



ERBRINK
STACKS
CONSULT

Luchtkwaliteit rond de voorgenomen nieuwbouw Schieveste: fase1-fase5

Rapport 2020R009
14 juli 2020

ErbrinkStacks Consult

Graaf van Rechterenweg 15
6961BN Oosterbeek

M. 06 5131 3650

info@erbrinkstacks.nl
www.erbrinkstacks.nl

Inhoud

Inhoud	3
1. Inleiding.....	6
2. Vraagstelling en aanpak	10
3. Invoergegevens en uitgangspunten	12
3.1 De invoergegevens voor de wegen.....	12
3.2 De invoergegevens voor de hoogbouw	14
3.3 Toetsjaar	15
3.4 Receptorpunten.....	15
3.5 Achtergrond concentraties.....	17
3.6 Overige uitgangspunten	17
3.7 Model-runs.....	19
4. Modelberekeningen	19
4.1 NO ₂ dwarsdoorsnede.....	19
4.2 Hoogteprofielen.....	23
4.3 Contourplots	25
4.4 Varianten	25
5. Conclusies	30
6. Referenties.....	32
BIJLAGE A. Dwarsdoorsneden en hoogteprofielen	33
BIJLAGE B. Vertikale profielen.....	38
BIJLAGE C. Contourplots van jaargemiddelde concentraties	40

Samenvatting

De luchtkwaliteit rond Schieveste is met het rekenmodel STACKS doorgerekend voor de situatie dat het masterplan Schieveste niet wordt uitgevoerd (de referentie situatie), voor de situatie dat fase 1 is gerealiseerd (een gedeeltelijke uitvoering van het plan) en de situatie dat het plan volledig is gerealiseerd. De studie richt zich op het effect van de hoogbouw op de verspreiding van verkeersemisies rond deze locatie en in het bijzonder op het effect op de verspreiding van de emissies van de A20, waar de hoogbouw vlak naast is gepland.

Uitgegaan is van de verkeerssituatie voor 2030 (zoals bepaald voor de geluidsstudie) en deze is gecombineerd met de generieke verkeersemisies en de achtergrondconcentraties van het RIVM in 2023. Daarmee is een behoorlijk conservatieve benadering gemaakt voor het toetsjaar 2023 van wat er kan gebeuren. STACKS bevat een uitgebreide module om de verspreiding van verkeersemisies te berekenen. Een onderdeel daarvan is de zogenaamde canyon module, die beschrijft wat met de emissies gebeurt in straten en wegen met (hoge) bebouwing aan weerszijden van de weg.

Met het model is berekend wat het effect is van de hoogbouw op de concentraties van NO₂, PM₁₀ en roet tussen de bebouwing aan weerszijden van de A20, en voorts achter de bebouwing aan alle zijden van het gebied. Nagegaan is of er grenswaarden en streefwaarden worden overschreden en welke effect verwacht mag worden op de gezondheid van omwonenden. Natuurlijk is daarbij uitgegaan van de verkeersintensiteiten (uit het geluidsmodel) die horen bij de referentiesituatie, de situatie na realisatie van fase 1 en na realisatie van alle fasen. Het effect van planrealisatie betreft voornamelijk de schermwerking van de hoogbouw; de gewijzigde verkeersintensiteiten hebben nauwelijks invloed op de luchtkwaliteit. De luchtkwaliteit wordt voornamelijk bepaald door de achtergrondconcentraties, aangevuld met de bijdrage van de A20.

De studie richt zich daarom op de volgende vragen:

1. Welke concentraties luchtverontreiniging kunnen we verwachten door de emissies van de A20 langs de gevels van de geplande hoogbouw in het project Schieveste
2. Welk effect heeft de hoogbouw op de concentraties luchtverontreiniging (en ook hier vooral door de bijdrage van de rijksweg A20) op de woningen achter de hoogbouw (schermwerking).
3. Welk effect heeft de hoogbouw op de concentraties op het bedrijventerrein Spaanse Polder.
4. Welke gevolgen heeft fasering op de luchtkwaliteit voor omwonenden?

Korte samenvatting als reactie op de vragen, uitgaande van het volledig gerealiseerde plan:

1. *Welke concentraties luchtverontreiniging kunnen we verwachten door de emissies van de A20 langs de gevels van de geplande hoogbouw in het project Schieveste*

Uit de hoogteprofielen kan worden afgeleid dat de NO₂ en PM₁₀ bijdragen van de A20 met de hoogte snel afnemen. Vanaf 40 meter hoogte is het effect van de weg tot vrijwel nul gedaald. Na realisatie van fase 5 (zie figuur 2, blz. 7) is op de meeste plaatsen een kleine afname te zien langs de gevels.

2. Welk effect heeft de hoogbouw op de concentraties luchtverontreiniging (en ook hier vooral door de bijdrage van de rijksweg A20) op de woningen achter de hoogbouw (schermwerking).

Grens- en de streefwaarden voor NO₂, PM₁₀ en roet worden buiten de canyon (achter de hoogbouw) nergens overschreden. In 2030 is nergens sprake van een overschrijding van streefwaarden van NO₂, PM₁₀ en EC. Bij omwonenden is nergens een significant effect te verwachten. In het gebied van Schieveste zelf treedt door de bebouwing een verbetering in de NO₂ concentraties op van 1 tot lokaal 2 µg/m³; let wel: op maaiveldniveau; op grotere hoogte is dit voordeel snel weg.

3. Welk effect heeft de hoogbouw op de concentraties in de wijk Spaanse Polder?

De hoogbouw leidt voor punten binnen de canyon (dus tussen de noord- en zuidgevels van de bebouwing) tot een significante verhoging van concentraties NO₂ en EC; buiten de canyon is in een beperkt gebied een lichte verlaging van de concentraties zichtbaar. Deze verlaging beperkt zich echter tot een smalle strook (100 à 150 meter) achter de gevels (zowel ten noorden als ten zuiden van de A20). Het effect van de hoogbouw (noch negatief noch positief) is *bij omwonenden* dus ook in de Spaanse Polder, nergens significant.

4. Welke gevolgen heeft fasering op luchtkwaliteit voor omwonenden?

Zowel na fase 1 als na de realisatie van fase 5 is het effect op de luchtkwaliteit voor omwonenden verwaarloosbaar. De luchtkwaliteit wordt gedomineerd door de a) de achtergrondconcentraties en b) de nabijheid van de A20. Het extra verkeer door planrealisatie valt hierbij geheel in het niet. Effecten op de luchtkwaliteit worden bepaald door de schermwerking van de hoogbouw, niet merkbaar door de gewijzigde verkeersintensiteit. Fasering bepaalt dan nog enigszins waar een (lichte) verbetering optreedt en waar niet.

De invloed van Schieveste op de gezondheid van omwoners door luchtkwaliteit is te verwaarlozen: geen verbetering en geen verslechtering.

1. Inleiding

De Ontwikkelcombinatie Schieveste heeft het initiatief genomen voor de ontwikkeling van bouwplannen rond en nabij station Schiedam met 3000 tot 3500 woningen en bijbehorende voorzieningen. De locatie Schieveste is gekozen voor moderne stadsappartementen met bijbehorende voorzieningen. In dit plan is hoogbouw voorzien, zodanig dat naar de A20 toe een min of meer gesloten bebouwing zichtbaar is. Naar de andere zijde toe (de spoorweg) is de bouwstructuur meer open. Figuur 1 geeft een schets van het voorgenomen plan (versie juni 2019).



Figuur 1. schets van het voorgenomen plan (versie 2019), aanzicht zuidzijde van het plan.

Deze bouwplannen kunnen de verspreiding van verontreiniging door wegverkeer en dan vooral van de A20 beïnvloeden. Immers, de bebouwing fungeert als een afscherming tegen de uitlaatgassen van de A20 (en belendende wegen) en kan grofweg gezien worden als schermwerking zoals dat ook bij geluidsschermen het geval is. Dat betekent dat verwacht mag worden dat vòòr de bebouwing (aan de zijde van de A20) er ophoping plaatsvindt (dus hogere concentraties) en achter de bebouwing juist een verbetering zichtbaar kan zijn.

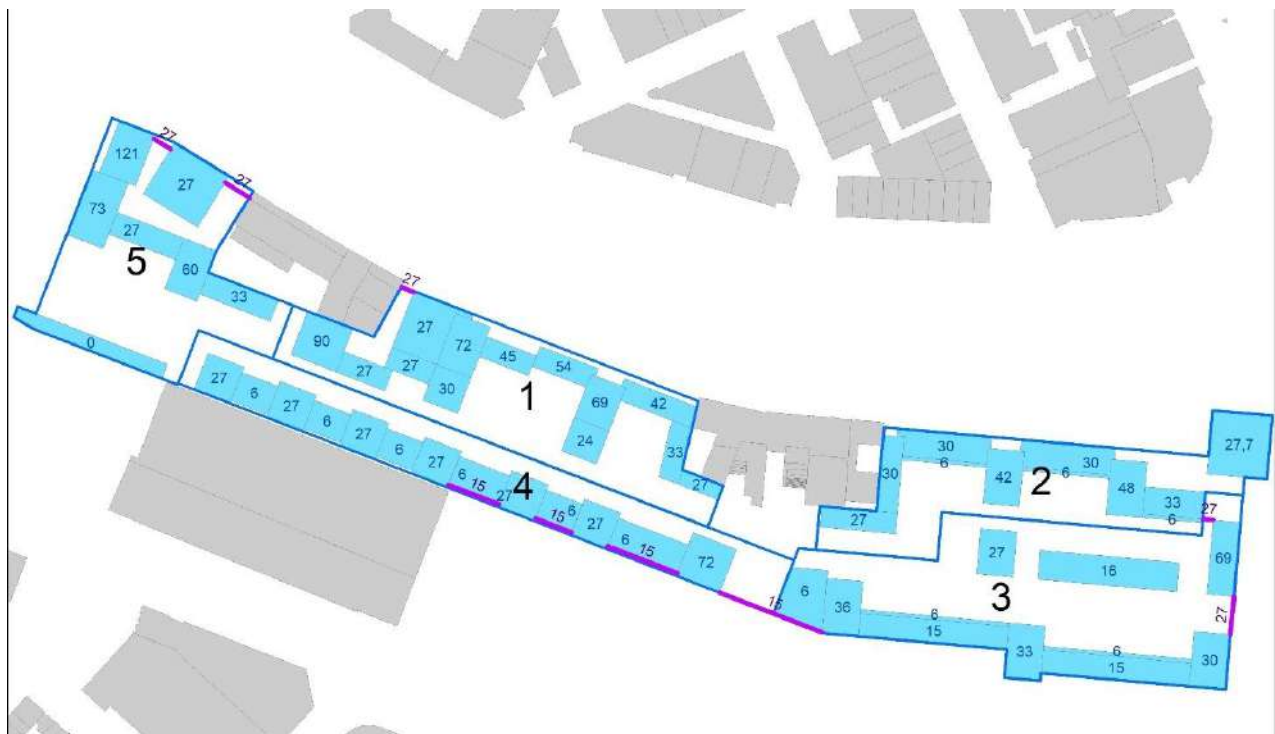
In een eerdere studie is globaal verkend wat de invloed is van de hoogbouw op de luchtkwaliteit (ESC, 2019). Nu het plan in meer detail concreet geworden is, is een meer gedetailleerde studie nodig om de impact op de luchtkwaliteit te kwantificeren. Bovendien is nu meer bekend welke fasering er opgesteld. De detaillering bestaat uit 2 hoofelementen:

1. De verkeersstromen zijn in groter detail beschouwd en nu ook middels een verkeersmodel gekwantificeerd, waarbij rekening gehouden is met de aantrekkende werking van het masterplan op de verkeersbewegingen
2. Het plan wordt uitgevoerd in een aantal fasen, waarbij voor de luchtkwaliteit vooral fase 1 van belang wordt geacht, omdat dit als eerste gerealiseerd zal worden. De realisatie van de volgende fasen vindt plaats in latere jaren, waarin de luchtkwaliteit door de autonome ontwikkelingen sowieso beter zal worden.

De verkeersstromen zijn in beeld gebracht ten behoeve van de geluidsbelastings-studie, voor de verschillende fasen en voor de referentiesituatie (waarbij dan geen sprake is van bebouwing) . Deze verkeersstromen zijn steeds voor de situatie in 2030 in beeld gebracht.

Het plan wordt dus uitgewerkt in een aantal fasen: fase 0 (de referentie), fase 1 t/m fase 5. In figuur 2 is aangegeven welke bebouwing er voorzien is per deelplan fase 1 t/m fase 5 en wat de hoogte van de bebouwing dan is.

De luchtkwaliteit wordt in dit plan voornamelijk bepaald door de emissies van de snelweg A20. Het onderliggende wegennet draagt lokaal wel iets bij, maar is van secundair belang.



Figuur 2. Fasering van het bouwplan (zwarte cijfers). In blauw is de nieuwbouw getekend; grijs is bestaande bouw. Paars geeft aan waar nog extra schermen zijn voorzien en wat de schermhoogte is.

Een onderdeel van de voorbereidingen van dit plan betreft deze studie naar de impact hiervan op de luchtkwaliteit. Dit rapport geeft inzicht in de mate van beïnvloeding en gaat na of dit dan leidt tot verslechtering dan wel verbetering van de luchtkwaliteit. Het gaat dan met name om de stoffen stikstofdioxide (NO₂), fijnstof (PM₁₀) en roet (elementair koolstof). In deze studie wordt gekeken naar de emissies vanaf de A20 en bijbehorende invoeg- en uitvoegstroken, tot zover deze langs het plan liggen en een klein deel van het onderliggende wegennet.

De volgende stappen worden in dit rapport beschreven:

- Vraagstelling een aanpak
- Invoergegevens verzamelen en uitgangspunten vastleggen.
- Berekeningen uitvoeren met het rekenmodel STACKS
- Onderbouwen van gebruik van het rekenmodel STACKS
- Resultaten en conclusies beschrijven

Een paar algemene opmerkingen is daarbij op zijn plaats.

De luchtkwaliteit in een gebied zoals rond Schieveste is opgebouwd uit de concentraties die er zonder enige planontwikkeling ook zouden zijn: de achtergrond concentraties. Daarin zijn de bijdragen van alle bronnen in Nederland en daar buiten in verwerkt. In Nederland zijn deze beschikbaar in een dataset, de zogenaamde GCN (Grootschalige Concentraties in Nederland) waarden. Deze zijn beschikbaar als kilometer-gemiddelde waarden en worden jaarlijks geüpdatet. Rond Schieveste wordt de luchtkwaliteit vooral bepaald door deze GCN waarden en lokaal door drukke wegen. Verkeer stoot zowel NO_x, als fijnstof (PM₁₀) en roet uit. Roet is de populaire benaming voor elementair koolstof (EC). Het zijn met name deze stoffen die beschouwd moeten worden om de luchtkwaliteit te typeren: alle drie dragen bij aan gezondheidsrisico's van omwonenden.

NO_x bestaat voornamelijk uit NO en NO₂. Een deel van de NO wordt in de buitenlucht omgezet naar NO₂; NO₂ concentraties rond drukke wegen zijn duidelijk verhoogd, tot wel een factor 2 toe. PM₁₀ wordt vooral door de achtergrond bepaald; zelfs drukke wegen voegen niet heel veel toe, zelden meer dan 25% en dan nog heel dicht bij de weg.

Roet (EC) is een onderdeel van PM₁₀ en laat veel lagere concentraties zien. De wegbijdrage aan de EC concentraties zijn relatief hoger dan bij PM₁₀ (verhoging tot factor 2). Van roet wordt vermoed dat dit een sterker effect heeft op de gezondheid dan PM₁₀. Maar er zijn geen normen voor, voor NO₂ en PM₁₀ wel. De grenswaarde voor jaargemiddelde NO₂ concentraties is 40 µg/m³; idem voor PM₁₀ en hiervoor geldt tevens dat er niet meer dan 35 dagen mogen zijn met een daggemiddelde concentratie van 50 µg/m³ of meer.

Enige decennia geleden werden de normen voor PM_{10} en NO_2 in grotere delen van Nederland overschreden; tegenwoordig is dat voor PM_{10} niet meer het geval; en voor NO_2 wellicht heel incidenteel nog wel.

De concentraties worden lokaal berekend met een verspreidingsmodel: het Nieuw Nationaal Model (NNM). STACKS is de commerciële versie hiervan en is (ook) onderdeel van het grotere rekenpakket GeoMilieu.

STACKS is ten opzichte van NNM uitgebreid voor allerlei verkeerssituaties. De overheid heeft twee standaard rekenmodellen uitgegeven voor verkeerssituaties: één voor binnenwegen (SRM1) en één voor snelwegen (SRM2). De verkeersmodules in STACKS zijn al veel geavanceerder dan deze SRM's en houden met meer lokale factoren rekening, zoals bebouwing aan beide zijden van de weg, verschillende wegbreedtes in een straat met bebouwing en congestiekansen per uur van de dag. Concentraties worden berekend door alle uren van een jaar te beschouwen, zodat rekening wordt gehouden met de hogere verkeersintensiteiten over dag en weinig verkeer s nachts.

De analyses worden gedaan door het rekenmodel STACKS hiervoor te gebruiken. Het STACKS rekenmodel is een uitbreiding van het standaard (nationaal) rekenmodel (NNM) voor verspreiding van luchtverontreiniging op lokale schaal, dat in Nederland gangbaar is en is goedgekeurd door de overheid voor toepassing bij vergunningverlening en bestemmingsplannen. Deze goedkeuring betreft de grondconcentraties, ook langs snelwegen en ook wanneer deze door stedelijke gebieden gaan. De uitbreiding bestaat uit modules voor verkeerswegen, zowel snelwegen als binnenstedelijke wegen. Een belangrijk onderdeel hiervan is een doorontwikkelde versie van het Deense OSPM model dat specifiek is geschreven voor concentraties in straten met bebouwing aan beide zijden. Deze methodiek is uitgebreid beschreven en door het bevoegde ministerie goedgekeurd voor allerlei verkeerstoepassingen Voor concentraties op grotere hoogtes is in STACKS ook een uitbreiding gemaakt waardoor langs de gevels van de hoogbouw (onder bepaalde aannames) een goede schatting gemaakt kan worden.

Ondanks deze detaillering, zijn er ook veel details waar geen rekening gehouden mee kan worden. De geometrie achter de eerste gevel langs een weg, maakt voor het model niet uit. Dus of de bebouwing 10 meter diep is, of 100 meter geeft geen verschil in resultaten. Oopeningen in de bebouwingen kunnen wel verrekend worden met een eenvoudige 'ventilatiefactor'. Ondertunneling van gebouwen en groenvoorzieningen worden in het model evenmin behandeld.

2. Vraagstelling en aanpak

De vraagstellingen zijn:

1. Welke concentraties luchtverontreiniging kunnen we verwachten door de emissies van de A20 langs de gevels van de geplande hoogbouw in het project Schieveste
2. Welk effect heeft de hoogbouw op de concentraties luchtverontreiniging (en ook hier vooral door de bijdrage van de rijksweg A20) op de woningen achter de hoogbouw (schermwerking).
3. Welk effect heeft de hoogbouw op de concentraties op het bedrijventerrein Spaanse Polder.
4. Welke gevolgen heeft fasering op luchtkwaliteit

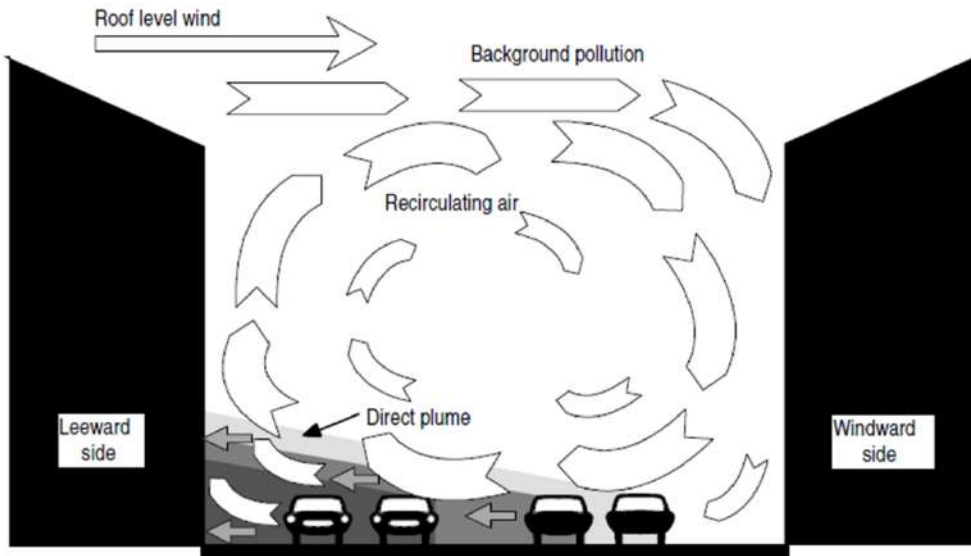
Het gaat dus om de stoffen NO₂, PM₁₀ (fijnstof) en roet (EC: elementair koolstof). De bijdrage van de A20 aan vooral de NO₂ en EC concentraties is wellicht op locaties op korte afstand van de weg aanzienlijk, maar kan met toenemende hoogte en afstand snel afnemen. Concentraties luchtverontreiniging bestaan uit de achtergrond en de bijdrage van de lokale wegen (A20 en bijbehorende rijstroken). In het rekenmodel worden de bijdragen van de relevante lokale wegen (waaronder de A20) doorgerekend en bij de achtergrond opgeteld.

De schermwerking door de hoogbouw resulteert wellicht in een lagere bijdrage van de A20 op locaties die zijn gelegen ten zuiden van de het plangebied. Ten noorden (en ten oosten) op het bedrijventerrein Spaanse Polder is dit effect wellicht anders. Beide locaties worden met modelberekeningen geanalyseerd.

Om de eerste vraag te beantwoorden zullen berekeningen met het model STACKS uitgevoerd worden op diverse plaatsen langs de gevels van de hoogbouw. De concentraties worden berekend met een aangepaste methodiek in het zogenaamde "canyon model" in STACKS (zie hieronder). Deze module berekent concentraties in een straat (of weg) met aan beide zijden bebouwing: een zogenaamde canyon. De module berekent de concentraties in de canyon, maar ook erbuiten.

Canyon. Een canyon is een technische term die gebruikt wordt voor de berekening van luchtkwaliteit in bebouwde straten en wegen. De term geeft aan dat het gaat om een weg, die aan weerszijden bebouwing heeft. Daarbij kan de bebouwingshoogte aan beide zijden van de weg verschillend in hoogte zijn. Zulks wordt in het rekenmodel STACKS verrekend op basis van het enige EU model dat voor een canyon een oplossing biedt: het "Operationele Street Canyon Model": OSPM. Een weg met bebouwing (een zogenaamde 'canyon') wordt beschreven door de huizen als een vast scherm op te geven met een lengte, een hoogte en de afstand van de ene gevel tot de andere gevel. De lengte ervan is minstens 100 meter; wisselende bebouwingshoogte moet als een gemiddelde van minstens 100 meter lengte opgegeven worden. De werkwijze is door Ministerie en RIVM beoordeeld en goedgekeurd.

Daarbij wordt een recirculatiewervel verondersteld die zich aan de lijzijde van de gevel bevindt. Indien de wind van de andere kant komt (in figuur 3 van rechts), dan bestaat deze recirculatiewervel bij de A20 nauwelijks en is er sprake van een meer vrije verspreiding richting de hoogbouw. In STACKS zijn deze processen modelmatig opgenomen. De bebouwing aan de noordzijde van de A20 is daarbij uiteraard laag (2 a 3 bouwlagen, mogelijk in de toekomst minimaal 4 bouwlagen en maximaal 42.5 m)) en aan de zuidzijde (Schieveste) juist hoog. Het betreft dan geen echte street canyon meer, maar in het model STACKS is hierin voorzien.



