

ATMO-Street luchtkwaliteitskaarten

Hans Hooyberghs

Hans.Hooyberghs@vito.be

Met dank aan

Charlotte Vanpoucke (VMM / IRCEL)

David Roet (VMM)

Inhoud

- ATMO-Street luchtkwaliteitskaarten
 - Modelketen
 - Invoerdata
 - Resultaten
- Validatie van de kaarten
 - Curieuzeneuzen campagne
 - Diverse andere validatiestudies

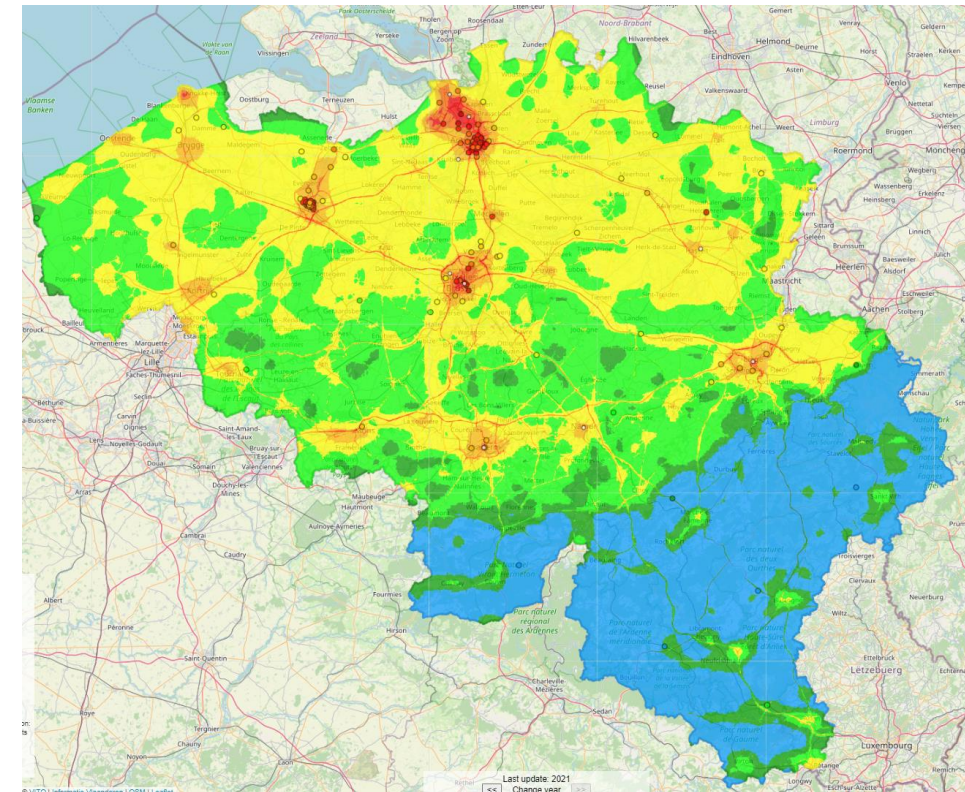
Modelketen en invoerdata

Overview

- Jaarlijkse kaarten met jaargemiddelde luchtvervuiling in Vlaanderen (+ Brussel + Wallonië)
- Tijdreeks 2016 – 2022 beschikbaar (min of meer consistent)
- Polluenten: NO₂, PM₁₀, PM₂₅, BC
- Gebruikt voor diverse doeleinden
 - Assessment huidige situatie (kaarten opgeleverd aan EU)
 - Informeren bevolking
 - Invoer voor gezondheidsstudies en blootstellingsberekeningen
 - ...
- Doorrekeningen uitgevoerd door IRCEL / VMM, met ondersteuning van VITO, en op basis van invoerdata van diverse partijen
- Rekentechnisch zwaar werk
 - 3TB storage, ca. 11 CPU jaar aan rekentijd
 - Berekeningen op Vlaamse SuperComputer (VSC)

