

Informing you on ambient air quality
in the Belgian Regions

JAARRAPPORT Luchtkwaliteit in België 2025

Documentbeschrijving

Titel
Jaarrapport luchtkwaliteit in België 2025

Auteurs
Dit rapport is het resultaat van de samenwerking van alle collega's van IRCEL – CELINE: Frans Fierens, Charlotte Vanpoucke, Elke Trimpeneers, Roman Dumoulin, Philippe Maetz, Virginie Hutsemékers, Christophe Degrave, Irene Pardo Cantos.

Datum
25 november 2026

Contact
info@irceline.be
www.irceline.be/nl

Dankwoord

Dit rapport is tot stand gekomen dankzij de luchtkwaliteitsdata verzameld in de meetnetten van de drie gewesten. IRCEL dankt dan ook alle medewerkers van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), l'Institut Scientifique de Service Public (ISSeP), l'Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC) en van Leefmilieu Brussel (LB–BE).

Inhoudsopgave

1 Samenvatting **7**

2 Inleiding **10**

3 Wettelijke bepalingen **12**

3.1 Europese regelgeving . . . 12

3.2 Wereldgezondheidsorganisatie . . . 12

4 Smogepisodes **14**

4.1 Winter- en lentesmog . . . 14

4.2 Zomersmog . . . 14

5 Fijn stof **18**

5.1 PM_{10} . . . 19

5.1.1 PM_{10}-meetstations . . . 19

5.1.2 PM_{10}-jaargemiddelde concentratie . . . 19

5.1.3 PM_{10}-daggemiddelde concentratie . . . 20

5.2 $PM_{2.5}$ . . . 24

5.2.1 $PM_{2.5}$-meetstations . . . 24

5.2.2 $PM_{2.5}$-jaargemiddelde concentratie . . . 24

5.2.3 Gemiddelde blootstellingsindex . . . 25

5.3 Black Carbon (BC) . . . 27

5.3.1 BC-meetstations . . . 27

5.3.2 BC-jaargemiddelde concentratie . . . 27

6 Stikstofoxides **29**

6.1 NO_2-meetstations . . . 29

6.2 NO_2-jaargemiddelde concentratie . . . 29

6.3 NO_2-uurgemiddelde concentratie . . . 32

7 Ozon **34**

7.1 Ozonmeetstations . . . 34

7.2 Ozon en impact op de gezondheid . . . 35

7.2.1 NET60 . . . 35

7.2.2 AOT60 . . . 37

7.3 Ozon en vegetatie . . . 37

7.3.1 AOT40 voor vegetatie . . . 38

7.3.2 AOT40 voor bossen . . . 39

7.4 Ozonjaargemiddelde concentratie . . . 39

7.5 Evolutie in ozonconcentratieklassen 40

8 Besluit **45**

9 Bijlage A: Meetstations **47**

10 Bijlage B: Kalenderoverzichten **50**

11 Bijlage C: Interpretatie van boxplots **54**

12 Bijlage D: Onzekerheidskaarten **55**

Lijst van afkortingen en verklarende woordenlijst

AOT40 voor bossen
: Accumulated Ozone Exposure above a Threshold of 40 ppb (= 80 µg/m^3): de som van de verschillen tussen de uurgemiddelde ozonconcentratie en 80 µg/m^3 wanneer het uurgemiddelde hoger is dan 80 µg/m^3. De verschillen worden opgeteld voor elk uur tussen 8 u en 20 u MET in de maanden april–september. Indicator ter bescherming van de bossen.

AOT40 voor vegetatie
: Accumulated Ozone Exposure above a Threshold of 40 ppb (= 80 µg/m^3): de som van de verschillen tussen de uurgemiddelde ozonconcentratie en 80 µg/m^3 wanneer het uurgemiddelde hoger is dan 80 µg/m^3. De verschillen worden opgeteld voor alle uurwaarden tussen 8 u en 20 u MET in de maanden mei, juni en juli (groeiseizoen). Indicator ter bescherming van de gewassen en de (semi-)natuurlijke vegetatie.

AOT60
: Accumulated Ozone Exposure above a Threshold of 60 ppb (= 120 µg/m^3): de som van de verschillen tussen de dagelijkse hoogste 8-uurgemiddelde concentratie en 120 µg/m^3 wanneer het hoogste 8-uurgemiddelde hoger is dan 120 µg/m^3, gesommeerd over een kalenderjaar.

BC
: Black Carbon ofwel zwarte koolstof is een deel van fijn stof en is vooral afkomstig van dieselauto's en verbranding van biomassa.

GBI
: Gemiddelde Blootstellingsindex: nationale indicator die wordt berekend als het gemiddelde over drie jaar van gemeten $PM_{2.5}$-concentraties in stedelijke achtergrondstations.

LTD
: Langetermijndoelstelling

MET
: Midden-Europese Tijd: de tijdzone die één uur voorloopt op de standaardtijd. Het is de tijd die in België, tijdens de winter, gebruikt wordt.

MLTD
: Middellangetermijndoelstelling

NET60
: Number of Exceedances above a Threshold of 60 ppb (= 120 µg/m^3): aantal dagen waarop de hoogste 8-uurgemiddelde ozonconcentratie hoger dan 120 µg/m^3 is.

NO_x
: Verzamelnaam voor een gasmengsel dat bestaat uit stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO_2).

O_3
: Ozon: zeer reactief gas dat in de troposfeer gevormd wordt door de inwerking van uv-licht op bepaalde verbindingen aanwezig in de lucht, de zogeheten precursoren. Ozon wordt voornamelijk gevormd op warme en zonnige zomerdagen.

Ozondag
: Een dag waarop de maximale uurgemiddelde ozonconcentratie in minstens één meetstation in België hoger is dan 180 µg/m^3.

PM_{10}
: Particulate Matter, ofwel fijn stof, met een diameter kleiner dan 10 µm.

$PM_{2.5}$
: Particulate Matter, ofwel fijn stof, met een diameter kleiner dan 2,5 µm.

RIO
: Interpolatietechniek gebruikt in dit rapport om een ruimtelijk beeld te scheppen van de luchtkwaliteit in België.

Smog
: Een toestand met verhoogde luchtverontreiniging. In de winter (of in de lente) vooral veroorzaakt door fijn stof, in de zomer door ozon.

SO_2
: Zwaveldioxide: een kleurloos gas met een karakteristieke irriterende geur en smaak bij hoge concentraties.

Temperatuursinversie
: Meteorologisch fenomeen waarbij de luchttemperatuur lager is dicht bij de grond dan in de hogere luchtlagen. Dat zorgt ervoor dat de luchtvervuiling niet kan stijgen en aan de grond blijft hangen.

UNECE
: United Nations Economic Commission for Europe.

VOC
: Vluchtige Organische Componenten: een mengeling van gasvormige verbindingen met koolstof en waterstof als belangrijkste elementen. Ze vormen een precursor van ozon.

WGO
: Wereldgezondheidsorganisatie

1 Samenvatting

De laatste drie decennia verbetert de luchtkwaliteit in België stapsgewijs. Ondanks die gestage verbetering bleven alle inwoners in 2025 blootgesteld aan vervuiling boven de advieswaarden van de wereldgezondheidsorganisatie (WGO).

De jaargemiddelde concentraties van PM_{10}, $PM_{2.5}$ en NO_2 dalen stelselmatig. Enkel voor ozonconcentraties wordt een licht stijgende trend waargenomen. De luchtkwaliteit in 2025 was, wat fijn stof en stikstofoxides betreft, beter dan of vergelijkbaar met het gemiddelde van de afgelopen tien jaar en volgt dus de langetermijntrend. Als gevolg van de COVID-19-pandemie vertonen de meeste tijdsreeksen een dip in 2020.

De luchtkwaliteit in 2025 was, voor alle besproken polluenten, slechter dan in 2024. Dit is het gevolg van ongunstige weersomstandigheden, niet van een trendbreuk in de uitstoot.

Onderstaande tabel 1 toont de verschillende luchtkwaliteitsindicatoren voor België in 2025 en vergelijkt die via een kleurencode met gemiddelden van de 10 voorafgaande jaren: 2015–2024. De cijfers zijn gebaseerd op de berekeningen met de RIO-interpolatietechniek, met een ruimtelijke resolutie van 4x4 km^2. De cijfers zijn dus representatief voor gebieden van 4 km op 4 km, waaruit volgt dat de concentraties (of het aantal overschrijdingen) lokaal hoger of lager kunnen zijn. Voor polluenten die sterk bepaald worden door plaatselijke emissies, zoals NO_2 door verkeersemissies, kan de beoordeling lokaal sterk verschillen van deze op het 4x4 km^2 niveau.

Voor $PM_{2.5}$ en stikstofdioxide zijn de jaargemiddelden beduidend lager dan het gemiddelde van de tien voorafgaande jaren. Voor PM_{10} zijn enkele indicatoren, zowel voor een lange periode (jaargemiddelden) als voor korte periodes (daggemiddelden), eerder vergelijkbaar met het voorbije tienjaargemiddelde.

Voor ozon zijn meer indicatoren vergelijkbaar met, en enkele zelfs beduidend slechter dan, het tienjaargemiddelde. De jaargemiddelde ozonconcentratie, een maat voor het achtergrondniveau in België, vertoont de laatste 15 jaar een licht stijgende trend. De ozonindicatoren die de overmaat boven een bepaalde drempel weergeven vertonen een grillig verloop dat nauw samenhangt met de weersomstandigheden in de zomers. Ondanks de ongunstige weersomstandigheden voor ozon in de zomer van 2025, waren er slechts 2 dagen met overschrijding van de Europese informatiedrempel.

Tabel 2 geeft het percentage van de bevolking dat potentieel wordt blootgesteld aan concentraties boven de EU-grenswaarden enerzijds, en de advieswaarden van de WGO anderzijds.

Men kan besluiten, op basis van die berekeningen, dat niemand in België werd blootgesteld aan overschrijdingen van de Europese grens- of advieswaarden voor fijn stof of stikstofdioxide. De bevolkingsblootstelling wordt geschat op basis van de RIO-berekeningen van de luchtkwaliteit in de roostercellen van 4x4 km^2 en het aantal overeenkomstige inwoners in deze roostercellen. Deze ruimtelijke resolutie kan voor polluenten zoals NO_2 en BC leiden tot een onderschatting.

Voor ozon wordt de langetermijndoelstelling om op geen enkele dag een 8-uurgemiddelde boven 120 $\mu g/m^3$ te bereiken voor de totale bevolking overschreden. De middellangetermijndoelstelling om, gemiddeld over 3 jaar, maximum 25 dagen per jaar een 8-uurgemiddelde boven 120 $\mu g/m^3$ te bereiken, wordt wel overal behaald.

Bij vergelijking van de indicatoren met de advieswaarden opgesteld door de WGO, in plaats van de grenswaarden van de EU, is de situatie minder gunstig: 62,6 % van de Belgische bevolking woont in een gebied waar de jaargemiddelde PM_{10}-concentratie de WGO-advieswaarde van 15 $\mu g/m^3$ overschrijdt, 90,4 % van de Belgische bevolking woont in een gebied waar de jaargemiddelde $PM_{2.5}$-concentratie de WGO-advieswaarde van 5 $\mu g/m^3$ overschrijdt en 64,7 % in een gebied waar de jaargemiddelde NO_2-concentratie de WGO-advieswaarde van 10 $\mu g/m^3$ overschrijdt. Wat ozon betreft, wordt de hele Belgische bevolking blootgesteld aan overschrijdingen van de WGO-waarde, namelijk een gemiddelde waarde van 100 $\mu g/m^3$ over een periode van 8 uur.

Concluderend kan gesteld worden dat in 2025 de luchtkwaliteit slechter was dan in 2024, dat de $PM_{2.5}$-, PM_{10}- en NO_2-concentraties op lange termijn dalen, en dat de ozonconcentraties stijgen. Als gemiddelde in de 4x4 km^2 roostercellen blijven de concentraties fijn stof en stikstofdioxide onder de Europese grens- of streefwaarden. Voor ozon werd de langetermijndoelstelling niet gehaald. Het gros van de bevolking blijft blootgesteld aan concentraties boven de WGO-advieswaarden voor zowel fijn stof, ozon als NO_2.

Tabel 1: Luchtkwaliteitsindicatoren voor België, 2025

Indicator	min.	gem.	max.	Europese grens- of streefwaarde	WGO-advieswaarde (2021)
PM_{10}					
Jaargemiddelde conc. (µg/m^3)	6	13	22	40	15
Aantal dagen >50 µg/m^3	0	2	10	Max. 35 dagen	
Aantal dagen >45 µg/m^3	0	3	15		Max. 3 dagen
$PM_{2.5}$					
Jaargemiddelde conc. (µg/m^3)	4	7	11	25	5
Ozon					
Aantal dagen >180 µg/m^3		2			
Aantal dagen >240 µg/m^3		0			
Aantal dagen hoogste 8-uurgem. >120 µg/m^3	5	11	26	LTD: 0 dagen	3 dagen met hoogste 8-uurgem. >100 µg/m^3
Aantal dagen hoogste 8-uurgem. >120 µg/m^3 (gem. 2023–2025)	6	11	21	MLTD: 25 dagen, gem. over 3 jaar	
AOT60 ((µg/m^3).u)	336	911	2856	5800***	
AOT40 voor vegetatie ((µg/m^3).u)	7270	10581*	15909	LTD: 6000	
AOT40 voor vegetatie ((µg/m^3).u) (gem. 2021–2025)	5931	9524*	13892	MLTD: 18000, gem. over 5 jaar	
AOT40 voor bossen ((µg/m^3).u)	11336	16264**	24880	Kritiek niveau: 10000***, referentie-niveau: 20000***	
NO_2					
Jaargemiddelde conc. (µg/m^3)	3	8	26	40	10
19de hoogste uurgem. (µg/m^3)	11	30	83	200	Hoogste uurgem.: 200

Overschrijding van de Europese grens- of streefwaarde.
* Gewogen gemiddelde van de vegetatie-oppervlakte.
** Gewogen gemiddelde van de bosoppervlakte.
*** Niet in richtlijn 2008/50/EG.

Waarde beduidend lager dan het voorbije 10-jaargemiddelde.
Waarde vergelijkbaar met het voorbije 10-jaargemiddelde.
Waarde beduidend hoger dan het voorbije 10-jaargemiddelde.

Tabel 2: Percentage van de bevolking of de vegetatieoppervlakte potentieel blootgesteld aan waarden boven de Europese grens- of streefwaarde of WGO-advieswaarde in 2025, berekend met RIO.

Indicator	Europese grens- of streefwaarde	Bevolking of vegetatie met blootstelling boven de Europese grens- of streefwaarde	WGO-advieswaarde (2021)	bevolking met blootstelling boven de WGO-advieswaarde
PM_{10}				
Jaargemiddelde	40 µg/m^3	0 %	15 µg/m^3	62,6 %
Aantal dagen >50 µg/m^3	Max. 35 dagen	0 %		
Aantal dagen >45 µg/m^3			Max. 3 dagen	60,8 %
$PM_{2.5}$				
Jaargemiddelde	25 µg/m^3	0 %	5 µg/m^3	90,4 %
Ozon				
Aantal dagen met hoogste 8-uurgem.>120 µg/m^3	OLT: 0 dagen	100,0 %	3 dagen met hoogste 8-uurgem. >100 µg/m^3	100,0 %
Aantal dagen met hoogste 8-uurgem. >120 µg/m^3 (gem. 2023–2025)	MLTD: 25 dagen gem. over 3 jaar	0 %		
AOT60	5800* (µg/m^3).u	0 %		
AOT40 voor vegetatie	LTD: 6000 (µg/m^3).u	100,0 %		
AOT40 voor vegetatie (gem. 2021–2025)	MLTD: 18000 (µg/m^3).u gem. over 5 jaar	0 %		
AOT40 voor bossen	Kritiek niveau: 10000* (µg/m^3).u	100,0 %		
AOT40 voor bossen	Referentieniveau: 20000* (µg/m^3).u	10,4 %		
NO_2				
Jaargemiddelde	40 µg/m^3	0 %	10 µg/m^3	64,7 %
Uurgem. >200 µg/m^3	Max. 18 uur	0 %	0 uur	0 %

* Niet in richtlijn 2008/50/EG

	0 %
	>0 % en ≤ 50%
	>50 %

2 Inleiding

Dit rapport geeft een overzicht van de luchtkwaliteit in 2025 in België. De luchtkwaliteit wordt bepaald door de combinatie van verschillende vervuilende stoffen die gemeten worden in de meetnetten van de drie gewesten.

In Vlaanderen worden de meetnetten uitgebaat door de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), in Wallonië door l'Institut Scientifique de Service Public (ISSeP) en het Agence Wallonne de l'Air et du Climat (AWAC) en in Brussel door Leefmilieu Brussel. De meetwaarden worden verzameld door IRCEL en opgeslagen in de intergewestelijke luchtdatabank.

Dit rapport beschrijft de toestand van de luchtkwaliteit in 2025 en de evolutie van de luchtkwaliteit in België de laatste jaren. De polluenten PM_{10}, $PM_{2.5}$, BC, O_3 en NO_2 worden besproken. Om de concentraties van deze polluenten te bepalen op plaatsen waar geen metingen worden uitgevoerd, wordt gebruik gemaakt van een interpolatietechniek: RIO.

BOX 1: RIO-interpolatietechniek

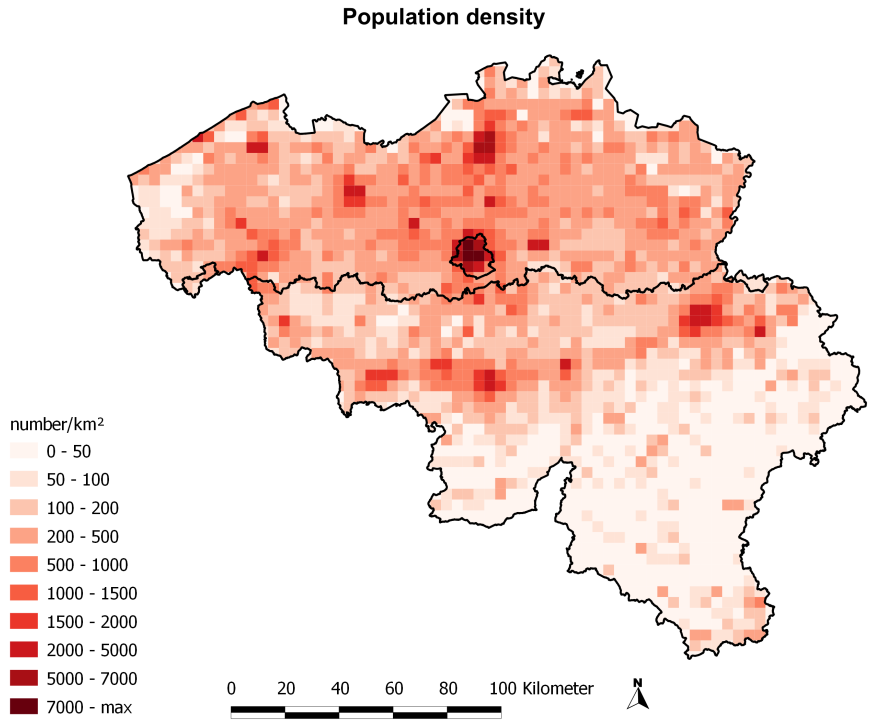
In dit rapport wordt gebruikgemaakt van een ruimtelijke interpolatietechniek van luchtkwaliteitsmetingen, genaamd RIO [6][8]. De techniek laat toe om de concentraties en de blootstelling van de bevolking te bepalen op plaatsen waar niet gemeten wordt. Gewone interpolatietechnieken vereisen dat elke meetplaats representatief is voor eenzelfde ruimtelijk gebied. In de praktijk is dat voor luchtverontreiniging echter niet het geval. Concentraties gemeten dicht bij een verontreinigingsbron zullen veelal slechts representatief zijn voor een beperkt gebied rond die bron, terwijl concentraties die gemeten worden in een landelijke zone over het algemeen voor een grotere oppervlakte representatief zijn. RIO werd speciaal ontwikkeld om deze problematiek te omzeilen.
De ruimtelijke resolutie van de RIO-interpolatietechniek is 4x4 km^2: het grondgebied van België wordt opgedeeld in oppervlakken van 4 km op 4 km. Dankzij RIO is het mogelijk om voor elke 4x4 km^2 roostercel in België de luchtkwaliteit te berekenen.
De techniek staat toe om de onzekerheid per roostercel van 4x4 km^2 te berekenen voor elke polluent. Voor deze kaarten en een meer gedetailleerde uitleg rond het bepalen van de modelonzekerheid verwijzen we naar Bijlage D.

De RIO-interpolatietechniek wordt gebruikt om de concentraties te bepalen over het volledige grondgebied, in dit rapport wordt niet ingegaan op de metingen in de verschillende individuele meetstations. Daarvoor verwijzen we naar de jaarlijkse publicaties van de gewesten en de jaarlijkse rapportering van België in het kader van de Europese richtlijn 2008/50/EG. In het voorliggende rapport werd RIO-versie v2025 gebruikt. Voor de resultaten van andere polluenten zoals o.a. NO, CO, zware metalen verwijzen we eveneens naar de gewestelijke websites en rapporten: www.vmm.be[1], www.wallonair.be[2] en www.leefmilieu.brussels[3].

Door de concentratie van een polluent in een RIO-roostercel te koppelen aan de bevolkingsdichtheid in die roostercel (zie figuur 1) kan ook de blootstelling van de bevolking aan die polluent berekend worden. Gezien de bevolkingsdichtheid bepaald is op basis van de woonplaatsen en dus geen rekening houdt met verplaatsingen wordt hier steeds 'statische' blootstelling bedoeld.
Hoewel de ruimtelijke resolutie van de RIO-interpolatie reeds vrij hoog is, blijven de resultaten uiteraard een benadering van de werkelijkheid. Binnen één roostercel van 4x4 km^2 wordt een homogene concentratie verondersteld. De bevolking binnen een roostercel wordt steeds verondersteld aan exact deze concentratie te zijn blootgesteld. Voor visualisaties van de jaargemiddelde concentraties op hoge resolutie verwijzen we naar de RIO-IFDM- of ATMO-Streetkaarten op de website van IRCEL – CELINE: NO_2, PM_{10}, $PM_{2.5}$, BC en O_3.

De analyses en visualisaties van de trend van de verschillende indicatoren werden uitgevoerd in het statistische softwarepakket R [10] met behulp van het 'openair'-pakket [5]. De kaarten in dit jaarrapport werden gemaakt met het geografisch informatiesysteem QGIS [9]. De documentopmaak werd verwezenlijkt met LaTeX.

[1] Hoe evolueert de luchtkwaliteit in Vlaanderen
[2] Rapports annuels des réseaux de surveillance de la qualité de l'air en Wallonie
[3] Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest Jaarverslag 2025



Figuur 1: Bevolkingsdichtheid per RIO-roostercel (Bron: Bevolkingscijfers Statbel)

3 Wettelijke bepalingen

3.1 Europese regelgeving

De belangrijkste wettelijke basis inzake luchtkwaliteitsnormen is de richtlijn 2008/50/EG van het Europees Parlement en de Raad van 20 mei 2008 betreffende de luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa [3]. Deze richtlijn formuleert een strategie om in Europa de luchtkwaliteit te beoordelen; om de schadelijke gevolgen te voorkomen, te verhinderen of te verminderen; om correcte informatie te verzamelen en te verspreiden; en om de goede luchtkwaliteit in stand te houden en die in andere gevallen te verbeteren.

De richtlijn bevat hiertoe **grenswaarden**, **streefwaarden**, **informatiedrempels** en **alarmdrempels**. De grens- en streefwaarden zijn opgenomen in tabel 1 en 2, de informatie- en alarmdrempels in tabel 3.

- *Grenswaarden* zijn niveaus die binnen een bepaalde termijn moeten worden bereikt en, wanneer ze eenmaal zijn bereikt, niet meer mogen worden overschreden.
- *Streefwaarden* zijn niveaus die 'voor zover mogelijk' binnen een vooropgestelde termijn moeten worden bereikt.
- *Informatiedrempels* zijn niveaus waarboven kortstondige blootstelling een gezondheidsrisico inhoudt voor bijzonder kwetsbare bevolkingsgroepen, en voor wie een onmiddellijke en toereikende informatievoorziening noodzakelijk is.
- *Alarmdrempels* zijn niveaus waarboven een kortstondige blootstelling risico's inhoudt voor de gezondheid van de bevolking als geheel, en bij het bereiken waarvan de lidstaten onmiddellijk stappen dienen te ondernemen.

Op 20 november 2024 werd met richtlijn 2024/2881 [4] een herziening van de luchtkwaliteitsnormen gepubliceerd, op 11 december 2026 moet ze vertaald zijn in Belgische wetgeving en ten laatste op 1 januari 2030 moeten de nieuwe normen gehaald worden. De richtlijn 2024/2881 vervangt de richtlijnen 2008/50/EG en 2004/107/EG. Daar waar mogelijk worden de toekomstige normen voor 2030 toegevoegd aan de figuren in dit rapport.

Tabel 3: Overzicht van de gemiddelde uurlijkse informatie- en alarmdrempels volgens de EU-richtlijn 2008/50/EG.

Polluent	Informatiedrempel	Alarmdrempel
SO_2		500 µg/m^3
NO_2		400 µg/m^3
O_3	180 µg/m^3	240 µg/m^3

3.2 Wereldgezondheidsorganisatie

De Wereldgezondheidsorganisatie – WGO (World Health Organisation – WHO) heeft een eigen reeks luchtkwaliteits**advieswaarden** opgesteld. De WGO-advieswaarden kwantificeren de concentraties waarbij er een belangrijk risico is voor de publieke gezondheid. In september 2021 werden deze waarden geactualiseerd op basis van recentere wetenschappelijke inzichten en daarbij aanzienlijk verstrengd [14]. Deze advieswaarden worden in dit rapport aan figuren en tabellen toegevoegd waar dat relevant is. In tabel 4 worden de huidige advieswaarden gegeven.

