

MILIEUEFFECTRAPPORT
LUCHTHAVENBESLUIT
ROTTERDAM THE HAGUE AIRPORT



Deelonderzoek Luchtkwaliteit



Deelonderzoek Luchtkwaliteit

MER Luchthavenbesluit RTHA

Colofon

Opdrachtgever : Rotterdam The Hague Airport
Bestemd voor : ir. S.M. van der Kleij
Auteur(s) : ir. W.B. Haverdings
Controle door : ing. P. Frankena en ir. H.B.G. ten Have
Datum : 14 september 2015
Kenmerk : rtha150602.rap

Opgesteld door : Advanced Decision Systems Airinfra BV
Adres : Bagijnhof 80
Plaats : 2611 AR Delft
Telefoon : +31 (0)15 - 215 00 40
E-mail : info@adecs-airinfra.nl
Web : www.adecs-airinfra.nl
KvK nummer : 08092107

Zonder voorafgaande, schriftelijke toestemming van de opdrachtgever of Adecs Airinfra BV is het niet toegestaan deze uitgave of delen ervan te vermenigvuldigen of op enige wijze openbaar te maken.

Afkortingen en symbolen

APU	Auxiliary Power Unit
CO	Koolmonoxide
CO ₂	Kooldioxide
EC	Elementair koolstof
GCN	Grootschalige concentratiekaarten Nederland
GPU	Ground Power Unit
ha	Hectare
HC	Hydrocarbons
IFR	Instrument Flight Rules
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
LTO	Landing and Take-off
m.e.r.	Milieueffectrapportage
MER	Milieueffectrapport
µg/m ³	Microgram per kubieke meter lucht
MNP	Milieu en Natuur Planbureau
mol	Eenheid voor een hoeveelheid stof
NH ₃	Ammoniak
NNM	Nieuw Nationaal Model
NO ₂	Stikstofdioxide
NO _x	Stikstofoxiden
NSL	Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit
OC	Organisch koolstof
PAK	Poly aromatische koolwaterstoffen
Pb	Lood
PM ₁₀ of PM _{2.5}	Particulate Matter (fijn stof), getal geeft diameter van deeltjes aan in micrometer
RMI	Regeling milieu informatie (Schiphol)
SO ₂	Zwavedioxide
SRM	Standaard rekenmethode
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
VOS	Vluchtige organische stoffen
VFR	Visual Flight Rules

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1 Inleiding.....	6
1.1 Achtergrond	6
1.2 Deelonderzoek Luchtkwaliteit.....	6
1.3 Doelstelling	6
1.4 Leeswijzer	6
2 Wettelijk kader en beleid	7
2.1 Nederlandse regelgeving	7
2.2 Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL).....	8
2.3 Wettelijke stoffen	8
2.4 Beoordeling luchtkwaliteit.....	9
2.5 Rekenen aan luchtkwaliteit	9
2.6 Klimaatbeleid.....	10
3 Alternatiefbeschrijving.....	12
3.1 Alternatief 1: referentiealternatief	12
3.2 Alternatief 2: groeialternatief maatschappelijk verkeer.....	12
3.3 Alternatief 3a tot en met 3d: groeialternatieven maatschappelijk én commercieel verkeer..	13
4 Berekeningsmodellering.....	14
4.1 Emissie indicatoren.....	14
4.1.1 Totale emissies.....	14
4.1.2 Emissieconcentraties en deposities	16
4.2 Het modelleren van de vliegbaan	16
4.2.1 Posities en snelheden, bronnen van informatie	16
4.2.2 Van vliegbaan naar emissiepunten	17
4.3 Het modelleren van de wegen.....	18
4.3.1 Van wegen naar emissiepunten	18
4.3.2 Invoer voor OPS en PluimSnelweg	19
4.4 De luchtvaart concentratieberekening, nader bekeken	19
4.4.1 Basisprincipe van de berekening	19
4.4.2 Meteo prognosegegevens (uur voor uur)	19
4.4.3 PreSRM	20
4.4.4 Concentratieberekening details.....	20
4.5 De concentratieberekeningen van het wegverkeer	20
4.6 Bepalen totale concentraties.....	21
5 Invoergegevens	22
5.1 Studiegebied	22
5.2 Emissiefactoren.....	23

5.3	Invoergegevens luchtvaart: kenmerken luchthaven	23
5.3.1	Start- en landingsbaan	23
5.3.2	Vliegroutes	24
5.4	Invoergegevens luchtvaart: kenmerken vliegverkeer	24
5.4.1	Proefdraaien	29
5.5	Wegverkeergegevens.....	30
5.6	APU-/GPU-gebruik en platformverkeer	32
6	Resultaten	34
6.1	Emissie	34
6.1.1	Geur	36
6.1.2	Elementair koolstof	37
6.2	Concentraties	38
6.2.1	Totale concentraties.....	38
6.2.2	Achtergrondconcentraties	42
6.2.3	Vliegverkeer.....	42
6.2.4	Wegverkeer	44
6.2.5	Beoordeling	49
6.3	Stikstofdepositie	49
6.3.1	Wegverkeer	49
6.3.2	Luchtvaart	50
7	Conclusies	52
8	Leemten in kennis	54
9	Referenties.....	56
	Bijlage A Details concentratieberekeningsmodel luchtvaart	57
A.1	Windprofiel.....	57
A.2	Bepaling van de turbulentieparameters	58
A.3	Bepaling van de dispersieparameters	59
A.4	Bepaling van de pluimstijging Δh	60
A.5	De concentratieberekening	61
A.6	De reactie van de stikstofoxiden.....	62
	Bijlage B Verdelingstabellen vliegverkeer	63
	Bijlage C Vliegroutes.....	65
	Bijlage D Emissie vliegverkeer per vliegfase.....	72
	Bijlage E Resultaten concentratie berekening vliegverkeer	75
	Bijlage F Resultaten depositie berekening	87
F.1	Bijdrage van het vliegverkeer.....	87
F.2	Bijdrage van het wegverkeer.....	98

Samenvatting

Om inzicht te geven in de gevolgen voor de luchtkwaliteit in de omgeving van Rotterdam The Hague Airport (RTHA) is voor het MER Luchthavenbesluit een onderzoek uitgevoerd naar de luchtkwaliteit. De effecten van luchtkwaliteit zijn voor de verschillende alternatieven beoordeeld.

De jaargemiddelde concentratie NO_2 die berekend is voor de actuele situatie (2015) is hoger dan de grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, met een maximale concentratie van $50,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De overschrijdingen vinden plaats rond snel- en hoofdwegen, de luchtvaart draagt daar echter niet in betekenende waarde aan bij. Er liggen 31 woningen in het gebied waar de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wordt overschreden. De oorzaak ligt in de relatief hoge bijdrage van het wegverkeer en achtergrondconcentraties. De bijdrage van de luchtvaart ter plaatse is zeer klein. Voor PM_{10} en andere stoffen zijn er geen overschrijdingen voor de actuele situatie.

De autonome ontwikkeling naar 2025 (referentiesituatie) laat een afname zien van de jaargemiddelde concentraties, vanwege daling van de achtergrondconcentraties en afname van de emissiefactoren van het wegverkeer. De jaargemiddelde concentratie van NO_2 daalt dan naar $37,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en er zijn daarmee geen overschrijdingen van de wettelijke normen.

Bij realisatie van het grootste alternatief (groeialternatief 3d) zijn er voor de jaargemiddelde concentraties NO_2 en PM_{10} geen overschrijdingen van de wettelijke normen. De resultaten voor luchtkwaliteit laten zien dat er op dit gebied in 2025 geen knelpunten ontstaan.

Tot nu toe wordt voor handhaving vooral naar stikstofdioxide en fijn stof gekeken, omdat daar normen voor bestaan. De Commissie voor de m.e.r. stelt dat luchtverontreiniging ook schadelijk kan zijn als de concentraties stikstofdioxiden en fijn stof onder de normen liggen. Van fijn stof wordt vooral roet (EC) in relatie gebracht met gezondheidseffecten. Wegverkeer veroorzaakt de meeste uitstoot van roet. Voor elke $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ roet extra waaraan mensen langdurig blootstaan, leven zij gemiddeld drie maanden korter. Uit de concentratieberekeningen van elementair koolstof (EC) volgt dat er in 2025 een afname ontstaat ten opzichte van 2015 van circa $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze afname wordt veroorzaakt door de autonome ontwikkeling, de ontwikkeling van de luchthaven zorgt niet voor een significante toename. De afname van circa $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zou voor mensen die hier langdurig aan blootstaan betekenen dat zij circa vier maanden langer kunnen leven.

Op het gebied van emissie hebben de (groei)alternatieven tot gevolg dat er een toename ontstaat van alle onderzochte stoffen, met name de toename van CO_2 is aanzienlijk en in strijd met het voorgenomen beleid om de CO_2 -uitstoot te reduceren. Specifiek voor luchthavens gelden er echter geen begrenzingen voor de uitstoot van CO_2 . Wel biedt de EU ETS voor luchtvaartmaatschappijen een oplossing hiervoor. De emissie van NO_x en PM_{10} neemt ook toe. Dit leidt echter niet tot een overschrijding van de wettelijke normen voor deze stoffen, zoals ook al bleek uit de concentratieberekeningen van deze stoffen.

In dit onderzoek is ook de depositie van stikstof berekend en geanalyseerd. De resultaten geven aan dat er een (beperkte) toename ontstaat van de stikstofdepositie in met name de directe omgeving van de luchthaven. Ten gevolge van de toename van het wegverkeer is zeer nabij de luchthaven een

toename van maximaal 1,5 mol/ha/jaar inclusief de ingebruikname van de A13-A16, in de omgeving van het meest dichtbijgelegen natuurgebied waar stikstofdepositie van belang kan zijn (omgeving Hoek van Holland/Den Haag) bedraagt deze toename minder dan 0,05 mol/ha/jaar. Ten gevolge van het vliegverkeer is de toename veel lager, zeer dicht bij de luchthaven gaat het om een toename van maximaal 0,6 mol/ha/jaar en op ruim 4 kilometer van de luchthaven is dit al afgenomen naar (ruim) minder dan 0,3 mol/ha/jaar. In de omgeving van het meest dichtbijgelegen natuurgebied waar stikstofdepositie van belang kan zijn bedraagt deze toename minder dan 0,01 mol/ha/jaar. Daarmee is de totale toename ten gevolge van weg en vliegverkeer dicht bij de luchthaven maximaal 2,1 mol/ha/jaar, en ter plaatse van het meest dichtbijgelegen natuurgebied minder dan 0,05 mol/ha/jaar. Ter vergelijking: de verwachte depositie in de gevoelige gebieden voor 2025 ligt iets onder de 1.000 mol/ha/jaar (ref. 18). Doordat de verwachte toename minder dan 0,05 mol/ha/jaar bedraagt is een toetsing in het kader van de PAS niet aan de orde.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Initiatiefnemer voor dit MER voor het Luchthavenbesluit is Rotterdam The Hague Airport (RTHA). Het milieueffectrapport beschrijft de milieueffecten van verschillende ontwikkelingsalternatieven en zet deze af tegen een referentiesituatie. Het zichtjaar voor dit MER is het jaar 2025. Voor meer achtergrondinformatie wordt verwezen naar het hoofdrapport van dit MER.

Dit rapport betreft een deelrapport bij het MER en beschrijft het deelonderzoek Luchtkwaliteit.

1.2 Deelonderzoek Luchtkwaliteit

Het deelonderzoek Luchtkwaliteit brengt de effecten inzake de emissies, concentraties en depositie in kaart van verschillende ontwikkelingsalternatieven van RTHA in 2025.

Het gebruik van de vliegroutes en de bijbehorende ligging ervan is bepalend voor waar eventuele hinder en verontreiniging kan neerslaan. De ligging van de routes wordt in dit rapport niet besproken, maar in Bijlage C is een overzicht opgenomen van de vliegroutes die in dit onderzoek gehanteerd zijn.

1.3 Doelstelling

Dit rapport dient twee doelen. Ten eerste geeft het een verantwoording van de uitgevoerde berekeningen in de vorm van een overzicht van de invoergegevens en uitgangspunten die ten grondslag liggen aan de berekeningen. Ten tweede beschrijft het de resultaten van deze berekeningen. De resultaten zijn tevens verwerkt in het MER hoofdrapport.

1.4 Leeswijzer

Dit rapport is opgebouwd uit de volgende hoofdstukken:

- › Hoofdstuk 2 beschrijft het wettelijk kader en beleid op het gebied van luchtkwaliteit;
- › Hoofdstuk 3 schetst de referentiesituatie en de voorgenomen activiteit;
- › Hoofdstuk 4 geeft een beschrijving van de toegepaste modellering ten aanzien van de berekeningen;
- › Hoofdstuk 5 presenteert de gebruikte invoergegevens;
- › Hoofdstuk 6 beschrijft de resultaten van de berekeningen;
- › Hoofdstuk 7 is het hoofdstuk waarin de conclusies worden beschreven;
- › Hoofdstuk 8 sluit af met de leemten in kennis.

2 Wettelijk kader en beleid

De luchtkwaliteit is afhankelijk van de aanwezigheid van stoffen in de buitenlucht die schadelijk zijn voor de gezondheid. Een maat voor de luchtkwaliteit is de concentratie van een dergelijke stof in de lucht, meestal uitgedrukt in microgrammen per kubieke meter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Bronnen die schadelijke stoffen uitstoten, kunnen lokaal (tot op enkele kilometers afstand) effect hebben op de concentraties in de lucht. Normen ten aanzien van concentraties en voorschriften voor het meten en rekenen aan luchtkwaliteit zijn in de Nederlandse wet vastgelegd. In onderstaande paragrafen wordt de wet- en regelgeving inzake luchtkwaliteit beschreven (2.1-2.5). Ook wordt aandacht besteed aan het klimaatbeleid ten aanzien van CO_2 in paragraaf 2.6.

2.1 Nederlandse regelgeving

De Nederlandse wet- en regelgeving voor luchtkwaliteit vloeit voort uit titel 5.2 van de Wet milieubeheer (Wm), ook wel de Wet luchtkwaliteit genoemd. Deze wet implementeert onder andere de normen uit de Europese regelgeving, bestaande uit de Europese richtlijn luchtkwaliteit 2008 (2008/50/EG, 21 mei 2008 PbEG L 152) en de vierde dochterrichtlijn (2004/107/EG, 15 december 2004 PbEG L 23).

Artikel 5.16 Wm, eerste lid, biedt het kader voor de beoordeling van de gevolgen voor de luchtkwaliteit voor de uitoefening of de toepassing van de in het tweede lid van dit artikel opgesomde bevoegdheden en wettelijke voorschriften. In het tweede lid van artikel 5.16 van de Wm zijn geen bevoegdheden en wettelijke voorschriften opgenomen ten aanzien van vaststelling van een luchthavenbesluit. Daardoor is artikel 5.16 van de Wm, eerste lid, in dit geval een luchthavenbesluit, niet van toepassing. Desondanks is luchtkwaliteit wel in dit MER onderzocht om de effecten van de alternatieven in beeld te brengen en daarmee een goede belangenafweging mogelijk te maken.

Voor een uitgebreidere beschrijving van het wettelijk kader wordt verwezen naar bijvoorbeeld de Handreiking Rekenen aan Luchtkwaliteit (ref. 1). Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft deze handreiking uitgegeven als hulpmiddel voor het berekenen van concentraties van luchtverontreinigende stoffen. Deze handleiding bevat een uitgebreid overzicht van het wettelijk kader. Voor voorliggend luchtkwaliteitsonderzoek is de Handreiking Rekenen aan Luchtkwaliteit, als leidraad gehanteerd. Indien hiervan is afgeweken in het onderzoek dan is dit aangegeven in dit rapport.

Het luchthavenbesluit valt onder de Wet luchtvaart. In artikel 8.44 lid 3 van de Wet luchtvaart is geregeld dat het luchthavenbesluit regels of grenswaarden kan bevatten met het oog op het externe veiligheidsrisico of de lokale luchtverontreiniging. Artikel 8.44 staat weliswaar in het hoofdstuk over regionale luchthavens, maar is op grond van de schakelbepaling artikel 8.60 ook van toepassing op luchthavens van nationale betekenis. Artikel 8.44 lid 3 geeft de mogelijkheid om grenswaarden te stellen aan emissie van luchtvaartuigen. Het opnemen van grenswaarden voor emissie is een keuze van het bevoegd gezag en zal indien gewenst opgenomen worden in het luchthavenbesluit.

2.2 Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL)

Het NSL is een programma dat zich richt op het verbeteren van de luchtkwaliteit in Nederland. Het bevat een pakket aan maatregelen waarmee overal in Nederland zou moeten worden voldaan aan de Europese grenswaarden voor fijn stof (PM_{10}) en stikstofdioxide (NO_2). Daarbij is rekening gehouden met de effecten van ruimtelijke ontwikkelingen waarover binnen de looptijd van het NSL een besluit wordt genomen. In het NSL is rekening gehouden met de ontwikkelingen van RTHA op het gebied van (groei van het) wegverkeer van en naar de luchthaven. Een verruiming van de geluidszone voor het vliegverkeer is geen onderdeel van het NSL.

2.3 Wettelijke stoffen

In de Wet milieubeheer zijn grenswaarden voor zeven stoffen en richtwaarden voor vijf stoffen opgenomen voor de concentraties in de buitenlucht. In Nederland zijn NO_2 en fijn stof (PM_{10} en $PM_{2.5}$) het meest kritisch. Op basis van screenings (ref.14) kan geconcludeerd worden dat indien voldaan wordt aan de normen voor deze stoffen, overschrijding van normen voor overige Wm-stoffen¹ redelijkerwijs kunnen worden uitgesloten. Deze screenings, die uitgevoerd zijn op basis van de meest ongunstige uitgangspunten, tonen aan dat het verschil tussen de norm en de som van de bijdrage van het wegverkeer en de achtergrondconcentratie dermate groot is, dat overschrijding van de normen voor de overige Wm-stoffen redelijkerwijs kan worden uitgesloten.

De normen voor de NO_2 - en fijnstofconcentraties zijn in onderstaande tabel 1 opgenomen.

Tabel 1 Overzicht normen stikstofdioxide en fijn stof.

Stof	Norm	Niveau [$\mu g/m^3$]	Ingangsdatum
NO_2	Jaargemiddelde concentratie	Maximaal 40 $\mu g/m^3$	1 januari 2015
NO_2	Uurgemiddelde concentratie	Maximaal 18 maal per jaar meer dan 200 $\mu g/m^3$	1 januari 2015
PM_{10}	Jaargemiddelde concentratie	Maximaal 40 $\mu g/m^3$	11 juni 2011
PM_{10}	24-uurgemiddelde concentratie	Maximaal 35 maal per jaar meer dan 50 $\mu g/m^3$	11 juni 2011
$PM_{2.5}$	Jaargemiddelde concentratie	Maximaal 25 $\mu g/m^3$	1 januari 2015

De uurgemiddelde NO_2 -concentratie is niet beschouwd. De 1-uurgemiddelde grenswaarde bedraagt 200 $\mu g/m^3$. Voor de uurgemiddelde norm geldt dat deze niet vaker dan 18 keer per jaar overschreden mag worden. Overschrijding van deze grenswaarde is in Nederland al lang niet meer aan de orde, zo blijkt uit metingen. Wel komt het nog incidenteel voor dat *uurwaarden* boven de 200 $\mu g/m^3$ worden bereikt. In 2010 was dit het geval op twee stations: een uur op het stadsstation Den Haag-Rebequestraat en op twee achtereenvolgende uren op het straatstation Amsterdam-Prins Bernhardplein. Doordat RTHA niet middenin een grote stad gesitueerd is, is het voor RTHA ook aannemelijk dat de grenswaarde niet zal worden overschreden. Er is ook geen verdere uitwerking gegeven aan de uurgemiddelde NO_2 -concentratie.

¹ Zwaveldioxide, koolmonoxide, lood, benzeen, arseen, cadmium, nikkel, benzo(a)pyreen, stikstofoxiden, ozon.

2.4 Beoordeling luchtkwaliteit

Doordat artikel 5.16 van de Wm, eerste lid, niet van toepassing is (zie paragraaf 2.1), is er geen sprake van een officiële toetsing aan de grenswaarden. Desondanks zijn de resultaten wel beoordeeld door deze te vergelijken met de grenswaarden. Voor deze vergelijking wordt in het studiegebied het maximum aan concentraties bepaald. Deze beoordeling van luchtkwaliteit hoeft echter niet voor alle locaties in dit studiegebied uitgevoerd te worden. Welke gebieden er uitgesloten mogen worden is vastgelegd in het zogenoemde toepasbaarheidsbeginsel. Dit is in de Wet milieubeheer in artikel 5.19 lid 2 opgenomen, maar wordt ook beschreven in de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (ref. 11). Het gaat daarin voornamelijk om de toegankelijkheid van plaatsen. De luchtkwaliteit hoeft niet beoordeeld te worden op:

- › locaties die voor het publiek ontoegankelijk zijn;
- › terreinen met één of meer inrichtingen waar arbo-regels gelden, en/of;
- › de rijbaan van wegen en de middenberm van wegen, tenzij voetgangers normaliter toegang hebben tot de middenberm.

Op grond van het voorgenoemde toepasbaarheidsbeginsel kunnen in het studiegebied de gebieden binnen de grenzen van de luchthaven en de (rijks)wegen worden uitgesloten.

2.5 Rekenen aan luchtkwaliteit

De voorgeschreven rekenmethoden voor luchtkwaliteit zijn beschreven in de Regeling beoordeling luchtkwaliteit (Rbl2007). Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen drie typen rekenmethoden:

1. Standaard Rekenmethode 1 (SRM1) voor binnenstedelijke wegen;
2. Standaard Rekenmethode 2 (SRM2) voor buitenstedelijke wegen;
3. Standaard Rekenmethode 3 (SRM3) voor puntbronnen zoals industrie en veehouderijen.

Voor luchtvaart is er geen wettelijke of gevalideerde rekenmethodiek vastgelegd.

Om de projecteffecten van de alternatieven van RTHA te berekenen, is gebruik gemaakt van SRM2 voor het wegverkeer in het studiegebied en het luchtkwaliteitsmodel van Adecs Airinfra voor vliegverkeer.

Ieder jaar maakt het Ministerie van Infrastructuur en Milieu generieke invoergegevens bekend, die gebruikt moeten worden bij de berekening van concentraties. Het gaat om:

- › achtergrondconcentraties;
- › emissiefactoren voor wegen;
- › meteorologische gegevens;
- › de ruwheidskaart.

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) maakt jaarlijks kaarten met de zogenoemde grootschalige concentraties van luchtverontreinigende stoffen. Het RIVM baseert zich bij het maken van deze kaarten op modelberekeningen en metingen van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit. Ze geven een grootschalig beeld van de luchtkwaliteit in het verleden en voor de toekomst op basis van de actuele situatie, de trends en reeds voorziene nieuwe emissiebronnen.

Deze kaarten vormen de basis voor de grootschalige achtergrondconcentraties, die door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu worden gepubliceerd. Dat zijn gegevensbestanden die bedoeld zijn voor gebruik in rekenmodellen. In de achtergrondconcentraties is de dubbeltellingcorrectie voor de lokale bijdragen van rijkswegen aan de concentraties toegepast.

De Preprocessingtool voor SRM2 en SRM3, PreSRM genoemd, is een uniforme methode voor de preprocessing van de achtergrondconcentraties, de meteorologie en de ruwheid. PreSRM moet worden gebruikt bij de toepassing van de genoemde invoergegevens in SRM2 en alle rekenmethoden die door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu zijn goedgekeurd voor gebruik in situaties die vallen binnen het toepassingsbereik van SRM2 en/of SRM3.

Zoals al aangegeven is er voor luchtvaart geen wettelijke of gevalideerde rekenmethodiek vastgelegd. Het luchtkwaliteitsmodel van Adecs Airinfra voor vliegverkeer maakt zoveel mogelijk gebruik van rekenvoorschriften die voor wegverkeer en industrie wel voorgeschreven zijn. Ook voor dit model wordt het preSRM toegepast, zie ook paragraaf 4.4.3. Een uitgebreidere beschrijving van het concentratiemodel is in paragraaf 4.4 en Bijlage A opgenomen.

2.6 Klimaatbeleid

Voor CO₂ zijn hieronder het bestaande beleid en de regels beschreven. Deze hebben niet direct betrekking op RTHA, maar zijn voor de volledigheid wel beschreven. Het Kyoto-protocol werd in 1997 opgesteld als aanvulling op het Klimaatverdrag. Industrielanden verbinden zich in het Kyoto-protocol om de uitstoot van broeikasgassen in de periode 2008-2012 met gemiddeld 5% te verminderen ten opzichte van het niveau in 1990. Het Kyoto-protocol verplicht Nederland om de uitstoot van broeikasgassen in de periode 2008-2012 met 6% te verminderen ten opzichte van 1990. Tijdens de klimaatconferentie in Kopenhagen (2009) zouden afspraken over doelen na 2012 gemaakt moeten zijn, maar dit is niet gebeurd.

Middels de *Kabinetsaanpak Klimaatbeleid op weg naar 2020* (2011) spreekt het kabinet zich uit over het klimaatbeleid. In de samenvatting van dit stuk staat onder andere (citaat):

- › Dit Kabinet sluit qua ambitie voor de reductie van broeikasgassen aan bij de Europese doelstelling: 20% reductie in 2020 ten opzichte van 1990.
- › In het regeerakkoord is afgesproken dat het Kabinet aansluit bij de 20% reductiedoelstelling in 2020 zoals afgesproken in het Europese energie- en klimaatpakket. Deze doelstelling is uitgesplitst naar een reductiedoelstelling voor:
 - "de ETS": sectoren en bedrijven onder het Europese emissiehandelssysteem;
 - "de niet-ETS": alle overige sectoren en bedrijven.

In aanvulling op het klimaatbeleid zijn er afspraken in het Energieakkoord (SER-akkoord) vastgelegd. De zevende pijler van het Energieakkoord bestaat uit stappen op het gebied van mobiliteit en transport richting efficiënter verkeer en vervoer en een meer duurzame invulling van mobiliteit. Partijen zijn het eens over ambitieuze doelstellingen, namelijk een reductie van de CO₂-uitstoot met 60% per 2050 ten opzichte van 1990 en op weg daarnaartoe een reductie tot 25 Mton (-17%) in 2030.

Het Europese systeem voor emissiehandel (ETS) is het belangrijkste middel om de CO₂-uitstoot in de Europese Unie te verminderen. Als dit systeem goed werkt, dan kiest de markt zelf de meest efficiënte technologie voor CO₂-reductie. Dat zal een combinatie zijn van een toenemend aandeel hernieuwbare energie, energiebesparing, kernenergie en CO₂-afvang en -opslag.

Het Europees systeem van emissiehandel (ETS) geldt op dit moment voor twee sectoren. Dit zijn de sectoren:

- › energie;
- › zware industrie.

Bedrijven uit deze sectoren mogen maar een bepaalde maximale hoeveelheid broeikasgas uitstoten (emissieplafond). Dreigen ze door dit plafond heen te schieten, dan moeten ze schoner gaan produceren of rechten kopen om meer broeikasgas uit te stoten. RTHA valt hier niet onder.

Sinds 1 januari 2012 geldt binnen Europa het emissiehandelssysteem ook voor de luchtvaart (EU ETS). In afwachting van een voorstel van de ICAO tot een wereldwijde aanpak, geldt er sinds april 2013 een tijdelijk uitstel op het handhaven op de EU ETS-eisen voor vluchten vanuit en naar Europa. De EU ETS voor luchtvaart is een aangelegenheid van de luchtvaartmaatschappijen en dus niet van de luchthavens.

Er zijn op het gebied van CO₂-uitstoot afspraken en begrenzungen waaraan voldaan moet worden, zoals de afspraken uit het SER-akkoord, de NEC-plafonds waarin de uitstoot van het luchtverkeer (LTO-cyclus) wordt meegenomen en de begrenzing van de CO₂-uitstoot van luchtverkeer binnen Europa dat door de EU ETS wordt begrensd. Specifiek voor luchthavens gelden er geen begrenzungen voor de uitstoot van CO₂.

3 Alternatiefbeschrijving

De vraag naar vervoer via RTHA is de laatste jaren sterk gestegen van bijna één miljoen passagiers in 2009 naar bijna 1,6 miljoen passagiers in 2013. Daarnaast is ook het maatschappelijk verkeer, ten behoeve van spoedeisende hulpverlening en politietaken in de afgelopen vijf jaar toegenomen. Een verdere groei van dit verkeer en van passagiers wordt in de nabije toekomst verwacht, alleen is het accommoderen van meer verkeer op RTHA binnen de thans vergunde milieuruimte (geluidsruijnte) nauwelijks mogelijk. RTHA heeft wel de ambitie om de te verwachten groei te accommoderen. Daarom wil de luchthaven deze groei meenemen in de aanvraag van het luchthavenbesluit door extra geluidsruijnte aan te vragen.

In dit MER wordt een aantal groeialternatieven onderzocht. De optredende milieueffecten in de verschillende groeialternatieven zullen worden afgezet tegen een referentiesituatie. Onderstaande tekst is een korte omschrijving van de referentiesituatie en de groeialternatieven. Voor de leesbaarheid van bijvoorbeeld tabellen en figuren zijn de alternatieven genummerd als 1 (referentiesituatie), 2 (groeialternatief maatschappelijk verkeer) en 3a, 3b, 3c, 3d (groeialternatieven maatschappelijk én commercieel verkeer). De aantallen bewegingen per segment en per alternatief zijn weergegeven in tabel 2. Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de alternatieven wordt verwezen naar het hoofdrapport van het MER.

3.1 Alternatief 1: referentiealternatief

De referentiesituatie is wat betreft de samenstelling van het vliegverkeer gebaseerd op de actuele situatie. Qua omvang passen de bewegingen binnen de huidige vergunde geluidsruijnte uit de omzettingregeling. Er wordt uitgegaan van 40 duizend vliegtuigbewegingen van het kleine verkeer en circa 5.300 helikopterbewegingen. Voor groot verkeer is er dan nog ruimte voor 23.254 bewegingen.

Het helikopterverkeer heeft in de referentiesituatie een grotere geluidsbelasting dan in de omzettingregeling. Na aftrek van de geluidsbelasting van klein verkeer en helikopterverkeer blijft er een bepaalde geluidsruijnte over voor groot commercieel verkeer. Omdat binnen de totale vergunde geluidsruijnte moet worden gebleven, gaat de toename van het helikoptergeruid ten koste van de geluidsruijnte voor het grote commerciële verkeer. Dit scheelt 2.524 bewegingen groot commercieel verkeer.

3.2 Alternatief 2: groeialternatief maatschappelijk verkeer

In alternatief 2 wordt rekening gehouden met zowel extra helikoptervluchten van de politie als spoedeisende hulpverlening, als met 25.778 vliegtuigbewegingen van het grote commerciële verkeer. De 25.778 bewegingen is het aantal bewegingen dat binnen de vergunde ruimte van de omzettingregeling zou passen, indien er geen toename zou zijn van helikoptergeruid. Het aantal vliegtuigbewegingen van het kleine verkeer is hetzelfde in vergelijking met de referentiesituatie. Het aantal helikopterbewegingen in alternatief 2 groeit tot 6.288. Het totale aantal bewegingen neemt toe ten opzichte van de referentiesituatie.

3.3 Alternatief 3a tot en met 3d: groeialternatieven maatschappelijk én commercieel verkeer

Wat betreft de helikopterbewegingen en de vliegtuigbewegingen van het kleine verkeer zijn de groeialternatieven 3a, 3b, 3c en 3d gelijk aan alternatief 2. In alternatieven 3a tot en met 3d is er verdere groei van het commerciële grote verkeer van circa 4.000 bewegingen in alternatief 3a tot circa 17.000 bewegingen in alternatief 3d, zie tabel 2 voor de exacte aantallen vliegtuig- en helikopterbewegingen per alternatief.

Tabel 2 Overzicht van aantal vliegtuig- en helikopterbewegingen voor de alternatieven in het MER.

Type verkeer	Segment	Alternatieven					
		1	2	3a	3b	3c	3d
Klein verkeer	VFR	29.667	29.667	29.667	29.667	29.667	29.667
	IFR	10.277	10.277	10.277	10.277	10.277	10.277
	Spoedeisend	56	56	56	56	56	56
Subtotaal		40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Helikopterverkeer	Commercieel	761	761	761	761	761	761
	Overheid	99	99	99	99	99	99
	Politietaken	1.205	2.190	2.190	2.190	2.190	2.190
	Spoedeisend	3.238	3.238	3.238	3.238	3.238	3.238
Subtotaal		5.303	6.288	6.288	6.288	6.288	6.288
Groot verkeer	Spoedeisend	52	52	52	52	52	52
	Overheid	528	528	528	528	528	528
	Commercieel	22.674	25.198	25.198	25.198	25.198	25.198
	Commercieel extra groei	0	0	4.225	8.577	12.802	17.027
Subtotaal		23.254	25.778	30.003	34.355	38.580	42.805
Totaal		68.557	72.066	76.291	80.643	84.868	89.093

Het doel van het deelonderzoek Luchtkwaliteit is om de emissies, concentraties van stoffen in de lucht en de depositie van de verschillende ontwikkelingsalternatieven van RTHA inzichtelijk te maken. Voor de emissies zijn de bijdragen van alle alternatieven berekend. Voor de concentraties en deposities is volstaan met het doorrekenen van het referentiealternatief en het grootste groeialternatief 3d. Omdat bij alternatief 3d geen overschrijdingen van grenswaarden plaatsvinden, kan worden aangenomen dat er bij de andere alternatieven ook geen overschrijdingen van grenswaarden zijn.

4 Berekeningsmodellering

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van hoe de berekeningen van emissie, depositie en concentratie zijn uitgevoerd.

4.1 Emissie indicatoren

Er zijn momenteel drie soorten berekeningen voor de luchtkwaliteit in gebruik, met resultaten waaraan verschillende normen kunnen worden gesteld. De berekeningsresultaten behoren bij de volgende indicatoren:

- De totale emissiehoeveelheden per periode op een luchthaven (tot een hoogte van 3.000 voet):
 - i. Conform de ICAO Exhaust Emission Databank standaardberekening;
 - ii. Conform de RMI Schiphol (aangepaste ICAO-methode en database).
- De gemiddelde (emissie)concentraties voor een periode in het gebied rond de luchthaven.
- De deposities gedurende een periode in het gebied rond de luchthaven.

4.1.1 Totale emissies

Voor de totale emissieberekening wordt gebruik gemaakt van de methode die origineel is toegepast voor de ICAO Exhaust Emission Databank (ref. 1) en uitvoerig beschreven in ICAO Annex 16 volume II "*Aircraft engine emissions*" (ref. 2). In deze documenten wordt een standaard start- en landingcyclus gedefinieerd ofwel een LTO-cyclus (Landing-Take-off-cycle). Deze LTO-cyclus bestaat uit vier vluchtdelen of modes waarvoor separaat emissie- en brandstofgebruikgegevens worden gemeten en vastgelegd. De LTO-berekening beperkt zich conform de ICAO LTO-definitie tot de emissies in de atmosfeer tot de menglaaghoogte, een voor de LTO-definitie aangenomen gemiddelde hoogte van 3000 voet. Daarmee geven de LTO-totalen een indicatie van de emissies ten gevolge van luchtvaart in de onderste laag van de atmosfeer, de menglaag genaamd. Er vindt maar weinig uitwisseling plaats tussen deze menglaag waarin wij leven en de daarboven gelegen vrije atmosfeer.

De vluchtdelen of modes waarvoor meetgegevens worden vastgelegd betreffen:

- Approach
- Take-off
- Climb-out
- Taxi/Idle

De emissie en brandstofgebruikgegevens moeten bij de (her)certificatie van een nieuwe vliegtuigmotor (of variant ervan) worden gemeten en gepubliceerd. De gemeten emissiegegevens moeten aan normen voldoen die in de afgelopen jaren steeds strenger zijn geworden (zie ook ref. 3).

Voor iedere mode zijn typische tijden vastgesteld. Initieel zijn deze door de ICAO vastgesteld, en waren dit standaardtijden bedoeld voor vliegtuigbewegingen met toestellen met turbofanmotoren. Met de aanvulling van de database voor andere motortypen zijn aparte typische tijden vastgesteld voor andere groepen motoren en daarmee voor groepen vliegtuigtypen. Deze typische tijden worden nu per motortype gedefinieerd middels de TIM-code van de motor. Bij gebruik van de typische tijden voor de verschillende LTO-modes behorende bij een bepaalde TIM-code wordt geen rekening

gehouden met de feitelijke vluchtuitvoering maar gebruik gemaakt van de standaardtijden van een standaard LTO-cyclus zoals vastgelegd in een database.

De ICAO- en RMI-emissiedatabase bevatten emissiegegevens voor respectievelijk

- › de resultaten van onvolledige verbranding: koolwaterstoffen (C_xH_y of VOS), koolmonoxide (CO) en PM_{10} (fijn stof);
- › de producten van volledige verbranding, kooldioxide en water (CO_2 en H_2O), dit zijn vaste emissiehoeveelheden per kg brandstof,
- › en het bijproduct van de verbranding, de stikstofoxiden (NO_x).

Het bijproduct ontstaat in de hete motor door reactie van de stikstof in de lucht met de zuurstof uit de lucht. De emissiegegevens zijn gedefinieerd als emissie-indexen, ze geven de hoeveelheid emissies van een bepaalde stof per kilogram verbruikte brandstof in g/kg.

Totale emissieberekening methode i.

Voor iedere motor is voor iedere mode bij certificatie vastgesteld wat het brandstofgebruik is (in kg/s), en wat de emissie-index van de afvalgasemissies is (in g/kg). Tevens zijn de typische motetijden bekend via de TIM-code (in s). Daarnaast is bekend hoeveel motoren een bepaald type toestel heeft. Door vermenigvuldiging van het aantal motoren, het brandstofgebruik en de emissie index van een bepaalde stof kan voor ieder toestel de bijdrage van 1 LTO-cycle aan de totale emissie van die stof voor een luchthaven worden berekend ($\# * \text{kg/s} * \text{g/kg} * \text{s} = \text{kg}$).

Totale emissieberekening methode ii.

Aanvullend hierop wordt soms de time in mode (in s) voor de taxi-mode niet constant genomen maar berekend uit de taxiafstand (m) en typische taxisnelheden (m/s), dit omdat voor een aantal stoffen de taxifase het meest vervuילend is en omdat de tijd voor deze mode sterk kan afwijken van de standaardtijd.

Correcties en aanvullingen

Voor beide methoden kunnen de taxi-emissies gecorrigeerd worden voor het taxiën met een beperkt aantal motoren gedurende een deel van de taxitijd. Daarnaast kunnen de berekeningen worden aangevuld voor het gebruik van de Auxiliary Power Unit (APU), de Ground Power Unit (GPU) en/of Walstroom.

De Auxiliary Power Unit is onderdeel van het vliegtuig, het is een stroomgenerator bedoeld voor de momenten waarop de motoren van het vliegtuig zijn uitgeschakeld. Deze generator wordt standaard op het platform gebruikt als er behoefte is aan stroom (airconditioning, verlichting, starten hoofdmotoren).

De Ground Power Unit is een alternatieve generator die door de luchthaven beschikbaar wordt gesteld in plaats van de APU. Deze apparaten geven de luchthaven de mogelijkheid om de geluidsbelasting en de emissies op het platform te reduceren. Als alternatief voor de GPU wordt soms Walstroom aangeboden.

Toegepaste methode

Adecs Airinfra gebruikt standaard methode ii met de genoemde correcties indien deze van toepassing zijn.

4.1.2 Emissieconcentraties en deposities

Voor de berekening van de concentraties en deposities op posities rond de luchthaven zijn de posities van de emissiebronnen noodzakelijk. Daartoe wordt de vluchtuitvoering rond de luchthaven gesimuleerd. De uitstoot wordt gemodelleerd door op vaste afstanden langs de 3D-vliegbaan tijdelijke bronnen te plaatsen die vergelijkbare hoeveelheden emitteren als de zich langs de vliegbanen verplaatsende vliegtuigen. Daarbij wordt rekening gehouden met de hoogtes en snelheden van de toestellen tijdens de vluchtuitvoering. Voor het toegepaste vliegvermogen in de verschillende vluchtfases (modes) wordt bij de berekeningen gebruik gemaakt van de in de emissiedatabase gedefinieerde standaardvermogens voor de modes taxi, approach, take-off en climb-out (zie paragraaf 4.2).

