



Vlaanderen
is milieu



Luchtkwaliteit in Vlaanderen

(een stand van zaken)

Frans Fierens- VMM-IRCEL

Hoorzitting Vlaams Parlement - 19 feb 2019

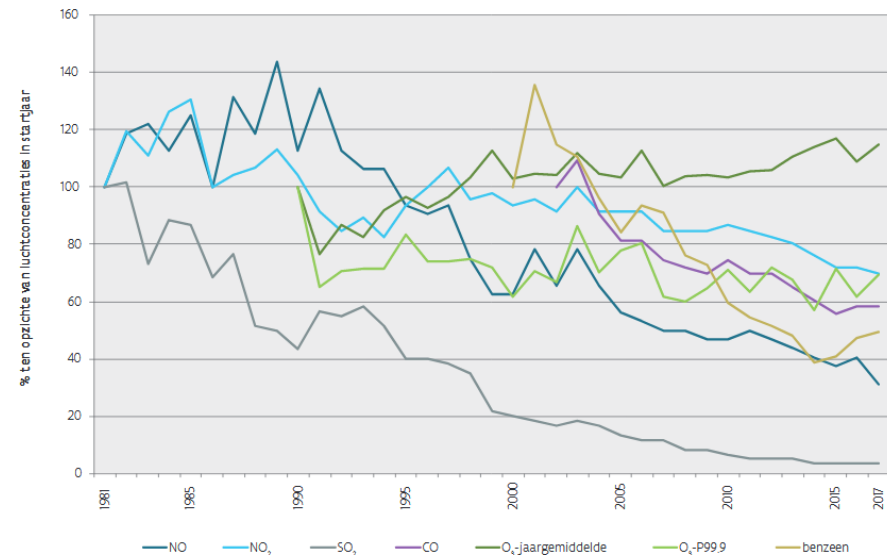
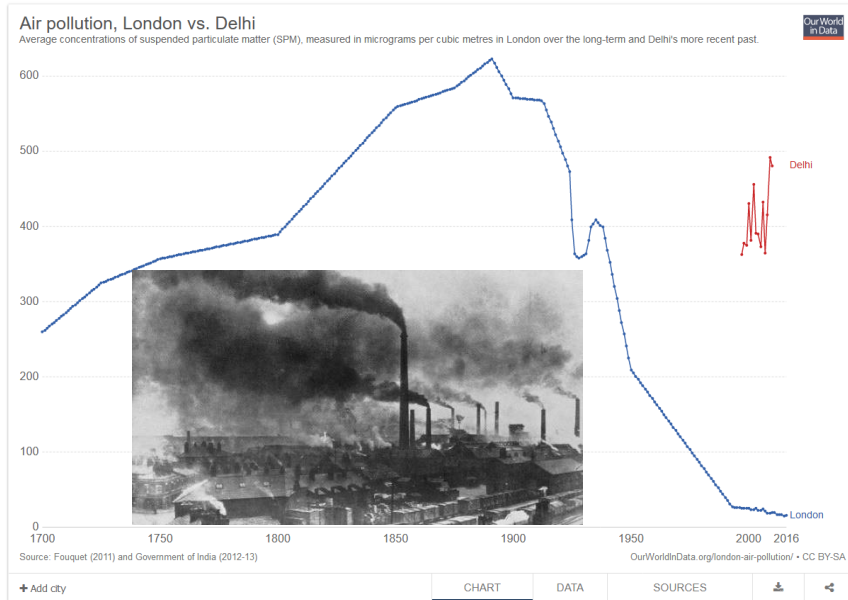
VLAAMSE
MILIEUMAATSCHAPPIJ

Inhoud

- Luchtvervuiling is van alle tijden – de luchtkwaliteit verbetert
- Luchtvervuiling is complex
- Halen we de Europese grens/streefwaarden?
Wat met de strengere WGO advieswaarden?
- Luchtkwaliteitsmetingen in Vlaanderen
(focus op PM2.5 en NO2 – Trends)
- VMM en burgerwetenschap – (o.a. Curieuzeneuzen)
- “Real-time” informatie aan de bevolking

De luchtkwaliteit is verbeterd ...

(voor sommige pollutanten zelfs spectaculair)



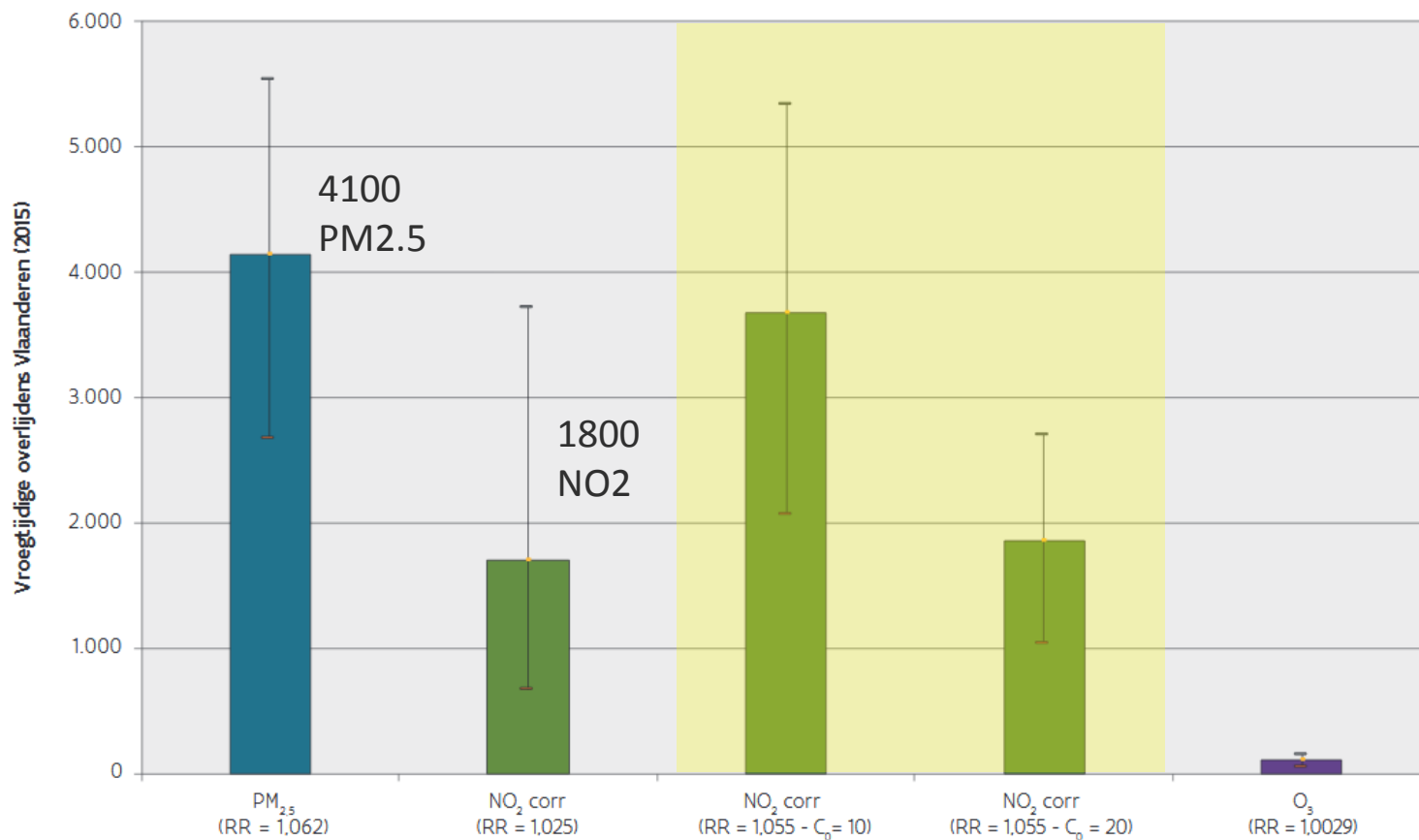
Totaal stof Londen 1700 - 2016
Piek tweede helft 19^{de} eeuw

Bron: <https://ourworldindata.org>

SO₂ Vlaanderen: 1980 - 2017
Daling 95% (!)

Bron: jaarrapport lucht VMM 2018

... Maar nog altijd significante impact op gezondheid



NO₂: verschillende dosis-response relaties (RR) en verschillende drempelconcentraties (C₀) waaronder geen gezondheidseffecten ingerekend worden
zwarte lijn: bovenste en onderste grens van 95 % betrouwbaarheidsinterval

Luchtvervuiling is complex

► “multi pollutant”:

NO₂ (stikstofdioxide), SO₂ (zwaveldioxide), O₃ (ozon), VOC (vluchtige organische stoffen), fijn stof (PM2.5, PM10, UFP of PM0.1), zware metalen, ...

