

Eindrapport

Actualisatie Luchtkwaliteitskaarten Antwerpen

Vranckx Stijn, Viaene Peter, Vanhulsel Marlies en Lefebvre Wouter

Studie uitgevoerd in opdracht van: Stad Antwerpen
2018/RMA/R/ 1779

Januari 2019



VITO NV

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99
vito@vito.be - www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)
Bank 375-1117354-90 ING
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB

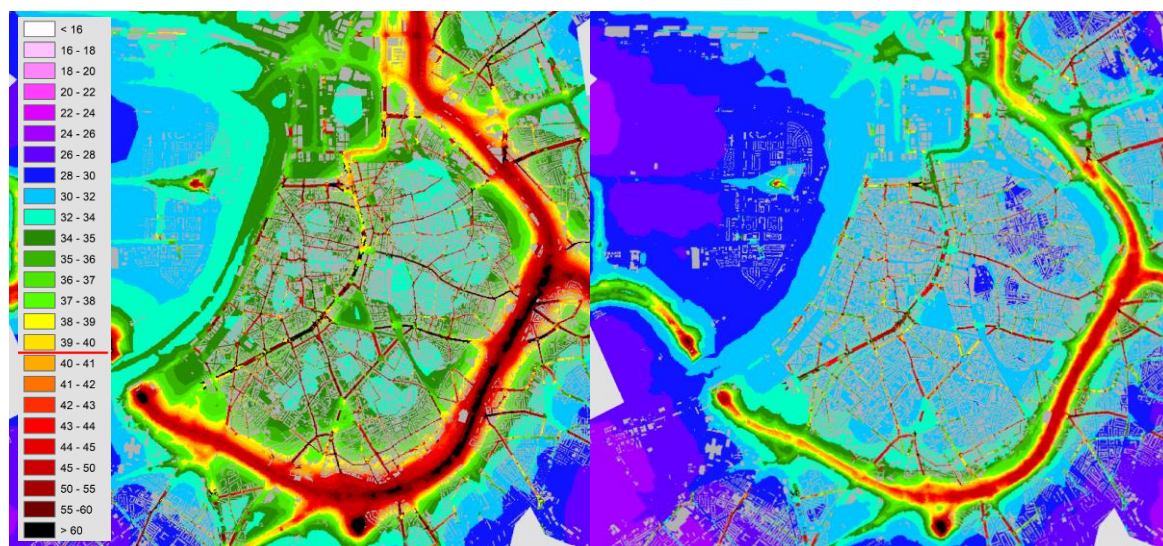
VERSPREIDINGSLIJST

Els Van Duyse, Stad Antwerpen
Filip Lenders, Stad Antwerpen
Kristel Heyman, Stad Antwerpen
Raf Verbruggen, Stad Antwerpen
Iris Gommers, Stad Antwerpen

SAMENVATTING

In deze studie is de luchtkwaliteit in Antwerpen onderzocht en geanalyseerd voor het historische jaar 2016 en toekomstjaar 2020. De luchtkwaliteitskaarten voor de stad Antwerpen zijn voor de pollutanten stikstofdioxide (NO_2), fijn stof (PM_{10} en $\text{PM}_{2.5}$), zwarte koolstof (BC) en elementaire koolstof (EC) gemodelleerd in hoge resolutie, inclusief street canyon-bijdrages aan de hand van de ATMO-Streetmodelketen.

2016 is het jaar voor de invoering van de lage-emissiezone in het centrum van de stad. Startpunt voor de modellering van dit jaar vormen de gekende data voor 2016 van het voertuigenpark, de verkeersvolumes en de uitstoot door scheepvaart en industrie. De impact van andere sectoren en uitstoot buiten Antwerpen is opgenomen via de regionale achtergrondconcentratiekaarten. Een nauwgezette inschatting voor 2020 is gemaakt op basis van huidige prognoses voor de evoluties van het voertuigenpark, inclusief de effecten van de lage emissiezone, het verkeersvolume en de scheepvaart en behoud van de industriële uitstoot voor 2015. De invloed van evoluties in de uitstoot van andere sectoren en wijzigingen in de Vlaamse, Belgische en Europese uitstoot zijn opgenomen via een bepaling van de regionale achtergrondconcentraties. Onderstaande kaarten vergelijken de stikstofdioxideconcentraties in het stadscentrum tussen beide jaren.



Figuur 1: Jaargemiddelde stikstofdioxideconcentraties in 2016 (links) en 2020 (rechts). Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tussen 2016 en 2020 wordt er een verbetering in de luchtkwaliteitssituatie verwacht; volgende trends worden geobserveerd:

- Voor stikstofdioxide is er een daling in de jaargemiddelde concentraties met 3 à 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ op stedelijke achtergrondlocaties. De dalingen lopen op tot meer dan 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nabij het snelwegennetwerk en in de drukste street canyons. In de haven en aan de rand van de stad bedragen de verbeteringen nog 1 à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Het resterende gebied in overschrijding van de Europese grenswaarde voor jaargemiddelde concentraties van 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, gelijk aan de WHO-advieswaarde, neemt sterk af. Volgens de prognoses blijven er echter nog overschrijdingen plaats vinden in de onmiddellijke nabijheid van snelwegen en in drukke street canyons.

- De blootstelling aan stikstofdioxide daalt voor alle gevoelige locaties op jaarbasis onder de $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2020, waar er in 2016 nog overschrijdingen van de Europese grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op een aanzienlijk aantal locaties van gevoelige groepen, onder meer 12 onderwijsinstellingen, wordt vastgesteld. Slechts een smalle zone rondom het snelwegennetwerk en de drukste street canyons resteren als zones waar overschrijdingen van de grenswaarde in 2020 verwacht kunnen worden. Het percentage Antwerpenaren waarvoor de prognose voor 2020 nog een blootstelling op hun thuislocaties hoger dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ betekent is 0,06%. In 2016 is dit nog 2,8% van de Antwerpse bevolking. Voor de blootstellingsanalyse worden geen street canyon-bijdrages in rekening gebracht. Er wordt verondersteld dat de gebouwen langs de street canyons staan, en niet in de street canyons.
- Voor fijn stof zijn er eveneens dalingen in de pollutentenconcentraties. Voor $\text{PM}_{2.5}$ wordt een daling met 1 à $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verwacht op achtergrondlocaties, die oploopt tot dalingen met 2 à $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nabij snelwegen en in drukke canyons. Voor PM_{10} wordt een daling met 1 à $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verwacht op achtergrondlocaties, die oploopt tot dalingen met 2 à $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nabij snelwegen en in drukke canyons. Op alle locaties blijven de fijnstofconcentraties ruim onder de Europese grenswaarden van $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\text{PM}_{2.5}$) en $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM_{10}) in zowel 2016 als 2020. De concentratiedalingen brengen de WHO-advieswaarden voor fijn stof binnen bereik ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor $\text{PM}_{2.5}$ en $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{10}), deze worden nog overschreden met respectievelijk 2 à $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor $\text{PM}_{2.5}$ en 1 à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{10} op achtergrondlocaties in de stad.
- Ook voor BC en EC zijn er dalende trends tussen 2016 en 2020. Door hoofdzakelijk de daling van de verkeersemissies lopen de dalingen in BC-concentraties op tot 1,5 à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nabij het snelwegennetwerk en in drukke street canyons. Voor EC is dit op deze locaties 1 à $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Op achtergrondlocaties is er slechts een beperkte evolutie in BC-concentraties met $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en in EC-concentraties met $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De gepresenteerde kaarten vormen een actualisatie van de eerder opgemaakte kaarten voor de luchtkwaliteit in Antwerpen. Ten opzichte van de vorige kaarten aangemaakt in 2013 zijn de prognoses voor 2020 aanzienlijk positiever dan wat eerder is ingeschat. Het verschil in de prognoses zijn zowel nieuwere inzichten over de verwachte emissies van het wegverkeer, maar hoofdzakelijk worden de verschillen verklaard door de lagere bijdrages vanuit de regionale achtergrondconcentraties, bepaald door emissies buiten Antwerpen en sectoren die niet in hoge resolutie worden gemodelleerd. Ten opzichte van recentere studies zijn er verschillende resultaten voor de prognose 2020, onder andere omdat in deze studie 2016 als referentiejaar wordt gehanteerd en dit elders meestal 2012 was.

INHOUD

Verspreidingslijst	I
Samenvatting	II
Inhoud	IV
Lijst van tabellen	VI
Lijst van figuren	VII
Lijst van afkortingen	IX
HOOFDSTUK 1. Inleiding	1
1.1. Actuele situatie Stad Antwerpen	1
1.2. Doel van de studie	2
HOOFDSTUK 2. Methodologie	3
2.1. Modellen	3
2.1.1. FASTRACE-model voor wegverkeersemisies	3
2.1.2. RIO- en AURORA-modellen voor bepaling regionale achtergrondconcentraties	5
2.1.3. IFDM- en OSPM-modellen voor dispersie van polluenten	6
2.2. Overzicht startdata	7
2.3. Overzicht onderliggende aannames	8
HOOFDSTUK 3. Resultaten	11
3.1. Emissies van wegverkeer	11
3.1.1. Bijdrages wegverkeer tot emissietotalen regio Antwerpen	12
3.2. Stikstofdioxide	13
3.2.1. Achtergrondconcentraties NO ₂	13
3.2.2. NO ₂ concentratiekaarten 2016 en 2020	16
3.3. Fijn stof met een diameter kleiner dan 2.5 µm	22
3.3.1. Achtergrondconcentraties PM _{2.5}	22
3.3.2. PM _{2.5} concentratiekaarten 2016 en 2020	25
3.4. Fijn stof met een diameter kleiner dan 10 µm	31
3.4.1. Achtergrondconcentraties PM ₁₀	31
3.4.2. PM ₁₀ concentratiekaarten 2016 en 2020	34
3.5. Zwarte koolstof (BC)	40
3.5.1. Achtergrondconcentraties BC	40
3.5.2. BC concentratiekaarten 2016 en 2020	43
3.6. Elementaire koolstof (EC)	47
3.6.1. Achtergrondconcentraties EC	47
3.6.2. EC concentratiekaarten 2016 en 2020	50
3.7. Blootstellingsanalyse	54

3.7.1.	Blootstellingsanalyse Antwerpse bevolking	54
3.7.2.	Blootstelling gevoelige groepen	58
3.8.	<i>Overzicht verschillen met luchtkwaliteitskaarten andere studies</i>	60
3.8.1.	Luchtkwaliteitskaarten ATMO-Street 2016 VMM	60
3.8.2.	Haalbaarheidsstudie Uitbreiding LEZ Antwerpen 2020	60
3.8.3.	Project-MER Oosterweelverbinding 2020	60
3.8.4.	Over De Ring 2020	60
3.8.5.	Vorige actualisatie luchtkwaliteitskaarten Antwerpen	61
HOOFDSTUK 4.	Besluit	62
Literatuurlijst		64
Bijlages		65

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Emissies door wegverkeer in stad Antwerpen 2016 en 2020. Emissietotalen binnen de grenzen van stad Antwerpen.	11
Tabel 2: Verschillen in emissies door introductie van de Antwerpse LEZ voor 2020. Bron: Haalbaarheidsstudie Uitbreiding Antwerpse LEZ (2018).	12
Tabel 3: Overzichtstabel blootstelling gevoelige groepen aan NO ₂ op jaargemiddelde basis in 2016 en 2020.	58

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Jaargemiddelde stikstofdioxideconcentraties in 2016 (links) en 2020 (rechts). Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	II
Figuur 2: Luchtkwaliteit in een stedelijke omgeving en in de buurt van een (snel)weg	1
Figuur 3: Schematisch overzicht van de ATMO-Street modelketen	3
Figuur 4: Overzicht combinatie achtergrondkaarten RIO, dispersie van pollutanten in het studiegebied aan de hand van IFDM en street canyon-bijdrages aan de hand van OSPM.	7
Figuur 5 : Relatieve aandelen van de Vlaamse NO_x -emissies (links) en de Vlaamse primaire PM_{10} -emissies (rechts) per sector in 2012 (boven), 2020 (midden) en 2030 (onder) voor de luchtkwaliteitszone BEF02A 'Agglomeratie Antwerpen' (de districten Antwerpen, Berchem, Borgerhout, Deurne, Hoboken, Ekeren, Merksem en Wilrijk en de gemeenten Edegem, Mortsel, Borsbeek, Wommelgem, Wijnegem en Schoten). Bron: IMMI3-studie.	13
Figuur 6: NO_2 regionale achtergrondconcentraties voor 2016 (RIO). Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	14
Figuur 7: NO_2 regionale achtergrondconcentraties voor 2020 (RIO 2016 herschaald aan de hand van IMMI3 resultaten AURORA). Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	15
Figuur 8: Jaargemiddelde NO_2 -concentraties te Antwerpen in het jaar 2016. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	17
Figuur 9: Jaargemiddelde NO_2 -concentraties te Antwerpen in het jaar 2020. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	18
Figuur 10: Daling in jaargemiddelde NO_2 -concentraties te Antwerpen tussen 2016 en 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	19
Figuur 11: Jaargemiddelde NO_2 -concentraties te Antwerpen in het jaar 2016 met legende volgens beoordelingskader luchtkwaliteit voor scholen en kinderdagverblijven van de stad Antwerpen. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	20
Figuur 12: Jaargemiddelde NO_2 -concentraties te Antwerpen in het jaar 2020 met legende volgens beoordelingskader luchtkwaliteit voor scholen en kinderdagverblijven van de stad Antwerpen. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	21
Figuur 13: $\text{PM}_{2.5}$ regionale achtergrondconcentraties voor 2016 (RIO). Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	23
Figuur 14: $\text{PM}_{2.5}$ regionale achtergrondconcentraties voor 2020 (RIO 2016 herschaald aan de hand van IMMI3 resultaten AURORA). Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	24
Figuur 15: Jaargemiddelde $\text{PM}_{2.5}$ -concentraties te Antwerpen in het jaar 2016. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	26
Figuur 16: Jaargemiddelde $\text{PM}_{2.5}$ -concentraties te Antwerpen in het jaar 2020. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	27
Figuur 17: Daling in jaargemiddelde $\text{PM}_{2.5}$ -concentraties te Antwerpen tussen 2016 en 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	28
Figuur 18: Jaargemiddelde $\text{PM}_{2.5}$ -concentraties te Antwerpen in het jaar 2016 met legende aangepast om overschrijdingen van de Europese grenswaarde van $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in beeld te brengen. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	29
Figuur 19: Jaargemiddelde $\text{PM}_{2.5}$ -concentraties te Antwerpen in het jaar 2020 met legende aangepast om overschrijdingen van de Europese grenswaarde van $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in beeld te brengen. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	30
Figuur 20: PM_{10} regionale achtergrondconcentraties voor 2016 (RIO). Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	32
Figuur 21: PM_{10} regionale achtergrondconcentraties voor 2020 (RIO 2016 herschaald aan de hand van IMMI3 resultaten AURORA). Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	33
Figuur 22: Jaargemiddelde PM_{10} -concentraties te Antwerpen in het jaar 2016. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	35
Figuur 23: Jaargemiddelde PM_{10} -concentraties te Antwerpen in het jaar 2020. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	36
Figuur 24: Daling in jaargemiddelde PM_{10} -concentraties te Antwerpen tussen 2016 en 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).	37
Figuur 25: Jaargemiddelde PM_{10} -concentraties te Antwerpen in het jaar 2016 met legende aangepast om overschrijdingen van de Europese grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in beeld te brengen. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.	38

Figuur 26: Jaargemiddelde PM ₁₀ -concentraties te Antwerpen in het jaar 2020 met legende aangepast om overschrijdingen van de Europese grenswaarde van 40 µg/m ³ in beeld te brengen. Eenheden: µg/m ³ .	39
Figuur 27: BC regionale achtergrondconcentraties voor 2016 (RIO). Eenheden: µg/m ³ .	41
Figuur 28: BC regionale achtergrondconcentraties voor 2020 (RIO 2016 herschaald aan de hand van IMMI3 resultaten AURORA). Eenheden: µg/m ³ .	42
Figuur 29: Jaargemiddelde BC-concentraties te Antwerpen in het jaar 2016. Eenheden: µg/m ³ .	44
Figuur 30: Jaargemiddelde BC-concentraties te Antwerpen in het jaar 2020. Eenheden: µg/m ³ .	45
Figuur 31: Daling in jaargemiddelde BC-concentraties te Antwerpen tussen 2016 en 2020 (µg/m ³).	46
Figuur 32: EC regionale achtergrondconcentraties voor 2016 (herschaling vanuit RIO- achtergrondconcentraties BC). Eenheden: µg/m ³ .	48
Figuur 33: EC regionale achtergrondconcentraties voor 2020 (herschaling vanuit BC op basis van RIO 2016 herschaald aan de hand van IMMI3 resultaten AURORA). Eenheden: µg/m ³ .	49
Figuur 34: Jaargemiddelde EC-concentraties te Antwerpen in het jaar 2016. Eenheden: µg/m ³ .	51
Figuur 35: Jaargemiddelde EC-concentraties te Antwerpen in het jaar 2020. Eenheden: µg/m ³ .	52
Figuur 36: Daling in jaargemiddelde EC-concentraties te Antwerpen tussen 2016 en 2020 (µg/m ³).	53
Figuur 37: Blootstelling van de Antwerpse bevolking aan stikstofdioxide (NO ₂) op jaargemiddelde basis voor 2016 en 2020.	55
Figuur 38: Blootstelling van de Antwerpse bevolking aan fijn stof met een diameter kleiner dan 10 µm (PM ₁₀) op jaargemiddelde basis voor 2016 en 2020.	56
Figuur 39: Blootstelling van de Antwerpse bevolking aan fijn stof met een diameter kleiner dan 2,5 µm (PM _{2.5}) op jaargemiddelde basis voor 2016 en 2020.	56
Figuur 40: Blootstelling van de Antwerpse bevolking aan zwarte koolstof (BC) op jaargemiddelde basis voor 2016 en 2020.	57
Figuur 41: Evolutie van de Vlaamse NO _x -emissies (kton/jaar) per hoofdsector zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).	91
Figuur 42: Evolutie van de Vlaamse PM ₁₀ -emissies (kton/jaar) per hoofdsector zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).	91
Figuur 43: Evolutie van de Vlaamse PM _{2.5} -emissies (kton/jaar) per hoofdsector zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).	92
Figuur 44: Evolutie van de Belgische NO _x -emissies (kton/jaar) per SNAP-sector zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).	92
Figuur 45: Evolutie van de Belgische PM ₁₀ -emissies (kton/jaar) per SNAP-sector zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).	93
Figuur 46: Evolutie van de Belgische PM _{2.5} -emissies (kton/jaar) per SNAP-sector zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).	93
Figuur 47: Evolutie van de NO _x -emissies (kton/jaar) voor de Belgische buurlanden zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).	94
Figuur 48: Evolutie van de NO _x -emissies (kton/jaar) voor de Belgische buurlanden zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).	94
Figuur 49: Evolutie van de PM ₁₀ -emissies (kton/jaar) voor de Belgische buurlanden zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).	95
Figuur 50: Evolutie van de PM _{2.5} -emissies (kton/jaar) voor de Belgische buurlanden zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).	95

LIJST VAN AFKORTINGEN

NO ₂	Stikstofdioxide
NO _x	Stikstofoxides
BC	Zwarte koolstof (Black Carbon)
EC	Elementaire koolstof (Elemental Carbon)
PM ₁₀	Fijnstofdeeltjes met een diameter kleiner dan 10 µm
PM _{2.5}	Fijnstofdeeltjes met een diameter kleiner dan 2.5 µm
LEZ	Lage-emissiezone
MKBA	Maatschappelijke kosten-batenanalyse
WHO	Wereldgezondheidsorganisatie (World Health Organization)

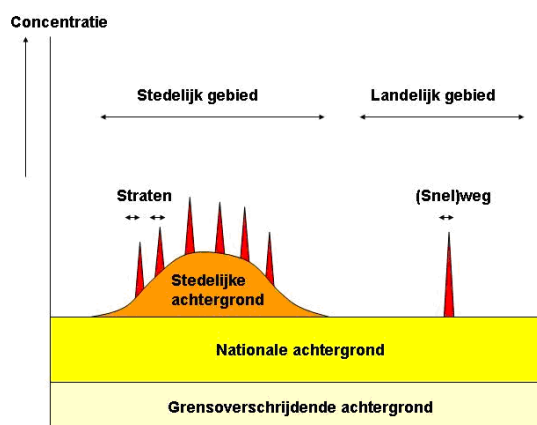
HOOFDSTUK 1. INLEIDING

1.1. ACTUELE SITUATIE STAD ANTWERPEN

Hoge concentraties van luchtverontreinigende stoffen kunnen een negatieve invloed hebben op de gezondheid van mensen. Dit kan leiden tot onder andere chronische luchtwegklachten, hoge bloeddruk en hartklachten. Bij langdurige blootstelling aan luchtverontreiniging kan dit uiteindelijk leiden tot vroegtijdige sterfte.

De haven van Antwerpen en de stad Antwerpen worden gekenmerkt door verhoogde concentraties van luchtverontreinigende stoffen, meer bepaald voor de polluenten PM en NO₂. De luchtkwaliteit is de voorbije decennia geleidelijk aan verbeterd door een combinatie van Europese, Vlaamse en Antwerpse maatregelen, maar nog steeds worden niet overal de geldende luchtkwaliteitsnormen gehaald. Bovendien zorgen verdere industriële en stedelijke ontwikkelingen en de eraan gerelateerde toename van het verkeer voor een bijkomende belasting van de luchtkwaliteit die de al doorgevoerde verbeteringen deels teniet kunnen doen. Door de negatieve gezondheidseffecten die verbonden zijn met beide polluenten, staat de problematiek bij zowel de Vlaamse overheid als het havenbestuur en de stad Antwerpen hoog op de agenda.

De luchtkwaliteit op een locatie kan conceptueel benaderd worden als de som van een aantal bijdragen (Figuur 2). Zo is de luchtkwaliteit in de nabijheid van een binnenstedelijke weg in een stedelijk gebied de som van: bijdragen vanuit het binnen- en buitenland te wijten aan langeafstand-atmosferisch transport, een bijdrage van de stedelijke omgeving met daarbovenop piekconcentraties in de buurt van belangrijke verkeersassen in de stad.



Figuur 2: Luchtkwaliteit in een stedelijke omgeving en in de buurt van een (snel)weg

Het relatieve belang van elke bijdrage is verschillend per polluent en varieert gedurende het jaar ten gevolge van wisselende weersomstandigheden.

Het verkeer is een belangrijke bron van emissies van luchtverontreinigende stoffen en broeikasgassen. In Vlaanderen was het wegverkeer in 2016 bv. verantwoordelijk voor ongeveer 61% van de NO_x-emissies, 17% van de emissies van PM_{2.5} en 16% van de emissies van PM₁₀ (VMM¹). In de luchtkwaliteitszone BEF02A voor de agglomeratie Antwerpen stond transport in voor 69% van de NO_x-emissies in 2015 en het wegverkeer voor 59%. Het wegverkeer was in datzelfde jaar verantwoordelijk voor 16,2% van de PM₁₀-emissies en 12,8% van de PM_{2.5}-emissies in de luchtkwaliteitszone².

De recente evolutie van de luchtkwaliteit in Vlaanderen is positief, maar er blijven belangrijke pijnpunten waarbij de emissies door transport een rol spelen. Op plaatsen met veel verkeer en in zogenaamde 'street canyons' zijn de NO₂-concentraties te hoog. Dit blijkt zowel uit de resultaten van het officiële meetnet van VMM als het breed opgezette burgerwetenschapsproject Curieuze Neuzen Vlaanderen. Voor fijn stof worden de gezondheidsgerelateerde advieswaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie sterk overschreden, wegverkeer heeft echter slechts een beperkte impact op fijnstofconcentraties.

In deze context heeft de Stad Antwerpen sinds 1 februari 2017 een lage-emissiezone (LEZ) ingesteld in de hele binnenstad en op Linkeroever. Voor 2020, 2025 en 2027/2028 is er een verstrenging van de toelatingsvoorwaarden gepland, conform het Vlaamse regelgevende kader.

De luchtkwaliteitskaarten opgemaakt in deze studie nemen de bijdrages van de verschillende sectoren in de regio Antwerpen, en de regionale en grensoverschrijdende achtergrondbijdrages om zo gedetailleerde kaarten op te maken voor zowel 2016, vóór de introductie van de LEZ, als 2020, het jaar waarin de LEZ een eerste maal verstrengt.

1.2. DOEL VAN DE STUDIE

De Stad Antwerpen liet in 2013 gedetailleerde luchtkwaliteitskaarten aanmaken. Inmiddels werd in 2017 door Antwerpen een lage-emissiezone ingesteld en zijn de modellen en de brongegevens verder verbeterd. Een actualisatie is daarom nodig. Met deze studie zijn luchtkwaliteitskaarten voor de pollutanten NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, BC en EC voor de zichtjaren 2016 en 2020 aangemaakt die gebruikt kunnen worden bij de bepaling van (beleids)maatregelen om de luchtkwaliteit in de stad Antwerpen te verbeteren en de blootstelling van inwoners en bezoekers aan luchtverontreiniging te bepalen en deze blootstelling te beperken.

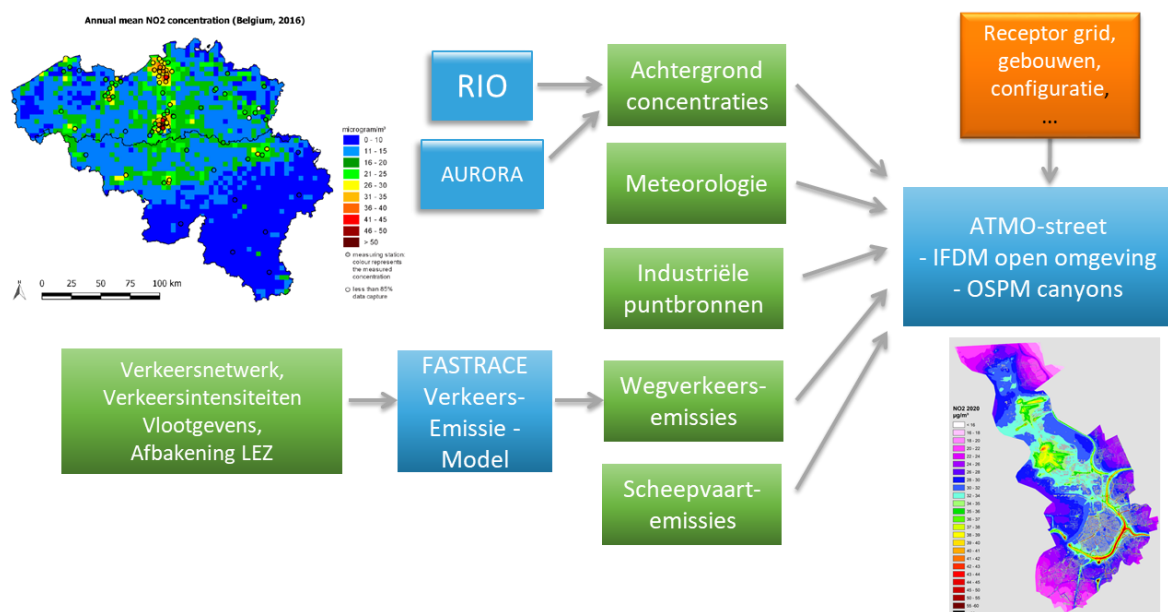
¹ Lozingen in de lucht 2000-2016, VMM, 2016

² Vlaams Gewest, Saneringsplan luchtkwaliteit voor de luchtkwaliteitszone BEF02A 'Agglomeratie Antwerpen' in het kader van de overschrijding van de NO₂-jaargrenswaarde en in uitvoering van artikel 23 van de richtlijn 2008/50/EG. December 2017.

HOOFDSTUK 2. METHODOLOGIE

Voor de berekening van de luchtkwaliteit stelt VITO de ATMO-Street methode voor, vroeger RIO-IFDM-OSPM genoemd. Deze bestaat uit de combinatie van achtergrondconcentraties op basis van de RIO en AURORA modellen, het IFDM-model voor de stedelijke bijdrage van de belangrijke (snel)wegen, scheepvaartemissies en industriële puntbronnen en een aangepaste versie van het OSPM-street canyon-model. IFDM resulteert in concentratiekaarten die representatief zijn voor de achtertuinen, open ruimte en boven de daken. Het OSPM model brengt hierbij een bijdrage in rekening voor het wegverkeer ten gevolge van het street canyon-effect. De verkeersemisies zijn berekend met het emissiemodel FASTRACE. Onderstaande figuur geeft een schematisch overzicht hoe de verschillende modellen worden geïntegreerd tot één keten.

De verschillende modellen die zijn gebruikt, de gebruikte invoerdata en de gemaakte aannames worden in dit hoofdstuk toegelicht.



Figuur 3: Schematisch overzicht van de ATMO-Street modelketen

2.1. MODELLEN

2.1.1. FASTRACE-MODEL VOOR WEGVERKEERSEMISSIES

De emissieberekeningen van het wegtransport binnen en buiten de LEZ werden uitgevoerd met de rekenmodule FASTRACE. FASTRACE is het Vlaamse referentiemodel voor de berekening van emissies voor wegvervoer als input voor luchtkwaliteitskaarten. De onderliggende emissiefactoren

in FASTRACE zijn gebaseerd op emissiefactoren uit COPERT 4 versie 11.2³. COPERT is een veel gebruikte emissietool binnen Europa voor de berekening van de emissies van wegtransport en maakt deel uit van het EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook voor de berekening van luchtmissies⁴ en is consistent met de 2006 IPCC Guidelines voor de berekening van broeikasgasemissies⁵. Volgende polluenten werden opgenomen: NO_x, NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀, BC en EC. Zowel uitlaat- als niet-uitlaatemissies worden meegenomen in de fijnstofberekeningen.

De emissiefactoren binnen COPERT zijn afkomstig van metingen op individuele voertuigen uitgevoerd in de loop van een aantal wetenschappelijke programma's. De emissiefactoren zijn bijgevolg niet gebaseerd op de specificaties uit typegoedkeuringen van voertuigen. Voor personenwagens en bestelwagens met 'oudere' technologie zijn de emissiefactoren opgesteld tijdens COPERT/CORINAIR-activiteiten. Voor meer recente voertuigen werden emissiefactoren geschat op basis van data verzameld in het Artemis-project. De emissiefuncties binnen COPERT zijn snelheidsafhankelijk en variëren naargelang het voertuigtype, brandstoftechnologie, euronorm en capaciteit of gewichtsklasse. Bovendien houden de emissiefuncties rekening met de gemiddelde triplengte en buitentemperatuur (o.a. voor de inschatting koude start overemissies en brandstofverbruik door gebruik van airco) en het typische rijpatroon per snelheidsklasse/wegtype (stedelijk, landelijk, snelweg) (o.a. start/stopgedrag wordt op die manier meegenomen). De aanwezigheid van retrofitroetfilters voor Euro 3-voertuigen wordt expliciet apart gemodelleerd in deze studie. Voor Euro 4-personenwagens gebeurt een inschatting van het aandeel voertuigen met retrofitroetfilter op basis van de ecoscore-databank. Op dit aandeel wordt een reductie van de fijnstofemissies toegepast.

Hoewel de COPERT-emissiefuncties ontworpen zijn om emissies te berekenen voor grotere regio's, is gebleken uit een vergelijking tussen metingen, berekeningen met een microsimulatiemodel (Versit+) en met COPERT dat de COPERT-emissiefactoren een goede benadering bieden wanneer de resultaten geaggregeerd worden in de tijd (bv. per dag/uur/jaar) en ruimte (bv. 25mx25m).

De emissieberekeningen werden waar mogelijk afgestemd op de rekenwijze van het IFDM Traffic-model. In de rest van deze paragraaf worden vooral de verschillen toegelicht ten opzichte van de methodologie aangehouden in IFDM Traffic.

Analoog aan IFDM Traffic, werden binnen FASTRACE de NO_x-emissiefactoren uit COPERT 4 versie 11.2 voor Euro 6-diesel personenwagens en bestelwagens gewijzigd naar meer realistische waardes. Echter anders dan in IFDM Traffic werden de emissiefactoren voor Euro 6Dtemp (bouwjaar vanaf 2020) en Euro 6D (bouwjaar vanaf 2021) in deze studie verlaagd ten opzichte van de Euro 6-emissiefactoren voor NO_x, omdat we aannemen dat deze emissies onder druk van de RDE-wetgeving (Real Driving Emissions) zullen gereduceerd worden.

Verder, eveneens analoog aan de rekenwijze van IFDM Traffic, voorzien we voor Euro 4-diesel-personenwagens en Euro II en III-bussen van De Lijn een correctie van de uitlaat PM_{2,5}-emissies ten gevolge van de installatie van retrofit-roetfilters. In de voorliggende studie voorzien we daarnaast een bijkomende voertuigklasse voor Euro 3-diesels retrofit-roetfilters, aangezien deze specifiek toegelaten worden in de LEZ. Dit onderscheid wordt niet gemaakt in IFDM Traffic. De emissiefactoren voor deze voertuigklasse houden we voor alle polluenten behalve uitlaat-PM_{2,5} gelijk aan de emissiefactoren voor Euro 3-diesels. Voor uitlaat-PM_{2,5} veronderstellen we een reductie in de emissies met 90 %.

³ <http://emisla.com/products/copert>

⁴ <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

⁵ <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html>

Het resultaat van de FASTRACE-berekeningen is een emissie per pollutant per wegsegment, rekening houdend met de lengte van het segment, het aantal tellingen opgesplitst naar licht en zwaar vervoer en de snelheid. Afhankelijk van de locatie en zichtjaar, wordt voor elk wegsegment ofwel de vloot 'binnen LEZ' ofwel de vloot 'buiten LEZ' toegepast – wat de totale emissie voor dit wegsegment bepaalt. Het resultaat van deze emissieberekeningen wordt verder verwerkt in luchtkwaliteitsmodellen.

2.1.2. RIO- EN AURORA-MODELLEN VOOR BEPALING REGIONALE ACHTERGRONDCONCENTRATIES

De concentraties aan vervuilende stoffen in Antwerpen worden bepaald door zowel de uitstoot van deze vervuilende stoffen in Antwerpen zelf als de uitstoot en transport van emissies buiten Antwerpen. De bijdrage van de emissies buiten de stad wordt in rekening gebracht door als startpunt de kaarten van de regionale achtergrondconcentraties in Vlaanderen te nemen. Dit brengt ook alle emissies binnen Antwerpen in rekening, die niet in hoge resolutie worden gemodelleerd. Dit zijn onder meer de emissies voor residentiële verwarming.

Voor 2016 zijn de achtergrondconcentratiekaarten opgemaakt aan de hand van het RIO-model. Dit model neemt als startpunt de metingen van het officiële monitornetwerk van VMM. RIO is een intelligente interpolatietechniek waarmee de lokale invloed per meetstation eerst verwijderd wordt om zo een ruimtelijke homogene dataset van luchtkwaliteitsmetingen te verzamelen. De zo verkregen meetwaarden kunnen dan worden geïnterpoleerd met Ordinary Kriging. Het lokale karakter voor elk van de geïnterpoleerde meetpunten wordt in de laatste stap weer toegevoegd. Het lokale karakter van een meetplaats wordt bepaald door een statistische analyse van lange tijdsreeksen van concentraties in de meetstations en het landgebruik (Corine Land Cover) in de buurt van die meetstations. Uit die analyse blijkt dat er een robuuste correlatie bestaat tussen landgebruik en concentratieniveaus. De correlatie tussen de concentraties en het landgebruik wordt samengevat in trendfuncties. Omdat het landgebruik voor heel België bekend is, kan het lokale karakter voor elke plaats waar geïnterpoleerd wordt, in rekening worden gebracht. Voor de interpolatie van $PM_{2.5}$ werd voor de bepaling van het lokale karakter naast de landbedekking ook gebruikgemaakt van de aerosol optische diepte (AOD). De ruimtelijke resolutie van de RIO-interpolatietechniek is $4 \times 4 \text{ km}^2$. Met RIO is het mogelijk om op elk uur voor alle $4 \times 4 \text{ km}^2$ roosterzellen in België de luchtkwaliteit te berekenen. Het RIO-model is gedocumenteerd op de website van IRCeL⁶ en in de wetenschappelijke literatuur⁷. De RIO-aanpak geeft dus op $4 \times 4 \text{ km}^2$ kaarten van de pollutantconcentraties in België voor 2016 op uurbasis.

Aangezien er voor de toekomst, 2020, geen metingen zijn wordt hier een andere aanpak gebruikt. De regionale achtergrondconcentraties werden in een eerdere studie, IMMI3⁸, bepaald door de resultaten van het chemische transport model AURORA (*Air quality modeling in Urban Regions using an Optimal Resolution Approach*), te combineren met RIO, voor het basisjaar 2015. AURORA werd hierbij geconfigureerd om concentratiekaarten te berekenen op het $4 \times 4 \text{ km}^2$ resolutie-rooster dat ook voor RIO wordt gebruikt. AURORA berekent de concentratie in functie van de meteorologie

⁶ <http://www.irceline.be/nl/documentatie/modellen>

⁷ Janssen, S., et al., Spatial interpolation of air pollution measurements using CORINE land cover data. Atmospheric Environment (2008), Atmospheric Environment (2008) 42(20) 4884-4903, doi: 10.1016/j.atmosenv.2008.02.043

⁸ Lefebvre, W., et al., IMMI3: Analyse van de concentratie van NO_2 en fijn stof in 2015 en toekomstige jaren (2016), VITO in opdracht van Departement Leefmilieu, Natuur en Energie van de Vlaamse overheid 2016/RMA/R/0660

en de (evolutie van) Belgische en Europese emissies. Zoals alle regionale (chemische transport) luchtkwaliteitsmodellen vertoont ook AURORA een zekere afwijking ten opzichte van de gemeten concentraties. We gebruiken daarom de AURORA resultaten niet rechtstreeks maar combineren de resultaten met die van RIO. Hierbij rekenen we AURORA tweemaal door, eenmaal voor het referentiejaar 2015 en eenmaal voor het toekomstjaar 2020. Vervolgens bepalen we voor iedere gridcel de regressie tussen het AURORA resultaat voor 2020 en het resultaat voor 2015. Tenslotte worden die regressies cel per cel dan toegepast op de RIO concentraties voor 2015. Bij deze procedure vertalen we dus als het ware de RIO resultaten voor 2015 naar resultaten voor 2020.

In de IMMI3-studie zijn resultaten beschikbaar voor 2015 en 2020 daar waar het referentiejaar bij de huidige studie 2016 is. Om de evolutie uit IMMI3 toe te passen op 2016–2020 werd per 4x4km² gridcel een relatief jaargemiddelde verandering voor de periode 2015-2020 uit IMMI3 bepaald. Vervolgens werd 80% van deze jaargemiddelde relatieve verandering toegepast op de 4x4km² RIO concentraties voor 2016. Hierbij nemen we dus aan dat de verandering in concentratie in IMMI3 over de periode 2015- 2020 lineair is.

2.1.3. IFDM- EN OSPM-MODELLEN VOOR DISPERSIE VAN POLLUENTEN

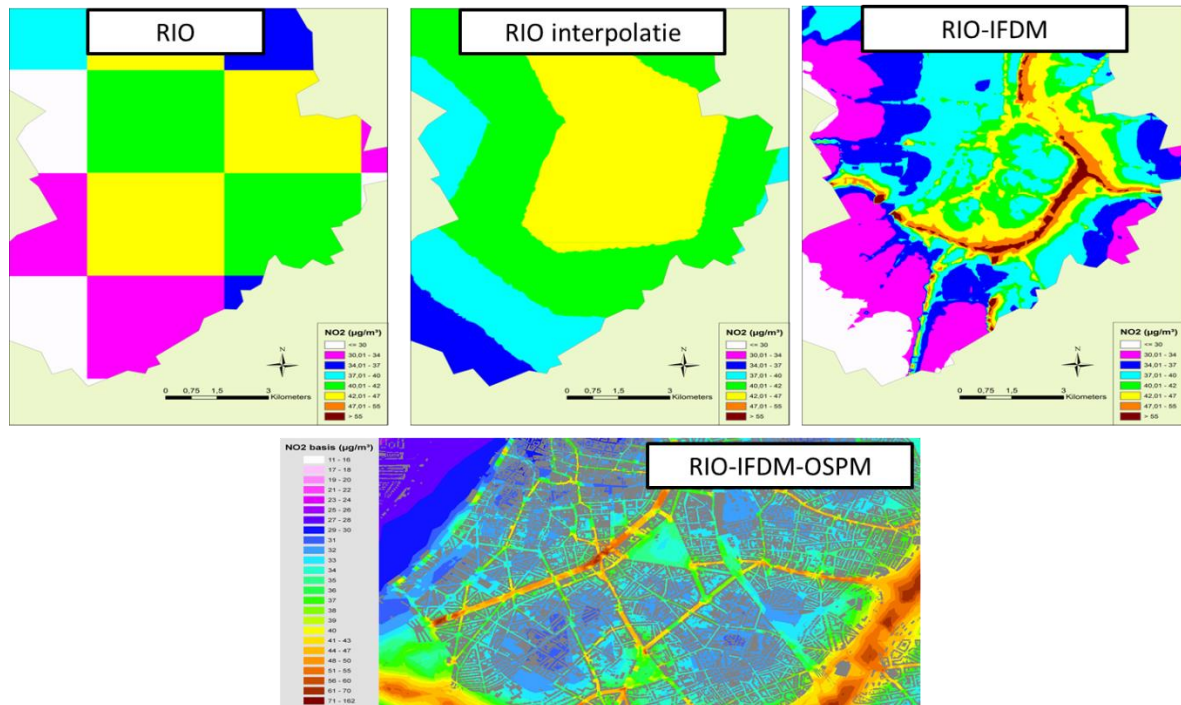
Voor de vijf polluenten NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, BC en EC zijn de concentratiekaarten voor Antwerpen gemaakt aan de hand van accurate modelsimulaties voor 2016 en 2020. Hiertoe is een modelketen gebruikt waarbij IFDM (Immision Frequency Distribution Model), een bi-gaussiaans pluimmodel, wordt toegepast voor dispersie van polluenten geëmitteerd in het studiegebied en OSPM (Operational Street Pollution Model) de verhoogde street canyon bijdrages toekent.

IFDM berekent de impact van de emissies (uitstoot van vervuilende stoffen naar de lucht) van punt- en lijnbronnen op de luchtkwaliteit in de onmiddellijke omgeving van die punt- of lijnbronnen. Een puntbron is bijvoorbeeld een fabrieksschouw. Een lijnbron is de uitstoot van het verkeer op een weg of een deel van een weg. In deze studie met IFDM worden alleen wegverkeer, scheepvaart en industriële bronnen gemodelleerd. Andere bronnen van luchtvervuiling zoals landbouw en huishoudens worden niet apart gemodelleerd, maar zitten in de RIO 4x4 km² “achtergrond”. In tegenstelling tot punt- of lijnbronnen zijn de emissies van de landbouw en de huishoudens immers veel meer gespreid over grotere gebieden. De simulaties brengen ook de achtergrondconcentraties in rekening. Om te vermijden dat de transport- en industriële bronnen dubbel berekend worden, wordt een “dubbeltellingscorrectie” toegepast voor deze bronnen waarvan de impact in detail wordt gemodelleerd. In de RIO 4x4 km² resultaten, die het resultaat zijn van geïnterpoleerde metingen, zitten immers de bijdragen van alle bronnen.