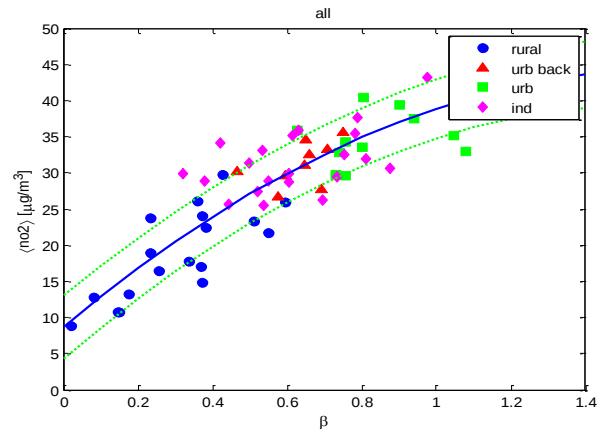


NO₂, 2021

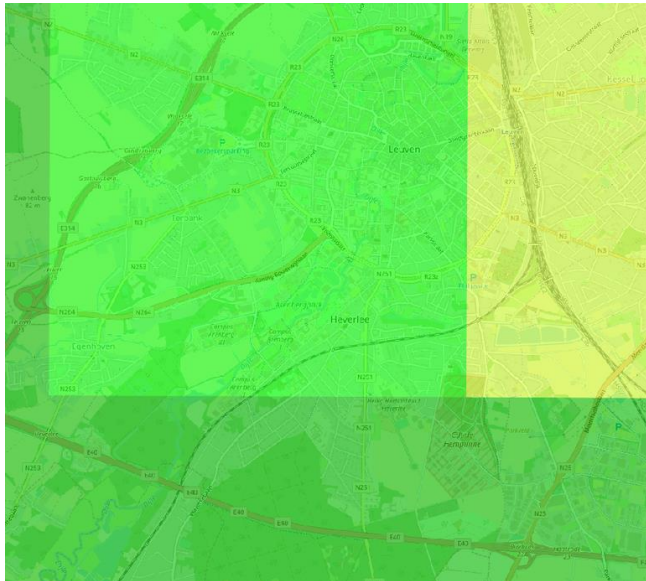


RIO

Land use regressie model



Achtergrond concentraties

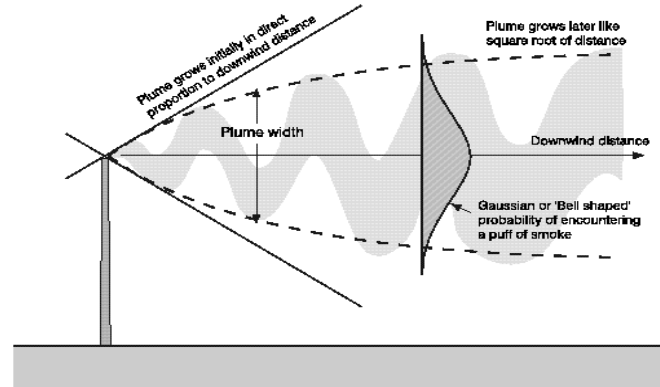


Dubbeltelcorrectie



IFDM

Gaussisch dispersiemodel

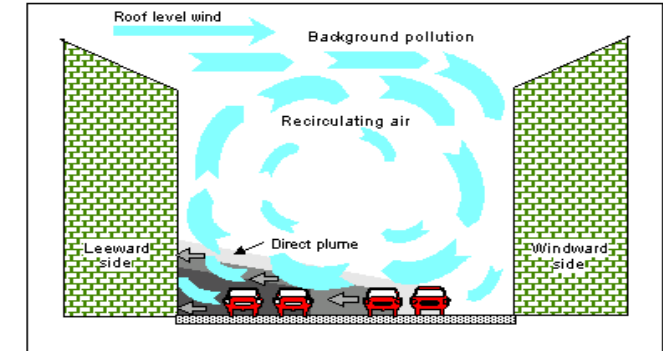


Open straat concentraties op basis van
verkeer en industriële puntbronnen

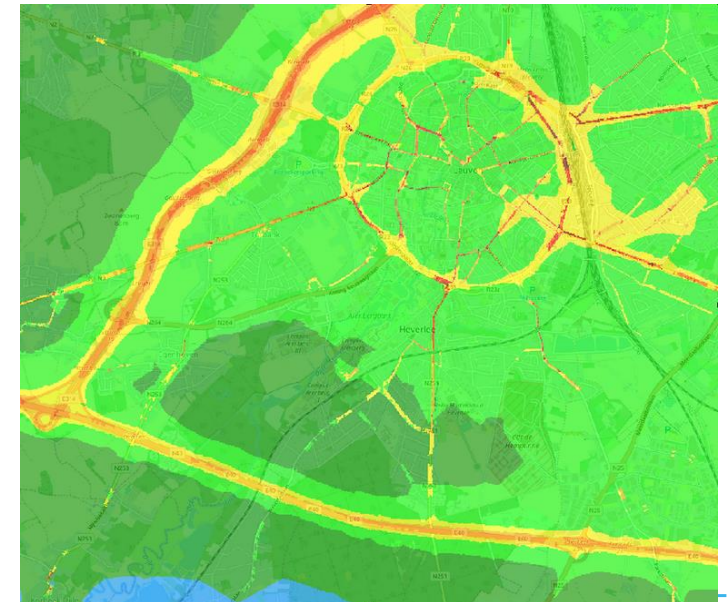


OSPM

Street-canyon module



Street canyon increment



Verkeersstromen

Vloot

Emissiefactoren

Scheepvaartemissies

Industriële emissies

Gebouwendata

Landgebruik

Metingen

Geassimileerde
meteo

RIO

Land use
interpolation
model

fastrace

Verkeersemis-
sie model

Achtergrond-
concentraties

Meteo

Lijnbronnen

Lijnbronnen

Puntbronnen

Street-canyon
data

IFDM

Gaussisch dispersie
model

OSPM

Street-canyon
module

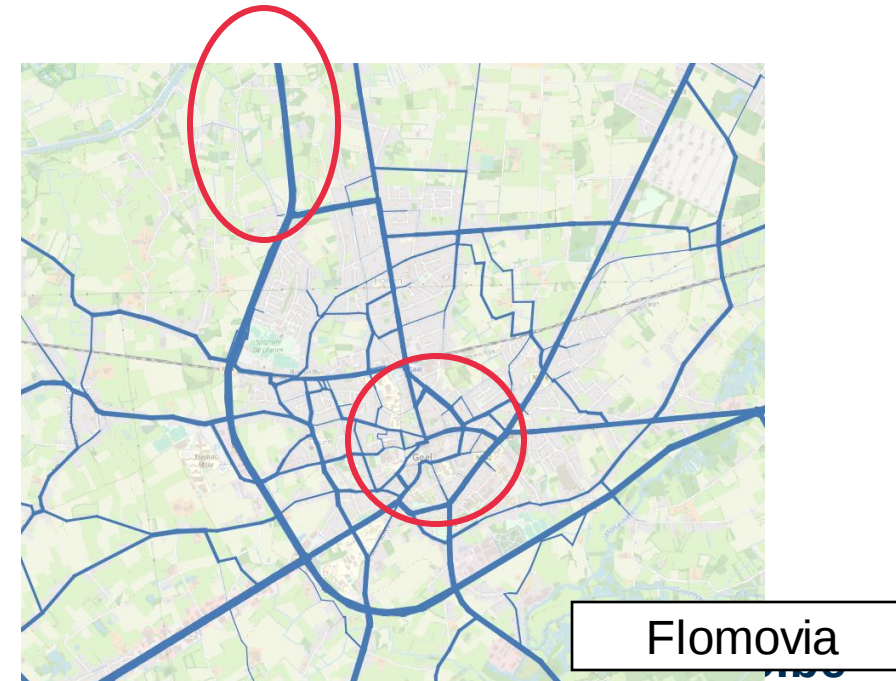
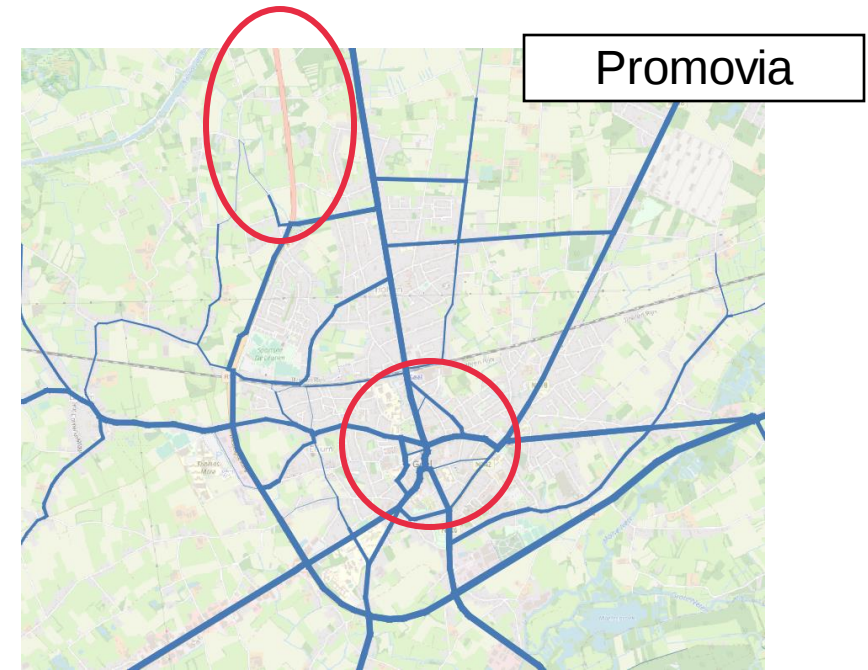


Concentratiekaarten

Invoerdata

Wegverkeer, op basis van fastrace

- Vloot: Officiële data (DIV + tellingen)
 - Data van 2021 gebruikt voor modellering 2022
- Emissiefactoren: COPERT
 - Data van 2021 gebruikt voor modellering 2022
- Voertuigstromen en snelheden op basis van propagatiemodel
 - 2015 – 2020: Promovia (Departement MOW)
 - Enkel ruw en gedateerd wegennetwerk.
 - Kan niet om met tijdelijke verkeersstellingen.
 - Daling kwaliteit na stopzetten structurele tellingen begin 2017
 - 2021 - ...: Flomovia (MINT, Be-Mobile en DAT.mobility)
 - Combinatie van nieuwe model Flomove (onderliggend wegennetwerk) en Promovia (snelwegen => tellingen)
 - Hergebruik herkomsten-bestemmingmatrix MOW modellering
 - Gebruik van tellingen van VVC (snelwegen), AWV (tijdelijke campagne), Telramen (lokaal).
 - Netwerk : OpenStreetMaps (meer detail)
 - Snelheden op basis van Floating Car Data
 - Modellering typedag die opgeschaald wordt naar jaartotalen
 - Data van 2022 gebruikt voor modellering 2022
 - Toevoegen van tunnels en bruggen in finale stap



