



Informing you on ambient air quality
in the Belgian Regions

Validatie luchtkwaliteitsmodel ATMO- Street voor “Black Carbon”(BC) en fijn stof (PM2.5, PM10)

2016



VLAAMSE
MILIEUMAATSCHAPPIJ



Inhoudstabel

| | |
|---|----|
| Samenvatting..... | 5 |
| Inleiding..... | 7 |
| Methode..... | 8 |
| Validatie ATMO-Street voor BC in 2016..... | 8 |
| Validatie ATMO-Street voor PM10 in 2016..... | 13 |
| Validatie ATMO-Street voor PM2.5 in 2016..... | 20 |
| ANNEX..... | 29 |
| 1.1 BC..... | 29 |
| 1.2 PM10..... | 30 |
| 1.3 PM2.5..... | 33 |

| | |
|--|----|
| Figuur 1: locaties van de gebruikte onafhankelijke metingen. | 9 |
| Figuur 2: ruimtelijke validatie jaargemiddelde BC -concentraties 2016 (onafhankelijke telemetrische stations) alle beschikbare stations (links) de stations met voldoende data (rechts) | 10 |
| Figuur 3: Temporele validatie uurgemiddelde BC-concentraties van de stations 42R804 (verkeer), 42R805 (verkeer), 42R803 (stedelijke achtergrond) en 42R817 (stedelijke achtergrond), 42MW04 (stedelijk) en 40SZ02 (stedelijke achtergrond) in Vlaanderen voor 2016 | 11 |
| Figuur 4: temporele statistieken R, RMSE, MB (n=het aantal telemetrische stations) voor 2016 uurlijkse BC-concentraties | 12 |
| Figuur 5 : Temporele validatie uurgemiddelde BC-concentraties van de stations 42R805 (verkeer) links zonder ingerekende streetcanyon effecten, rechts met ingerekende streetcanyon effecten voor 2016 | 13 |
| Figuur 6 : Vergelijking van de gemeten (zwart), gemodelleerde met streetcanyoneffecten (roze) en zonder streetcanyon effecten blauw) uitgemiddelde uurwaarden per maand BC van het 42R805 (verkeer) voor 2016 | 13 |
| Figuur 7: ruimtelijke validatie jaargemiddelde PM10-concentraties 2016 (onafhankelijke telemetrische stations) alle beschikbare stations met voldoende data zonder streetcanyon effect ingerekend (links) met streetcanyon effect ingerekend rechts (rechts) (enkel 42R805) | 14 |
| Figuur 8: Temporele validatie uurgemiddelde PM10-concentraties (links) en daggemiddelde PM10-concentraties (rechts) van de onafhankelijke telemetrische stations voor Vlaanderen 2016 | 17 |
| Figuur 9: temporele statistieken R, RMSE, MB (n=het aantal onafhankelijke telemetrische stations) voor uurlijkse PM10-concentraties (boven) en temporele statistieken R, RMSE, MB en voor daggemiddelde PM10-concentraties (onder) voor 2016 Vlaanderen | 18 |
| Figuur 10 : Temporele validatie uurgemiddelde PM10-concentraties (boven) en daggemiddelde PM10-concentraties voor het station 42R805 (verkeer) links zonder ingerekende streetcanyon effecten, rechts met ingerekende streetcanyon effecten voor 2016 | 19 |
| Figuur 11 : Vergelijking van de gemeten (zwart), gemodelleerde met streetcanyoneffecten (roze) en zonder streetcanyon effecten blauw) uitgemiddelde uurwaarden per maand PM10 van het 42R805 (verkeer) voor januari (links) en juni (rechts) 2016 | 19 |
| Figuur 12: Vergelijking van de gemeten (zwart), gemodelleerde met streetcanyoneffecten (roze) en zonder streetcanyon effecten blauw) daggemiddelde PM10 -concentraites van het station 42R805 (verkeer) voor januari (links) en juni (rechts) 2016 | 20 |
| Figuur 13: ruimtelijke validatie jaargemiddelde PM2.5 -concentraties 2016 (onafhankelijke telemetrische stations) alle beschikbare stations met voldoende data zonder streetcanyon effect ingerekend (links) met streetcanyon effect ingerekend rechts (rechts) (enkel 42R805) | 21 |
| Figuur 14: Temporele validatie uurgemiddelde PM10-concentraties (links) en daggemiddelde PM10-concentraties (rechts) van de onafhankelijke telemetrische stations voor Vlaanderen 2016 | 25 |
| Figuur 15 : Temporele validatie uurgemiddelde PM10-concentraties (boven) en daggemiddelde PM10-concentraties voor het station 42R805 (verkeer) links zonder ingerekende streetcanyon effecten, rechts met ingerekende streetcanyon effecten voor 2016 | 26 |
| Figuur 16: temporele statistieken R, RMSE, MB (n=het aantal onafhankelijke telemetrische stations) voor uurlijkse PM2.5-concentraties (links) en temporele statistieken R, RMSE, MB en voor daggemiddelde PM10-concentraties (rechts) voor 2016 | 27 |
| Figuur 17: Vergelijking van de gemeten (zwart), gemodelleerde met streetcanyoneffecten (roze) en zonder streetcanyon effecten blauw) uitgemiddelde uurwaarden per maand PM2.5 van het 42R805 (verkeer) voor januari (links) en juni (rechts) 2016 | 27 |

Figuur 18: Vergelijking van de gemeten (zwart), gemodelleerde met streetcanyoneffecten (rod) en zonder streetcanyon effecten (blauwdaggemiddelde PM2.5 van hetsstation 42R805 (verkeer) voor januari (boven) en juni (onder) 2016 28

| | |
|---|----|
| Tabel 1: Stations- en gebiedstype van de gebruikte onafhankelijke data van de vaste telemetrische meetstations voor de validatie van BC 2016 | 9 |
| Tabel 2: Validatiestatistieken temporele validatie onafhankelijke BC-stations 2016 | 12 |
| Tabel 3: Stations- en gebiedstype van de gebruikte onafhankelijke data van de vaste telemetrische meetstations voor de validatie van PM10 2016 | 14 |
| Tabel 4: Stations- en gebiedstype van de gebruikte onafhankelijke data van de vaste telemetrische meetstations voor de validatie van PM2.5 2016 | 21 |

Samenvatting

Het doel van deze studie is na te gaan hoe goed het **ATMO-Street model**, een model dat opgezet is om o.a. de concentraties van **Black Carbon (BC)** en **fijn stof (PM2.5 en PM10)** ruimtelijk in kaart te brengen, presteert.

De modelresultaten worden vergeleken met beschikbare onafhankelijke metingen (dit zijn metingen die nergens in de modelketen worden gebruikt) om een inzicht te krijgen in de modelperformantie. VITO heeft in het kader van de referentietaken luchtkwaliteitsmodellering aan de RIO-IFDM keten een 'street canyon' model (OSPM) gekoppeld, dit resulteerde in het ATMO-Street model. Aan de hand van de beschikbare onafhankelijke metingen worden deze ATMO-Street modelresultaten voor BC, PM10 en PM2.5 gevalideerd.

Voor de validatie van de **PM2.5 en PM10 daggemiddelde concentraties** zijn **belangrijk** gezien deze gehanteerd worden in de **BELAQI luchtkwaliteitsindex**. De basis voor de BELAQI index zijn de **gezondheidsrisico's op korte termijn voor PM2.5 daggemiddelde concentraties**. De BELAQI index wordt gebruikt in de BelAIR app.

- Het **aantal beschikbare onafhankelijke meetstations** om te **valideren** zijn **beperkt** voor zowel BC (4 stations), PM10 (5 stations) en PM2.5 (8 stations). Deze **eerste validatiestatistieken van ATMO-Street modelresultaten voor BC en fijn stof** zijn in die zin **indicatief** en dienen met **toekomstige meetcampagnes bevestigd** te worden.
- De ruimtelijke validatie van het ATMO-Street model met **BC jaargemiddelde** concentraties zijn performant ($R=0.98$, $RMSE=0.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$) de **algemene modelonderschatting** bedraagt **$0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$** . Voor wat betreft de temporele validatiestatistieken van ATMO-Street met **uurlijkse BC-concentraties** zijn er indicaties dat deze **het performantst** zijn in **stedelijke achtergrond** gebieden. Bij **inrekening van streetcanyoneffecten** (d.i. enkel het geval voor één station 42R805) gaat het voor de **uurlijkse BC modelwaarden van een algemene onderschatting** naar een algemene **overschatting**.
- De ruimtelijke validatie van het ATMO-Street model voor **PM10-jaargemiddelde** concentraties zijn erg performant ($R=0.9$, $RMSE=2.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $MB=0.06 \mu\text{g}/\text{m}^2$). Er is **quasi geen algemene over – of onderschatting** van de gemodelleerde **jaargemiddelde PM10-concentraties**. Voor wat betreft de temporele (**uurwaarden en dagwaarden PM10-concentraties**) validatiestatistieken zijn er indicaties dat deze **het performantst** zijn in **stedelijke achtergrond gebieden**. De temporele validatie van de **daggemiddelde PM10- concentratie scoort beter** dan deze van de **uurwaarden**. Bij **inrekening van streetcanyoneffecten** (d.i. enkel het geval voor één station 42R805) gaat het bij overgang van **uurgemiddelde naar daggemiddelde PM10 modelwaarden van een algemene overschatting van $1.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ naar $3.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$** .
- De ruimtelijke validatie van het ATMO-Street model voor **PM2.5-jaargemiddelde** concentraties zijn erg performant ($R=0.87$, $RMSE=1.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $MB=-1.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De **algemene modelonderschatting van de gemodelleerde jaargemiddelde PM2.5-concentraties is erg klein ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$)**. Voor wat betreft de temporele (**uurwaarden en dagwaarden**)

validatiestatistieken zijn er **indicaties** dat deze **PM2.5-concentraties** het performantst zijn in **stedelijke achtergrond gebieden**. De temporele validatie van de **daggemiddelde PM2.5-concentratie** scoort **beter** dan deze van de **uurwaarden**. Bij **inrekening van streetcanyon effecten** (d.i. enkel het geval voor één station 42R805) gaat het bij overgang **van uurgemiddelde naar daggemiddelde PM2.5 modelwaarden** van een **kleine algemene onderschatting** van **-0.64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** naar een **algemene overschatting** van **2.32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

- Algemeen zijn de grootteordes van onderschatting of overschatting van de modelresultaten van fijn stof (PM10 en PM2.5) erg klein. Deze vallen rond en/of binnen de gekende meetonzekerheden.

Inleiding

Om de bevolkingsblootstelling te kunnen berekenen en te monitoren is er, naast de informatie over BC en fijn stof metingen ook ruimtelijke informatie vereist. Met luchtkwaliteitsmodellen kunnen deze concentraties in België ruimtelijk beoordeeld worden.

Voor de gezondheidsimpact op lange termijn is PM_{2.5} de pollutant met grootste impact. Voor het jaar 2015 bedroeg het aantal vroegtijdige sterftes op lange termijn ongeveer 4000¹. Deze pollutant heeft ook korte termijn effecten (o.a. toename van dagelijkse sterftes door onder andere hart en vaatziekten, aandoeningen luchtwegen en longen, voor deze pathologieën wordt ook een toename van het aantal ziekenhuisopnames vastgesteld bij een toename van de daggemiddelde fijnstofconcentraties). De chronische gezondheidsrisico's op lange termijn voor PM_{2.5} (vroegtijdige sterftes) worden berekend op basis van jaargemiddelde concentraties. De gezondheidsrisico's op korte termijn voor PM_{2.5} (dagelijkse sterfte) worden berekend op basis van daggemiddelde concentraties.

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 ATMO-Street modelresultaten. Voor wat betreft de modelvalidatie van het ATMO-Street model is er slechts één onafhankelijke meting beschikbaar in een streetcanyon. In die zin betreft dit een eerste zeer beperkte en indicatieve validatie van de streetcanyons resultaten.

Het is belangrijk om het onderscheid te maken tussen de ruimtelijke en temporele validatie. Bij een ruimtelijke validatie wordt de modelperformantie op ruimtelijke schaal bepaald via jaargemiddelde concentraties. De temporele model validatie gebeurt via een validatie per meetplaats van de daggemiddelde concentraties of uurgemiddelde concentraties. Voor de berekening van de vroegtijdige sterftes (lange termijn effecten) worden jaargemiddelde concentraties gebruikt. De luchtkwaliteitsindex BELAQI is gebaseerd op de gezondheidsrisico's op korte termijn voor PM_{2.5} daggemiddelde concentraties.

In wat volgt wordt de validatie van de ATMO-Street modelresultaten voor de pollutanten Black Carbon (BC), PM₁₀ en PM_{2.5} van 2016 besproken.

¹ http://www.vmm.be/bestanden/VMM-2017-LKT_TW.pdf p273

Methode

Een uitgebreide beschrijving van de validatiemethode en het model is te vinden in hoofdstuk 2 resp. hoofdstuk 2.1 van het Validatierapport NO₂ 2017².

De bedoeling van deze studie is om onafhankelijke beschikbare meetdata van BC, PM_{2.5} en PM₁₀ in Vlaanderen te gebruiken om de modellen te valideren. Voor de pollutanten PM₁₀, PM_{2.5} en BC zijn enkel onafhankelijke vaste telemetrische stations beschikbaar en geen bijkomende meetcampagnes.



Figuur 1: locaties van de gebruikte onafhankelijke metingen voor validatie van BC, PM₁₀ en PM_{2.5} (groene bolletjes).