De WGO-advieswaarden zijn strenger dan de grens- en streefwaarden van de EU. Europa houdt niet alleen rekening met gezondheidsredenen maar ook met de economische haalbaarheid om tot die doelstellingen te komen.

Tabel 4: Overzicht van de advieswaarden voor luchtkwaliteit van de Wereldgezondheidsorganisatie

Polluent	Middelingstijd	Toegestaan aantal overschrijdingen	Waarde(2021)
PM_{10}	1 dag	3	45 µg/m^3
	1 jaar		15 µg/m^3
$PM_{2.5}$	1 dag	3	15 µg/m^3
	1 jaar		5 µg/m^3
NO_2	1 uur	0	200 µg/m^3
	1 dag	3	25 µg/m^3
	1 jaar		10 µg/m^3
O_3	8 uur *	3	100 µg/m^3
	6 maanden **		60 µg/m^3
SO_2	10 minuten		500 µg/m^3
	1 dag	0	40 µg/m^3

* Hoogste 8-uurgemiddelde van een dag
** Gemiddelde van de hoogste 8-uurgemiddelde van een dag tijdens de 6 opeenvolgende maanden met hoogste gemiddelde O_3 concentraties (piekseizoen)

4 Smogepisodes

De concentraties van luchtverontreinigende stoffen in de omgevingslucht variëren van dag tot dag en zelfs van uur tot uur. Dat heeft verschillende oorzaken. In de eerste plaats zijn de concentraties afhankelijk van de vervuiling die uitgestoten wordt door menselijke en natuurlijke bronnen. Daarnaast kunnen polluenten gevormd of verwijderd worden door verschillende fysicochemische reacties in de atmosfeer, kunnen ze door depositie uit de lucht worden verwijderd of kunnen ze door de wind over een grote afstand verspreid worden. Als de verontreinigende stoffen origineel in het buitenland uitgestoten worden en vervolgens in België terechtkomen, spreken we van import. Bijgevolg zijn, naast de emissies, ook temperatuur, windsnelheid en neerslag belangrijke parameters die de concentratie van een polluent bepalen.

Wanneer de concentraties van luchtvervuilende stoffen in de lucht te hoog oplopen, ontstaat *smog*. We onderscheiden winter-, zomer- en lentesmog.

Verhoogde luchtvervuiling door fijn stof en stikstofdioxide tijdens de winter (**wintersmog**) komt meestal voor bij stabiele weersomstandigheden met weinig wind en bij de aanwezigheid van een temperatuursinversie. De 'dispersie'- of verspreidingsomstandigheden van de luchtvervuiling in de atmosfeer zijn dan slecht. Een temperatuursinversie op lage hoogte zorgt ervoor dat de luchtvervuiling (veroorzaakt door emissies en/of import) aan de grond blijft hangen, als het ware 'gevangen' onder de warmere luchtlaag erboven. Wanneer een dergelijke situatie meerdere dagen aanhoudt, kan de luchtvervuiling zich opstapelen en stijgen de concentraties van luchtverontreinigende stoffen gradueel.

Verhoogde fijnstofconcentraties kunnen ook het gevolg zijn van een plotse toename van secundair fijn stof. In tegenstelling tot het rechtstreeks uitgestoten of primaire fijn stof, wordt secundair fijn stof gevormd door chemische reacties in de atmosfeer. Uit chemische analyses van fijn stof blijkt dat 'secundair anorganische ionen' (bijvoorbeeld ammonium, nitraat, sulfaat) 30–40 % bijdragen tot de totale massa fijn stof [12][13]. Een sleutelcomponent in de vorming van secundair fijn stof is ammoniak. Hoge secundaire fijnstofconcentraties komen dan ook vaak voor in het voorjaar (**lentesmog**), wanneer landbouwers mest uitrijden.

Ozonsmogepisodes (**zomersmog**) komen vooral voor op warme en zonnige zomerdagen ($>$ 25 °C) met weinig wind. Zulke meteorologische condities zijn gunstig voor de fotochemische vorming van ozon.

Een smogepisode is (meestal) niet uitsluitend toe te schrijven aan één oorzaak. Hoge concentraties in de lucht zijn altijd het gevolg van een combinatie van bovenstaande factoren (uitstoot, meteorologische omstandigheden, import, secundaire (foto)chemische reacties) waarbij de ene factor meer of minder doorweegt dan de andere, afhankelijk van de situatie.

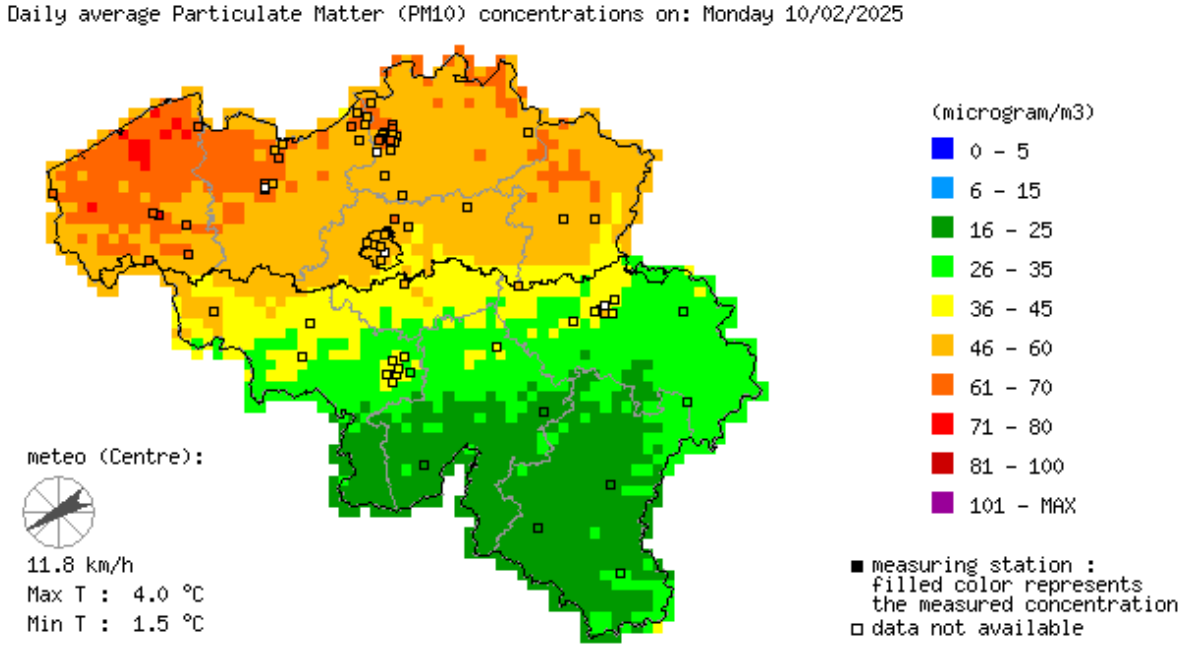
4.1 Winter- en lentesmog

In België bestaat er sinds 2006 een smogalarm dat geactiveerd wordt wanneer de voorspelde daggemiddelde PM_{10}-concentraties gedurende twee opeenvolgende dagen de drempel van 70 µg/m^3 overschrijden. Sinds 2016 is dit aangevuld met een informatiedrempel van 50 µg/m^3. Een informatiebericht wordt verspreid wanneer het gemeten glijdend 24-uurgemiddelde van PM_{10}, als gemiddelde in een gewest, hoger is dan 50 µg/m^3 en wordt verwacht dat dit nog minstens 24 uur zo zal blijven. In 2019 werd ook voor $PM_{2.5}$ een informatie- en alarmdrempel geïntroduceerd, deze bedragen respectievelijk 35 en 50 µg/m^3.

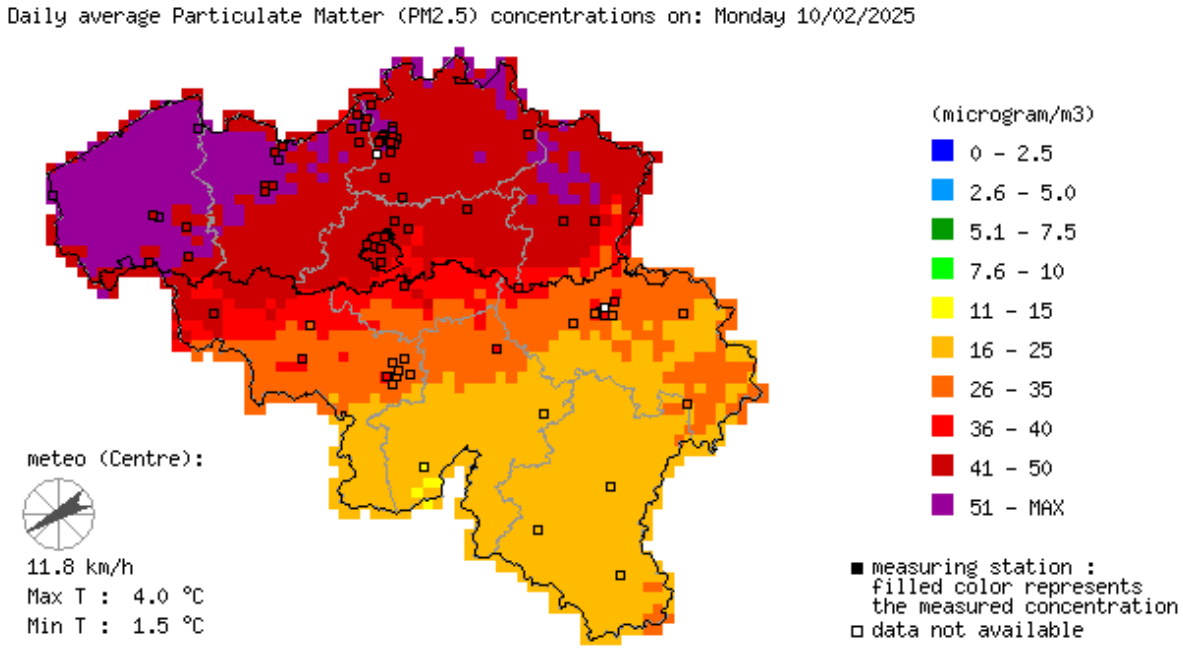
In 2025 werd de *informatiefase* zesmaal geactiveerd, dat is het hoogste aantal sinds de invoering van de drempel. De *alarmfase* werd niet geactiveerd. De eerste episode vond plaats van 20 tot en met 21 januari, de laatste van 25 tot en met 26 maart. In de wintermaanden oktober–december werd de informatiefase dus niet geactiveerd. Viermaal hield de informatiefase twee dagen aan, tweemaal duurde de informatiefase drie dagen: van dinsdag 4 maart tot donderdag 6 maart en van maandag 10 maart tot woensdag 12 maart. In figuren 2 en 3 worden, ter illustratie, de daggemiddelde concentraties op 10 februari 2025 voor respectievelijk PM_{10} en $PM_{2.5}$ weergegeven.

4.2 Zomersmog

De zomer van het jaar 2025 was zeer droog en warm. Op 2 dagen werd de ozoninformatiedrempel van 180 µg/m^3 overschreden: 13 juni en 2 juli. De Europese alarmdrempel van 240 µg/m^3 werd in 2025 niet



Figuur 2: Daggemiddelde PM_{10}-concentratie op 10 februari 2025.

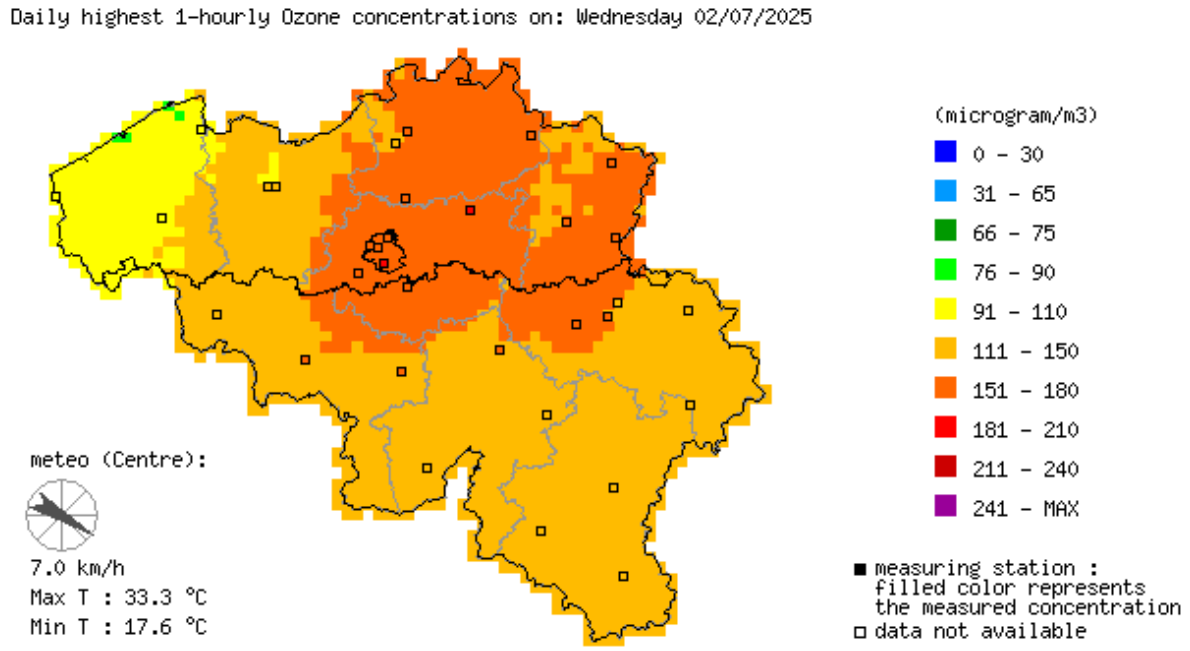


Figuur 3: Daggemiddelde $PM_{2.5}$-concentratie op 10 februari 2025.

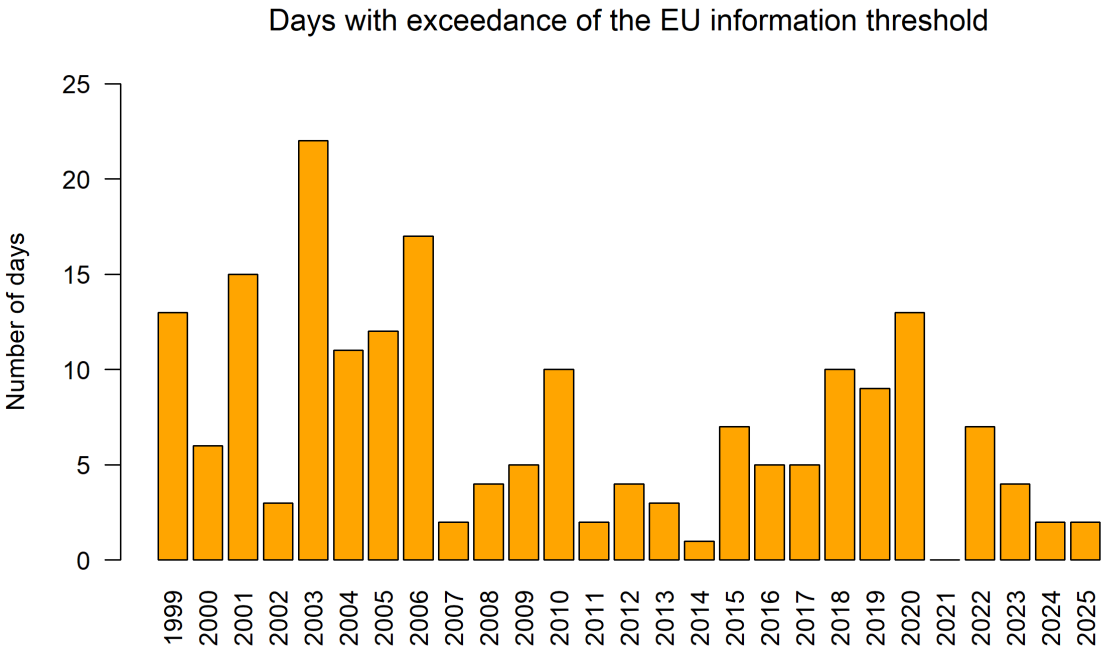
bereikt.

Op 13 juni werd de informatiedrempel overschreden in Hasselt, de maximum uurwaarde was 184 µg/m^3. Op 2 juli werd de informatiedrempel overschreden in Aarschot en Ukkel, met maximum uurwaarden van respectievelijk 190 µg/m^3 en 186 µg/m^3. Figuur 4 toont de kaart van België met de hoogste uurgemiddelde concentraties op woensdag 2 juli. In Wallonië werd de informatiedrempel in 2025 niet overschreden.

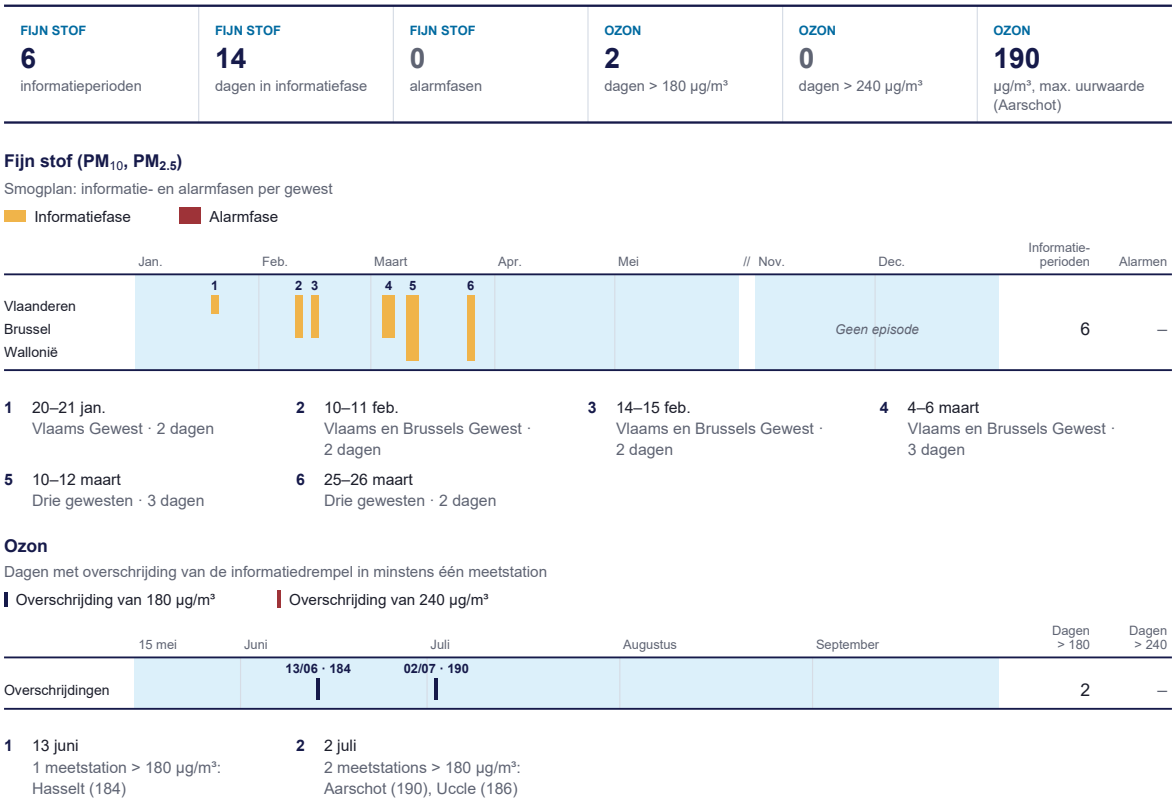
Het aantal ozondagen in 2025 (2) is gelijk aan dat in 2024 (2), en lager dan in 2023 (4) en 2022 (7). In 2021 werden er voor het eerst geen ozondagen geregistreerd. Figuur 5 toont de evolutie van het aantal ozondagen sinds 1999, de langetermijntrend is een daling van het aantal ozondagen.



Figuur 4: Hoogste ozonconcentraties op woensdag 2 juli 2025.



Figuur 5: Evolutie van het aantal ozondagen sinds 1999.



Figuur 6: Overzicht van de activaties van de informatie- en alarmfasen voor fijn stof en de overschrijdingen van de Europese ozondrempels in 2025.

5 Fijn stof

Fijn stof is een verzamelnaam voor alle vaste en vloeibare deeltjes die in de atmosfeer rondzweven. Om de diverse groep exacter te kunnen bespreken onderscheiden we enkele categorieën: PM_{10}, $PM_{2.5}$ en BC.

PM staat voor *particulate matter* of *partikelmaterie*, de subscripts zijn een aanduiding van de grootte. De fractie PM_{10} bestaat uit alle deeltjes die dezelfde eigenschappen hebben als een ideale partikel met een diameter van 10 micrometer (µm) of kleiner. Overeenkomstig wordt met $PM_{2.5}$ de groep van partikels bedoeld die hetzelfde gedrag in de omgevingslucht vertonen als een ideale partikel met een diameter van 2,5 micrometer of kleiner. Uit deze definitie volgt dat $PM_{2.5}$ steeds een subgroep van PM_{10} is, elk fijnstofdeeltje uit de categorie $PM_{2.5}$ wordt ook tot de categorie PM_{10} gerekend.
Een derde categorie, BC of black carbon, is op zijn beurt weer onderdeel van $PM_{2.5}$. Black carbon wordt typisch gevormd bij onvolledige verbranding en is het voornaamste bestanddeel van roet.

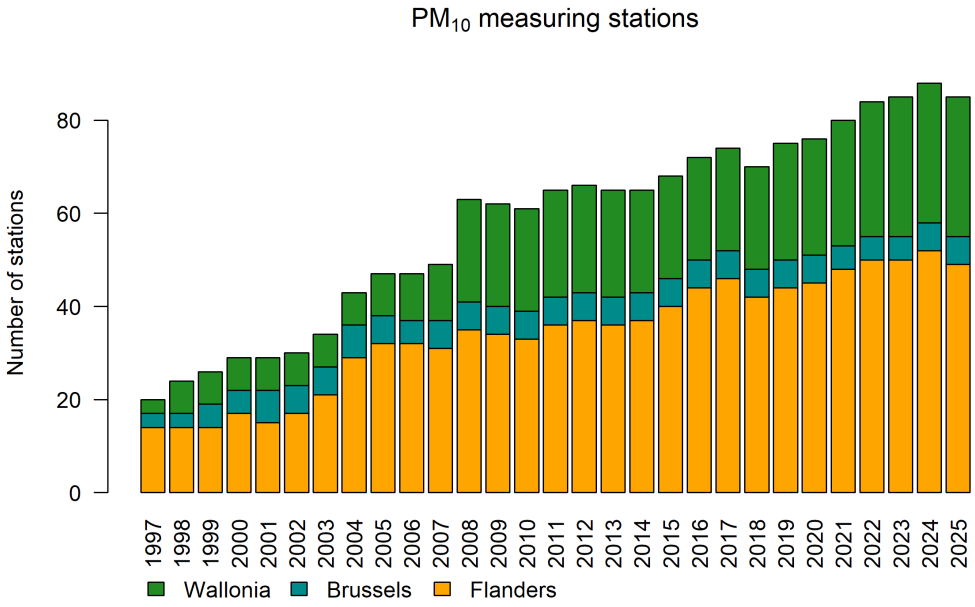
Fijn stof in de atmosfeer kan een natuurlijke oorzaak hebben, zoals zeezoutpartikels en opwaaiend bodemstof, of een menselijke oorzaak, zoals transport, industrie, landbouw en gebouwverwarming. Het fijn stof kan rechtstreeks door al deze bronnen uitgestoten worden, of kan in de atmosfeer zelf gevormd worden: door chemische en fysische reacties worden gasvormige componenten omgezet tot deeltjes. Fijn stof dat rechtstreeks wordt uitgestoten noemen we *primair* fijn stof. Fijn stof dat pas in de atmosfeer is gevormd, wordt aangeduid als *secundair* fijn stof. Primair fijn stof en de *precursoren* die zorgen voor secundair fijn stof, kunnen over grote afstanden getransporteerd, en dus naar of van het buitenland geëxporteerd of geïmporteerd, worden.

De belangrijkste gezondheidseffecten door luchtvervuiling zijn te wijten aan de *chronische* of langetermijnblootstelling aan fijn stof. Volgens de WGO is er geen drempelwaarde waaronder geen nadelige effecten voorkomen.

5.1 PM_{10}

5.1.1 PM_{10}-meetstations

In 2025 werden concentraties van PM_{10} gemeten in 85 stations, dat is een kleine afname na de piek van 88 stations in 2024, zoals te zien is in figuur 7. Een groter aantal meetstations zorgt voor een afname van de onzekerheid op de geïnterpoleerde waarden die besproken worden in dit hoofdstuk.



Figuur 7: Evolutie van het aantal PM_{10}-meetstations in België.