Invoerdata

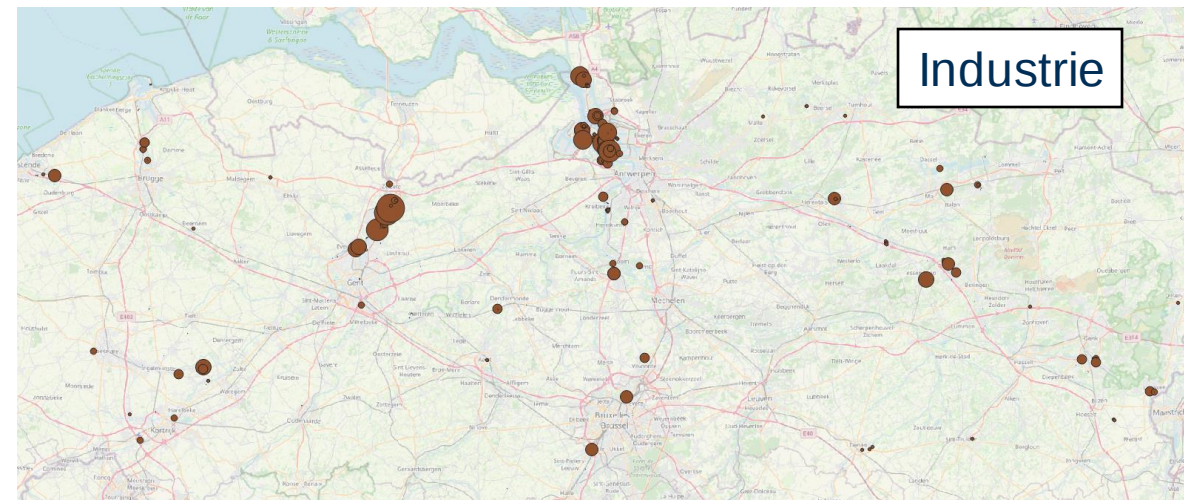
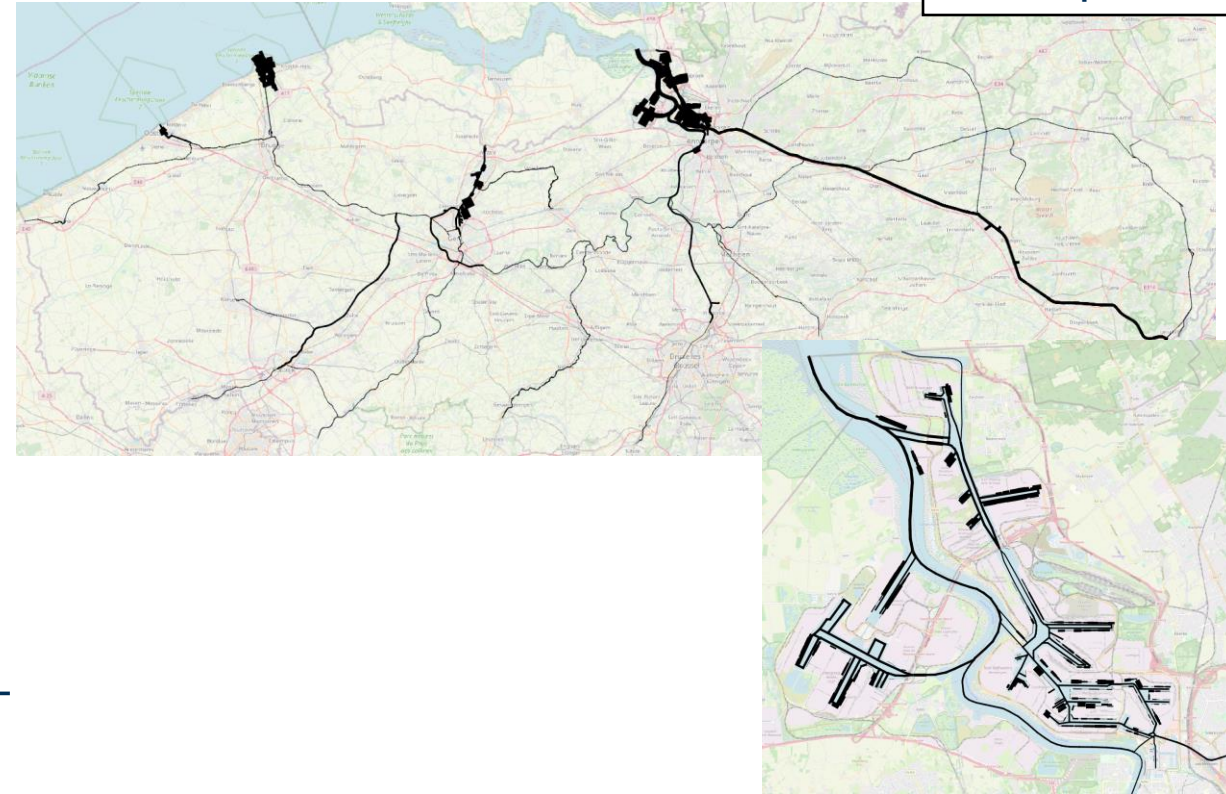
Emissies (part II)



- Scheepvaartemissies
 - Op basis van EMMOSS model (TML)
 - Zowel totalen als spreiding in havens / over waterlopen
 - Data van 2021 gebruikt voor modellering 2022

- Puntbronnen
 - Op basis van data opgeleverd door bedrijven in IMJV
 - Zowel emissiesterktes, als parameters (hoogte, warmte-inhoud...)
 - Data voor 2021 gebruikt in modellering 2022

- Alle andere bronnen
 - O.a. residentieel, offroad, luchtvaart, landbouw
 - Niet expliciet opgenomen in de modellering
 - Resulterende concentraties wel (op lage resolutie) aanwezig in achtergrondconcentraties



Resultaat

- Kaarten beschikbaar op websites IRCEL en VMM

Website IRCEL: https://irceline.be/en/air-quality/measurements/nitrogen-dioxide/history/no2_anmean_rioifdm

Website VMM: <https://www.vmm.be/lucht/stikstof/concentratie-stikstofdioxide>

Validatie van de kaarten

Curieuzeneuzen



Validatie Curieuzeneuzen

Methodologie

- Focus op ruimtelijke patroon, niet op tijdsreeks (jaargemiddelde bekijken)
- Enkel NO₂
- Validatie voor maand in 2018, dus op basis van invoerdata voor dat jaar
 - Promovia verkeersdata, dus invloed te verwachten van gedateerde verkeersdata (bv niet opnemen circulatieplan in Gent)
 - Ondertussen aantal verbeteringen aan keten doorgevoerd
- Gebruiken van de kaarten “as is”
 - Geen aanpassingen om locaties beter te doen uitkomen
- Resultaten gepubliceerd in vakliteratuur