Figuur 3. Het canyon model in STACKS houdt rekening met de verspreiding van verkeersemissies door wegen met bebouwing aan beide zijden; bebouwing met verschillende hoogtes aan beide zijden van de weg is voorzien.

De wegbijdrage wordt berekend door de optelling van twee bijdragen: de recirculatiebijdrage en de directe wegbijdrage. Daarin is de directe wegbijdrage hoogte afhankelijk en deze neemt natuurlijk sterk af met de hoogte. De recirculatiebijdrage (lijwervelbijdrage) bestaat uit de bijdrage van de (verondersteld) goed gemengde lijwervel: deze is ongeveer constant met de hoogte (z) en neemt alleen aan de bovenkant van de canyon versneld af door de uitstroming van lucht vanuit de canyon in de lucht boven de canyon. Hierin wordt voorzien door de functie:

$$C_{lijwervel}(z) = (\arctan(-(z - H_{canyon}) - 1.52)/3.04$$

Met als restrictie dat $C(z)$ waarden tussen 0 en 1 mag hebben. H_{canyon} is de waarde van de hoogste bebouwing links of rechts van de weg. Na optelling van de twee bijdragen wordt de lijwervelconcentratie als hoogteafhankelijk berekend en kan een hoogteprofiel langs de gevel berekend worden.

Om de tweede en derde vraag te beantwoorden worden berekeningen gedaan buiten de canyon. Hiervoor is het 'normale' wegmodel binnen STACKS geschikt. Deze berekent de concentraties langs wegen tot op grote afstanden (kilometers) en daarbij wordt de hoogbouw opgevat als een dichte weg-afscherming met een hoogte die bepaald wordt door de laagste continue bebouwingslijn. De bebouwing gedeeltes die daar bovenuit steken beïnvloeden wel de turbulentie (dus de menging), maar fungeren niet als afscherming. Op deze wijze wordt een conservatieve berekeningswijze nagestreefd.

De combinatie van het canyonmodel en het wegmodel maakt dat over een groot oppervlak de luchtkwaliteit kan worden vastgesteld.

In het eerste planvoorstel van Schieveste was voorzien in (min of meer grote) openingen in de bebouwing aan de zuidzijde. In de huidige voorstellen zijn schermen toegevoegd. De vorm van zuidgevel heeft echter geen invloed op de modelberekeningen, alleen de hoogte van de gevel aan de noordzijde van hoogbouw is in het rekenmodel bepalend. Aan de noordzijde is de bebouwing vrijwel geheel gesloten; dat maakt dat de gevel daarom opgevat kan worden als een dicht scherm.

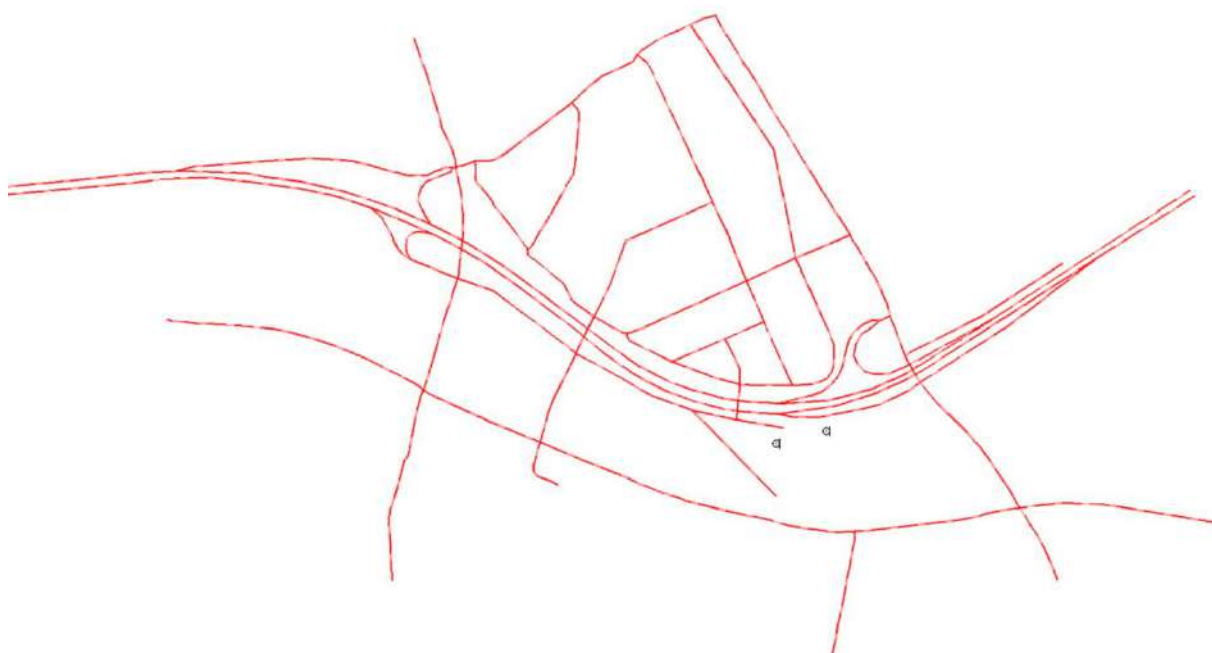
De berekeningen (voor de verticale profielen en de contourplots) worden voor het toetsjaar 2023 uitgevoerd. De berekeningen worden voorts ook uitgevoerd voor een modelgebied rond Schieveste van 3,5 bij 3,5 kilometer. Hierin vallen de omliggende woonwijken deels en wordt een goed inzicht verkregen in de ruimtelijke verdeling van de concentraties luchtverontreiniging.

3. Invoergegevens en uitgangspunten

3.1 De invoergegevens voor de wegen

Uitgangspunt van de verkeersintensiteiten is het verkeersmodel dat voor de geluidsberekeningen is gebruikt en wel voor het toetsjaar 2030. Deze gegevens zijn gegenereerd met een ander model dat per straat of weg (en soms per rijrichting) de verkeersintensiteit geeft voor de dag-, avond- en nacht uren uitgesplitst in de drie (of 4) verkeersdeelnemers: personenauto's, middelzwaar en zwaar vrachtverkeer. Tevens is de filekans erin opgenomen. Deze data zijn verkregen van opdrachtgever in de vorm van een shape file waarin de gegevens ruimtelijk zijn vastgelegd. Deze data (het wegenmodel) zijn omgezet en ingelezen door het rekenpakket GeoMilieu, waarvan STACKS een onderdeel uitmaakt. Het wegenmodel is verkleind tot 479 wegdelen, die in figuur 5 zijn aangegeven. De verkeersintensiteiten zijn specifiek voor dit project berekend; de waarden voor het toetsjaar 2030 zijn daarom niet identiek aan de waarden die in de Monitoringtool zichtbaar zijn. Deze afwijkingen komen onder meer omdat speciaal voor dit project ontwikkelingen in de nabijheid van Schieveste in detail zijn meegenomen (zoals de ontwikkelingen in de Spaanse Polder), die niet op dat detailniveau in de monitoringstool beschikbaar zijn.

Het gaat om de volgende wegen, die zijn aangegeven in figuur 4. Deze wegen zijn vertaald naar rechte lijnstukken, wat nodig is om in een verspreidingsmodel te kunnen rekenen, in het model wordt zo gerekend met 479 wegsegmenten. De verkeersintensiteiten per wegvak zijn conform de waarden die ook in het geluidsmoedel zijn gebruikt. Dit geldt ook voor het aandeel middelzwaar en zwaar vrachtverkeer. De emissies van de auto's zijn conform de voorgeschreven emissietabellen van het ministerie (voor snelwegen en andere wegen apart), versie 2019. Deze zijn een standaard onderdeel van de STACKS software. De rijsnelheid op de A20 is 100 km/uur. De rijsnelheden op de het onderliggende wegennet is 26 km/uur¹. De maximum snelheid is weliswaar hoger (meestal 50 km/uur), maar door zijstraten, verkeerslichten, etc is de werkelijke gemiddelde snelheid lager. Bij berekeningen luchtkwaliteit wordt dan vaak 26 km/uur gekozen. De breedte van de canyon (van gevel tot gevel met de A20 in het midden) is ongeveer 100 meter, de breedte van de weg is gemiddeld ongeveer 30 meter. De weggedeelten die geen onderdeel van de canyon benadering uit maken, zijn getypeerd als een gewone weg met rijsnelheid 26 km/uur.

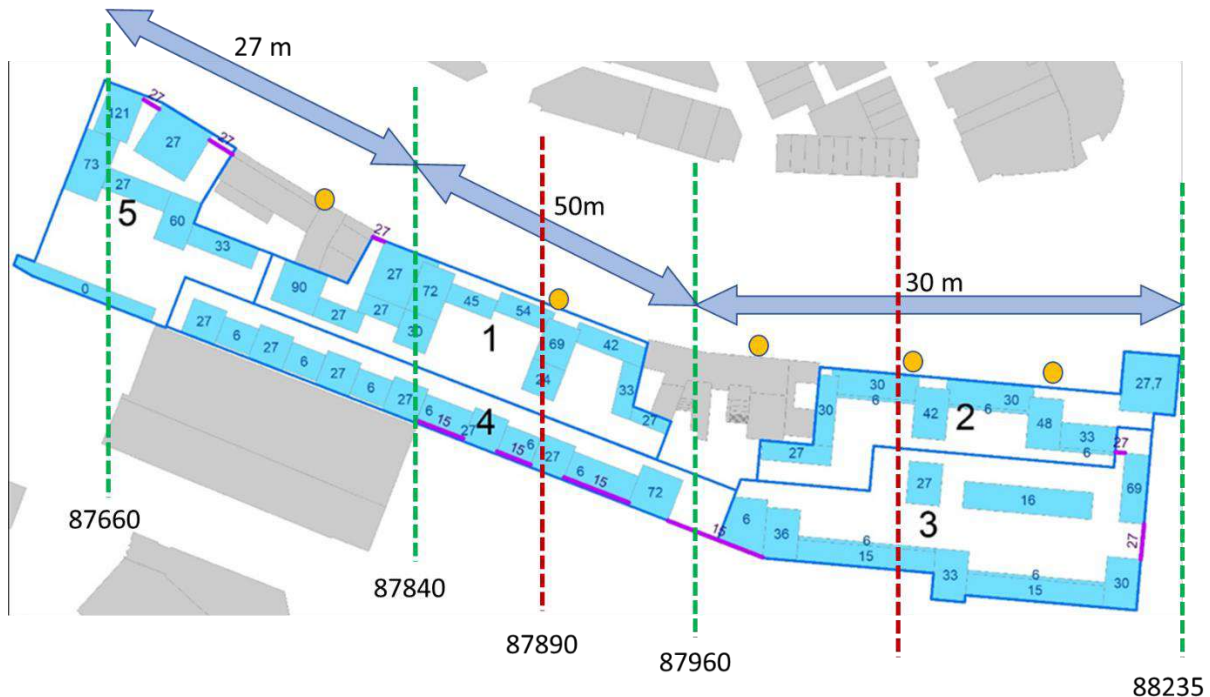


Figuur 4. Weggedeelten die in het model zijn opgenomen, vertaald naar rechte lijnbronnen.

¹ Dit is normaal stadsverkeer (met een redelijke mate van congestie en een gemiddelde snelheid tussen de 15 en 30 km/h, gemiddeld ca. 2 stops per afgelegde km), zie voorts www.infomil.nl

3.2 De invoergegevens voor de hoogbouw

De bouwhoogte is af te lezen uit de situatieschets die door de initiatiefnemer ter beschikking is gesteld, zie figuur 5. De geplande hoogbouw bestaat uit in hoogte sterk wisselende structuren. Voor de berekeningen is het nodig om de bouwblokken tot gemiddelden terug te brengen; in een verspreidingsmodel als STACKS kunnen wel de contouren van complexe bouwblokken worden opgenomen, maar geen afzonderlijke details. Het STACKS model rekent namelijk met sterk vereenvoudigde geometrieën. Deze vereenvoudiging is overigens veel gedetailleerder dan het door het ministerie voorgeschreven standaard rekenmethode 1 (SRM1). In figuur 5 is aangegeven welke gemiddelde bouwhoogten er worden toegepast voor de modelberekeningen. Deze bouwhoogten zijn afgeleid van het frontaanzicht en de gegeven bouwhoogtes (ook in figuur 5). Daarbij wordt alleen de bouwhoogte beschouwd die over minstens 100 meter geheel doorloopt (conform artikel 22 sub c1 in de regeling beoordeling luchtkwaliteit: de RBL); bouwelementen die hierboven uit steken worden niet in de gemiddelde hoogte betrokken. Dat maakt dat er voor 3 bouwhoogten is gekozen: 27, 50 en 30 meter.



Figuur 5. Bouwhoogtes van het voorgenomen plan Schieveste. De voor het rekenmodel gekozen gemiddelde gebouwhoogtes zijn met dubbele pijlen aangegeven. Oranje bollen zijn de locaties waarvoor hoogteprofielen van 2 tot 150 meter zijn berekend. Over de rode lijnen zijn concentratiedwarsdoorsneden berekend (voor NO₂, PM₁₀ en EC).

3.3 Toetsjaar

Zoals gebruikelijk bij verspreidingsberekeningen worden de meteojaren van 1995-2004 gebruikt (10 jaar); Om te toetsen aan de grenswaarden voor NO₂ en PM₁₀ dient een toetsjaar gekozen te worden. In het masterplan is aangegeven dat fase 1 eind 2022 gereed gekozen zal zijn. Daarom is 2023 een logisch toetsjaar. De verkeersgegevens gelden echter voor het jaar 2030. In dat jaar is de verkeersintensiteit naar verwachting groter dan in 2023, maar de achtergrondconcentraties en de generieke emissiecijfers zijn in 2030 juist aanmerkelijk lager dan 2023. Voor het bepalen van de luchtkwaliteit is de conservatieve (worst-case) keus daarom om te rekenen voor fase 1 met het toetsjaar 2023 en voor de realisatie van latere fasen voor een later toetsjaar. Uit efficiëntie overwegingen is echter gekozen om als toetsjaar steeds 2023 te nemen met de verkeersintensiteiten van 2030; de achtergrondconcentraties van 2023 en de verkeersemissecijfers van 2023. Dit kan dan beschouwd worden als een worst-case berekening. Immers, in 2030 zullen de verkeersintensiteiten hoger zijn, en in 2023 zijn juist de emissies en de achtergrondconcentraties hoger. Bovendien wordt een alternatief van 3.000 woningen niet apart beschouwd; in plaats daarvan wordt de variant van 3500 woningen doorgerekend. In aantallen woningen is dit wel een aanmerkelijk verschil, maar op de luchtkwaliteit maakt dit weinig uit. Het effect van de hoogbouw op de verspreiding van de emissies vanaf de A20 is namelijk het belangrijkste (zo bleek ook uit de eerste studie); de precieze verkeersintensiteiten spelen daarbij geen rol.

3.4 Receptorpunten

Receptorpunten zijn de punten waarvoor door het STACKS model concreet berekend wordt wat de concentraties onder allerlei weeromstandigheden (over 10 jaar) zullen zijn. Voor deze studie vallen de receptorpunten in drie groepen uiteen:

1. gridpunten
2. dwarsdoorsnedepunten
3. hoogteprofielpunten

Gridpunten zijn de punten waarvan de berekende concentraties gebruikt worden om contourplots van te maken. Deze geven een goed ruimtelijk inzicht in de verdeling van hoge en lagere concentraties. Contourplots zijn gemaakt voor meer dan 2000 rekenpunten in het gebied met een omvang van 3,5 bij 3,5 kilometer. Het rekengebied is dus meer dan alleen het plangebied. De gridafstand is 100 meter, in het binnengebied rond het plangebied is de gridafstand 50 meter. De contourlijnen worden met een commercieel tekenpakket gemaakt en dienen om een goede indruk van de concentratieverdeling te krijgen. De precieze concentraties kunnen hiermee niet worden afgelezen.

Dwarsdoorsnedepunten laten zien hoe het concentratieverloop is van zuid naar noord over het plangebied. Deze presentatievorm is meer geschikt om verschillende varianten en toetsjaren met

elkaar te vergelijken, zodat inzichtelijk wordt wat het effect is van een ander toetsjaar of wat het effect is van fase 1 ten opzichte van realisatie van het hele plan (alle 5 fasen).

Hoogteprofielen tenslotte tonen wat het verloop is van de concentratie met de hoogte. Hoogteprofielen van concentraties zijn berekend voor 5 locaties langs de hoogbouw, allen tegen de gevel van de hoogbouw aan de rand van canyon, aan de noordzijde van het plangebied en dus aan de zuidzijde van de A20. De plaatsen van deze punten zijn gegeven in tabel 1. Deze zijn ook aangegeven in figuur 5. De punten zijn zo gekozen dat deze 45 meter uit het hart van de A20 zijn gelegd, dus een paar 0 meter afstand vanaf de gevel. De punten liggen niet pal op de gevel om te voorkomen dat door geometrische bewerkingen in STACKS model het profiel (deels) achter de gevel komt te liggen.

Tabel 2 geeft een overzicht van de uitgevoerde berekeningen, in totaal 30 runs. Dit geeft resultaten voor 3 stoffen, 2 toetsjaren en 3 typen receptorpunten; in verschillende combinaties.

Tabel 1. Coördinaten van locaties waarvoor hoogteprofielen zijn bepaald (rijksdriehoekskoördinaten in meter), zie ook figuur 6 (oranje bollen).

Punt 1	87780	437615
punt 2	87900	437555
punt 3	88000	437533
punt 4	88100	437533
punt 5	88180	437525

Tabel 2 Overzicht van de uitgevoerd berekeningen.

jaar	scenario	receptors	stoffen				n runs
2023	referentie	dwarsdoorsnede, grid, vertikaal profiel	NO2	PM10	EC	geen hoogbouw	9
2030	referentie	dwarsdoorsnede	NO2			geen hoogbouw	1
2030	referentie	dwarsdoorsnede	NO2			wel hoogbouw	1
2023	fase1	dwarsdoorsnede, grid, vertikaal profiel	NO2	PM10	EC	wel hoogbouw	9
2023	alle 5 fasen	dwarsdoorsnede, grid, vertikaal profiel	NO2	PM10	EC	wel hoogbouw	9
2023	alle 5 fasen	dwarsdoorsnede	NO2	80 km/uur		wel hoogbouw	1

3.5 Achtergrond concentraties

De luchtkwaliteit wordt natuurlijk niet uitsluitend bepaald door lokaal aanwezige emissiebronnen zoals wegen, maar ook door de achtergrondconcentraties (waarin alle bronnen in Nederland en daarbuiten zijn verwerkt). Vaak zijn deze achtergrondconcentraties in hoge mate bepalend voor de concentraties. In Nederland worden elk jaar door het RIVM kaarten beschikbaar gesteld met historische en prognostische concentraties voor alle belangrijke luchtverontreinigende stoffen, dus ook voor NO₂, PM₁₀ en EC. Deze staan bekend als de Grootchalige Concentraties in Nederland: de GCN. Deze concentraties gelden voor leefniveau, dat wil zeggen op maaiveld niveau, doorgaans 1 a 2 meter hoogte. De vraag bij hoogbouw doet zich voor of deze GCN waarden ook gelden op andere hoogten. Hoogteprofielen van concentraties NO₂ en fijnstof worden tegenwoordig wel gemeten vanuit de ruimte met satellieten, maar deze hebben onvoldoende oplossend vermogen om het profiel in de onderste 100 meter weer te geven. Er zijn weinig gegevens van de verticale profielen van deze onderste 100 meter. Meteo France beheert een web-site (CAMS Air Quality Forecasts, [1]) met prognoses van (onder meer) NO₂ en PM₁₀ profielen, ook voor Cabauw (midden zuid Holland). Verticale NO₂ profielen gemeten in Cabauw zijn gerapporteerd tijdens de CINDI campagne ([3] en [4]). Studies in Berlijn ([5]) en Parijs ([2]) geven ook resultaten van metingen weer. Deze studies tonen aan dat de concentraties òf niet met de hoogte stijgen òf juist lager worden. Dit laatste is naar verwachting ook het geval voor Schiedam, omdat er in de omgeving veel verkeersemmissies zijn, die op grondniveau vrijkomen, zodat op lagere niveaus de concentraties NO₂ en fijnstof hoger zullen zijn. De directe nabijheid van de A20 vormt de achterliggende motivatie van de algemene stelregel van de GGD, die is geciteerd in het Masterplan:

“Ondanks dat wordt voldaan aan de wettelijke normen inzake luchtkwaliteit, adviseert de GGD op dit onderdeel negatief over Schieveste. De GGD kijkt immers naar gezondheidkundige waarden en gaat in haar beoordeling inzake luchtkwaliteit uit van een afstandsnorm. Vooral in de 100 meter-zone rondom een snelweg is gezondheidsschade door luchtverontreiniging het grootst. Schieveste is geheel gelegen binnen deze 100 meter-zone. Het gaat er dan om, de nieuwe situatie met de hoogbouw te vergelijken met de bestaande situatie zonder de hoogbouw van Schieveste. En te bezien waar er overschrijdingen dreigen dan wel zijn van grenswaarden luchtkwaliteit.”

Deze afstandsnorm is voornamelijk ontstaan door bewoners op 'normale' leefhoogte te beschermen tegen negatieve effecten van snelwegen. Maar bij Schieveste gaat het vooral om een veel hogere leefhoogte. Om de invloed van de snelweg (en alle andere wegen) op grotere hoogten te bestuderen worden daarom op 5 punten hoogte-concentratieprofielen van NO₂, PM₁₀ en EC berekend.

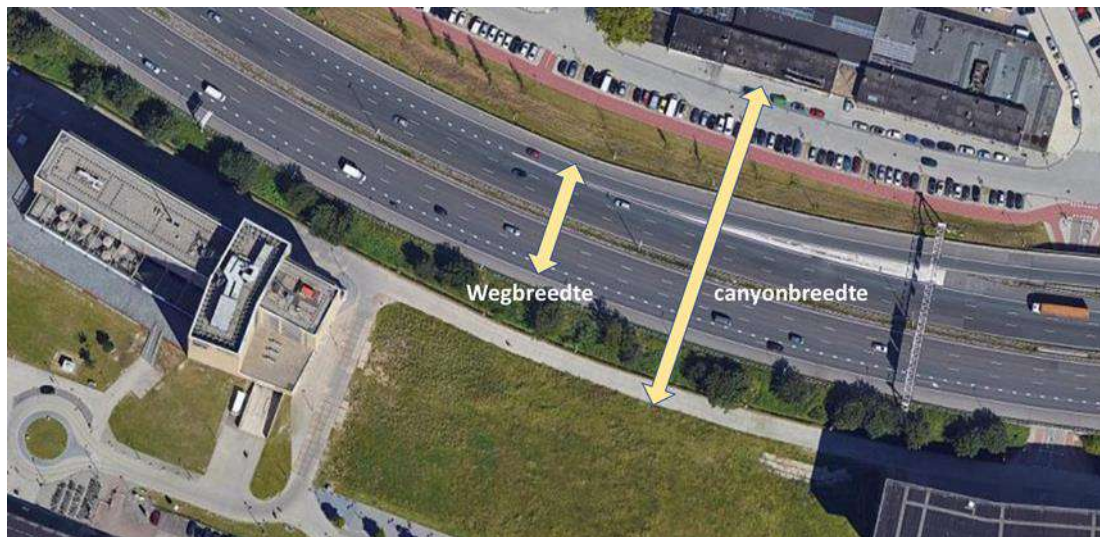
3.6 Overige uitgangspunten

De ruwheid van het terrein is 1,0 meter conform de uitkomst van (het voorgeschreven) PreSRM programma.