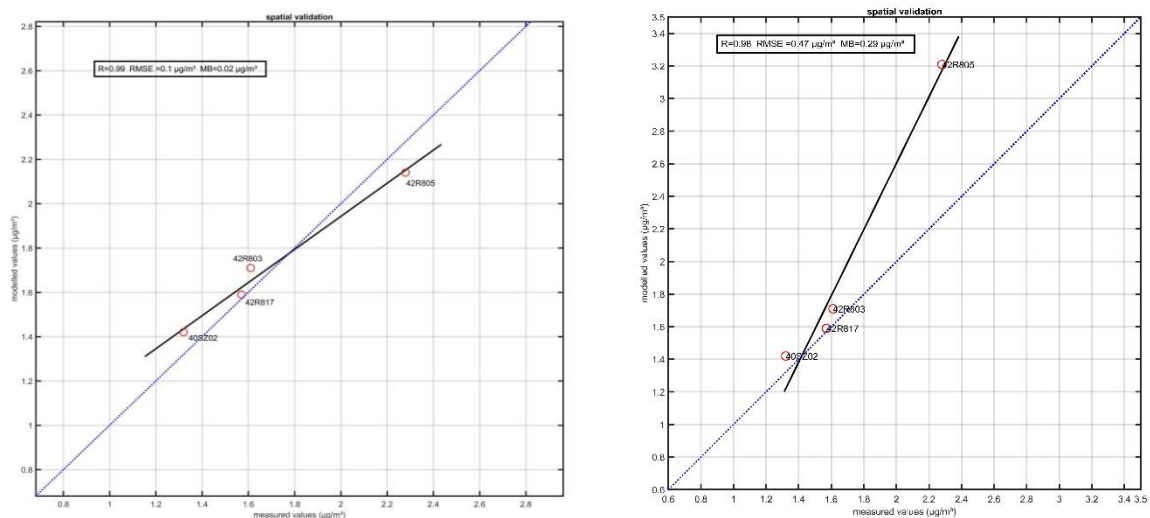
Validatie ATMO-Street voor BC in 2016

De onafhankelijke telemetrische meetstations, die uurlijkse BC-gegevens aanleveren, worden hieronder opgelijst in Tabel 1. De locaties van de meetstations zijn terug te vinden op Figuur 1. Voor wat betreft de validatie met deze onafhankelijke telemetrische stations is er slechts één station waar streetcanyon effecten ingerekend worden: meetstation 42R805. Voor de stations 42MW04 en 42R804 is er voor de ruimtelijke validatie te weinig data beschikbaar (niet voldoende uurwaarden beschikbaar om een geldig jaargemiddelde te berekenen). Links op de Figuur 2 wordt voor de ruimtelijke validatie geen streetcanyon effect ingerekend, rechts op de figuur worden deze wel ingerekend. Er wordt vastgesteld (rechts op Figuur 2) dat de validatiestatistieken iets minder performant worden bij het inrekenen van streetcanyon effecten.

² <http://www.ircel.be/nl/documentatie/modellen/validatie/validatierapport-rio-ifdm-ospm-no2-2017/view>

Tabel 1: Stations- en gebiedstype van de gebruikte onafhankelijke data van de vaste telemetrische meetstations voor de validatie van BC 2016

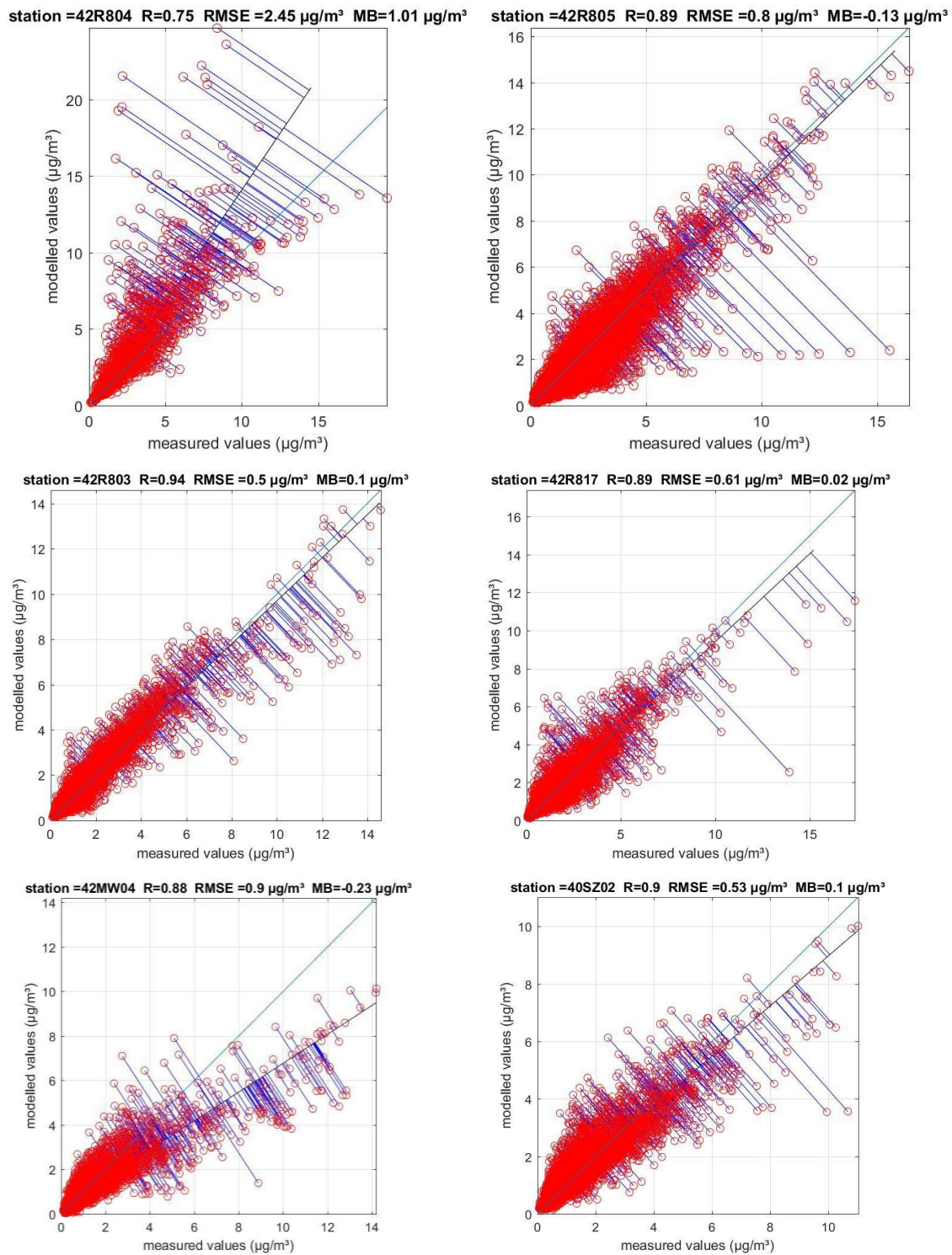
| stations | Gebiedstype | Databeschikbaarheid (%) voor 2016 |
|----------|-------------------------|-----------------------------------|
| 40SZ02 | stedelijke achtergrond | 99 |
| 42MW04 | stedelijk | 58 |
| 42R803 | stedelijke achtergrond | 97 |
| 42R804 | verkeer | 15 |
| 42R805 | verkeer (street canyon) | 99 |
| 42R817 | stedelijke achtergrond | 97 |



Figuur 2: ruimtelijke validatie jaargemiddelde BC -concentraties 2016 (onafhankelijke telemetrische stations) zonder streetcanyon effecten en alle beschikbare stations (links) de stations met streetcanyon effecten (enkel 42R805)

De ruimtelijk validatie wordt gekenmerkt door een R van 0.98, een RMSE van $0.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en een MB van $0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Aangezien er slechts een beperkt aantal onafhankelijke meetstations beschikbaar zijn geeft deze ruimtelijke validatie slechts een eerste indicatie van de modelperformantie.

Voor wat betreft de temporele validatie worden op onderstaande figuur voor het meetstation 45R805 geen streetcanyon effect ingerekend (zie bespreking verder). De stations met te weinig data (42MW04 en 42R804) geven gemiddeld een onder- en overschatting van de uurgemiddelde waarden. Als we de temporele validatie van BC beoordelen per type meetstation (zie Figuur 4) dan stelt men vast dat performantie voor stedelijke achtergrondstations het grootst is. Hierbij moet echter opnieuw vermeld worden dat het een beperkt aantal stations betreft voor deze validatieoefening.

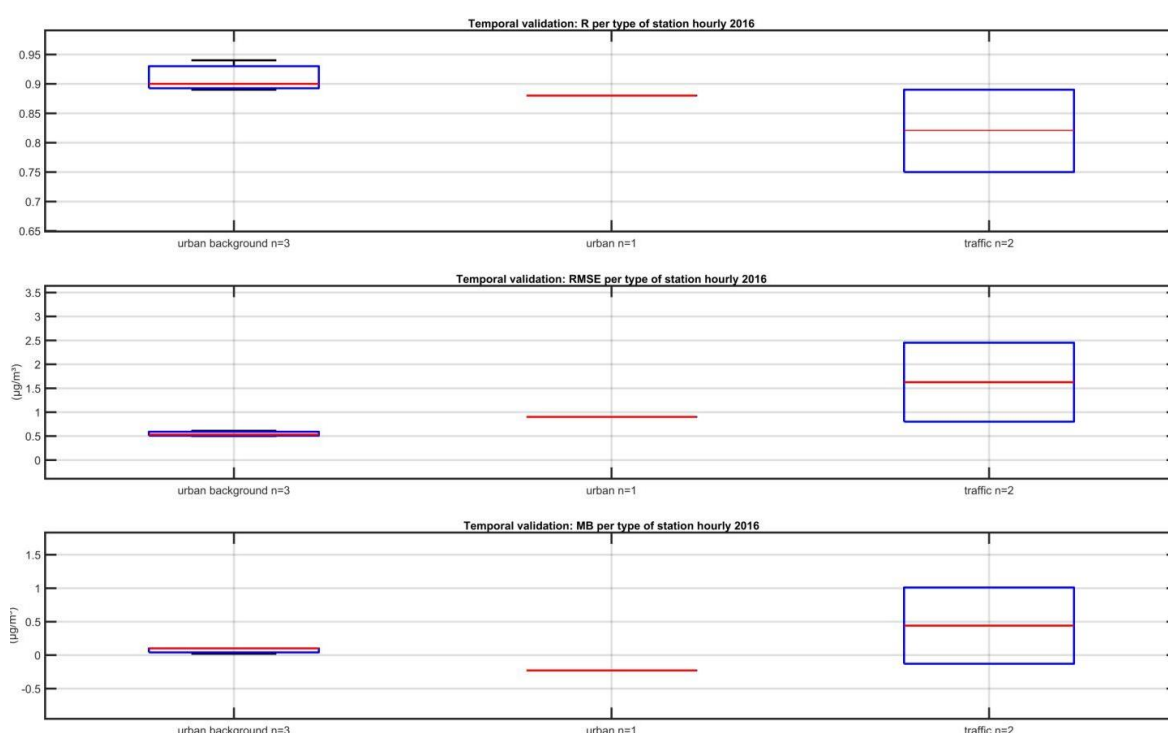


Figuur 3: Temporele validatie uurgemiddelde BC-concentraties van de stations 42R804 (verkeer), 42R805 (verkeer), 42R803 (stedelijke achtergrond) en 42R817 (stedelijke achtergrond), 42MW04 (stedelijk) en 40SZ02 (stedelijke achtergrond) in Vlaanderen voor 2016

Tabel 2: Validatiestatistieken temporele validatie onafhankelijke BC-stations 2016

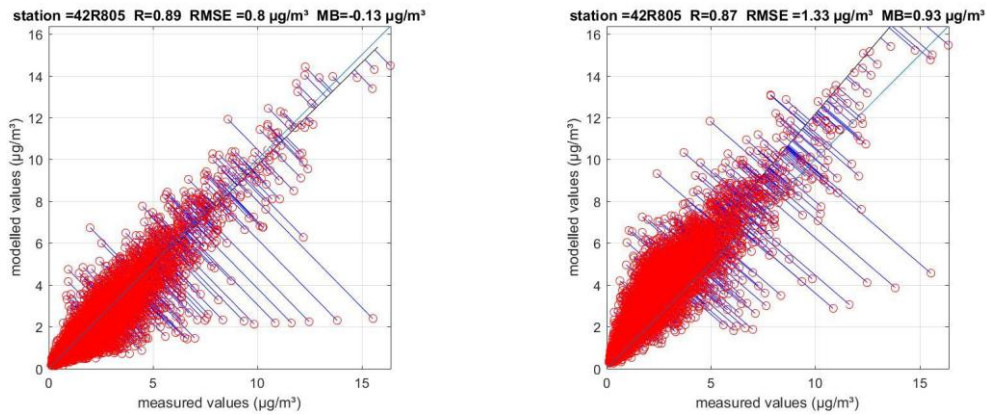
| stations | Gemiddelde meting 2016 | Gemiddelde ATMO-Street 2016 | COR | MB | RMSE |
|---|------------------------|-----------------------------|------|-------|------|
| 40SZ02 | 1.32 | 1.42 | 0.9 | 0.1 | 0.53 |
| 42MW04* | 1.48 | 1.25 | 0.88 | -0.23 | 0.9 |
| 42R803 | 1.61 | 1.71 | 0.94 | 0.1 | 0.5 |
| 42R804* | 3.51 | 4.52 | 0.75 | 1.01 | 2.45 |
| 42R805 | 2.28 | 2.14 | 0.89 | -0.13 | 0.8 |
| 42R805 (inrekening streetcanyon effecten) | 2.28 | 3.21 | 0.87 | 0.93 | 0.8 |
| 42R817 | 1.57 | 1.59 | 0.89 | 0.02 | 0.61 |

*stations met niet voldoende data voor 2016

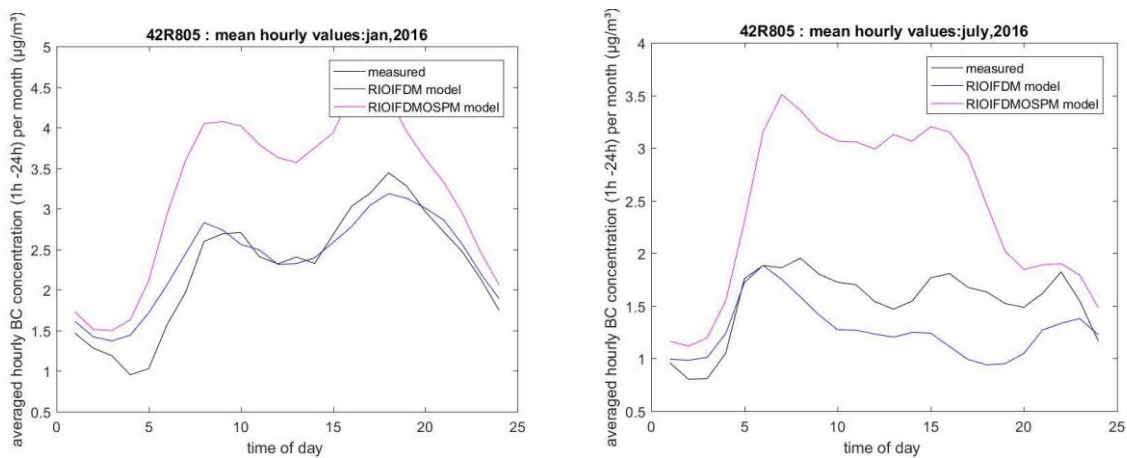


Figuur 4: temporele statistieken R, RMSE, MB (n=het aantal telemetrische stations) voor 2016 uurlijkse BC-concentraties

Enkel voor het stations 42R805 zijn er voor 2016 modelresultaten met streetcanyon effecten beschikbaar. Rechts op de onderstaande figuur wordt rekening gehouden met deze effecten. Door inrekening van het streetcanyoneffect gaan de modelwaarden van een algemene onderschatting $-0.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ naar een algemene modeloverschatting $0.93 \mu\text{g}/\text{m}^3$ van de uurlijkse BC -concentraties. Bij vergelijking van het verloop van de uurwaarden in een dag (gemiddeld per maand) wordt vastgesteld dat bij inrekening van het streetcanyon effect het gaat van een onderschatting naar een aanzienlijke overschatting (zie Figuur 6 en annex BC).