Het IFDM dispersiemodel is een 'open street' model en houdt geen rekening met obstakels (bomen, geluidsschermen, gesloten huizenrijen...) langs de wegen waar de impact van het verkeer wordt berekend. Dit betekent dat de combinatie RIO-IFDM in smalle straten met veel verkeer in het binnenstedelijk gebied (zogenaamde “street canyons”) de concentraties zal onderschatten. De natuurlijke ventilatie in deze straten is beperkt waardoor de luchtvervuiling zich tussen de bebouwing minder goed kan verspreiden. Om ook hiermee rekening te houden wordt de RIO-IFDM-keten verder uitgebreid met een derde model: het OSPM model. Dit model gebruikt zeer gedetailleerde informatie over de straatconfiguratie. Deze informatie is voor gans Vlaanderen in kaart gebracht. Voor alle straten die als street canyon worden beschouwd, wordt dan ook een OSPM-berekening uitgevoerd. Hierdoor wordt ook rekening gehouden met de slechtere

verdunding van de luchtvervuiling in deze straten. De modellen worden uitgebreid beschreven op de website van IRCeL⁹ en in de wetenschappelijke literatuur¹⁰.

Uit een reeks validatieoefeningen blijkt dat ATMO-Street, de RIO-IFDM-OSPM-combinatie, momenteel de best mogelijke (reken)tool is om de luchtkwaliteit tot op straatniveau te modelleren in Vlaanderen¹¹. Een uitgebreide validatie van de modelketen aan de hand van de meetresultaten van Curieuze Neuzen Vlaanderen wordt momenteel uitgevoerd.



Figuur 4: Overzicht combinatie achtergrondkaarten RIO, dispersie van polluenten in het studiegebied aan de hand van IFDM en street canyon-bijdrages aan de hand van OSPM.

2.2. OVERZICHT STARTDATA

Volgende lijst biedt een overzicht van de gebruikte startdata voor de modellering. Voor 2016 is de aanpak volledig afgestemd op de Vlaamse ATMO-Street kaart 2016 om identiek hiermee te zijn. De resultaten in deze studie aangewend voor 2016 zijn dus de Vlaamse hoge resolutie luchtkwaliteitskaarten 2016 (VMM). Deze kaart is in deze studie verwerkt en voorgesteld op maat van stad Antwerpen.

De aanpak voor 2020 heeft als doel inzicht te bieden welke evolutie in luchtkwaliteit er tussen 2016 en 2020 kan worden verwacht. Hierbij wordt dus verder gewerkt vanuit 2016 met prognoses voor 2020 en afstemming met de lopende haalbaarheidsstudie voor uitbreiding van de Antwerpse LEZ (TML-VITO-PWC in opdracht van stad Antwerpen 2018)

- Emissies wegverkeer

⁹ <http://www.irceline.be/nl/documentatie/modellen/rio-ifdm-ospm>

¹⁰ Lefebvre, W. et al, Evaluation of the RIO-IFDM-street canyon model chain (2013), Atmospheric Environment (2013) 77 325-337, doi: 10.1016/j.atmosenv.2013.05.026

¹¹ Lefebvre W., Vranckx S., 2013 "Validation of the IFDM model for use in urban applications"

- Verkeersnetwerk en verkeersvolumes 2016: MOW-netwerk 2012-2016 met historische data 2016 (conform ATMO-Street kaart Vlaanderen 2016)
- Verkeersnetwerk en verkeersvolumes 2020: MOW-netwerk 2012-2016 met herschaling verkeersvolumes van 2014 naar 2020 (conform haalbaarheidsstudie uitbreiding LEZ Antwerpen)
- Vlootsamenstelling 2016: IRCEL HIST-scenario 2016 (conform ATMO-Street kaart Vlaanderen 2016 en gerapporteerde emissieinventaris lucht 2016 (versie 5/12/2017))
- Vlootsamenstelling 2020: TML BAU- en Antwerpse LEZ vloten 2020 (conform haalbaarheidsstudie uitbreiding LEZ Antwerpen)
- Netwerken wordt gegeorefereerd (kromtrekking van wegen uit MOW-netwerk naar wegen uit AGIV)
- Tunnels en bruggen: bestaande bruggen en tunnels voor zowel 2016 als 2020 (geen Oosterweelverbinding).
- Emissies scheepvaart:
 - 2016: emissies aangeleverd door IRCEL (2015) voor ATMO-Street kaart Vlaanderen 2016
 - 2020: emissies TML BAU-scenario 2020 uit IMMI3-studie
- Emissies industriële puntbronnen:
 - Puntbronnen 2016: Bronnenset 2015 IRCEL (kaart met deze puntbronnen is opgenomen in bijlage).
 - Puntbronnen 2020: aanname dat er geen evolutie is in industriële puntbronnen, dus identiek aan 2016.
- Overige emissies: via achtergrondconcentraties
- Achtergrondconcentraties:
 - 2016: RIO 2016 (Bron: IRCEL), modellering startend van data VMM-meetnetwerk 2016
 - 2020: herschaling van RIO 2016 op basis van AURORA-IMMI3 achtergronden 2015 en 2020. Dit is een correctie met jaargemiddelde relatieve verandering 2016 - 2020 uit de lineaire trend 2015 - 2020. De jaargemiddelde relatieve verandering wordt berekend per gridcel en toegepast uur per uur.
- Meteorologische data:
 - Geassimileerde meteo 2016 (bron: IRCEL) voor zowel 2016 als 2020
- Rekenrooster met receptorpunten:
 - Identiek aan ATMO-Street kaart Vlaanderen 2016
- Postprocessing:
 - Identiek aan ATMO-Street kaart Vlaanderen 2016, namelijk TIN-interpolatie van receptorpunten tot gebiedsdekkende kaarten met aparte behandeling straat canyons.

2.3. OVERZICHT ONDERLIGGENDE AANNAMES

Om de best mogelijke prognose van de luchtkwaliteitssituatie in de toekomst te maken, wordt bij het overzicht van startdata verwezen naar de studies die hier aan de basis liggen. Volgende lijst biedt een overzicht van de onderliggende aannames die hierbij worden gemaakt.

- Concentraties op ademhoogte:
 - De resultaten van de modellering tonen kaarten met concentraties op ademhoogte aan de grond, namelijk 1.5m.

- Evolutie verkeersintensiteiten:
 - Voor 2016 starten we vanaf historische data. Voor 2020 wordt een herschaling van het VVC-netwerk vanuit 2014 naar 2020 gebruikt, opgemaakt in het kader van de IMMI3-studie. Dit geeft de volgende verschillen:
 - Een lichte afname van het personenverkeer en lichte vracht in Vlaanderen met -0.7% tussen 2016 en 2020.
 - Een toename van het zwaar verkeer met +4.8% tussen 2016 en 2020.
- Verkeersnetwerk:
 - Het verkeersnetwerk omvat alle belangrijke verkeersaders. Voor straten met lage verkeersvolumes zijn er geen verkeerscijfers voorhanden. De emissies door het wegverkeer in deze straten wordt dus niet in detail berekend en hiervoor kunnen dus ook geen street canyon-bijdrages in rekening worden gebracht.
- Vlootgegevens:
 - Aanneمة 2020: RDE-wetgeving doet zijn werk (impact op euro 6DTemp en 6D emissiefactoren). Voor sommige andere studies (MER-dossiers) wordt een worstcasebenadering gevolgd dat de RDE-wetgeving faalt in zijn opzet.
- Lage-emissiezone: De lage-emissiezone is voor 2020 in rekening gebracht door de LEZ-vloot toe te passen voor de wegen binnen de huidige afbakening van de LEZ.
- Voor de effecten van de introductie van de LEZ op het wagenpark buiten de LEZ is geen informatie beschikbaar. Ook voor de eventuele effecten van de LEZ op de verkeersvolumes, binnen en buiten de LEZ, zijn geen cijfers beschikbaar.
- Street canyons:
 - Voor de street canyon-modellering worden gebouwen tot op een afstand van 50 meter van de weg in rekening gebracht. We rekenen dus street canyon-bijdrages door wegen waarvoor enerzijds verkeersdata voorhanden zijn, en anderzijds binnen de 50m rondom de weg gebouwen staan. Hoe groot de street canyon-bijdrage is, is afhankelijk van de verhouding tussen breedte tussen de gebouwen en hoogte van deze gebouwen. De street canyon-bijdrages zijn (erg) beperkt bij heel brede straten met lage gebouwen en lopen sterk op voor smalle straten met hoge gebouwen. Een kaart met alle locaties waarvoor street canyon-bijdrages in rekening zijn gebracht is opgenomen in bijlage.
- Tunnels:
 - De emissies van wegverkeer in tunnels worden uitgespreid over een lijnsegment aan de tunnelmond. De lucht verlaat de tunnel immers met een bepaalde snelheid. Dit bedraagt naar gelang de rijsnelheid tot maximaal 150 meter.
- Bruggen:
 - De emissies van wegverkeer op een brug worden meegenomen als bronnen op hoogte.
- Achtergrondconcentraties en bijhorende emissiewijzingen:
 - De achtergrondconcentraties voor 2020 zijn in deze studie ingeschat startend vanaf 2016 op basis van de resultaten uit de IMMI3 studie. De verschillen tussen 2015 en 2020 in de IMMI3 studie waarop we hier verder bouwen, zijn de verschillen volgens het BAU-scenario (business-as-usual). Dit scenario is dan weer opgesteld in het kader van de PAS (Programmatistische Aanpak Stikstof). Voor 2015 en 2020 werden hiervoor emissiecijfers aangeleverd vanuit Departement Omgeving (vroegere LNE) voor de Vlaamse emissie. De Belgische cijfers werden door LNE samengesteld vanuit afzonderlijke gewestprognoses. Voor de niet-Belgische cijfers baseerden we ons op het GAINS-scenario 'WPE_2014_CLE' uit het IIASA TSAP rapport # 16, met een aanpassing voor de NOx-emissies voor de SNAP-sector 7 (wegverkeer).

- Dit betekent dat er evoluties voor de Vlaamse emissies op het niveau van de VLEM-sectoren zijn (sector definities opgenomen in bijlage 1, 45 sectoren). Voor elke pollutant en voor elk van deze 45 sectoren is er dus een aparte evolutie. Voor elke sector is er ook een ruimtelijke spreiding. Deze spreiding wijzigt niet in de tijd.
 - Een concreet voorbeeld zijn de residentiële emissies in Antwerpen en Vlaanderen. Voor een basisjaar is er een ruimtelijk patroon van deze residentiële emissies. In dit patroon is onder meer in rekening gebracht dat er in Antwerpen een veel hoger percentage van de gebouwenverwarming op gas is dan elders in Vlaanderen, wat aanleiding geeft tot lagere emissies per huishouden dan bijvoorbeeld regio's met meer houtverbranding. De evolutie in de tijd tussen 2015 en 2020 toont hoe de totale emissies voor Vlaanderen evolueren. Deze emissieprognoses worden gespreid volgens hetzelfde patroon als voor het basisjaar.
 - Voor Vlaanderen zijn er volgende wijzigingen voor de emissietotalen tussen 2015 en 2020
 - NO_x: -15%
 - Primair PM₁₀: -6%
 - Primair PM_{2,5}: -12%
 - SO₂ (precursor voor secundair PM): -8%
 - NH₃ (precursor voor secundair PM): -5%
 - In bijlage A zijn de overzichten voor de wijzigende emissies in Vlaanderen opgenomen.
- Voor de Belgische, niet-Vlaamse emissies en de buitenlandse emissies is het detailniveau de SNAP-sectorindeling (opgenomen in bijlage A, 10 sectoren). Dit is minder gedetailleerd dan de Vlaamse VLEM-sectorindeling. Verder is de aanpak gelijkaardig als voor de Vlaamse emissies.
 - In bijlage A zijn de overzichten voor de wijzigende emissies in België en onze buurlanden opgenomen.
- Samenvattend betekent dit dat de impact van alle emissies buiten regio Antwerpen op deze manier via de wijzigende achtergrondconcentraties in rekening worden gebracht. Ook de emissies binnen de Antwerpse regio die niet in hoge resolutie worden gemodelleerd zijn op deze manier in rekening gebracht. Dit zijn dus alle emissies uitgezonderd wegverkeer, scheepvaart en industriële puntbronnen.

HOOFDSTUK 3. RESULTATEN

3.1. EMISSIES VAN WEGVERKEER

Aan de hand van het wegverkeeremissiemodel FASTER zijn voor zowel 2016 als 2020 de uitstoot van de verschillende pollutanten door het wegverkeer berekend. Dit zijn zowel de uitlaatemissies als de niet-uitlaatemissies die bijdragen voor fijn stof. Onderstaande tabel geeft het overzicht van de emissietotalen in 2016 en 2020. Voor 2020 zijn de effecten van de lage-emissiezone (LEZ) in rekening gebracht, inclusief de verstrenging van de toegangsvoorwaarden in 2020.

Tabel 1: Emissies door wegverkeer in stad Antwerpen 2016 en 2020. Emissietotalen binnen de grenzen van stad Antwerpen.

	EC	BC	NO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}
2016 (ton/jaar)	48,9	73,3	758,9	2628,2	190,6	125,3
2020 (ton/jaar)	21,2	31,8	501,5	1695,3	163,3	96,2
Verschil 2020 - 2016 (ton/jaar)	-27,6	-41,5	-257,4	-932,8	-27,4	-29,1
Verschil 2020 – 2016 (%)	-57%	-57%	-34%	-35%	-14%	-23%

De emissie door het wegverkeer in Antwerpen dalen dus nog significant tussen 2016 en 2020. Deze wijzigingen worden veroorzaakt door de volgende evoluties

- Continue vernieuwing van de vloot door introductie van nieuwe, modernere wagens met lagere emissies van pollutanten per gereden kilometer.
- Wijziging in het totale aantal gereden kilometers, namelijk een lichte daling voor personenwagens en bestelwagens met -0.7% en een stijging in zwaar verkeer met +4.8%.
- Introductie van de lage-emissiezone vanaf 2017 en verstrenging van de toegangsvoorwaarden vanaf 2020.

Voor de lage-emissiezone zijn de effecten op de emissies in 2020 becijferd als onderdeel van de haalbaarheidsstudie voor de uitbreiding van de lage-emissiezone. Onderstaande tabel toont dit overzicht, wat een weergave is van het verschil tussen toepassing van de BAU-vloot 2020 en LEZ-vloot 2020 voor de afbakening van de LEZ. Aangezien de LEZ-zone ruimtelijk veel beperkter is dan de volledige stad Antwerpen, zijn de emissiedalingen slechts een beperkt deel van de totale emissiedalingen tussen 2016 en 2020. De LEZ zorgt echter wel voor emissie- en concentratiedalingen in de zone met een erg hoge bevolkingsdichtheid, waardoor de effecten naar blootstelling groter zijn dan een rechtstreekse vergelijking van beide tabellen toont.

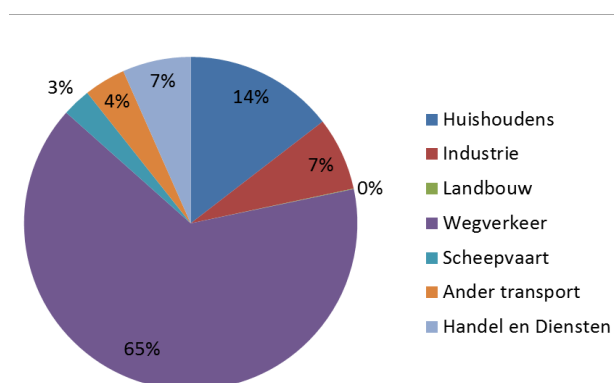
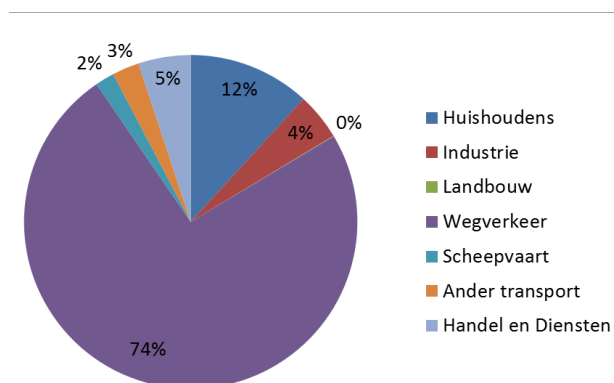
Tabel 2: Verschillen in emissies door introductie van de Antwerpse LEZ voor 2020. Bron: Haalbaarheidsstudie Uitbreiding Antwerpse LEZ (2018).

	EC	BC	NO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}
Vershil introductie LEZ 2020 (ton/jaar)	-2,0	-3,0	-14,0	-40,9	-2,0	-2,0
Vershil introductie LEZ 2020 (%)	-50%	-50%	-20%	-20%	-10%	-14%

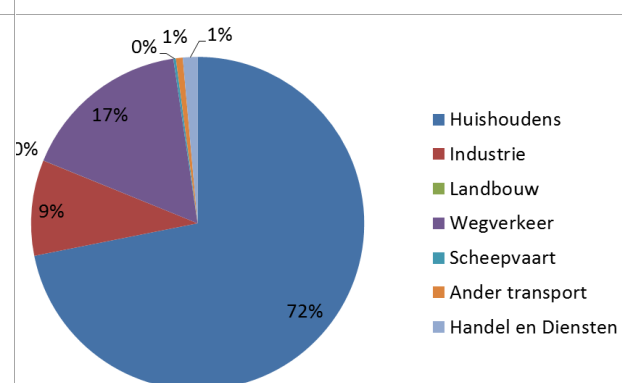
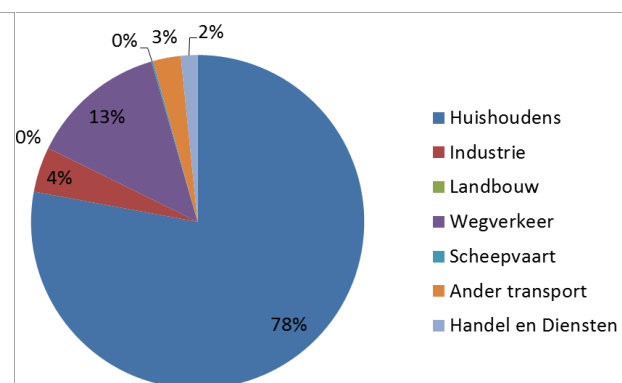
3.1.1. BIJDRAGES WEGVERKEER TOT EMISSIE-TOTALEN REGIO ANTWERPEN

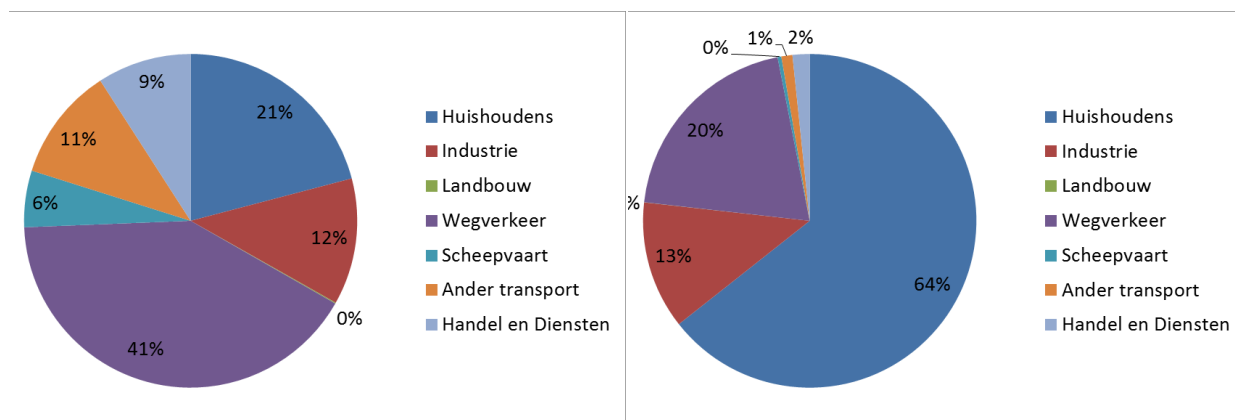
De emissiedalingen tussen 2016 en 2020 vertalen zich naar dalingen van de pollutantconcentraties. Naast wegverkeer spelen ook de andere sectoren en de niet-Antwerpse emissies een rol in hoe sterk de concentraties dalen tussen 2016 en 2020. In het kader van de IMMI3-studie is een overzicht gemaakt van de emissietotalen in de agglomeratie Antwerpen. Dit toont dat wegverkeer de belangrijkste sector is voor NO_x-emissies maar slechts beperkt bijdraagt tot de PM₁₀-emissies. Voor rechtstreekse uitstoot van fijn stof zijn de huishoudens de belangrijkste sector door gebouwverwarming. Daarnaast draagt voor fijn stof ook nog de vorming van fijn stof uit precursoren als ammoniak, stikstofoxides en zwaveloxides bij.

Agglomeratie Antwerpen NO_x (2012, 2020, 2030)



PM₁₀ (2012, 2020, 2030)



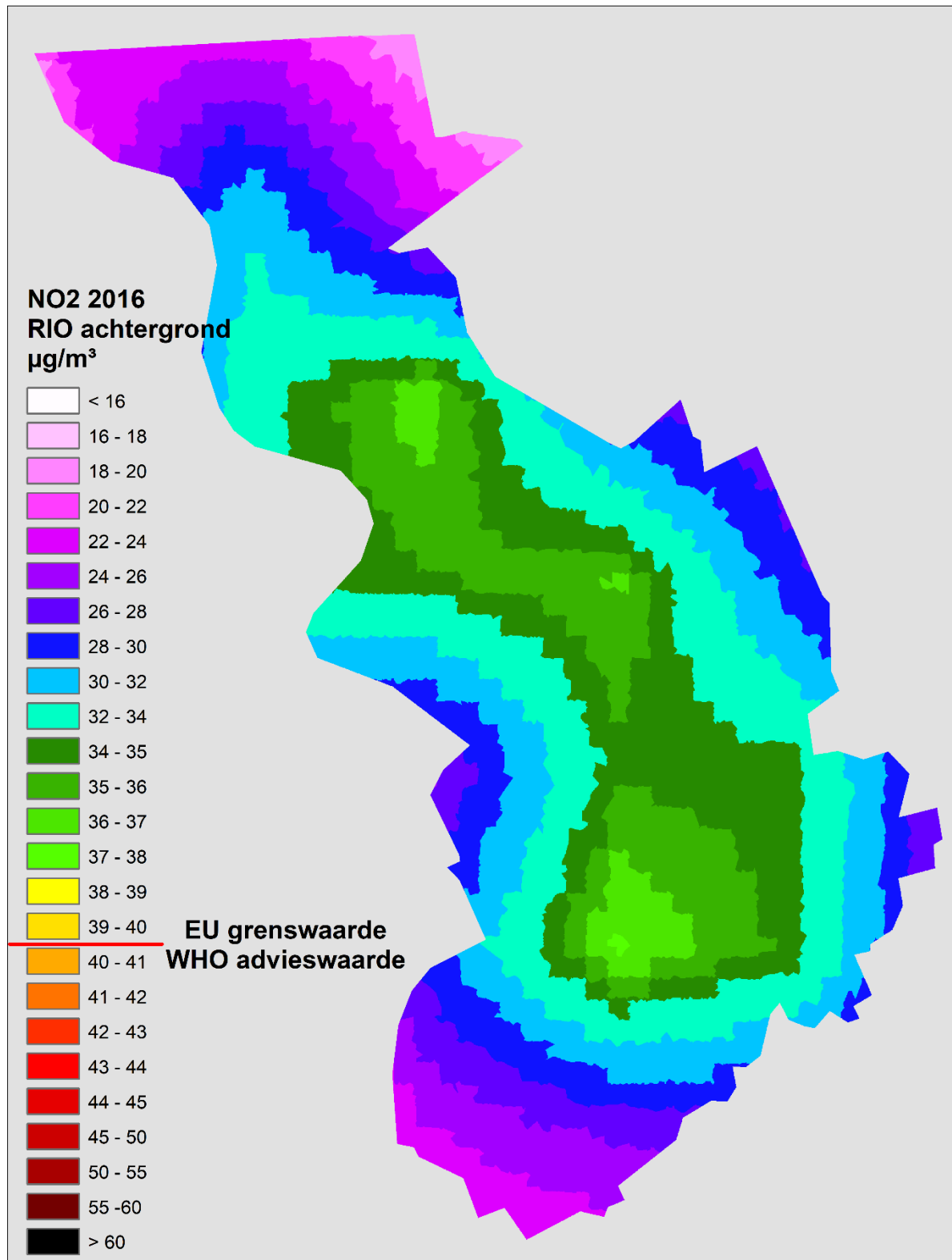


Figuur 5 : Relatieve aandelen van de Vlaamse NO_x-emissies (links) en de Vlaamse primaire PM₁₀-emissies (rechts) per sector in 2012 (boven), 2020 (midden) en 2030 (onder) voor de luchtkwaliteitszone BEF02A 'Agglomeratie Antwerpen' (de districten Antwerpen, Berchem, Borgerhout, Deurne, Hoboken, Ekeren, Merksem en Wilrijk en de gemeenten Edegem, Mortsels, Borsbeek, Wommelgem, Wijnegem en Schoten). Bron: IMMI3-studie.

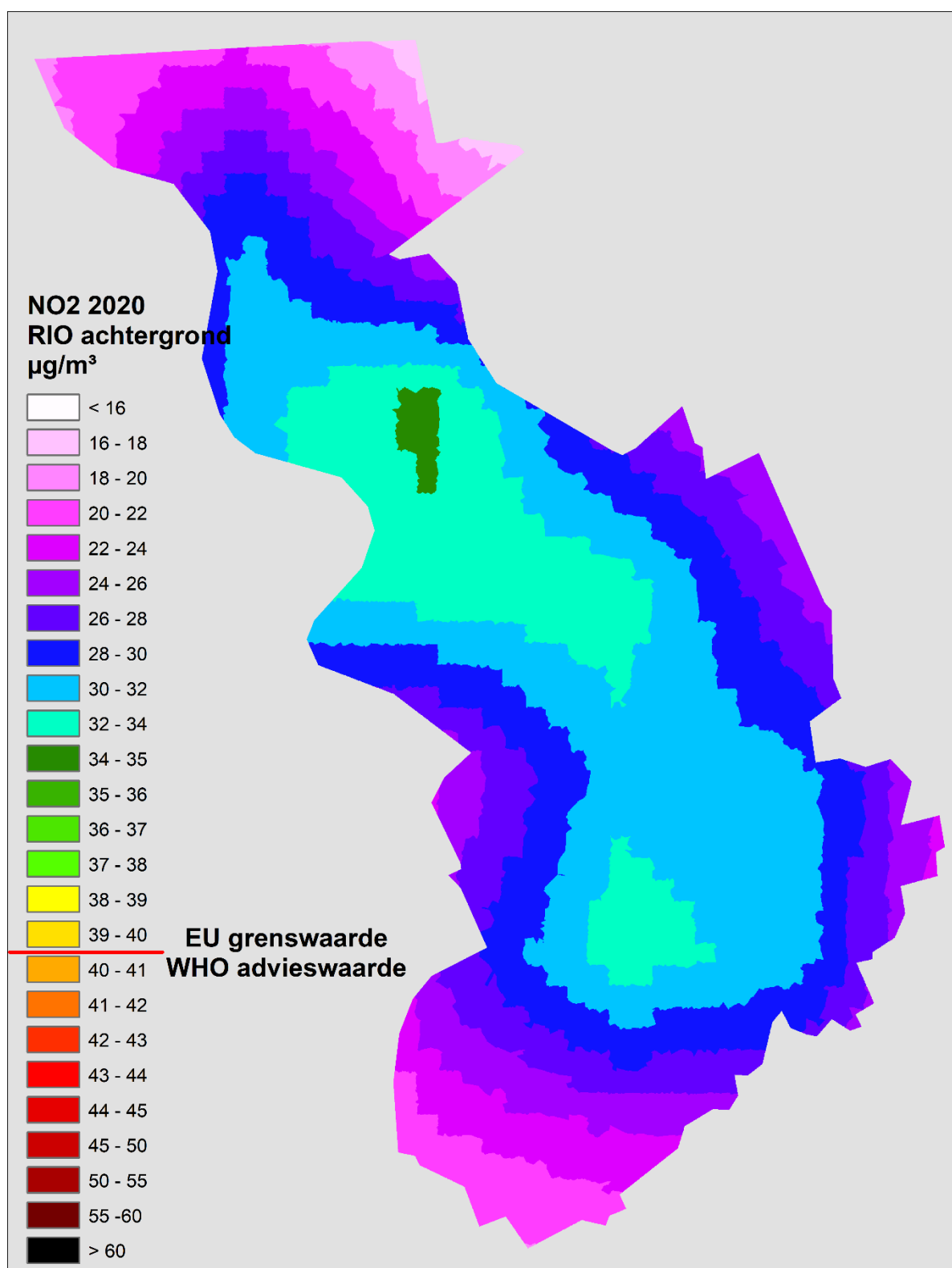
3.2. STIKSTOFDIOXIDE

3.2.1. ACHTERGRONDCONCENTRATIES NO₂

Op basis van de methodologie beschreven in hoofdstuk 2 zijn de achtergrondconcentraties voor NO₂ herschaald van 2016 naar 2020. Dit geeft onderstaande resultaten, met een daling van de stedelijke achtergrondconcentraties in het stadspark van 35,7 µg/m³ jaargemiddeld in 2016 naar 31,9 µg/m³ jaargemiddeld in 2020. Deze dalingen worden verklaard door dalingen in zowel de Antwerpse, Vlaamse, Belgische als Europese emissies.



Figuur 6: NO₂ regionale achtergrondconcentraties voor 2016 (RIO). Eenheden: µg/m³.



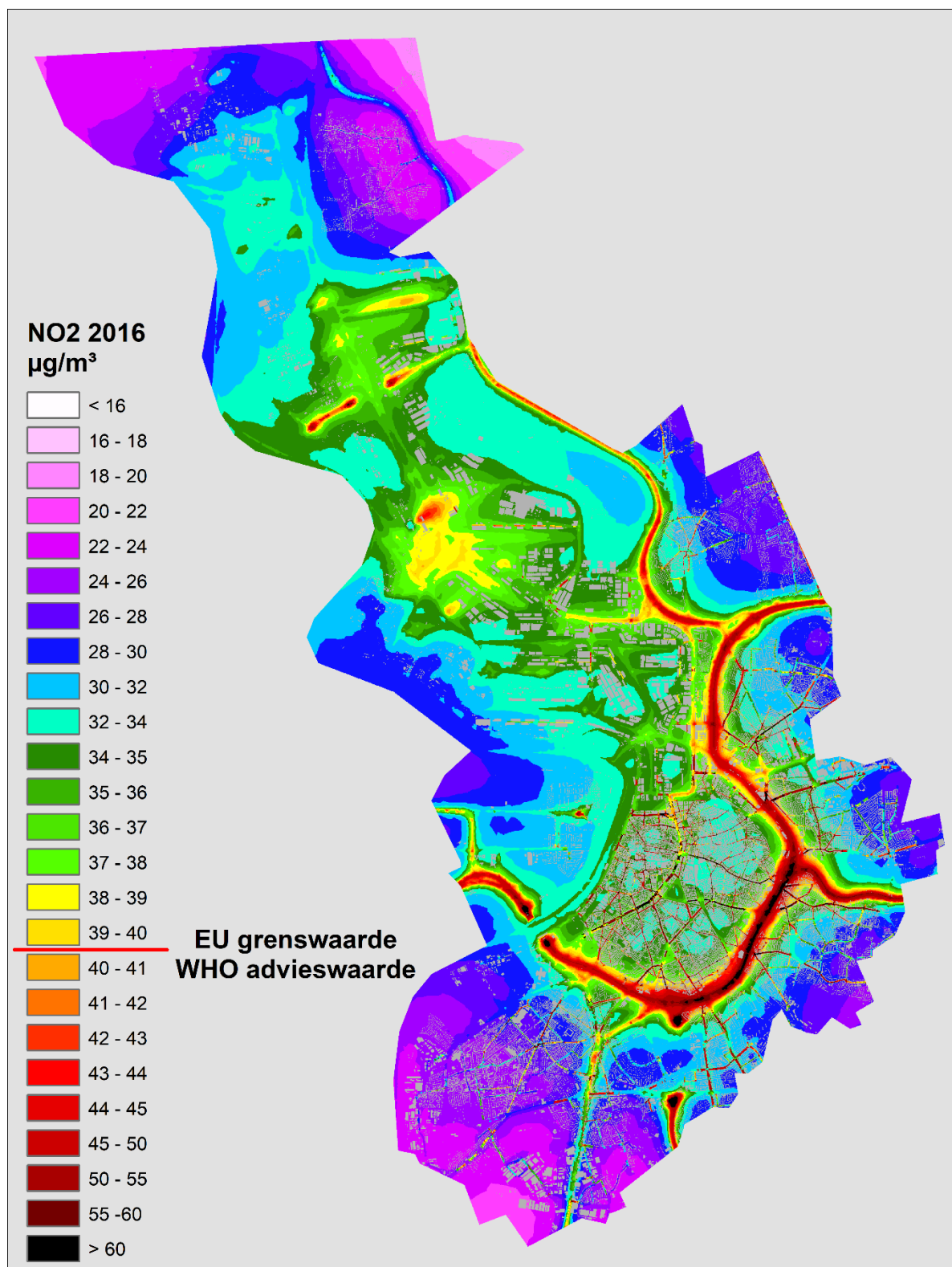
Figuur 7: NO₂ regionale achtergrondconcentraties voor 2020 (RIO 2016 herschaald aan de hand van IMMI3 resultaten AURORA). Eenheden: µg/m³.

3.2.2. NO₂ CONCENTRATIEKAARTEN 2016 EN 2020

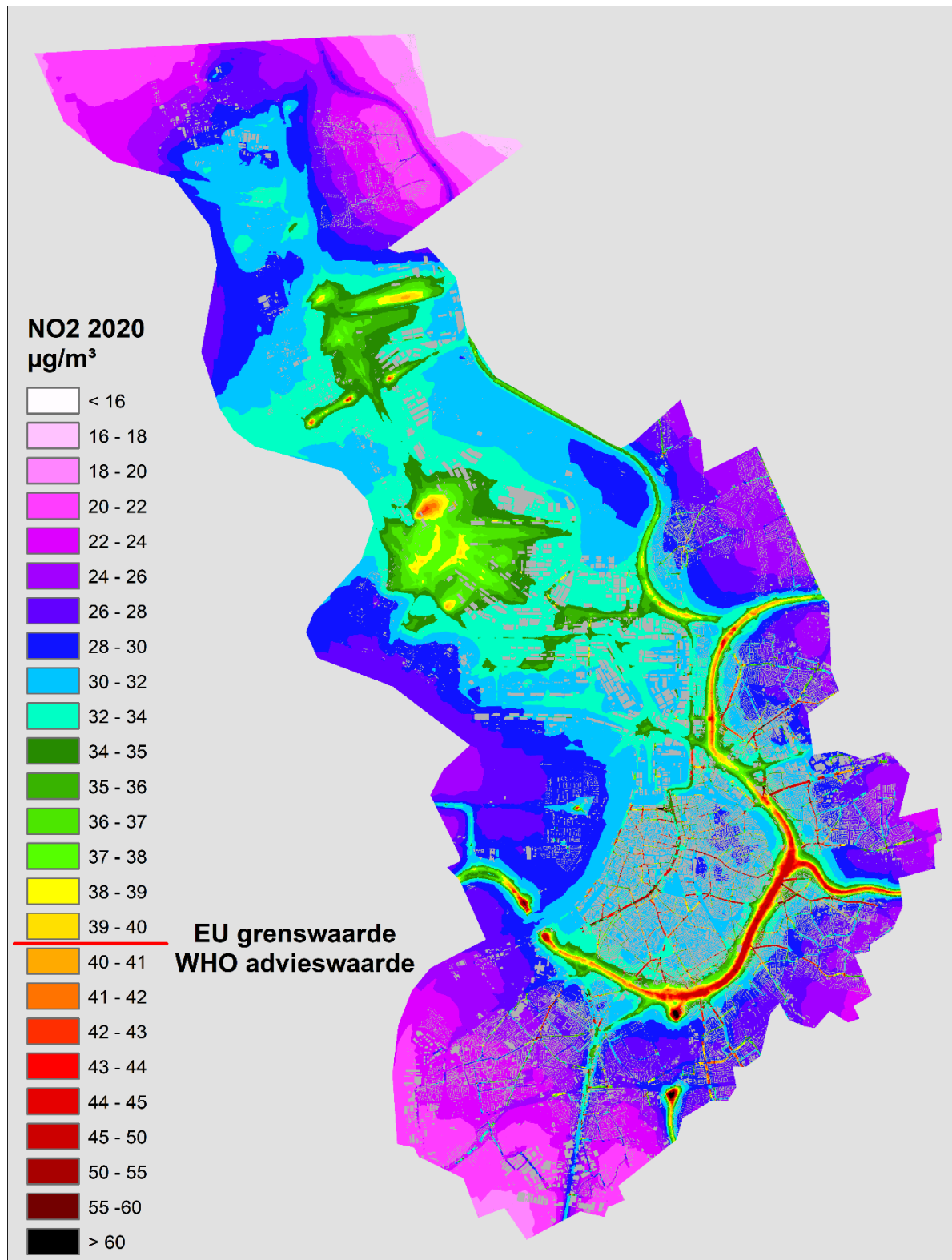
De ATMO-Street modelketen combineert in hoge resolutie de regionale achtergrondconcentraties met bijdrages van wegverkeer, scheepvaart en industriële puntbronnen, inclusief dubbeltellingscorrecties. Onderstaande figuren tonen de berekende jaargemiddelde concentraties aan NO₂ in 2016 en 2020.

De vergelijking van de resultaten voor beide jaren toont dat er nog een sterke evolutie van de concentraties is tussen 2016 en 2020. Op stedelijke achtergrondlocaties in het centrum bedraagt de daling 3 à 4 µg/m³. In de drukste street canyons en rondom het snelwegennetwerk lopen de dalingen op tot meer dan 10 µg/m³. In de haven en aan de rand van de stad bedragen de verbeteringen nog 1 à 2 µg/m³.

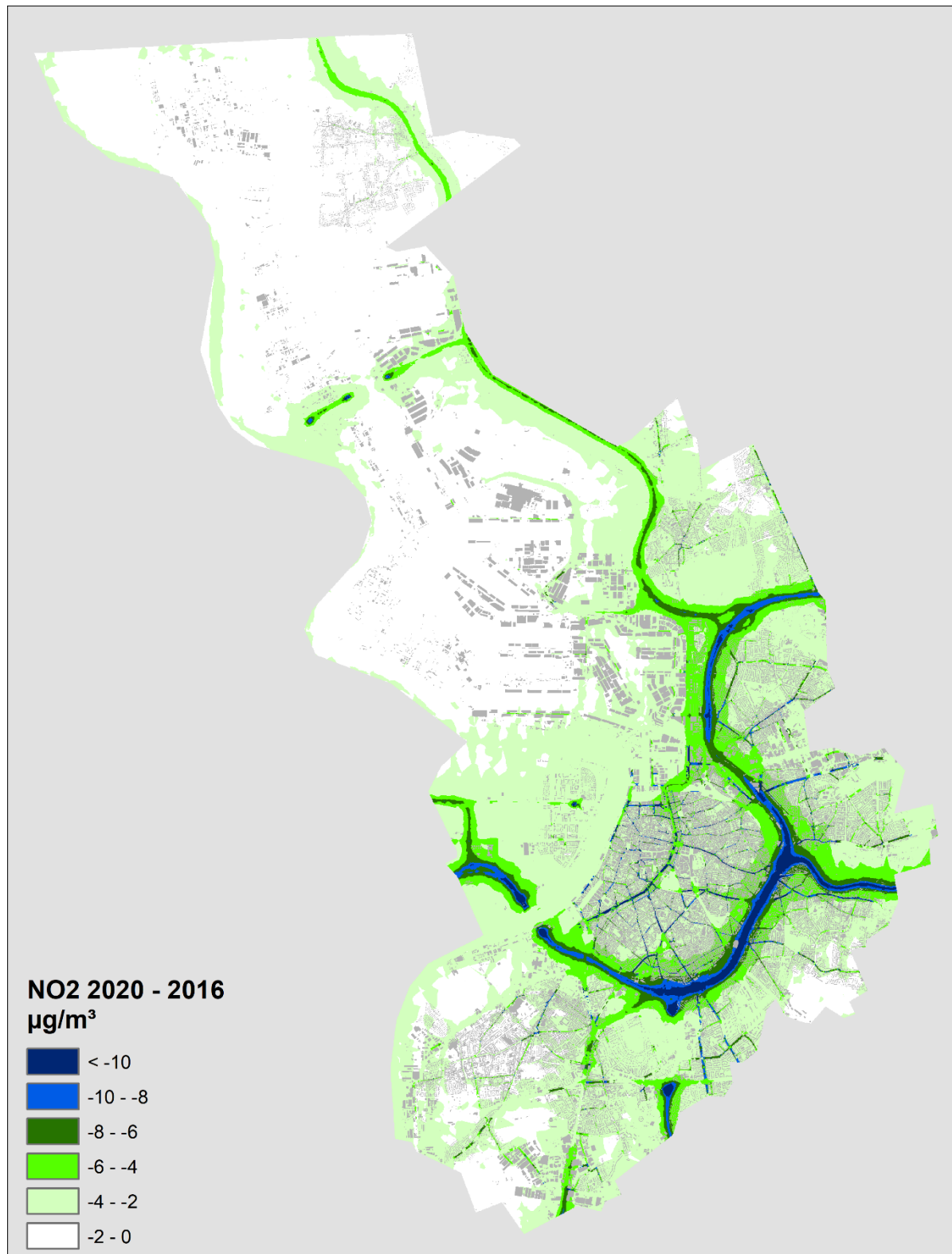
De verbeteringen tussen 2016 en 2020 betekenen ook dat het aantal locaties waar de Europese grenswaarde voor jaargemiddelde NO₂-concentraties nog wordt overschreven sterk afneemt. Slechts een smalle zone rondom het snelwegenwerk met een breedte van ongeveer 150 à 200 m ter hoogte van de R1 nabij Zurenborg wordt nog ingeschat als overschrijding van de norm. Daarnaast blijven er wel nog behoorlijk wat street canyons in de dichtbebouwde zones waar overschrijdingen van de jaarnorm in 2020 verwacht kunnen worden.