► “multi sector”:

verkeer, landbouw, industrie, gebouwen (verwarming of -koeling), energieproductie (*en ook natuurlijke bronnen*)

► “multi schaal”:

continentaal, Europees, regionaal, (hyper)lokaal

► “multi temporeel”:

zowel kortetermijn (acute) als langetermijn (chronische) gezondheidseffecten

► Emissies (uitstoot), maar ook meteo, topografie !

EU grens - en streefwaarden

Middelingsstijd	1-uur	max 8-uur	dag	jaar
<i>2008/50/EG</i>				
SO₂	350 24x jaar 😊		125 3x jaar 😊	
NO₂	200 18x jaar 😊			40 😞 (2010)
PM₁₀			50 35x jaar 😊	40 😊
PM_{2.5}		Streefwaarde Grenswaarde AEI (stedelijke achtergrond) AEI reductie -15 of 20% Indicatieve grenswaarde		25 😊 (2010) 25 😊 (2015) 😊 (2015) 😊 (2020) 20 😊 (2020)
Pb				0,5 😊
CO		10 000 😊		
Benzeen				5 😊 (2010)
O₃		120 25x jaar 😞 3j_gem (2010)		

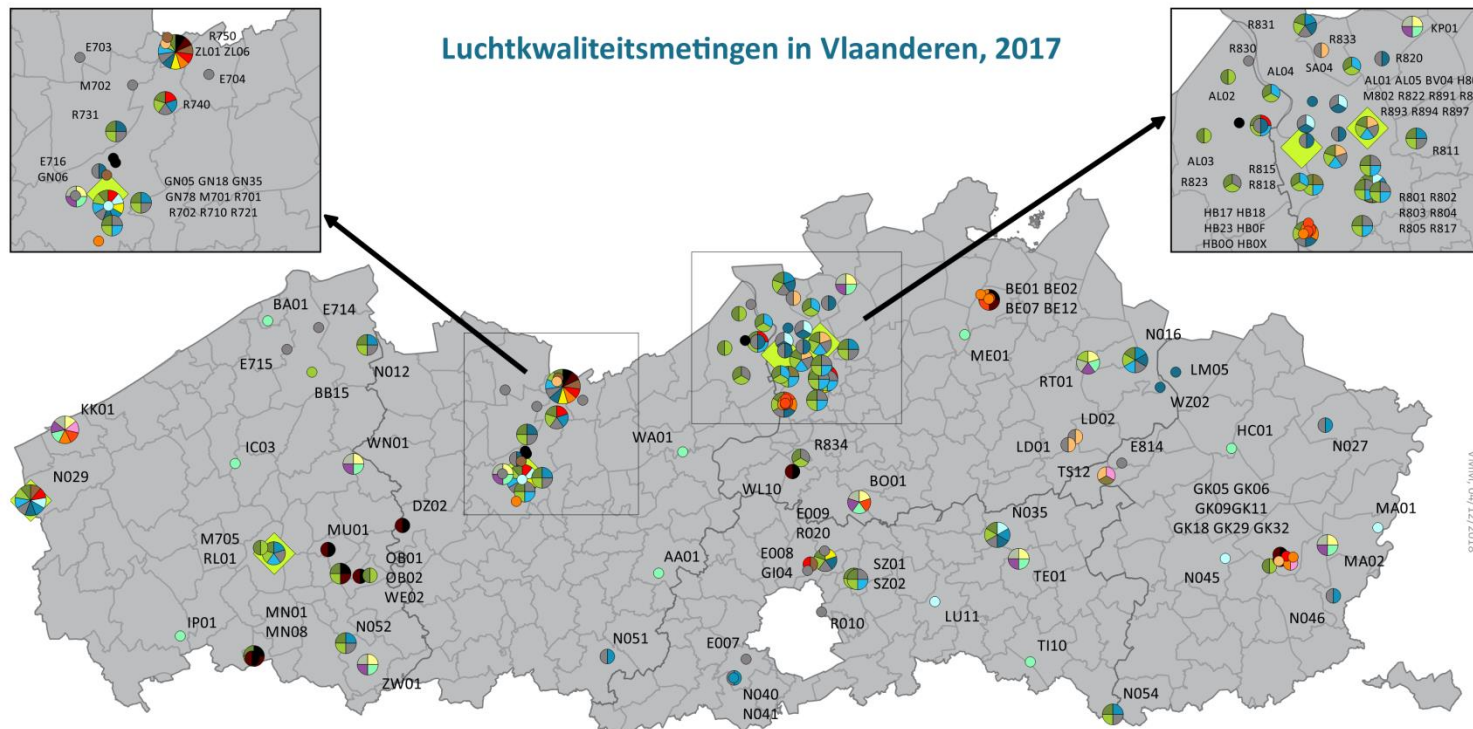
WGO (Wereldgezondheidsorganisatie)

	1-uur	max8-uur	24-uur	jaar
SO ₂	500 (10') 😊		20 ☹️	
NO ₂	200 😊			40 ☹️
PM ₁₀			50 3x jaar ☹️	20 ☹️
PM _{2.5}			25 3x jaar ☹️	10 ☹️
O ₃		100 ☹️		

WGO gezondheids advieswaarden:

- Laagste concentratie waarbij er gezondheidseffecten kunnen optreden *met 95% betrouwbaarheid.*
- Maximale bescherming van de gezondheid onder de WGO advieswaarden (*maar dat sluit niet uit dat er nog effecten kunnen zijn*)

VMM meet de luchtkwaliteit

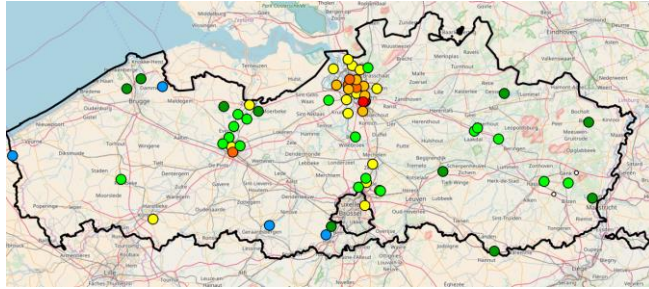


Hoe groter het symbool, hoe meer pollutanten we meten

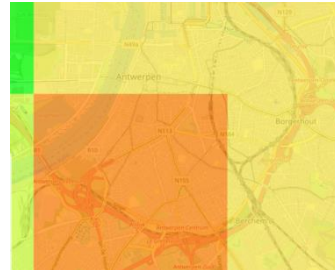
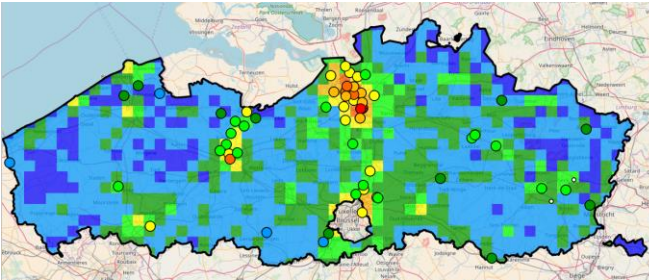
- | | | |
|--|---|--|
|  Fijn stof (PM ₁₀) |  Ammoniak (NH ₃) |  Kwik (Hg) |
|  Fijn stof (PM _{2.5}) |  Ozon (O ₃) |  Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) in fijn stof |
|  Zwarte koolstof |  Koolstofmonoxide (CO) |  Polycyclische koolwaterstoffen (PAK's) in depositie |
|  Ultrafijn stof |  Vluchtige organische stoffen (VOS) |  Dioxines |
|  Stikstofoxiden (NO _x) |  Benzeen, toluen, ethylbenzeen, xyleen (BTEX) |  PCB's |
|  Stikstofoxiden (NO _x) PS |  1,2-dichloorethaan |  Verzurende en vermestende depositie |
|  Zwaveldioxide (SO ₂) |  Zware metalen in fijn stof |  Meteo |
|  Zwaveldioxide (SO ₂) PS |  Zware metalen in neervallend stof (depositie) | |

PS = Passieve samplers

Beoordeling van de luchtkwaliteit: van alleen meten naar meten/modelleren

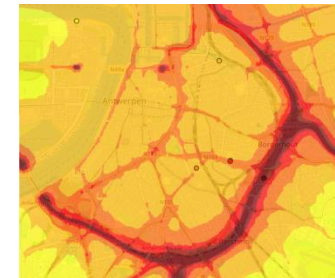
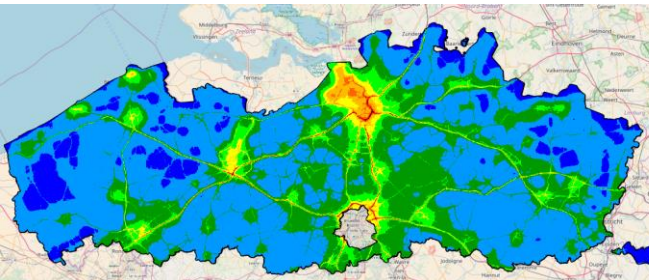


