶ IRCEL)
- Validatie luchtkwaliteitsmodel RIO-IFDM en eerste validatieresultaten voor RIO-IFDM-OSPM voor NO₂ 2016 (IRCEL) ⁷
- Validatie luchtkwaliteitsmodel RIO-IFDM voor NO₂ 2014 (IRCEL) ⁸
- Validatie RIO-IFDM-OSPM Atmosyscampagne 2011-2012, (VITO) ⁹
- Evaluation of the RIO-IFDM-street canyon model chain (VITO) ¹⁰
- RIO-IFDM (Lefebvre et al., 2013)¹¹
- RIO (Janssen et al, 2008)¹²
- IFDM (Model Document System)¹³.

De koppeling van het RIO-IFDM model met het streetcanyonmodel OSPM is gedocumenteerd in het Eindrapport Kenniscentrum Luchtkwaliteitsmodellering, (VITO, Referentietaken 2016 in opdracht van VMM). Het OSPM model vult het RIO-IFDM model aan door de effecten op de luchtkwaliteit in streetcanyons mee te nemen. De koppeling RIO-IFDM-OSPM wordt ook het ATMO-Street model genoemd en in dit model wordt eerst een selectie van de straten gemaakt die als 'street canyon' geclassificeerd worden. Voor deze gebieden of plaatsen worden dan op basis van o.a. de gebouwenconfiguratie, straatbreedte en -hoogte, de NO₂-concentraties berekend.

⁶ <https://www.irceline.be/nl/documentatie/modellen/validatie/validatierapport-atmo-street-vlaanderen-no2-2017/>

⁷ <http://www.ircel.be/nl/documentatie/modellen/validatie/validatie-rio-ifdm-ospm-no2-2016/>

⁸ www.ircel.be/en/documentation/models/validatierapport-rio-ifdm-no2/

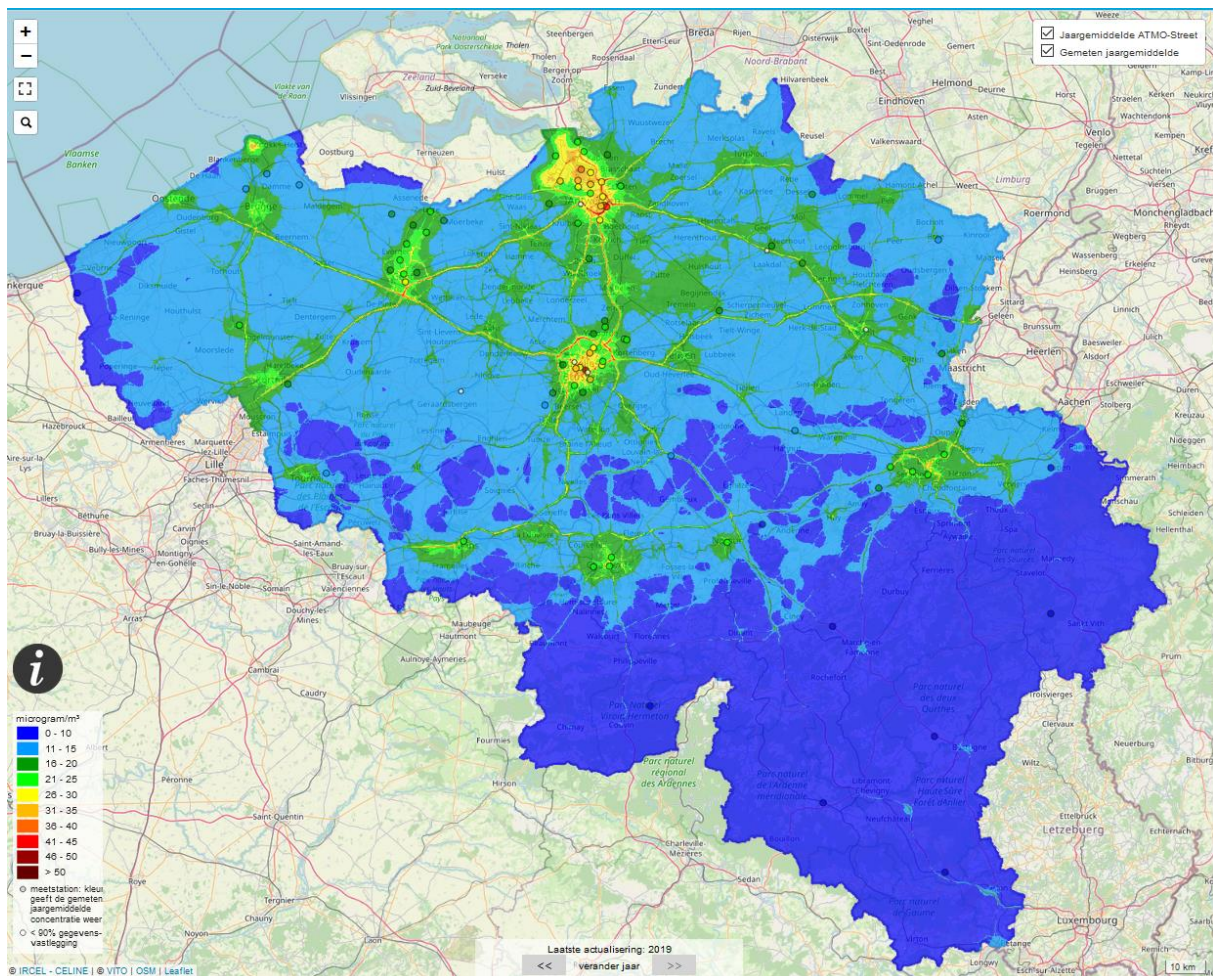
⁹ Rapport activiteiten 2016 Referentietaken 12: Kenniscentrum Luchtkwaliteitsmodellering, maart 2017

¹⁰ Lefebvre W., Van Poppel M., Maiheu B., Janssen S., Dons E., 2013

¹¹ http://www.atmosys.eu/faces/doc/ATMOSYS_Deliverable_10_IFDM_Model_Validation.pdf

¹² <http://www.ircel.be/en/documentation/publications/scientific-journals>

¹³ http://acm.eionet.europa.eu/databases/MDS/index_html



Figuur 2: Jaargemiddelde NO₂-concentraties ATMOStreet België 2019

2.2 Metingen

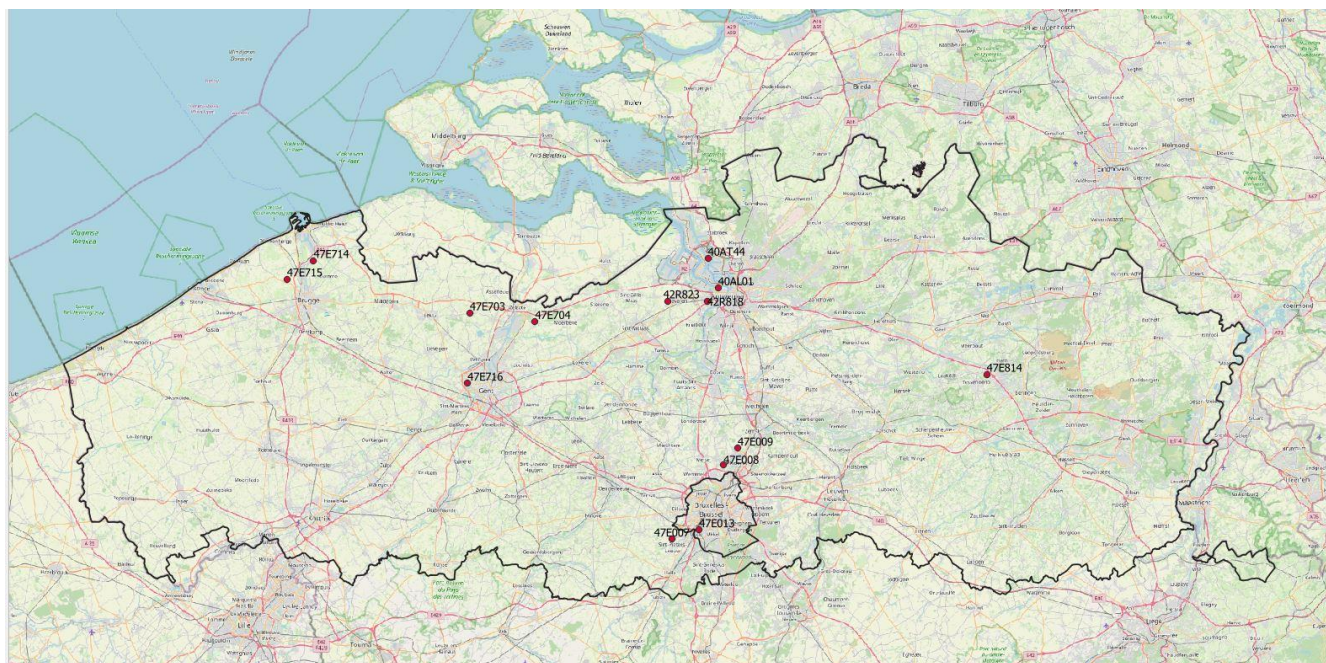
Met onafhankelijke metingen wordt bedoeld dat de metingen niet gebruikt worden in het RIO interpolatiemodel waarvan de resultaten gebruikt worden als achtergrondconcentraties door het ATMO-Street model. Er worden **onafhankelijke telemetrische** monitoringsstations (uurlijkse meetdata) van het **vaste meetnet** gebruikt. In Vlaanderen zijn er ook metingen van de **passieve samplers** campagnes (twee wekelijkse meetdata) in **Gent en Antwerpen voor 2019** beschikbaar.