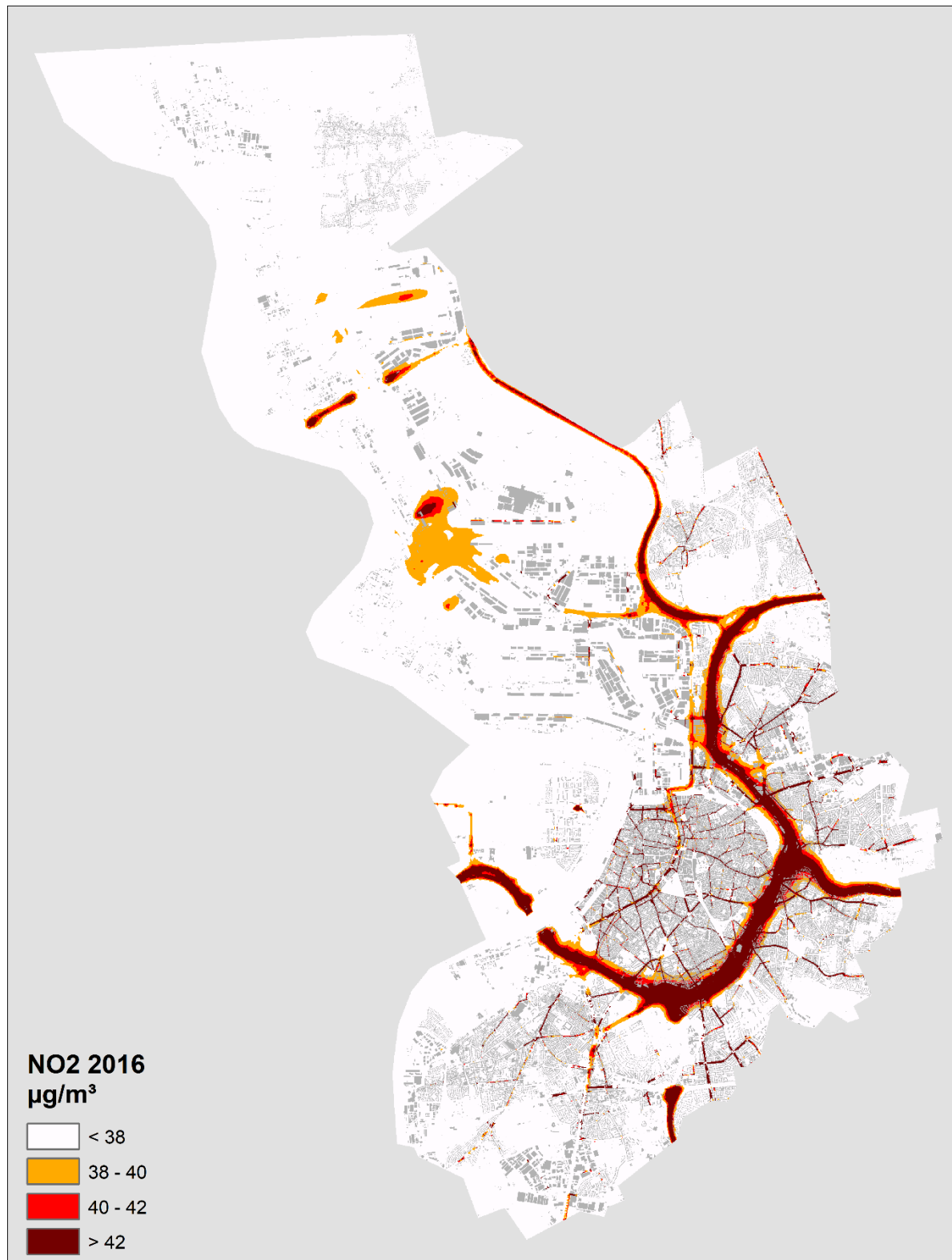
Figuur 8: Jaargemiddelde NO₂-concentraties te Antwerpen in het jaar 2016. Eenheden: µg/m³.



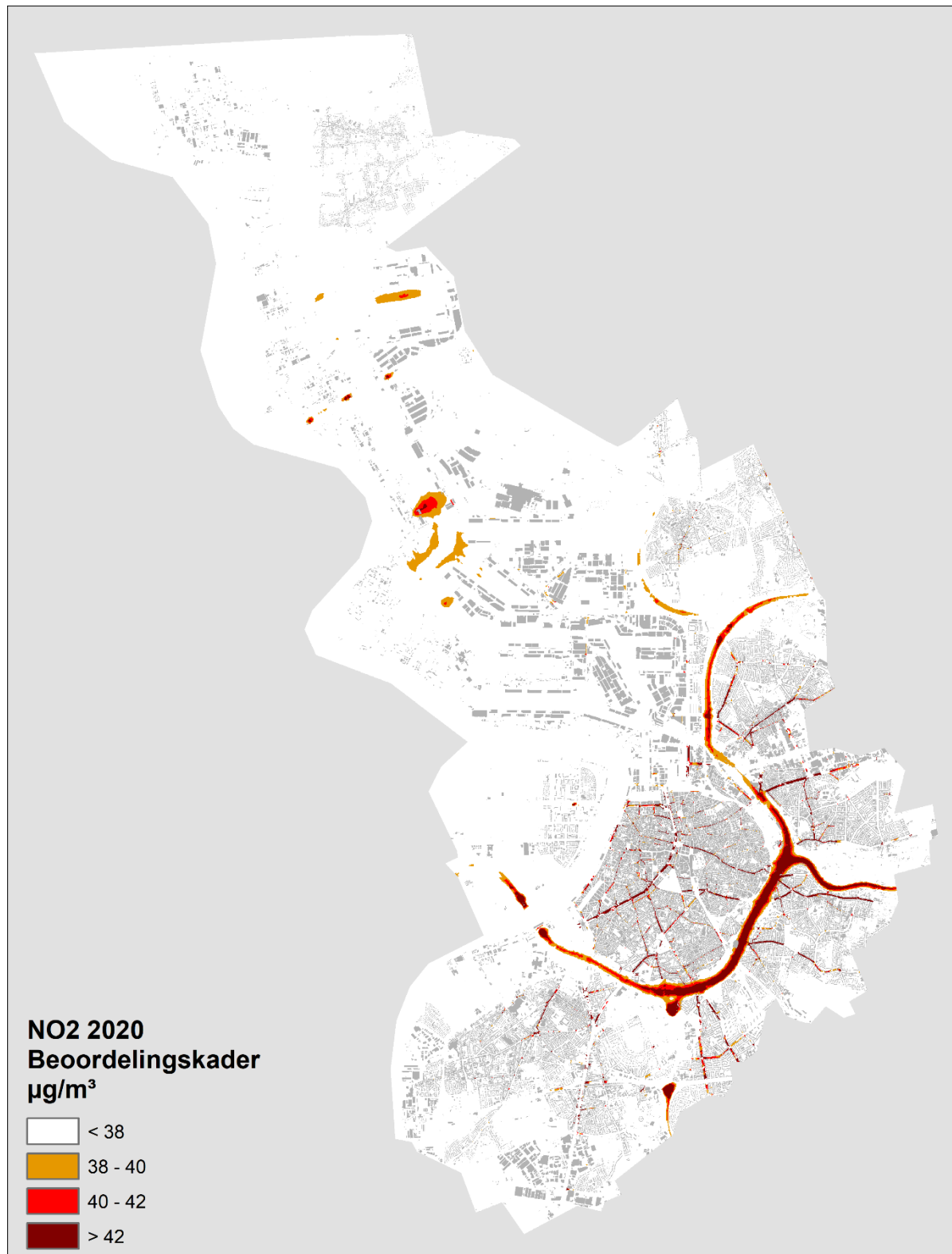
Figuur 9: Jaargemiddelde NO₂-concentraties te Antwerpen in het jaar 2020. Eenheden: µg/m³.



Figuur 10: Daling in jaargemiddelde NO₂-concentraties te Antwerpen tussen 2016 en 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).



Figuur 11: Jaargemiddelde NO₂-concentraties te Antwerpen in het jaar 2016 met legende volgens beoordelingskader luchtkwaliteit voor scholen en kinderdagverblijven van de stad Antwerpen. Eenheden: µg/m³.

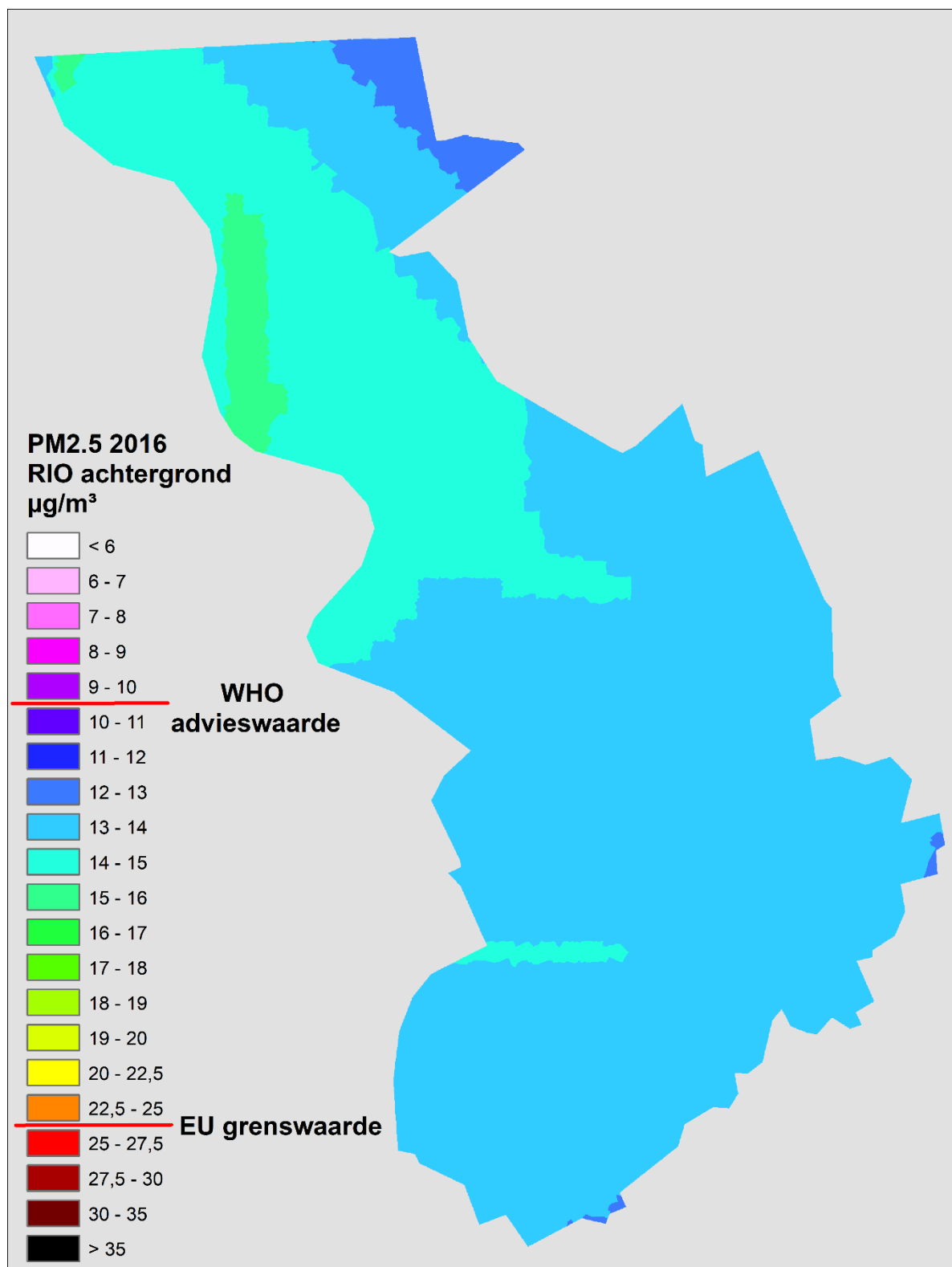


Figuur 12: Jaargemiddelde NO₂-concentraties te Antwerpen in het jaar 2020 met legende volgens beoordelingskader luchtkwaliteit voor scholen en kinderdagverblijven van de stad Antwerpen. Eenheden: µg/m³.

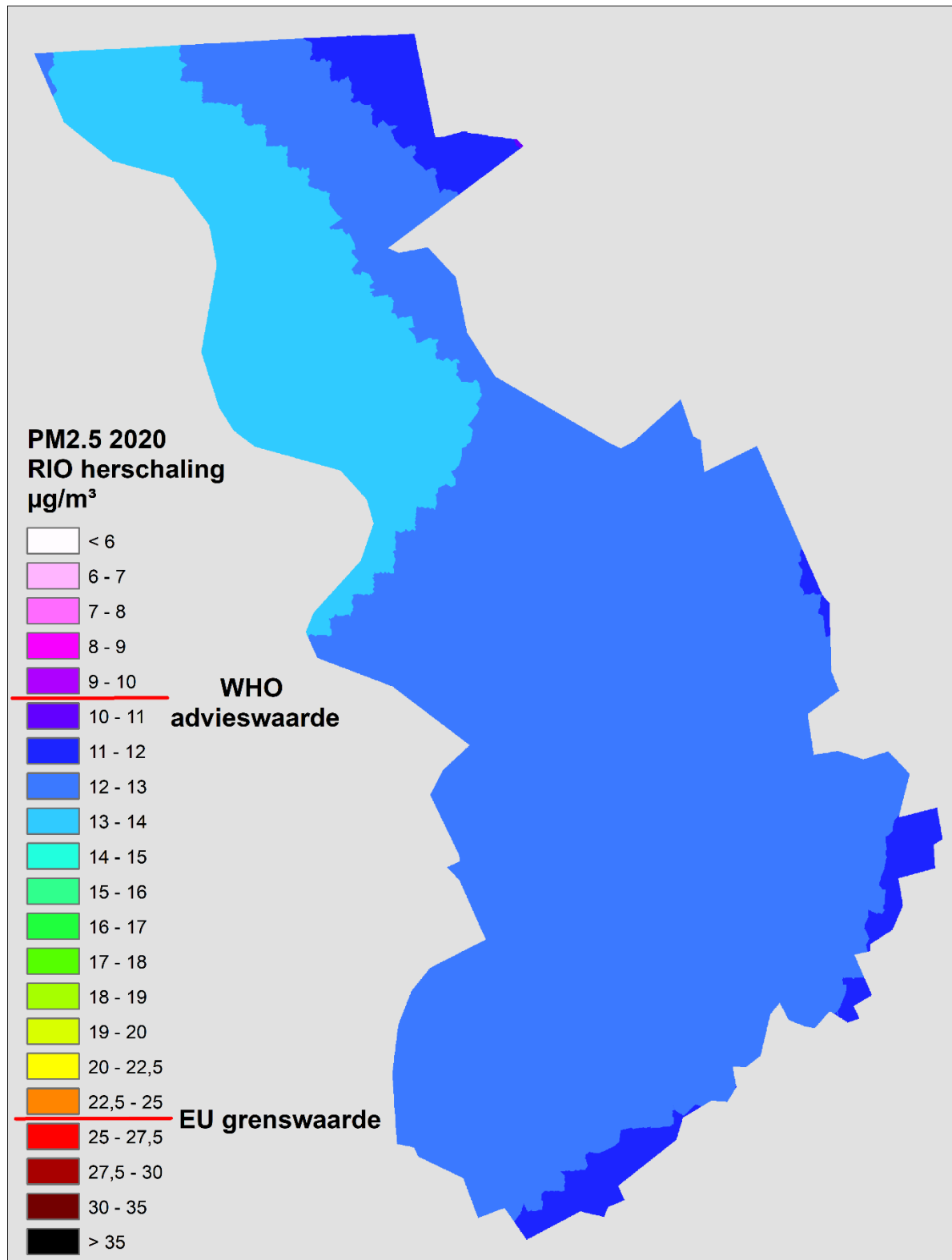
3.3. FIJN STOF MET EEN DIAMETER KLEINER DAN 2.5 μM

3.3.1. ACHTERGRONDCONCENTRATIES PM_{2.5}

Op basis van de methodologie beschreven in hoofdstuk 2 zijn de achtergrondconcentraties voor PM_{2.5} herschaald van 2016 naar 2020. Dit geeft onderstaande resultaten, met een daling van de stedelijke achtergrondconcentraties in het stadspark van 13,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ jaargemiddeld in 2016 naar 12,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ jaargemiddeld in 2020. Deze dalingen worden verklaard door dalingen in zowel de Antwerpse, Vlaamse, Belgische als Europese emissies.



Figuur 13: PM_{2,5} regionale achtergrondconcentraties voor 2016 (RIO). Eenheden: µg/m³.



Figuur 14: $\text{PM}_{2.5}$ regionale achtergrondconcentraties voor 2020 (RIO 2016 herschaald aan de hand van IMMI3 resultaten AURORA). Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

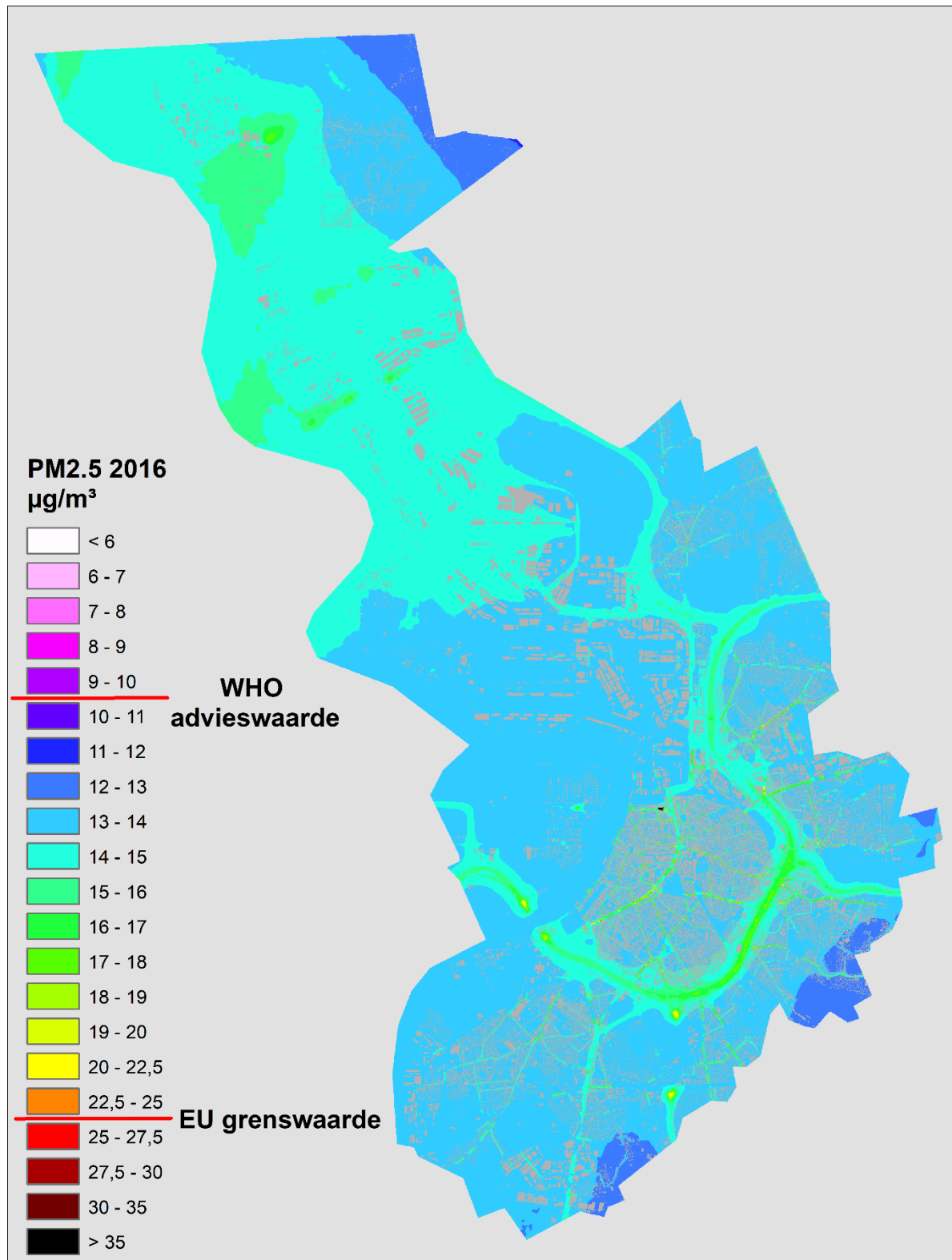
3.3.2. PM_{2,5} CONCENTRATIEKAARTEN 2016 EN 2020

De ATMO-Street modelketen combineert in hoge resolutie de regionale achtergrondconcentraties met bijdrages van wegverkeer, scheepvaart en industriële puntbronnen, inclusief dubbeltellingscorrecties. Onderstaande figuren tonen de berekende jaargemiddelde concentraties aan PM_{2,5} in 2016 en 2020.

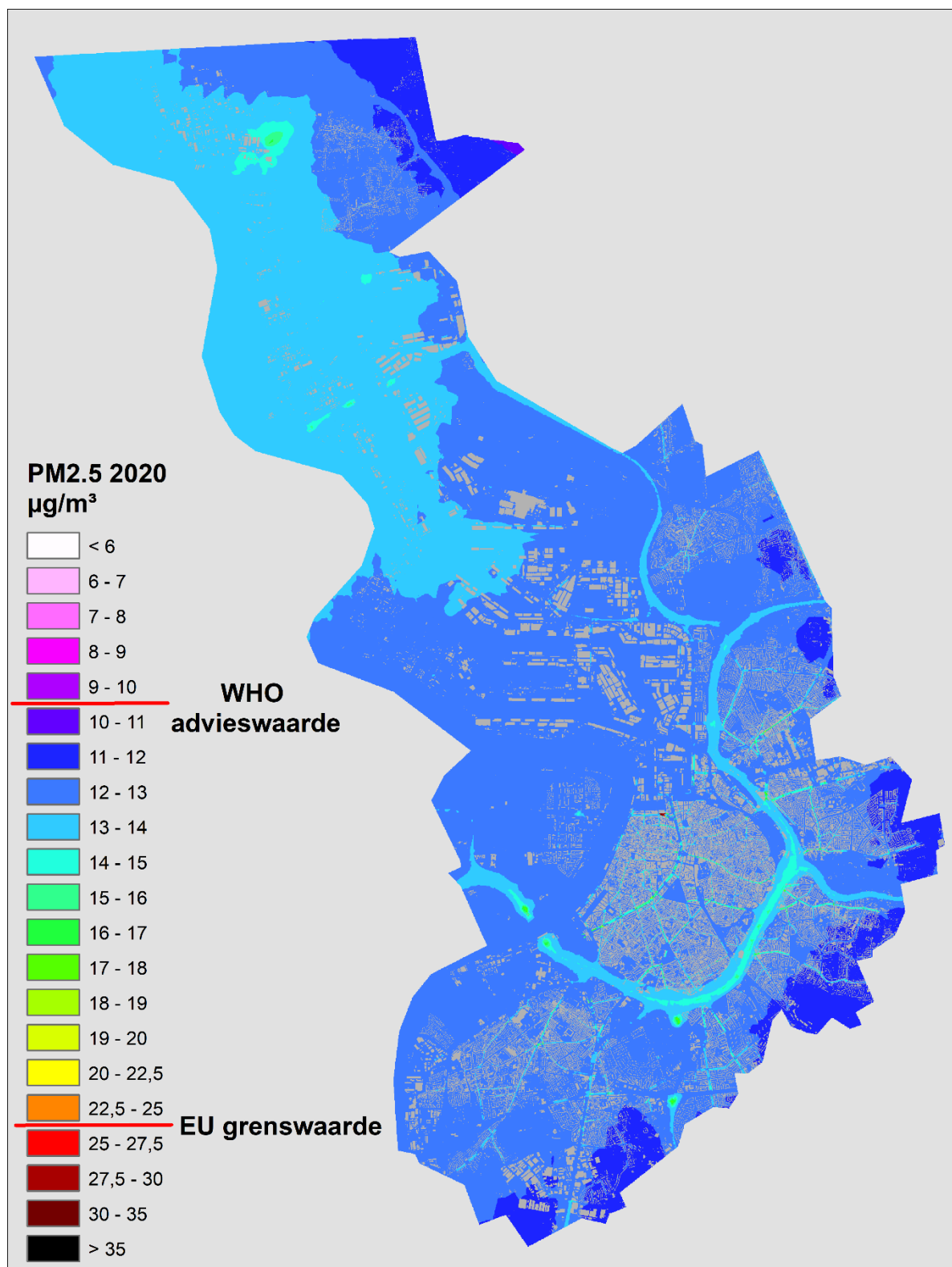
De vergelijking van de resultaten voor beide jaren toont dat er nog een evolutie van de concentraties is tussen 2016 en 2020. Op achtergrondlocaties in de volledige stad en haven bedraagt de daling ongeveer 1 à 1,5 µg/m³. In de drukste street canyons en rondom het snelwegennetwerk lopen de dalingen op tot 2 à 3 µg/m³. Aan tunnelmonden is dit meer dan 4 µg/m³.

Zowel in 2016 als in 2020 blijven de concentraties in Antwerpen op alle locaties onder de Europese grenswaarde voor jaargemiddelde concentraties van 25µg/m³. Enige uitzondering vormt de tunnelmond van de Waaslandtunnel op rechteroever. Dit is een tunnel met een behoorlijke afstand waarvan de emissies aan de tunnelmond deels in een street canyon worden vastgehouden wat tot een erg lokale hotspot leidt.

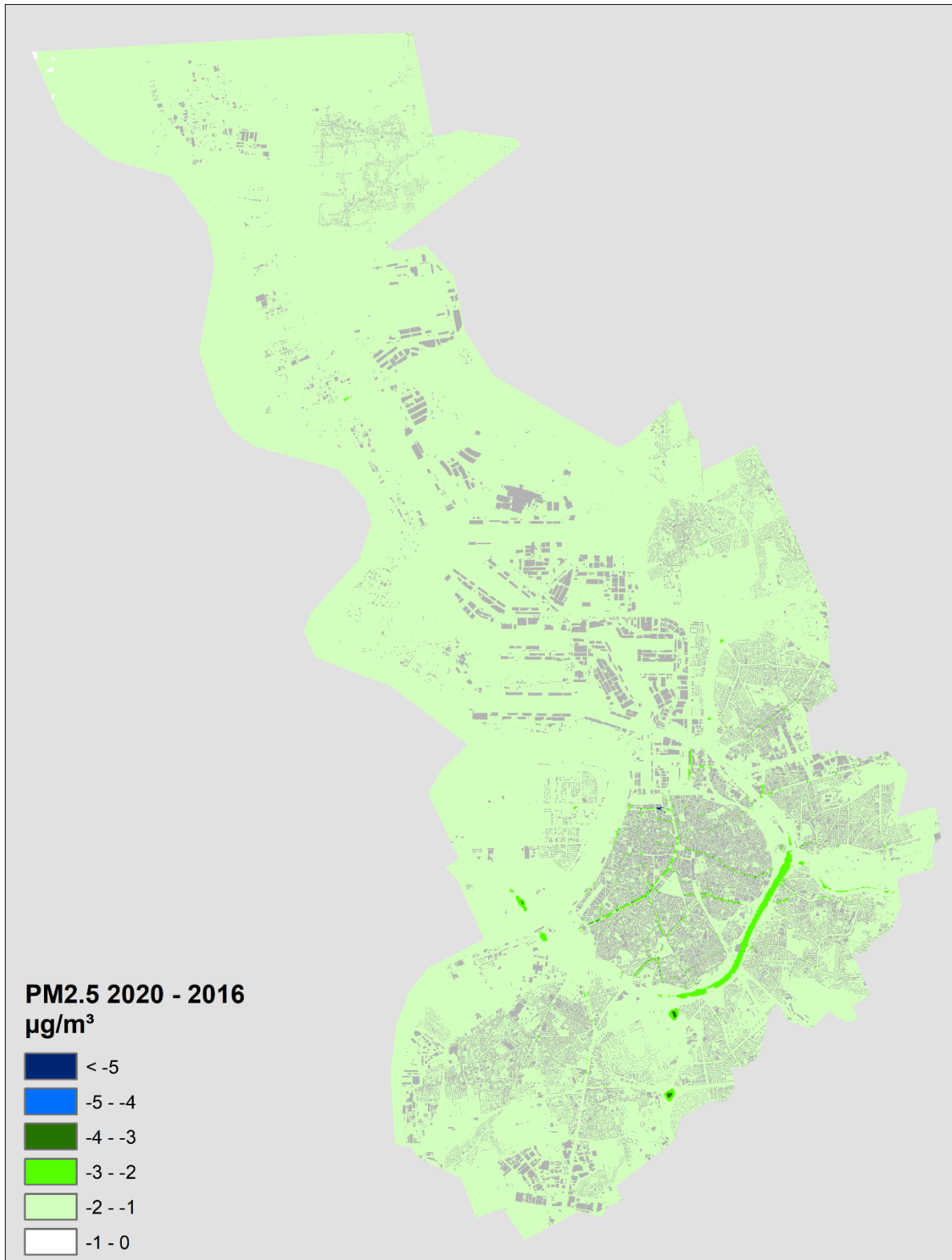
De achtergrondconcentraties in Antwerpen dalen van 13 à 14 µg/m³ in 2016 naar 12 à 13 µg/m³ in 2020. De WHO-advieswaarde voor jaargemiddelde concentraties van 10 µg/m³ wordt nog niet bereikt in 2020.



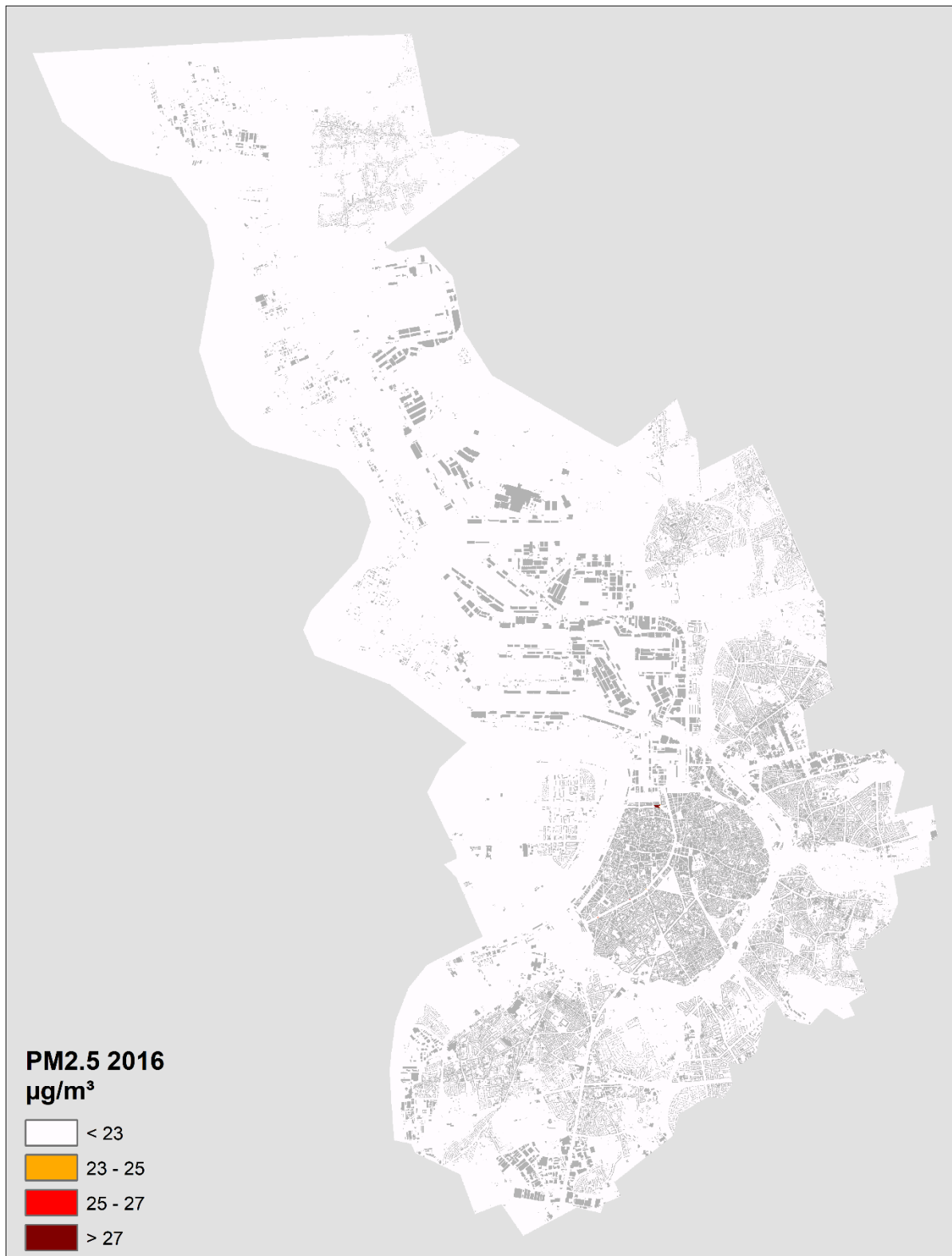
Figuur 15: Jaargemiddelde $PM_{2,5}$ -concentraties te Antwerpen in het jaar 2016. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



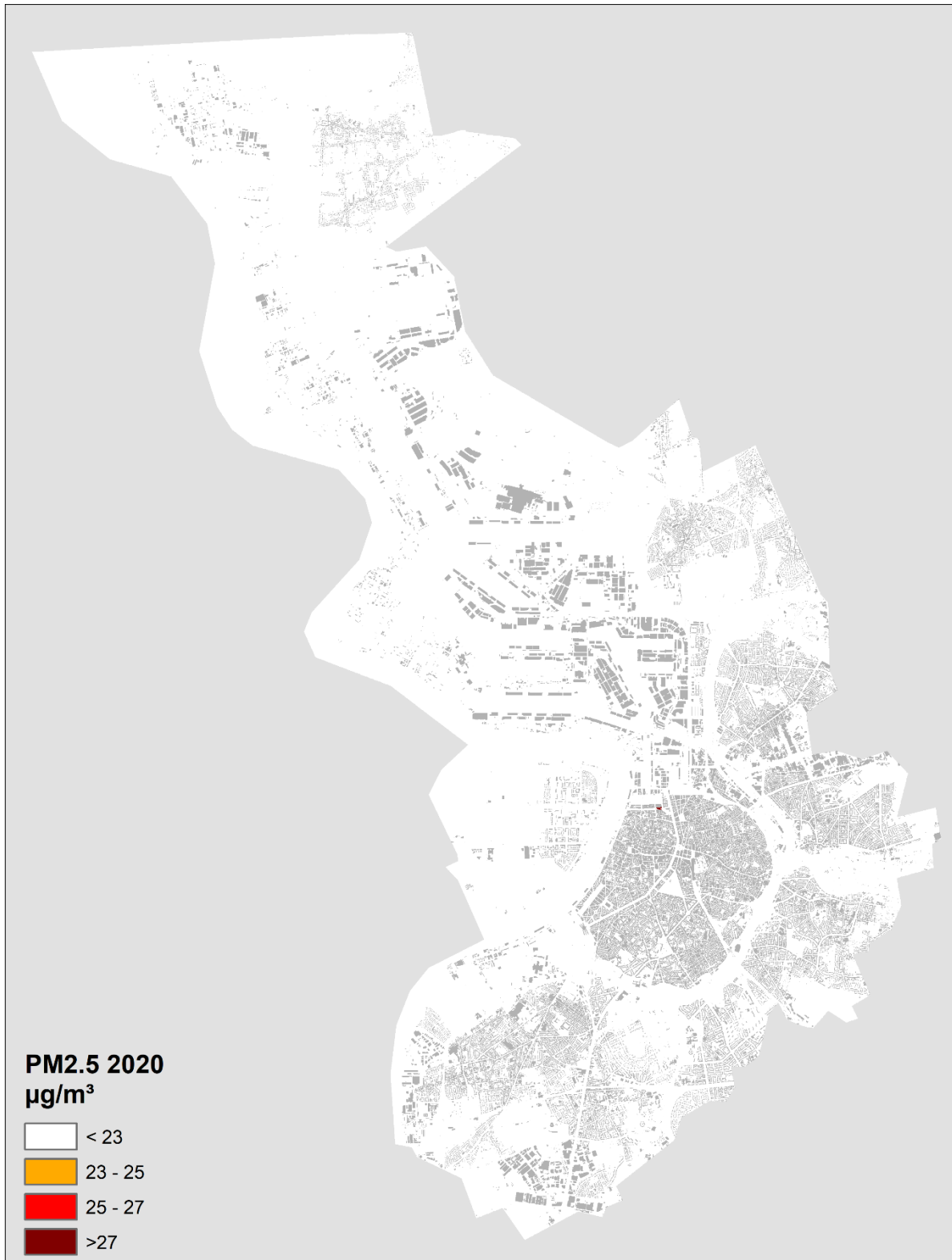
Figuur 16: Jaargemiddelde PM_{2.5}-concentraties te Antwerpen in het jaar 2020. Eenheden: µg/m³.



Figuur 17: Daling in jaargemiddelde PM_{2.5}-concentraties te Antwerpen tussen 2016 en 2020 (µg/m³).



Figuur 18: Jaargemiddelde PM_{2.5}-concentraties te Antwerpen in het jaar 2016 met legende aangepast om overschrijdingen van de Europese grenswaarde van 25 µg/m³ in beeld te brengen. Eenheden: µg/m³.

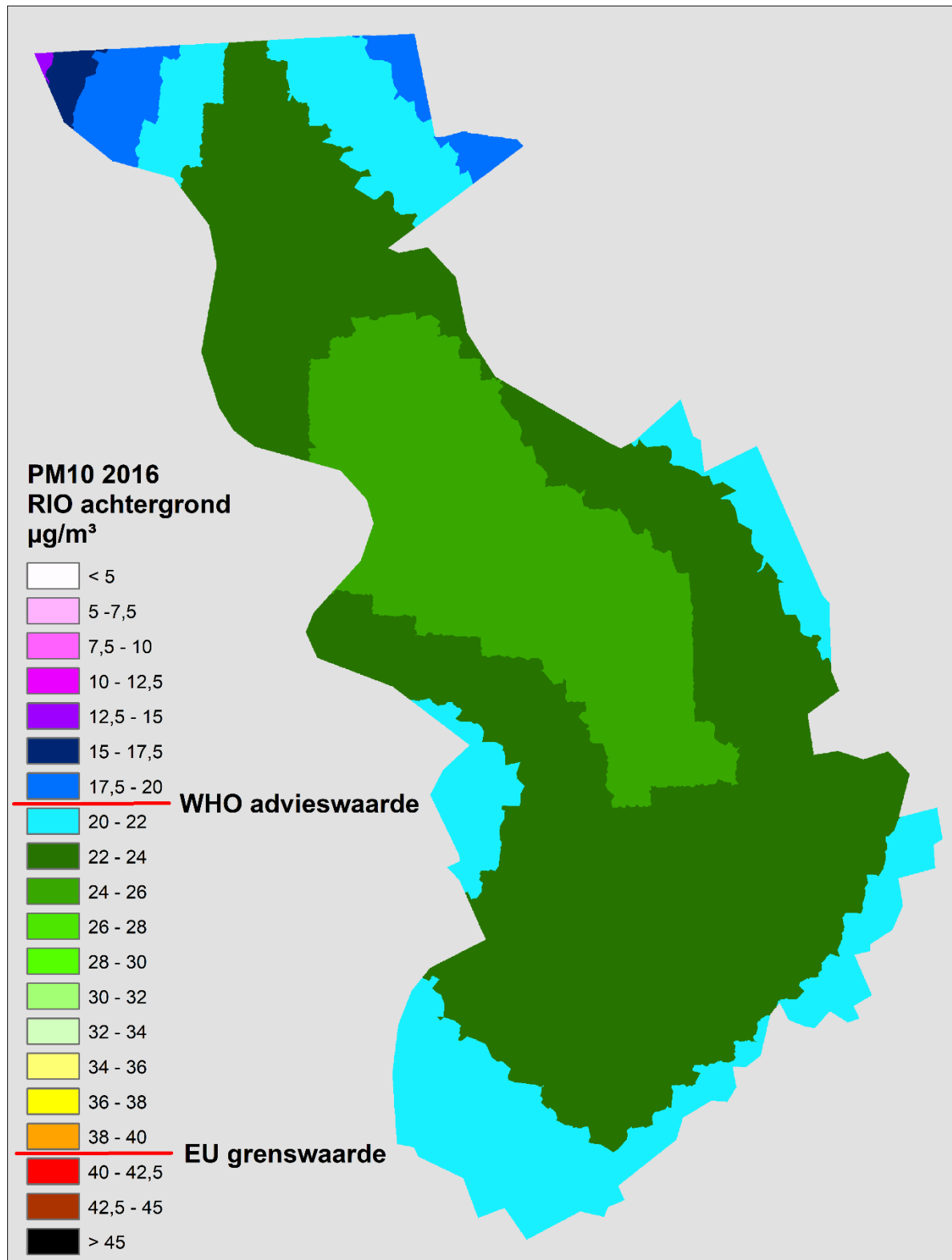


Figuur 19: Jaargemiddelde PM_{2.5}-concentraties te Antwerpen in het jaar 2020 met legende aangepast om overschrijdingen van de Europese grenswaarde van 25 µg/m³ in beeld te brengen. Eenheden: µg/m³.

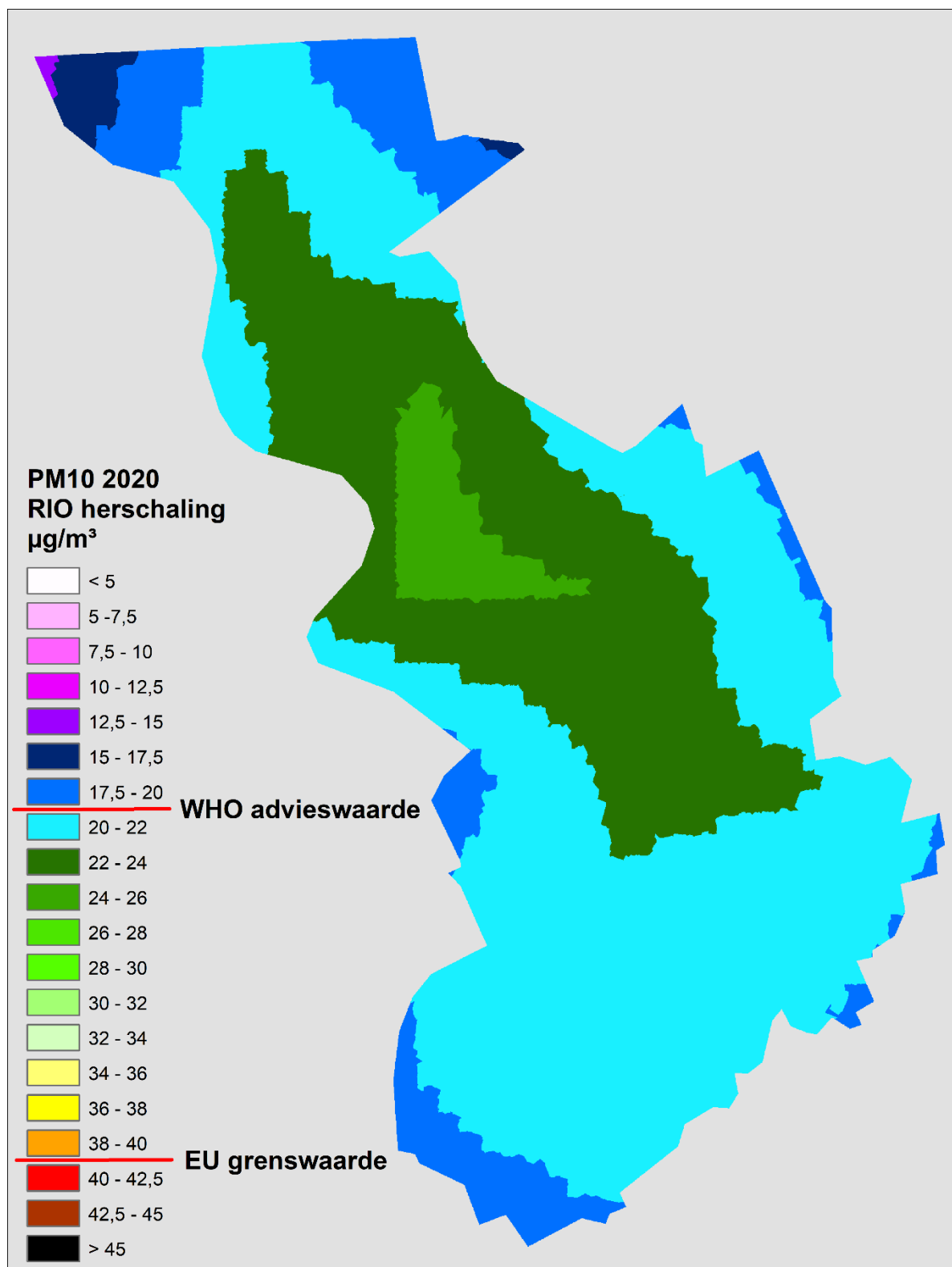
3.4. FIJN STOF MET EEN DIAMETER KLEINER DAN 10 μM

3.4.1. ACHTERGRONDCONCENTRATIES PM_{10}

Op basis van de methodologie beschreven in hoofdstuk 2 zijn de achtergrondconcentraties voor PM_{10} herschaald van 2016 naar 2020. Dit geeft onderstaande resultaten, met een daling van de stedelijke achtergrondconcentraties in het stadspark van 23,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ jaargemiddeld in 2016 naar 21,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ jaargemiddeld in 2020.