Atmospheric Environment
Volume 272, 1 March 2022, 118946



Validation and optimization of the ATMO-Street air quality model chain by means of a large-scale citizen-science dataset

H. Hooyberghs^a  , S. De Craemer^{a,b}, W. Lefebvre^a, S. Vranckx^a, B. Maiheu^a,
E. Trimpeneers^{c,d}, C. Vanpoucke^{c,d}, S. Janssen^a, F.J.R. Meysman^{b,e}, F. Fierens^{c,d}

Beschikbaar via

<https://pub.vito.be/openaccess/2022%20Hooyberghs%20et%20al%20-%20Validation%20ATMO-Street.pdf>

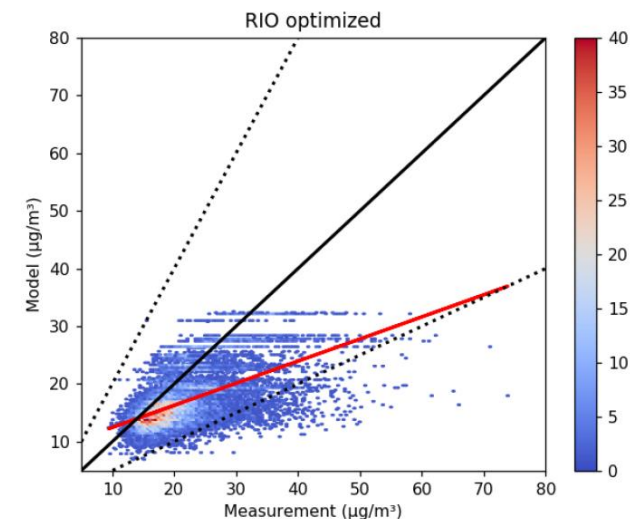
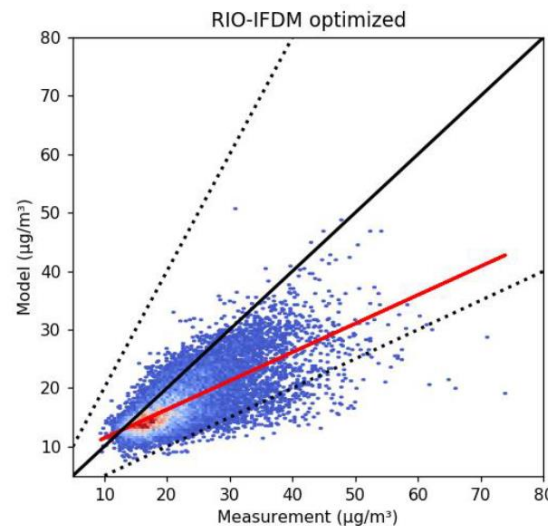
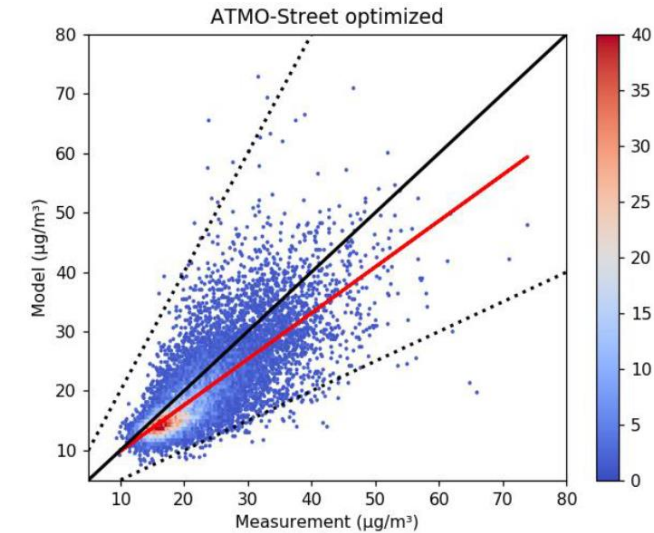


Validatie Curieuzeneuzen

Wat gaat er goed?

- Algemene beeld zeer goed weergegeven, zeker gezien alle complexiteit
 - Onzekerheid metingen
 - Onzekerheid invoerdata en parametrisatie modellering
- Duidelijke verbetering bij overgang naar meer complexe keten (RIO -> RIO-IFDM -> RIO-IFDM-OSPM)

Statistic	ATMO-Street Optimized model	RIO-IFDM Optimized model	RIO Optimized model
Bias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-2.7	-4.3	-4.5
RMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	5.2	6.2	7.0
BCRMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4.4	4.4	5.3
Pearson R^2	0.58	0.51	0.33