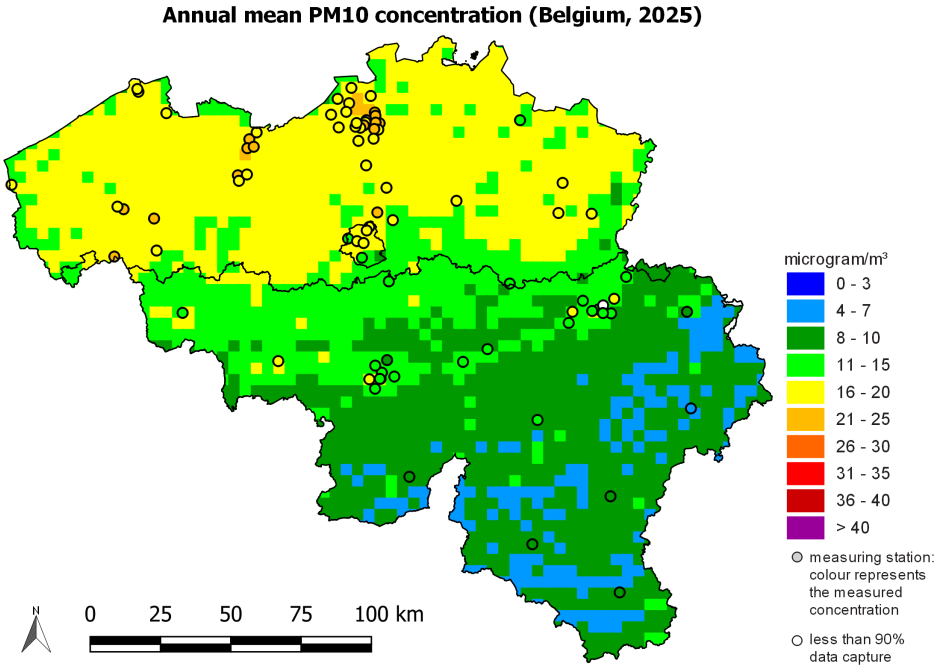
5.1.2 PM_{10}-jaargemiddelde concentratie

Figuur 8 geeft een kaart van België met de jaargemiddelde concentratie van PM_{10} per roostercel. De hoogste concentraties, 16 à 22 µg/m^3, situeren zich in het noorden van Vlaanderen. In het zuiden van het land zijn de concentraties het laagst met uitzondering van de zones rond Doornik, Bergen, Charleroi en Luik. De onzekerheid op deze kaart is te vinden in Bijlage D.

De 2098 waarden uit figuur 8 kunnen ook in een boxplot weergegeven worden. In figuur 9 wordt dit gedaan voor 2025 en alle voorgaande jaren sinds 1997. Op deze manier is de trend van de maximumwaarde, het gemiddelde en de mediaan, en het minimum observeerbaar. De Europese grenswaarde bedraagt 40 µg/m^3 als jaargemiddelde concentratie. Het is duidelijk dat ook in 2025 deze grens voor geen enkel van de 4x4 km^2 oppervlakken overschreden werd. De advieswaarde van de WGO bedraagt 15 µg/m^3, in 2025 werd deze waarde in 38 % van de RIO-roostercellen overschreden.

In 2025 bedroeg de jaargemiddelde PM_{10}-concentratie over alle RIO-roostercellen in België 12,6 µg/m^3. In het Brussels gewest bedroeg die jaargemiddelde concentratie 16,1 µg/m^3, in het Vlaamse 16,4 µg/m^3, en in het Waalse 9,6 µg/m^3. Het bevolkingsgewogen jaargemiddelde voor België is met 15,5 µg/m^3 hoger dan het rekenkundig gemiddelde, op plaatsen waar veel mensen wonen zijn de jaargemiddelde concentraties hoger.

In 2025 werd niemand van de Belgische bevolking blootgesteld aan jaargemiddelde concentraties boven de Europese grenswaarde van 40 µg/m^3 (figuur 10). De blootstelling van de bevolking aan hoge concentraties is de laatste decennia duidelijk gedaald, in 2025 was de blootstelling wel opnieuw hoger dan in 2024. In 2025 werd 63 % van de bevolking blootgesteld aan PM_{10}-concentraties die hoger zijn dan de WGO-advieswaarde (15 µg/m^3), in 2024 was dat slechts 24 %. Deze terugval is zonder twijfel gelinkt aan de zeer ongunstige meteorologische omstandigheden in de eerste 4 maanden van 2025.

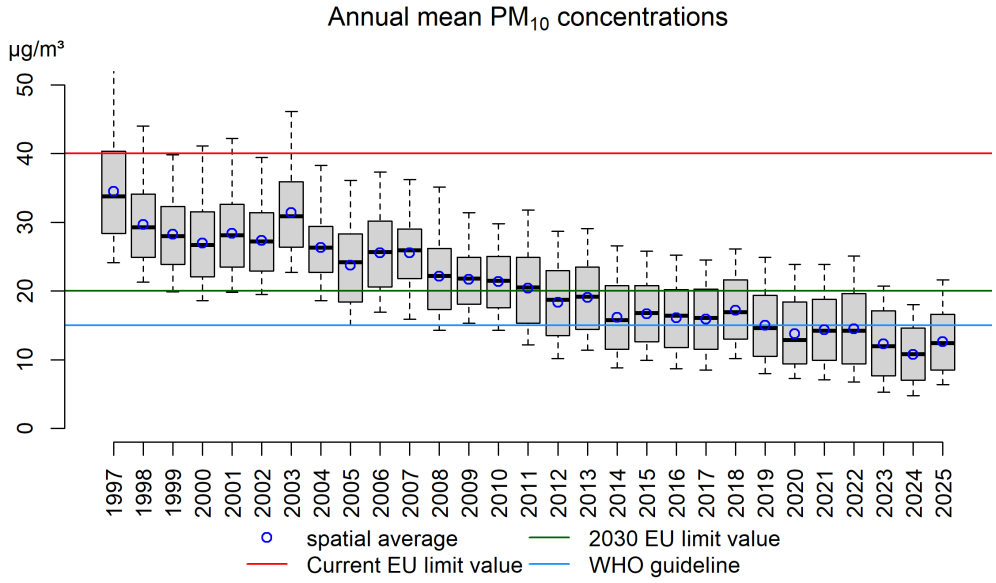


Figuur 8: Ruimtelijke spreiding van de jaargemiddelde PM_{10}-concentratie in België in 2025, berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek

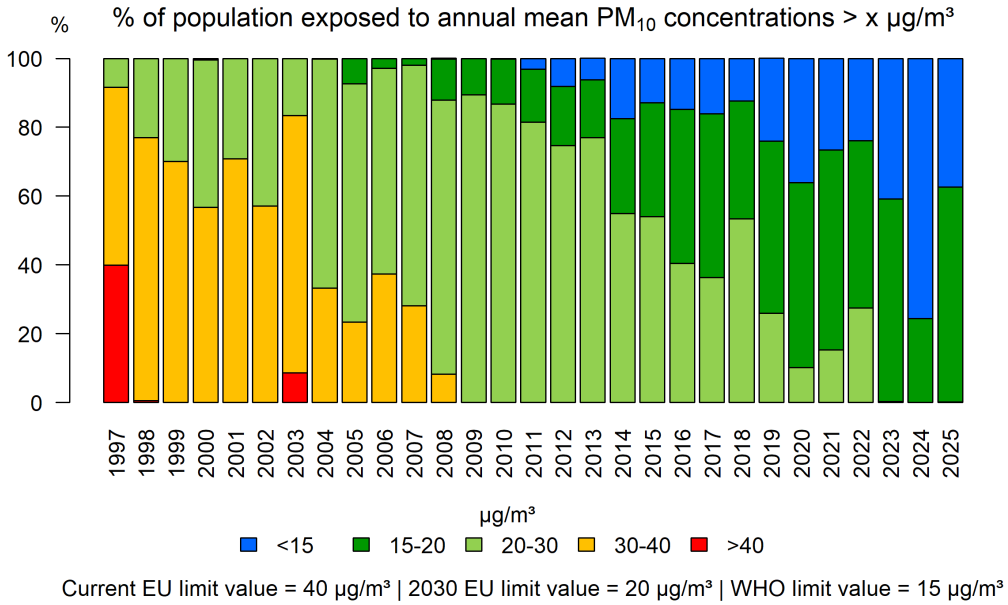
5.1.3 PM_{10}-daggemiddelde concentratie

De EU-grenswaarde voor de bescherming van de bevolking tegen de kortdurende blootstelling aan PM_{10} is een daggemiddelde PM_{10}-concentratie van 50 µg/m^3. Volgens de EU-richtlijn zijn maximum 35 overschrijdingen toegestaan. Figuur 11 toont het aantal dagen, voor elk van de 4x4 km^2 oppervlakken, waarop de daggemiddelde concentratie deze grens overschreed. De EU-drempel voor het aantal overschrijdingen werd nergens gepasseerd. Het maximum werd berekend op 10 overschrijdingen in 2025, dat is een duidelijke verhoging ten opzichte van 2023 en 2024. Fluctuaties tussen verschillende jaren kunnen te wijten zijn aan onder andere meteorologische omstandigheden. Op lange termijn is er een dalende trend waarneembaar in het aantal overschrijdingsdagen in België wat aangeeft dat de vastgestelde daling van de uitstoot van primair fijn stof en fijnstofprecursoren een gunstig effect heeft op het aantal overschrijdingsdagen. De WGO-advieswaarde is een maximum van 3 overschrijdingen van een daggemiddelde PM_{10}-concentratie van 45 µg/m^3, figuur 12 toont de evolutie van de overschrijdingen van de WGO-drempel.

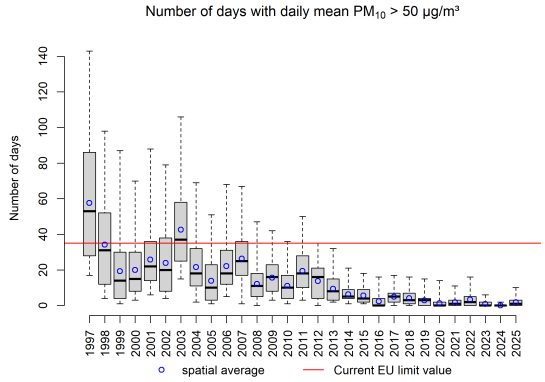
Figuur 13 geeft een kaart van België met het aantal overschrijdingen van de daggrenswaarde. In 2025 was het aantal dagen met een gemiddelde concentratie boven 50 µg/m^3 voor haast het volledige gebied ten zuiden van de Samber- en Maasvallei nul. Een groot deel van Vlaanderen kende vier of meer overschrijdingsdagen, het maximum in 2025 was tien dagen. De WGO-drempel van maximum 3 daggemiddelde concentraties boven 45 µg/m^3 werd in 37 % van het land overschreden, in 2024 was dit in geen enkele roostercel het geval. Gekoppeld aan de bevolkingsdichtheid in de roostercellen kan ook de blootstelling berekend worden, zie figuur 14 voor overschrijdingen van de EU-grenswaarde en figuur 15 voor overschrijdingen van de WGO-advieswaarde. Ook hier is duidelijk dat, ondanks de gunstige trend op langetermijn, de blootstelling in 2025 hoger was dan in de jaren 2024 en 2023.



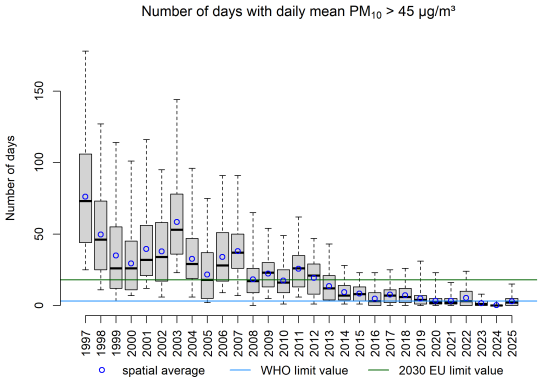
Figuur 9: Boxplot van de jaargemiddelde PM_{10}-concentraties ($\mu g/m^3$) over de periode 1997–2025 in België, berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek. Het ruimtelijke gemiddelde wordt door de blauwe cirkels weergegeven. Voor de interpretatie van boxplots, zie bijlage C.



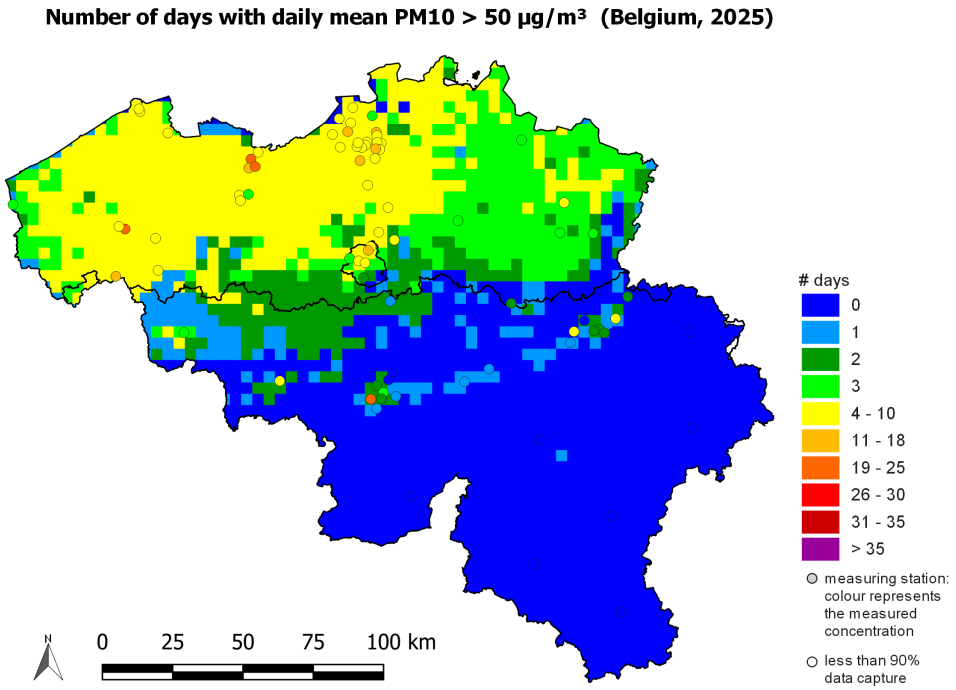
Figuur 10: Evolutie van de blootstelling van de bevolking aan jaargemiddelde PM_{10}-concentraties op basis van de RIO-interpolatietechniek.



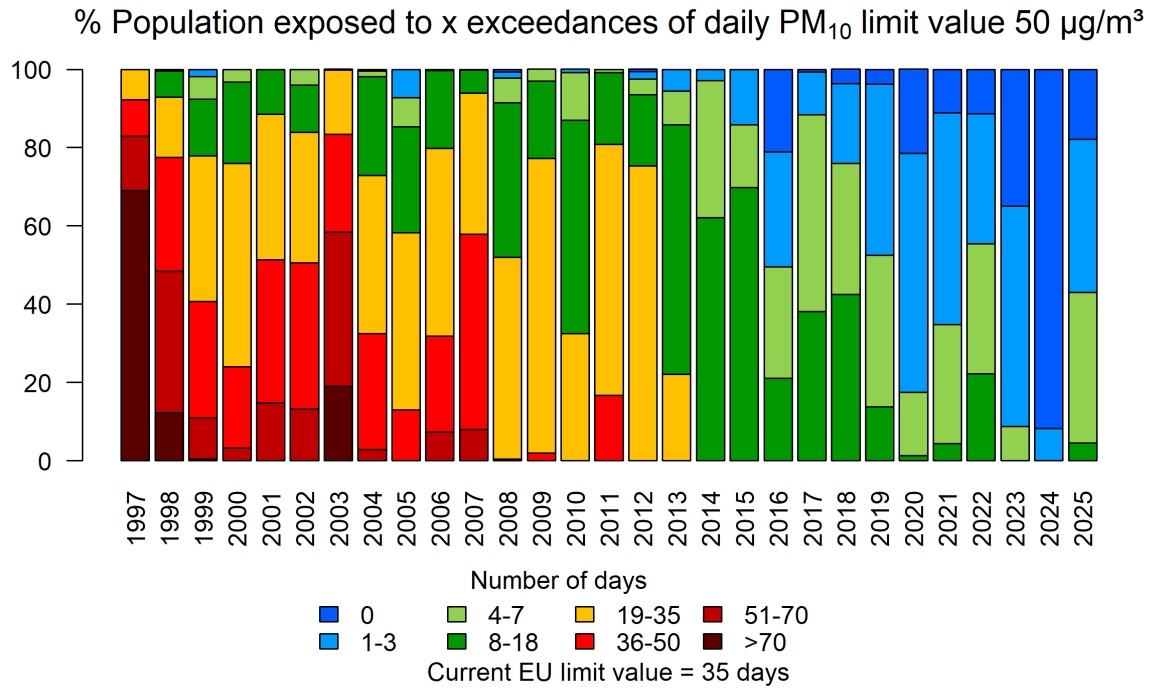
Figuur 11: Boxplot van het aantal dagen per jaar waarop de daggemiddelde PM_{10}-concentratie hoger was dan 50 µg/m^3 over de periode 1997–2025, berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek. Het ruimtelijk gemiddelde wordt weergegeven door de blauwe cirkels.



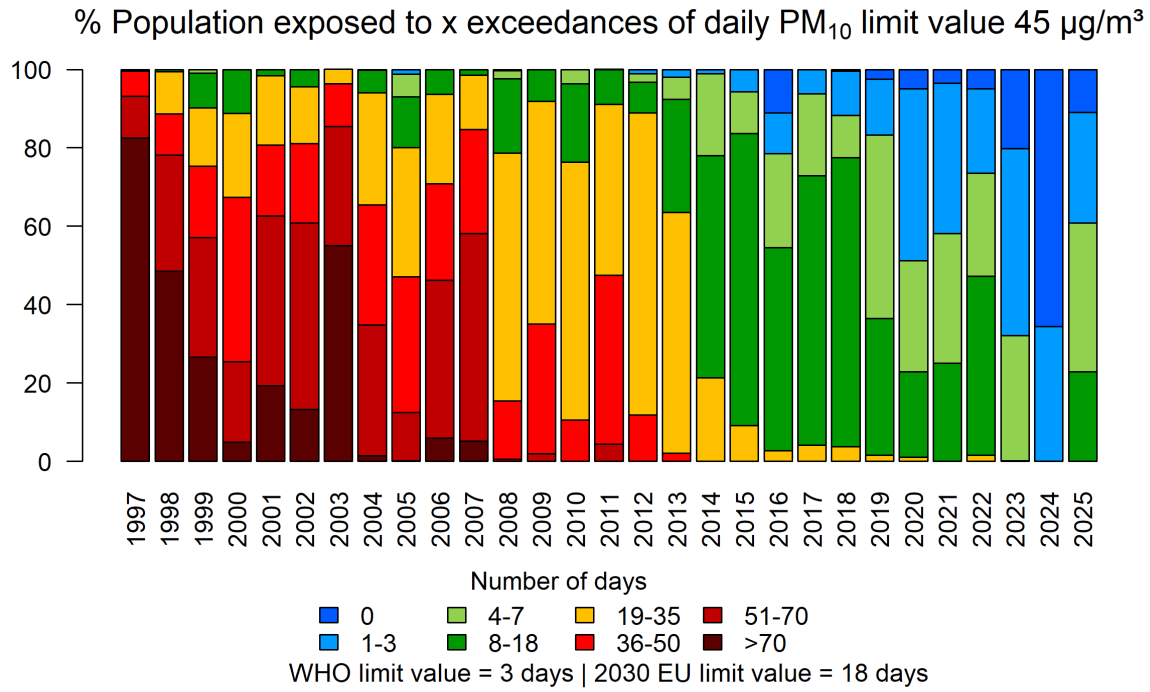
Figuur 12: Boxplot van het aantal dagen per jaar waarop de daggemiddelde PM_{10}-concentratie hoger was dan 45 µg/m^3 over de periode 1997–2025, berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek. Het ruimtelijk gemiddelde wordt weergegeven door de blauwe cirkels.



Figuur 13: Ruimtelijke spreiding van het aantal dagen met een daggemiddelde boven 50 µg/m^3 in België in 2025, berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.



Figuur 14: Evolutie van de bevolkingsblootstelling aan dagen waarbij de daggemiddelde PM_{10}-concentratie hoger was dan 50 $\mu g/m^3$. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.

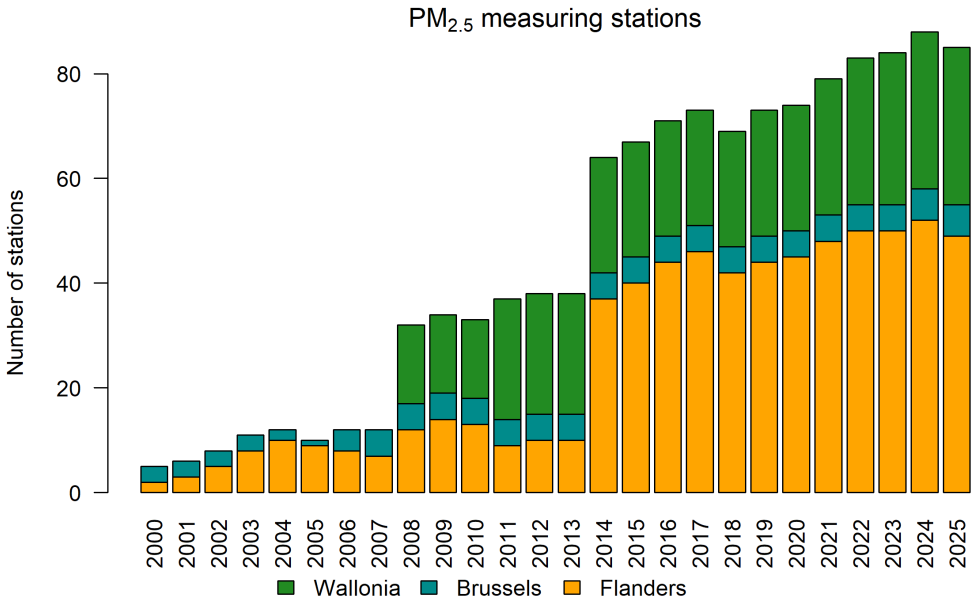


Figuur 15: Evolutie van de bevolkingsblootstelling aan dagen waarbij de daggemiddelde PM_{10}-concentratie hoger was dan 45 $\mu g/m^3$. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.

5.2 $PM_{2.5}$

5.2.1 $PM_{2.5}$-meetstations

In 2025 werden concentraties van $PM_{2.5}$ gemeten in 85 stations, dat is een kleine afname na de piek van 88 stations in 2024, zoals te zien in figuur 16. Een groter aantal meetstations zorgt voor een afname van de onzekerheid op de geïnterpoleerde waarden die besproken worden in dit hoofdstuk.



Figuur 16: Evolutie van het aantal $PM_{2.5}$-meetstations in België.

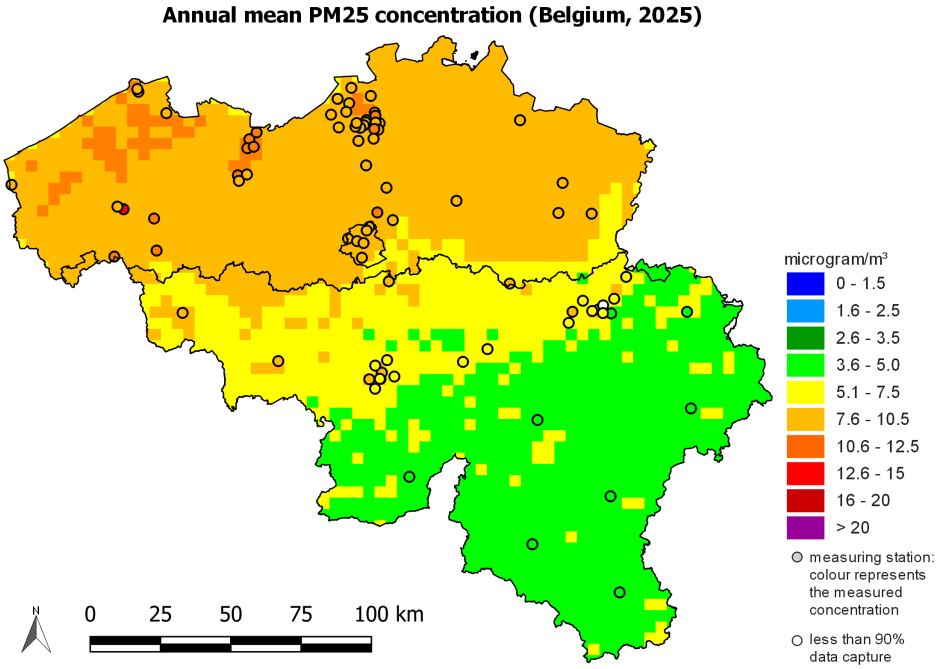
5.2.2 $PM_{2.5}$-jaargemiddelde concentratie

Figuur 17 geeft een kaart van België met de jaargemiddelde concentratie van $PM_{2.5}$ per roostercel. Er is een duidelijke noord-zuid-gradiënt, de concentraties zijn het hoogst in Vlaanderen, lager in Wallonië ten noorden van de Samber- en Maasvallei, het laagst in het zuiden van het land.

De 2098 waarden uit figuur 17 kunnen ook in een boxplot weergegeven worden. In figuur 18 wordt dit gedaan voor 2025 en alle voorgaande jaren sinds 2005. Op deze manier is de trend van de maximumwaarde, het gemiddelde en de mediaan, en het minimum observeerbaar. De huidige Europese grenswaarde bedraagt 25 µg/m^3 als jaargemiddelde concentratie. Het is duidelijk dat ook in 2025 deze grens voor geen enkel van de 4x4 km^2 oppervlakken overschreden werd. De advieswaarde van de WGO bedraagt 5 µg/m^3, in 2025 werd deze waarde in 67 % van de RIO-roostercellen overschreden.