Figuur 20: PM₁₀ regionale achtergrondconcentraties voor 2016 (RIO). Eenheden: µg/m³.



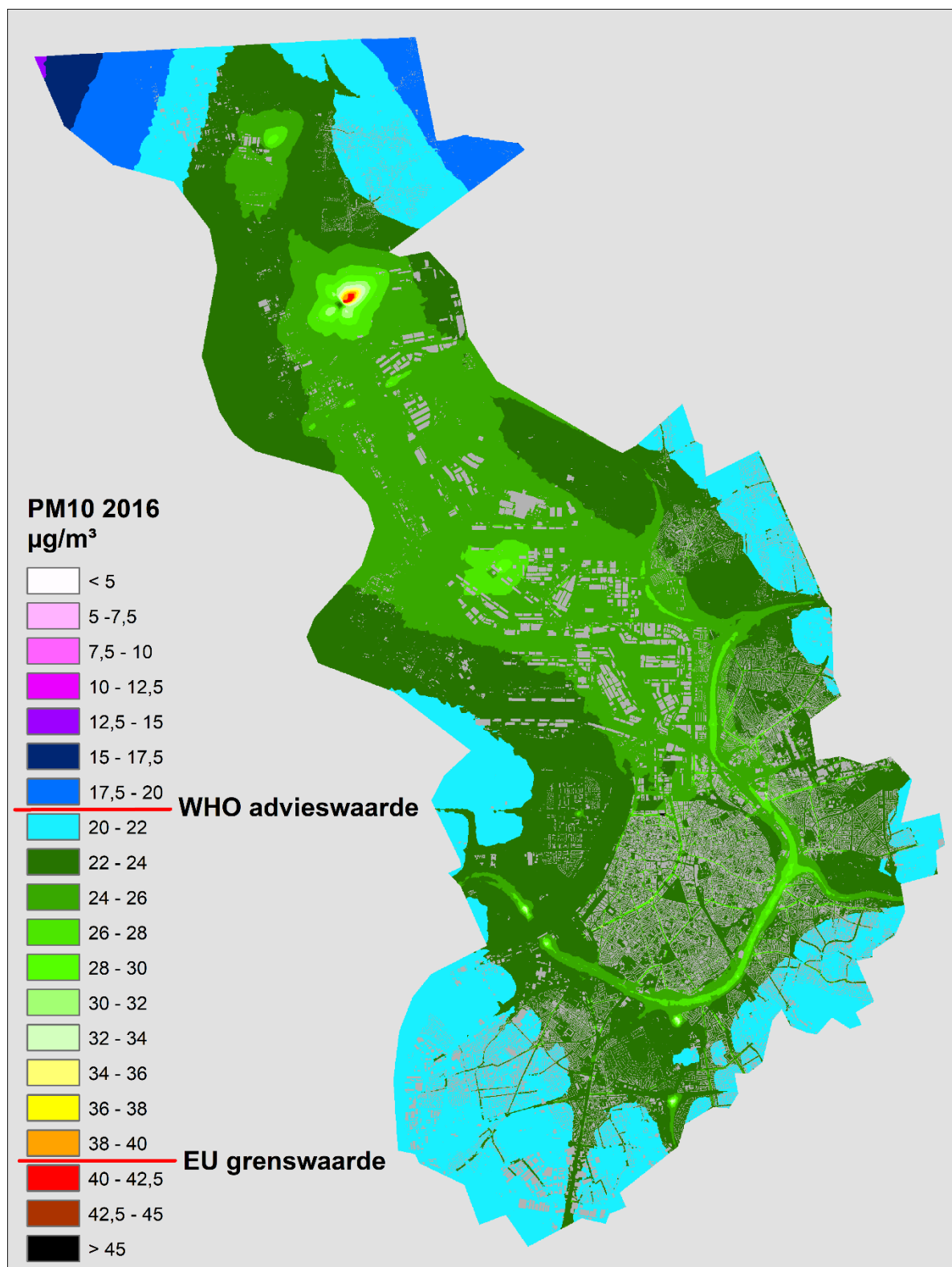
Figuur 21: PM₁₀ regionale achtergrondconcentraties voor 2020 (RIO 2016 herschaald aan de hand van IMMI3 resultaten AURORA). Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.4.2. PM₁₀ CONCENTRATIEKAARTEN 2016 EN 2020

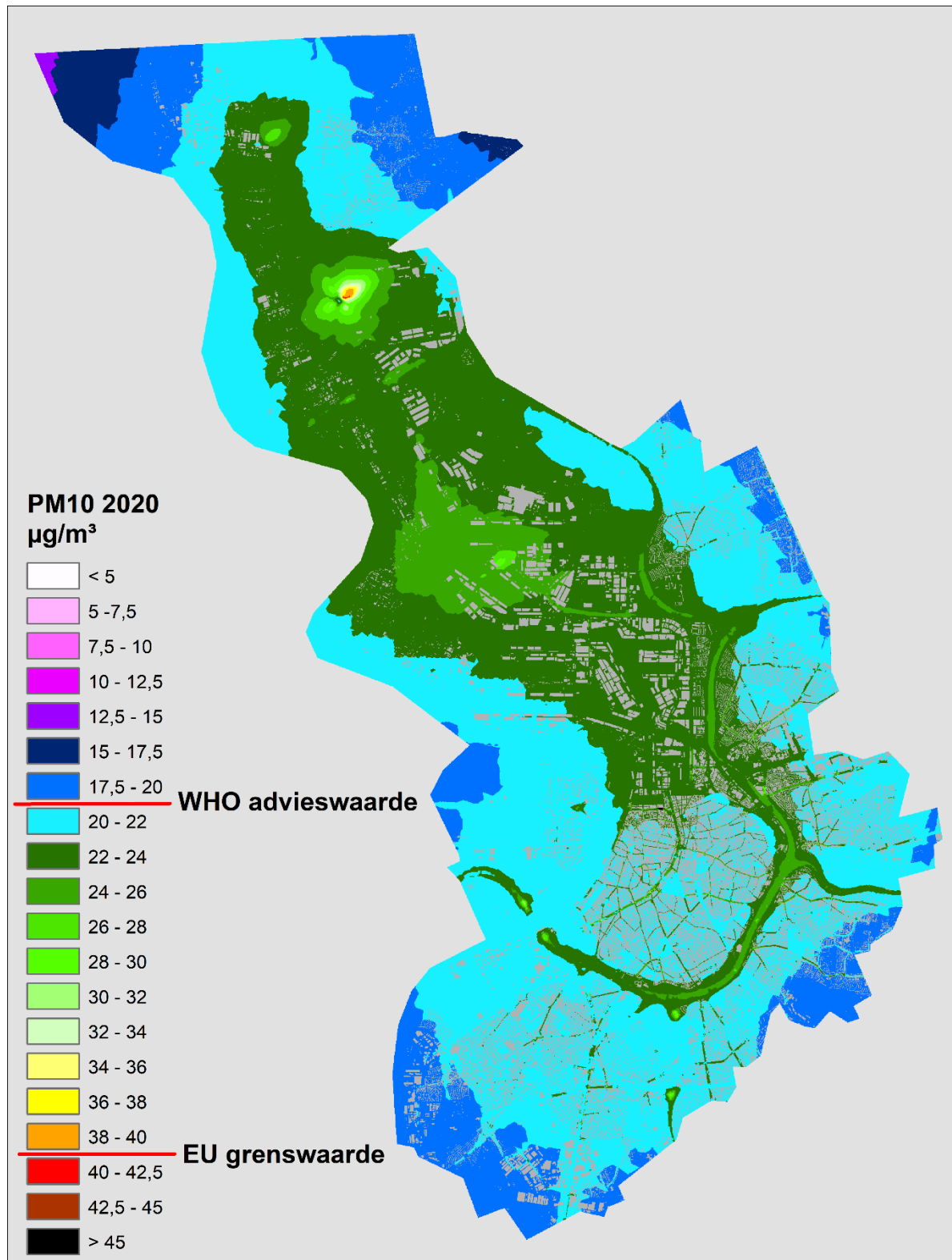
De ATMO-Street modelketen combineert in hoge resolutie de regionale achtergrondconcentraties met bijdrages van wegverkeer, scheepvaart en industriële puntbronnen, inclusief dubbeltellingscorrecties. Onderstaande figuren tonen de berekende jaargemiddelde concentraties aan PM₁₀ in 2016 en 2020.

De vergelijking van de resultaten voor beide jaren toont dat er nog een evolutie van de concentraties is tussen 2016 en 2020. Op achtergrondlocaties in de volledige stad en haven bedraagt de daling ongeveer 1 à 1,5 µg/m³. In de drukste street canyons en rondom het snelwegennetwerk lopen de dalingen op tot 2 à 3 µg/m³. Aan tunnelmonden is dit meer dan 4 µg/m³. Deze dalingen zijn quasi identiek aan de wijzigingen in PM_{2.5} concentraties. De concentraties in de Antwerpse haven liggen op jaarbasis ongeveer 2 µg/m³ hoger dan in het stadscentrum.

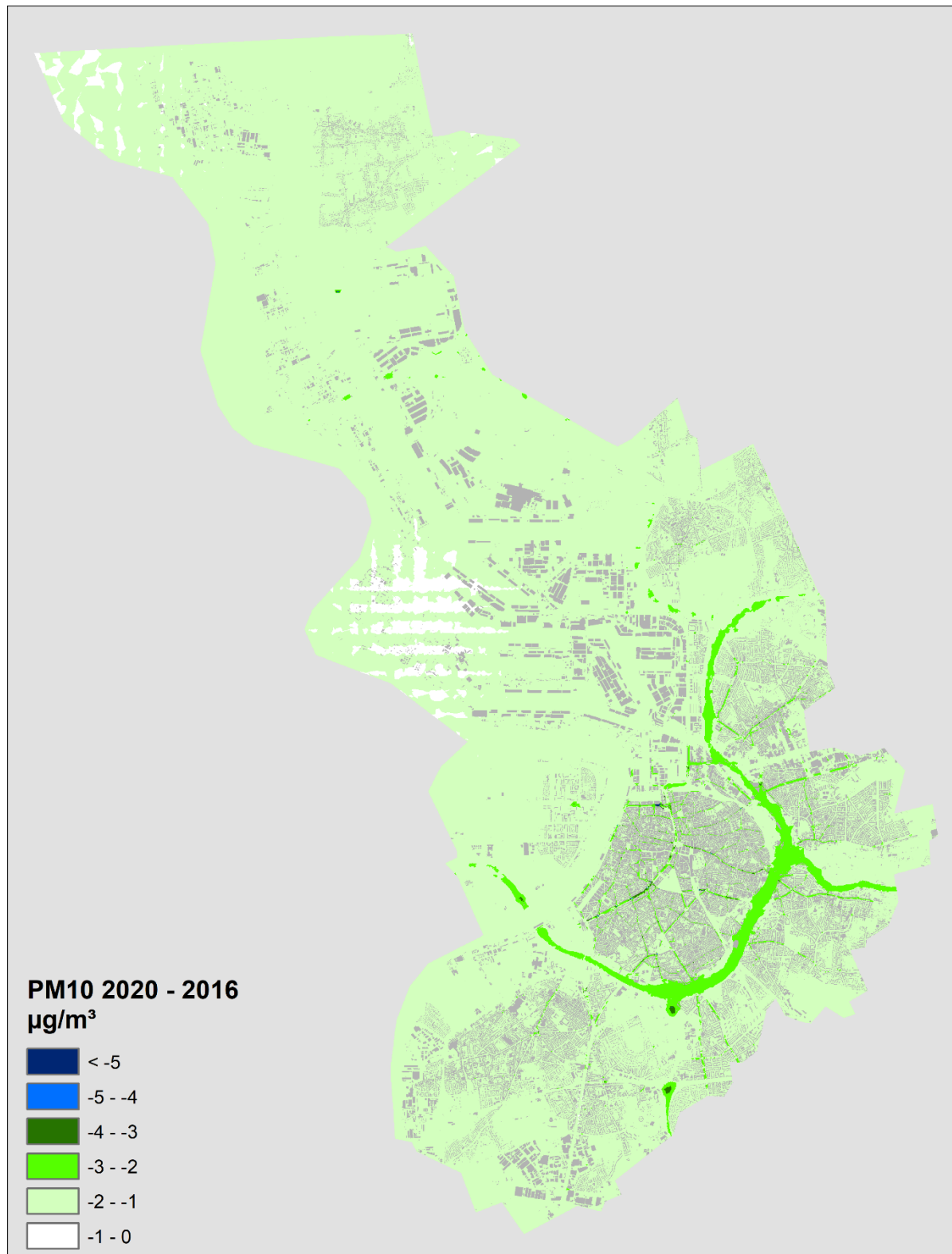
Zowel in 2016 als in 2020 blijven de concentraties in Antwerpen op de meeste locaties onder de Europese grenswaarde voor jaargemiddelde concentraties van 40 µg/m³. De achtergrondconcentraties in Antwerpen dalen van 22 à 24 µg/m³ in 2016 naar 20 à 22 µg/m³ in 2020. De WHO-advieswaarde voor jaargemiddelde concentraties van 20 µg/m³ komt binnen bereik maar wordt slechts bereikt in de delen van de stad op de grootste afstand van stadscentrum en haven in 2020.



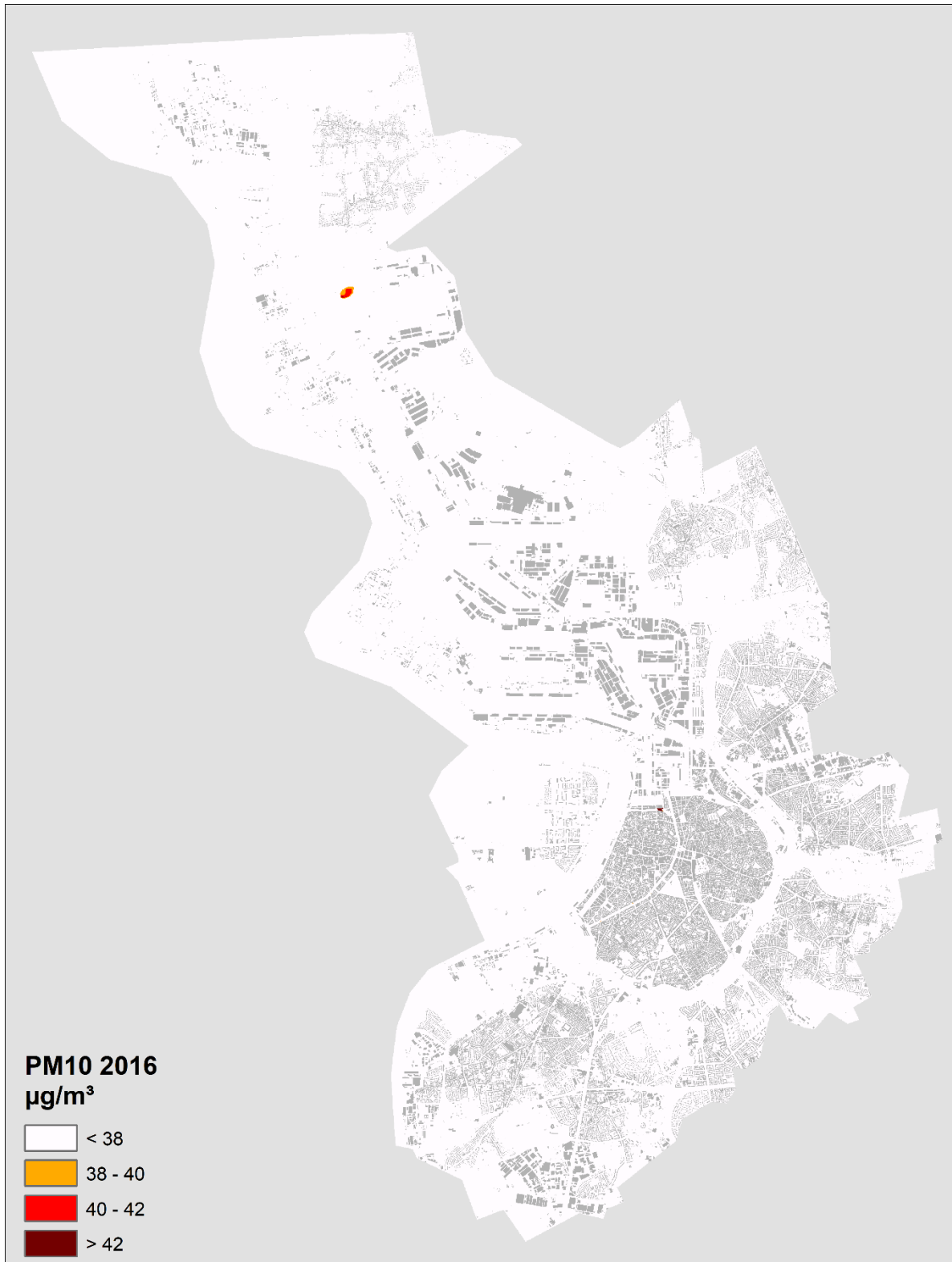
Figuur 22: Jaargemiddelde PM_{10} -concentraties te Antwerpen in het jaar 2016. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



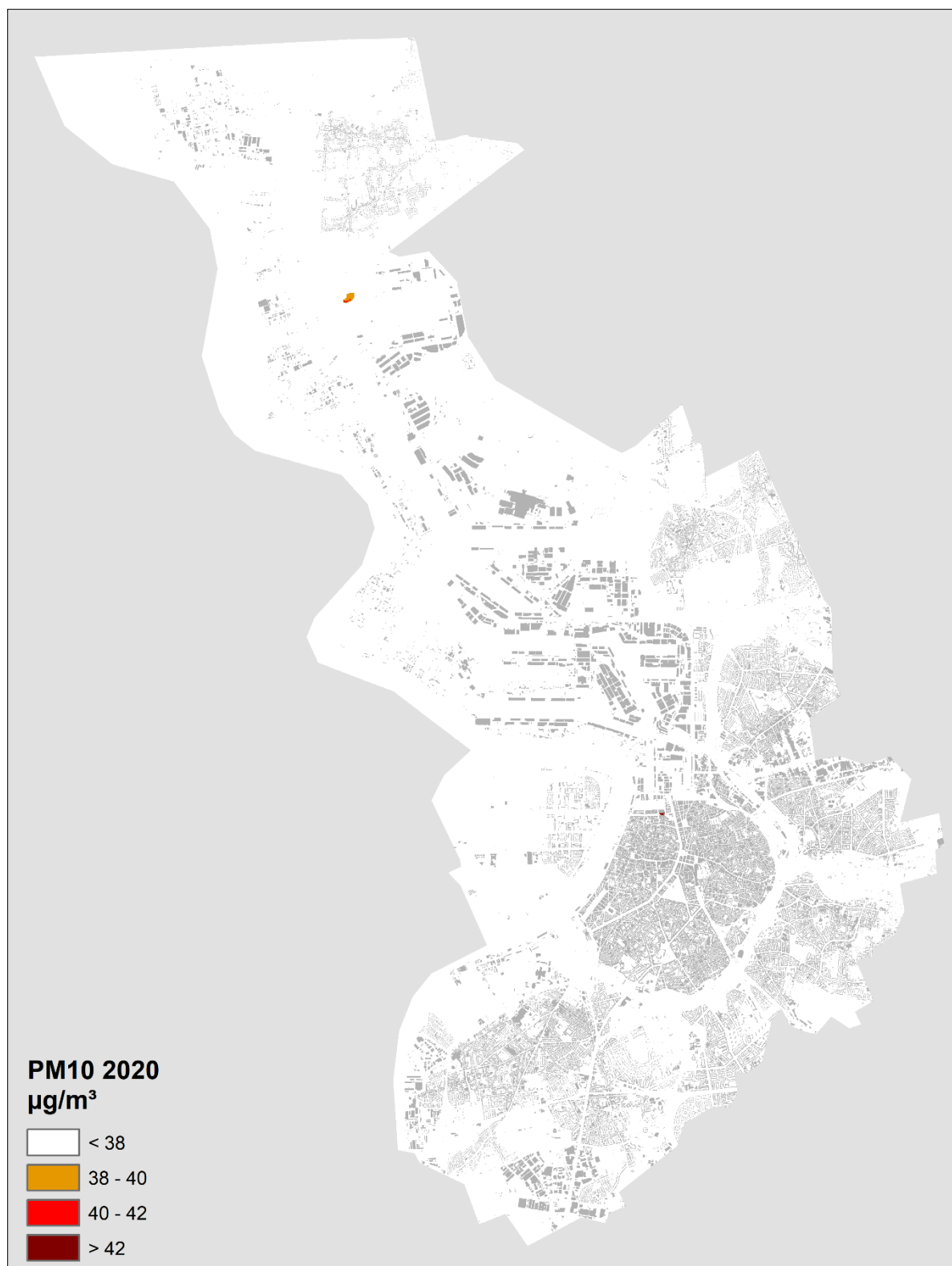
Figuur 23: Jaargemiddelde PM_{10} -concentraties te Antwerpen in het jaar 2020. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figuur 24: Daling in jaargemiddelde PM_{10} -concentraties te Antwerpen tussen 2016 en 2020 ($\mu g/m^3$).



Figuur 25: Jaargemiddelde PM_{10} -concentraties te Antwerpen in het jaar 2016 met legende aangepast om overschrijdingen van de Europese grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in beeld te brengen. Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

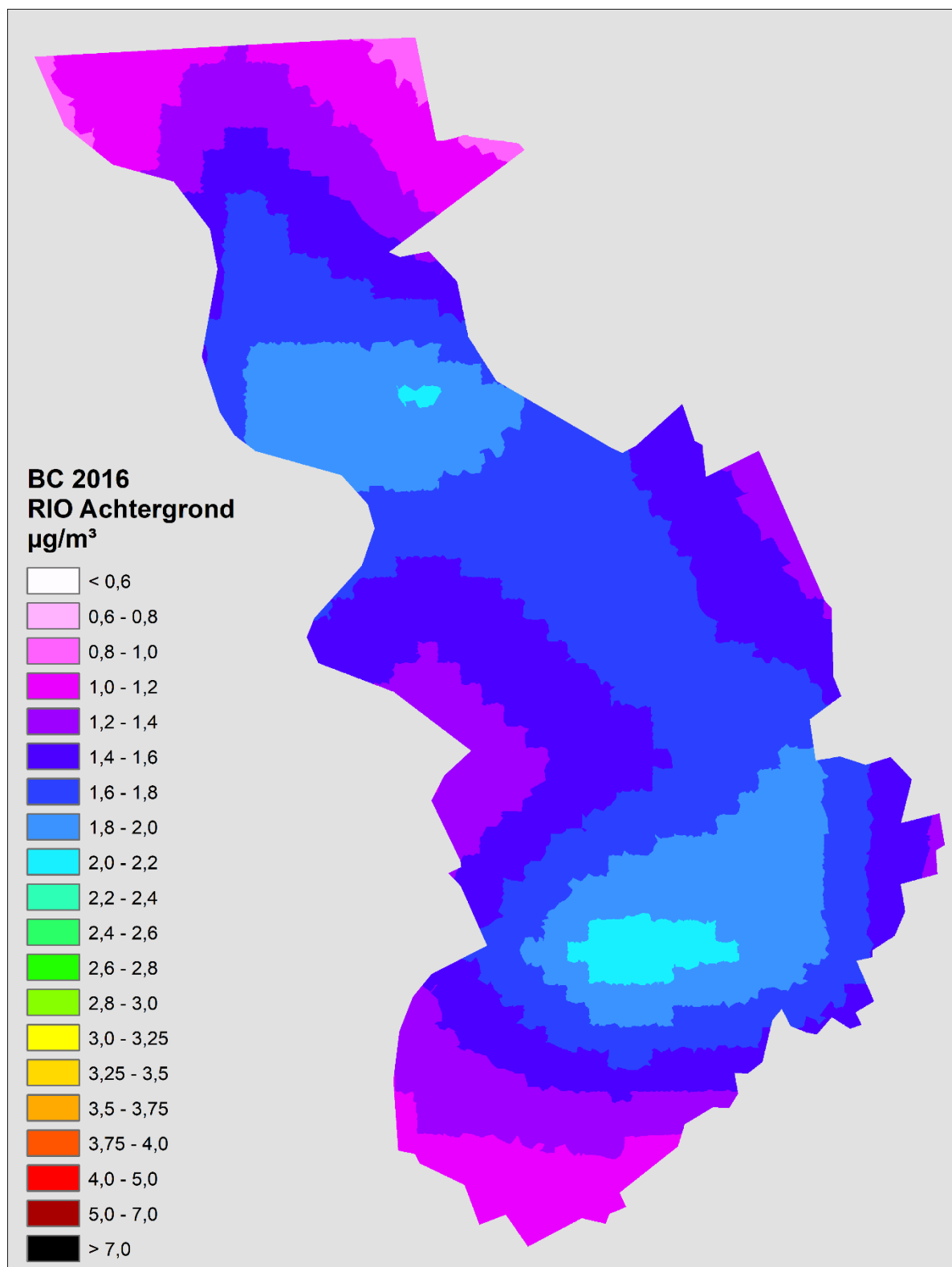


Figuur 26: Jaargemiddelde PM₁₀-concentraties te Antwerpen in het jaar 2020 met legende aangepast om overschrijdingen van de Europese grenswaarde van 40 µg/m³ in beeld te brengen. Eenheden: µg/m³.

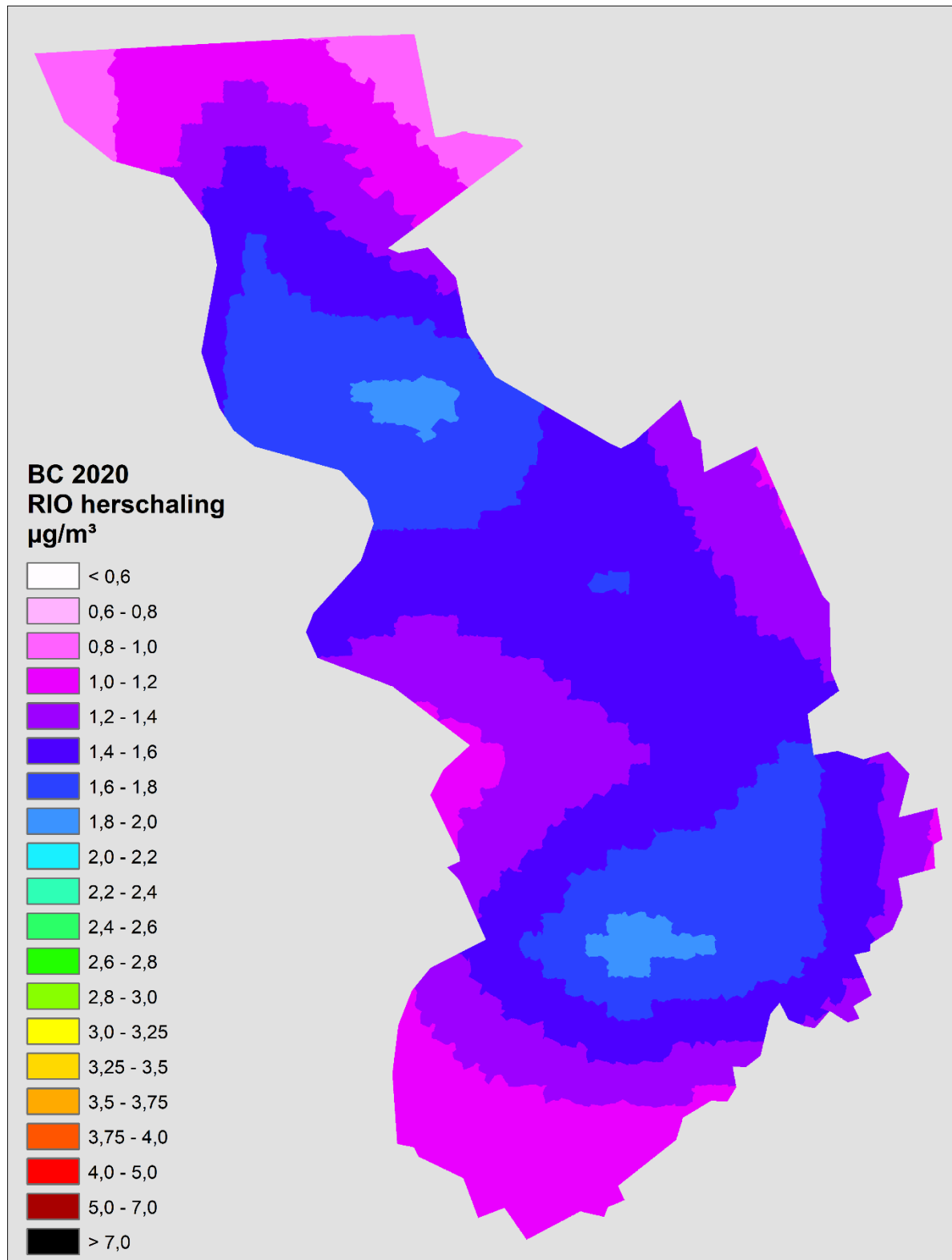
3.5. ZWARTE KOOLSTOF (BC)

3.5.1. ACHTERGRONDCONCENTRATIES BC

Op basis van de methodologie beschreven in hoofdstuk 2 zijn de achtergrondconcentraties voor zwarte koolstof (*Black carbon* of *BC*) herschaald van 2016 naar 2020. Dit geeft onderstaande resultaten, met een daling van de stedelijke achtergrondconcentraties in het stadspark van 1,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ jaargemiddeld in 2016 naar 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ jaargemiddeld in 2020.



Figuur 27: BC regionale achtergrondconcentraties voor 2016 (RIO). Eenheden: µg/m³.



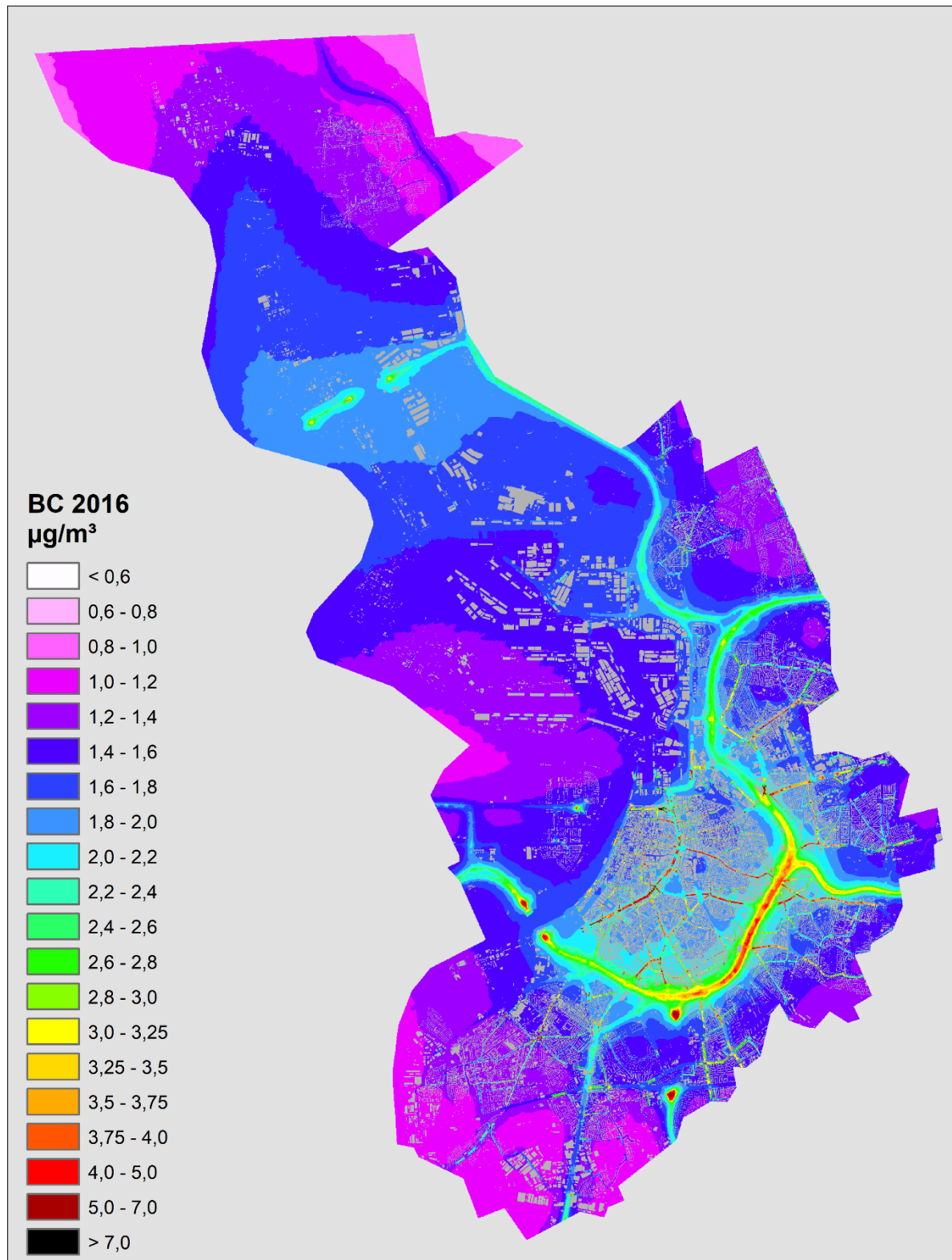
Figuur 28: BC regionale achtergrondconcentraties voor 2020 (RIO 2016 herschaald aan de hand van IMMI3 resultaten AURORA). Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.5.2. BC CONCENTRATIEKAARTEN 2016 EN 2020

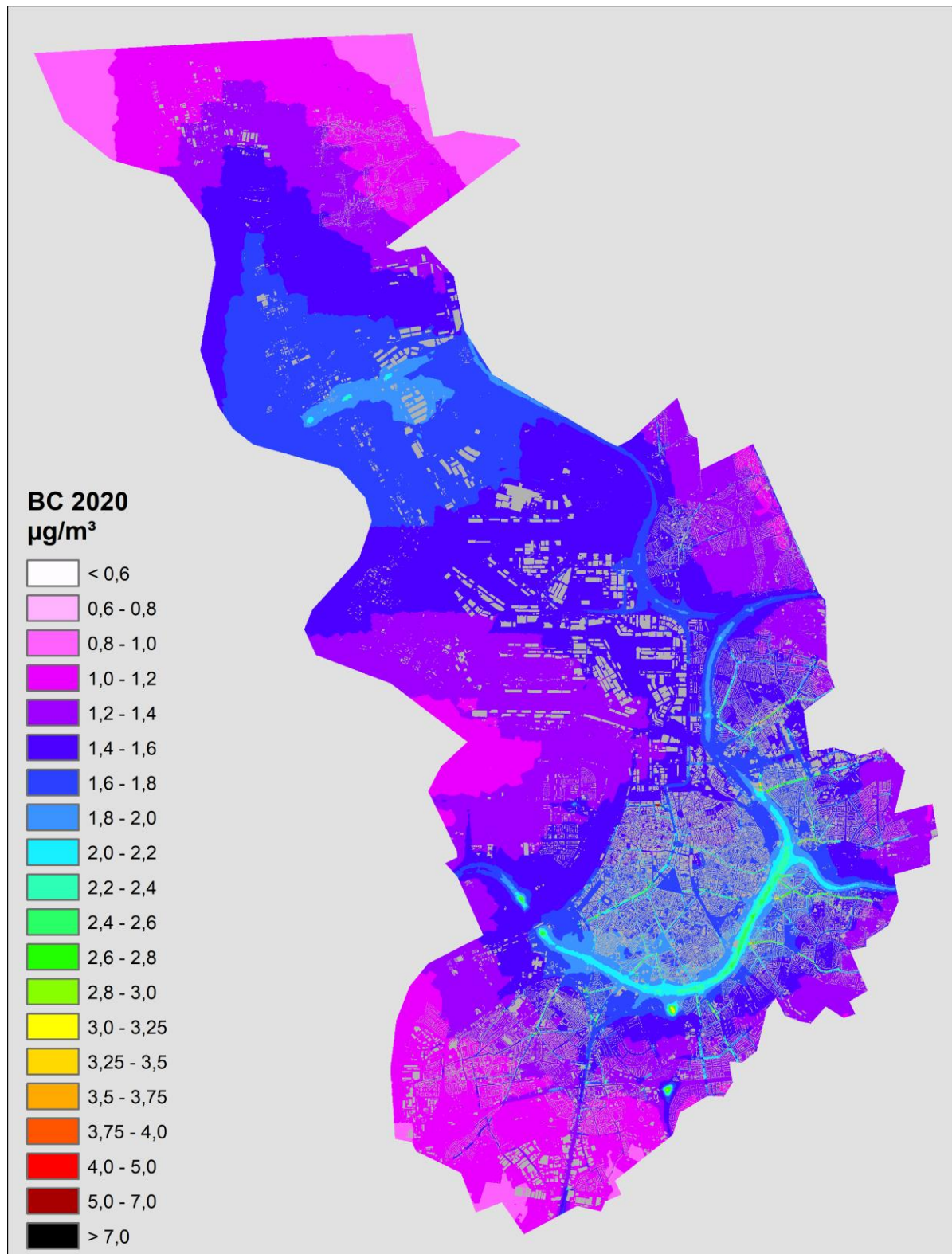
De ATMO-Street modelketen combineert in hoge resolutie de regionale achtergrondconcentraties met bijdrages van wegverkeer, scheepvaart en industriële puntbronnen, inclusief dubbeltellingscorrecties. Onderstaande figuren tonen de berekende jaargemiddelde concentraties aan BC in 2016 en 2020.

De vergelijking van de resultaten voor beide jaren toont dat er nog een evolutie van de concentraties is tussen 2016 en 2020. Op achtergrondlocaties in de volledige stad en haven bedraagt de daling maximaal $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In de drukste street canyons en rondom het snelwegennetwerk lopen de dalingen op tot $1,5$ à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Aan tunnelmonden is dit meer dan $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

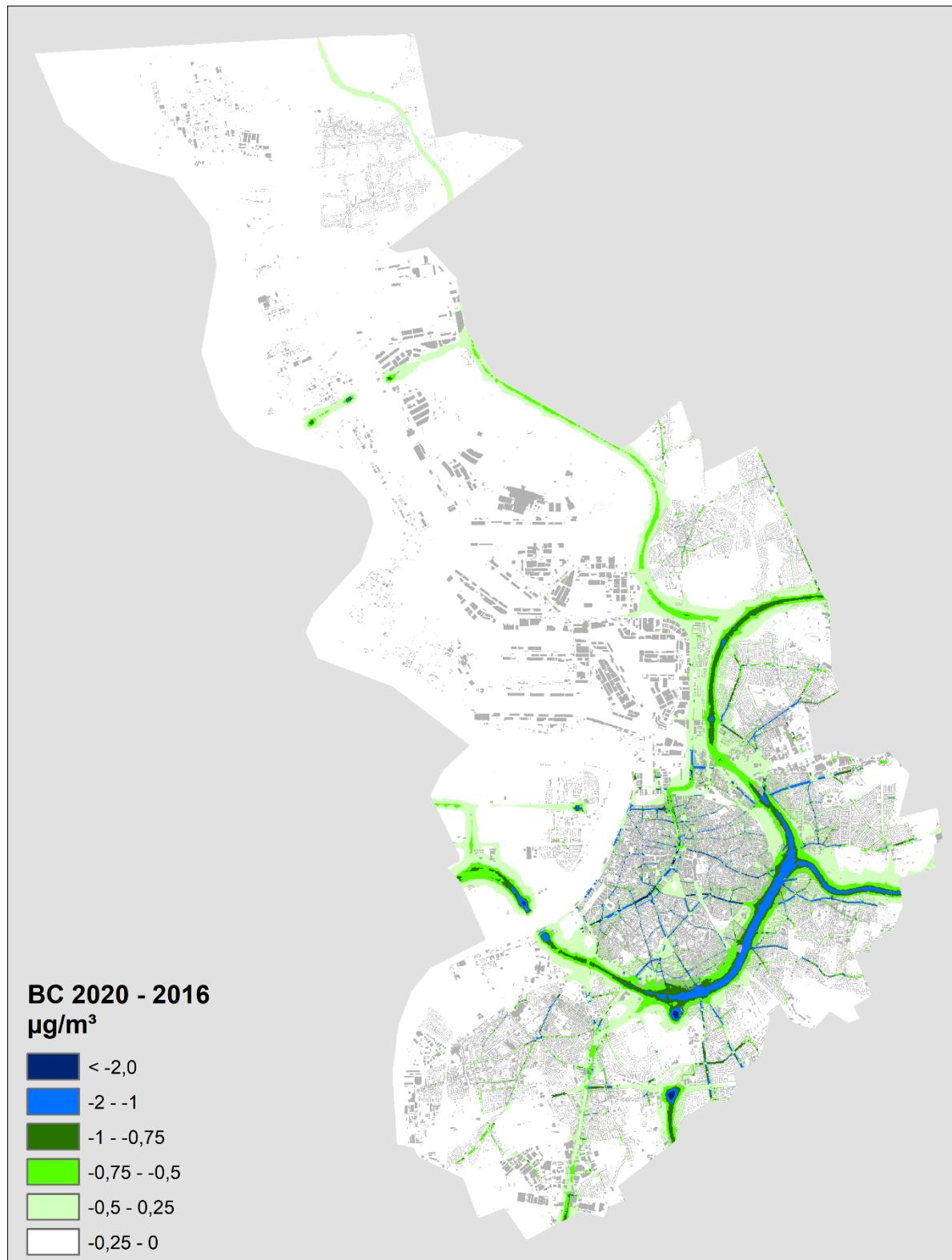
Voor BC zijn er geen grenswaarden of advieswaarden beschikbaar waar aan kan worden getoetst. De impact van lokaal wegverkeer is erg dominant voor deze pollutant en brengt dus duidelijk de impact van wegverkeer op luchtkwaliteit in beeld. De evolutie in BC-concentraties is hoofdzakelijk toe te schrijven aan de evoluties in wegverkeersemissies.



Figuur 29: Jaargemiddelde BC-concentraties te Antwerpen in het jaar 2016. Eenheden: µg/m³.



Figuur 30: Jaargemiddelde BC-concentraties te Antwerpen in het jaar 2020. Eenheden: µg/m³.