De hoeveelheden uitgestoten emissies per beschouwde periode worden vervolgens op twee manieren verder verwerkt:

- 1) Door de verspreiding van de emissies in de tijd te berekenen worden de gemiddelde concentraties bepaald gedurende een bepaalde periode, waaruit de gemiddelde te verwachten emissieconcentratie in een jaar wordt berekend. Deze berekening wordt uitgevoerd met hulp van gegevens die door het RIVM worden aangeleverd via het model preSRM. De berekening wordt verder uitgevoerd in de Adecs Airinfra implementatie van het NNM (paragraaf 4.4.4).
- 2) Door de uurgemiddelde hoeveelheid emissies in het model OPS te verwerken worden de deposities van met name stikstofoxiden in de omliggende landschappen bepaald.

Recentelijk (1 juli 2015) is in het kader van de PAS (Programma Aanpak Stikstof) aangegeven dat voor vergunningaanvragen en verlening gebruik moet worden gemaakt van het rekeninstrument AERIUS voor de verspreidingsberekeningen. AERIUS berekent voor alle bronnen, met uitzondering van het wegverkeer, de verspreiding van de emissies en de depositiebijdrage met het Operationele Prioritaire Stoffen model (OPS). Zowel de rekenkern van AERIUS als de algoritmen in het model zijn gelijk aan OPS. Om deze reden, en omdat de berekende resultaten ver onder de grenswaarden liggen (één twintigste), volstaan de berekeningen met het OPS-model.

4.2 Het modelleren van de vliegbaan

4.2.1 Posities en snelheden, bronnen van informatie

> Vliegroute

Aan- en uitvliegroutes zijn per luchthaven gedefinieerd en beschikbaar. De verdeling van het vliegverkeer over de routes hangt af van baangebruik en routeverdeling. Deze verdelingen zijn, identiek aan de routes die worden toegepast in de geluidsberekeningen, ze zijn derhalve veelal beschikbaar en beschreven.

› Appendices

Deze bevatten, per geluidsklasse, informatie over de te volgen start- en landingsprocedures. De Appendices bevatten informatie over hoogte- en snelheidsprofielen langs de te vliegen route. De benodigde procedure is per gemodelleerde vliegtuigbeweging beschikbaar uit de berekeningen van de geluidsbelasting.

› Taxiroute

Voor het modelleren van de taxiroutes is een aparte module ontwikkeld die, gelet op (onder meer) de infrastructuur en rijrichting, de kortst mogelijke weg berekent via de beschikbare taxiroutes, van opstelplaats naar baankop en vice versa. Deze route geeft een benadering van de werkelijk gevolgde taxitrajecten.

› Taxisnelheden

Per TIM-code (deze codeert het soort vliegtuig) wordt aan de hand van specifieke informatie (doorgaans beschikbaar gesteld door de exploitant) een gemiddelde taxisnelheid gedefinieerd. Het toestel verplaatst zich met deze snelheid langs de taxiroute.

› GPU, APU, Walstroom

Afhankelijk van de luchthaven zal er gebruik gemaakt worden van APU (Auxiliary Power Unit), GPU (Ground Power Unit) en/of Walstroom tijdens het verblijf van het toestel op het platform van de luchthaven. De mate waarin gebruik gemaakt wordt van deze voorzieningen en de toegepaste generatortypen worden doorgaans door de exploitant van de luchthaven gespecificeerd.

4.2.2 Van vliegbaan naar emissiepunten

4.2.2.1 Vliegbaan, route en procedure

Een belangrijk onderdeel van het door Adecs Airinfra ontwikkelde model wordt gevormd door het omzetten van de vliegbaan (x,y,z,t) naar een reeks van discrete emissie- of bronpunten. Daartoe wordt de vlucht gesimuleerd aan de hand van de verplaatsing over de grond (route of grondpad, x,y), het hoogteverloop en het snelheidsverloop (samen het vliegprofiel, afkomstig uit de Appendices berekening geluidsbelasting luchtvaart). De positionering van de bronnen kan worden ingesteld door middel van een vooraf te definiëren afstand langs de vliegbaan. Deze afstand is vrij te kiezen en afhankelijk van het gewenste detailniveau. Standaard wordt hier een afstand van 50 meter voor gebruikt. De bronnen worden conform de ICAO LTO-definitie gemodelleerd tot een hoogte van 3.000 voet (menglaag van de atmosfeer, zie ook 4.1.1).

Uit de afstand tussen de verschillende emissiepunten (m) en de snelheid tussen de punten (m/s) wordt de emissietijd (in s) in het emissiepunt bepaald.

4.2.2.2 Vliegmode

Naast de positie van de bron wordt ook de mode vastgesteld waarin het toestel zich bevindt. De mode geeft een indicatie van het vermogen dat door de motor wordt opgewekt om het betreffende vluchtdeel uit te kunnen voeren. De mode aannames zijn de volgende: Take-off-mode tot 1000 voet

hoogte, Climb-out-mode bij vertrek boven de 1000 voet, Approach-mode gedurende de aankomst en uitrol op de landingsbaan, Taxi-mode gedurende de rol over de taxibanen.

4.2.2.3 Bronemissie per vlucht

Met hulp van de RMI-database volgen uit de mode, afhankelijk van het gemodelleerde type/motorcombinatie, het aantal motoren, het brandstofverbruik (kg/s) en de emissiefactoren (g/kg) van de motor in de bronpositie. Vermenigvuldiging geeft de emissiehoeveelheid per emissiestof per seconde (g/s) in de bronpositie.

Met de emissietijd (in s) en de emissiehoeveelheid per seconde (g/s) wordt de totale emissie per vlucht in de bron (het emissiepunt) bepaald (in g).

4.2.2.4 Gemiddelde emissiehoeveelheden per periode

Door sommatie over het totale aantal vluchten in een bepaalde periode (bijvoorbeeld een maand) langs dezelfde route en vliegprocedure en door deling door de periodetijd (in s) is de gemiddelde emissie per seconde in een periode in een specifiek bronpunt te bepalen.

Voor de gemiddelde concentratieberekeningen zijn de gemiddelde emissies per seconde voor maandperiodes noodzakelijk.

Voor de depositieberekeningen wordt gebruik gemaakt van de gemiddelde emissie per seconde voor een jaarperiode (gemiddelde van 12 maandperiodes).

4.3 Het modelleren van de wegen

Uit het verkeersonderzoek zijn door Arcadis en Goudappel/Coffeng diverse Shape-bestanden aangeleverd, waarin geografische informatie is opgenomen over de ligging van alle wegen. Tevens bevatten die bestanden informatie over de verkeersintensiteiten op deze wegen, de verdelingen over dag/avond/nacht, over licht/middel zwaar/zwaar verkeer en de congestiekans. Deze informatie is vervolgens door Adecs Airinfra aangevuld met de maximale snelheden op deze wegen. De bron voor deze maximale snelheden is het Kadaster / Nationaal Georegister (WMS service, 2015).

4.3.1 Van wegen naar emissiepunten

Middels een door Adecs Airinfra ontwikkeld model worden de wegen omgezet naar een reeks van discrete emissie- of bronpunten. De positionering van de bronnen kan worden ingesteld door middel van een vooraf te definiëren onderlinge afstand. Deze afstand is vrij te kiezen en afhankelijk van het gewenste detailniveau. Standaard wordt hier een afstand van 100 meter voor gebruikt. De bronnen worden gemodelleerd binnen het gehele studiegebied.

Uit de afstand tussen de verschillende emissiepunten (m) en de snelheid tussen de punten (m/s) wordt de emissietijd (in s) in het emissiepunt bepaald.

4.3.1.1 Bronemissie

De emissiefactoren voor het wegverkeer worden jaarlijks door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu vastgesteld. Deze gegevens worden ook standaard toegepast in o.a. het PluimSnelweg-model.

De in dit onderzoek toegepaste gegevens zijn de emissiefactoren die in maart 2015 zijn gepubliceerd. De emissiefactoren (in g/km) zijn afhankelijk van het zichtjaar, het soort verkeer (licht, middel zwaar, zwaar) en de maximale snelheid. Uit deze informatie volgt de emissiehoeveelheid per emissiestof per seconde (g/s) in de bronpositie.

Middels de emissietijd (in s) en de emissiehoeveelheid per seconde (g/s) wordt de totale emissie in de bron (het emissiepunt) bepaald (in g).

4.3.2 Invoer voor OPS en PluimSnelweg

Met de locatie van de emissie, de tijdsduur van de emissie per emissiepunt en de uitstoot in grammen per seconde, is de emissie in de emissiepunten bekend. Met deze resultaten worden de emissiebronposities en de emissies van een gemiddeld uur (totale emissies in een jaar gedeeld door aantal uren in een jaar) berekend voor de depositieberekening in OPS.

Het PluimSnelweg-model voert een groot deel van voorgaande beschrijving zelf uit, waardoor de verwachte invoer minder voorbereikt hoeft te worden.

De invoer voor PluimSnelweg bestaat uit de coördinaten van de weglijnstukken, het aantal voertuigen (uitgesplitst naar licht, middelzwaar en zwaar), de snelheden, het ruwheidstype en de congestiekans.

4.4 De luchtvaart concentratieberekening, nader bekeken

4.4.1 Basisprincipe van de berekening

Per bron(locatie) is bekend wat deze in een uur aan emissie uitstoot en wat de positie is (x,y,z). De emissie (in grammen) wordt vervolgens verspreid, waarvoor de modellering grotendeels de NNM-beschrijving uit het Paarse boekje (ref. 5) volgt. Zo wordt op elk receptorpunt de resulterende concentratie voor elk uur bepaald.

Voor prognoseberekeningen worden deze uurconcentraties met tien jaar aan meteodata doorgerekend (zie paragraaf 4.4.2). Daaruit wordt de jaargemiddelde concentratie bepaald, door alle uurresultaten op te tellen en te middelen.

De afwijkingen ten opzichte van het Paarse boekje zijn de initialisatie van de pluimstijging en de berekening van de convectieve windsnelheid w^* (toelichting, zie paragraaf 4.4.4).

Ontvangerhoogte

De ontvangerhoogte kan ingesteld worden. Standaard is voor de hoogte van de ontvanger (receptor) 1,5 meter gekozen, identiek aan de standaard ontvangerhoogte in de standaardrekenmethodes SRM1 en SRM2.

4.4.2 Meteo prognosegegevens (uur voor uur)

De verspreiding van stoffen is afhankelijk van meteorologische omstandigheden. In het model is, overeenkomstig de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007, gebruik gemaakt van de door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (voorheen VROM) gepubliceerde meteoset voor

prognoseberekeningen. Deze gegevens worden door het KNMI vastgesteld. Voor de uitgevoerde berekeningen zijn de meteorologische gegevens van de periode 1995 t/m 2004 gehanteerd. De aangeleverde waarden die tijdens de berekening per uur zijn gebruikt, zijn:

- › Tijdstip (uur);
- › Gemiddelde windrichting DD ;
- › Uurgemiddelde windsnelheid in het afgelopen uur u_{10} ;
- › Gemiddelde temperatuur in het afgelopen uur T ;
- › Gemiddelde globale straling in het afgelopen uur Q ;
- › Totale bedekkingsgraad van de bewolking N ;
- › Standaarddeviatie van de dwarswind (stabieliteitsafhankelijk) σ_v .

4.4.3 PreSRM

PreSRM staat voor Preprocessor Standaard RekenMethoden en is een softwarebibliotheek die door rekenmodellen gebruikt wordt bij de beoordeling van luchtkwaliteit.

PreSRM biedt functionaliteit om op een gevalideerde uniforme manier de meteorologische gegevens geïnterpoleerd naar de locatie van berekening te verkrijgen, er vindt in PreSRM correctie voor dubbeltelling plaats en PreSRM corrigeert voor een verfijning van het rekengrid.

Vanaf oktober 2010 wordt gebruik gemaakt van preSRM (versie 1.4.0.2 d.d. 29 april 2014 is in dit onderzoek gehanteerd).

Met het PreSRM worden de volgende officiële basisgegevens van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (voorheen VROM) aangeleverd:

- › meteorologie
- › ruwheid en
- › grootschalige achtergrondconcentratie van onder andere O_3 en NO_2 , afkomstig uit de beschikbare uur-voor-uur waarden van de KNMI-meetstations

PreSRM berekent en levert vervolgens uit de aangeleverde gegevens de volgende in het NNM benodigde gegevens:

- › wrijvingssnelheid u^*
- › Monin-Obukhov-lengte L
- › de grenslaaghoogte z_i

4.4.4 Concentratieberekening details

Bijlage A beschrijft de specialistische en technische details van de toegepaste NNM rekenmethode.

4.5 De concentratieberekeningen van het wegverkeer

Voor de berekeningen van de effecten van het wegverkeer is gebruik gemaakt van het rekenprogramma PluimSnelweg (TNO, versie 1.9, december 2014). Dit model is een implementatie

van SRM2 en maakt gebruik van de generieke invoergegevens (paragraaf 2.5) die door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu in maart 2014 zijn gepubliceerd.

De wegen in het studiegebied die de belangrijkste bijdragen leveren, zijn de snelwegen en de provinciale wegen in de buurt van de luchthaven. Van de binnenstedelijke wegen wordt aangenomen dat de bijdrage is opgenomen in de achtergrondconcentraties en dat deze niet onderscheidend zijn in de vergelijking van het project met de referentiesituatie. Daarom zijn uitsluitend de snelwegen en de wegen in open gebied, verder provinciale wegen genoemd, meegenomen in de berekening.

De belangrijkste invoer voor een berekening is het wegenbestand, waarin per weg de volgende eigenschappen zijn opgenomen:

- › de coördinaten van lijnstukken die de weg vormen (afkomstig van het Nationaal Wegenbestand);
- › intensiteiten: de etmaalintensiteiten onderverdeeld naar personenauto's en middelzware en zware vrachtauto's (afkomstig uit het wegenbestand van ARCADIS/Goudappel-Coffeng);
- › maximumsnelheden: voor verschillende maximumsnelheden zijn emissiefactoren gegeven. Per wegvak is de daar geldende maximumsnelheid gekozen, tenzij hiervoor geen emissiefactoren bestaan. In dat geval is een hogere snelheid gekozen waarvoor de emissiefactoren wel bestaan;
- › wegligging: er is geen rekening gehouden met hoogte van de weg. Een hoogte van 0 meter boven maaiveld is gekozen;
- › schermhoogte: er zijn geen schermen meegenomen in de berekeningen;
- › congestiekans: het wegenbestand bevat per wegvak het percentage dat overeenkomt met de congestie. Hieruit volgt de congestiekans;
- › wegtype: voor snelwegen geldt het type 3 en voor overige provinciale wegen type 2.

4.6 Bepalen totale concentraties

Om tot de totale resultaten te komen, zijn alle bijdragen van de emissiebronnen bij de achtergrondconcentratie opgeteld. Omdat er in de achtergrondconcentratie al rekening wordt gehouden met de bijdrage van wegverkeer zou hierdoor een overschatting (dubbeltelling) ontstaan. Daarom zijn er ook achtergrondconcentraties beschikbaar die gecorrigeerd zijn voor deze dubbeltelling.

Uit het wegverkeersmodel PluimSnelweg volgt de optelling voor de weg met de achtergrond, waarbij de dubbeltelcorrectie in de achtergrondconcentratie wordt meegenomen. Tevens wordt door PluimSnelweg rekening gehouden met de chemische reacties van de uitstoot van stikstofoxide met de reeds aanwezige achtergrondconcentraties.

De bijdrage van het vliegverkeer wordt opgeteld bij de PluimSnelweg-resultaten. In deze laatste optelling wordt geen rekening gehouden met de stikstofreacties en met de achtergrondconcentraties, wat tot een kleine overschatting van de NO₂ concentraties kan leiden.

De totale concentraties zijn voor de jaren 2015 en 2025 vergeleken met de normen uit de Wet luchtkwaliteit.

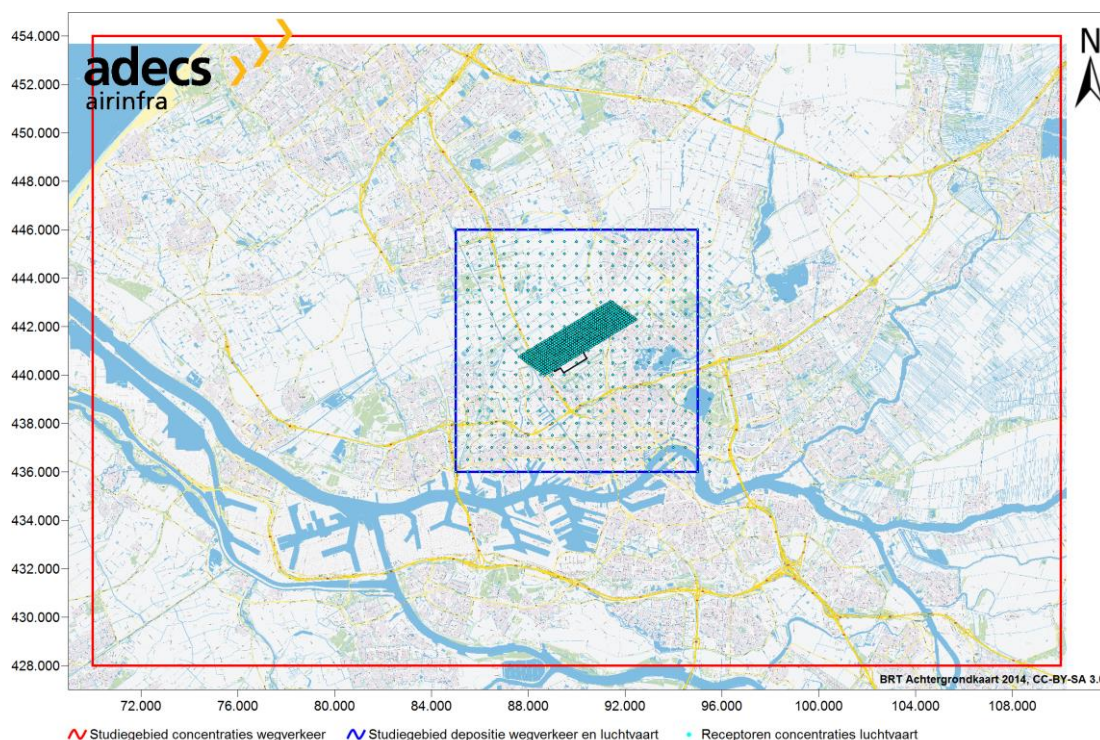
5 Invoergegevens

Voor de luchtvaart zijn concentratie-, emissie- en depositieberekeningen uitgevoerd. De invoergegevens die voor deze berekeningen van het vliegverkeer zijn gebruikt staan beschreven in paragraaf 5.3 en 5.4. De invoer voor wegverkeer is in paragraaf 5.5 toegelicht.

5.1 Studiegebied

Afhankelijk van het soort verkeer en de soort berekening is de omvang van het studiegebied anders. Het studiegebied voor de concentratieberekeningen van het wegverkeer is een gebied van 40 kilometer breed en 26 kilometer hoog rondom de luchthaven. Hierbinnen liggen rekenpunten, ook wel receptorpunten genoemd, in een grid op een hoogte van 1,50 meter. Voor het wegverkeer is er een regelmatig grid van 100x100metergebruikt. In de concentratieberekening van het vliegverkeer is dit 500x500metermet een verfijning van rekenpunten tot 100x100metervlakbij de luchthaven. Dit fijnere grid ligt in dezelfde richting als de start- en landingsbaan. Dit is in figuur 1 getoond.

Om de totale resultaten te verkrijgen zijn alle deelresultaten geïnterpoleerd naar een regelmatig grid van 50 bij 50 meter en vervolgens opgeteld. Voor de toetsing aan de grenswaarden zijn de gebieden op de weg en op het luchthaventerrein zelf buiten beschouwing gelaten op grond van het toepasbaarheidsbeginsel, zoals beschreven in paragraaf 2.4. Achteraf is nog gecontroleerd of de resultaten aanleiding gaven tot een vergroting van het gebied met het fijnere grid, maar de resultaten en gradiënten in de resultaten aan de rand van het fijnere grid gaven daar geen reden toe.



Figuur 1 Rekenpunten luchtkwaliteit vliegverkeer.

5.2 Emissiefactoren

Vliegverkeer

De emissiefactoren die voor de vliegtuigmotoren zijn gebruikt zijn afkomstig uit de Standaard emissiedatabase Schiphol uit de Regeling milieu-informatie luchthaven Schiphol (ref 8). In deze database zijn geen emissiefactoren voor lood opgenomen. Hiervoor zijn gegevens van Shell (ref 16) gehanteerd die aangegeven dat Avgas 0,56 gram lood per liter Avgas bevat. Op basis van het gegeven dat 1 liter Avgas een gewicht heeft van 0,7 kg, volgt dat er een emissiefactor van 0,8 gram lood per kg Avgas gehanteerd is in dit onderzoek.

Wegverkeer

De emissiefactoren die voor het wegverkeer zijn gebruikt zijn de emissiefactoren die het Ministerie van Infrastructuur en Milieu in maart 2015 bekend heeft gemaakt. Deze emissiefactoren worden jaarlijks bijgewerkt en zijn ook standaard onderdeel van o.a. het PluimSnelweg-model.

Fijnere fractie van fijn stof $PM_{2.5}$

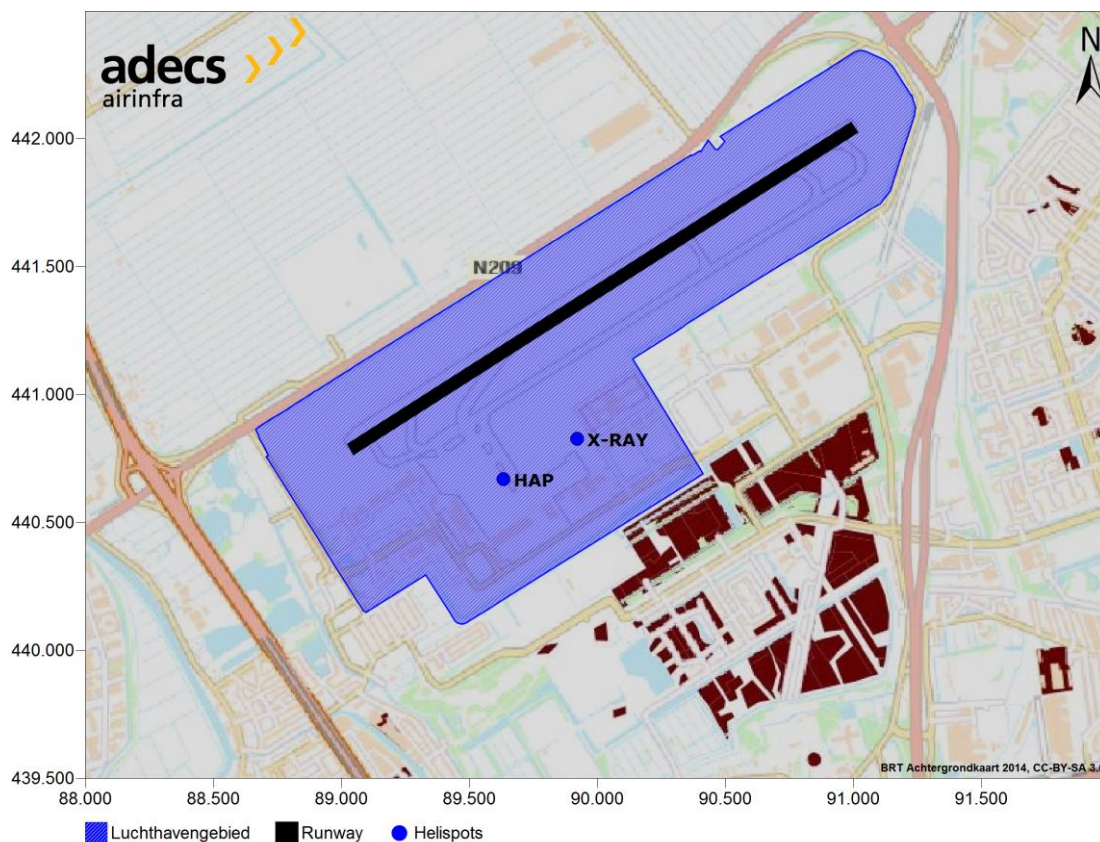
Voor de berekening van de jaargemiddelde concentratie van $PM_{2.5}$ is voor het wegverkeer uitgegaan van de resultaten die het PluimSnelweg-model oplevert. Dit model maakt gebruik van de emissiefactoren en achtergrondconcentraties die door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu jaarlijks bekend worden gemaakt. Voor vliegverkeer en bedrijvigheid zijn geen emissiefactoren van $PM_{2.5}$ bekend, maar wordt uitgegaan van een vaste verhouding $PM_{2.5}/PM_{10}$. Conform het rapport van het Milieu- en Natuurplanbureau (ref. 10) wordt voor vliegverkeer een fractie van 1 gehanteerd, wat inhoudt dat in dit hele rapport alle PM_{10} -resultaten ten gevolge van *alleen vliegverkeer* tevens als $PM_{2.5}$ gelezen kunnen worden. Voor bedrijvigheid wordt een fractie van 0,5 gehanteerd. Voor het platformgebonden wegverkeer is tevens een vaste verhouding $PM_{2.5}/PM_{10}$ van 1 aangehouden als worst-case benadering.

5.3 Invoergegevens luchtvaart: kenmerken luchthaven

De invoergegevens zijn verdeeld in twee categorieën. Paragraaf 5.3 beschrijft de invoer die de kenmerken van de luchthaven weergeeft. Paragraaf 5.4 beschrijft de kenmerken van het vliegverkeer.

5.3.1 Start- en landingsbaan

De luchthaven heeft een verharde start- en landingsbaan van 2.200 meter lang en 45 meter breed met de richting 57°-237° (06-24). In figuur 2 is de locatie van de baan en de ligging van het luchthavengebied weergegeven. In tabel 3 zijn de coördinaten opgenomen die zijn gebruikt voor de berekeningen.



Figuur 2 Ligging van het luchthavengebied en de start- en landingsbaan.

Tabel 3 Coördinaten en verschuiving van de landingseinden, start- en landingsdrempel (2.200 meter baan).

Baan -kop	X	Y	Verschuiving start- drempel [m]	Verschuiving start-einde [m]	Verschuiving landings- drempel [m]	Verschuiving landings- einde [m]
06	89.077	440.840	0	0	200	0
24	90.941	442.011	0	0	200	0

5.3.2 Vliegroutes

Voor het uitvoeren van de berekeningen is het noodzakelijk om over de ligging van de grondpaden van het vliegverkeer te beschikken. De vliegroutes die gehanteerd zijn, zijn in Bijlage C op een geografische achtergrondkaart gepresenteerd. In de berekeningen wordt enkel uitgegaan van de nominale grondpaden, er wordt geen horizontale spreiding toegepast.

5.4 Invoergegevens luchtvaart: kenmerken vliegverkeer

In deze paragraaf staat beschreven welke invoer is gebruikt voor het vliegverkeer. Voor al het verkeer overdag is, overeenkomstig het deelonderzoek geluid, uitgegaan van een baanverdeling 06-24 van 33%-67%. Dat wil zeggen dat 33% van alle starts en van alle landingen de richting 06 (noordoost) gebruikt en de overige 67% de richting 24 (zuidwest). Voor het verkeer in de nacht is

een baanverdeling gebruikt die afwijkt van het baangebruik overdag. Zie tabel 4 voor de details. Voor luchtkwaliteit wordt geen meteotoeslag gehanteerd zoals bij geluid.

Tabel 4 Baanverdeling voor starts, landingen en circuits voor alle alternatieven.

Baan	Al het verkeer (exclusief het commerciële verkeer in de nachtperiode 23:00-07:00)	Commercieel verkeer in de nachtperiode (23:00-07:00)
06	33%	40%
24	67%	60%
Totaal	100%	100%

In de berekeningen is uitgegaan van een indeling van de vliegtuigtypen die volgen uit de invoersets voor het groot verkeer, helikopter verkeer en klein verkeer, zie referentie 17 voor meer details over de gehanteerde invoer. In tabel 5 is een samenvattend overzicht opgenomen van de invoerset, waarbij per segment verkeer is aangegeven welk soort vliegtuigtypen daarbij horen.

Tabel 5 Vliegtuigtypen per segment.

Segment	Vliegtuigtypen
Groot verkeer	A319, A320, AT44, AT72, B190, B350, B721, B737, B738, BE20, BE30, BE40, C130, C25A, C25B, C5, C500, C510, C550, C56X, CL60, CRJ7, CRJ9, D228, D328, DC10, E170, E190, E50P, EA50, F2TH, F50, FA7X, GL5T, GLEX, GLF4, GLF5, H25B, JS41, P180, RJ85, SB20, SW2, SW3, SW4, YK40
Helikopters	A139, ALO3, AS32, AS55, AS65, B06, B412, EC20, EC30, EC35, EC55, EH10, EN48, H269, H47, H60, R22, R44, S61, S76
Klein verkeer	AC11, BE9L, C172, C182, C208, DA40, DA42, DR40, GA8, M20P, M20T, P28A, P28B, P28R, P28T, P32R, PA24, PA34, PA44, PA46, R200, SR20, SR22, TAMP, TOBA, TRIN

Per vliegtuigtype zijn de in tabel 6 genoemde bijbehorende motortypen toegepast.

Tabel 6 Indeling vliegtypen met motortypen en TIM-codes.

Vliegtuigtype	Motortype	Aantal motoren	TIM-code	Aandeel (%)
A139	PT6C-67C	2	HELI	100
A319	V2527M-A5	2	TF	100
A320	CFM56-5-A1	2	TF	50
A320	V2527E-A5	2	TF	50
AC11	IO-540-T4B5D	1	PISTON	100
ALO3	TURBOMECA ARTOUSTE IIIB	1	HELI	100
AS32	MAKILA 1A	2	HELI	100
AS55	Allison 250-C20	2	HELI	100
AS65	ARRIEL 2C	2	HELI	100
AT44	PW127E	2	TP	100

AT72	PW127F	2	TP	100
B06	Allison 250-C20	1	HELI	100
B190	PT6A-67D	2	TP	100
B350	PT6A-42	2	TP	100
B412	PT6T-3	1	HELI	100
B721	JT8D-11	3	TF	100
B737	CFM56-7B26	2	TF	100
B738	CFM56-7B27	2	TF	100
BE20	PT6A-42	2	TP	100
BE30	JT15D-5, -5A, -5B	2	TFBUS	100
BE40	JT15D-5, -5A, -5B	2	TFBUS	100
BE9L	PT6A-135A	2	TP	100
C130	T56-A-15	4	TP	100
C172	IO-320-D1AD	1	PISTON	24,5
C172	O-320	1	PISTON	75,5
C182	O-320	1	PISTON	100
C208	PT6A-114A	1	TP	100
C25A	FJ44-1A	2	TF	100
C25B	FJ44-2C	2	TF	100
C5	TF39-GE-1C	4	TF	100
C500	JT15D-1 series	2	TFBUS	100
C510	PW615F	2	TFBUS	100
C550	JT15D-4 series	2	TFBUS	100
C56X	PW545C	2	TFBUS	100
CL60	CF34-3B	2	TFBUS	100
CRJ7	CF34-8C5B1	2	TF	100
CRJ9	CF34-8C5	2	TF	100
D228	TPE331-5	2	TP	100
D328	PW119B	2	TP	100
DA40	IO-360-B	1	PISTON	100
DA42	IO-360-B	2	PISTON	100
DC10	CF6-50C	3	TF	100
DR40	IO-360-B	1	PISTON	100
E170	CF34-8E2	2	TF	100
E190	CF34-10E	2	TF	100
E50P	PW617F	2	TFBUS	100
EA50	PW610F	2	TF	100
EC20	ARRIUS 2F	1	HELI	100
EC30	ARRIEL 2B1	1	HELI	100
EC35	PW206B	2	HELI	50
EC35	ARRIUS 2B2	2	HELI	50
EC55	ARRIEL 2C	2	HELI	100
EH10	T700-GE-T6A	3	HELI	100

EN48	HIO-360-D1A	1	HELI	100
F2TH	PW308C	2	TFBUS	100
F50	PW125B	2	TP	100
FA7X	PW307A	3	TFBUS	100
GA8	IO-540 SERIES	2	PISTON	100
GL5T	BR700-710A2-20	2	TFBUS	100
GLEX	BR700-710A2-20	2	TFBUS	100
GLF4	TAY MK611-8	2	TFBUS	100
GLF5	BR700-710A1-10	2	TFBUS	100
H25B	TFE731-3	2	TFBUS	100
H269	HIO-360-D1A	1	HELI	100
H47	T55-L712E	2	HELI	100
H60	T700-GE-701	2	HELI	100
JS41	TPE331-14GR	2	TP	100
M20P	TSIO-550-G	1	PISTON	100
M20T	TSIO-550-G	1	PISTON	100
P180	PT6A-66	2	TP	100
P28A	O-320	1	PISTON	100
P28B	O-540 SERIES	1	PISTON	100
P28R	IO-360-B	1	PISTON	100
P28T	IO-360-C1D6	1	TP	100
P32R	IO-540 SERIES	1	PISTON	100
PA24	IO-540 SERIES	1	PISTON	100
PA34	TSIO-360 SERIES	2	PISTON	100
PA44	IO-360-B	2	PISTON	100
PA46	TSIO-520	1	PISTON	100
R200	O-320	1	PISTON	100
R22	O-320	1	HELI	100
R44	IO-540 SERIES	1	HELI	100
RJ85	ALF 502R-5	4	TF	100
S61	CT58-140	2	HELI	100
S76	ARRIEL 2S1	2	HELI	100
SB20	AE2100A	2	TP	100
SR20	IO-360-ES	1	PISTON	100
SR22	IO-550-N	1	PISTON	100
SW2	TPE331-1	2	TP	100
SW3	TPE331-10UG	2	TP	100
SW4	TPE331-3U	2	TP	100
TAMP	IO-360-A1B6	1	PISTON	100
TOBA	IO-360-A1B6	1	PISTON	100
TRIN	IO-360-A1B6	1	PISTON	100
YK40	AI-25	3	TF	100

De doorgerkende alternatieven/zichtjaren verschillen in aantallen vliegtuig- en helikopterbewegingen. In tabel 7 tot en met tabel 9 zijn het aantal vliegtuig- en helikopterbewegingen per alternatief voor respectievelijk het kleine verkeer, helikopterverkeer en het grote verkeer opgenomen.

Tabel 7 Aantallen vliegtuigbewegingen klein verkeer per vliegtuigtype en alternatief.

ICAO-type	1	2	3a	3b	3c	3d
BE9L, C172, GA8, M20P, P180, P32R, PA46, SR20, SR22	2.737	2.737	2.737	2.737	2.737	2.737
AC11, C182, M20P, M20T, P28B, P28R, P28T, PA24, PA44, SR22, TRIN	2.957	2.957	2.957	2.957	2.957	2.957
C172, C208, DA42, DR40, P28A, P28T, TAMP, TOBA, TRIN	9.950	9.950	9.950	9.950	9.950	9.950
C172, C182, DA42, P28A, PA34	4.490	4.490	4.490	4.490	4.490	4.490
DA40, P28A, R200, TOBA	7.483	7.483	7.483	7.483	7.483	7.483
C172, DA40, DR40	12.383	12.383	12.383	12.383	12.383	12.383
	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000

Tabel 8 Aantallen helikopterbewegingen helikopterverkeer per type en alternatief.

ICAO-type	1	2	3a	3b	3c	3d
ALO3, AS55, B06, EC20, EC30, EN48	353	353	353	353	353	353
H269, R22, R44	275	275	275	275	275	275
A139, B412, S76	68	218	218	218	218	218
AS32, EH10, H47, H60, S61	45	45	45	45	45	45
EC35	4.479	5.314	5.314	5.314	5.314	5.314
AS65, EC55	84	84	84	84	84	84
	5.303	6.288	6.288	6.288	6.288	6.288

Tabel 9 Aantallen vliegtuigbewegingen groot verkeer per type en alternatief.

ICAO-type	1	2	3a	3b	3c	3d
YK40	2	2	2	2	2	2
B721, C5	1	1	1	1	1	1
DC10	4	4	4	4	4	4
BE40, C25A, C25B, C500, CL60, F2TH	14	14	14	14	14	14
AT44, F50, SB20	4.453	4.942	4.942	4.942	4.942	4.942
B190, B350, BE20, BE30, D228, D328, JS41, SW2, SW3, SW4	49	49	474	912	1.337	1.762
RJ85	1.037	1.152	1.152	1.152	1.152	1.152
C510, E50P, EA50	280	311	311	311	311	311
A319	1.494	1.654	1.654	1.654	1.654	1.654

A320	605	672	672	672	672	672
B738	4.883	5.426	5.426	5.426	5.426	5.426
B737	6.758	7.509	8.763	10.055	11.309	12.563
CRJ9	404	449	449	449	449	449
C130	6	6	6	6	6	6
C550	4	4	4	4	4	4
C56X	755	837	837	837	837	837
E170	361	402	402	402	402	402
E190	0	0	1.696	3.444	5.140	6.836
GLF4	156	156	156	156	156	156
GLF5	25	25	25	25	25	25
AT72	0	0	849	1.725	2.574	3.423
CRJ7	767	852	852	852	852	852
FA7X	782	867	867	867	867	867
GL5T	38	38	38	38	38	38
GLEX	112	112	112	112	112	112
H25B	265	294	294	294	294	294
	23.255	25.778	30.003	34.355	38.580	42.805

Omdat de resultaten voor luchtkwaliteit per maand, uur voor uur worden doorgerekend, zijn de verdelingen over de maanden, de dagen van de week en over de uren van het etmaal van belang. Deze verdelingen zijn afgeleid uit de werkelijke verdelingen van het verkeer. De tabellen met de verdelingen naar maand, naar dagen van de week en naar de uren van de dag zijn opgenomen in Bijlage B.

5.4.1 Proefdraaien

Door de toename van het grote verkeer en door de thans op de luchthaven aanwezige reparatiebedrijven zal het vaker noodzakelijk zijn om (kort) proef te draaien met deze toestellen voordat deze, na reparatie of onderhoud, hun vlucht vanaf de luchthaven kunnen en mogen voortzetten. In tabel 10 is een overzicht opgenomen van het aantal proefdraaibeurten dat naar verwachting op RTHA zal plaatsvinden in 2025. Er is hierbij onderscheid gemaakt tussen het stationair (ground idle) proefdraaien en een echt vol vermogen (full power) proefdraaibeurt. De emissie van dit aantal proefdraaibeurten is in alle alternatieven constant aangenomen en verwerkt in de berekening van de emissie.

Tabel 10 Overzicht van het aantal proefdraaibeurten per jaar.

ICAO type	Aantal Ground idle beurten	Aantal Full Power beurten
A139	102	12
B737	3	3
B738	3	3
C172	24	6

C182	24	6
C510	36	9
C56X	36	9
F2TH	36	9
F50	24	24
FA7X	54	10
GLF4	18	4
GLF5	18	5
P180	60	20
P28A	48	12

Een volvermogen test is doorgaans veel korter dan een laagvermogen motortest en duurt vijf tot tien minuten. Er is een overleg met de onderhoudsbedrijven geweest en daarin is geanalyseerd hoe een volvermogen proefdraaisessie verloopt qua werkelijke tijdsduur dat de motor daadwerkelijk vol vermogen levert. Dit geeft aan dat deze varieert van slechts maximaal twee minuten voor een propeller-type tot maximaal vijf minuten voor de overige toestellen. Daarom is met deze tijdsduur rekening gehouden per sessie. Een groot deel van de volvermogensessie is namelijk op laag vermogen om warm te draaien of uit te lopen. De laagvermogen tests duren doorgaans tussen de 20 en 30 minuten.

5.5 Wegverkeergegevens

De wegverkeergegevens zijn in twee delen ontvangen, namelijk apart voor het hoofdwegennet en voor het onderliggend wegennet.

De gegevens voor het hoofdwegennet (snelwegen) zijn aangeleverd door Goudappel Coffeng uit het Nederlands Regionaal Model (NRM) van Rijkswaterstaat. Dit hoofdwegennet is voor drie alternatieven geleverd, te weten:

- › 0-situatie 2015. Dit alternatief betreft een weergave van de actuele situatie.
- › Referentiealternatief. In dit alternatief heeft de luchthaven 1,84 miljoen passagiers en is de verbindingssnelweg A13-A16 aangelegd.
- › Groeialternatief 3d met A13-A16. In dit alternatief is de luchthaven gegroeid tot 3,24 miljoen passagiers en is de verbindingssnelweg A13-A16 aangelegd.