De passieve sampler in Antwerpen aan de tunnel AT38 wordt à priori niet meegenomen in de modelvalidatie, gezien we de gemodelleerde concentratie op deze specifieke plaats, namelijk een tunnelmond, als een outlier beschouwen. Het is gekend dat effecten van een tunnel niet volledig in het model vervat zitten. De concentraties aan de tunnelmonden worden zeer hoog ingeschat door het model: emissies worden aan beide uitgangen toegekend, zonder bv. rekening te houden met mechanische ventilatie. Er werden twee bijkomende meetpunten HH06 en HH07 in Houthalen-Helchteren geplaatst omdat hier tijdens de CurieuzeNeuzencampagne in de maand mei van 2018 de hoogste waarden genoteerd werden.

Door het gebruik van de nieuwe RIO versie in de ATMOStreet modelketen worden meer beschikbare metingen in het RIO-model gebruikt. Bijgevolg is het aantal onafhankelijke telemetrische metingen beperkter in vergelijking met de vorige jaren.

Tabel 1: Stations- en gebiedstype van de gebruikte onafhankelijke data van de vaste telemetrische meetstations voor de validatie 2019

2017	stationstype	gebiedstype
40AL01	industrieel	voorstedelijke
40AT44	achtergrond	stedelijk
42R818	industrieel	voorstedelijke
42R823	achtergrond	voorstedelijke
47E007	industrieel	ruraal
47E008	industrieel	ruraal
47E009	industrieel	ruraal
47E013	industrieel	voorstedelijke
47E703	industrieel	ruraal
47E704	industrieel	ruraal
47E714	industrieel	ruraal
47E715	industrieel	ruraal
47E716	industrieel	voorstedelijke
47E814	industrieel	ruraal



Figuur 3 :Locaties van de vaste onafhankelijke telemetrische metingen voor validatie 2019

Tabel 2 : Gebruikte metingen van de passieve sampler campagne van Gent, Antwerpen en Houthalen-Helchteren voor de validatie

Antwerpen	Galgenweellaan	AL08
Antwerpen	Amerikalei	AT20
Antwerpen	Desguinlei	AT29
Antwerpen	Lombardenvest	AT37
Antwerpen	Tunnelplaats	AT38
Antwerpen	Turnhoutsebaan	AT39
Antwerpen	Rubenslei	AT40
Antwerpen	Paradeplein	AT41
Antwerpen	Floralienlaan	AT42
Antwerpen	Viaduct-Dam	AT43
Antwerpen	Lange Beeldekensstraat	AT45
Antwerpen	Pothoekstraat	AT46
Antwerpen	Osystraat	AT47
Antwerpen	Haantjeslei	AT48
Antwerpen	Abdijstraat	AT49
Borgerhout (Antwerpen)	Sergeyselsstraat	BT03
Borgerhout (Antwerpen)	Karel De Preterlei	BT04
Deurne (Antwerpen)	Rivierenhof / Parkweg_	DU05
Deurne (Antwerpen)	Herentalsebaan 146	DU06

Gent	Martelaarslaan	GN36
Gent	Palinghuizen	GN37
Gent	Dok-Zuid	GN38
Gent	Rooigemlaan	GN39
Gent	Keizervest	GN40
Gent	Nieuwewandeling	GN41
Gent	Coupure	GN42
Gent	Clarissenstraat	GN43
Gent	Tweebruggenstraat	GN44
Gent	Rodetorenkaai	GN45
Gent	Begijnhoflaan	GN46
Gent	Kortrijksepoortstraat	GN47
Gent	Coupure	GN48
Gent	Phoenixstraat	GN49
Gent	Keizer Karelstraat	GN50
Gent	Tolhuislaan	GN51
Gent	Lammerstraat	GN52
Gent	Hoogstraat	GN53
Gent	Recollettenlei	GN54
Gent	Kraanlei	GN55

Houthalen Helchteren	Grote Baan	HH06
Houthalen Helchteren	Grote Baan	HH07



Figuur 4 : locaties van passieve sampler metingen in de stad Gent (links) en Antwerpen (rechts) 2019

2.3 Validatie

In deze studie worden zowel de metingen van een aantal onafhankelijke telemetrische stations als metingen met passieve samplers (Gent, Antwerpen, Houthalen-Helchteren) gebruikt voor de validatie. Deze metingen van de telemetrische stations worden niet gebruikt in ATMOSstreet model en zijn dus onafhankelijke metingen. De metingen met passieve samplers zijn sowieso onafhankelijk.

De ruimtelijke validatie is de validatie van de modelwaarden die uitgemiddeld zijn over de volledige duur van de campagne per meetstation. Deze validatie geeft weer hoe goed het model de ruimtelijke variabiliteit van de concentraties over de volledige meetperiode kan inschatten.

Een zeer beknopte beschrijving van de gebruikte statistische indicatoren die afgeleid worden uit de vergelijking van de gemodelleerde versus de gemeten concentraties volgt hieronder. De formules van deze indicatoren en bijkomende informatie over de gebruikte statistieken kan o.a. gevonden worden in 'A procedure for air quality models benchmarking' (Thunis P. et al, 2010).

Voor de ruimtelijke validatie wordt een orthogonale regressie toegepast tussen de gemeten en gemodelleerde waarden. Dit omdat er zowel op de meting als op het modelresultaten onzekerheden zijn. Deze orthogonale regressierechte geeft een visueel inzicht in de modelperformantie.

De gebruikte statistische indicatoren:

- **Pearsons Correlatie Coëfficiënt (R)**

Een statistiek die informatie geeft over de lineaire correlatie tussen de metingen en de modelwaarden. Hoe meer deze naar 1 gaat hoe meer de puntenkoppels (model (M)- meting (O)) positief gecorreleerd zijn of anders gezegd hoe meer zij op een rechte lijn liggen met een positieve helling met richtingscoëfficiënt 1. Indien deze statistiek nul is wil dit zeggen dat er geen correlatie is tussen meting en modelwaarde.

$$R = \frac{\sum_{i=1}^N (M_i - \overline{M}) \cdot (O_i - \overline{O})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (M_i - \overline{M})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N (O_i - \overline{O})^2}}$$

- **Root Mean Square Error ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (RMSE)**

Een maat voor de afwijking tussen de gemodelleerde en de gemeten waarde. Hoe meer deze statistiek naar nul gaat, hoe beter het model in het algemeen presteert. Deze statistiek kan sterk beïnvloed worden door uitschieters.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (M_i - O_i)^2}$$

- **Mean Bias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (MB)**

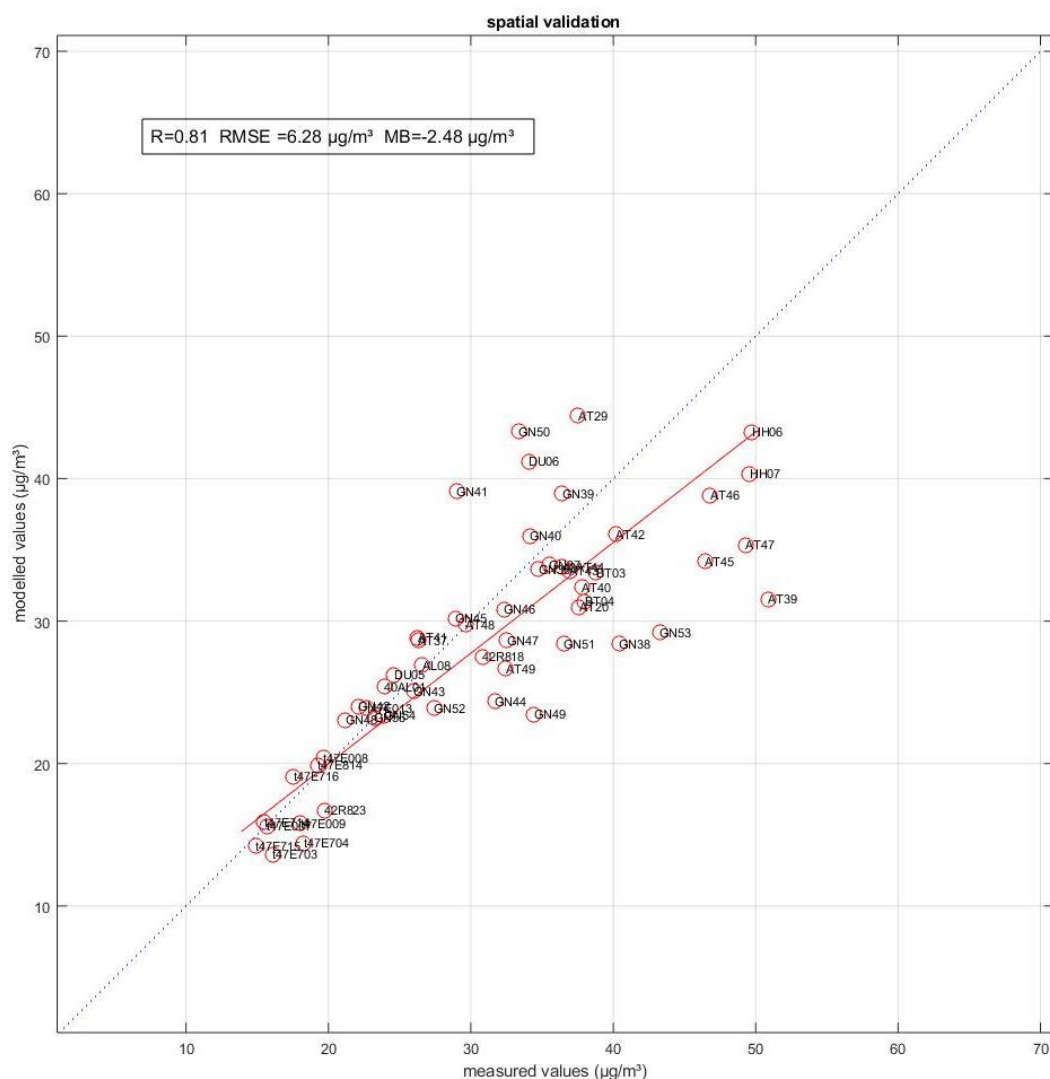
Deze statistiek geeft de mate van algemene over- of onderschatting van het model ten opzichte van de metingen weer.