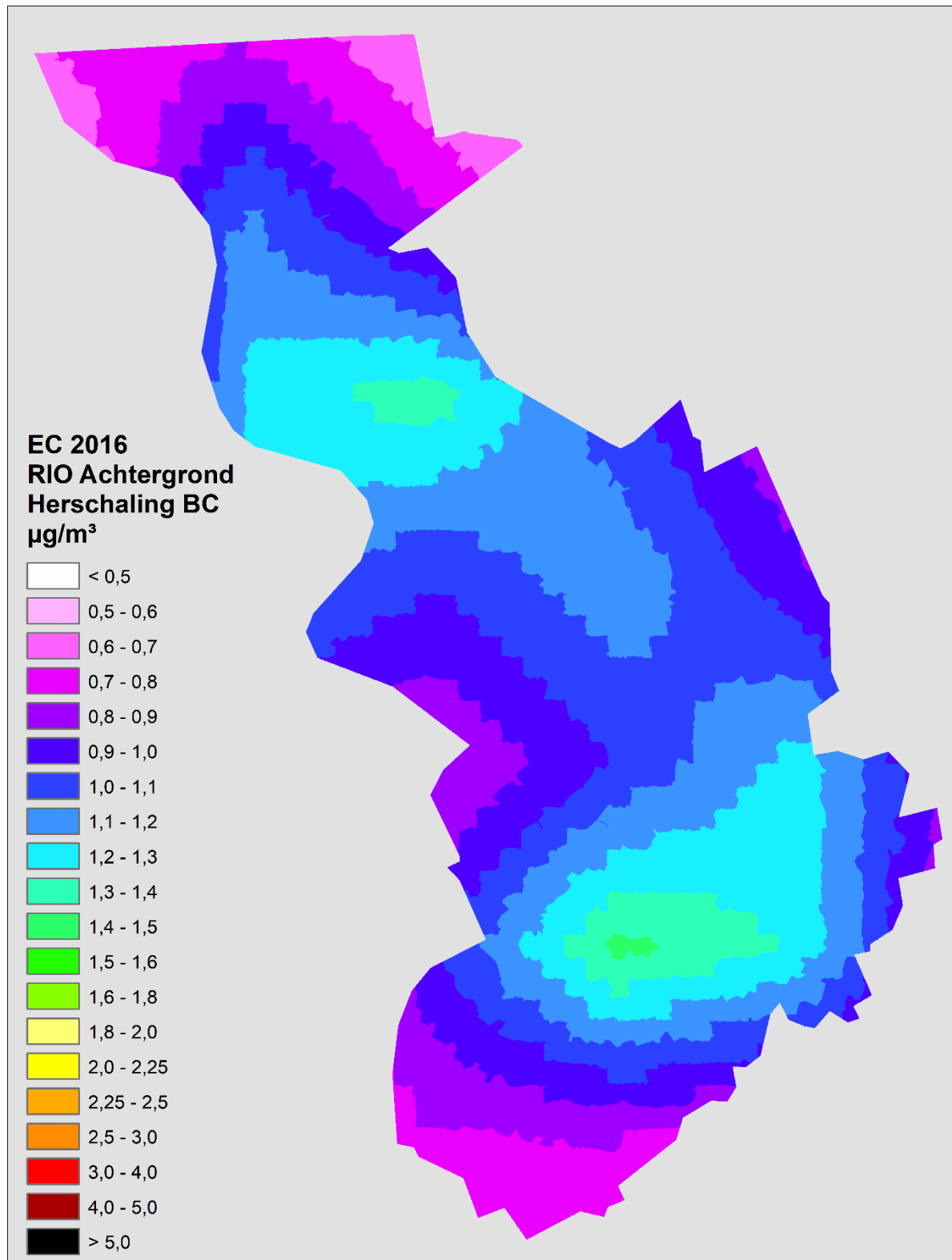


Figuur 31: Daling in jaargemiddelde BC-concentraties te Antwerpen tussen 2016 en 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

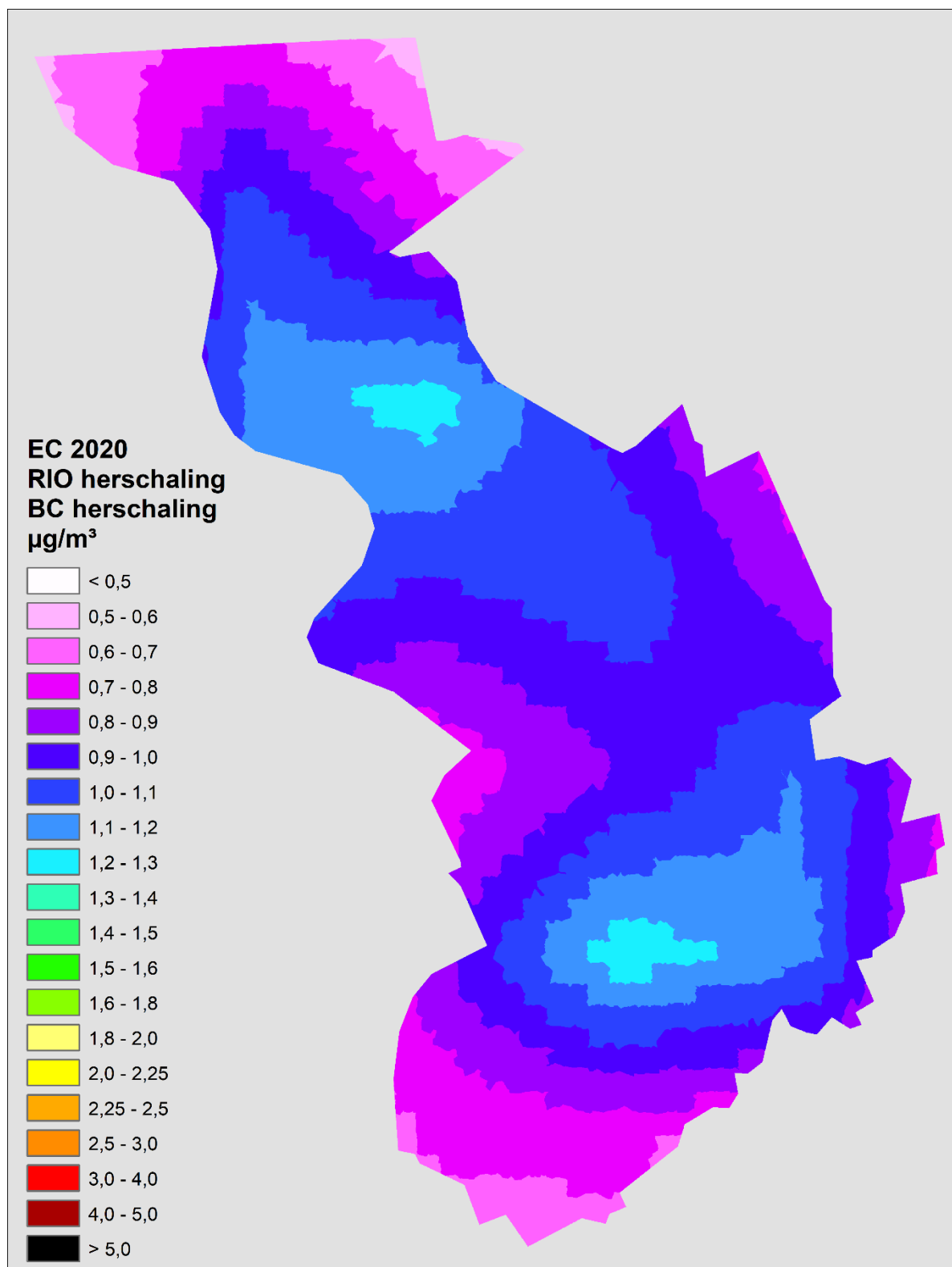
3.6. ELEMENTAIRE KOOLSTOF (EC)

3.6.1. ACHTERGRONDCONCENTRATIES EC

Op basis van de methodologie beschreven in hoofdstuk 2 zijn de achtergrondconcentraties voor zwarte koolstof (*Black carbon* of *BC*) herschaald van 2016 naar 2020. Achtergrondconcentraties voor EC (elementaire koolstof) worden ingeschat op basis van de BC achtergronden aangezien er geen monitor netwerk is voor EC. Er wordt hierbij een verhouding tussen beide pollutanten gehanteerd van 1,5 maal hogere BC concentraties dan EC concentraties.



Figuur 32: EC regionale achtergrondconcentraties voor 2016 (herschaling vanuit RIO-achtergrondconcentraties BC). Eenheden: $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



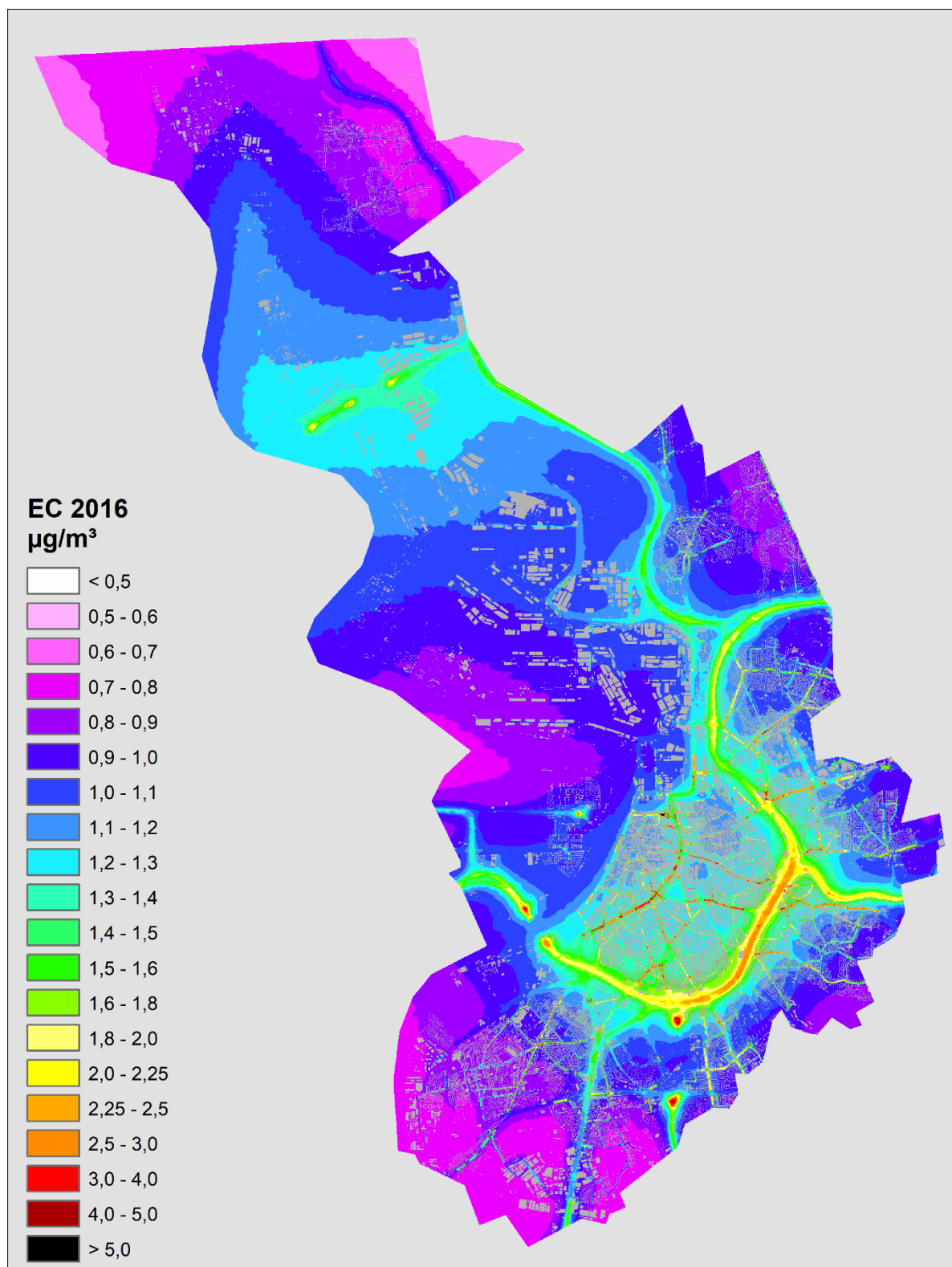
Figuur 33: EC regionale achtergrondconcentraties voor 2020 (herschaling vanuit BC op basis van RIO 2016 herschaald aan de hand van IMMI3 resultaten AURORA). Eenheden: µg/m³.

3.6.2. EC CONCENTRATIEKAARTEN 2016 EN 2020

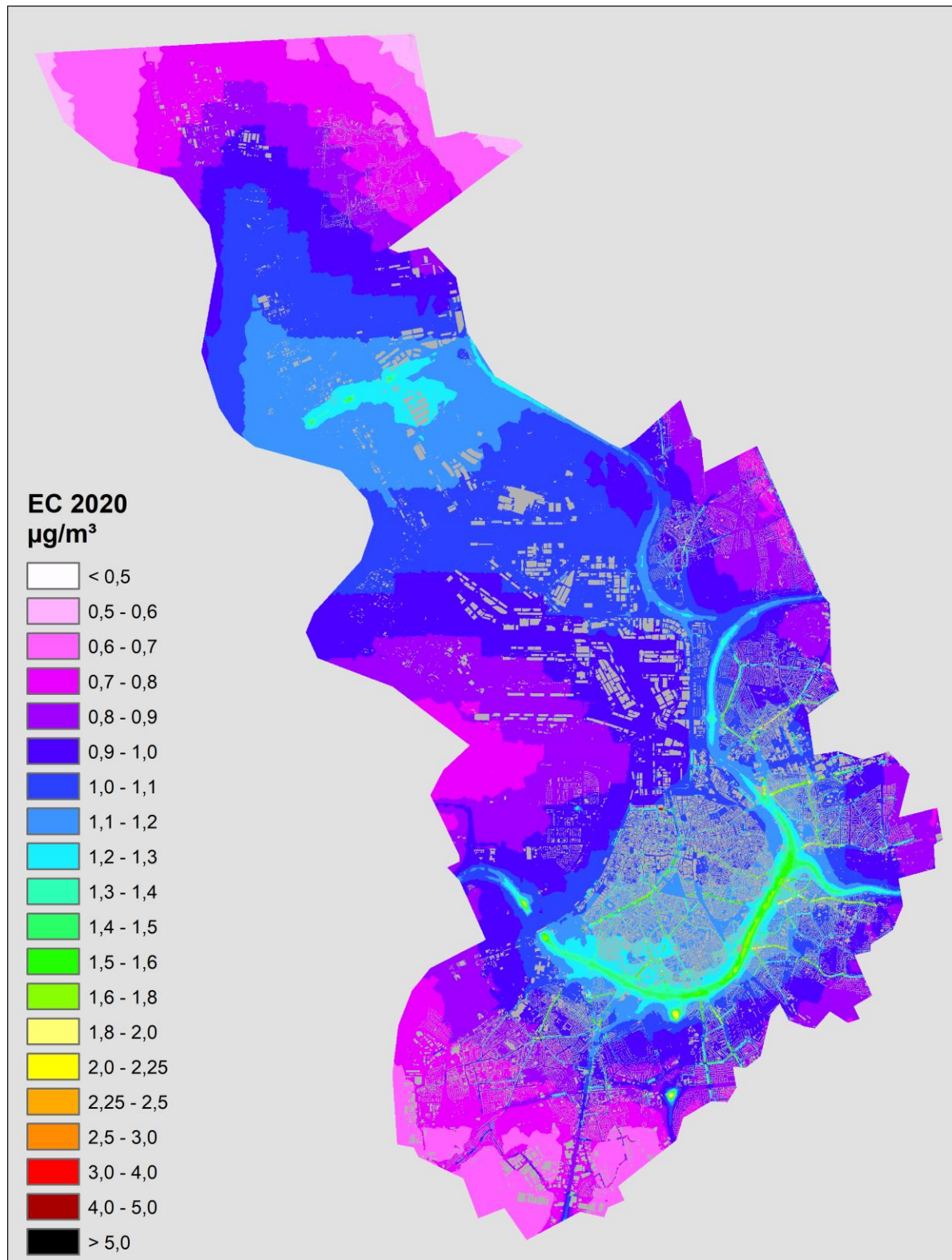
De ATMO-Street modelketen combineert in hoge resolutie de regionale achtergrondconcentraties met bijdrages van wegverkeer, scheepvaart en industriële puntbronnen, inclusief dubbeltellingscorrecties. Onderstaande figuren tonen de berekende jaargemiddelde concentraties aan EC in 2016 en 2020.

De vergelijking van de resultaten voor beide jaren toont dat er nog een evolutie van de concentraties is tussen 2016 en 2020. Op achtergrondlocaties in de volledige stad en haven bedraagt de daling maximaal $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In de drukste street canyons en rondom het snelwegennetwerk lopen de dalingen op tot 1 à $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Aan tunnelmonden is dit meer dan $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

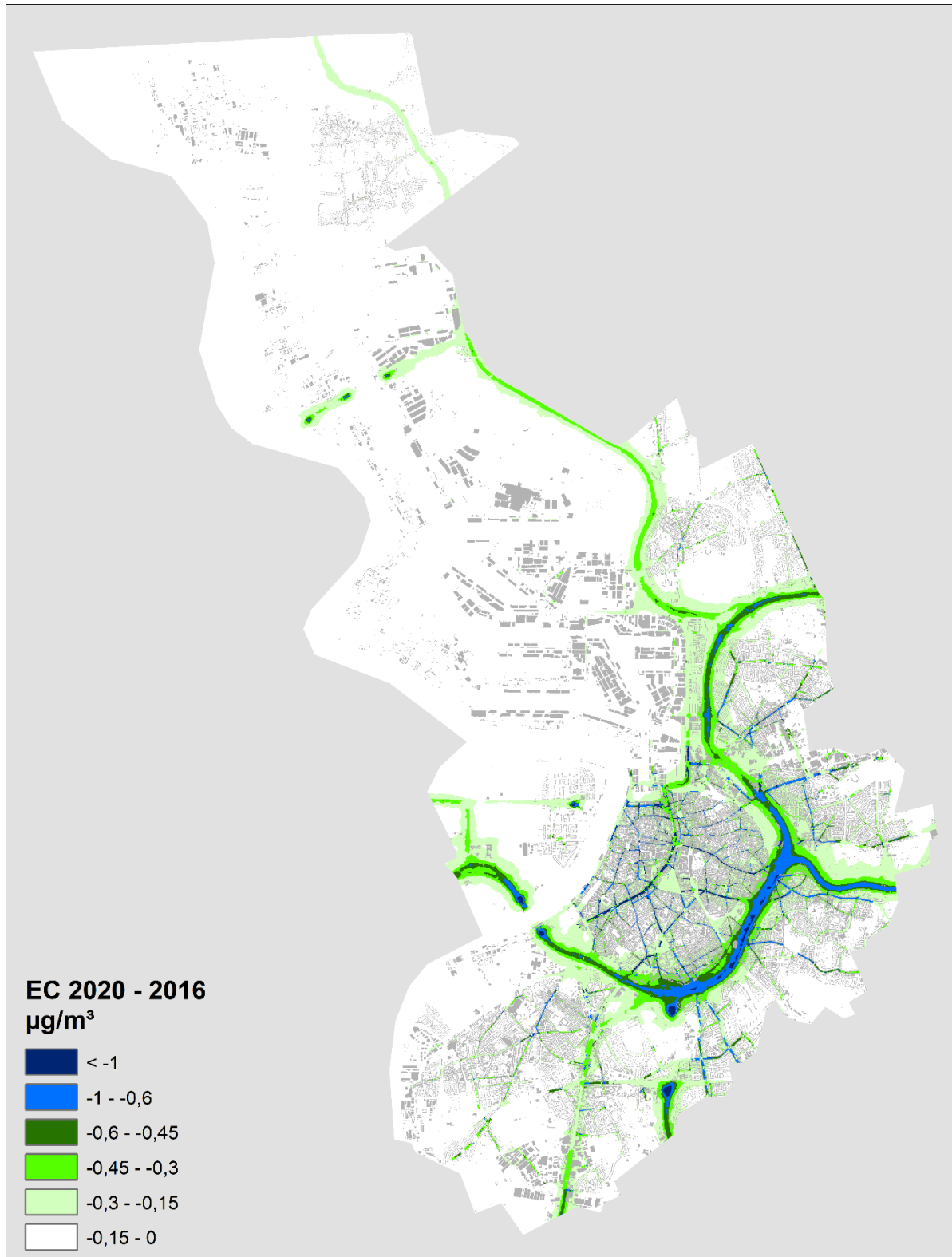
Voor EC zijn er geen grenswaarden of advieswaarden beschikbaar waar aan kan worden getoetst. De impact van lokaal wegverkeer is erg dominant voor deze pollutant en brengt dus duidelijk de impact van wegverkeer op luchtkwaliteit in beeld. De evolutie in EC-concentraties is hoofdzakelijk toe te schrijven aan de evoluties in wegverkeersemissies. Deze pollutant wordt aanbevolen voor verdere berekening van gezondheidsbaten in het kader van MKBA bij infrastructuurprojecten.



Figuur 34: Jaargemiddelde EC-concentraties te Antwerpen in het jaar 2016. Eenheden: µg/m³.



Figuur 35: Jaargemiddelde EC-concentraties te Antwerpen in het jaar 2020. Eenheden: µg/m³.



Figuur 36: Daling in jaargemiddelde EC-concentraties te Antwerpen tussen 2016 en 2020 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

3.7. BLOOTSTELLINGSANALYSE

3.7.1. BLOOTSTELLINGSANALYSE ANTWERPSE BEVOLKING

De jaargemiddelde concentratiekaarten voor de verschillende polluenten zijn gekruist met de bevolkingsdata voor stad Antwerpen om de evolutie in blootstelling tussen 2016 en 2020 in beeld te brengen. De bevolkingsdata voor de toestand 1/1/2018 zijn hiervoor toegepast voor zowel 2016 als 2020.

De blootstelling van de bevolking wordt geanalyseerd exclusief street canyon-bijdrages. De gebouwen staan immers niet in de street canyons maar erlangs, en ventilatie van de gebouwen is niet exclusief langs de street canyon-zijde. Wanneer blootstellingsanalyses worden gebruikt om gezondheidseffecten in beeld te brengen, dient er ook gewerkt te worden met kaartmateriaal exclusief street canyon-bijdrages aangezien de dosis-responsecurves die gehanteerd worden, zijn opgesteld op basis van studies waarin de street canyon-bijdrages niet in rekening worden gebracht.

Om aan te geven voor welk deel van de Antwerpse bevolking street canyon-effecten relevant zijn op hun thuislocatie is er wel een analyse gemaakt van het aandeel van de Antwerpse bevolking woonachtig langs street canyons. Dit zijn de street canyons waar verkeersintensiteiten voor beschikbaar zijn, we kunnen dit beschouwen als de street canyons met aanzienlijke verkeersvolumes.

Van de totale Antwerpse bevolking van 524.261 inwoners, toestand 1/1/2018, ligt voor 172.411 Antwerpenaren de puntlocatie van hun adres op minder dan 10m van een street canyon. Dit aantal loopt op tot 243.181 inwoners waarvoor de puntlocatie van hun adres op minder dan 20m van een street canyon gelegen is.

Onderstaande figuren tonen de blootstellingscurves voor de verschillende polluenten en de evolutie tussen 2016 en 2020. Elke curve geeft aan welk percentage van de Antwerpse bevolking op de thuislocatie wordt blootgesteld aan jaargemiddelde concentraties lager dan waardes op de x-as van de figuren.

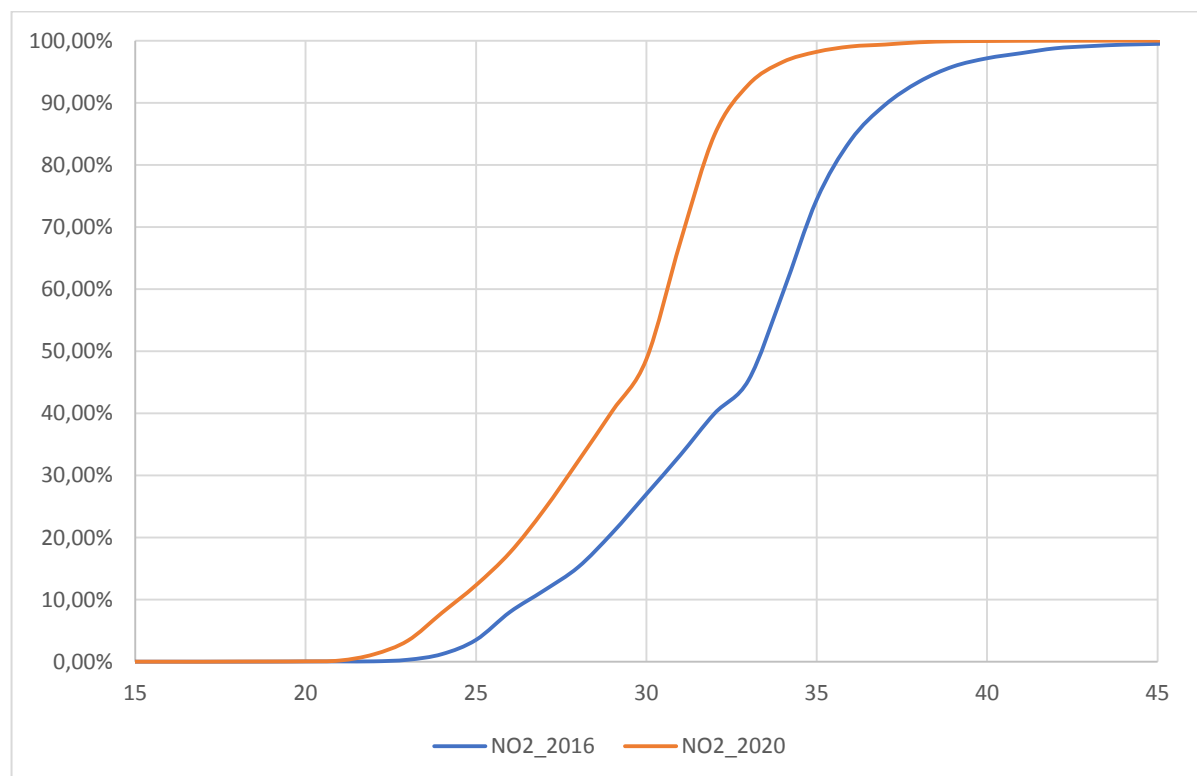
Voor stikstofdioxide vinden we zo dat 90% van de bevolking in 2016 wordt blootgesteld aan concentraties lager dan $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In 2020 verschuift dit naar een blootstelling van 90% van de Antwerpse bevolking aan concentraties lager dan $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In 2016 is de blootstelling op de thuislocatie voor 2,8% van de Antwerpse bevolking nog hoger dan de Europese grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In 2020 is dit percentage afgenomen tot 0,06%. Voor NO_2 verschuift de curve met 3 à $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ naar lagere jaargemiddelde concentraties tussen 2016 en 2020 en hogere verschuivingen voor de hoogste blootstelling en beperkter voor de laagste blootstelling. Afhankelijk van de meteorologische condities die van jaar tot jaar variëren kan er dus nog problematiek rond het voldoen aan de NO_2 -jaarnorm mogelijk zijn voor minder dan 1% van de Antwerpse bevolking.

De blootstellingsanalyse houdt hier geen rekening met het feit dat men zich niet altijd thuis bevindt, maar geeft een goede eerste inschatting van de blootstelling van de bevolking. In feite is men op een dag (24u) vaak langer thuis aanwezig dan elders, want men woont, eet en slaapt er vele uren per dag. Thuis is de blootstellingsperiode in aantal uren dus vaak groter dan elders.

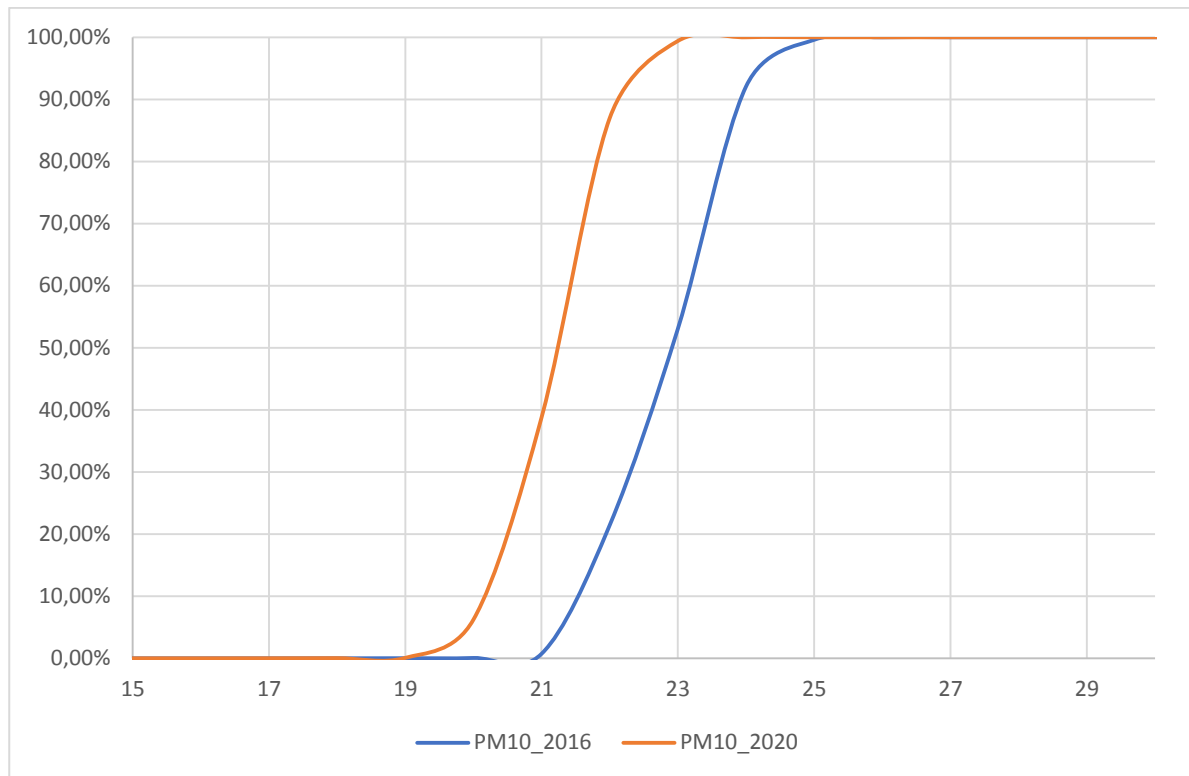
Voor PM_{10} en $\text{PM}_{2.5}$ valt op dat de curves aanzienlijk minder steil zijn en de spreiding van de blootstelling van Antwerpse bevolking aan PM dus aanzienlijk lager. Dit is een logische vaststelling aangezien de impact van lokale bronnen zoals wegverkeer op PM-concentraties aanzienlijk lager is

dan voor NO_2 , EC en BC. Voor de gehele Antwerpse bevolking is de blootstelling aan PM_{10} in 2016 lager dan $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in 2020 daalt dit tot $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor $\text{PM}_{2.5}$ ligt de blootstelling voor de volledige bevolking in 2016 onder de $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in 2020 daalt dit tot $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor beide polluenten is dit aanzienlijk lager dan de Europese grenswaarden van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{10} en $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor $\text{PM}_{2.5}$. Voor $\text{PM}_{2.5}$ is er eveneens de Europese doelstelling om de blootstelling in 2020 onder de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ te houden. Deze doelstelling is dus reeds in 2016 bereikt.

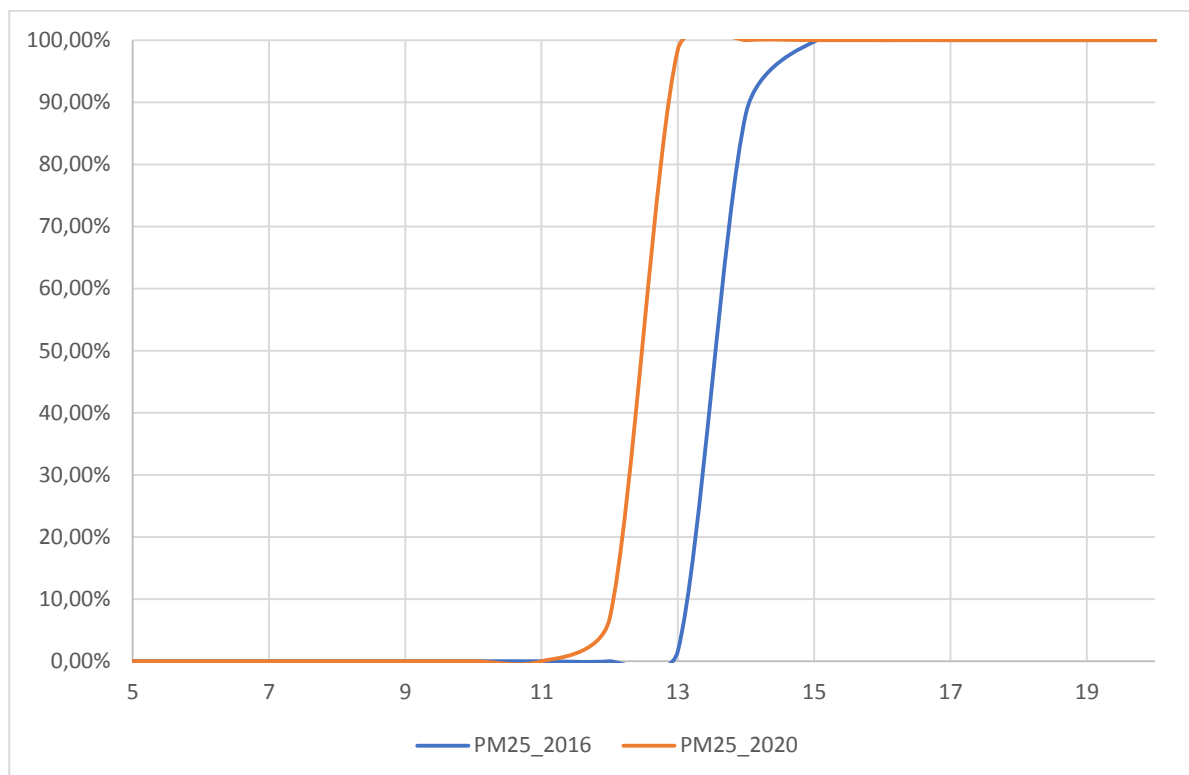
De blootstellingscurves voor BC en EC zijn qua vorm sterk gelijkend op de blootstellingscurves voor NO_2 . Voor BC is er een verbetering met $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de mediaan tussen 2016 en 2020, oplopend tot $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verbetering voor het deel van de bevolking blootgesteld aan de hoogste concentraties. Voor EC zijn deze waarden respectievelijk $0,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de mediaan en $0,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de hoogste concentraties.



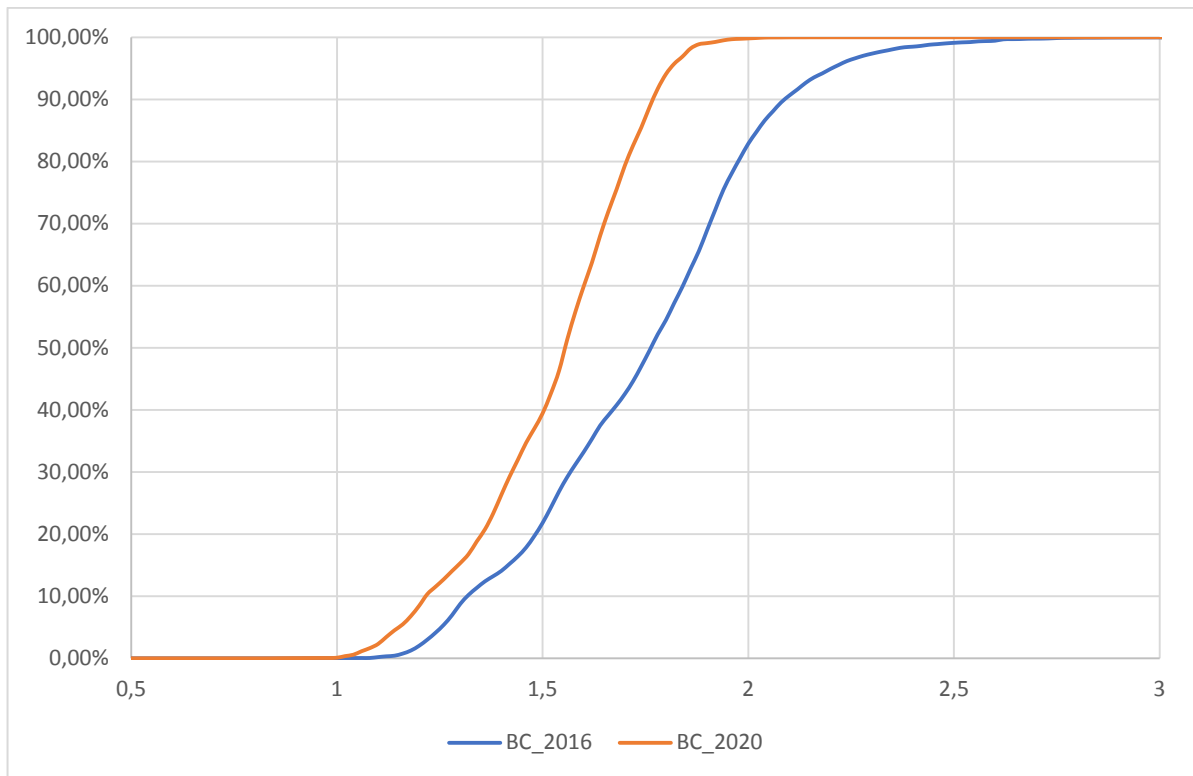
Figuur 37: Blootstelling van de Antwerpse bevolking aan stikstofdioxide (NO_2) op jaargemiddelde basis voor 2016 en 2020.



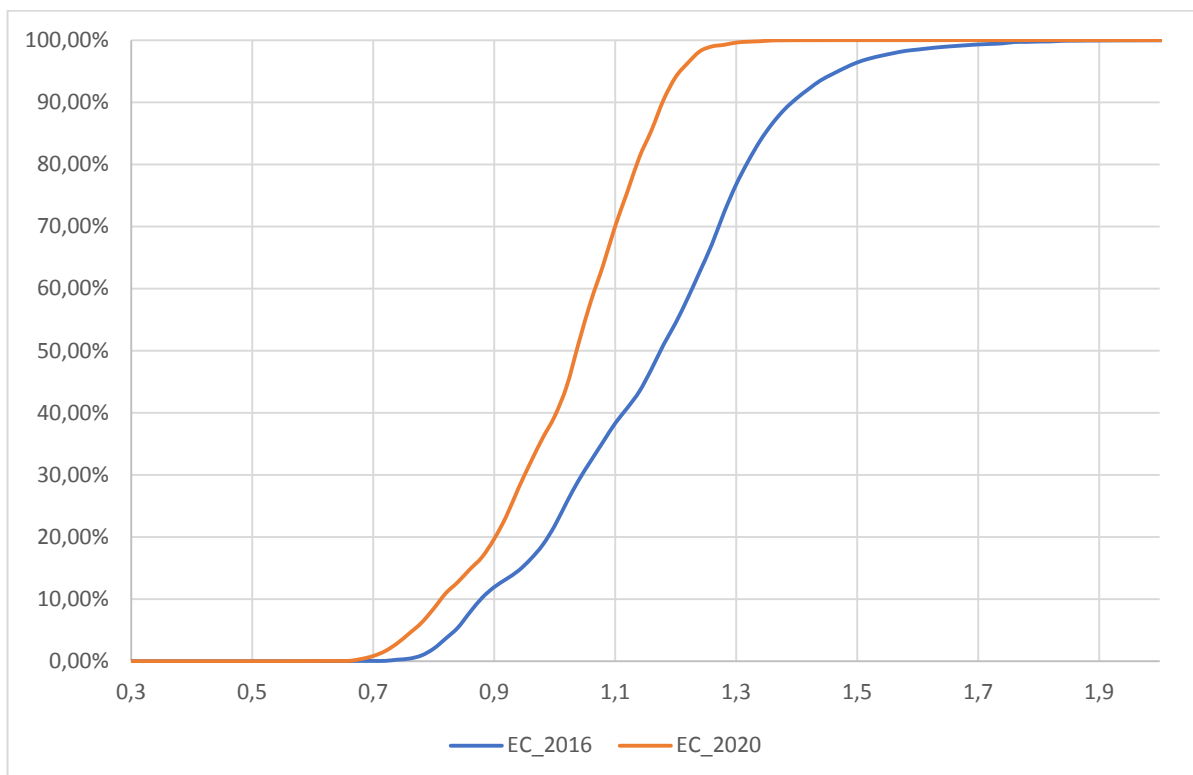
Figuur 38: Blootstelling van de Antwerpse bevolking aan fijn stof met een diameter kleiner dan 10 μm (PM_{10}) op jaargemiddelde basis voor 2016 en 2020.



Figuur 39: Blootstelling van de Antwerpse bevolking aan fijn stof met een diameter kleiner dan 2,5 μm ($\text{PM}_{2,5}$) op jaargemiddelde basis voor 2016 en 2020.



Figuur 40: Blootstelling van de Antwerpse bevolking aan zwarte koolstof (BC) op jaargemiddelde basis voor 2016 en 2020.



3.7.2. BLOOTSTELLING GEVOELIGE GROEPEN

Naast de blootstelling van de Antwerpse bevolking aan luchtvervuiling, is ook de blootstelling op de locatie van een aantal gevoelige groepen geanalyseerd. Dit zijn onderwijsinstellingen, kinderdagverblijven en woonzorgcentra. Voor elke gevoelige groep zijn kaarten opgemaakt voor NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} en BC. Een overzicht met de blootstelling per locatie is beschikbaar in Excel-formaat samen met dit rapport. In dit overzicht wordt per locatie eveneens aangegeven of dit in de nabijheid van een street canyon is.

De blootstelling op gevoelige locaties aan NO₂ op jaargemiddelde basis is samengevat in onderstaande tabel. In 2016 zijn er nog behoorlijk wat locaties waar de Europese grenswaarde wordt overschreden. In 2020 daalt de blootstelling voor alle gevoelige groepen onder de 38 µg/m³.

Tabel 3: Overzichtstabel blootstelling gevoelige groepen aan NO₂ op jaargemiddelde basis in 2016 en 2020.

NO ₂		2016			2020
Type	Aantal	# > 42 µg/m ³	# > 40 µg/m ³	# > 38 µg/m ³	# > 38 µg/m ³
Basisonderwijs	267	2	6	14	0
Secundair Onderwijs	151	0	3	7	0
Hoger Onderwijs	43	0	1	2	0
Kinderopvang Gezin IKG	165	5	11	16	0
Kinderopvang Gezin NIKG	17	0	1	1	0
Kinderopvang Groep IKG	139	1	8	11	0
Kinderopvang Groep KOT	59	0	0	4	0
Kinderopvang Groep NIKG	17	0	1	1	0
Woonzorgcentra	56	0	3	6	0

De blootstelling van de gevoelige groepen aan PM₁₀ kent een spreiding tussen 25 µg/m³ tot 21 µg/m³ in 2016 en neemt af tot een spreiding tussen 23 µg/m³ en 19 µg/m³ in 2020.

De blootstelling van de gevoelige groepen aan PM_{2.5} kent een spreiding tussen 14,7 µg/m³ tot 12,7 µg/m³ in 2016 en neemt af tot een spreiding tussen 13,2 µg/m³ en 11,7 µg/m³ in 2020.

De blootstelling van de gevoelige groepen aan BC kent een spreiding tussen 2,6 µg/m³ tot 1,2 µg/m³ in 2016 en neemt af tot een spreiding tussen 2,0 µg/m³ en 1,0 µg/m³ in 2020.

De blootstelling van de gevoelige groepen aan BC kent een spreiding tussen 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tot 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2016 en neemt af tot een spreiding tussen 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2020.

Alle kaarten voor de blootstelling van de gevoelige groepen zijn opgenomen in bijlage achteraan dit rapport.

3.8. OVERZICHT VERSCHILLEN MET LUCHTKWALITEITSKAARTEN ANDERE STUDIES

3.8.1. LUCHTKWALITEITSKAARTEN ATMO-STREET 2016 VMM

De modellering in deze studie is voor 2016 volledig identiek aan de ATMO-Street hogeresolutiekaarten opgemaakt door VMM voor 2016. Dit is een bewuste keuze om volledig consistent te zijn met de officiële kaarten voor dit jaar voor Vlaanderen. Binnen deze studie is slechts een andere visualisatie opgemaakt met als doel de verschillen binnen Antwerpen duidelijk in beeld te brengen, en de evolutie in luchtkwaliteit duidelijk voor te stellen.

