



Milieu Effect Rapport

Lelystad Airport

- Deel 4C: Deelonderzoek Luchtkwaliteit



Deelonderzoek Luchtkwaliteit

MER Lelystad Airport 2014

Colofon

Opdrachtgever : Lelystad Airport
Bestemd voor : de heer H. Lagerweij
Auteur(s) : ir. W.B. Haverdings, ir. I. Achterberg
Controle door : ir. H.B.G. ten Have
Datum : 29 maart 2014
Kenmerk : le140308.rap

Opgesteld door : Advanced Decision Systems Airinfra BV & To70 BV



Zonder voorafgaande, schriftelijke toestemming van de opdrachtgever of Adecs Airinfra BV / To70 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
DER	Departure End of Runway (startbaaneinde)
EC	Elementair koolstof
GCN	Grootschalige concentratiekaarten Nederland
GPU	Ground Power Unit
ha	Hectare
HC	Hydrocarbons
HEMS	Helicopter Emergency Medical Service
IFR	Instrument Flight Rules
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
LTO	Landing and Take-off
m.e.r.	Milieueffectrapportage
MER	Milieueffectrapport
MLA	Microlight Aircraft
MRO	Maintenance, Repair & Overhaul
µg/m ³	Microgram per kubieke meter lucht
MNP	Milieu en Natuur Planbureau
mol	Eenheid voor een hoeveelheid stof
MW	Megawatt
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
RESA	Runway End Safety Area
RMI	Regeling milieu informatie (Schiphol)
SO ₂	Zwaveldioxide
SRM	Standaard rekenmethode
THR	Threshold (baandrempel)
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 Lucht	6
1.3 Doelstelling	6
1.4 Leeswijzer	6
2 Wettelijk kader.....	7
2.1 Nederlandse regelgeving	7
2.2 Wettelijke stoffen	8
2.3 Beoordeling luchtkwaliteit.....	8
2.4 Rekenen aan luchtkwaliteit	9
2.5 CO ₂	11
3 Alternatiefbeschrijving.....	13
3.1 Huidige situatie	14
3.2 Referentiesituatie	14
3.3 Voorgenomen activiteit	14
4 Rekenmethoden en uitgangspunten	16
4.1 De onderzochte effecten en algemene uitgangspunten	16
4.2 Luchtkwaliteit ten gevolge van vliegverkeer	18
4.3 CO ₂ -emissie.....	19
4.3.1 Vliegverkeer.....	19
4.3.2 Platformgebonden verkeer	19
4.4 Geur.....	20
4.5 Luchtkwaliteit ten gevolge van wegverkeer	21
4.6 Totale concentraties	21
4.7 Depositie.....	22
5 Invoer	25
5.1 Invoergegevens luchtvaart: kenmerken luchthaven	25
5.1.1 Start- en landingsbaan	25
5.1.2 Vliegroutes	27
5.2 Invoergegevens luchtvaart: kenmerken vliegverkeer	27
5.3 Wegverkeergegevens.....	32
5.4 APU-/GPU-gebruik en platformverkeer	37
6 Resultaten.....	39
6.1 Emissie	39
6.1.1 Geur	43

6.1.2	Elementair koolstof	43
6.2	Concentraties	44
6.2.1	Totalen concentraties	44
6.2.2	Achtergrondconcentraties	48
6.2.3	Vliegverkeer	48
6.2.4	Wegverkeer	53
6.2.5	Beoordeling	59
6.3	Stikstofdepositie	60
6.3.1	Wegverkeer	60
6.3.2	Luchtvaart	63
7	Conclusies	65
	Referenties	67
	Bijlage A Verdelingstabellen vliegverkeer	68
	Bijlage B Model vliegverkeer	73
B.1	Het modelleren van de vliegbaan, nader bekeken	73
B.2	Het omzetten van de vliegbaan naar emissiepunten, nader bekeken	73
	De concentratieberekening, nader bekeken.	74
B.3	Basisprincipe van de berekening	74
B.4	Enkele uitgangspunten/parameters	74
B.5	Verspreidingsmodel luchtvaart	75
	Bijlage C Emissie vliegverkeer per vliegfase	85
	Bijlage D Resultaten concentratie	87
	Bijlage E Resultaten stikstofdepositie	95
E.1	Alleen vliegverkeer	95
E.2	Alleen wegverkeer	102

Samenvatting

Om inzicht te geven in de gevolgen voor de luchtkwaliteit in de omgeving van Lelystad Airport is voor het MER een (deel)onderzoek uitgevoerd naar de luchtkwaliteit. Voorliggend deelonderzoek Lucht beschrijft de uitgangspunten, invoergegevens, rekenmethodieken en toont de resultaten.

Het deelonderzoek Lucht brengt de effecten inzake de emissie, luchtkwaliteit en depositie in kaart van de voorgenomen uitbreiding van Lelystad Airport, zowel voor de eerste tranche met 25.000 vliegtuigbewegingen groot verkeer (niet-mainport gebonden verkeer van het type Boeing 737 en Airbus A320) in 2020 als op termijn een ontwikkeling naar 45.000 vliegtuigbewegingen per jaar in 2025.

Op basis van voorliggend luchtkwaliteitonderzoek kan geconcludeerd worden dat de jaargemiddelde concentratie van NO₂ voor ruim 50% bepaald wordt door de achtergrondconcentratie. Voor de jaargemiddelde concentraties PM₁₀ en PM_{2,5} is de invloed van de achtergrondconcentratie nog veel groter, circa 85-90%.

Tevens blijkt uit de resultaten van de totalen voor de jaargemiddelde concentraties NO₂ en PM₁₀ dat er geen overschrijdingen van de wettelijke normen voor deze stoffen bij realisatie van de voorgenomen activiteit (zowel eerste als tweede tranche) wordt verwacht. De resultaten voor luchtkwaliteit laten zien dat er op dit gebied geen knelpunten ontstaan. Wel zal er door de voorgenomen activiteit een beperkte toename van concentraties ontstaan ten opzichte van de referentiesituatie.

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 waar mensen langdurig bloot aan staan leven zij gemiddeld drie maanden korter. Uit de concentratieberekeningen van elementair koolstof (EC) volgt dat de voorgenomen ontwikkeling een zeer geringe toename veroorzaakt (maximaal 0,02 µg/m³ voor de plansituatie 2025). Dit zou voor mensen die hier langdurig aan blootstaan betekenen dat zij circa 5 dagen korter kunnen leven.

Op het gebied van emissie heeft de voorgenomen activiteit tot gevolg dat er een afname ontstaat van de uitstoot van CO en lood (Pb). Deze afname wordt veroorzaakt doordat het aantal vliegtuigbewegingen van met name klein verkeer afneemt; dit soort verkeer maakt nog gebruik van motoren die loodhoudende brandstof hanteert. In de berekening van de emissie wordt geen rekening gehouden met aanpassingen aan motoren waardoor er geen loodhoudende brandstof meer gehanteerd hoeft te worden voor een vliegtuig waar dat normaal gesproken wel het geval zou zijn. In de praktijk blijkt er een daling te zijn van de afgifte van loodhoudende brandstof Avgas op Lelystad Airport die wordt veroorzaakt door voorgenoemde aanpassing van de motoren. De verwachting is derhalve dat de berekende loodemissie in voorliggend onderzoek in de praktijk nog lager zal uitkomen.

Naast de genoemde afname neemt echter de emissie van de overige stoffen wel toe, met name de toename van CO₂ is aanzienlijk en in strijd met het voorgenomen beleid om de CO₂-uitstoot te reduceren. Specifiek voor luchthavens gelden er echter geen begrenzings voor de uitstoot van CO₂. Wel biedt de EU ETS voor luchtvaartmaatschappijen een oplossing hiervoor. De emissie van NO_x en PM₁₀ neemt ook toe, dit leidt echter niet tot overschrijding van 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 toename ontstaat van de stikstofdepositie in met name de directe omgeving van de luchthaven. Er is ook sprake van een toename in omliggende Natura 2000-gebieden. In het deelrapport Natuur is het effect van deze toename beschreven voor de flora en fauna. In het deelonderzoek Voedselkwaliteit is het effect van de emissie en depositie bij de voorgenomen activiteit op de voedselkwaliteit beschreven.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Voor de beoogde ontwikkeling van Lelystad Airport is het doorlopen van een milieueffectrapportage noodzakelijk. Initiatiefnemer voor deze m.e.r.-procedure is N.V. Luchthaven Lelystad. Het milieueffectrapport beschrijft de milieueffecten van deze ontwikkelingen en zet deze af tegen de referentiesituatie. Het MER beschouwt daarbij de effecten voor zowel de eindsituatie (45.000 vliegtuigbewegingen per jaar) als ook de effecten van de eerste tranche (25.000 vliegtuigbewegingen per jaar) in de ontwikkeling. Voor een uitgebreide achtergrond wordt verwezen naar *Deel 1: Hoofdrapport* van dit MER.

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

1.2 Deelonderzoek Lucht

Het deelonderzoek Lucht brengt de effecten inzake de emissie, luchtkwaliteit en depositie in kaart van de voorgenomen uitbreiding van Lelystad Airport, zowel voor de eerste tranche met 25.000 vliegtuigbewegingen groot verkeer (niet-mainport gebonden verkeer van het type Boeing 737 en Airbus A320) in 2020 als op termijn een vergunde ontwikkeling naar 45.000 vliegtuigbewegingen per jaar in 2025.

Het gebruik van de vliegroutes en de bijbehorende ligging ervan is bepalend voor waar eventuele hinder en verontreiniging kan neerslaan. Er is nog geen definitieve routestructuur vastgesteld voor de situatie waarin groot verkeer wordt afgehandeld op Lelystad Airport. In het voortraject is nadere invulling gegeven aan het operationeel concept, waaruit enkele routevarianten zijn gevolgd. In het MER zijn de milieueffecten van deze verschillende varianten inzichtelijk gemaakt. De routes worden in dit rapport niet besproken, maar zijn in detail beschreven in deel 3 van het MER.

1.3 Doelstelling

Dit rapport dient twee doelen. Ten eerste geeft het een verantwoording van de uitgevoerde luchtberekeningen 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 die tevens zijn 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 de rekenmethoden en uitgangspunten;
- Hoofdstuk 5 presenteert de gebruikte invoergegevens;
- Hoofdstuk 6 beschrijft de resultaten van de berekeningen;
- Hoofdstuk 7 sluit af met de conclusie.

2 Wettelijk kader

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 enkele kilometers) 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 (2.1-2.4). Ook wordt aandacht besteed aan het thema CO_2 in paragraaf 2.5.

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 teneinde de effecten van de voorgenomen activiteit 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. In deze handreiking is ook een overzicht van het juridisch kader gegeven. Voor voorliggend luchtkwaliteitonderzoek is de Handreiking Rekenen aan Luchtkwaliteit, voor zover mogelijk, als leidraad gehanteerd.

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 nationaal belang. Artikel 8.44 lid 3 geeft de mogelijkheid om grenswaarden te stellen aan emissie van luchtvaartuigen. Er is echter tot nu toe in het besluit van Lelystad Airport geen sprake van het opnemen van grenswaarden voor emissie.

2.2 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 NO₂ en fijn stof (PM₁₀ en PM_{2.5}) het meest kritisch. Op basis van screenings (ref. 13) kan geconcludeerd worden dat bij voldoen aan de normen voor deze stoffen, overschrijding van normen voor overige Wm-stoffen¹ redelijkerwijs kan 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 NO₂- en fijn stofconcentraties zijn in onderstaande tabel 1 opgenomen.

Tabel 1 Overzicht normen stikstofdioxide en fijn stof.

Stof	Norm	Niveau [µg/m ³]	Ingangsdatum
NO ₂	Jaargemiddelde concentratie	Maximaal 40 µg/m ³	1 januari 2015
NO ₂	Uurgemiddelde concentratie	Maximaal 18 maal per jaar meer dan 200 µg/m ³	1 januari 2015
PM ₁₀	Jaargemiddelde concentratie	Maximaal 40 µg/m ³	11 juni 2011
PM ₁₀	24-uurgemiddelde concentratie	Maximaal 35 maal per jaar meer dan 50 µg/m ³	11 juni 2011
PM _{2.5}	Jaargemiddelde concentratie	Maximaal 25 µg/m ³	1 januari 2015 (Toetsing niet vereist tot 1 januari 2015)

De uurgemiddelde NO₂-concentratie is niet beschouwd. De 1-uurgemiddelde grenswaarde bedraagt 200 µg/m³. 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 µg/m³ 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 Lelystad Airport gesitueerd is in een landelijke omgeving en niet middenin een grote stad, is het voor Lelystad Airport ook aannemelijk dat de grenswaarde niet zal worden overschreden. Er is ook geen verdere uitwerking gegeven aan de uurgemiddelde NO₂-concentratie.

2.3 Beoordeling luchtkwaliteit

Ondanks dat er geen sprake is van officiële toetsing aan de grenswaarden 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

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

luchtkwaliteit 2007 (ref. 10). 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 kan in het studiegebied het gebied binnen de grenzen van de luchthaven en de (rijks)wegen zelf worden uitgesloten.

2.4 Rekenen aan luchtkwaliteit

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

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 voorgenomen activiteit van Lelystad Airport te berekenen, is gebruik gemaakt van SRM2 voor het wegverkeer in het studiegebied en het luchtkwaliteitmodel 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;*
- > *ruwheidskaart.*

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) maakt jaarlijks kaarten over 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 de toekomst op basis van de huidige situatie, de trends en reeds voorziene nieuwe emissiebronnen.

De kaarten vormen de basis voor de gegevens over de grootschalige achtergrondconcentraties, die door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu worden gepubliceerd. De gegevens zijn ruwe gegevens die bedoeld zijn voor gebruik in rekenmodellen. Bij de gegevens over de achtergrondconcentraties is de dubbeltellingcorrectie voor de lokale bijdragen van rijkswegen aan de concentraties toegepast.

De Preprocessingtool SRM2 en SRM3 (PreSRM) is een uniforme methode voor de preprocessing van de gegevens voor de achtergrondconcentraties, de meteorologie en de ruwheid. Deze methode moet worden gebruikt bij implementatie van deze invoergegevens in SRM2 en alle rekenmethoden die door de staatsecretaris van Infrastructuur en Milieu (voorheen de minister van VROM) zijn goedgekeurd voor gebruik in situaties die vallen binnen het toepassingsbereik van SRM2 en/of SRM3.

Zoals eerder al aangegeven is er voor luchtvaart geen wettelijke of gevalideerde rekenmethodiek vastgelegd. Het luchtkwaliteitmodel van Adecs Airinfra voor vliegverkeer maakt zoveel mogelijk gebruik van rekenvoorschriften die voor wegverkeer en industrie wel voorgeschreven zijn. Ook wordt o.a. het preSRM toegepast. Een uitgebreidere beschrijving van het model is in paragraaf 4.2 en Bijlage B opgenomen.

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 is niet te onderscheiden van de reeds aanwezige achtergrondconcentraties.

Onzekerheid rekenmodel concentraties vliegverkeer

Vanwege het ontbreken van een rekenvoorschrift voor het uitvoeren van luchtkwaliteitberekeningen 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. Rotterdam The Hague Airport, Maastricht Aachen Airport, Twente Airport en Groningen Airport Eelde is dit model echter ook gehanteerd en vonden experts van de Raad van State en de Commissie voor de m.e.r. dat ondanks de onzekerheden bij de berekeningen de conclusie gerechtvaardigd is.

Onzekerheid motortype (piston) vliegverkeer

Bij het bepalen van de emissie ten gevolge van vliegverkeer wordt uitgegaan van een bepaalde (standaard) motor voor een vliegtuigtype. Voor vliegverkeer dat met piston motoren vliegt, kan het echter voorkomen dat er bepaalde aanpassingen aan de motor gedaan zijn, die gevolgen hebben voor de emissie(cijfers) van die motor. Denk hierbij aan motoraanpassingen waardoor het vliegtuig niet meer van Avgas (loodhoudende benzine) gebruik moet maken, maar van Mogas (loodvrije benzine) gebruik kan maken. 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 standaard motoren.

2.5 CO₂

Voor CO₂ zijn hieronder het bestaande beleid en de regels beschreven. Deze hebben niet direct betrekking op Lelystad Airport, maar zijn voor de volledigheid wel ter informatie 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 klimaatop 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 hun 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:

- *energie;*
- *zware industrie.*

Bedrijven uit deze sectoren mogen maar een bepaalde 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. Lelystad Airport valt hier niet onder.

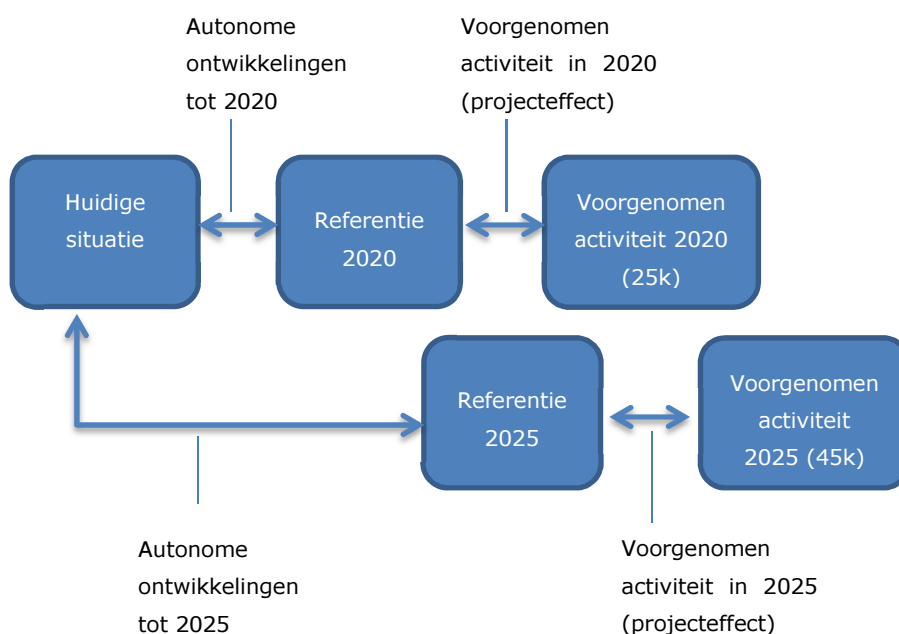
Sinds 1 januari 2012 geldt binnen Europa het emissiehandelssysteem ook voor de luchtvaart (EU ETS). In afwachting van een voorstel van de ICAO tot een wereldwijde aanpak, geldt er sinds april 2013 een tijdelijk uitstel op het handhaven op de EU ETS-eisen voor vluchten vanuit en naar buiten Europa. De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

Specifiek voor luchthavens gelden dus geen begrenzings voor de uitstoot van CO₂. Wel zijn er op het gebied van CO₂-uitstoot wel afspraken en begrenzings 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.

3 Alternatiefbeschrijving

Het doel van dit MER is om de milieueffecten van de beoogde ontwikkeling van Lelystad Airport inzichtelijk te maken, zodat dit in de overweging bij het nemen van het luchthavenbesluit van de luchthaven meegenomen kan worden.

Voor de luchtkwaliteit en emissie wordt dit gedaan door de effecten van de voorgenomen activiteit te bepalen en te vergelijken met de referentiesituatie. Hierbij wordt gekeken naar de bijdrage van de luchtvaart en die van het extra wegverkeer. Daarnaast worden de totale concentraties in het studiegebied rondom Lelystad Airport berekend voor de zichtjaren 2020 en 2025. Om de milieueffecten te vergelijken en te beoordelen worden de resultaten van de voorgenomen activiteit afgezet tegen een referentie. De referentie is de situatie in het zichtjaar inclusief alle autonome ontwikkelingen **zonder** realisatie van de voorgenomen activiteit. Het verschil tussen de referentie en de voorgenomen activiteit is het projecteffect.



Voor luchtkwaliteit wordt ook de huidige situatie in beeld gebracht met 2015 als zichtjaar. Dit zichtjaar is gekozen omdat dit aansluit bij het jaar waarop de toetsing moet plaatsvinden. Tevens kan dit jaar het eerste jaar zijn dat de voorgenomen ontwikkeling van kracht kan zijn. De volgende paragrafen bevatten een verdere beschrijving van de alternatieven.

3.1 Huidige situatie

De luchthaven heeft een baan van 1.250 meter in de richting noordoost-zuidwest. Er is tevens een parallelle grasbaan die alleen gebruikt wordt door MLA-verkeer.

In de GCN achtergrondconcentratie is de concentratie ten gevolge van het vliegverkeer van Lelystad Airport niet apart te onderscheiden. Hierdoor is het niet mogelijk om de achtergrondconcentratie te corrigeren voor dubbeltelling van de bijdrage van het huidige vliegverkeer. Ook de bijdrage van bestaande bedrijvigheid is onderdeel van de totale achtergrondconcentraties. Er is daarom geen aparte inventarisatie van deze bedrijvigheid gedaan voor de actuele situatie. Wegverkeer is wel apart meegenomen in de berekeningen waarbij de bijdrage van de Rijksweg A6 is gecorrigeerd voor dubbeltelling (zie paragraaf 4.6). De intensiteiten van het wegverkeer zijn afkomstig uit het deelonderzoek Bereikbaarheid en Verkeer dat is uitgevoerd door Goudappel Coffeng in het kader van dit MER.

3.2 Referentiesituatie

Als autonome ontwikkeling voor de luchtvaart wordt verondersteld dat de vliegactiviteiten groeien totdat de grenzen van de maximale gebruikruimte bereikt zijn. Deze gebruikruimte is momenteel vastgelegd in het aanwijzingsbesluit zoals dat gewijzigd is op 9 november 2001, welke nu geldt voor Lelystad Airport op basis van de Voorlopige voorziening. De formele gebruikruimte voor Lelystad Airport is vastgelegd in de Aanwijzing 1991. De Aanwijzing 1991 is echter een onderdeel van de Voorlopige voorziening. In dit onderzoek is alleen op het gebied van emissie inzichtelijk gemaakt wat de bijdrage van alleen de Aanwijzing 1991 is. In dit rapport is alleen de vergelijking uitgevoerd op Voorlopige voorziening, in Bijlage C is af te leiden wat het effect zou zijn als Aanwijzing 1991 als referentie gehanteerd zou worden. Voor de concentratie- en depositieberekeningen geldt dat de resultaten op basis van de Aanwijzing 1991 nog lager zullen uitkomen dan de resultaten van de voorlopige voorziening, aangezien de voorlopige voorziening qua klein verkeer identiek is aan de Aanwijzing 1991.

Extra autonome ontwikkelingen in de referentie zijn de ontwikkelingen die deel uitmaken van de gebiedsontwikkeling rond de luchthaven maar niet van de voorgenomen activiteit zelf, zoals de bedrijventerreinen Larserpoort en Larserknoop en de groei van de woonwijk Warande. De verkeersaantrekkende werking van deze ontwikkelingen zijn beschouwd in dit onderzoek. De verkeersintensiteiten zijn wederom door Goudappel Coffeng geleverd. Als referentiesituatie geldt de autonome ontwikkeling zoals hierboven beschreven voor de jaren 2020 en 2025.

3.3 Voorgenomen activiteit

In de voorgenomen activiteit wordt naast de autonome ontwikkelingen de voorgenomen activiteit in de effectbepaling meegenomen. Belangrijkste kenmerken van de ontwikkeling van Lelystad Airport zijn:

- › een verlenging van de verharde start- en landingsbaan van 1.250 m naar 2.400 m;
- › de luchthaven maakt een groei door wat voor de genoemde zichtjaren leidt tot:
 - 25.000 niet-mainport gebonden vliegbewegingen in 2020 en
 - 45.000 niet-mainport gebonden vliegbewegingen in 2025.

- > de groei leidt tot 2-3 miljoen passagiers in het jaar 2020 en 4-6 miljoen passagiers in het jaar 2025;
- > openstelling van de luchthaven tussen 6.00 en 23.00 uur met extensieregeling tussen 23.00 en 24.00 uur;
- > nieuwe vertrek- en naderingsroutes waarvan verschillende varianten zijn onderzocht;
- > overig vliegverkeer dat bestaat uit klein recreatief verkeer, lesverkeer, business jets, onderhoudsvluchten (MRO) en helikopterverkeer;
- > er ontwikkelt zich luchthavengebonden bedrijvigheid, zoals onderhoudsbedrijven op de luchthaven. De verkeersaantrekkende werking van deze bedrijvigheid is in het onderzoek meegenomen.

De verkeersintensiteiten zijn wederom door Goudappel Coffeng geleverd voor de jaren 2020 en 2025. In tabel 2 is een overzicht gegeven van de vliegtuigbewegingen voor beide zichtjaren en de referentiesituatie.

Tabel 2 Overzicht van aantal vliegtuigbewegingen voor de referentie en de voorgenomen activiteit.

Type verkeer	Voorlopige voorziening	Voorgenomen activiteit 2020 (25k scenario)	Voorgenomen activiteit 2025 (45k scenario)
Niet-mainport gebonden verkeer	0	25.000	45.000
MRO	6.900	1.175	1.350
Business jets		2.825	3.150
Helikopters	23.000	20.000	10.000
HEMS helikopters	0	2.000	2.000
Overig klein verkeer	120.000	80.000	30.000
Totaal	149.900	131.000	91.500

Het bepalen van de emissie is onafhankelijk van de routestructuur want de verschillende varianten van de routestructuur leveren per scenario hetzelfde resultaat. Ook subvarianten op de routestructuur zijn daardoor niet van belang voor het bepalen van de emissie.

De routestructuur van de verschillende routevarianten zijn in het studiegebied dat gehanteerd is voor de concentratieberekeningen (figuur 1) identiek, de verschillen in de routestructuur vinden buiten dit studiegebied plaats. Ook de subvarianten van de routestructuur zijn buiten het studiegebied gelegen. In het studiegebied voor depositie (figuur 2) zijn de verschillen in de routestructuur wel aanwezig, waardoor de depositie wel voor de verschillende routevarianten is berekend. Er is voor de depositieberekeningen geen rekening gehouden met subvarianten op de routestructuur, aangezien het effect van de verschillende routestructuren al zeer beperkte verschillen opleverde.

4 Rekenmethoden en uitgangspunten

4.1 De onderzochte effecten en algemene uitgangspunten

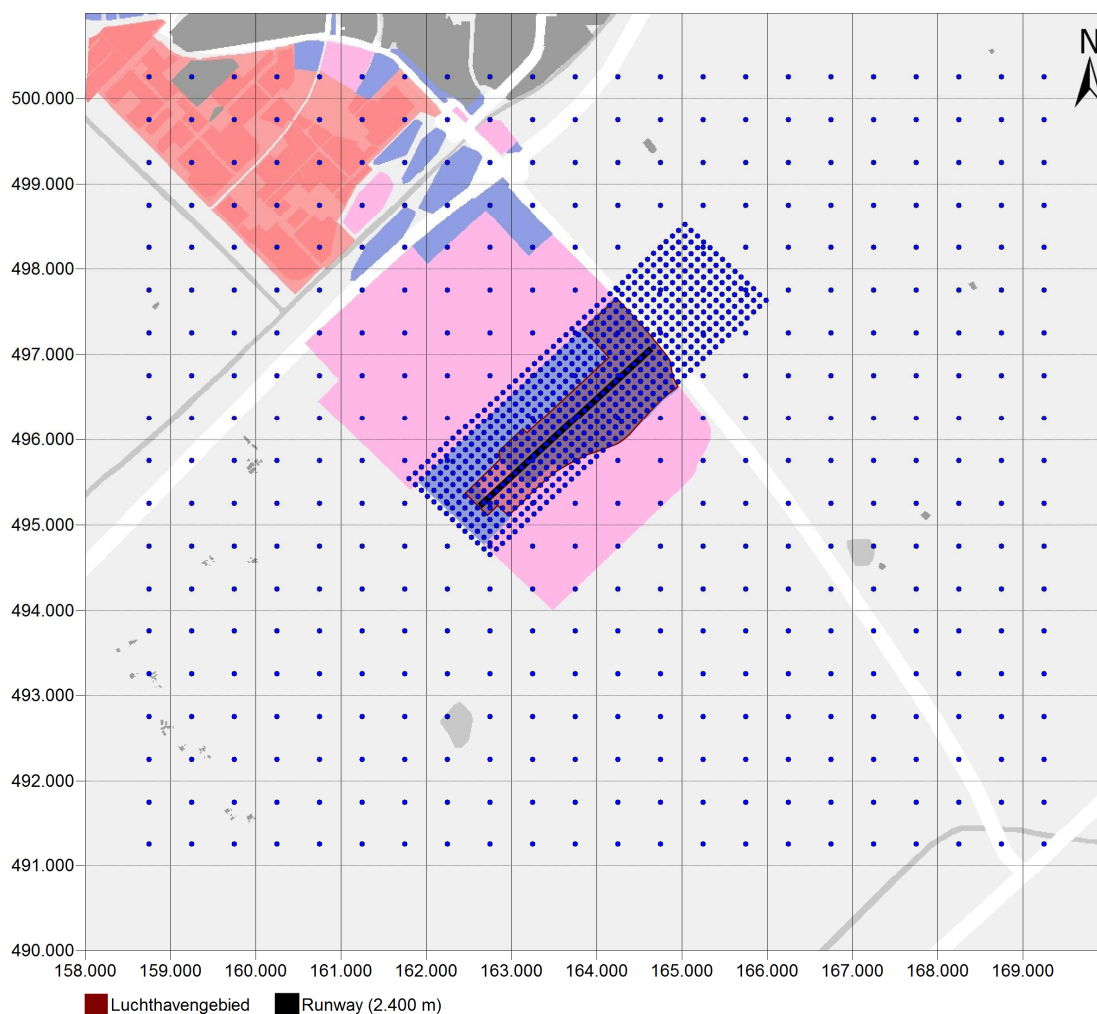
Om de gevolgen van emissie voor de luchtkwaliteit in beeld te brengen, zijn de volgende effecten bepaald voor de genoemde zichtjaren en emissiebronnen:

Tabel 3 Effecten luchtkwaliteit.