Alleen metingen



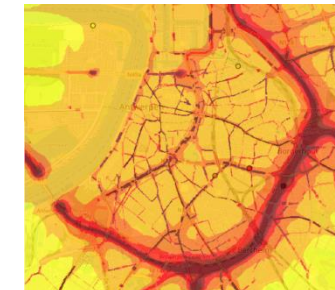
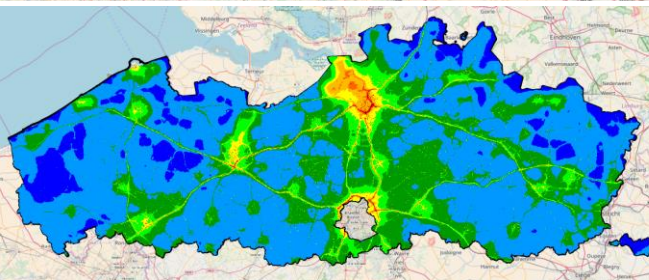
RIO (4x4 km²)

Alleen metingen +
“slimme” interpolatie



RIO-IFDM (100x100 m²)

Metingen + “bigaussiaans
dispersiemodel
- emissies verkeer, scheepvaart
- industriële puntbronnen

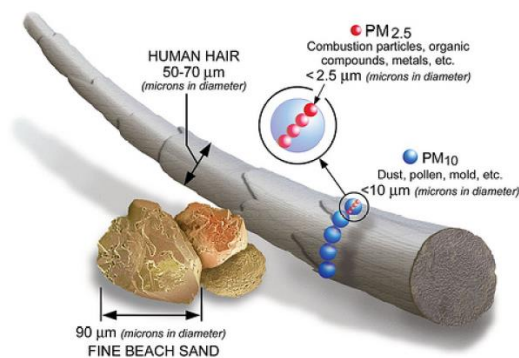


ATMO-Street (10x10 m²)

RIO-IFDM + “OSPM”
streetcanyon model

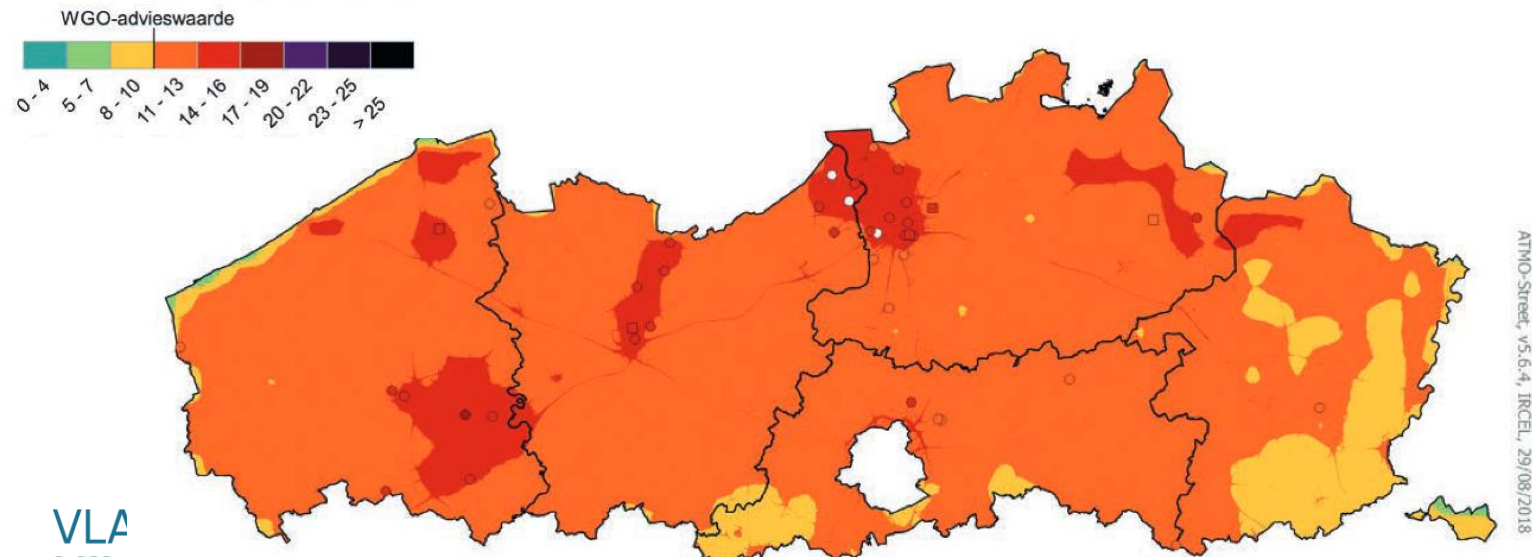
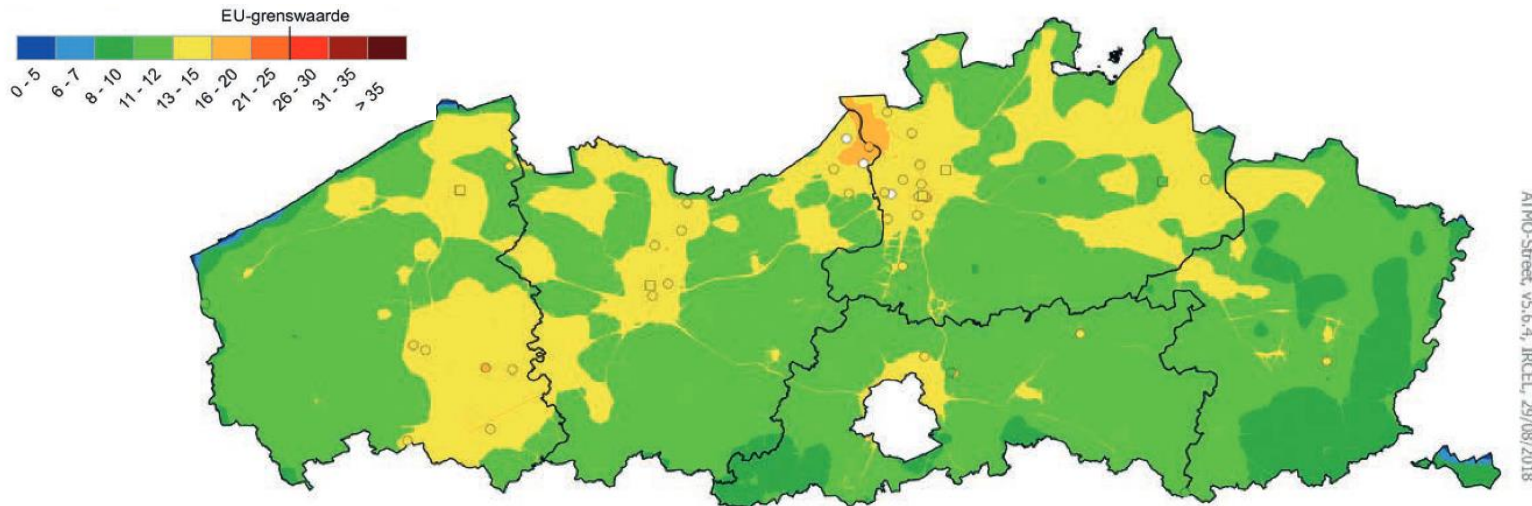
Wat is fijn stof?