$$MBias = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (M_i - O_i)$$

Samenvattend kan gesteld worden dat hoe meer de orthogonale regressierechte samenvalt met de bissectrice in de grafiek met als Y-as de gemodelleerde concentraties en als X-as de gemeten concentraties, hoe performanter het model. Een model presteert beter naarmate R meer naar 1 gaat en naarmate de MB en de RMSE meer naar nul gaan.

3 Validatie ATMO-Street 2019 Vlaanderen

Onderstaande validatie betreft alle beschikbare onafhankelijke meetgegevens voor NO₂ voor 2019 met de ATMO-Street modelresultaten. Uit de validatiestatistieken ($R=0.81$, $RMSE=6.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $MB=-2.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, zie Figuur 5) blijkt dat de gemiddelde afwijking tussen model- en meetwaarde voor het jaar 2019 $6.28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedraagt. Er is een algemene onderschatting van het model van $-2.48 \mu\text{g}/\text{m}^3$ t.o.v. de metingen.



Figuur 5 : Ruimtelijke validatie ATMO-Street NO₂ jaargemiddelden 2019 (alle beschikbare onafhankelijke metingen Vlaanderen).

Tabel 3: Overzicht ruimtelijke validatiestatistieken (onafhankelijke telemetrische meestations en passieve samplers Antwerpen en Gent) in Vlaanderen ATMO-Street in 2019 en 2017, RIO-IFDM (telemetrische onafhankelijke stations) 2016 en 2014 voor België

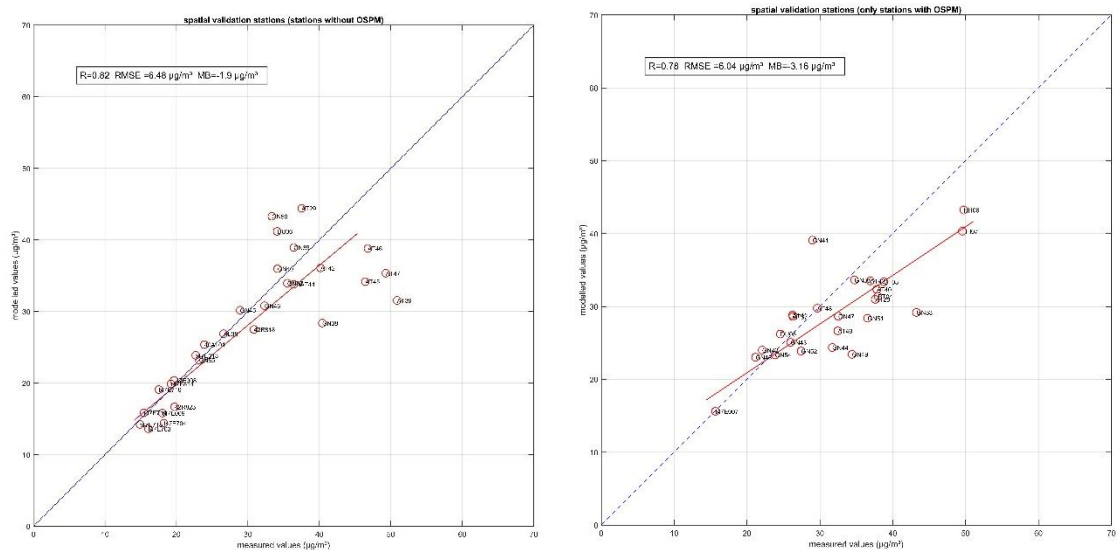
Ruimtelijke validatie onafhankelijke stations	R	RMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MB ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2019 ATMOSTreet (Vlaanderen) v62	0.81	6.28	-2.48
2017 ATMOSTreet (Vlaanderen) v564	0.78	7.82	-0.7
2019 RIO-IFDM(België)	0.67	9.01	-5.33
2017 RIO-IFDM(België) (enkel telemetrische stations)	0.89	3.8	-0.85
2016 RIO-IFDM(België) (enkel telemetrische stations)	0.91	3.63	-1.95
2014 RIO-IFDM(België) (enkel telemetrische stations)	0.95	3.68	- 0.91

Uit figuur 5 blijkt dat de algemene modelonderschatting vooral bepaald wordt door de modelwaarden van de passieve sampler steden campagne in Gent en Antwerpen. Als we enkel de telemetrische stations bekijken, bekomen we een lagere algemene modelafwijking (zie bijlage 7.4). In het ATMOSTreet model wordt de nieuwe versie 5.0_v2020 van RIO gebruikt. Deze versie is geactualiseerd en gebruikt nu meer telemetrische stations. In die zin is het aantal telemetrische stations (14) beschikbaar om te valideren in 2019 meer dan gehalveerd t.o.v. de validatie 2017 voor Vlaanderen. Er is eveneens geen onafhankelijk telemetrisch verkeersstation beschikbaar. Een reden voor de onderschatting van ATMO-Street is o.a. het feit dat de nieuwe RIO versie de concentraties in stedelijk gebied meer onderschat. Gezien we voor Gent een lokaal verkeersmodel hanteerden is het aangewezen om naar het verschil van de modelresultaten voor de passieve sampler campagne Gent versus de overige passieve samplers te gaan kijken (bijlage 7.5). Er wordt vastgesteld dat de validatiestatistieken voor Gent verbeteren t.o.v. deze van Antwerpen.

De validatiestatistieken voor 2019 Vlaanderen zijn vergelijkbaar met deze voor de modelresultaten voor 2017. De algemene modelonderschatting is verhoogd.

3.1 Validatie ATMO-Street 2019 met en zonder streetcanyon effecten

In onderstaande figuren vergelijken we de modelresultaten voor de stations met streetcanyon effecten versus de modelresultaten voor stations waar geen streetcanyon effecten in rekening gebracht zijn. We stellen vast dat voor de validatie van de modelresultaten met streetcanyon effecten de algemene modelonderschatting iets groter is. Bij vergelijking tussen de validatie van ATMO-Street 2019 en de validatie RIO-IFDM 2019 voor alle onafhankelijke telemetrische stations en passieve samplers samen (tabel 3 en annex 7.7) is er een sterke verbetering voor wat betreft de algemene modelonderschatting.