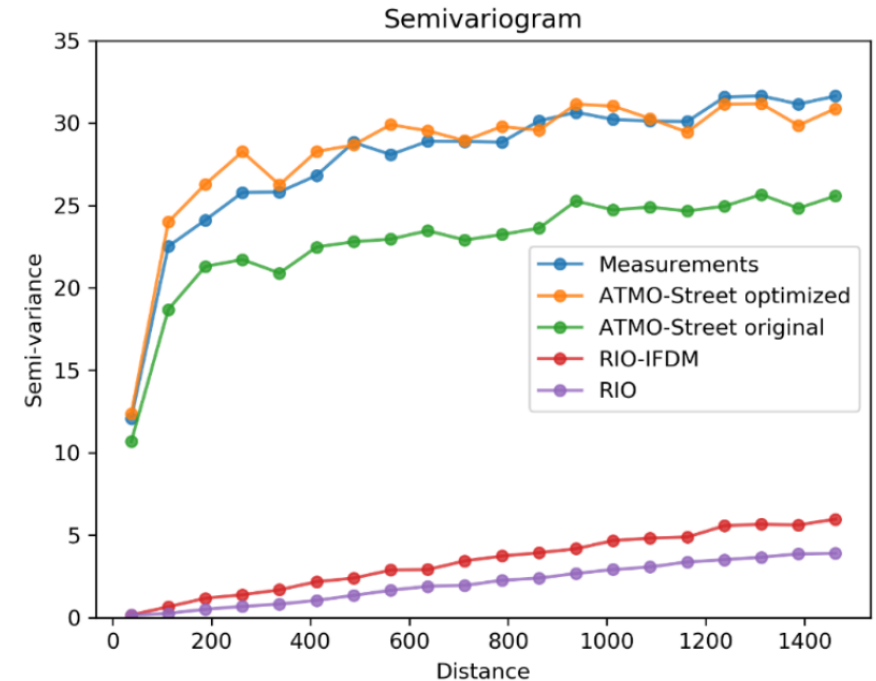
Validatie Curieuzeneuzen

Wat gaat er goed?

- Spatiale variatie goed gemodelleerd (via semi-variogram)
 - Belang van meenemen street-canyons, met correcte parametrisaties
- Internationale benchmark voor gebruik in beleidsondersteuning wordt duidelijk gehaald



$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{N(h)} (c_i - c_j)^2$$



Model quality indicator

Objective: 1.0

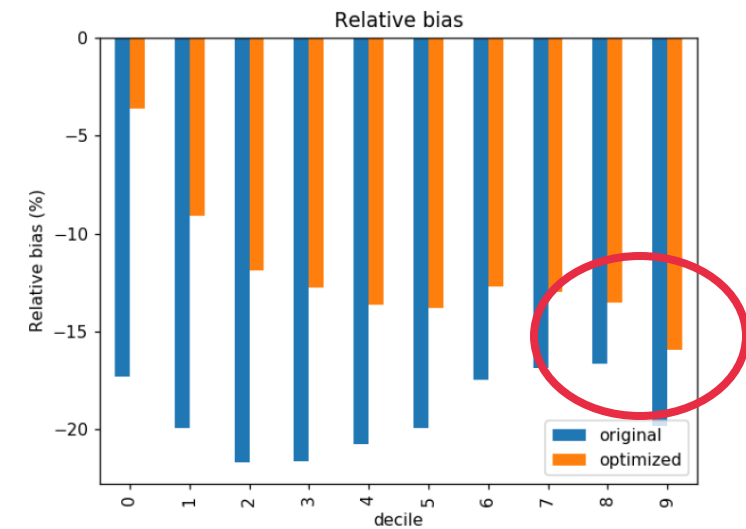
Curieuzeneuzen: 0.8



Validatie Curieuzeneuzen

Wat gaat er minder goed?

- In het algemeen hogere onderschattingen bij locaties met hoogste concentraties
- Problemen in “complexe” street canyons
 - Drukke straten met vele ventwegen (Leien in Antwerpen / Kleine Ring in Brussel...) geven overschattingen
 - Brede streetcanyon (typische invalswegen met parkeerstroken, fietspaden etc) blijken moeilijk te modelleren
 - Tunnelmonden in streetcanyons
- Problemen op locaties met afwijkingen in verkeersemissies
 - Circulatieplan in Gent
 - Wegen niet opgenomen in verkeersmodel
 - Beide deels opgelost in nieuwste kaarten



Statistic	Traffic data available	Traffic data unavailable	Antwerp	Ghent
Bias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-2.4	-2.9	-3.9	-1.1
Relative Bias (%)	-10	-15	-12	-4
Relative BCMRSE (%)	19	15	16	22
Pearson R^2	0.50	0.64	0.52	0.4