De aangeleverde gegevens zijn al door Goudappel Coffeng verrijkt met verdelingen voor dag, avond, nacht en licht, middel zwaar en zwaar verkeer. Tevens zijn de intensiteiten van werkdag gemiddeld naar weekdag gemiddeld omgezet aangeleverd door Goudappel Coffeng. Het hoofdwegennet is voor geheel Nederland aangeleverd, waarna er een uitsnede gemaakt is voor het relevante gebied rondom de luchthaven.

Het tweede deel van de wegverkeergegevens bestaat uit de gegevens van het onderliggende wegennet (lokale en provinciale wegen) uit de Regionale Verkeersmilieukaart (RVMK) dat in de regio Rijnmond gehanteerd wordt. Deze gegevens zijn door Arcadis voor vier alternatieven geleverd, te weten:

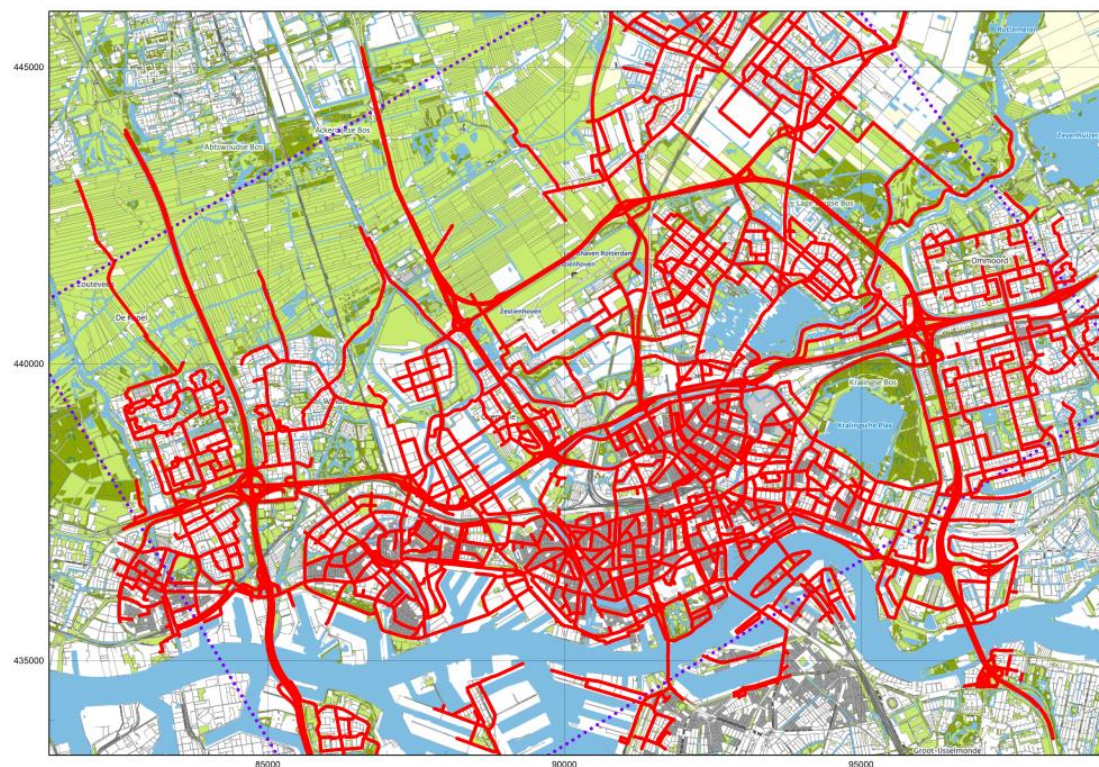
- › 0-situatie 2015. Dit alternatief betreft een weergave van de actuele situatie.

- Referentiealternatief. In dit alternatief heeft de luchthaven 1,84 miljoen passagiers en is de verbindingssnelweg A13-A16 aangelegd.
- Groeialternatief 2. Dit alternatief bevat 2,04 miljoen passagiers in 2025.
- Groeialternatief 3d 2025. Dit alternatief gaat uit van een groei van de luchthaven tot 3,24 miljoen passagiers.

De aangeleverde gegevens zijn door Arcadis verrijkt met verdelingen voor dag, avond, nacht en licht, middelzwaar en zwaar verkeer. Tevens zijn de intensiteiten van werkdag gemiddeld naar weekdag gemiddeld omgezet aangeleverd door Arcadis.

In de verkeerskundige rapportage, die onderdeel is van dit MER, is uitgebreide informatie opgenomen van de intensiteiten, I/C-waarden, kruispuntbelastingen en overige verkeerskundige uitgangspunten en uitkomsten.

In figuur 3 is weergegeven welke wegen zijn geleverd door Goudappel Coffeng en Arcadis. Voor de berekening zijn de wegen die aan SRM2 voldoen (niet binnenstedelijk) meegenomen in de concentratieberekeningen.



Figuur 3 Ontvangen wegen OWN en HWN (rood) in het studiegebied (paars gestippeld).

5.6 APU-/GPU-gebruik en platformverkeer

GPU-/APU-gebruik

Voor alle alternatieven is aangenomen dat alle vliegtuigen die uitgerust zijn met een APU deze ook zullen gebruiken. In de berekening is rekening gehouden met het gebruik van dieselgestookte Ground Power Units (GPU). Dit zijn hulpmotoren die op het moment dat het toestel op het platform stil staat, gebruikt worden voor de stroomvoorziening en de klimaatbeheersing van een vliegtuig. Stroomlevering met een Ground Power Unit is alleen van toepassing voor de grotere toestellen, zoals de Boeing 737 en de grotere zakenvliegtuigen, die over een Auxiliary Power Unit (APU) beschikken. Doordat een APU en een GPU alleen actief zijn op het moment dat het vliegtuig op het platform staat, zijn de bijdragen van een APU/GPU aan de lokale luchtkwaliteit vooral plaatselijk in de omgeving van de vliegtuigopstelplaatsen merkbaar.

Platformverkeer

De berekening van de emissies door dienst- en platformverkeer in het referentiealternatief zijn gebaseerd op een inschatting van het aantal gereden kilometers per voertuig (geleverd door de exploitant) voor het jaar 2014. Op basis van het aantal vliegtuig- en helikopterbewegingen in 2014 is het aantal gereden kilometers in 2014 geëxtrapoleerd naar het aantal gereden kilometers voor het referentiealternatief.

Vervolgens is aangenomen is dat het aantal huidige gereden kilometers per LTO representatief is voor alle alternatieven. Er zijn op de luchthaven ook enkele 100% elektrische auto's (Renault Kangoo) actief welke geen uitstoot veroorzaken tijdens het rijden. In de berekeningen is daar om praktische redenen geen rekening mee gehouden, waardoor de resultaten in de praktijk lager zullen uitvallen. Het brandstofverbruik en de emissie van het platformverkeer per LTO zijn weergegeven in respectievelijk tabel 11 en tabel 12.

Tabel 11 Brandstofverbruik van het platformverkeer per LTO in 2014.

Brandstofsoort	Voertuigtype	Verbruik (liter) per LTO
Benzine	Personen	0,21
	Bestelbus	0,95
Diesel	Personen	0,07
	Bestelbus	0,17
	Vracht	0,24
	Bus	0,12

Tabel 12 Emissiefactoren platformverkeer.

Voertuig- type	Brandstof- soort	CO₂ (g/l)	NO_x (g/l)	CO (g/l)	VOS (g/l)	SO₂ (g/l)	PM₁₀ (g/l)	PM_{2.5}² (g/l)	EC (g/l)
Personen	Benzine	2373,2	1,8	29,3	2,5	0,1	0,1	0,1	0,02
Personen	Diesel	2625,1	5,7	1,9	1	0,1	0,6	0,6	0,43
Bestelbus	Benzine	2380,8	1,5	24,7	2,1	0,1	0,1	0,1	0,02
Bestelbus	Diesel	2632,7	5,4	2,5	0,3	0,1	0,4	0,4	0,28
Vracht	Diesel	2630,1	11,3	2,4	0,8	0,1	0,3	0,3	0,19
Bus	Diesel	2630,1	14,8	3,9	1,7	0,1	0,5	0,5	0,32

² De emissiefactor van PM_{2.5} voor het platformgebonden verkeer is niet exact bekend. Overeenkomstig paragraaf 5.2 is een worst-case aanname gedaan dat er een constante fractie van PM_{2.5}/PM₁₀ van 1 is. Hiermee wordt ervan uitgegaan dat alle PM₁₀ uit PM_{2.5} bestaat.

6 Resultaten

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten achtereenvolgens op het gebied van emissie (paragraaf 6.1), concentraties (paragraaf 6.2) en ten slotte op het gebied van depositie (paragraaf 6.3).

6.1 Emissie

De emissie van de luchtvaart is bepaald op basis van het aantal zogeheten LTO-cycli. In tabel 13 is een overzicht gegeven van het aantal LTO-cycli per alternatief. Een LTO-cyclus staat voor een landing en een take-off, ofwel één start en één landing.

Tabel 13 Aantal LTO-cycli per alternatief.

Alternatief	Aantal LTO-cycli	Aantal vliegtuig- en helikopterbewegingen
1 - Referentie	34.279	68.557
2	36.033	72.066
3a	38.146	76.291
3b	40.321	80.643
3c	42.434	84.868
3d	44.546	89.093

Voor de cyclus wordt een ICAO standaard gebruikt die de tijden en emissie per cyclus bepaalt. Hiermee zijn de hoeveelheden emissie onafhankelijk van eventuele routevarianten. De totale hoeveelheden emissie van het vliegverkeer (inclusief APU-gebruik) staan in tonnen per jaar in tabel 14. In Bijlage D zijn de emissies van het vliegverkeer (inclusief proefdraaien en APU-gebruik) voor de verschillende alternatieven uitgesplitst naar vliegfase.

Tabel 14 Emissie van het vliegverkeer (inclusief APU-gebruik en proefdraaien) in 2025 en per stof (getallen zijn in tonnen met uitzondering van CO₂).

Alternatief	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀ ³	EC	HC	Ben- zeen	PAK	CO ₂ [kton]	Lood (Pb)
1	194,9	168,3	15,1	4,5	5,9	1,1	6,9	0,1	0,02	35,2	0,1
2	203,9	192,7	16,4	5,1	6,8	1,2	7,5	0,1	0,02	39,9	0,1
3a	212,8	208,0	17,2	5,6	7,2	1,3	9,0	0,2	0,02	43,9	0,1
3b	224,0	224,9	18,2	6,1	7,8	1,4	10,5	0,2	0,02	48,2	0,1
3c	235,3	241,4	18,9	6,7	8,2	1,5	12,0	0,2	0,03	52,5	0,1
3d	248,8	259,0	19,9	7,2	8,8	1,6	13,4	0,2	0,03	56,9	0,1

Uit een beschouwing van tabel 14 volgt dat met het toenemen van het aantal vliegtuig- en helikopterbewegingen de hoeveelheid emissie voor alle stoffen toeneemt. Bij vergelijking van alternatief 1 en 3d treedt de grootste absolute toename op bij CO₂ en NO_x. Deze toename bedraagt dan respectievelijk 21,6 kton en 90,8 ton hetgeen overeenkomt met een toename van 61% en 54%.

³ Het PM₁₀-resultaat ten gevolge van *alleen vliegverkeer* kan tevens als PM_{2.5} gelezen worden, gelet op het uitgangspunt (vaste verhouding PM_{2.5}/PM₁₀ = 1) uit paragraaf 5.2.

De emissie van het wegverkeer (exclusief het platformgebonden wegverkeer) binnen het studiegebied is tevens uitgerekend in PluimSnelweg en gepresenteerd in tabel 15.

Tabel 15 Emissie van het wegverkeer (exclusief platformgebonden wegverkeer) per zichtjaar en per stof (getallen zijn in tonnen per jaar).

Wegverkeer		NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	NH ₃	EC
2015 actuele situatie	huidig	12.132	575	283	1.977	354	144
2025 Referentie	autonoom	5.451	532	185	1.203	418	40
2025 Groeialternatief 3d met aanleg A13-A16	autonoom + verkeersaantrekking	5.612	547	191	1.238	428	41

Uit tabel 15 volgt dat er in de referentiesituatie, met uitzondering van NH₃, sprake is van een afname van de emissie ten gevolge van het wegverkeer ten opzichte van de actuele situatie. Dit is te verklaren doordat de afname van de emissiefactoren in de komende jaren veel groter is dan de toename van de wegverkeersintensiteiten. Voor het groeialternatief 3d is er ten opzichte van de referentiesituatie sprake van een toename van de emissie. De grootste toename bedraagt niet meer dan 3,2% voor het zichtjaar 2025 (toename PM₁₀ van alternatief 3d ten opzichte van de referentie).

Op basis van de beschrijving in paragraaf 5.6 is tevens voor het platformgebonden wegverkeer een berekening gemaakt van de emissie van dit verkeer. De resultaten hiervan staan in tabel 16.

Tabel 16 Emissie van het platformgebonden wegverkeer (getallen zijn in ton per jaar met uitzondering van CO₂).

Alternatief	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC	CO ₂ [kton]	Pb
1	10,70	2,61	1,04	0,06	0,12	0,12	0,09	1,49	0,00
2	11,25	2,74	1,09	0,06	0,13	0,13	0,10	1,56	0,00
3a	11,91	2,90	1,16	0,07	0,14	0,14	0,10	1,66	0,00
3b	12,59	3,07	1,22	0,07	0,14	0,14	0,11	1,75	0,00
3c	13,25	3,23	1,29	0,07	0,15	0,15	0,11	1,84	0,00
3d	13,91	3,39	1,35	0,08	0,16	0,16	0,12	1,93	0,00

Op basis van de emissieberekening die in hoofdstuk 4 is toegelicht, is de totale hoeveelheid CO₂ ten gevolge van de LTO-cycli van het vliegverkeer en platformgebonden verkeer berekend en in tabel 17 gepresenteerd. Het aantal LTO-cycli betreft de helft van het aantal vliegtuig- en helikopterbewegingen (een beweging is een start of een landing) en is voor het jaar 2025 in de tabel opgenomen. Het bijbehorende aantal tonnen uitgestoten CO₂ is daarnaast gegeven.

Tabel 17 Totale hoeveelheden CO₂ ten gevolge van de LTO-cycli in 2025.

Alternatief	Aantal LTO-cycli	Luchtvaart CO ₂ [ton]	Platformgebonden wegverkeer CO ₂ [ton]	Totaal CO ₂ [ton]
1	34.279	35.222	1.487	36.709
2	36.033	39.881	1.563	41.444
3a	38.146	43.903	1.655	45.558
3b	40.321	48.245	1.749	49.994
3c	42.434	52.468	1.841	54.309
3d	44.546	56.867	1.933	58.800

De totale bijdrage door starts en landingen van het vliegverkeer tot 3.000 voet en het platformgebonden wegverkeer blijft voor het groeialternatief 3d in 2025 net onder 59 Kton, dit is een toename van iets meer dan 22 Kton. Het nationale beleid ten aanzien van de CO₂-emissie is om deze af te laten nemen, zoals in paragraaf 2.6 beschreven is. De doelstelling is om een afname van circa 25 Mton in 2030 te realiseren. De berekende (jaarlijkse) toename van 22 kton voor het groeialternatief 3d in 2025 is zeer klein ten opzichte van de gewenste afname in 2030, desondanks past het niet in de nationale doelstelling. Het Europese systeem voor emissiehandel (ETS) kan wat dat betreft een goed middel zijn om de CO₂-uitstoot te reduceren. Het zal de luchtvaartmaatschappijen stimuleren om de CO₂-uitstoot zoveel mogelijk te beperken. Het instellen van dit systeem is echter geen maatregel die de exploitant zelf kan nemen en dus kan hier geen invulling aan gegeven worden.

6.1.1 Geur

De belangrijkste oorzaak van mogelijke geurhinder rondom luchthavens is de kerosinegeur vanwege enerzijds landende en opstijgende vliegtuigen en anderzijds grondactiviteiten zoals taxiën en transport en overslag van kerosine. De mate van hinder is afhankelijk van de uitstoot van vluchtige organische stoffen (VOS), maar ook bijvoorbeeld van de wind op het moment van de emissie. De relatie tussen eventuele 'geurcontouren' op basis van de vluchtige organische stoffen en de ondervonden hinder is niet eenduidig vastgelegd, dit kan alleen lokaal met enquêtes worden bepaald. Om deze reden is het niet mogelijk de effecten van toekomstige geurhinder voor RTHA te kwantificeren en moet worden volstaan met het aangeven van berekende hoeveelheden geureenheden en het aangeven van de oorzaken van de geurhinder.

Tabel 18 Totale hoeveelheden geureenheden (in 10¹² geureenheden per jaar).

Alternatief	Luchtvaart	Platformgebonden wegverkeer	Totaal
1	5,00	0,02	5,02
2	5,51	0,02	5,54
3a	5,84	0,03	5,86
3b	6,20	0,03	6,22
3c	6,56	0,03	6,58
3d	6,94	0,03	6,97

Wel kan aan de hand van de uitsplitsing van de emissie van de vluchtige organische stoffen per vluchtfase een inschatting gegeven worden waar de emissie plaatsvindt. Deze uitsplitsing van de stoffen per vluchtfase is gespecificeerd in Bijlage D voor alle alternatieven. Voor de alternatieven volgt dat circa 75-80% van de VOS-emissie plaatsvindt in de idle-fase, ofwel de fase dat het vliegtuig de motoren stationair heeft draaien of dat de APU in gebruik is. Deze situaties vinden alleen plaats aan de gate of tijdens het taxiën van het vliegtuig. De verwachting is derhalve dat de grootste geurhinder direct nabij de luchthaven zou kunnen optreden.

6.1.2 Elementair koolstof

Bij de bepaling van de emissie is al aangegeven wat de hoeveelheid fijn stof (PM_{10} en $PM_{2,5}$) is die uitgestoten wordt voor de verschillende alternatieven. Eén van de fracties van fijn stof betreft de roetfractie. Uit onderzoek blijkt echter dat van alle fracties van stoffen in fijn stof, juist deze component de meeste milieu- en gezondheidsschade kan veroorzaken. Roet bestaat uit twee fracties, elementair koolstof (EC) en organisch koolstof (OC). Elementair koolstof bestaat puur uit koolstof en komt voornamelijk vrij uit een onvolledige verbranding van brandstoffen. In de buitenlandse literatuur wordt elementair koolstof ook wel aangeduid als black carbon.

Gezondheidseffecten van roet worden met name toegeschreven aan deze elementaire koolstof. Het geschatte effect van elementair koolstof op de gezondheid is divers en omvat onder andere een verhoogd risico op bloeddrukverhoging, hartritmestoornissen, hartinfarcten en longziekten.

Voor de bepaling van de fractie van elementair koolstof in fijn stof lopen diverse onderzoeken. Uit deze onderzoeken (ref. 12 en 13) volgt dat voor de luchtvaart aangehouden wordt dat 18% van $PM_{2,5}$ bestaat uit elementair koolstof. Voor het wegverkeer varieert de emissiefractie tussen 23% (benzine) tot circa 70% (diesel) van $PM_{2,5}$ afhankelijk van het type brandstof. Door middel van het toepassen van de benzine-diesel verhouding van 85%-15% is in tabel 19 een indicatie gegeven van de hoeveelheid emissie van elementair koolstof door het wegverkeer.

Tabel 19 Totale hoeveelheden ultra fijn stof en elementair koolstof ten gevolge van de luchtvaart en het wegverkeer (in tonnen per jaar).

Alternatief	Luchtvaart		Wegverkeer (incl. platform gebonden)		Totaal	
	$PM_{2,5}$	EC	$PM_{2,5}$	EC	$PM_{2,5}$	EC
1	5,9	1,1	185,12	40,1	191,02	41,2
2	6,8	1,2	ca. 186	ca. 40-41	ca. 191,8	ca. 41,3-42,3
3a	7,2	1,3	ca. 187	ca. 40-41	ca. 193,2	ca. 41,4-42,4
3b	7,8	1,4	ca. 188	ca. 40-41	ca. 195,8	ca. 41,5-42,5
3c	8,2	1,5	ca. 189	ca. 40-41	ca. 197,2	ca. 41,6-42,6
3d	8,8	1,6	191,16	41,1	199,96	42,7

Tot nu toe wordt voor handhaving vooral naar stikstofdioxide en fijn stof gekeken, omdat daar normen voor bestaan. Toch is luchtverontreiniging ook schadelijk als de concentraties stikstofdioxiden en fijn stof onder de normen liggen. Van fijn stof wordt vooral roet (EC) in relatie gebracht met gezondheidseffecten. Wegverkeer veroorzaakt de meeste uitstoot van roet. Voor elke

0,5 µg/m³ roet extra waaraan mensen langdurig blootstaan, leven zij gemiddeld drie maanden korter (ref 15). De concentraties van het wegverkeer zijn in paragraaf 6.2.4 gepresenteerd.

6.2 Concentraties

Dit hoofdstuk beschrijft de resultaten van de concentratieberekeningen. In paragraaf 6.2.1 is een overzicht gegeven van de totale concentraties. Daarna volgen de resulterende achtergrondconcentraties (paragraaf 6.2.2), de bijdrage van alleen het vliegverkeer (paragraaf 6.2.3), de bijdrage van alleen het wegverkeer (paragraaf 6.2.4) en ten slotte volgt de beoordeling in paragraaf 6.2.5.

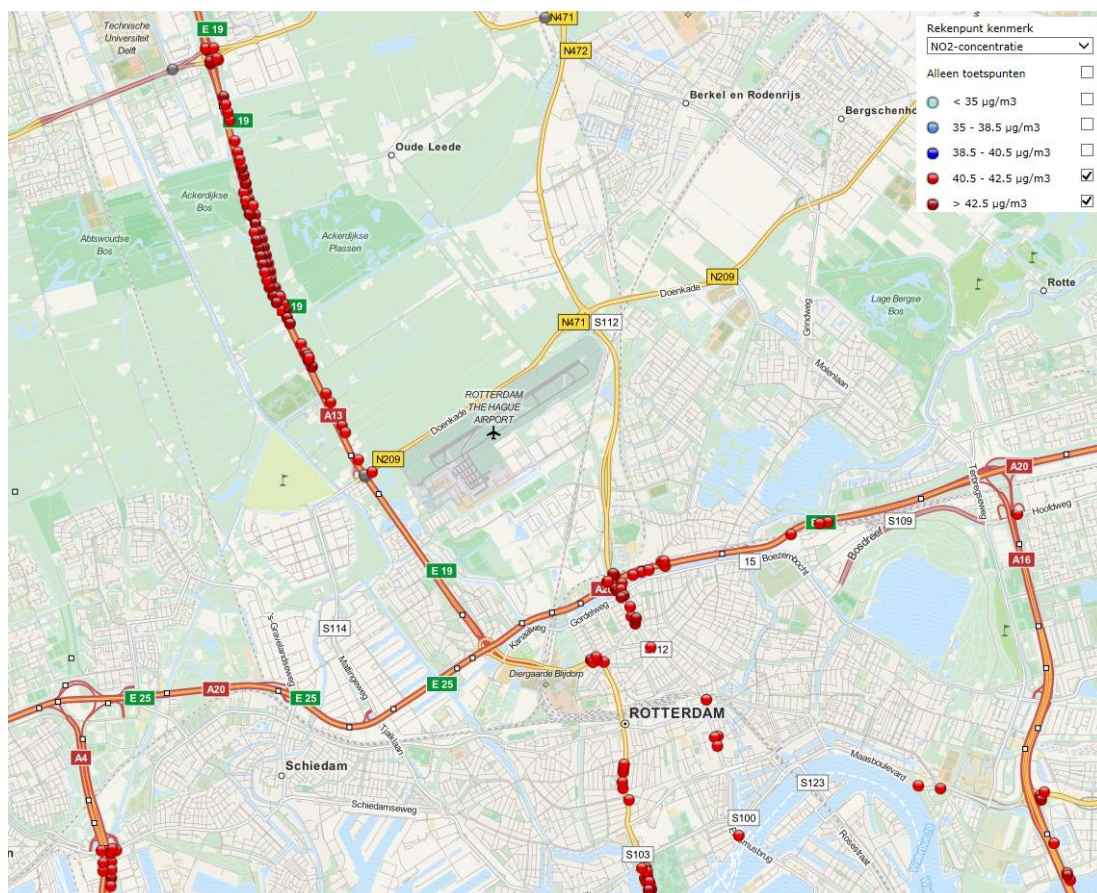
6.2.1 Totale concentraties

De maximale waarden voor de jaargemiddelde concentraties zijn bepaald binnen het studiegebied waarbij er rekening is gehouden met het toepasbaarheidsbeginsel uit artikel 5.19 lid 2 van de Wet milieubeheer. De gebieden op de snelweg zelf en het gebied binnen het luchtvaartterrein zijn uitgesloten.

Tabel 20 Maximale NO₂, PM₁₀ en PM_{2.5} -concentraties in het studiegebied (de wegen en het luchtvaartterrein buiten beschouwing gelaten).

Jaargemiddelde concentraties [µg/m³] in studiegebied alle bronnen samen	NO₂ Max	PM₁₀ Max	PM_{2.5} Max
2015 Actuele situatie	50,29	28,66	17,97
2025 Referentiealternatief	37,67	25,75	15,61
2025 Groeialternatief 3d met aanleg A13-A16	37,72	25,75	15,67

Relevant voor toetsing aan de grenswaarden uit de Wet milieubeheer is het jaar 2015, als eerste jaar waarin zich de eerste effecten voordoen. Tevens is het jaar 2025 relevant, 10 jaar na realisatie, en is belangrijk voor de effectvergelijking op de lange termijn. Wat uit de rekenresultaten blijkt, is dat de NO₂-concentratie in de actuele situatie voor enkele locaties boven de grens van 40 µg/m³ uit komt. De gebieden waar dit plaatsvindt liggen alle nabij snel- en hoofdwegen, de luchtvaart draagt daar echter niet in betekenende waarde bij aan de concentraties. De hoogste waarde in het studiegebied is gesitueerd in een rekenpunt langs de A13 (Rijksstraatweg in Delft). Dit komt ook overeen met de rekenresultaten uit het NSL, zie figuur 4. Er liggen 31 woningen in het gebied wat in de actuele situatie een waarde hoger dan 40 µg/m³ heeft, deze woningen liggen met name in Rotterdam in de nabijheid van de snelweg A20. De bijdragen van de achtergrondconcentraties en het wegverkeer zijn in 2015 relatief hoog ten opzichte van 2025. De bijdrage van het vliegverkeer in deze locaties is zeer gering.

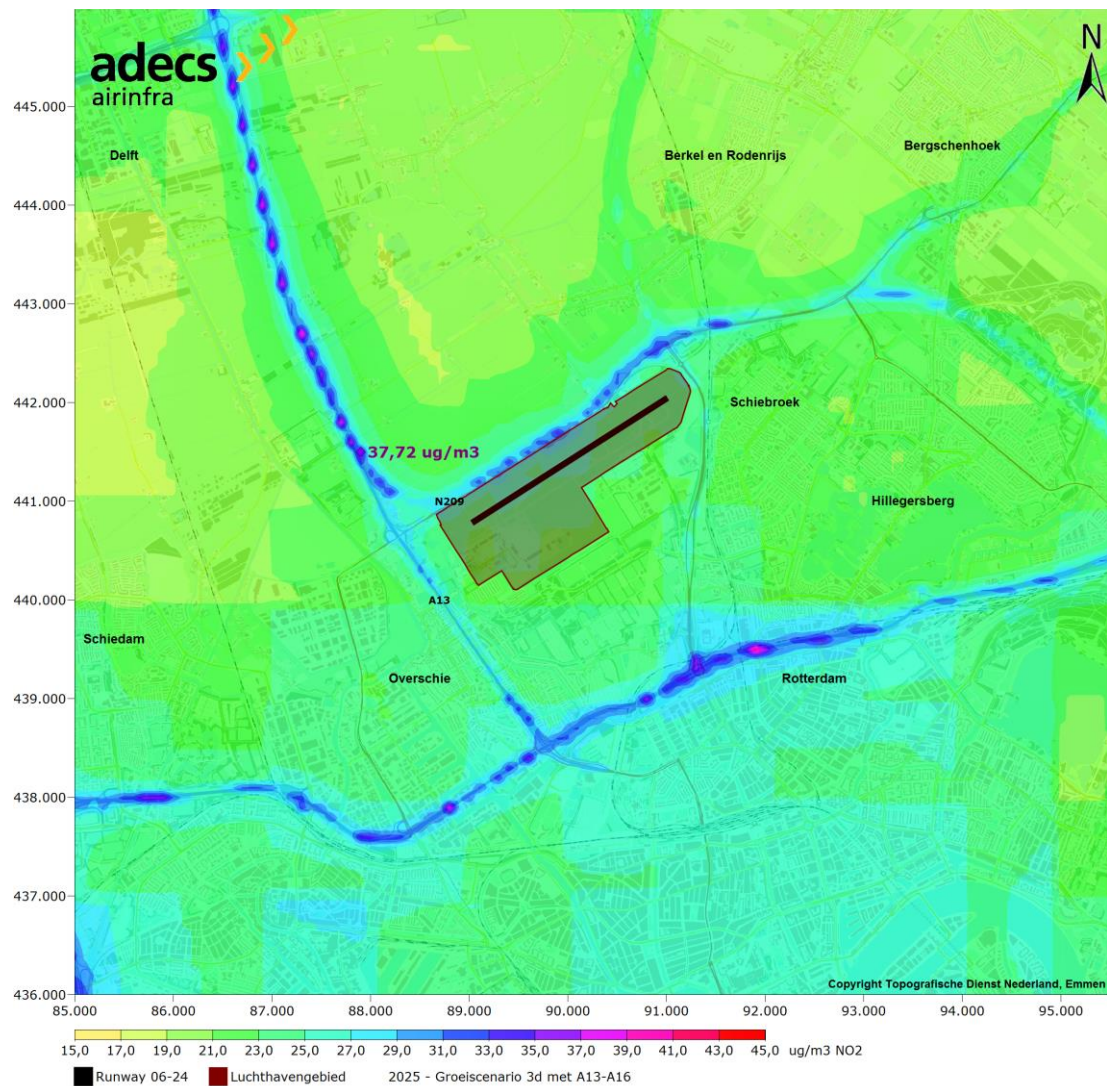


Figuur 4 Overzicht van rekenpunten uit het NSL die voor het huidige jaar 2015 een waarde van $40,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ NO_2 of hoger hebben.

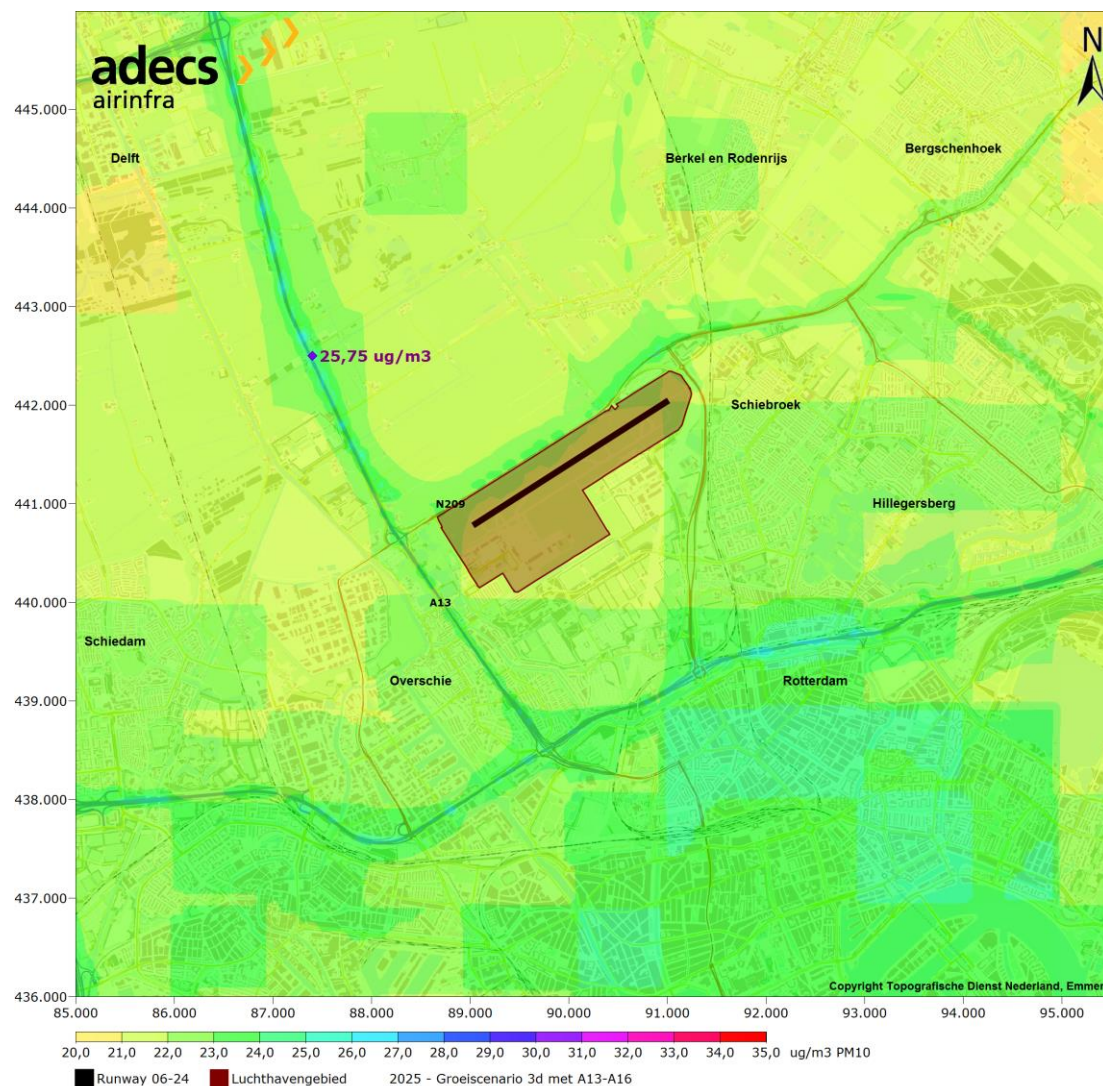
In het jaar 2025 geldt zowel voor het referentiealternatief als het grootste groeialternatief 3d dat de NO_2 -concentratie onder de grens van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ blijven. De afname ten opzichte van 2015 wordt veroorzaakt door de afnemende trend van achtergrondconcentraties en emissiefactoren van het wegverkeer. Toetsing aan de grenswaarden is beschreven in paragraaf 6.2.5. De PM_{10} -jaargemiddelde concentratie blijft zowel in de actuele situatie als in 2025 voor alle alternatieven ruim onder de grenswaarde.

Ter illustratie is voor het jaar 2025 het resultaat ten gevolge van alternatief 3d getoond in figuur 5 en figuur 6. Figuur 5 toont de jaargemiddelde concentratie NO_2 in het studiegebied. Figuur 6 laat de jaargemiddelde concentratie PM_{10} zien. De ligging van de maxima is in de figuren aangegeven. De ligging van maxima varieert vanwege de veranderde bijdragen van het vliegverkeer, het wegverkeer en de achtergrondconcentratie.

Het aantal overschrijdingsdagen waarbij de daggemiddelde concentratie PM_{10} hoger is dan $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wordt bepaald uit een standaardrelatie met de jaargemiddelde concentratie conform SRM2. Het aantal overschrijdingsdagen mag maximaal 35 zijn, wat op basis van deze relatie overeenkomt met een jaargemiddelde concentratie van $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De relatie is toegepast op de cumulatieve resultaten van PM_{10} . Het maatgevende alternatieven is de actuele situatie 2015. De maximum PM_{10} -bijdrage is dan $27,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wat overeenkomt met 21 overschrijdingsdagen (zonder correctie voor zeezout) en hiermee niet de 35 overschrijdt.



Figuur 5 Resulterende jaargemiddelde concentratie NO_2 voor het groeialternatief 3d met aanleg A13-A16 voor het zichtjaar 2025.



Figuur 6 Resulterende jaargemiddelde concentratie PM_{10} voor het groeialternatief 3d met aanleg A13-A16 voor het zichtjaar 2025.

6.2.2 Achtergrondconcentraties

De grootste bijdrage aan de totale concentraties wordt geleverd door de reeds aanwezige achtergrondconcentraties. Het bereik (minimaal tot maximaal) is in tabel 21 per zichtjaar getoond. Dit bereik geldt voor het studiegebied rondom RTHA.

Tabel 21 Minimale en maximale achtergrondconcentraties in het studiegebied (bron: gcn 2013).

Jaargemiddelde concentraties [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in studiegebied ten gevolge van achtergrond						
Grenswaarde	NO ₂		PM ₁₀		PM _{2.5}	
	40		40		25	
	Min -	Max	Min -	Max	Min -	Max
2015	14,2	30,2	20,1	31,0	12,6	18,8
2025	13,9	30,2	19,5	32,3	12,0	17,9

Uit de cijfers uit tabel 21 blijkt dat er nog een ruimte bestaat tot de grenswaarde van 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor NO₂ of PM₁₀ of 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM_{2.5}. De minimale waarden zijn afnemend, maar dat geldt niet voor alle stoffen bij de maximale waarden.

6.2.3 Vliegverkeer

De bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentraties concentreert zich rondom de luchthaven. De maxima voor NO₂ en PM₁₀ die zijn gevonden in het studiegebied zijn in tabel 22 genoemd.

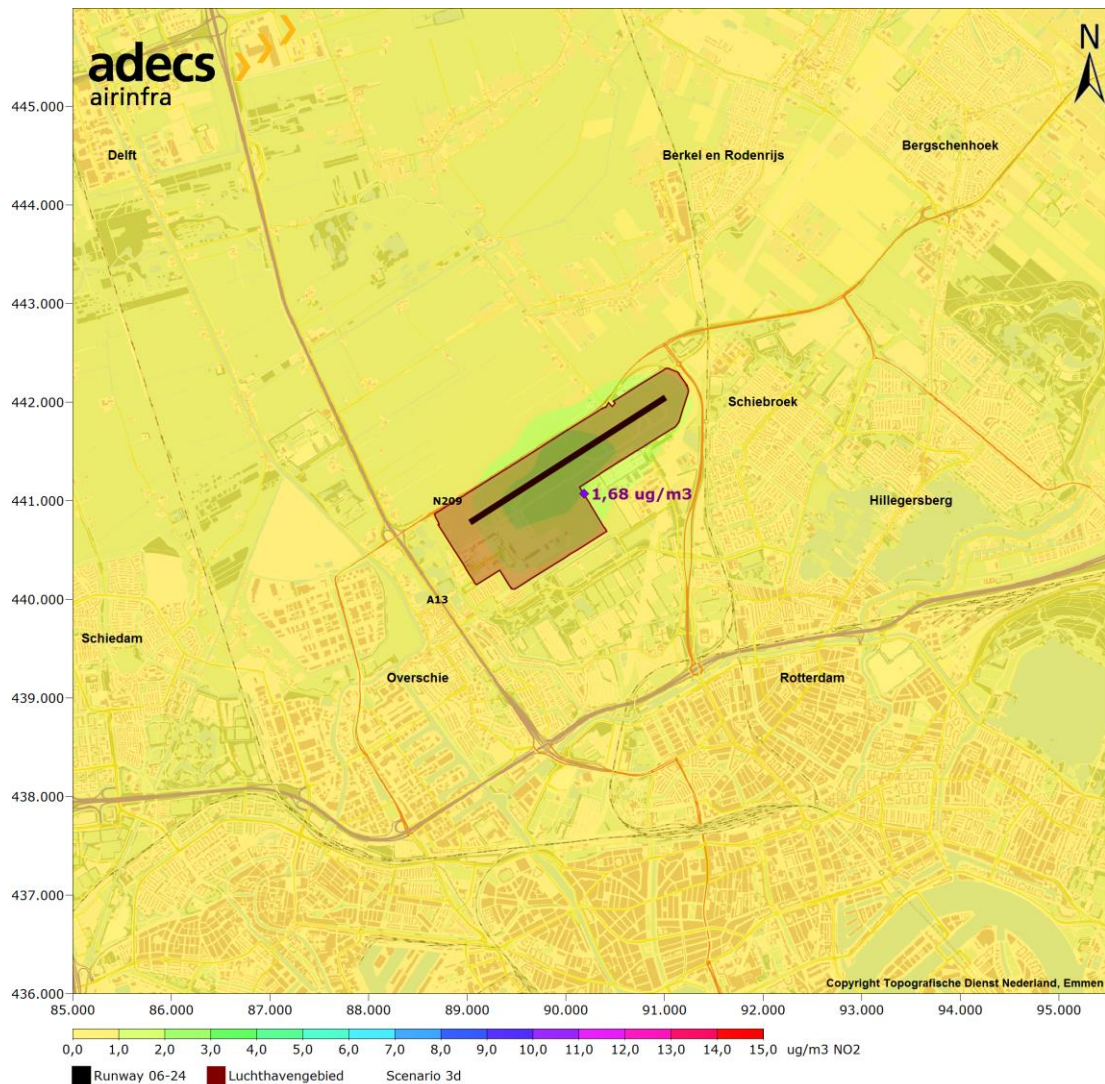
Tabel 22 Bijdrage vliegverkeer: maxima jaargemiddelde concentraties.