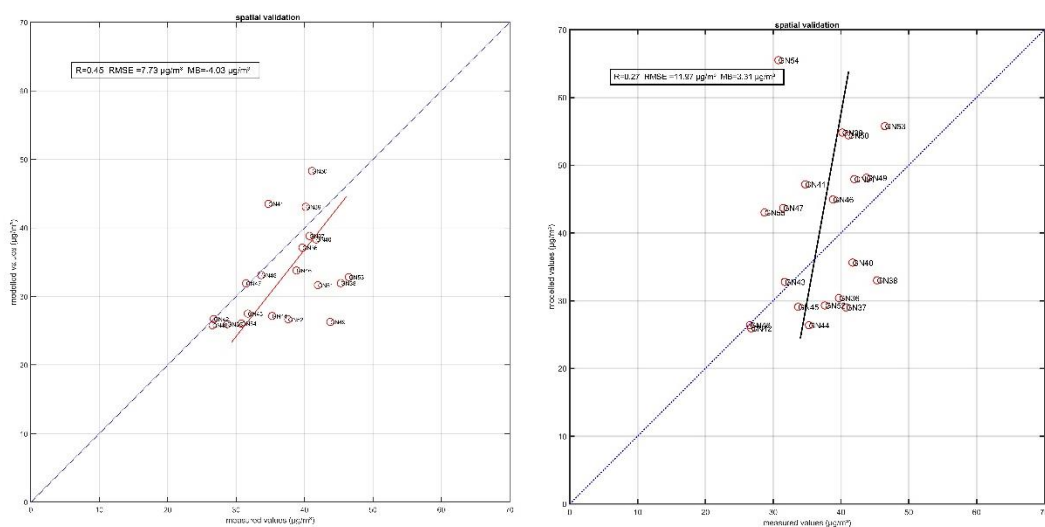


Figuur

Figuur 6: Ruimtelijke validatie ATMO-Street NO₂ jaargemiddelden 2019: links de stations zonder streetcanyon effecten, rechts enkel stations met streetcanyon effect

3.2 Validatie Gent ATMO-Street 2017

Voor Gent is het stedelijk verkeersmodel ingerekend toegepast vanaf 2017. Dit omwille van het feit dat er in Gent een circulatieplan is ingevoerd vanaf april 2017. De eerder gemaakte ATMOStreet validatie voor 2017 bevatte verkeersgegevens van dMOW waarin nog geen rekening werd gehouden met het circulatieplan. In de laatste modelversie (v62) worden vanaf 2017 de data afkomstig van het lokale stedelijke verkeersmodel Gent gebruikt. Op onderstaande figuur zien we links de ATMO-Street 2017 validatie met de actuele modelversie van ATMO-Street (v62), rechts zien we de ATMO-Street 2017 validatie met de vroegere modelversie (v564). De algemene modelafwijking in de actuele versie van ATMO-Street is erg verbeterd door o.a. modeloptimalisatie en verbeterde verkeersdata.



Figuur 7 : Ruimtelijke validatie met de actuele ATMO-Street modelversie (v62) NO₂ jaargemiddelden 2017 in Gent links en de ruimtelijke validatie van de vroegere ATMO-Street modelversie(v564) 2017 in Gent rechts.

4 Europese Model performantiestandaarden

Op Europees niveau is er een beweging aan de gang om kwaliteitscriteria op te stellen voor modelresultaten. Hier wordt enerzijds aan gewerkt in het kader van Fairmode (Europees Forum voor luchtkwaliteitsmodellering). Er is een 'Guidance document on Modelling Quality Objectives and Benchmarking' opgesteld¹⁴. Anderzijds is er een Europese CEN werkgroep TC264/WG43 opgericht om de kwaliteitsvereisten (model quality objectives (MQO)) van luchtkwaliteitsmodellen vast te leggen. In eerste instantie ligt de nadruk op de modellen die gebruikt worden voor de beoordeling van de luchtkwaliteit in het kader van de richtlijn 2008/50/EC. Het werk van Fairmode en van deze CEN werkgroep spoort samen. Er zijn reeds verschillende tools aanwezig om de modelresultaten te testen aan de MQO (o.a. de deltatool ontwikkeld door het Joint Research Centre, Atmosys-deltatool¹⁵).

In het kader van deze studie is het relevant om de ATMO-Street en RIO-IFDM modelresultaten te toetsen aan deze MQO. Deze zijn opgesteld om de kwaliteit voor modelresultaten te testen rond de grenswaarden zoals gedefinieerd in de luchtkwaliteitsrichtlijn, toetsen we de jaargemiddelde concentraties NO₂ gemeten en gemodelleerd.

In wat volgt worden NO₂-jaargemiddelde modelresultaten getoetst aan de tot hiertoe gebruikte MQO voor NO₂-jaargemiddelden. De figuren en de statistieken zijn gemaakt d.m.v. de deltatool 5.6 die ontwikkeld werd door het Joint Research Centre. Deze tool heeft als doel gestandaardiseerde MQO aan te leveren en benchmarking van resultaten te bevorderen.

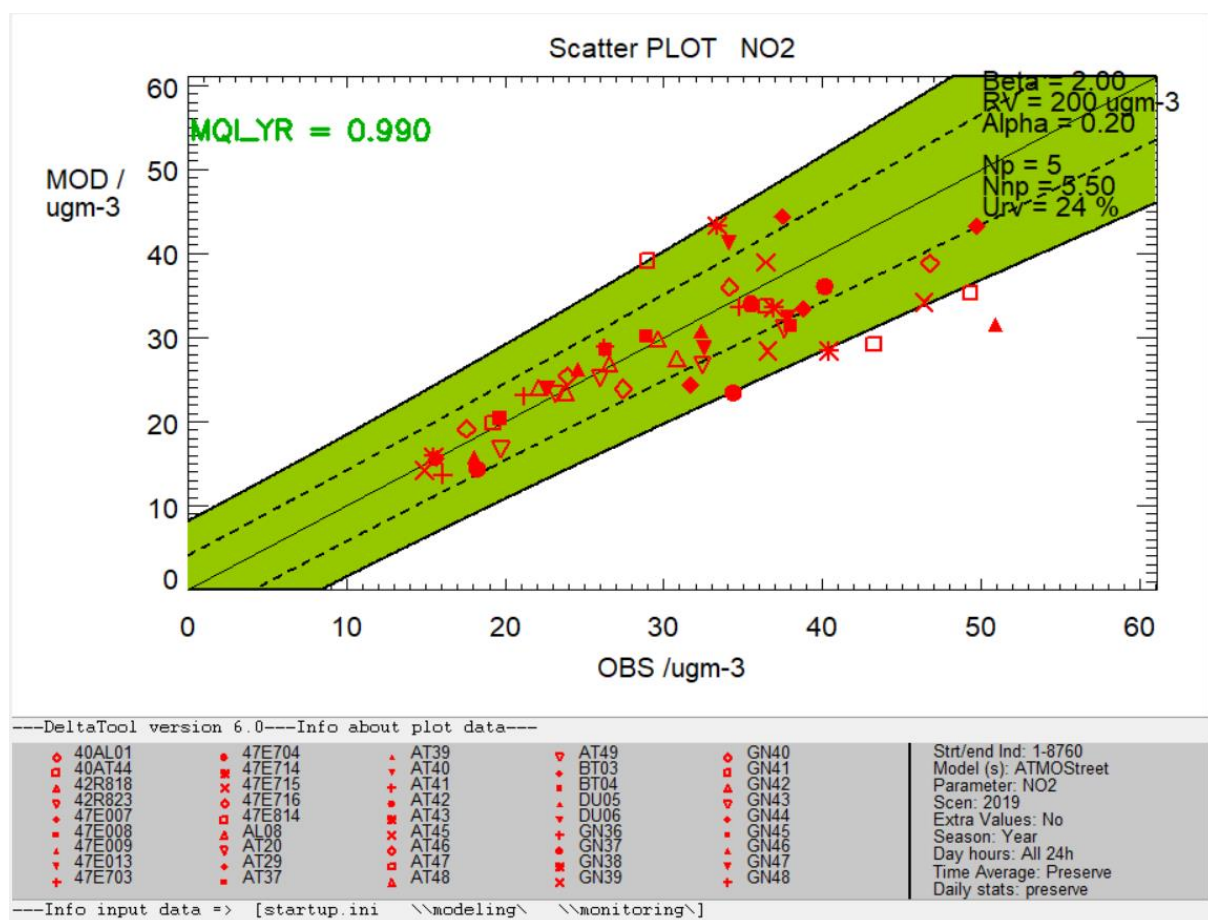
Als de model quality indicator (MQI) < 1 (linksboven op de figuren) betekent dit dat de modelresultaten voldoen aan de kwaliteitscriteria in tenminste 90 % van de beschikbare stations. De groene band op de figuren met de scatterplots (meetwaarden versus modelresultaten) toont de intervallen waartussen de modelresultaten kunnen vallen. Deze zijn afgeleid op basis van meetonzekerheden op jaargemiddelde NO₂-concentraties.

De 'summary statistics' tonen de samenvattende statistieken van deze deltatool. Rechtsboven staat het aantal gebruikte stations vermeld. Een overzicht van de jaargemiddelde NO₂-concentraties van de metingen wordt eerst gegeven met hieronder de temporele validatie (bias) per station. Verder worden de spatiale statistieken getest (R en standaardafwijking) op de afgeleide criteria¹⁶. De criteria zijn voldaan indien er geen rode bol aangegeven wordt voor deze indicatoren.