In 2025 bedroeg de jaargemiddelde $PM_{2.5}$-concentratie over alle RIO-roostercellen in België 6,9 µg/m^3. In het Brussels gewest bedroeg die jaargemiddelde concentratie 8,3 µg/m^3, in het Vlaamse 9,0 µg/m^3, en in het Waalse 5,2 µg/m^3. Het bevolkingsgewogen jaargemiddelde voor België is met 8,3 µg/m^3 hoger dan het rekenkundig gemiddelde, op plaatsen waar veel mensen wonen zijn de jaargemiddelde concentraties hoger.

In 2025 werd de Belgische bevolking niet blootgesteld aan jaargemiddelde $PM_{2.5}$-concentraties hoger dan de Europese grenswaarde van 25 µg/m^3. Echter, de bevolkingsblootstelling aan concentraties boven de WGO-advieswaarde van 5 µg/m^3 bedroeg in 2025 90 % (figuur 19).



Figuur 17: Ruimtelijke spreiding van de jaargemiddelde $PM_{2.5}$-concentratie in België in 2025, berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.

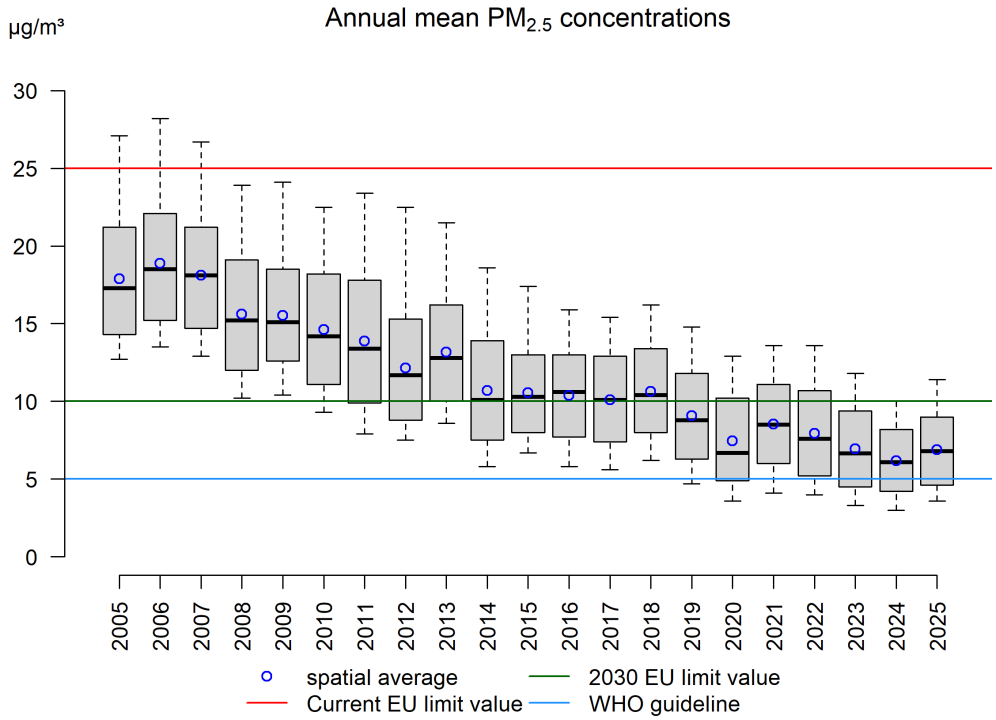
5.2.3 Gemiddelde blootstellingsindex

Om de blootstelling van de bevolking aan $PM_{2.5}$ te verminderen, is in de Europese richtlijn 2008/50/EG [3] de 'gemiddelde blootstellingsindex' (GBI) als aanvullende indicator opgenomen. Die GBI is een nationale streefwaarde en wordt berekend als het gemiddelde over drie jaar van de gemeten $PM_{2.5}$-concentraties in stedelijke achtergrondstations. De Europese richtlijn bepaalt een reductiedoelstelling voor de GBI voor 2020 gebaseerd op de waarde berekend voor de referentieperiode (2009, 2010 en 2011 voor België). Tegen 2020 moest de GBI dalen tot 15,2 µg/m^3, voor 2021 en later werd geen streefwaarde bepaald.

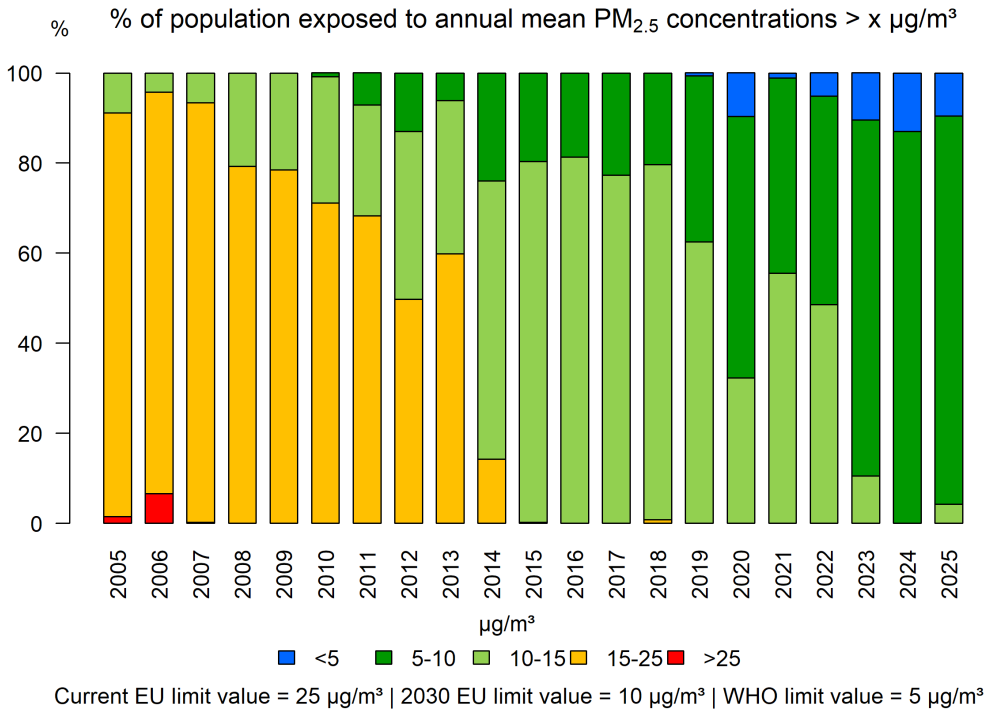
De berekende GBI voor de jaren 2023, 2024 en 2025 bedraagt 8,1 µg/m^3 (zie tabel 5) en ligt dus (ruim) onder de doelstelling voor 2020.

Tabel 5: Overzicht van de $PM_{2.5}$-concentraties voor 2023, 2024 en 2025 per stedelijk achtergrondstation dat meegenomen werd in de berekening van de gemiddelde blootstellingsindex, GBI

Stationsnaam	2023	2024	2025
SINT JANS MOLENBEEK	9,64	8,44	9,30
UKKEL	8,54	6,99	7,69
LIEGE	6,45	5,48	5,41
CHARLEROI	6,62	6,31	6,72
BRUGGE	8,45	–	–
GENT	9,41	8,95	10,89
ANTWERPEN	9,32	9,25	10,09
SCHOTEN	8,58	–	–
Gemiddelde	**8,38**	**7,57**	**8,35**
Gemiddelde 2023–2025		8,10	
GBI		**8,1**	



Figuur 18: Boxplot van de jaargemiddelde $PM_{2.5}$-concentraties ($\mu g/m^3$) over de periode 2005–2025 in België, berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek. Het ruimtelijke gemiddelde wordt door de blauwe cirkels weergegeven. Voor de interpretatie van boxplots, zie bijlage C.

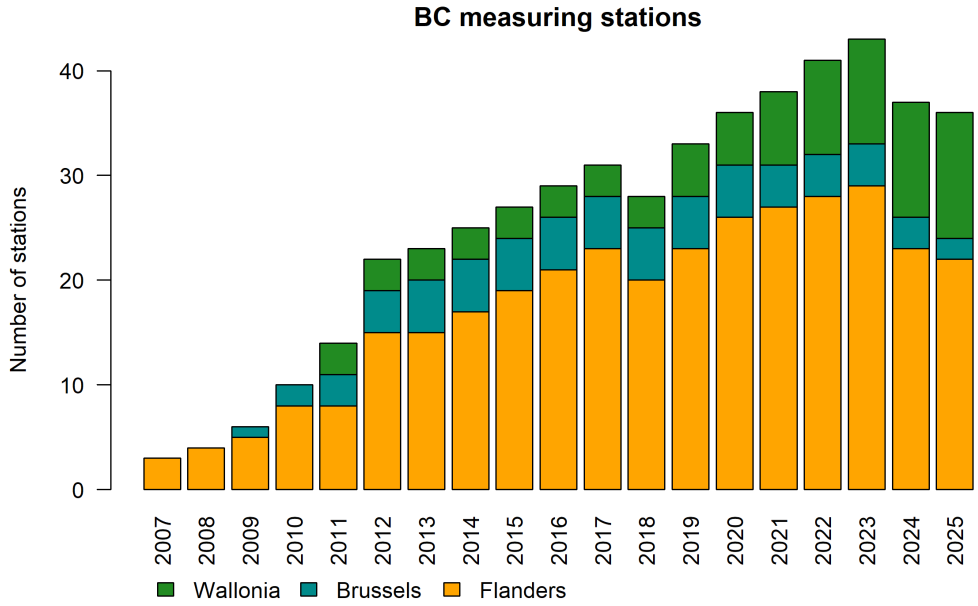


Figuur 19: Evolutie van de blootstelling van de bevolking aan jaargemiddelde $PM_{2.5}$-concentraties op basis van de RIO-interpolatietechniek.

5.3 Black Carbon (BC)

5.3.1 BC-meetstations

Sinds 2007 wordt er Black Carbon of zwarte koolstof gemeten in het meetnet van Vlaanderen. Brussel begon met BC-metingen in 2009 en Wallonië volgde in 2011 (zie figuur 20). Het aantal stations nam sindsdien gestaag toe met een maximum van 43 in 2023. In 2025 werd in 36 stations gemeten: 22 in Vlaanderen, 2 in Brussel en 12 in Wallonië.



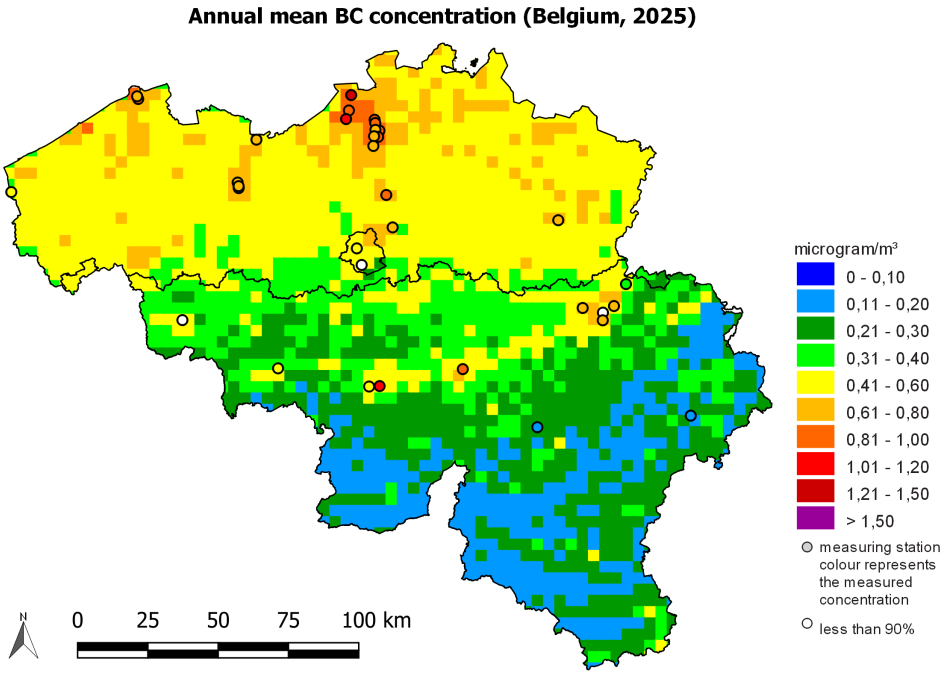
Figuur 20: Evolutie van het aantal BC-meetstations in België.

5.3.2 BC-jaargemiddelde concentratie

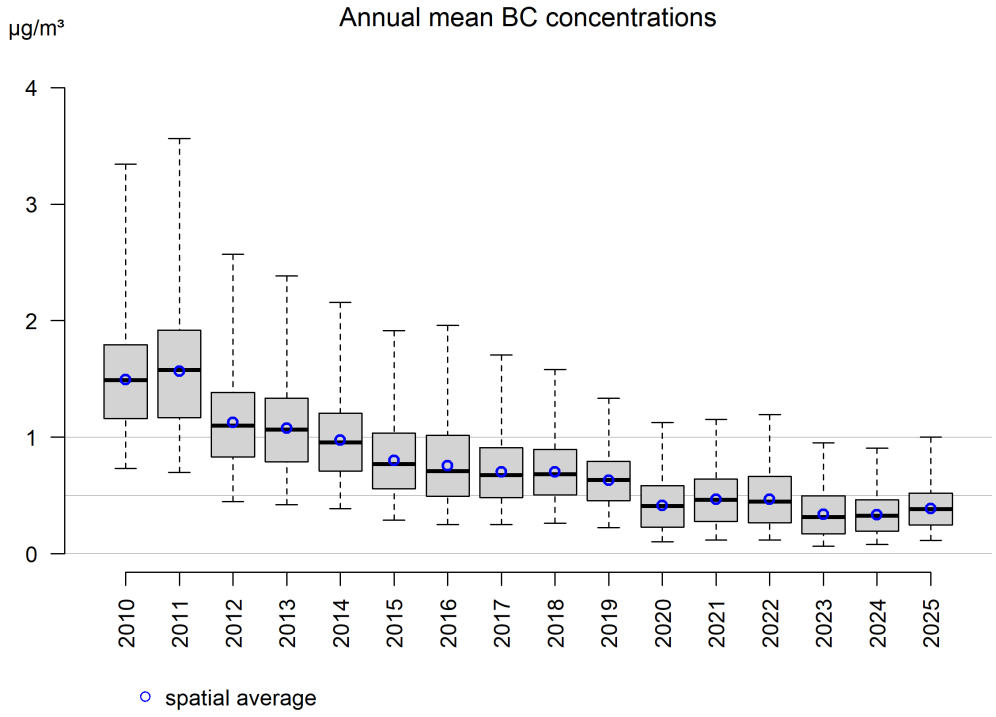
Black carbon is een polluent gerelateerd aan onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen, biobrandstoffen en biomassa. De hoogste concentraties komen dan ook voor in verkeersdrukke regio's en op locaties waar biomassa verbrand wordt. Momenteel bestaan geen grens- of streefwaarden voor BC. Figuur 21 toont de ruimtelijke spreiding van de jaargemiddelde BC-concentraties voor 2025 in België. Hierbij moet rekening gehouden worden met enerzijds het lage aantal stations waar BC gemeten wordt (vooral in Wallonië) en de heterogene verspreiding en anderzijds met het lokale karakter van BC-vervuiling. De kaart voorgesteld in figuur 21 is dus louter indicatief.

De 2098 waarden uit figuur 21 kunnen ook in een boxplot weergegeven worden. In figuur 22 wordt dit gedaan voor 2025 en alle voorgaande jaren sinds 2010. Op deze manier is de trend van de maximumwaarde, het gemiddelde en de mediaan, en het minimum observeerbaar.

In 2025 bedroeg de jaargemiddelde BC-concentratie over alle RIO-roostercellen in België 0,4 µg/m^3. In het Brussels gewest bedroeg die jaargemiddelde concentratie 0,5 µg/m^3, in het Vlaamse 0,5 µg/m^3, en in het Waalse 0,3 µg/m^3. Het bevolkingsgewogen jaargemiddelde (0,5 µg/m^3) is hoger dan het rekenkundig gemiddelde, op plaatsen waar veel mensen wonen zijn de jaargemiddelde concentraties hoger.



Figuur 21: Ruimtelijke spreiding van de jaargemiddelde BC-concentratie in België in 2025, berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek



Figuur 22: Boxplot van de jaargemiddelde BC-concentraties (µg/m^3) over de periode 2010–2025 in België, berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek. Het ruimtelijke gemiddelde wordt door de blauwe cirkels weergegeven. Voor de interpretatie van boxplots, zie bijlage C.

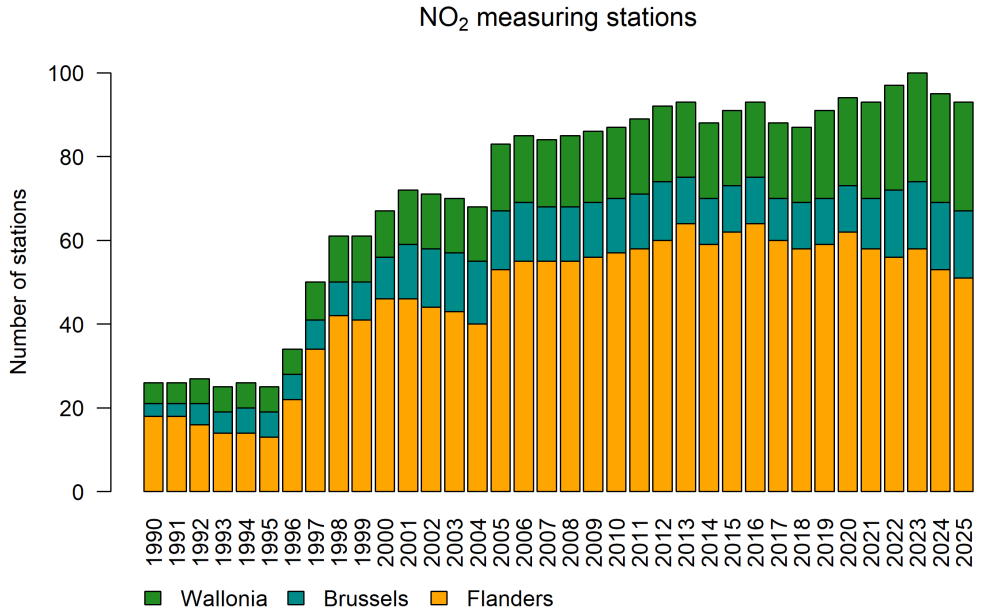
6 Stikstofoxides

Stikstofoxides (NO_x) is de verzamelnaam voor een mengsel dat voornamelijk bestaat uit stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO_2). Stikstofoxides worden grotendeels door menselijke activiteiten uitgestoten tijdens verbrandingsprocessen bij hoge temperaturen waarbij luchtstikstof geoxideerd wordt. De belangrijkste bronnen van NO_x zijn (weg)verkeer, energieproductie, industrie (inclusief raffinaderijen) en gebouwenverwarming. NO_x wordt voornamelijk uitgestoten in de vorm van NO en in mindere mate NO_2. De levensduur van NO in de lucht is echter zeer kort (enkele minuten). Door fotochemische reacties met onder andere ozon en vluchtige organische stoffen (VOS) wordt NO omgezet in het in de atmosfeer langer levende NO_2 (enkele uren tot dagen). NO_x wordt niet alleen door antropogene emissies in de atmosfeer gebracht, maar ook door biochemische processen in de bodem, bij bliksems en bosbranden.

Stikstofoxides zorgen voor verzuring en vermesting van het milieu en spelen een belangrijke rol bij de vorming van ozon en fijn stof. Blootstelling aan zeer hoge NO_2-concentraties kan door de toxiciteit van het gas onmiddellijk nadelige gezondheidseffecten veroorzaken. Er zijn duidelijk negatieve gezondheidseffecten verbonden aan verkeersemissies en NO_2 is sterk gecorreleerd met het mengsel van de verkeersgerelateerde luchtverontreiniging. Om die reden en omdat NO_2 ook indirect schadelijk is voor mens en milieu, heeft de Europese Unie er grenswaarden voor vastgelegd en heeft de Wereldgezondheidsorganisatie er advieswaarden voor opgesteld.

6.1 NO_2-meetstations

In figuur 23 wordt de evolutie van het aantal meetstations voor NO_2 weergegeven. In 1990 waren er 26 meetstations, in 2025 93: 16 in het Brussels gewest, 26 in Wallonië en 51 in Vlaanderen. Dankzij de toename van het aantal meetpunten is de onzekerheid op de RIO-interpolatie afgenomen.



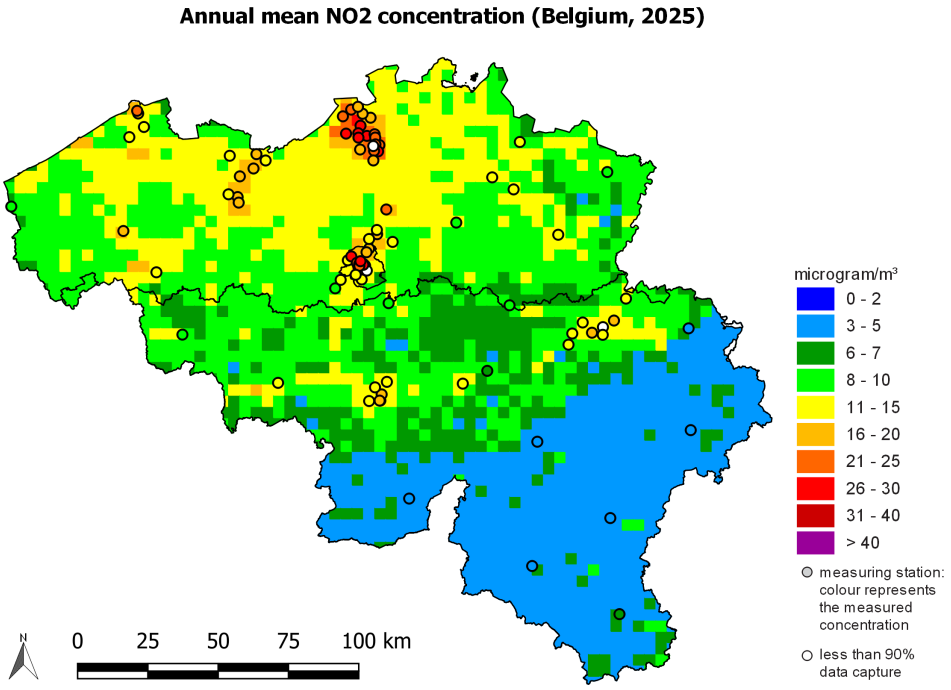
Figuur 23: Evolutie van het aantal NO_2-meetstations in België.

6.2 NO_2-jaargemiddelde concentratie

De Europese jaargrenswaarde voor de bescherming van de bevolking bedraagt 40 µg/m^3. Die grenswaarde geldt vanaf 2010 voor het hele Belgische grondgebied. Uit figuur 24 blijkt duidelijk dat de hoogste jaargemiddelden gemeten worden in de stedelijke gebieden. Dat is niet verwonderlijk gezien het sterke verkeersgerelateerde karakter van NO_2.

Door de beperkte ruimtelijke resolutie (4x4 km^2) van het RIO-interpolatiemodel, zijn lokaal hogere NO_2-concentraties, bijvoorbeeld in street canyons, niet altijd zichtbaar op de interpolatiekaarten. Het hoogste NO_2-jaargemiddelde van alle Belgische roostercellen bedraagt 25,8 µg/m^3. Gemiddeld over Vlaanderen is het jaargemiddelde 10,6 µg/m^3, gemiddeld over Brussel 14,2 µg/m^3 en gemiddeld over Wallonië 6,1 µg/m^3. Het ruimtelijk gemiddelde in België, rekening houdend met het aantal inwoners per roostercel (het bevolkingsgewogen gemiddelde), bedraagt 12,0 µg/m^3. Dat ligt aanzienlijk hoger dan het niet-bevolkingsgewogen gemiddelde over België (8,1 µg/m^3), wat weerspiegelt dat de roostercellen met de hoogste bevolkingsdichtheid (stedelijke gebieden), ook de roostercellen zijn met hogere NO_2-jaargemiddelde concentraties. Dat wordt ook duidelijk in figuur 26 waarin de relatie tussen de jaargemiddelde NO_2-concentratie en de bevolkingsdichtheid weergegeven wordt. Bij een vergelijking van het jaar 2025 met het gemiddelde van de periode 2020–2024 stellen we wel steeds een daling vast, ongeacht de bevolkingsdichtheid in de roostercel. In de roostercellen met een bevolkingsdichtheid van 1000 inwoners per km^2 of hoger is de jaargemiddelde concentratie voor 2025 gemiddeld 13,6 µg/m^3. Voor de periode 2020–2024 was dit nog 14,2 µg/m^3.

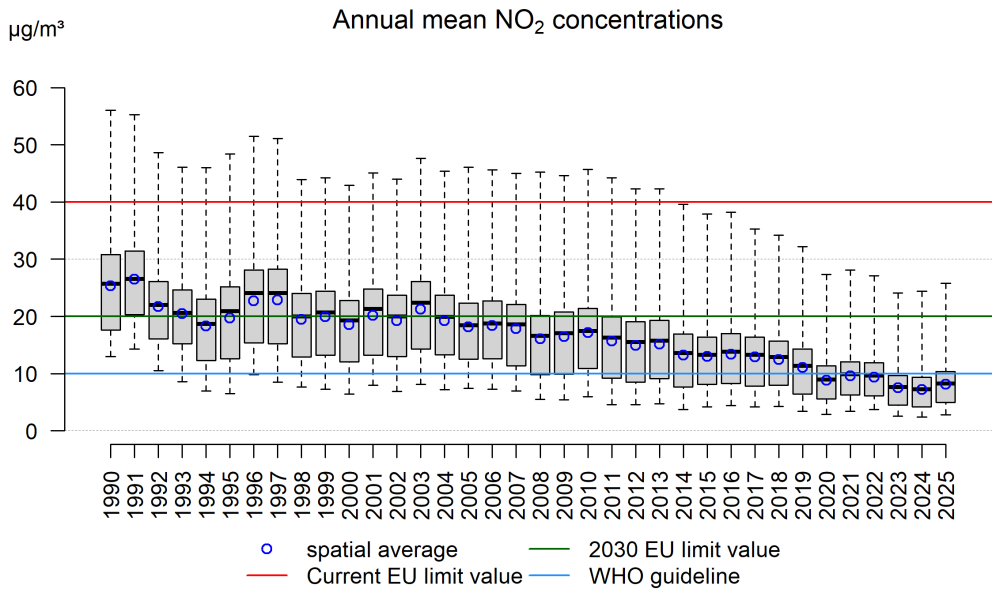
De onzekerheid op de berekende jaargemiddelde NO_2-concentraties is te vinden in Bijlage D.