- ▶ **‘container’ van verschillende stoffen :**
 - Oa. Dioxines, zware metalen, PAK ... kankerverwekkend
 - Roet : diesels (**‘Black Carbon’**)
 - Ook natuurlijke stoffen (oa. zeezout)
- ▶ **Kleiner = Gevaarlijker (PM10, PM2.5, ...)**
- ▶ **Belangrijkste component ‘wintersmog’**
- ▶ **‘primair’ fijn stof (rechtstreeks uitgestoten)**
- ▶ **‘secundair’ fijn stof (fysico-chemische reacties in de atmosfeer uit gassen -> NO_x, SO₂, NH₃)**



Jaargemiddelde PM_{2.5}, 2017

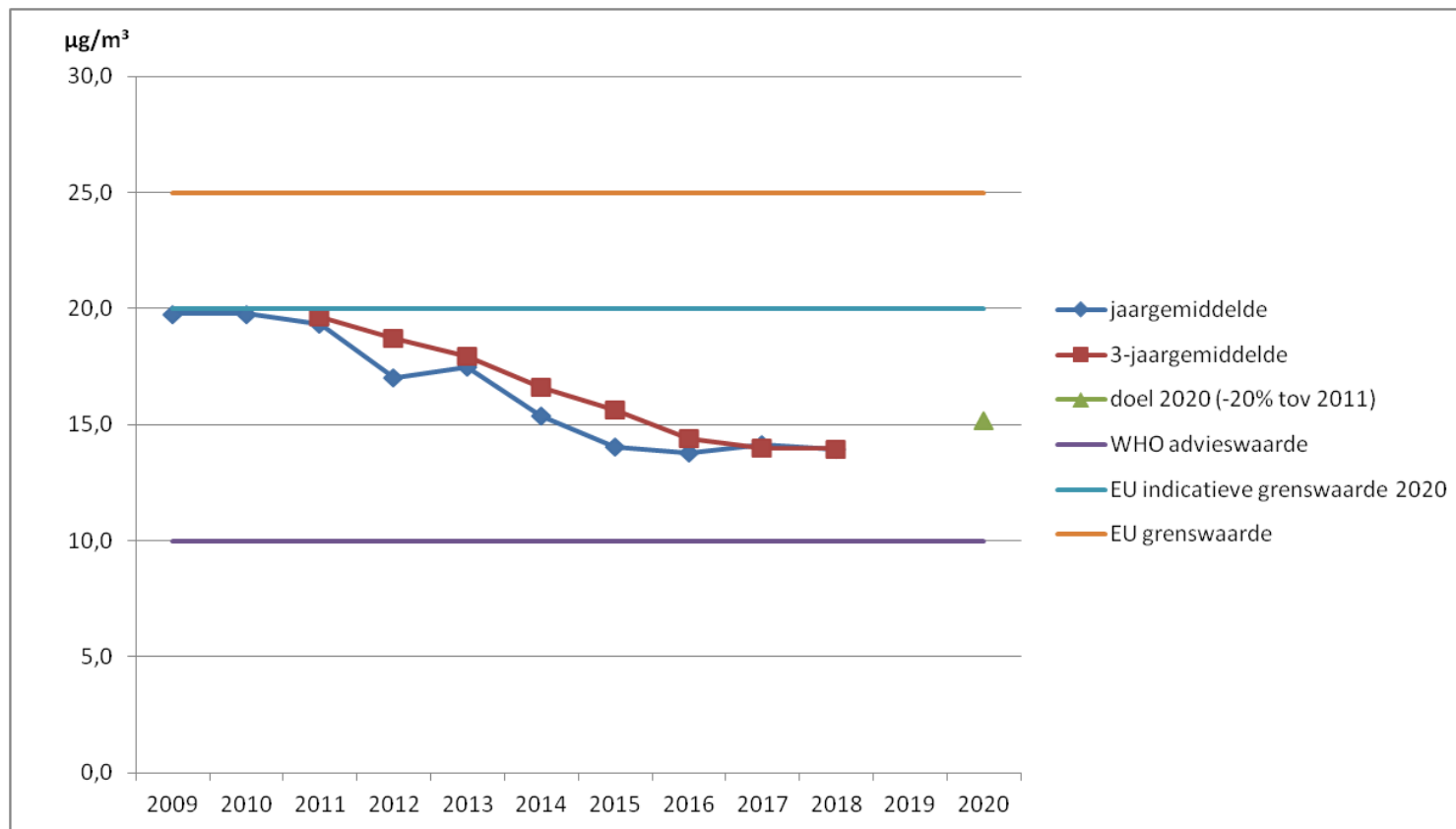
Toetsing aan EU grenswaarde versus WGO advieswaarde



PM2.5, Gemiddelde BlootstellingsIndex (GBI) in stedelijke achtergrondstations Vlaanderen



Vlaanderen
is milieu



Europees doel 2020 al gehaald in 2016, maar:
- nog altijd > gezondheidsadvieswaarde WGO
- stagnatie laatste 4 jaar

Uitstoot primair (rechtstreeks uitgestoten) fijn stof Vlaanderen

57 %



HUISHOUDENS

21 %

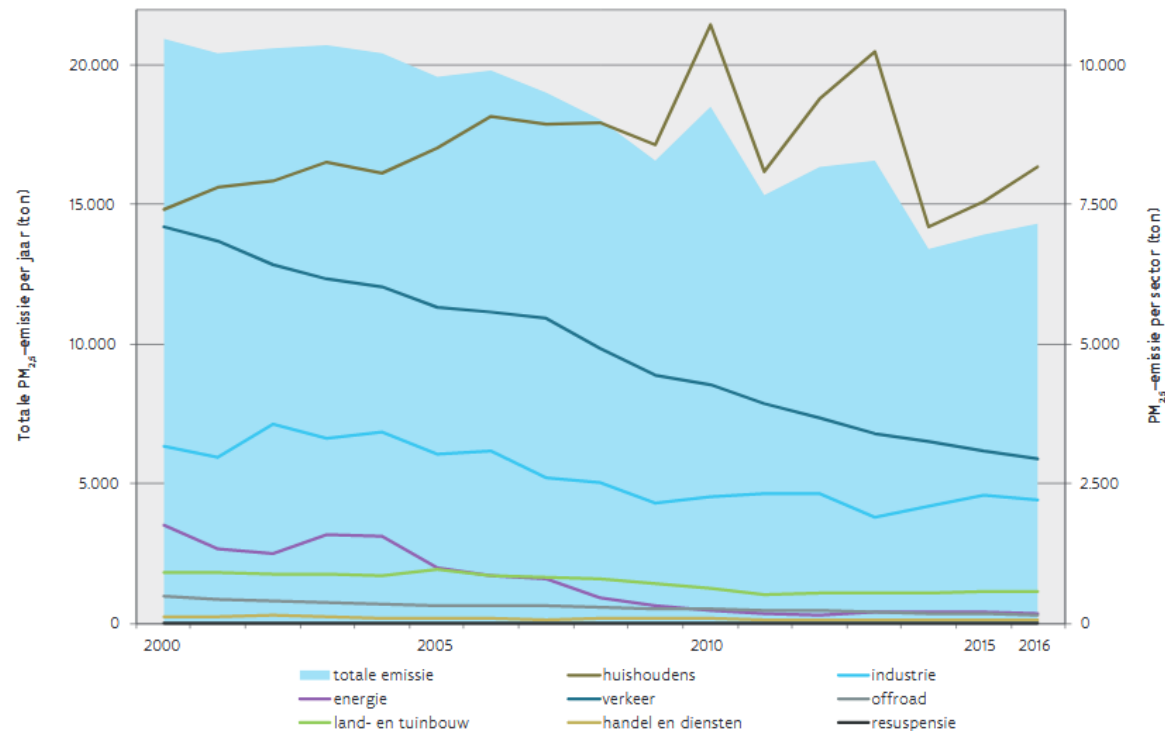


VERKEER

15 %



INDUSTRIE

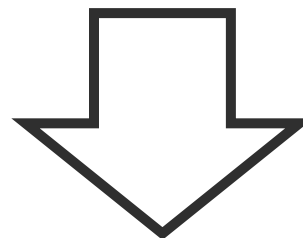


Ook “secundair” fijn stof

(niet rechtstreeks uitgestoten)

NO_x	→ salpeterzuur (HNO_3)	(Diesel)verkeer	(61%)
SO_2	→ zwavelzuur (H_2SO_4)	Industrie	(45%)
NH_3	→ ammonium (NH_4^+)	Landbouw	(91%)