Figuur 5 : Temporele validatie uurgemiddelde BC-concentraties van de stations 42R805 (verkeer) links zonder ingerekende streetcanyon effecten, rechts met ingerekende streetcanyon effecten voor 2016



Figuur 6 : Vergelijking van de gemeten (zwart), gemodelleerde met streetcanyoneffecten (roze) en zonder streetcanyon effecten blauw) uitgemiddelde uurwaarden per maand BC van het 42R805 (verkeer) voor 2016

Het aantal onafhankelijke meetstations voor de ruimtelijke validatie van BC is beperkt tot vier onafhankelijke telemetrische meetstations. De vaststellingen voor wat betreft de ruimtelijke validatie zijn in die zin eerder indicatief. De ruimtelijke validatiestatistieken zijn performant ($R=0.98$, $RMSE=0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De algemene modeloverschatting bedraagt $0.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

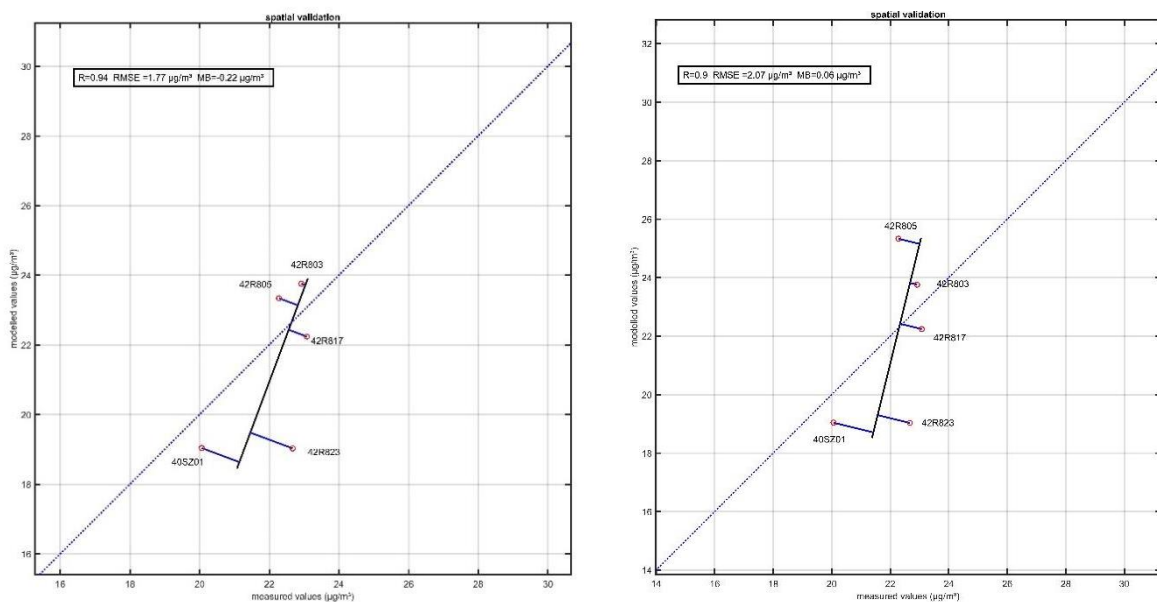
Voor wat betreft de temporele (uurwaarden) validatiestatistieken zijn er indicaties dat de gemodelleerde BC-concentraties het performantst zijn in stedelijke achtergrond gebieden. Bij inrekening van streetcanyoneffecten (d.i. enkel het geval voor één station 42R805) gaat het voor de uurlijkse BC modelwaarden van een algemene onderschatting naar een algemene overschatting.

Validatie ATMO-Street voor PM10 in 2016

De onafhankelijke telemetrische meetstations, die uurlijkse PM10 concentraties aanleveren, worden hieronder opgelijst in Tabel 3. De locaties van de meetstations zijn terug te vinden op Figuur 1. Voor wat betreft de validatie met deze onafhankelijke telemetrische stations is er slechts één station waar streetcanyon effecten ingerekend worden: meetplaats 42R805. Voor de stations 42MW04 en 42R804 is er voor de spatiale validatie te weinig data beschikbaar. Links op de Figuur 7 wordt voor de ruimtelijke validatie voor 42R805 geen streetcanyon effect ingerekend, rechts op de figuur worden deze wel ingerekend. Er wordt vastgesteld (rechts op Figuur 7) dat de validatiestatistieken variëren bij het al of niet inrekenen van de streetcanyon effecten.

Tabel 3: Stations- en gebiedstype van de gebruikte onafhankelijke data van de vaste telemetrische meetstations voor de validatie van PM10 2016

| stations | Gebiedstype | Databeschikbaarheid (%) voor 2016 |
|----------|-------------------------|-----------------------------------|
| 40SZ01 | stedelijke achtergrond | 95 |
| 42MW04 | stedelijk | 67 |
| 42R803 | stedelijke achtergrond | 97 |
| 42R804 | verkeer | 17 |
| 42R805 | verkeer (street canyon) | 99 |
| 42R817 | stedelijke achtergrond | 99.7 |
| 42R823 | stedelijke achtergrond | 99.8 |



Figuur 7: ruimtelijke validatie jaargemiddelde PM10-concentraties 2016 (onafhankelijke telemetrische stations) alle beschikbare stations met voldoende data zonder streetcanyon effect ingerekend (links) met streetcanyon effect ingerekend rechts (rechts) (enkel 42R805)

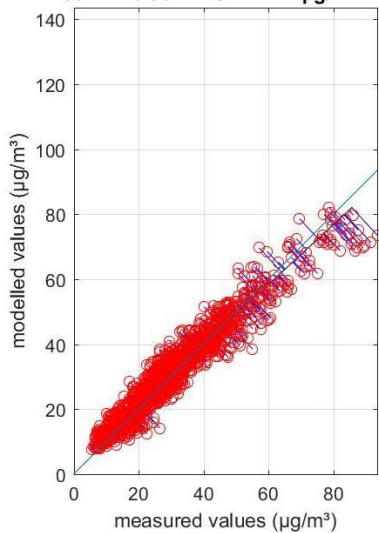
De ruimtelijk validatie wordt gekenmerkt door een R van 0.9, een RMSE van $2.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en een algemene modeloverschatting van $0.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (MB). Aangezien er slechts een beperkt aantal onafhankelijke meetstations beschikbaar zijn geeft deze ruimtelijke validatie slechts een eerste indicatie van de modelperformantie. Voor wat betreft de statistieken van de temporele validatie worden op onderstaande figuren aan de linkerzijde de uurwaarden en aan de rechterzijde de daggemiddelde PM10-concentraties weergegeven. Deze laatste zijn belangrijk gezien de indexschalen van de BELAQI luchtkwaliteitsindex³, voor PM10 gebaseerd zijn op daggemiddelde concentraties. Er wordt een significante verbetering vastgesteld van de validatiestatistieken bij overgang van uurgemiddelde PM10-concentratie naar daggemiddelde PM10 concentratie. Als we de temporele validatie per type meetstation opdelen (zie Figuur 9) zowel voor uur- en daggemiddelde PM10 concentraties wordt vastgesteld dat de performantie van stedelijke achtergrondstations performanter is.

In figuur 10 wordt de temporele validatie van het station 42R805 getoond zonder en met rekening te houden met streetcanyoneffecten (resp. links en rechts op de figuur). Dit voor zowel uurgemiddelde (boven) als daggemiddelde (onder) PM10-concentraties. Er wordt vastgesteld dat het in rekening brengen van het streetcanyon effect geen verbetering oplevert van de temporele statistieken voor het station 42R805.

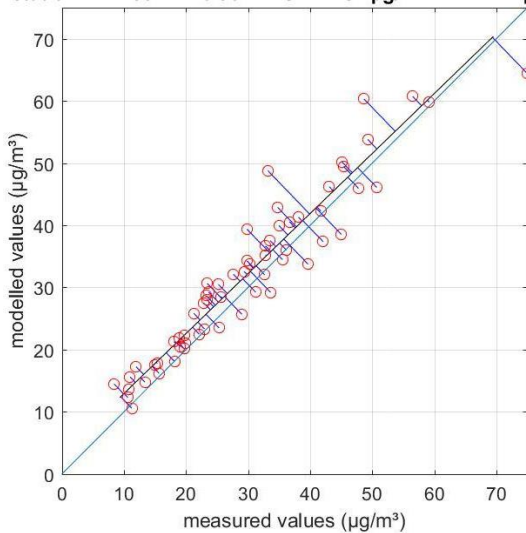
Bij vergelijking tussen de gemiddelde uurwaarden voor de maanden januari en juni voor de modelresultaten met en zonder inrekening van streetcanyoneffecten wordt vastgesteld dat de overschatting groter wordt voor deze laatste (zie Figuur 11). Bij daggemiddelde PM10-concentraties gaat het eveneens naar een iets grotere overschatting bij inrekening van streetcanyoneffecten (zie Figuur 12).

³ (<http://www.irceline.be/nl/luchtkwaliteit/metingen/belaqi-luchtkwaliteitsindex/informatie>)

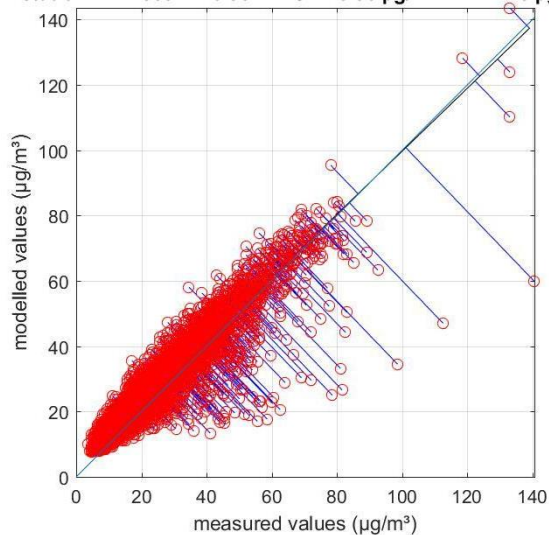
station =42R804 R=0.96 RMSE =4.27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=0.68 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



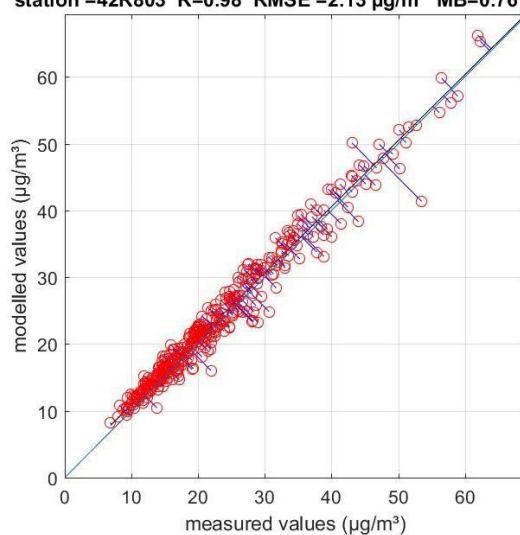
station =42R804 R=0.95 RMSE =4.81 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=2.24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



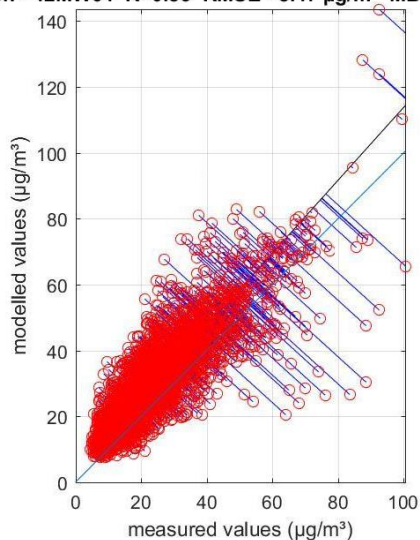
station =42R803 R=0.93 RMSE =5.36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=2.48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



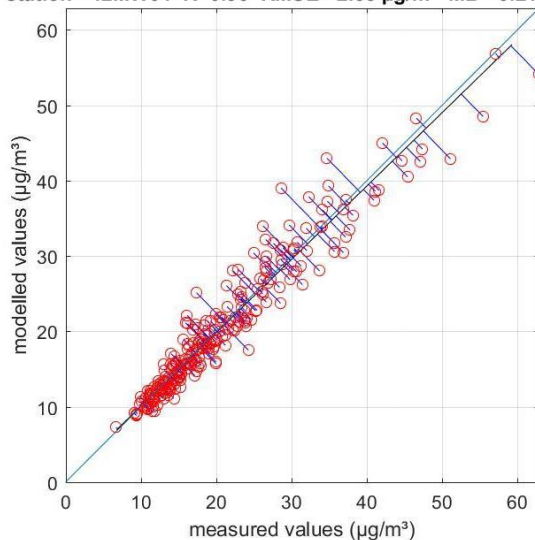
station =42R803 R=0.98 RMSE =2.13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=0.76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