Figuur 24: Ruimtelijke spreiding van de jaargemiddelde NO_2-concentratie in België in 2025, berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek

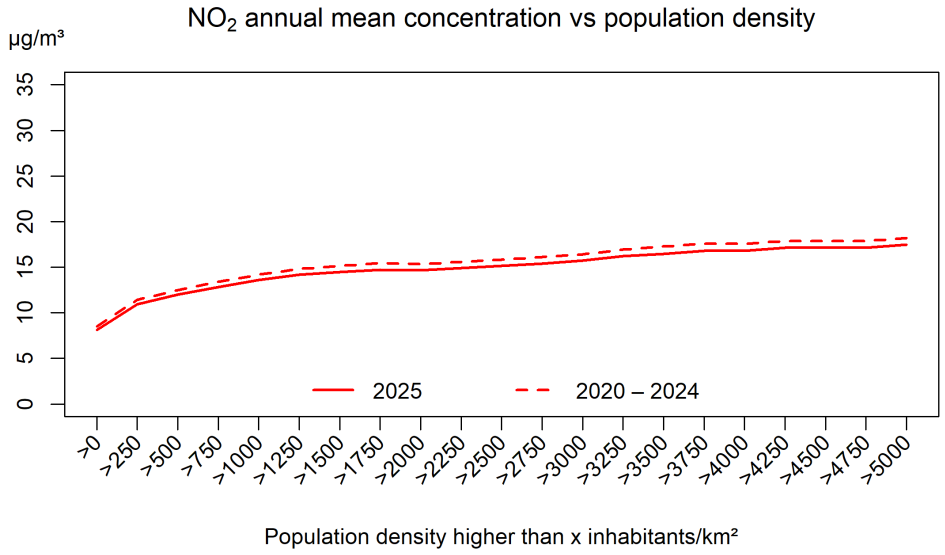
De 2098 waarden uit figuur 24 kunnen ook in een boxplot weergegeven worden. In figuur 25 wordt dit gedaan voor 2025 en alle voorgaande jaren sinds 1990. Op deze manier is de trend van de maximumwaarde, het gemiddelde en de mediaan, en het minimum observeerbaar. De Europese grenswaarde bedraagt 40 µg/m^3 als jaargemiddelde concentratie. Het is duidelijk dat ook in 2025 deze grens in geen enkel 4x4 km^2 oppervlak overschreden werd. De WGO-advieswaarde bedraagt 10 µg/m^3 als jaargemiddelde concentratie, deze grens werd in 2025 in 29 % van de 4x4 km^2 oppervlakken overschreden, in 2024 was dit voor slechts 18 % van het Belgisch grondgebied het geval.

De COVID-19-pandemie en de maatregelen om besmettingen te voorkomen hadden in 2020 en 2021 een invloed op de economische en sociale activiteiten in België. Uit een afzonderlijke studie van het effect van de maatregelen op de concentraties van verschillende polluenten tijdens de *lockdown* van week 12 tot en met week 19 van 2020, bleek dat de noodbepalingen voornamelijk een reducerende impact hadden op NO_2-concentraties, zeker in de buurt van gemotoriseerd verkeer [7]. De lage concentraties in figuur 25 in 2020 zijn dus zeker ten dele toe te schrijven aan tijdelijke maatregelen. Nu observeren we dat de gemiddelde jaarlijkse concentraties sinds 2023 nog lager zijn dan in 2020. De licht dalende trend sinds



Figuur 25: Boxplot van de jaargemiddelde NO_2-concentraties (µg/m^3) over de periode 1990–2025 in België, berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek. Het ruimtelijke gemiddelde wordt door de blauwe cirkels weergegeven. Voor de interpretatie van boxplots, zie bijlage C.

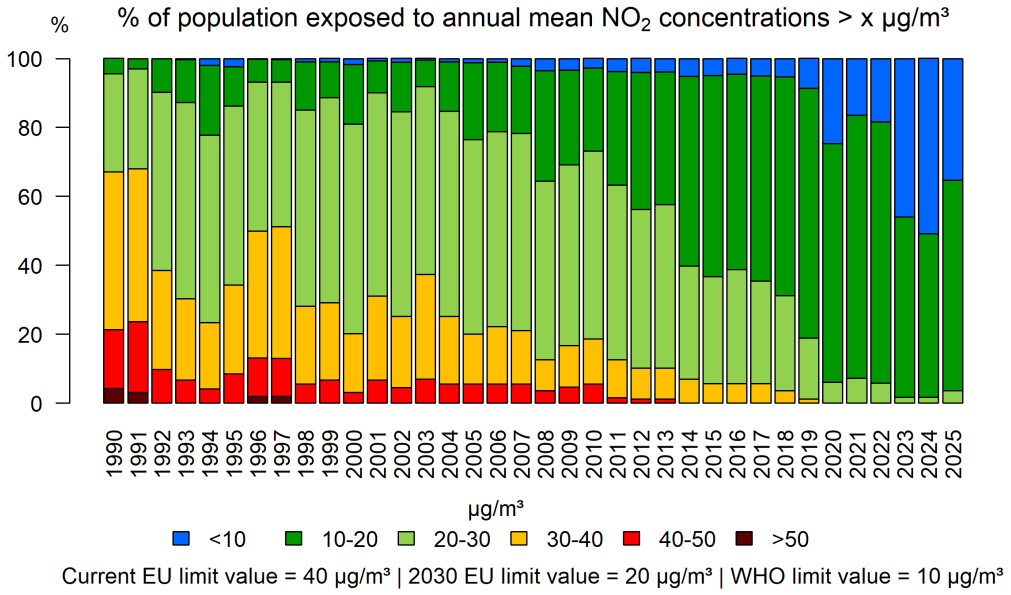
2010 zet zich voort.



Figuur 26: Relatie tussen de geïnterpoleerde jaargemiddelde NO_2-concentraties en de bevolkingsdichtheid (inwoners/km^2) boven een bepaalde waarde. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.

Sinds 2003 worden steeds minder mensen aan hoge jaargemiddelde NO_2-concentraties blootgesteld (figuur 27). Vanaf 1998 schommelde het percentage van de Belgische bevolking dat blootgesteld was aan jaargemiddelde concentraties boven de EU-grenswaarde rond 6 %. In 2013 was dat afgenomen tot 1 % en sindsdien is er volgens de berekeningen niemand meer blootgesteld aan jaargemiddelde concentraties

boven de EU-grenswaarde. De resultaten dienen wel met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden. De blootstelling van de bevolking wordt ingeschat op basis van een ruimtelijke interpolatie van de metingen en de bevolkingsaantallen per roostercel van 4x4 km^2. Zoals al eerder vermeld is dit een onderschatting. Vooral langs wegen met veel verkeer en in streetcanyons zullen de NO_2-concentraties hoger zijn dan de waarden berekend met de RIO-interpolatiemethode voor een roostercel van 4x4 km^2.

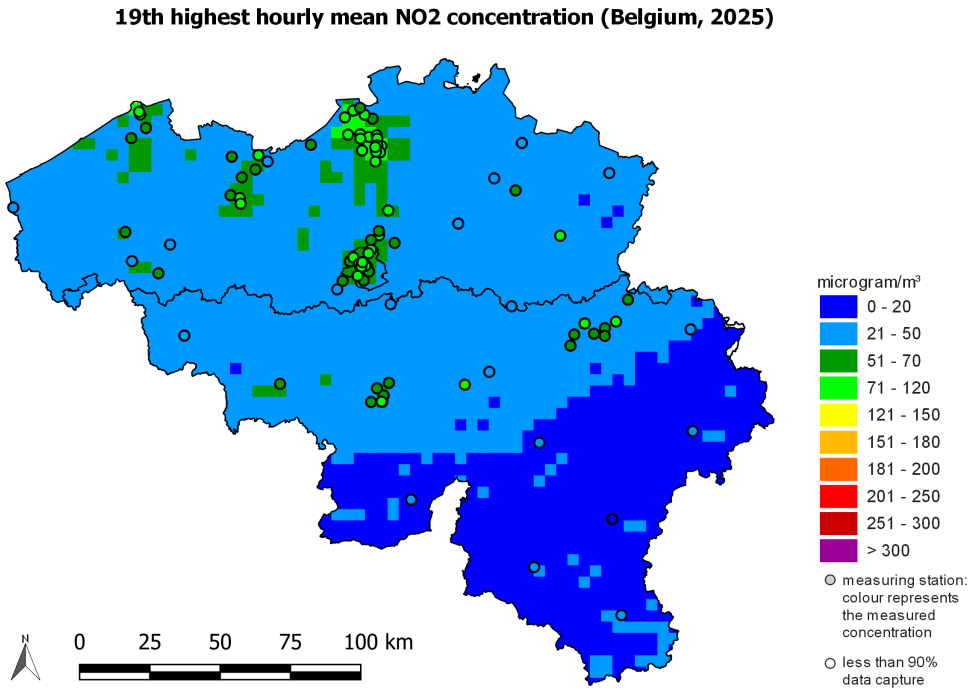


Figuur 27: Percentage van de Belgische bevolking blootgesteld aan jaargemiddelde NO_2-concentraties. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.

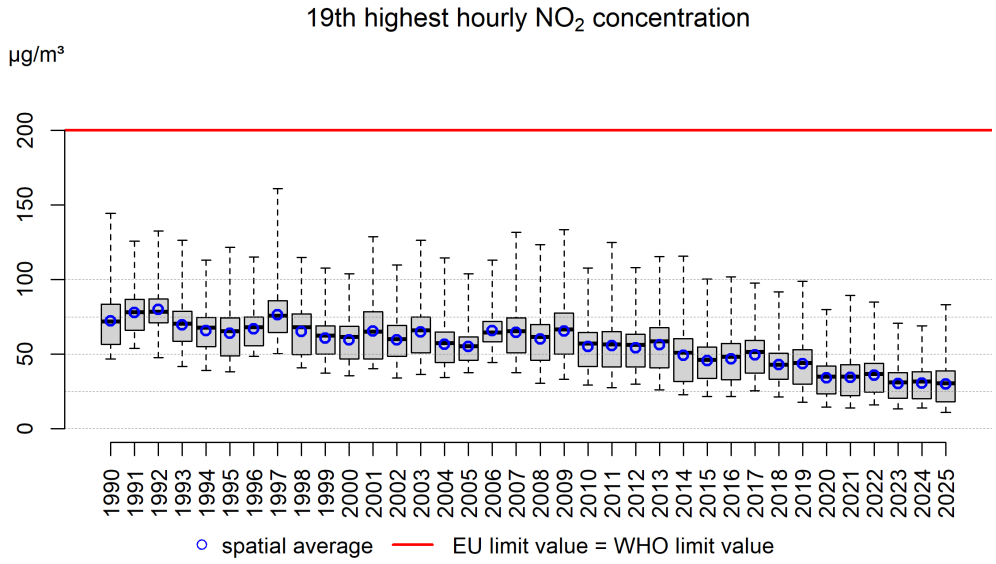
6.3 NO_2-uurgemiddelde concentratie

Voor de bescherming van de bevolking tegen NO_2-piekconcentraties op korte termijn legt de Europese wetgeving een uurgrenswaarde op van 200 µg/m^3. Die uurgrens mag per jaar maximaal 18 keer (uur) overschreden worden. In België wordt die jaargrenswaarde op het niveau van de RIO-roostercellen ruimschoots gerespecteerd. Het is niet geheel uitgesloten dat zeer lokaal, in verkeersdrukke straten, de 200 µg/m^3 enkele uren per jaar overschreden wordt, maar het is erg onwaarschijnlijk dat dit vaker dan de limiet van 18 uur het geval is. Door de lage resolutie van de RIO-interpolatiemethode zijn lokale overschrijdingen echter niet zichtbaar. De 19^e hoogste uurwaarde per roostercel in België in 2025 wordt voorgesteld in figuur 28 (dat komt overeen met het 99,8^{ste} percentiel van alle uurgemiddelde concentraties in een jaar). Het maximum van de 19^e hoogste uurwaarde in België in 2025, representatief op 4x4 km^2, bedraagt 83,3 µg/m^3, wat ruim onder de Europese limiet van 200 µg/m^3 ligt en werd geobserveerd in Vlaanderen.

De 2098 waarden uit figuur 28 kunnen ook in een boxplot weergegeven worden. In figuur 29 wordt dit gedaan voor 2025 en alle voorgaande jaren sinds 1990. Op deze manier is de trend van de maximumwaarde, het gemiddelde en de mediaan, en het minimum observeerbaar. Van 1990 tot 2009 bleef deze indicator voor piekconcentraties stabiel, sinds 2010 toont hij een dalende trend.



Figuur 28: Ruimtelijke spreiding van de 19de hoogste uurgemiddelde NO_2-concentratie in België, 2025. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.



Figuur 29: Boxplot van de 19de hoogste uurgemiddelde NO_2-concentratie over de periode 1990–2025. Het ruimtelijke gemiddelde wordt door de blauwe cirkels weergegeven. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek. Voor de interpretatie van boxplots, zie bijlage C.

7 Ozon

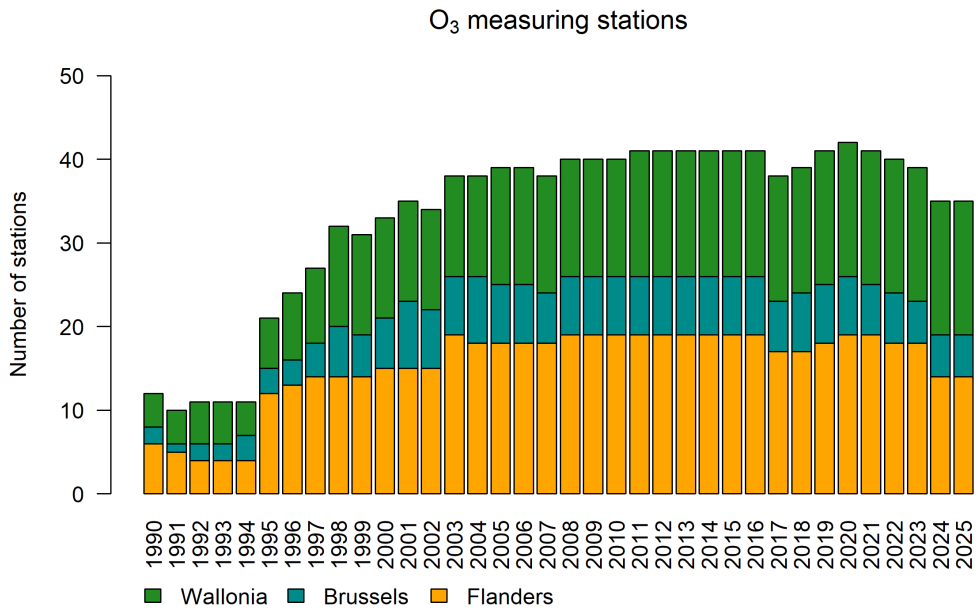
Ozon (O_3) is een zeer reactief gas dat gevormd wordt tijdens verschillende fotochemische reacties in de troposfeer, de onderste laag van de atmosfeer. Ozon wordt dus niet rechtstreeks uitgestoten en is daarom een secundaire polluent. Door inwerking van uv-licht op de aanwezige luchtverontreiniging op warme zomerdagen wordt ozon op leefniveau gevormd. De ozonvoorlopers of -*precursoren* zijn NO_x, VOC en CO. In België wordt ongeveer de helft van de NO_x door het verkeer uitgestoten. Naast de ozon die op warme dagen gevormd wordt, is er altijd een globale achtergrondconcentratie aanwezig. De uitstoot van NO_x (= som van NO en NO_2) heeft een dubbel effect op ozon. Enerzijds zorgt NO ervoor dat O_3 afgebroken wordt waarbij NO_2 ontstaat, anderzijds zorgt NO_2 weer voor de vorming van O_3. In de atmosfeer stelt er zich altijd een chemisch evenwicht in tussen die polluenten. NO is kortlevend in de atmosfeer, waardoor er dus vooral ozon afgebroken wordt op plaatsen waar veel NO uitgestoten wordt. Tijdens die reactie wordt NO_2 gevormd, dat een langere levensduur in de atmosfeer heeft. Die ozonvormende stof kan dus over langere afstanden getransporteerd worden, om dan ozon te vormen op verderafgelegen plaatsen. Dat is de reden waarom de ozonconcentraties over het algemeen hoger zijn in landelijke gebieden dan in een stedelijke omgeving met veel NO-bronnen.

Door zijn sterk oxiderend vermogen kan ozon schadelijke effecten hebben op mensen, dieren, planten en materialen. Bij de mens kan blootstelling aan hoge ozonconcentraties zorgen voor acute gezondheidsklachten zoals irritaties aan de ogen, neus en keel, prikkelende hoest en overgevoeligheid van de longen. Bij vegetatie zorgt vooral de chronische blootstelling aan licht verhoogde ozonconcentraties voor opbrengstvermindering van gewassen en biomassa- en biodiversiteitsafname in bossen.

De impact van ozon beperkt zich niet tot de schadelijke effecten voor de volksgezondheid, vegetatie of materialen. Na koolstofdioxide en methaan is ozon het belangrijkste antropogene broeikasgas. Indirect draagt ozon nog sterker bij tot het broeikaseffect doordat de schade aan de vegetatie leidt tot minder opname van CO_2.

7.1 Ozonmeetstations

In 2025 werden ozonconcentraties gemeten in 35 stations, dat is een lichte afname ten opzichte van het maximum van 42 meetstations in 2020, zie figuur 30. Een hoger aantal meetstations zorgt voor een afname van de onzekerheid op de geïnterpoleerde waarden die besproken worden in dit hoofdstuk.



Figuur 30: Evolutie van het aantal ozonmeetstations in België.

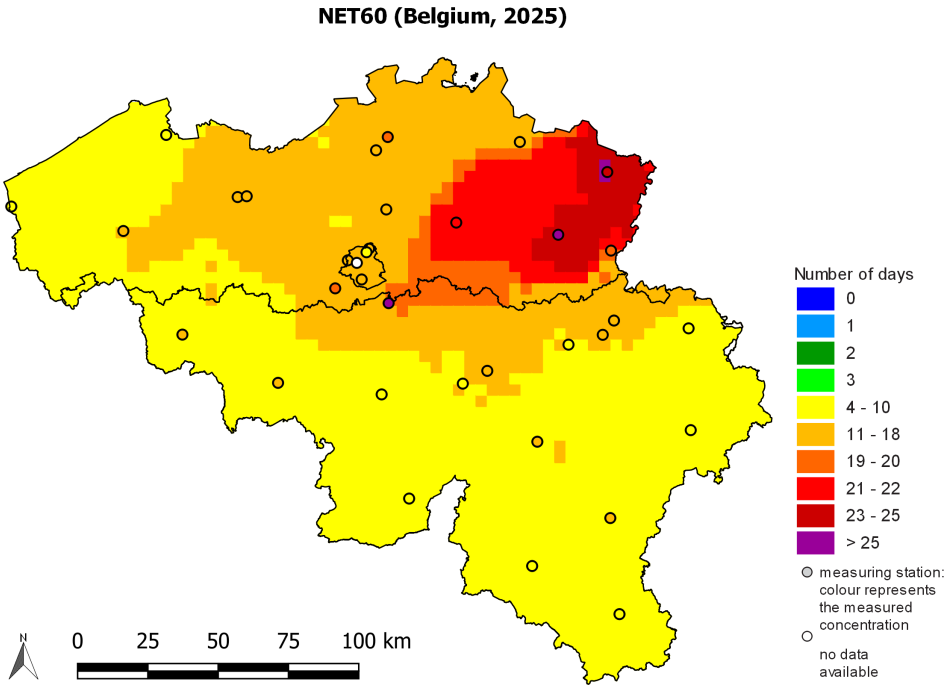
7.2 Ozon en impact op de gezondheid

7.2.1 NET60

De Europese streefwaarde voor de bescherming van de bevolking is gebaseerd op de dagelijkse hoogste 8-uurgemiddelde ozonconcentratie.

Gemiddeld over 3 jaar, mag die dagelijkse hoogste 8-uurgemiddelde waarde niet meer dan 25 keer per jaar hoger zijn dan 120 µg/m^3. Die Europese streefwaarde is een middellangetermijndoelstelling (MLTD) en geldt vanaf 2010 (gemiddelde 2010–2012). De langetermijndoelstelling (LTD) is geen enkele dag meer met hoogste 8-uurgemiddelden boven 120 µg/m^3. Het aantal dagen per jaar waarop het hoogste 8-uurgemiddelde 120 µg/m^3 overschrijdt, wordt de NET60-indicator genoemd[4].

Figuren 31 en 32 tonen de ruimtelijke spreiding van het aantal overschrijdingsdagen respectievelijk in 2025 en gemiddeld over 2023, 2024 en 2025. In Limburg werden het meest, en in het zuiden van het land het minst, overschrijdingsdagen waargenomen. In 2025 is de hoogste NET60-waarde die werd waargenomen in België 26 dagen. Het maximum, gemiddeld over de jaren 2023 tot 2025 bedraagt 21 dagen. Een 3-jaargemiddelde van 25 dagen, waaraan volgens de Europese streefwaarde moet worden getoetst, wordt dus op geen enkele plaats overschreden. De langetermijndoelstelling, namelijk geen enkele overschrijdingsdag meer, werd in 2025 nergens bereikt. Het ruimtelijk gemiddelde van de NET60 (gemiddeld over 2023–2025) in België bedraagt 10,6 dagen.

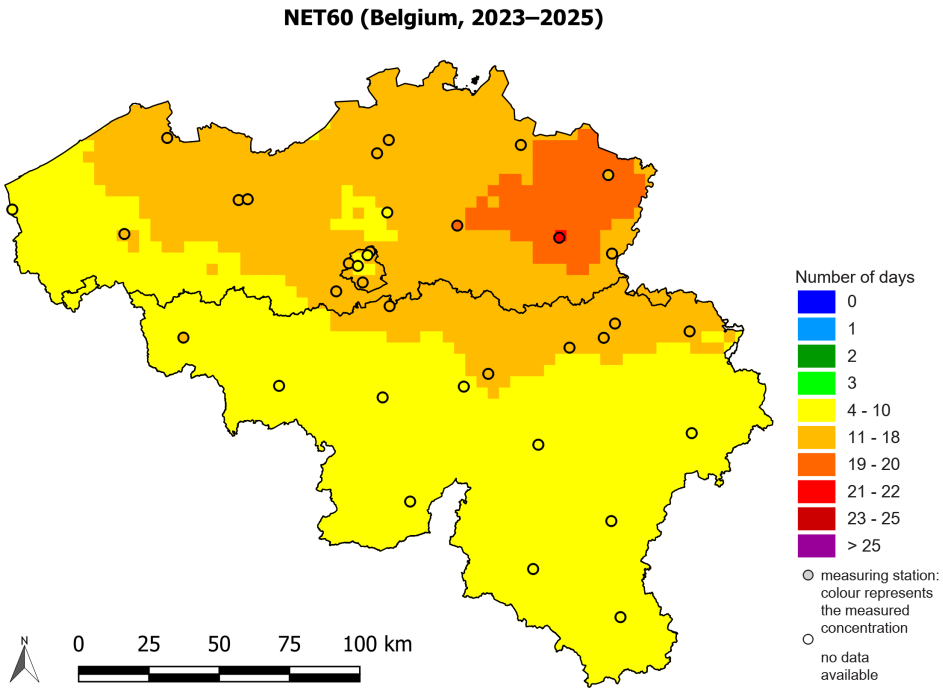


Figuur 31: Ruimtelijke spreiding van het aantal dagen met hoogste 8-uurgemiddelde ozonconcentratie $>$ 120 µg/m^3 in 2025. *No data available* betekent dat de data niet voldoen aan de criteria uit richtlijn 2008/50/EG annex VII. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.