3.8.2. HAALBAARHEIDSSTUDIE UITBREIDING LEZ ANTWERPEN 2020

In de haalbaarheidsstudie voor de uitbreiding van de Antwerpse LEZ (TML-VITO-PWC in opdracht van stad Antwerpen, 2018) zijn de pollutentconcentraties gemodelleerd aan de hand van identiek dezelfde modelketen voor zowel 2020, 2025 als 2030. In deze studie is de referentiesituatie voor 2020 de huidige afbakening van de LEZ met de eerste verstrenging van de toegangsvoorwaarden in 2020. Deze situatie is ook in deze situatie gemodelleerd. De emissies van het wegverkeer zijn identiek in beide studies. Er zijn echter een aantal verschillen in startdata die maken dat de resultaten niet identiek zijn, namelijk:

- Andere meteorologische data: 2012 versus 2016
- Andere achtergrondconcentraties: IMMI3 2020 versus herschaalde RIO 2016 op basis van IMMI3
- Geen industriële bronnen en scheepvaart, wel opgenomen in deze studie
- Ander modeldomein, niet de volledige haven is opgenomen

3.8.3. PROJECT-MER OOSTERWEELVERBINDING 2020

In het kader van de project-MER Oosterweelverbinding zijn een resem scenario's met verschillende Scheldekruisingen, verkeerssturende maatregelen en tangenten gemodelleerd voor 2020. De resultaten zijn echter niet één op één vergelijkbaar met deze omwille van volgende verschillen

- Wegverkeer: andere verkeersvolumes en netwerk, geen LEZ, BAU-vloot
- Andere meteo data 2012
- Andere achtergronden: IMMI3 2020
- Geen industriële bronnen en scheepvaart

3.8.4. OVER DE RING 2020

Bij de verschillende fases in het ontwerpproces is via kwalitatieve en kwantitatieve feedback aangegeven welke impact de leefbaarheidsprojecten in de ringzone hebben op de lokale luchtkwaliteit. Dit gebeurde op basis van de beschikbare expertise en modellering op maat van toekomstscenario's voor 2020 en 2030.

Het uitgangspunt voor deze studie vormt echter het Oosterweel scenario 1-5-3; dit is inclusief Oosterweelverbinding, tangenten en verkeerssturing door kilometerheffing op R1. Dit project is afgestemd op de luchtkwaliteitsberekeningen in het kader van project-MER Oosterweelverbinding.

- Ander verkeersnetwerk en andere verkeersintensiteiten

- Andere meteorologische data: 2012 versus 2016
- Andere achtergrondconcentraties: IMMI3 2020 versus herschaalde RIO2016 op basis van IMMI3
- Geen industriële bronnen en scheepvaart

3.8.5. VORIGE ACTUALISATIE LUCHTKWALITEITSKAARTEN ANTWERPEN

Tijdens de vorige actualisatie van de Antwerpse luchtkwaliteitskaarten door VITO in opdracht van stad Antwerpen uitgevoerd in 2013 is ook de situatie 2020 ingeschat op basis van de beste inschattingen voor de toekomst die er toen waren. Ondertussen zijn vooral de inschattingen van de regionale achtergrondconcentraties voor PM sterk bijgesteld naar lagere concentraties. Voor NO₂ is er een lichtere bijstelling naar lagere concentraties. Dit betekent dat de inschatting voor de toekomst in 2013 te pessimistisch was en dat de luchtkwaliteit positiever evolueert. Op volgende punten verschillen beide modelleringen:

- Andere achtergronden: extrapolatie vanuit 2012 op basis van IMMI2: sterke verschillen voor PM ten opzichte van de recentere inzichten bij IMMI3
- Andere meteo 2012
- Ander emissiemodel, upgrade van MIMOSA naar FASTRACE
- LEZ 2020 in haven en stad
- Geen industriële bronnen en scheepvaart

Dit maakt dat de huidige prognoses voor de pollutentconcentraties in de lucht in 2020 aanzienlijk lager liggen dan eerder is ingeschat.

HOOFDSTUK 4. **BESLUIT**

De luchtkwaliteitskaarten voor de stad Antwerpen zijn voor de pollutanten NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, BC en EC gemodelleerd in hoge resolutie, inclusief street canyon-bijdrages aan de hand van de actuele gegevens voor 2016. Dit is het jaar voor de invoering van de lage-emissiezone in het centrum van de stad. Een nauwgezette inschatting voor 2020 is gemaakt op basis van huidige prognoses voor de evoluties van het voertuigenpark, verkeersvolume en scheepvaart in Antwerpen en evoluties in de Vlaamse, Belgische en Europese emissies.

Tussen 2016 en 2020 wordt er een verbetering in de luchtkwaliteitssituatie verwacht. Volgende lijst geeft een overzicht van de verwachte trends voor de verschillende pollutanten.

- Voor stikstofdioxide is er een daling in de jaargemiddelde concentraties met 3 à 4 µg/m³ op stedelijke achtergrondlocaties. De dalingen lopen op tot meer dan 10 µg/m³ nabij het snelwegennetwerk en in de drukste street canyons. In de haven en aan de rand van de stad bedragen de verbeteringen nog 1 à 2 µg/m³.
- De blootstelling aan stikstofdioxide daalt voor alle gevoelige locaties op jaarbasis onder de 38 µg/m³ in 2020, waar er in 2016 nog overschrijdingen van de Europese grenswaarde van 40 µg/m³ op een aanzienlijk aantal locaties van gevoelige groepen, onder meer 12 onderwijsinstellingen, wordt vastgesteld. Slechts een smalle zone rondom het snelwegennetwerk en de drukste street canyons resteert waar overschrijdingen van de grenswaarde in 2020 verwacht kunnen worden. Het percentage Antwerpenaren waarvoor de prognose voor 2020 nog een blootstelling op hun thuislocaties hoger dan 40 µg/m³ betekent, is 0,06%. In 2016 is dit nog 2,8% van de Antwerpse bevolking.
- Voor fijn stof zijn er eveneens dalingen in de pollutantenconcentraties. Voor PM_{2.5} wordt een daling met 1 à 1,5 µg/m³ verwacht op achtergrondlocaties, die oploopt tot dalingen met 2 à 3 µg/m³ nabij snelwegen en in drukke canyons. Voor PM₁₀ wordt een daling met 1 à 1,5 µg/m³ verwacht op achtergrondlocaties, die oploopt tot dalingen met 2 à 3 µg/m³ nabij snelwegen en in drukke canyons. Op alle locaties blijven de fijnstofconcentraties ruim onder de Europese grenswaarden van 25 µg/m³ (PM_{2.5}) en 40 µg/m³ (PM₁₀) in zowel 2016 als 2020. De concentratiedalingen brengen de WHO-advieswaarden voor fijn stof binnen bereik (10 µg/m³ voor PM_{2.5} en 20 µg/m³ voor PM₁₀), deze worden nog overschreden met respectievelijk 2 à 3 µg/m³ voor PM_{2.5} en 1 à 2 µg/m³ voor PM₁₀ op achtergrondlocaties in de stad.
- Ook voor BC en EC zijn er dalende trends tussen 2016 en 2020. Door hoofdzakelijk de daling van de verkeersemissies lopen de dalingen in BC-concentraties op tot 1,5 à 2 µg/m³ nabij het snelwegennetwerk en in drukke street canyons. Voor EC is dit op deze locaties 1 à 1,5 µg/m³. Op achtergrondlocaties is er slechts een beperkte evolutie in BC-concentraties met 0,2 µg/m³ en in EC-concentraties met 0,15 µg/m³.

De gepresenteerde kaarten vormen een actualisatie van de eerder opgemaakte kaarten voor de luchtkwaliteit in Antwerpen. Ten opzichte van de vorige kaarten aangemaakt in 2013 zijn de prognoses voor 2020 aanzienlijk positiever dan wat eerder is ingeschat. Het verschil in de prognoses zijn zowel het gevolg van nieuwere inzichten over de verwachte emissies van het wegverkeer, als hoofdzakelijk de lagere bijdrages vanuit de regionale achtergrondconcentraties,

bepaald door emissies buiten Antwerpen en sectoren die niet in hoge resolutie worden gemodelleerd.

Ook ten opzichte van recente studies zijn er verschillende resultaten voor de prognose 2020, onder andere omdat in deze studie 2016 als referentiejaar wordt gehanteerd en dit elders meestal 2012 was.

Tenslotte dient nog benadrukt te worden dat luchtkwaliteit wordt beïnvloed door veel variabelen, zowel de uitstoot aan vervuilende stoffen lokaal als elders, transport van de luchtvervuiling als door de weerscondities die van jaar tot jaar variëren. Dit maakt dat toekomstprognoses, prognoses zijn en geen exacte berekening van wat de toestand in de toekomst gaat zijn.

LITERATUURLIJST

Janssen, S., et al., Spatial interpolation of air pollution measurements using CORINE land cover data. Atmospheric Environment (2008), Atmospheric Environment (2008) 42(20) 4884-4903, doi: 10.1016/j.atmosenv.2008.02.043

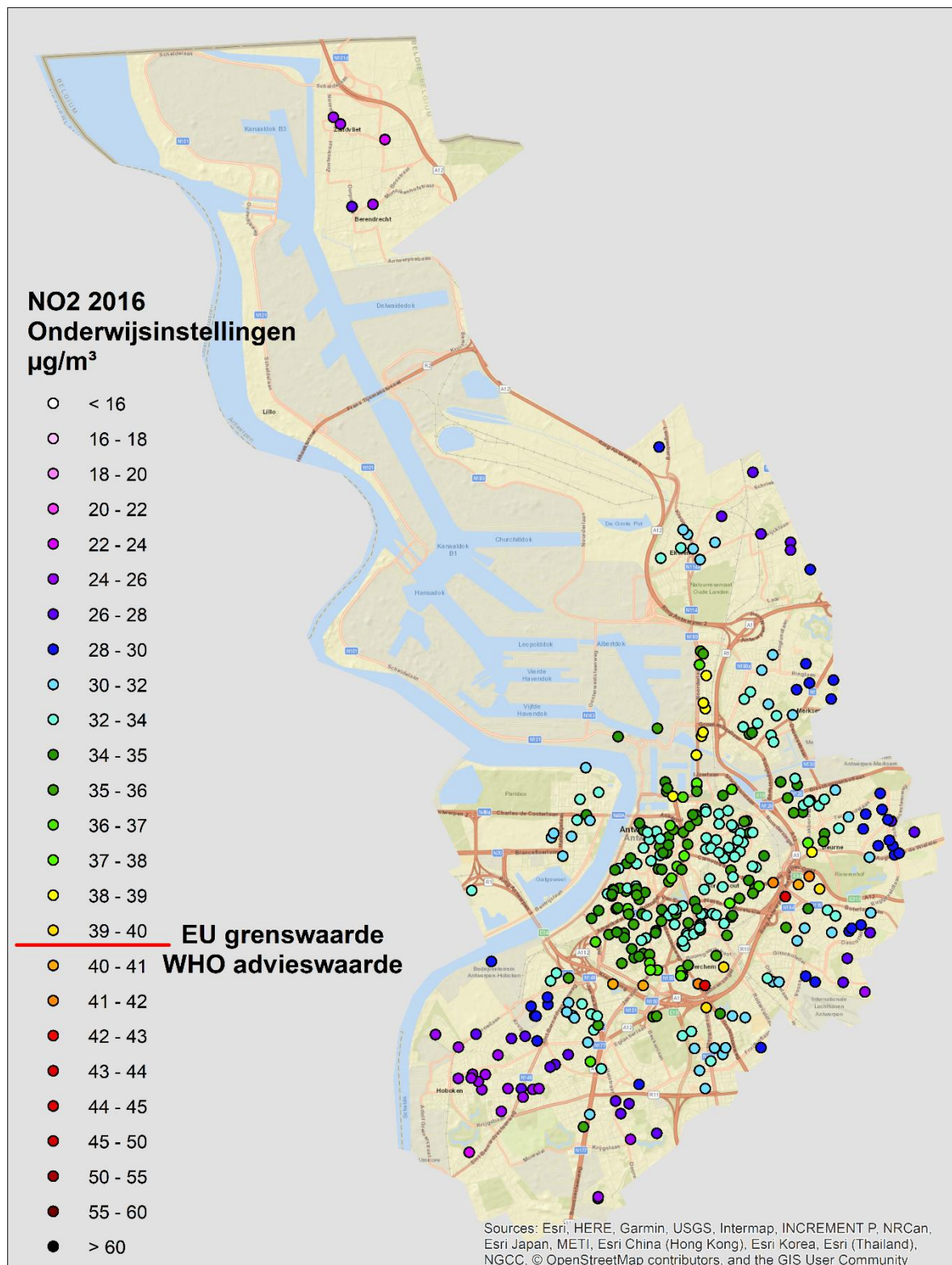
Lefebvre, W., et al., IMMI3: Analyse van de concentratie van NO₂ en fijn stof in 2015 en toekomstige jaren (2016), VITO in opdracht van Departement Leefmilieu, Natuur en Energie van de Vlaamse overheid 2016/RMA/R/0660

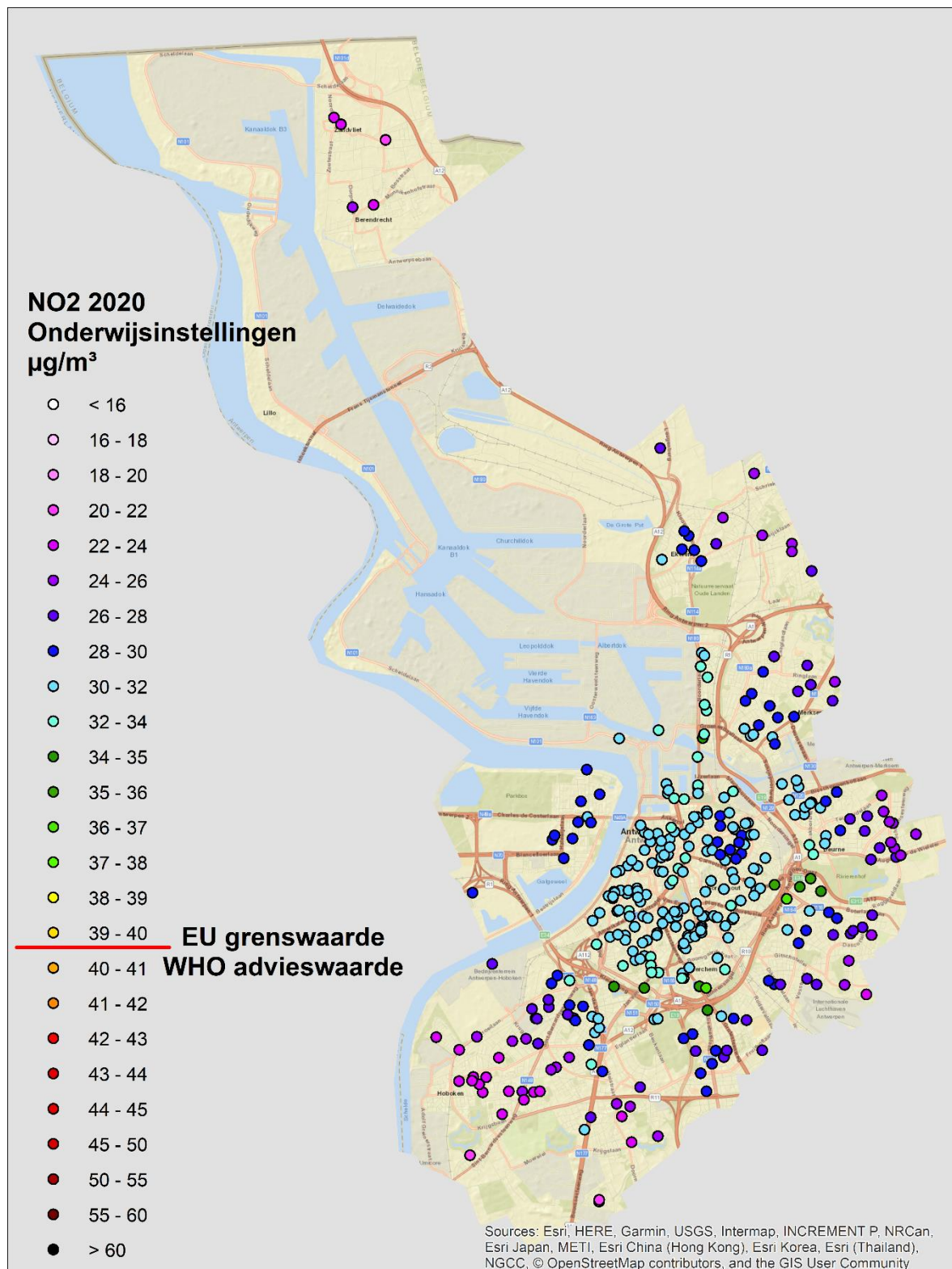
Lefebvre, W. et al, Evaluation of the RIO-IFDM-street canyon model chain (2013), Atmospheric Environment (2013) 77 325-337, doi: 10.1016/j.atmosenv.2013.05.026

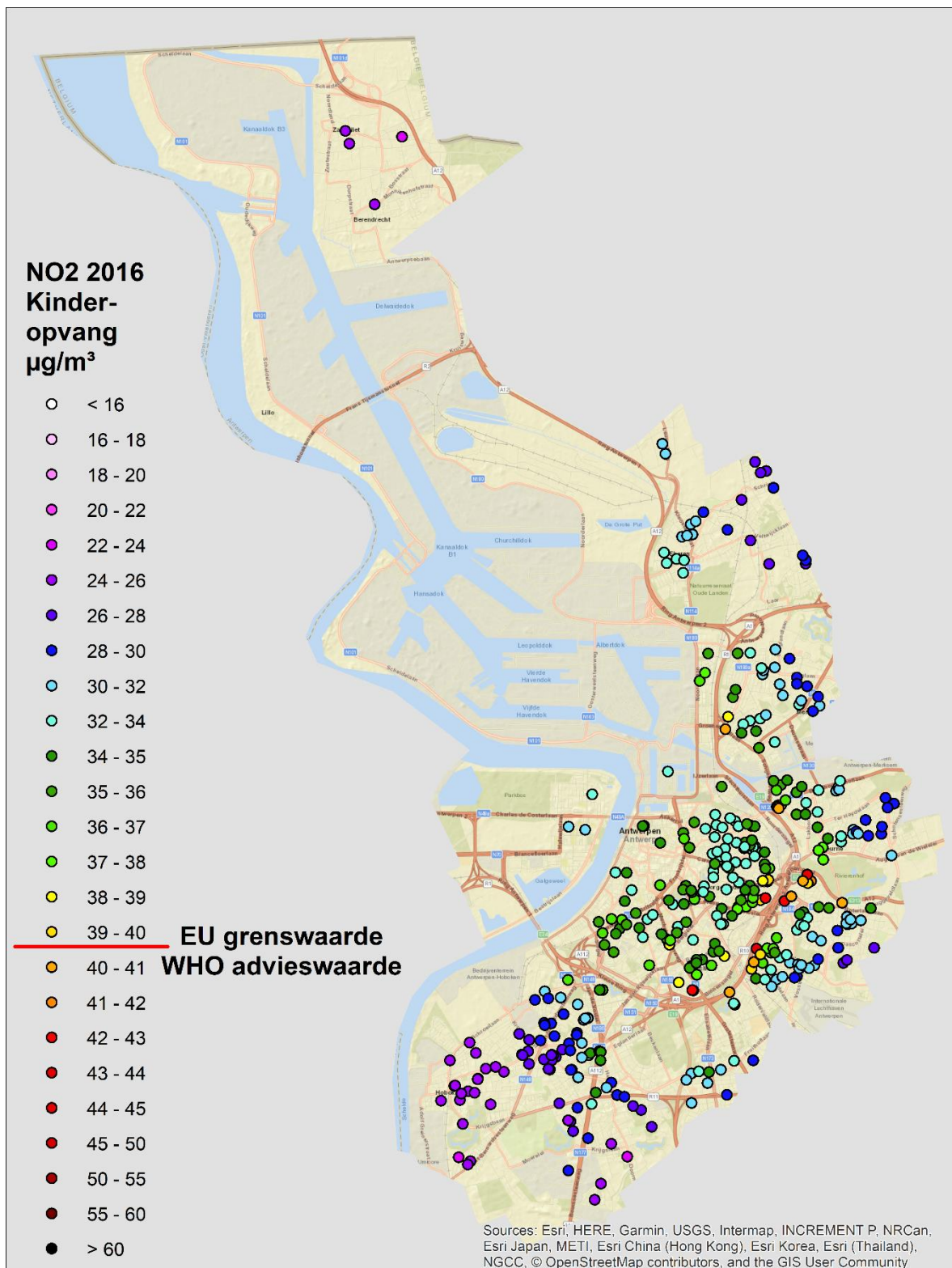
Lefebvre W., Vranckx S., “Validation of the IFDM model for use in urban applications” (2013)

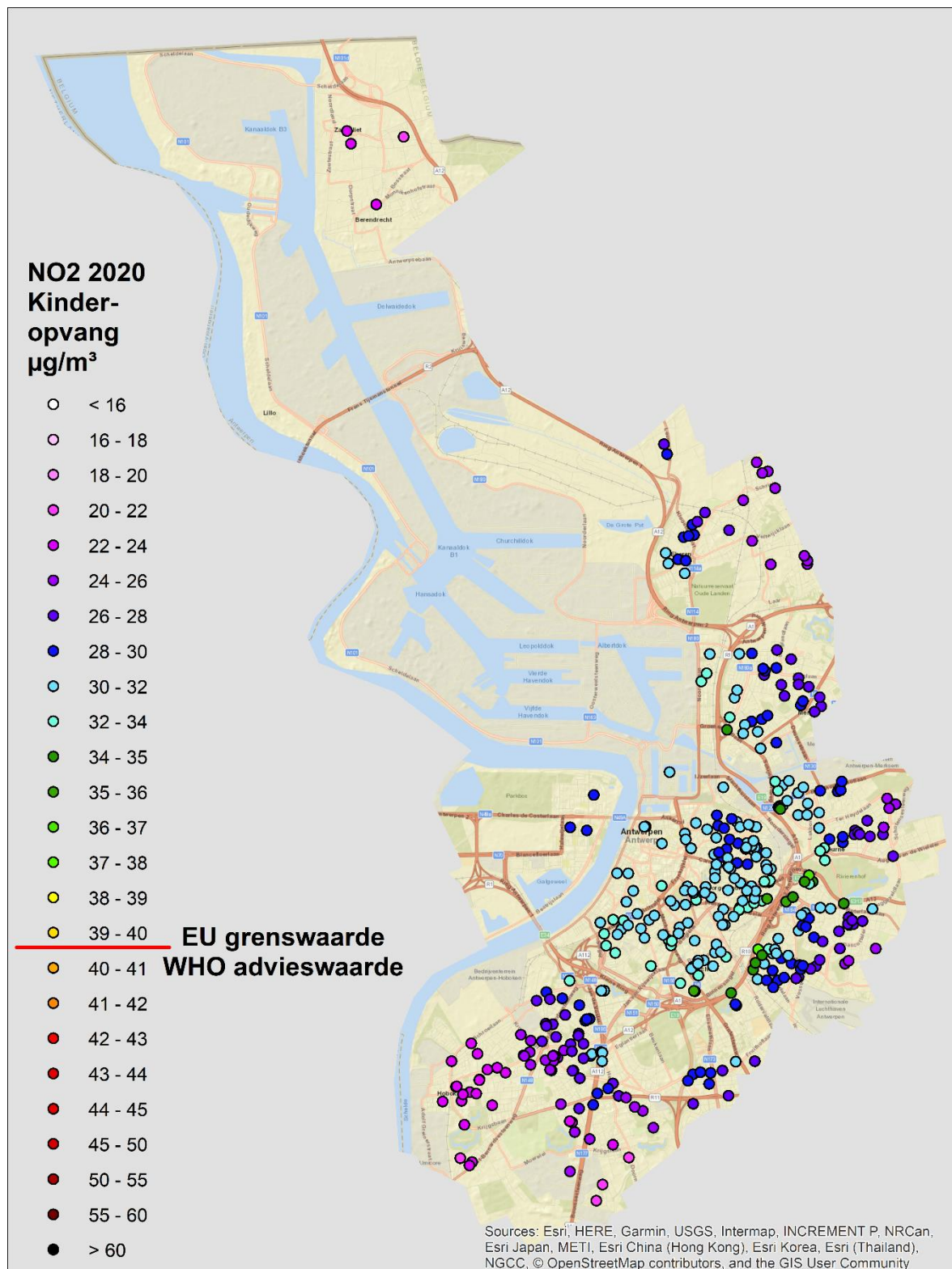
Vlaams Gewest, Saneringsplan luchtkwaliteit voor de luchtkwaliteitszone BEF02A ‘Agglomeratie Antwerpen’ in het kader van de overschrijding van de NO₂-jaargrenswaarde en in uitvoering van artikel 23 van de richtlijn 2008/50/EG. December 2017.

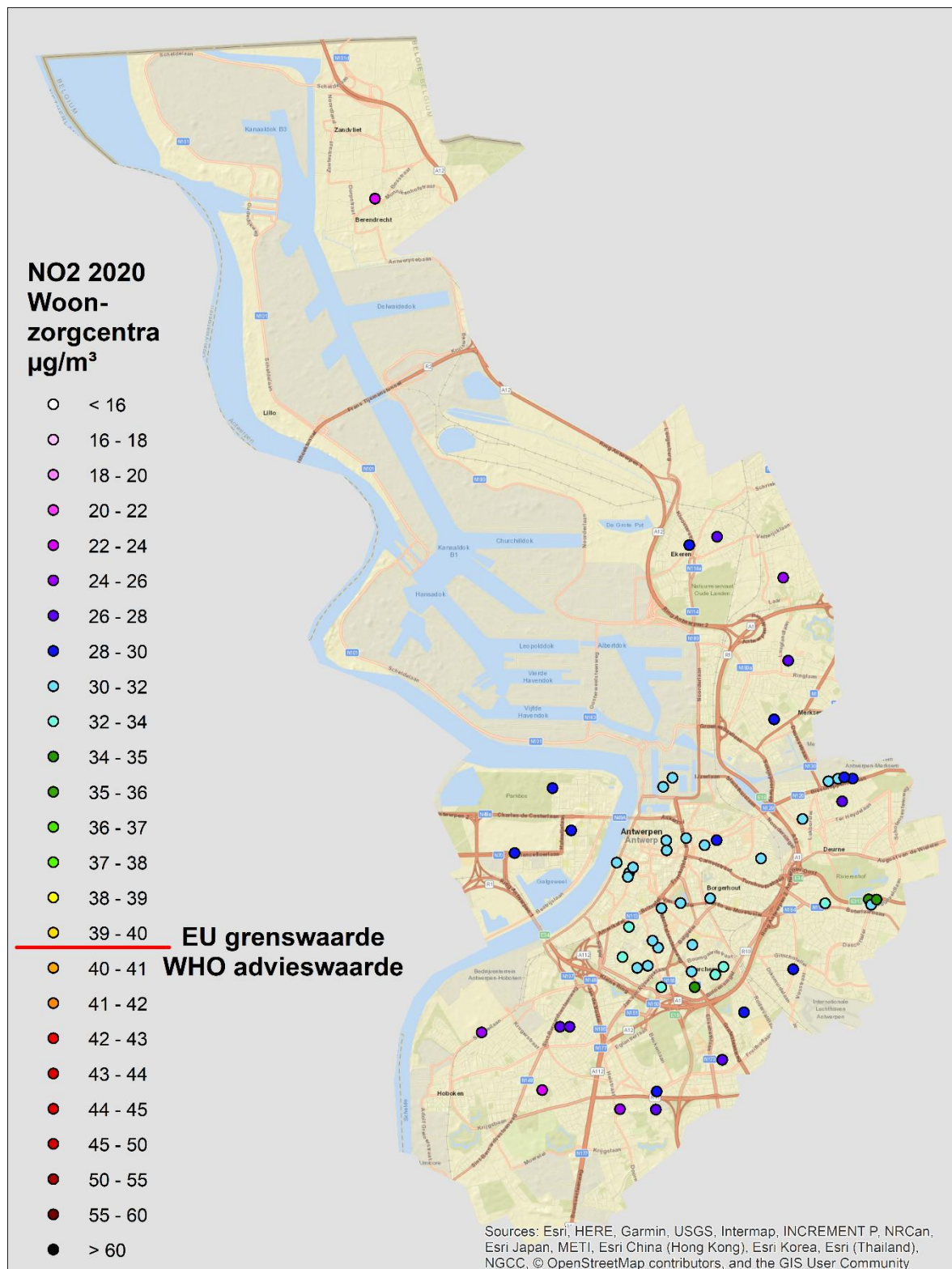
BIJLAGES

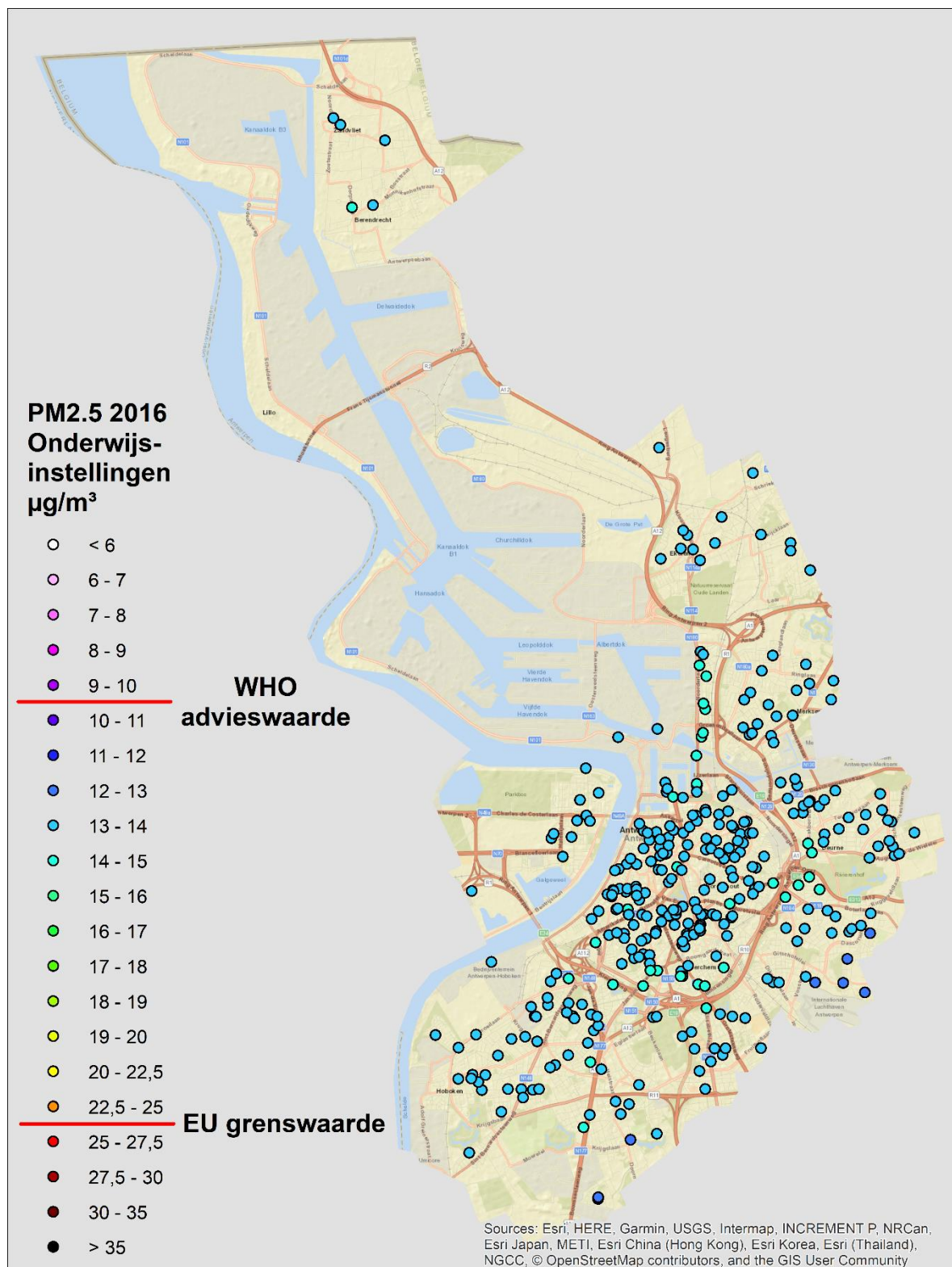
Bijlage 1: Kaarten blootstelling gevoelige groepen NO₂