Jaargemiddelde concentraties [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] bijdrage vliegverkeer in studiegebied		
Alternatief (zichtjaar 2025)	NO ₂ (direct)	PM ₁₀ ⁴
	Max	Max
1	1,16	0,10
2	1,29	0,10
3a	1,43	0,13
3b	1,51	0,13
3c	1,60	0,14
3d	1,68	0,15

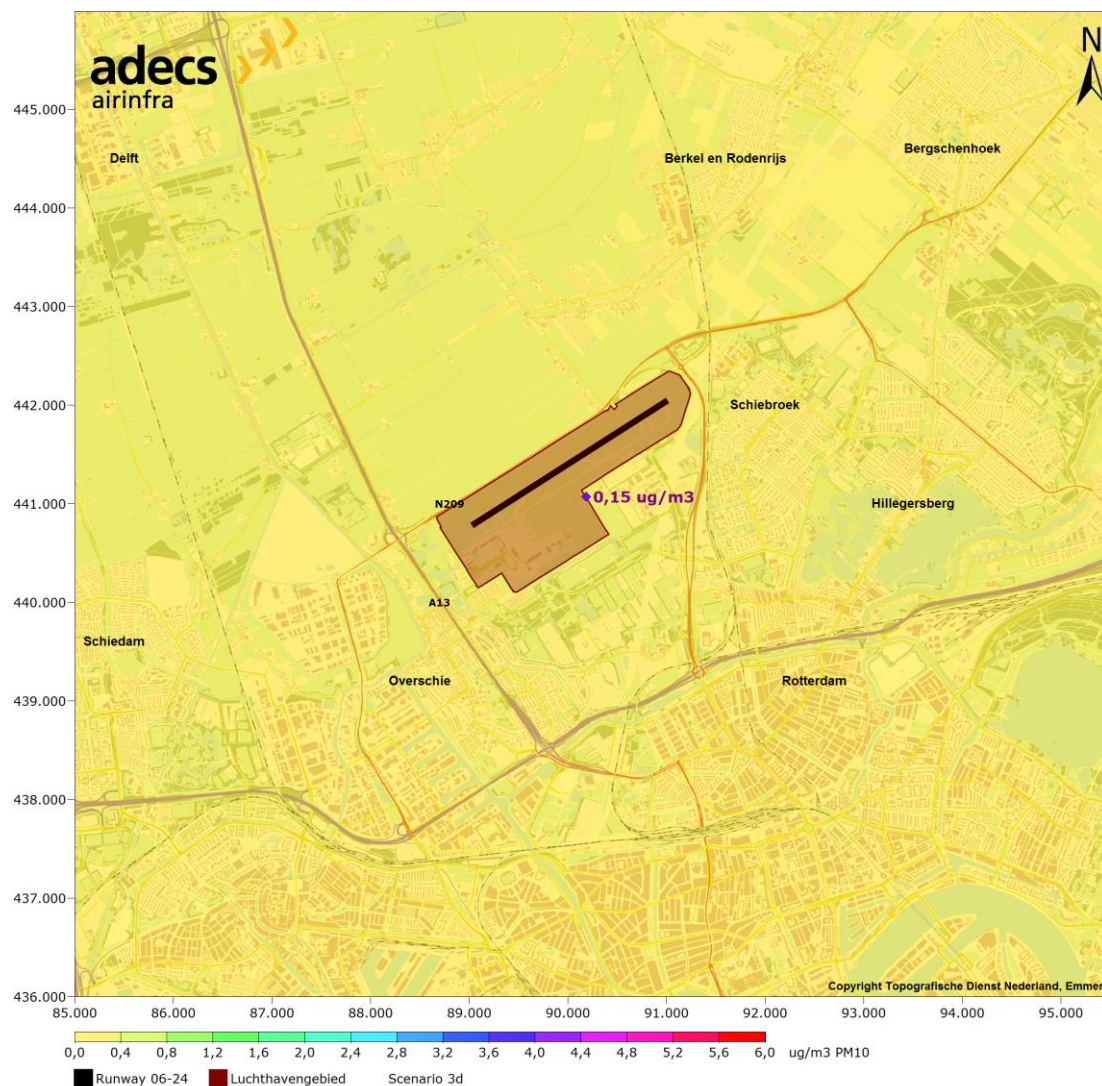
Figuur 7 en figuur 8 tonen hoe de bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentraties zich verspreidt voor NO₂ en PM₁₀ voor het groeialternatief 3d in 2025. Voor de overige alternatieven zijn deze figuren in Bijlage E opgenomen. De bijdrage van het vliegtuigverkeer is beperkt ten opzichte van de reeds aanwezige achtergrondconcentratie. De bijdrage aan de PM₁₀-concentraties door het vliegtuigverkeer is nog kleiner dan de bijdrage aan de NO₂-concentraties. De grootste bijdrage wordt geleverd door het gebruik van de APU's op de opstelplaatsen en het taxiën van en naar de baan. Deze locaties liggen echter op het luchthaventerrein zelf, waardoor deze uitgesloten mogen worden. Het maximum (voor zowel NO₂ als PM₁₀) buiten het luchthaventerrein ligt ten oosten

⁴ Het PM₁₀ resultaat kan tevens als PM_{2.5} gelezen worden, gelet op het uitgangspunt (vaste verhouding PM_{2.5}/PM₁₀ = 1) uit paragraaf 5.2

van de startbaan en ten noordoosten van de opstelplaatsen. Deze locatie is ook in de figuren aangegeven.



Figuur 7 Bijdrage van het vliegverkeer (groeialternatieven 3d) aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ in 2025.



Figuur 8 Bijdrage van het vliegverkeer (groeialternatieven 3d) aan de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ in 2025.

6.2.4 Wegverkeer

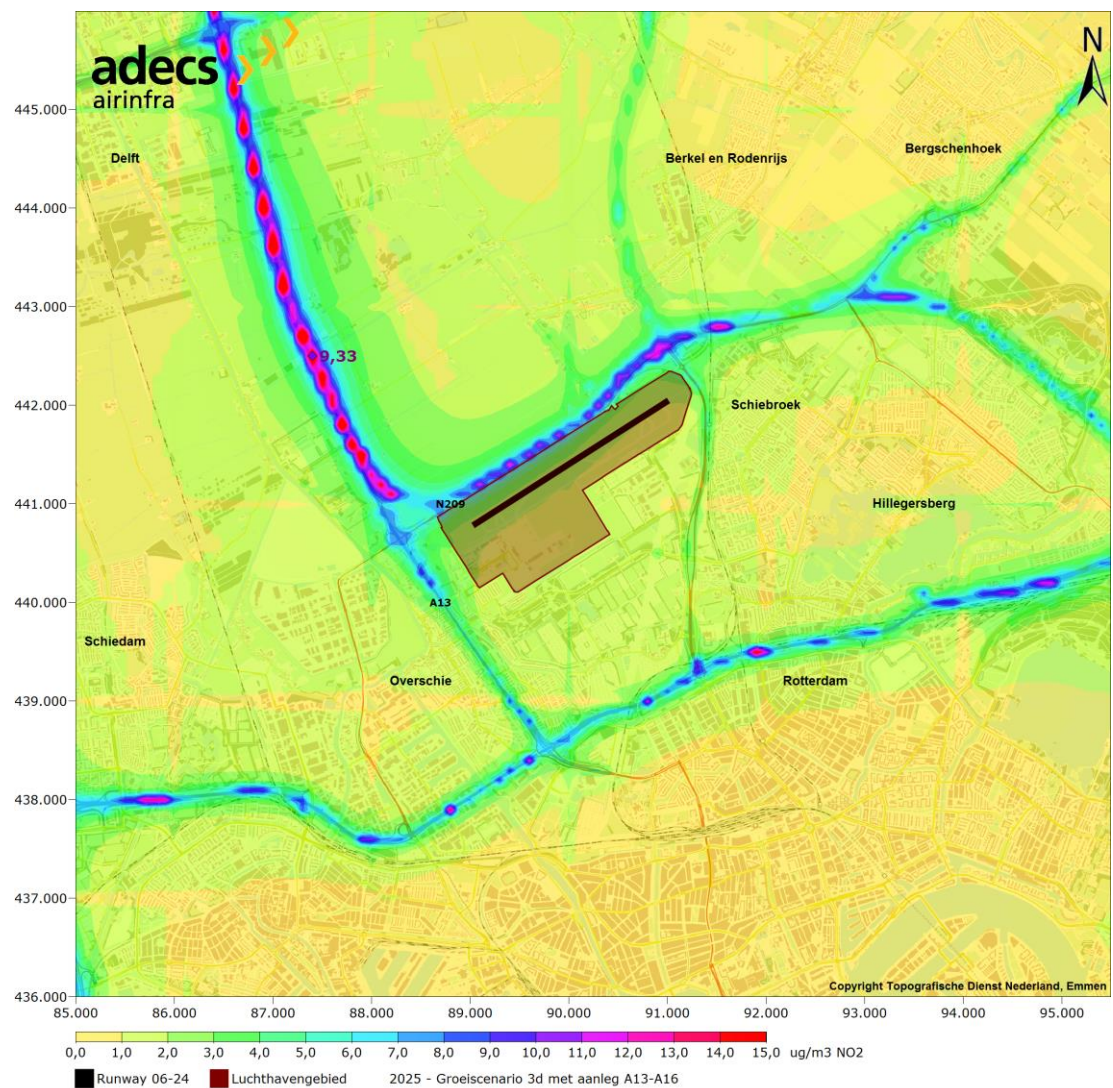
In tabel 23 zijn de gevonden maxima weergegeven voor de bijdrage van het wegverkeer in de diverse doorgerekende alternatieven. Tot nu toe wordt voor handhaving vooral naar stikstofdioxide en fijn stof gekeken, omdat daar normen voor bestaan. Toch is luchtverontreiniging ook schadelijk als de concentraties stikstofdioxiden en fijn stof onder de normen liggen. Van fijn stof wordt vooral roet (EC) in relatie gebracht met gezondheidseffecten. Wegverkeer veroorzaakt de meeste uitstoot van roet. Voor elke 0,5 µg/m³ roet extra waaraan mensen langdurig blootstaan, leven zij gemiddeld drie maanden korter (ref 15).

Tabel 23 Bijdrage wegverkeer: maxima jaargemiddelde concentraties (de wegen zelf buiten beschouwing gelaten).

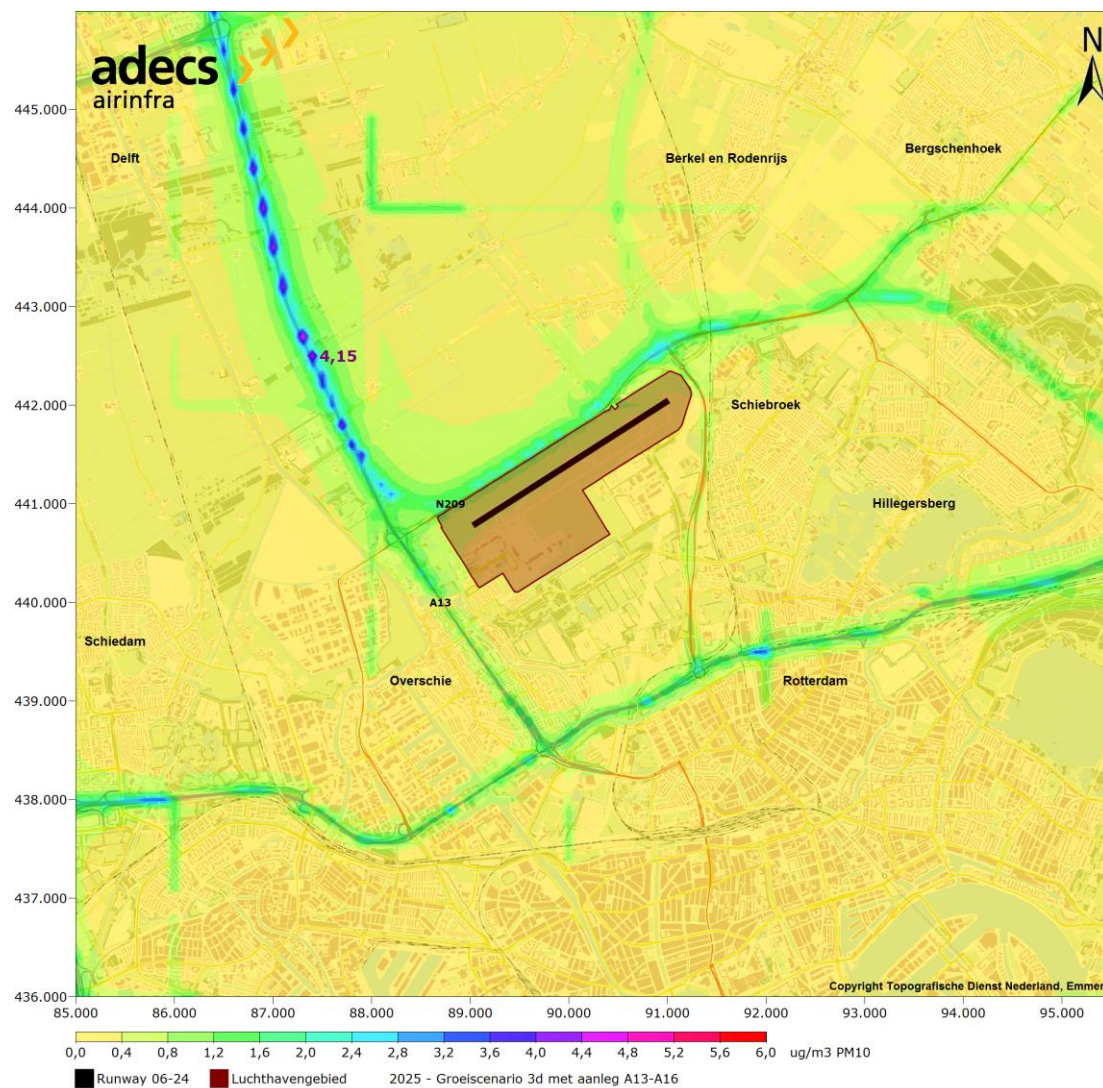
Jaargemiddelde concentraties [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] bijdrage wegverkeer in studiegebied				
	NO₂ (direct)	PM₁₀	PM_{2,5}	EC
	Max	Max	Max	Max
2015 Actuele situatie	13,68	4,26	2,05	1,06
2025 Referentie alternatief	9,33	4,15	1,45	0,31
2025 Groeialternatief 3d met aanleg A13-A16	9,33	4,15	1,45	0,31

Ten opzichte van 2015 (actuele situatie) worden alle resulterende maxima in 2025 lager, ondanks toenemende verkeersintensiteiten. Dit is te verklaren doordat de afname van de emissiefactoren veel groter is dan de toename van de wegverkeersintensiteiten. De verschillen tussen het referentiealternatief en het groeialternatief 3d zijn minimaal doordat de maximale waarden ver van de luchthaven gelegen zijn. Uit de concentratieberekeningen van elementair koolstof (EC) volgt dat er in 2025 een afname ontstaat ten opzichte van 2015 van circa $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze afname wordt veroorzaakt door de autonome ontwikkeling, de ontwikkeling van de luchthaven zorgt niet voor een significante toename. De afname van circa $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zou voor mensen die hier langdurig aan blootstaan betekenen dat zij circa vier maanden langer kunnen leven.

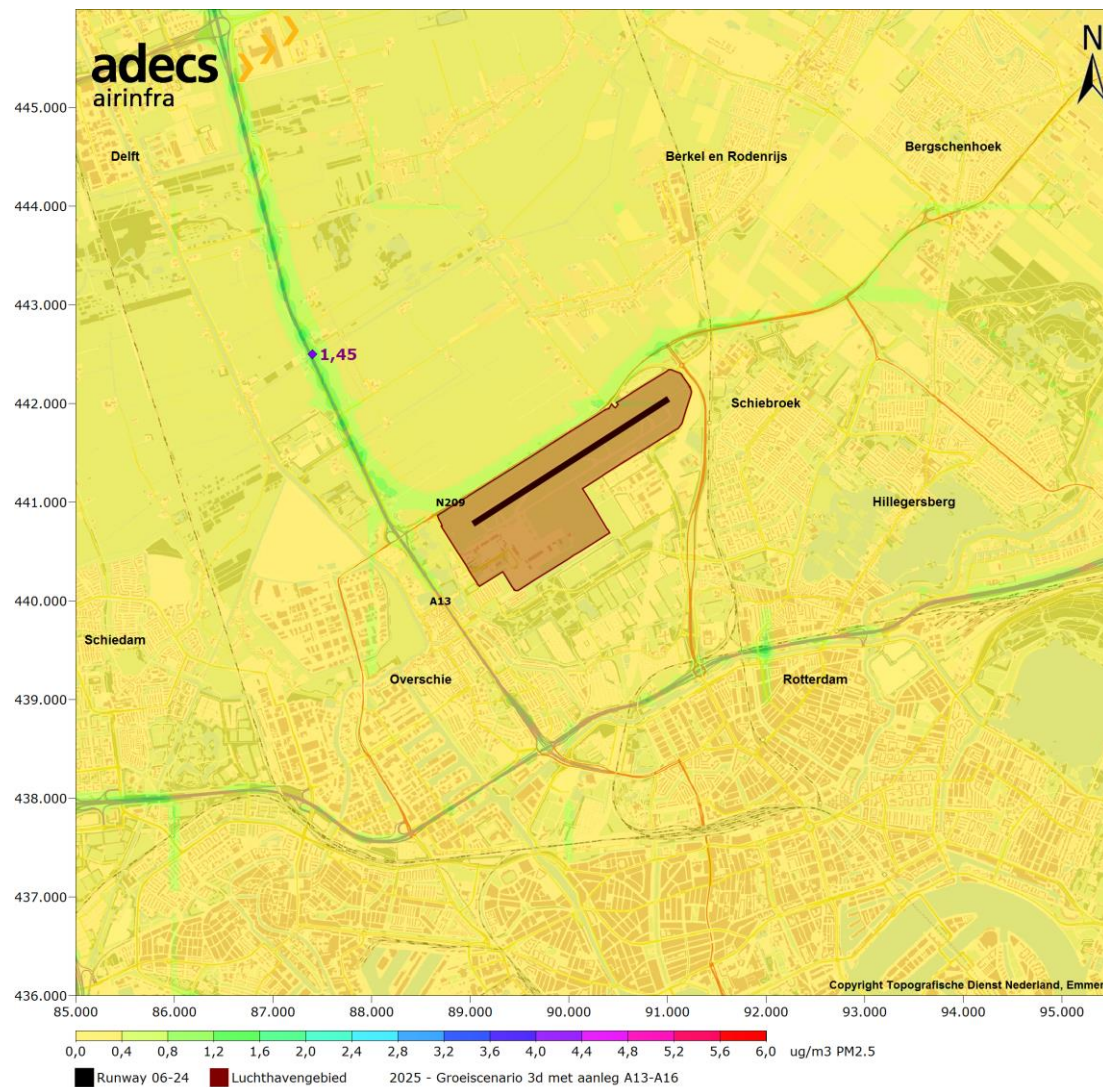
In figuur 9 tot en met figuur 11 zijn respectievelijk de NO₂-, de PM₁₀- en de PM_{2,5}-jaargemiddelden gepresenteerd van alleen het wegverkeer in het groeialternatief 3d in 2025, waarbij de snelweg A13-A16 aangelegd wordt. Uit deze figuren blijkt dat het maximum in alle gevallen op de snelweg A13 gelegen is. Na het uitsluiten van de wegen zelf ligt het maximum, zoals vermeld in tabel 23, op een locatie net naast de snelweg A13.



Figuur 9 Bijdrage van het wegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ voor groeialternatief 3d met aanleg A13-A16 in 2025.



Figuur 10 Bijdrage van het wegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ voor groeialternatief 3d met aanleg A13-A16 in 2025.



Figuur 11 Bijdrage van het wegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie PM_{2.5} voor groeialternatief 3d met aanleg A13-A16 in 2025.

6.2.5 Beoordeling

Ondanks dat er geen sprake is van officiële toetsing aan de grenswaarden zijn de resultaten wel beoordeeld door deze te vergelijken met de grenswaarden. Uit tabel 20 in paragraaf 6.2.1 is af te lezen dat de jaargemiddelde concentratie NO₂ die berekend is voor 2015 hoger is dan de grenswaarde van 40 µg/m³, met een maximale concentratie van 50,29 µg/m³. De overschrijdingen vinden plaats rond snel- en hoofdwegen. Er liggen 31 woningen in het gebied waar de 40 µg/m³ wordt overschreden. De bijdrage van de luchtvaart ter plaatse is zeer klein. Voor PM₁₀ zijn er geen overschrijdingen voor de actuele situatie.

Voor het referentie- en het groeialternatief 3d (met aanleg van A13-A16) in 2025 zijn de maximale waarden respectievelijk 37,67 µg/m³ en 37,72 µg/m³ en dus lager dan de grenswaarde van 40 µg/m³. De locatie met deze maximale waarde ligt net naast de snelweg A13 tussen de N209 en Delft-Zuid. Alle andere resultaten leiden ook niet tot een overschrijding.

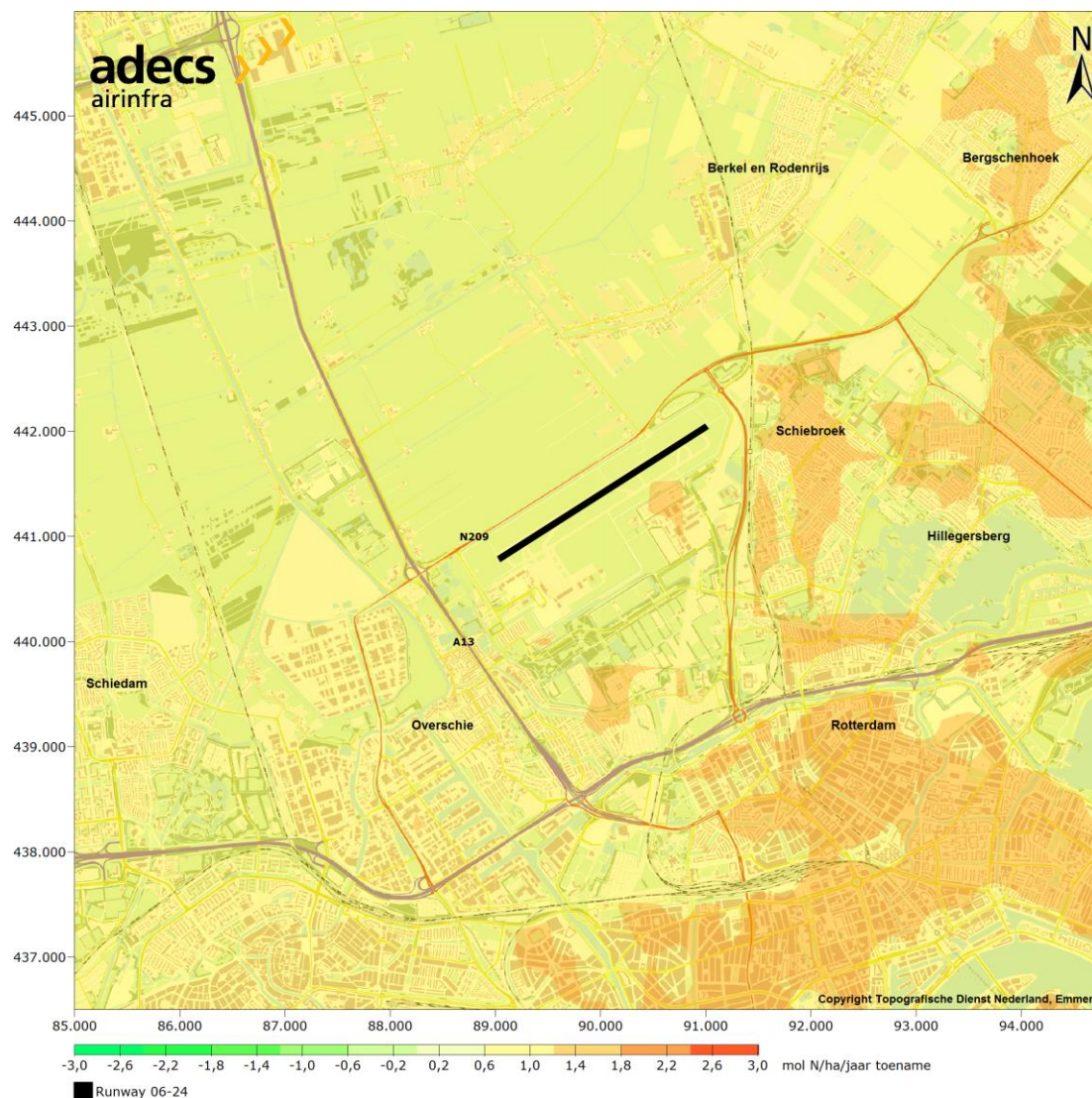
De resultaten voor luchtkwaliteit laten zien dat er geen knelpunten ontstaan vanwege het groeialternatief 3d voor RTHA. Alle andere alternatieven bestaan uit minder vliegtuig- en voertuigbewegingen, waardoor deze resultaten alleen maar lager zullen uitvallen. Alleen voor de actuele situatie zijn er overschrijdingen.

6.3 Stikstofdepositie

Deze paragraaf beschrijft de resultaten van de stikstofberekeningen van het weg- en luchtverkeer. Voor de stikstofdepositie is de af-/toename ten opzichte van de referentie van belang. Derhalve zijn in deze paragraaf de toename ten gevolge van het luchtverkeer en van het wegverkeer gepresenteerd. In paragraaf 6.3.1 zijn de verschillen ten gevolge van alleen het wegverkeer gepresenteerd voor het zichtjaar 2025. In Bijlage F zijn de absolute bijdragen opgenomen van zowel het wegverkeer als het luchtverkeer. Tevens is de depositie van het luchtverkeer voor de verschillende varianten daar gepresenteerd.

6.3.1 Wegverkeer

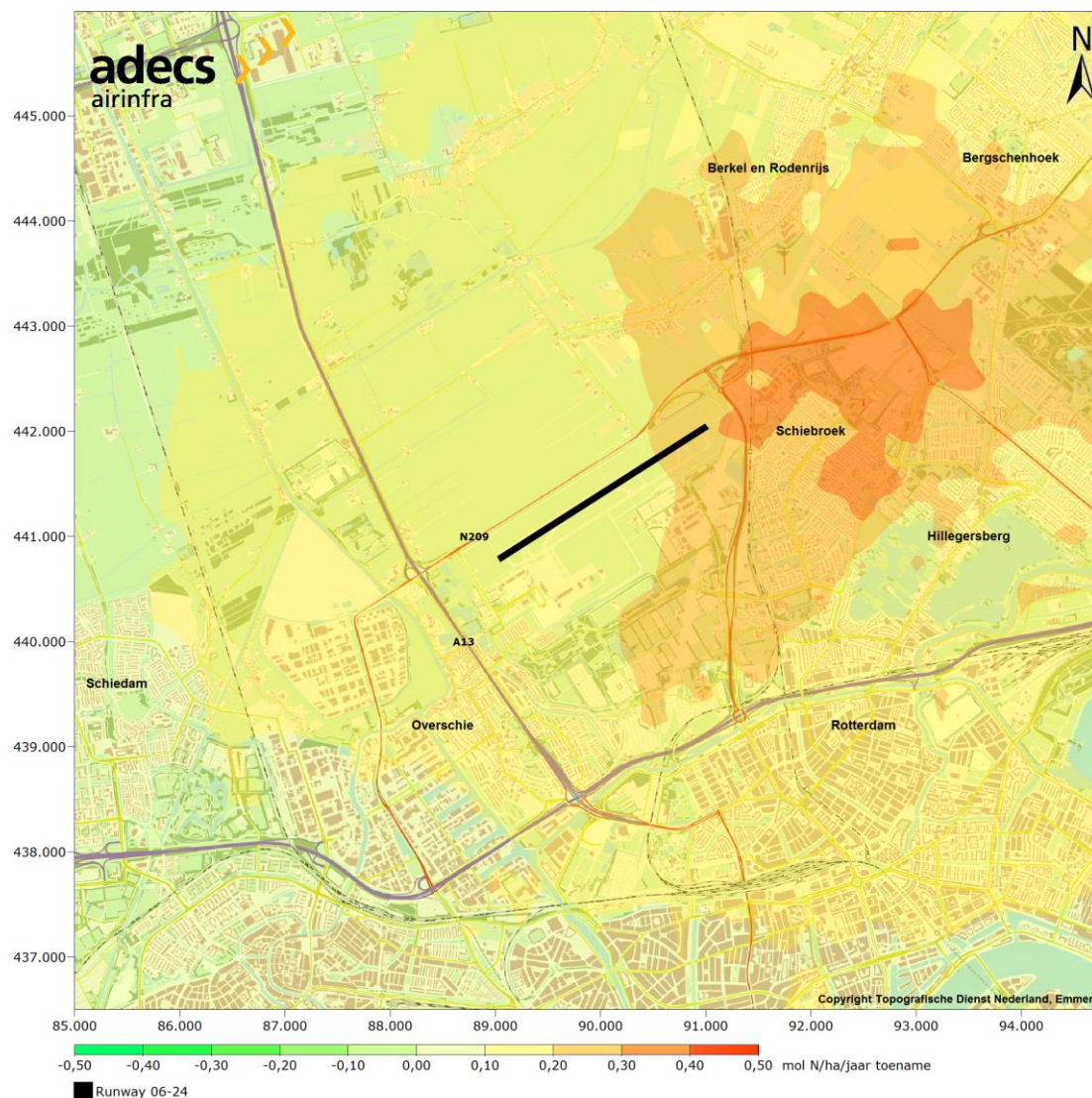
De relatieve toename van de stikstofdepositie ten gevolge van het wegverkeer van het groeialternatief 3d met aanleg A13-A16 in 2025 ten opzichte van het referentiealternatief in 2025 is gepresenteerd in figuur 12. Uit de resultaten blijkt dat in de directe omgeving van de luchthaven een relatieve toename van maximaal 1,5 mol/ha/jaar optreedt. Verder van de luchthaven af neemt dit af. In de omgeving van het meest dichtbijgelegen natuurgebied waar stikstofdepositie van belang kan zijn (omgeving Hoek van Holland/Den Haag) bedraagt de relatieve toename minder dan 0,05 mol/ha/jaar.



Figuur 12 Depositietoename (in mol/ha/jaar) ten gevolge van de wegverkeerveranderingen in 2025 (groeialternatief 3d met aanleg A13-A16 t.o.v. referentie alternatief).

6.3.2 Luchtvaart

De relatieve toename van de stikstofdepositie ten gevolge van de luchtvaart van het groeialternatief 3d 2025 ten opzichte van het referentiealternatief in 2025 is gepresenteerd in figuur 13. Uit de resultaten blijkt dat in de directe omgeving van de luchthaven een relatieve toename van maximaal 0,6 mol/ha/jaar optreedt. Verder van de luchthaven af neemt dit af, op een afstand van 4 kilometer van de luchthaven is de relatieve toename al (ruim) minder dan 0,3 mol/ha/jaar.



Figuur 13 Stikstofdepositietoename (in mol/ha/jaar) ten gevolge van het vliegverkeer voor het groeialternatief 3d in 2025 ten opzichte van het referentiealternatief 2025. De hogere depositiebijdragen aan de (noord)oostzijde worden veroorzaakt door de winddistributie.

7 Conclusies

Om inzicht te geven in de gevolgen voor de luchtkwaliteit in de omgeving van RTHA is voor het MER een onderzoek uitgevoerd naar de luchtkwaliteit. De effecten van luchtkwaliteit zijn voor de verschillende alternatieven beoordeeld.

De jaargemiddelde concentratie NO_2 die berekend is voor de actuele situatie (2015) is hoger dan de grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, met een maximale concentratie van $50,29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De overschrijdingen vinden plaats rond snel- en hoofdwegen, de luchtvaart draagt daar echter niet in betekenende waarde aan bij. Er liggen 31 woningen in het gebied waar de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ wordt overschreden. De oorzaak ligt in de relatief hoge bijdrage van het wegverkeer en achtergrondconcentraties. De bijdrage van de luchtvaart ter plaatse is zeer klein. Voor PM_{10} en andere stoffen zijn er geen overschrijdingen voor de actuele situatie.

De autonome ontwikkeling naar 2025 (referentiesituatie) laat een afname zien van de jaargemiddelde concentraties, vanwege daling van de achtergrondconcentraties en afname van de emissiefactoren van het wegverkeer. De jaargemiddelde concentratie van NO_2 daalt dan naar $37,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en er zijn daarmee geen overschrijdingen van de wettelijke normen.

Bij realisatie van het grootste alternatief (groeialternatief 3d) zijn er voor de jaargemiddelde concentraties NO_2 en PM_{10} geen overschrijdingen van de wettelijke normen. De resultaten voor luchtkwaliteit laten zien dat er op dit gebied in 2025 geen knelpunten ontstaan.

Tot nu toe wordt voor handhaving vooral naar stikstofdioxide en fijn stof gekeken, omdat daar normen voor bestaan. De Commissie voor de m.e.r. stelt dat luchtverontreiniging ook schadelijk kan zijn als de concentraties stikstofdioxiden en fijn stof onder de normen liggen. Van fijn stof wordt vooral roet (EC) in relatie gebracht met gezondheidseffecten. Wegverkeer veroorzaakt de meeste uitstoot van roet. Voor elke $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ roet extra waaraan mensen langdurig blootstaan, leven zij gemiddeld drie maanden korter. Uit de concentratieberekeningen van elementair koolstof (EC) volgt dat er in 2025 een afname ontstaat ten opzichte van 2015 van circa $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze afname wordt veroorzaakt door de autonome ontwikkeling, de ontwikkeling van de luchthaven zorgt niet voor een significante toename. De afname van circa $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zou voor mensen die hier langdurig aan blootstaan betekenen dat zij circa 4 maanden langer kunnen leven.

Op het gebied van emissie hebben de (groei)alternatieven tot gevolg dat er een toename ontstaat van alle onderzochte stoffen, met name de toename van CO_2 is aanzienlijk en in strijd met het voorgenomen beleid om de CO_2 -uitstoot te reduceren. Specifiek voor luchthavens gelden er echter geen begrenzingen voor de uitstoot van CO_2 . Wel biedt de EU ETS voor luchtvaartmaatschappijen een oplossing hiervoor. De emissie van NO_x en PM_{10} neemt ook toe. Dit leidt echter niet tot een overschrijding van de wettelijke normen voor deze stoffen, zoals ook al bleek uit de concentratieberekeningen van deze stoffen.

In dit onderzoek is ook de depositie van stikstof berekend en geanalyseerd. De resultaten geven aan dat er een (beperkte) toename ontstaat van de stikstofdepositie in met name de directe omgeving van de luchthaven. Ten gevolge van de toename van het wegverkeer is zeer nabij de luchthaven een

toename van maximaal 1,5 mol/ha/jaar inclusief de ingebruikname van de A13-A16, in de omgeving van het meest dichtbijgelegen natuurgebied waar stikstofdepositie van belang kan zijn (omgeving Hoek van Holland / Den Haag) bedraagt deze toename minder dan 0,05 mol/ha/jaar. Ten gevolge van het vliegverkeer is de toename veel lager, zeer dicht bij de luchthaven gaat het om een toename van maximaal 0,6 mol/ha/jaar en op ruim vier kilometer van de luchthaven is dit al afgenomen naar (ruim) minder dan 0,3 mol/ha/jaar. In de omgeving van het meest dichtbijgelegen natuurgebied waar stikstofdepositie van belang kan zijn bedraagt deze toename minder dan 0,01 mol/ha/jaar. Daarmee is de totale toename ten gevolge van weg en vliegverkeer dicht bij de luchthaven maximaal 2,1 mol/ha/jaar, en ter plaatse van het meest dichtbijgelegen natuurgebied minder dan 0,05 mol/ha/jaar. Ter vergelijking: de verwachte depositie in de gevoelige gebieden voor 2025 ligt iets onder de 1.000 mol/ha/jaar (ref. 18). Doordat de verwachte toename minder dan 0,05 mol/ha/jaar bedraagt is een toetsing in het kader van de PAS niet aan de orde.

8 Leemten in kennis

Modelonzekerheden

Onzekerheden luchtkwaliteit vliegverkeer

De modellering van de emissie van een bewegende puntbron tot een bijdrage aan de concentratie in de lucht op een bepaalde locatie bevat veel onzekerheden. De beschikbaarheid van metingen en validatie van modelparameters is tot op heden niet toereikend. Vergelijkingen tussen verschillende modellen wijzen op grote verschillen. Effecten die mogelijk niet (volledig) worden meegenomen zijn de richting van de uitlaat, de snelheid van de bron, de (initiële) stijging van de pluim, warmte-inhoud en het verschil tussen één, twee of vier motoren.

Door alleen de nominale grondpaden en standaardhoogteprofielen te gebruiken worden de locaties waar de vliegtuigen zich in de berekening bevinden, geconcentreerd. In werkelijkheid bestaat er een spreiding van locaties (x,y,z) rondom deze gemodelleerde paden.

De verwachting is wel dat de resultaten van de berekening een indicatie geven van de effecten. Rondom regionale luchthavens is tot op heden de bijdrage van het vliegverkeer aan de concentraties niet meetbaar of niet te onderscheiden van de reeds aanwezige achtergrondconcentraties.

Onzekerheid rekenmodel concentraties vliegverkeer

Vanwege het ontbreken van een rekenvoorschrift voor het uitvoeren van luchtkwaliteitsberekeningen ten gevolge van vliegverkeer en de daarbij horende validatie, bestaat er een onzekerheid over de uitkomsten van de concentratieberekeningen ten gevolge van het vliegverkeer. In voorgaande milieueffectrapportages voor o.a. RTHA, Maastricht Aachen Airport, Twente Airport en Groningen Airport Eelde is dit model ook gehanteerd en vonden experts van de Raad van State en de Commissie voor de m.e.r. de conclusies gerechtvaardigd ondanks de onzekerheden in de berekeningen.

Onzekerheid motortype (piston) vliegverkeer

Bij het bepalen van de emissie ten gevolge van vliegverkeer wordt uitgegaan van een bepaalde standaardmotor voor een vliegtuigtype. Voor vliegverkeer dat met zuigermotoren vliegt, kan het voorkomen dat er aanpassingen aan de motor gedaan zijn, die gevolgen hebben voor de emissies van die motor. Denk bijvoorbeeld aan motoraanpassingen waardoor het vliegtuig niet meer van Avgas (loodhoudende benzine) gebruik maakt, maar van Mogas (loodvrije benzine) gebruik kan maken. Dit is vergelijkbaar met een auto met een benzinemotor, waar een lpg-installatie ingebouwd wordt. Voor vliegverkeer met straalmotoren zijn aanpassingen aan de motor minder voorkomend en blijft het soort brandstof ook ongewijzigd. In dit onderzoek is in de berekeningen van de emissie geen rekening gehouden met specifieke aanpassingen aan de standaardmotoren.

Ultrafijn stof

De Tweede Kamer heeft in december 2014 aan het Ministerie van Infrastructuur en Milieu per brief gevraagd om onderzoek te doen naar de gevolgen van ultrafijn stof op de gezondheid. Internationaal zijn de laatste jaren op verschillende locaties bij luchthavens metingen van ultrafijn stof verricht. Voor zover bekend zijn er nog geen gezondheidkundige studies aan deze metingen gekoppeld. Het ministerie heeft per brief van 19 januari 2015 (kenmerk: IenM/BSK-2015/3625) aan de Tweede

Kamer aangegeven een verkennend onderzoek te gaan uitvoeren naar ultrafijn stof gerelateerd aan het vliegverkeer op Schiphol. De onderzoeksresultaten zouden bruikbaar kunnen zijn voor de situatie bij RTHA. Tijdens het opstellen van voorliggend MER waren de resultaten van dat onderzoek echter nog niet bekend. Daarmee moeten de gevolgen van ultrafijn stof op de gezondheid in het kader van dit MER worden beschouwd als leemte in kennis.