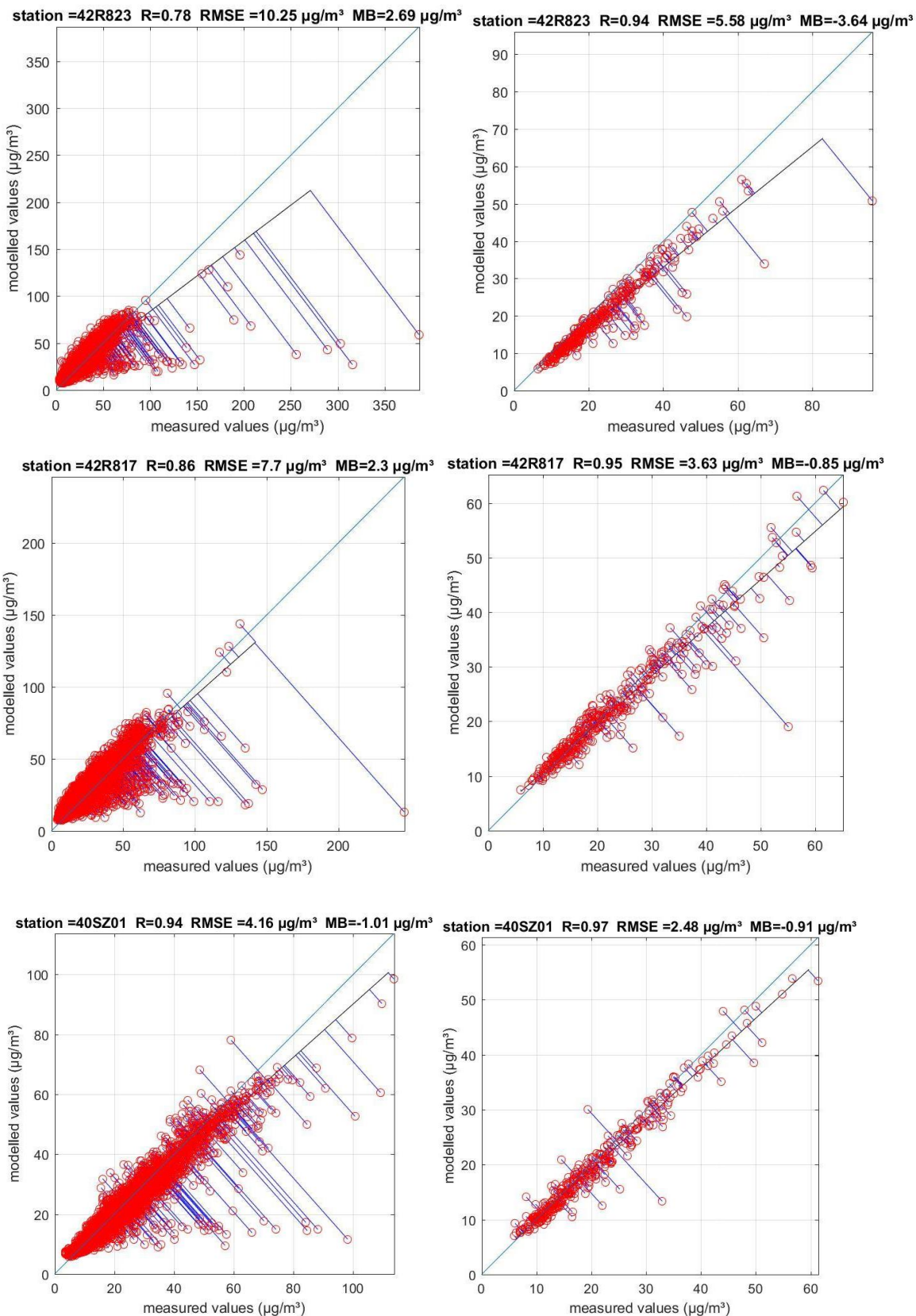


station =42MW04 R=0.86 RMSE =8.47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=5.35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

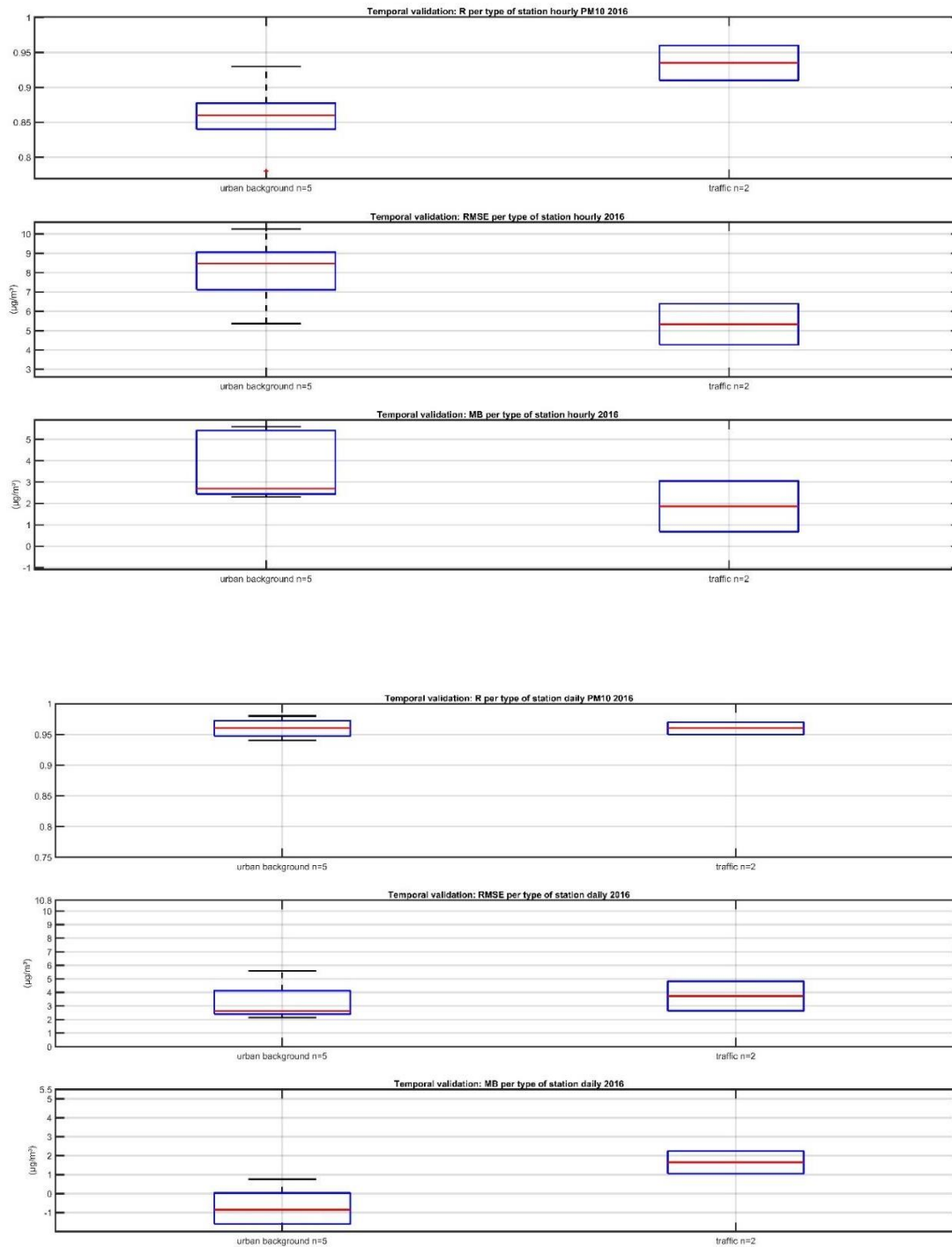


station =42MW04 R=0.96 RMSE =2.63 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=-0.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

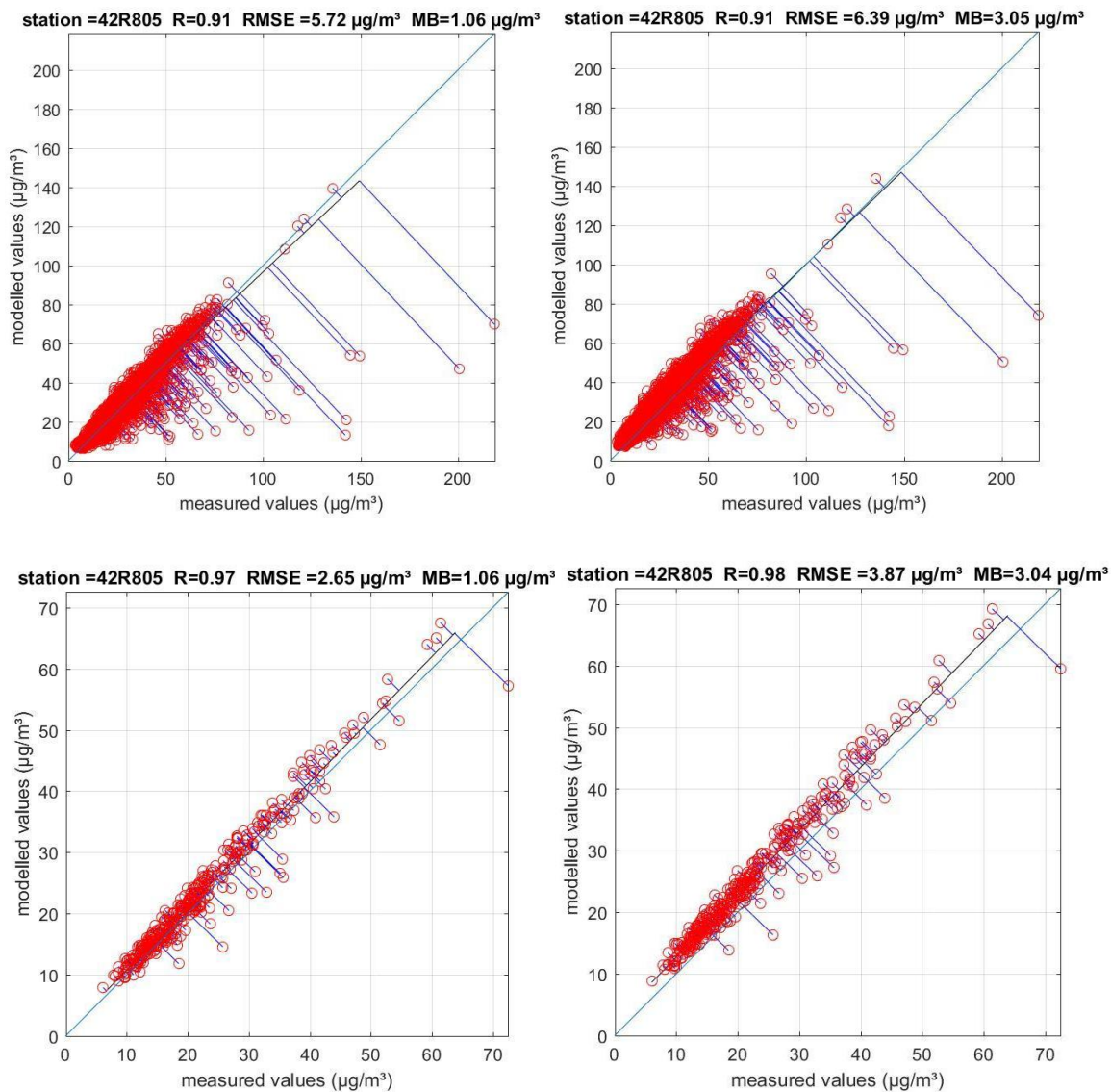




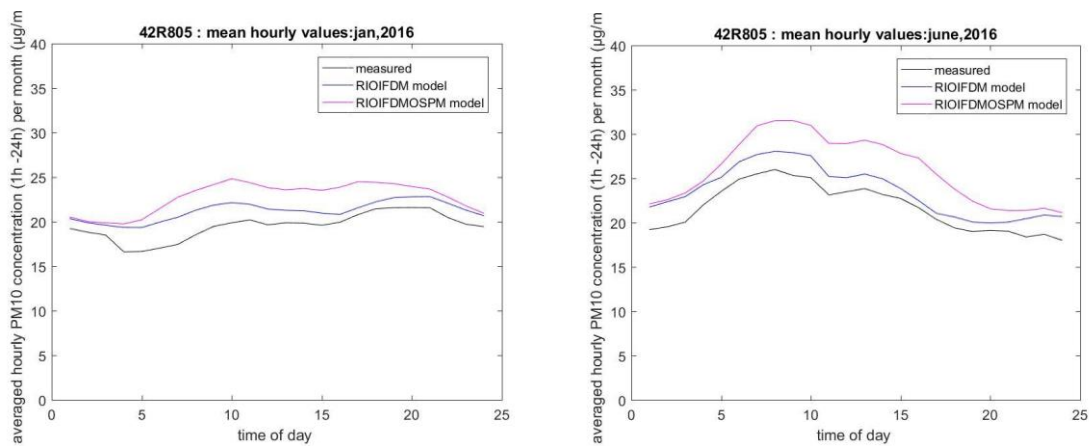
Figuur 8: Temporele validatie uurgemiddelde PM10-concentraties (links) en daggemiddelde PM10-concentraties (rechts) van de onafhankelijke telemetrische stations voor Vlaanderen 2016



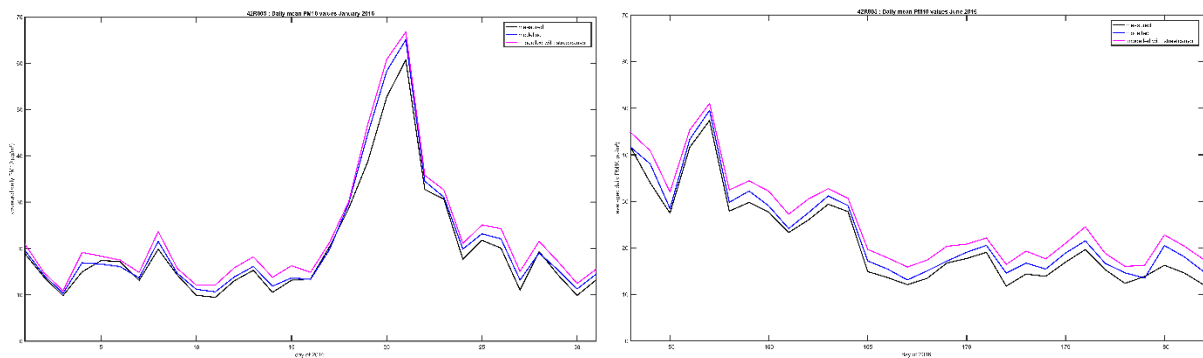
Figuur 9: temporele statistieken R, RMSE, MB (n=het aantal onafhankelijke telemetrische stations) voor uurlijkse PM10-concentraties (boven) en temporele statistieken R, RMSE, MB en voor daggemiddelde PM10-concentraties (onder) voor 2016 Vlaanderen



Figuur 10 : Temporele validatie uurgemiddelde PM10-concentraties (boven) en daggemiddelde PM10-concentraties (onder) voor het station 42R805 (verkeer) links zonder ingerekende streetcanyon effecten, rechts met ingerekende streetcanyon effecten voor 2016



Figuur 11 : Vergelijking van de gemeten (zwart), gemodelleerde met streetcanyoneffecten (roze) en zonder streetcanyon effecten blauw) uitgemiddelde uurwaarden per maand PM10 van het 42R805 (verkeer) voor januari (links) en juni (rechts) 2016



Figuur 12: Vergelijking van de gemeten (zwart), gemodelleerde met streetcanyoneffecten (roze) en zonder streetcanyon effecten blauw) daggemiddelde PM10 -concentraties van het station 42R805 (verkeer) voor januari (links) en juni (rechts) 2016

Het aantal onafhankelijke meetstations voor de ruimtelijke validatie van PM10 is erg beperkt (vijf onafhankelijke telemetrische meetstations). De ruimtelijk validatiestatistieken voor zijn in die zin eerder indicatief. De ruimtelijke validatiestatistieken zijn erg performant (R van 0.9, een RMSE van $2.07 \mu\text{g}/\text{m}^3$, MB van $0.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Er lijkt geen algemene over – of onderschatting te zijn van de gemodelleerde jaargemiddelde PM10-concentraties.