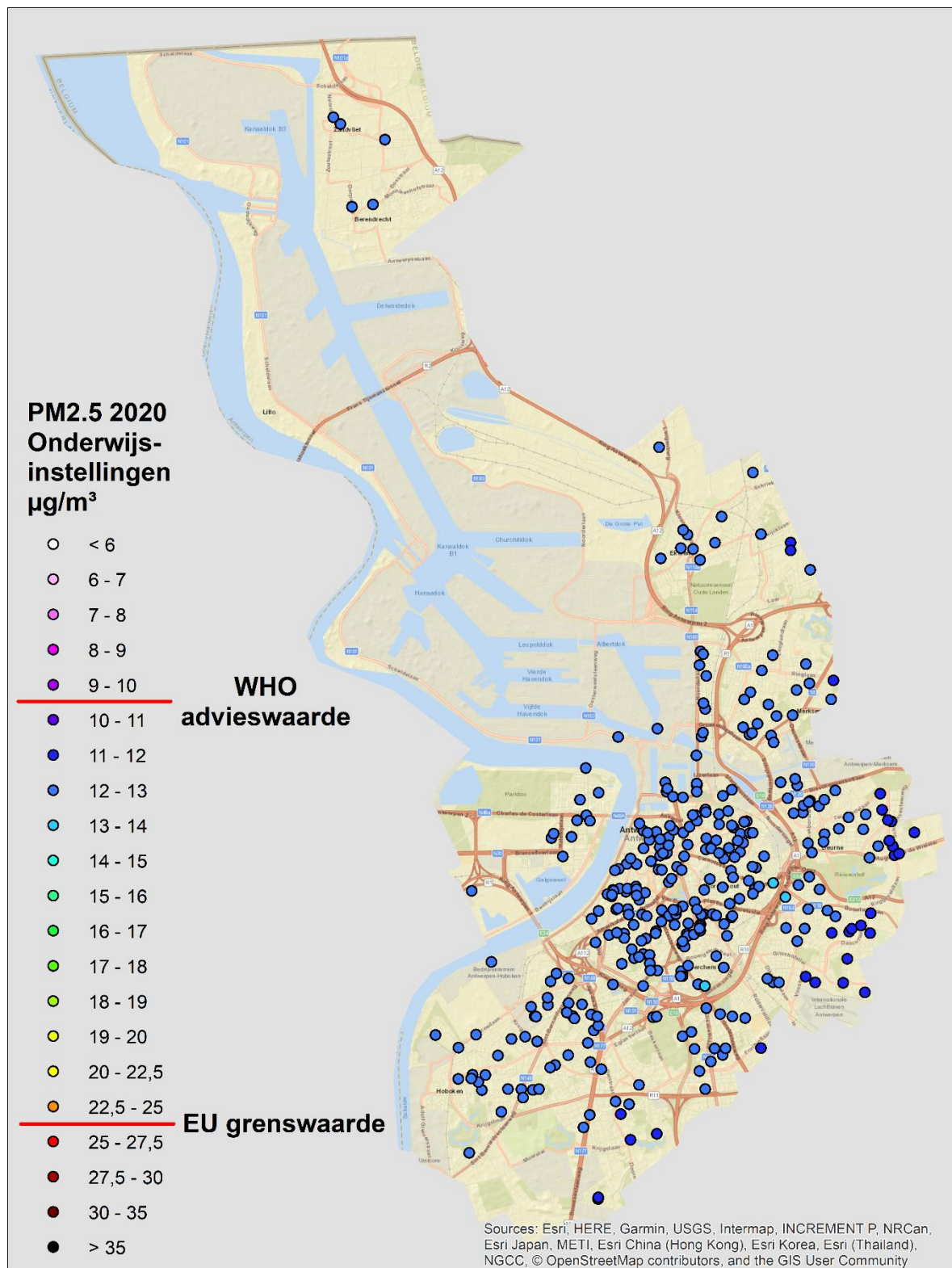


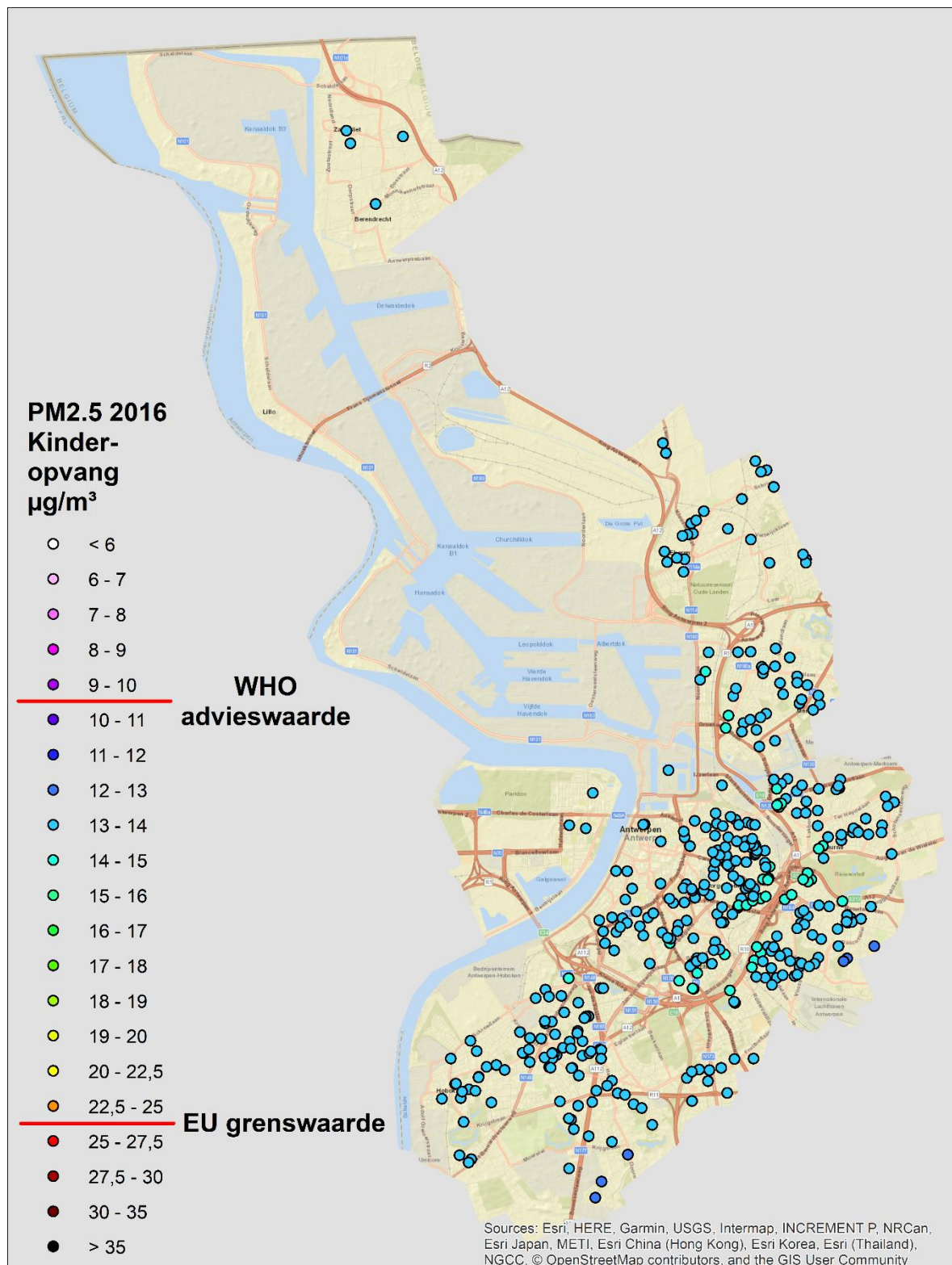


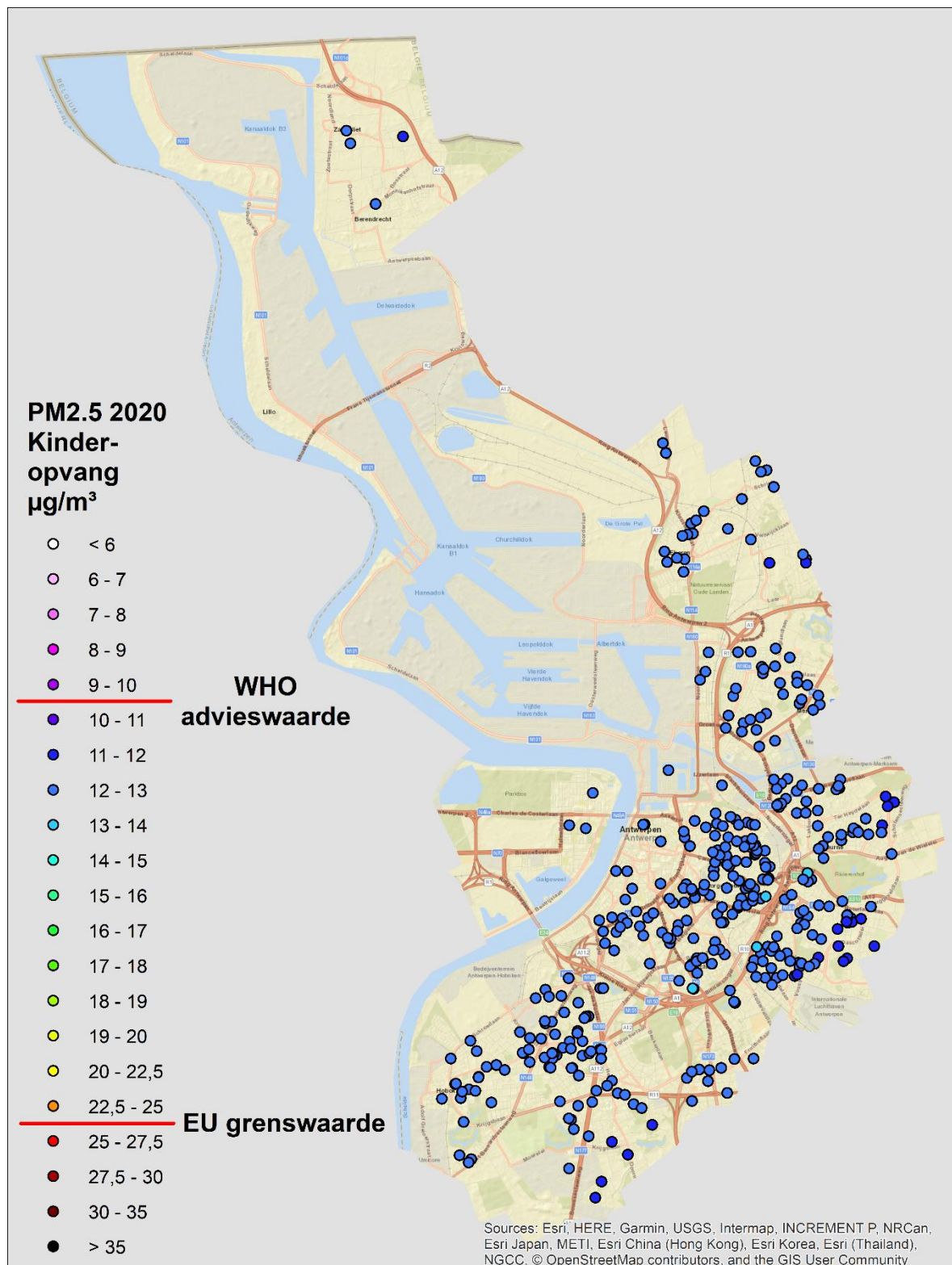


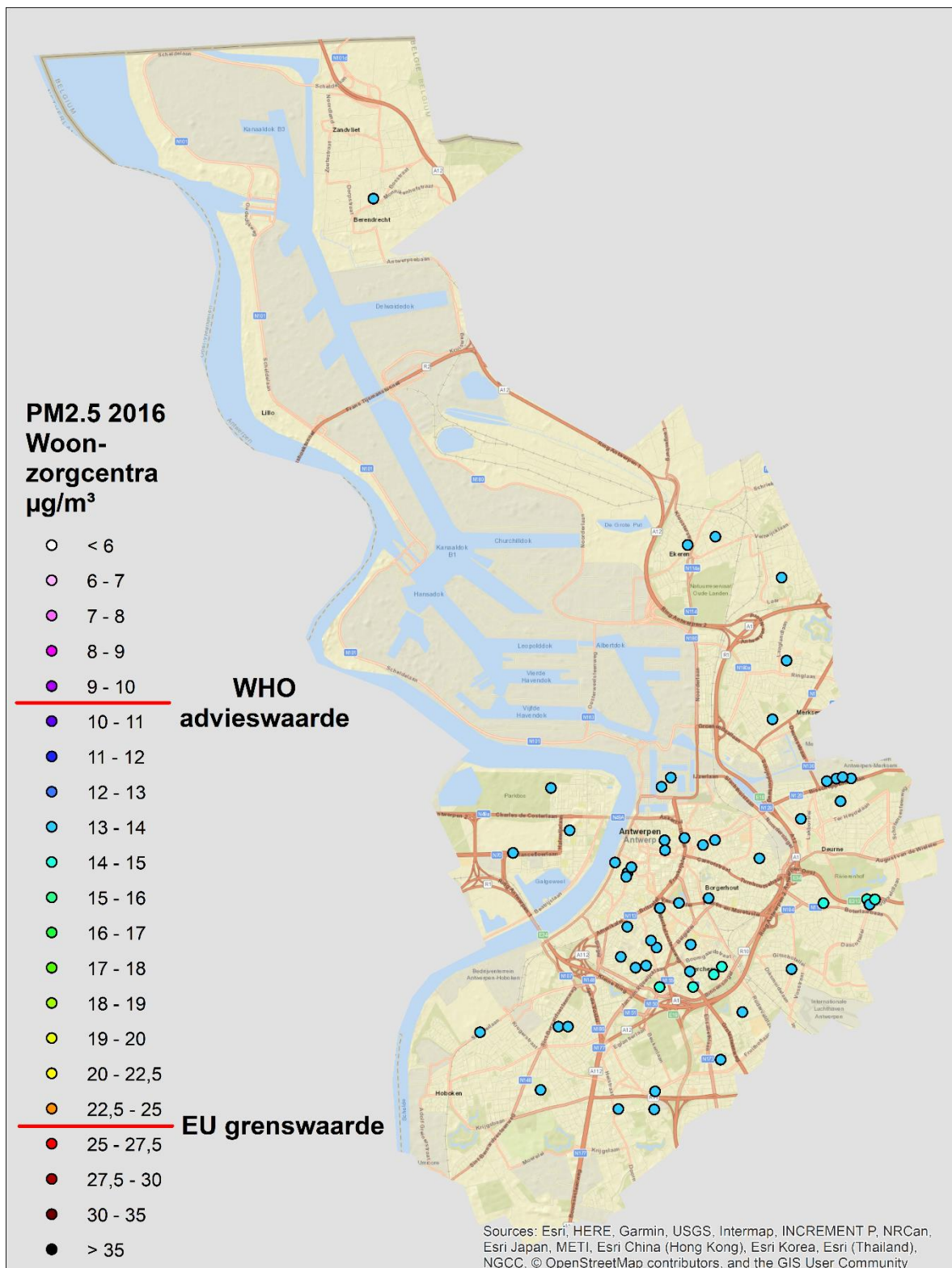


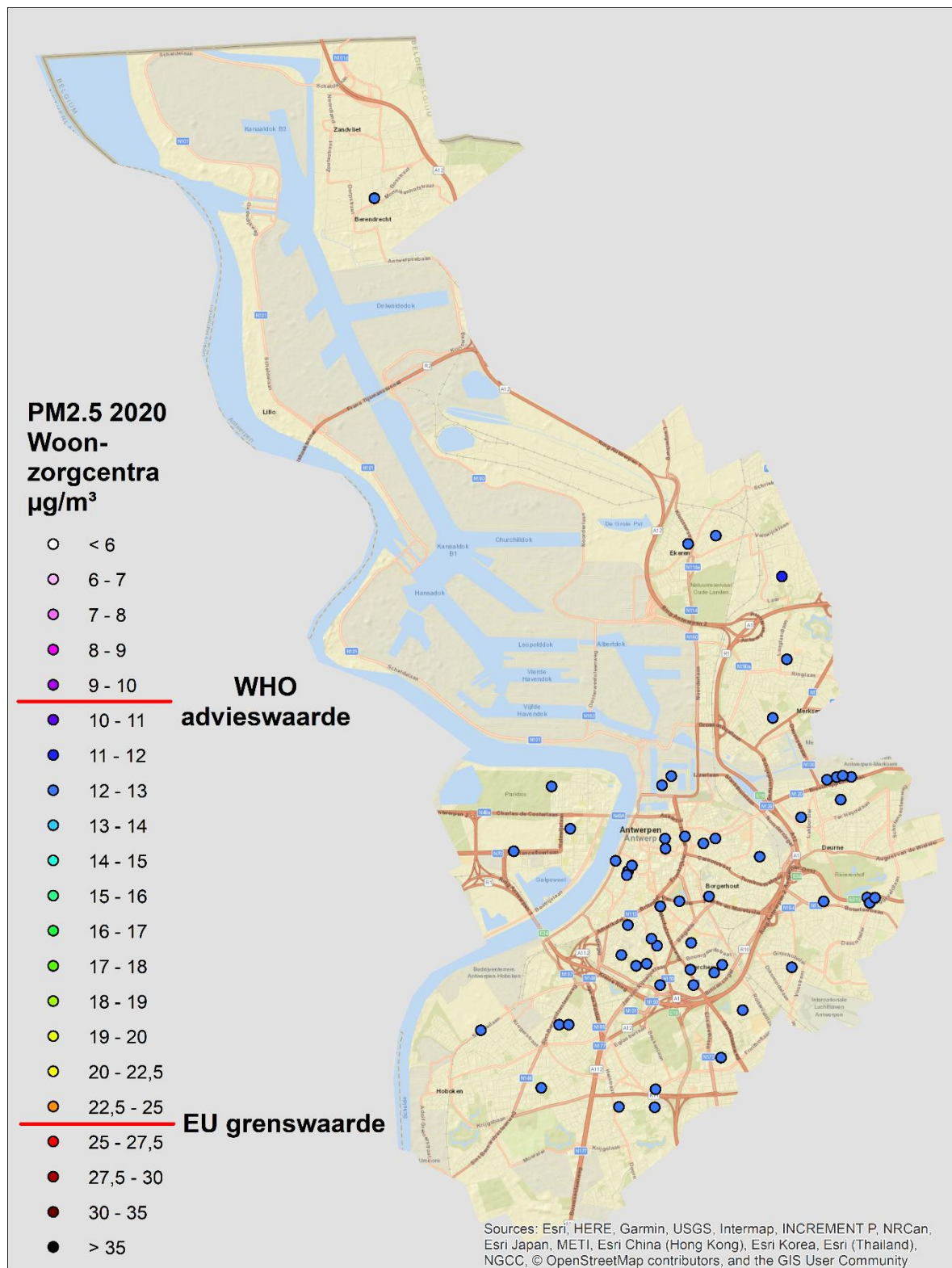
Bijlage 2: Kaarten blootstelling gevoelige groepen PM_{2.5}



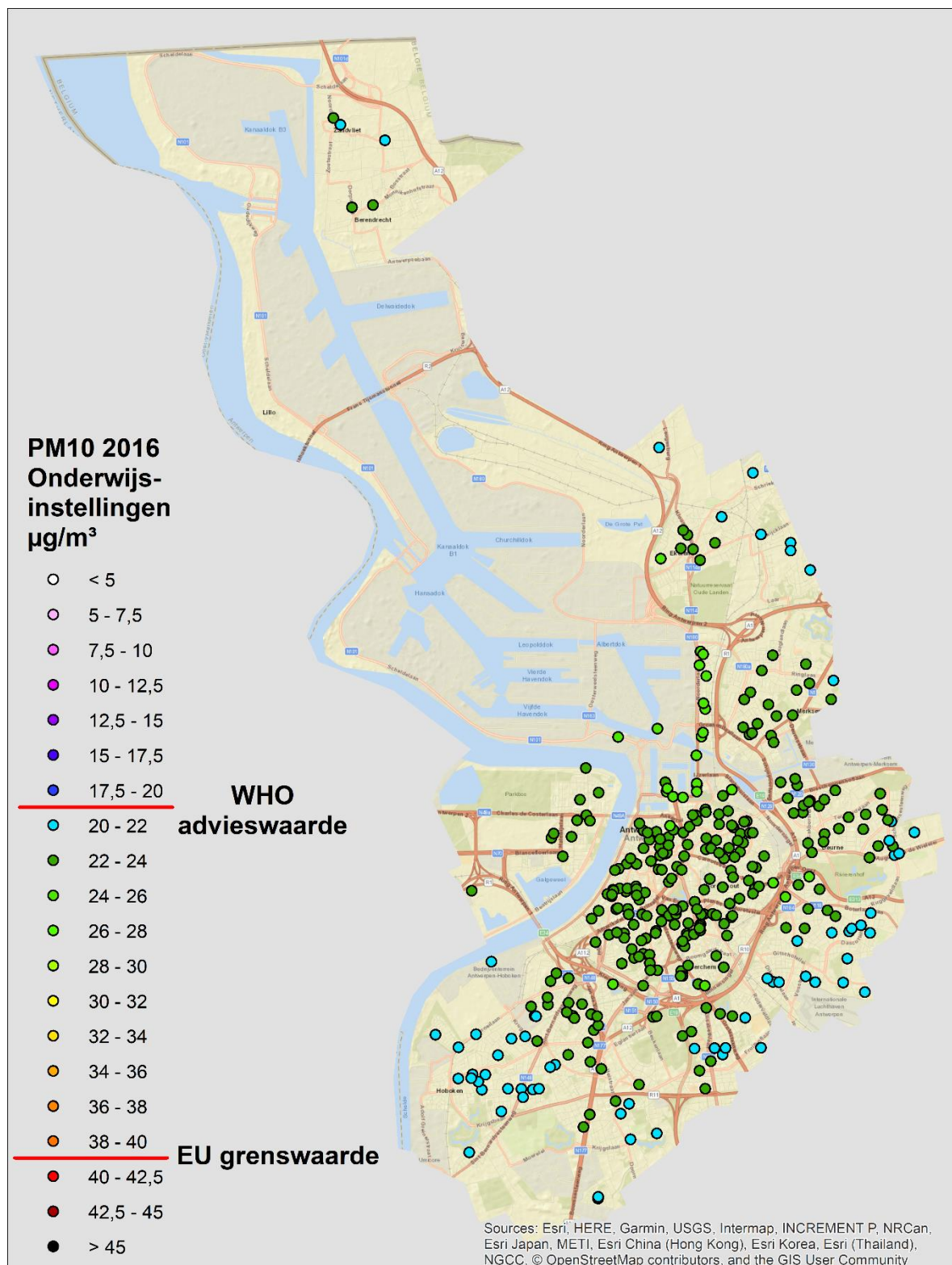


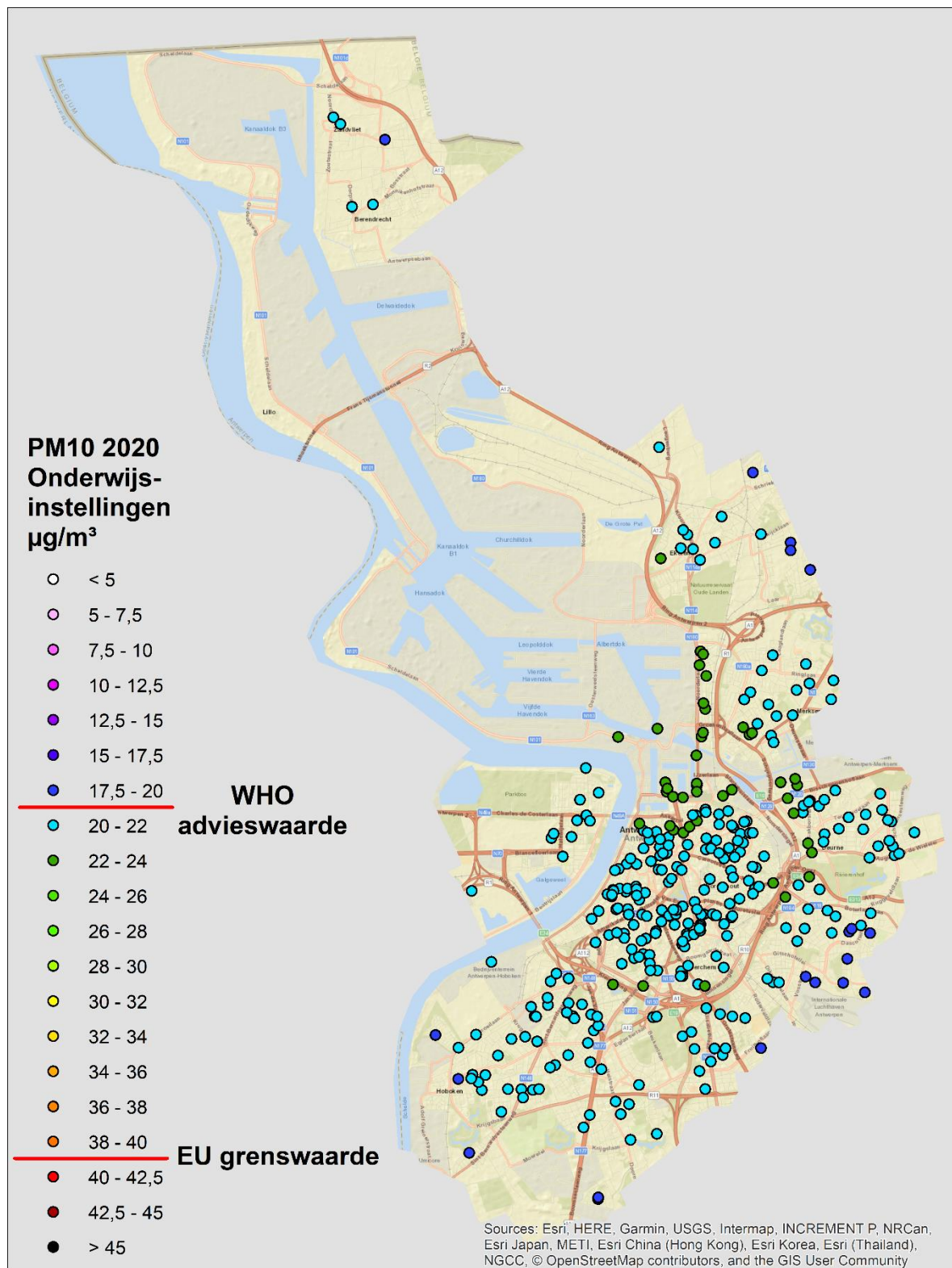


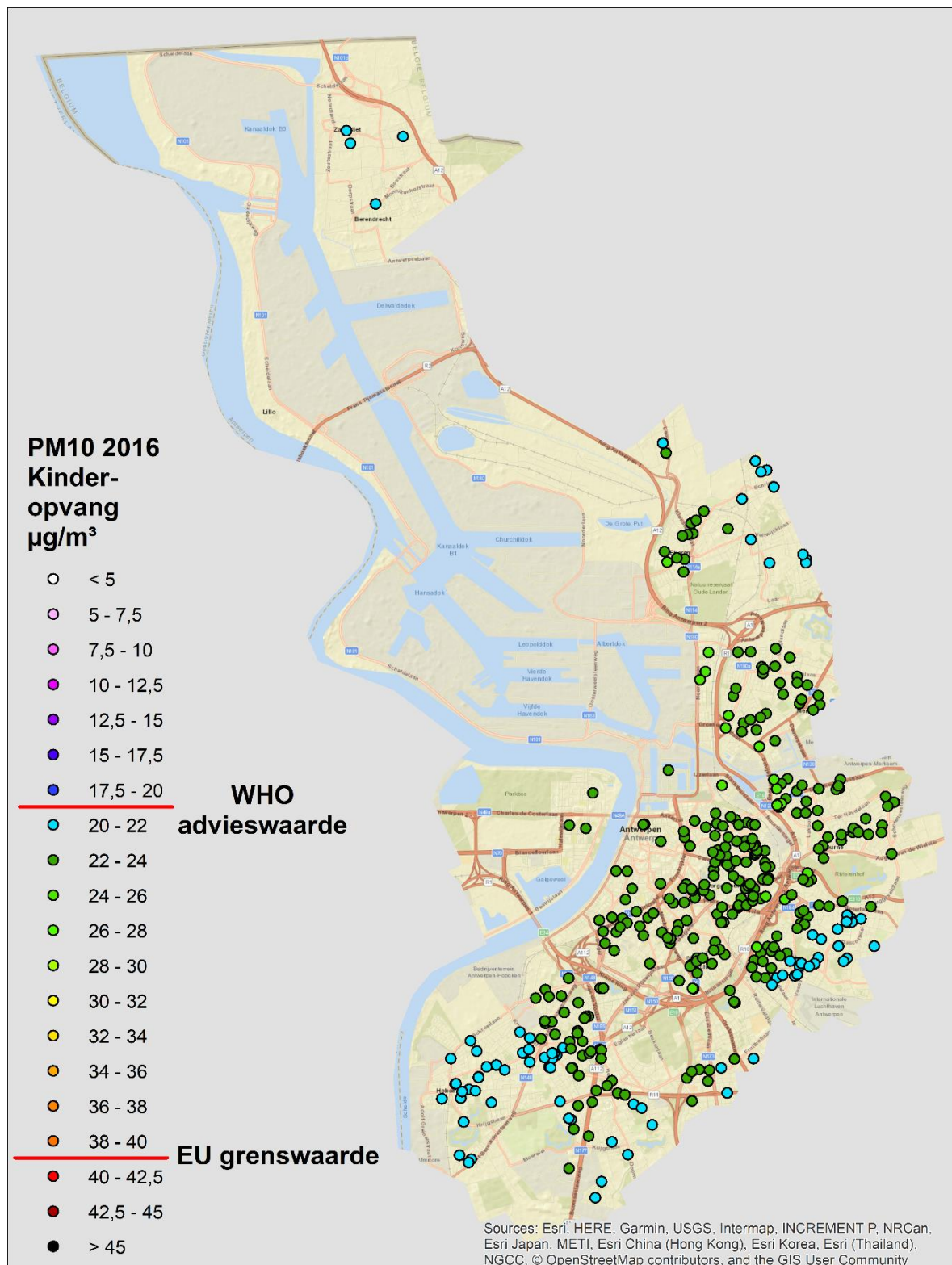


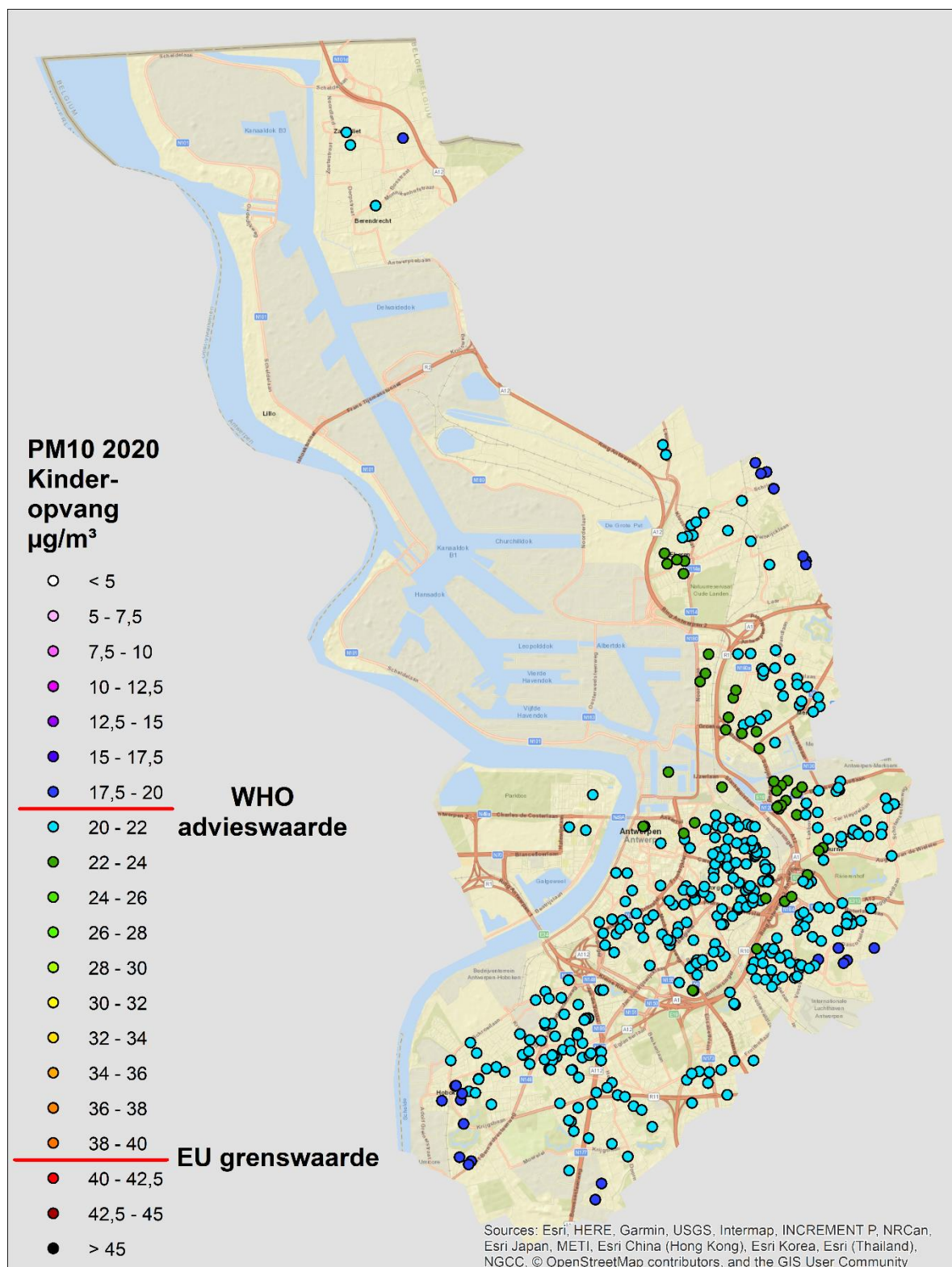


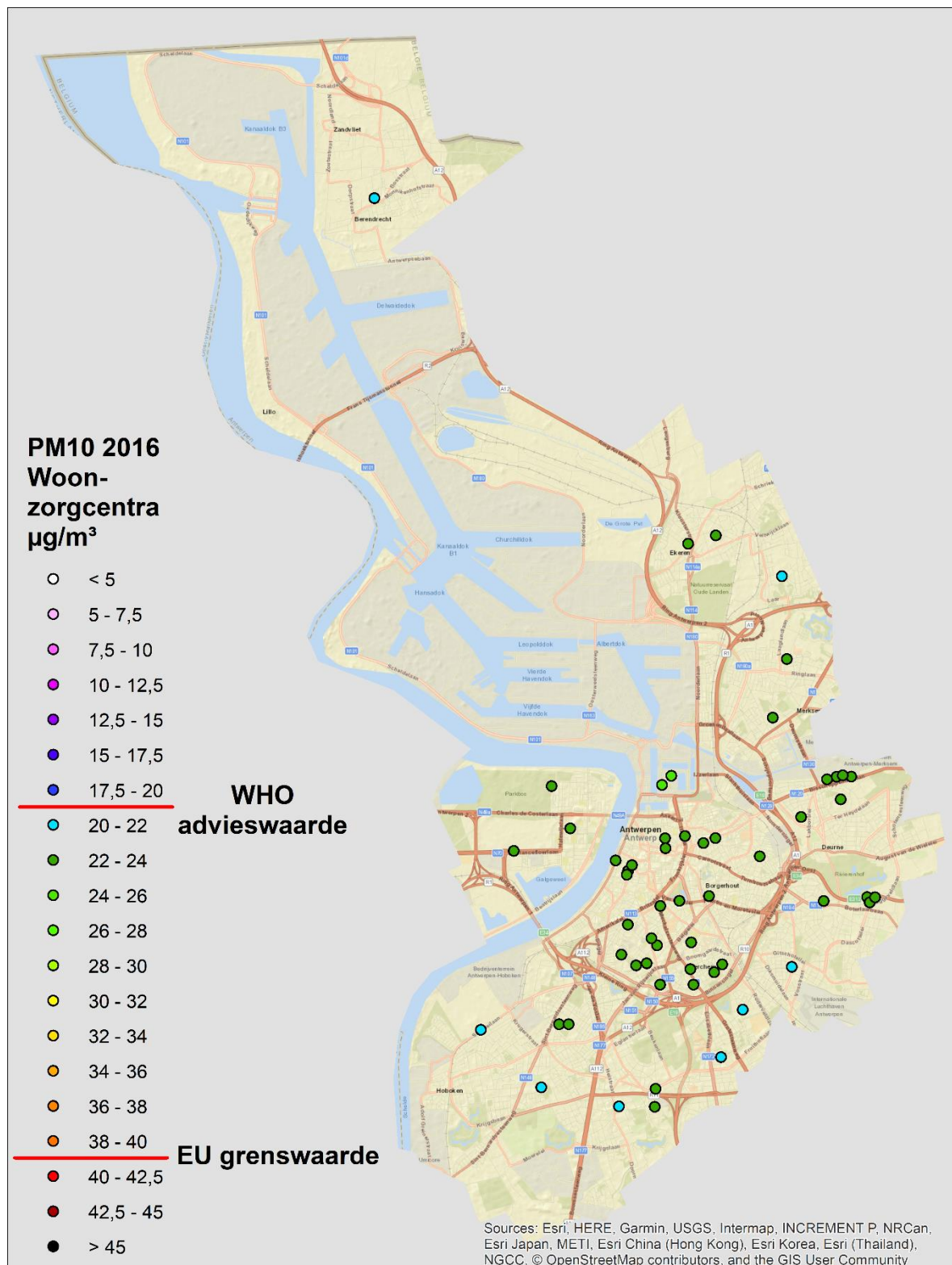
Bijlage 3: Kaarten blootstelling gevoelige groepen PM₁₀

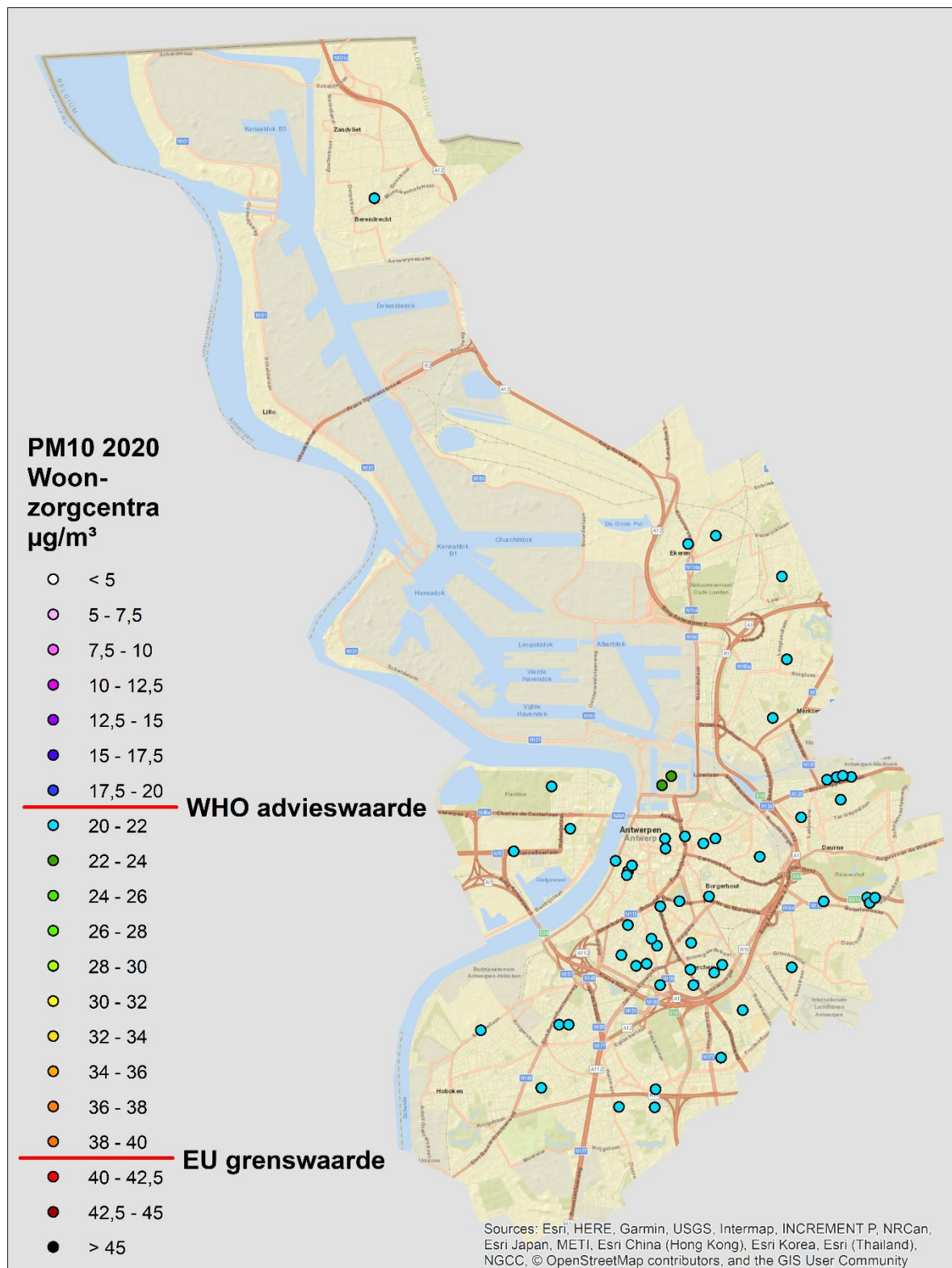




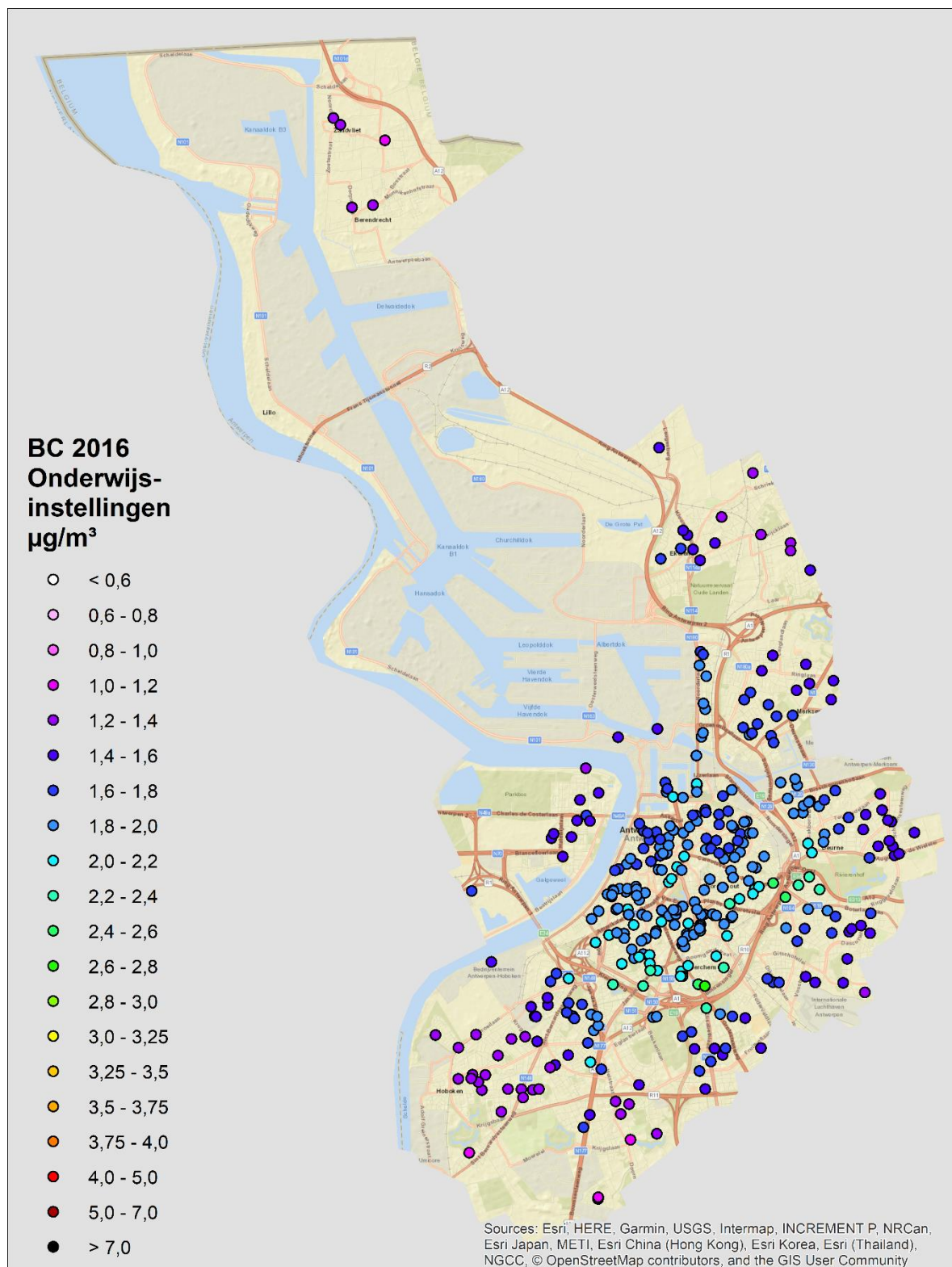


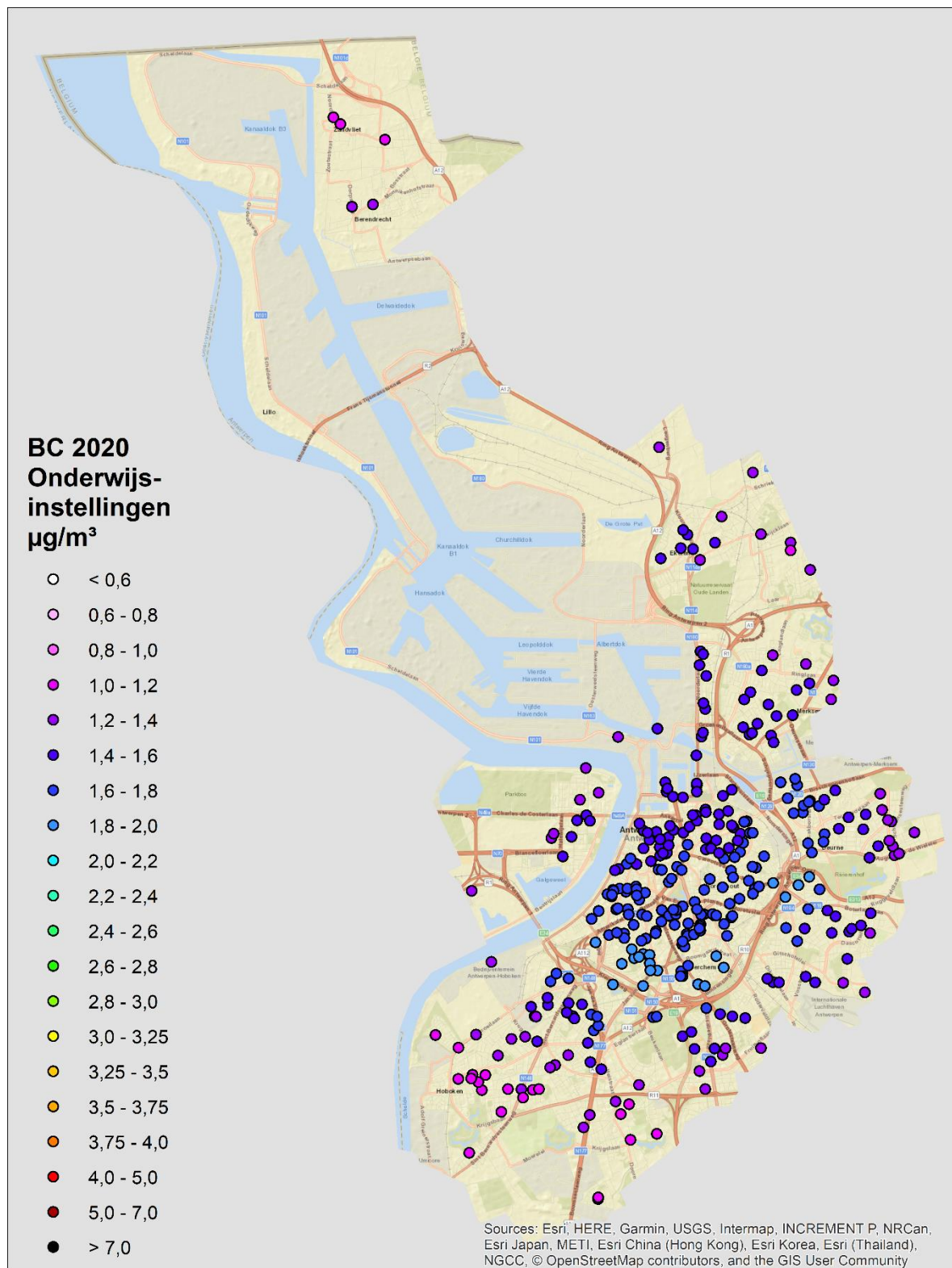


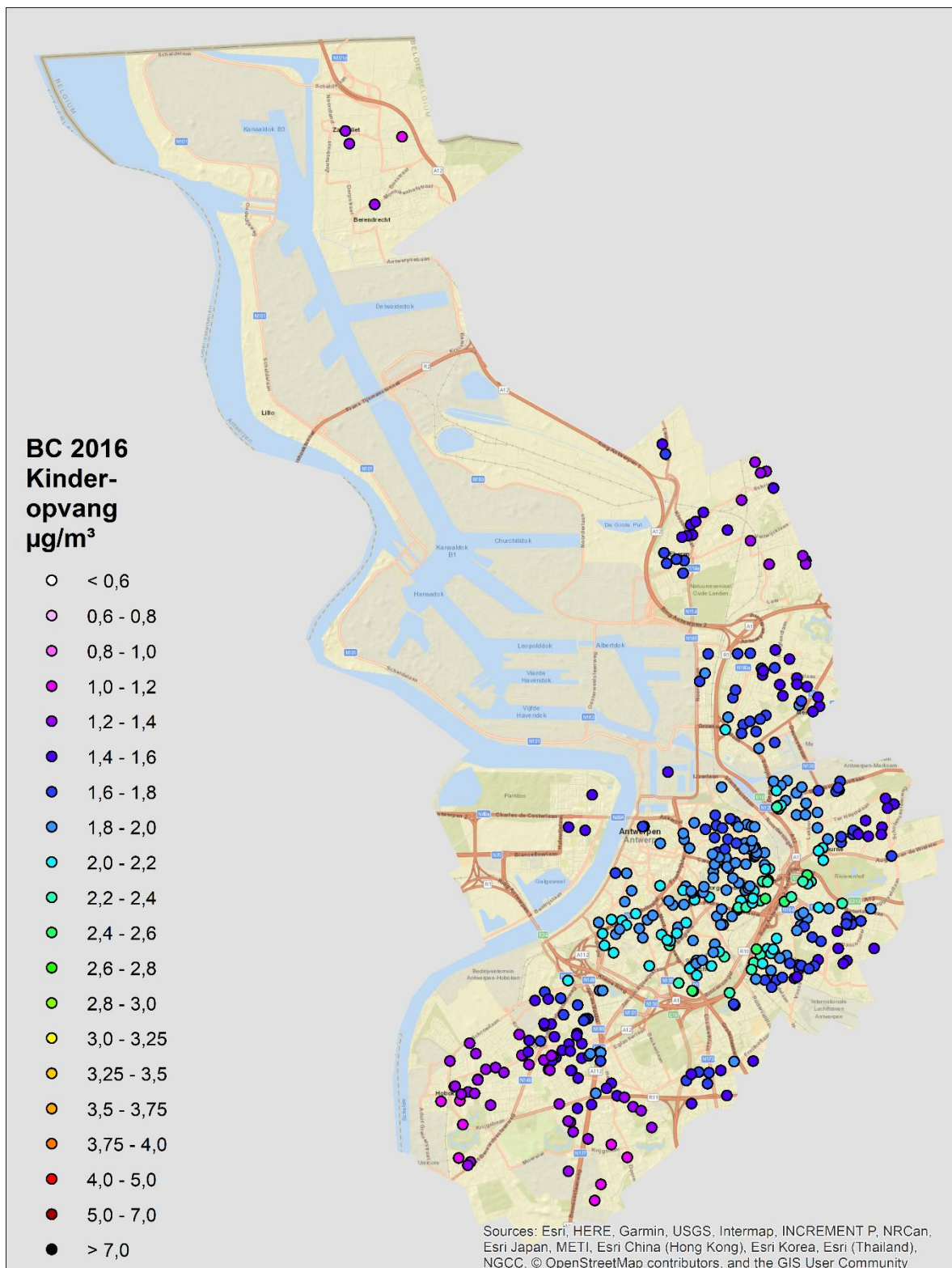


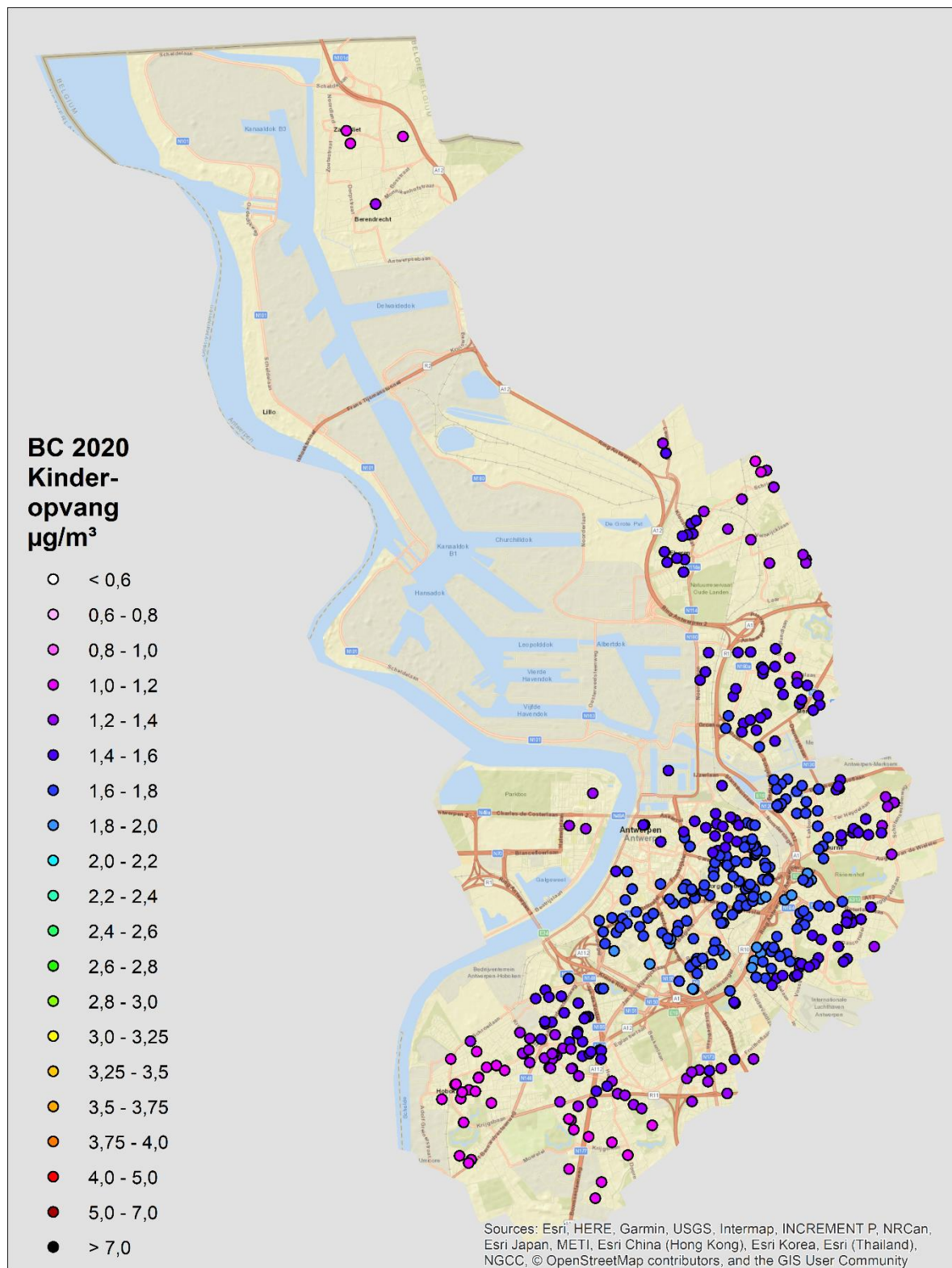


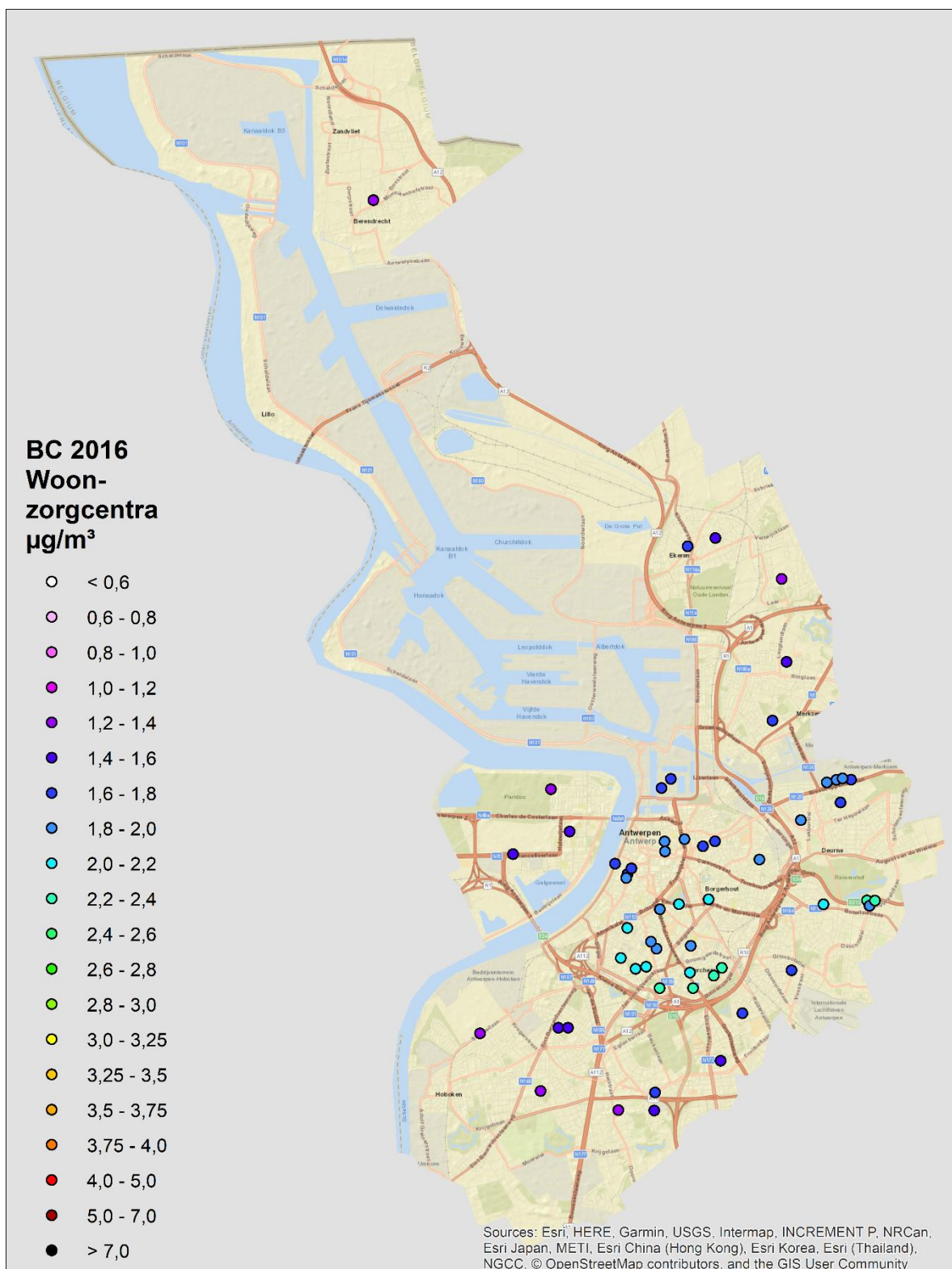
Bijlage 4: Kaarten blootstelling gevoelige groepen BC