Effecten:
De jaargemiddelde concentraties NO ₂
De jaargemiddelde concentraties PM ₁₀
De jaargemiddelde concentraties PM _{2,5}
Dagoverschrijdingen PM ₁₀
Zichtjaren:
2015
2020
2025
Emissiebronnen:
Vliegverkeer
Wegverkeer
Achtergrond

De resultaten zijn vergeleken met de normen uit de Wet luchtkwaliteit. Het studiegebied is een vierkant gebied van 10x10 km 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 250x250 m gebruikt. In de berekening van het vliegverkeer is dit 500x500 m met een verfijning van rekenpunten tot 100x100 m vlakbij 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 bij elkaar 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 2.3. Achteraf is nog gecheckt of de resultaten aanleiding gaven tot een vergroting van het gebied met het fijnere grid, maar de gradiënten in de resultaten aan de rand van het fijnere grid gaven daar geen reden toe.



Figuur 1 Rekenpunten luchtkwaliteit vliegverkeer.

$PM_{2.5}$

Voor de berekening van de jaargemiddelde concentratie van $PM_{2.5}$ is voor het wegverkeer uitgegaan van de resultaten die het Pluim-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. 7) 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.

4.2 Luchtkwaliteit ten gevolge van vliegverkeer

Het model waarmee Adecs Airinfra de verspreiding van de uitstoot van het luchtverkeer berekent, bestaat in grote lijnen uit drie onderdelen die dus zijn samengevoegd tot één model. In Bijlage B wordt op ieder van de drie onderdelen nader ingegaan. Hieronder volgt een korte beschrijving van de drie onderdelen.

> 1 **Modelleren van de vliegbaan**

Met de kennis die voorhanden is uit geluidsberekeningsmodellen wordt met behulp van een bekende vliegroute en vliegprocedure voor een bepaald vliegtuig een vierdimensionaal vliegp pad gemodelleerd (x, y, z, t – drie dimensies geven de positie weer, de vierde dimensie is de tijd op de betreffende positie). Ook de verschillende snelheden op het vliegp pad zijn op basis van deze informatie bekend. Deze informatie wordt aangevuld met informatie van de exploitant over opstelplaatsen, taxi routes en taxisnelheden. Hiermee kan het vliegp pad volledig worden gemodelleerd als positieverandering per tijdseenheid.

> 2 **Emissieberekening volgens de RMI-methode**

De Regeling Milieu Informatie (RMI) beschrijft voor Schiphol hoe een emissieberekening dient te worden uitgevoerd. Deze methode wordt toegepast om de uitstoot van het vliegtuig in elk punt van het vliegp pad te berekenen. Volgens de aan de RMI gekoppelde databases wordt voor elk vliegtuig de zogeheten TIM-code bepaald. TIM is de afkorting van *Time In Mode* en is de tijdsduur van een vliegtuig in een bepaalde vliegfase afhankelijk van de TIM-code en de vliegfase. Deze sluiten aan bij de RMI, behalve de taxitijden die bepaald zijn op basis van de taxi routes en –snelheden.

Met behulp van de aan de RMI gekoppelde databases is het mogelijk de emissie van vliegtuigen in de vier verschillende fasen *approach*, *idle*, *take-off* en *climb-out* te berekenen. Van elk van deze fasen kan per vliegtuigtype/motorcombinatie de emissie per tijdseenheid worden berekend. De fasen zijn als volgt gedefinieerd:

- > *indien nadering: approach;*
- > *indien vertrek: take-off tot 1.000 voet, daarna climb-out;*
- > *indien circuit: take-off, vanaf de daling: approach;*
- > *indien taxi: idle;*

> 3 **Concentratieberekening door bepaling van verspreiding van berekende emissie**

Het verspreidingsgedeelte is voor het grootste deel gebaseerd op de beschrijving van het Nieuw Nationaal Model (NNM), opgesteld door de projectgroep Revisie Nationaal Model in het Paarse boekje uit 1998 vernieuwd in 2002. Daarbij is ook rekening gehouden met de meest recente afspraken, zoals deze in de beheercommissie NNM zijn gemaakt. Het NNM is een Gaussisch pluimmodel dat de beweging van geëmitteerde verontreinigingen vanaf de bron simuleert. Hiervoor worden twee Gaussfuncties gebruikt, één voor de verticale diffusie en één voor de horizontale diffusie, loodrecht op de windrichting. De dispersiecoëfficiënten zijn afhankelijk van diverse parameters, zoals de weersgesteldheid, warmte-inhoud emissie en snelheid van de bron.

4.3 CO₂-emissie

4.3.1 Vliegverkeer

De volgende bronnen zijn bij de CO₂-emissieberekening van het vliegverkeer betrokken:

- > het luchtverkeer beneden een hoogte van 3.000 voet en;
- > het gebruik van Auxiliary Power Units (APU).

Voor het berekenen is gebruik gemaakt van de berekeningsmethode zoals deze in het rapport TNO-R2003/313 (juli 2003) (ref. 4) is vastgelegd. Deze berekeningsmethode heeft betrekking op de emissie van het luchthavenluchtverkeer, bestaande uit de emissie ten gevolge van de landing and take-off cycles (LTO) en (waar aanwezig) de emissie van de Auxiliary Power Units (APU). APU's zorgen bij grotere vliegtuigen voor de stroomvoorziening bij uitgeschakelde motoren. Voor het lichte verkeer is proefdraaien een onderdeel van de vluchtvoorbereiding en is daarom meegenomen in de berekening van de vluchtfasen in de vorm van langere taxitijden. De LTO-cyclus bestaat uit een viertal te onderscheiden fasen:

- > de landingsfase (approach);
- > twee taxifasen (idle);
- > een startfase (take-off);
- > een klimfase (climb-out).

De rekenmethode gaat, per soort vliegtuig, uit van een vaste tijdsduur voor iedere fase van de LTO-cyclus. Voor ieder motortype en elke fase zijn gegevens bekend over het brandstofverbruik en de emissie per kilogram brandstof. De totale emissie per vliegtuigtype volgt uit de vermenigvuldiging van het aantal LTO's van het vliegtuig, de emissie per kilogram brandstof en het totale brandstofverbruik tijdens de LTO-cyclus. Door de emissie van alle vliegtuigtypen op te tellen wordt de totale CO₂-emissie op het luchthaventerrein bepaald.

De gehanteerde emissiefactoren van CO₂ zijn 3.100 gram CO₂ per kg Avgas en 3.150 gram CO₂ per kg Jet A1 brandstof.

4.3.2 Platformgebonden verkeer

Voor de bepaling van de CO₂-emissie van het platformgebonden verkeer is gebruik gemaakt van een inschatting van het aantal gereden kilometers per voertuig voor de betreffende scenario's.

Het huidige wagenpark op Lelystad Airport is echter niet representatief voor het wagenpark dat in de voorgenomen situatie vereist is. Het wagenpark van Rotterdam The Hague Airport is beter vergelijkbaar en is derhalve als basis gehanteerd. Aangenomen is dat het aantal gereden kilometers per LTO op Rotterdam The Hague Airport overeen komt met de voorgenomen activiteit op Lelystad Airport. Op basis van het aantal LTO's is door middel van het brandstofverbruik en de bijbehorende CO₂-emissiefactor de emissie van CO₂ bepaald. Het brandstofverbruik en de emissie van het platformverkeer per LTO zijn respectievelijk weergegeven in tabel 13 en tabel 14.

4.4 Geur

De belangrijkste oorzaak van mogelijke geurhinder rondom luchthavens is de kerosinegeur vanwege enerzijds landende en opstijgende vliegtuigen en anderzijds grondactiviteiten zoals transport en overslag van kerosine. Het taxiën, eventueel proefdraaien en tanken levert een belangrijk aandeel.

De mate van hinder kan bepaald worden door middel van vragenlijsten die door omwonenden worden ingevuld. Omdat de situatie voor Lelystad Airport grotendeels nog in de toekomst ligt, zal een inschatting gemaakt moeten worden door middel van dosis-effect relaties. Zowel omtrent de dosismaat zelf als de relaties, waaruit aantallen gehinderden bepaald kunnen worden, bestaan veel onzekerheden.

Nederlandse onderzoeken naar geurhinder zijn er wel gedaan in het kader van de MER voor Schiphol. Er bestaat een relatie tussen de uitstoot van vluchtige organische stoffen en geur, maar ook bijvoorbeeld met de wind (sterkte en richting) op het moment van de emissie. De relatie tussen eventuele 'geurcontouren' op basis van de vluchtige organische stoffen en de te ondervinden hinder is niet eenduidig vastgelegd. Derhalve zijn er geen geurcontouren bepaald in dit onderzoek, maar is wel aangegeven aan de hand van de uitstoot van vluchtige organische stoffen wat het aantal geureenheden per jaar is per variant.

Gezien de grote onzekerheid die in dit kader bestaat, wordt het berekenen van geurcontouren niet als meerwaarde gezien. Enige cijfers uit de Schipholonderzoeken laten zien dat het vaststellen van de dosis (het aantal odour-units) in de praktijk niet eenduidig uitvoerbaar is.

In snuffelpanelen is een consistente relatie gevonden tussen de waarneembaarheid van geur en de afstand tot het centrum van Schiphol. Geuren waren tot ca. 5,5 km waarneembaar. De helft van de panelleden nam de geur tot bijna 4 km waar. Ook in vragenlijstonderzoek werd een duidelijke relatie met de afstand gevonden. Op 10 km afstand werd vrijwel geen geurhinder gerapporteerd (ref. 6).

Uit de evaluatie Schipholbeleid (2005) blijkt ook dat de totale groep ernstig gehinderden door geur van vliegtuigen beduidend minder groot is dan de groep die ernstig wordt gehinderd door geluid van vliegtuigen. Ook meer in het algemeen is het aandeel ernstig gehinderden door geur niet zo groot.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat er voor Lelystad Airport in de voorgenomen situatie geen geurhinder te verwachten is. Neem hierbij in ogenschouw dat de hoeveelheid bewegingen op Lelystad minder dan 10% van het aantal bewegingen op Schiphol is; dat er in de directe omgeving van Lelystad Airport veel minder mensen wonen dan bij Schiphol; en dat het aantal ernstig gehinderden door geur ook nog veel lager is dan het aantal ernstig gehinderden door geluid.

4.5 Luchtkwaliteit ten gevolge van wegverkeer

Voor de berekeningen van de effecten van het wegverkeer is gebruik gemaakt van het rekenprogramma Pluim Snelweg (TNO, versie 1.8, november 2013). Dit model is een implementatie van SRM2 en maakt gebruik van de generieke invoergegevens (paragraaf 2.4) die in maart 2013 bekend zijn gemaakt. 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 daarnaast niet onderscheidend zijn in de vergelijking van het project met de referentiesituatie. Daarom zijn enkel de snelwegen en wegen in open gebied, verder provinciale wegen genoemd, meegenomen in de berekening.

De belangrijkste invoer voor een berekening is het wegenbestand, waarin de volgende gegevens worden opgenomen:

- › *de coördinaten van lijnstukken die de wegen vormen (afkomstig van het Nationaal Wegenbestand);*
- › *intensiteiten: de etmaalintensiteiten onderverdeeld naar personenauto's en middelzware en zware vrachtauto's (afkomstig uit het wegenbestand van Goudappel-Coffeng, zie verkeersonderzoek (ref. 8));*
- › *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 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 voor de achtergrond wordt meegenomen. Tevens wordt rekening gehouden met de chemische reactie tussen uitstoot van stikstofoxide en de reeds aanwezige achtergrondconcentraties. Bij deze PluimSnelweg-resultaten is de bijdrage van het vliegverkeer opgeteld. In deze laatste optelling wordt geen rekening gehouden met de stikstofreactie, wat tot een kleine overschatting van NO₂ kan leiden.

De totale concentraties zijn voor de jaren 2015, 2020 en 2025 vergeleken met de normen uit de Wet luchtkwaliteit.

4.7 Depositie

Naast de concentratie van stoffen in de lucht, slaan er ook stoffen neer op de (vaste) grond. Dit wordt depositie genoemd. Voor het bepalen van de depositie rondom Lelystad Airport is gebruik gemaakt van twee modellen. Ten eerste een deel van het verspreidingsmodel van Adecs Airinfra, namelijk het onderdeel dat de emissie van het vliegverkeer langs de afgelegde weg (op de grond en in de lucht) van het vliegtuig verdeeld in puntbronnen (zie ook paragraaf 4.2). Ten tweede is het OPS-Pro model van het RIVM gebruikt om de depositie hiervan te bepalen.

Het eerste model positioneert de emissiepunten om de 50 meter van de afgelegde weg langs de vliegbaan. Hierbij is de vliegroute, vliegrichting en het vliegprofiel (hoogte, snelheid) van belang. Er zijn geen beperkingen aan de omvang van het gebied, de lengte van de vliegroutes of de vlieghoogte opgenomen. De emissie in de emissiepunten is bepaald door te bepalen hoeveel seconden het vliegtuig nodig heeft om de afgelegde weg af te leggen. Met dit aantal seconden volgt uit het emissiebestand, afhankelijk van het motortype en het aantal motoren, hoe groot het brandstofverbruik is in kilogram. Dit emissiebestand is afkomstig uit de RMI-database (Inspectie Leefomgeving en Transport, 2011). Naast het brandstofverbruik is in het emissiebestand van de vliegtuigmotoren tevens aangegeven wat de emissiefactor bedraagt voor een bepaalde stof en in een bepaalde vluchtfase, dit is uitgedrukt in aantal gram per kilogram brandstof. Afhankelijk van de vluchtfase en de benodigde stof wordt dit getal opgezocht en vermenigvuldigd met het reeds bepaalde brandstofverbruik en volgt hiermee de hoeveelheid emissie in dat ene punt in gram per seconde. Deze informatie tezamen met de coördinaten van het emissiepunt (x, y, z) worden vervolgens in het emissiebestand voor OPS-Pro weggeschreven.

Voor het wegverkeer is dezelfde methode toegepast, waarbij de emissie bepaald is uit emissiecijfers die afkomstig zijn van TNO en het PBL (Planbureau voor de Leefomgeving) en door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu gepubliceerd zijn op 15 maart 2013. Deze emissiecijfers zijn uitgesplitst in snelwegen en niet-snelwegen. Voor beide bestanden geldt dat er voor diverse wegverkeersnelheden, diverse soorten verkeer, verschillende zichtjaren en wel/niet file-situatie emissiecijfers zijn gepubliceerd.

De warmteflux is een resultaat van een vermenigvuldiging van gegevens van het gas (dichtheid, specifieke warmte), het temperatuurverschil van het gas met de omgeving en het uitstroomoppervlak van de bron. Deze warmteflux is voor het vliegverkeer van belang, omdat met name het uitstroomoppervlak (de "uitlaat") relatief groot is en ook het temperatuurverschil met de omgeving groot is. Voor de verschillende parameters in de warmteflux-formule zijn gemiddelde waarden gehanteerd die volgen uit verschillende vliegtuigmotoren en vliegfasen. De warmteflux die hieruit volgt, bedraagt 43 MW en deze waarde is ook gehanteerd in de berekeningen die met OPS-Pro zijn uitgevoerd. De waarde is dezelfde waarde die ook gehanteerd is in het depositieonderzoek rondom Lelystad Airport (Adecs Airinfra kenmerk le090811.rap) en Maastricht Aachen Airport (Adecs Airinfra kenmerk i&m110711.rap). De emissiefactoren van vliegtuigmotoren zijn niet per (zicht)jaar gespecificeerd en zijn derhalve zichtjaaronafhankelijk.

Het depositiemodel dat gehanteerd is voor het bepalen van de stikstofdepositie is het OPS-Pro 2013 (versie 4.3.16) model van het RIVM, uitgebracht in december 2012. Dit model simuleert op lokale en

ationale schaal de atmosferische verspreiding van stoffen aan de hand van historische meteorologische gegevens, waarbij het zwaartepunt ligt bij de modellering van de depositie van verzurende stoffen met een hoog ruimtelijk detail.

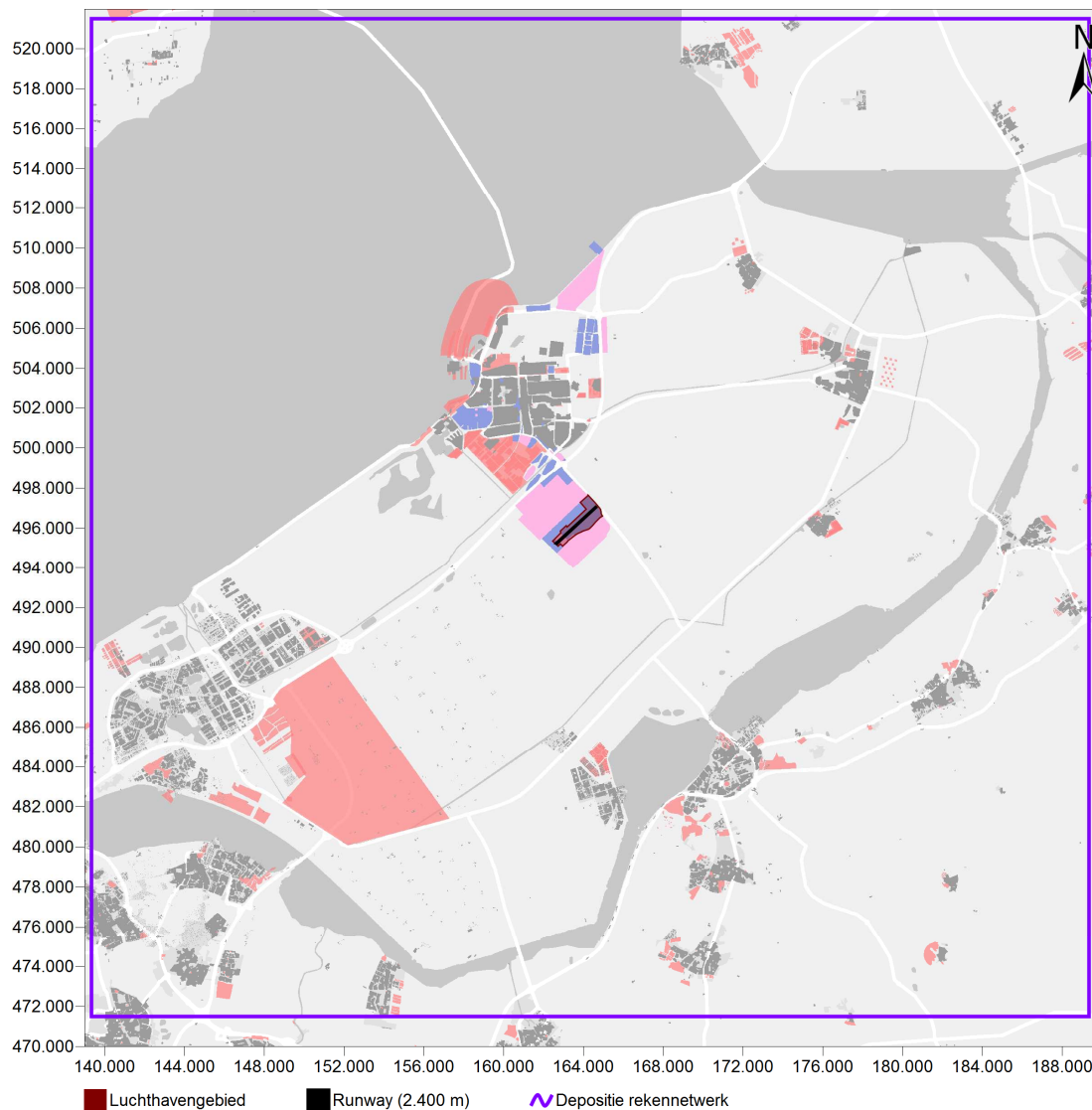
Het model beschikt over een aantal in te stellen invoerparameters, waarbij uiteraard het emissiebestand ten gevolge van de bronnen een belangrijke parameter is. De overige (meer generieke) invoergegevens van het model zijn hieronder beschreven.

> *Componenten en zichtjaren*

Voor de component NO_x is de stikstofdepositie bepaald in dit onderzoek. Het is niet mogelijk om voor de component NH_3 depositieberekeningen uit te voeren, aangezien er geen emissiefactoren voor NH_3 gespecificeerd zijn voor vliegtuigmotoren. Voor de eenheid van het resultaat is gekozen voor mol/ha/jaar. Voor het vliegverkeer zijn de emissiefactoren onafhankelijk van het zichtjaar en wordt er altijd van uitgegaan dat de maximale situatie direct kan/zal optreden. Derhalve is het verschil in depositie ten gevolge van het vliegverkeer per zichtjaar constant.

> *Receptorpunten*

Het programma biedt verschillende mogelijkheden voor het invoeren van het receptorgebied. Voor deze berekeningen is gekozen voor het receptortype 'Midpoints of the grid cells of a grid specified by the user'. Het gebied is gedefinieerd door middel van het middelpunt (164.350, 496.500) en vervolgens een raster van 500 cellen horizontaal en 500 cellen verticaal met daarbij een celdimensie van 100 meter. Hiermee is een gebied van 50 km bij 50 km met het middelpunt de luchthaven als rekengebied ingesteld en worden diverse Natura 2000-gebieden ook omsloten. In figuur 2 is de omvang van dit gebied op een topografische kaart aangegeven.



Figuur 2 Omvang rekennetwerk ten behoeve van de depositie.

> *Meteo en ruwheid*

Voor het type meteostatistiek is gekozen voor de standaardmeteo die kan variëren per receptorpunt. De meteoperiode is ingesteld op het Nederlands langjarig gemiddelde 1998-2007. Voor de ruwheid van het gebied is er maar één te selecteren optie en dat is 'z0 for year period based on LGN6'.

5 Invoer

Voor de luchtvaart zijn concentratie-, emissie- en depositieberekeningen uitgevoerd. De invoergegevens die voor deze berekeningen van het vliegverkeer zijn gebruikt staan beschreven in paragraaf 5.1 en 5.2. Invoer voor wegverkeer is in paragraaf 5.3 toegelicht.

5.1 Invoergegevens luchtvaart: kenmerken luchthaven

De invoergegevens zijn verdeeld in twee categorieën. Paragraaf 5.1 beschrijft de invoer die de kenmerken van de luchthaven weergeeft. Paragraaf 5.2 beschrijft de kenmerken van het vliegverkeer.

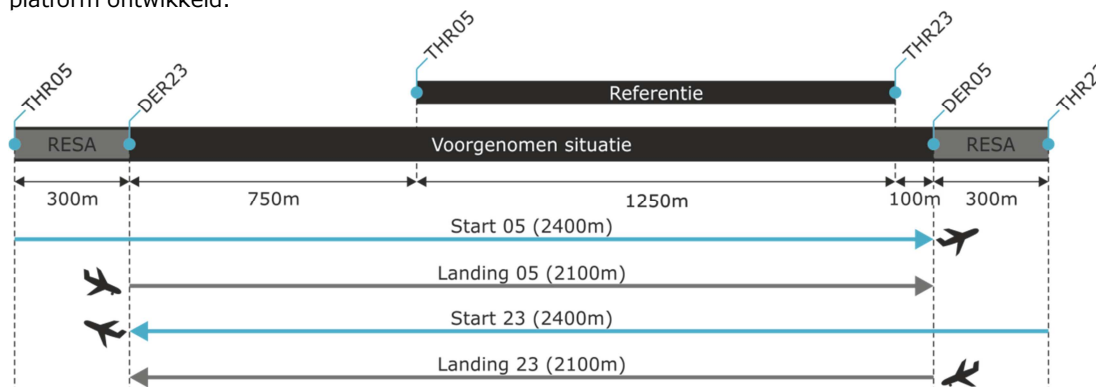
5.1.1 Start- en landingsbaan

Referentie

De luchthaven heeft in de referentiesituatie een verharde start- en landingsbaan van 1.250 meter lang en 30 meter breed met de richting 48°-228° (05-23). Tevens is er een start- en landingsbaan van gras met een gepubliceerde lengte van 430 meter en 50 meter breed parallel aan de verharde baan. Van deze grasbaan wordt slechts gebruik gemaakt door het MLA-verkeer.

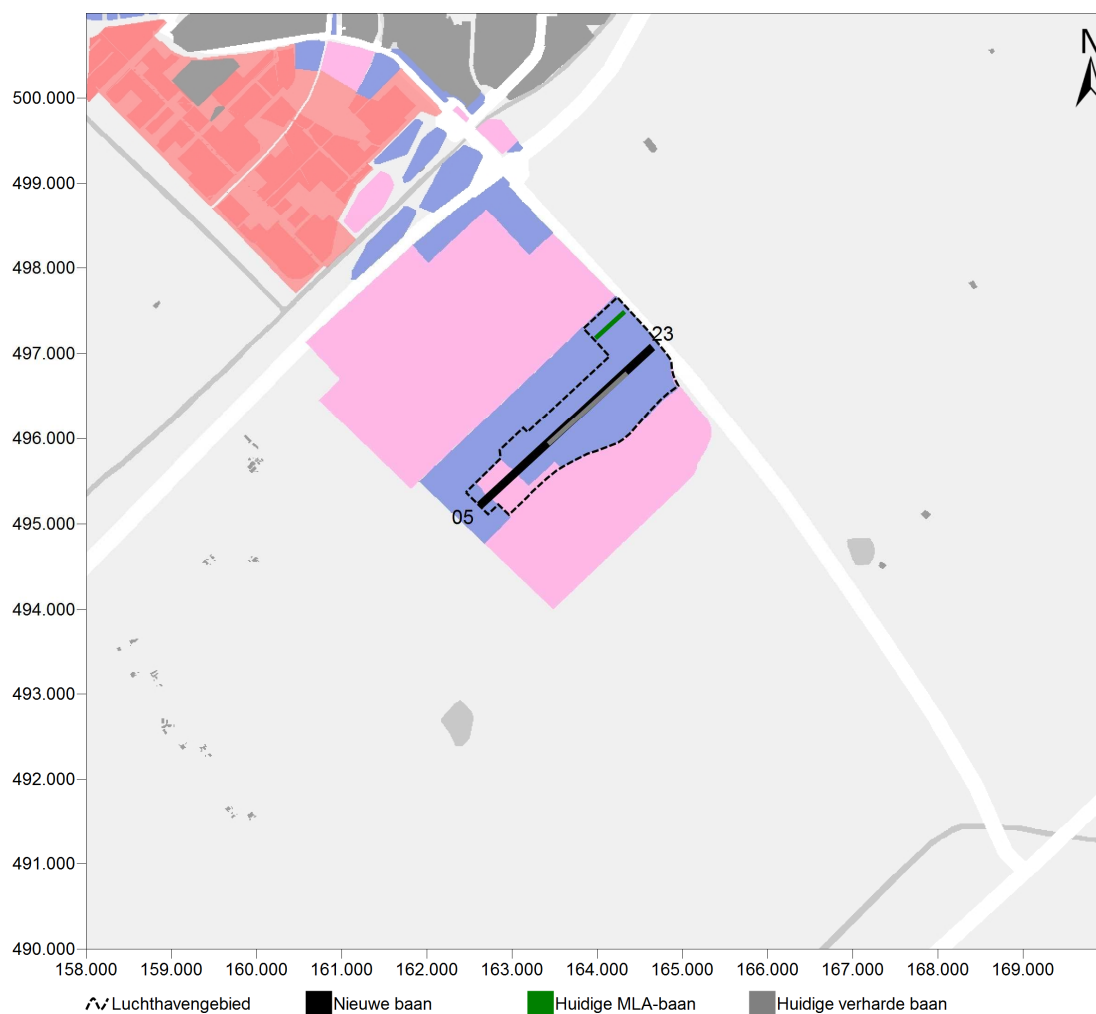
Voorgenomen activiteit

De verharde start- en landingsbaan wordt verlengd zoals in figuur 3 is weergegeven. De totale verharding heeft een lengte van 2.700 meter inclusief de benodigde veiligheidsgebieden (RESA's), resulterend in een beschikbare startlengte van 2.400 meter en landingslengte van 2.100 meter. De figuur toont ook de baandrempels (thresholds, THR) en startbaaneinden (departure end of runway, DER). De grasbaan komt te vervallen en op deze locatie wordt het nieuwe terminalgebouw en platform ontwikkeld.



Figuur 3 Vergelijking bestaande verharde baan met de voorgenomen verlenging.

In figuur 4 zijn de locaties van de huidige banen, de toekomstige baan en de ligging van het luchthavengebied weergegeven. In tabel 4 en tabel 5 zijn de coördinaten opgenomen die zijn gebruikt voor de berekeningen.



Figuur 4 Ligging van het luchthavengebied en de start- en landingsbaan voor de referentiesituatie en de voorgenomen activiteit.

Tabel 4 Coördinaten start- en landingsbaan (referentiesituatie).

Baanlengte [m]	Baankop	X	Y
1.250	05R	163.423	495.934
	23L	164.347	496.771
430	05L	163.977	497.181
	23R	164.321	497.490

Tabel 5 Coördinaten en verschuiving van de landingseinden, start- en landingsdrempel (voorgenomen situatie, 2.400 meter baan)

Baan -kop	X	Y	Verschuiving start- drempel [m]	Verschuiving start-einde [m]	Verschuiving landings- drempel [m]	Verschuiving landings- einde [m]
05	162.638	495.234	0	300	300	300
23	164.627	497.059	0	300	300	300

5.1.2 Vliegroutes

Voor het uitvoeren van de berekeningen is het noodzakelijk om de ligging van de grondpaden van het vliegverkeer te hebben. Het betreft zowel de grondpaden voor de referentiesituatie als voor de verschillende routevarianten (A, B en B⁺) van de voorgenomen activiteit. Een uitgebreide beschrijving van de verschillende varianten is opgenomen in deel 3 van dit MER: *het route-optimalisatieproces*. In dit deel zijn tevens kaartjes opgenomen met de geografische ligging van de vliegroutes.

In de berekeningen wordt enkel uitgegaan van de nominale grondpaden; er wordt geen horizontale spreiding toegepast. Voor de concentratieberekeningen zijn de verschillende routevarianten van de voorgenomen activiteit niet van belang, aangezien er binnen het studiegebied geen verschillen zijn. Voor de depositieberekeningen zijn deze routevarianten wel in de berekeningen meegenomen.