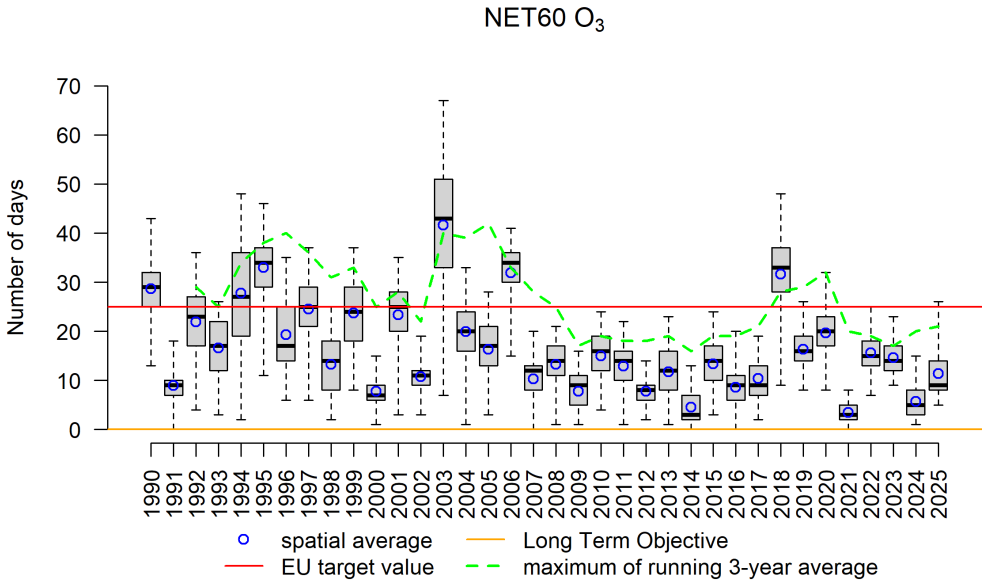
De evolutie van het aantal dagen met de hoogste 8-uurgemiddelde ozonconcentratie boven 120 µg/m^3 vertoont een sterke variatie van jaar tot jaar, afhankelijk van de weersomstandigheden tijdens de zomer (zie figuur 33). Er is geen duidelijke trend zichtbaar in het ruimtelijke gemiddelde. Het meest ongunstige ozonjaar sinds 1990 was 2003, met een maximum van 60 overschrijdingsdagen in België. Ook 2018 behoorde tot de top 5 van ongunstige ozonjaren sinds 1990. Sinds 2021 blijft het 3-jaargemiddelde onder de Europese streefwaarde van 25 dagen.

Uit de evolutie van het percentage van de bevolking dat blootgesteld wordt aan dagelijkse hoogste 8-

[4]NET60: Number of Exceedances above a Threshold of 60 ppb (=120 µg/m^3).



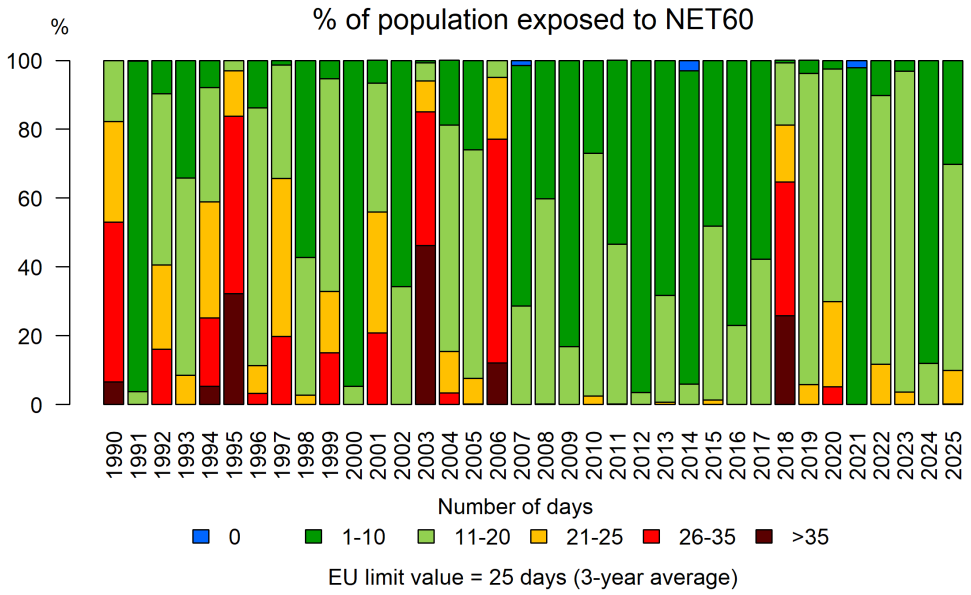
Figuur 32: Ruimtelijke spreiding van het aantal dagen met hoogste 8-uurgemiddelde ozonconcentratie >120 µg/m^3, gemiddeld over 2023, 2024 en 2025. *No data available* betekent dat de data niet voldoen aan de criteria uit richtlijn 2008/50/EG annex VII. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.



Figuur 33: Boxplots van aantal dagen met hoogste 8-uurgemiddelde ozonconcentraties > 120 µg/m^3 in België in de periode 1990–2025. Het ruimtelijke gemiddelde wordt weergegeven door de blauwe cirkels. De groene stippellijn geeft het maximum van het 3-jaargemiddelde aantal overschrijdingsdagen in België weer. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.

uurgemiddelde ozonconcentraties boven 120 µg/m^3, gegeven in figuur 34, is het duidelijk dat de blootstel-

ling sterk varieert. Het zijn hoofdzakelijk de meteorologische omstandigheden die deze variatie dicteren. In 2025 werd de grens van 25 dagen blootstelling aan hoogste 8-uurgemiddelde ozonconcentraties groter dan 120 µg/m^3 voor 0,1 % van de bevolking overschreden. De jaren 1995, 2003, 2006 en 2018 waren zeer ongunstig voor de blootstelling van de bevolking aan hoge ozonconcentraties. In die jaren werd het grootste deel van de bevolking (meer dan 60 %) op meer dan 25 dagen blootgesteld aan hoogste 8-uurgemiddelde concentraties > 120 µg/m^3. De WGO legt de drempel waaronder geen significante gezondheidseffecten optreden op 100 µg/m^3 als hoogste 8-uurgemiddelde ozonconcentratie van een dag. De WGO laat maximaal 3 dagen per jaar een overschrijding van deze waarde toe. Deze WGO-advieswaarde werd overal in België overschreden.



Figuur 34: Evolutie van de blootstelling van de bevolking aan dagen met een hoogste 8-uurgemiddelde > 120 µg/m^3 op basis van de RIO-interpolatietechniek.

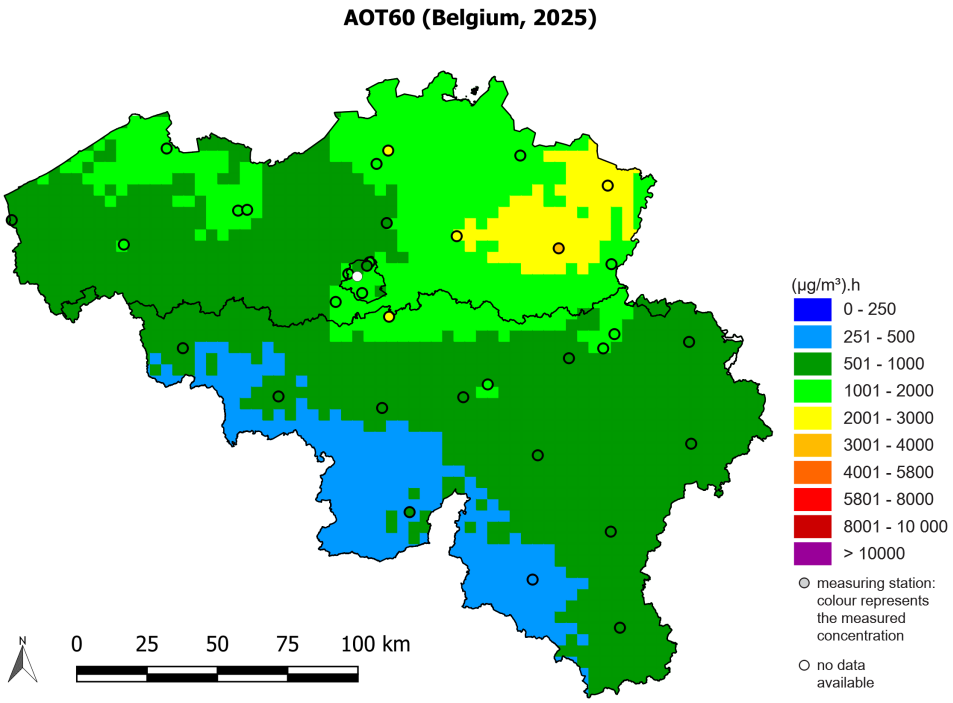
7.2.2 AOT60

Een andere indicator om de gevolgen van ozon voor de bevolking in te schatten is de AOT60[5]. De AOT60 telt het verschil op tussen 120 µg/m^3 en de concentraties boven deze drempel van de dagelijkse hoogste 8-uurgemiddelde concentraties. In tegenstelling tot de NET60-indicator, houdt de AOT60 rekening met de grootte en de duur van de overschrijding en men kan de AOT60 dus zien als een soort van *overdosis* aan ozon. In de voorbereiding van de eerste Ozonrichtlijn [2] en van de Nationale Emissieplafondsrichtlijn [1], werd 5800 (µg/m^3).u vooropgesteld als middellangetermijndoelstelling (MLTD) voor 2010, wat ongeveer overeenkomt met een NET60 gelijk aan 25 dagen. De langetermijndoelstelling is 0 (µg/m^3).u. De overlastindicator AOT60 werd niet behouden in de huidige Europese luchtkwaliteitsrichtlijn, maar is een betere indicator om de overlast voor de bevolking te kwantificeren omdat ook rekening gehouden wordt met de intensiteit van de overschrijding. Figuur 35 toont de ruimtelijke spreiding over België van de AOT60 in 2025. Het is duidelijk dat de ozonoverlast zich vooral situeert in het noorden van het land. De hoogste waarde, 2856 (µg/m^3).u, werd in de provincie Limburg bereikt. De langetermijndoelstelling van 0 (µg/m^3).u werd in 2025 nergens gehaald.

7.3 Ozon en vegetatie

Voor vegetatie is de blootstelling aan ozon op langere termijn belangrijker dan acute blootstelling. Het kwantificeren van de mogelijke schade aan planten door ozonverontreiniging is moeilijk. Ozon brengt

[5] AOT60: Accumulated Ozone Exposure above a Threshold of 60 ppb (=120 µg/m^3) by the maximum daily 8-hour mean.



Figuur 35: Ruimtelijke spreiding van de ozonoverlast (AOT60) in 2025. *No data available* betekent dat de data niet voldoen aan de criteria uit richtlijn 2008/50/EG annex VII. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.

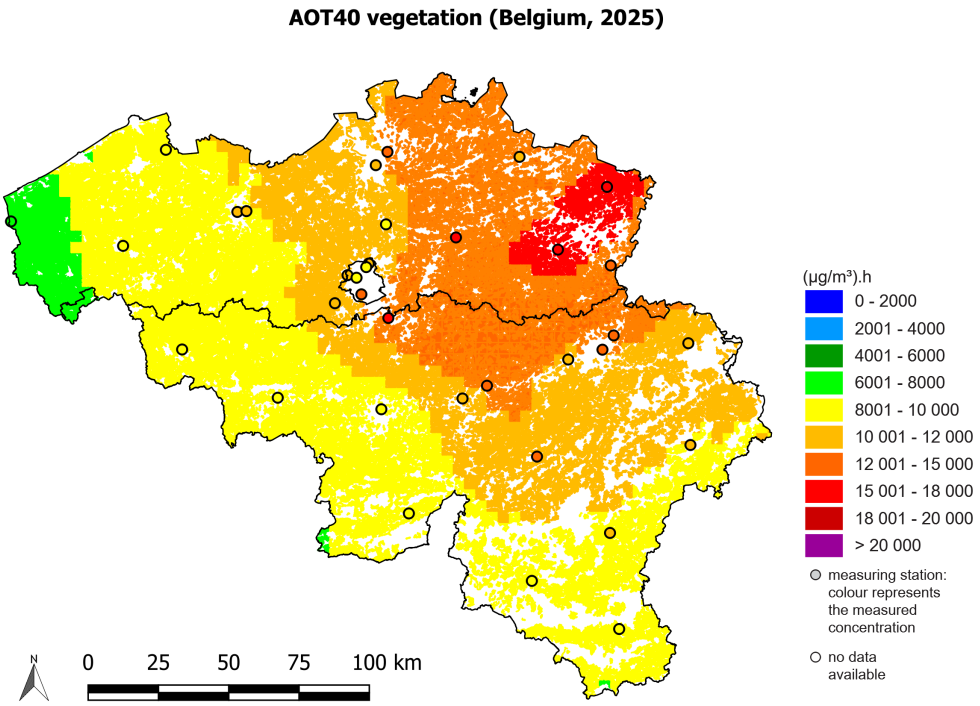
immers voornamelijk schade toe wanneer het wordt opgenomen door de plant en voor die opname is louter de ozonconcentratie in de lucht niet de enige factor. Veel andere parameters spelen daarbij een rol: de vochtigheidsgraad, de bodemtoestand, de groeifase van de plant enzovoort. De Europese Unie heeft ter bescherming van de vegetatie een overlastindicator gedefinieerd. De AOT40 voor vegetatie telt alle overschotten boven 80 µg/m^3 op van alle uurwaarden tussen 8 u en 20 u in de maanden mei, juni, juli (= groeiseizoen). Die indicator is bedoeld ter bescherming van de gewassen en (semi-)natuurlijke vegetatie. Aanvullend is er ook de overlastindicator ter bescherming van de bossen. De AOT40 voor bossen wordt op dezelfde manier berekend, maar loopt over de periode april–september. Die indicatoren kwantificeren enkel de blootstelling aan ozon en dus niet de daadwerkelijke ozonopname (en dus schade) van de vegetatie.

7.3.1 AOT40 voor vegetatie

In 2025 lag het maximum van de AOT40 voor vegetatie overal in België onder de Europese streefwaarde van 18 000 (µg/m^3).u. Het vegetatiegewogen[6] gemiddelde over België bedroeg 10 581 (µg/m^3).u. De maximumwaarde 15 909 (µg/m^3).u werd berekend in de provincie Limburg. Alle vegetatie (excl. bossen) in België werd in 2025 blootgesteld aan waarden boven de langetermijndoelstelling van 6000 (µg/m^3).u. Figuur 36 en figuur 37 tonen de ruimtelijke spreiding van de overlast voor de vegetatie, respectievelijk in 2025 en het 5-jaargemiddelde in de periode 2021–2025. Op de kaarten zijn enkel de gebieden met vegetatie (excl. bossen) aangeduid. De hoogste overlast op basis van het 5-jaargemiddelde, wordt aangetroffen in het noordoosten van het land, de vegetatie in West-Vlaanderen ondervond het minst overlast. De Europese streefwaarde van 18 000 (µg/m^3).u gemiddeld over 5 jaar wordt voor de volledige oppervlakte met vegetatie (excl. bossen) gehaald.

Figuur 38 toont de evolutie van de ozonoverlast voor de vegetatie in België sinds 1990. De jaren 1994, 2003, 2006 en 2018 springen meteen in het oog als ongunstige ozonjaren voor de vegetatie. Gedurende deze jaren wordt de Europese streefwaarde van 18 000 (µg/m^3).u overschreden voor meer dan de helft van de

[6]De AOT40-vegetatie waarde per roostercel wordt gewogen met de fractie van de vegetatie aanwezig in die roostercel. Op die manier wordt meer gewicht gegeven in het gemiddelde aan roostercellen met meer vegetatie.



Figuur 36: Ruimtelijke spreiding van de overlast voor de vegetatie (AOT40 voor vegetatie) in 2025. *No data available* betekent dat de data niet voldoen aan de criteria uit richtlijn 2008/50/EG annex VII. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.

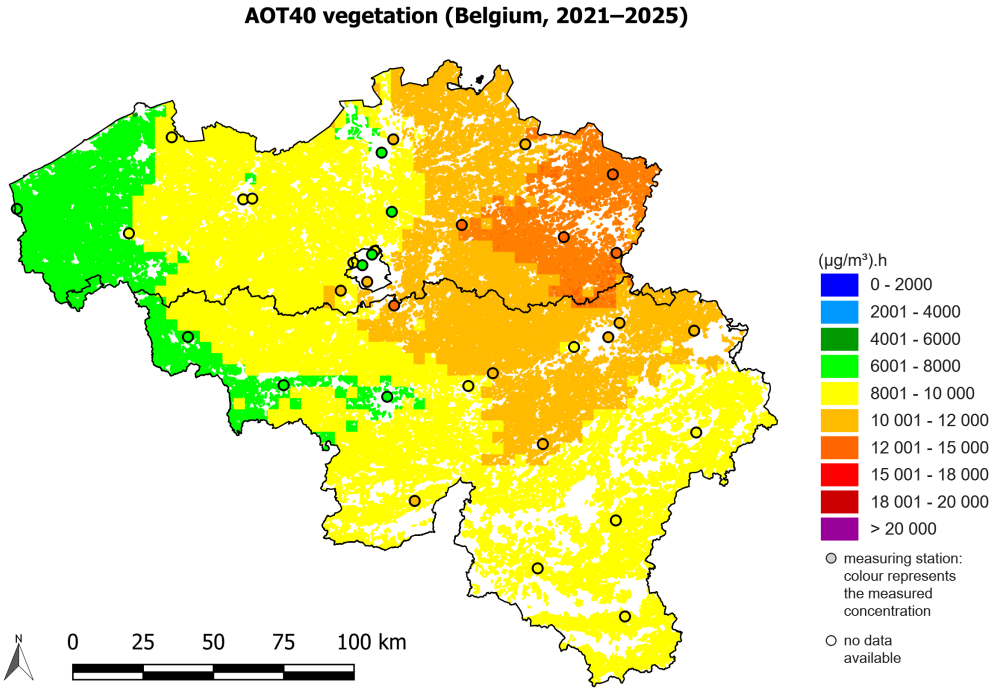
oppervlakte met vegetatie. In 2019 overschreed de 5-jaargemiddelde AOT40 voor het laatst (in minstens één roostercel) deze streefwaarde van 18 000 (µg/m^3).u. De langetermijndoelstelling van 6000 (µg/m^3).u wordt elk jaar in grote delen van België overschreden. Voor 2025 is de minimumwaarde 7270 (µg/m^3).u en overschrijdt het volledige grondgebied de langetermijndoelstelling.

7.3.2 AOT40 voor bossen

De overlast voor de bossen wordt op dezelfde manier berekend als de overlast voor de vegetatie, met het verschil dat er een langere periode in rekening gebracht wordt, namelijk van april tot september. Voor de overlast van de bossen zijn er in de Europese luchtkwaliteitsrichtlijn 2008/50/EG geen doelstellingen opgenomen. In de voorafgaande ozondochterrichtlijn werd wel een referentiewaarde van 20 000 (µg/m^3).u vooropgesteld. Gezien de langere accumulatie voor deze indicator voor bossen (zes maanden ten opzichte van drie maanden voor vegetatie) is de referentiewaarde van 20 000 (µg/m^3).u voor bossen doorgaans strenger dan de streefwaarde van 18 000 (µg/m^3).u ter bescherming van de vegetatie. In de laatste Mapping Manual van het UNECE werd ook een kritische waarde van 10 000 (µg/m^3).u gehanteerd. Dat is een niveau waarboven directe ongunstige effecten kunnen worden vastgesteld. De grootste overlast voor bossen in 2025 was te vinden in het oostelijke deel van het land (figuur 39), alle Belgische bossen ondervonden een overlast boven het kritische UNECE-niveau van 10 000 (µg/m^3).u, de referentiewaarde van 20 000 (µg/m^3).u werd in 10,4 % van de Belgische bossen overschreden.

7.4 Ozonjaargemiddelde concentratie

De jaargemiddelde ozonconcentratie is een maat voor de achtergrondconcentratie in België. Figuur 40 toont de ruimtelijke spreiding van de jaargemiddelde ozonconcentraties in 2025. De onzekerheid op deze kaart is te vinden in Bijlage D. Het is duidelijk dat de ozonwaarden over het algemeen lager liggen in steden. Dat komt omdat er in de stedelijke gebieden meer ozon wordt afgebroken als gevolg van de hogere NO-uitstoot. Verder windafwaarts van de NO-emissies wordt minder ozon afgebroken. De relatie tussen de



Figuur 37: Ruimtelijke spreiding van de overlast voor de vegetatie (AOT40 voor vegetatie), 5-jaargemiddelde 2021–2025. *No data available* betekent dat de data niet voldoen aan de criteria uit richtlijn 2008/50/EG annex VII. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.

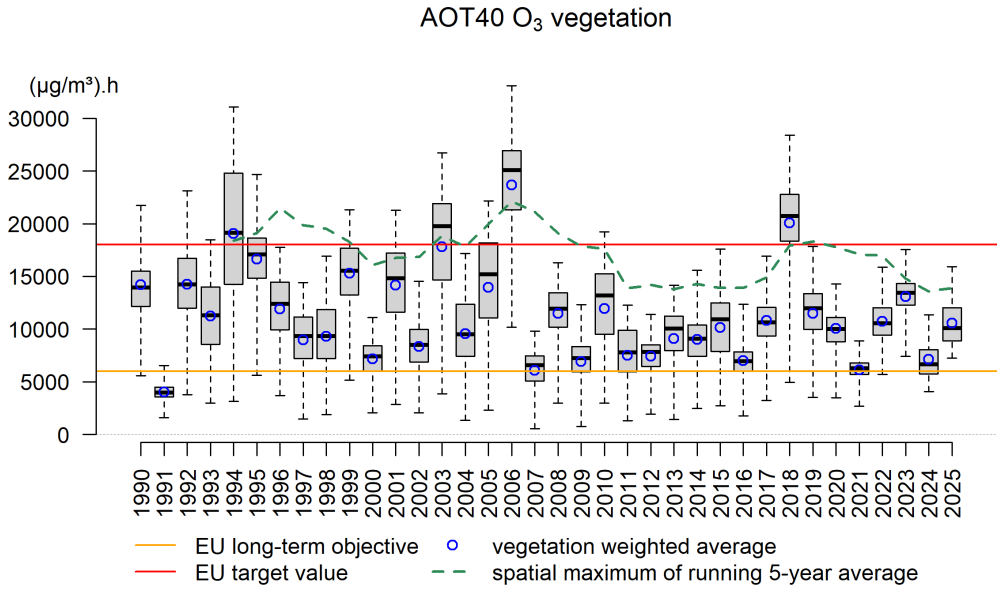
jaargemiddelde ozonconcentraties en de bevolkingsdichtheid is dus omgekeerd aan die voor PM of NO_2. In de roostercellen met de hoogste bevolkingsdichtheid zijn de jaargemiddelde ozonconcentraties het laagst. Figuur 41 toont die relatie tussen concentratie en bevolkingsdichtheid voor 2025 en het gemiddelde van de periode 2020–2024. De jaargemiddelde concentraties voor Brussel, Vlaanderen en Wallonië in 2025 bedragen respectievelijk 49,5 µg/m^3, 52,8 µg/m^3 en 52,6 µg/m^3. Het gemiddelde in België is 52,7 µg/m^3 terwijl de bevolkingsgewogen jaargemiddelde ozonconcentratie 50,7 µg/m^3 bedraagt. Ook hieruit blijkt de omgekeerde evenredigheid tussen bevolkingsdichtheid en ozonconcentratie.

De 2098 waarden uit figuur 40 kunnen ook in een boxplot weergegeven worden. In figuur 42 wordt dit gedaan voor 2025 en alle voorgaande jaren sinds 1990. Op deze manier is de trend van de maximumwaarde, het gemiddelde en de mediaan, en het minimum observeerbaar. Tussen 1990 en 2000 is er een stijgende trend waarneembaar van de jaargemiddelde ozonconcentraties. Tussen 2000 en 2012 blijft het verloop eerder constant met gemiddelde waarden van ongeveer 45 µg/m^3. Sinds 2013 is opnieuw een stijging waarneembaar, deze trend wordt gebroken door het uitzonderlijk gunstige ozonjaar 2021. Over deze tijdreeks verkleint het verschil tussen de minimum- en maximumwaarde, de spreiding van ozonconcentraties wordt meer homogeen.

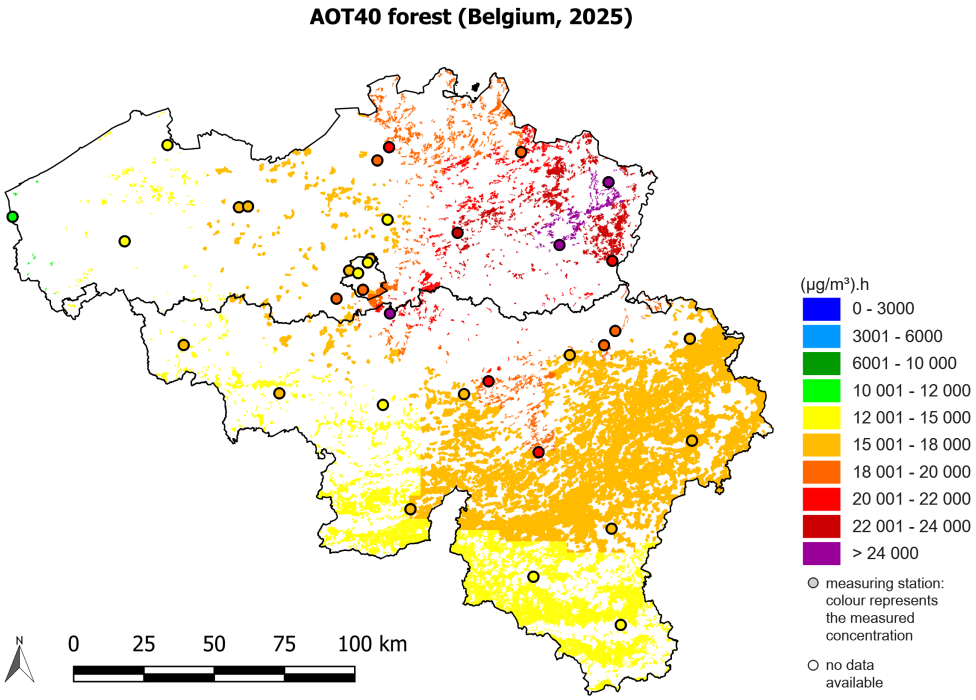
7.5 Evolutie in ozonconcentratieklassen

Om de langetermijntrend van de ozonconcentraties na te gaan, is het belangrijk een onderscheid te maken in de verschillende concentratieklassen of percentielwaarden. Klassen met uurgemiddelde concentraties rond 45–55 µg/m^3, die ongeveer overeenkomen met het 50ste percentiel, zijn in België representatief voor de ozonachtergrondconcentratie. Piekconcentraties van rond en boven 180 µg/m^3 worden getoond door het 99,9^{ste} percentiel. De evolutie van beide percentielen kan heel verschillend zijn.