De berekeningen zijn gedaan met de 10-jaar meteorologie van 1995-2004. In de loop van 2020 is de (niet wettelijke) aanbeveling gedaan om voortaan met de recentere periode van 2005-2014 te rekenen, maar om de resultaten vergelijkbaar te laten zijn met die van de eerste studie, is voor 1995-2004 gekozen. Voor de conclusies maakt dat naar verwachting niets uit. Bovendien is de onderhavige studie gestart voor het uitkomen van de nieuwe PreSRM versies (die op 1 juni 2020 definitief is geworden).

Voor de canyon (het deel van de A20 dat langs de hoogbouw loopt) is het noodzakelijk om de twee rijdbanen naar 1 weg terug te brengen. De OSPM module in STACKS rekt met een wegbreedte, een canyonbreedte en hoogte van bebouwing links en bebouwing rechts (de termen links en rechts zijn gerekend vanaf steeds het eerste punt van het wegsegment waarvoor de coördinaten zijn gegeven - namelijk steeds het begin- en het eindpunt). De coördinaten van deze weg zijn de gemiddelden van de coördinaten van de twee rijbanen van de A20, die uit het geluidsmodel zijn gehaald.

De breedte van de A20 ter hoogte van de hoogbouw is ongeveer 30 meter; hoogte bebouwing aan de noordzijde: 10 meter; de breedte van de canyon (van gevel tot gevel) is 100 meter (zie figuur 6).



Figuur 6. De A20: wegbreedte en canyonbreedte.

De rijnsnelheid is 100 km/uur; als variant is 80 km/uur (strengere handhaving) beschouwd en dan voor NO₂ over het dwarsdoorsnede van zuid naar noord, zodat het verschil duidelijk wordt ten opzichte van een rijnsnelheid van 100 km/uur.

Voor de berekeningen is STACKS versie 2019 gebruikt, dus ook met de verkeersemisseries en de achtergrondgegevens (GCN data) zoals die door het ministerie zijn gepubliceerd in maart 2019. Omdat de A20 ook in de achtergrondconcentraties is opgenomen, zou deze weg door toevoeging van de weg bijdrage middels de STACKS berekeningen tweemaal worden meegerekend. Daarin is door het ministerie voorzien en bestaat de mogelijkheid om de bijdrage van de weg in mindering te

brengen van de resultaten: de zogenaamde dubbeltellingscorrectie. Die is bij de onderhavige berekeningen toegepast.

3.7 Model-runs

Om de impact van de hoogbouw te onderzoeken is een 30-tal berekeningen gemaakt. Om een ruimtelijk inzicht te krijgen in de verdeling van concentraties rond het studiegebied worden gridberekeningen gemaakt. Hiermee worden concentratiecontourplots gemaakt. Om het concentratieverloop over de lijn dwars over de A20 in meer detail te beschouwen worden concentratie-dwarsdoorsneden gemaakt. De plaats van deze dwarsdoorsneden wordt bepaald door de aanwezigheid van hoogbouw in fase 1 en na 5 fasen. Daarom is voor twee locaties gekozen, dat is om het verschil tussen realisatie van 1 fase en realisatie van 5 fasen te laten zien. En om het verloop met de hoogte te demonstreren, worden er verticale concentratieprofielen berekend beginnend vanaf maaiveld (1,5 meter) tot 150 meter hoogte. De runs en uitkomsten worden hierna in detail besproken.

4. Modelberekeningen

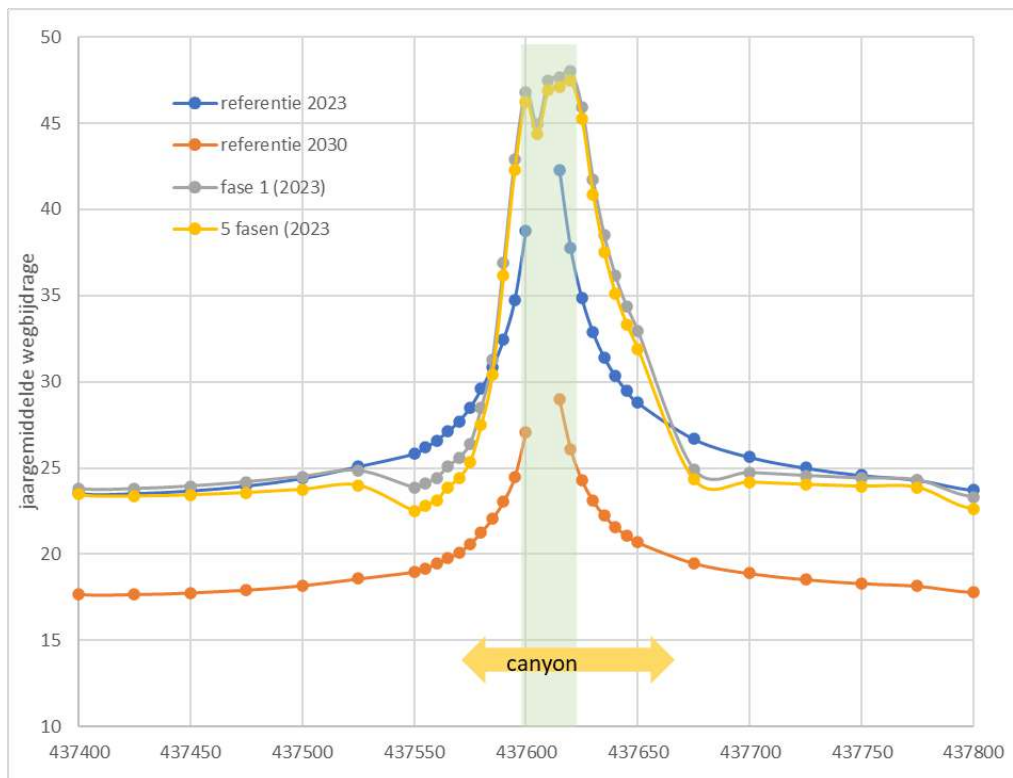
4.1 NO₂ dwarsdoorsnede

Door een dwarsdoorsnede te berekenen over een lijn van zuid naar noord over het plangebied wordt al een indruk verkregen van de concentraties in het geval dat er geen hoogbouw is (open weg situatie: referentie) en voor de situatie dat er wel hoogbouw is (na fase 1 en na fase 5); deze laatste twee worden met de canyonmodule berekend. In figuur 7 is de concentratie-dwarsdoorsnede voor NO₂ gegeven. Deze dwarsdoorsnede geldt voor NO₂; voor PM₁₀ of roet worden vergelijkbare profielen verkregen (opgenomen in de bijlage A), zij het dat de concentratieniveaus dan natuurlijk aanzienlijk lager zijn: de PM₁₀ emissies of en de roetmissies zijn veel lager (in g/km) dan de NO_x emissies. Daaruit is af te leiden dat de concentraties binnen de canyon, dus vòòr de hoogbouw en vooral op en dichtbij de A20 toenemen wanneer de hoogbouw gerealiseerd wordt. Dat is gemakkelijk te verklaren door erop te wijzen dat de hoogbouw de emissies van het verkeer enigszins "opsluit" voor en tussen de bebouwing. Dat veroorzaakt een concentratie-verhogend effect. Anderzijds zorgt de hoge bebouwing voor extra turbulentie, dus extra menging. Dat heeft juist weer een concentratie verlagend effect! Welk effect het sterkst is, hangt af van de geometrie van de canyon en de afstand tot de weg. De toename tussen de gevels aan beide zijden van de weg (en op de weg) is aanzienlijk terwijl buiten de canyon (dus achter de gevels) er juist een (kleinere) daling te zien is. Dit geldt voor zowel NO₂ als voor PM₁₀ en roet. De achtergrond in 2023 is voor NO₂ ongeveer 21 µg/m³ (in 2030 ongeveer 16 µg/m³). Aan beide zijden

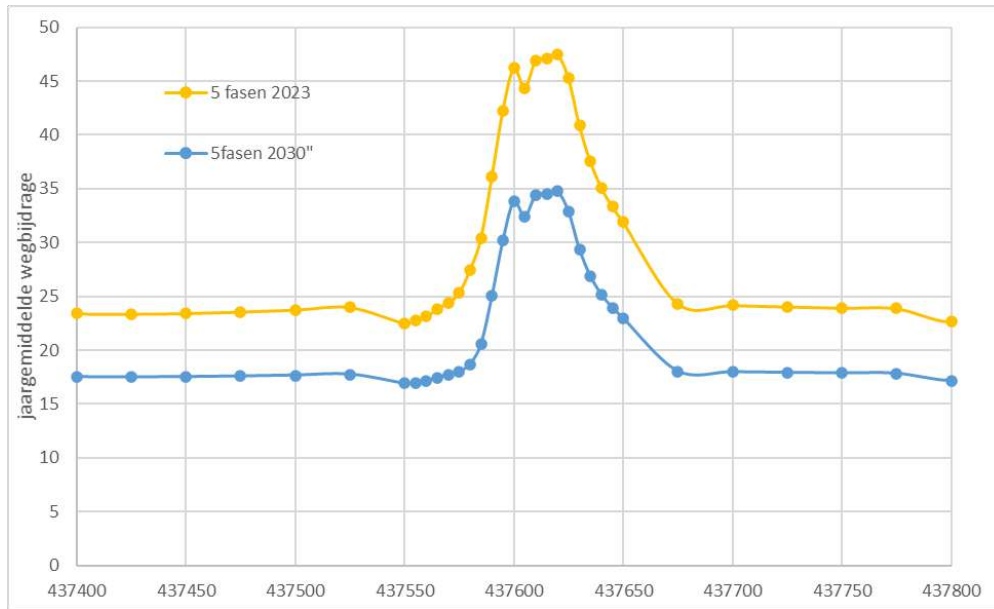
van de weg is in 2023 op zeer korte afstand (minder dan 10 meter) van de wegrand een concentratie berekend die hoger is dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dit is de grenswaarde). Dit is een onderdeel van het talud en als zodanig geen locatie waar mensen zich langdurig ophouden, derhalve geen locatie waar getoetst moet worden. Aan de noordzijde is geen overschrijding zichtbaar vanaf de wegrand.

Buiten de canyon, dus direct áchter de gevels is aan beide zijden van de weg, ten opzichte van de referentiesituatie een lichte daling in NO_2 concentraties te zien van ongeveer 2 a $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Uiteraard zijn er daar alleen lagere waarden berekend dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De NO_2 concentraties in 2030 zijn meer dan $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lager dan in 2023. Ook is de bijdrage van de weg in 2030 lager, door de verwachte lagere verkeersemissies in dat jaar. Dat geeft dus een dubbel effect. Dit is duidelijk te zien in zowel figuur 7 (open weg situatie) als figuur 8 (alle fasen gerealiseerd). In 2030 worden nergens grenswaarden overschreden, ook niet op de weg.

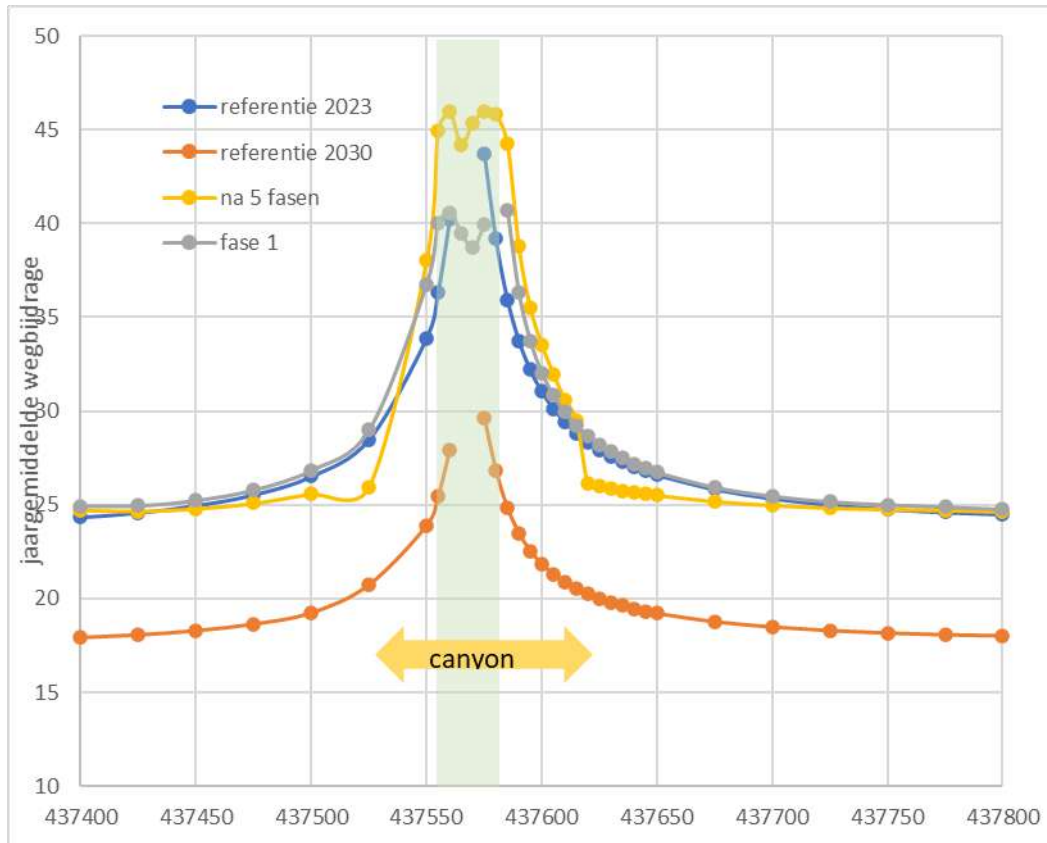


Figuur 7. Dwarsdoorsnede voor de jaargemiddelde NO_2 concentraties over de lijn van zuid (links) naar noord (rechts). Ten westen van het Lentiz college. 4 scenario's: zonder hoogbouw (referentie 2023 en in 2030), na fase 1 (2023) en na realisatie 5 fasen (2023). Groen gearceerd is de A20.



Figuur 8. Dwarsdoorsnede voor de jaargemiddelde NO₂ concentraties over de lijn van zuid (links) naar noord (rechts). Vergelijking na realisatie 5 fasen voor het jaar 2023 en 2030.

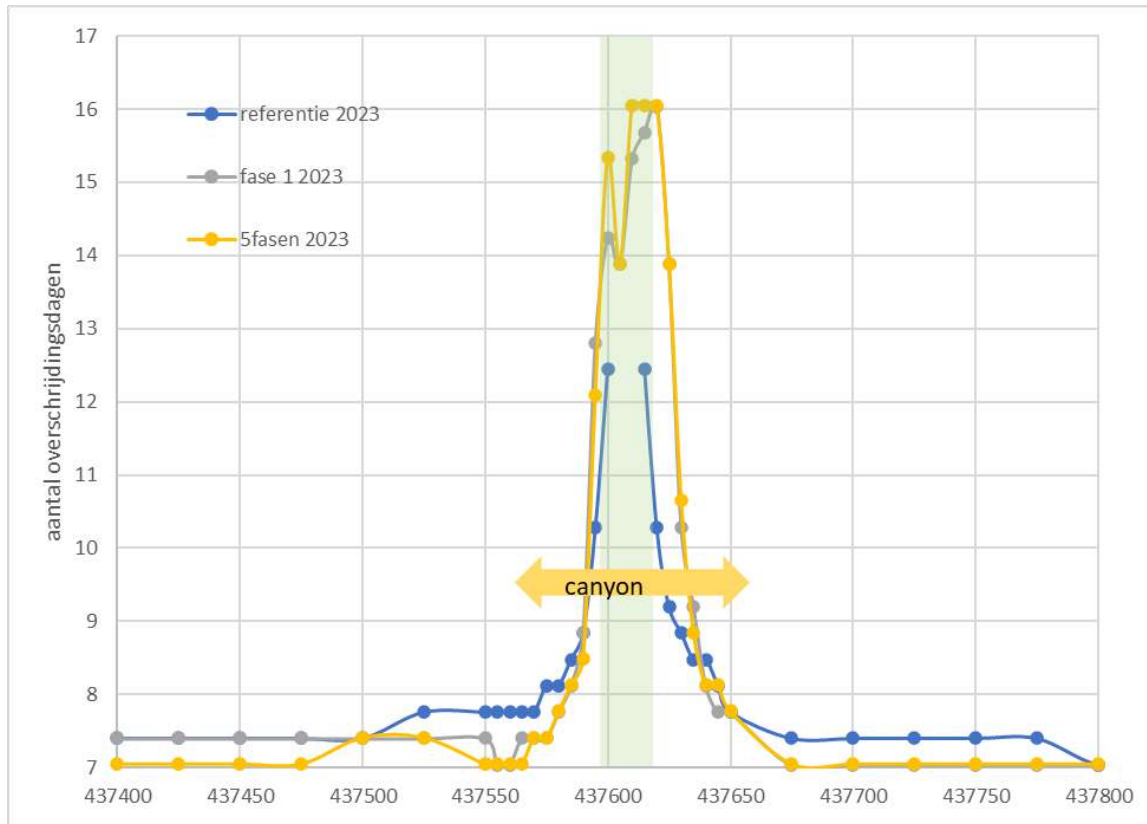
Het effect van de hoogbouw is duidelijk zichtbaar. Bij een open weg (zonder hoogbouw) lopen de concentratieprofielen vanaf de weg volgens een exponentieel afnemend patroon. Aan de noordzijde is de jaargemiddelde concentratie wat hoger vanwege de grotere mate van voorkomen van de zuidwesten wind. Voor de situatie zonder hoogbouw is de weg gemodelleerd als een gewone lijnbron: met andere woorden: er is dan geen rekening gehouden met de breedte van de weg. In de situatie met de hoogbouw zijn de concentraties op en vlakbij de weg aanzienlijk hoger. Op deze locatie maakt het ook weinig uit of het dan fase 1 betreft, of de situatie na realisatie van alle 5 fasen. Dat is op zich niet vreemd, omdat op dit punt de hoogbouw van gemiddeld 50 meter dan al gerealiseerd is. Beschouwen we een andere locatie, bijvoorbeeld net ten oosten van het Lentiz college, dan is het NO₂-concentratieverloop over de dwarslijn in de referentiesituatie vergelijkbaar voor de situatie na fase 1 (zie figuur 9). Maar na fase 5 is het concentratieverloop vergelijkbaar als in figuur 9. Dat is natuurlijk verklaarbaar: na fase 1 is de weg op dit punt nog steeds een redelijk normale open weg; maar na 5 fasen is het een gesloten canyon geworden: de hoogbouw-gevel is dan ook hier gesloten.



Figuur 9. Dwarsdoorsnede voor de jaargemiddelde NO₂ concentraties over de lijn van zuid (links) naar noord (rechts), ten oosten van het Lentiz college; 4 scenario's: zonder hoogbouw (referentie 2023 en in 2030), na fase 1 (2023) en na realisatie 5 fasen (2023). Groen gearceerd is de A20.

Samengevat kan geconcludeerd worden dat de NO₂ concentraties door de hoogbouw op- en direct naast de snelweg A20 flink verhoogd worden, maar achter de gevels van de hoogbouw en vaak ook nog net aan de voorzijde van de hoogbouw-gevels juist verlaagd zijn ten opzichte van de situatie zonder de hoogbouw. Dit is het duidelijkst zichtbaar bij NO₂ omdat daar de wegbijdrage het hoogst is.

Bij EC is een vergelijkbaar effect zichtbaar of zelfs nog iets sterker; bij PM₁₀ is de achtergrond steeds dominant. De wegbijdrage bij PM₁₀ is veel lager dan bij NO₂. Voor het aantal overschrijdingsdagen (dagen met een daggemiddelde concentratie hoger dan 50 µg/m³) is een vergelijkbaar dwarsdoorsnede zichtbaar (figuur 10); deze dwarsdoorsnede is zelfs nog iets meer uitgesproken; het aantal overschrijdingsdagen is veel gevoeliger voor veranderingen dan het jaargemiddelde. Dit aantal overschrijdingsdagen is nergens hoger dan 16 (het maximum toegestane is 35 per jaar).

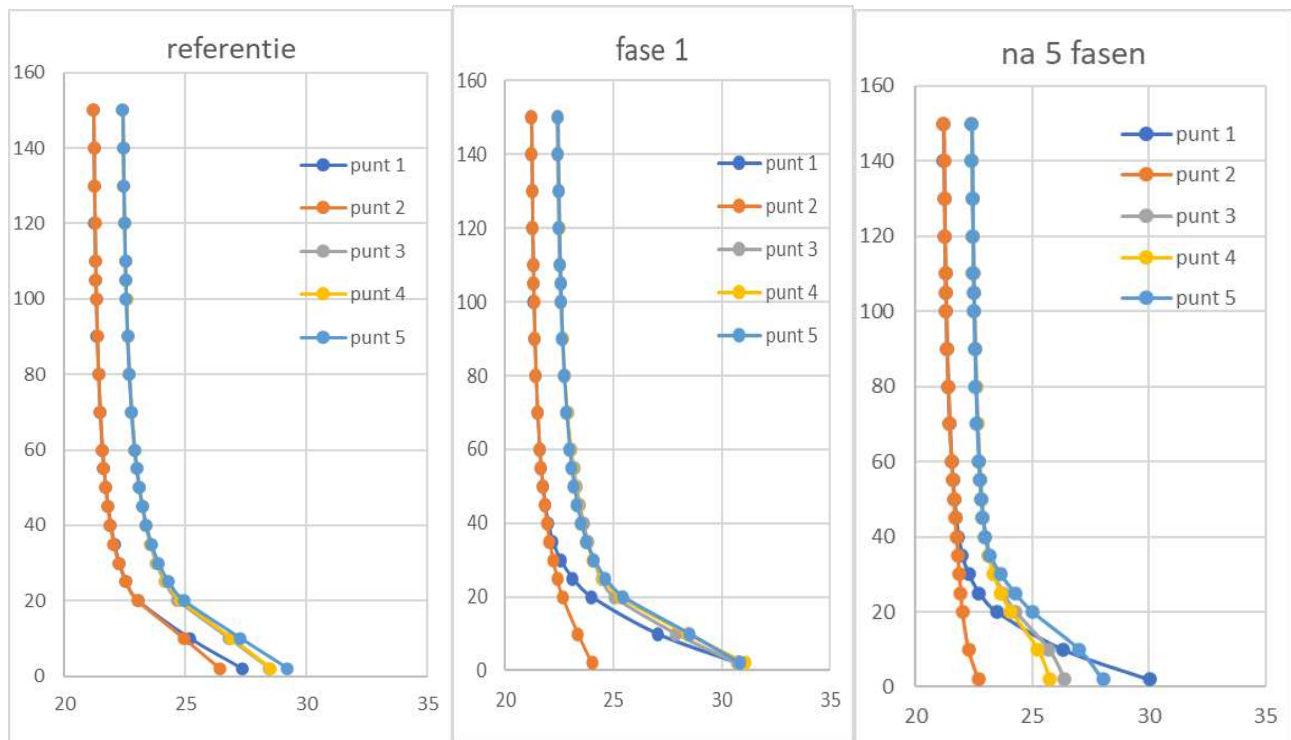


Figuur 10. Berekende aantal overschrijdingsdagen PM_{10} voor de 3 scenario's. Locatie: ten westen van Lentiz college. Groen gearceerd is de A20.

4.2 Hoogteprofielen

Voor NO_2 zijn de hoogteprofielen berekend op 5 locaties aan de noordgevel van de hoogbouw (dus aan de zuidzijde van de A20), zie figuur 11. Voor NO_2 is zowel voor de situatie met of zonder de hoogbouw aangegeven. In deze hoogteprofielen is zichtbaar dat de concentraties op grondniveau op deze plaatsen vaak (iets) toenemen door de hoogbouw. Met toenemende hoogte nemen de concentraties snel weer af. De verhoging door de snelweg-bijdrage is op maaiveld niveau hoogstens $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (op een achtergrond van ongeveer $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$), op grotere hoogte afnemend tot ongeveer $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op 50 meter hoogte en verder afnemend tot minder dan $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ boven 120 meter hoogte.