Validatie Curieuzeneuzen

Algemene conclusies

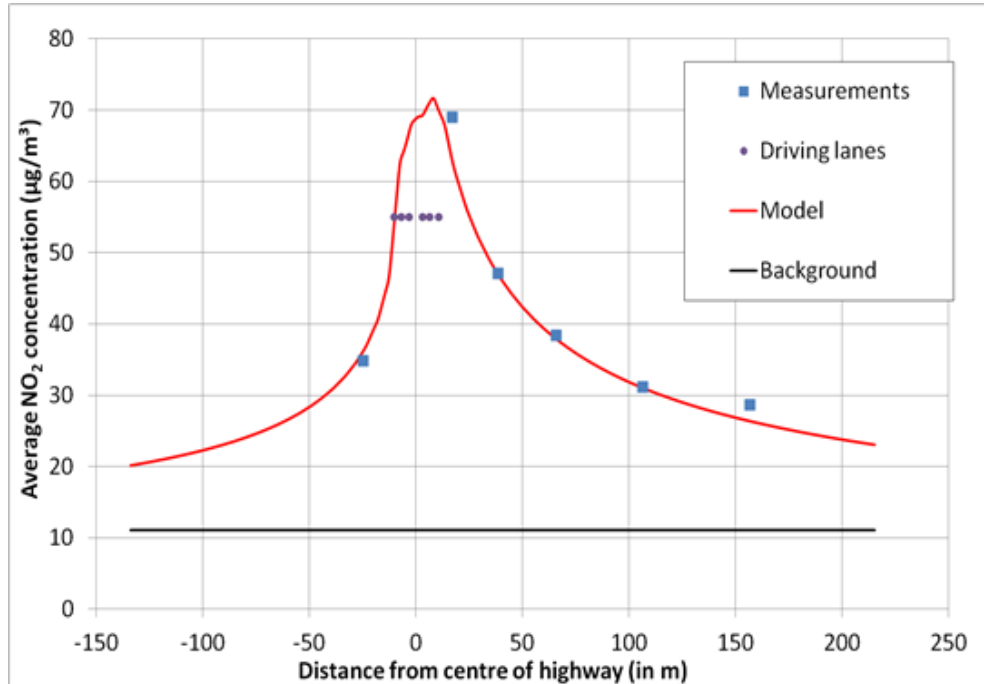
- ATMO-Street keten geeft in het algemeen een goed beeld van de luchtkwaliteit in Vlaanderen
- Bij het inzoomen op bepaalde specifieke locaties duiken wel afwijkingen op
 - Belang van goede verkeersdata (garbage in = garbage out)
 - Moeilijkheden in complexe locaties (niet onverwacht)
- Belang van citizen science campagnes om spatiale validaties uit te voeren op grote schaal



Andere validaties

Gradient in de omgeving van grote wegen

- Specifieke campagne in kader van ATMOSYS-project
- Focus op IFDM
- Spatiale gradient duidelijk goed gemodelleerd



E40, Affligem

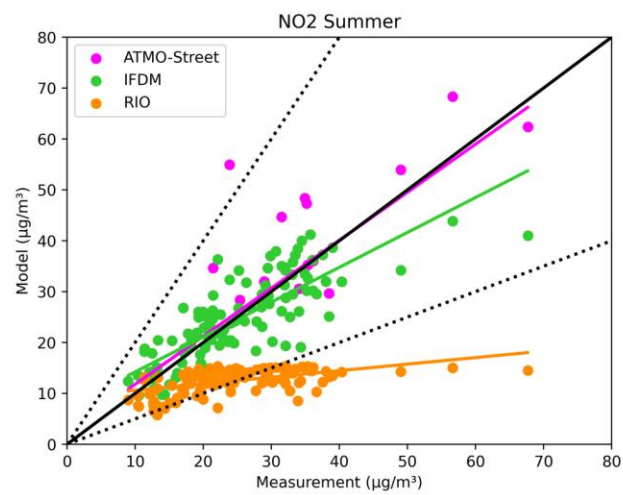


Andere validaties

Blik op het buitenland

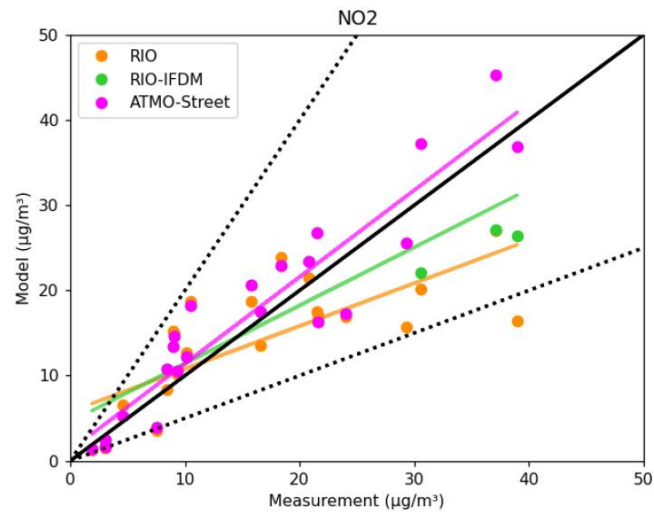
- Gelijkaardige statistieken en conclusies bij validatiecampagnes in andere landen en regio's waar ATMO-Street keten gebruikt wordt
 - Slovakije, Ierland (Dublin), Polen (Krakow + Warsaw), Wallonie...

Krakow



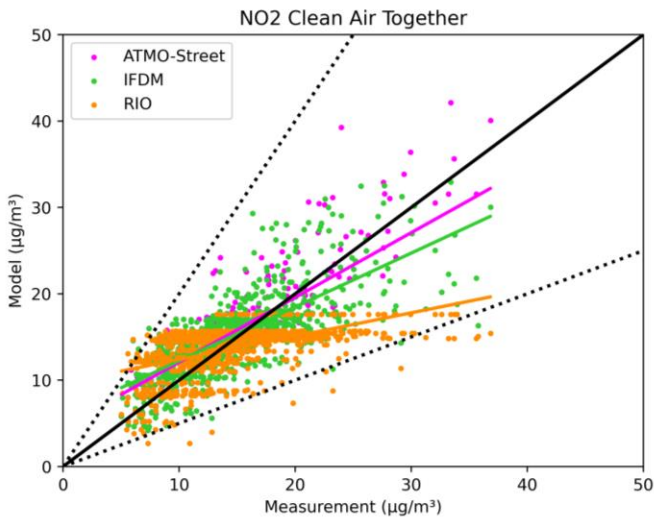
	RIO	RIO-IFDM	ATMO-Street
R^2	0.27	0.63	0.67
Linear coefficient	0.13	0.69	0.94
Bias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-12.4	-0.5	1.0
BCRMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8.6	5.9	6.1