Om de langetermijntrend na te gaan, werd voor elke RIO-roostercel het 1ste, 10de, 50ste, 90ste, 95ste, 99ste en 99.9^{ste} percentiel berekend van alle uurgemiddelde ozonconcentraties voor de periodes 1990–1999 en 2016–2025. Vervolgens werd het verschil in de percentielen tussen die twee periodes berekend. Figuur 43 toont die verandering in functie van de percentielen in de periode 2016–2025. Daaruit blijkt duidelijk dat

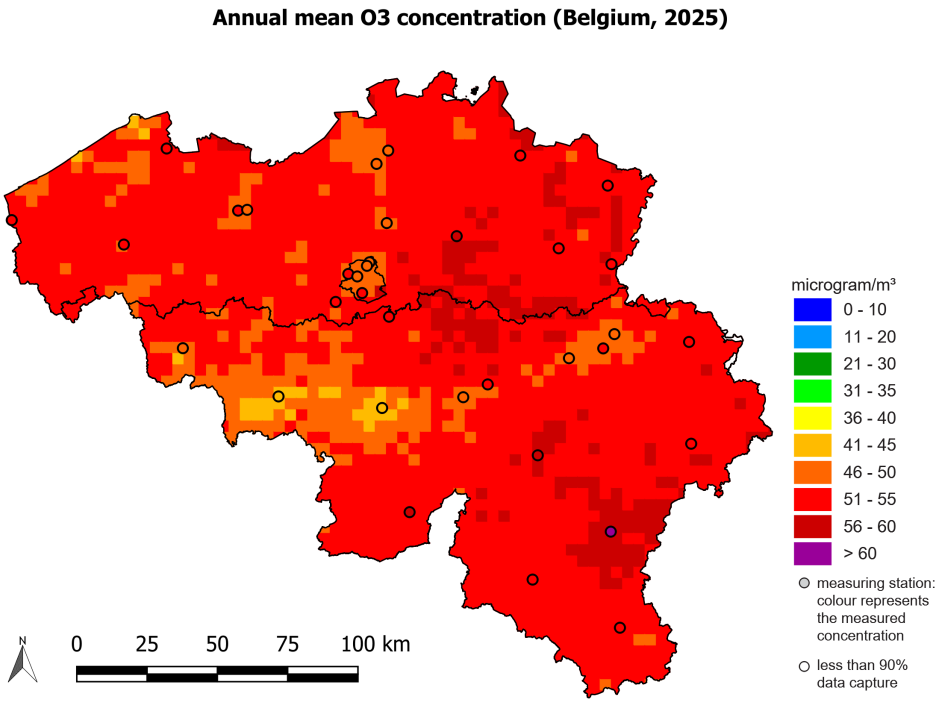


Figuur 38: Boxplots van de overlast voor de vegetatie (AOT40) in België (1990–2025). De vegetatiegewogen gemiddelden voor België worden weergegeven door de blauwe cirkels. De groene stippellijn geeft het ruimtelijk maximum van de 5-jaargemiddelde AOT40 weer. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.



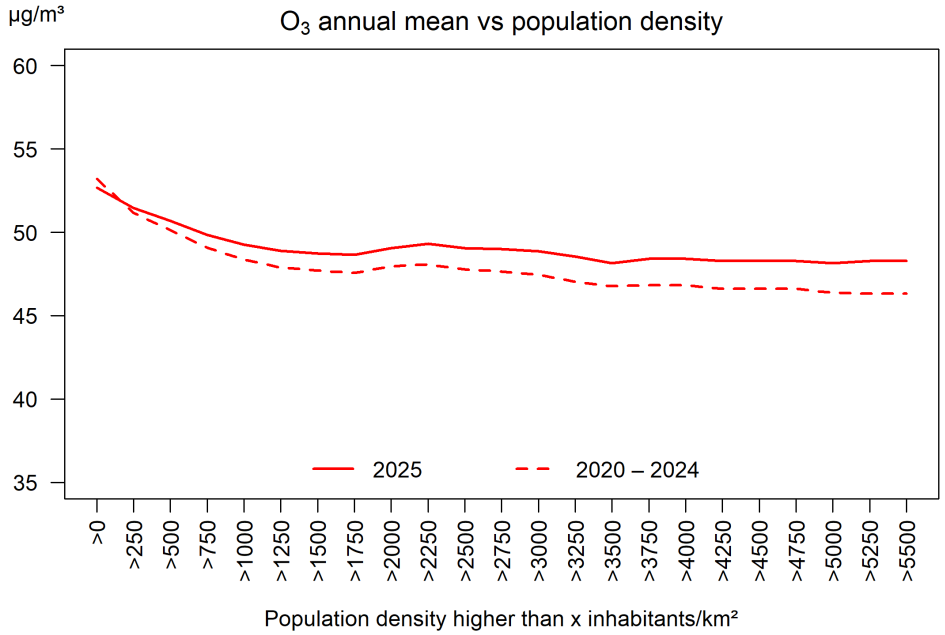
Figuur 39: Ruimtelijke spreiding van de ozonoverlast voor bossen (AOT40 voor bossen), 2025. *No data available* betekent dat de data niet voldoen aan de criteria uit richtlijn 2008/50/EG annex VII voor het aggregeren van de meetgegevens. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.

de ozonconcentraties overeenkomend met het 10de tot 90ste percentiel, licht gestegen zijn in de periode 2016–2025 ten opzichte van de periode 1990–1999, met toenames tot 20 µg/m^3. De ozonpiekconcen-

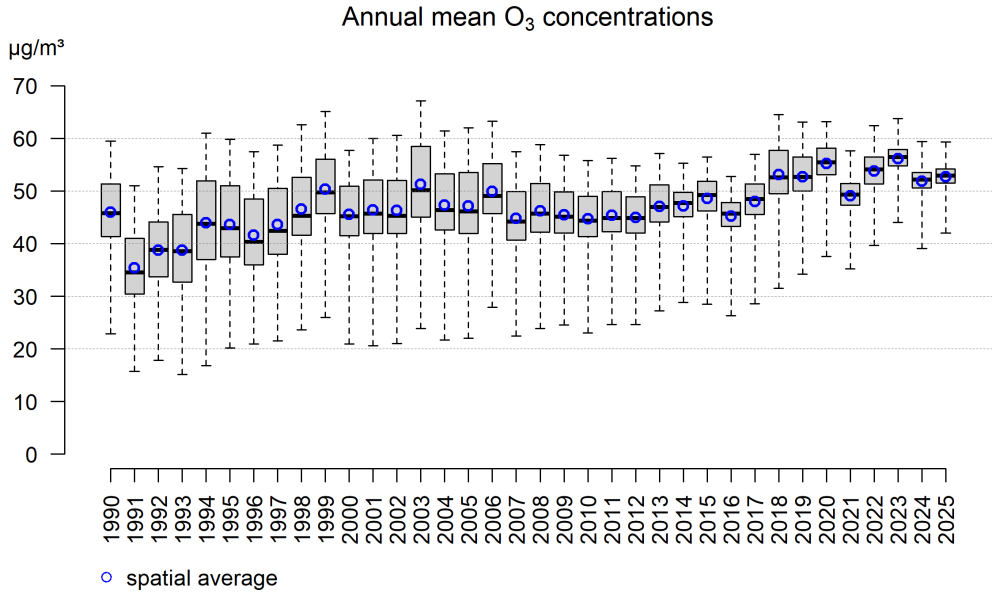


Figuur 40: Ruimtelijke spreiding van de O_3-jaargemiddelde concentraties in België, 2025. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek.

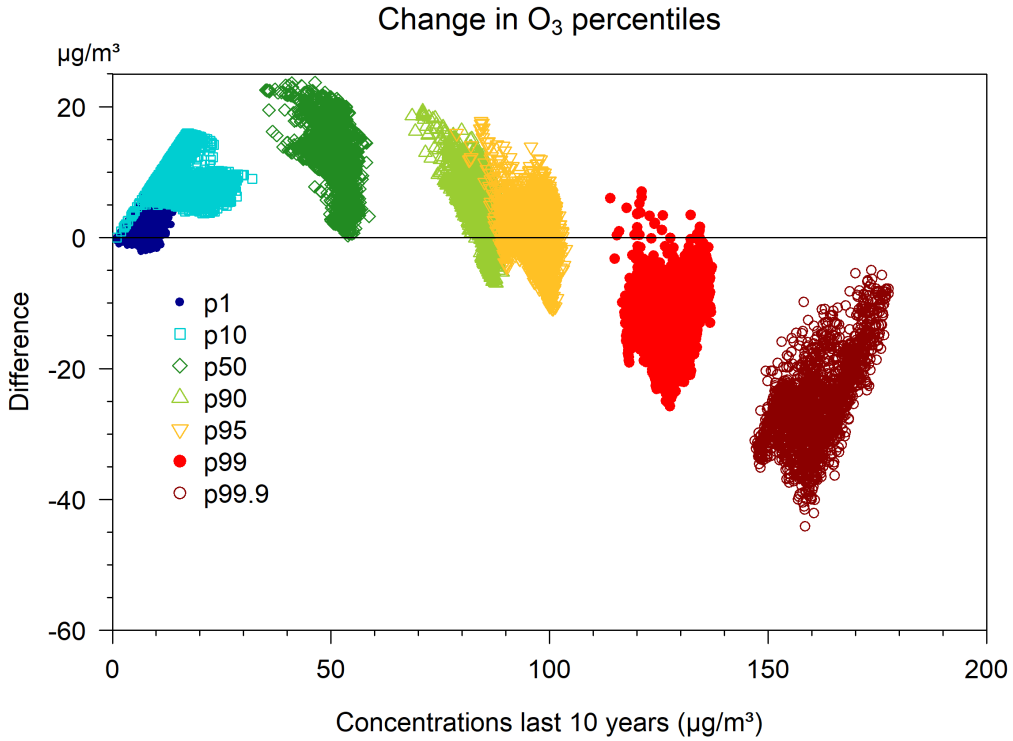
traties echter, weergegeven door het 99ste en 99,9^{ste} percentiel, zijn op heel wat plaatsen gedaald, met afnames tot meer dan -35 µg/m^3. De trend, een stijging van de lagere percentielen en een daling van de hogere, is vergelijkbaar met de geobserveerde trends in het netwerk van het Europese Monitorings- en Evaluatieprogramma [11].



Figuur 41: Relatie tussen de geïnterpoleerde jaargemiddelde O_3-concentraties op basis van de RIO-interpolatietechniek en de bevolkingsdichtheid (inwoners/km^2).



Figuur 42: Boxplot van jaargemiddelde O_3-concentraties over de periode 1990–2025. Het ruimtelijk gemiddelde wordt weergegeven door de blauwe cirkels. Alle data werden berekend op basis van de RIO-interpolatietechniek. Voor de interpretatie van boxplots, zie bijlage C.



Figuur 43: Verandering in O_3-percentielen tussen de periode 1990–1999 en 2016–2025 in functie van de ozonconcentraties in de periode 2016–2025 voor alle RIO-roostercellen. De data (uurgemiddelde ozonconcentraties) werden gegenereerd op basis van de RIO-interpolatietechniek. De verschillende kleuren geven de verschillende percentielwaarden aan.

8 Besluit

Dit jaarrapport geeft een overzicht van de luchtkwaliteit in België in het jaar 2025, met speciale aandacht voor de ruimtelijke verdeling van de concentraties van de vijf belangrijkste polluenten (PM_{10}, $PM_{2.5}$, BC, NO_2 en O_3) en een bespreking van de evolutie van de verschillende indicatoren doorheen de tijd.

Algemeen geldt dat de concentraties en het aantal overschrijdingen dalen sinds het begin van de metingen, met de jaargemiddelde ozonconcentratie als opvallende uitzondering. Ook op middellange termijn wordt een verbetering van de luchtkwaliteit waargenomen. Tabel 1 in de samenvatting toont dat voor fijn stof en stikstofoxides alle indicatoren lager zijn dan of vergelijkbaar met het 10-jaarsgemiddelde. Als gevolg van de COVID-19-pandemie en de maatregelen om besmettingen te voorkomen vertonen verschillende indicatoren voor PM_{10}, $PM_{2.5}$, BC en NO_2 een minimum in het jaar 2020 gevolgd door een toename in 2021 en 2022. In 2023, 2024 en 2025 waren de concentraties opnieuw lager dan tijdens het eerste coronajaar 2020.

De grote uitzonderingen op bovenstaande trends zijn de indicatoren voor ozon. Ozon is een secundaire polluent, de concentraties hangen sterk af van de combinatie van andere polluenten en de inwerking van zonlicht. De overlastindicatoren voor ozon vertonen geen enkele trend.

2025 was een gunstig jaar wat betreft ozonpieken: op slechts twee dagen werd een overschrijding van de Europese informatiedrempel van 1 uur 180 µg/m^3 geregistreerd. De middellangetermijndoelstellingen voor ozon werden gerespecteerd. De langetermijndoelstelling en de WGO-advieswaarden daarentegen werden nergens gehaald.

Ook voor fijn stof en stikstofdioxide werden alle Europese grenswaarden gerespecteerd. Wanneer we vergelijken met de strengere en gezondheidsgerelateerde WGO-advieswaarden blijkt dat er voor alle polluenten overschrijdingen zijn. 62,6 % van de bevolking wordt blootgesteld aan jaargemiddelde PM_{10}-concentraties boven de WGO-advieswaarde, 64,7 % aan jaargemiddelde NO_2-concentraties boven de WGO-advieswaarde, 90,4 % aan jaargemiddelde $PM_{2.5}$-concentraties boven de WGO-advieswaarde en de totale bevolking aan 8-uurgemiddelde ozonconcentraties boven de WGO-advieswaarde.

Uit dit jaarrapport kan worden geconcludeerd dat de luchtkwaliteit in België de laatste decennia significant verbeterd is, maar dat het gros van de Belgische bevolking nog altijd blootgesteld wordt aan te veel luchtvervuiling. Dit zorgt voor een blijvende en aanzienlijke impact op de volksgezondheid. Ook de impact op ecosystemen blijft ongunstig. Het is zeker van belang te benadrukken dat de resultaten vermeld in dit rapport gebaseerd zijn op berekeningen met de RIO-interpolatietechniek, met een ruimtelijke resolutie van 4x4 km^2. De resultaten in dit rapport zijn dan ook representatief voor gebieden met een oppervlakte van 16 km^2. In de nabijheid van belangrijke emissiebronnen (verkeerswegen, residentiële zones met veel houtverbranding, industriezones…) kunnen de concentraties hoger zijn. Lokale casestudies moeten worden uitgevoerd teneinde de meer specifieke effecten te onderscheiden. Dit rapport heeft tot doel de luchtkwaliteit op Belgisch niveau in kaart te brengen.

Referenties

[1] Directive 2001/81/ec of the european parliament and of the council of 23 october 2001 on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants. *OJ*, L 309:0022–0030, 2001.

[2] Directive 2002/3/ec of the european parliament and of the council of 12 february 2002 relating to ozone in ambient air. *OJ*, L 067:0014–0030, 2002.

[3] Directive 2008/50/ec of the european parliament and of the council of 21 may 2008 on ambient air quality and cleaner air for europe. *OJ*, L 152:1–44, 2008.

[4] Directive 2024/2881 of the european parliament and of the council of 23 october 2024 on ambient air quality and cleaner air for europe (recast). *OJ*, L series:1–70, 2024.

[5] D. C. Carslaw and K. Ropkins. *openair — An R package for air quality data analysis*, 2012.

[6] J. Hooyberghs, C. Mensink, G. Dumont, and F. Fierens. Spatial interpolation of ambient ozone concentrations from sparse monitoring points in belgium. *J. Environ. Monit.*, 8:1129–1135, 2006. doi: 10.1039/B612607N. URL http://dx.doi.org/10.1039/B612607N.

[7] IRCEL. Het effect van de covid-19 maatregelen op de luchtkwaliteit in belgië een inschatting met een random forest model. pages 1–43, 2020.

[8] S. Janssen, G. Dumont, F. Fierens, and C. Mensink. Spatial interpolation of air pollution measurements using corine land cover data. *Atmospheric Environment*, 42(20):4884–4903, 2008. ISSN 1352-2310. doi: https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.02.043. URL https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231008001829.

[9] QGIS Development Team. *QGIS Geographic Information System*. QGIS Association, 2021. URL https://www.qgis.org.

[10] R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2021. URL https://www.R-project.org/.

[11] K. Tørseth, W. Aas, K. Breivik, A. Fjaeraa, M. Fiebig, A. Hjellbrekke, C. Lund Myhre, S. Solberg, and K. Yttri. Introduction to the european monitoring and evaluation programme (emep) and observed atmospheric composition change during 1972–2009. *ATMOSPHERIC CHEMISTRY AND PHYSICS*, 12:5447–5481, 06 2012. doi: 10.5194/acp-12-5447-2012.

[12] VMM. Chemkar pm_{10}: chemische karakterisatie van fijn stof in vlaanderen, 2006–2007. pages 1–168, 2009.

[13] VMM. Chemkar pm_{10} 'hotspots', chemische karakterisatie van fijn stof in vlaanderen, 2008–2009. pages 1–130, 2010.

[14] WHO. *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Executive summary*. World Health Organization, 2021.

9 Bijlage A: Meetstations

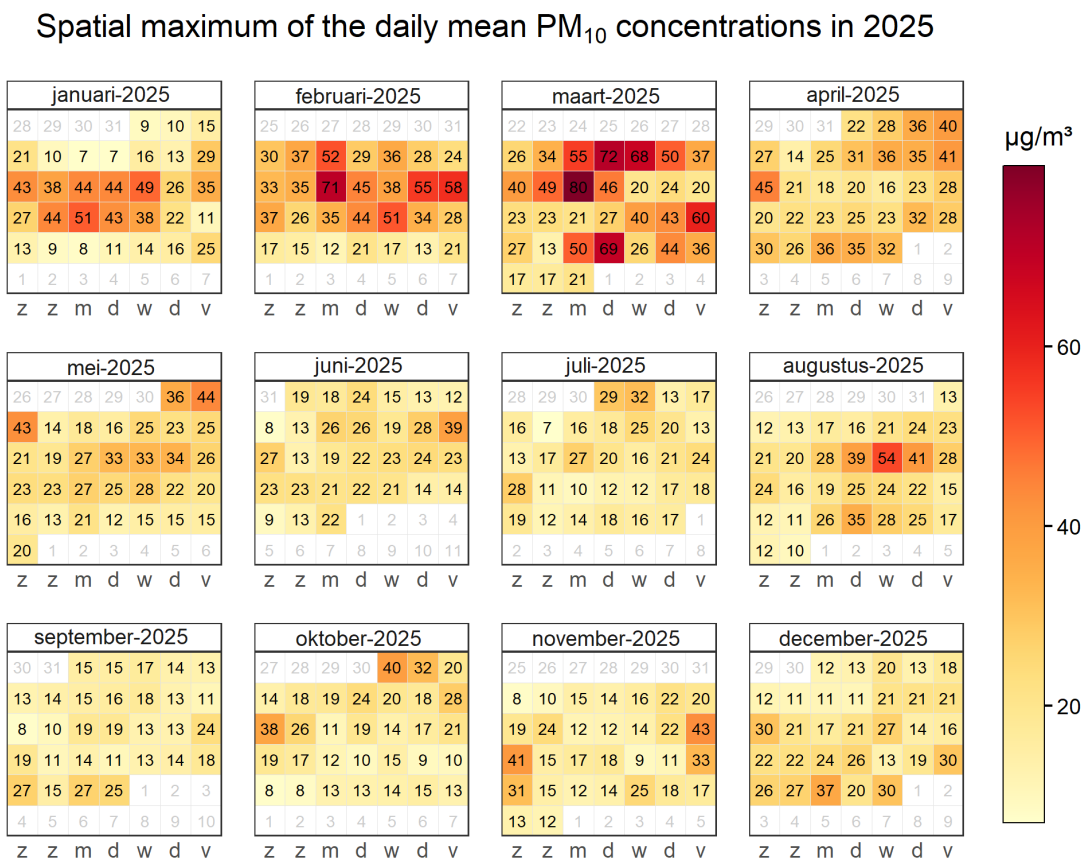
De onderstaande tabel geeft een overzicht van de meetstations waarvan de metingen te zien zijn op de geografische kaarten in dit rapport. De vinken geven aan welke polluenten in de meetstations gemeten worden.

Stationscode	Locatie	PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	NO_2	BC	SO_2
40AL01	ANTWERPEN (LINKEROEVER)	✓	✓				
40AL02	DOEL (ENGELSESTEENWEG)	✓	✓				
40AL03	BEVEREN	✓	✓				
40AL04	BEVEREN	✓	✓			✓	
40AL05	KALLO (SLUIS KALLO)	✓	✓			✓	
40AT44	ORDAMSTRAAT				✓		✓
40AT83	BERENDRECHT	✓	✓		✓	✓	
40EG05	EVERGEM (RIEME)	✓	✓				
40G100	SINT-KRUIS-WINKEL (TERDONKPLEIN)	✓	✓				
40GK37	GENK (ETIENNE FABRYLAAN)	✓	✓				
40HB23	HOBOKEN	✓	✓				✓
40LD02	LAAKDAL - GEEL				✓		
40LM07	LOMMEL						✓
40MN01	MENEN	✓	✓				
40OB01	OOSTROZEBEKE	✓	✓				
40R822	ANTWERPEN (HAVEN)				✓		✓
40R891	ANTWERPEN (HAVEN)				✓		✓
40R892	KALLO (SLUIS KALLO)				✓		✓
40R897	ANTWERPEN (HAVEN)				✓		✓
40SA04	HOEVENEN	✓	✓		✓		
40SA08	STABROEK				✓		
40SZ05	STEENOKKERZEEL	✓	✓		✓	✓	
40WZ02	MOL (WEZEL)						✓
40ZB07	ZEEBRUGGE	✓	✓		✓	✓	
40ZB08	ZEEBRUGGE (EVENDIJK-OOST)	✓	✓		✓	✓	
41B001	BRUSSEL (KUNST-WET)				✓		
41B004	BRUSSEL (SINT-KATELIJNE)				✓		
41B006	BRUSSEL (EU-PARLEMENT)				✓		
41B008	BRUSSEL (BELLIARD)				✓		
41B011	SINT-AGATHA-BERCHEM	✓	✓	✓	✓		
41BUL1	BRUSSEL (ZUIDLAAN)				✓		
41CHA1	GANSHOREN (KEIZER-KAREL)				✓		
41MEU1	NEDER-OVER-HEEMBEEK	✓	✓	✓	✓		
41N043	HAREN (VOORHAVEN)	✓	✓	✓	✓		
41R001	SINT-JANS-MOLENBEEK	✓	✓	✓	✓	✓	✓
41R002	ELSENE				✓		
41R012	UKKEL	✓	✓	✓	✓	✓	✓
41REG1	BRUSSEL (REGENTLAAN)	✓	✓		✓		
41VBX1	BRUSSEL (GROOT EILAND)				✓		
41VBX2	BRUSSEL (HUIDEVETTERSTRAAT)				✓		
41VBX3	BRUSSEL (LAKENSESTRAAT)				✓		
42AL09	ANTWERPEN (VAN AVERBEKELAAN)	✓	✓				
42AL10	ANTWERPEN (BLANCEFLOERLAAN)	✓	✓				
42DU07	ANTWERPEN (DEURNE)	✓	✓		✓	✓	
42HH08	HOUTHALEN-HELCHTEREN	✓	✓				
42M802	ANTWERPEN LUCHTBAL	✓	✓		✓	✓	
42MK02	ANTWERPEN (MERKSEM)	✓	✓		✓	✓	
42N016	DESSEL	✓	✓	✓	✓		
42N027	BREE			✓	✓		
42N035	AARSCHOT	✓	✓	✓	✓		
42N040	SINT-PIETERS-LEEUW			✓	✓		