Ook voor elementair koolstof (EC) en fijnstof (PM_{10}) zijn de profielen langs de gevels gegeven (zie Bijlage A). Eenzelfde trend als bij NO_2 is zichtbaar, dus meestal een toename door de hoogbouw tussen de gevels van de A20, maar met de hoogte weer een duidelijke afname. Voor deze twee stoffen is de wegbijdrage relatief veel kleiner dan bij NO_2 . Voor PM_{10} geldt een jaargemiddelde grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, deze wordt nergens overschreden of zelfs maar benaderd.



Figuur 11. Hoogte profielen van NO₂ voor de referentie situatie, na fase 1 en na alle 5 fasen. Toetsjaar: 2023. Jaargemiddelde concentraties op de x-as, hoogte (m) op de y-as. Nummers in de legenda verwijzen naar locaties net langs de noordgevel van de hoogbouw, zie tabel 2.

Voor elementair koolstof bestaat geen grenswaarde. De achtergrond (GCN) concentratie voor elementair koolstof (roet) op deze locaties (2023) is 0,56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De achtergrondconcentraties PM₁₀ op deze plaatsen is ongeveer 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en de NO₂ achtergrondconcentratie is ongeveer 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Overigens zij opgemerkt dat de luchtkwaliteit aan de gevel van de hoogbouw alleen relevant is, als er aan de zijde van A20 geventileerd kan worden en er dus buitenlucht de woningen kan binnendringen. Als dit onmogelijk wordt gemaakt, bijvoorbeeld door een dichte gevel aan de noordzijde en mechanische ventilatie vanuit de gevel aan de achterzijde te verzorgen, speelt de luchtkwaliteit langs de gevel nauwelijks een rol. Bewoners bevinden zich immers dan niet op maaiveldhoogte, en alleen binnen de woning, en dan is de binnen-luchtkwaliteit relevant, niet de buitenlucht. Het effect van de A20 (en andere wegen) is op hoogten boven de 40 meter bijna nihil geworden; dat geldt dan ook voor de dakterrassen die zich op die hoogten bevinden. Maatregelen aldaar om de binnenlucht te beschermen tegen een verslechterde buitenlucht hebben daar dus geen zin.

4.3 Contourplots

Om het ruimtelijke beeld van de grondconcentraties te geven, zijn contourplots gemaakt: voor de bestaande situatie en voor de situatie met de hoogbouw. Het verschil tussen deze twee berekeningen komt door het blokkerend effect van de hoogbouw. Contourplots zijn gegeven in bijlage B. Voor NO₂, PM₁₀ is dat gedaan voor GCN + bronbijdragen, dus de totale te verwachten concentraties; voor roet is alleen de wegbijdrage getoond. Voor NO₂ en roet is tevens geplot wat de verschilwaarden zijn tussen fase 1 en de referentie en tussen fase 5 en de referentie. Groene kleuren geven een (lichte) verbetering aan, geel-oranje-rood een verslechtering. Alleen binnen de canyon (dus tussen de gevels van de A20 ter hoogte van de hoogbouw) is sprake van een duidelijke verslechtering.

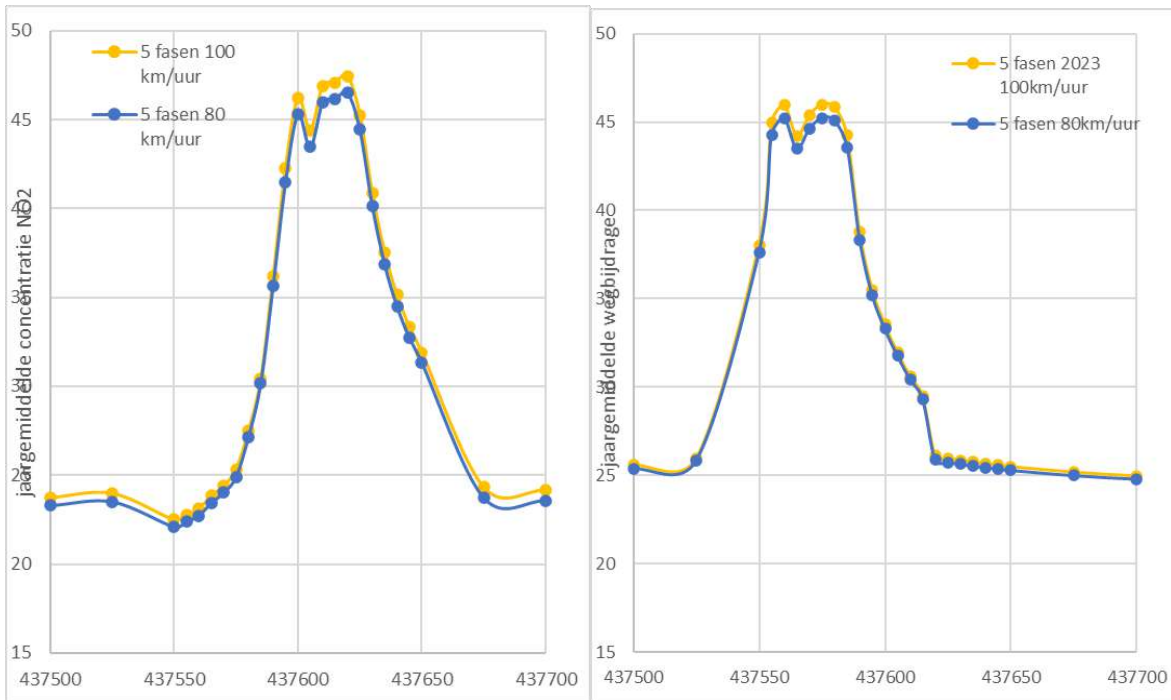
4.4 Varianten

4.4.1 80 km/uur op de A20.

Er is gerekend met een maximum snelheid van 100 km/uur op de A20; een variant hierop is een maximum snelheid van 80 km/uur (incl 100% controle middels traject controle). In het verleden (in de jaren 2005-2010 is dit toegepast om de fijnstof problematiek het hoofd te bieden. In die periode waren er veel overschrijdingen van de grenswaarde van zowel NO₂ als PM₁₀ langs snelwegen en is op veel trajecten een maximum snelheid van 80 of 100 km/uur ingevuld. Dit resulteerde in een verlaging van de NO₂ en/of PM₁₀ emissies van soms 20-30%.

Tegenwoordig zijn de verkeersemisies ten opzichte van de waarden in de periode 2005-2010 flink verlaagd en de vraag is wat het effect is van snelheidsverlaging op de A20 en wat dit in combinatie met de hoogbouw betekent. Voor de situatie na realisatie van 5 fasen is dit doorgerekend. In figuur 12 is het resultaat als dwarsdoorsnede over de lijn zuid → noord gegeven, voor de twee locaties (rode lijnen in figuur 5) waarvoor in voorgaande paragrafen is gerekend.

De dwarsdoorsneden laten inderdaad een verlaging van de NO₂ concentraties zien, maar deze afname is niet meer dan 2 à 3%; op beide locaties. Voor PM₁₀ zijn de wegbijdrage factoren lager, zodat het effect voor fijnstof geheel verwaarloosbaar zal zijn. Het effect op de EC concentraties zal in absolute zin gering zijn, en in relatieve zin vergelijkbaar met dat van NO₂. Zowel voor NO₂ als voor EC is kan de wegbijdrage oplopen tot de helft van de totale concentratie (op plaatsen dicht bij de weg: dus minder dan ongeveer 20 meter afstand).



Figuur 12. Dwarsdoorsnede voor de jaargemiddelde NO₂ concentraties over de lijn van zuid (links) naar noord (rechts), ; Vergelijk 100 km/uur en 80 km/uur op de A20. Links: ten westen van het Lentiz college; rechts: ten oosten van Lentiz college.

4.4.2 Bebouwing noordzijde

Indien er aan de noordzijde van A20 eveneens hoogbouw (tot maximaal 42,5 meter) is, die in deze fase gereed komt, dan kan dit effect hebben op de uitkomsten van dit onderzoek. Meer hoogbouw aan de noordzijde van A20 betekent dat het karakter van de canyonwerking sterker wordt. Met andere woorden, de verkeersemissies zullen nog iets meer 'opgesloten' blijven tussen de bebouwing, zodat de verwachting is dat dan dat de luchtkwaliteit in de canyon slechter wordt. Achter de bebouwing van Schieveste (dus de zuidzijde) zal de aanwezigheid van hogere bebouwing aan de noordzijde van de A20 weinig effect hebben. Immers de lucht vanuit de A20 achter Schieveste wordt door de hoogbouw sterk verdund en deze verdunding zal wellicht iets meer zijn door de extra hoogbouw aan de noordzijde van de A20. Maar daar staat tegenover dat de concentraties (en dan met name van NO₂) in de canyon (dus tussen hoogbouw aan noord- en zuidzijde van de A20) iets hoger zullen zijn, zodat het gecombineerde effect waarschijnlijk gering zal zijn. De jaarlijkse variatie in de concentraties (door verschillen in de meteorologie bijvoorbeeld) is zeker al groter, zodat dit effect niet gemeten zal kunnen worden. Maar zelfs als door de jaarlijkse variatie in luchtkwaliteit door toevalsfactoren de werkelijke waarden wat hoger uitkomen dan het 10jaar gemiddelde (wat

met een model wordt berekend), dan nog is er voldoende ruimte tot de grenswaarde om dit op te vangen.

4.4.3 Eventueel vervallen Overschieseweg

De Overschieseweg tussen het stationsplein en de Noorderweg heeft een aantal verkeersbewegingen per etmaal van minder dan 1000. In aantal lijkt dit veel als je als bewoner aan die weg woont, maar ten opzichte van belangrijke omliggende wegen (zoals de 'sGravenlandseweg en de Horvathweg en de A20) is dit aantal laag te noemen. Neem daarbij in ogenschouw dat de luchtkwaliteit in dit gebied voornamelijk door de achtergrondconcentraties wordt bepaald, dan is het duidelijk dat het wel of niet mee rekenen van de Overschieseweg geen significante invloed zal hebben. Voorts is de vraagstelling in deze studie primair gericht op het effect van de hoogbouw van Schieveste. Deze hoogbouw staat ten oosten van de Overschieseweg; bij westenwind heeft de hoogbouw geen invloed op de luchtkwaliteit hier, wel bij de veel minder voorkomende oostenwinden. Echter, gelet op het beperkte aantal voertuigen én de beperkte invloed van de hoogbouw hier, kan met zekerheid gesteld worden dat de luchtkwaliteit hier niet ten gunste of ten ongunste zal veranderen door realisatie van Schieveste.

4.4.4 3000 woningen in plaats 3500

Het effect van het extra verkeer door 3500 woningen + voorzieningen is in de berekeningsresultaten luchtkwaliteit nauwelijks/niet zichtbaar; een verschil van 500 woningen heeft op de luchtkwaliteit dan zeker geen significant effect. Dit is te meer relevant omdat de grenswaarden voor NO₂ en PM₁₀ geenszins worden benaderd, laat staan worden overschreden. En, zoals eerder gesteld: zelfs als door de jaarlijkse variatie in luchtkwaliteit door toevalsfactoren de werkelijke waarden wat hoger uitkomen dan het 10 jaar gemiddelde, dan nog is er voldoende ruimte tot de grenswaarde om dit op te vangen.

De luchtkwaliteit in het gebied wordt voor het grootste deel bepaald door de achtergrondconcentraties, behalve dicht langs de A20. Dat betekent dat alle binnenwegen, ook de drukkere wegen, de luchtkwaliteit maar heel beperkt beïnvloeden. Relatief kleine variaties in mobiliteit maken dan geen significant verschil in luchtkwaliteit.

4.4.5 Vergelijk met grens- en streefwaarden

In het voorgaande is al gesteld dat grenswaarden nergens worden overschreden. De gemeente Schiedam heeft echter ook streefwaarden vastgesteld. De streefwaarden voor diverse jaren zijn in onderstaande tabel opgenomen. Voor NO₂ geldt in 2022 een waarde van 35 µg/m³. In de contourplots van bijlage B (B5 en B6) is te zien dat deze waarde alleen wordt overschreden op de

A20 en wellicht nog net een smalle strook ernaast, binnen de canyon. Ook in figuur A5 is duidelijk zichtbaar dat er alleen binnen de canyon (en dan nog gedeeltelijk) waarden te verwachten zijn die hoger zijn dan $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Op toetslocaties - dus op afstanden van meer dan 10 meter van de wegrand en waar tevens het publiek zich kan en mag bevinden, is geen sprake van overschrijding van deze streefwaarde.

	2017 <i>(huidige waarden)</i>	2022 <i>(einde planperiode)</i>	2030 <i>stip op horizon - op basis van WHO normen</i>
Stikstofdioxide NO₂	$<40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$<35 \mu\text{g}/\text{m}^3$	WHO Update in 2020
Fijnstof PM_{2,5}	$<16 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$<14 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$<10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Roet EC	$<1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$<1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	'Gezonde' norm = $<1,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Voor PM_{10} is geen streefwaarde genoemd; wel voor $\text{PM}_{2,5}$. Voor $\text{PM}_{2,5}$ bedraagt de jaargemiddelde grenswaarde $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, de streefwaarde is $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Uit de analyse van de meetgegevens van RIVM blijkt dat de jaargemiddelde concentratie $\text{PM}_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) gemiddeld 37% lager ligt dan de jaargemiddelde concentratie PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Voor $\text{PM}_{2,5}$ kan dus worden aangenomen dat $\text{PM}_{2,5}$ ongeveer 63% van PM_{10} bedraagt². Dan hoort bij een streefwaarde van $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor $\text{PM}_{2,5}$ een streefwaarde van $14/0,63=22 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Uit de figuren B20 en B21 (contourplots voor PM_{10} concentraties na realisatie van 5 fasen) blijkt dat alleen op een smalle strook op en direct naast de A20 hogere waarden dan $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de jaargemiddelde PM_{10} concentraties te verwachten zijn. Dit wordt bevestigd door de dwarsdoorsnede (A2) waar duidelijk is dat de waarde geheel op een beperkte strook binnen de canyon optreedt.

De streefwaarde van EC (roet), namelijk $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wordt nergens overschreden of benaderd. Hogere waarden dan $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ treden niet op buiten het wegdek van de A20. Opgeteld bij de achtergrond van 0,6, betekent dit dat er nergens hogere concentraties zijn dan $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en blijft daarmee onder de 'gezonde norm'.

4.4.6 Effect op de gezondheid

Het effect op de gezondheid kan op diverse wijzen worden uitgedrukt. De door de GGD's aanbevolen methode is verwerkt in een Excel rekentool, waarmee het effect van luchtkwaliteit is te vertalen naar gezondheidseffecten. Daarvoor is het nodig het aantal bewoners te weten wat te maken krijgt met de verbetering of verslechtering van de luchtkwaliteit. Het gebied direct ten zuiden van de spoorlijn is ongeveer 750 meter breed. De inwonerdichtheid van Schiedam is ongeveer $4500/\text{km}^2$; het oppervlak van de hele gemeente Schiedam bestaat voor de helft uit groen en

² Zie <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/luchtkwaliteit/thema/fijn-stof/artikel/>

bedrijventerreinen zodat de inwonerdichtheid in woonwijken rond de 9000 a 10.000/km² zal bedragen. In de strook (0,75 km x 0,1 km) te zuiden van de spoorlijn is dat dan $0,75 \cdot 0,1 \cdot 10.000 = 750$ inwoners per strook van 100 meter. De vraag is dan nog wat de verandering in luchtkwaliteit is op de locaties van de omwoners. De figuren B7 en B8 respectievelijk B14 en B15 geven hierop het antwoord voor respectievelijk NO₂ en EC (roet). Daaruit blijkt dat de op deze bewoner locaties geen sprake is van een significante verbetering of verslechtering. De invloed van Schieveste op de gezondheid van omwoners door luchtkwaliteit is dus te verwaarlozen. Wordt er ook nog gelet op gezondheid van bewoners van Schieveste zelf, mits gehuisvest op de hogere verdiepingen (in ieder geval boven de 20 meter), dan zien we dat er daar sprake kan zijn van een afname van de NO₂, PM₁₀ en EC concentraties tot de achtergrond concentraties. In hoeverre deze achtergrondconcentraties op hoogte ook lager zullen zijn dan op maaiveld niveau is lastig te zeggen.

Waar deze afname mee vergeleken moet worden, is nog de vraag. Als de nieuwe bewoners afkomstig zijn van locaties waar de lucht beter is dan in Schiedam, dan kan er sprake zijn van een beperkte verslechtering. Als de nieuwe bewoners afkomstig zijn van locaties langs drukke wegen in de grotere steden, dan kan de luchtkwaliteit beter zijn. In algemene zin is hier dus moeilijk iets met zekerheid over zeggen. Algemeen kan gesteld worden dat op deze grotere hoogte de verkeersbijdragen richting nul gaan. De gemiddelde verkeersbijdrage in Maastricht is ooit berekend³. Indien deze getallen worden overgenomen voor Schiedam, dan is er sprake van een verbetering van 3 µg/m³ NO₂, 0,7 µg/m³ PM₁₀, 0,25 µg/m³ PM_{2,5} en 0,07 µg/m³ EC en dan is de gezondheidswinst voor 3500 bewoners volgens de GGD tool:

Vroegtijdig overlijden	Vroegtijdig overlijden
Vroegtijdig overlijden two pollutant model:	
Vroegtijdig overlijden (totale sterfte) >30 jaar <i>in dagen</i> door PM10 en NO2	26
Vroegtijdig overlijden one pollutant model (als je geen PM10/2,5 én NO2 concentraties hebt):	
Zie voor toelichting in begeleidende pdf welke component je in jouw geval moet gebruiken	
Vroegtijdig overlijden (totale sterfte) >30 jaar <i>in dagen</i> door PM10	8
Vroegtijdig overlijden (totale sterfte) >30 jaar <i>in dagen</i> door PM2,5	5
Vroegtijdig overlijden (totale sterfte) >30 jaar <i>in dagen</i> door NO2	45
Vroegtijdig overlijden (totale sterfte) >30 jaar <i>in dagen</i> door roet (EC)	14

(Let op: Je mag in geen geval het vroegtijdig overlijden (in dagen) van bovenstaande berekeningen bij elkaar optellen. Je moet kiezen uit één van de getallen in de oranje vakjes).

³ Voor Schiedam zijn niet direct gegevens voorhanden. Voor een stad als Maastricht is uitgerekend wat de gemiddelde verkeersbijdragen over alle wegen is (RH-DHV, 2016, figuur 6). Opm: de EC bijdrage is/likt daarin een factor 10 overschat.

5. Conclusies

1. Welke concentraties luchtverontreiniging kunnen we verwachten door de emissies van de A20 langs de gevels van de geplande hoogbouw in het project Schieveste

Uit de hoogteprofielen kan worden afgeleid dat de NO₂ en PM₁₀ bijdragen van de A20 met de hoogte snel afnemen. Vanaf 40 meter hoogte is het effect van de weg tot vrijwel nul gedaald. Op de meeste locaties van de hoogteprofielen (langs de gevel van de hoogbouw-noordzijde) is er een toename van de NO₂ concentraties door realisatie van fase 1 van de hoogbouw op grondniveau met gemiddeld enkele µg/m³. Voor PM₁₀ en EC is het beeld wisselend: soms een kleine toename soms een beperkte afname, zowel bij fase 1 als na 5 fasen. Vanaf 40 meter is de bijdrage van wegen en dus van de hoogbouw vrijwel nihil. Na realisatie van fase 5 is op de meeste plaatsen een kleine afname te zien langs de gevels.

2. Welk effect heeft de hoogbouw op de concentraties luchtverontreiniging (en ook hier vooral door de bijdrage van de rijksweg A20) op de woningen achter de hoogbouw (schermwerking).

De berekende concentraties aan NO₂, PM₁₀ en EC overschrijden (in 2023) alleen op en direct langs de A20 de grenswaarde van 40 µg/m³; de streefwaarden worden buiten de canyon nergens overschreden. De streefwaarde van EC wordt ook op de weg (A20) in 2023 niet overschreden. In 2030 is nergens sprake van een overschrijding van streefwaarden van NO₂, PM₁₀ en EC. Bij omwonenden is nergens een significant effect te verwachten. De luchtkwaliteit van bewoners van Schieveste zelf is beter dan in de meeste straten van Schiedam; voor de woningen die gelegen zijn vanaf 40 meter hoogte is de invloed van wegverkeer (gemiddeld ruwweg 3 µg/m³ voor NO₂⁴) vrijwel nihil.

3. Welk effect heeft de hoogbouw op de concentraties in de wijk Spaanse Polder?

Uit het verkregen beeld kan worden afgeleid dat de hoogbouw voor locaties op gedeeltes binnen de canyon (dus tussen de noord- en zuidgevels van de bebouwing) een significante verhoging van concentraties NO₂ en EC te zien geeft (in mindere mate PM₁₀); buiten de canyon is in een beperkt gebied een lichte verlaging van de concentraties zichtbaar. Dit effect is het meest uitgesproken voor de NO₂ concentraties, voor PM₁₀ en EC veel minder zichtbaar. Deze verlaging beperkt zich echter tot een smalle strook (100 a 150 meter) achter de gevels (zowel ten noorden als ten zuiden van de A20). Het effect van de hoogbouw (noch negatief noch positief) is bij omwonenden, dus ook in de Spaanse Polder, nergens significant.

⁴ Gemiddeld over alle min of meer drukke straten.

4. Welke gevolgen heeft fasering op de luchtkwaliteit?

Zowel na fase 1 als na de realisatie van fase 5 is het effect op de luchtkwaliteit verwaarloosbaar. De luchtkwaliteit wordt gedomineerd door de a) de achtergrondconcentraties en b) de nabijheid van de A20. Het extra verkeer door planrealisatie valt hierbij geheel in het niet en heeft slechts een verwaarloosbaar effect op de luchtkwaliteit. Effecten op de luchtkwaliteit worden vooral bepaald door de schermwerking van de hoogbouw. Fasering bepaalt dan nog enigszins waar (lokaal) een (lichte) verbetering optreedt en waar niet.

Dit betekent dat zowel voor PM₁₀ als voor NO₂ het voorgestelde project voldoet aan de eisen van de Wet milieubeheer, titel 5.2.

De berekende concentraties NO₂, PM_{2,5} en EC voldoen in 2023 ook aan de streefwaarden van de gemeenten Schiedam.

De invloed van Schieveste op de gezondheid van omwoners door luchtkwaliteit is te verwaarlozen: geen verbetering en geen verslechtering.