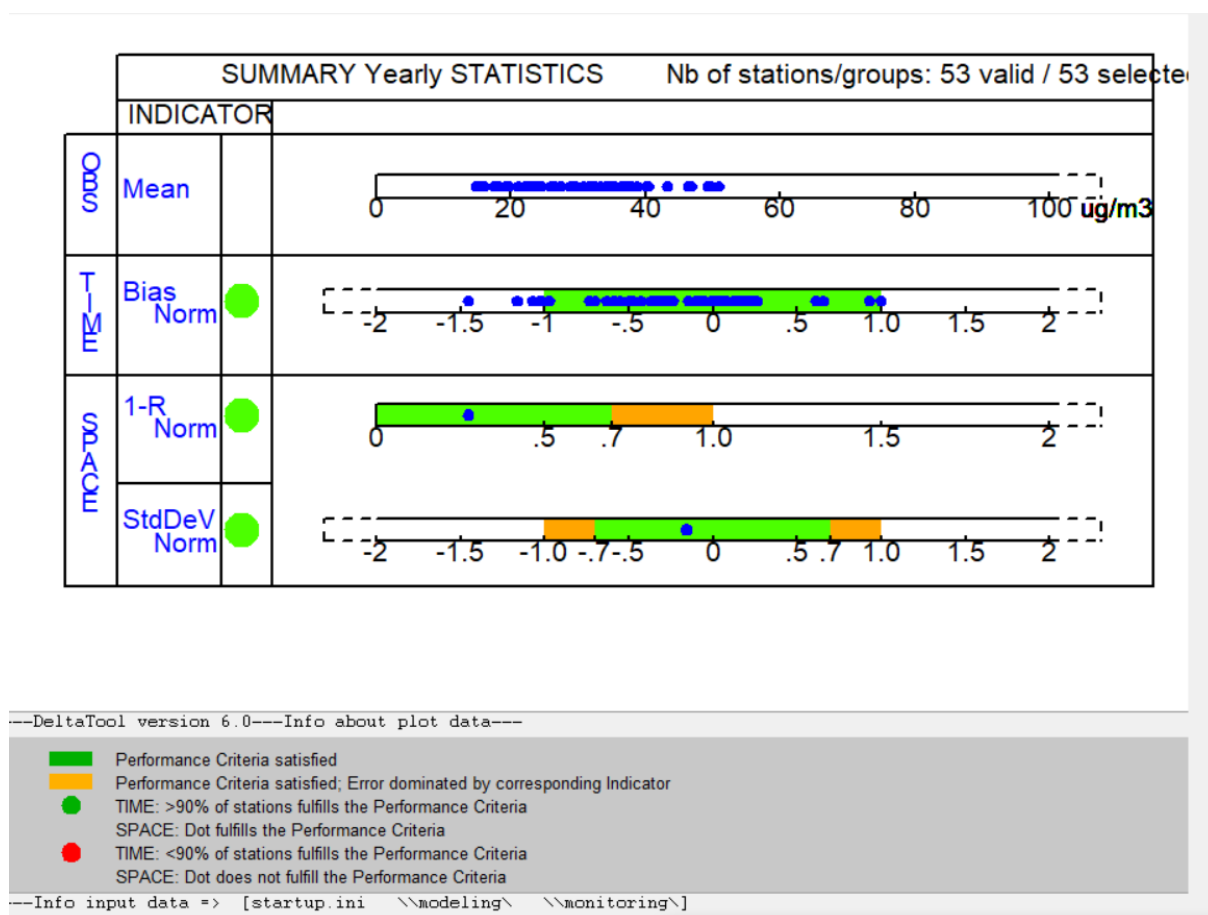
¹⁴ Meer informatie: <http://fairmode.jrc.ec.europa.eu/>

¹⁵ <http://www.atmosys.eu/faces/services-model-evaluation.jsp>

¹⁶ Meer informatie: User's Guide Delta version 5.6 Concepts/User's Guide/Diagram, <http://fairmode.jrc.ec.europa.eu/>



Figuur 8: DELTATOOL Model Quality Indicator en scatterplot NO2 jaargemiddelde (modelwaarden versus onafhankelijke metingen) Vlaanderen ATMO-Street 2019



Figuur 9: DELTATOOL: Samenvattende statistieken NO₂ jaargemiddelde (modelwaarden versus onafhankelijke metingen) Vlaanderen ATMO-Street 2019

Op Figuur 6 wordt vastgesteld dat op basis van alle beschikbare onafhankelijke metingen voor 2019, de Europese kwaliteitscriteria voor luchtkwaliteitsmodellen behaald werden (d.w.z. Model Quality Indicator (MQI)<1)). Dit wil zeggen dat meer dan 90 % van de dataparen (onafhankelijke metingen - modelresultaten) zich in de groene zone van het scatterplot bevinden. Deze groene zone is o.a. bepaald op basis van de meetonzekerheid voor referentiemetingen. Belangrijk hierbij op te merken is dat deze criteria moeilijker te behalen worden naarmate er minder stations beschikbaar zijn om te valideren. Om Figuur 6 en 7 te maken werd de FAIRMODE deltatool gebruikt die de kwaliteitscriteria voor luchtkwaliteitsmodelresultaten test. Deze tool werd ontwikkeld door het Joint Research Centre van Europese Unie. Op basis van deze validatieoefening voldoen de ATMO-Street modelresultaten 2019 aan de Europese modelperformantiecriteriën.

5. Conclusie

Voor 2019 is voor Vlaanderen het ATMO-Street model (= modelketen RIO-IFDM-OSPM) beschikbaar. Dit is een model dat opgezet is om concentraties tot op het niveau van streetcanyons te berekenen.

De ruimtelijke informatie die luchtkwaliteitsmodellen verstrekken zijn belangrijk vanwege de gezondheidsimpact van luchtvervuiling door NO₂. De hoge resolutiekaarten laten immers toe een betere inschatting te maken van de blootstelling van de bevolking.

De modelresultaten worden vergeleken met beschikbare metingen om een inzicht te krijgen in de modelperformantie. Aan de hand van de beschikbare onafhankelijke metingen worden deze modelresultaten gevalideerd. De modelresultaten worden ook getoetst aan de huidige Europese kwaliteitscriteria voor luchtkwaliteitsmodellen.

- De validatiestatistieken voor de **NO₂-jaargemiddelde concentraties voor Vlaanderen voor 2019 berekend met ATMO-Street** zijn vergelijkbaar met deze van 2017. Een algemene onderschatting van -6.28 µg/m³ t.o.v. de metingen wordt vastgesteld. Op basis van alle beschikbare onafhankelijke metingen in 2019 (de telemetrische metingen en de passieve samplers in Gent en Antwerpen) **voldoen deze modelresultaten aan de Europese kwaliteitscriteria voor luchtkwaliteitsmodellen**. Deze criteria zijn moeilijker te behalen indien het aantal onafhankelijke stations om mee te valideren vermindert. Het aantal stations om te valideren in vergelijking met vorige validaties is gehalveerd doordat ze zijn opgenomen in de nieuwe RIO versie gebruikt in ATMO-Street.
- De actuele ATMO-Street modelversie onderschat in het algemeen iets meer de concentraties in streetcanyons. Voor de stad Gent wordt een sterke verbetering vastgesteld van de algemene modelafwijking met de actuele versie van ATMO-Street voor het jaar 2017 in vergelijking met de vorige validatie voor 2017. Dit komt door de toepassing van het stedelijke verkeersmodel Gent en de geoptimaliseerde ATMO-Street modelversie. Om dezelfde reden zien we ook een verbetering van de validatiestatistieken voor de passieve samplers in vergelijking met de validatie in Antwerpen.

6 Referenties

Berghmans P., VITO. (2014). NO₂-meetcampagne d.m.v. passieve samplers (19 december 2013-11 juni 2014). VMM-IRCEL.

European Environment Agency. (2017). Air Quality in Europe - 2017.

Janssen S, Dumont G, Fierens F, Mensink C. (2008). Janssen S, Dumont G, Fierens F, Mensink C. Spatial interpolation of air pollution measurements using CORINE land cover data. Atmos Environ2008;42:4884-903. Atmos Environ2008;42:4884-903.

Lefebvre W., Van Poppel M., B. Maiheu, S.Janssen, E. Dons. (2013). Evaluation of the RIO-IFDM-street canyon model chain. Atmospheric Environment 77 (325-337).

Lefebvre W., VITO. (2013). Validation of the IFDM-model for use in urban applications.

Maiheu B., Veldeman N., Viaene P., De Ridder K., Lauwaet D., Smeets N., Deutsch F. & Janssen S., uitgevoerd in opdracht van MIRA, MIRA/2013/01, Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek. (2013). Bepaling van de best beschikbare grootschalige concentratiekaarten luchtkwaliteit voor België.

Raaschou-Nielsen. (2012). Traffic air pollution and mortality from cardiovascular disease and all causes: a Danish cohort study.

Thunis P., Georgieva E., Galmarini S., Joint Research Centre. (2010). A procedure for Air Quality Models Benchmarking. ISPRA.