Voor wat betreft de temporele (uurwaarden en dagwaarden) validatiestatistieken zijn er indicaties dat het ATMO-Street model voor PM10 het performantst is in stedelijke achtergrond gebieden. De temporele validatie van de daggemiddelde PM10- concentraties scoort beter dan deze van de uurwaarden.

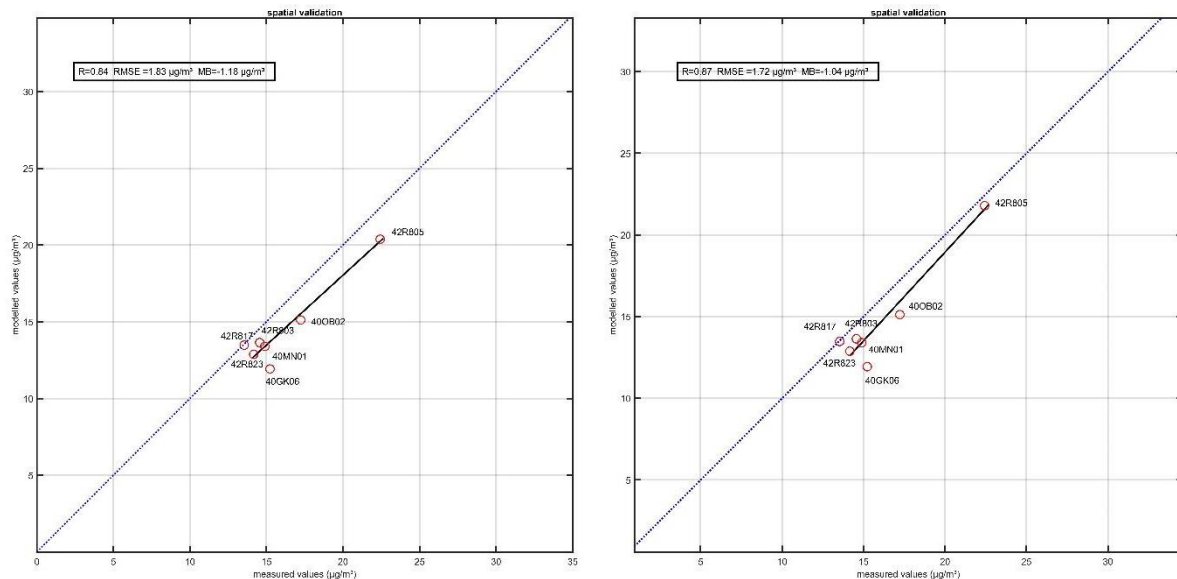
Bij inrekening van streetcanyon effecten (d.i. enkel het geval voor één station 42R805) gaat het bij overgang van uurgemiddelde naar daggemiddelde PM10 modelwaarden van een algemene overschatting van $1.06 \mu\text{g}/\text{m}^3$ naar een algemene overschatting van $3.04 \mu\text{g}/\text{m}^2$.

Validatie ATMO-Street voor PM2.5 in 2016

De onafhankelijke telemetrische meetstations, die uurlijkse PM2.5 concentraies aanleveren, worden hieronder opgelijst in Tabel 4. De locaties van de meetstations zijn terug te vinden op Figuur 1. Voor wat betreft de validatie met deze onafhankelijke telemetrische stations is er slechts één station waar streetcanyon effecten ingerekend worden: meetplaats 42R805. Voor de stations 42MW04, 42R804 en 40OB01 is er voor de spatiale validatie te weinig data beschikbaar. Links op de Figuur 13 wordt voor de ruimtelijke validatie voor 42R805 geen streetcanyon effect ingerekend, rechts op de figuur worden deze wel ingerekend. Er wordt vastgesteld (rechts op Figuur 13) dat de validatiestatistieken verbeteren bij inrekenen van de streetcanyon effecten.

Tabel 4: Stations- en gebiedstype van de gebruikte onafhankelijke data van de vaste telemetrische meetstations voor de validatie van PM2.5 2016

| stations | Gebiedstype | Databeschikbaarheid (%) voor 2016 |
|----------|-------------------------|-----------------------------------|
| 40GK06 | industrieel | 99.8 |
| 40MN01 | industrieel | 98 |
| 40OB02 | industrieel | 99.7 |
| 40RB01 | stedelijke achtergrond | 9 |
| 42MW04 | stedelijke achtergrond | 67 |
| 42R803 | stedelijke achtergrond | 97 |
| 42R804 | verkeer | 17 |
| 42R805 | verkeer (street canyon) | 99 |
| 42R817 | stedelijke achtergrond | 99.7 |
| 42R823 | stedelijke achtergrond | 99.8 |



Figuur 13: ruimtelijke validatie jaargemiddelde PM2.5 -concentraties 2016 (onafhankelijke telemetrische stations) alle beschikbare stations met voldoende data zonder streetcanyon effect ingerekend (links) met streetcanyon effect ingerekend rechts (rechts) (enkel 42R805)

De ruimtelijk validatie wordt gekenmerkt door een R van 0.87, een RMSE van $1.72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en een MB van $-1.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Aangezien er slechts een beperkt aantal onafhankelijke meetstations beschikbaar zijn geeft deze ruimtelijke validatie slechts een eerste indicatie van de modelperformantie.

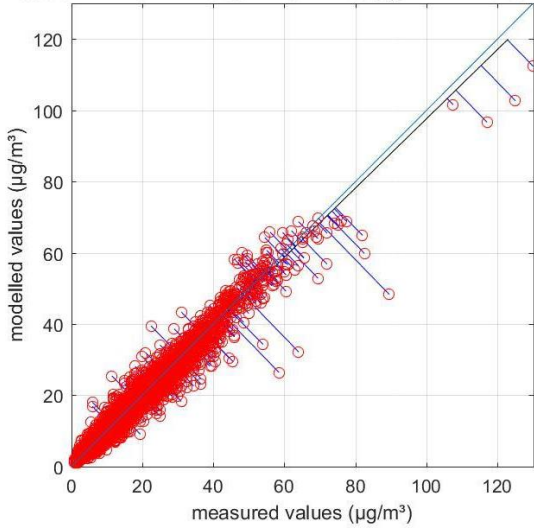
Voor wat betreft de statistieken van de temporele validatie worden op onderstaande figuren aan de linkerzijde de uurwaarden en aan de rechterzijde de daggemiddelde PM10-concentraties weergegeven. Deze laatste zijn belangrijk gezien de concentratieschalen van de BelAQI⁴, index dagemiddelde PM2.5-concentraties hanteert. Er wordt een significante verbetering vastgesteld van de validatiestatistieken bij overgang van uurgemiddelde PM2.5-concentratie naar daggemiddelde PM2.5 concentraties. Als we de temporele validatie per type meetstation opdelen (zie Figuur 16) zowel voor uur- als daggemiddelde PM10 concentraties wordt vastgesteld dat de performantie van stedelijke achtergrondstations performanter is.

Op figuur 15 is de temporele validatie van het station 42R805 afgebeeld zonder en met het in rekening brengen van streetcanyoneffecten (resp. links en rechts op de figuur). Dit zowel voor uurgemiddelde (boven) als daggemiddelde (onder) PM2.5-concentraties. Er wordt vastgesteld dat rekening houden met het streetcanyoneffect geen verbetering van de temporele statistieken oplevert voor het meetstation 42R805.

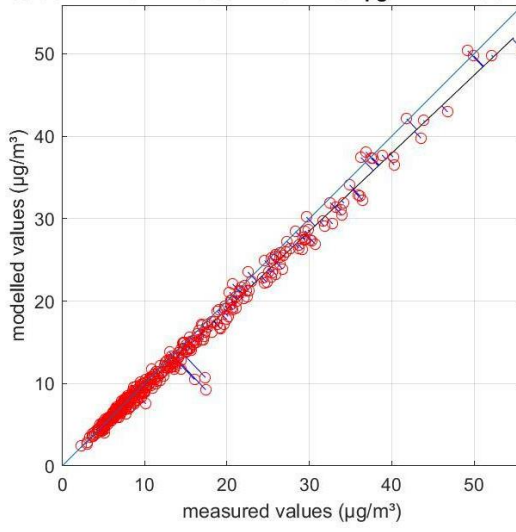
Bij vergelijking tussen de gemiddelde uurwaarden voor de maanden januari en juni en de modelresultaten zonder en met streetcanyoneffecten wordt vastgesteld dat de overschatting groter wordt voor deze laatste (zie Figuur 17). Bij daggemiddelde PM2.5-concentraties gaat het eveneens naar een iets grotere overschatting wanneer met streetcanyon-effecten wordt rekening gehouden (Figuur 18).

⁴ (<http://www.irceline.be/nl/luchtkwaliteit/metingen/belaqi-luchtkwaliteitsindex/informatie>)

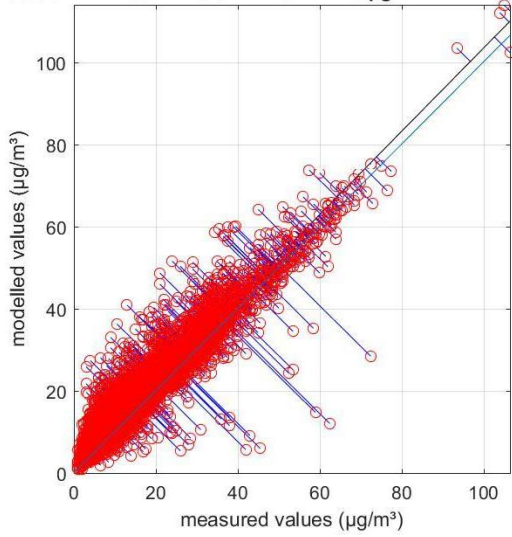
station =42R817 R=0.98 RMSE =2.03 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=-0.06 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



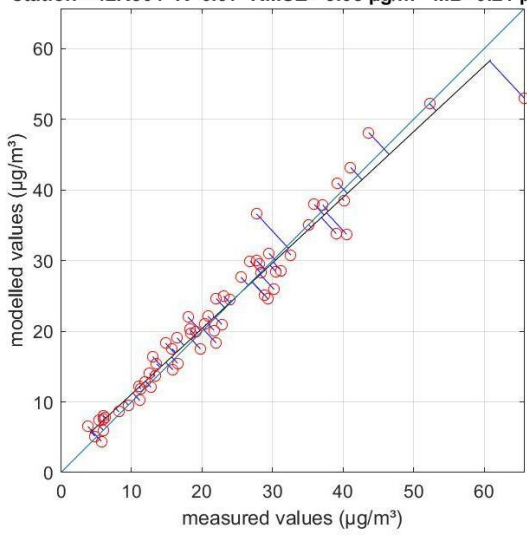
station =42R817 R=0.99 RMSE =1.31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=-0.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



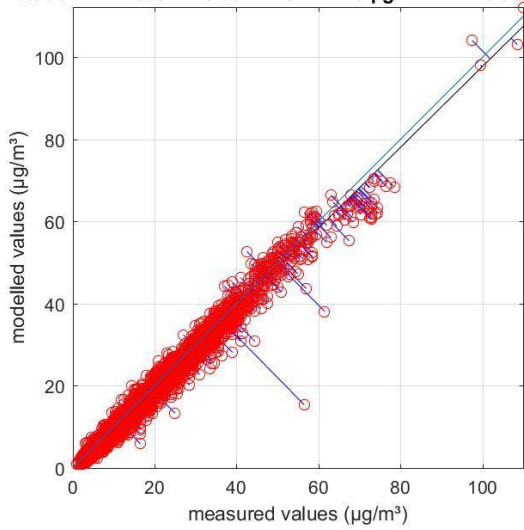
station =42R804 R=0.94 RMSE =4.48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=2.22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



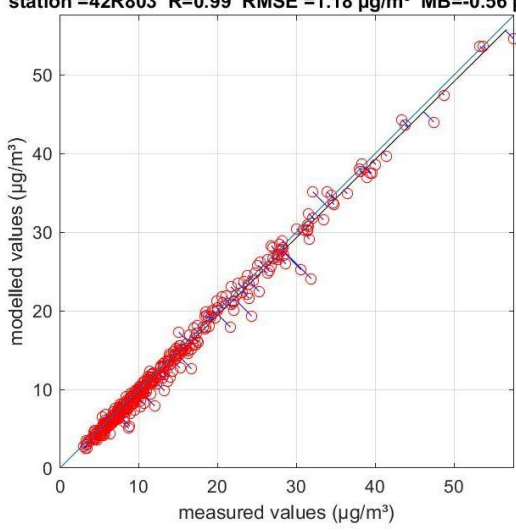
station =42R804 R=0.97 RMSE =3.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=0.21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