5.2 Invoergegevens luchtvaart: kenmerken vliegverkeer

In deze paragraaf staat beschreven welke invoer is gebruikt voor het vliegverkeer. Voor al het verkeer, behalve het niet-mainport gebonden verkeer, is uitgegaan van een baanverdeling 05-23 van 40%-60%. Dat wil zeggen dat 40% van alle starts en van alle landingen de richting 05 (noordoost) gebruikt en de overige 60% de richting 23 (zuidwest), zie tabel 6. De baanverdeling voor het niet-mainport gebonden verkeer is voor de luchtkwaliteitsberekening uit de aangeleverde verkeersgegevens van Schiphol gehaald. In deze gegevens is de verdeling van de baankoppen gebaseerd op het tijdstip van de dag (en de daarbij verwachte windrichting). Voor luchtkwaliteit wordt geen meteotoeslag gehanteerd zoals bij geluid.

Tabel 6 Baanverdeling voor starts, landingen en circuits.

Baan	Referentie	Voorgenomen activiteit		
		Niet-mainport gebonden verkeer, MRO en Businessjets		Overig verkeer (VFR, helikopters)
		2020 (25k)	2025 (45k)	
05	40%	39%	38%	40%
23	60%	61%	62%	60%
Totaal	100%	100%	100%	100%

In de berekeningen wordt uitgegaan van een indeling van de vliegtuigtypen die volgen uit de invoerset voor het niet-mainport gebonden verkeer die door Schiphol is aangeleverd. Aan die invoerset zijn de vliegbewegingen voor helikopter- en klein verkeer toegevoegd op basis van de aantallen uit de Notitie Reikwijdte en Detailniveau. In tabel 7 is een overzicht opgenomen van de invoerset, waarbij per segment verkeer is aangegeven welk soort vliegtuigtypen daar gehanteerd zijn.

Tabel 7 Gehanteerde vliegtuigtypes per segment.

Segment	Vliegtuigtypes
Groot verkeer (niet-mainport gebonden verkeer, MRO en businessjets)	Boeing 737 serie (B733, B734, B737, B738) Airbus A319 (A319) Airbus A320 (A320) Bombardier Dash 8 (DH8C)
Helikopters	Bolkow 105 (B105) Robinson 22 (R22) Robinson 44 (R44) Sikorsky S76 (S76) Sikorsky S61 (S61) Eurocopter EC-135 (EC35) Aerospatiale SA-365 (AS65)
Klein verkeer	Cessna 310 (C310) Cessna 182 (C182) Cessna 172 (C172) Piper PA28 (PA28) Cessna 150 (C150) Grob 115 (G115) Cessna 152 (C152) Katana DV20 (DV20)

Per vliegtuigtype is het bijbehorende motortype toegepast zoals in tabel 8 is opgenomen. Hierbij wordt opgemerkt dat, met name voor het kleine (piston) verkeer, de afgelopen jaren een trend gaande is waarbij motoren aangepast worden, waardoor deze geen loodhoudende brandstof (Avgas) meer gebruiken. Er is in de berekeningen echter geen rekening gehouden met deze trend, waardoor het (berekende) verbruik van Avgas en de daarbij behorende uitstoot van bijvoorbeeld lood een overschatting leveren ten opzichte van de praktijk.

Tabel 8 Indeling vliegtypen met motortypen en TIM-codes.

Vliegtuigtype	Motortype	Aantal motoren	TIM-code	Aandeel (%)
A319	V2527M-A5	2	TF	100
A320	V2527E-A5	2	TF	50
	CFM56-5-A1	2	TF	50
AS65	ARRIEL 2C	2	HELI	100
B105	Allison 250-C20	2	HELI	100
B190	PT6A-65B	2	TP	100
B733	CFM56-3-B1	2	TF	100
B734	CFM56-3B-2	2	TF	100
B737	CFM56-3	2	TF	100
B738	CFM56-7B27	2	TF	100
C150	O-200	1	PISTON	100
C152	O-320	1	PISTON	100
C172	O-320	1	PISTON	75,5
C172	IO-320-D1AD	1	PISTON	24,5
C182	O-320	1	PISTON	100
C310	TIO-540-J2B2	2	PISTON	100
C500	JT15D-1 series	2	TFBUS	100
C550	JT15D-4 series	2	TFBUS	100
D328	PW119B	2	TP	100
DH8C	PW150A	2	TP	100
DV20	O-200	1	PISTON	100
EC35	PW206B	2	HELI	100
F27	DART RDA7	2	TP	100
F50	PW125B	2	TP	100
FA20	CF700-2D	2	TFBUS	100
G115	O-200	1	PISTON	100
P28A	O-320	1	PISTON	100
PA31	TIO-540-J2B2	2	PISTON	100
R22	O-320	1	HELI	100
R44	IO-540 SERIES	1	HELI	100
S61	CT58-140	2	HELI	100
S76	ARRIEL 2S1	2	HELI	100

De emissiefactoren die voor de vliegtuigmotoren zijn gebruikt zijn afkomstig uit de Standaard emissiedatabase Schiphol uit de Regeling milieu-informatie luchthaven Schiphol (ref 5). In deze database zijn geen emissiefactoren voor lood opgenomen. Hiervoor zijn gegevens van Shell (ref 15) 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.

De doorgerekende alternatieven/zichtjaren verschillen in aantallen vliegbewegingen. In tabel 9 zijn het aantal bewegingen voor de referentie gepresenteerd, in tabel 10 zijn deze aantallen voor de voorgenomen activiteit per zichtjaar genoemd. De aantallen volgen uit de invoerset uit de Notitie Reikwijdte en Detailniveau.

Tabel 9 Aantallen vliegbewegingen referentiesituatie (Voorlopige voorziening).

Type verkeer	Vliegtuigtype	Referentie (Voorlopige voorziening)
VFR (o.a. les- en oefenvluchten)	Cessna 150 (C150)	38.025
	Cessna 172 (C172)	46.725
	Cessna 182 (C182)	15.450
	Katana DV20 (DV20)	6.050
	Piper PA31 (PA31)	13.750
	VFR Totaal	120.000
Helikopter	Robinson 22 (R22)	23.000
	Heli Totaal	23.000
IFR groot verkeer	Beechcraft 1900 (B190)	828
	Cessna Citation 500 (C500)	1.035
	Cessna Citation 550 (C550)	1.035
	Dornier 328 (D328)	1.242
	Fokker 27 (F27)	690
	Fokker 50 (F50)	690
	Falcon 20 (FA20)	1.380
	IFR Totaal	6.900
Totaal		149.900

Tabel 10 Aantallen vliegbewegingen voorgenomen activiteit.

Type verkeer	Vliegtuigtype	2020 (25k)	2025 (45k)
VFR (o.a. les- en oefenvluchten)	Cessna 150 (C150)	20.320	7.620
	Cessna 152 (C152)	1.920	720
	Cessna 172 (C172)	19.600	7.350
	Cessna 182 (C182)	10.560	3.960
	Cessna 310 (C310)	2.240	840
	Katana DV20 (DV20)	1.920	720
	Grob 115 (G115)	9.120	3.420
	Piper PA28 (P28A)	14.320	5.370
	VFR Totaal	80.000	30.000
Helikopter (incl HEMS)	Aerospatiale SA-365 (AS65)	150	75
	Bolkow 105 (B105)	7.060	3.530
	Eurocopter EC-135 (EC35)	2.300	2.150
	Robinson 22 (R22)	6.170	3.085
	Robinson 44 (R44)	6.170	3.085
	Sikorsky S61 (S61)	60	30
	Sikorsky S76 (S76)	90	45
	Heli Totaal	22.000	12.000
IFR groot verkeer (niet-mainport gebonden)	Airbus 319 (A319)	4.054	10.628
	Airbus 320 (A320)	3.078	7.282
	Boeing 737-300 (B733)	0	590
	Boeing 737-400 (B734)	2.402	1.770
	Boeing 737-700 (B737)	7.207	3.674
	Boeing 737-800 (B738)	7.583	21.056
	Bombardier Dash 8-400 (DH8D)	676	0
	IFR Groot verkeer Totaal	25.000	45.000
IFR zakenverkeer	Bombardier Dash 8-300 (DH8C)	4.000	4.500
	IFR Zakenverkeer Totaal	4.000	4.500
Totaal		131.000	91.500

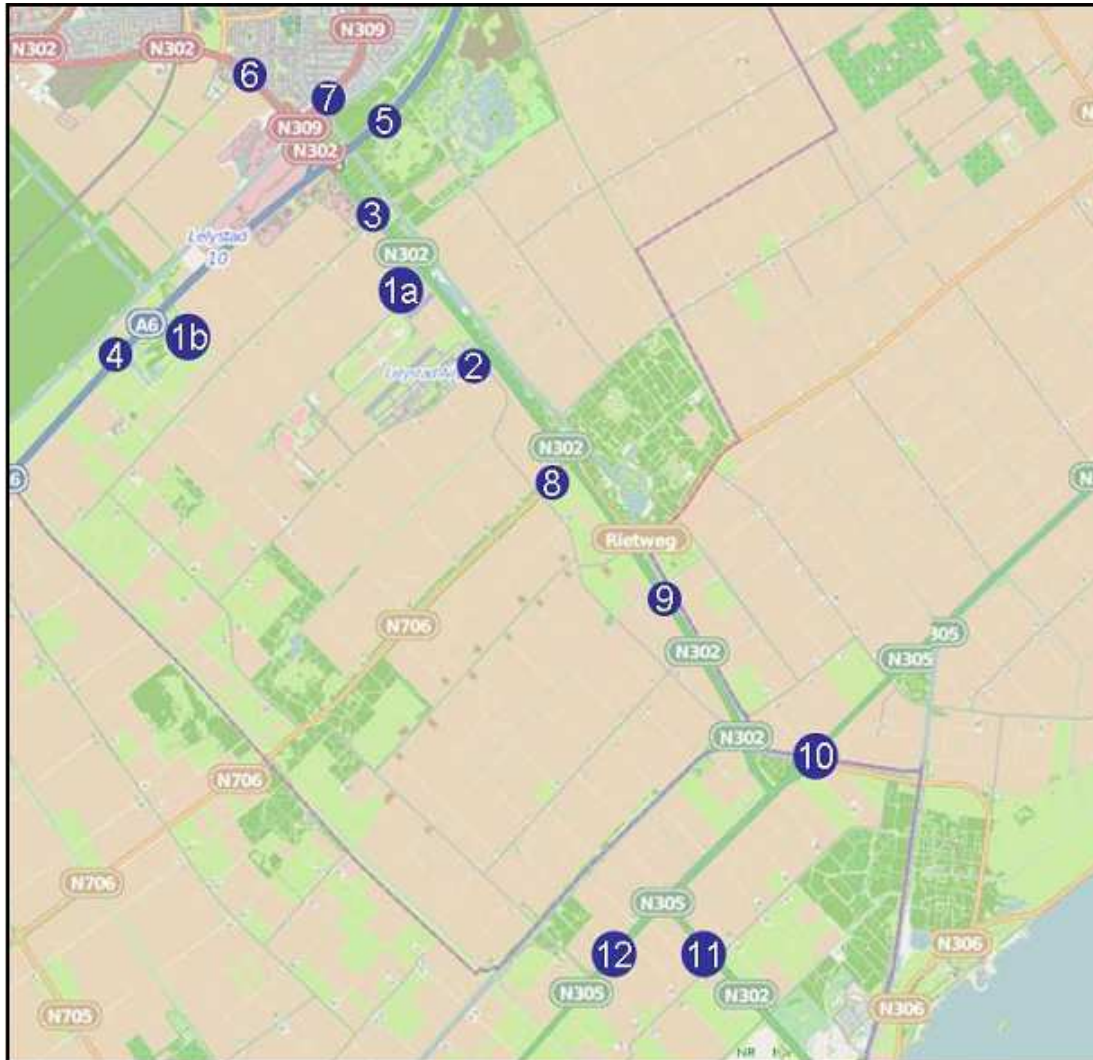
Omdat de resultaten voor luchtkwaliteit uur voor uur worden doorgerekend, is de verdeling over de dagen en over de uren van het etmaal van belang. Deze tabellen zijn opgenomen in Bijlage A.

5.3 Wegverkeergegevens

Het gehanteerde wegennet in het studiegebied is voor elk scenario aangeleverd door Goudappel Coffeng. Afhankelijk van het scenario zijn hierin nieuwe (ontsluitings)wegen opgenomen. In figuur 6 is weergegeven welke wegen zijn aangeleverd. Voor de berekening zijn de wegen die aan SRM2 voldoen (niet binnenstedelijk) meegenomen in de concentratieberekeningen. De wegverkeersintensiteiten zijn tevens aangeleverd door Goudappel Coffeng. Per alternatief zijn de wegverkeersintensiteiten bepaald waarbij rekening is gehouden met de bijbehorende ontwikkelingen. De gegevens van Goudappel Coffeng bevatten intensiteiten voor licht, middelzwaar en zwaar verkeer. Voor alle wegvakken in het studiegebied zijn intensiteiten gegeven. Ter indicatie bevat tabel 11, voor de punten die in figuur 5 zijn getoond, de intensiteiten voor de verschillende situaties. De intensiteiten zijn voor de leesbaarheid afgerond op honderdtallen, maar in de berekeningen zijn uiteraard niet-afgeronde waarden gehanteerd. De verdeling over licht, middelzwaar en zwaar verkeer is opgenomen in tabel 12.

Tabel 11 Verkeersintensiteiten (motorvoertuigen/etmaal).

	2015	Autonoom 2020	Voorgenomen activiteit 2020	Autonoom 2025	Voorgenomen activiteit 2025	Voorgenomen activiteit 2025 inclusief 3 ^e aansluiting
1a. Nieuwe aansluiting						
Larserweg	n.v.t.	1.800	8.800	1.800	14.700	10.300
1b. Nieuwe aansluiting A6	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	7.800
2. Eendenweg	19.800	22.000	26.900	23.100	31.400	31.600
3. Larserweg noord	20.100	22.000	29.500	23.100	35.900	30.000
4. A6 (Lelystad - Almere)	67.300	72.600	76.200	79.200	85.700	78.800
5. A6 (Lelystad - Emmeloord)	42.100	45.500	46.600	48.900	50.900	50.900
6. Larserdreef	33.900	37.000	39.400	39.500	43.300	43.500
7. Oostranddreef	12.000	12.300	12.900	12.700	13.800	13.900
8. Vogelweg	1.700	1.700	1.900	2.500	3.300	2.700
9. Larserweg zuid	19.600	21.900	25.200	23.800	29.700	29.700
10. Gooiseweg noord	8.000	9.100	9.600	10.400	11.300	11.300
12. Gooiseweg zuid	10.900	12.600	13.100	14.400	15.300	15.300



Figuur 5 Nummering en ligging van de wegen in het studiegebied.

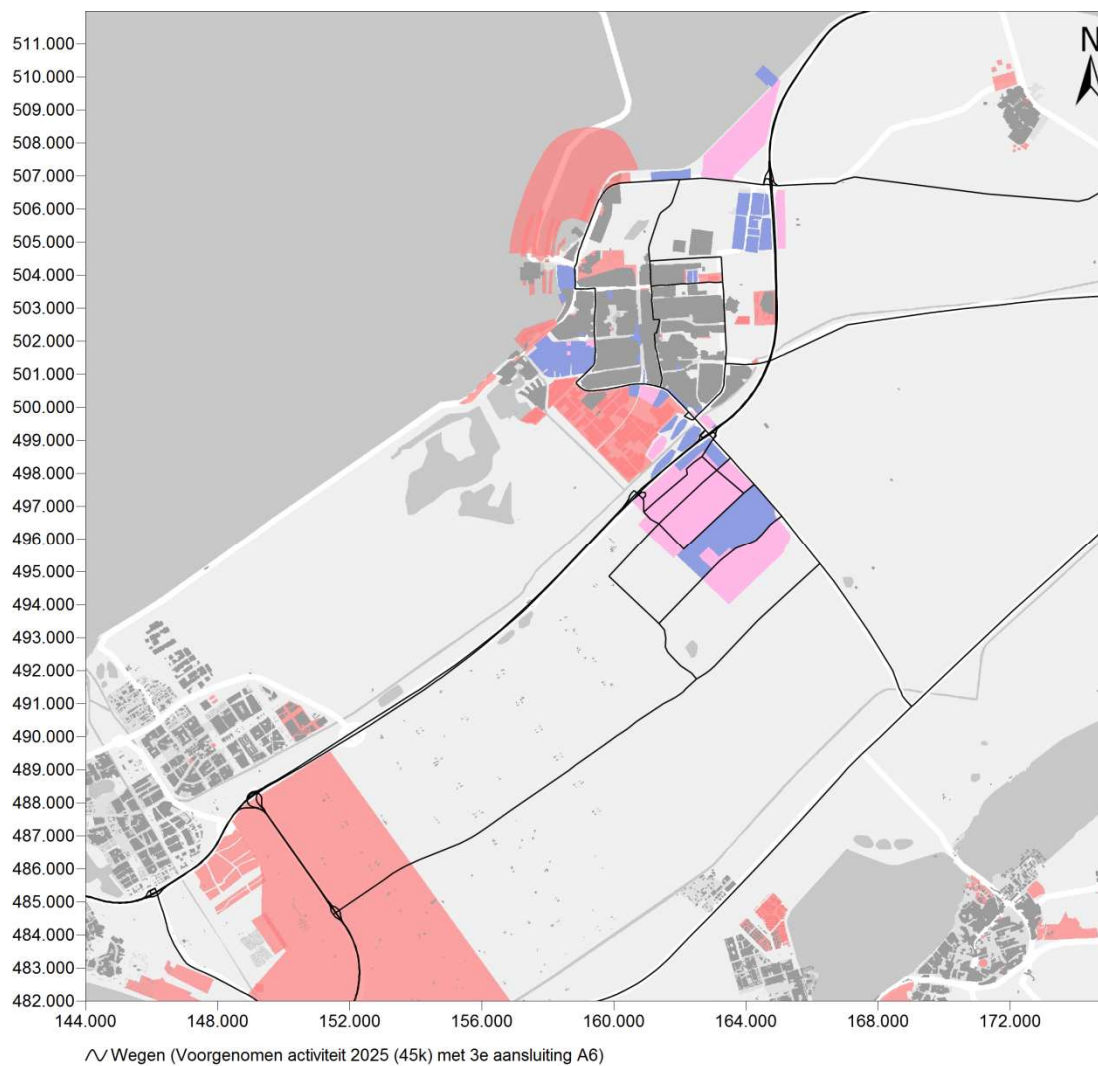
Tabel 12 Verdeling percentages licht (L) /middelzwaar (M) / zwaar (Z) verkeer.

	2015			Autonoom 2020			Voorgenomen activiteit 2020			Autonoom 2025			Voorgenomen activiteit 2025			Voorgenomen activiteit 2025 inclusief aansluiting 3 ^e		
	L	M	Z	L	M	Z	L	M	Z	L	M	Z	L	M	Z	L	M	Z
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1a.	86	9	6	83	10	7	85	9	6	83	10	7	87	8	5	86	9	6
1b.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92	5	3
2.	90	6	4	89	6	4	88	7	5	89	7	5	87	8	6	87	8	5
3.	90	6	4	89	6	4	87	8	5	89	7	5	86	8	6	85	9	6
4.	86	7	7	86	7	7	86	7	7	84	8	8	84	8	8	84	8	8
5.	81	10	10	79	10	10	79	10	11	77	11	11	77	12	12	77	12	12
6.	89	8	3	89	8	3	88	9	3	89	8	3	88	9	3	88	9	3
7.	93	6	2	93	5	2	93	6	2	93	5	2	92	6	2	92	6	2
8.	95	4	2	95	4	2	95	3	2	92	5	3	93	4	2	92	5	3
9.	90	6	4	89	6	4	89	7	5	89	7	5	88	7	5	88	7	5
10.	85	9	6	85	9	6	85	9	6	83	10	7	83	10	7	83	10	7
12.	80	12	8	79	13	8	79	13	8	79	13	9	78	13	9	78	13	9

De meegenomen wegen in de berekening van concentraties en depositie is voor de autonome situatie en voorgenomen situatie (beide zichtjaren) in figuur 6 gepresenteerd. Voor de voorgenomen situatie 2025 met 3^e aansluiting op de snelweg A6 zijn de meegenomen wegen in figuur 7 getoond.



Figuur 6 Meegenomen wegen in het studiegebied voor de autonome situatie en voorgenomen activiteit 2020 (25k) en 2025 (45k) (zonder 3^e aansluiting snelweg A6).



Figuur 7 Meegenomen wegen in het studiegebied voor de voorgenomen activiteit 2025 (45k) met 3^e aansluiting snelweg A6.

5.4 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 aan de 'gate' of op het platform 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 dan ook plaatselijk in de omgeving van de vliegtuigopstelplaatsen merkbaar.

Platformverkeer

De berekening van de emissie 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 2013. Op basis van het aantal vliegtuigbewegingen in 2013 is het aantal gereden kilometers in 2013 geëxtrapoleerd naar het aantal gereden kilometers voor het referentiealternatief.

Omdat het huidige wagenpark niet representatief is voor het wagenpark dat in de voorgenomen situatie vereist is, is ervoor gekozen het wagenpark van Rotterdam The Hague Airport als basis te gebruiken voor het dienst- en platformverkeer. Aangenomen is dat het aantal gereden kilometers per LTO op Rotterdam The Hague Airport overeenkomt met de voorgenomen activiteit. Het brandstofverbruik en de emissie van het platformverkeer per LTO zijn respectievelijk weergegeven in tabel 13 en tabel 14.

Tabel 13 Brandstofverbruik van het platformverkeer per LTO in 2013.

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 14 Emissiefactoren platformverkeer.

Voertuig- type	Brandstof- soort	CO ₂ (g/l)	NO _x (g/l)	CO (g/l)	VOS (g/l)	SO ₂ (g/l)	PM ₁₀ (g/l)	PM _{2,5} ² (g/l)
Personen	Benzine	2.373,2	1,8	29,3	2,5	0,1	0,1	0,1
Personen	Diesel	2.625,1	5,7	1,9	1,0	0,1	0,6	0,6
Bestelbus	Benzine	2.380,8	1,5	24,7	2,1	0,1	0,1	0,1
Bestelbus	Diesel	2.632,7	5,4	2,5	0,3	0,1	0,4	0,4
Vracht	Diesel	2.630,1	11,3	2,4	0,8	0,1	0,3	0,3
Bus	Diesel	2.630,0	14,8	3,9	1,7	0,1	0,5	0,5

² De emissiefactor van PM_{2,5} voor het platformgebonden verkeer is niet exact bekend. Overeenkomstig paragraaf 4.1 is een worst-case aanname gedaan dat er een constante fractie van PM_{2,5}/PM₁₀ van 1 is. Hiermee wordt er vanuit gegaan 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 15 is een overzicht gegeven van het aantal LTO-cycli per scenario. Een LTO-cyclus staat voor een landing en een take-off, ofwel één start en één landing.

Tabel 15 Aantal LTO-cycli per scenario.

Scenario	Aantal LTO-cycli	Aantal vliegtuigbewegingen
Aanwijzing 1991	60.000	120.000
Voorlopige voorziening	74.925	149.850
Voorgenomen activiteit (2020, 25k)	65.500	131.000
Voorgenomen activiteit (2025, 45k)	45.750	91.500

Voor de cyclus wordt een ICAO standaard gebruikt die de tijden en emissie per cyclus bepaalt. Hiermee zijn de hoeveelheden emissie onafhankelijk van de routevarianten. De totale hoeveelheden emissie van het vliegverkeer (inclusief APU-gebruik) staan in tonnen per jaar in tabel 16 getoond. In Bijlage C zijn nog de emissie van het vliegverkeer (inclusief APU-gebruik) voor de verschillende alternatieven uitgesplitst per vliegfase.

Het verschil tussen de referentie en de voorgenomen activiteit wordt het effect genoemd. Voor de jaren 2020 en 2025 is dit effect inzichtelijk gemaakt.

Tabel 16 Emissie van het vliegverkeer (inclusief APU-gebruik) per zichtjaar en per stof (getallen zijn in tonnen).

	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀ ³	HC	Ben- zeen	PAK	CO ₂	Lood (Pb)
2020 Referentie (Voorlopige voorziening)	498,6	53,8	16,5	0,6	1,0	1,4	0,03	0,00	4.668,9	0,21
2020 Voorgenomen activiteit (25k)	381,7	181,5	17,9	5,2	6,0	4,9	0,09	0,01	41.172,9	0,18
Effect 2020	-116,9	127,7	1,4	4,6	5,0	3,5	0,06	0,01	36.504,0	-0,03
	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀ ³	HC	Benz een	PAK	CO ₂	Lood (Pb)
2025 Referentie (Voorlopige voorziening)	498,6	53,8	16,5	0,6	1,0	1,4	0,03	0,00	4.668,9	0,21
2025 Voorgenomen activiteit (45k)	256,3	285,6	18,6	8,5	9,1	7,8	0,14	0,02	67.210,4	0,05
Effect 2025	-242,3	231,8	2,1	7,9	8,1	6,4	0,11	0,02	62.541,5	-0,16

Uit beschouwing van tabel 16 volgt dat de voorgenomen activiteit (voor beide zichtjaren) voor een afname van de emissie van CO en lood (Pb) zorgen. Deze afname wordt met name veroorzaakt door de afname van het kleine verkeer. Dit kleine verkeer vliegt met relatief vervuilende motor en gebruikt veelal ook nog loodhoudende brandstof. Tevens wordt opgemerkt dat de exploitant heeft aangegeven dat de afgelopen jaren waarneembaar is dat het gebruik van de loodhoudende brandstof Avgas afneemt en dat er meer Mogas gebruikt wordt. Doordat echter de emissieberekeningen uitgaan van standaardmotoren per vliegtuigtype en dit veranderd gebruik daarin niet terugkomt, zal in de praktijk de emissie van lood nog verder verminderen.

Naast de genoemde afname is er sprake van een forse toename van de uitstoot van CO₂, maar ook voor de stoffen NO_x, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂ en HC is er sprake van een toename. Gelet op de toename van het grote verkeer ligt die toename van de emissie van die stoffen in de lijn der verwachtingen.

De emissie van het wegverkeer (exclusief het platformgebonden wegverkeer) is tevens uitgerekend en gepresenteerd in tabel 17. Voor het wegverkeer is de wegvariant met een 3^e aansluiting op de snelweg A6 ook doorgerekend en het verschil in emissie ten gevolge van deze extra aansluiting bepaald.

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 4.1.

Tabel 17 Emissie van het wegverkeer (exclusief platformgebonden wegverkeer) per zichtjaar en per stof (getallen zijn in tonnen).

				Wegverkeer	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	NH ₃
2020 Referentie				autonoom	875,20	71,32	29,31	160,25	60,16
2020	Voorgenomen activiteit	autonoom		+	916,77	74,49	30,60	166,27	62,20
verkeersaantrekking									
Effect 2020					41,57	3,17	1,29	6,02	2,04
					NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	NH ₃
2025 Referentie				autonoom	788,46	79,52	30,73	150,87	67,01
2025	Voorgenomen activiteit	autonoom		+	846,01	85,31	32,95	160,10	70,84
verkeersaantrekking									
Effect 2025					57,55	5,79	2,22	9,23	3,83
					NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	NH ₃
2025 met 3 ^e aansluiting				autonoom	845,82	85,22	32,91	159,91	70,79
				verkeersaantrekking					
Verschil	vanwege	3 ^e			-0,19	-0,09	-0,04	-0,19	-0,05
aansluiting									

Uit tabel 17 volgt dat er in de voorgenomen activiteit (voor beide zichtjaren) sprake is van een toename van de emissie. De toename bedraagt niet meer dan 5% voor het zichtjaar 2020 (25k) en 8% voor het zichtjaar 2025 (45k).

Op basis van de beschrijving in paragraaf 5.4 is tevens voor het platformgebonden wegverkeer een berekening gemaakt van de emissie van dit verkeer. De resultaten hiervan zijn in tabel 18 gepresenteerd.

Tabel 18 Emissie van het platform gebonden wegverkeer in ton per jaar.

	NO _x	PM ₁₀ ⁴	CO ₂	CO	VOS	SO ₂
Aanwijzing 1991	4,56	0,21	2.602,96	18,73	1,82	0,11
2020 Referentie (Voorlopige voorziening)	5,70	0,27	3.250,45	23,39	2,28	0,13
2020 Voorgenomen activiteit	4,98	0,23	2.841,57	20,45	1,99	0,12
Effect 2020	-0,72	-0,04	-408,88	-2,94	-0,29	-0,01
	NO _x	PM ₁₀	CO ₂	CO	VOS	SO ₂
2025 Referentie (Voorlopige voorziening)	5,70	0,27	3.250,45	23,39	2,28	0,13
2025 Voorgenomen activiteit	3,48	0,16	1.984,76	14,28	1,39	0,08
Effect 2025	-2,22	-0,11	-1.265,69	-9,11	-0,89	-0,05

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 4.1.

Op basis van de emissieberekening die in paragraaf 2.5 is toegelicht, is de totale hoeveelheid CO₂ ten gevolge van de LTO-cycli van het vliegverkeer en platformgebonden verkeer berekend en in tabel 19 gepresenteerd. Het aantal LTO-cycli betreft de helft van het aantal vliegbewegingen (een beweging is een start of een landing) en is voor de jaren 2020 en 2025 in de tabel opgenomen. Het bijbehorende aantal tonnen uitgestoten CO₂ is daarnaast gegeven.

Tabel 19 Totale hoeveelheden CO₂ ten gevolge van de LTO-cycli.