9 Referenties

1. ICAO Engine Exhaust Emissions Databank, First Edition 1995, ICAO, Doc 9646- AN/943.
2. ICAO Annex 16 "International standards and recommended practices, Environmental protection", Volume II "Aircraft engine emissions", 3rd ed. (2008), plus amendementen.
3. <http://easa.europa.eu/document-library/icao-aircraft-engine-emissions-databank>
4. Handreiking Rekenen aan Luchtkwaliteit, Actualisatie 2011, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, juni 2011.
5. Ham, J. van, Pulles, M.P.J., *Het Nieuwe Nationaal Model*, maart 2002.
6. Aanvullende afspraken NNM, Overzicht van bindende afspraken tot en met oktober 2010 over het Nieuw Nationaal Model gemaakt na verschijnen van de herziene versie (maart 2002) van het Paarse Boekje, Kema, TNO, Infomil, oktober 2010.
7. Hulskotte, J.H.J., Den Boeft, J., *Berekeningsmethode voor emissies en emissie per MTOW voor luchtverontreinigende stoffen ten gevolge van luchthavenluchtverkeer op Schiphol, inclusief maatregelen*, TNO-rapport R 2003/313, 2003.
8. RMI-database Annex 8E2, onderdeel 3, behorend bij bijlage 8 van de Regeling milieu-informatie luchthaven Schiphol, Inspectie Leefomgeving en Transport, 2010.
9. Rozema, B.J.C en H.C. Groenwold-Ferguson, *Luchthaven Schiphol en gezondheidseffecten in de leefomgeving*, GGD Amsterdam, november 2009.
10. Velders, G.J.M., J. Matthijsen, J.M.M. Aben, W.J. de Vries, *Grootschalige PM_{2.5}-concentratiekaarten van Nederland, Een voorlopige analyse*, Het Milieu- en Natuurplanbureau, MNP Rapport 500088003/2007).
11. Staatscourant 2008, nr. 2040 17 december 2008: Regeling van de Minister van VROM tot wijziging van de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (toepasbaarheid regels inzake de wijze waarop het kwaliteitsniveau wordt gemeten of berekenen en criteria voor meet- en rekenpunten)
12. Kristin Aasestad, Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011, Statistisk sentralbyrå, Statistics Norway Oslo-Kongsvinger, Published April 2013.
13. Report to Congress on Black Carbon, EPA, Department of the Interior, Environment, and Related Agencies Appropriations Act, 2010, EPA-450/R-12-001 March 2012.
14. Bijlagen bij de luchtkwaliteitsberekeningen in het kader van de ZSM/Spoedwet; TNO rapport 2008-U-R0919/B, Apeldoorn, september 2008.
15. Voogt, M.H., Henzing, J.S., *Onderzoek naar het effect van verkeersmaatregelen op het roetgehalte van fijn stof langs de Pleijroute (N325)*, TNO rapport TNO-060-UT-2011-01213, Utrecht, 5 juli 2011.
16. <http://www.shell.com/global/products-services/solutions-for-businesses/aviation/shell-aviation-fuels/fuels/types/avgas.html>.
17. ir. I. Achterberg, Technische bijlage (invoerboek) MER Luchthavenbesluit RTHA: details L_{den}-berekeningen luchtvaart, rtha150605.rap, juni 2015.
18. Grootschalige Concentratie- en Depositiekaarten Nederland (GCN en GDN). <http://geodata.rivm.nl/gcn/>.

Bijlage A Details concentratieberekeningsmodel luchtvaart

A.1 Windprofiel

De windsnelheid ter hoogte van de pluim (u_{pluim} op z_p) wordt berekend met behulp van onderstaande windsnelheidsprofielfunctie:

$$\begin{aligned} \text{als } L > 0 &\rightarrow \Psi\left(\frac{z}{L}\right) = -17 \left(1 - e^{-\frac{0.29z}{L}}\right) \\ \text{als } L < 0 &\rightarrow \Psi\left(\frac{z}{L}\right) = 2 \ln\left(\frac{1+X}{2}\right) + \ln\left(\frac{1+X^2}{2}\right) - 2 \arctan(X) + \frac{\pi}{2} \end{aligned} \quad (1)$$

met

$$X = \left(1 - 16 \frac{z}{L}\right)^{\frac{1}{4}} \quad (2)$$

Op z_p wordt de windsnelheid vervolgens op deze manier bepaald:

$$u_{pluim} = u_{10} \frac{\ln\left(\frac{z_p}{z_0}\right) - \Psi\left(\frac{z_p}{L}\right) + \Psi\left(\frac{z_0}{L}\right)}{\ln\left(\frac{z_{10}}{z_0}\right) - \Psi\left(\frac{z_{10}}{L}\right) + \Psi\left(\frac{z_0}{L}\right)} \quad (3)$$

waarbij z_p een ondergrens heeft van $z_0+0.5$ en een bovengrens van 200 meter. De windsnelheid op 10 meter hoogte ter plaatse van het meteostation wordt met de meteodata meegeleverd. Op basis hiervan wordt de windsnelheid op 60 meter hoogte berekend, waarvan wordt aangenomen dat deze ook geldig is ter plaatse van de rekenlocatie. Vervolgens wordt met de ruwheidslengte van de rekenlocatie de windsnelheid op 10 meter hoogte u_{10} bepaald.

Naast de windsnelheid is ook de windrichting van belang. De windrichting op 10 meter hoogte ter plaatse van het meteostation wordt met de meteodata meegeleverd. Om de draaiing van de wind op hoogte z_p te bepalen wordt deze draaiing α eerst uitgerekend in het geostrofische assenstelsel door middel van het verschil tussen $\alpha(z_p)$ en $\alpha(z_{10})$ te bepalen via:

$$\alpha(z) = \alpha(z_i) d_1 \left(1 - e^{-z \frac{d_2}{h}}\right) \quad (4)$$

met $d_1=1,23$ en $d_2=1,75$. De waarde van $\alpha(z_i)$ wordt als volgt gedefinieerd:

$$\begin{aligned} \text{als } \frac{z_i}{L} < -10 &\rightarrow \alpha(z_i) = 0^\circ \\ \text{als } -10 < \frac{z_i}{L} < 0 &\rightarrow \alpha(z_i) = 20^\circ + 25 \left(1 + 0.18 \frac{z_i}{L}\right) \\ \text{als } \frac{z_i}{L} > 0 &\rightarrow \alpha(z_i) = 45^\circ \end{aligned} \quad (5)$$

Dit verschil tussen $\alpha(z_p)$ en $\alpha(z_{10})$ is ook het verschil in graden tussen de windrichting (DD) op 10 meter en op z_p , dus:

$$DD(z_p) = DD(z_{10}) + [\alpha(z_p) - \alpha(z_{10})] \quad (6)$$

A.2 Bepaling van de turbulentieparameters

De turbulentieparameters σ_v en σ_w (ook wel standaarddeviaties van de crosswindsnelheidsfluctuaties) zijn nodig om de dispersieparameters σ_y en σ_z en de inversiehoogte z_i te bepalen. De turbulentieparameter σ_v bestaat uit een snel deel σ_{vf} en een langzaam deel σ_{vl} . Deze laatste waarde, σ_{vl} , is opgenomen in de meteorologische invoer. Afhankelijk van de stabiliteit worden σ_{vf} en σ_w als volgt bepaald:

$$\begin{aligned} \text{als instabiel } (-1000 < L < 0) \rightarrow & \begin{cases} \left(\frac{\sigma_{vf}(z)}{u^*} \right)^2 = 0,35 \left(-\frac{z_i}{\kappa L} \right)^{\frac{2}{3}} + \left(1,7 - \frac{z}{z_i} \right) \\ \sigma_w^3 = \left[1,6u^{*2} \left(1 - \frac{z}{z_i} \right) \right]^{\frac{3}{2}} + 1,2w^{*3} \left(\frac{z}{z_i} \right) \left(1 - 0,9 \frac{z}{z_i} \right)^{\frac{3}{2}} \end{cases} \\ \text{als neutraal } (|L| > 1000) \rightarrow & \begin{cases} \sigma_{vf}(z) = 1,3u^* e^{\left(-2 \frac{fz}{u^*} \right)} \\ \sigma_w^3 = \left[1,6u^{*2} \left(1 - \frac{z}{z_i} \right) \right]^{\frac{3}{2}} + 1,2w^{*3} \left(\frac{z}{z_i} \right) \left(1 - 0,9 \frac{z}{z_i} \right)^{\frac{3}{2}} \end{cases} \quad (7) \\ \text{als stabiel } (0 < L < 1000) \rightarrow & \begin{cases} \sigma_{vf}(z) = 1,3u^* \left(1 - \frac{z}{z_i} \right) \\ \sigma_w(z) = \sigma_{vf}(z) \end{cases} \end{aligned}$$

De convectieve windsnelheid w^* volgt uit:

$$w^* = u^* \sqrt[3]{\frac{z_i}{\kappa|L|}} \quad (8)$$

De tijdschaal van turbulentie T_l wordt als volgt bepaald:

$$\begin{aligned} \text{als } z \geq 50 \quad T_{l,y,z} &= 26 \frac{\sigma_{vf,10m}}{u_{10m}} \left[\ln \frac{z}{z_0} \right]^2 \\ \text{als } z < 50 \quad & \begin{cases} L > 0 \rightarrow T_{l,y,z} = \frac{z}{2\sigma_w} \left(\frac{1}{1 + 5 \frac{z}{L}} \right) \\ L < 0 \rightarrow T_{l,y,z} = \frac{z}{2\sigma_w} \left(1 - 6 \frac{z}{L} \right)^{0,25} \end{cases} \end{aligned} \quad (9)$$

A.3 Bepaling van de dispersieparameters

De verspreiding in het Gaussisch model wordt beschreven door de dispersieparameters σ_y en σ_z , respectievelijk in horizontale en verticale richting. Deze zijn afhankelijk van de turbulentieparameters σ_v en σ_w en de tijdschaal T_l uit de vorige paragraaf. Het deel van de dispersieparameters dat afhankelijk is van de turbulentieparameters, wordt uitgerekend door middel van:

$$\begin{aligned}\sigma_{ys}^2 &= 2\sigma_{vf}^2 T_{ly}^2 \left[\frac{t}{T_{ly}} + e^{\frac{-t}{T_{ly}}} - 1 \right] \\ \sigma_{z,turb}^2 &= 2\sigma_{wf}^2 T_{lz}^2 \left[\frac{t}{T_{lz}} + e^{\frac{-t}{T_{lz}}} - 1 \right] \\ \sigma_{y,turb}^2 &= \sigma_{ys}^2 + (\sigma_{vl} t)^2\end{aligned}\quad (10)$$

σ_{vl} volgt uit de meteorologische invoerdata. Hierbij representeert σ_{ys} de snelle term van de horizontale dispersie en $\sigma_{yl} = \sigma_{vl} * t$ de langzame term. Deze laatste wordt op 10 meter bepaald: $\sigma_{yl} = \sigma_{vl} X / U_{10}$.

De turbulentieparameters bepalen grotendeels de horizontale dispersie σ_y , maar de winddraaiing beïnvloedt deze parameter σ_y ook. Dit wordt gemodelleerd door een aanvulling van de term $\sigma_{y,winddraaiing}^2$:

$$\sigma_{y,winddraaiing}^2 = 0.4^2 x^2 \left(\frac{d\theta}{dz} \sigma_z \right)^2 \quad (11)$$

met x de afstand tot de bron en θ de windrichting.

De dispersieparameters σ_y en σ_z worden verder aangevuld met een buoyancyterm vanwege de eigen warmte-inhoud:

$$\sigma_{0y,z}^2 = \frac{\Delta h^2}{12,25} \quad (12)$$

met de pluimstijging Δh , die in paragraaf 0 wordt beschreven. De dispersieparameters worden hiermee:

$$\begin{aligned}\sigma_y^2 &= \sigma_{ys}^2 + \sigma_{yl}^2 + \sigma_{y,winddraaiing}^2 + \sigma_{0y}^2 \\ \sigma_z^2 &= \sigma_{z,turb}^2 + \sigma_{0z}^2\end{aligned}\quad (13)$$

A.4 Bepaling van de pluimstijging Δh

De pluimstijging Δh wordt per laag van 10 meter bekeken en is afhankelijk van de resterende buoyancy in die laag. In de onderste laag van 10 meter is er nog geen buoyancy verbruikt, dus is de resterende buoyancy gelijk aan de startwaarde. De startbuoyancy F_{start} is afhankelijk van de warmte-inhoud Q_h : $F_{start}=8.8*Q_h$. Wanneer de warmte-inhoud niet bekend of bepaald is, dan wordt voor vliegverkeer een vaste waarde van F_{start} van 0,8 aangehouden tijdens de vliegfase en een vaste waarde van 1,2 tijdens de taxifase.

Het bepalen van de pluimstijging en het buoyancyverloop gaat volgens de volgende stappen per laag j :

1. Bepaal de verbruikte buoyancy uit de vorige iteratiestap $j-1$ (voor $j=1$, $F_{start}=F_{rest} \rightarrow F_{verbruikt}=0$).
2. Indien de atmosfeer in de laag stabiel is, vervolg met volgende stap. Anders kan de waarde voor C worden geëvalueerd via $C = \frac{100h_bH^*}{u^{*3}}$, met h_b de hoogte van de bron en H^* een parameter die de mate van instabiliteit aangeeft, afgeleid uit $H^* = \frac{4.6\sigma_{vf}^3}{z_j}$.
3. Bereken de fictieve pluimstijging Δh_f die ten gevolge van de verbruikte buoyancy nog zou plaatsvinden:

$$\begin{aligned} \text{stabiel:} \quad \Delta h_f &= \left(\frac{1.8F_{verbruikt}T_a}{u(z_j)\left(\frac{\partial\theta}{\partial z}\right)_j} \right)^{\frac{1}{3}} \\ \text{Als } C < 1 \rightarrow \text{neutraal:} \quad \Delta h_f &= \frac{39F_{verbruikt}^{0.6}}{u(z_j)} \\ \text{Als } C > 1 \rightarrow \text{instabiel:} \quad \Delta h_f &= 15 \left(\frac{F_{verbruikt}}{u(z_j)} \right)^{0.6} \end{aligned}$$

4. Bereken de maximale pluimstijging vanaf de bronhoogte Δh_{max} op basis van $u(z_j)$, de lokale temperatuurgradiënt en F_{start} .
5. Als $\Delta h_{max}-\Delta h_f > 10\text{m}$ dan gaat de iteratie verder naar de volgende laag. Anders stopt de iteratie hier en is het verschil de pluimstijging in de huidige laag.
6. Bereken $F_{verbruikt}$ in de volgende laag op basis van $\Delta h=\Delta h_f+10\text{m}$ met de resterende buoyancy ter hoogte van de pluimtop, op z_{top} .

$$\begin{aligned} \text{stabiel:} \quad F_{verbruikt} &= \frac{\Delta h^3 u(z_j) \frac{\partial\theta}{\partial z}}{1.8T_a} \\ \text{neutraal:} \quad F_{verbruikt} &= \left(\frac{\Delta h u(z_j)}{39} \right)^{\frac{5}{3}} \\ \text{instabiel:} \quad F_{verbruikt} &= \left(\frac{\Delta h}{15} \right)^{\frac{5}{3}} u(z_j) \end{aligned}$$

7. Herhaal bovenstaande stappen totdat alle buoyancy verbruikt is. Na deze iteratie is Δh ten opzichte van de bronhoogte bepaald.

A.5 De concentratieberekening

Voor de concentratieberekening dient de penetratiefraction P nog uitgerekend te worden:

$$P = \frac{Z_i - Z_{bron}}{\Delta h} \quad (14)$$

De concentratie C van een stof in de lucht ten gevolge van een bron met emissie E wordt beschreven met het Gaussisch model voor concentraties:

$$C(x, y, z, h_{bron}) = \frac{PE}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \cdot \left[e^{-\frac{(z - h_{bron})^2}{2\sigma_z^2}} + e^{-\frac{(z + h_{bron})^2}{2\sigma_z^2}} \right] \cdot e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \cdot C_{Is} \quad (15)$$

Met

C_{Is} : reflectieterm

h_{bron} : effectieve bronhoogte (m)

P : penetratiefactor in de inversielaag (boven menglaag)

E : emissie (g/s)

u : gemiddelde windsnelheid op pluimhoogte (m/s)

y : horizontale afstand tot de pluim-as (m)

z : afstand in meters boven het grondoppervlak

σ_y en σ_z : resp. horizontale en verticale dispersieparameter (m)

A.6 De reactie van de stikstofoxiden

Bij de uitstoot van de stikstofoxiden NO_x wordt uitgegaan van een initiële fractie NO_2/NO_x , afhankelijk van het vliegsegment:

15% voor het APU/GPU segment (stilstaand op het platform)

37,5% tijdens het taxiën van het vliegtuig

5% tijdens de start (op de baan)

15% voor alle overige segmenten van de vliegtuigbeweging

In de atmosfeer zal vervolgens een deel van de NO reageren met het aanwezige ozon O_3 tot NO_2 . De hoeveelheid NO_2 volgt uit de oplossing

$$[\text{NO}_2]^2 - \left([\text{NO}_x] + [\text{O}_3] + \frac{K_3}{K_1} \right) [\text{NO}_2] + [\text{NO}_x][\text{O}_3] = 0 \quad (16)$$

waarbij

$$\begin{aligned} [\text{O}_3] &= [\text{NO}_2] + [\text{O}_3] \\ [\text{NO}_x] &= [\text{NO}] + [\text{NO}_2] \end{aligned} \quad (17)$$

De waarden van K_1 en K_3 zijn bepaald zoals beschreven in het Paarse boekje 3.12.2.

Een constante waarde van de concentraties over het uur zou geen rekening houden met het momentane karakter van de chemische reactie en tot een overschatting leiden. Daarom wordt binnen één uur de concentratie van NO_x en de bijbehorende momentane σ_m niet als constante beschouwd, maar is er een afhankelijkheid van de tijd aangenomen:

$$\sigma_m = 1.25t^{0.82} \quad (18)$$

De momentane concentratie is een functie van σ_m :

$$[\text{NO}_x]_m = \frac{E \cdot P}{2\pi\sigma_m} e^{\frac{-y^2}{2\sigma_m^2}} \quad (19)$$

Uit de evenwichtsreactie wordt de momentane concentratie NO_2 bepaald. Voor de momentane fractie wordt als volgt bepaald:

$$\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}_x]} = \frac{\int [\text{NO}_2]_m dy}{\int [\text{NO}_x]_m dy} \quad (20)$$

De integratie gebeurt met een stapgrootte van $dy = 3/45 \cdot \sigma_m$.

De fractie NO_2/NO_x in de momentane pluim wordt ook toegepast op de uurgemiddelde concentratie NO_x om zo de uurgemiddelde concentratie NO_2 te bepalen. Het model gebruikt voor de reeds in de achtergrond aanwezige concentraties van O_3 en NO_2 de uit KNMI-metstations beschikbare uur-voor-uur waarden, die sinds oktober 2010 met de preSRM-module bepaald worden.

Bijlage B Verdelingstabellen vliegverkeer

De verdelingen in de tabellen in deze bijlage zijn gebaseerd op huidige verdelingen van het vliegverkeer in het gebruiksplanjaar 2012-2013.

Tabel 24 Maandverdeling vliegverkeer (alle alternatieven).

Maand	Segment		
	Klein verkeer (VFR) [%]	Helikopters [%]	Groot verkeer (IFR) [%]
Jan	5,132	5,472	7,356
Feb	7,087	5,553	7,108
Mrt	8,864	7,457	8,707
Apr	10,881	10,622	8,263
Mei	8,996	9,254	10,104
Jun	9,121	12,688	9,595
Jul	11,864	10,327	9,529
Aug	10,744	9,737	8,432
Sep	8,05	8,369	10,174
Okt	7,897	8,664	9,380
Nov	6,558	6,143	5,678
Dec	4,806	5,714	5,674
	100,0	100,0	100,0

Tabel 25 Weekdagverdeling vliegverkeer (alle alternatieven).

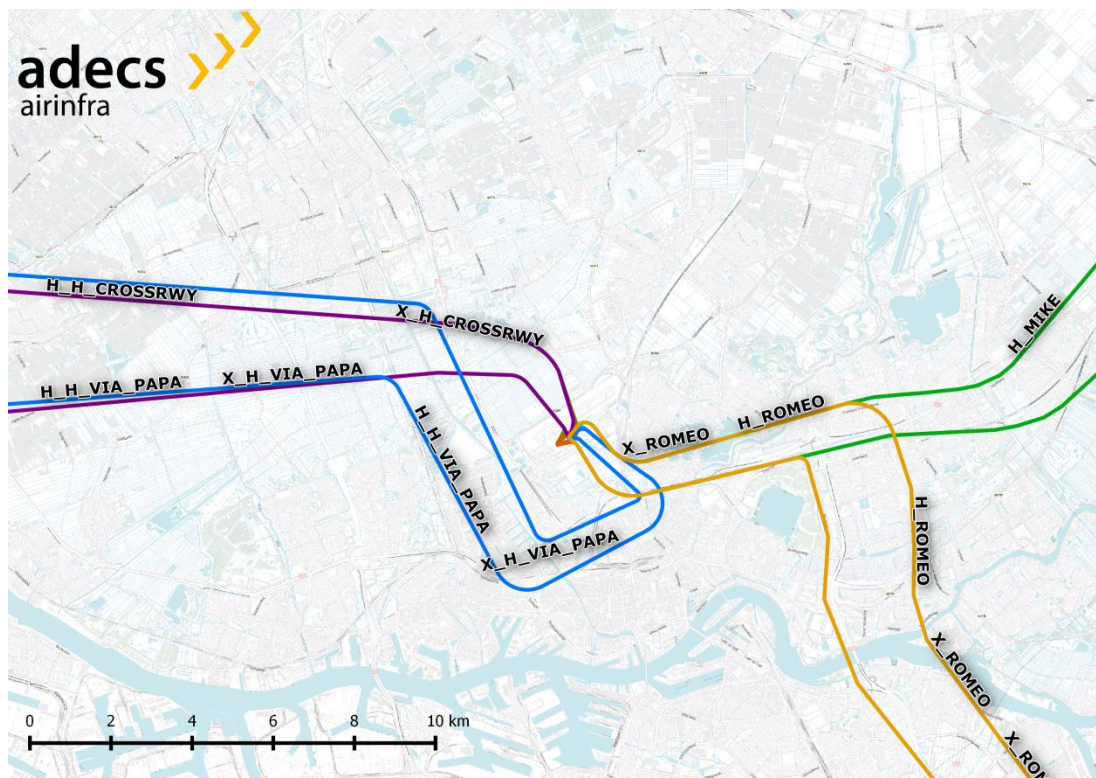
Weekdag	Segment		
	Klein verkeer (VFR) [%]	Helikopters [%]	Groot verkeer (IFR) [%]
Ma	12,158	11,937	11,964
di	12,839	13,814	15,175
Wo	13,848	17,222	14,806
Do	14,984	14,136	16,273
Vr	13,178	14,565	15,278
Za	15,852	15,182	16,535
Zo	17,141	13,144	9,969
	100,0	100,0	100,0

Tabel 26 Uurverdeling vliegverkeer (alle alternatieven).

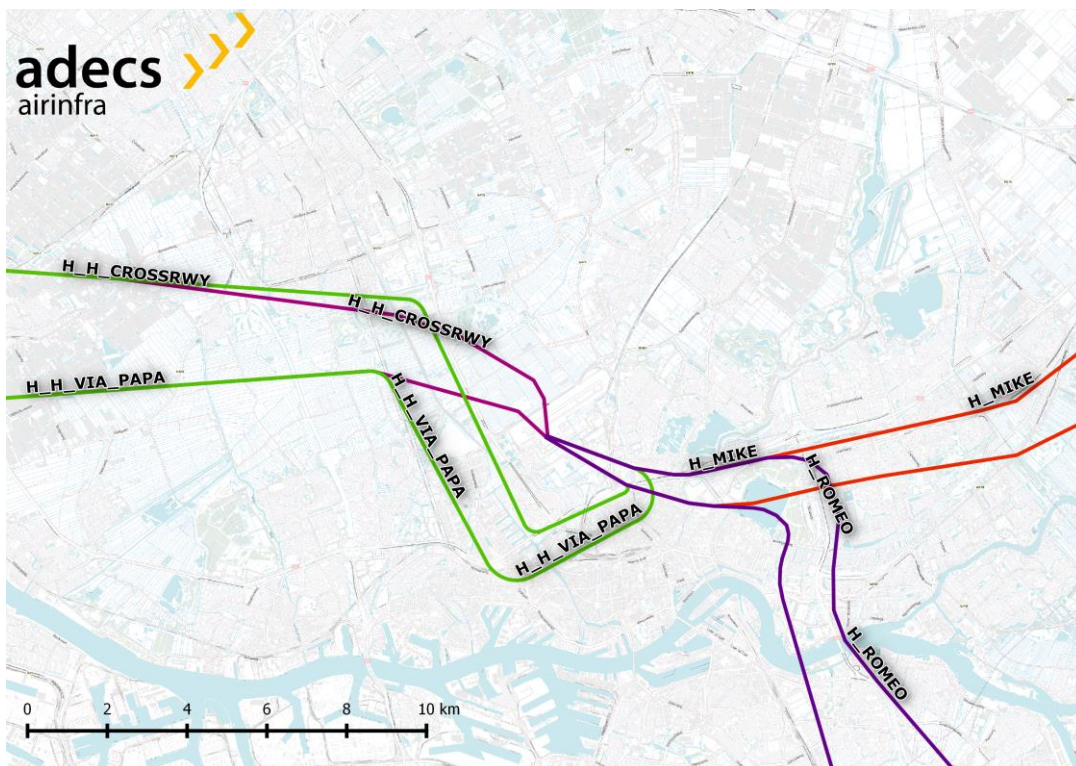
Periode	Segment			
	Klein verkeer (VFR)	Klein verkeer (VFR)	Helikopters	Groot verkeer (IFR)
	Overland [%]	Circuit [%]	[%]	[%]
00.00-00.59 uur	0,00	0,00	0,71	0,50
01.00-01.59 uur	0,00	0,00	0,12	0,22
02.00-02.59 uur	0,00	0,00	0,29	0,16
03.00-03.59 uur	0,00	0,00	0,12	0,06
04.00-04.59 uur	0,00	0,00	0,24	0,27
05.00-05.59 uur	0,00	0,00	0,12	0,23
06.00-06.59 uur	0,00	0,00	0,12	0,34
07.00-07.59 uur	0,44	0,00	0,47	4,24
08.00-08.59 uur	0,81	0,00	1,47	6,34
09.00-09.59 uur	6,56	6,00	3,65	4,63
10.00-10.59 uur	7,44	7,33	4,71	10,59
11.00-11.59 uur	10,88	15,33	6,18	5,87
12.00-12.59 uur	9,25	11,83	7,53	6,67
13.00-13.59 uur	12,69	10,33	15,82	5,88
14.00-14.59 uur	12,44	15,17	14,18	5,73
15.00-15.59 uur	10,25	12,67	11,24	7,99
16.00-16.59 uur	13,69	11,33	13,35	5,85
17.00-17.59 uur	6,63	6,17	6,65	5,55
18.00-18.59 uur	3,56	1,33	2,29	8,26
19.00-19.59 uur	2,50	0,50	4,53	7,04
20.00-20.59 uur	1,75	1,17	2,65	5,06
21.00-21.59 uur	0,81	0,83	1,41	4,71
22.00-22.59 uur	0,31	0,00	1,76	2,89
23.00-23.59 uur	0,00	0,00	0,41	0,92
	100,00	100,00	100,00	100,00

Bijlage C Vliegroutes

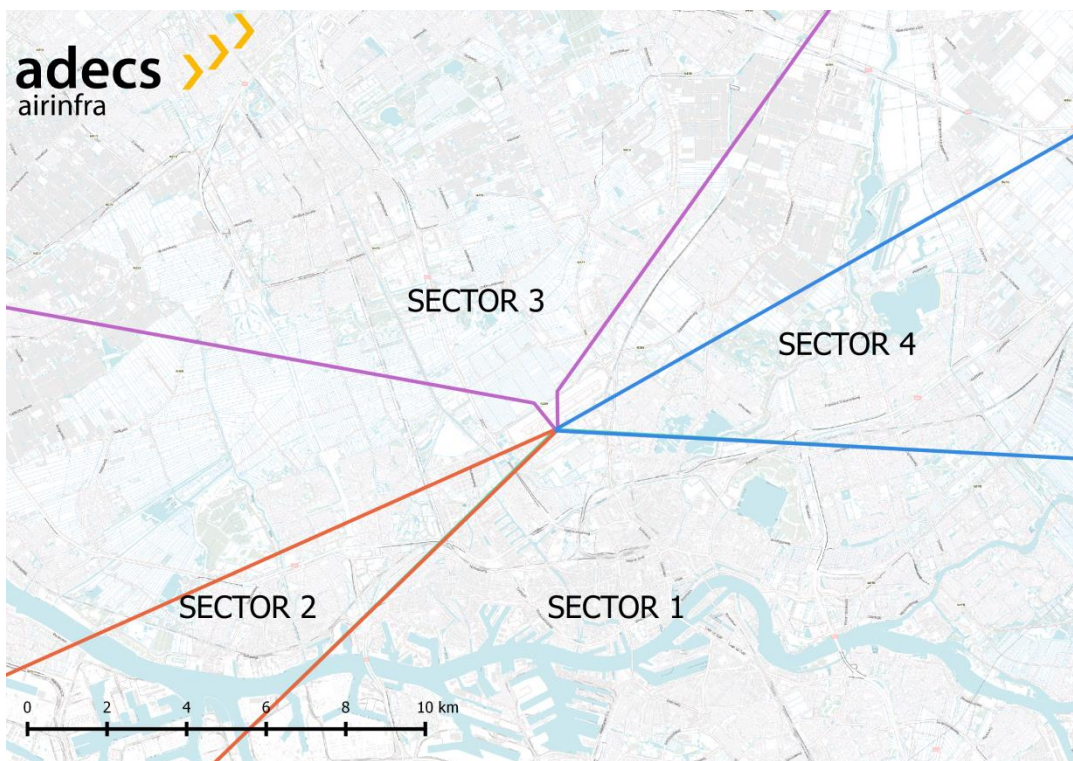
Deze bijlage geeft een overzicht van de vliegroutes die in de berekeningen, van de luchtkwaliteit en deposities ten gevolge van het vliegverkeer, gehanteerd zijn.



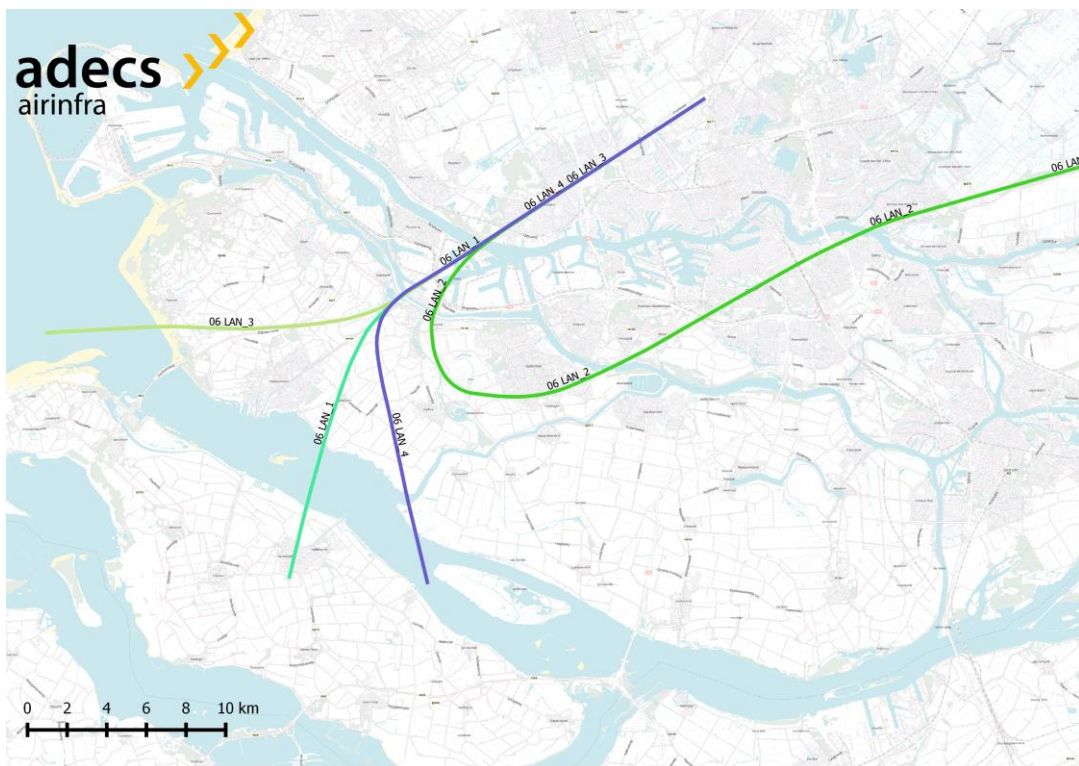
Figuur 14 Ligging van de spreidingsgebieden voor de landingsroutes van de helikopters op punten HAP en X-RAY.



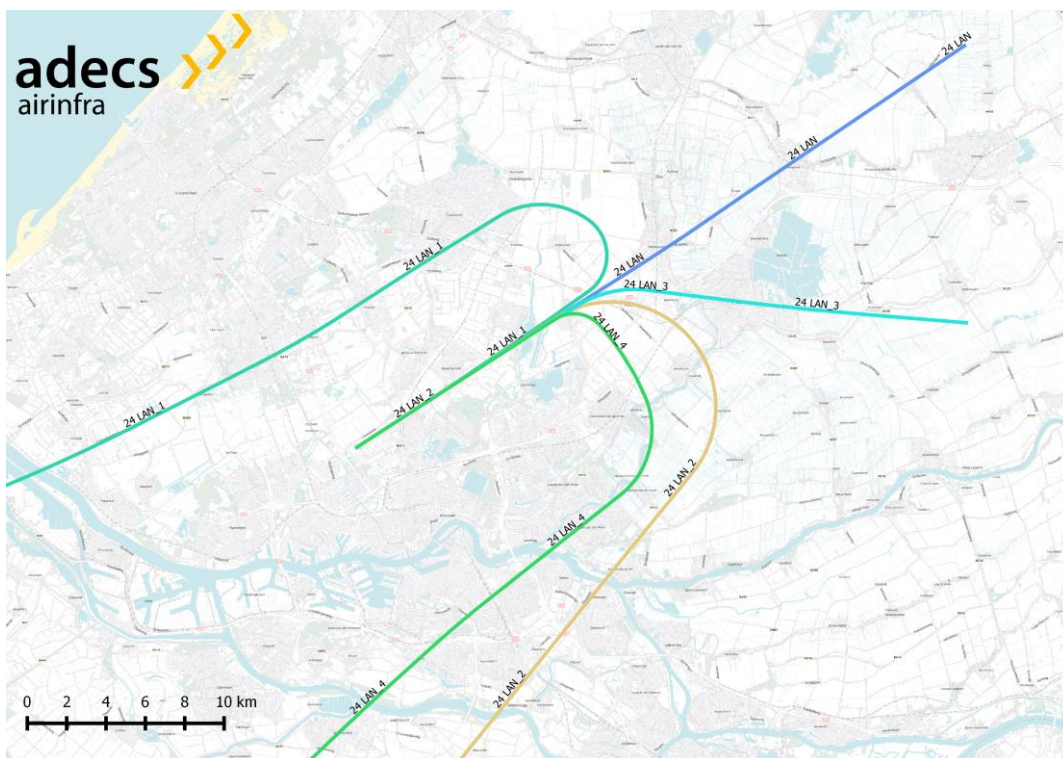
Figuur 15 Ligging van de spreidingsgebieden voor de startroutes van de helikopters vanaf punt HAP.



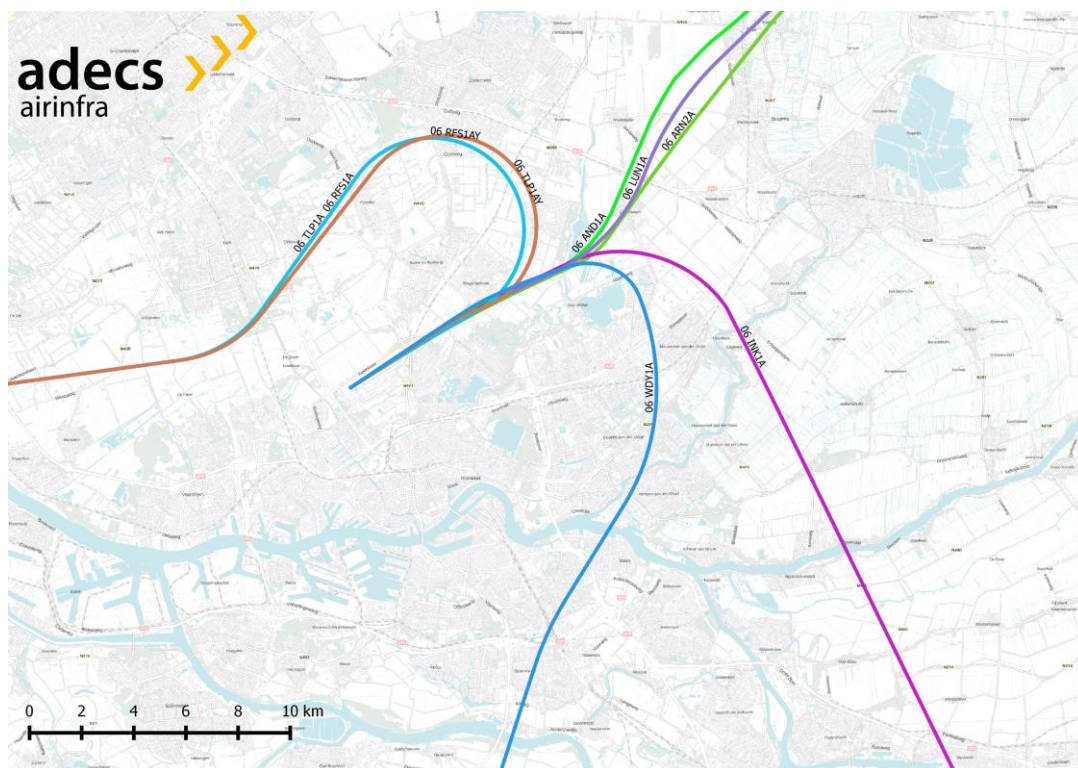
Figuur 16 Ligging van de sectoren voor de startroutes van de helikopters vanaf punt X-RAY.



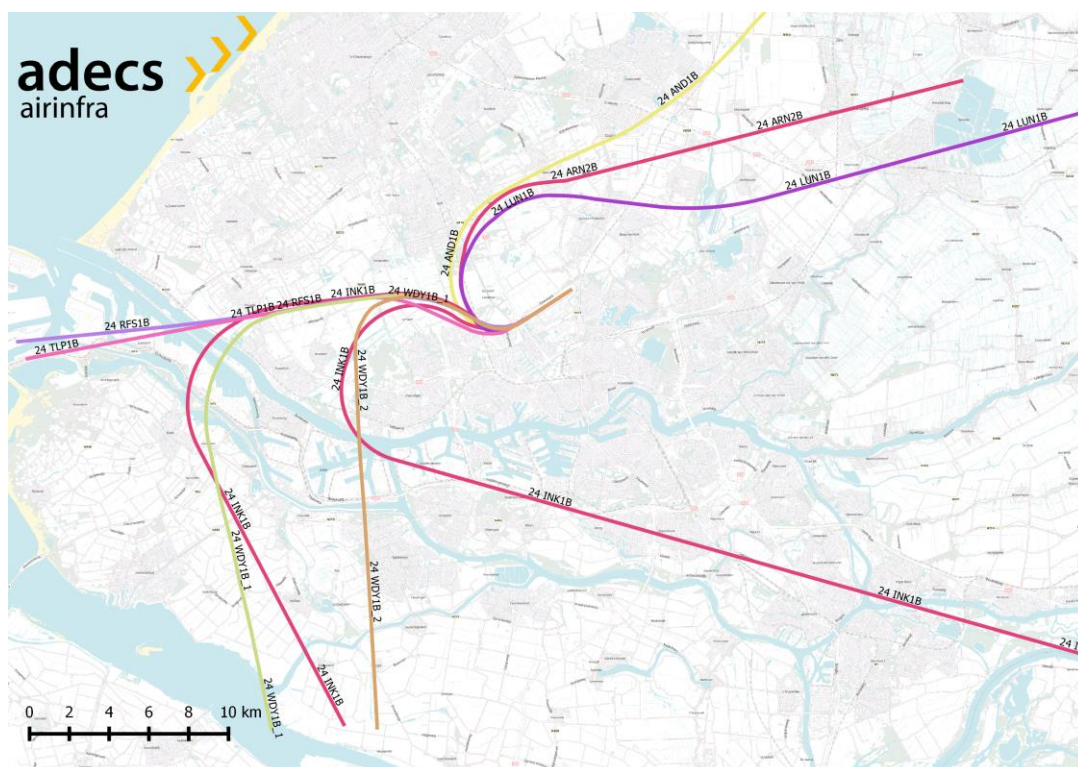
Figuur 17 Ligging van de vliegroutes (groot verkeer) voor de landingen 06.