Gassen



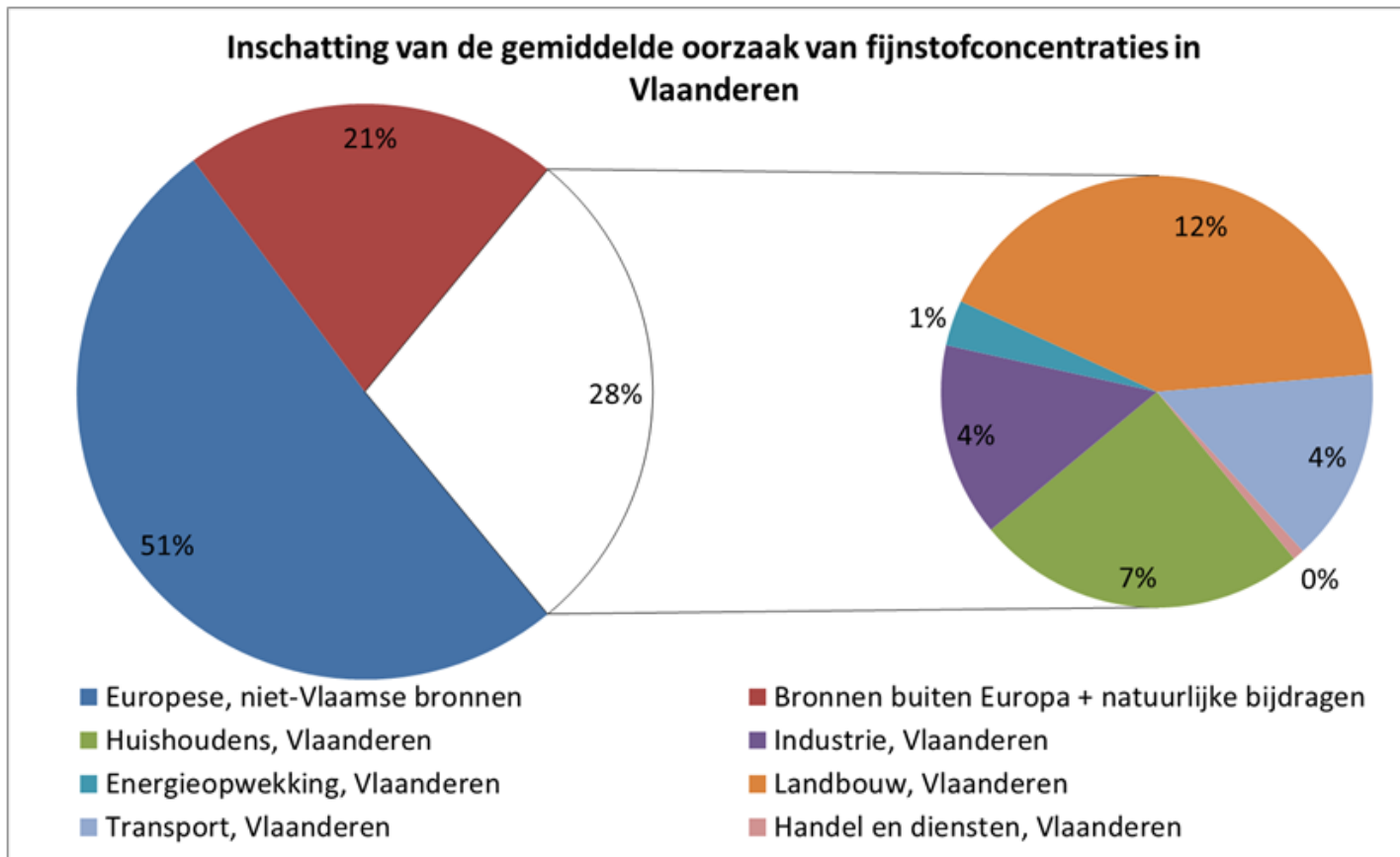
fijn stof

Ammoniumzouten
door fysico-chemische
reacties in Atmosfeer

Aandeel Buitenlandse en Vlaamse bronnen aan fijn stof.



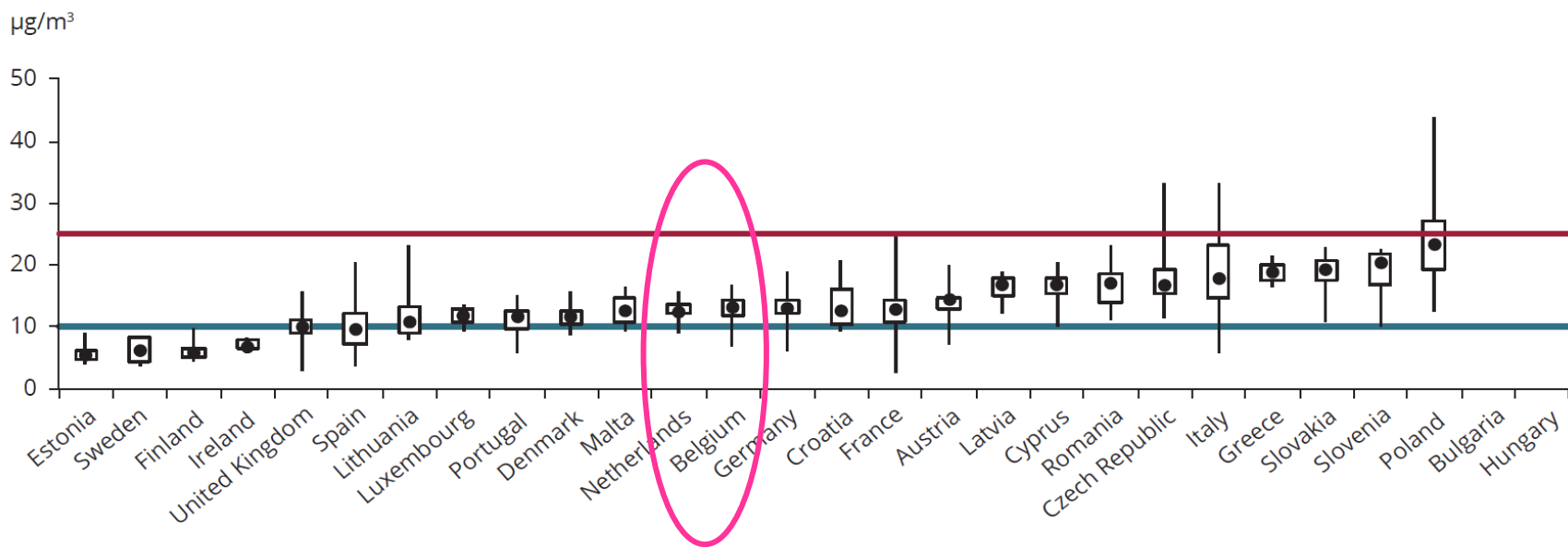
Vlaanderen
is milieu



- ▶ Cijfers als gemiddelde VLA, lokaal (steden/industriezones, ...) is Vlaams bijdrage aan fijn stof hoger
- ▶ VLA exporteert meer luchtvervuiling dan het importeert. Import/export:
 - 1,5 fijn stof
 - 2,9 NO_x

Fijn stof, middenmoot in Europa

Figure 4.2 $PM_{2.5}$ concentrations in relation to the limit value in 2015 in the EU-28

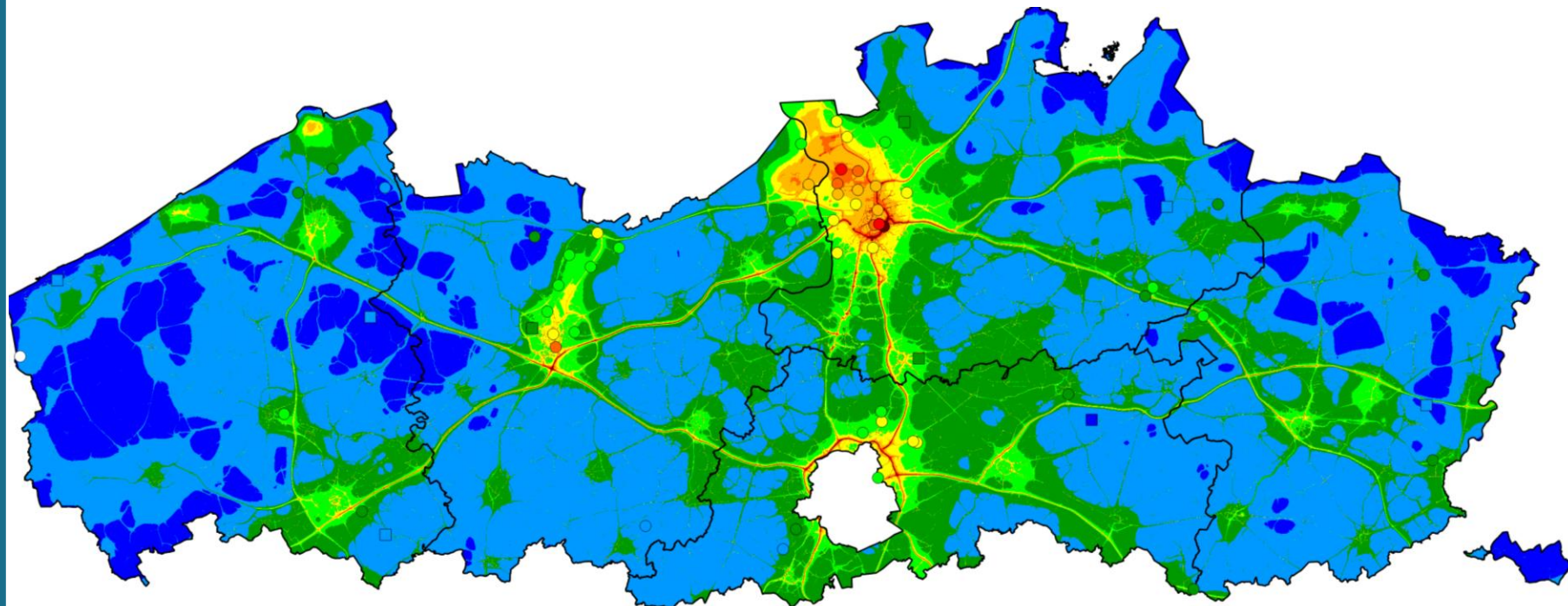


Wat is NO₂

- ▶ Bruin-rood, irriterend, oxiderend gas, slecht wateroplosbaar
- ▶ Onstaat door oxidatie van luchtstikstof (N₂) bij hoge temperaturen (= alle verbrandingsprocessen)
- ▶ Ook onrechtstreeks schadelijk
 - Zorgt voor vorming van ozon
 - Secundair fijn stof
 - Verzuring/vermesting (eco-systemen)