		Aantal LTO-cycli	Luchtvaart CO ₂ [ton]	Platform gebonden wegverkeer CO ₂ [ton]	Totaal CO ₂ [ton]
Voorgenomen activiteit		65.500	41.172,9	2.841,6	44.014,5
2020 (25k)					
Voorgenomen activiteit		45.750	67.210,4	1.984,8	69.195,2
2025 (45k)					

Uit bovenstaande tabel blijkt dat het aantal ton CO₂ van uitsluitend starts tot 3.000 voet en landingen vanaf 3.000 voet tot de grond door het luchtverkeer nog met 26.037,5 ton toeneemt tussen 2020 en 2025. De totale bijdrage door starts en landingen van het vliegverkeer tot 3.000 voet en het platformgebonden wegverkeer blijft in 2025 dan net onder 70.000 ton. Het nationale beleid ten aanzien van de CO₂-emissie is om deze af te laten nemen, zoals in paragraaf 2.5 beschreven is. De doelstelling is om een afname van ca 25 Mton in 2030 te realiseren. De berekende (jaarlijkse) toename van 70 kton in 2025 is een zeer klein deel 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.

In tabel 20 zijn voor enkele stoffen de totale emissie van vliegverkeer en (platformgebonden) wegverkeer gepresenteerd. Tevens is het effect per zichtjaar aangegeven. De resultaten vertonen hetzelfde verloop als dat bij de afzonderlijke bronnen reeds beschreven is.

Tabel 20 Totale emissie per zichtjaar en per stof (getallen zijn in tonnen).

	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO ₂	Lood (Pb)
2020 Referentie	934,70	72,59	30,58	7.954,55	0,21
(Voorlopige voorziening)					
2020 Voorgenomen activiteit (25k)	1.103,25	80,72	36,83	44.014,47	0,18
Effect 2020	168,55	8,13	6,25	36.059,92	-0,03
	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	CO ₂	Lood (Pb)
2025 Referentie	847,96	80,79	32,00	7.954,55	0,21
(Voorlopige voorziening)					
2025 Voorgenomen activiteit (45k)	1.135,09	94,57	42,21	69.195,16	0,05
Effect 2025	287,13	13,48	10,21	61.240,61	-0,16

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 geurhinder voor Lelystad Airport te kwantificeren en moet worden volstaan met het aangeven van de oorzaken van de geurhinder.

Tabel 21 Totale hoeveelheden geureenheden (10^{12} geureenheden per jaar)

	Luchtvaart	Platformgebonden wegverkeer	Totaal
Referentie (Aanwijzing 1991)	1,6	0,04	1,68
Referentie (Voorlopige voorziening)	5,2	0,05	5,25
Voorgenomen activiteit 2020 (25k)	7,5	0,04	7,54
Voorgenomen activiteit 2025 (45k)	8,7	0,03	8,73

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 C voor alle alternatieven. Voor de voorgenomen activiteit volgt dat circa 75%-85% 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 dit elementair 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. 11 en 12) 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 ca 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 22 een indicatie gegeven van de hoeveelheid emissie van elementair koolstof door het wegverkeer.

Tabel 22 Totale hoeveelheden elementair koolstof ten gevolge van de luchtvaart en het wegverkeer.

				Luchtvaart		Wegverkeer (incl platform gebonden)		Totaal
				PM _{2.5} (ton)	EC (ton)	PM _{2.5} (ton)	EC (ton)	EC (ton)
2015	Huidige	situatie	(Voorlopige	1,0	0,18	38,50	11,56	11,74
voorziening)								
2020 Referentie (Voorlopige voorziening)				1,0	0,18	29,58	8,89	9,07
2025 Referentie (Voorlopige voorziening)				1,0	0,18	31,00	9,32	9,50
Voorgenomen activiteit 2020 (25k)				6,0	1,08	30,83	9,26	10,34
Voorgenomen activiteit 2025 (45k)				9,1	1,64	33,11	9,95	11,59

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 waar mensen langdurig aan blootstaan leven zij gemiddeld drie maanden korter (ref 14). De concentraties van het wegverkeer zijn in paragraaf 6.2.4 gepresenteerd.

6.2 Concentraties

Dit hoofdstuk beschrijft de resulterende concentraties. Allereerst is in paragraaf 6.2.1 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 Totalen 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.

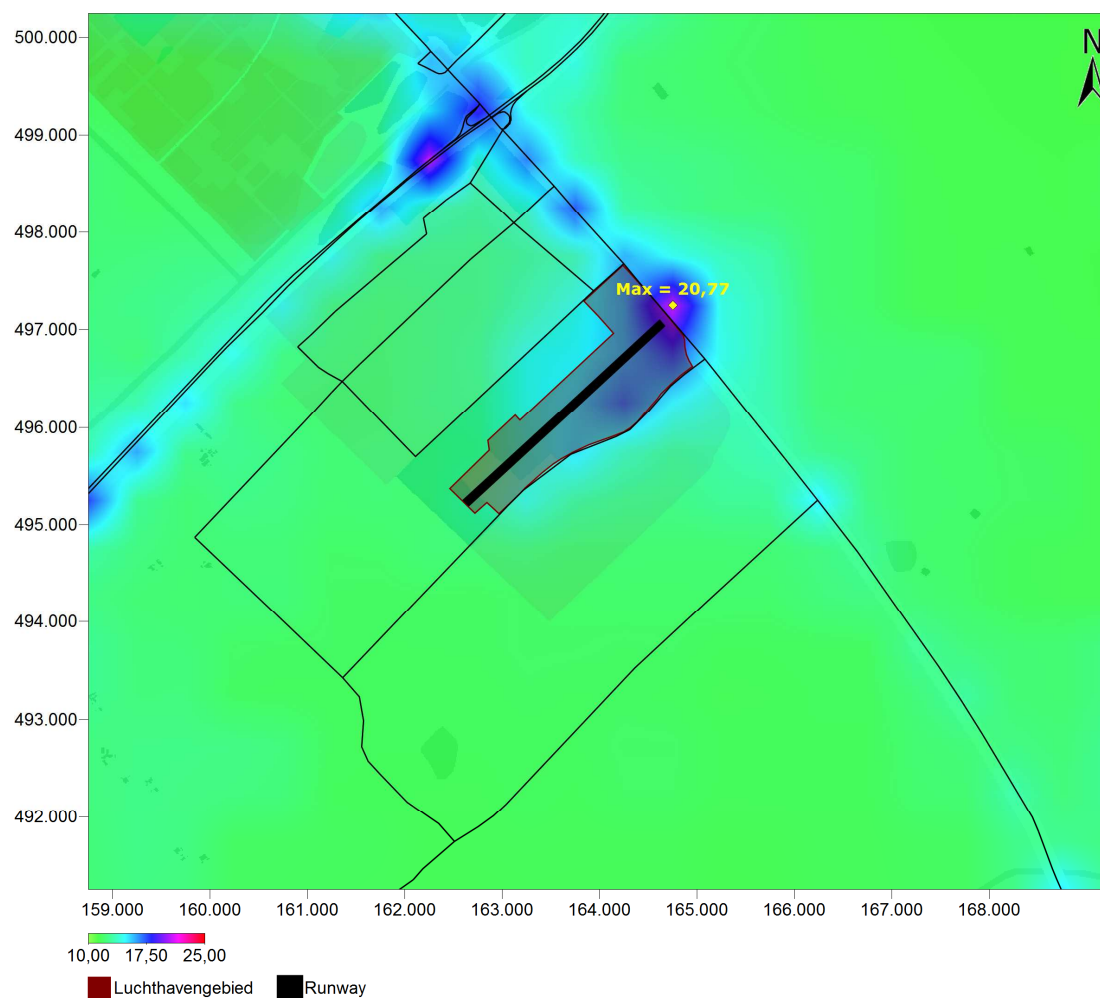
Tabel 23 Maximale NO₂, PM₁₀ en PM_{2.5} -concentraties in het studiegebied (de wegen en het luchtvaartterrein buiten beschouwing gelaten).

Jaargemiddelde concentraties [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in studiegebied alle bronnen samen	NO ₂ Max	PM ₁₀ Max	PM _{2.5} Max
2015 Huidige situatie	25,06	22,32	13,73
2020 Autonome ontwikkeling	19,38	21,12	12,68
2020 Plansituatie 2020 (25k)	20,06	21,13	12,70
2025 Autonome ontwikkeling	17,48	20,57	12,23
2025 Plansituatie 2025 (45k)	20,77	20,58	12,27
2025 Plansituatie 2025 (45k) inclusief 3^e aansluiting A6	20,77	20,58	12,27

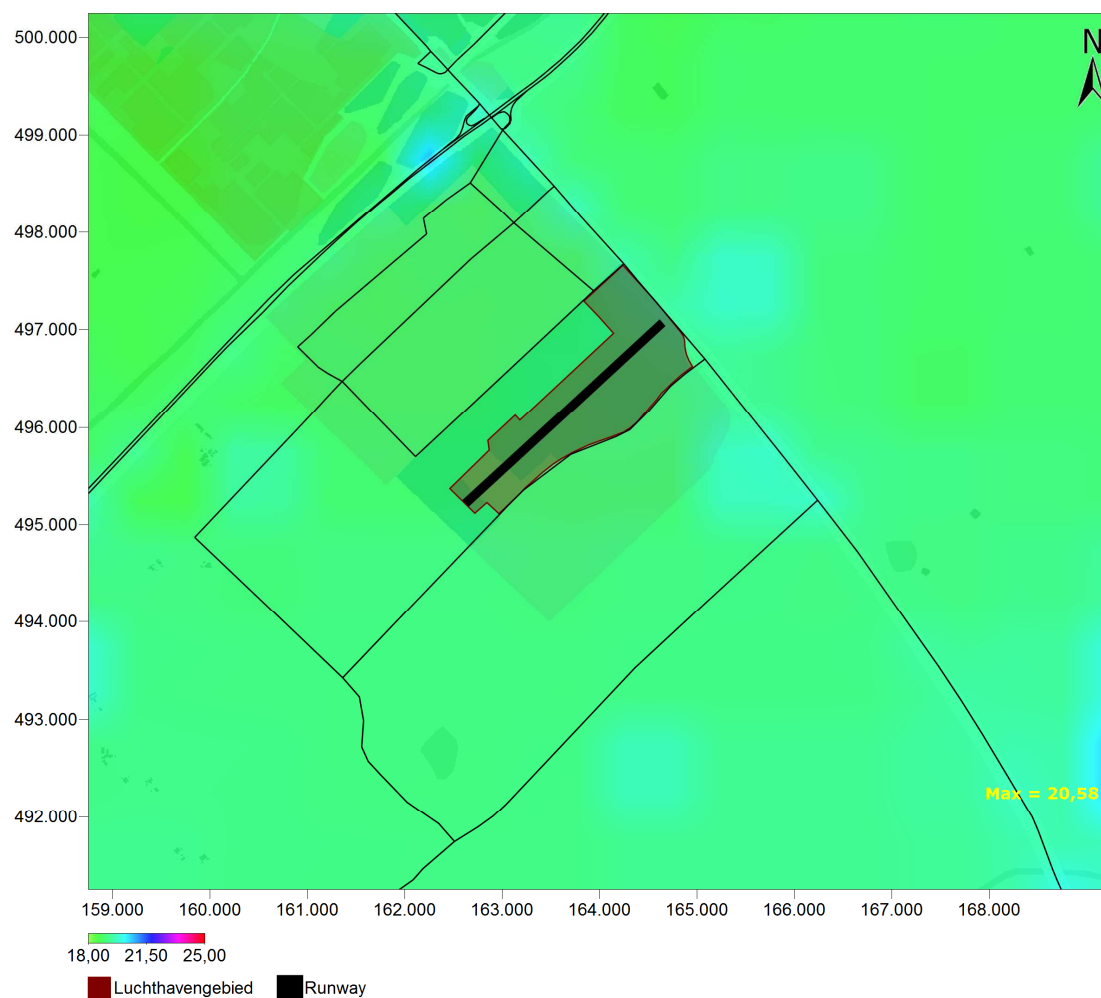
Relevant voor toetsing aan de grenswaarden uit de Wet milieubeheer zijn de jaren 2015 en 2025. Wat uit de rekenresultaten blijkt, is dat de NO₂-concentratie zowel in de huidige situatie als in de voorgenomen situatie ruim onder de grens van 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ blijft. Doordat de achtergrondconcentraties en emissiefactoren van het wegverkeer in de toekomst afnemen, is er een dalende trend te zien in de resultaten. Toetsing aan de grenswaarden is beschreven in paragraaf 6.2.5.

Ter illustratie is voor het jaar 2025 het resultaat ten gevolge van de voorgenomen activiteit getoond in figuur 8 en figuur 9. Figuur 8 toont de jaargemiddelde concentratie NO₂ in het studiegebied. Figuur 9 laat de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ zien. De overige scenario's en zichtjaren laten een verspreidingsbeeld zien dat hiermee overeenstemt. De ligging van de maxima is in de figuren aangegeven. Deze ligging varieert vanwege de veranderde bijdrage van het vliegverkeer, het wegverkeer en de achtergrondconcentratie. De jaargemiddelde concentratie NO₂ en PM₁₀ voor de referentie (Voorlopige voorziening) en de voorgenomen activiteit voor het zichtjaar 2020 zijn opgenomen in Bijlage D.

Het aantal overschrijdingsdagen waarbij de daggemiddelde concentratie PM₁₀ 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 PM₁₀. Het maatgevende scenario is de huidige situatie 2015. De maximum PM₁₀-bijdrage is dan 22,32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, wat overeenkomt met 11 overschrijdingsdagen (zonder correctie voor zeezout) en hiermee niet de 35 overschrijdt.



Figuur 8 Resulterende jaargemiddelde concentratie NO₂ inclusief de voorgenomen activiteit (45k) in het zichtjaar 2025.



Figuur 9 Resulterende jaargemiddelde concentratie PM₁₀ inclusief de voorgenomen activiteit in 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 24 per zichtjaar getoond. Dit bereik geldt voor het studiegebied rondom Lelystad Airport.

Tabel 24 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	14,1 -	21,2	20,1 -	21,5	12,7 - 13,5
2020	11,8 -	16,7	19,1 -	20,3	11,9 - 12,5
2025	10,9 -	14,9	18,6 -	19,8	11,5 - 12,1

Uit de cijfers uit tabel 24 blijkt dat er nog een ruime marge 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}. Tevens is duidelijk dat de trend voor de concentraties in de toekomst dalend is. De afname van NO₂ is daarbij sterker dan die voor fijn stof.

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 onderstaande tabel 25 genoemd. Omdat de routevarianten pas verder weg van de luchthaven van elkaar gaan verschillen, hebben ze geen invloed op deze resultaten; de ligging en de waarden zijn onafhankelijk van de routevarianten.

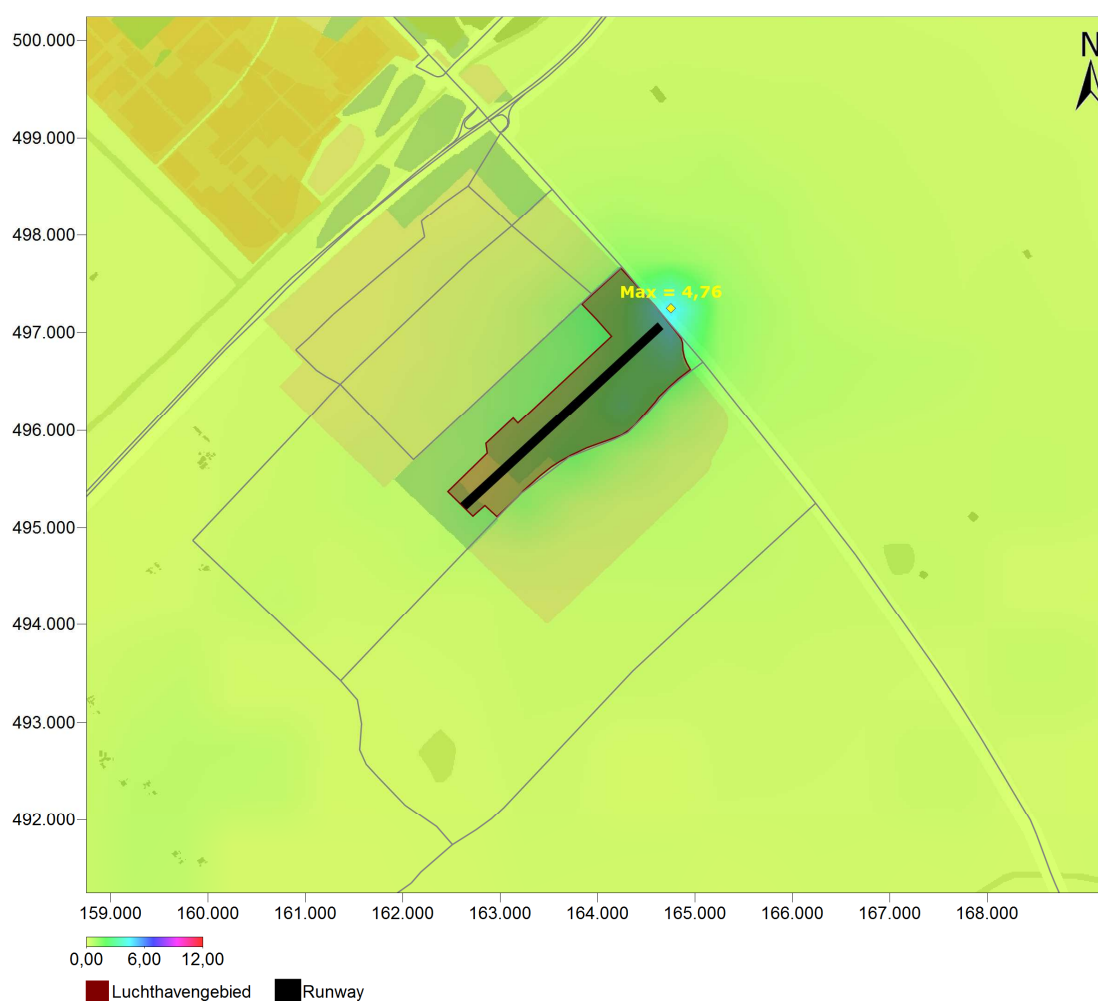
Tabel 25 Bijdrage vliegverkeer: maxima jaargemiddelde concentraties.

Jaargemiddelde concentraties [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] bijdrage vliegverkeer in studiegebied		
	NO ₂ (direct)	PM ₁₀ ⁵
	Max	Max
2020 Voorgenomen activiteit (25k)	4,76	0,14
2025 Voorgenomen activiteit (45k)	7,66	0,23

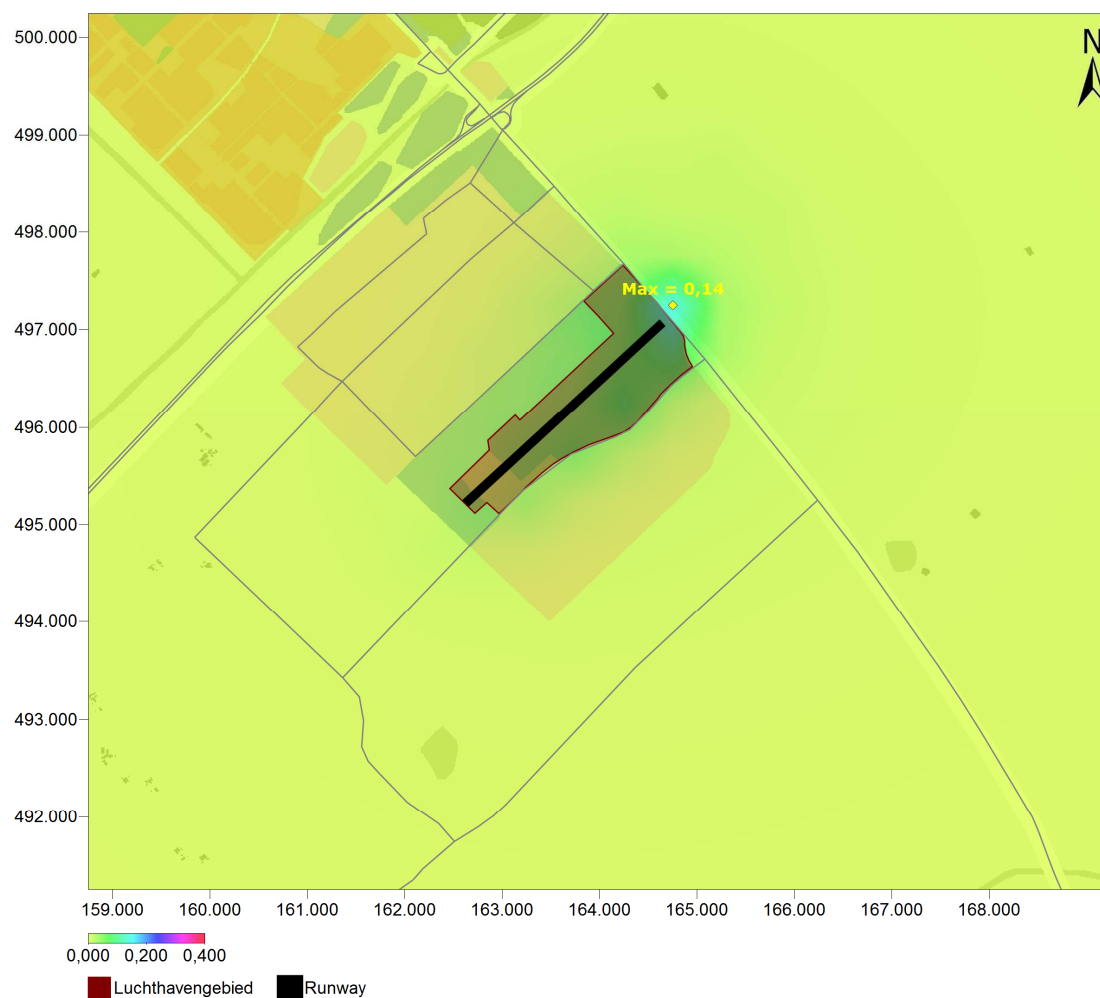
Figuur 10 tot en met figuur 13 tonen hoe de bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentraties zich verspreidt voor NO₂ en PM₁₀ voor zowel de voorgenomen activiteit in 2020 (25k) als in 2025 (45k). De bijdrage van het vliegverkeer is beperkt ten opzichte van de reeds aanwezige achtergrondconcentratie. De bijdrage aan de PM₁₀-concentraties is nog veel kleiner dan 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 buiten het

⁵ Het PM₁₀ resultaat kan tevens als PM_{2.5} gelezen worden, gelet op het uitgangspunt (vaste verhouding PM_{2.5}/PM₁₀ = 1) uit paragraaf 4.1.

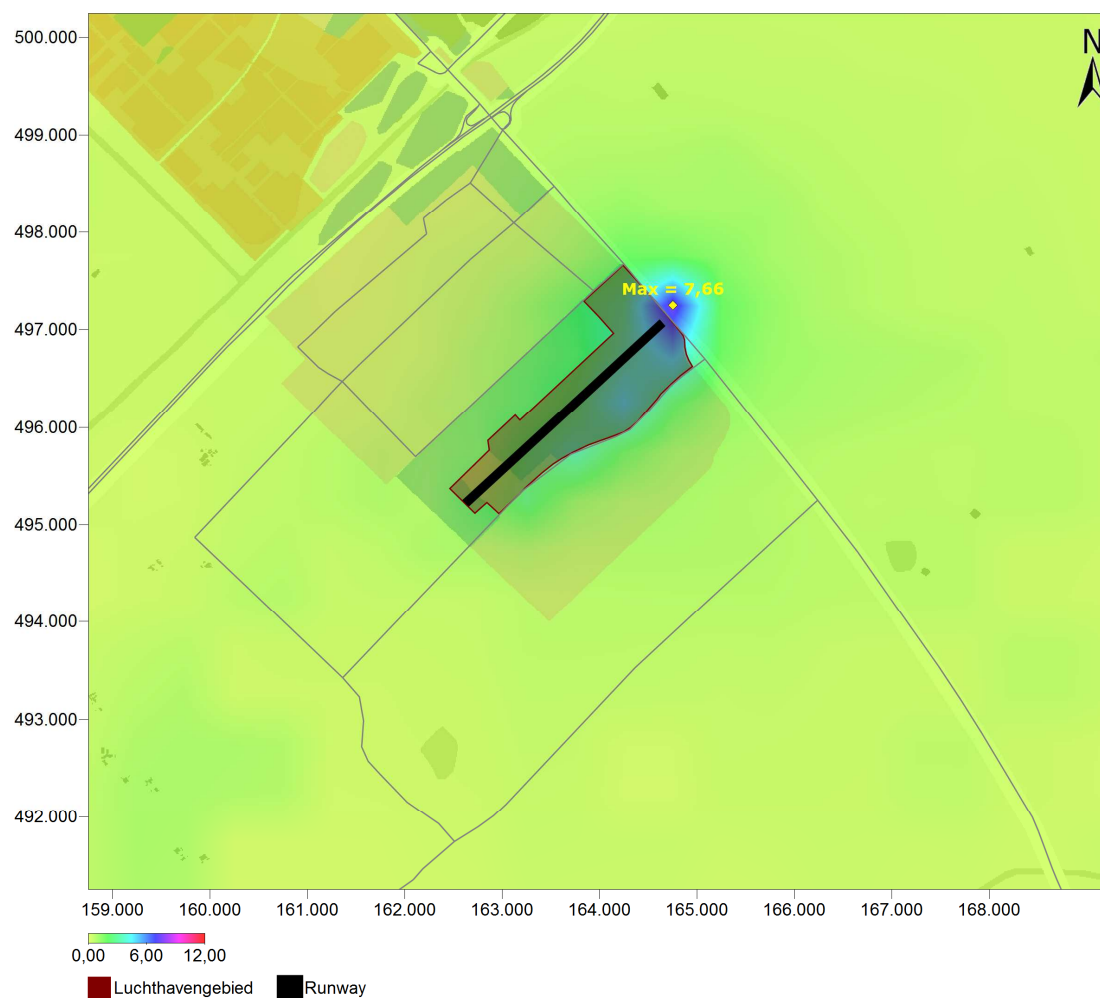
luchthaventerrein ligt dan ook in het verlengde van de startbaan en ter plaatse van de opstelplaatsen (de gates) waar de vliegtuigen zich langere tijd bevinden. Deze locatie is ook in de figuren aangegeven.



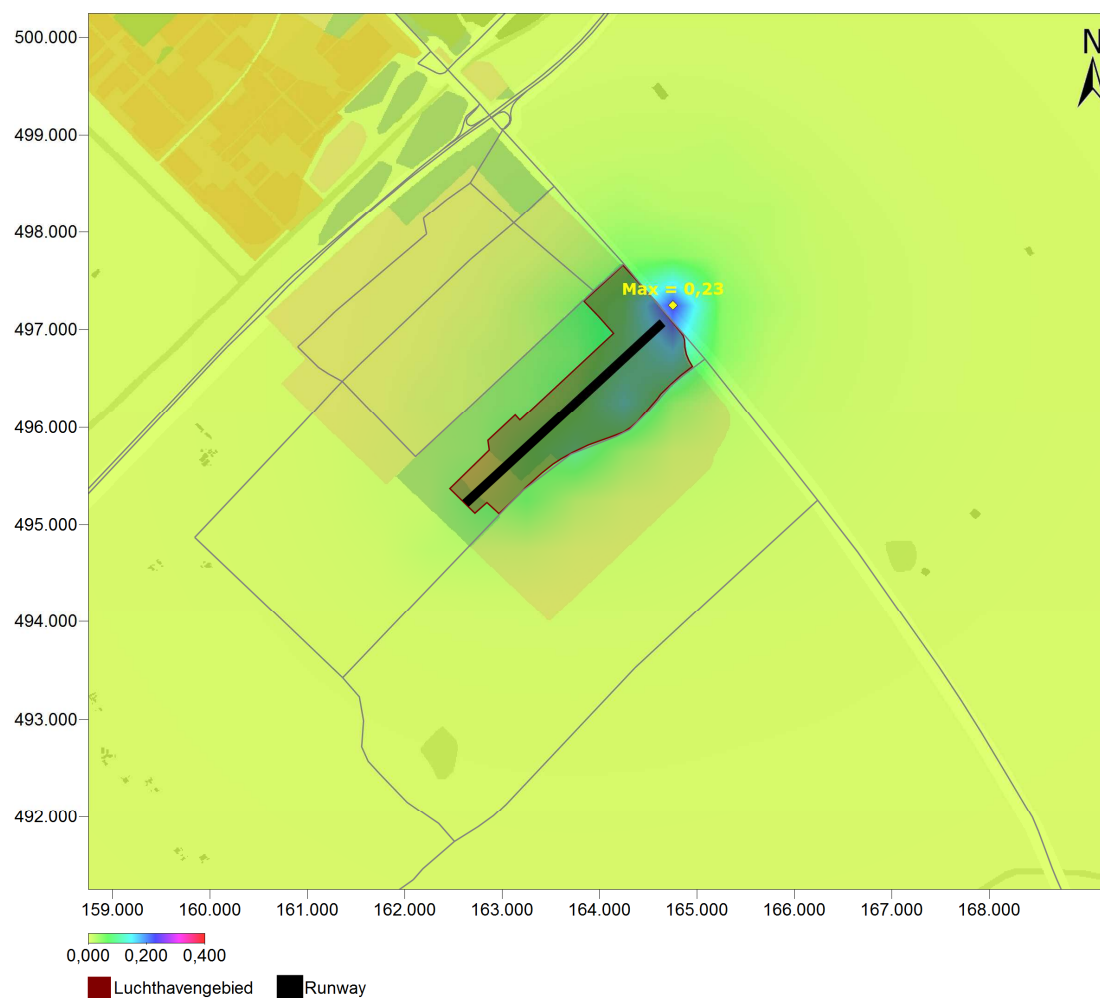
Figuur 10 Bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ voor 25k (2020).



Figuur 11 Bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ voor 25k (2020).



Figuur 12 Bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ voor 45k (2025).



Figuur 13 Bijdrage van het vliegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie PM_{10} voor 45k (2025).