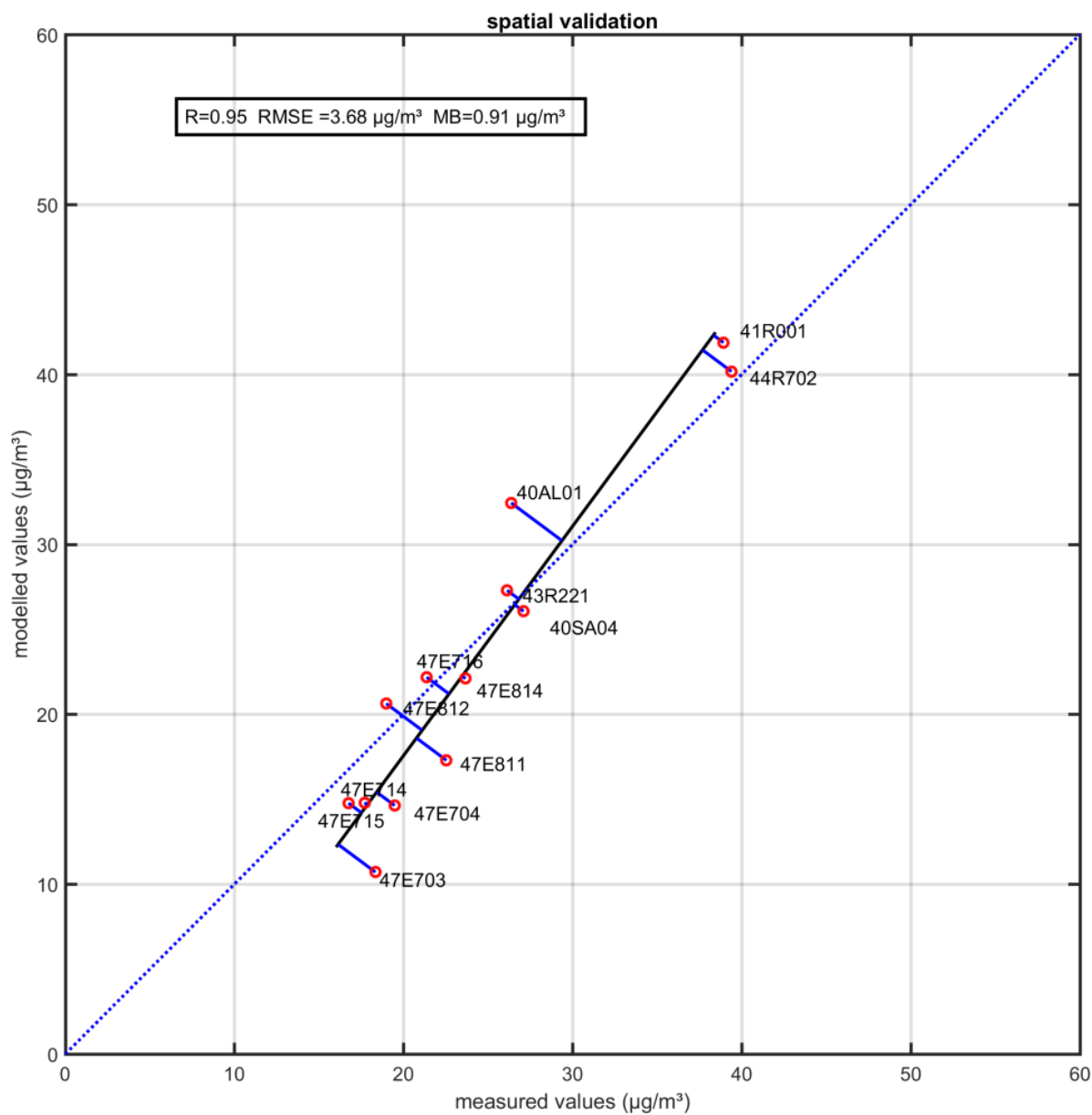
VMM. (2013). Life+ ATMOSYS: NO₂-stedencampagne.

WHO. (2013b). Health risks of air pollution in Europe- HRAPIE project.

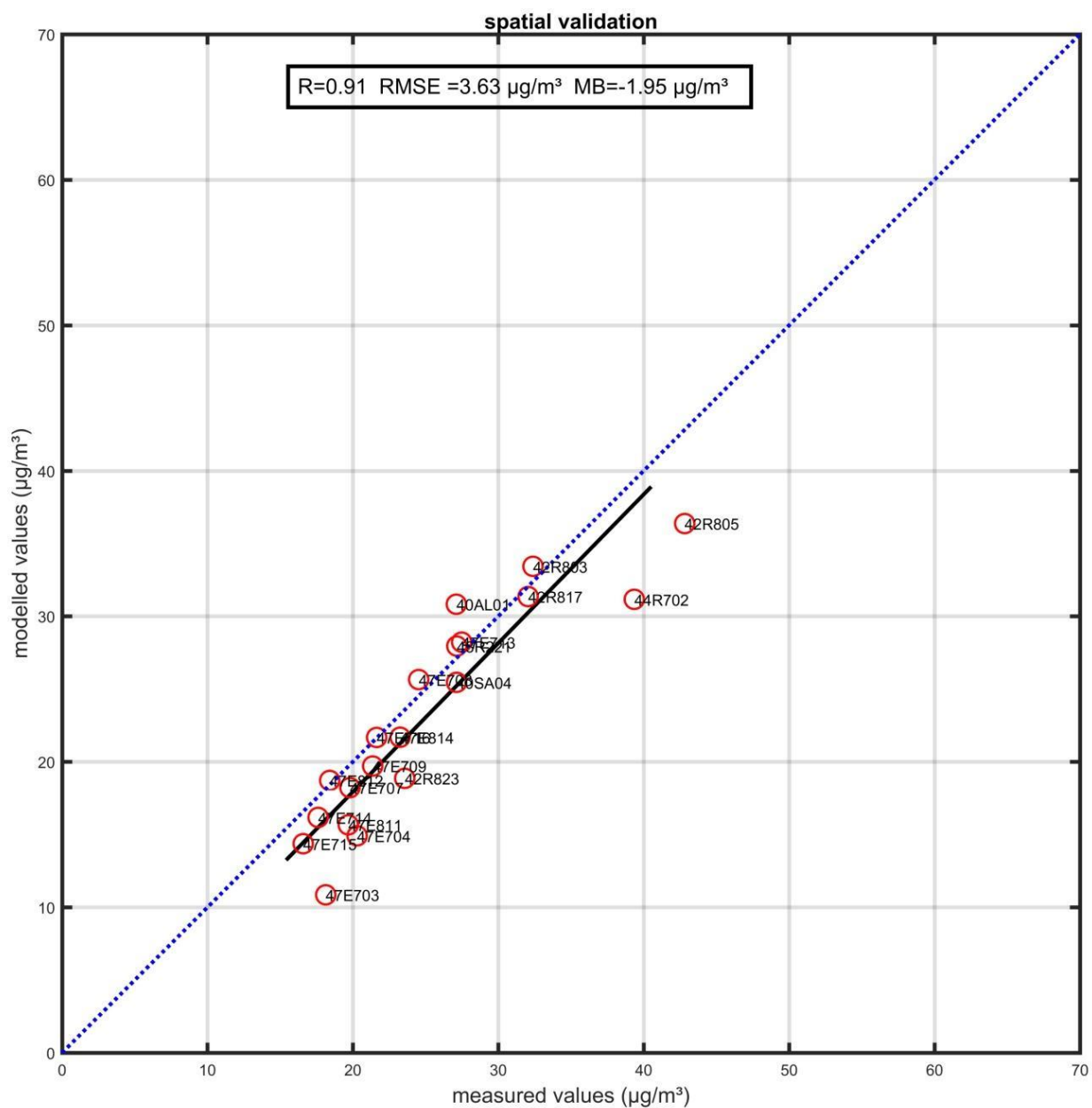
WHO. (2013a). Review of evidence on health aspects of air pollution, REVIHAAP.