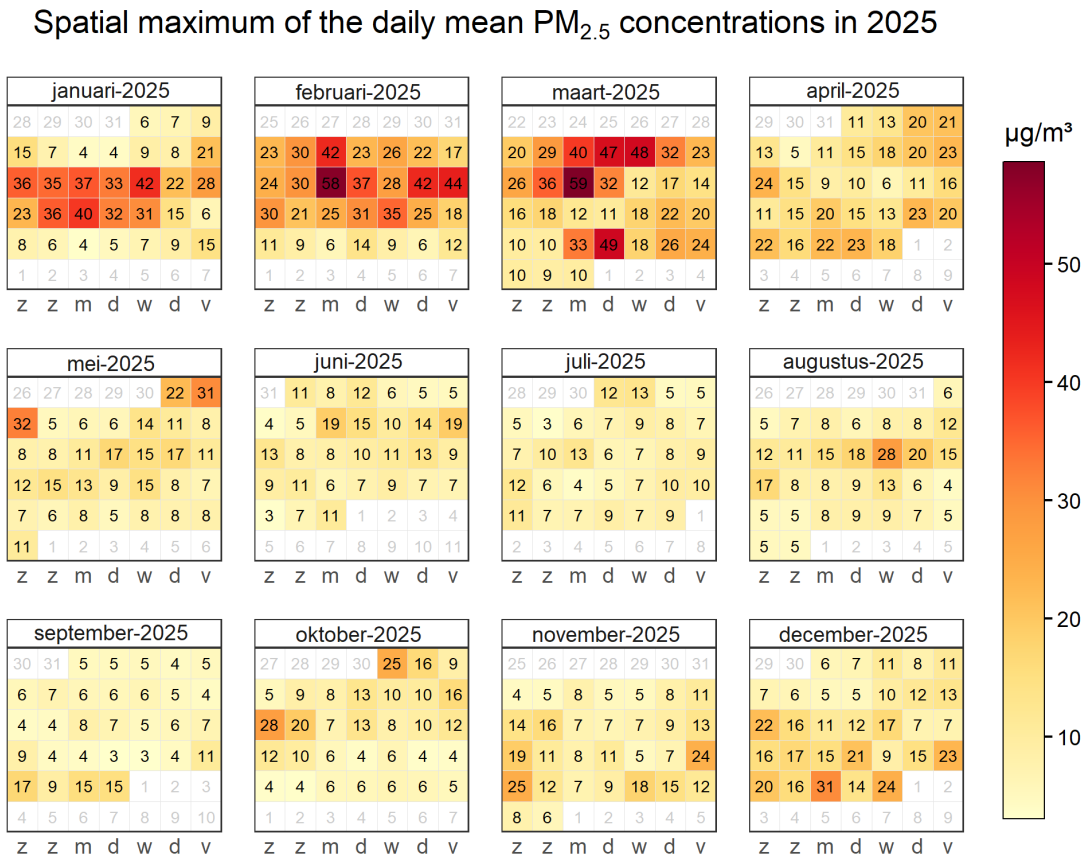
Stationscode	Locatie	PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	NO_2	BC	SO_2
42N046	GELLIK			✓			
42N047	HASSELT	✓	✓	✓	✓	✓	
42N054	LANDEN	✓	✓		✓		
42R020	VILVOORDE	✓	✓		✓		
42R801	ANTWERPEN	✓	✓	✓	✓	✓	
42R802	ANTWERPEN	✓	✓		✓	✓	
42R803	ANTWERPEN	✓	✓		✓	✓	
42R804	BORGERHOUT (RING)	✓	✓		✓	✓	
42R805	ANTWERPEN	✓	✓		✓	✓	
42R806	ANTWERPEN (MAERLANT)				✓		
42R811	SCHOTEN			✓			
42R817	ANTWERPEN	✓	✓		✓	✓	
42R818	ANTWERPEN	✓	✓		✓		
42R823	BEVEREN-WAAS	✓	✓				
42R830	DOEL				✓		
42R831	BERENDRECHT				✓		
42R834	BOOM	✓	✓				
42R842	MECHELEN (HENDRIK SPEECQVEST)	✓	✓	✓	✓	✓	
42ZD01	ZWIJNDRECHT (BINNENPLEIN)	✓	✓				
42ZD08	ZWIJNDRECHT (NEERSTRAAT)	✓	✓				
43H201	SAINT NICOLAS	✓	✓				
43M204	ANGLEUR	✓	✓				
43N060	HAVINNES	✓	✓	✓	✓	✓	✓
43N064	RIXENSART	✓	✓	✓	✓		
43N066	EUPEN			✓	✓		✓
43N067	MEMBACH	✓	✓				
43N070	MONS	✓	✓	✓	✓	✓	
43N073	VEZIN	✓	✓	✓	✓		
43N085	VIELSALM	✓	✓	✓	✓	✓	✓
43N093	SINSIN	✓	✓	✓	✓	✓	✓
43N100	DOURBES	✓	✓	✓	✓		✓
43N113	SAINT-ODE	✓	✓	✓	✓		
43N121	OFFAGNE	✓	✓	✓	✓		
43N132	HABAY-LA-NEUVE	✓	✓	✓	✓		✓
43R202	LIEGE (AV. M. DESTENAY)	✓	✓		✓	✓	
43R221	LIEGE	✓	✓	✓	✓	✓	
43R222	LIEGE	✓	✓	✓	✓	✓	✓
43R223	JEMEPPE	✓	✓		✓		✓
43R240	ENGIS	✓	✓	✓	✓		✓
43R401	MUR	✓	✓	✓	✓	✓	
44M705	ROESELARE	✓	✓	✓	✓		
44N012	MOERKERKE	✓	✓	✓			
44N029	HOUTEM	✓	✓	✓	✓	✓	
44N052	ZWEVEGEM	✓	✓		✓		
44R701	GENT	✓	✓	✓	✓	✓	
44R702	GENT	✓	✓		✓	✓	
44R703	GENT					✓	
44R710	DESTELBERGEN	✓	✓	✓			
44R731	EVERGEM				✓		
44R740	SINT-KRUIS-WINKEL	✓	✓		✓		
44R750	ZELZATE	✓	✓		✓	✓	
44RL01	ROESELARE (BRUGSESTEENWEG)	✓	✓				
45R501	CHARLEROI	✓	✓		✓		
45R502	LODELINSART	✓	✓	✓	✓		
45R503	CHARLEROI (PARC)	✓	✓		✓	✓	
45R510	CHATELINEAU	✓	✓				✓
45R511	MARCINELLE	✓	✓				

Stationscode	Locatie	PM_{10}	$PM_{2.5}$	O_3	NO_2	BC	SO_2
45R512	MARCHIENNE AU PONT	✓	✓		✓	✓	✓
47E007	SINT-PIETERS-LEEUW				✓		
47E008	GRIMBERGEN				✓		
47E009	ZEMST				✓		
47E013	VORST				✓		
47E703	OOST-EEKLO				✓		
47E704	WACHTEBEKE				✓		
47E714	DUDZELE				✓		
47E715	ZUIENKERKE				✓		
47E716	MARIAKERKE				✓		
47E814	HAM (GENEBOSSTRAAT)				✓		
48R215	HERMALLE	✓	✓		✓	✓	
48R236	LIEGE (AEROPORT 2)	✓	✓		✓		
48R237	LIEGE (AEROPORT 1)	✓	✓		✓	✓	
48R515	CHARLEROI (AEROPORT 1)	✓	✓		✓		
48R516	CHARLEROI (AEROPORT 2)	✓	✓		✓		

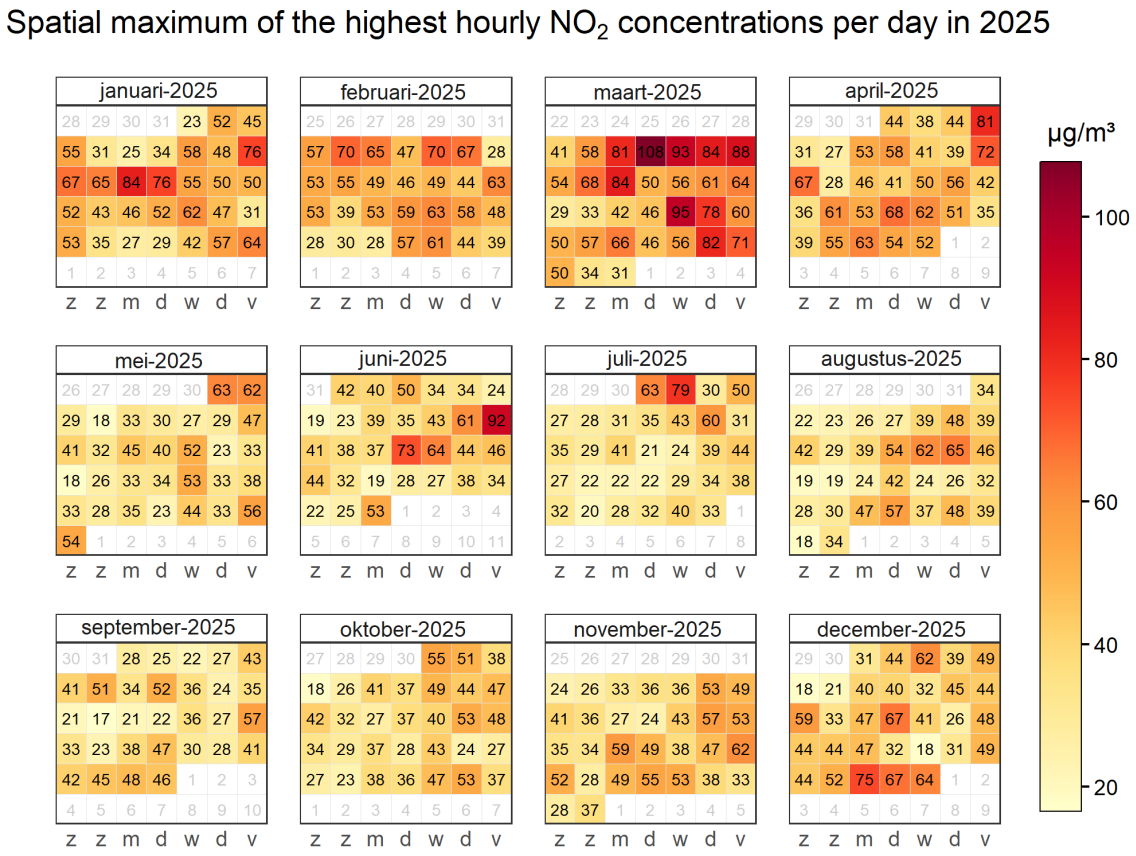
10 Bijlage B: Kalenderoverzichten



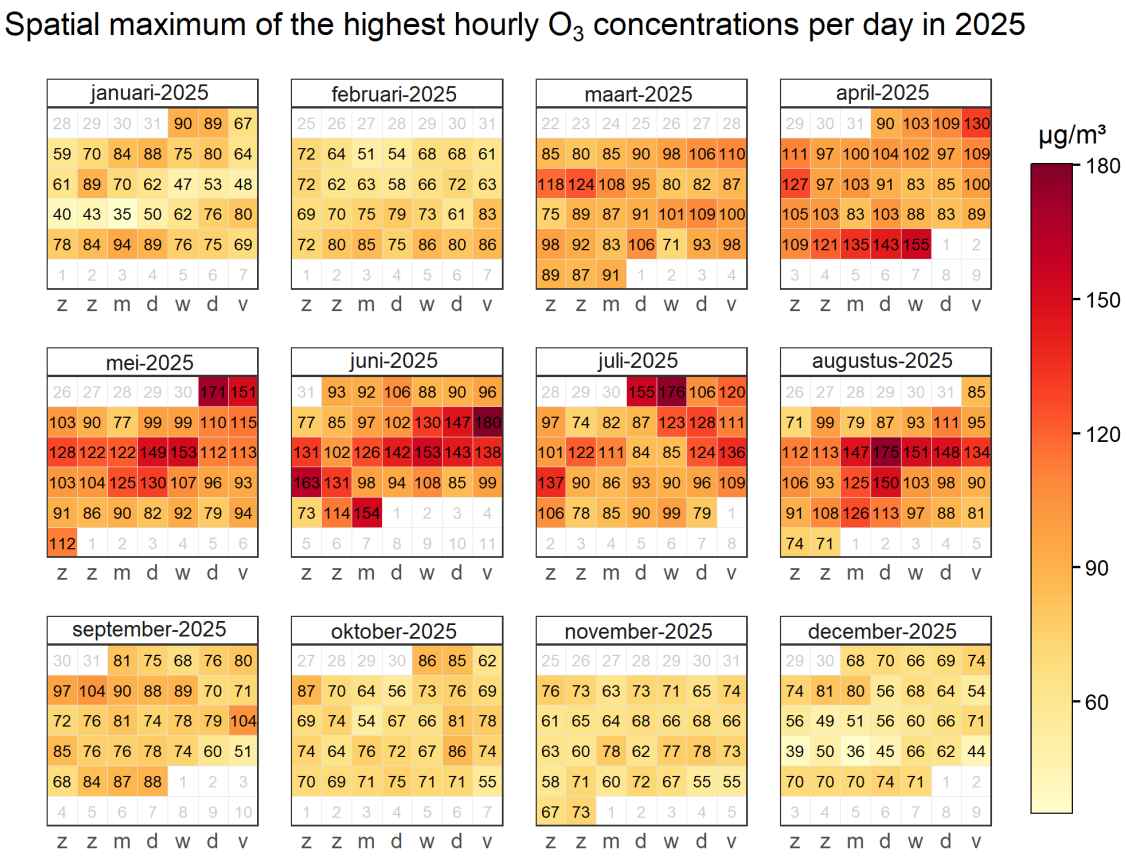
Figuur 44: Ruimtelijk maximum van daggemiddelde PM_{10}-concentraties in 2025.



Figuur 45: Ruimtelijk maximum van daggemiddelde $PM_{2.5}$-concentraties in 2025.



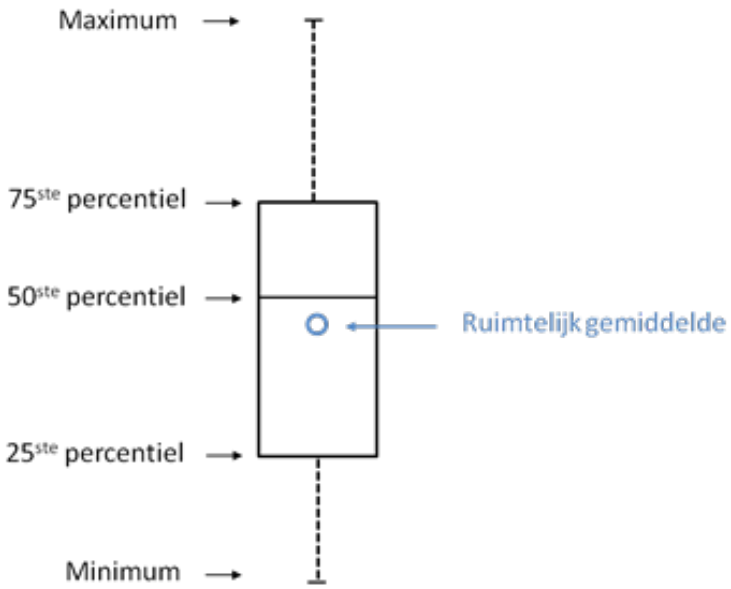
Figuur 46: Ruimtelijk maximum van de maximum NO_2-uurconcentratie per dag in 2025.



Figuur 47: Ruimtelijk maximum van de maximum O_3-uurconcentraties per dag in 2025.

11 Bijlage C: Interpretatie van boxplots

Een boxplot is een grafische voorstelling waarmee snel een overzicht kan worden verkregen van de verdeling van een verzameling gegevens. Het geeft de kwartielen (ofwel het 25ste en 75ste percentiel), de mediaan (het 50ste percentiel) en de grootste en de kleinste waarde van de verzameling weer. Het x^{ste} percentiel is die waarde waarbij x % van alle waarden lager is en 100-x % van de waarden hoger.



Figuur 48: Voorstelling van een boxplot.

12 Bijlage D: Onzekerheidskaarten

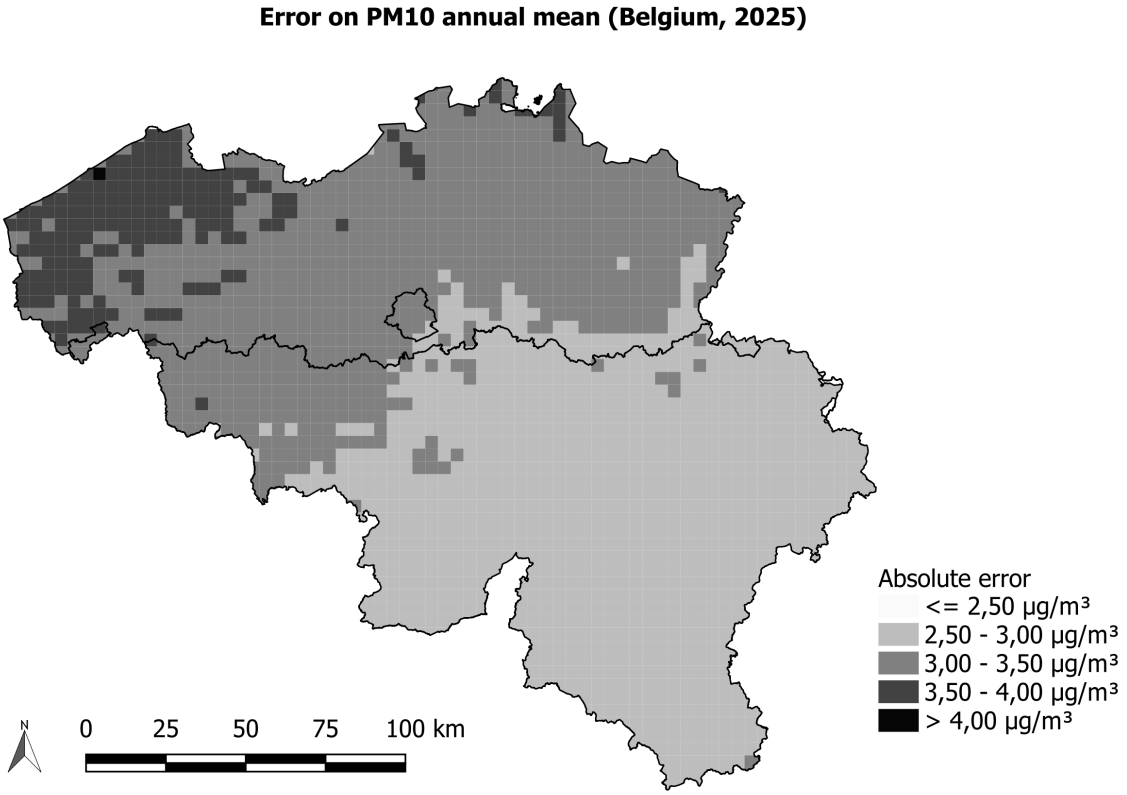
De RIO-geïnterpoleerde waarde is geen absoluut juiste waarde maar is onderhevig aan een bepaalde onzekerheid. Naast de onzekerheid van de uur- of daggemiddelde geïnterpoleerde concentraties zorgt ook de aggregatie ervan tot jaargemiddelden of dagoverschrijdingen voor onzekerheid. In de RIO-interpolatietechniek draagt een aantal aspecten bij tot de onzekerheid van de geïnterpoleerde concentraties.

1. Fout op de meetwaarden: die wordt indirect in rekening gebracht omdat het variogram gebruikt in de Kriging (dit is een onderdeel van de RIO-interpolatietechniek) een 'nugget'-effect vertoont (bij een afstand 0 tussen meetstations wordt niet dezelfde gemeten concentratie verondersteld).
2. Clustering van meetstations: meer stations dicht bij elkaar geven een kleinere interpolatieonzekerheid.
3. Afstand tot de meetstations: op een plaats die verder gelegen is van meetstations is er een grotere interpolatieonzekerheid.
4. Variatie van de metingen zelf: als de metingen voor dicht bij elkaar gelegen meetplaatsen een grote variatie vertonen, dan is de interpolatieonzekerheid ook groter.
5. Fout door re- en detrending (zowel voor trendgemiddelden als standaardafwijking).

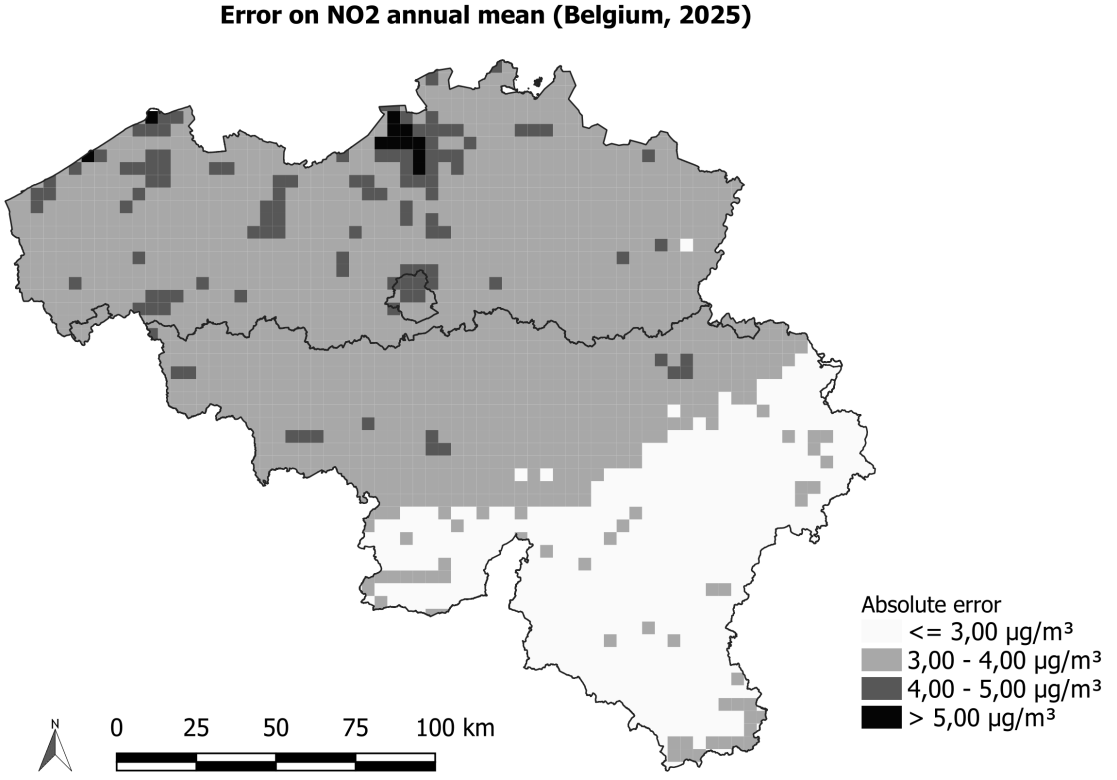
Nadat eerst de onzekerheid van de uur- of daggemiddelde geïnterpoleerde concentraties bepaald is, moet er bij de aggregatie worden rekening gehouden met het volgende.

1. Autocorrelatie omdat er globaal gezien minder informatie ter beschikking is, omdat bijvoorbeeld de concentraties van vandaag afhankelijk zijn van die van gisteren.
2. Covariantie tussen de verschillende roostercellen die altijd een vast ruimtelijk patroon vertonen door de tijd.

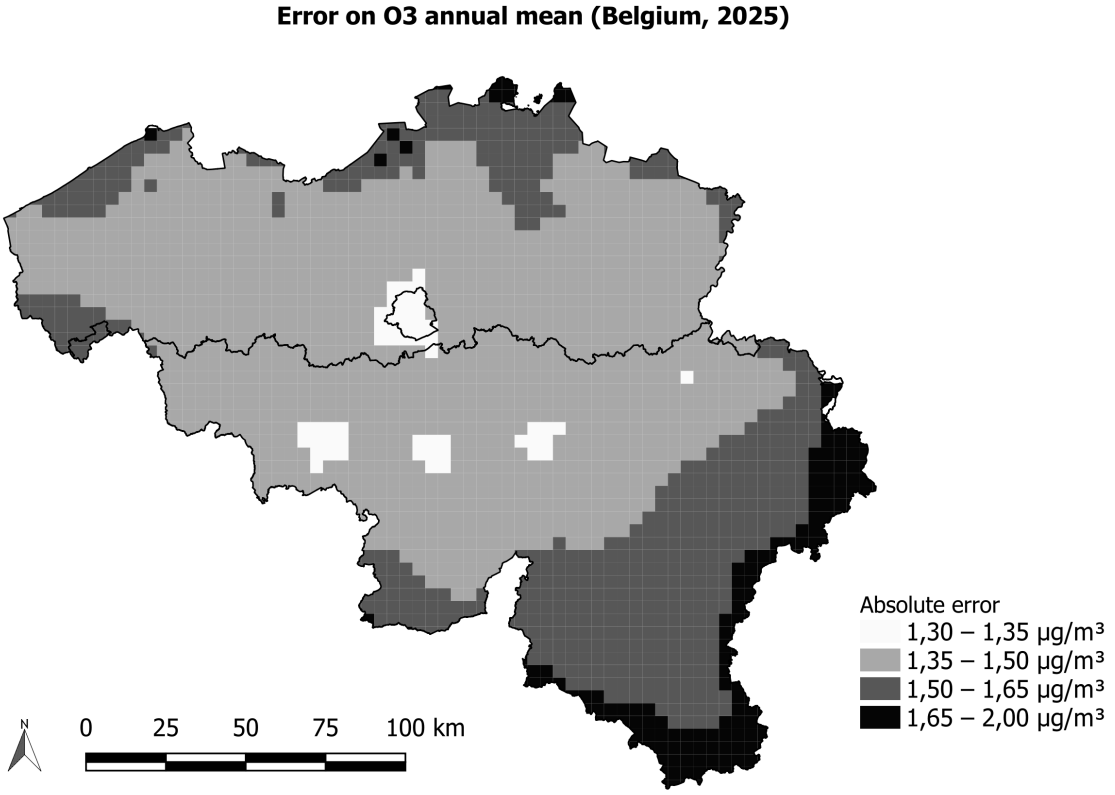
Op basis van bovenstaande bronnen van onzekerheid wordt er een onzekerheid (1 sigma) berekend voor de RIO-geïnterpoleerde concentraties (zie onderstaande kaarten), uitgaande van een normale verdeling van de metingen. Een onzekerheid van 1 sigma betekent dat voor een waarde x met een fout van 5,0 µg/m^3 er 68 % kans is dat de werkelijke waarde tussen (x - 5,0) en (x + 5,0) µg/m^3 ligt. Op basis van de geïnterpoleerde concentratie, de berekende onzekerheid en de grenswaarde kan dan een overschrijdingskans van de Europese grenswaarden worden berekend ('Probability of exceedance').



Figuur 49: Ruimtelijke spreiding van de absolute fout (µg/m^3) op de jaargemiddelde PM_{10}-concentraties.



Figuur 50: Ruimtelijke spreiding van de absolute fout (µg/m^3) op de jaargemiddelde NO_2-concentraties.



Figuur 51: Ruimtelijke spreiding van de absolute fout (µg/m^3) op de jaargemiddelde O_3-concentraties.