6.2.4 Wegverkeer

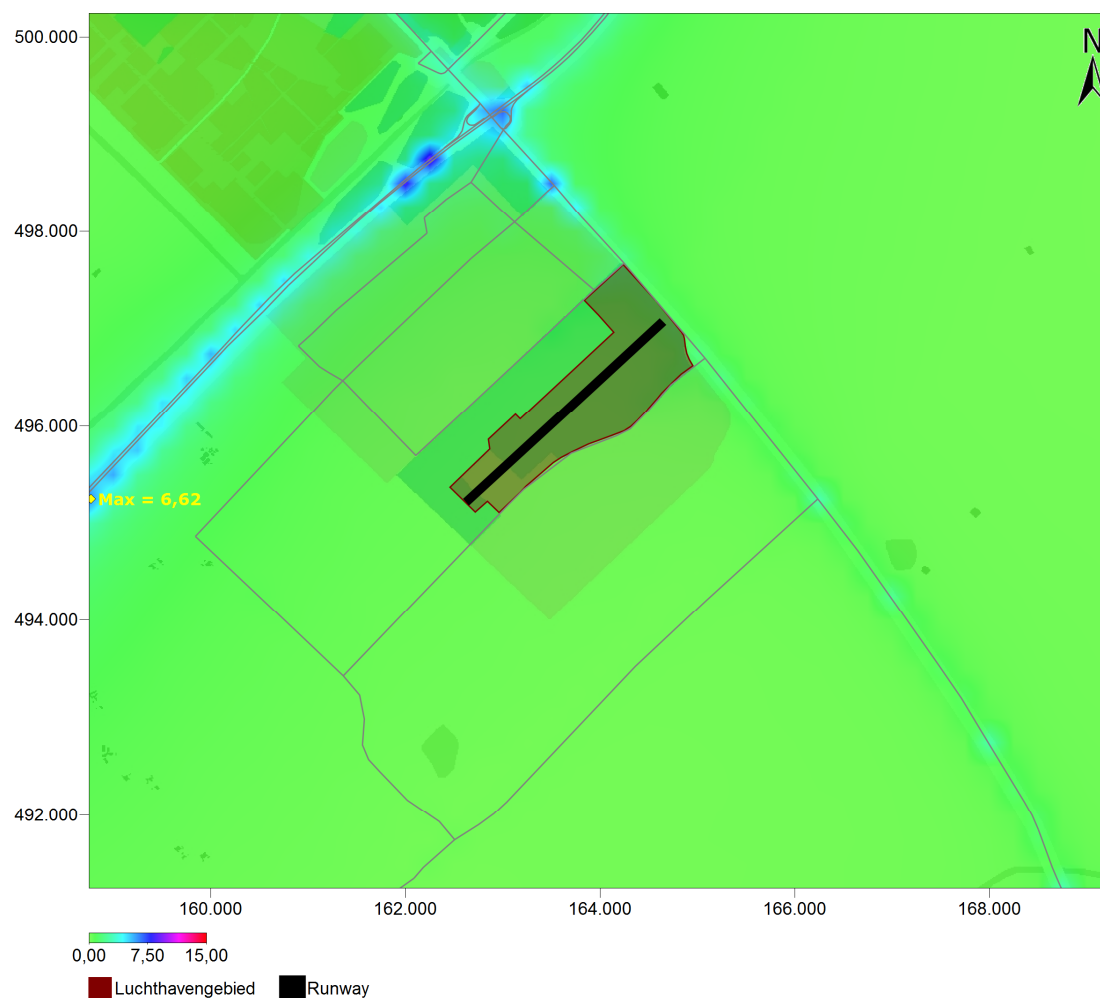
In tabel 26 zijn de gevonden maxima weergegeven voor de bijdrage van het wegverkeer in de diverse doorgerkende scenario's. Tot nu toe wordt voor handhaving vooral naar stikstofdioxide en fijn stof gekeken, omdat daar normen voor bestaan. Toch is luchtverontreiniging ook schadelijk als de concentraties 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 waar mensen langdurig bloot aan staan leven zij gemiddeld drie maanden korter (ref 14).

Tabel 26 Bijdrage wegverkeer: maxima jaargemiddelde concentraties (de wegen zelf buiten beschouwing gelaten).

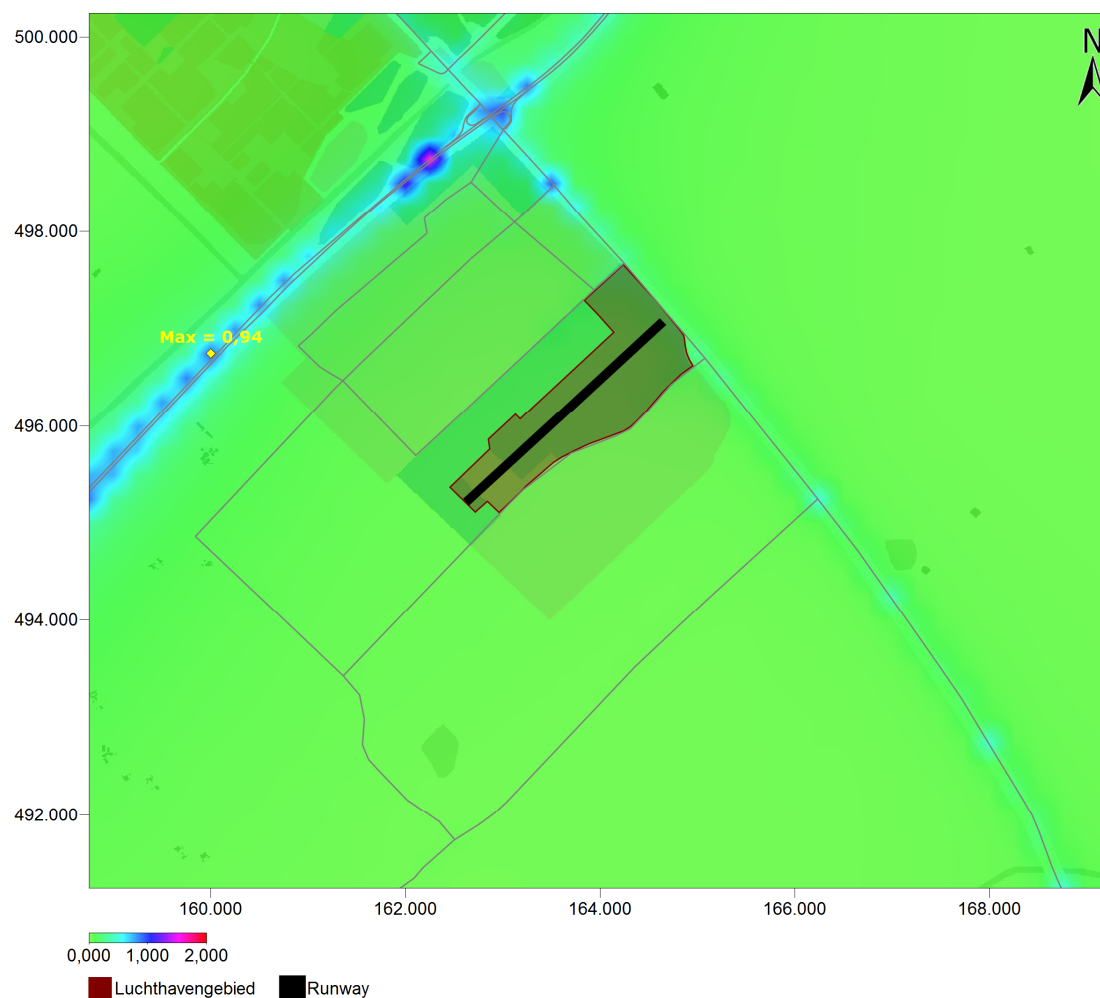
Jaargemiddelde concentraties [µg/m ³] bijdrage wegverkeer in studiegebied				
	NO ₂ (direct)	PM ₁₀	PM _{2.5}	EC
	Max	Max	Max	Max
2015 Huidige situatie	9,51	0,94	0,49	0,24
2020 Autonome ontwikkeling	6,28	0,88	0,37	0,11
2020 Plansituatie 2020 (25k)	6,62	0,94	0,39	0,11
2025 Autonome ontwikkeling	5,73	0,98	0,39	0,08
2025 Plansituatie 2025 (45k)	6,21	1,08	0,43	0,09
2025 Plansituatie 2025 (45k) inclusief 3^e aansluiting A6	6,28	1,11	0,44	0,10

De resulterende maxima voor de scenario's worden lager naarmate de jaren verder in de toekomst liggen, ondanks toenemende verkeersintensiteiten. Dit is te verklaren doordat de afname van de emissiefactoren veel groter is dan de toename van de wegverkeersintensiteiten. Enkel voor PM₁₀ en PM_{2.5} is er een kleine toename van 2020 naar 2025 te zien, doordat de emissiefactoren voor PM₁₀ en PM_{2.5} dan niet meer zo sterk afnemen. Geconcludeerd kan worden dat de toename vanwege de voorgenomen activiteit beperkt is ten opzichte van de referentiesituatie en de eindsituatie gunstiger is dan de huidige situatie. Op het gebied van elementair koolstof (EC) volgt uit de concentratieberekeningen dat de voorgenomen ontwikkeling een zeer geringe toename veroorzaakt (maximaal 0,02 µg/m³ voor de plansituatie 2025 (45k) met de 3^e aansluiting). Dit zou voor mensen die hier langdurig aan blootstaan betekenen dat zij circa 5 dagen korter kunnen leven.

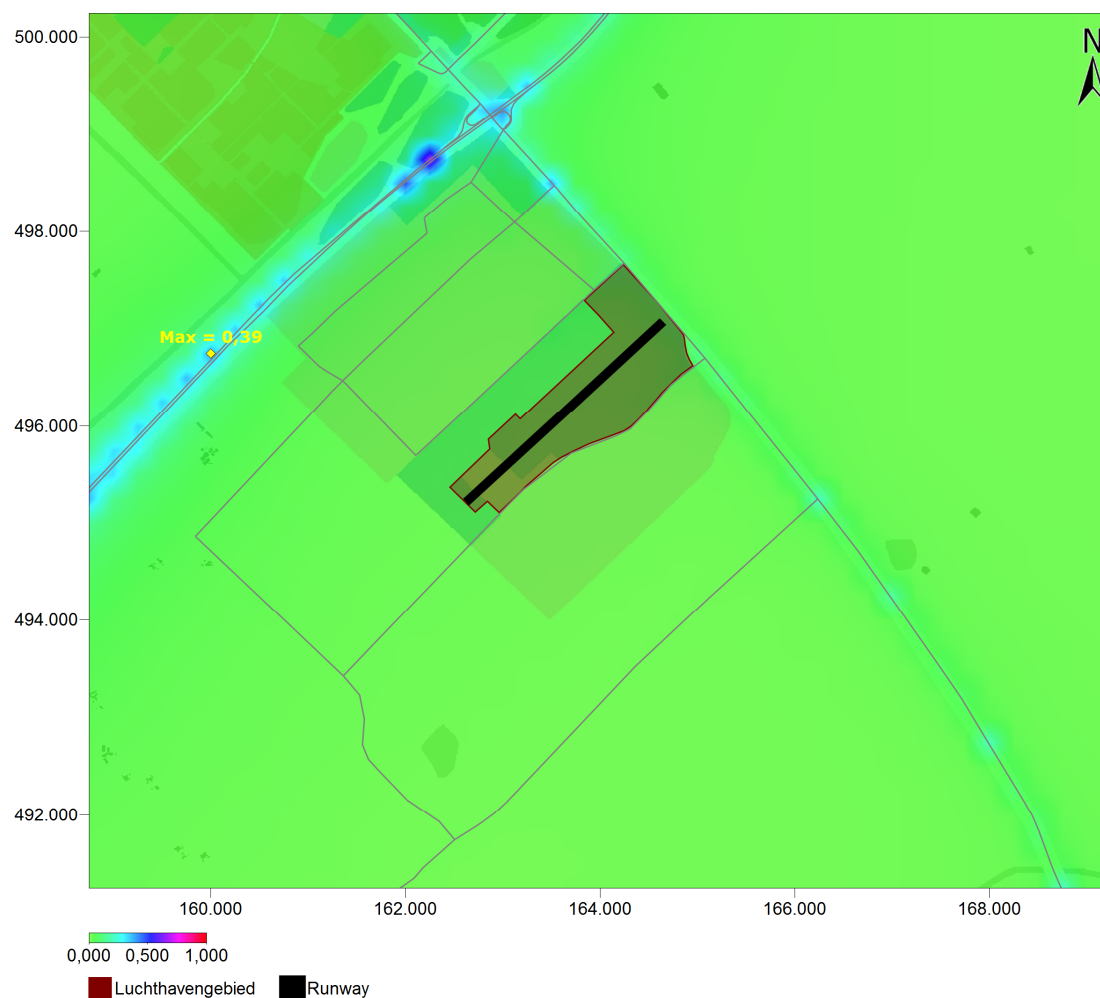
In figuur 14 t/m figuur 16 zijn respectievelijk de NO₂-, de PM₁₀- en de PM_{2.5}-jaargemiddelden gepresenteerd van alleen het wegverkeer in de plansituatie 2020. Tevens zijn in figuur 17 t/m figuur 19 deze figuren gepresenteerd voor de plansituatie 2025. Uit deze figuren blijkt dat het maximum in alle gevallen op de snelweg A6 gelegen is. Na het uitsluiten van de wegen zelf ligt het maximum, zoals vermeld in tabel 26, op een locatie net naast de snelweg A6.



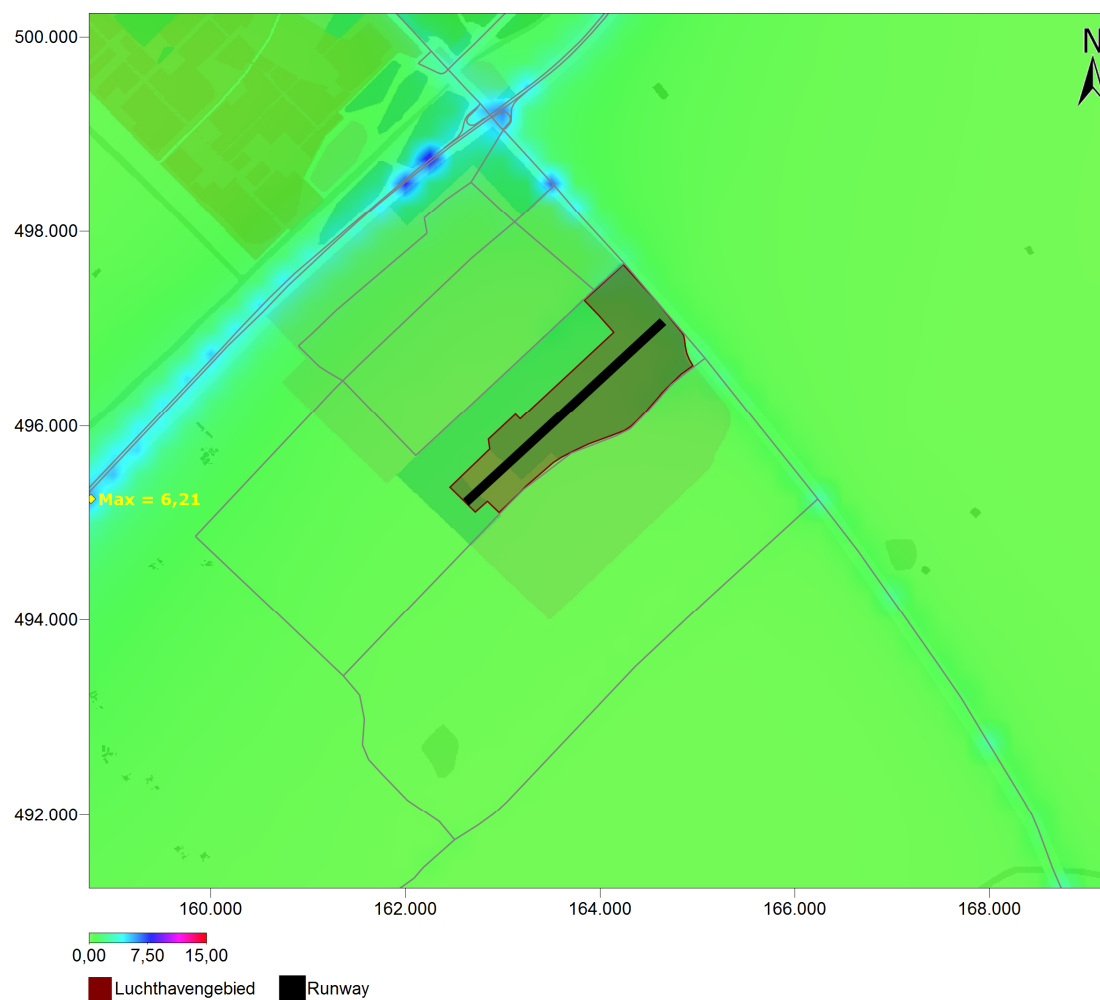
Figuur 14 Bijdrage van het wegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ voor de voorgenomen activiteit in 2020 (25k).



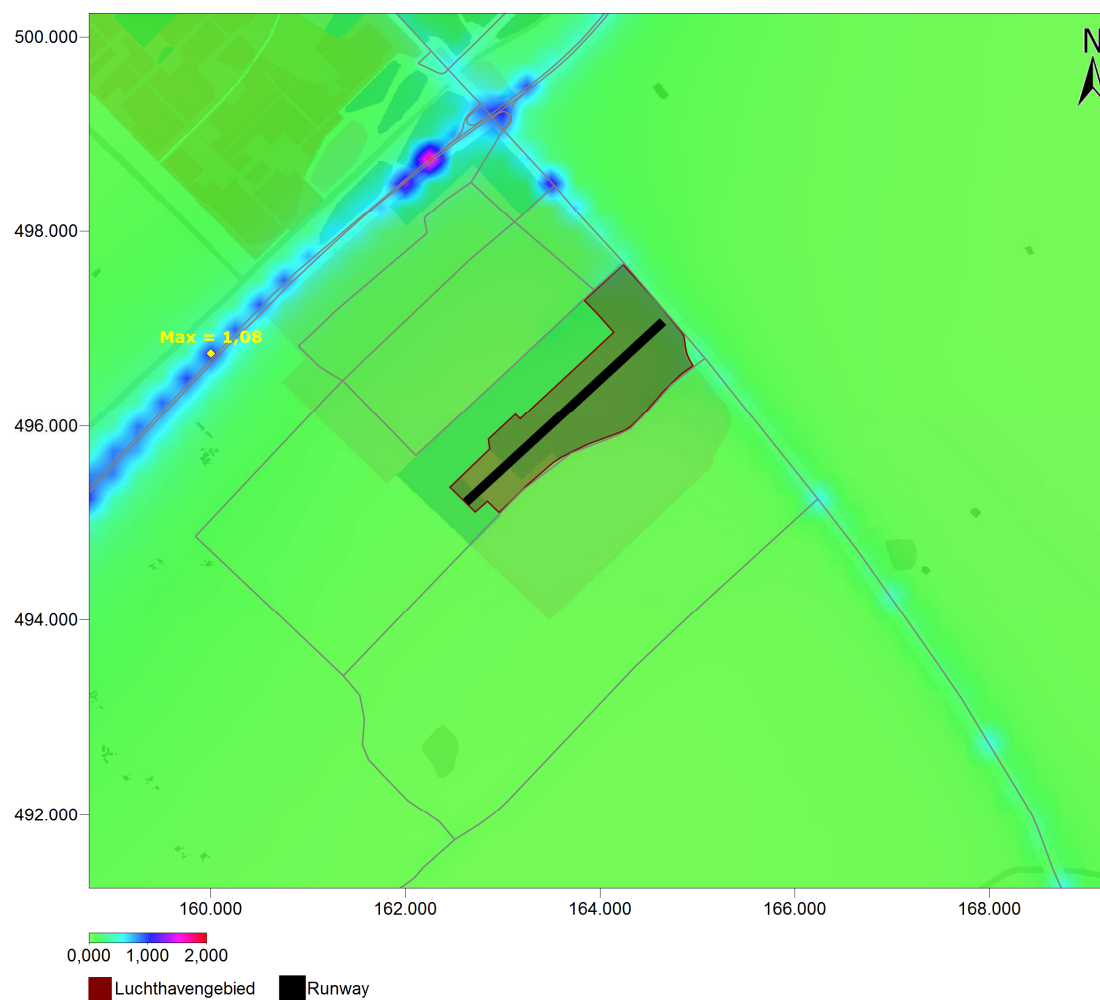
Figuur 15 Bijdrage van het wegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ voor de voorgenoemde activiteit in 2020 (25k).



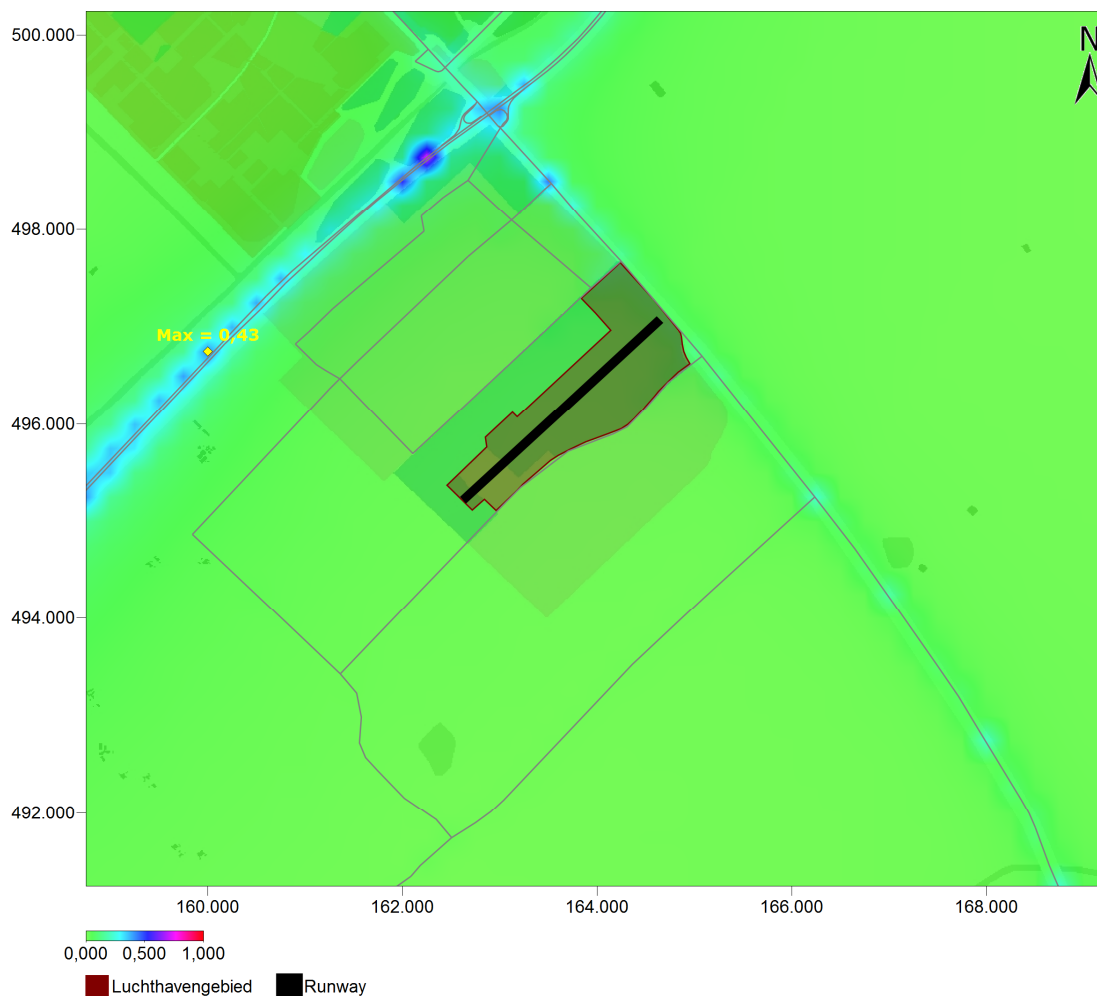
Figuur 16 Bijdrage van het wegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie $PM_{2.5}$ voor de voorgenomen activiteit in 2020 (25k).



Figuur 17 Bijdrage van het wegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ voor de voorgenomen activiteit in 2025 (45k).



Figuur 18 Bijdrage van het wegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie PM_{10} voor de voorgenomen activiteit in 2025 (45k).



Figuur 19 Bijdrage van het wegverkeer aan de jaargemiddelde concentratie $PM_{2.5}$ voor de voorgenomen activiteit in 2025 (45k).

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 23 in paragraaf 6.2.1 is af te lezen dat de jaargemiddelde concentratie NO_2 die berekend is met de invoergegevens voor de voorgenomen activiteit in 2025 $20,77 \mu g/m^3$ bedraagt en hiermee ruim lager is dan de grenswaarde van $40 \mu g/m^3$. De locatie ligt in het verlengde van de startbaan met de kruising van de Larserweg. Omdat in de berekening de wegverkeersgegevens voor 2030 zijn gebruikt, terwijl de intensiteiten in 2025 lager zijn dan in 2030, is het aannemelijk dat het resultaat zelfs een overschatting betreft.

Alle andere resultaten leiden ook niet tot een overschrijding.

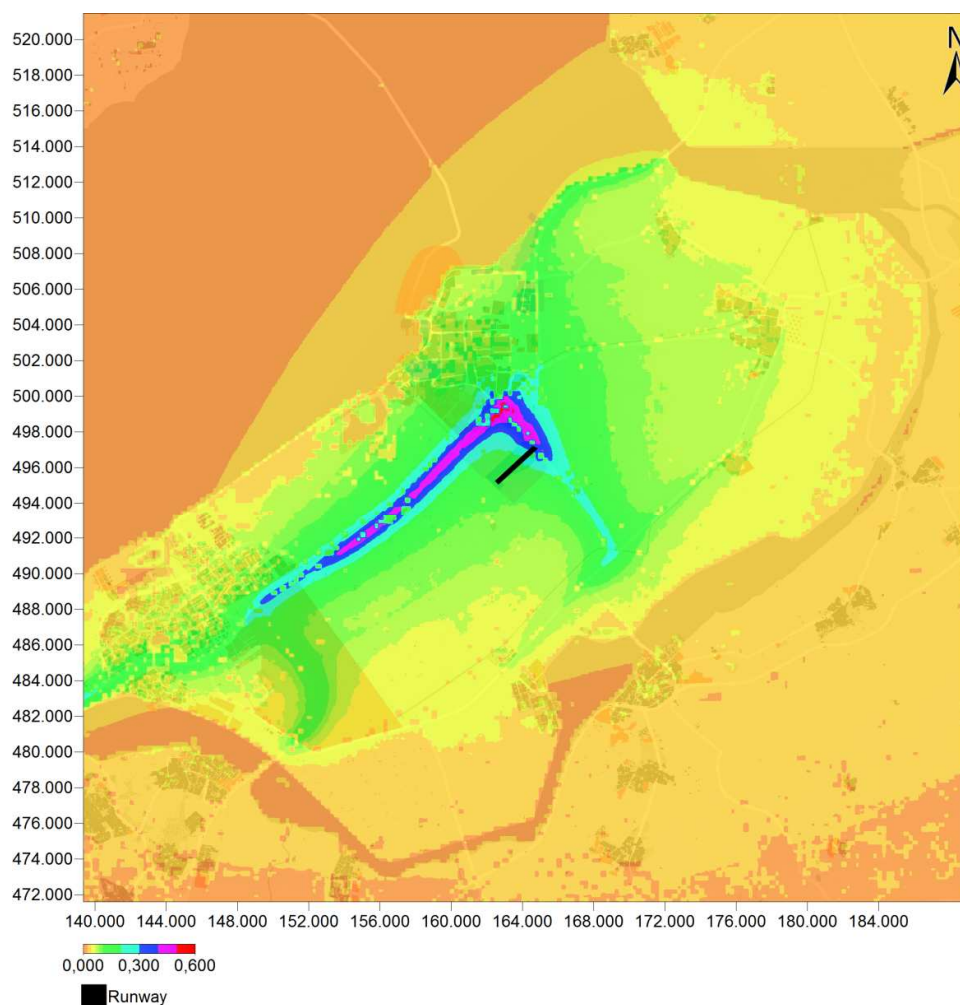
De resultaten voor luchtkwaliteit laten zien dat er geen knelpunten ontstaan vanwege de realisatie van de voorgenomen activiteit voor Lelystad Airport.

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 de zichtjaren 2020 en 2025. In paragraaf 6.3.2 zijn de verschillen ten gevolge van alleen het vliegverkeer gepresenteerd voor de zichtjaren 2020 en 2025 en routevariant B⁺. De verschillen tussen de routevarianten zijn zeer gering, waardoor voor de overzichtelijkheid alleen de verschillen voor routevariant B⁺ inzichtelijk zijn gemaakt. In Bijlage E 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.