7 ANNEX

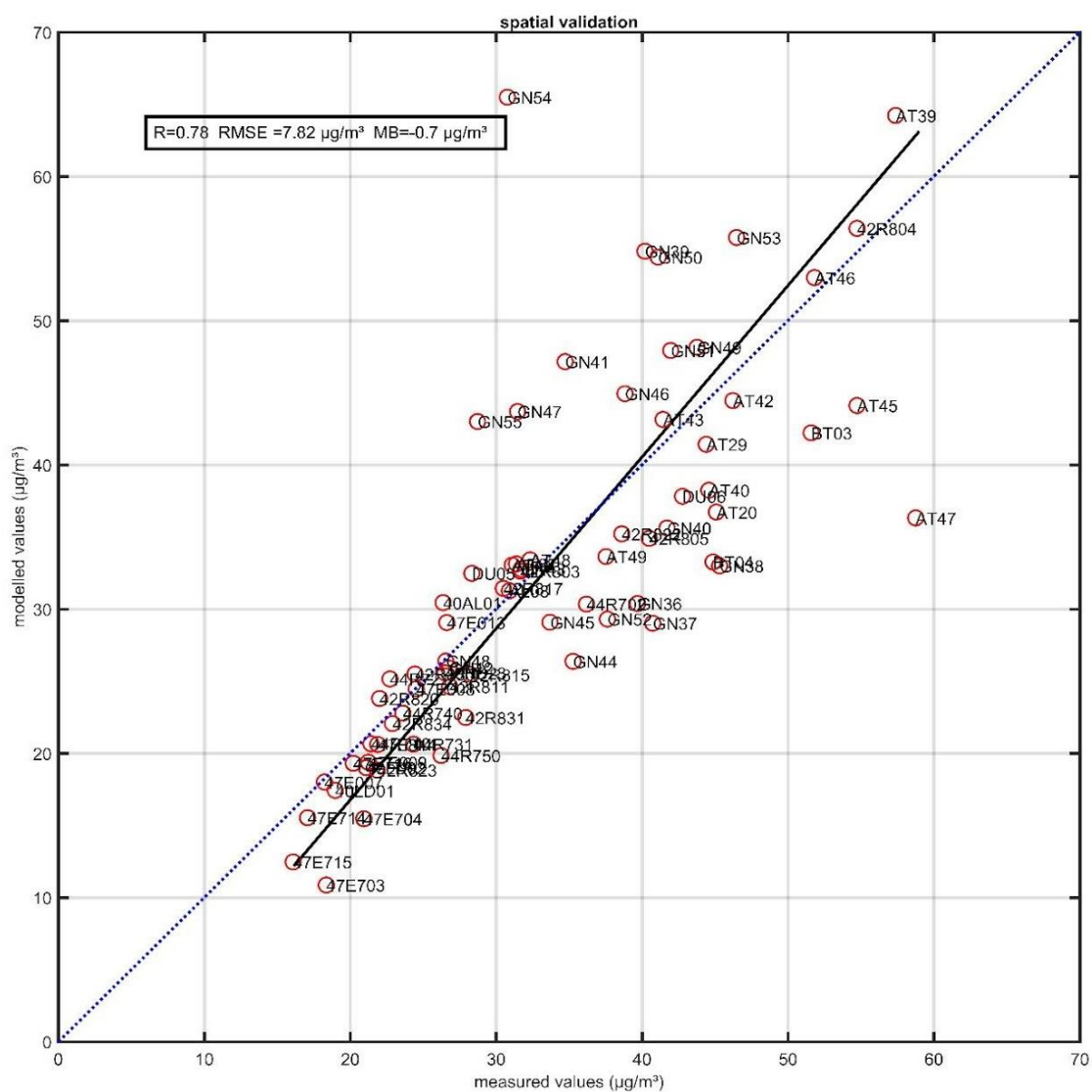
7.1 Ruimtelijke validatie RIO-IFDM NO₂ 2014 met de onafhankelijke telemetrische stations



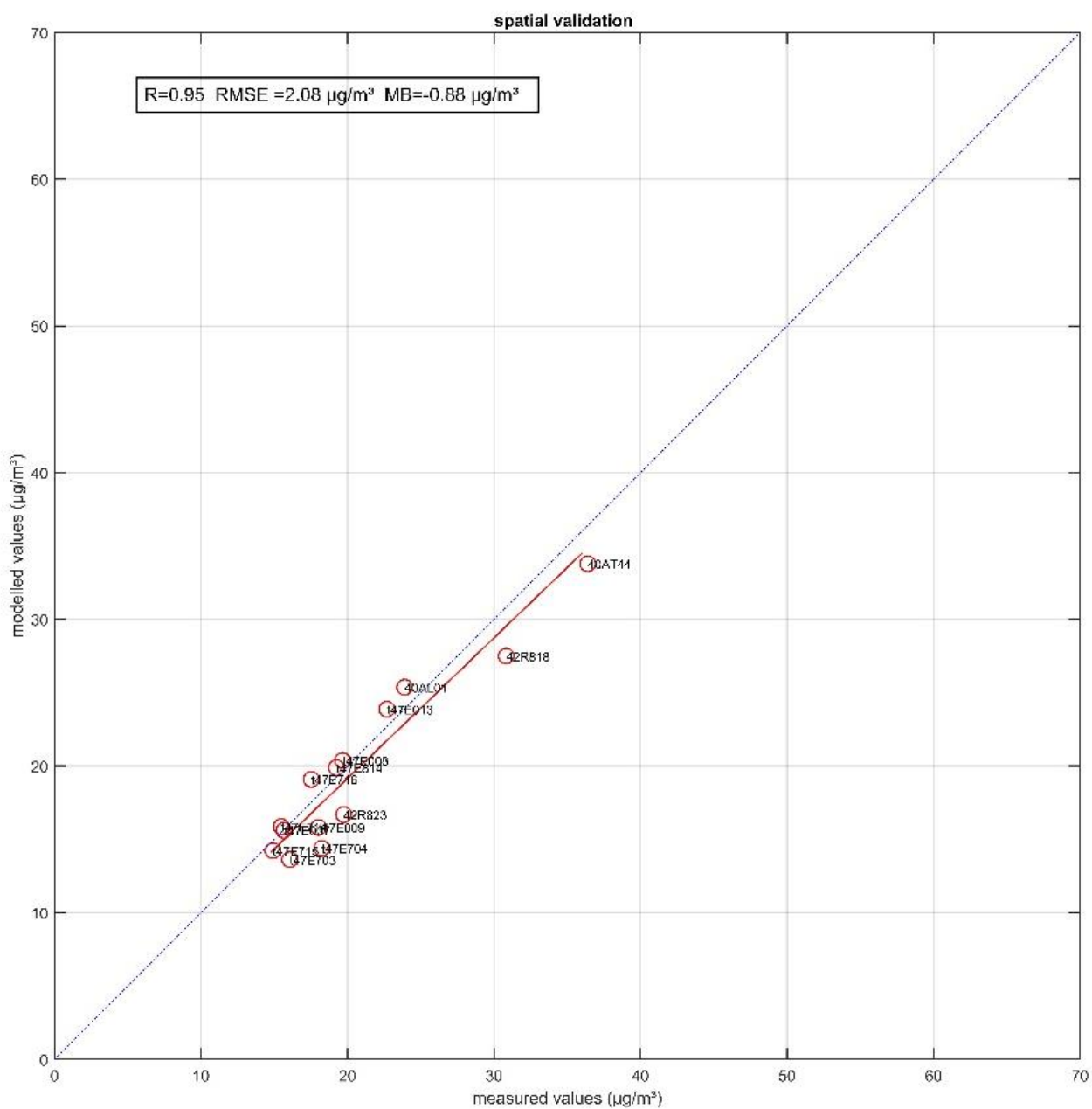
7.2 Ruimtelijke validatie RIO-IFDM NO₂ 2016 met de onafhankelijke telemetrische stations