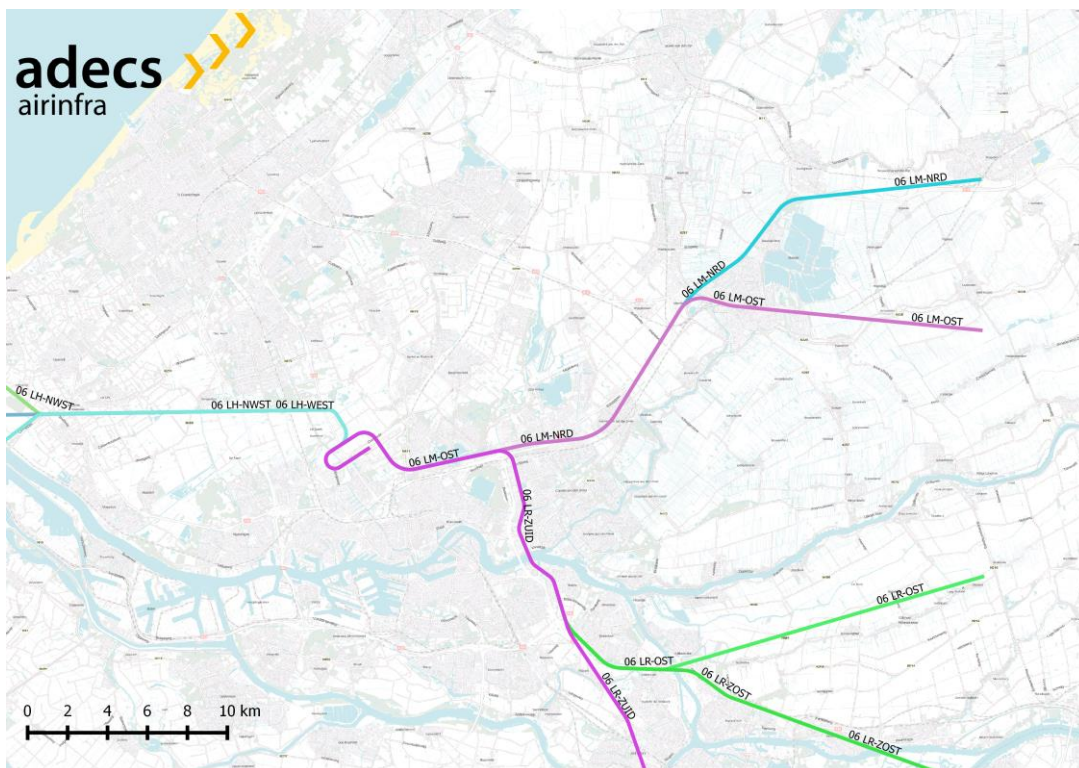
Figuur 18 Ligging van de vliegroutes (groot verkeer) voor de landingen 24.



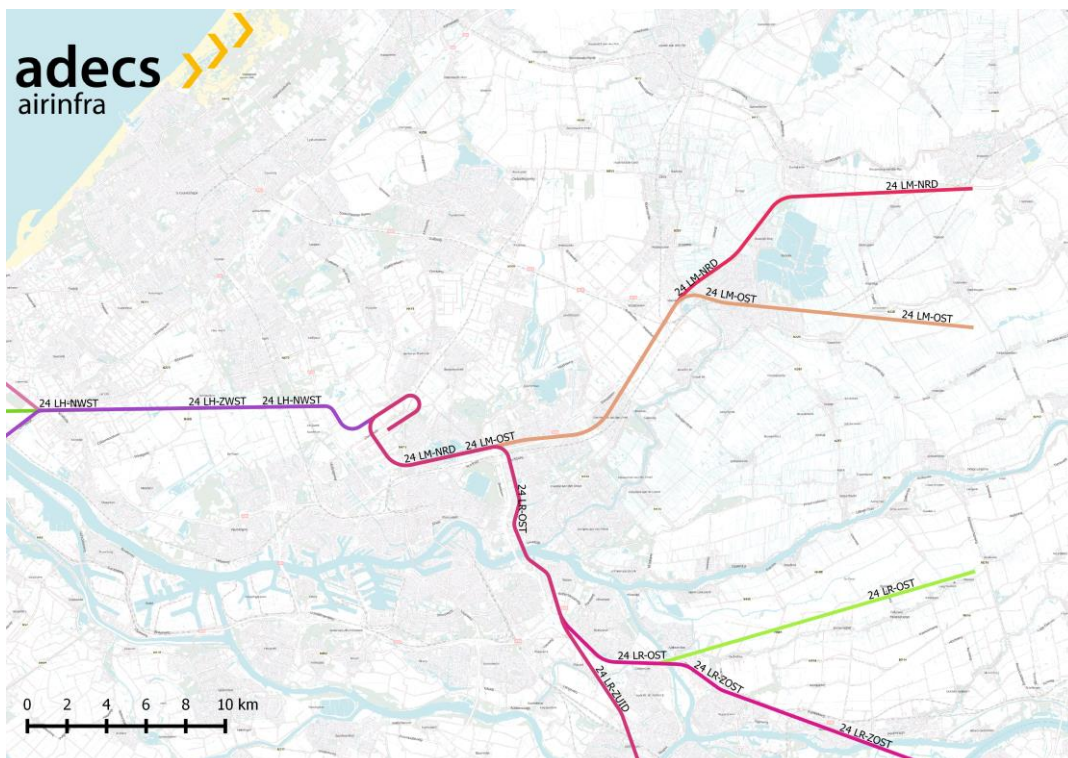
Figuur 19 Ligging van de vliegroutes (groot verkeer) voor de starts 06.



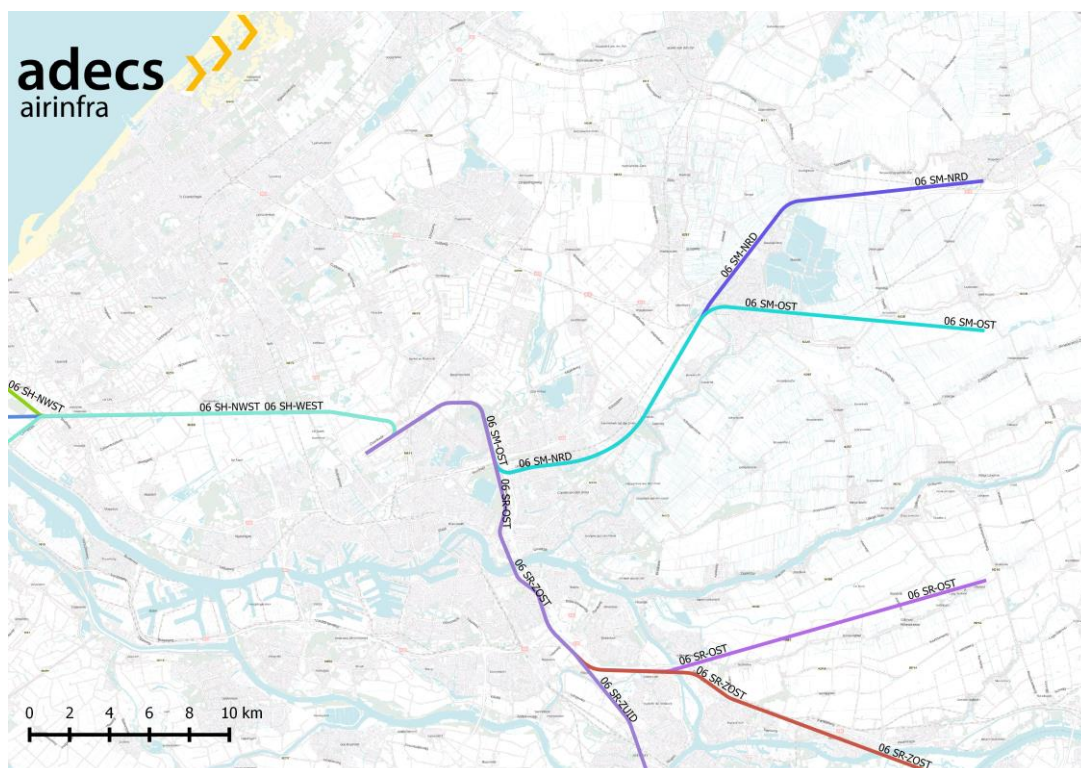
Figuur 20 Ligging van de vliegroutes (groot verkeer) voor de starts 24.



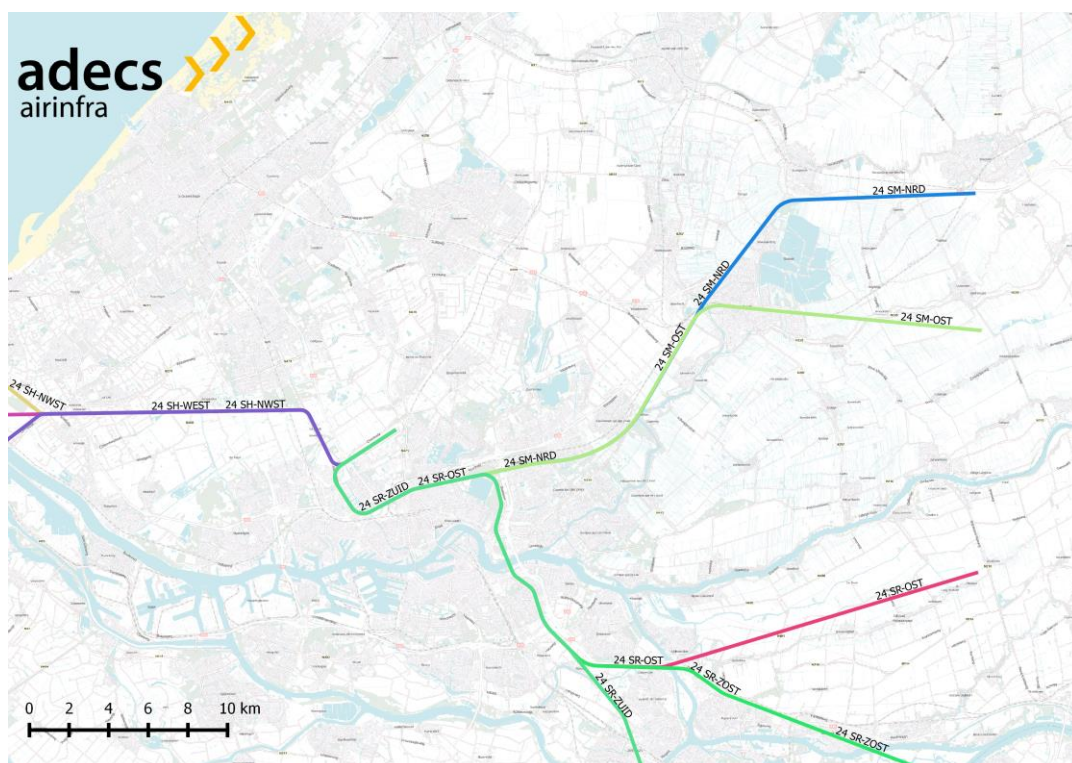
Figuur 21 Ligging van de vliegroutes voor het VFR-verkeer landingen 06.



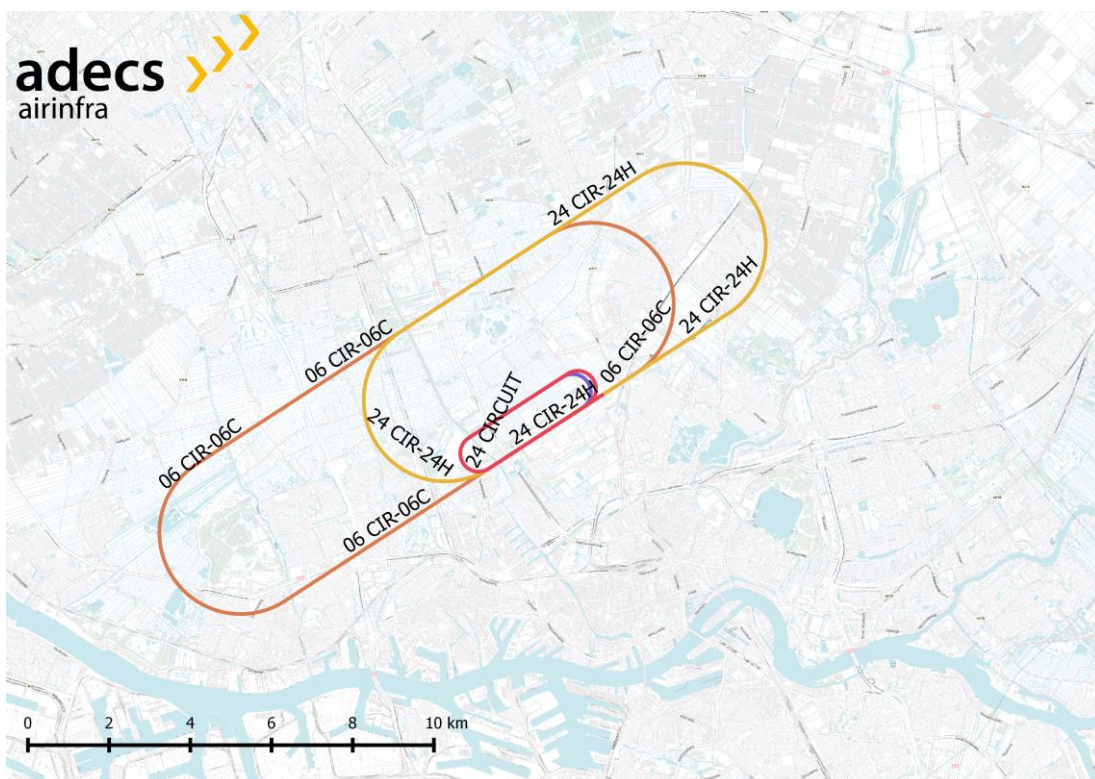
Figuur 22 Ligging van de vliegroutes voor het VFR-verkeer landingen 24.



Figuur 23 Ligging van de vliegroutes voor het VFR verkeer starts 06.



Figuur 24 Ligging van de vliegroutes voor het VFR-verkeer starts 24.



Figuur 25 Ligging van de vliegroutes voor het VFR-verkeer circuits 06 en 24.

Bijlage D Emissie vliegverkeer per vliegfase

Tabel 27 Totale emissie [ton] voor alle vliegtuig- en helikopterbewegingen (inclusief proefdraaien) en APU's in alternatief 1 (referentiesituatie).

	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC	HC	Benzeen	PAK	CO ₂	Pb
Approach	32,0	23,6	0,9	0,9	0,6	0,6	0,1	0,2	0,0	0,000	7.165,3	0,0
Idle	81,4	13,3	11,0	1,2	0,6	0,6	0,1	5,7	0,1	0,013	9.113,2	0,0
Take-off	6,3	18,3	0,1	0,3	0,5	0,5	0,1	0,1	0,0	0,000	2.146,1	0,0
Climb-out	65,8	104,4	0,9	1,7	3,9	3,9	0,7	0,1	0,0	0,000	13.357,8	0,0
Proefdraaien	3,3	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,002	236,1	0,0
APU	6,2	8,0	1,2	0,4	0,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,000	3.203,1	0,0
Totaal	194,9	168,3	15,1	4,5	5,9	5,9	1,1	6,9	0,1	0,016	35.221,6	0,1

Tabel 28 Totale emissie [ton] voor alle vliegtuig- en helikopterbewegingen (inclusief proefdraaien) en APU's in alternatief 2.

	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC	HC	Benzeen	PAK	CO ₂	Pb
Approach	32,9	26,8	1,0	1,0	0,7	0,7	0,1	0,2	0,0	0,001	8.147,7	0,0
Idle	88,1	14,9	12,0	1,3	0,7	0,7	0,1	6,3	0,1	0,014	10.160,3	0,0
Take-off	6,3	20,3	0,1	0,3	0,6	0,6	0,1	0,1	0,0	0,000	2.377,5	0,0
Climb-out	66,5	121,2	0,9	2,0	4,5	4,5	0,8	0,1	0,0	0,000	15.418,4	0,0
Proefdraaien	3,3	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,002	236,1	0,0
APU	6,8	8,9	1,3	0,4	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,000	3.540,3	0,0
Totaal	203,9	192,7	16,4	5,1	6,8	6,8	1,2	7,5	0,1	0,017	39.880,8	0,1

Tabel 29 Totale emissie [ton] voor alle vliegtuig- en helikopterbewegingen (inclusief proefdraaien) en APU's in alternatief 3a.

	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC	HC	Benzeen	PAK	CO ₂	Pb
Approach	32,9	29,3	1,0	1,1	0,7	0,7	0,1	0,3	0,0	0,001	8.936,7	0,0
Idle	96,1	16,7	12,7	1,5	0,7	0,7	0,1	7,7	0,1	0,018	11.524,0	0,0
Take-off	6,3	23,4	0,1	0,3	0,7	0,7	0,1	0,1	0,0	0,000	2.745,1	0,0
Climb-out	66,2	127,9	0,9	2,1	4,7	4,7	0,9	0,2	0,0	0,000	16.404,7	0,0
Proefdraaien	3,3	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,002	236,1	0,0
APU	7,9	10,0	1,5	0,5	0,3	0,3	0,1	0,0	0,0	0,000	4.056,8	0,0
Totaal	212,8	208,0	17,2	5,6	7,2	7,2	1,3	9,0	0,2	0,021	43.903,4	0,1

Tabel 30 Totale emissie [ton] voor alle vliegtuig- en helikopterbewegingen (inclusief proefdraaien) en APU's in alternatief 3b.

	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC	HC	Benzeen	PAK	CO ₂	Pb
Approach	33,9	32,0	1,0	1,2	0,8	0,8	0,1	0,3	0,0	0,001	9.790,2	0,0
Idle	104,9	18,7	13,4	1,6	0,8	0,8	0,1	9,1	0,2	0,021	12.988,4	0,0
Take-off	6,4	26,8	0,1	0,4	0,9	0,9	0,2	0,1	0,0	0,000	3.139,8	0,0
Climb-out	66,5	135,5	0,9	2,2	5,0	5,0	0,9	0,2	0,0	0,000	17.489,7	0,0
Proefdraaien	3,3	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,002	236,1	0,0
APU	9,1	11,1	1,7	0,6	0,4	0,4	0,1	0,0	0,0	0,000	4.600,5	0,0
Totaal	224,0	224,9	18,2	6,1	7,8	7,8	1,4	10,5	0,2	0,024	48.244,8	0,1

Tabel 31 Totale emissie [ton] voor alle vliegtuig- en helikopterbewegingen (inclusief proefdraaien) en APU's in alternatief 3c.

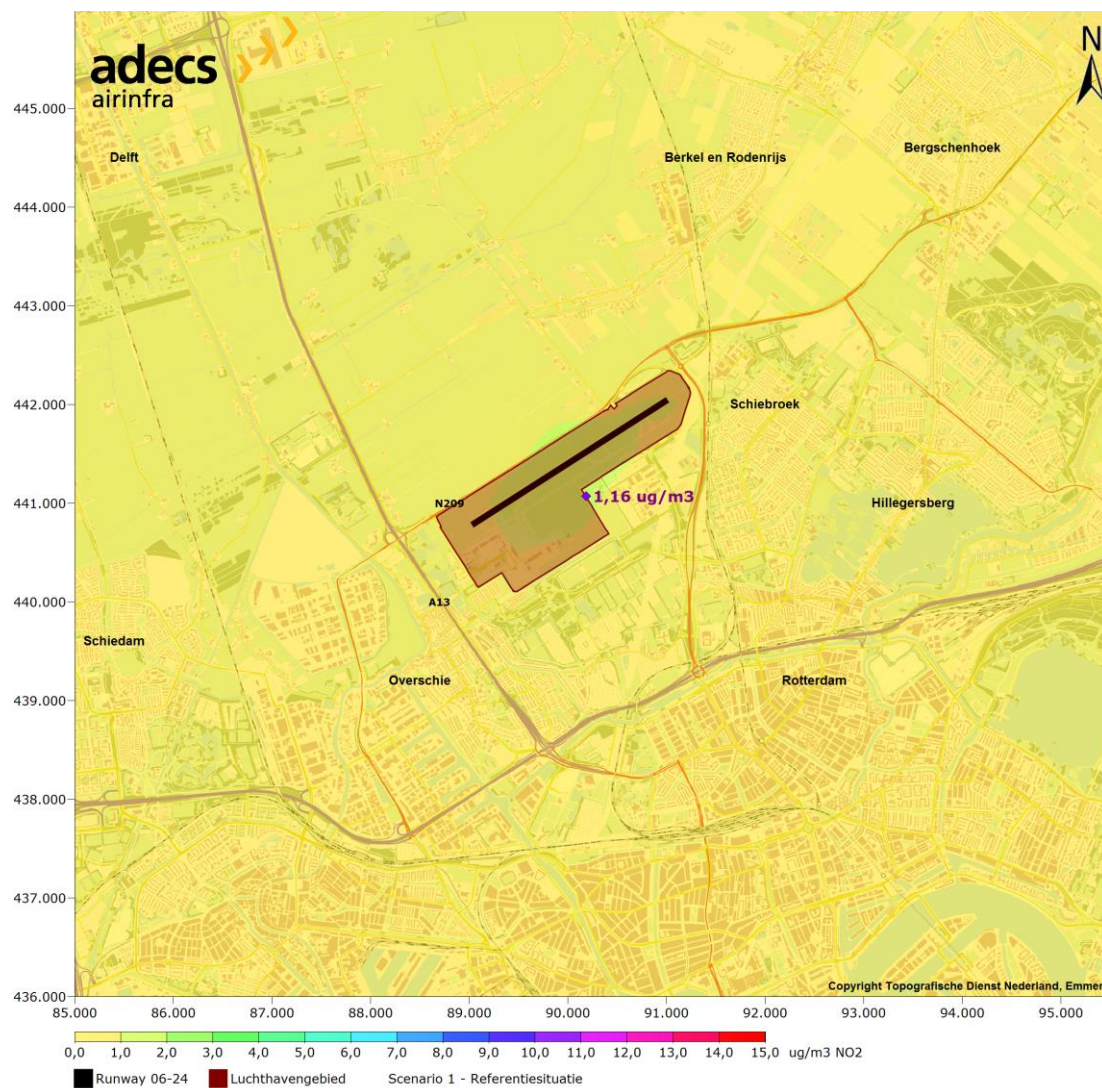
	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC	HC	Benzeen	PAK	CO ₂	Pb
Approach	34,9	34,7	1,1	1,3	0,8	0,8	0,1	0,3	0,0	0,001	10.621,3	0,0
Idle	113,5	20,6	13,9	1,8	0,8	0,8	0,1	10,6	0,2	0,024	14.408,0	0,0
Take-off	6,5	30,2	0,1	0,4	1,0	1,0	0,2	0,1	0,0	0,000	3.525,6	0,0
Climb-out	66,9	143,0	0,9	2,4	5,2	5,2	0,9	0,2	0,0	0,000	18.551,8	0,0
Proefdraaien	3,3	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,002	236,1	0,0
APU	10,2	12,2	1,8	0,7	0,4	0,4	0,1	0,0	0,0	0,000	5.124,9	0,0
Totaal	235,3	241,4	18,9	6,7	8,2	8,2	1,5	12,0	0,2	0,028	52.467,8	0,1

Tabel 32 Totale emissie [ton] voor alle vliegtuig- en helikopterbewegingen (inclusief proefdraaien) en APU's in alternatief 3d.

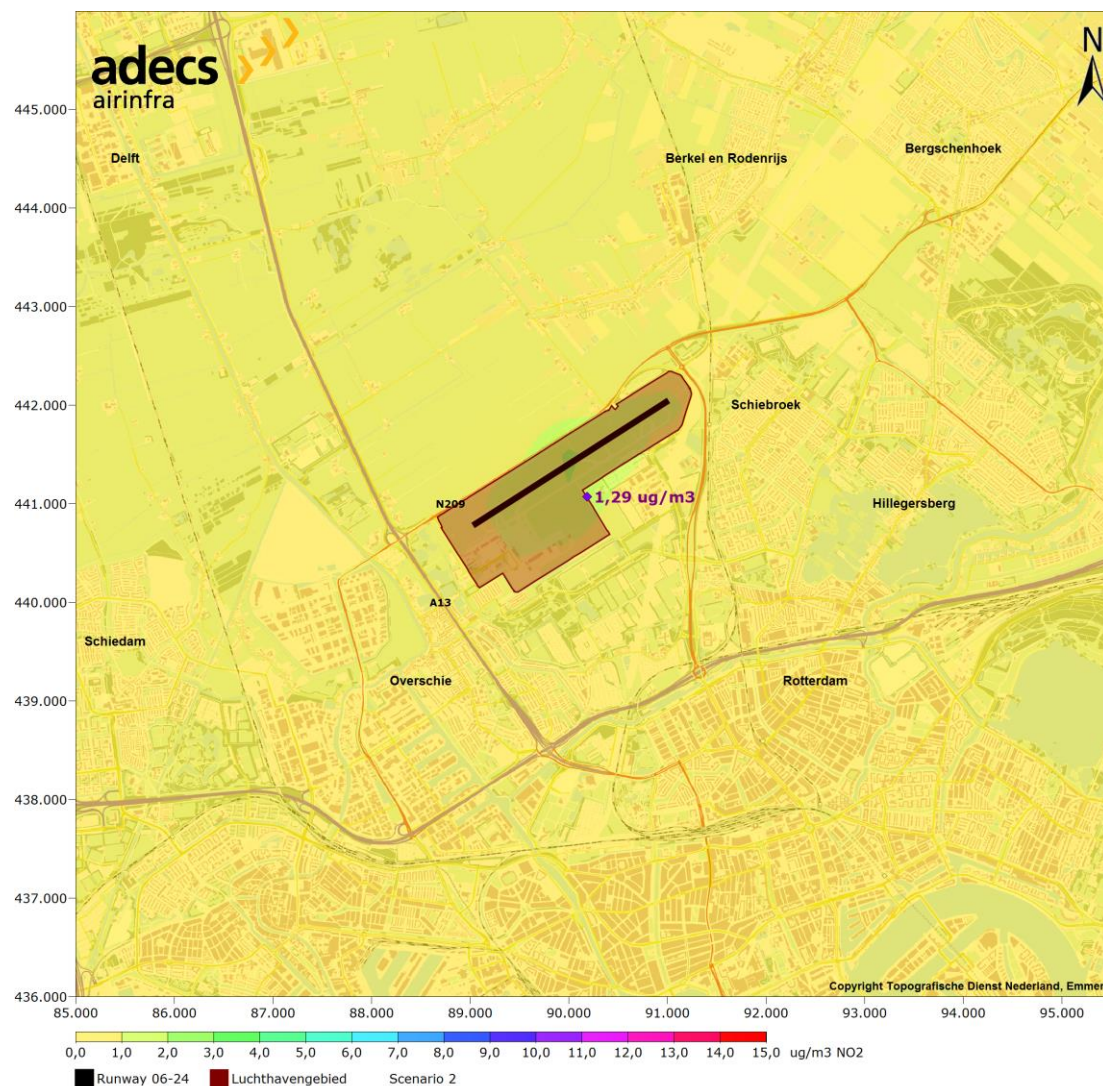
	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC	HC	Benzeen	PAK	CO ₂	Pb
Approach	36,3	37,5	1,1	1,5	0,9	0,9	0,2	0,3	0,0	0,001	11.497,2	0,0
Idle	123,1	22,6	14,7	2,0	0,8	0,8	0,2	12,0	0,2	0,028	15.886,2	0,0
Take-off	6,6	33,8	0,1	0,5	1,1	1,1	0,2	0,1	0,0	0,000	3.930,1	0,0
Climb-out	68,3	151,2	1,0	2,5	5,5	5,5	1,0	0,2	0,0	0,001	19.690,6	0,0
Proefdraaien	3,3	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,002	236,1	0,0
APU	11,3	13,3	2,0	0,7	0,5	0,5	0,1	0,0	0,0	0,000	5.627,0	0,0
Totaal	248,8	259,1	19,9	7,2	8,8	8,8	1,6	13,4	0,2	0,031	56.867,3	0,1

Bijlage E Resultaten concentratie berekening vliegverkeer

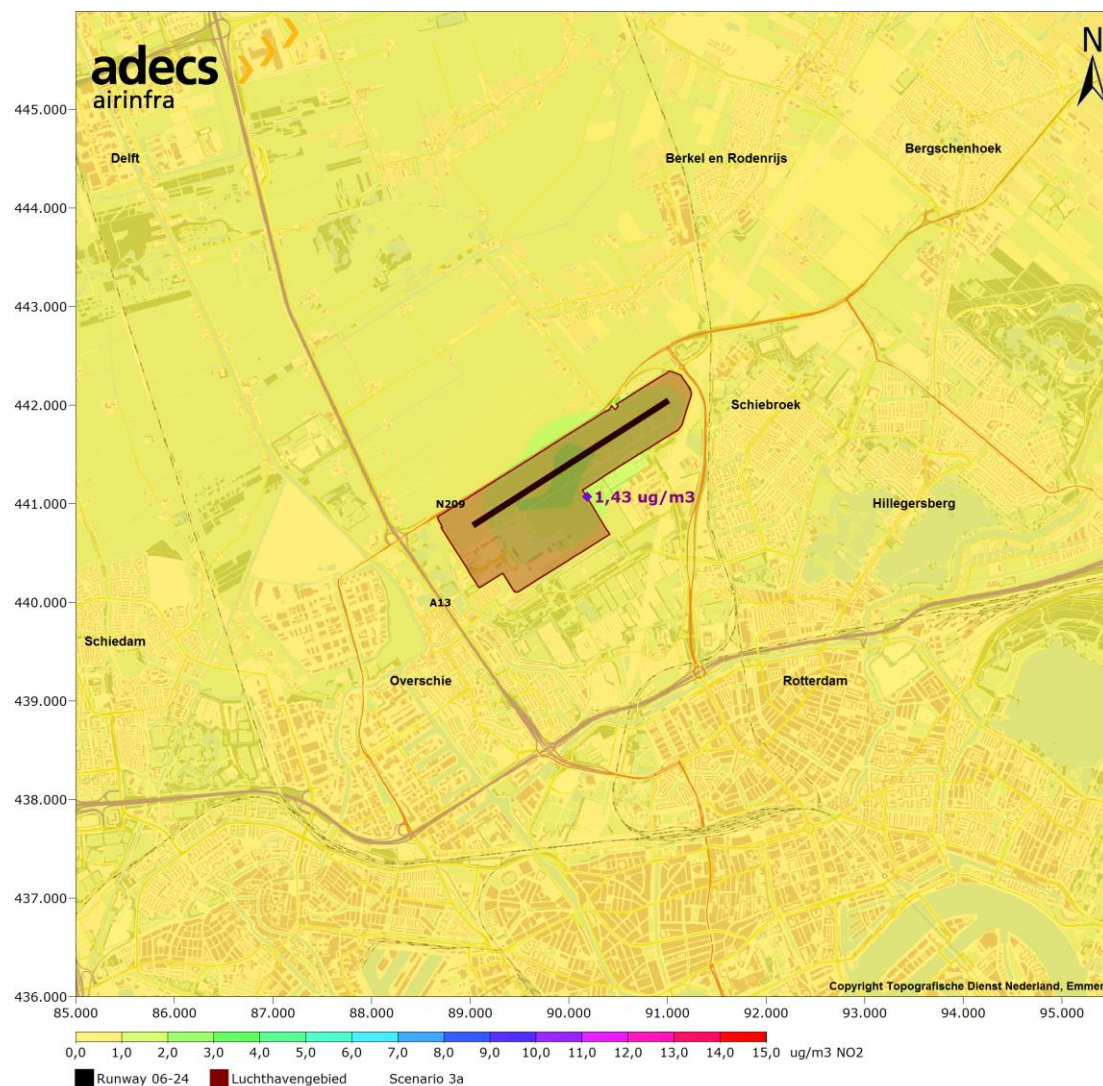
Deze bijlage toont de resultaten van de concentratie berekeningen voor alle alternatieven waarin de bijdrage van het vliegverkeer is opgenomen.



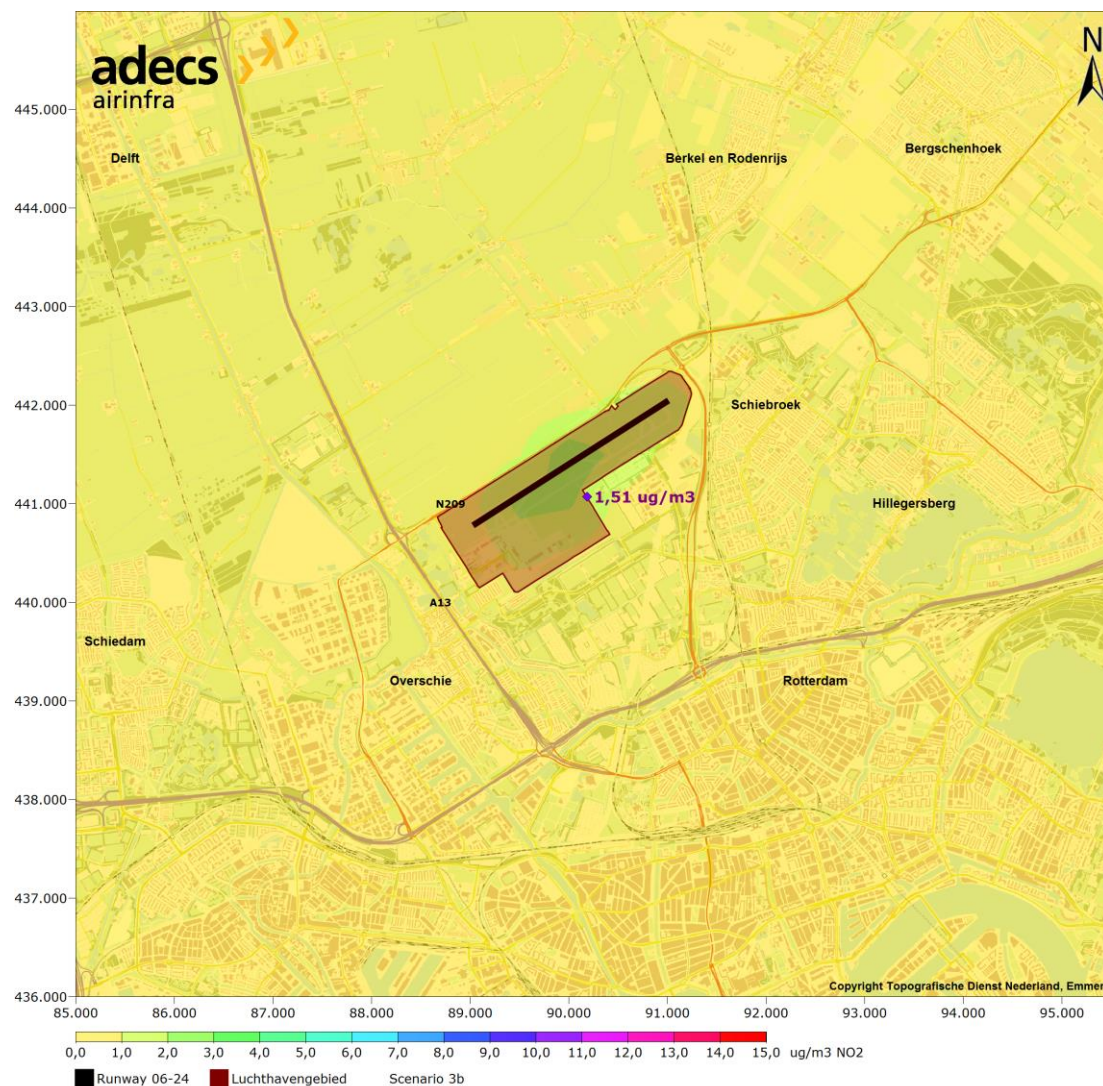
Figuur 26 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 1) aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ in 2025.



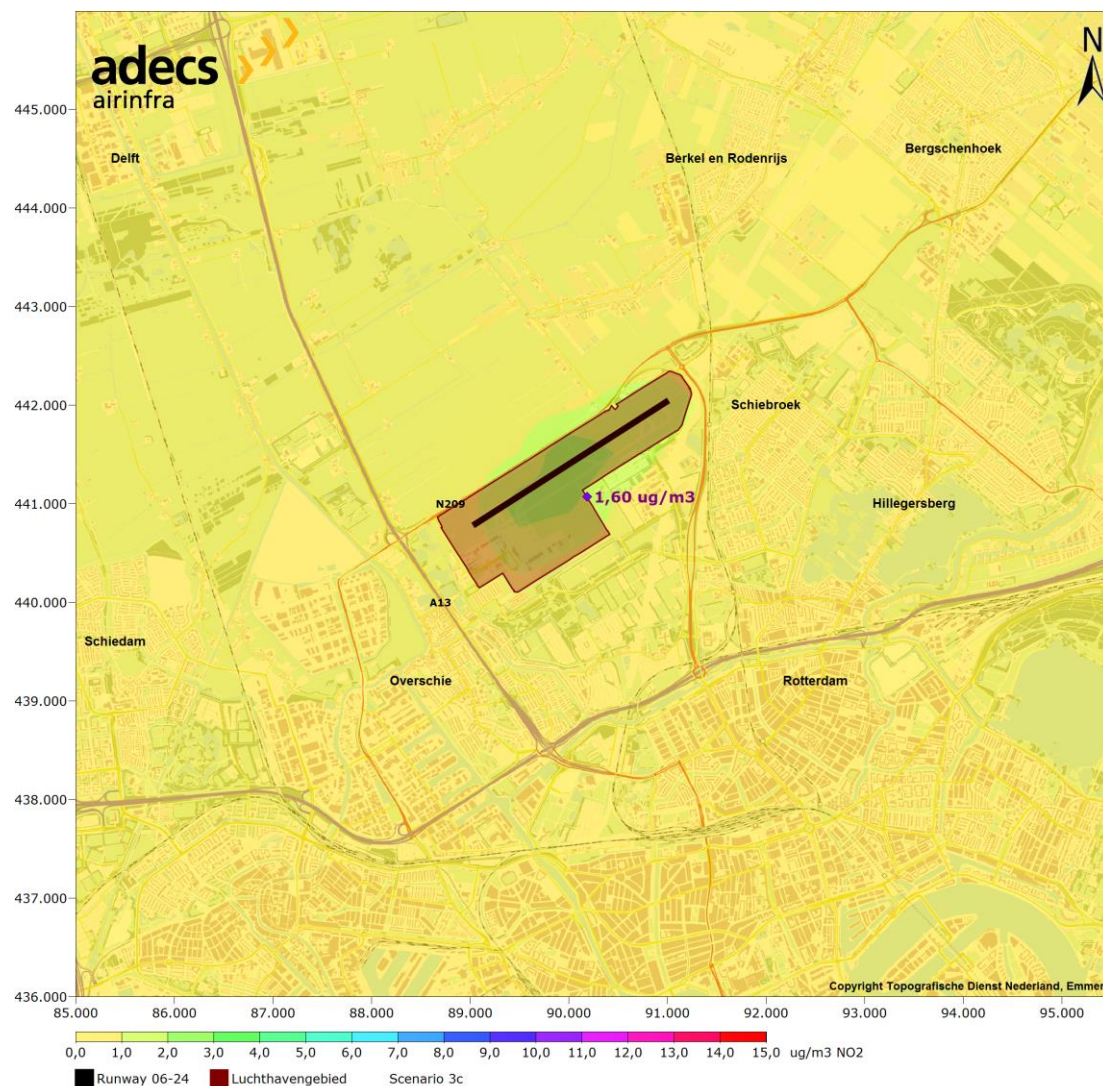
Figuur 27 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 2) aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ in 2025.