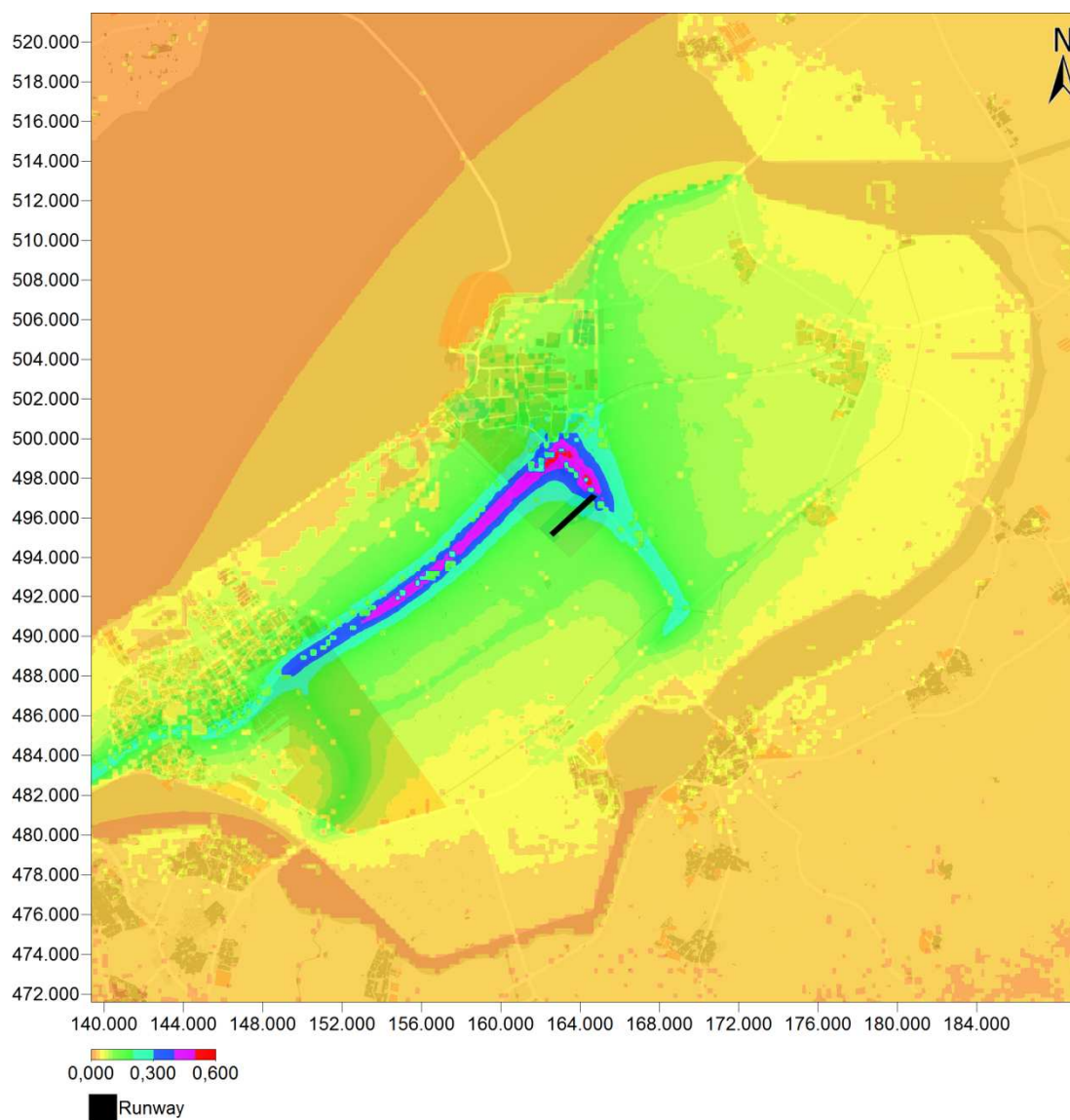
6.3.1 Wegverkeer

De toename van de stikstofdepositie ten gevolge van het wegverkeer van de voorgenomen activiteit 2020 ten opzichte van de autonome ontwikkeling in 2020 is gepresenteerd in figuur 20. Uit de resultaten blijkt dat in de directe omgeving van de luchthaven een toename van maximaal 0,6 mol/ha/jaar optreedt. Verder van de luchthaven af neemt dit af, en in de omgeving van de noordrand van de Veluwe bedraagt de toename circa 0,02 mol/ha/jaar.



Figuur 20 Depositietoename (in mol/ha/jaar) ten gevolge van de wegverkeerveranderingen in 2020.

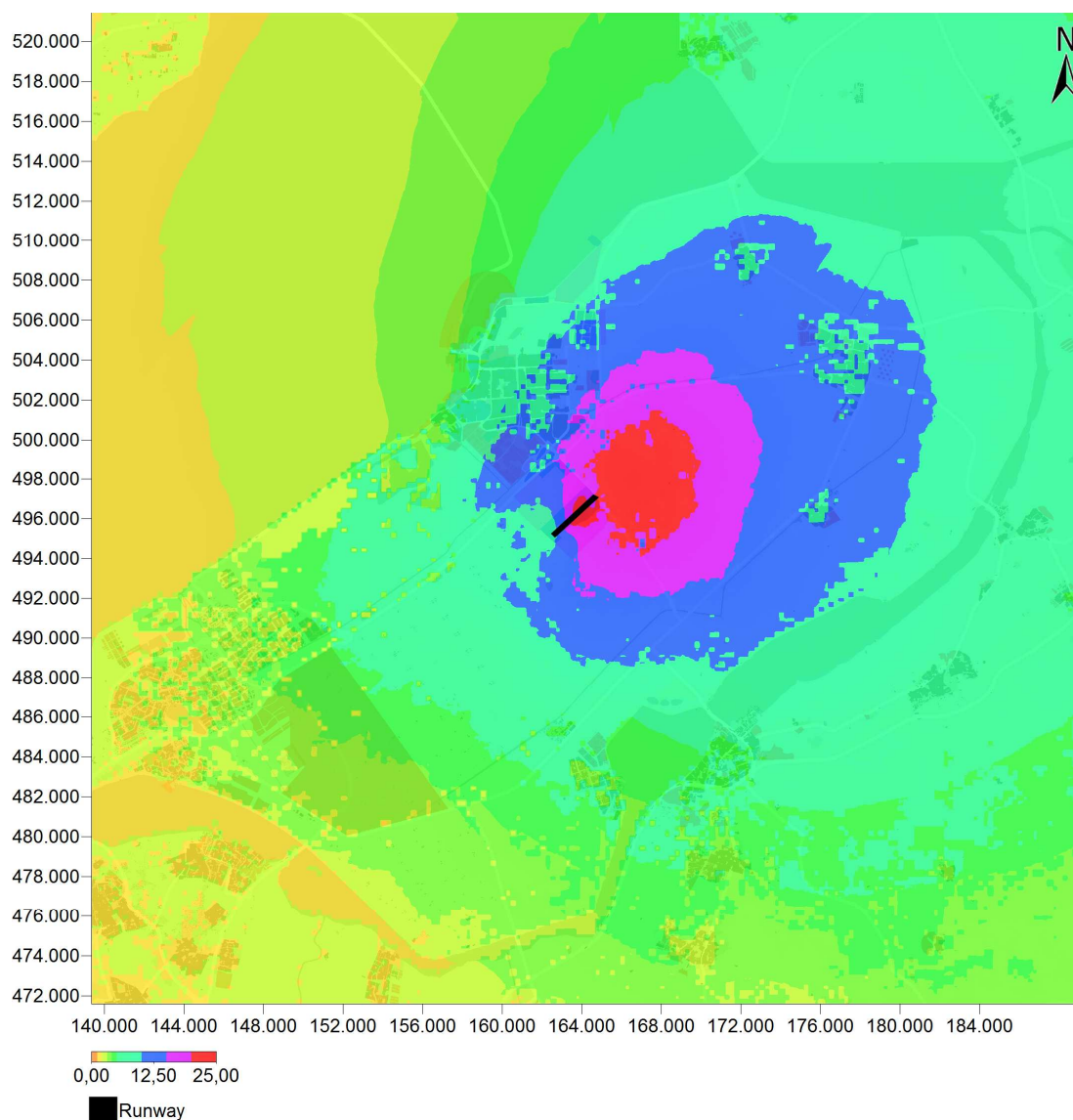
De toename van de stikstofdepositie van het wegverkeer van de voorgenomen activiteit 2025 ten opzichte van de autonome ontwikkeling in 2025 vertoont eenzelfde patroon als voor het zichtjaar 2020. Dit blijkt ook uit figuur 21. Uit de resultaten blijkt dat in de directe omgeving van de luchthaven een toename van maximaal 0,6 mol/ha/jaar optreedt. Verder van de luchthaven af neemt dit af, en in de omgeving van de noordrand van de Veluwe bedraagt de toename circa 0,02 mol/ha/jaar. Ten opzichte van zichtjaar 2020 is er een zeer geringe toename van de stikstofdepositie aanwezig.



Figuur 21 Depositietoename (in mol/ha/jaar) ten gevolge van de wegverkeerveranderingen in 2025.

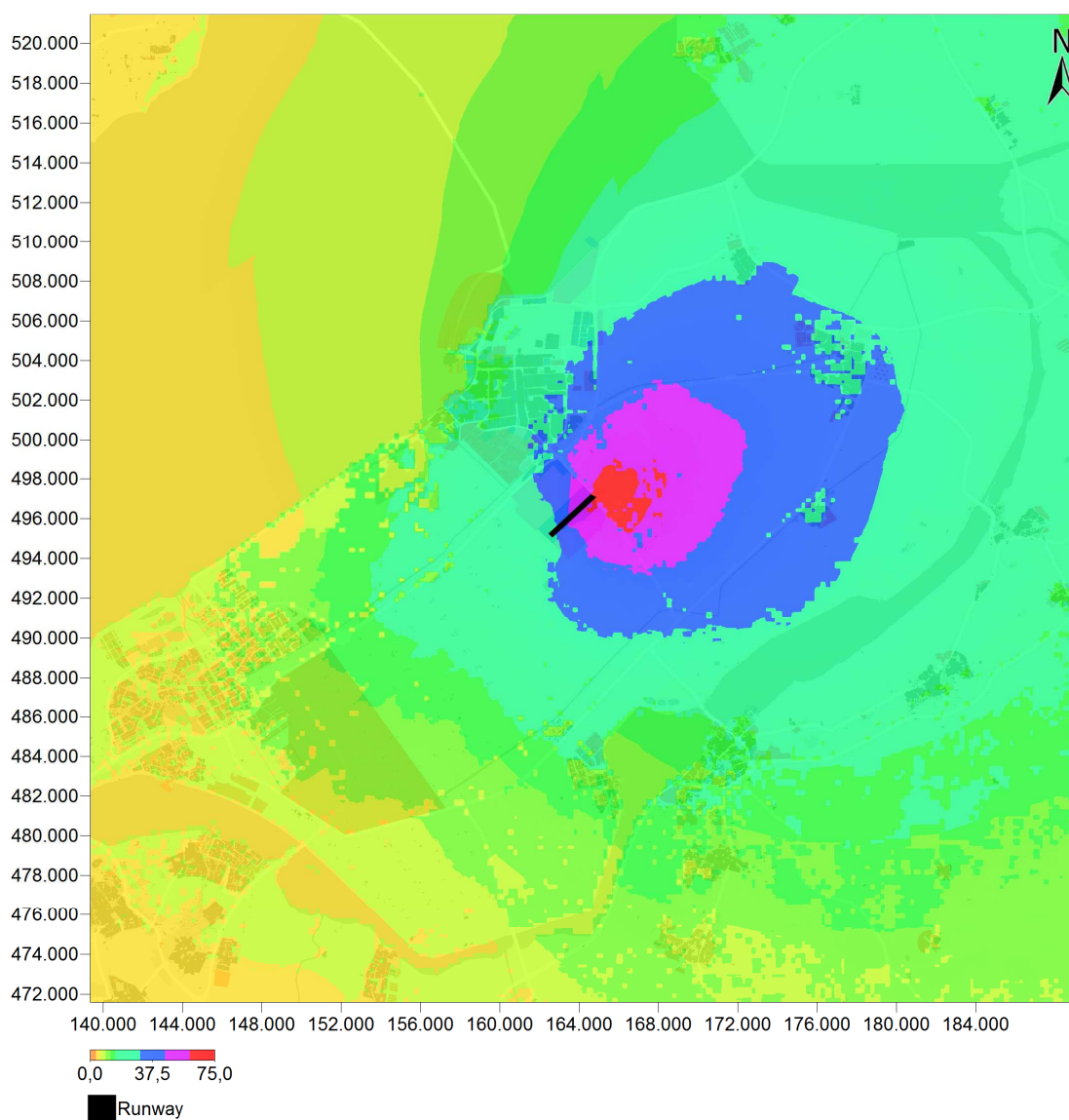
6.3.2 Luchtvaart

De toename van de stikstofdepositie ten gevolge van de luchtvaart van de voorgenomen activiteit 2020 ten opzichte van de autonome ontwikkeling in 2020 is gepresenteerd in figuur 22. Uit de resultaten blijkt dat in de directe omgeving van de luchthaven een toename van maximaal 25 mol/ha/jaar optreedt. Verder van de luchthaven af neemt dit af, en in de omgeving van de noordrand van de Veluwe (ongeveer ter plaatse van de overgang van blauw naar groen in de rechteronderhoek) bedraagt de toename minder dan 5 mol/ha/jaar.



Figuur 22 Stikstofdepositietoename (in mol/ha/jaar) ten gevolge van het vliegverkeer voor de voorgenomen activiteit 2020 (25k) voor routevariant B⁺ ten opzichte van de autonome situatie 2020.

De toename van de stikstofdepositie van de luchtvaart van de voorgenomen activiteit 2025 ten opzichte van de autonome ontwikkeling in 2025 vertoont eenzelfde patroon als voor het zichtjaar 2020. Dit blijkt ook uit figuur 23. Uit de resultaten blijkt dat in de directe omgeving van de luchthaven een toename van maximaal 75 mol/ha/jaar optreedt. Verder van de luchthaven af neemt dit af, en in de omgeving van de noordrand van de Veluwe (ongeveer ter plaatse van de overgang van blauw naar groen in de rechteronderhoek) bedraagt de toename circa 15 mol/ha/jaar.



Figuur 23 Stikstofdepositietoename (in mol/ha/jaar) ten gevolge van het vliegverkeer voor de voorgenomen activiteit 2025 (45k) voor routevariant B⁺ ten opzichte van de autonome situatie 2025.

7 Conclusies

Om inzicht te geven in de gevolgen voor de luchtkwaliteit in de omgeving van Lelystad Airport is voor het MER een onderzoek uitgevoerd naar de luchtkwaliteit. De resultaten zijn vervolgens aan de wettelijke normen getoetst. Op basis van voorliggend luchtkwaliteitonderzoek kan geconcludeerd worden dat de jaargemiddelde concentratie van NO_2 voor ruim 50% bepaald wordt door de achtergrondconcentratie. Voor de jaargemiddelde concentraties PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$ is de invloed van de achtergrondconcentratie nog veel groter, circa 85%-90%.

Tevens blijkt uit de resultaten van de totalen voor de jaargemiddelde concentraties NO_2 en PM_{10} dat er geen overschrijdingen van de wettelijke normen voor deze stoffen bij realisatie van de voorgenomen activiteit (zowel eerste als tweede tranche) wordt verwacht. De resultaten voor luchtkwaliteit laten zien dat er op dit gebied geen knelpunten ontstaan. Wel zal er door de voorgenomen activiteit een beperkte toename van concentraties ontstaan ten opzichte van de referentiesituatie.

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 $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ roet extra waar mensen langdurig bloot aan staan leven zij gemiddeld drie maanden korter. Uit de concentratieberekeningen van elementair koolstof (EC) volgt dat de voorgenomen ontwikkeling een zeer geringe toename veroorzaakt (maximaal $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de plansituatie 2025). Dit zou voor mensen die hier langdurig aan blootstaan betekenen dat zij circa 5 dagen korter kunnen leven.

Op het gebied van emissie heeft de voorgenomen activiteit tot gevolg dat er een afname ontstaat van de uitstoot van CO en lood (Pb). Deze afname wordt veroorzaakt doordat het aantal vliegtuigbewegingen van met name klein verkeer afneemt; dit soort verkeer maakt nog gebruik van motoren die loodhoudende brandstof hanteert. In de berekening van de emissie wordt geen rekening gehouden met aanpassingen aan motoren waardoor er geen loodhoudende brandstof meer gehanteerd hoeft te worden voor een vliegtuig waar dat normaal gesproken wel het geval zou zijn. In de praktijk blijkt dat er een daling van de afgifte van loodhoudende brandstof Avgas op Lelystad Airport is waar te nemen die wordt veroorzaakt door voorgenoemde aanpassing van de motoren. De verwachting is derhalve dat de berekende loodemissie in voorliggend onderzoek in de praktijk nog lager zal uitkomen.

Naast de genoemde afname neemt echter de emissie van de overige stoffen wel toe, 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 toename ontstaat van de stikstofdepositie in met name de directe omgeving van de luchthaven. Er is ook sprake van een toename in omliggende Natura 2000-gebieden, in het deelrapport Natuur is het effect van deze toename beschreven voor de flora en fauna. In het deelonderzoek Voedselkwaliteit is het effect van de emissie en depositie bij de voorgenomen activiteit op de voedselkwaliteit beschreven.

Referenties

1. *Handreiking Rekenen aan Luchtkwaliteit, Actualisatie 2011*, Ministerie van Infrastructuur en Milieu, juni 2011.
2. Ham, J. van, Pulles, M.P.J., *Het Nieuwe Nationaal Model*, maart 2002.
3. *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.
4. 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.
5. *RMI-database Annex 8E2, onderdeel 3, behorend bij bijlage 8 van de Regeling milieu-informatie luchthaven Schiphol*, Inspectie Leefomgeving en Transport, 2010.
6. Rozema, B.J.C en H.C. Groenwold-Ferguson, *Luchthaven Schiphol en gezondheidseffecten in de leefomgeving*, GGD Amsterdam, november 2009.
7. 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).
8. Aarnink, F., Banninga J. en Bunschoten, T., *Verkeersonderzoek MER Lelystad Airport, Goudappel Coffeng, ADA001/Bqt/0006.03*, maart 2014
9. Den Boeft, J., Hulskotte, J.H.J.; "Luchtkwaliteitberekeningen (2000 en 2015) voor de MER PKB luchtvaartterreinen Maastricht en Lelystad", TNO-rapport TNO-MEP- R 2002/660, 29 november 2002.
10. 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 word gemeten of bereken en criteria voor meet- en rekenpunten)
11. Kristin Aasestad, *Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011*, Statistisk sentralbyrå, Statistics Norway Oslo-Kongsvinger, Published April 2013
12. *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
13. *Bijlagen bij de luchtkwaliteitberekeningen in het kader van de ZSM/Spoodwet*; TNO rapport 2008-U-R0919/B, Apeldoorn, september 2008.
14. 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
15. <http://www.shell.com/global/products-services/solutions-for-businesses/aviation/shell-aviation-fuels/fuels/types/avgas.html>

Bijlage A Verdelingstabellen vliegverkeer

Tabel 27 Maandverdeling vliegverkeer (referentie en voorgenomen ontwikkeling).

Maand	Segment		
	Klein verkeer (VFR) [%]	Helikopters [%]	Groot verkeer (IFR) [%]
Jan	4,16	8	8
Feb	4,17	8	8
Mrt	4,17	8	8
Apr	12,5	8	8
Mei	12,5	9	9
Jun	12,50	9	9
Jul	12,50	9	9
Aug	12,50	9	9
Sep	12,50	8	8
Okt	4,17	8	8
Nov	4,17	8	8
Dec	4,16	8	8
	100	100	100

Tabel 28 Weekdagverdeling vliegverkeer (referentie en voorgenomen ontwikkeling).

Weekdag	Segment		
	Klein verkeer (VFR) [%]	Helikopters [%]	Groot verkeer (IFR) [%]
Ma	10	14	14
di	10	14	14
Wo	10	14	14
Do	10	14	14
Vr	10	14	14
Za	25	15	15
Zo	25	15	15
	100	100	100

Tabel 29 Uurverdeling vliegverkeer (referentie).

Periode	Segment			
	Klein verkeer (VFR)	Klein verkeer (VFR)	Helikopters [%]	Groot verkeer (IFR) [%]
	Overland [%]	Circuit [%]		
06.00-06.59 uur	0	0	0	5
07.00-07.59 uur	7	8,33	0	10
08.00-08.59 uur	7	8,33	9	4
09.00-09.59 uur	7	8,33	9	4
10.00-10.59 uur	7	8,33	9	4
11.00-11.59 uur	8	8,33	9	4
12.00-12.59 uur	8	8,34	9	4
13.00-13.59 uur	8	8,34	9	4
14.00-14.59 uur	8	8,34	9	4
15.00-15.59 uur	7	8,34	9	4
16.00-16.59 uur	8	8,33	9	4
17.00-17.59 uur	8	8,33	9	4
18.00-18.59 uur	7	8,33	5	10
19.00-19.59 uur	3	0	3	10
20.00-20.59 uur	3	0	2	10
21.00-21.59 uur	2	0	0	10
22.00-22.59 uur	2	0	0	5
23.00-23.59 uur	0	0	0	0
23.59-05.59 uur	0	0	0	0
	100	100	100	100

Tabel 30 Uurverdeling vliegverkeer klein verkeer en helikopters (voorgenomen activiteit 25.000 & 45.000 bewegingen).

Periode	Segment		Helikopters [%]
	Klein verkeer (VFR) Overland [%]	Klein verkeer (VFR) Circuit [%]	
06.00-06.59 uur	0	0	0
07.00-07.59 uur	7	8,33	0
08.00-08.59 uur	7	8,33	9
09.00-09.59 uur	7	8,33	9
10.00-10.59 uur	7	8,33	9
11.00-11.59 uur	8	8,33	9
12.00-12.59 uur	8	8,34	9
13.00-13.59 uur	8	8,34	9
14.00-14.59 uur	8	8,34	9
15.00-15.59 uur	7	8,34	9
16.00-16.59 uur	8	8,33	9
17.00-17.59 uur	8	8,33	9
18.00-18.59 uur	7	8,33	5
19.00-19.59 uur	3	0	3
20.00-20.59 uur	3	0	2
21.00-21.59 uur	2	0	0
22.00-22.59 uur	2	0	0
23.00-23.59 uur	0	0	0
23.59-05.59 uur	0	0	0
	100	100	100

Tabel 31 Uurverdeling vliegverkeer (voorgenomen activiteit 25.000 bewegingen).

	Segment Groot verkeer (IFR)									
	B734 (069)		A319 (090)		A320 (091)		DH8C (092)		B738 (469)	
	Arr	Dep	Arr	Dep	Arr	Dep	Arr	Dep	Arr	Dep
06.00-06.59							12,01		23,87	
07.00-07.59	28,12		16,66				4,60	6,13	12,18	
08.00-08.59		28,12	16,66	16,66			2,30	4,60		
09.00-09.59		28,12	16,67	16,66			2,30	4,60		
10.00-10.59	28,12	21,88		16,67			4,34	2,30	4,06	
11.00-11.59	21,88				17,07	17,07	5,62	5,61	4,06	4,06
12.00-12.59					21,95		6,39	6,13	8,12	12,18
13.00-13.59						21,95	5,87	6,13	11,67	7,61
14.00-14.59					17,08	17,08	3,83	5,88	4,06	8,12
15.00-15.59							6,13	6,13	12,18	12,18
16.00-16.59			16,67				21,57	21,06	4,06	7,62
17.00-17.59				16,67	21,95	21,95	6,13	6,64	7,62	4,06
18.00-18.59			16,67		21,95		6,39		3,55	
19.00-19.59				16,67		21,95		6,39		3,55
20.00-20.59	21,88	21,88	16,67				4,09	1,79		
21.00-21.59				16,67			8,43	4,60	16,75	
22.00-22.59							12,01		23,87	4,57
23.00-23.59										
23.59-05.59										
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabel 32 Uurverdeling vliegverkeer (voorgenomen activiteit 45.000 bewegingen).

Segment Groot verkeer (IFR)										
B734 (069)		A319 (090)		A320 (091)		DH8C (092)		B738 (469)		
Arr	Dep	Arr	Dep	Arr	Dep	Arr	Dep	Arr	Dep	
06.00-06.59							8,02			14,25
07.00-07.59					8,11	7,14				10,36
08.00-08.59		22,22	11,11	16,21	16,21	7,87	6,41			2,07
09.00-09.59		16,66	27,77	16,21	8,11	6,56	9,04			2,07
10.00-10.59	33,33	11,11	11,11	12,61	8,11	5,98	3,94			
11.00-11.59		33,33	12,61			3,50	3,35	6,22		
12.00-12.59		11,11	5,55			6,12	5,98	6,22	8,29	
13.00-13.59			5,55			8,60	8,02	15,28	11,92	
14.00-14.59						10,20	6,41	18,13	11,40	
15.00-15.59				8,11	8,11	7,14	9,47	10,36	14,51	
16.00-16.59	33,34	33,34	5,56	8,11		4,96	4,52	1,81	5,70	
17.00-17.59		5,56	5,56	8,11	8,11	9,48	3,79	12,18	2,07	
18.00-18.59		5,56	11,11	14,42	8,11	10,93	6,42	12,96	4,41	
19.00-19.59					14,42	1,17	5,98	2,07	6,48	
20.00-20.59		22,22	8,11		7,87		2,33			
21.00-21.59	33,33	33,33	22,24	8,11		3,64	10,50	4,15	4,66	
22.00-22.59				8,11	5,98		1,01	8,29	1,81	
23.00-23.59										
23.59-05.59										
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Bijlage B Model vliegverkeer

B.1 Het modelleren van de vliegbaan, nader bekeken

Voor het simuleren van de vliegbaan worden de volgende invoerparameters gebruikt:

> vliegroute

Aan- en uitvliegroutes zijn per luchthaven gedefinieerd en beschikbaar. De verdeling van het vliegverkeer over de routes hangt af van het baangebruik en de routeverdeling. Deze verdelingen zijn, omdat zij ook als basis dienen voor geluidsberekeningen, bekend en beschreven.

> appendices

Deze bevatten informatie per geluidsklasse over de te volgen start- en landingsprocedures, zoals de hoogte- en snelheidsprofielen langs de te vliegen route. De benodigde procedure is per gemodelleerde vliegbeweging beschikbaar omdat zij ook als basis dient voor geluidsberekeningen.

> taxiroute

Het modelleren van geluid als gevolg van taxiën maakt geen deel uit van de geluidsberekeningen. Voor het modelleren van taxiroutes is daarom een aparte module ontwikkeld die, gelet op (onder meer) de infrastructuur en de rijrichting, de kortst mogelijke weg berekent van opstelplaats naar baankop en vice versa. Deze route geeft een benadering van de werkelijk gevolgde taxitrajecten.

> taxisnelheden

Per TIM-code wordt aan de hand van specifieke informatie (doorgaans beschikbaar gesteld door de exploitant) een gemiddelde taxisnelheid gedefinieerd.

B.2 Het omzetten van de vliegbaan naar emissiepunten, nader bekeken

Een belangrijk onderdeel van het door Adecs Airinfra ontwikkelde model wordt gevormd door het omzetten van de vliegbaan naar emissiepunten. Het berekenen van emissie langs een continue vliegbaan vindt plaats door deze op te delen in een aantal punten. Deze punten markeren emissiepunten van waaruit de verspreiding wordt bepaald. De opdeling van de vliegbaan is ingesteld door middel van een vooraf gedefinieerde afstand van de afgelegde weg. Deze afstand is vrij te kiezen en afhankelijk van het gewenste detailniveau. Standaard wordt hier een afstand van 50 meter voor gebruikt. Op de vliegbaan liggen dan op elke 50 meter (afgelegde weg) emissiepunten. Met de afstand tussen de verschillende emissiepunten en de snelheid tussen de punten wordt de emissietijd (tijdsduur over het voorgelegen traject) op het emissiepunt bepaald. De bronnen worden gemodelleerd tot een hoogte van 3.000 voet.

Op basis van de "time in mode" (uit de RMI-database) wordt afhankelijk van de fase de tijdsduur bepaald dat de bron in een emissiepunt aanwezig is. Uit de RMI-database volgt, afhankelijk van de gemodelleerde type/motorcombinatie, via brandstofverbruik en emissiefactoren het aantal uitgestoten grammen per seconde per TIM-fase.

Met de locatie van de emissie, de tijdsduur van de emissie per emissiepunt en de uitstoot in grammen per seconde, is de emissie op de emissiepunten bekend. Deze informatie wordt uur voor uur gegenereerd ten behoeve van de concentratieberekening.

De concentratieberekening, nader bekeken.

B.3 Basisprincipe van de berekening

Per bron(locatie) is bekend wat deze in een uur aan emissie uitstoot en wat de positie (x,y,z) is. De emissie (in grammen) wordt vervolgens verspreid, waarvoor de modellering grotendeels de NNM-beschrijving uit het Paarse boekje volgt. Zo wordt op elk receptorpunt de resulterende concentratie voor elk uur bepaald. Voor prognoseberekningen wordt dit met tien jaar aan meteodata doorgerekend. Daarna wordt de jaargemiddelde concentratie bepaald.

De afwijkingen ten opzichte van het Paarse boekje zijn de initialisatie van de pluimstijging en de berekening van de convectieve windsnelheid w^* .

B.4 Enkele uitgangspunten/parameters

Naast de uitstoot op de genoemde emissiepunten maakt het verspreidingsmodel gebruik van parameters, die hieronder worden beschreven.

> Meteogegevens (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) vrijgegeven meteoset voor prognoseberekningen. Deze gegevens worden door het KNMI vastgesteld. Voor de uitgevoerde berekeningen zijn de meteogegevens van de periode 1995 t/m 2004 gehanteerd. De 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 (stabiliteitsonafhankelijk) σ_{vl} .*

Voor een aantal onderdelen van de beschrijving is aangegeven dat de functionaliteit door preSRM is vervangen. Vanaf circa oktober 2010 is namelijk een gedeelte van het Adecs Airinfra luchtkwaliteitmodel vervangen door preSRM (versie 1.3.0.6 d.d. 4 juli 2013). PreSRM staat voor Preprocessor Standaard RekenMethoden en is een softwarebibliotheek die voor rekenmodellen gebruikt wordt bij de beoordeling van luchtkwaliteit. PreSRM biedt o.a. functionaliteit om op een gevalideerde manier de meteorologische gegevens geïnterpoleerd naar locatie van berekening te verkrijgen, en er vindt correctie voor dubbeltelling of verfijning van het grid plaats. PreSRM wordt geleverd inclusief de laatste officiële basisgegevens van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (voorheen VROM) voor meteorologie, ruwheid en grootschalige achtergrondconcentraties.

› Ontvangerhoogte

De ontvangerhoogte kan ingesteld worden. Standaard heeft de hoogte (overeenkomstig met o.a. standaardrekenmethode SRM1 en SRM2) van de ontvanger (receptor) een waarde van 1,5 meter.

› Ruwheid

De gebruiker kan de omvang van het rekengrid bepalen. Per rastercel wordt op basis van de ruwheidskaart een gemiddelde ruwheidslengte (gemiddelde van hoekpunten en centrum) bepaald.

De voorgaande beschrijving is per oktober 2010 vervangen door functionaliteit van PreSRM.