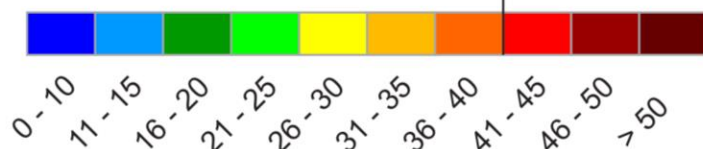
Stikstofdioxide (NO₂) in Vlaanderen



NO₂-jaargemiddelde 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 straat canyons werd in rekening gebracht, tijdelijke verkeerssituaties of het herhaaldelijk opwaaien van stof door verkeer niet. Meer info in Bijlage Modellerings.

- metingen automatisch meetnet (kleur = gemeten waarde)
- metingen semiautomatisch meetnet (kleur = gemeten waarde)
- onvoldoende data (< 90% meetgegevens)

Uitstoot stikstofdioxide - NO₂

61%



VERKEER

18%

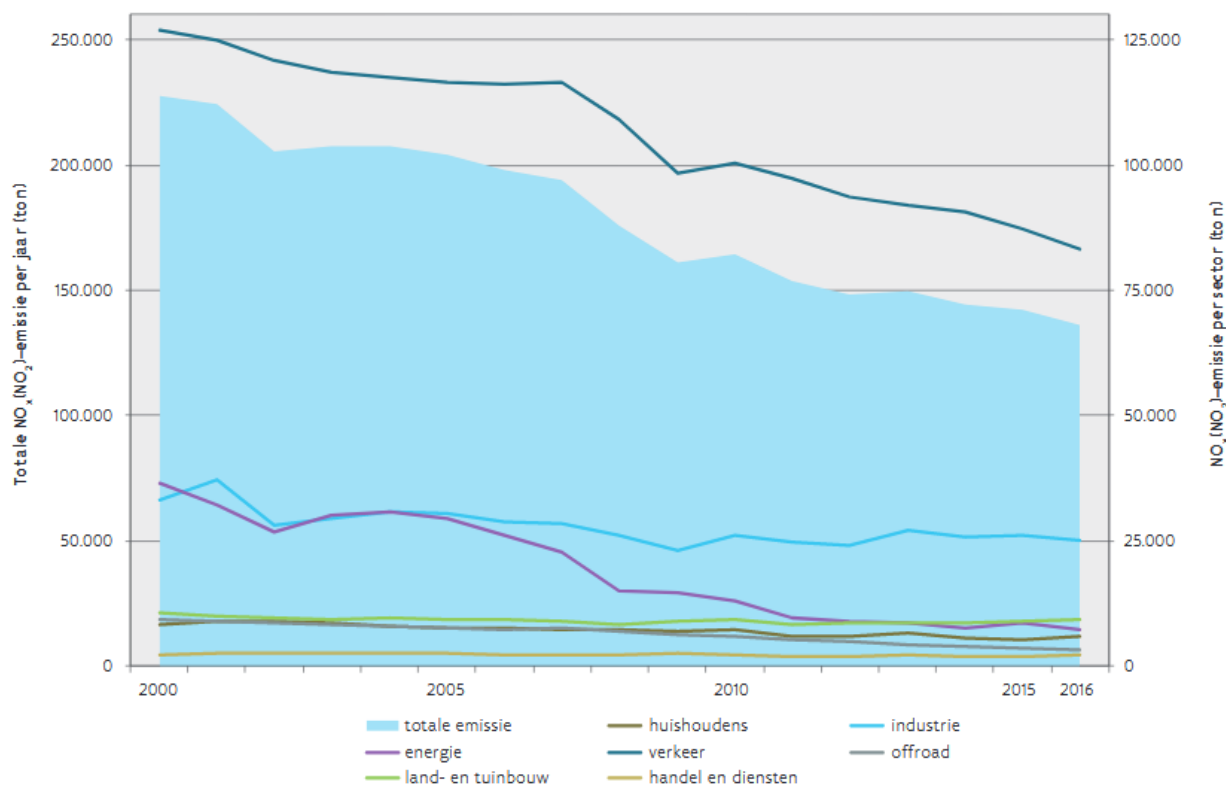


INDUSTRIE

7%



LAND- EN
TUINBOUW

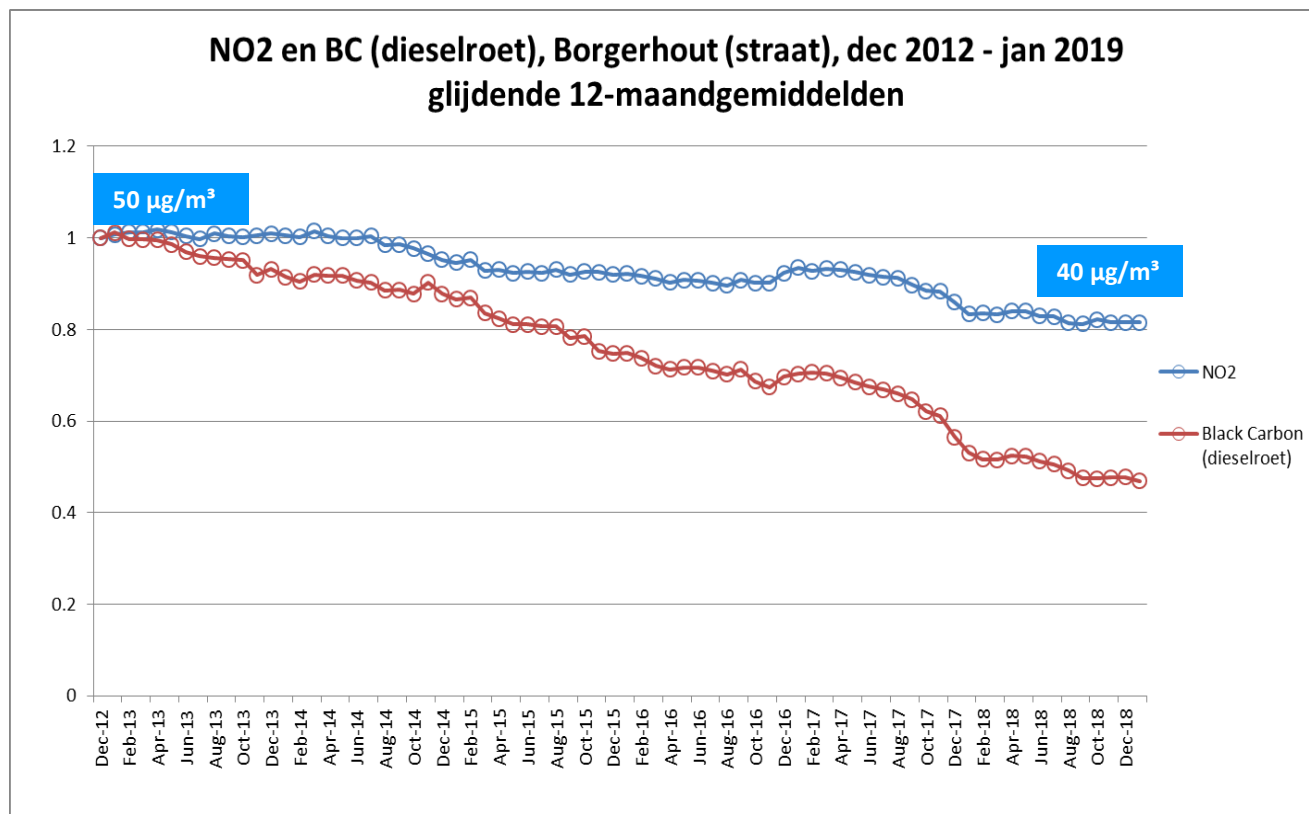


→ **(Diesel)verkeer** is de belangrijkste bron (dieselmotoren)