6. Referenties

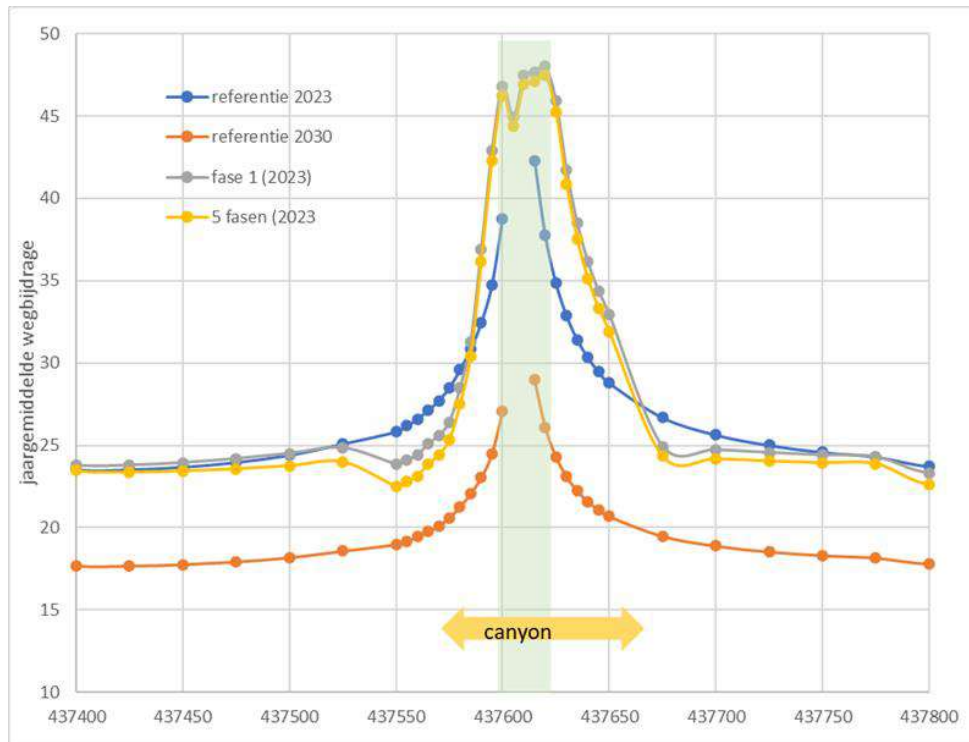
- [1]. CITY AIR QUALITY AT HEIGHT – Lessons for Developers & Planners. 2017 WSP | Parsons Brinckerhoff.
- [2]. E. Dieudonné, F. Ravetta, J. Pelon, F. Goutail, en J.-P. Pommereau, 2013. Linking NO₂ surface concentration and integrated content in the urban developed atmospheric boundary layer. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 40, 1247–1251, doi:10.1002/grl.50242, 2013.
- [3]. KNMI, 2012. The Cabauw Intercomparison campaign for Nitrogen Dioxide measuring Instruments (CINDI): design, execution, and early results. In: Atmos. Meas. Tech., 5, 457–485, 2012.
- [4]. A.J.C. Berkhout, L.F.L. Gast, G.R. van der Hoff, D.P.J. Swart, M. Hoed, M. Allaart., 2018. ATMOSPHERIC NO₂ PROFILES MEASURED WITH LIDAR DURING THE CINDI-2 CAMPAIGN. In: EPJ Web of Conferences 176, 10002 (2018).
- [5]. RH-DHV, 2016. Maatregelen luchtkwaliteit Maastricht. Rapport T&PBE6046-101-100R001F0.1 in opdracht van gemeente Maastricht, November 2016.
- [6]. K. Glaser U. Vogt G. Baumbach A. Volz - Thomas H. Geiss, 2003. Vertical profiles of O₃, NO₂, NO_x, VOC, and meteorological parameters during the Berlin Ozone Experiment (BERLIOZ) campaign. In: JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 108, NO. D4, 8253.

BIJLAGE A. Dwarsdoorsneden en hoogteprofielen

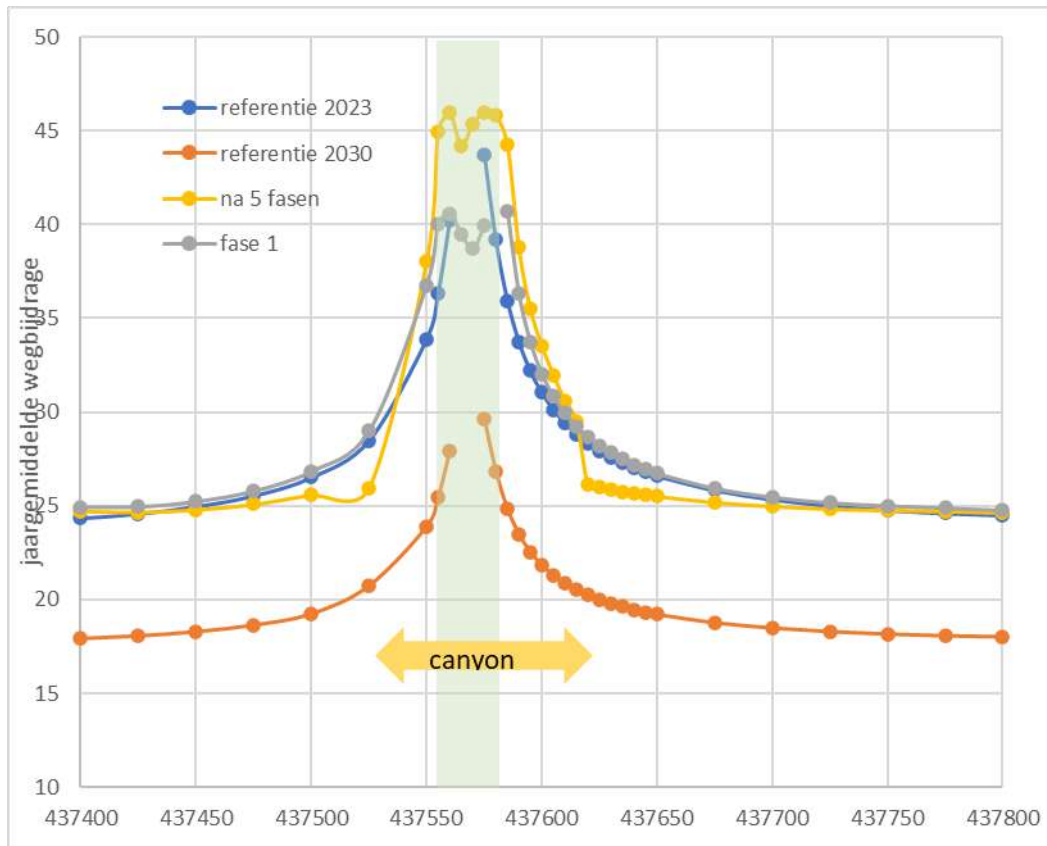


Figuur A1. Twee locaties voor de dwarsdoorsneden (witte lijnen): Links: ten westen van Letiz college; rechts: ten oosten van Lentiz college.

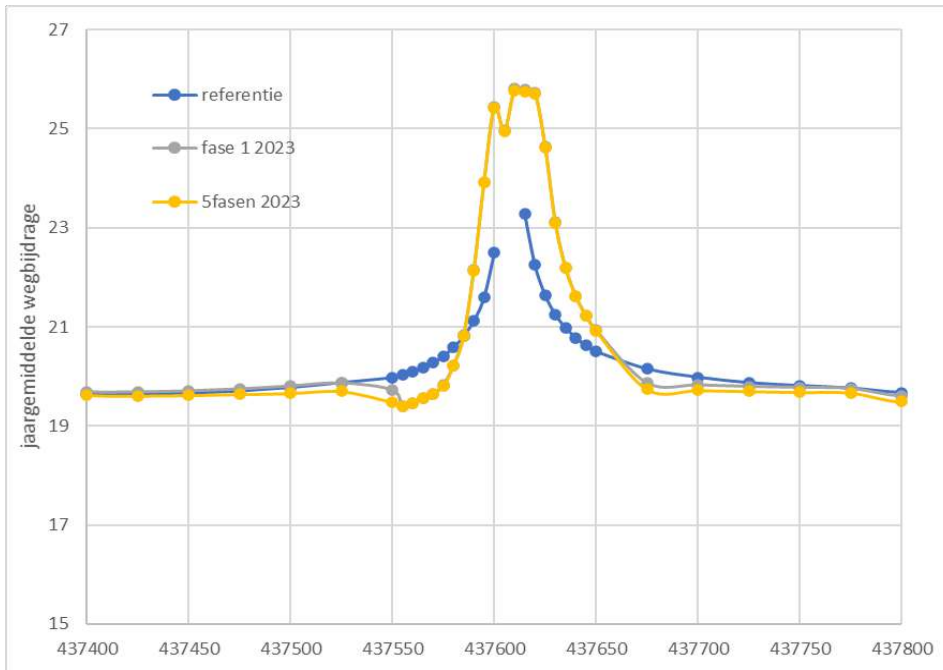
Concentraties (y-as) steeds in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aangegeven. X-as in rijkdriehoekskoordinaten (meter).



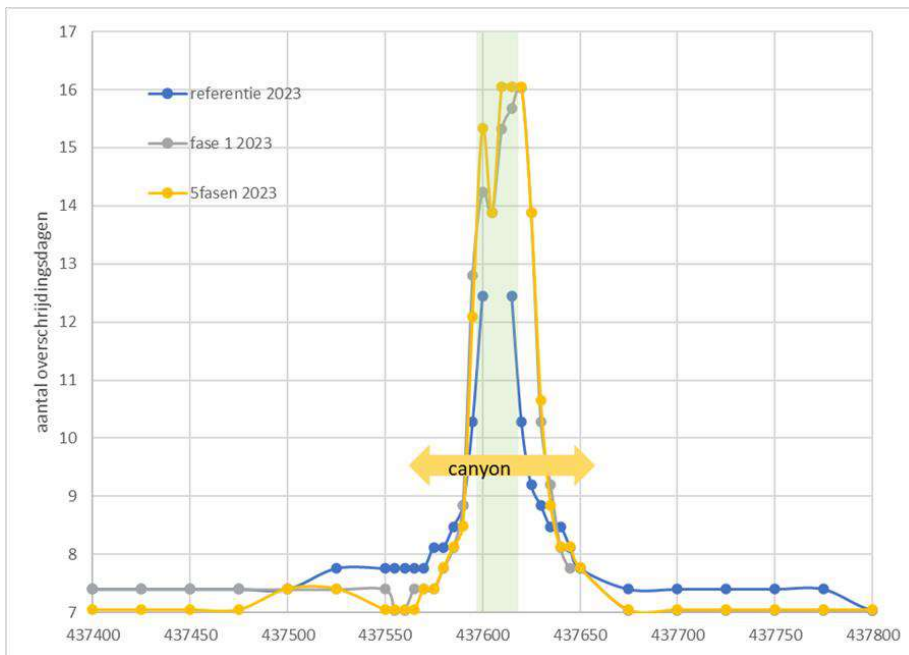
Figuur A2. Dwarsdoorsnede voor de jaargemiddelde NO_2 concentraties over de lijn van zuid (links) naar noord (rechts). Ten westen van het Lentiz college. 4 scenario's: zonder hoogbouw (referentie 2023 en in 2030), na fase 1 (2023) en na realisatie 5 fasen (2023). Groen gearceerd is de A20.



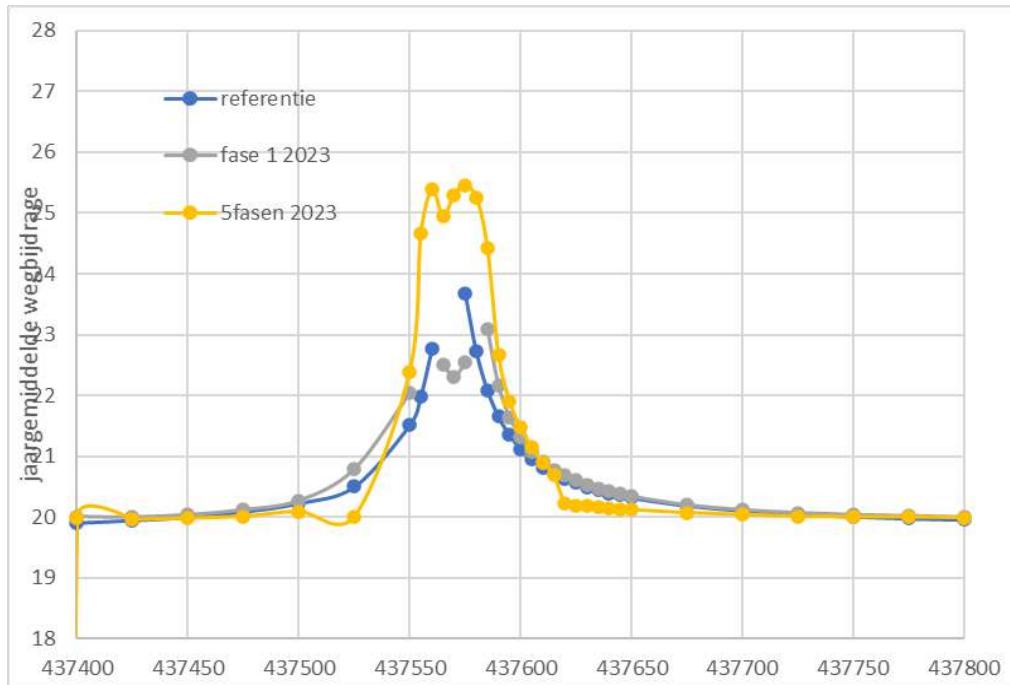
Figuur A3. Dwarsdoorsnede voor de jaargemiddelde NO₂ concentraties over de lijn van zuid (links) naar noord (rechts). Ten oosten van het Lentiz college. 4 scenario's: zonder hoogbouw (referentie 2023 en in 2030), na fase 1 (2023) en na realisatie 5 fasen (2023). Groen gearceerd is de A20.



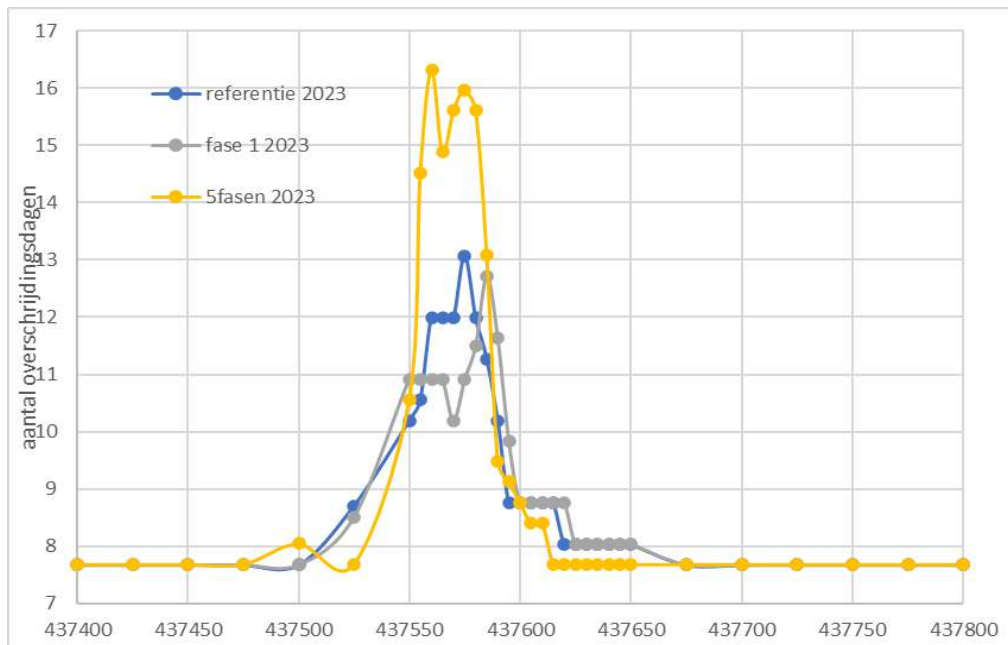
Figuur A4. Dwarsdoorsnede voor de jaargemiddelde PM10 concentraties over de lijn van zuid (links) naar noord (rechts). Ten westen van het Lentiz college. 3 scenario's: zonder hoogbouw (referentie 2023), na fase 1 (2023) en na realisatie 5 fasen (2023).



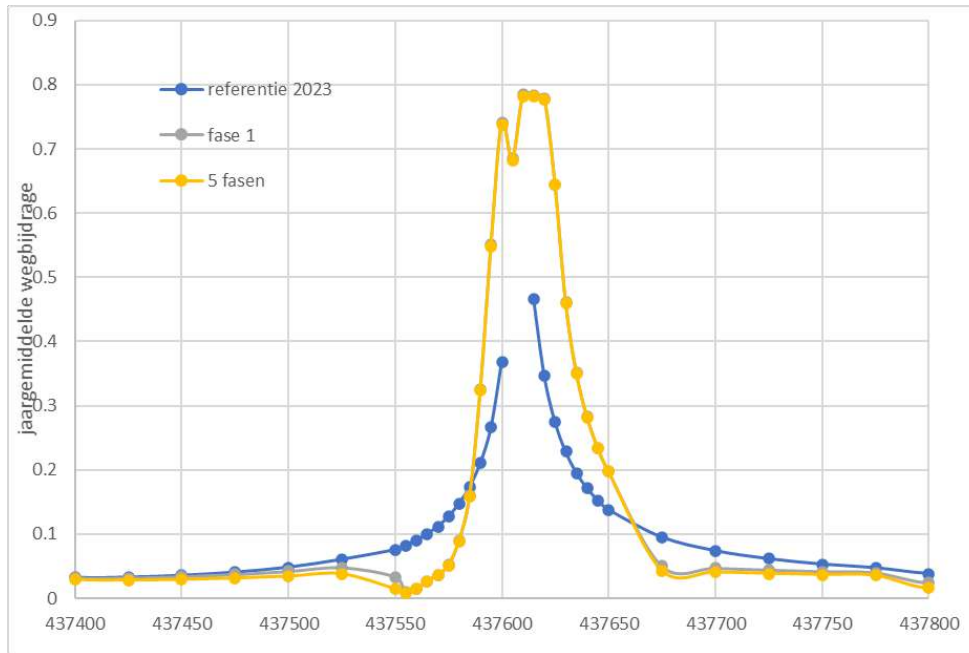
Figuur A5. Dwarsdoorsnede voor PM10 overschrijdingsdagen over de lijn van zuid (links) naar noord (rechts). Ten westen van het Lentiz college. 3 scenario's: zonder hoogbouw (referentie 2023), na fase 1 (2023) en na realisatie 5 fasen (2023).



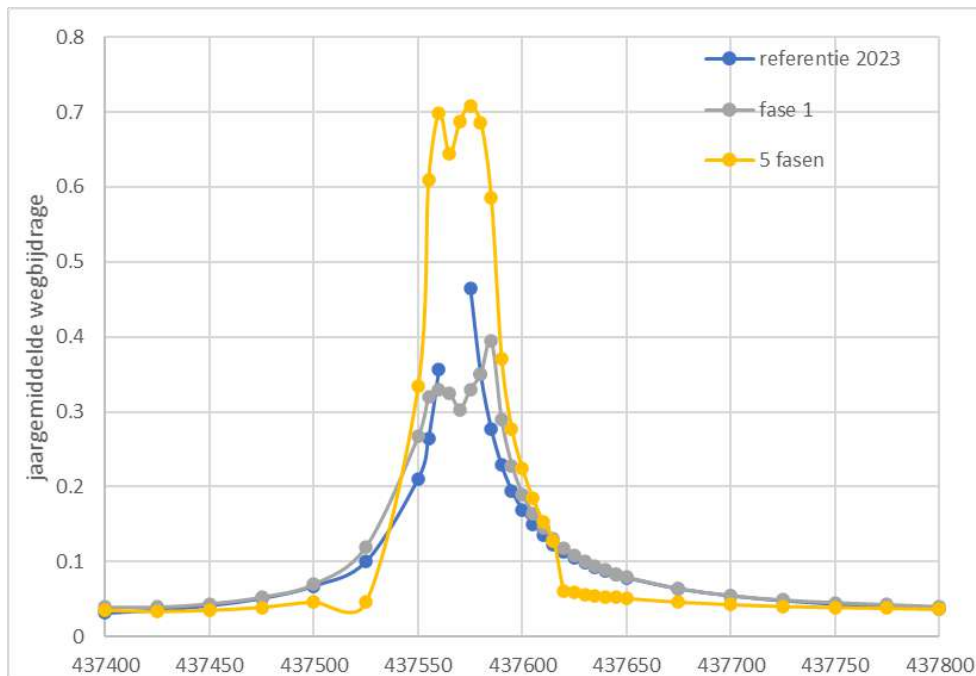
Figuur A6. Dwarsdoorsnede voor de jaargemiddelde PM10 concentraties over de lijn van zuid (links) naar noord (rechts). Ten oosten van het Lentiz college. 3 scenario's: zonder hoogbouw (referentie 2023), na fase 1 (2023) en na realisatie 5 fasen (2023).



Figuur A7. Dwarsdoorsnede voor PM10 overschrijdingsdagen over de lijn van zuid (links) naar noord (rechts). Ten oosten van het Lentiz college. 3 scenario's: zonder hoogbouw (referentie 2023), na fase 1 (2023) en na realisatie 5 fasen (2023).

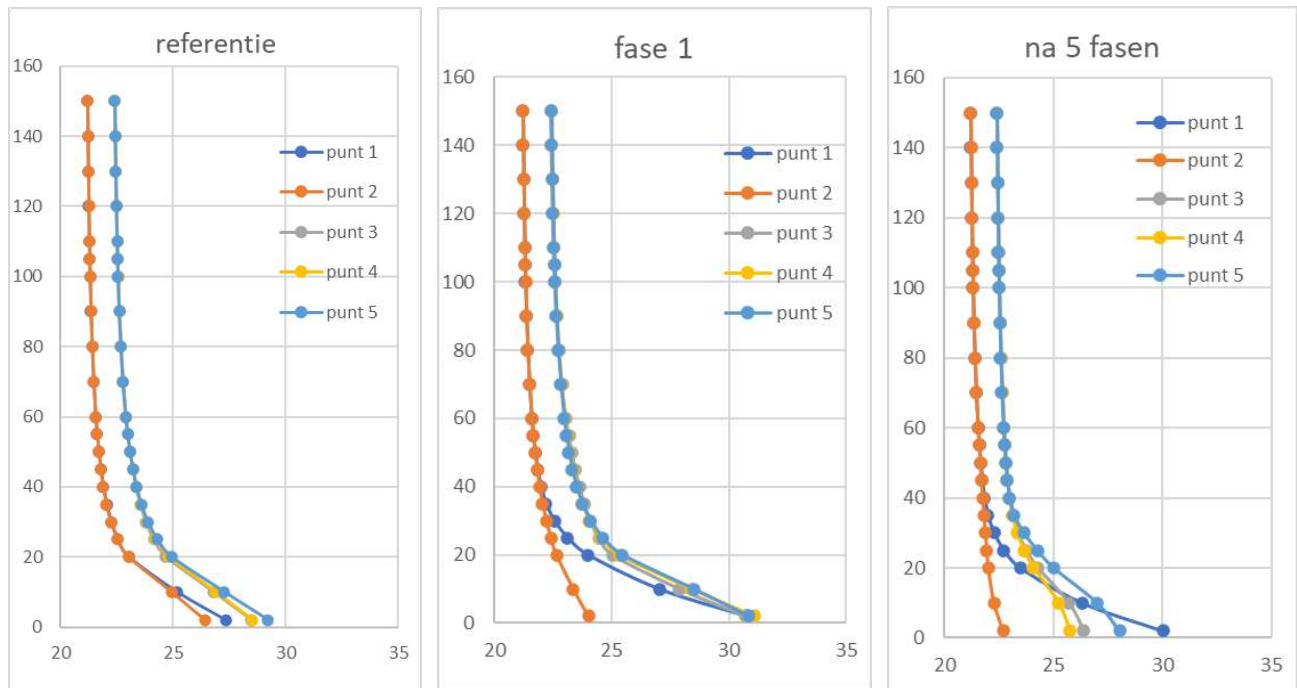


Figuur A8. Dwarsdoorsnede voor de jaargemiddelde Roet (EC) concentraties over de lijn van zuid (links) naar noord (rechts). Ten westen van het Lentiz college. 3 scenario's: zonder hoogbouw (referentie 2023), na fase 1 (2023) en na realisatie 5 fasen (2023).