B.5 Verspreidingsmodel luchtvaart

Bepaling van de wrijvingssnelheid u^* en Monin-Obukhov-lengte L

Voor de bepaling van de wrijvingssnelheid en Monin-Obukhov-lengte is het moment van de dag en de weersituatie van belang. Door middel van de globale straling wordt bepaald of het uur in de dagperiode of in de nachtperiode valt:

- › $Q > 0$ → dag
- › $Q \leq 0$ → nacht

Daarnaast wordt met behulp van de globale straling Q , de temperatuur T en de dekkingsgraad N de netto straling Q_{net} bepaald voor dagsituaties:

$$Q_{net} = \frac{(1 - albedo) \cdot Q + 5,31 \cdot 10^{-13} T^6 - 5,67 \cdot 10^{-8} T^4 + 60N}{1,12} \quad (1)$$

$albedo = 0,2$

De berekening van veel parameters is afhankelijk van de dag- of nachtsituatie.

Voor de bepaling van u^* en L zijn drie situaties te onderscheiden, namelijk:

1. dag, globale straling $Q \geq 0$ en netto straling $Q_{net} \geq 0$
2. dag, globale straling $Q \geq 0$ en netto straling $Q_{net} < 0$
3. nacht, globale straling $Q < 0$

Hierna is een beschrijving van de bepaling van u^* en L voor deze situaties opgenomen.

De bepaling van u^ en L gebeurt vanaf oktober 2010 niet meer met onderstaande formules, maar er wordt gebruik gemaakt van de PreSRM functionaliteit.*

Situaties 1 en 3

Voor de situaties *dag met non-negatieve netto straling* (situatie 1) en *nacht* (situatie 3) worden de waarden van de wrijvingssnelheid u^* en de Monin-Obukhov-lengte L door middel van iteratie bepaald, omdat deze twee parameters van elkaar afhankelijk zijn. De wrijvingssnelheid u^* wordt geïnitieerd met:

$$u^*_{10} = \frac{2}{3} \kappa \frac{u_{10}}{\ln\left(\frac{z_{10}}{z_0}\right)} \quad (2)$$

Hierin is u_{10} de windsnelheid op 10 meter hoogte ter plaatse van het meteostation, die geleverd wordt via de meteodata. z_0 is de lokale ruwheid, welke wordt ingelezen uit de

ruwheidskaart/bestand. z_{10} is de referentiehoogte waarop de windsnelheid wordt gemeten: $z_{10} = 10\text{m}$.
 κ is de von Karman constante met een waarde van 0,4.

De Monin-Obukhov-lengte L wordt met de temperatuur T , de luchtdichtheid ρ_a , de specifieke warmte C_p , de gravitatieconstante g als volgt berekend:

$$L = -\frac{T\rho_a C_p u^{*3}}{gH\kappa} \quad (3)$$

Waarbij de warmtestroom H als volgt berekend wordt, afhankelijk van de situatie.

Situatie 1: dag met non-negatieve netto straling:

$$H = \frac{0,9 \cdot [(1-\alpha) \cdot S + Y]}{S + Y} \cdot Q_{\text{net}} - 20 \cdot (1 - 0,75 \cdot N^{3,4}) \quad (4)$$

met

$$\begin{aligned} \alpha &= 1 \\ Y &= 0,646 + 6 \cdot 10^{-4} \cdot (T - 273,15) \\ S &= \frac{4000 \cdot 10^{L_g}}{(T - 35,8)^2} \\ L_g &= 0,786 + \frac{7,5(T - 273,15)}{(T - 35,8)} \end{aligned} \quad (5)$$

De verhouding tussen T , ρ_a , C_p , g en κ wordt benaderd door een constante waarde, waarmee L wordt afgerond tot

$$L = -91000 \frac{u^{*3}}{H} \quad (6)$$

Situatie 3: nacht:

$$\begin{aligned} H &= -\rho_a C_p u^* \theta^* \rightarrow \\ L &= \frac{T \cdot u^{*2}}{\kappa \cdot g \cdot \theta^*} \end{aligned} \quad (7)$$

Waarbij θ^* gelijk is aan θ :

$$\theta = 0,09 \cdot (1 - 0,5 \cdot N^2) \quad (8)$$

De uitkomst van L wordt begrensd zodanig dat deze, indien positief, niet kleiner wordt dan $100 \cdot z_0$.

De waarde van L definieert de stabiliteit van de situatie:

- > $|L| > 1000 \rightarrow \text{neutraal}$
- > $-1000 < L < 0 \rightarrow \text{instabiel}$
- > $0 < L < 1000 \rightarrow \text{stabiel}$

In de volgende iteratiestap n wordt u_n^* als volgt bepaald:

$$u_n^* = \frac{\kappa \cdot u_{10}}{\ln\left(\frac{z_{10}}{z_0}\right) - \Psi\left(\frac{z_{10}}{L}\right)} \quad (9)$$

met stopvoorwaarde

$$|u_n^* - u_{n-1}^*| < 0,05 \cdot u_n^* \quad (10)$$

Als $u_{10}^3 < u_{grens}$ dan wordt gesteld dat $u^* = u_1^*$, dat wil zeggen, als

$$u_{10}^3 < \frac{-0,39H \cdot z_{10} \left(\ln \left(\frac{z_{10}}{z_0} \right) \right)^2}{1000\kappa^3} \quad (11)$$

De stabiliteitscorrectiefunctie Ψ in de iteratiestap u_n^* is afhankelijk van de stabiliteit en als volgt gedefinieerd:

Instabiel:

$$\Psi\left(\frac{z}{L}\right) = 2 \ln\left(\frac{1+\chi}{2}\right) + \ln\left(\frac{1+\chi^2}{2}\right) - 2 \arctan(\chi) + \frac{\pi}{2} \quad (12)$$

met

$$\chi = \sqrt[4]{1 - \frac{16z}{L}} \quad (13)$$

Stabiel:

$$\Psi\left(\frac{z}{L}\right) = -17 \left(1 - \exp\left[\frac{-0,29z}{L}\right] \right) \quad (14)$$

Neutraal:

$$\Psi\left(\frac{z}{L}\right) = 0 \quad (15)$$

Situatie 2

Voor de situatie *dag en negatieve netto straling* wordt u^* met een aangepast schema bepaald. Hiervoor wordt eerst θ^* als volgt bepaald:

$$\begin{aligned} K_Q &= \frac{Q}{1 - 0,75N^{3,4}} \\ \Phi &= \arcsin \frac{K_Q + 69}{1041} \\ Q_0 &= \frac{1,11 \cdot 20 \left(1 - 0,75N^{3,4} \right) (S + Y)}{(1 - \alpha)S + Y} \\ L_m &= 60N + 5,31 \cdot 10^{-13} T^6 - 5,67 \cdot 10^{-8} T^4 - 0,12Q_0 \\ K_0 &= \frac{Q_0 - L_m}{(1 - albedo)(1 - 0,75N^{3,4})} \\ \Phi_0 &= \arcsin \frac{K_0 + 69}{1041} \\ \theta^* &= \theta \left(1 - \left(\frac{\Phi}{\Phi_0} \right)^2 \right) \end{aligned} \quad (16)$$

Vervolgens wordt θ^* gebruikt om Δu^* te berekenen:

$$\Delta u^* = u_{neutraal}^* - \frac{4 \cdot 5,2 \cdot \kappa \cdot g \cdot z_{10} \cdot \theta^*}{T \ln\left(\frac{z_{10}}{z_0}\right)}$$

waarin

$$u_{neutraal}^* = \frac{u_{10} \cdot \kappa}{\ln\left(\frac{z_{10}}{z_0}\right)}$$
(17)

En dan wordt de wrijvingssnelheid u^* als volgt bepaald:

$$\begin{aligned} \text{als } \Delta u^* \geq 0 \rightarrow u^* &= \frac{u_{neutraal}^* + \sqrt{\Delta u^*}}{2} \\ \text{als } \Delta u^* < 0 \rightarrow u^* &= \frac{u_{neutraal}^*}{2} \end{aligned}$$
(18)

Deze u^* kan in de formule voor L in vergelijking (3) ingevuld worden.

Bepalen van de grenslaaghoogte z_i

De bepaling van de grenslaaghoogte z_i gebeurt vanaf oktober 2010 niet meer met onderstaande formules, maar er wordt gebruik gemaakt van de PreSRM functionaliteit.

De grenslaag- of inversiehoogte z_i wordt als volgt bepaald:
voor de situatie dag en stabiel of neutraal:

$$z_i = B \frac{u^*}{f}$$
(19)

met de evenredigheidsconstante $B=0,07$ en de coriolisparameter f , die met het aantal seconden in één dag T_{dag} als volgt bepaald is op een breedtegraad (latitude) van 52° :

$$f = 2\Omega \sin \phi = 2 \cdot \frac{2\pi}{T_{dag}} \sin\left(52 \frac{\pi}{180}\right) = 2 \cdot \frac{2\pi}{T_{dag}} \sin\left(52 \frac{\pi}{180}\right).$$

Voor de nacht is z_i de oplossing van de volgende vergelijking:

$$z_i = \frac{0,07 \frac{u^*}{f}}{1 + 0,33 \frac{z_i}{L}}$$
(20)

Voor de situatie dag en instabiel verandert de inversiehoogte in de tijd. De snelheid van de toename van z_i is dan:

$$\frac{\Delta z_i}{\Delta t} = 0,5 \frac{\sigma_{vf,10m}^3}{z_i \frac{g}{T} \Delta \theta},$$
(21)

waarbij $\Delta\theta$ de temperatuursprong op de grenslaaghoogte is over een hoogtetraject van 100 m, welke afhankelijk is van het temperatuurprofiel. Boven de grenslaaghoogte wordt de temperatuur op hoogte z (θ_z) voor de maand M en de windrichting D als volgt bepaald:

$$\theta_z = \theta_{z,norm} \left[7 + 1.8 \cos\left(\frac{M-1}{6}\pi\right) + \left(4 + 1.5 \cos\left(\frac{M-1}{6}\pi\right)\right) \cos\left(\frac{D-90}{180}\pi\right) \right], \quad (22)$$

waarbij $\theta_{z,norm}$ een genormaliseerd temperatuurprofiel is zoals beschreven in het Paarse boekje op bladzijde 106. Onder de inversiehoogte wordt verondersteld dat

$$\frac{d\theta}{dz} = 0,0 \frac{K}{m} \quad (23)$$

De hoogte van de grenslaag, berekend uit (21) is ook afhankelijk van de turbulentieparameter σ_{vf} . Hoe deze wordt berekend, staat onder het kopje *De turbulentieparameters* beschreven.

De toename van z_i wordt in stappen van drie minuten berekend totdat de Δz_i voor het hele uur is bepaald.

Windprofiel

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

$$\begin{aligned} \text{als } L > 0 \rightarrow \Psi\left(\frac{z}{L}\right) &= -17 \left(1 - e^{\frac{-0.29z}{L}}\right) \\ \text{als } L < 0 \rightarrow \Psi\left(\frac{z}{L}\right) &= 2 \ln\left(\frac{1+X}{2}\right) + \ln\left(\frac{1+X^2}{2}\right) - 2 \arctan(X) + \frac{\pi}{2} \end{aligned} \quad (24)$$

met

$$X = \left(1 - 16 \frac{z}{L}\right)^{\frac{1}{4}} \quad (25)$$

Op z_p wordt de windsnelheid vervolgens op deze manier bepaald:

$$u_{pluim} = u_{10} \frac{\ln\left(\frac{z_p}{z_0}\right) - \Psi\left(\frac{z_p}{L}\right) + \Psi\left(\frac{z_0}{L}\right)}{\ln\left(\frac{z_{10}}{z_0}\right) - \Psi\left(\frac{z_{10}}{L}\right) + \Psi\left(\frac{z_0}{L}\right)} \quad (26)$$

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:

$$\alpha(z) = \alpha(z_i) d_1 \left(1 - e^{-z \frac{d_2}{h}} \right) \quad (27)$$

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

$$\begin{aligned} \text{als } \frac{z_i}{L} < -10 &\rightarrow \alpha(z_i) = 0^\circ \\ \text{als } -10 < \frac{z_i}{L} < 0 &\rightarrow \alpha(z_i) = 20^\circ + 25 \left(1 + 0.18 \frac{z_i}{L} \right) \\ \text{als } \frac{z_i}{L} > 0 &\rightarrow \alpha(z_i) = 45^\circ \end{aligned} \quad (28)$$

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:

$$DD(z_p) = DD(z_{10}) + [\alpha(z_p) - \alpha(z_{10})] \quad (29)$$

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:

$$\begin{aligned} \text{als instabiel } (-1000 < L < 0) &\rightarrow \begin{cases} \left(\frac{\sigma_{vf}(z)}{u^*} \right)^2 = 0,35 \left(-\frac{z_i}{\kappa L} \right)^{\frac{2}{3}} + \left(1,7 - \frac{z}{z_i} \right) \\ \sigma_w^3 = \left[1,6 u^{*2} \left(1 - \frac{z}{z_i} \right) \right]^{\frac{3}{2}} + 1,2 w^{*3} \left(\frac{z}{z_i} \right) \left(1 - 0,9 \frac{z}{z_i} \right)^{\frac{3}{2}} \end{cases} \\ \text{als neutraal } (|L| > 1000) &\rightarrow \begin{cases} \sigma_{vf}(z) = 1,3 u^* e^{\left(-2 \frac{fz}{u^*} \right)} \\ \sigma_w^3 = \left[1,6 u^{*2} \left(1 - \frac{z}{z_i} \right) \right]^{\frac{3}{2}} + 1,2 w^{*3} \left(\frac{z}{z_i} \right) \left(1 - 0,9 \frac{z}{z_i} \right)^{\frac{3}{2}} \end{cases} \quad (30) \\ \text{als stabiel } (0 < L < 1000) &\rightarrow \begin{cases} \sigma_{vf}(z) = 1,3 u^* \left(1 - \frac{z}{z_i} \right) \\ \sigma_w(z) = \sigma_{vf}(z) \end{cases} \end{aligned}$$

De convectieve windsnelheid w^* volgt uit :

$$w^* = u^* \sqrt[3]{\frac{z_i}{\kappa |L|}} \quad (31)$$

De tijdschaal van turbulentie T_i wordt als volgt bepaald:

$$\begin{aligned} \text{als } z \geq 50 \quad T_{ly,z} &= 26 \frac{\sigma_{vf,10m}}{u_{10m}} \left[\ln \frac{z}{z_0} \right]^2 \\ \text{als } z < 50 \quad \begin{cases} L > 0 \rightarrow T_{ly,z} = \frac{z}{2\sigma_w} \left(\frac{1}{1 + 5 \frac{z}{L}} \right) \\ L < 0 \rightarrow T_{ly,z} = \frac{z}{2\sigma_w} \left(1 - 6 \frac{z}{L} \right)^{0,25} \end{cases} \end{aligned} \quad (32)$$

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_i uit de vorige paragraaf. Het deel van de dispersieparameters dat afhankelijk is van de turbulentieparameters, wordt uitgerekend door middel van:

$$\begin{aligned} \sigma_{ys}^2 &= 2\sigma_{vf}^2 T_{ly}^2 \left[\frac{t}{T_{ly}} + e^{\frac{-t}{T_{ly}}} - 1 \right] \\ \sigma_{z,turb}^2 &= 2\sigma_{vf}^2 T_{lz}^2 \left[\frac{t}{T_{lz}} + e^{\frac{-t}{T_{lz}}} - 1 \right] \\ \sigma_{y,turb}^2 &= \sigma_{ys}^2 + (\sigma_{vi} t)^2 \end{aligned} \quad (33)$$

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

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 $\sigma_{y,winddraaiing}^2$:

$$\sigma_{y,winddraaiing}^2 = 0.4^2 x^2 \left(\frac{d\theta}{dz} \sigma_z \right)^2 \quad (34)$$

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:

$$\sigma_{0y,z}^2 = \frac{\Delta h^2}{12,25} \quad (35)$$

met de pluimstijging Δh , die hierna wordt beschreven. De dispersieparameters worden hiermee:

$$\begin{aligned} \sigma_y^2 &= \sigma_{ys}^2 + \sigma_{yi}^2 + \sigma_{y,winddraaiing}^2 + \sigma_{0y}^2 \\ \sigma_z^2 &= \sigma_{z,turb}^2 + \sigma_{0z}^2 \end{aligned} \quad (36)$$

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 : $F_{start}=8.8 \cdot Q_h$. 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 $C = \frac{100h_b H^*}{u^{*3}}$, 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:

$$\text{stabiel:} \quad \Delta h_f = \left(\frac{1.8 F_{verbruikt} T_a}{u(z_j) \left(\frac{\partial \theta}{\partial z} \right)_j} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$\text{Als } C < 1 \rightarrow \text{neutraal:} \quad \Delta h_f = \frac{39 F_{verbruikt}^{0.6}}{u(z_j)}$$

$$\text{Als } C > 1 \rightarrow \text{instabiel:} \quad \Delta h_f = 15 \left(\frac{F_{verbruikt}}{u(z_j)} \right)^{0.6}$$

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} .

$$\text{stabiel:} \quad F_{verbruikt} = \frac{\Delta h^3 u(z_j) \frac{\partial \theta}{\partial z}}{1.8 T_a}$$

$$\text{neutraal:} \quad F_{verbruikt} = \left(\frac{\Delta h u(z_j)}{39} \right)^{\frac{5}{3}}$$

$$\text{instabiel:} \quad F_{verbruikt} = \left(\frac{\Delta h}{15} \right)^{\frac{5}{3}} u(z_j)$$

7. Herhaal bovenstaande stappen totdat alle buoyancy verbruikt is.

Na deze iteratie is Δh ten opzichte van de bronhoogte bepaald.

Concentratieberekening

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

$$P = \frac{Z_i - Z_{bron}}{\Delta h} \quad (37)$$

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:

$$C(x, y, z, h_{bron}) = \frac{PE}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \cdot \left[e^{-\frac{(z-h_{bron})^2}{2\sigma_z^2}} + e^{-\frac{(z+h_{bron})^2}{2\sigma_z^2}} \right] \cdot e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \cdot C_{IS} \quad (38)$$

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 boven het grondoppervlak (m)
- σ_y en σ_z : resp. horizontale en verticale dispersieparameter (m)

Reactie 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 vliegbeweging

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

$$[NO_2]^2 - \left([NO_x] + [O_x] + \frac{K_3}{K_1} \right) [NO_2] + [NO_x][O_x] = 0 \quad (39)$$

waarbij

$$\begin{aligned} [O_x] &= [NO_2] + [O_3] \\ [NO_x] &= [NO] + [NO_2] \end{aligned} \quad (40)$$

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:

$$\sigma_m = 1.25t^{0.82} \quad (41)$$

De momentane concentratie is een functie van σ_m :

$$[\text{NO}_x]_m = \frac{E \cdot P}{2\pi\sigma_m} e^{\frac{-y^2}{2\sigma_m^2}} \quad (42)$$

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

$$\frac{[\text{NO}_2]}{[\text{NO}_x]} = \frac{\int [\text{NO}_2]_m dy}{\int [\text{NO}_x]_m dy} \quad (43)$$

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 C Emissie vliegverkeer per vliegfase

Tabel 33 Totale emissie [ton] voor alle vliegbewegingen en APU's in referentie (Aanwijzing 1991).

Vliegfase	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀ ⁶	HC	Ben- zeen	PAK	CO ₂	Lood (Pb)
Approach	103,51	13,26	1,53	0,04	0,07	0,00	0,00	0,00	322,13	0,06
Idle	36,07	2,45	2,84	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	126,85	0,02
Take-off	20,33	2,06	0,20	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	52,12	0,01
Climb-out	239,22	22,98	2,74	0,09	0,26	0,00	0,00	0,00	666,98	0,12
APU	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Totaal	399,12	40,76	7,30	0,15	0,36	0,00	0,00	0,00	1.168,09	0,21

Tabel 34 Totale emissie [ton] voor alle vliegbewegingen en APU's in referentie (Aanwijzing 2001).

Vliegfase	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀ ⁶	HC	Ben- zeen	PAK	CO ₂	Lood (Pb)
Approach	137,43	15,24	2,16	0,13	0,15	0,03	0,00	0,00	1.019,38	0,06
Idle	63,06	3,79	10,81	0,18	0,07	1,39	0,03	0,00	1.386,05	0,02
Take-off	20,51	4,43	0,23	0,04	0,13	0,00	0,00	0,00	327,39	0,01
Climb-out	276,84	29,76	3,28	0,21	0,60	0,00	0,00	0,00	1.615,19	0,12
APU	0,73	0,54	0,03	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	320,90	0,00
Totaal	498,57	53,76	16,51	0,60	0,97	1,42	0,03	0,00	4.668,90	0,21

Tabel 35 Totale emissie [ton] voor alle vliegbewegingen en APU's in de voorgenomen activiteit, 25k.

Vliegfase	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀ ⁶	HC	Ben- zeen	PAK	CO ₂	Lood (Pb)
Approach	90,90	27,74	2,00	1,04	0,76	0,17	0,00	0,00	8.174,57	0,05
Idle	106,22	19,57	11,85	1,62	0,89	4,48	0,08	0,01	12.737,39	0,03
Take-off	11,85	28,07	0,20	0,40	0,73	0,08	0,00	0,00	3.167,36	0,01
Climb-out	164,43	94,25	2,31	1,60	3,23	0,19	0,00	0,00	12.565,37	0,10
APU	8,34	11,88	1,57	0,58	0,35	0,00	0,00	0,00	4.528,18	0,00
Totaal	381,74	181,52	17,92	5,23	5,96	4,91	0,09	0,01	41.172,87	0,18

⁶ 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 4.1.

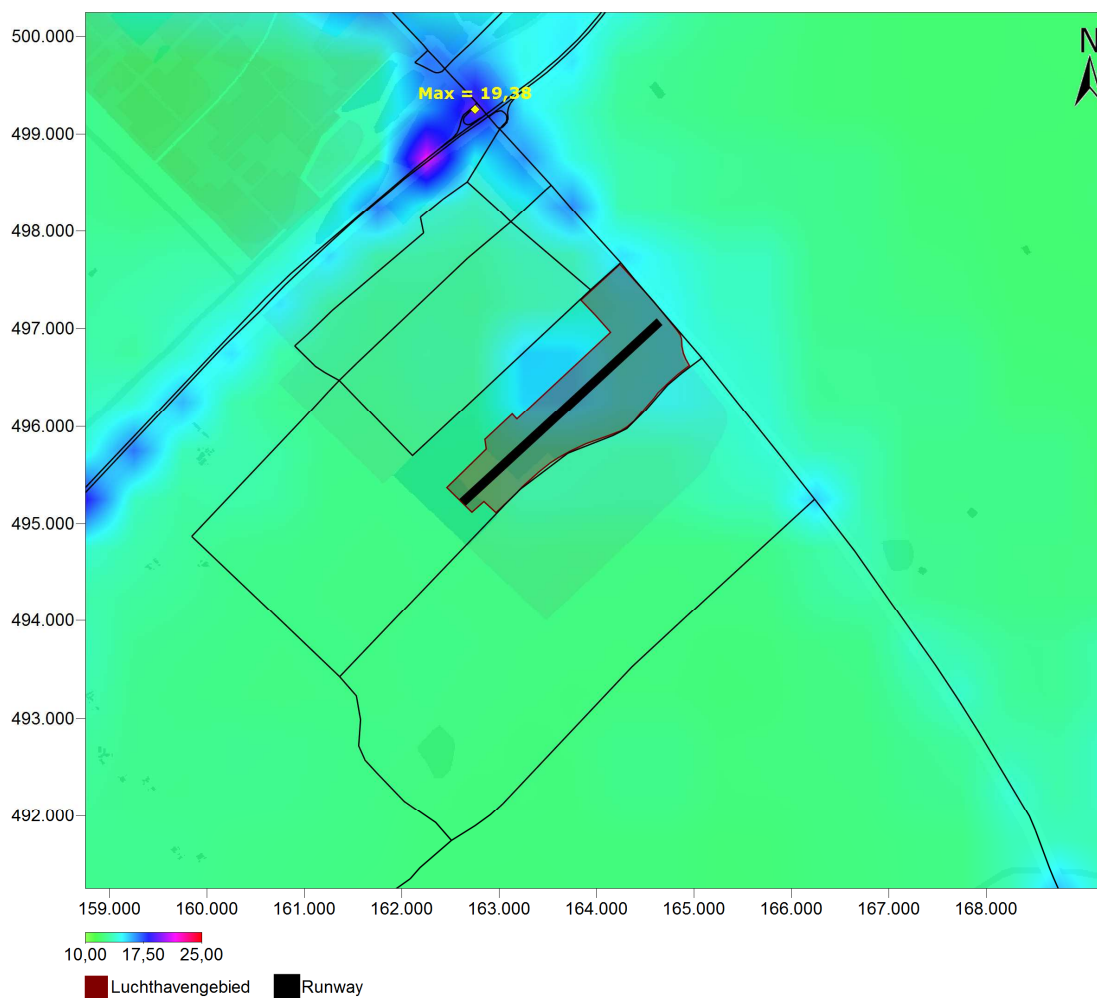
Tabel 36 Totale emissie [in ton] voor alle vliegbewegingen en APU's in de voorgenomen activiteit, 45k.

Vliegfase	CO	NO _x	VOS	SO ₂	PM ₁₀ ⁷	HC	Ben- zeen	PAK	CO ₂	Lood (Pb)
Approach	42,60	42,54	1,23	1,66	1,26	0,30	0,01	0,00	13.099,14	0,01
Idle	129,47	34,19	13,46	2,85	1,62	7,02	0,13	0,02	22.409,27	0,01
Take-off	4,97	51,87	0,18	0,73	1,28	0,14	0,00	0,00	5.731,64	0,00
Climb-out	66,61	135,23	1,19	2,30	4,32	0,33	0,01	0,00	18.109,04	0,03
APU	12,70	21,82	2,58	1,00	0,62	0,00	0,00	0,00	7.861,30	0,00
Totaal	256,35	285,64	18,64	8,54	9,10	7,79	0,14	0,02	67.210,39	0,05

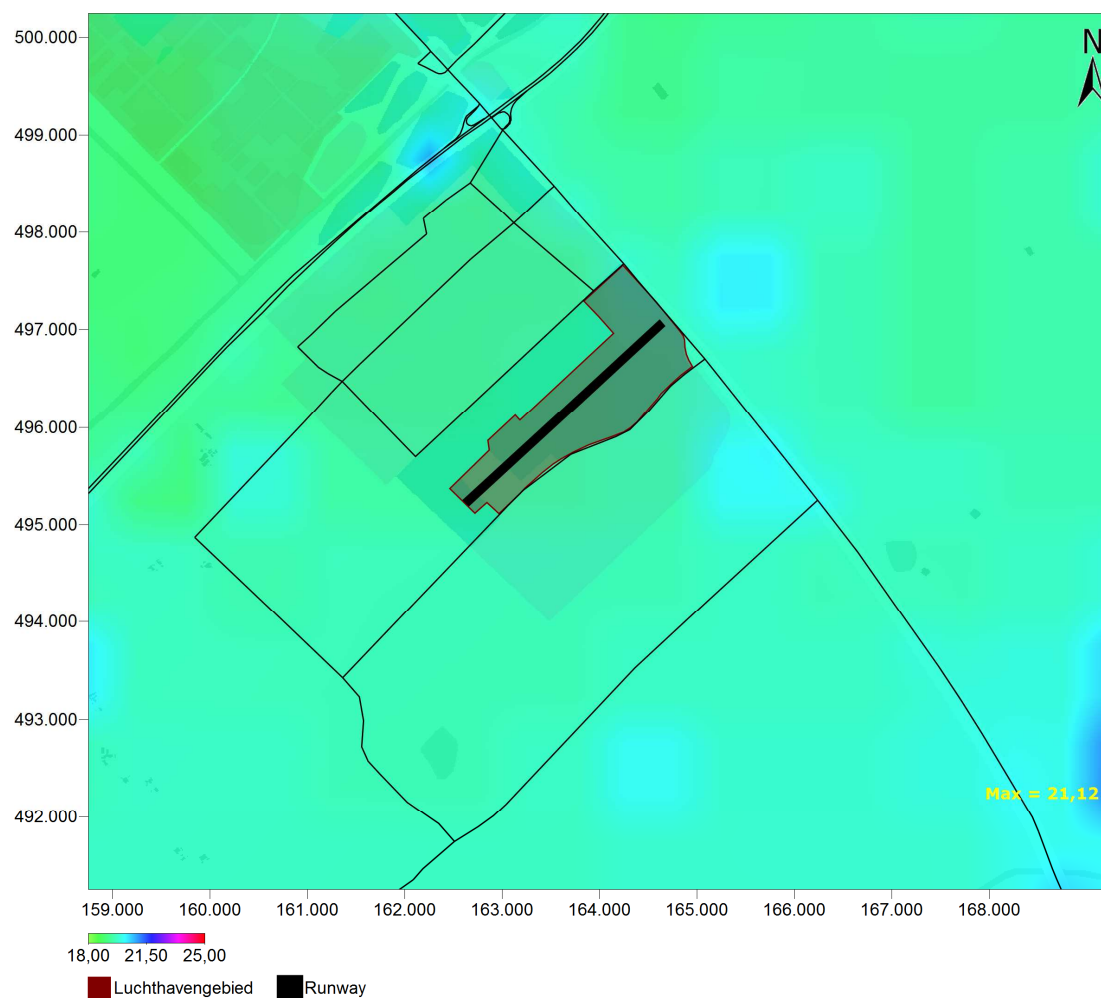
⁷ Het PM₁₀ resultaat ten gevolge van *alleen vliegverkeer* kan tevens als PM_{2,5} gelezen worden, gelet op het uitgangspunt (vaste verhouding PM_{2,5}/PM₁₀ = 1) uit paragraaf 4.1.