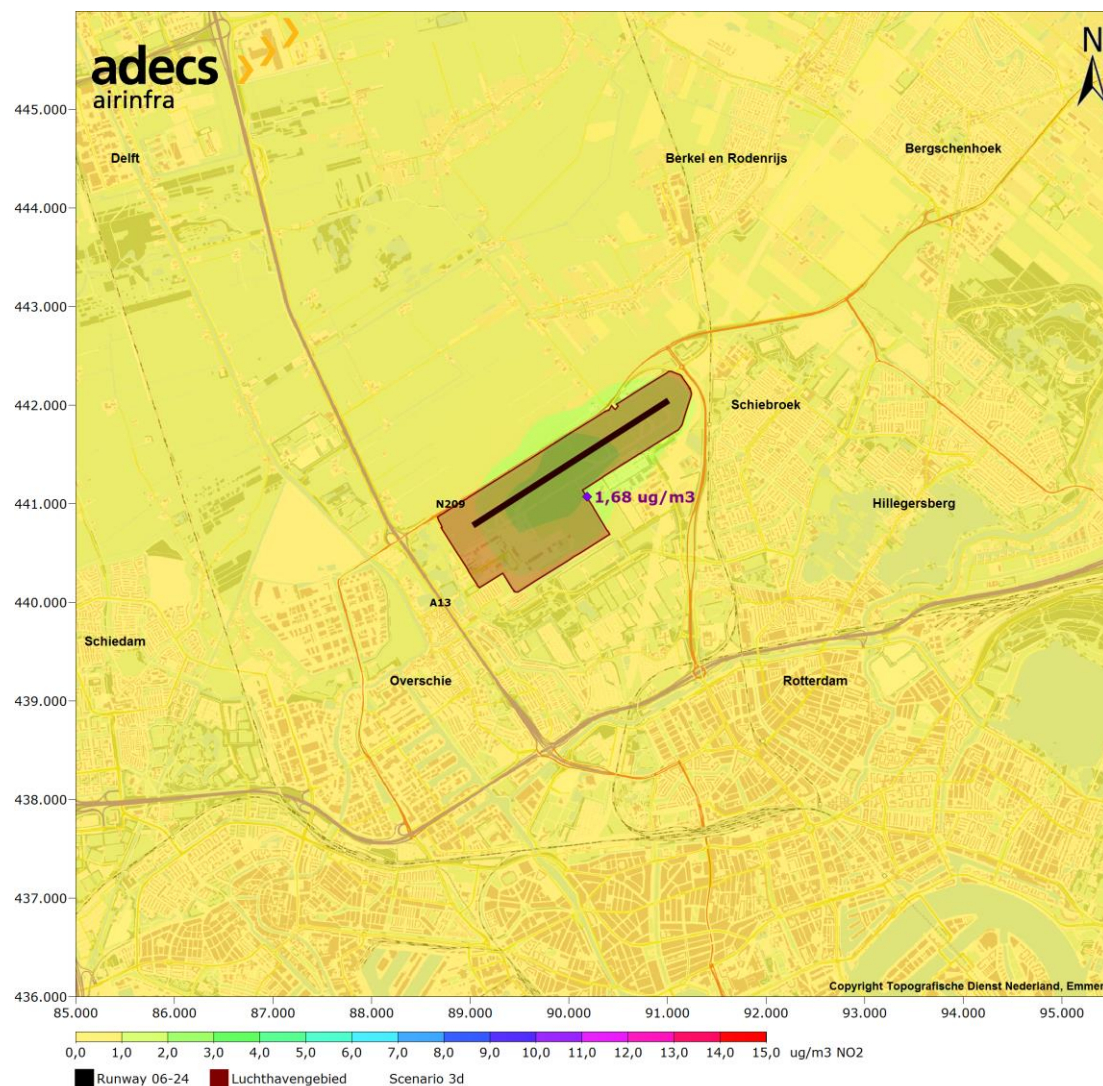
Figuur 28 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3a) aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ in 2025.



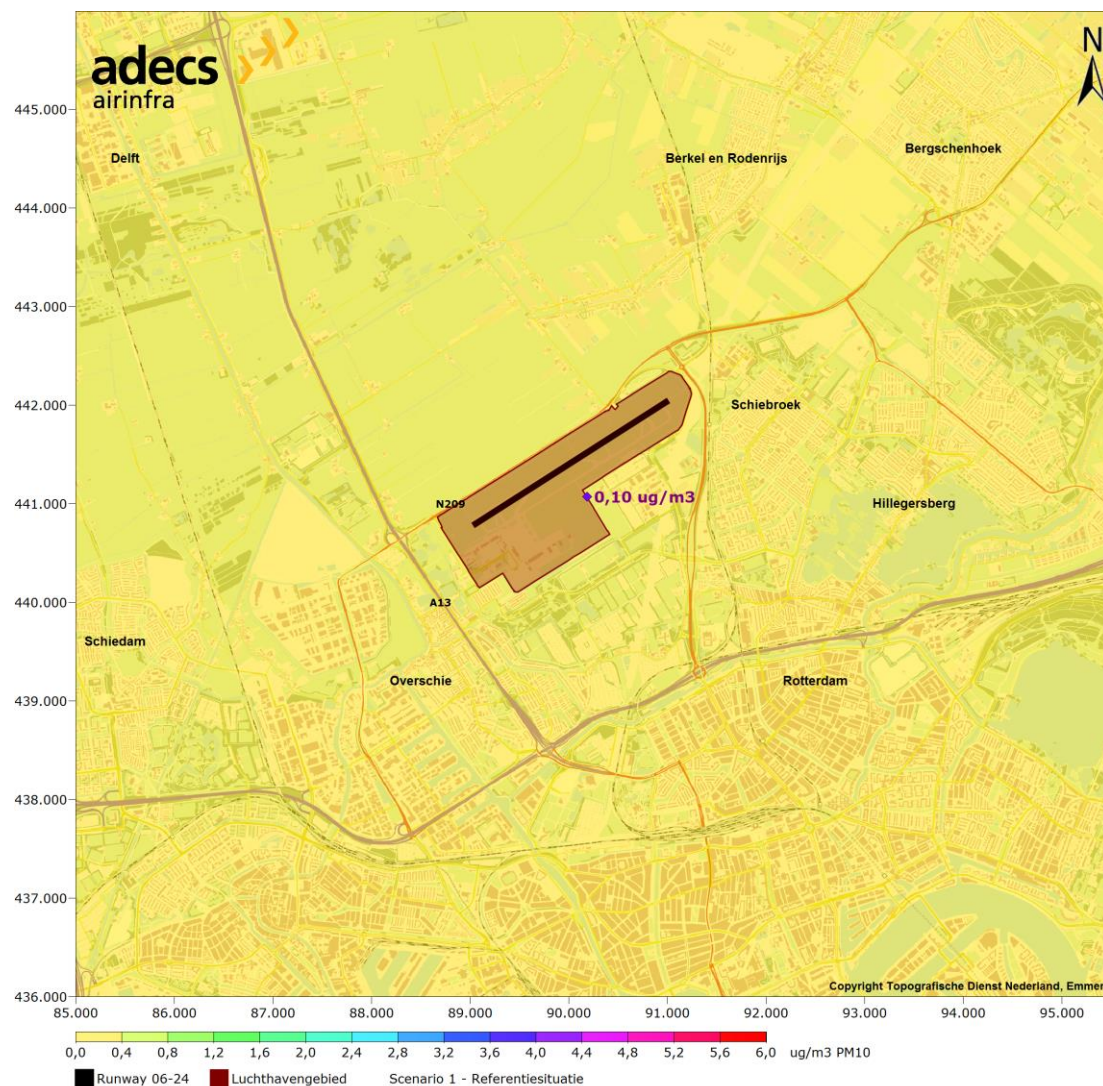
Figuur 29 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3b) aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ in 2025.



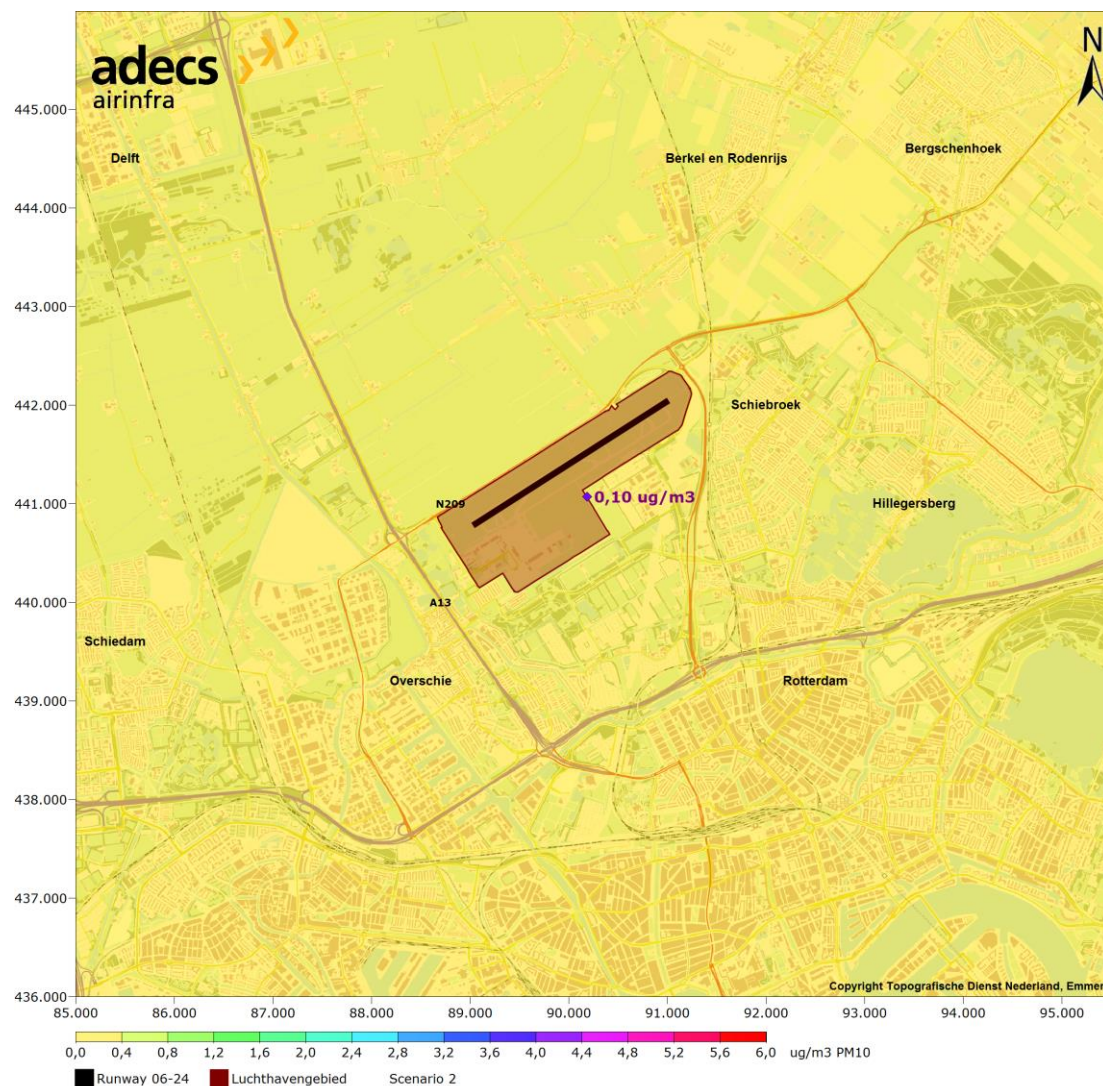
Figuur 30 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3c) aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ in 2025.



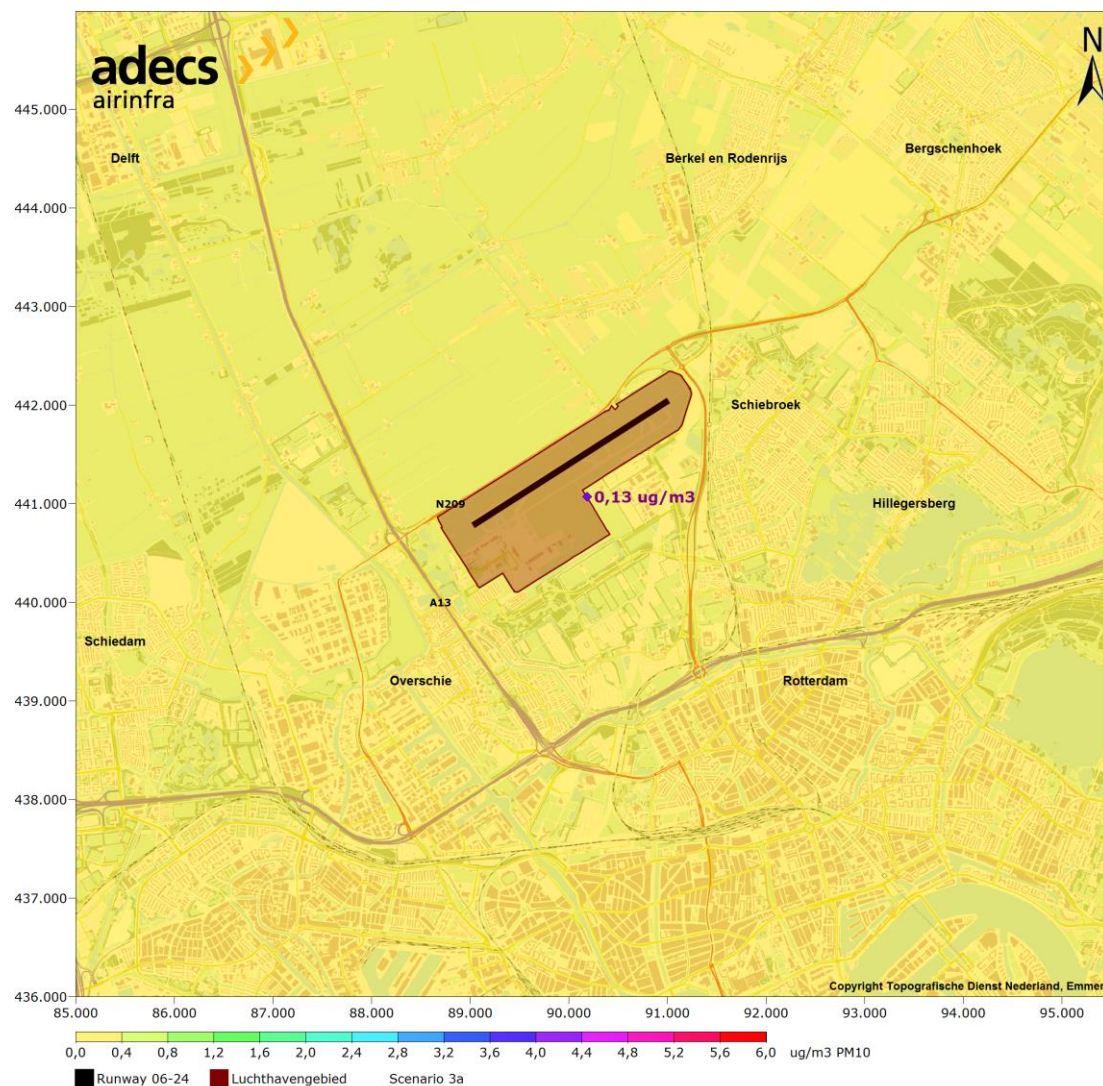
Figuur 31 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3d) aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ in 2025.



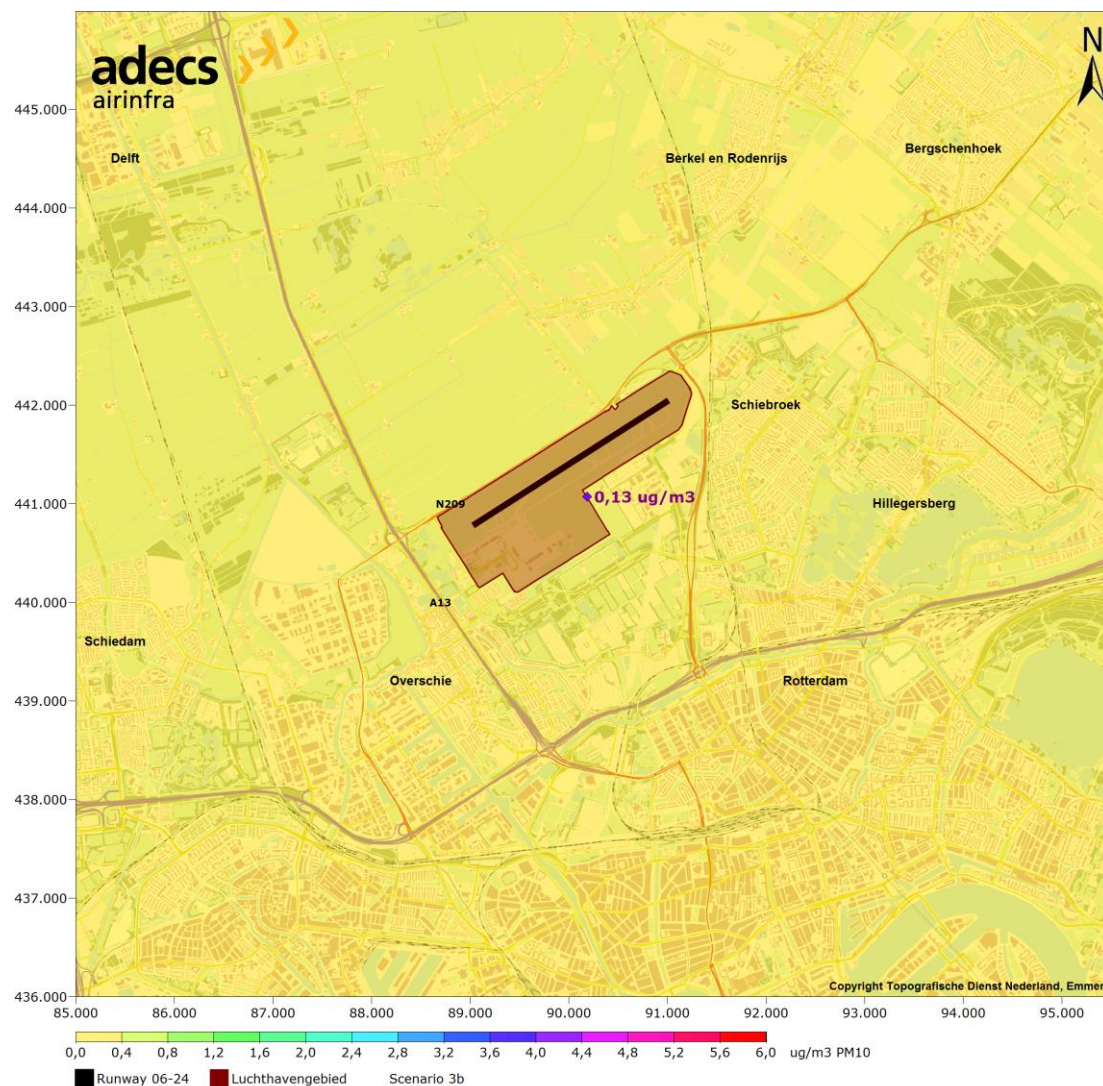
Figuur 32 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 1) aan de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ in 2025.



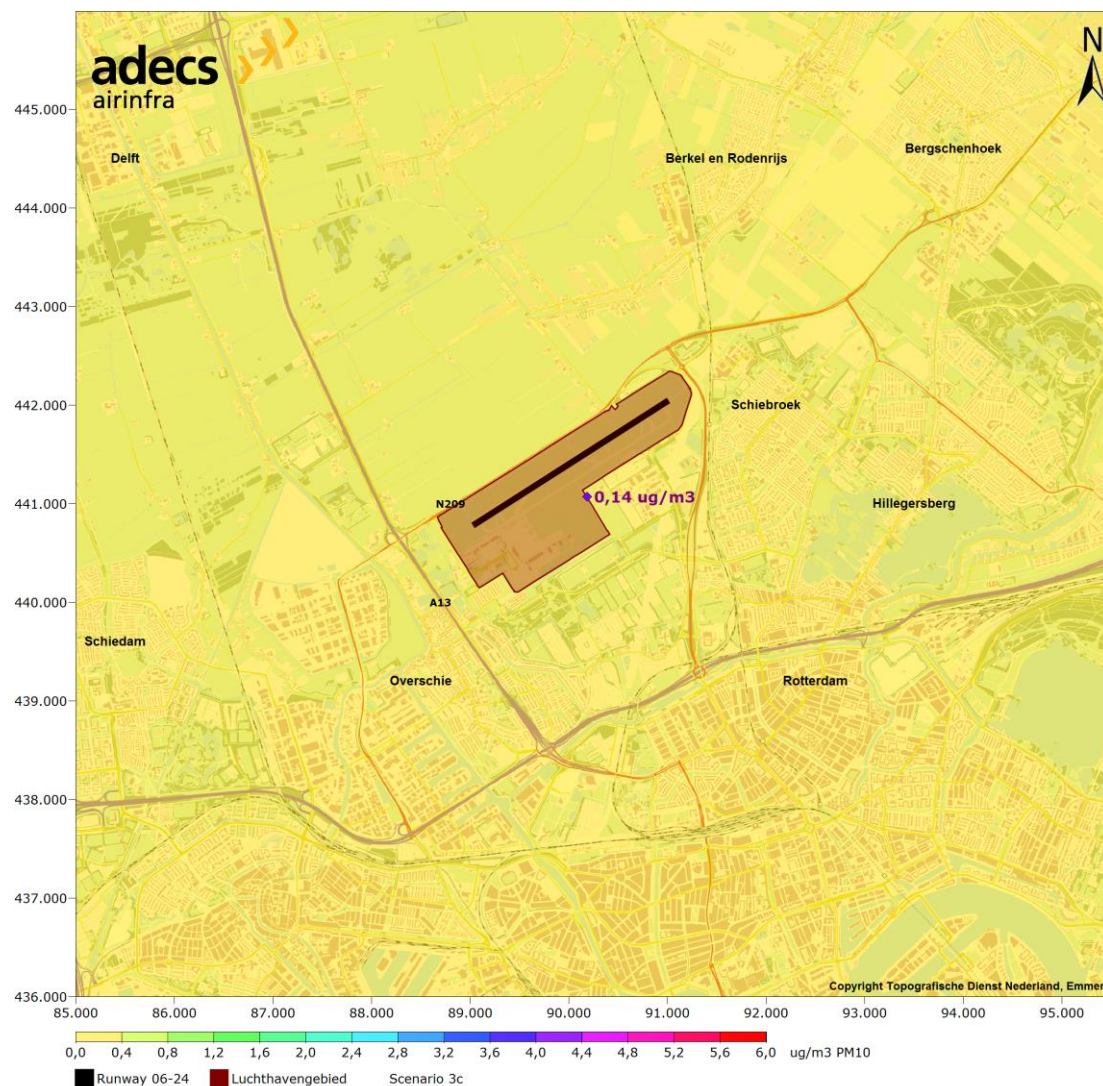
Figuur 33 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 2) aan de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ in 2025.



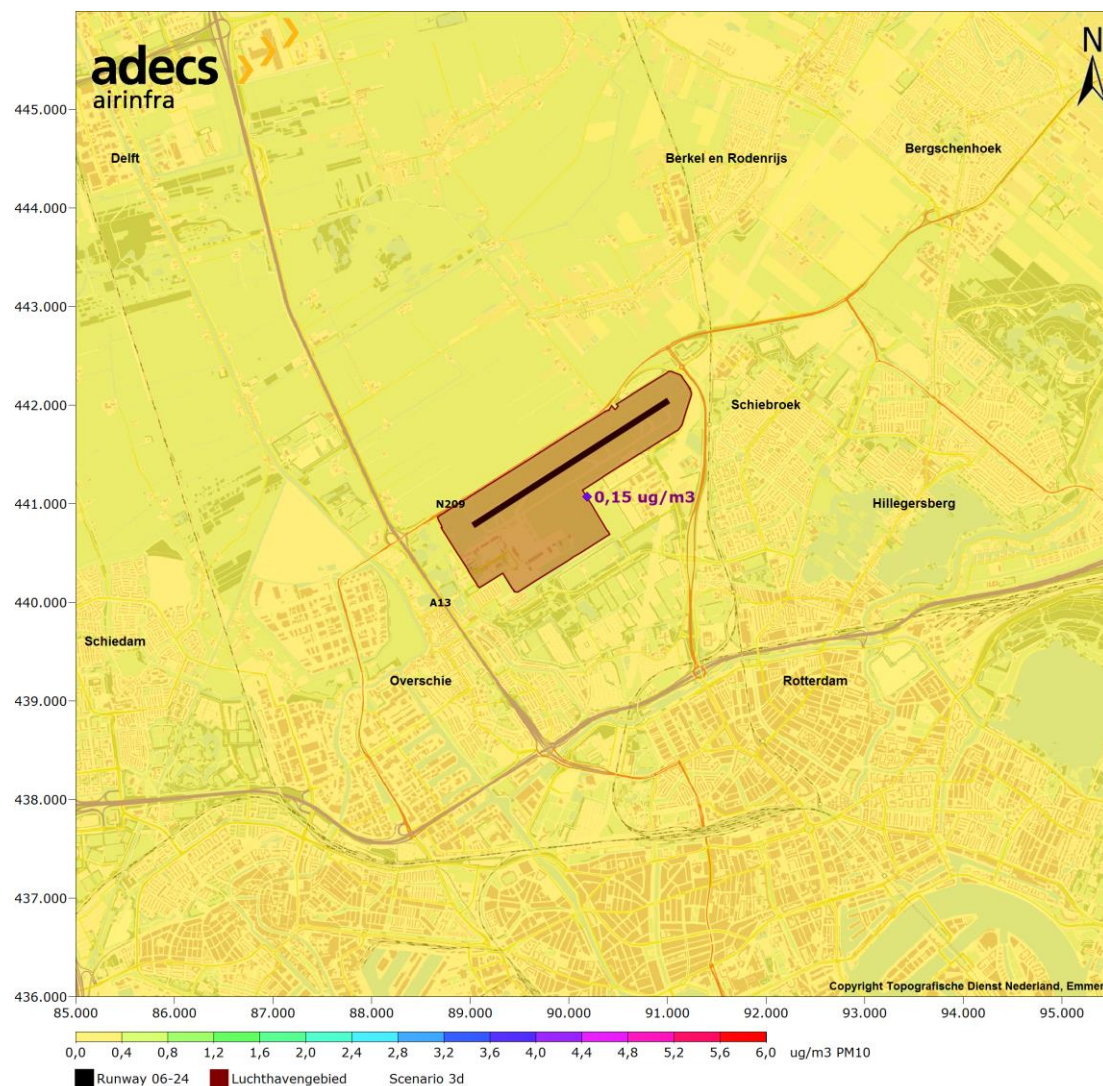
Figuur 34 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3a) aan de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ in 2025.



Figuur 35 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3b) aan de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ in 2025.



Figuur 36 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3c) aan de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ in 2025.

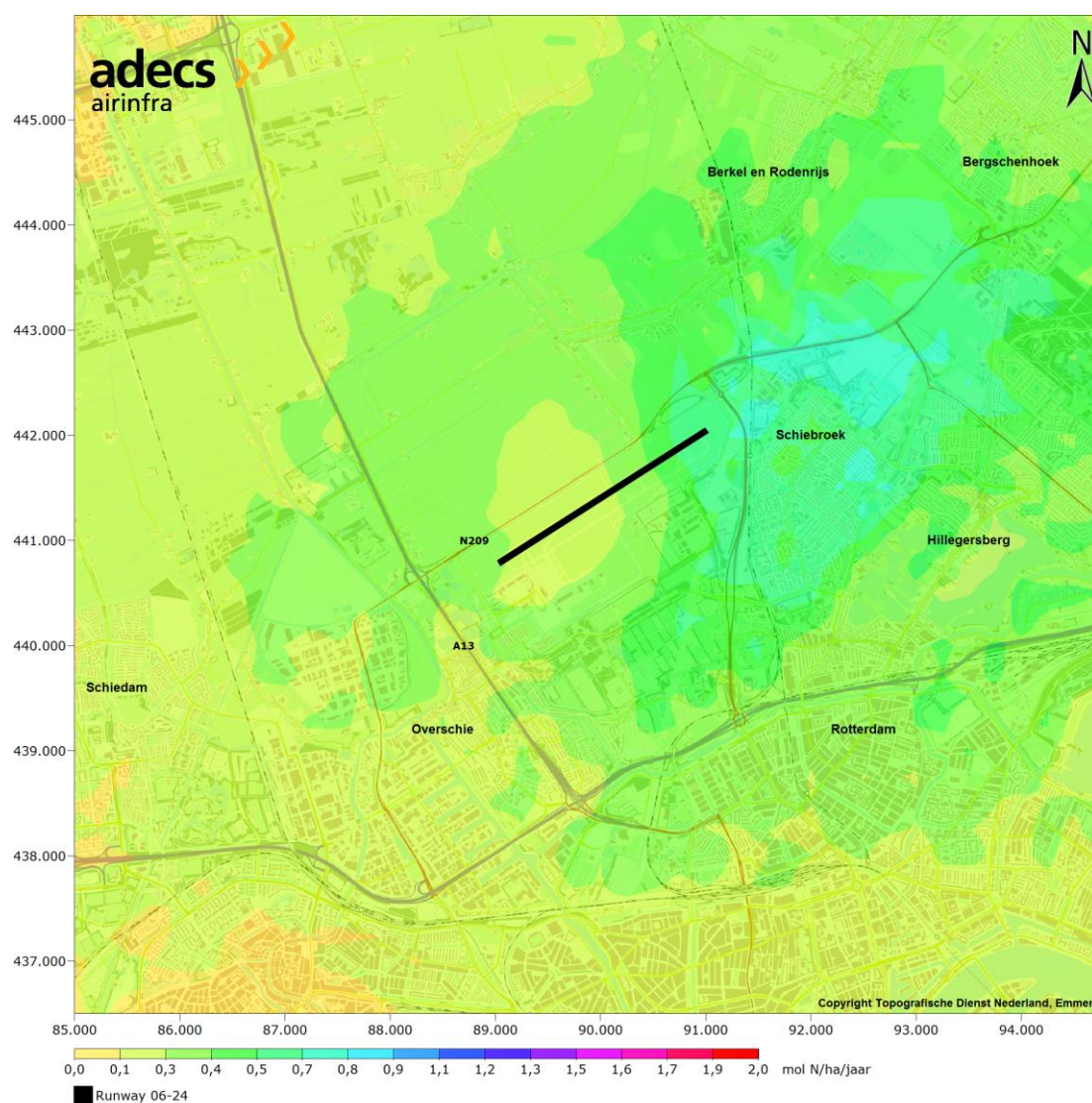


Figuur 37 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3d) aan de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ in 2025.

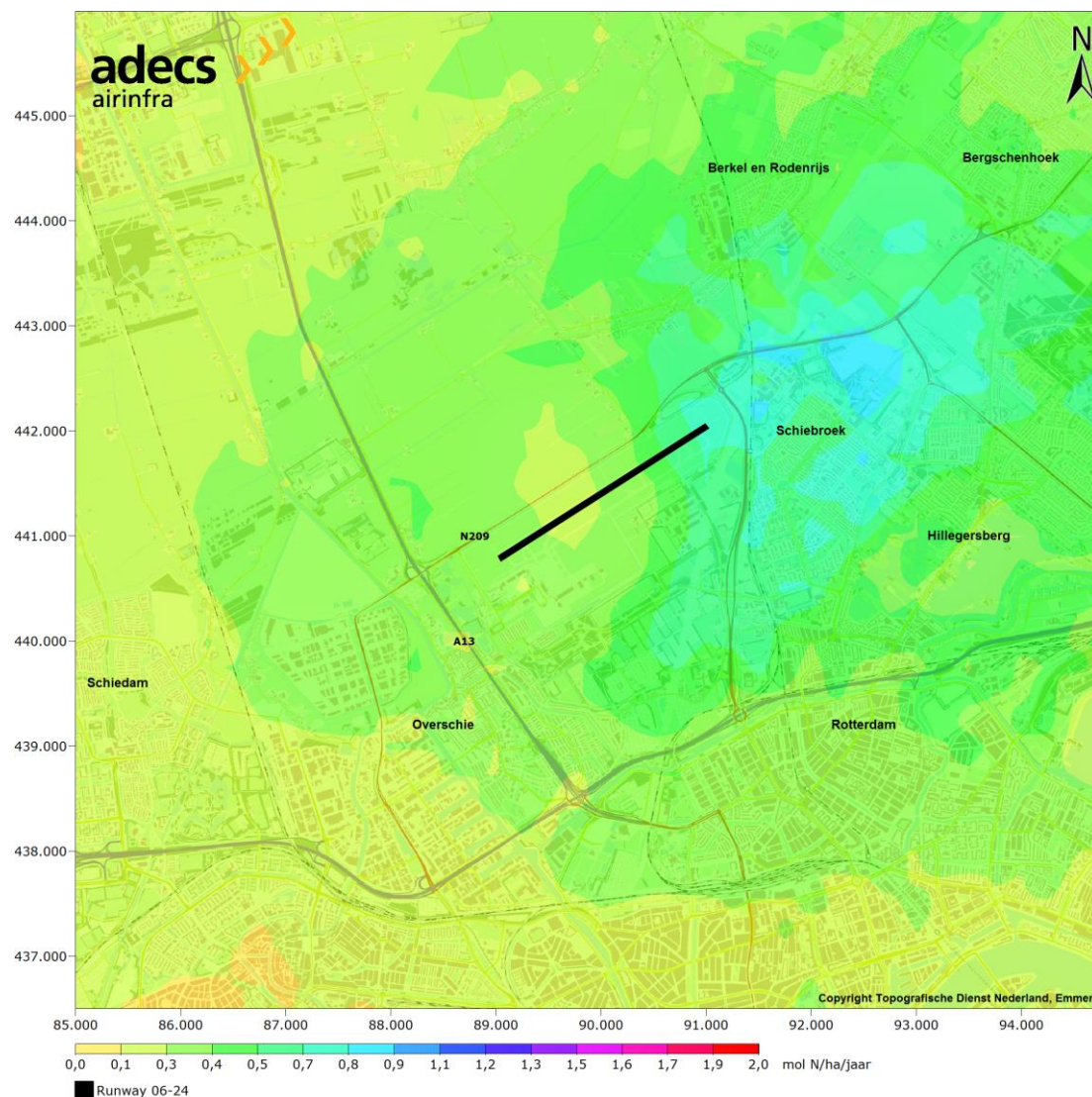
Bijlage F Resultaten depositie berekening

Deze bijlage toont de resultaten van de depositie berekeningen voor alle alternatieven. In paragraaf F.1 zijn de resultaten (en verschil ten opzichte van de referentie) gepresenteerd voor alleen de bijdrage van het vliegverkeer. Paragraaf F.2 bevat de resultaten voor de bijdrage van het wegverkeer.

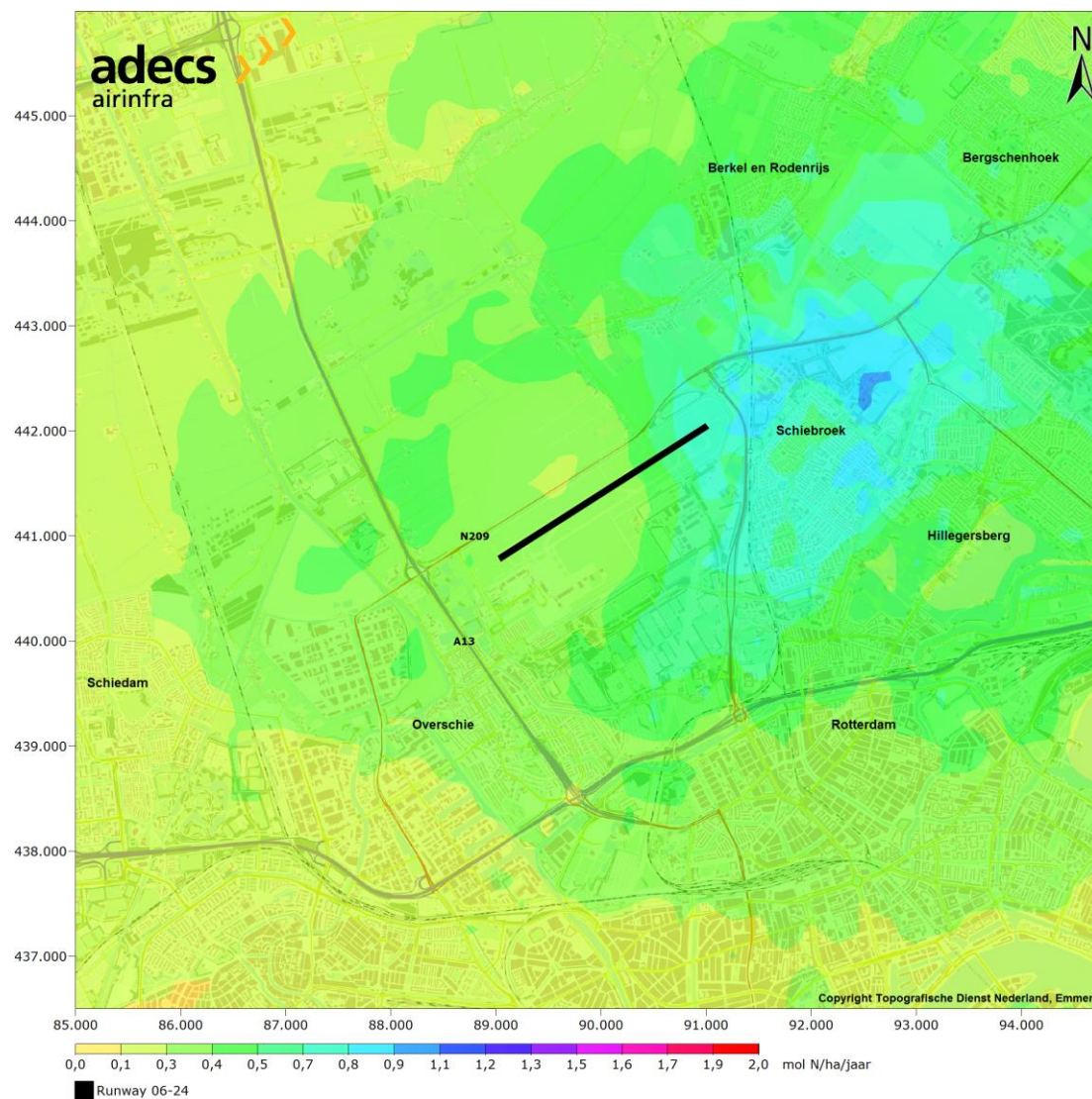
F.1 Bijdrage van het vliegverkeer



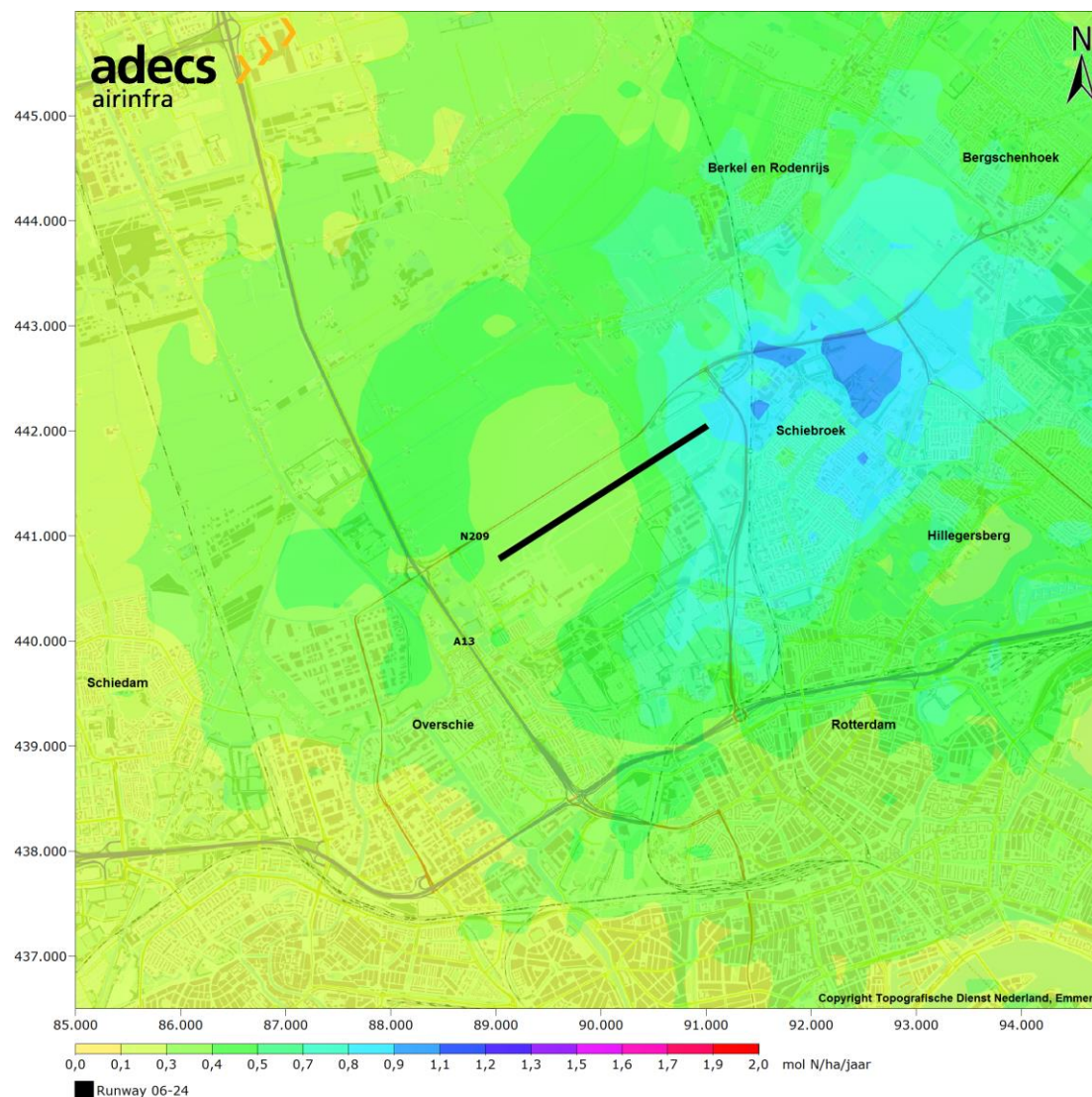
Figuur 38 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 1) aan de stikstofdepositie in 2025.