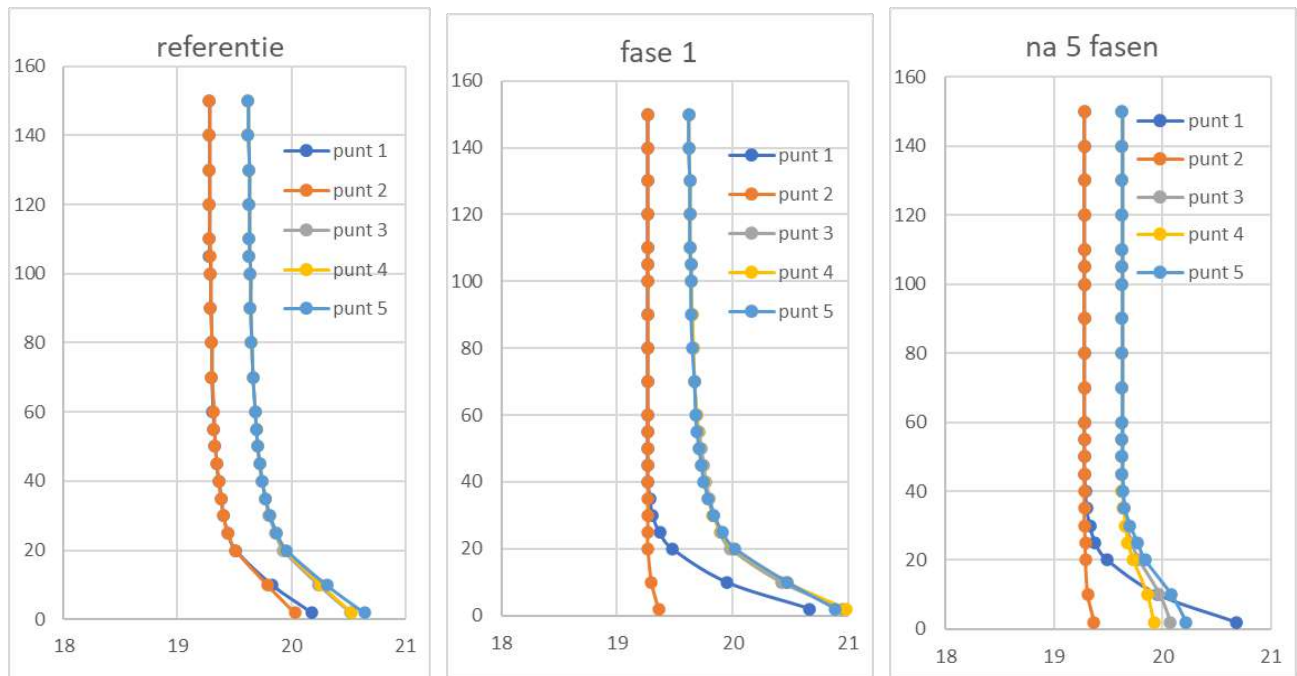


Figuur A9. Dwarsdoorsnede voor de jaargemiddelde Roet(EC) concentraties over de lijn van zuid (links) naar noord (rechts). Ten oosten van het Lentiz college. 3 scenario's: zonder hoogbouw (referentie 2023), na fase 1 (2023) en na realisatie 5 fasen (2023).

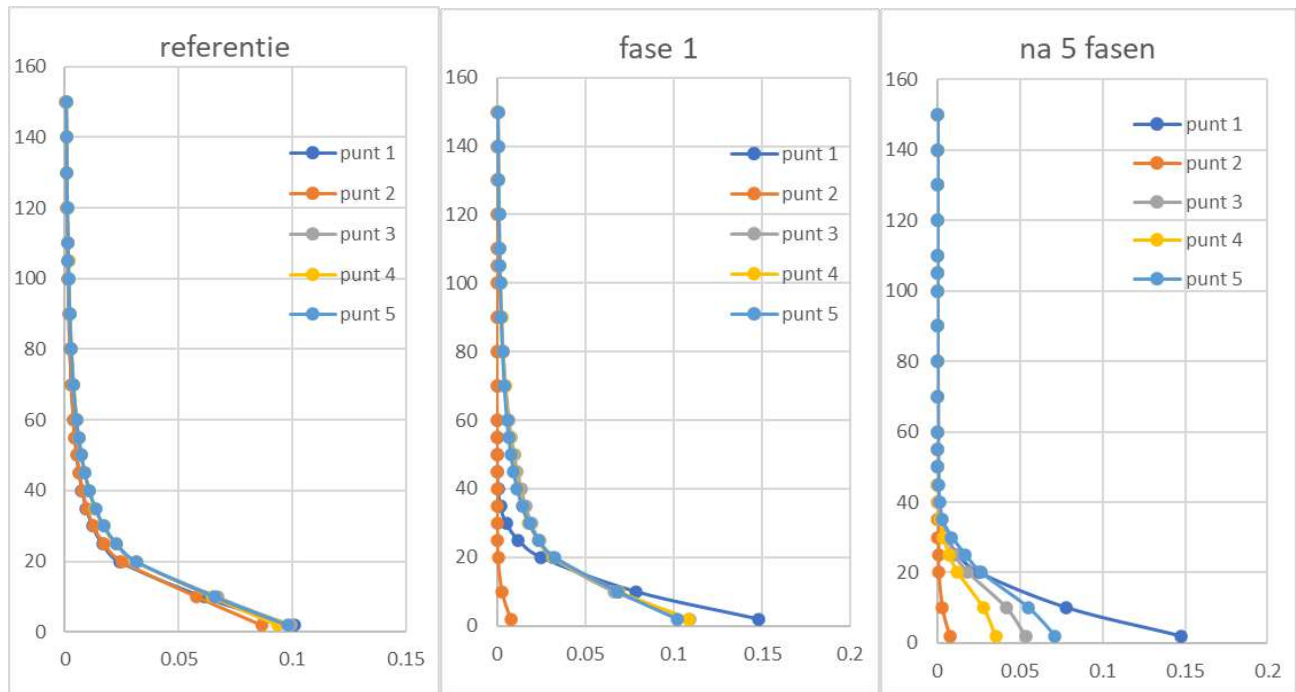
BIJLAGE B. Vertikale profielen



Figuur A10. NO₂ concentratieprofielen op 5 punten langs de Noord-gevel van de hoogbouw. (2023).

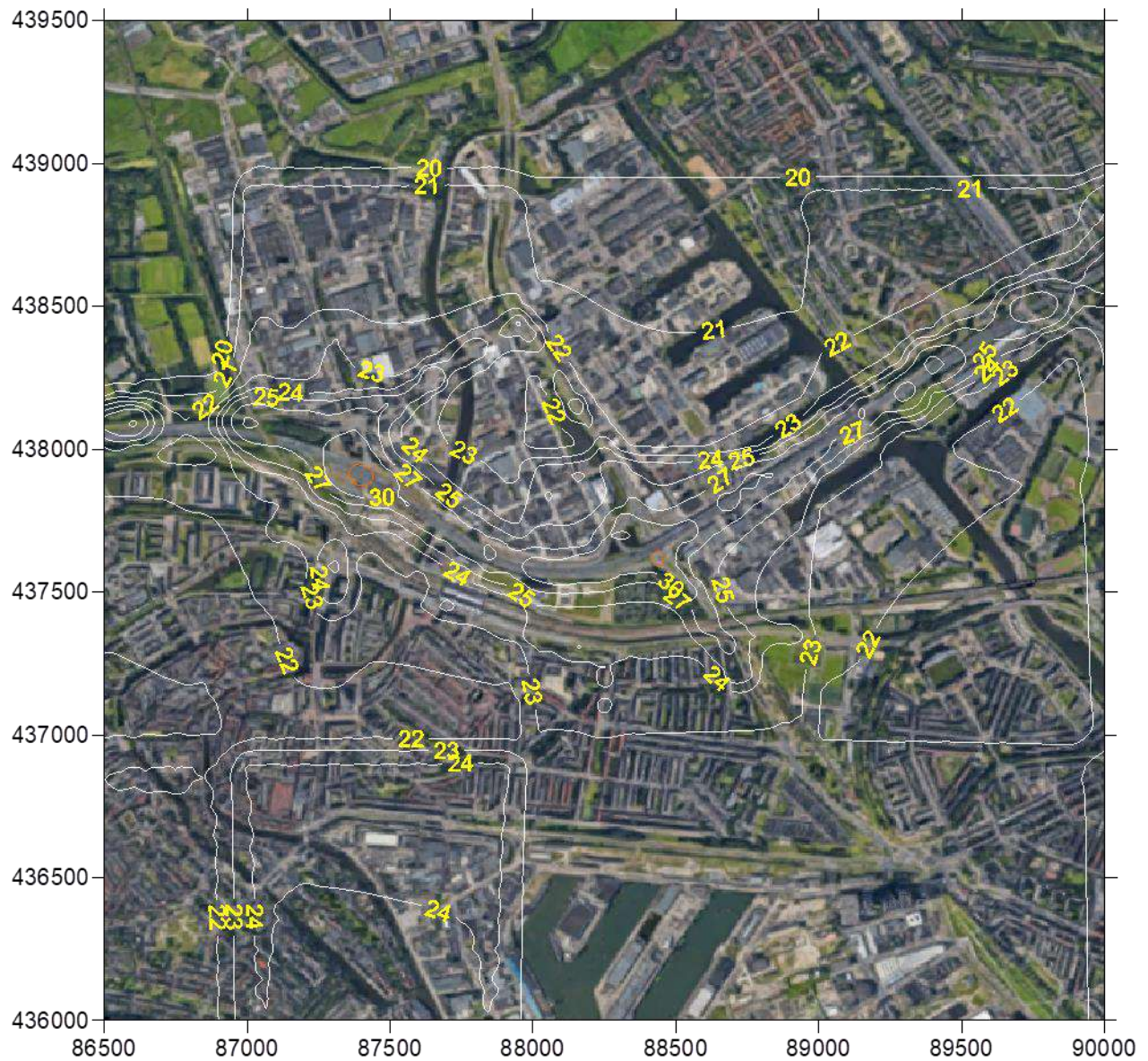


Figuur A11. PM₁₀ concentratieprofielen op 5 punten langs de Noord-gevel van de hoogbouw. (2023). x-as: jaargemiddelde concentratie; y-as: hoogte in m.



Figuur A12. EC (roet) concentratieprofielen op 5 punten langs de Noord-gevel van de hoogbouw. (2023). x-as: jaargemiddelde concentratie; y-as: hoogte in meters.

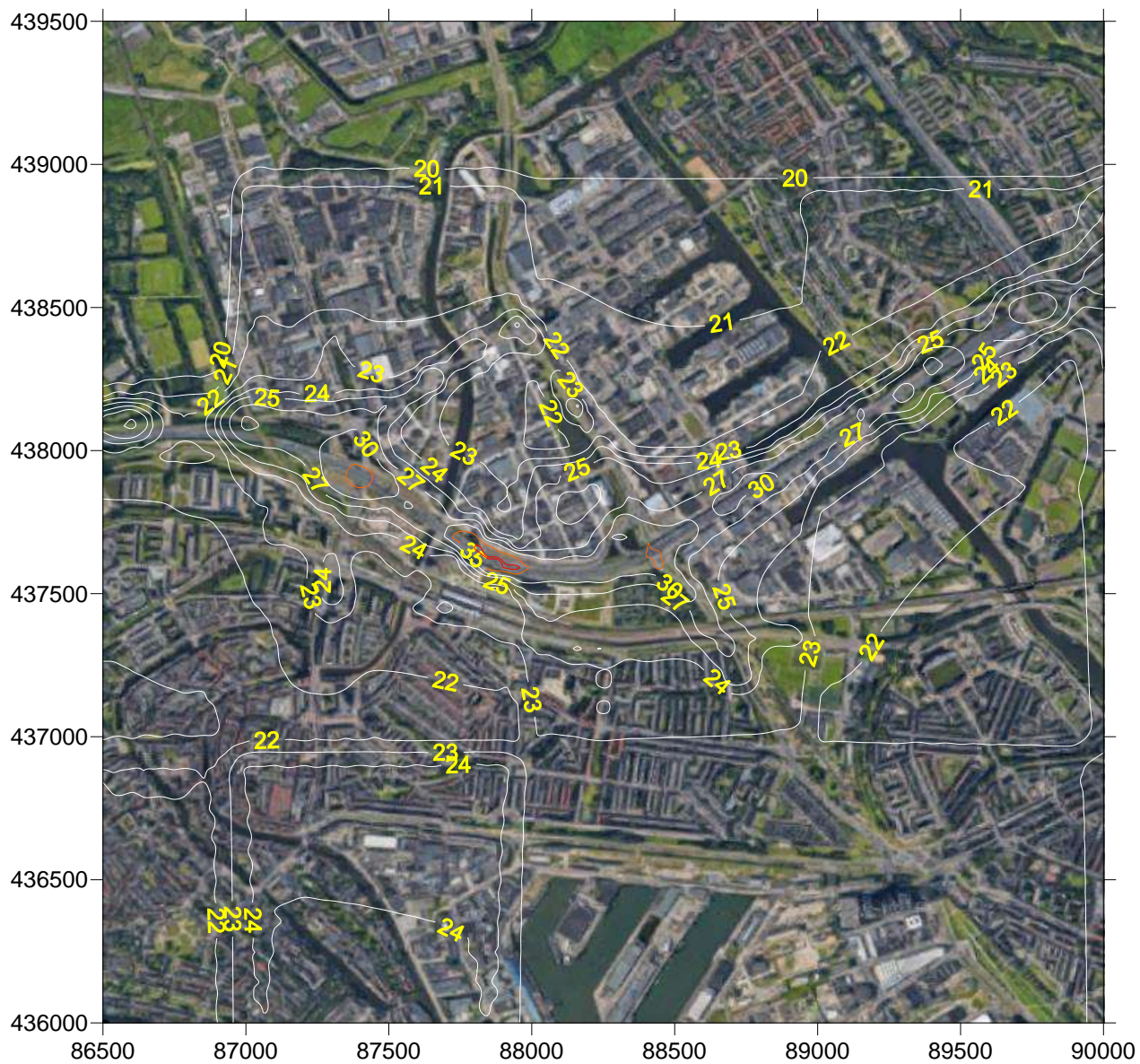
BIJLAGE C. Contourplots van jaargemiddelde concentraties



Figuur B1. NO₂ jaargemiddelde concentraties zonder de hoogbouw. Toetsjaar 2023. (oranje: > 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



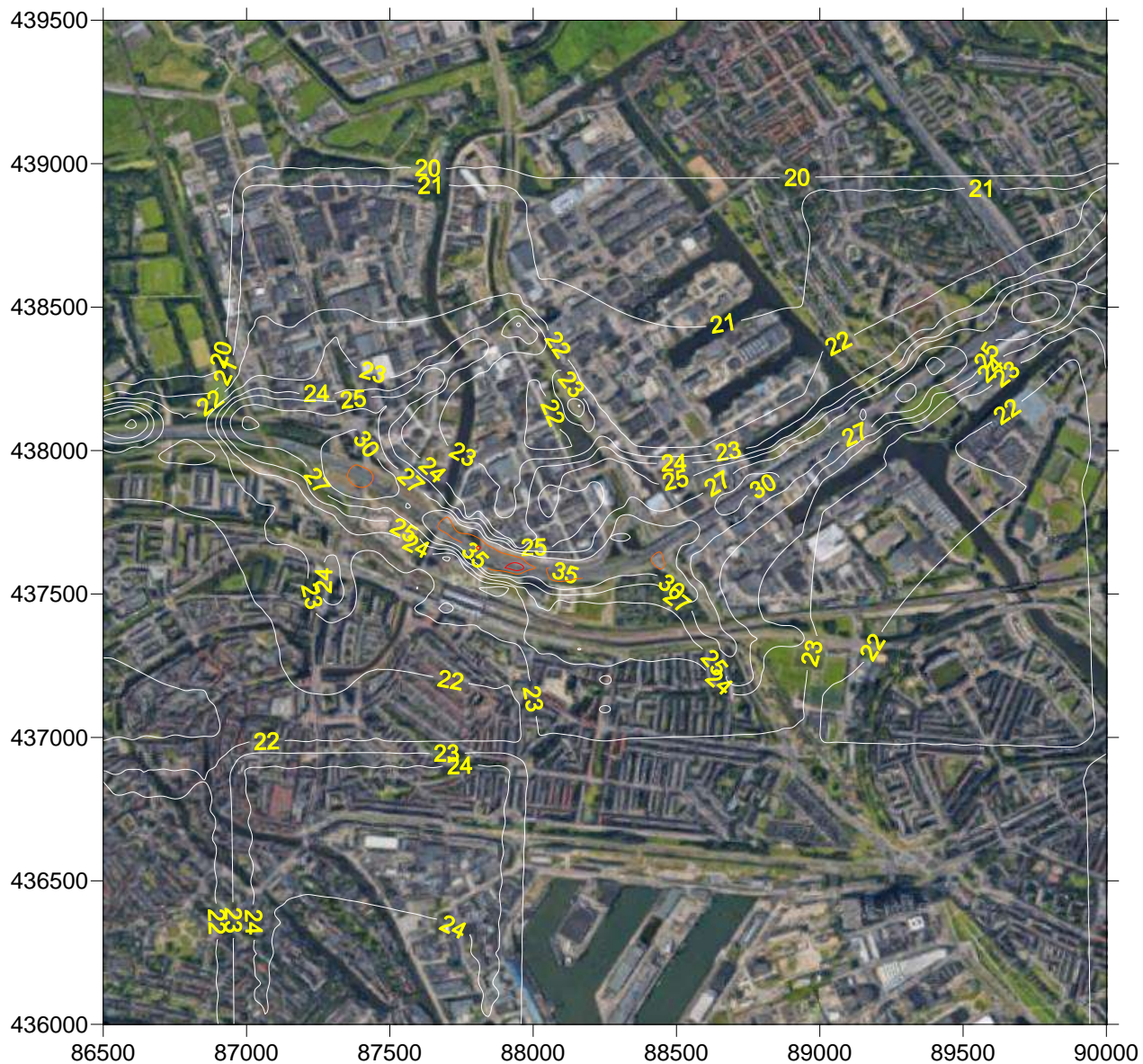
Figuur B2. NO₂ jaargemiddelde concentraties zonder de hoogbouw. Toetsjaar 2023. (oranje: > 35 µg/m³). Schaal 1 x 1 km.



Figuur B3. NO₂ jaargemiddelde concentraties met hoogbouw, fase 1. Toetsjaar 2023. oranje: > 35; rood: >40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



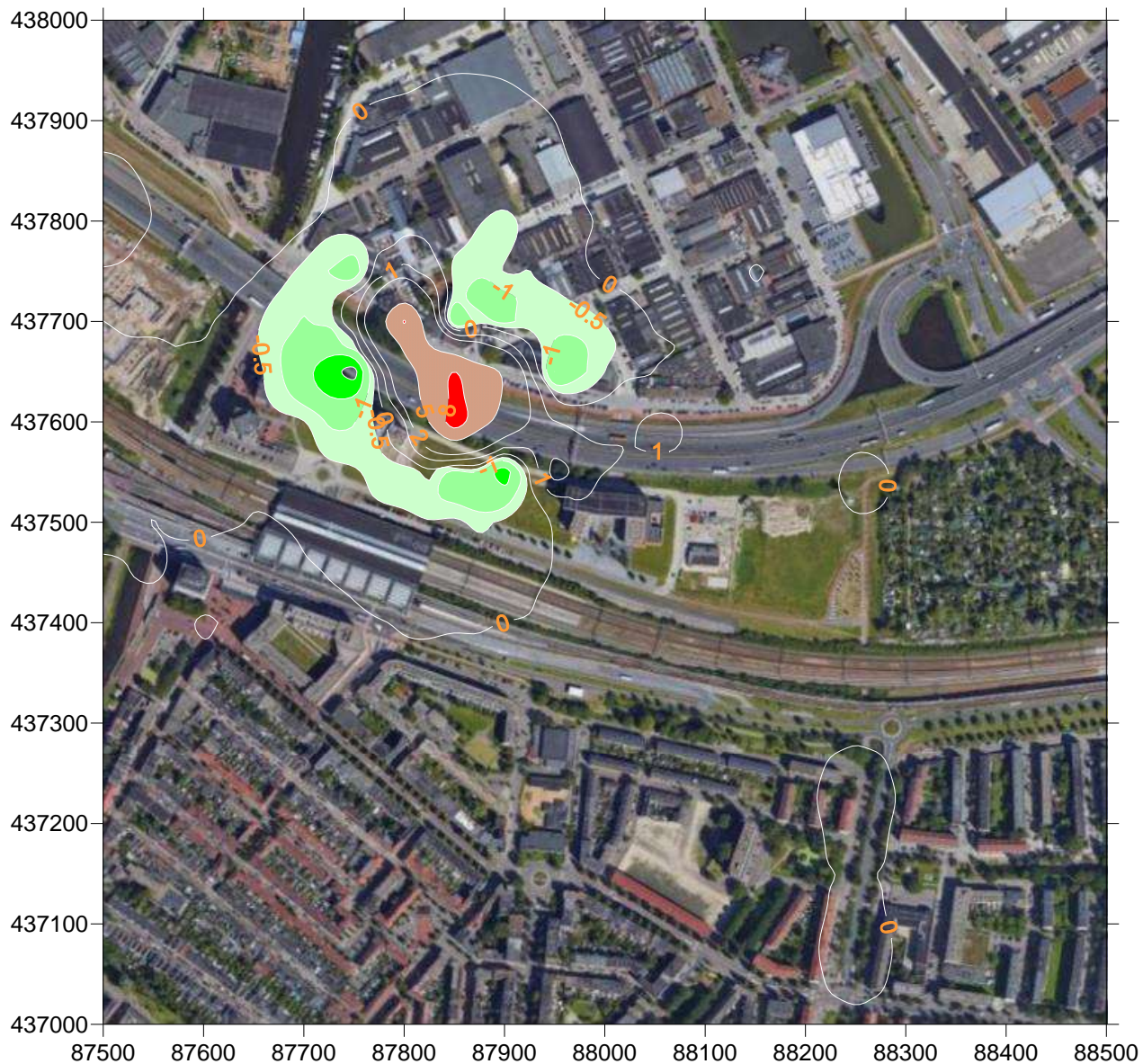
Figuur B4. NO₂ jaargemiddelde concentraties met hoogbouw, na fase 1. Toetsjaar 2023. (wit: >25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; oranje: > 35; rood: >40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Schaal 1 x 1 km