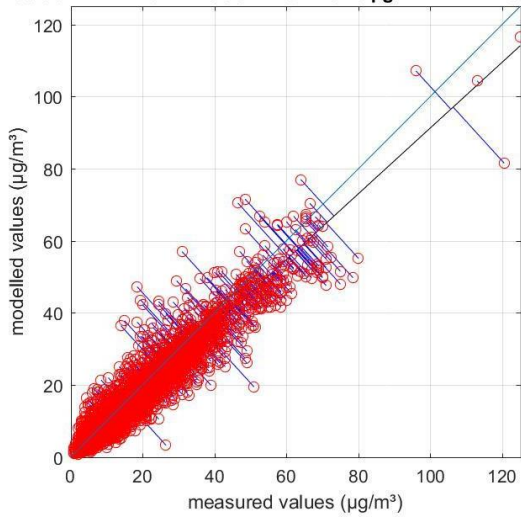
station =42R803 R=0.99 RMSE =1.78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=-0.91 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



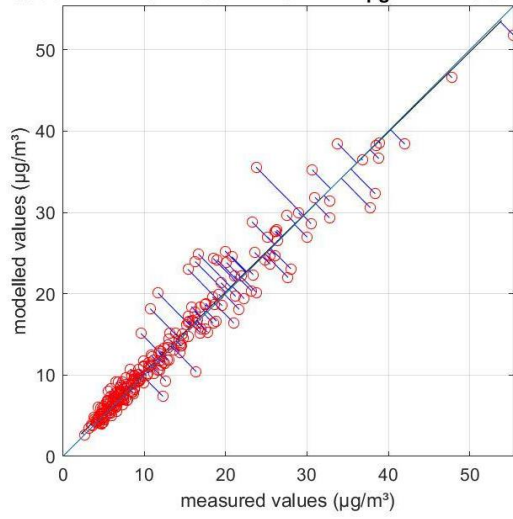
station =42R803 R=0.99 RMSE =1.18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=-0.56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



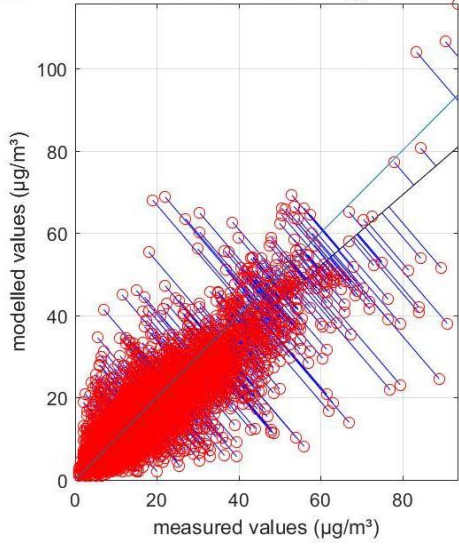
station =42MW04 R=0.96 RMSE =3.45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=-1.19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



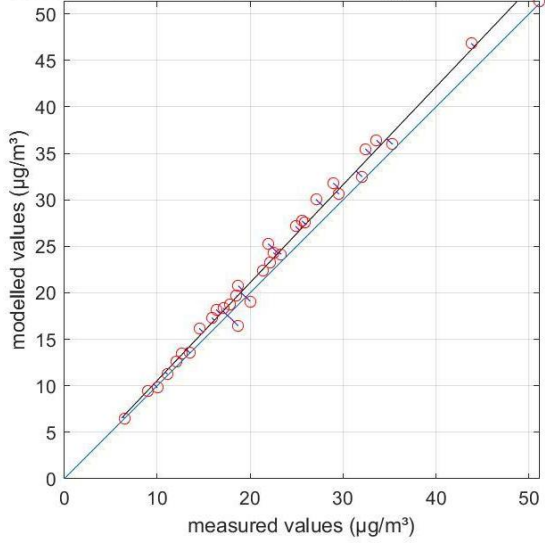
station =42MW04 R=0.97 RMSE =2.24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=0.34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



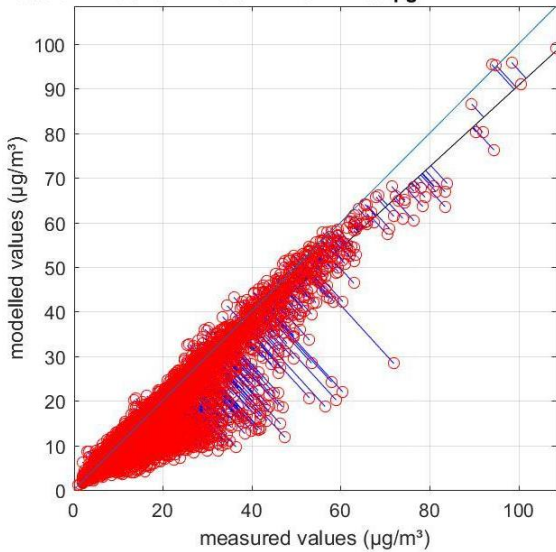
station =40RB01 R=0.86 RMSE =6.13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=-1.65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



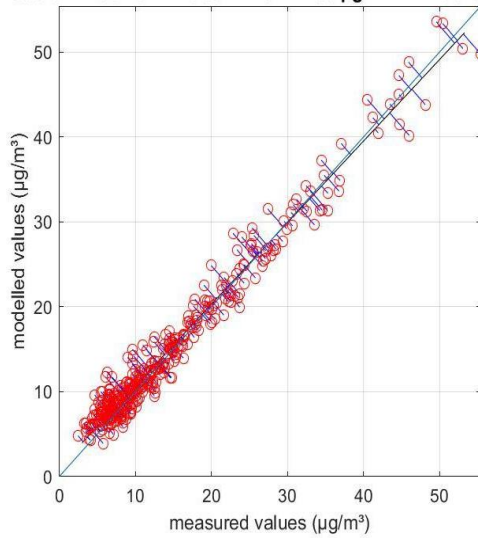
station =40RB01 R=0.99 RMSE =1.74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=1.23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

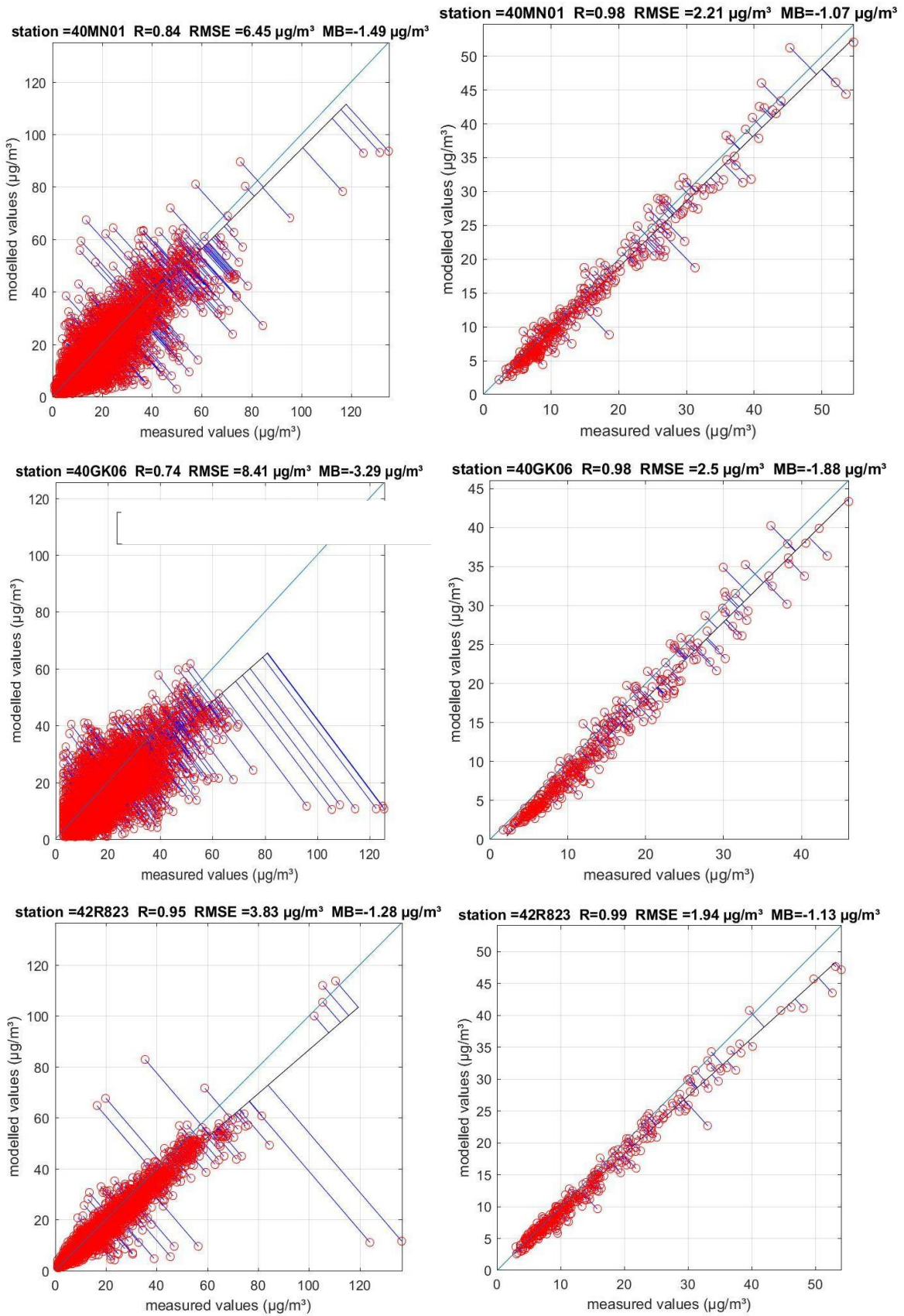


station =40OB02 R=0.94 RMSE =4.58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=-2.11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



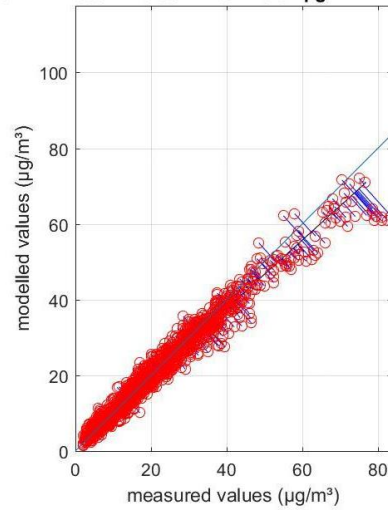
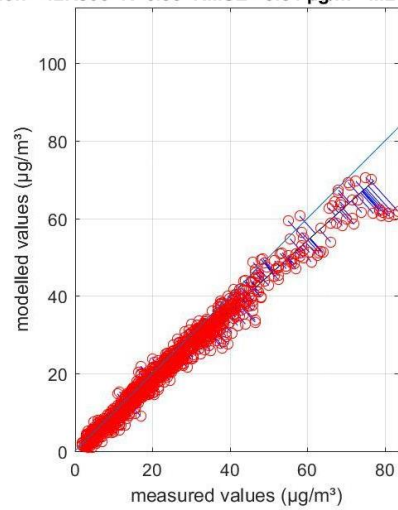
station =40OB02 R=0.98 RMSE =1.93 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=0.51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



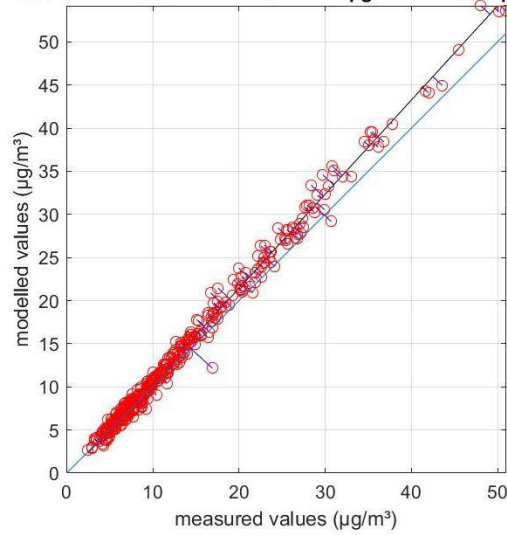


Figuur 14: Temporale validatie uurgemiddelde PM2.5-concentraties (links) en daggemiddelde PM10-concentraties (rechts) van de onafhankelijke telemetrische stations voor Vlaanderen 2016

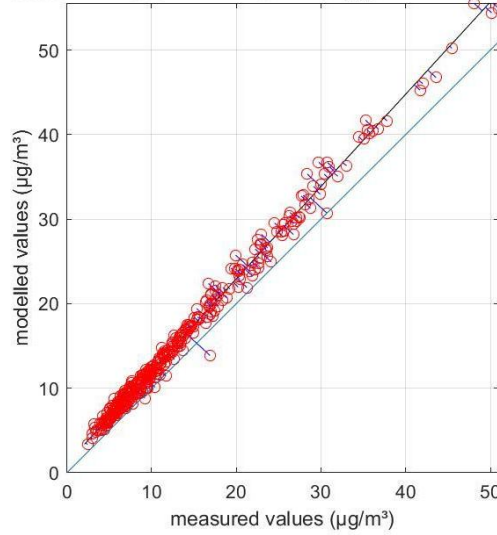
station =42R805 R=0.99 RMSE =3.34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=-2.05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ station =42R805 R=0.98 RMSE =3.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=-0.64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



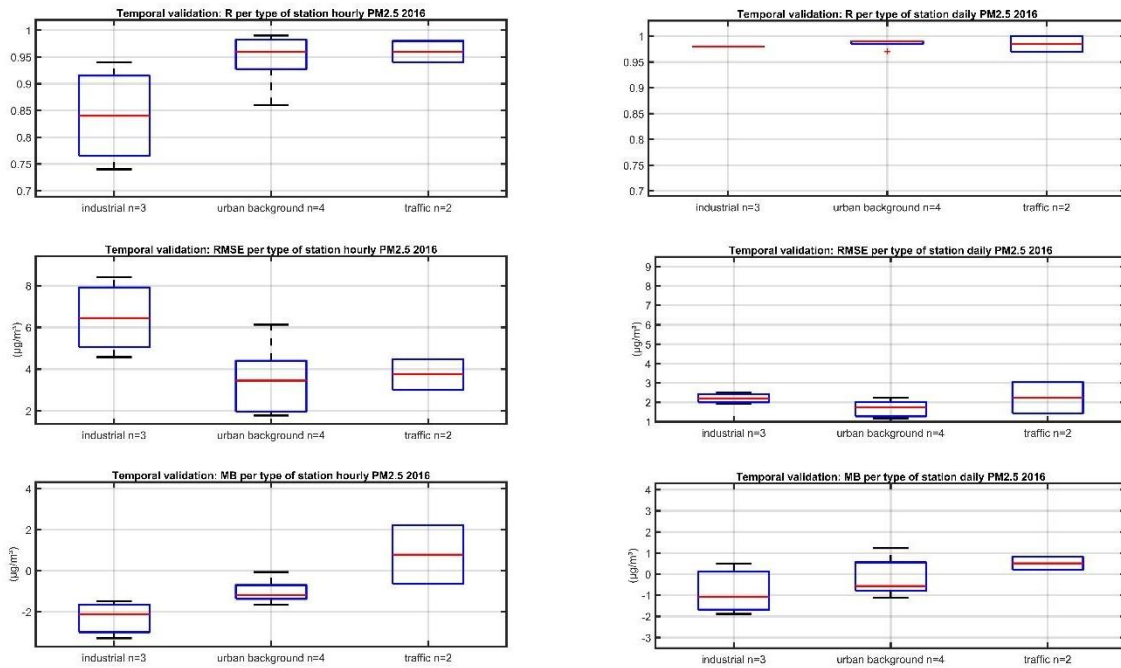
station =42R805 R=1 RMSE =1.44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=0.82 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