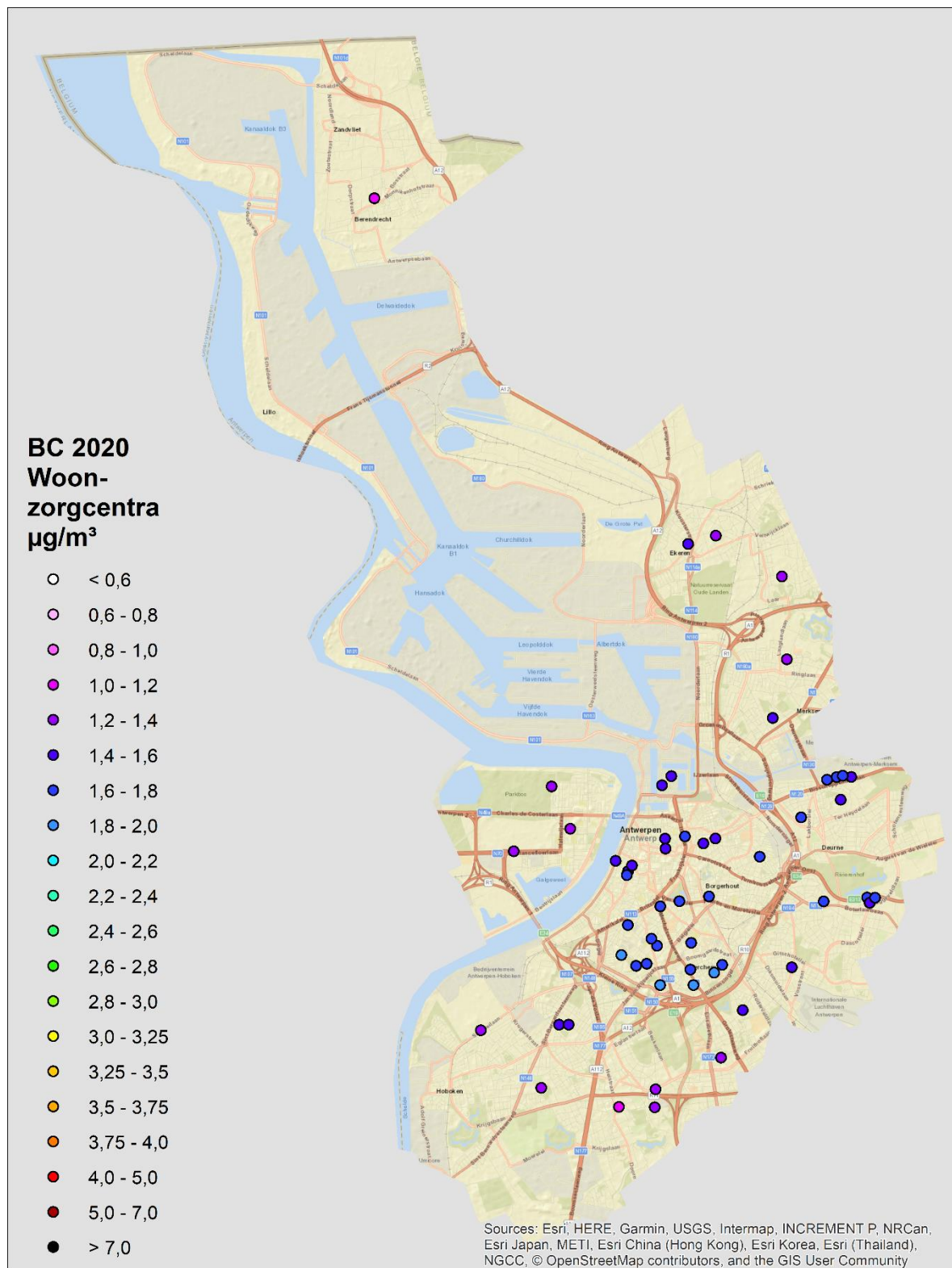












Bijlage 5: Overzichtstabellen sector classificaties

Overzicht van de Vlaamse VLEM-sector classificatie.

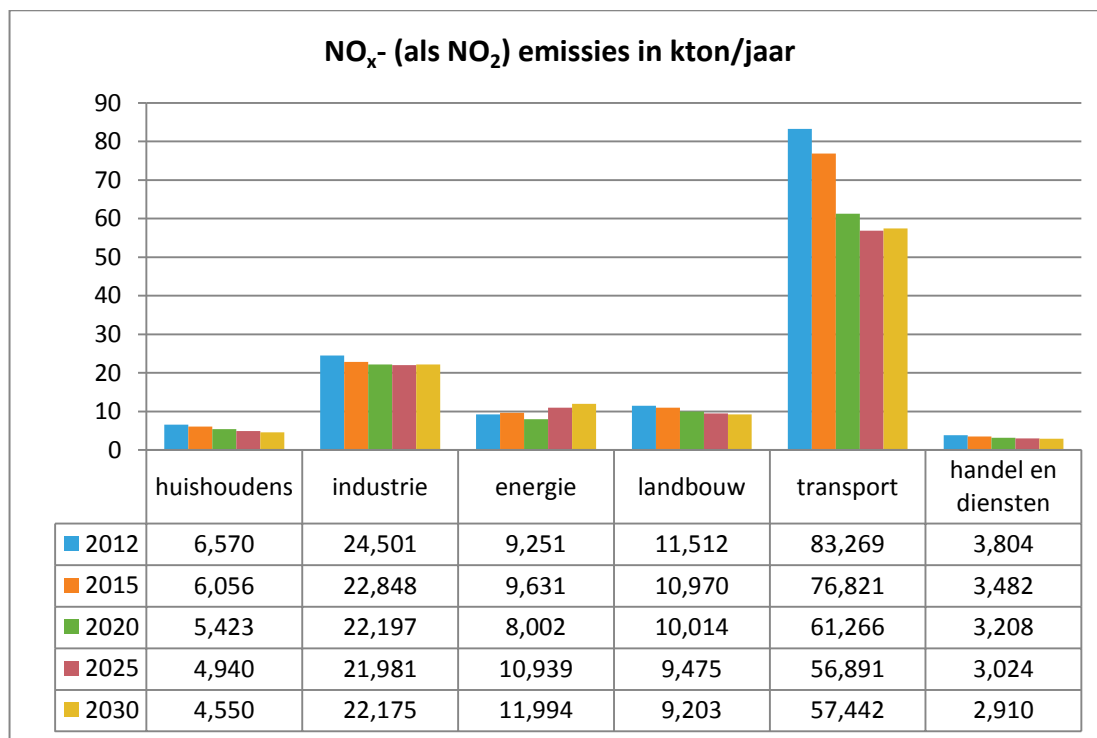
sector	beschrijving
VLEM 1	verwarming bij huishoudens
VLEM 2	huishoudelijk gebruik van (verf- en andere) producten
VLEM 3	off-road huishoudens (tuinmachines)
VLEM 4	verbrandingsprocessen in chemische industrie
VLEM 5	productieprocessen in chemische industrie
VLEM 6	gebruik van (verf- en andere) producten in chemische industrie
VLEM 7	verbrandingsprocessen in ijzer en staal industrie
VLEM 8	productieprocessen in ijzer en staal industrie
VLEM 9	verbrandingsprocessen in non ferro, automobiel en machinebouw, voeding-, drank- en genotsmiddelen, textiel-, schoen-, leder- en kledingnijverheid, papier- en papierwaren, andere industrieën
VLEM 10	productieprocessen in non ferro, automobiel en machinebouw, voeding-, drank- en genotsmiddelen, textiel-, schoen-, leder- en kledingnijverheid, papier- en papierwaren, andere industrieën
VLEM 11	gebruik van (verf- en andere) producten in non ferro, automobiel en machinebouw, voeding-, drank- en genotsmiddelen, textiel-, schoen-, leder- en kledingnijverheid, papier- en papierwaren, andere industrieën
VLEM 12	off-road industrie
VLEM 13	off-road bouw
VLEM 14	winning en bewerking van steenkool
VLEM 15	cokesovenbedrijven
VLEM 16	verbrandingsprocessen in raffinaderijen
VLEM 17	productieprocessen in raffinaderijen
VLEM 18	verbrandingsprocessen in productie, transport en distributie van elektriciteit en warmte (incl. productie van splijt- en kweekstoffen)
VLEM 19	productieprocessen in productie, transport en distributie van elektriciteit en warmte (incl. productie van splijt- en kweekstoffen) & productie en distributie van gas
VLEM 20	WKK landbouw
VLEM 21	brandstofverbruik in akkerbouw, blijvende teelten, graasdierhouderij, vollegroondstuinbouw en int.veehouderij
VLEM 22	kunstmest
VLEM 23	veeteelt
VLEM 24	glastuinbouw incl zelfproducenten
VLEM 25	zeevisserij
VLEM 26	off-road landbouw
VLEM 27	off-road bosbouw
VLEM 28	off-road groenvoorziening
VLEM 29	wegverkeer
VLEM 30	luchtvaart
VLEM 31	scheepvaart tussen Noordzeehavens
VLEM 32	binnenscheepvaart
VLEM 33	spoorverkeer

VLEM 34	tankstations
VLEM 35	verbrandingsprocessen aanverwanten petroleumsector & afvalverwerking
VLEM 36	productieprocessen aanverwanten petroleumsector
VLEM 37	crematoria & afvalverwerking
VLEM 38	op-en overslagbedrijven (NACE 50-55)
VLEM 39	WKK in tertiaire sector
VLEM 40	handel en diensten inclusief zelfproducenten
VLEM 41	off-road huishoudens recreatiesector (quads, moto's, ...)
VLEM 42	off-road defensie
VLEM 43	off-road havens
VLEM 44	off-road luchthavens
VLEM 45	off-road intermodaal

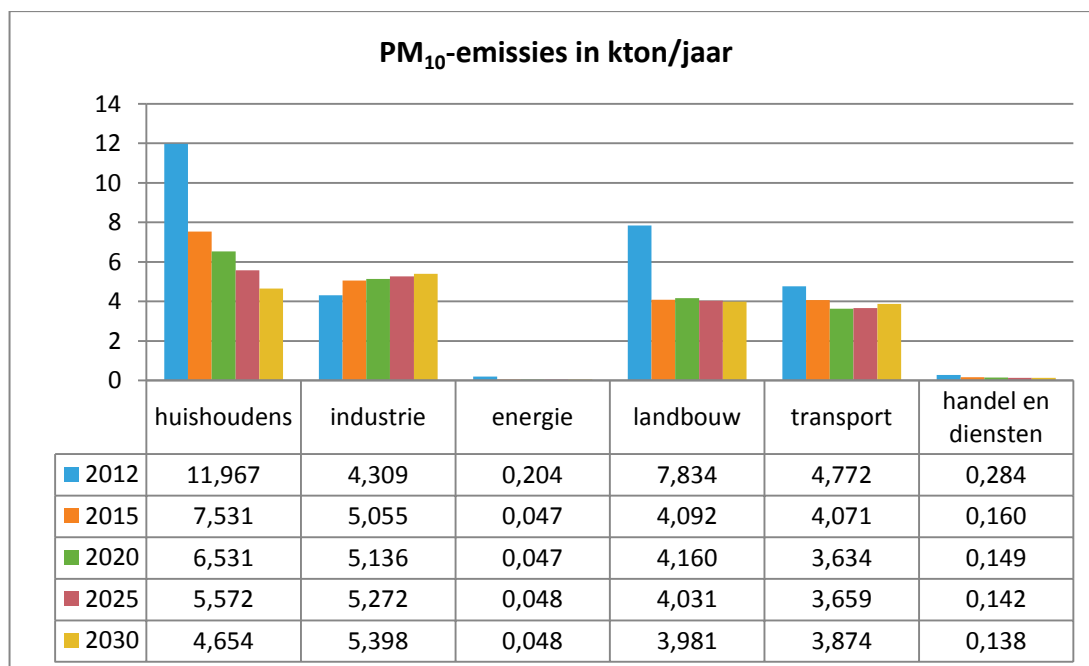
Overzicht van de Europese SNAP-sector classificatie.

sector	beschrijving
SNAP 1	Combustion in energy production and transformation
SNAP 2	Non-industrial combustion plants
SNAP 3	Combustion in manufacturing industry
SNAP 4	Production processes
SNAP 5	Extraction and distribution of fossil fuels and geothermal energy
SNAP 6	Solvent use and other product use
SNAP 7	Road transport
SNAP 8	Other mobile sources and machinery
SNAP 9	Waste treatment and disposal
SNAP 10	Agriculture
SNAP 11	Other sources and sinks

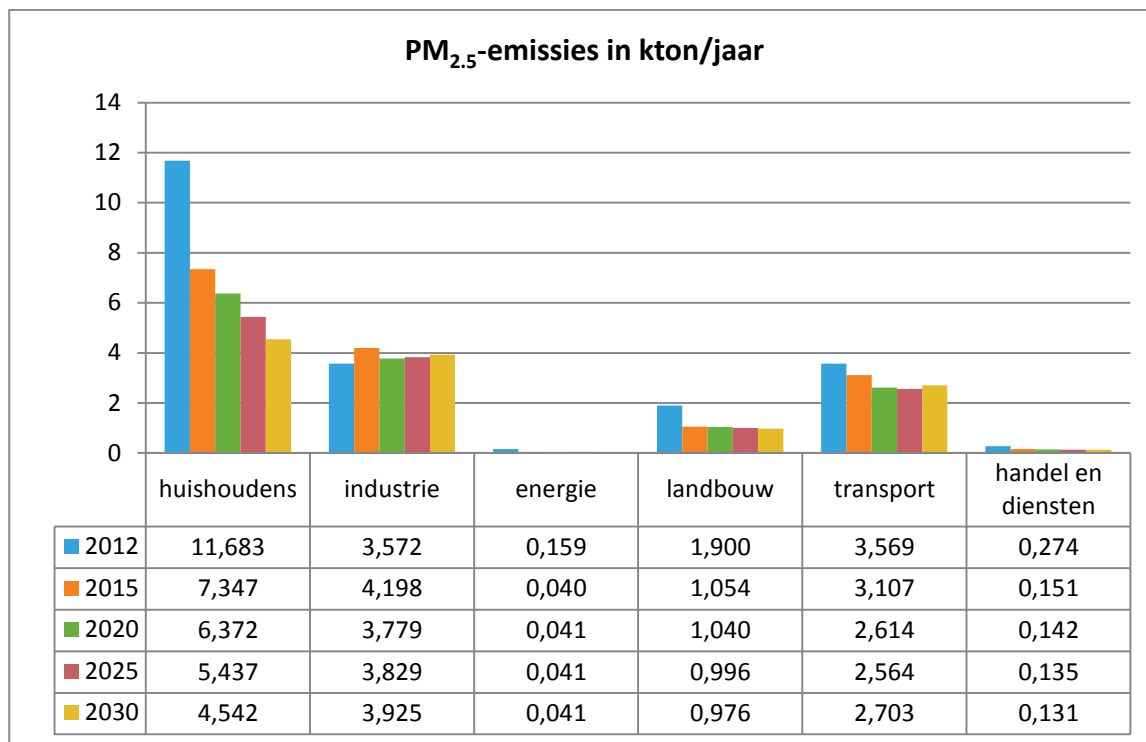
Bijlage 6: Overzichtstabellen en grafieken evolutie van Vlaamse, Belgische en Europese emissies gebruikt voor bepaling achtergrondconcentraties in Vlaanderen. Bron: IMMI3-studie.



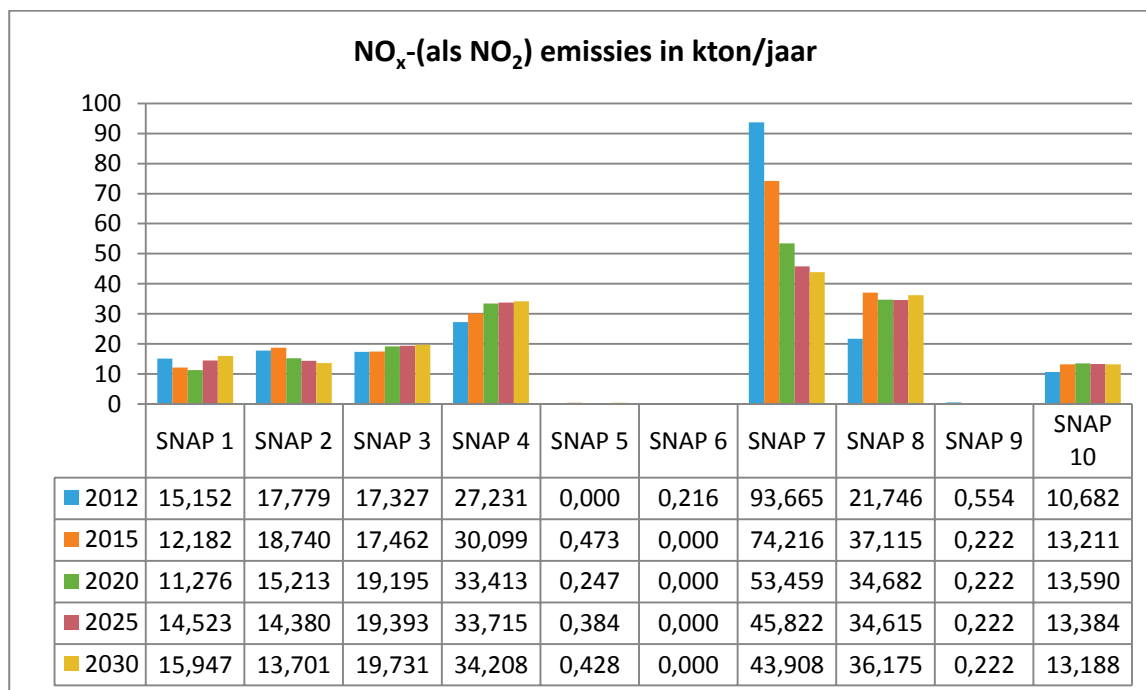
Figuur 41: Evolutie van de Vlaamse NO_x-emissies (kton/jaar) per hoofdsector zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).



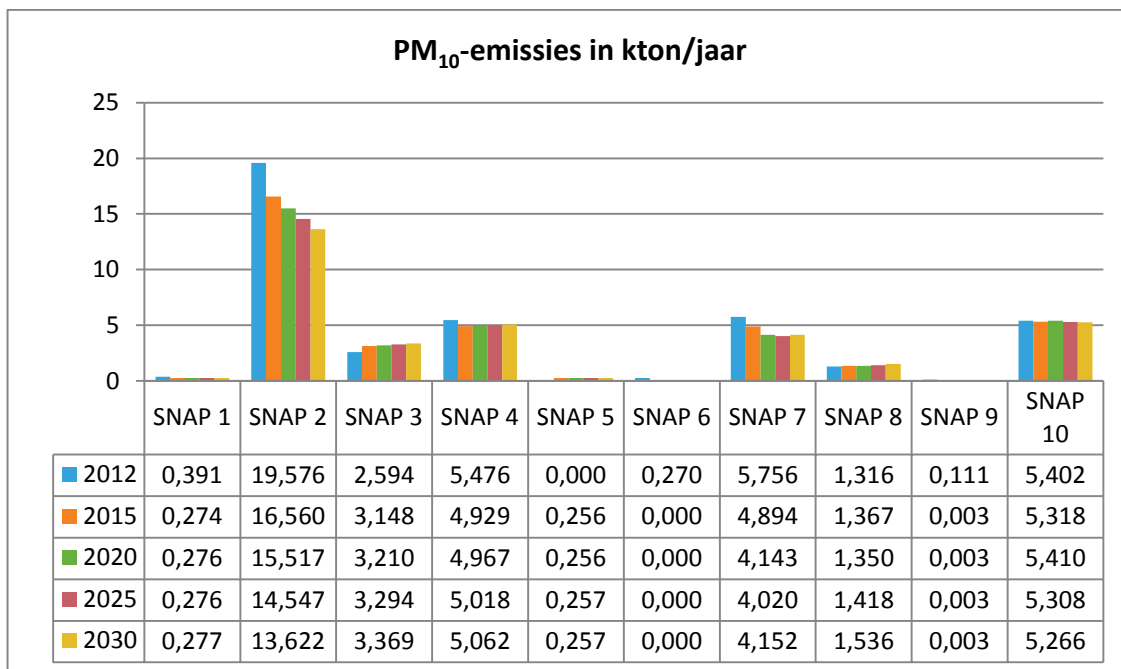
Figuur 42: Evolutie van de Vlaamse PM₁₀-emissies (kton/jaar) per hoofdsector zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).



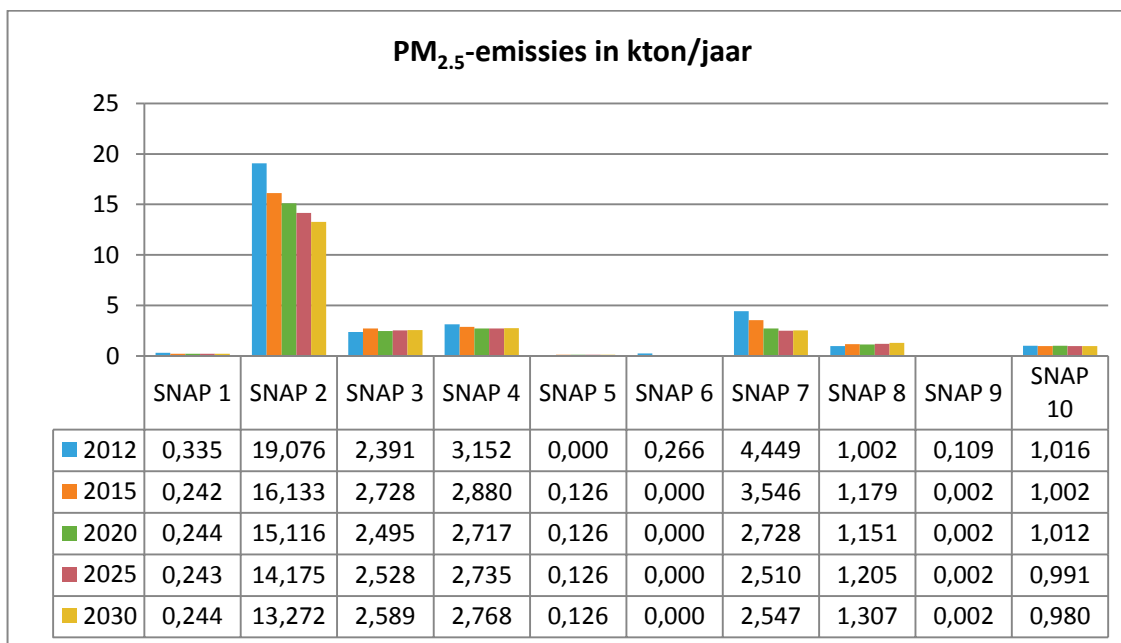
Figuur 43: Evolutie van de Vlaamse PM_{2.5}-emissies (kton/jaar) per hoofdsector zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).



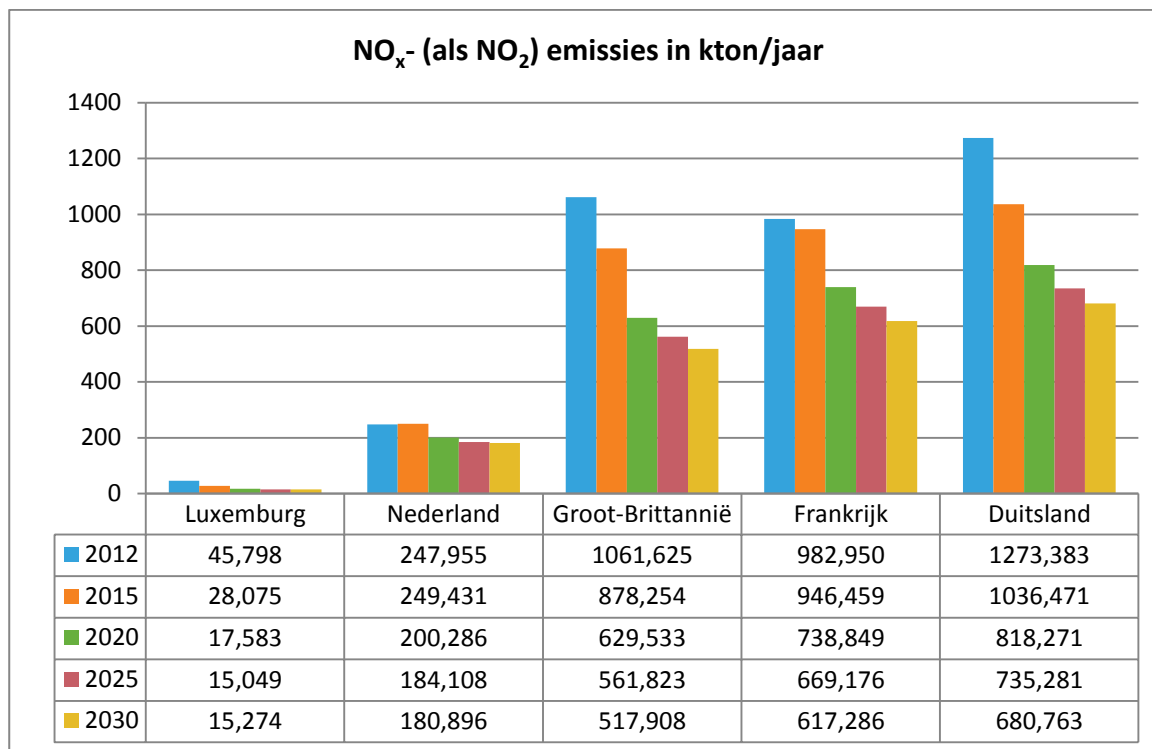
Figuur 44: Evolutie van de Belgische NO_x-emissies (kton/jaar) per SNAP-sector zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).



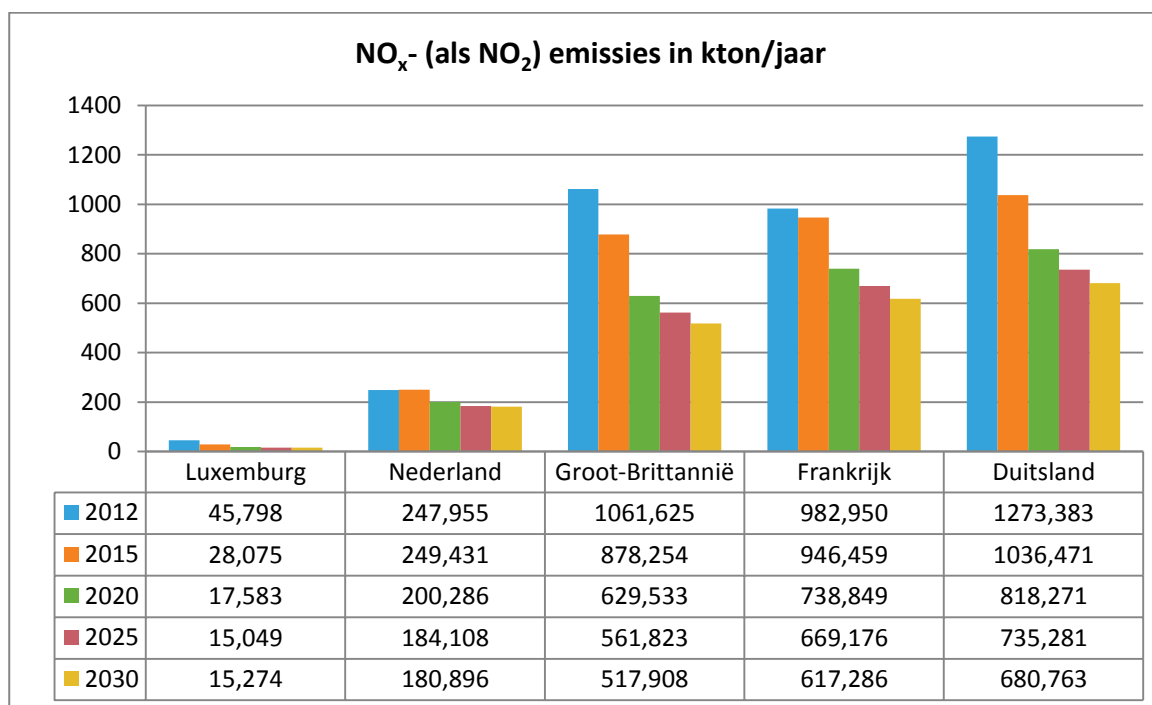
Figuur 45: Evolutie van de Belgische PM₁₀-emissies (kton/jaar) per SNAP-sector zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).



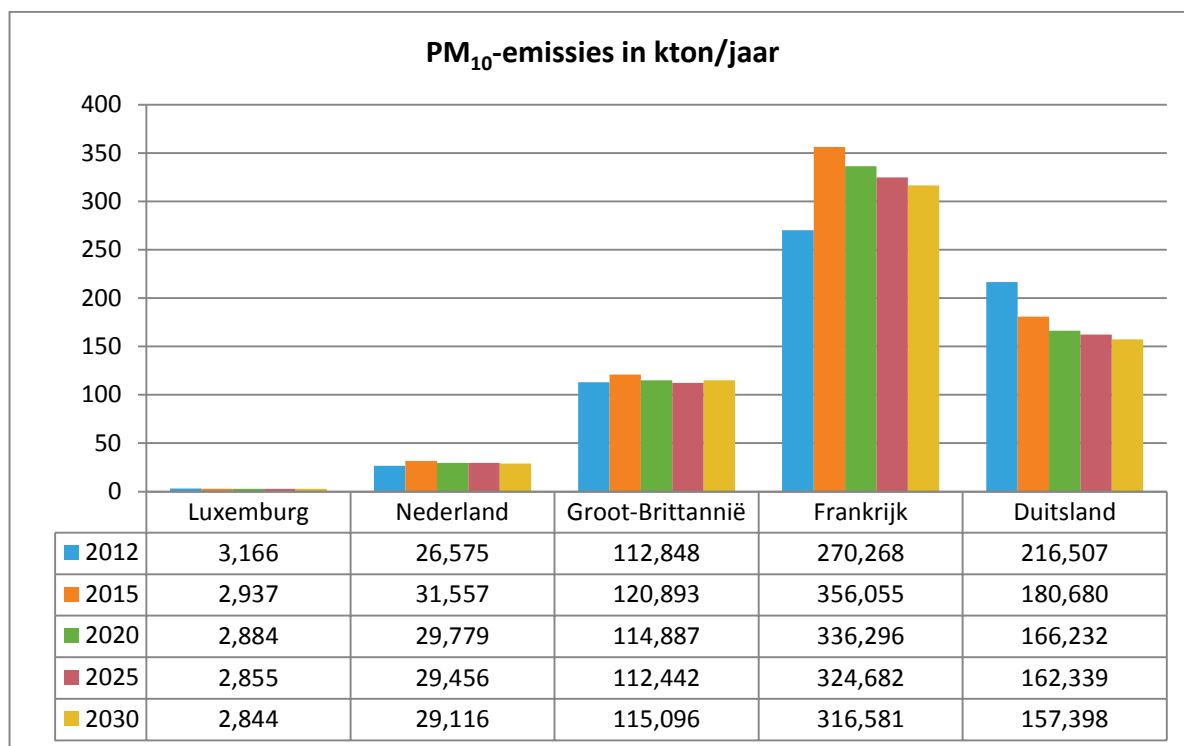
Figuur 46: Evolutie van de Belgische PM_{2.5}-emissies (kton/jaar) per SNAP-sector zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).



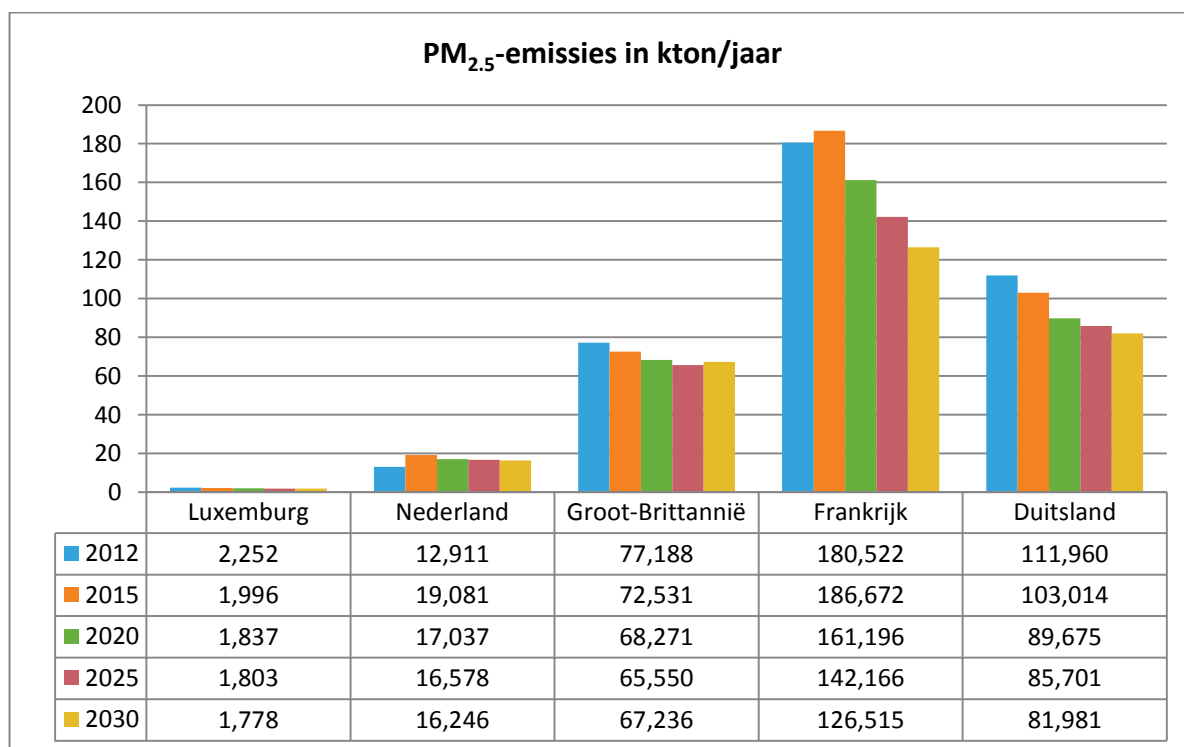
Figuur 47: Evolutie van de NO_x-emissies (kton/jaar) voor de Belgische buurlanden zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).



Figuur 48: Evolutie van de NO_x-emissies (kton/jaar) voor de Belgische buurlanden zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).



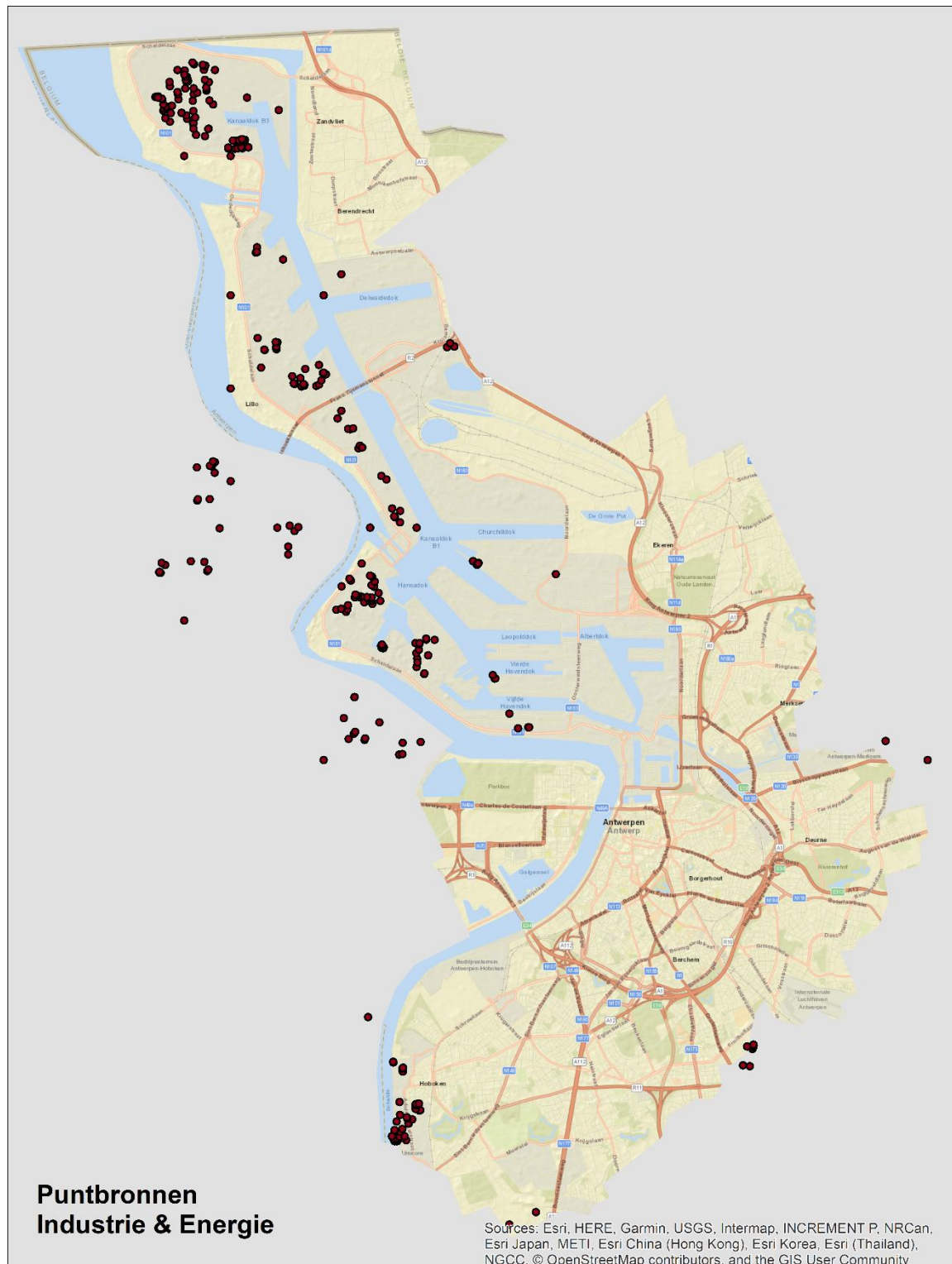
Figuur 49: Evolutie van de PM₁₀-emissies (kton/jaar) voor de Belgische buurlanden zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).



Figuur 50: Evolutie van de PM_{2.5}-emissies (kton/jaar) voor de Belgische buurlanden zoals vastgelegd in het IMMI-3 BAU-scenario (2015, 2020, 2025 en 2030) inclusief de referentie (2012).

Bijlage 7: Locaties puntbronnen industrie en energie

Onderstaande kaart toont de locaties van alle puntbronnen waarvan de impact van hun emissies in hoge resolutie is gemodelleerd.



Bijlage 8: Overzicht street canyons

Onderstaande kaart toont het overzicht van alle locaties waarvoor street canyon-bijdrages in rekening zijn gebracht, aangeduid in groen.