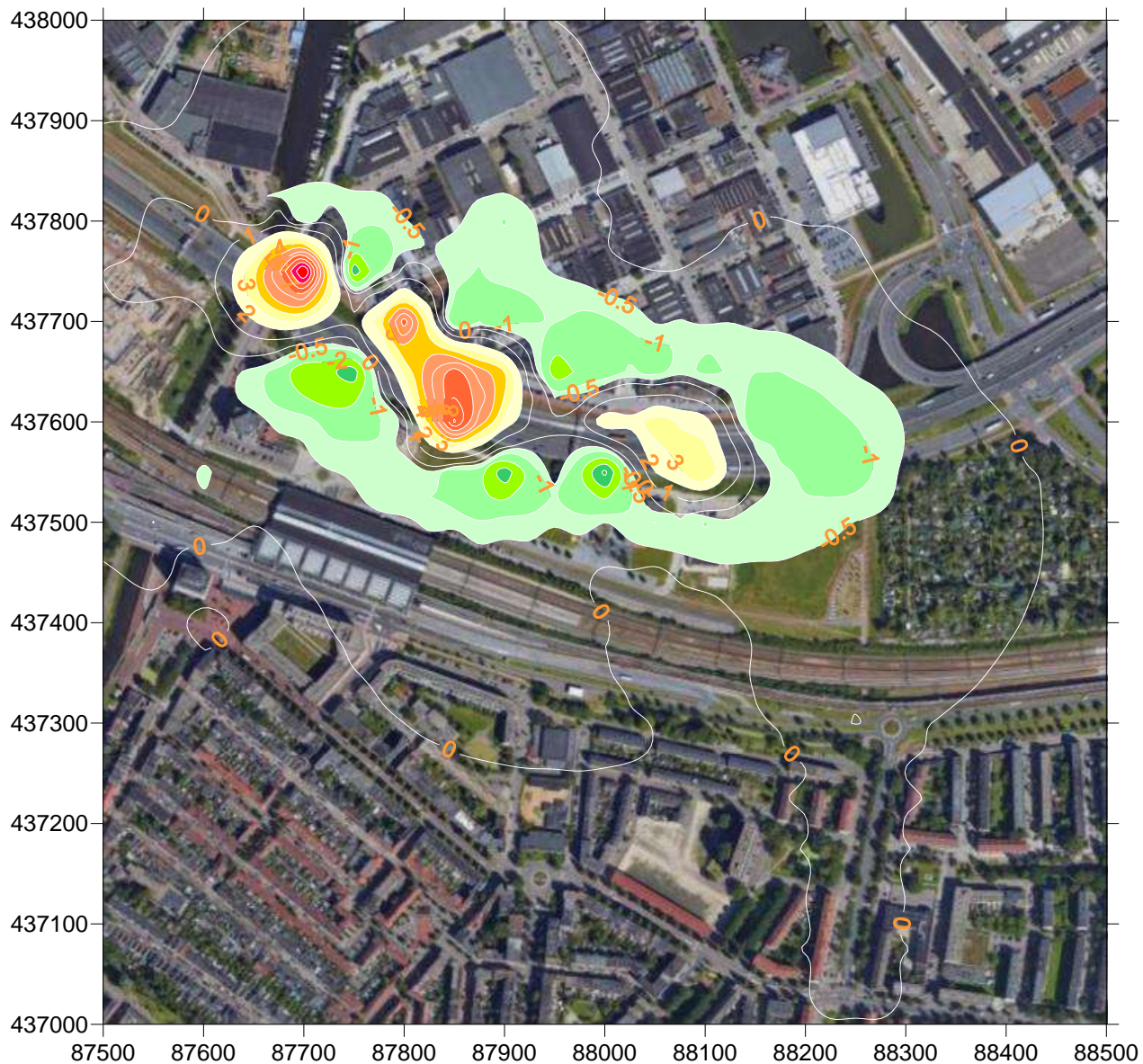
Figuur B5. NO₂ jaargemiddelde concentraties met hoogbouw, na 5 fasen. Toetsjaar 2023 (oranje: > 35; rood: >40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



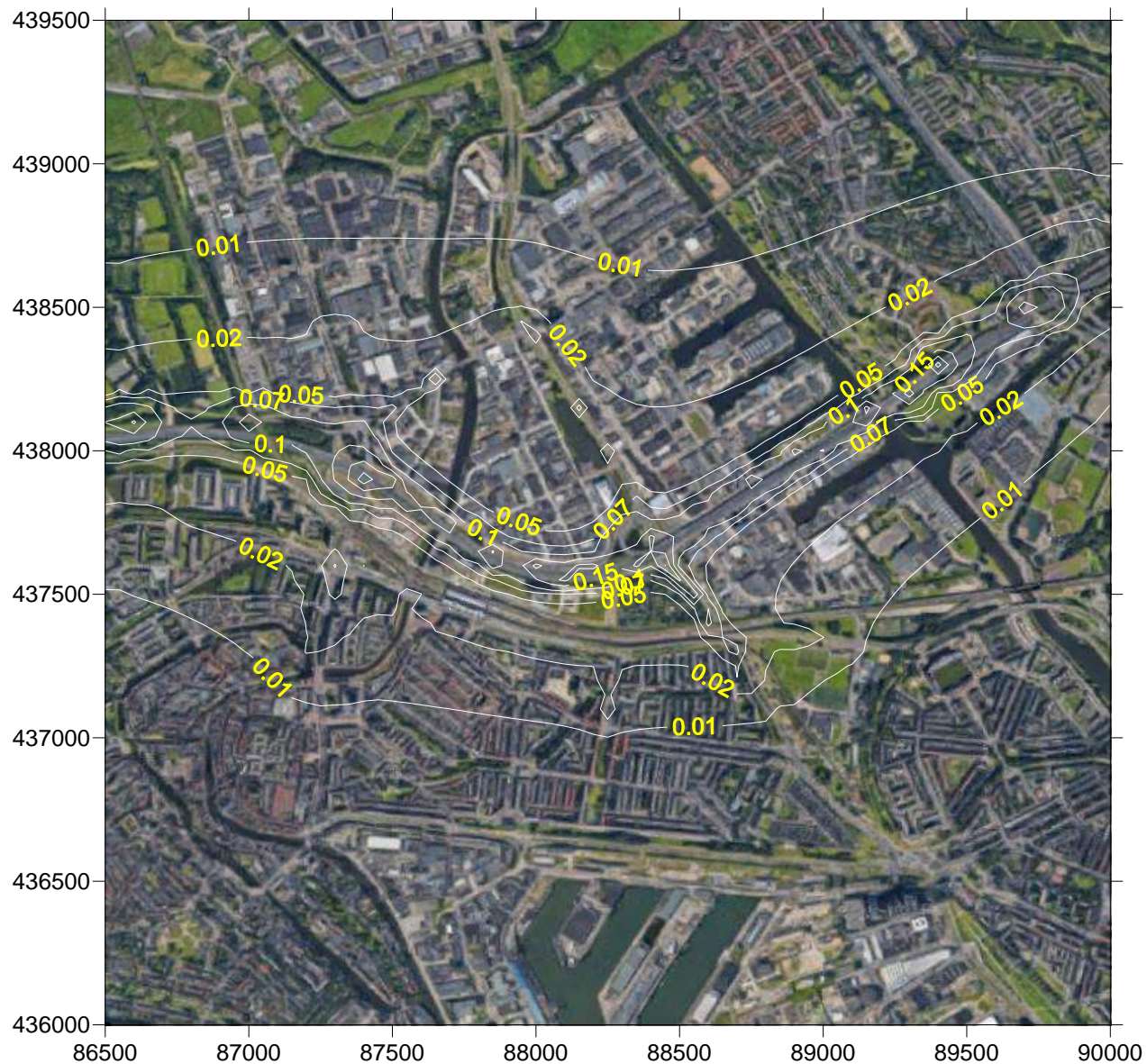
Figuur B6. NO₂ jaargemiddelde concentraties met hoogbouw, 5 fasen. Toetsjaar 2023. (wit: >25 µg/m³; oranje: > 35; rood: >40 µg/m³). Schaal 1 x 1 km.



Figuur B7. Veranderingen in NO₂ concentraties (2023) in het gebied door hoogbouw na fase 1; in de canyon een toename; daarbuiten: een afname. Kleuren: zie getallen in de contourlijnen (rood: een toename; groen: afname).



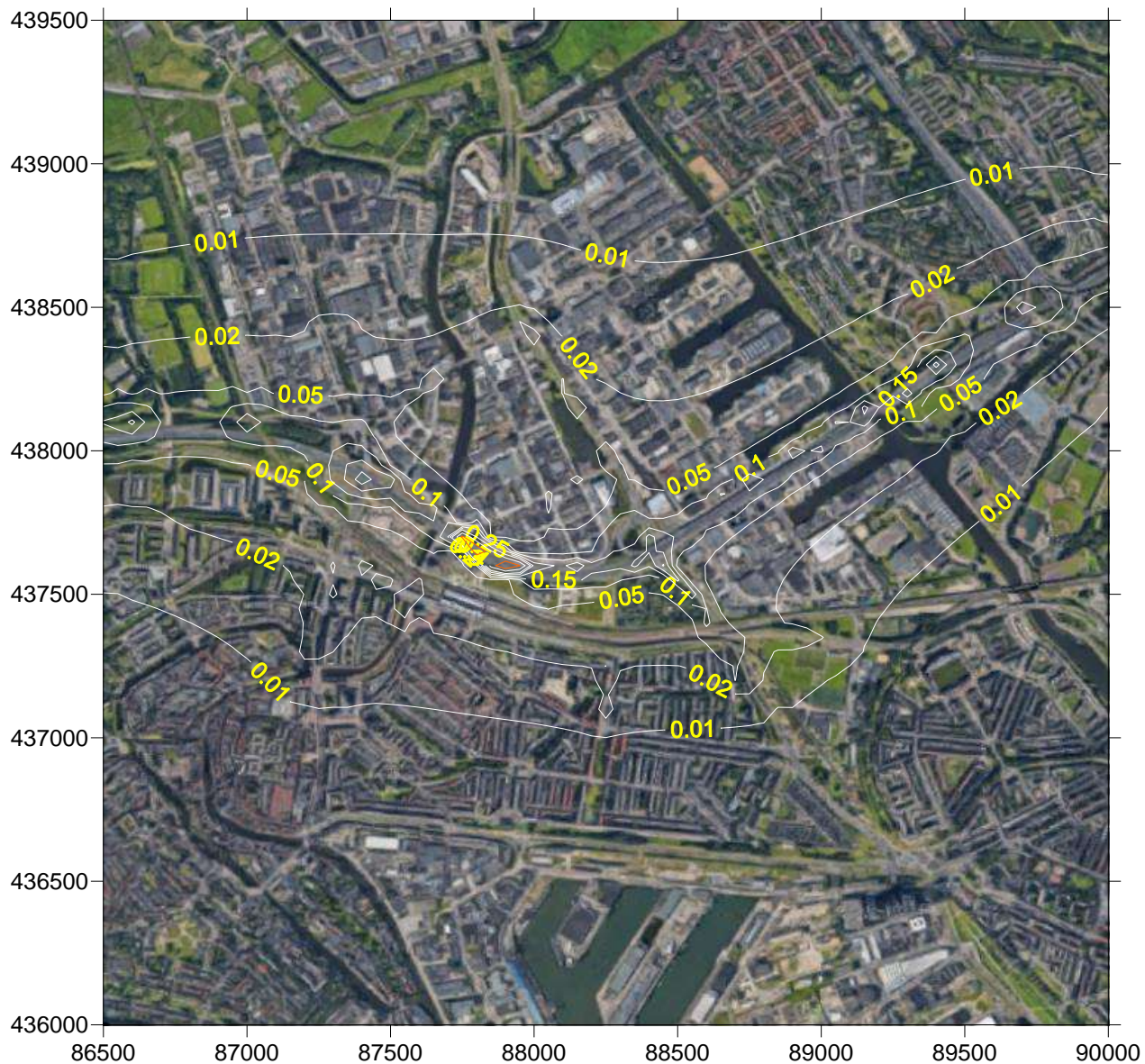
Figuur B8. Veranderingen in NO₂ concentraties (2023) in het gebied door hoogbouw na alle 5 fasen; in de canyon een toename; daarbuiten: een afname. Kleuren: zie getallen in de contourlijnen (rood: een toename; groen: afname).



Figuur B9. Jaargemiddelde elementair koolstof (roet) concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies zonder de hoogbouw. Alleen de wegbijdragen.



Figuur B10. Jaargemiddelde elementair koolstof (roet) concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies zonder de hoogbouw. Alleen de wegbijdragen, 1 x 1 km



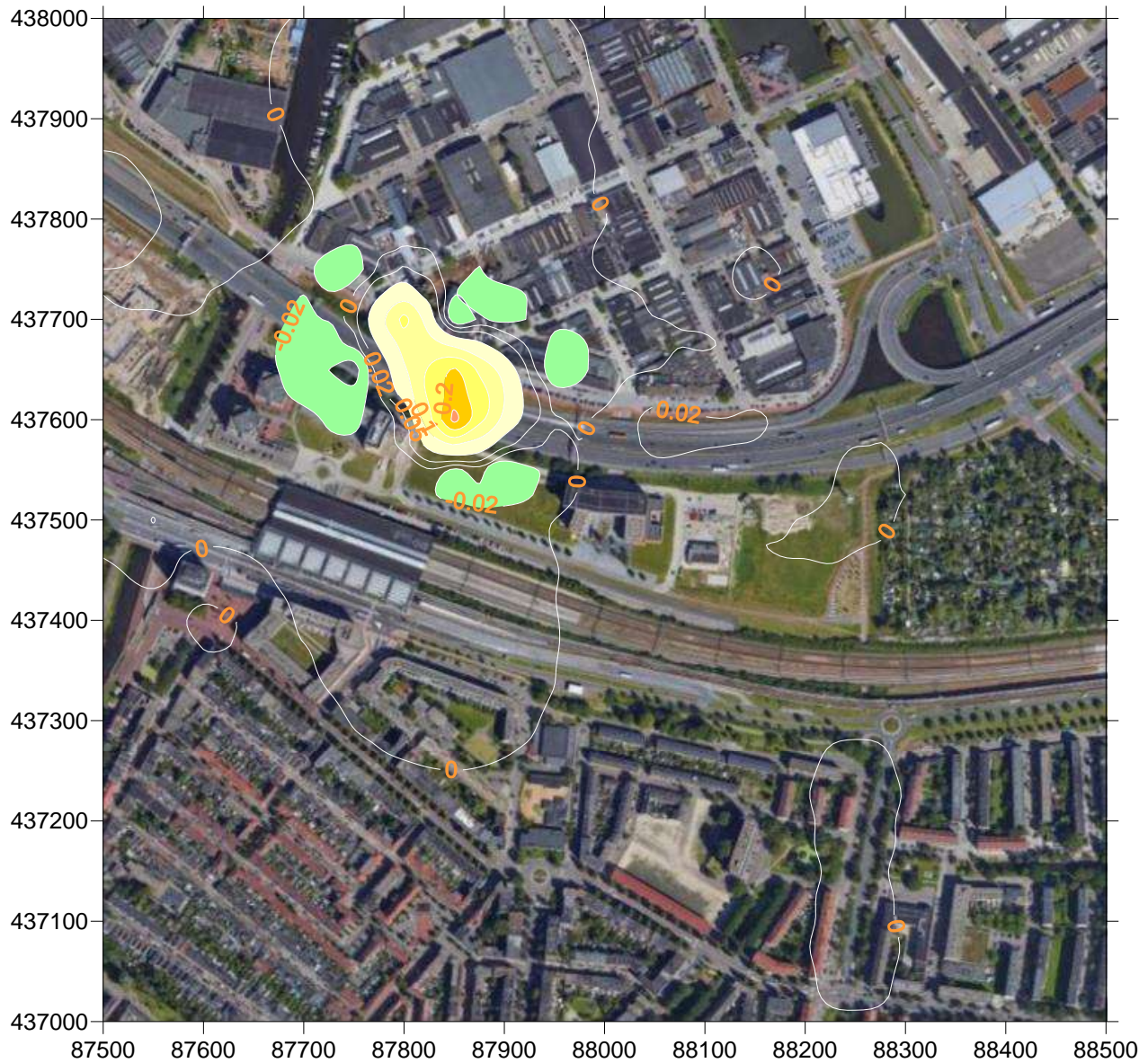
Figuur B11. Jaargemiddelde elementair koolstof (roet) concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies; na fase 1 met de hoogbouw. Alleen de wegbijdragen.



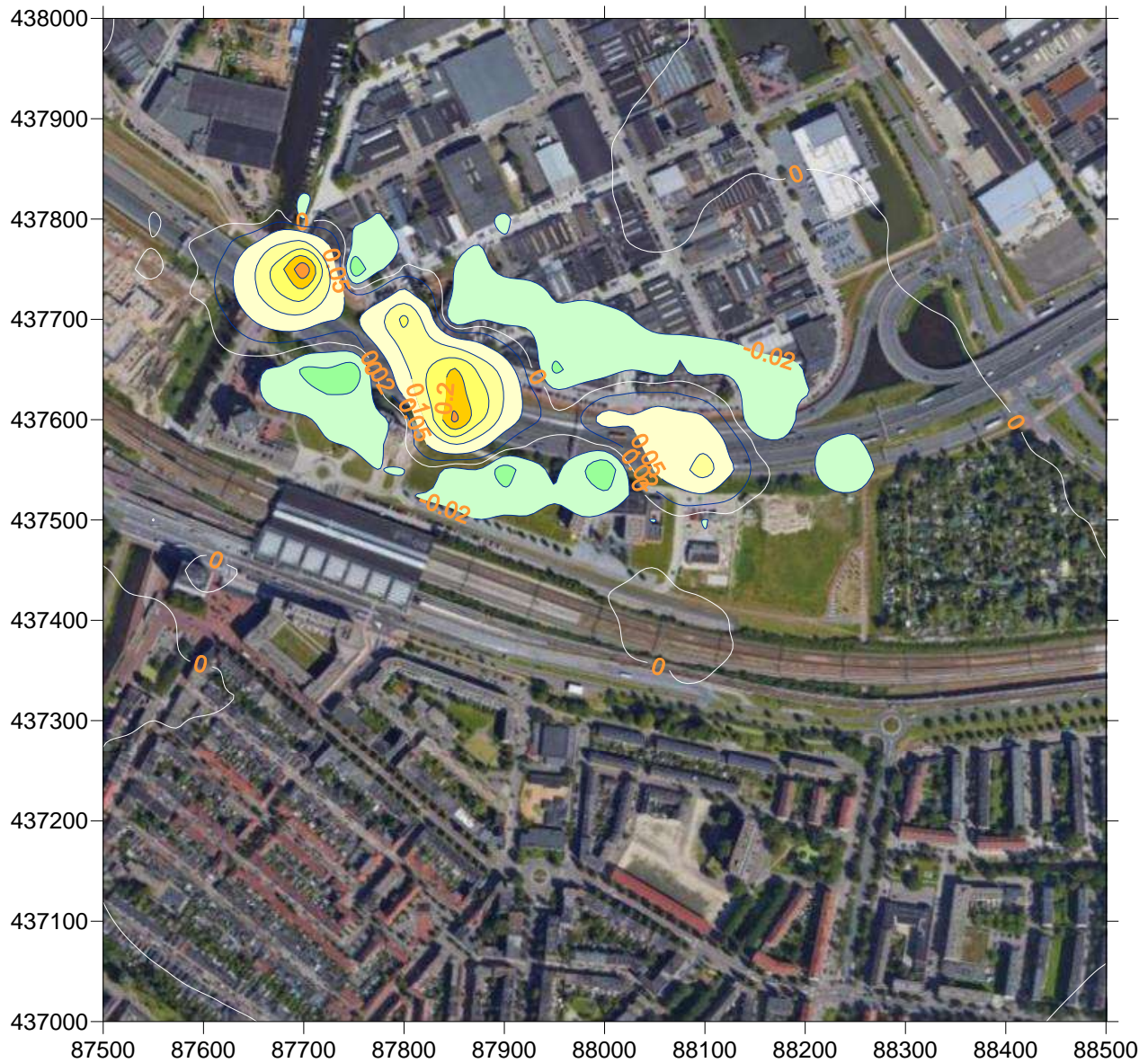
Figuur B12. Jaargemiddelde elementair koolstof (roet) concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies (zonder achtergrond; deze is $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$); na fase 1 met de hoogbouw. Alleen de wegbijdragen, $1 \times 1 \text{ km}$, rood: $>0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



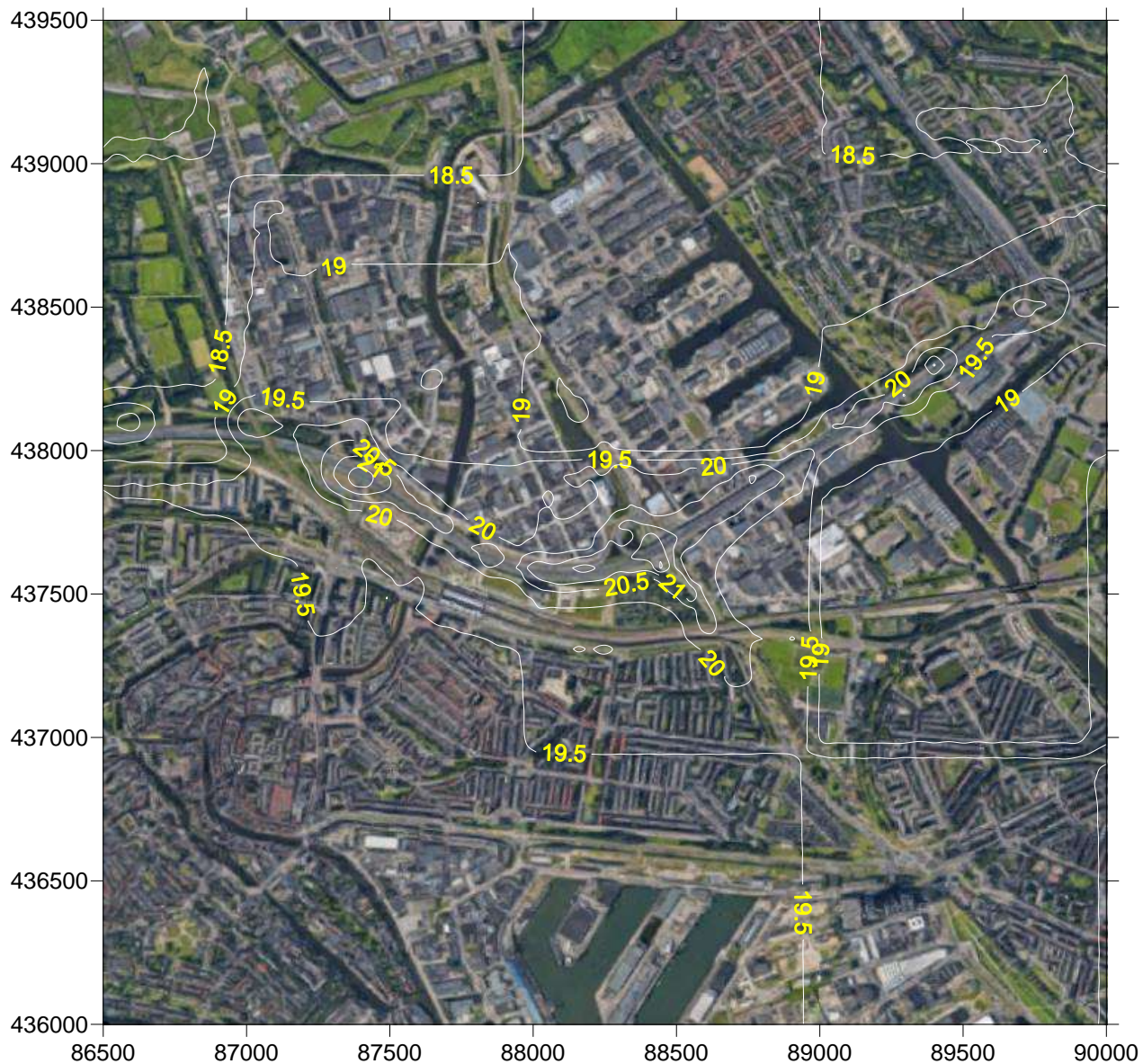
Figuur B13. Jaargemiddelde elementair koolstof (roet) concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies; na 5 fasen met de hoogbouw. Alleen de wegbijdragen, 1x1km, rood: $>0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figuur B14. Jaargemiddelde elementair koolstof (roet) concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies; verschil tussen referentie (geen hoogbouw) en na fase 1 met de hoogbouw. 1x1km, (geel: een toename; groen: afname).