Slovakia



	RIO	RIO-IFDM	ATMO-Street
R^2	0.58	0.75	0.88
Linear coefficient	0.50	0.72	1.03
Bias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-2.4	-0.2	1.7
BCRMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	7	5	4

Dublin



	RIO	RIO-IFDM	ATMO-Street
R^2	0.52	0.55	0.61
Linear coefficient	0.27	0.62	0.75
Bias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-0.9	0.5	1.0
BCRMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4.5	3.6	3.4

Andere validaties

Fijn stof

- (oude) Validatie Vlaanderen (2013)

	RIO-IFDM
R^2	0.45
Bias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-2.84
BCRMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3.35



Environmental Modelling & Software
Volume 40, February 2013, Pages 160-170

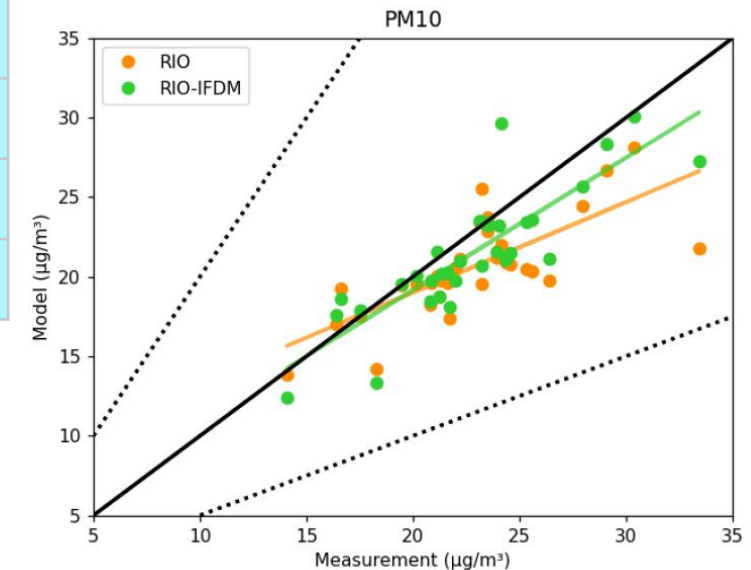
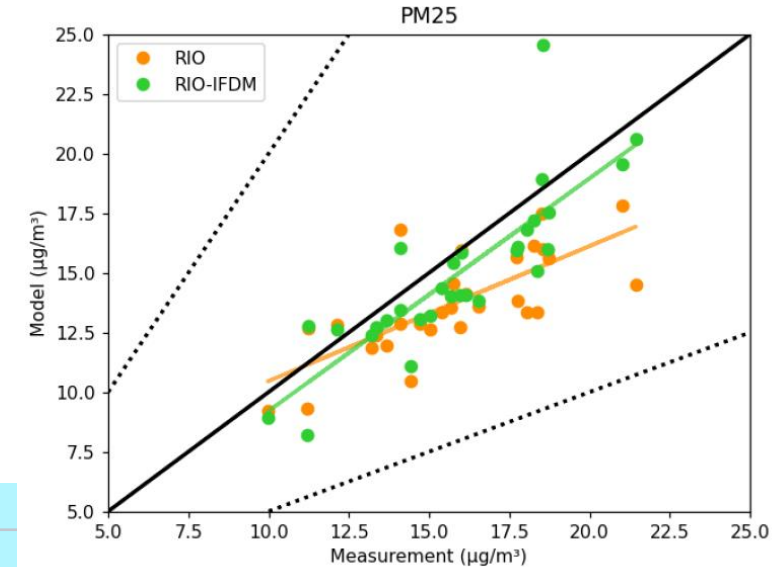


Presentation and evaluation of an integrated model chain to respond to traffic- and health-related policy questions

Bron:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364815212002356>

- Validatie in Slovakië
 - Niet volledig onafhankelijk
 - Effect van residentiële emissies

	PM25		PM10	
	RIO	RIO-IFDM	RIO	RIO-IFDM
R^2	0.56	0.71	0.56	0.73
Bias ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-2.05	-0.87	-2.1	-1.2
RMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2.8	2	3.4	2.5
BCRMSE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	1.9	1.8	2.6	2.1



Conclusies

- Min of meer consistente jaarkaarten voor Vlaanderen (België) voor periode 2016 – 2022 (2017 – 2021)
- Degelijke validatie, die aantoont dat modellen voor beleidsondersteuning gebruikt mogen worden (al zijn er verbeterpunten aanwezig)
- Toekomst
 - Jaarlijkse doorrekeningen blijven uitvoeren
 - Continue verbeteringen om correctere modelketen te bekomen
 - OSPM haalbaarheidsstudie samen met Aarhus University om complexe locaties te verbeteren
 - Verbeteringen aan invoerdata
 - Optimalisatie van Flomovia propagatiemodel
 - Introductie nieuwe modellen voor scheepvaart (zowel binnenvaart al internationaal)
 - Projecten in Ierland en Slowakije om effecten van residentiële emissies op te nemen in RIO-IFDM keten