→ het relatief belang van het verkeer blijft toenemen

Metingen stikstofdioxide - NO₂

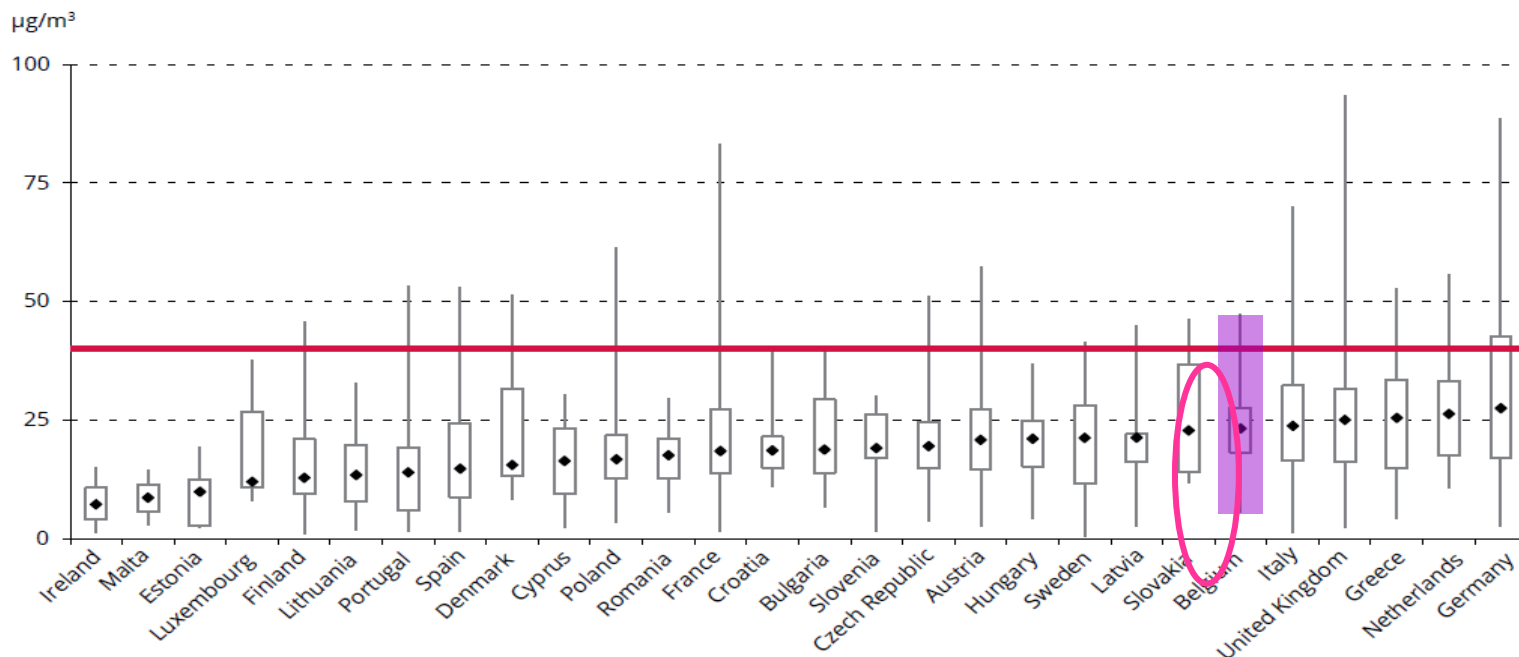
- NO₂ daalt *te* langzaam op plaatsen met veel verkeer (#dieselgate) stagnatie in landelijk gebied
- “Dieselroet” daalt sneller! (efficiënte roetfilters)



NO₂: we zijn niet de beste leerling in EU

(maar ook niet de slechtste)

Figure 6.1 NO₂ concentrations in relation to the annual limit value in 2014 in the EU-28



VMM en burgerwetenschap

- ▶ Burgers heel actief met metingen: biomonitoren (aardbeiplantjes), “low cost” sensoren, passieve samplers (Curieuzeneuzen)
- ▶ Niet alle metingen zijn bruikbaar voor beoordeling luchtkwaliteit
- ▶ Populair is meten van fijn stof (*Luftdaten*)
 - slechte indicator verkeer
 - zal eerder houtverbranding meten
- ▶ VMM onderzoekt kwaliteit sensoren



VMM en burgerwetenschap

► Onderzoek naar voor- en nadelen verschillende meetmethodes:

→ (low cost) sensoren testen aan referentiemeetstations

► Hoe begin ik zelf de lucht te meten?

→ Website “www.hoemeetiklucht.eu”



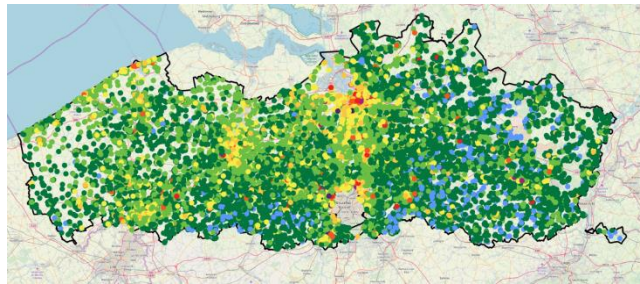
► VMM werkt samen met gemeenten (samenwerkingsovereenkomsten, smart cities)

HOEMEETIKLUCHT.EU
Stappenplan voor wie zelf luchtkwaliteit wil meten



Interreg 
North-West Europe
BE-GOOD
European Regional Development Fund

Wat leert Curieuzeneuzen ons?



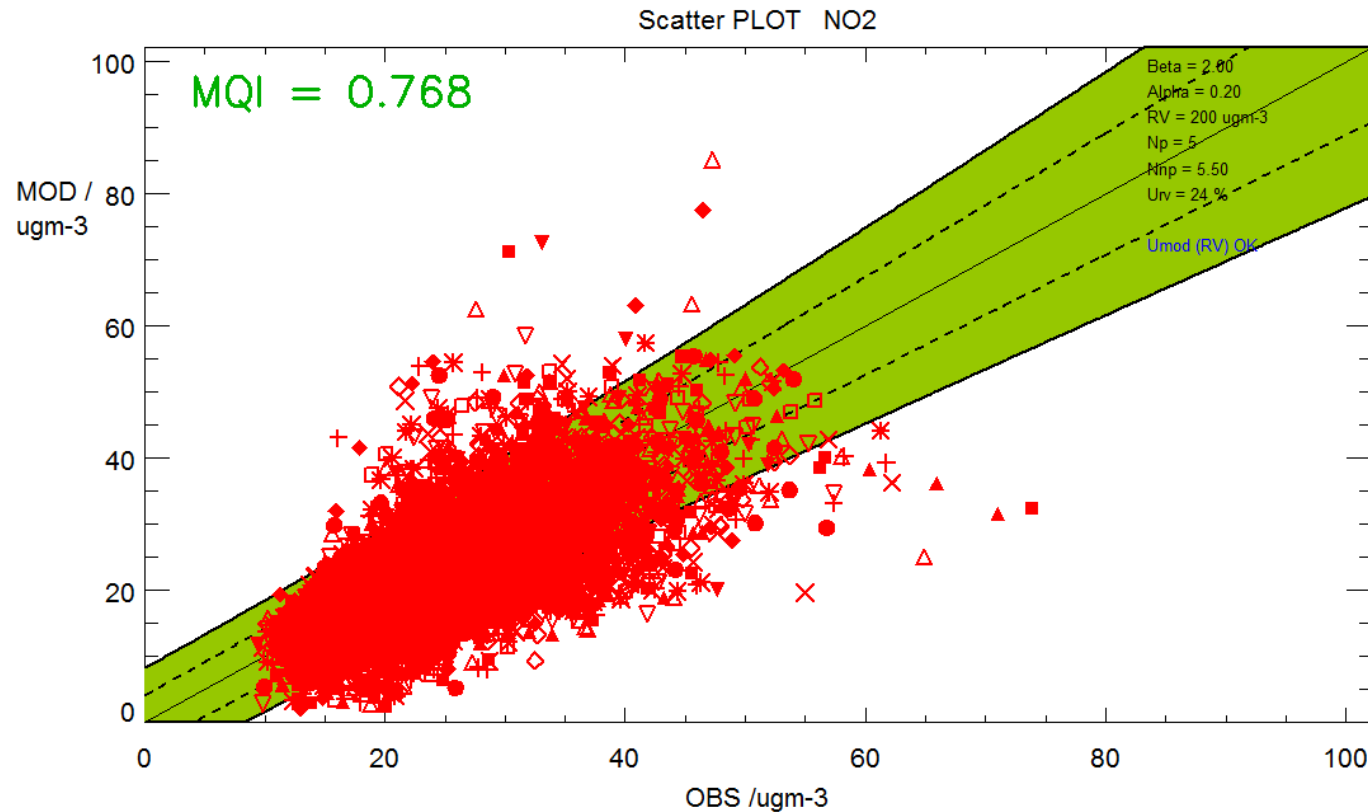
Gemiddelde NO₂:
22.8 µg/m³
Max: 75.3 µg/m³
Min: 10.9 µg/m³