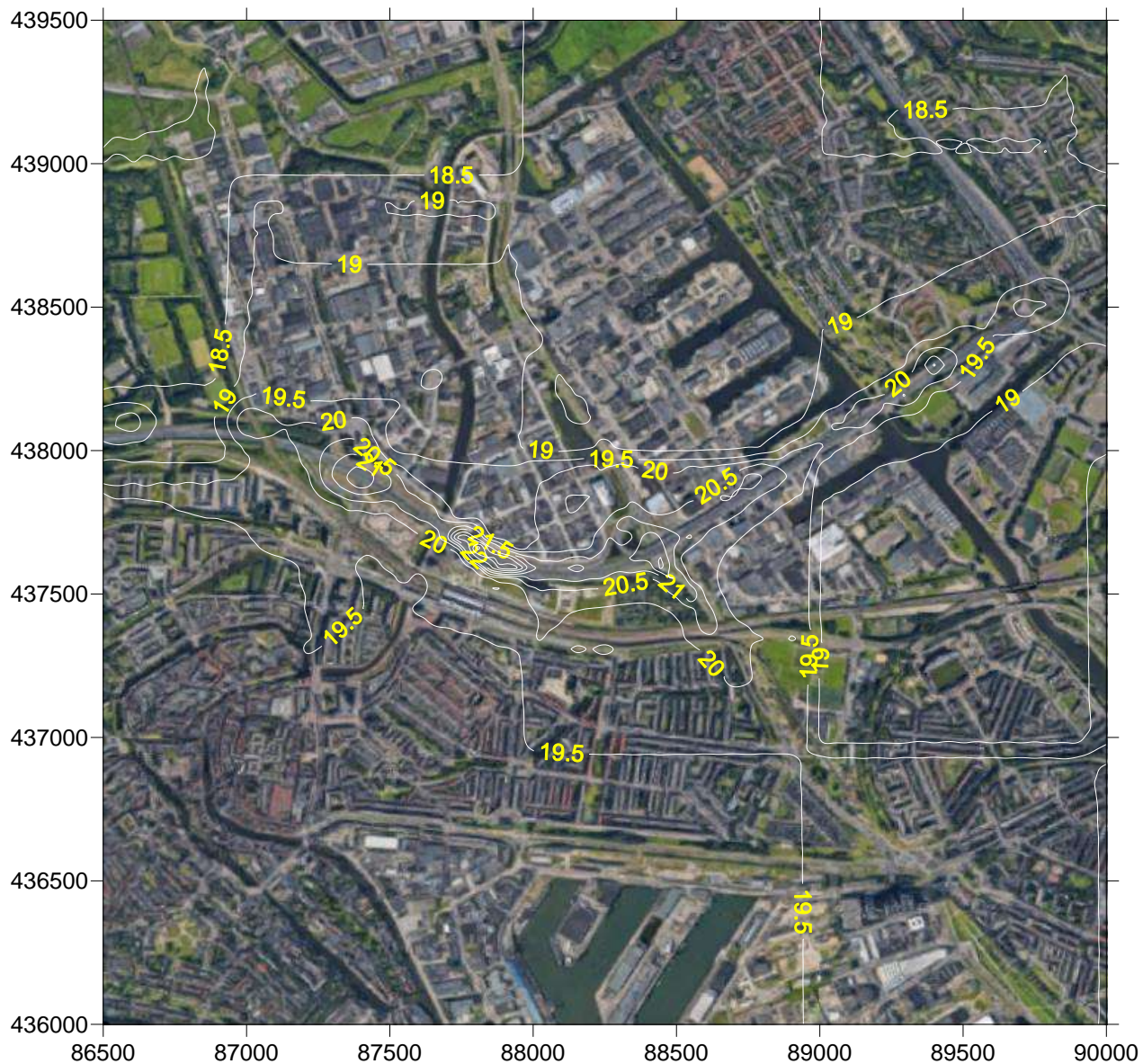
Figuur B15. Jaargemiddelde elementair koolstof (roet) concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies; verschil tussen referentie (geen hoogbouw) en na alle 5 fasen met de hoogbouw. Alleen de wegbijdragen, 1x1km, (geel: een toename; groen: afname).



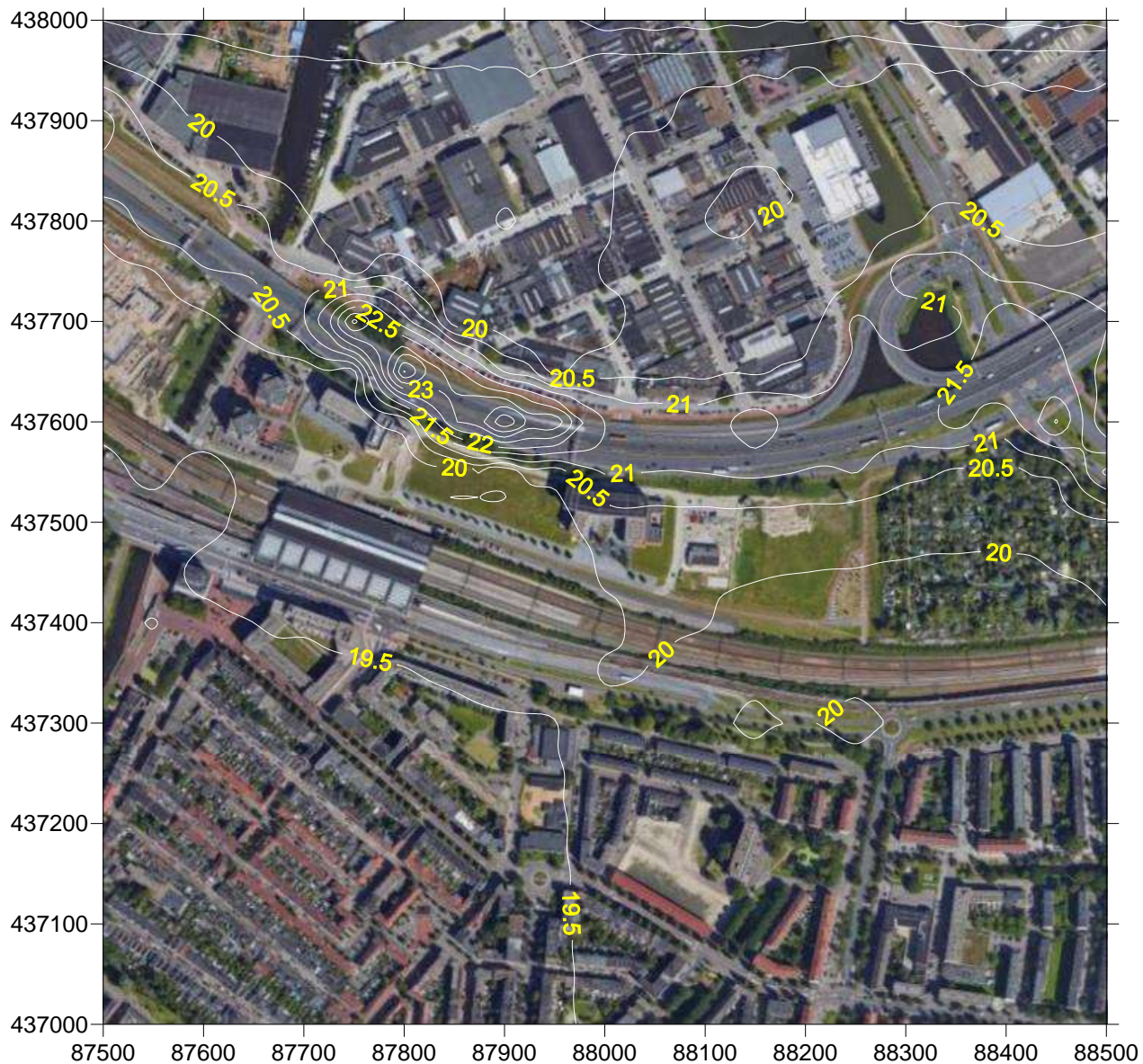
Figuur B16. Jaargemiddelde PM10 concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies zonder de hoogbouw (de referentiesituatie).



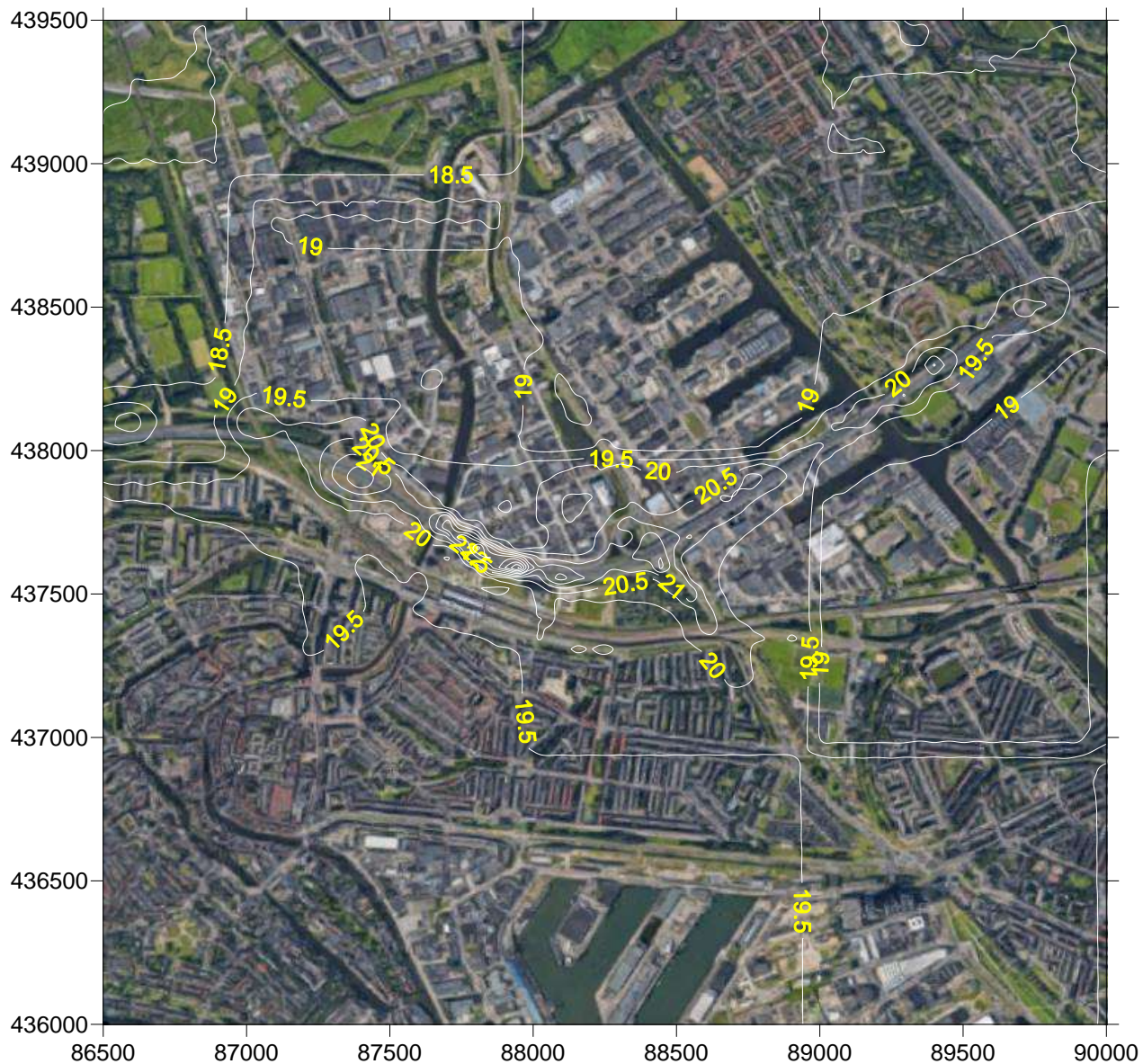
Figuur B17. Jaargemiddelde PM10 concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies situatie zonder de hoogbouw. Schaal 1 x 1 km.



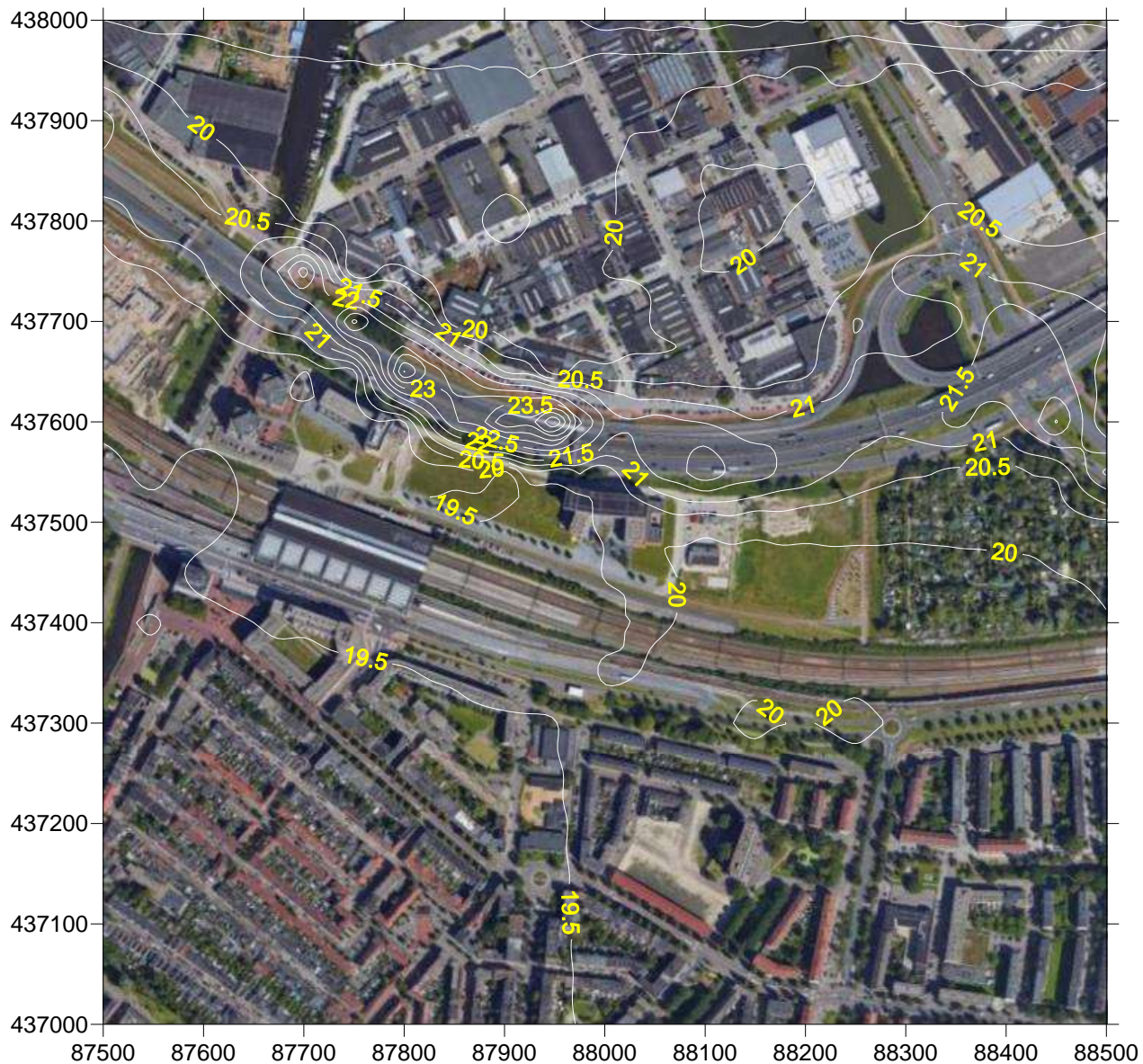
Figuur B18. Jaargemiddelde PM10 concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies met de hoogbouw, na fase 1.



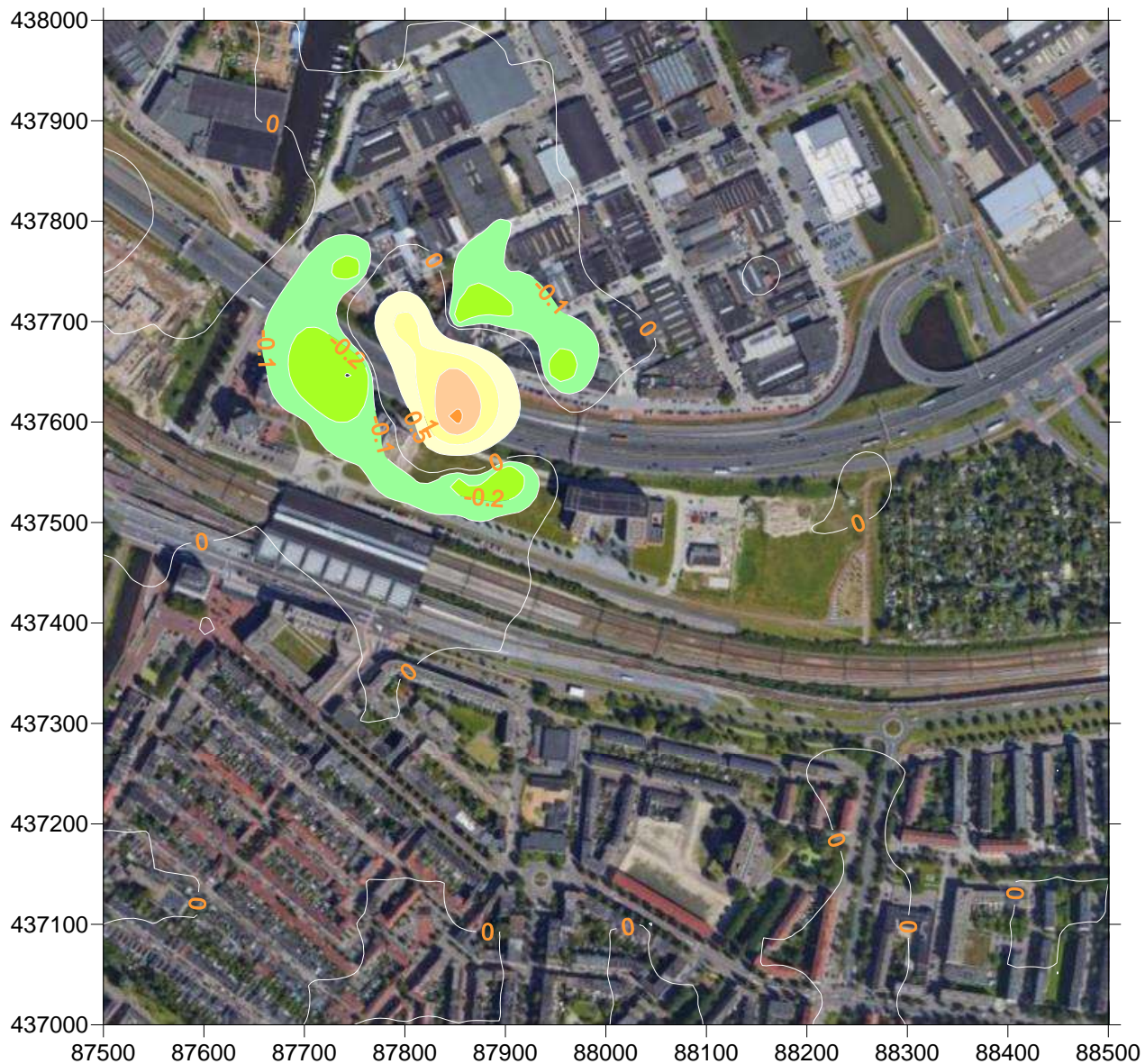
Figuur B19. Jaargemiddelde PM10 concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies met de hoogbouw, na fase 1. Schaal 1 x 1 km.



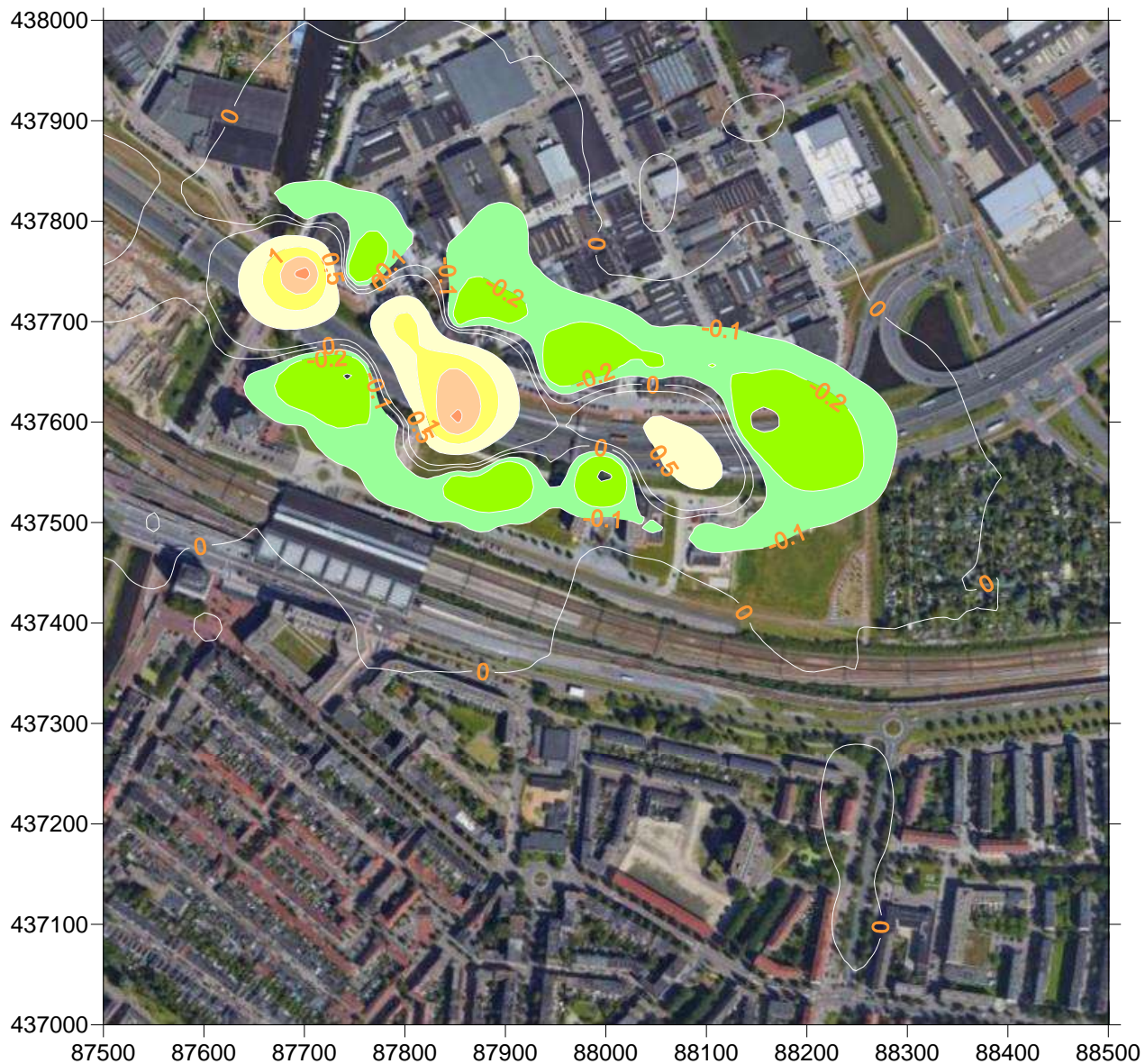
Figuur B20. Jaargemiddelde PM10 concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies met de hoogbouw, na alle 5 fasen.



Figuur B21. Jaargemiddelde PM10 concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies met de hoogbouw, na alle 5 fasen.



Figuur B22. Jaargemiddelde PM10 concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies met de hoogbouw, na fase 1. Schaal 1 x 1 km. Verschil tussen referentie (geen hoogbouw) en na fase 1 met de hoogbouw. Alleen de wegbijdragen, 1x1km, (geel: een toename; groen: afname).



Figuur B23. Jaargemiddelde PM10 concentraties (2023) ten gevolge van de verkeersemissies met de hoogbouw, na fase 1. Schaal 1 x 1 km. Verschil tussen referentie (geen hoogbouw) en na alle 5 fasen met de hoogbouw. Alleen de wegbijdragen, 1x1km, (geel: een toename; groen: afname).