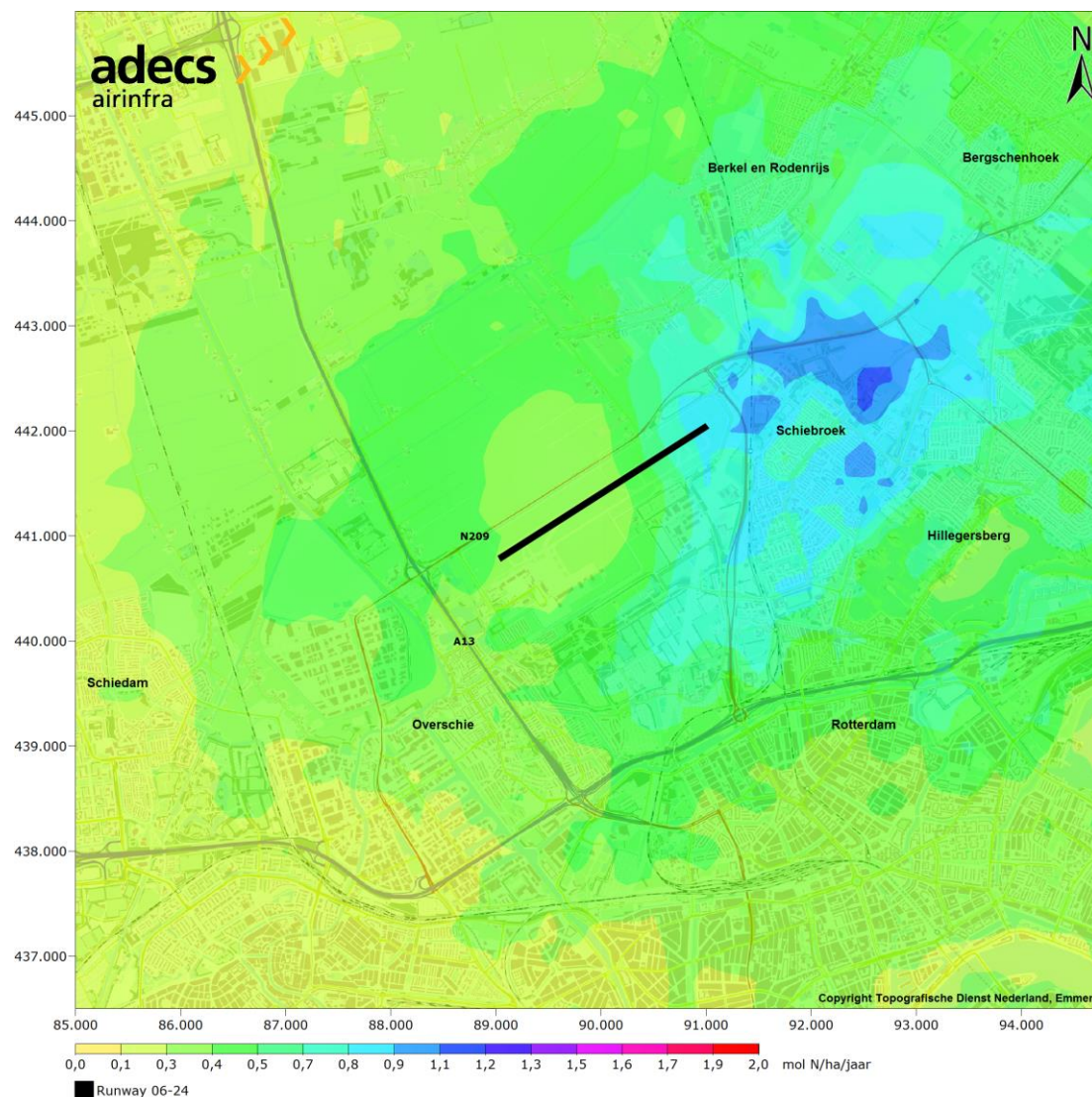
Figuur 39 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 2) aan de stikstofdepositie in 2025.



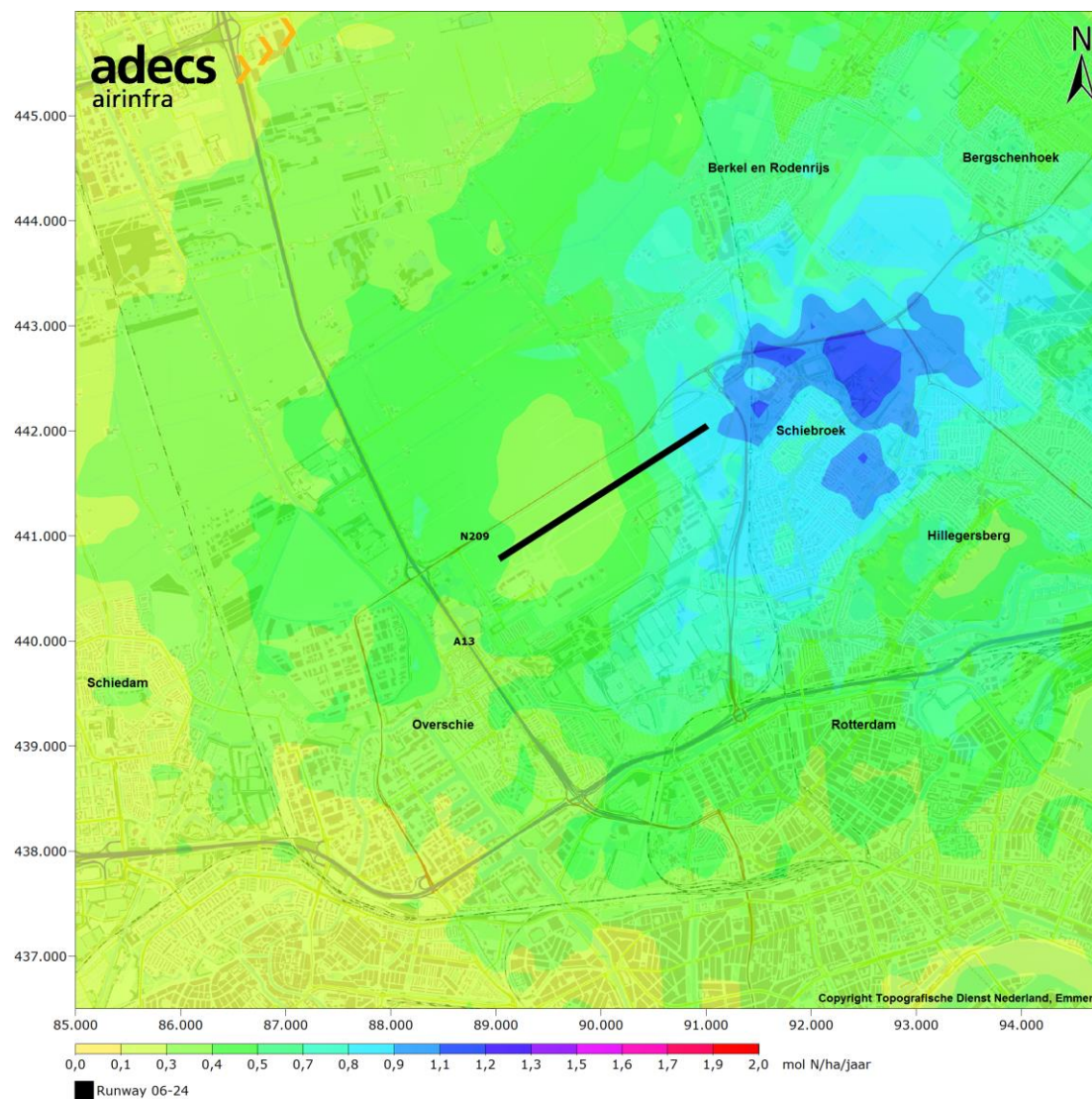
Figuur 40 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3a) aan de stikstofdepositie in 2025.



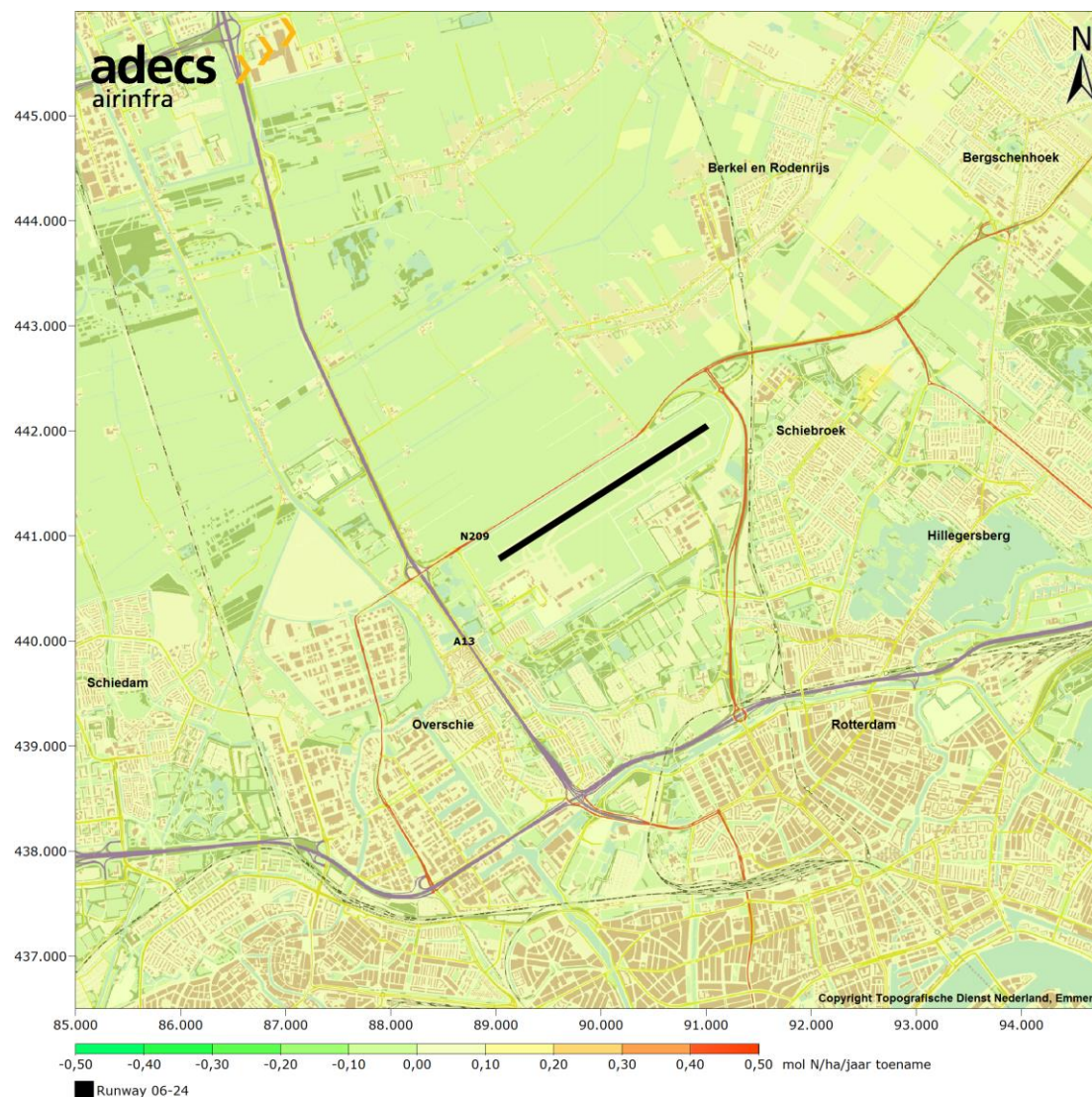
Figuur 41 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3b) aan de stikstofdepositie in 2025.



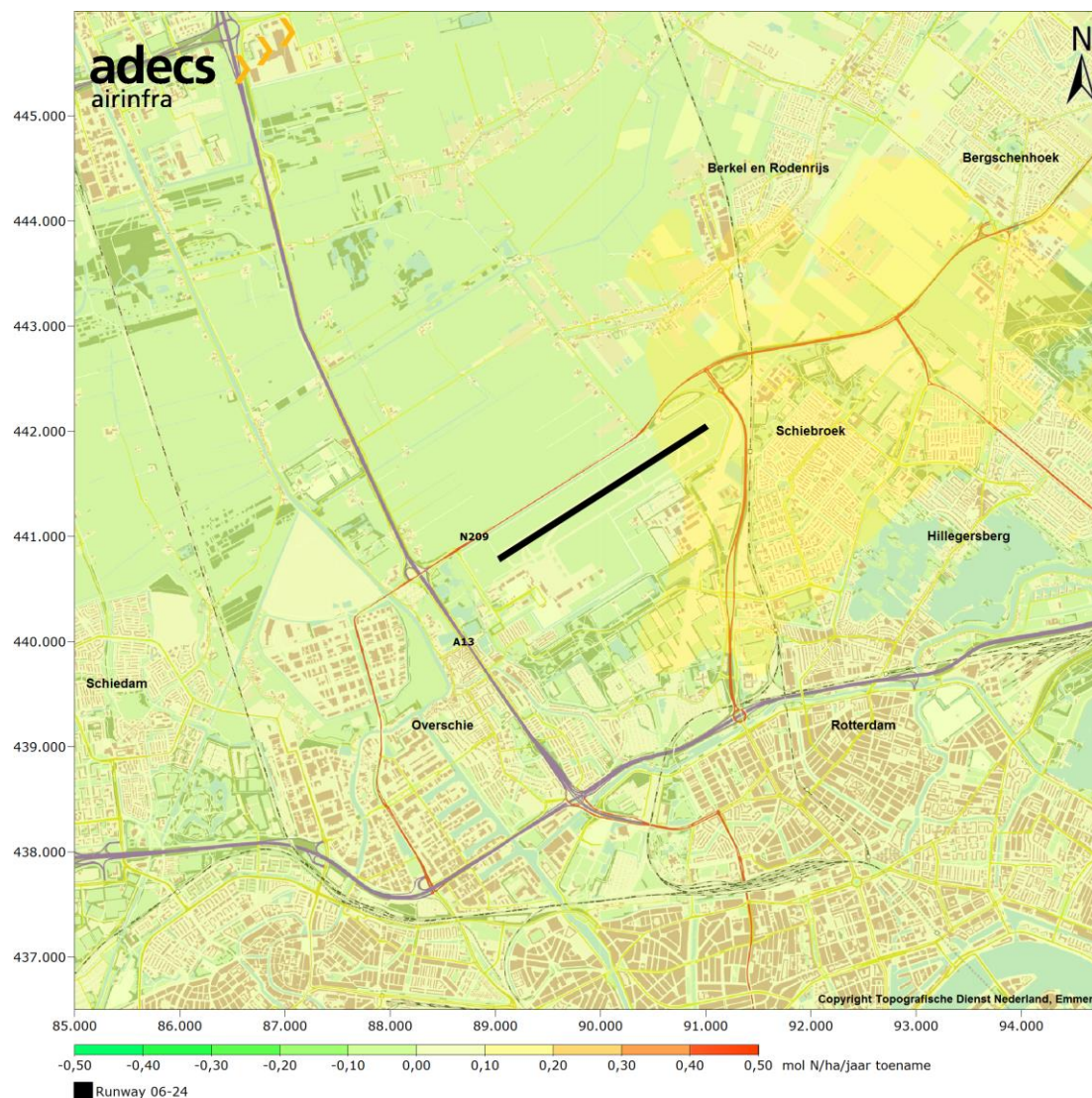
Figuur 42 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3c) aan de stikstofdepositie in 2025.



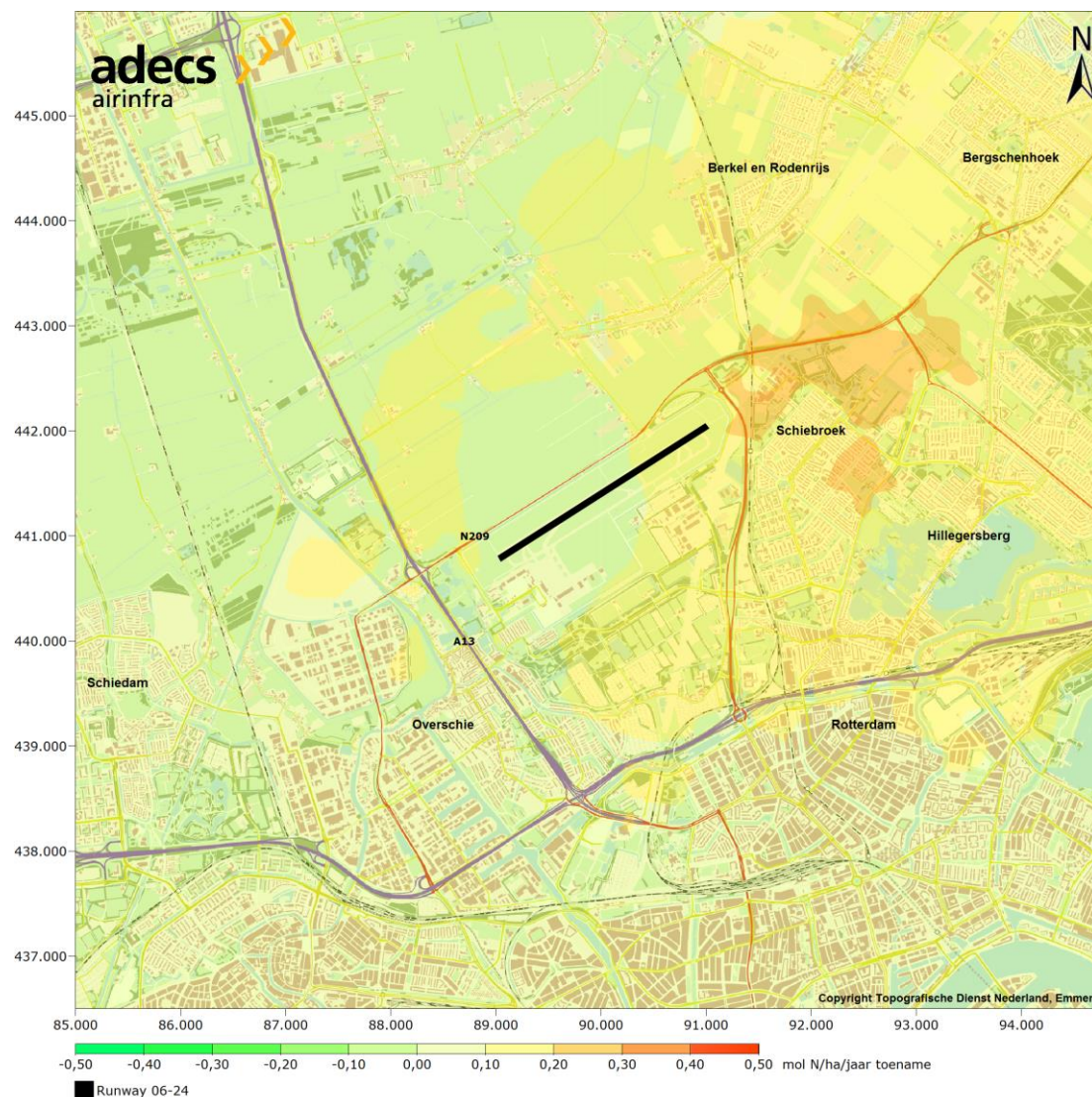
Figuur 43 Bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3d) aan de stikstofdepositie in 2025.



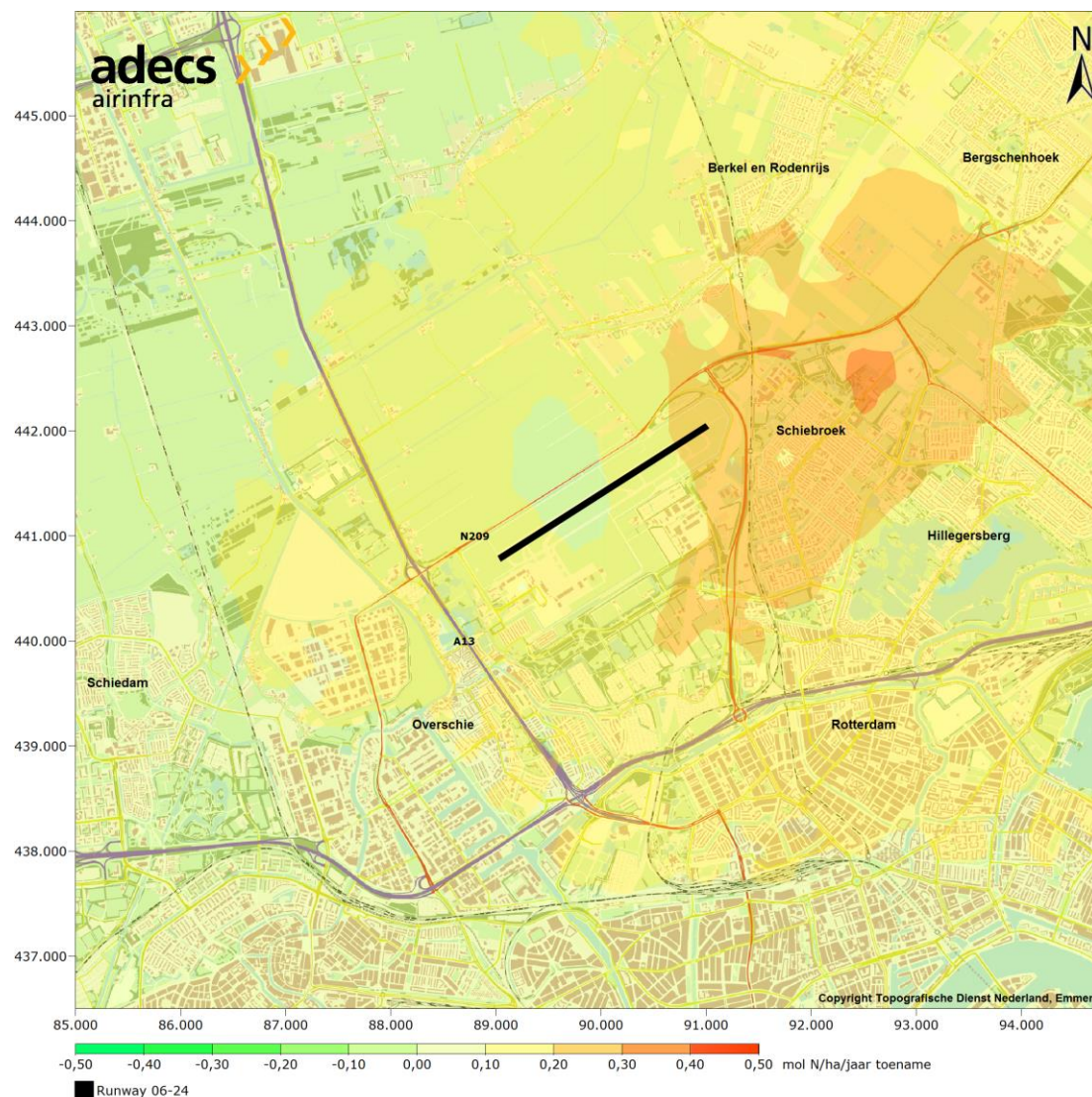
Figuur 44 Verschil van de bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 2 min alternatief 1) aan de stikstofdepositie in 2025.



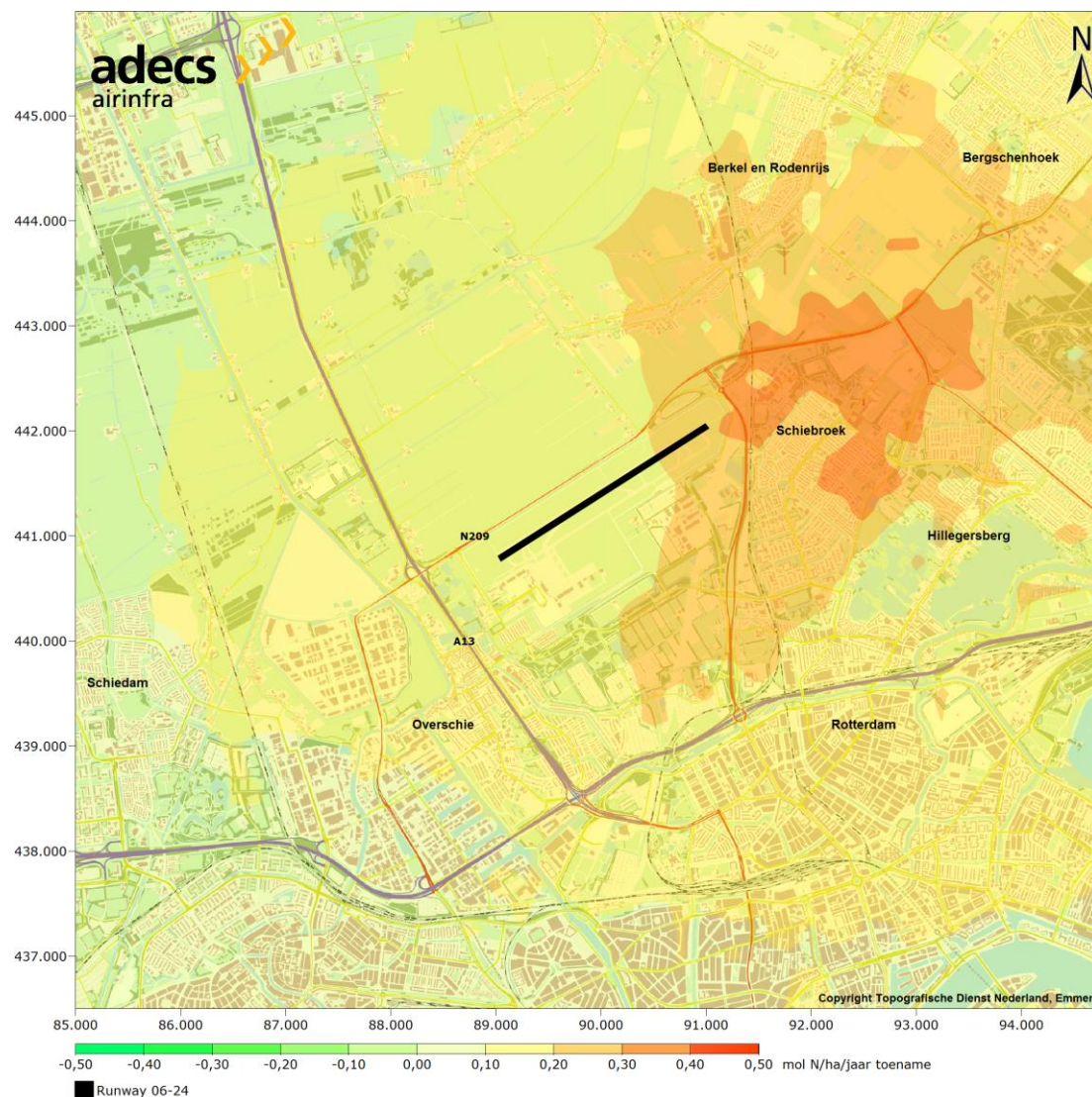
Figuur 45 Verschil van de bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3a min alternatief 1) aan de stikstofdepositie in 2025.



Figuur 46 Verschil van de bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3b min alternatief 1) aan de stikstofdepositie in 2025.

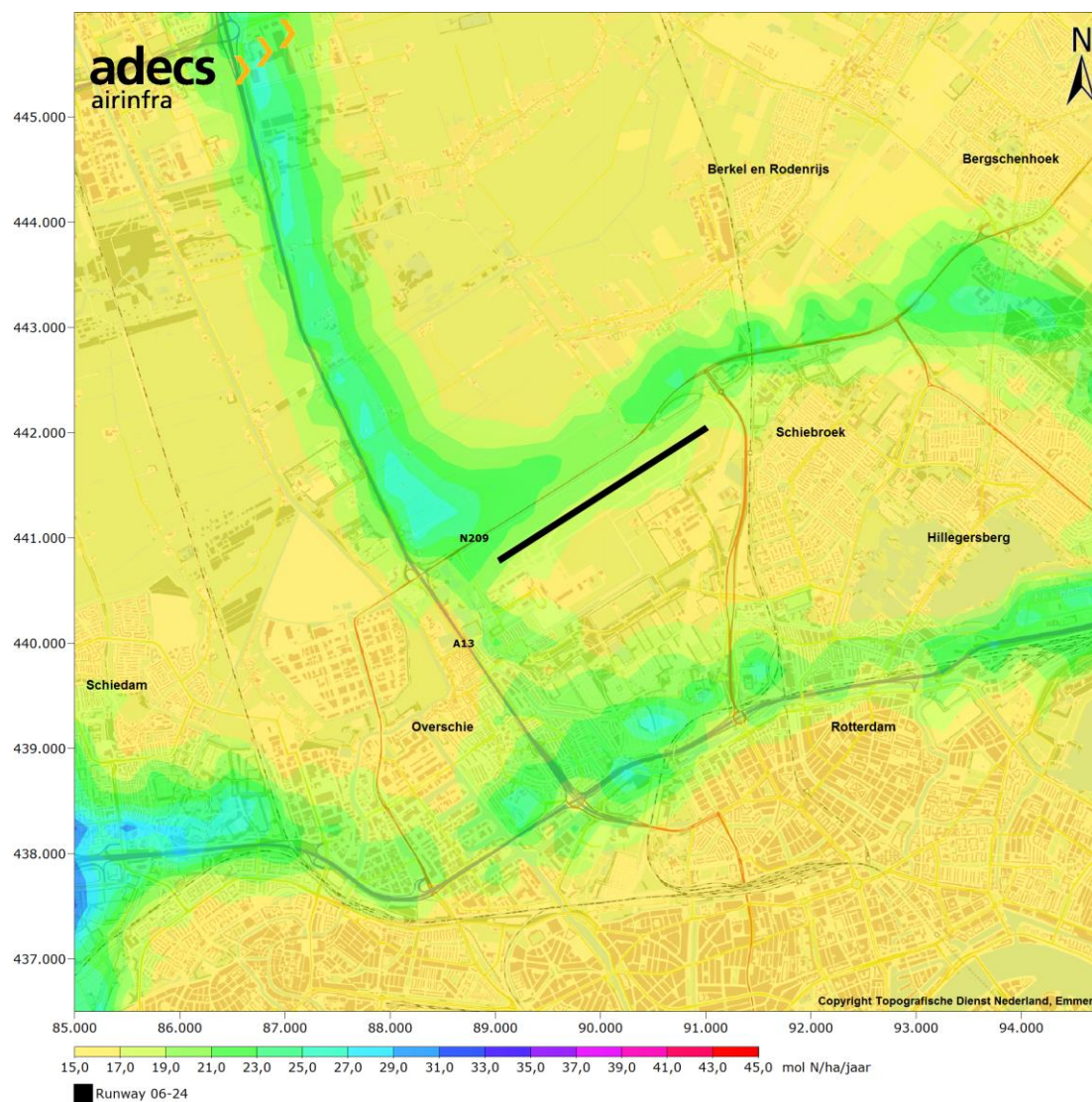


Figuur 47 Verschil van de bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3c min alternatief 1) aan de stikstofdepositie in 2025.

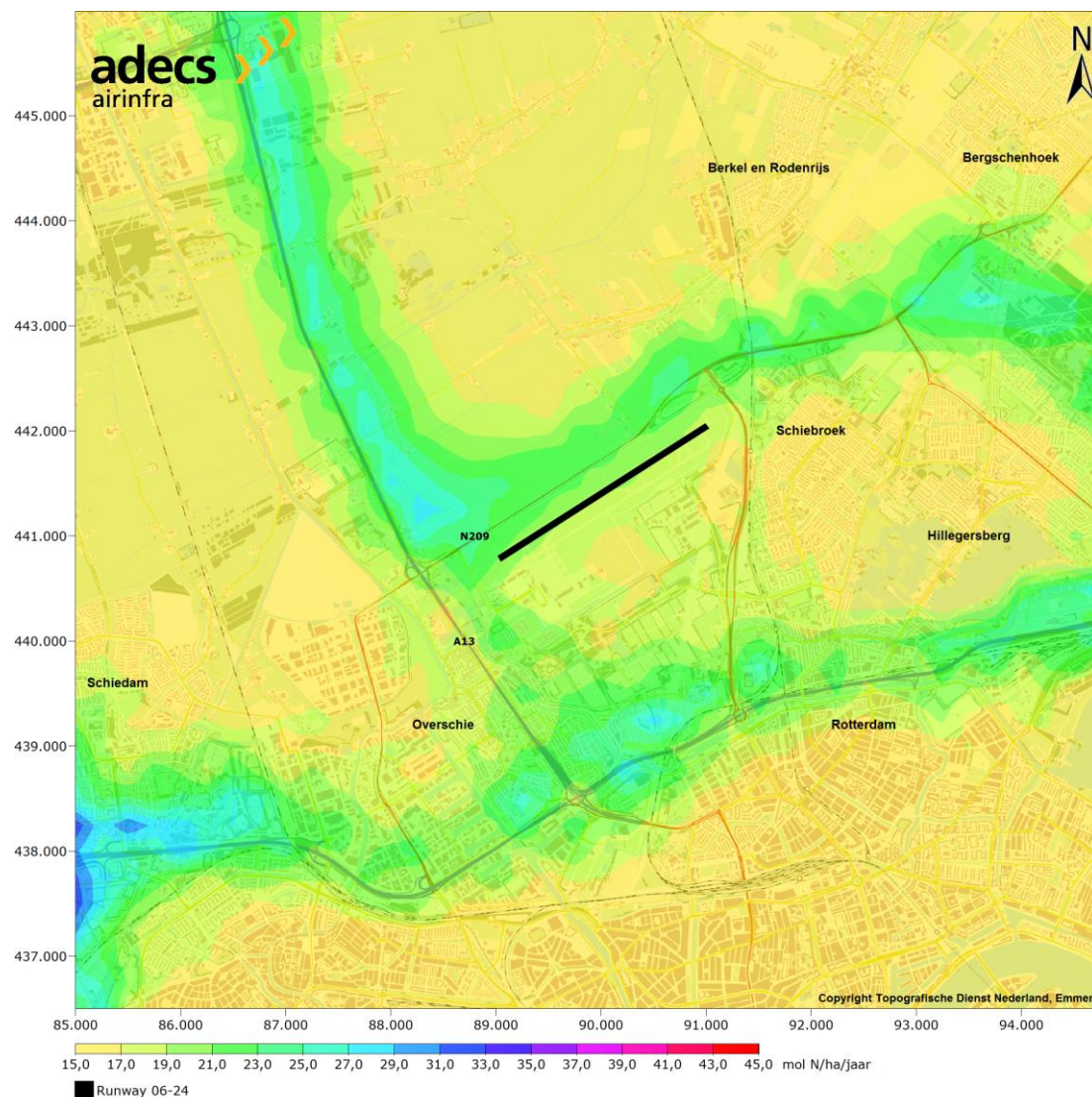


Figuur 48 Verschil van de bijdrage van het vliegverkeer (alternatief 3d min alternatief 1) aan de stikstofdepositie in 2025.

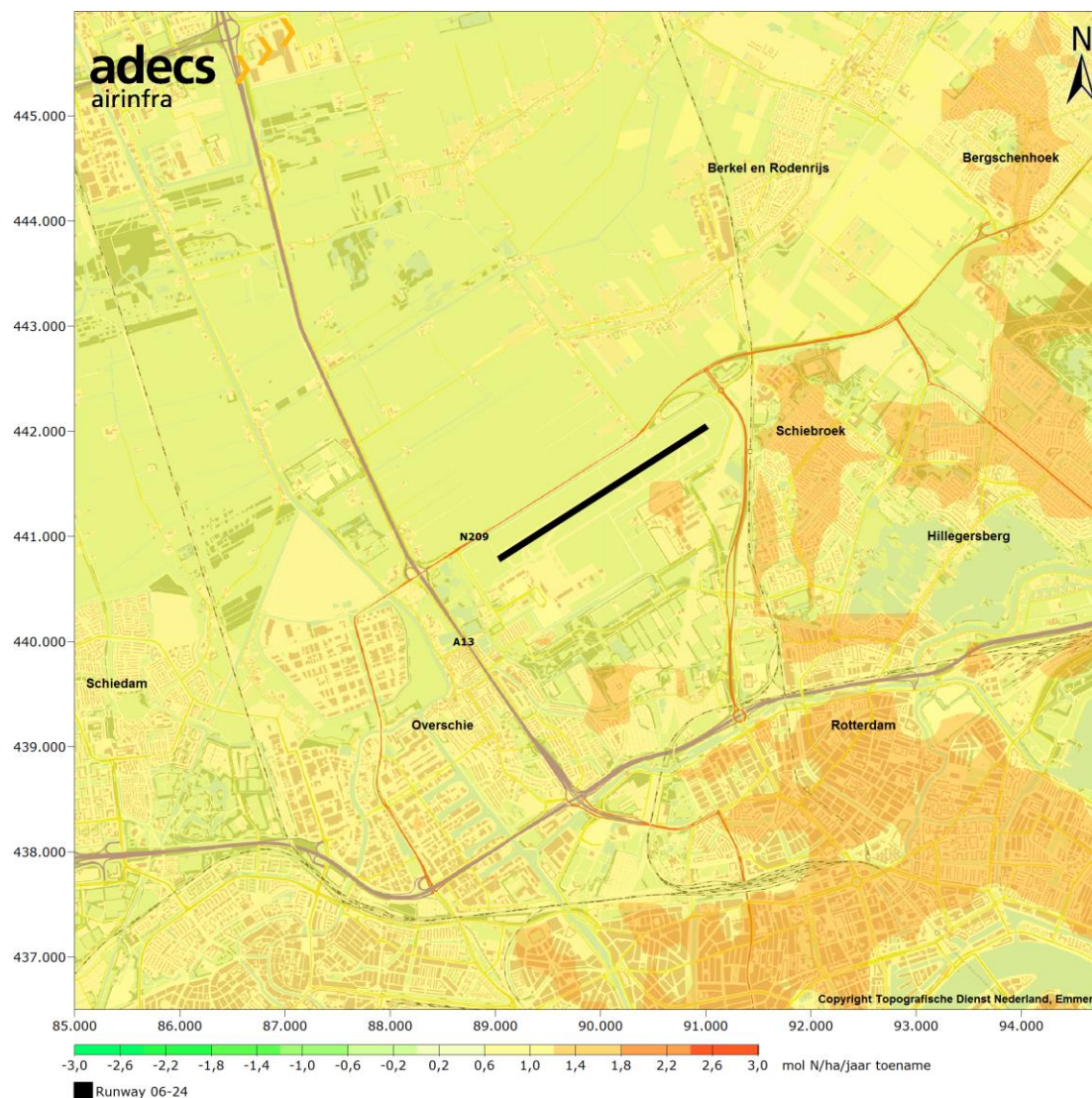
F.2 Bijdrage van het wegverkeer



Figuur 49 Bijdrage van het wegverkeer (alternatief 1) aan de stikstofdepositie in 2025.



Figuur 50 Bijdrage van het wegverkeer (groeialternatief 3d met aanleg A13-A16) aan de stikstofdepositie in 2025.



Figuur 51 Verschil van de bijdrage van het wegverkeer (groeialternatief 3d met aanleg A13-A16 min referentie alternatief) aan de stikstofdepositie in 2025.