- ▶ **20.000 plaatsen (waarvan 90 % kwaliteitsvolle metingen)**
- ▶ **Bevestiging model:**
 - NO₂ probleem niet beperkt tot grote agglomeraties
 - Ook overschrijdingen EU grens kleinere steden/gemeenten
- ▶ **Ongeziene (éénmalige) modelvalidatie:**
 - Onderschatting laagste – overschatting hoogste concentraties
 - Op basis hiervan verbeterde modelversie (VITO)
- ▶ **Niet geschikt voor toetsing naleving EU normen en rapportering aan Europa (slechts één maand)**
- ▶ **Alleen NO₂ (verkeer) ≠ “Luchtvervuiling”**

Modellen hebben onzekerheden, maar zijn betrouwbaar



Vlaanderen
is milieu



Fairmode delta plot MQI < 1: model voldoet aan EU
kwaliteitsvereisten voor gebruik als beoordelingstool

VMM informeert bevolking in “Real-Time”

- ▶ Elk uur zijn metingen in real-time beschikbaar
 - Website: tabellen, kaarten
- ▶ Naast metingen ook voorspellingen
- ▶ Bevolking waarschuwen over acute impact luchtvervuiling
 - Wintersmog (fijn stof) – stookadvies
 - × GEEN EU info- of alarmdrempels, wel eigen (regionale) drempels
 - Zomersmog (ozon)
 - × EU info en alarmdrempel
- ▶ Bevolking wil informatie over de actuele (en toekomstige) luchtkwaliteit.
 - Op elk uur van de dag
 - Op elke plaats (thuis, werk, ...)
 - Eenvoudig begrijpbaar

Fijn stof - actuele waarden en overschrijdingen

Meetgegevens voor fijn stof in de omgevingslucht. Actuele gegevens, laatste 14 dagen en overschrijdingen.

Actueel Kaart Visualiseren Laatste 14 dagen Overschrijdingen

Maandag 18/12/2018 16:00:00 update lokale tijd

INFO:

- PM10: Fijn stof met een diameter kleiner dan 10 µm (inhaleren)
- PM2.5: Fijn stof met een diameter kleiner dan 2,5 µm (inhaleren)
- BC: Een specifieke component van fijn stof en een maat voor lichtstrooi

Klik op de stationcode voor meer gedetailleerde informatie

STATION	PM10			PM2.5			BC (Black Carbon)		
	gemiddeld dagwaarde (µg/m³)	actuele waarde (µg/m³)	data overname (uur)	gemiddeld dagwaarde (µg/m³)	actuele waarde (µg/m³)	data overname (uur)	gemiddeld dagwaarde (µg/m³)	actuele waarde (µg/m³)	data overname (uur)
40101 Nieuw-West	14	40	18:00	10	25	18:00	1.18	11	18:00
40102 Harelbeke	14	71	18:00	10	26	18:00			
40103 Roeselare	14	40	18:00	10	25	18:00			
40104 Oostvlaanderen	14	4	18:00	10	22	18:00			
40105 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40106 Oostvlaanderen	14	4	18:00	10	26	18:00	1.18	18	18:00
40107 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40108 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40109 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40110 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40111 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40112 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40113 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40114 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40115 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40116 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40117 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40118 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40119 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40120 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40121 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40122 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40123 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40124 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40125 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40126 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40127 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40128 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40129 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40130 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40131 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40132 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40133 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40134 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40135 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40136 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40137 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40138 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40139 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40140 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40141 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40142 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40143 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40144 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40145 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40146 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40147 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40148 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40149 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40150 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40151 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40152 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40153 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40154 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40155 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40156 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40157 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40158 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40159 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40160 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40161 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40162 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40163 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40164 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40165 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40166 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40167 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40168 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40169 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40170 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40171 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40172 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40173 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40174 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40175 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40176 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40177 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40178 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40179 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40180 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40181 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40182 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40183 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40184 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40185 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40186 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40187 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40188 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40189 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40190 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40191 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40192 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40193 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40194 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40195 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40196 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40197 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40198 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40199 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			
40200 Oostvlaanderen	14	40	18:00	10	25	18:00			

BelAIR App

- ▶ Geeft informatie over *dagelijkse/uurlijkse variatie* luchtvervuiling en de **acute gezondheidseffecten (niet impact van langetermijnblootstelling)** die daar mee samengaan.
- ▶ Gebruik van hoge resolutiemodel (100x100 m²) voor berekening van luchtkwaliteit op *bijna* straatniveau.
 - Automatische metingen
 - Emissies verkeer op straatniveau, uitstoot scheepvaart en industriële bronnen
 - Meteorologische informatie (temperatuur, wind)
- ▶ **GEEN metingen, WEL berekende/gemodelleerde concentraties**
- ▶ **Berekende concentraties -> index (makkelijk verstaanbaar cijfer van 1 tot 10)**



BelAQI luchtkwaliteitsindex

Basis = acute effecten PM_{2.5}, via risico-inschatting HRAPIE (meest actuele studie impact gezondheid WGO)

SUB-INDEX	PM _{2.5} BELAQI	KLASSE
1	0 - 5	A
2	6 - 10	
3	11 - 15	B
4	16 - 25	
5	26 - 35	C
6	36 - 40	
7	41 - 50	
8	51 - 60	D
9	61 - 70	
10	>70	

WGO jaargrens
10 µg/m³

WGO daggrens
25 µg/m³

WGO interim target II
50 µg/m³

Index	Classificatie	PM ₁₀ daggemiddelde (µg/m ³)	PM _{2.5} daggemiddelde (µg/m ³)	O ₃ max 1-uur/dag (µg/m ³)	NO ₂ max 1-uur/dag (µg/m ³)
1	uitstekend	0 - 10	0 - 5	0 - 25	0 - 20
2	zeer goed	11 - 20	6 - 10	26 - 50	21 - 50
3	goed	21 - 30	11 - 15	51 - 70	51 - 70
4	vrij goed	31 - 40	16 - 25	71 - 120	71 - 120
5	middelmatig	41 - 50	26 - 35	121 - 160	121 - 150
6	ondermaats	51 - 60	36 - 40	161 - 180	151 - 180
7	vrij slecht	61 - 70	41 - 50	181 - 240	181 - 200
8	slecht	71 - 80	51 - 60	241 - 280	201 - 250
9	zeer slecht	81 - 100	61 - 70	281 - 320	251 - 300
10	uitermate slecht	>100	>70	>320	>300

Concentratieklassen voor andere polluenten op basis van gelijkaardig acuut risico

Globale Index: hoogste van 4 sub-indexen (PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂ en O₃)

Adviezen bevolking

In samenwerking met Agenschap Zorg en Gezondheid, VITO, gezondleven.be

Index	Classificatie	Algemene bevolking	Kwetsbare groepen
1	uitstekend	Het is vandaag heel gezond om buiten fysiek actief te zijn.	
2	zeer goed		
3	goed	U hoeft uw gebruikelijke fysieke activiteiten niet aan te passen o.w.v. de luchtkwaliteit.	Indien je hinder ondervindt kan je zware/lange lichamelijke inspanning verminderen.
4	vrij goed	U hoeft uw gebruikelijke fysieke activiteiten niet aan te passen o.w.v. de luchtkwaliteit..	Verminder je lichamelijke inspanning. Overleg eventueel met je arts over aangepaste medicatie.
5	middelmatig		
6	ondermaats		
7	vrij slecht	Overweeg het verminderen van zware/lange lichamelijke inspanning.	Beperk lichamelijke inspanning. Overleg eventueel met je arts over aangepaste medicatie.
8	slecht		
9	zeer slecht		
10	uitermate slecht		

Verdere ontwikkelingen

- ▶ **Communicatie evalueren en verbeteren**
 - FAQ (in app en op website)
 - Verschil acute gezondheidseffecten (App) en langetermijn (jaarkaarten jaarrapport) beter duiden
- ▶ **Ruimtelijke resolutie verder verbeteren en rekening houden met topografie (streetcanyons)**
 - Technische uitdaging (rekentijd)
- ▶ **Verkeersemisseries verbeteren, ook temporeel**
 - Betrouwbare verkeersdata , zeker temporeel, blijft uitdaging
- ▶ **Onderzoek of koppeling met low-cost (citizen science) en andere sensoren mogelijk is**
 - Luftdaten, ...

Dank voor uw aandacht!