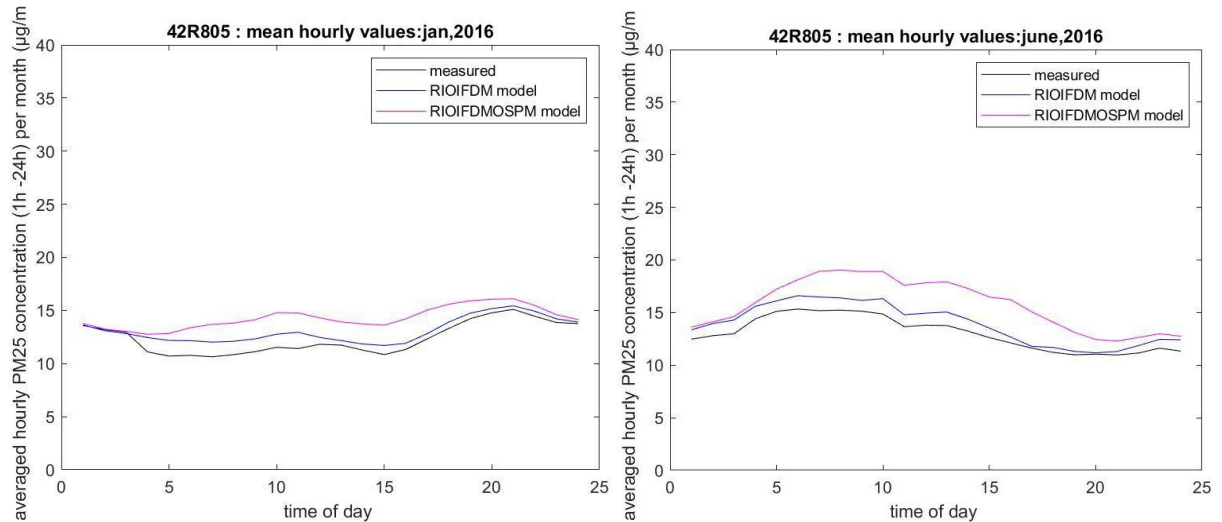
station =42R805 R=1 RMSE =2.62 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ MB=2.32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



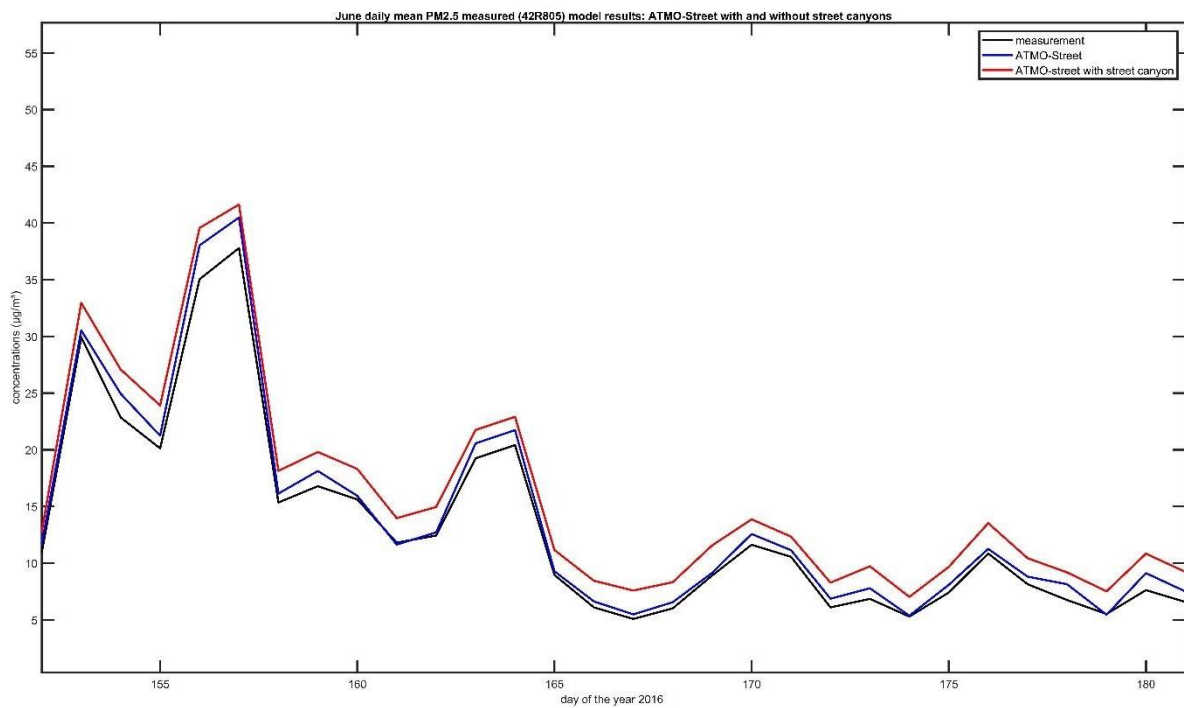
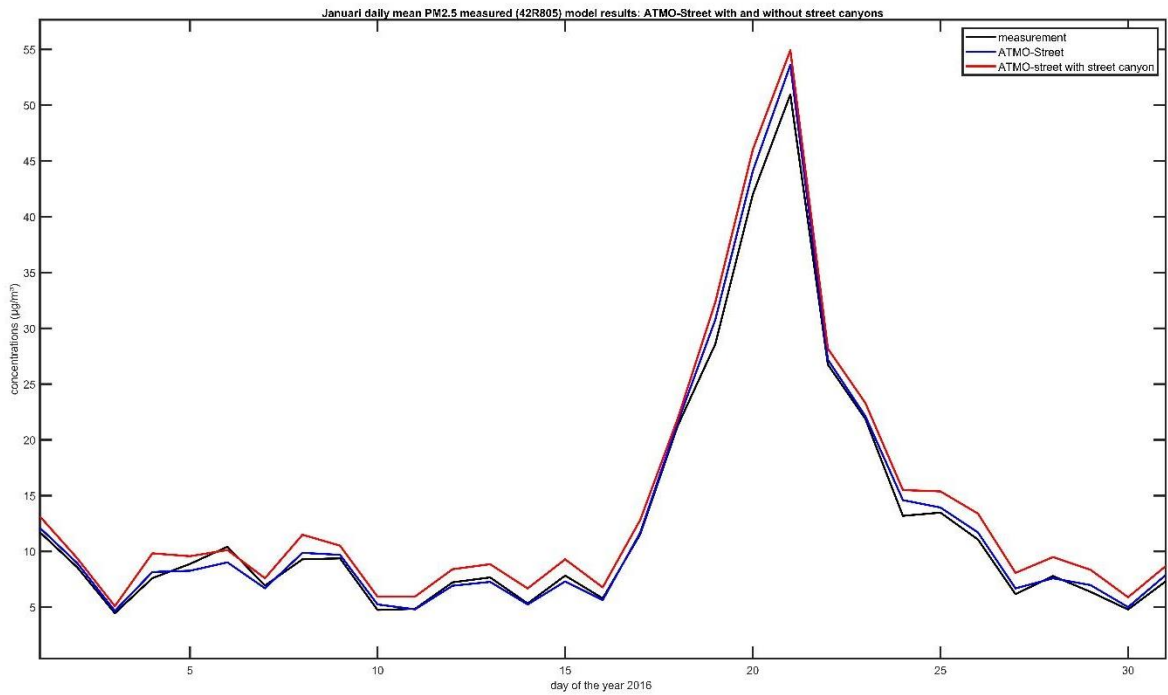
Figuur 15 : Temporele validatie uurgemiddelde PM2.5-concentraties (boven) en daggemiddelde PM10-concentraties voor het station 42R805 (verkeer) links zonder ingerekende streetcanyon effecten, rechts met ingerekende streetcanyon effecten voor 2016



Figuur 16: temporele statistieken R, RMSE, MB (n=het aantal onafhankelijke telemetrische stations) voor uurlijkse PM2.5-concentraties (links) en temporele statistieken R, RMSE, MB en voor daggemiddelde PM10-concentraties (rechts) voor 2016



Figuur 17: Vergelijking van de gemeten (zwart), gemodelleerde met streetcanyoneffecten (roze) en zonder streetcanyon effecten (blauw) uitgemiddelde uurwaarden per maand PM2.5 van het 42R805 (verkeer) voor januari (links) en juni (rechts) 2016



Figuur 18: Vergelijking van de gemeten (zwart), gemodelleerde met streetcanyoneffecten (rod) en zonder streetcanyon effecten (blauwdaggemiddelde PM2.5 van het station 42R805 (verkeer) voor januari (boven) en juni (onder) 2016

Het aantal onafhankelijke meetstations voor de validatie van **PM2.5** is eerder beperkt (onafhankelijke telemetrische meetstations). De ruimtelijke validatie geeft in die zin een eerste inschatting van de modelperformantie. Op basis van deze oefening met een beperkt aantal meetstations blijkt er een kleine **algemene onderschatting** ($-1.04 \mu\text{g}/\text{m}^3$) te zijn van **de gemodelleerde jaargemiddelde PM2.5-concentraties**.

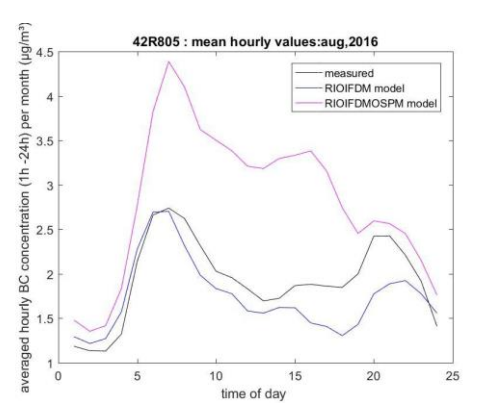
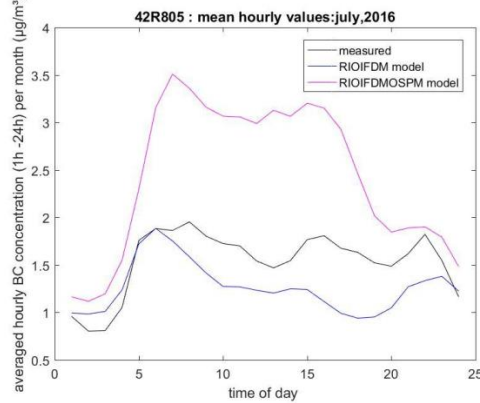
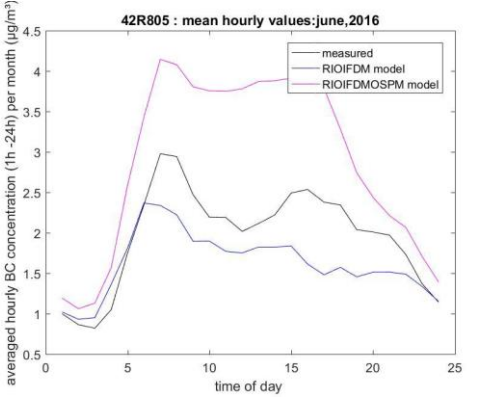
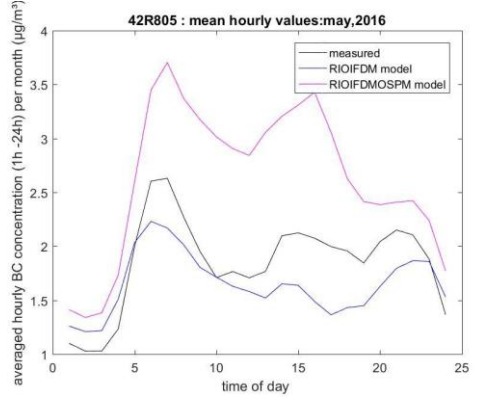
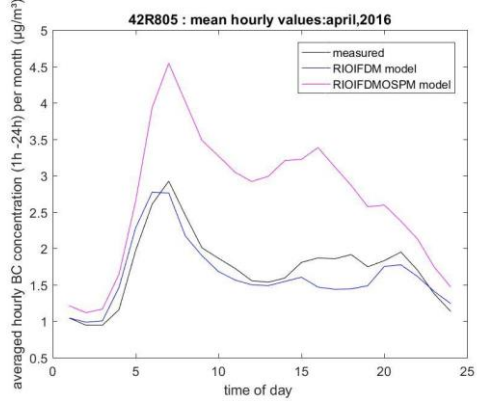
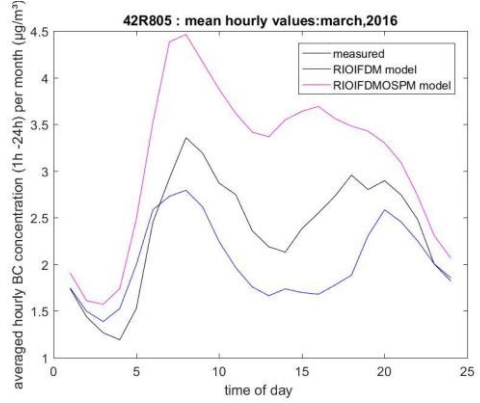
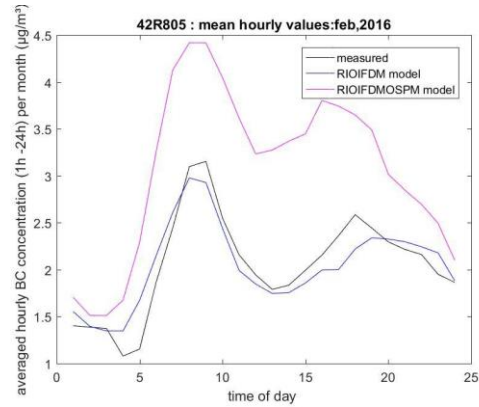
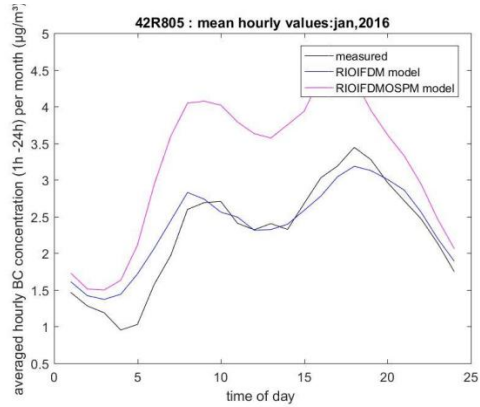
Voor wat betreft de temporele (**uurwaarden en dagwaarden**) validatiestatistieken zijn er **indicaties** dat de modelberekeningen voor PM2.5 het performantst zijn in **stedelijke achtergrond gebieden**. De temporele validatie van de **daggemiddelde PM2.5-concentratie** scoort **beter** dan deze van de **uurwaarden**.