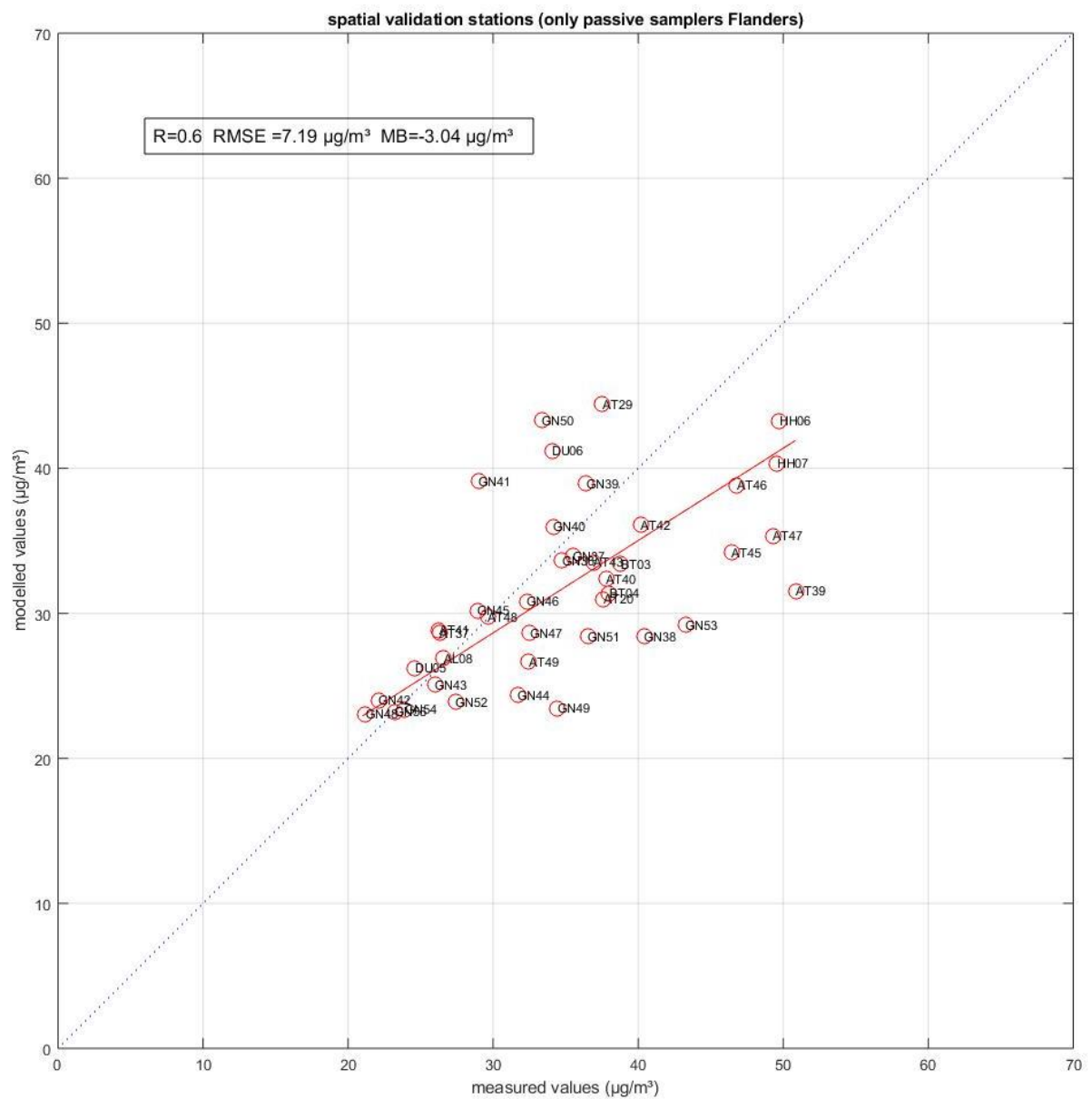


7.3 Ruimtelijke validatie RIO-IFDM NO₂ 2017 met de onafhankelijke telemetrische stations

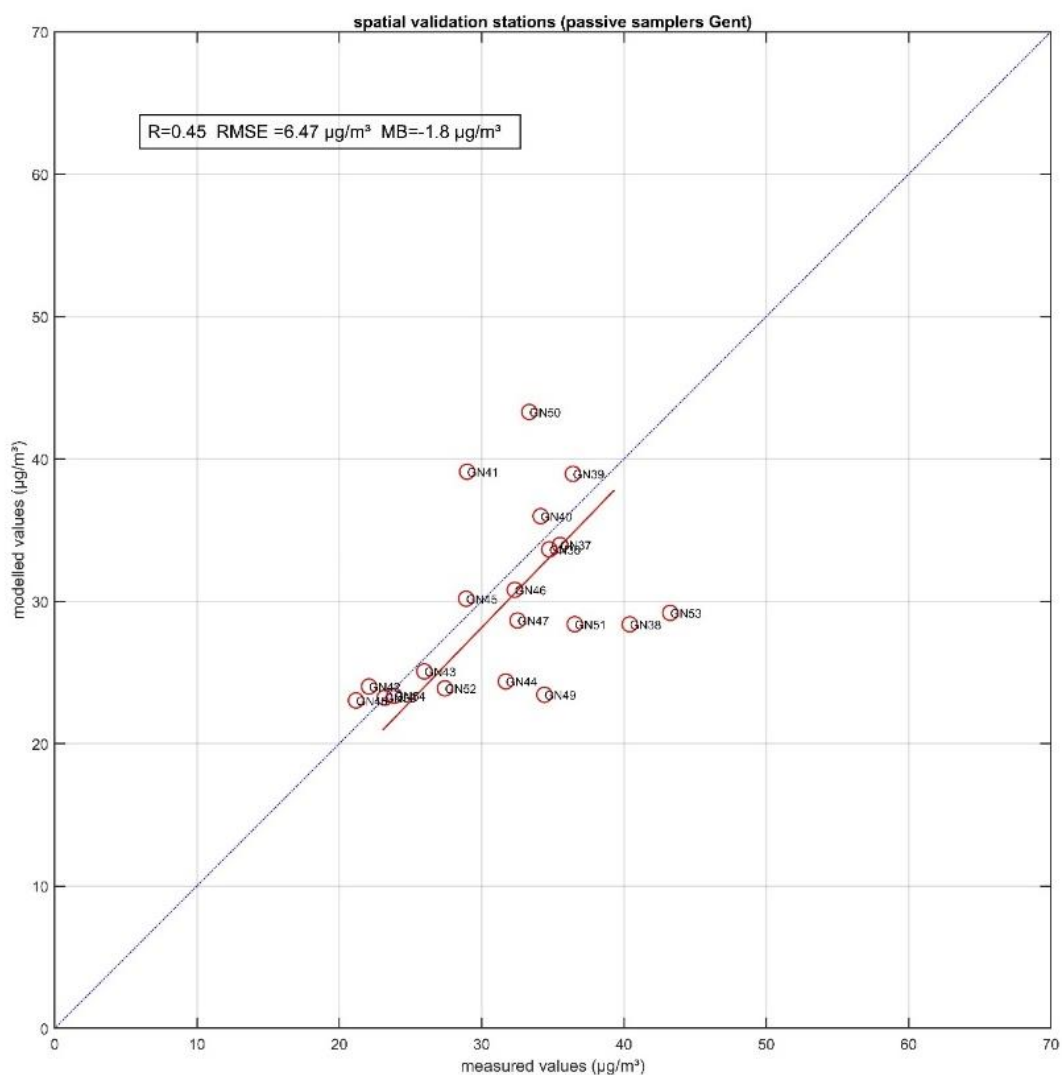


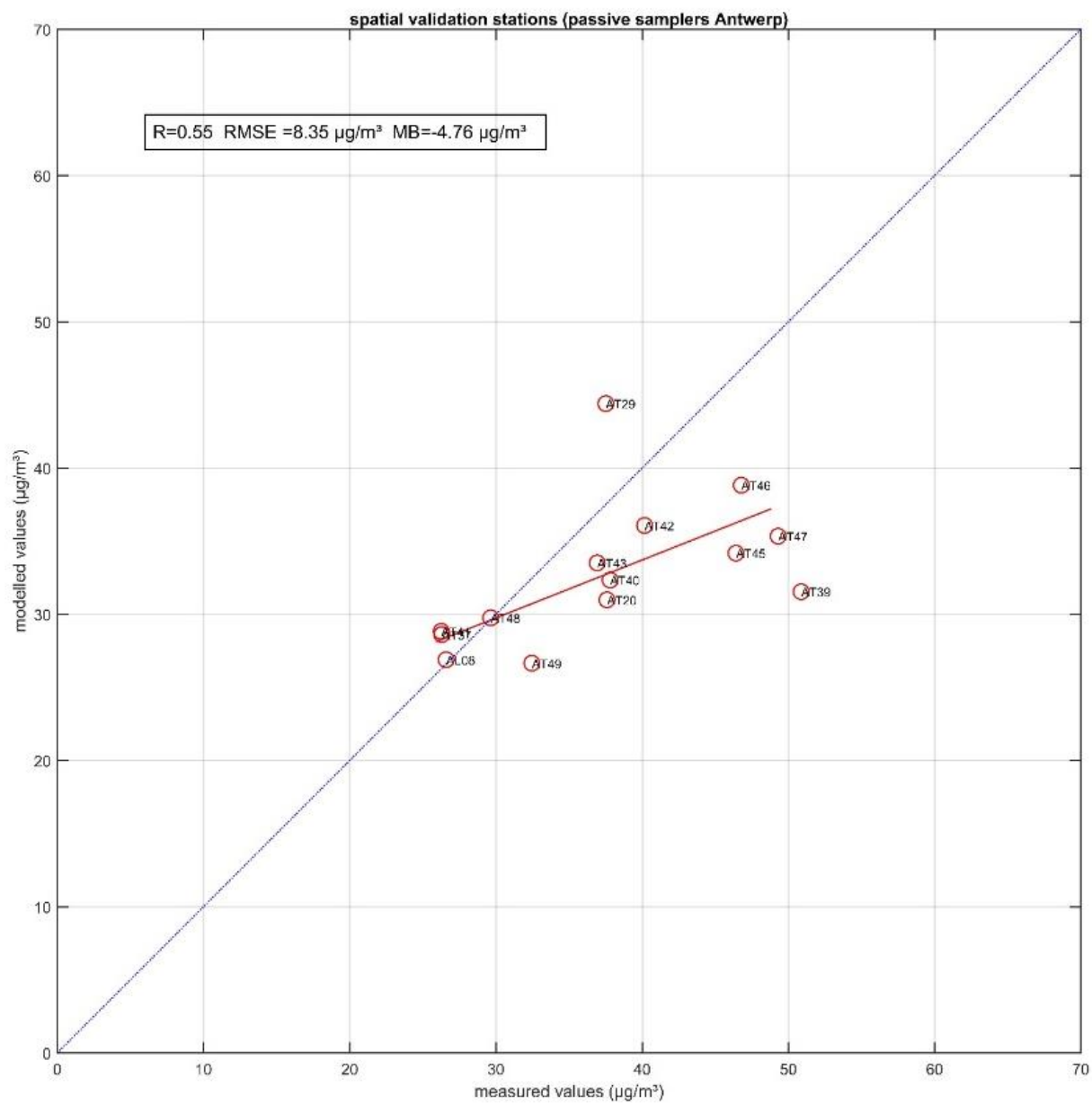
7.4 Validatie ATMO-Street 2019 met enkel telemetrische stations en deze met enkel passieve sampler metingen





7.6 Validatie 2019 met alle passieve samplers in Gent en validatie met alle passieve samplers in Antwerpen





7.7 Validatie 2019 RIO-IFDM (telemetrische stations en passieve samplers)