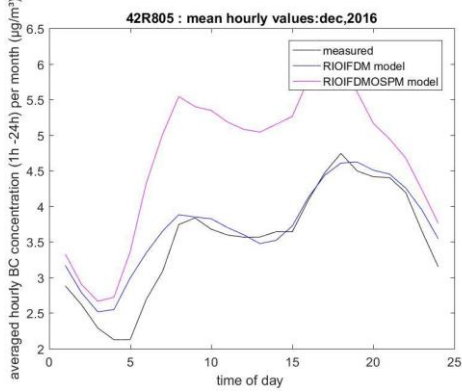
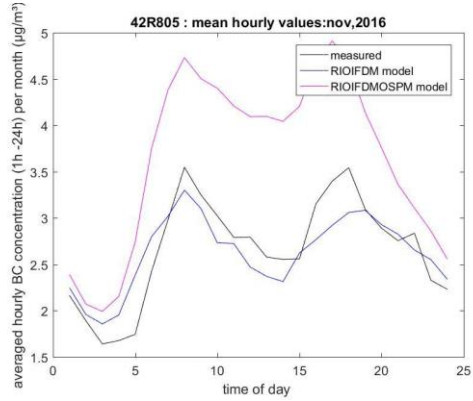
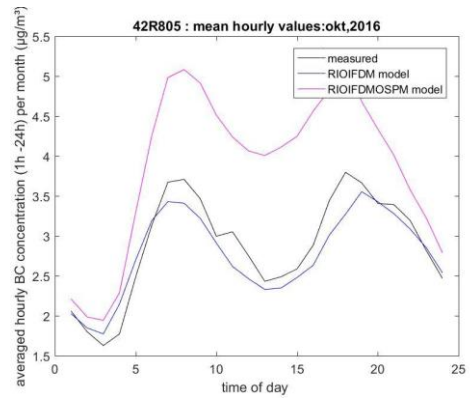
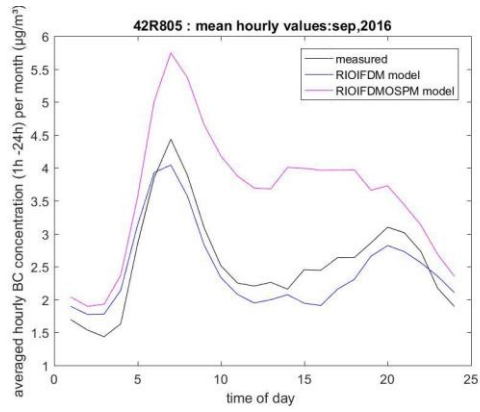
Wanneer wordt rekening gehouden met **streetcanyon effecten** (d.i. enkel het geval voor één station) gaat het bij overgang van **uurgemiddelde naar daggemiddelde PM2.5 modelwaarden** van een **algemene onderschatting** van $-0.64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ naar een **algemene overschatting** van $2.32 \mu\text{g}/\text{m}^2$.

ANNEX

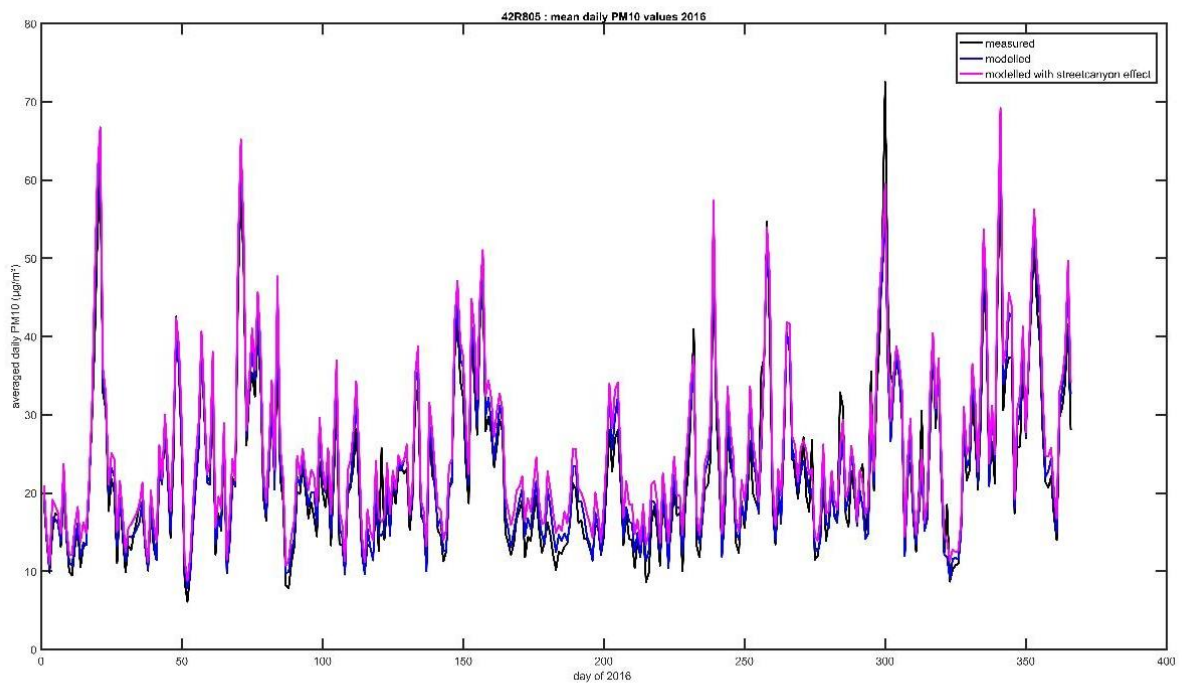
1.1 BC

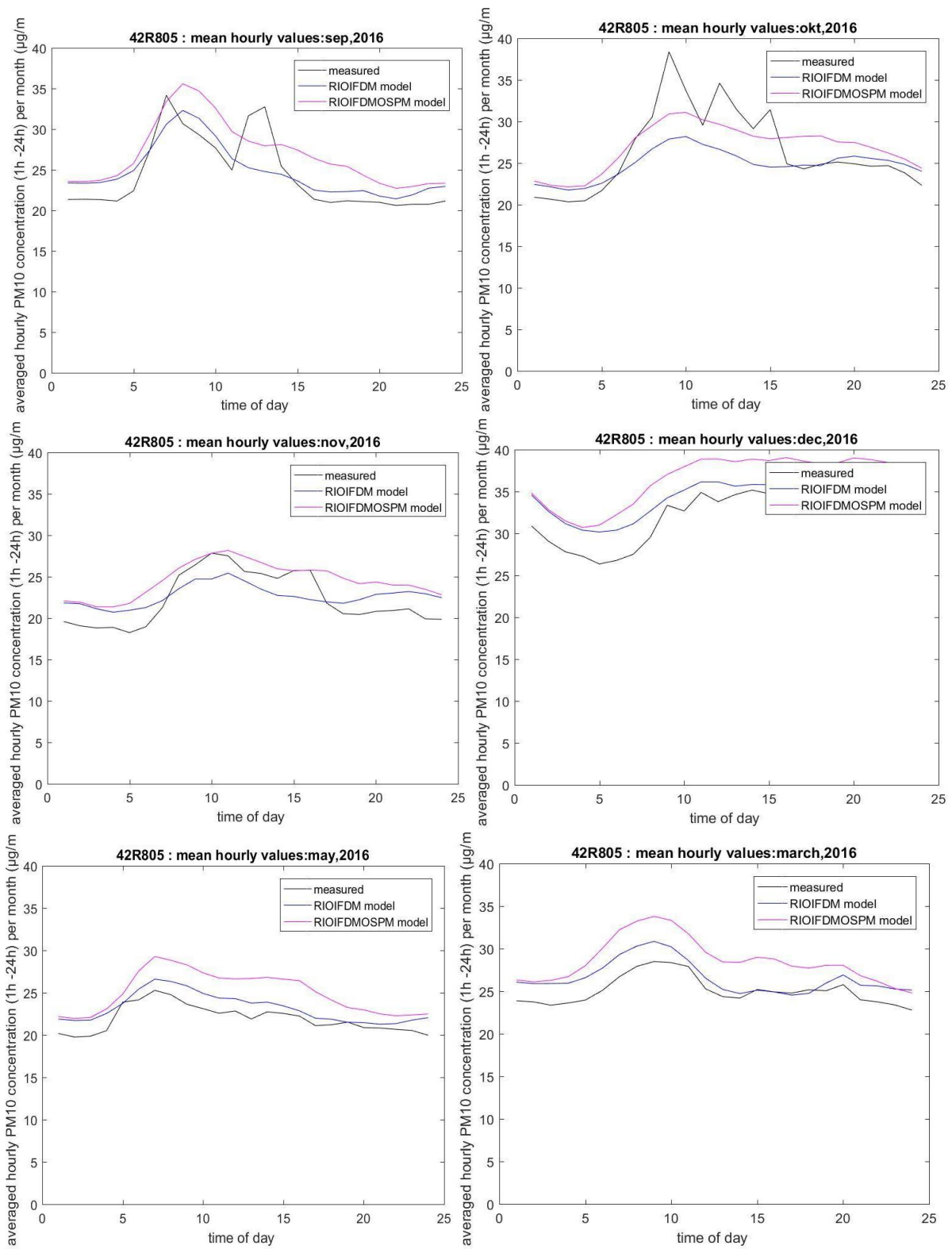
2

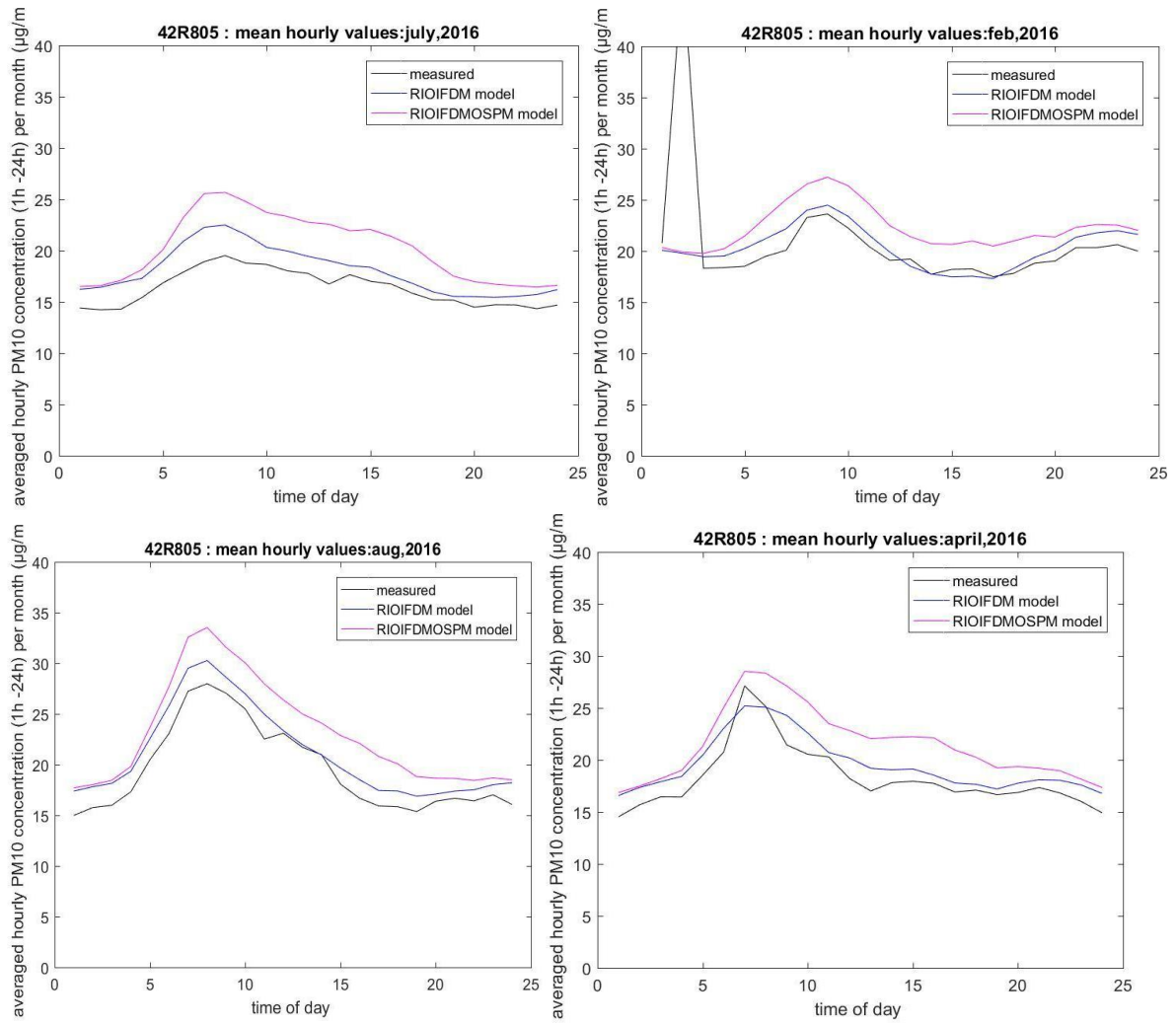




1.2 PM10







1.3 PM2.5