Bijlage D Resultaten concentratie

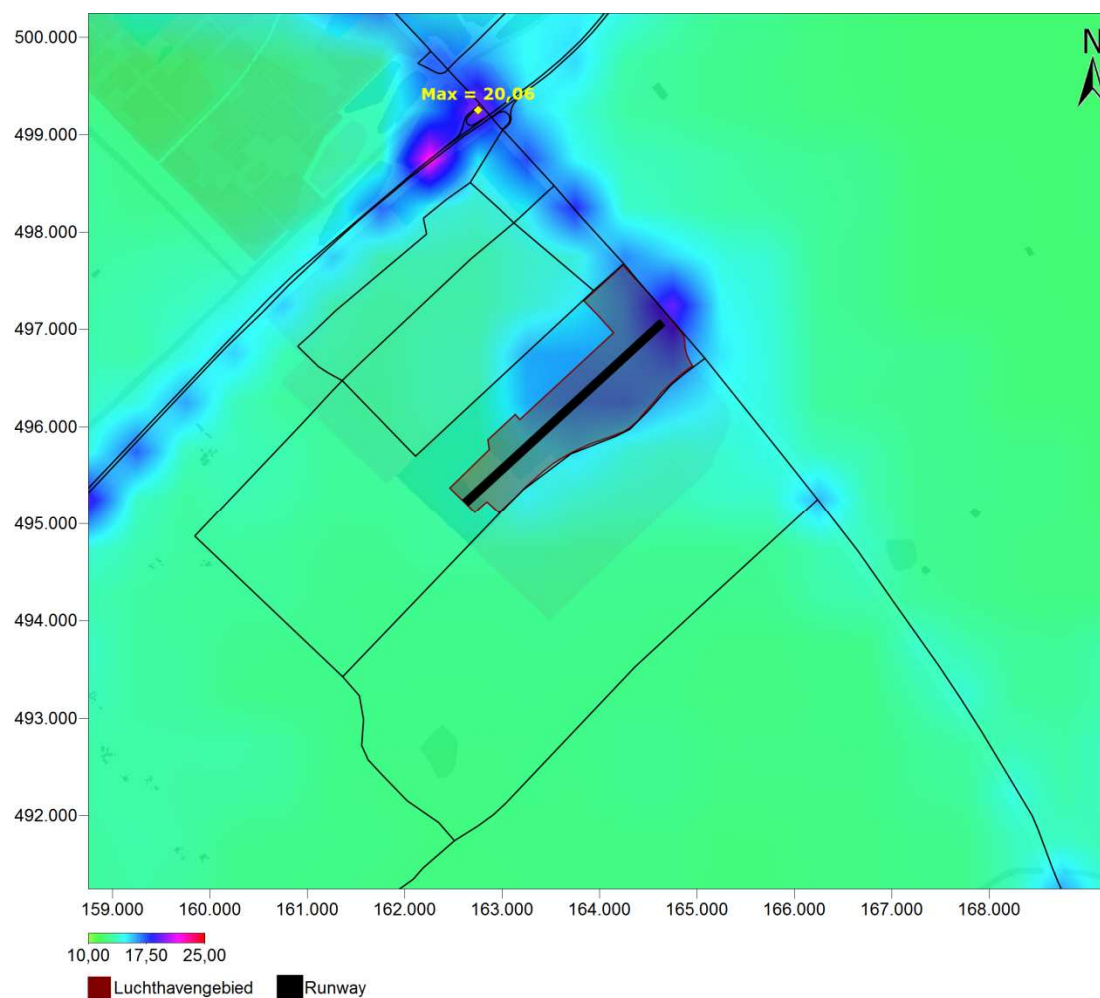
Deze bijlage bevat de resulterende jaargemiddelde concentraties van NO₂ en PM₁₀ voor de verschillende alternatieven en zichtjaren. De figuren tonen de totale concentraties, ofwel de combinatie van luchtvaart, wegverkeer en achtergrond.



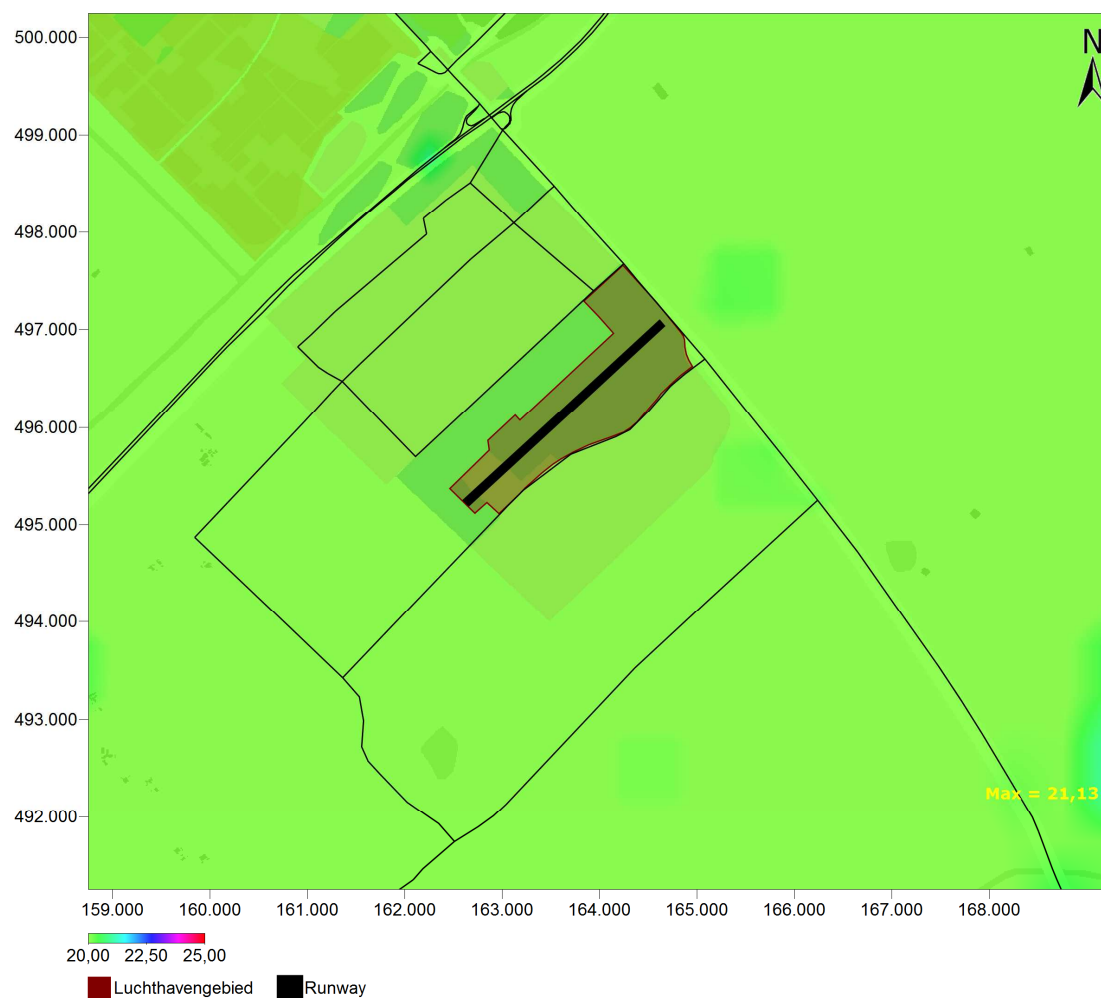
Figuur 24 Resulterende jaargemiddelde concentratie NO₂ [µg/m³] inclusief de referentie (Voorlopige voorziening) in het zichtjaar 2020.



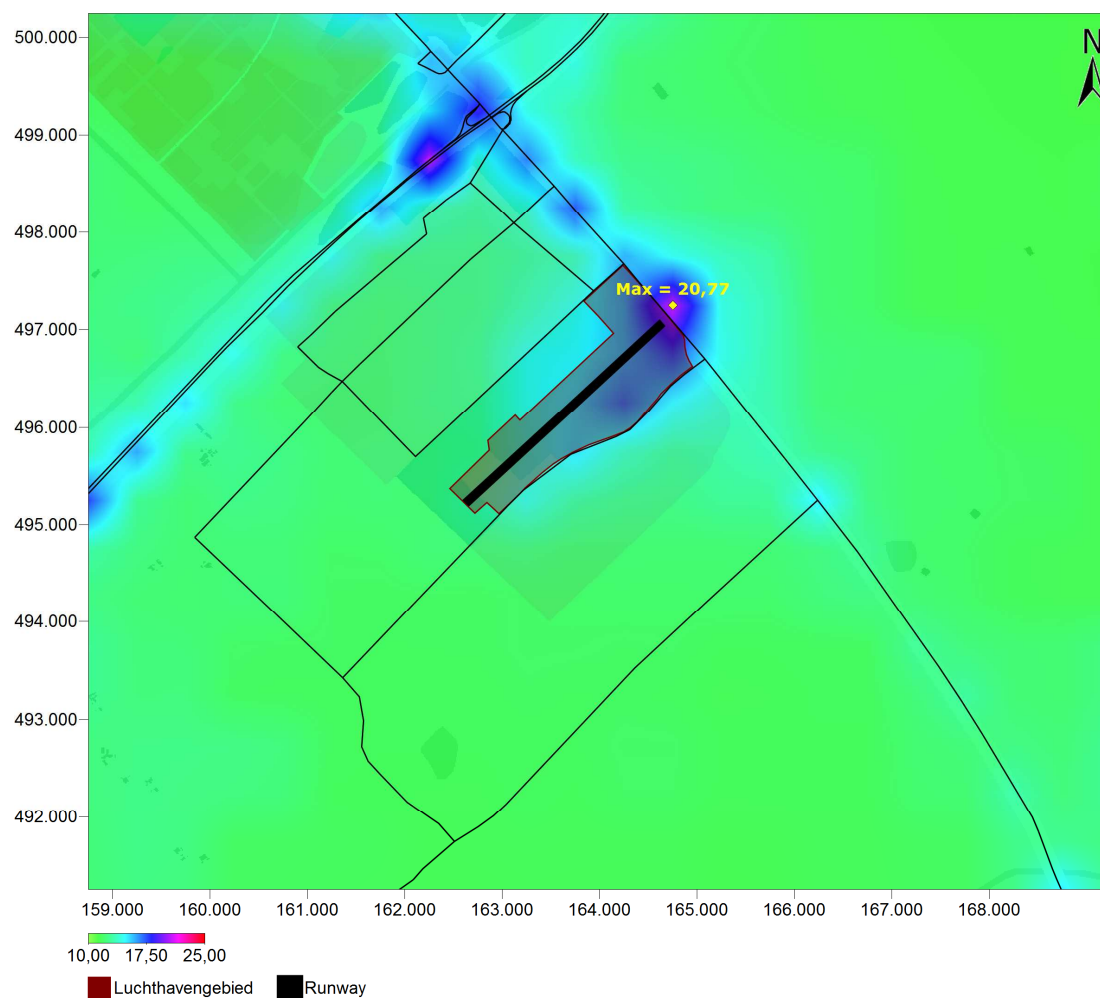
Figuur 25 Resulterende jaargemiddelde concentratie PM₁₀ [µg/m³] inclusief de referentie (Voorlopige voorziening) in het zichtjaar 2020.



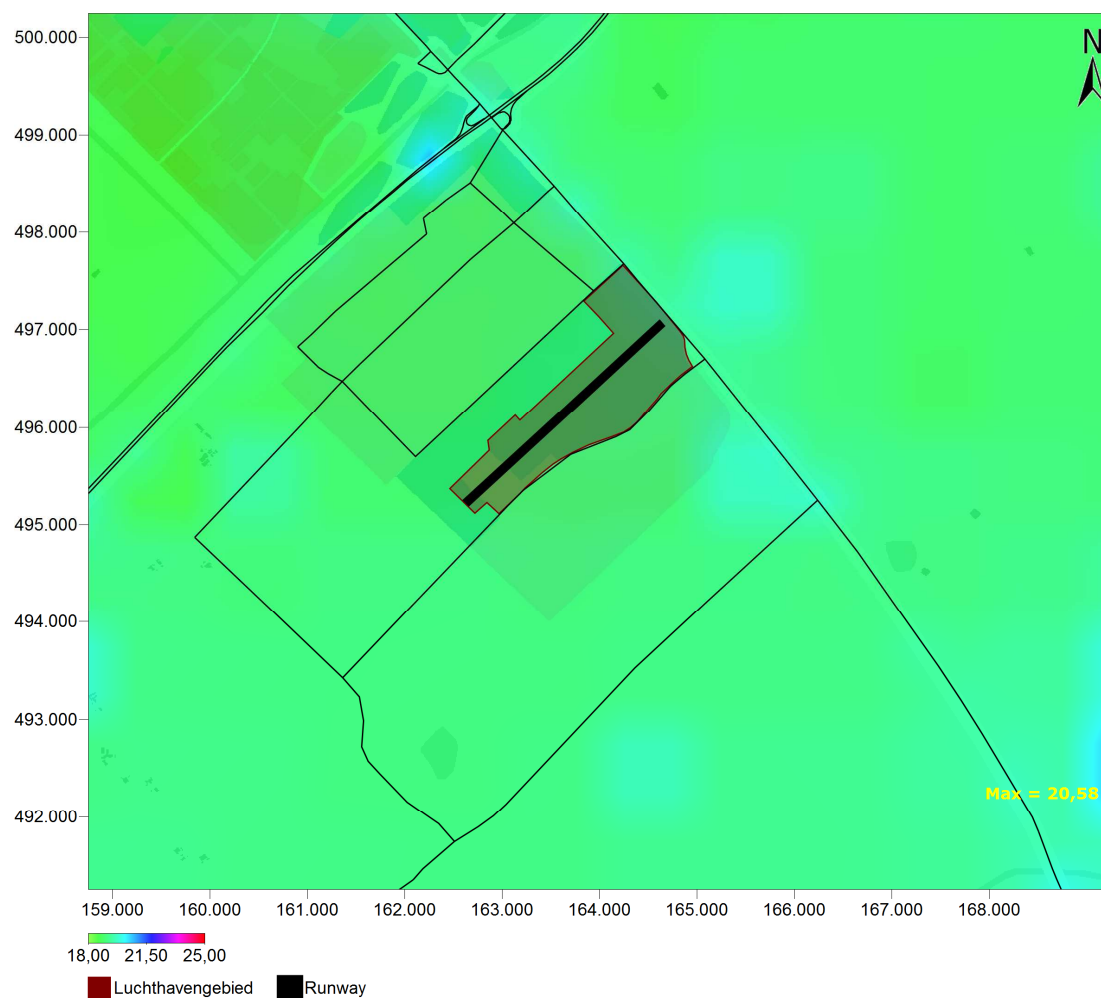
Figuur 26 Resulterende jaargemiddelde concentratie NO₂ [µg/m³] inclusief de voorgenomen activiteit (25k) in het zichtjaar 2020.



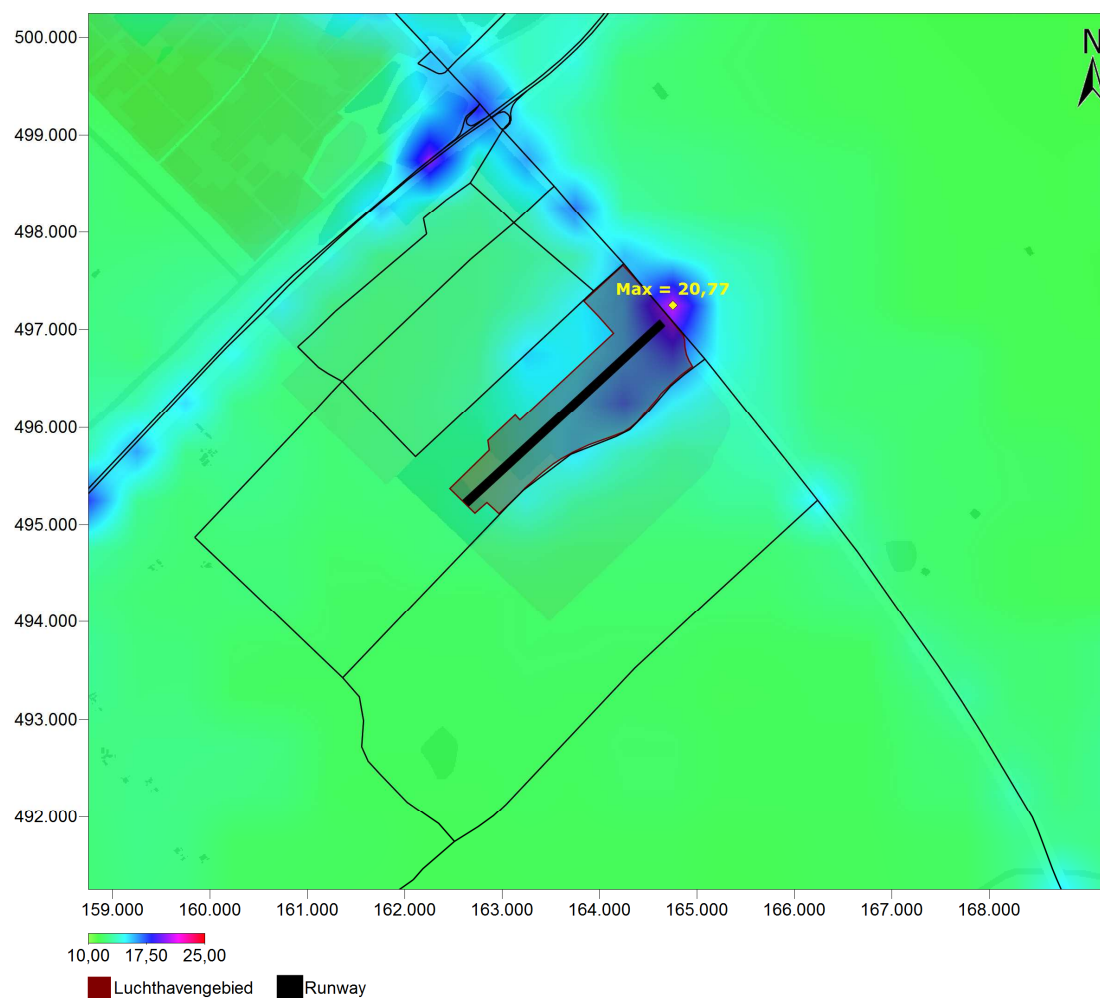
Figuur 27 Resulterende jaargemiddelde concentratie PM₁₀ [µg/m³] inclusief de voorgenomen activiteit (25k) in het zichtjaar 2020.



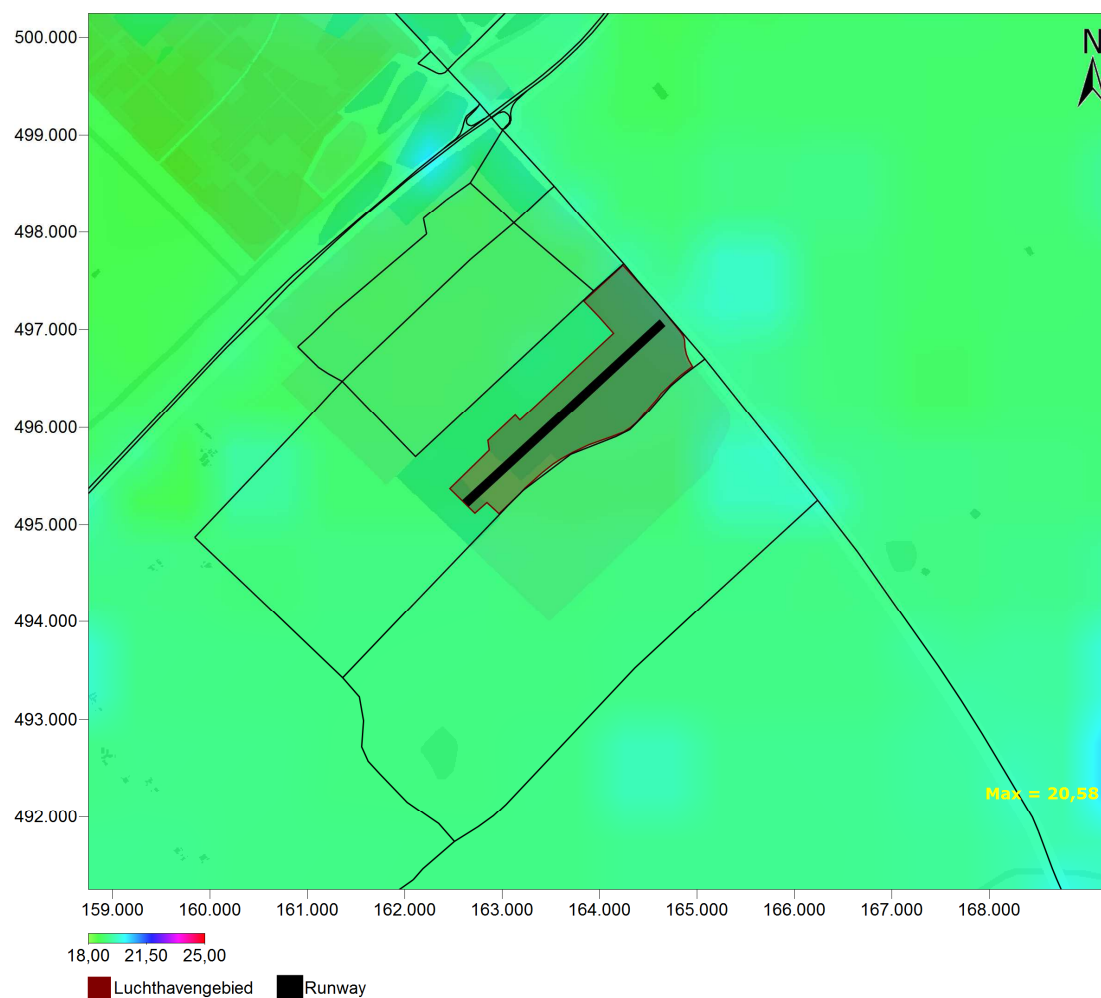
Figuur 28 Resulterende jaargemiddelde concentratie NO₂ [µg/m³] inclusief de voorgenomen activiteit (45k) in het zichtjaar 2025.



Figuur 29 Resulterende jaargemiddelde concentratie PM₁₀ [µg/m³] inclusief de voorgenomen activiteit (45k) in het zichtjaar 2025.



Figuur 30 Resulterende jaargemiddelde concentratie NO₂ [µg/m³] inclusief de voorgenomen activiteit (45k) in het zichtjaar 2025 inclusief een 3^e aansluiting op de snelweg A6.

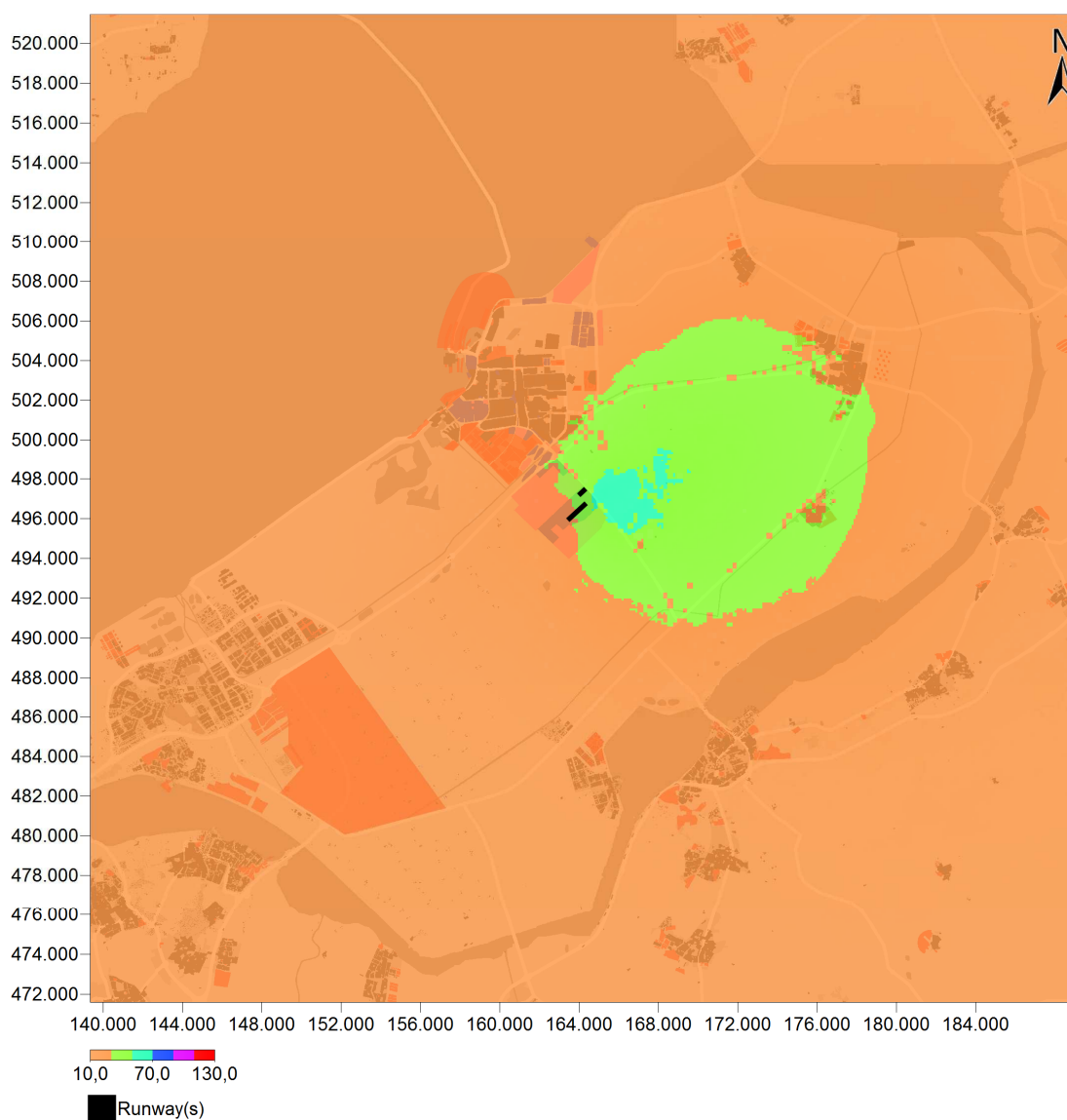


Figuur 31 Resulterende jaargemiddelde concentratie PM_{10} [$\mu g/m^3$] inclusief de voorgenomen activiteit (45k) in het zichtjaar 2025 inclusief een 3^e aansluiting op de snelweg A6.

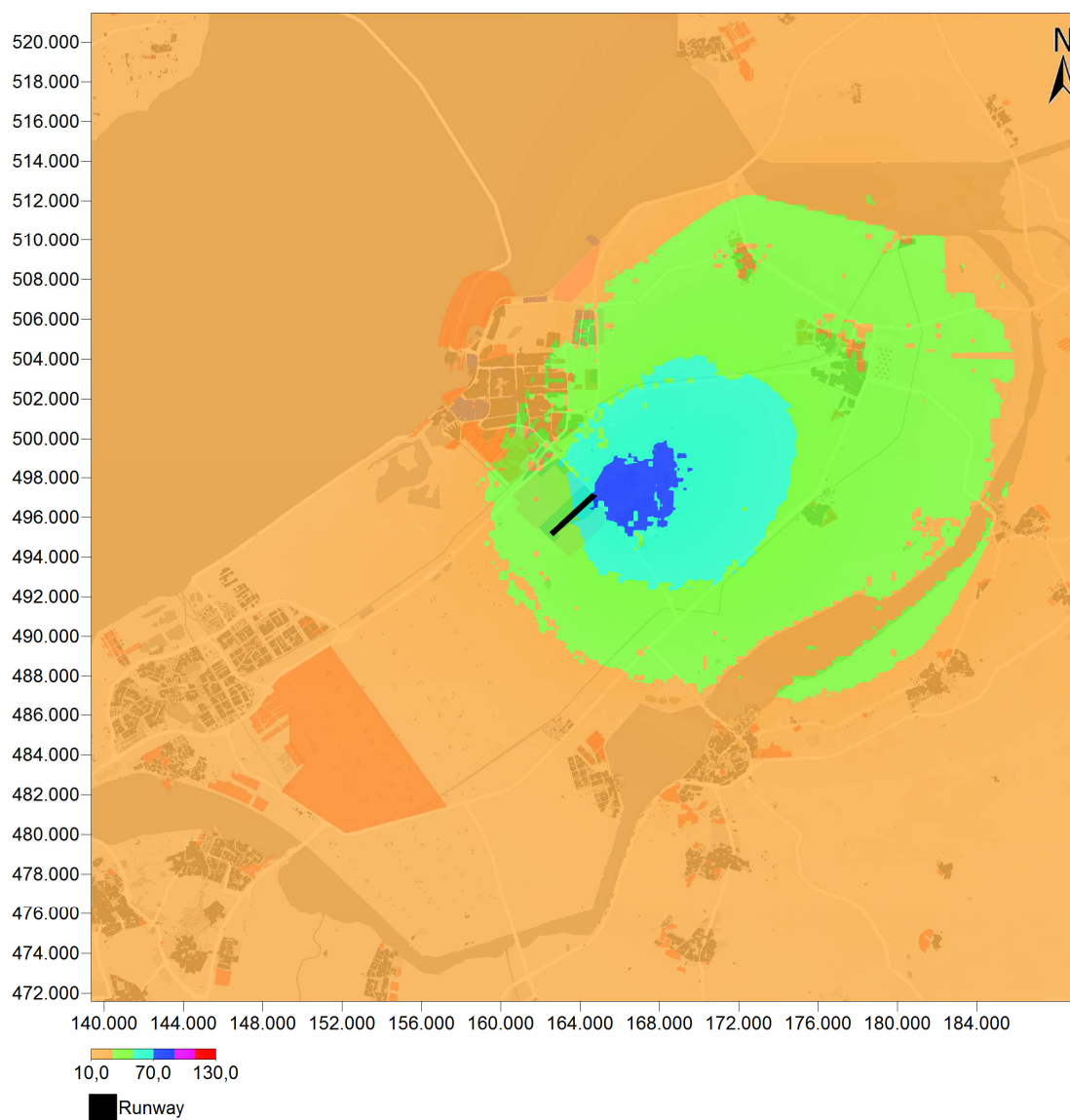
Bijlage E Resultaten stikstofdepositie

Deze bijlage presenteert de stikstofdepositiebijdragen voor het vliegverkeer en het wegverkeer in absolute bijdrage en per routevariant.

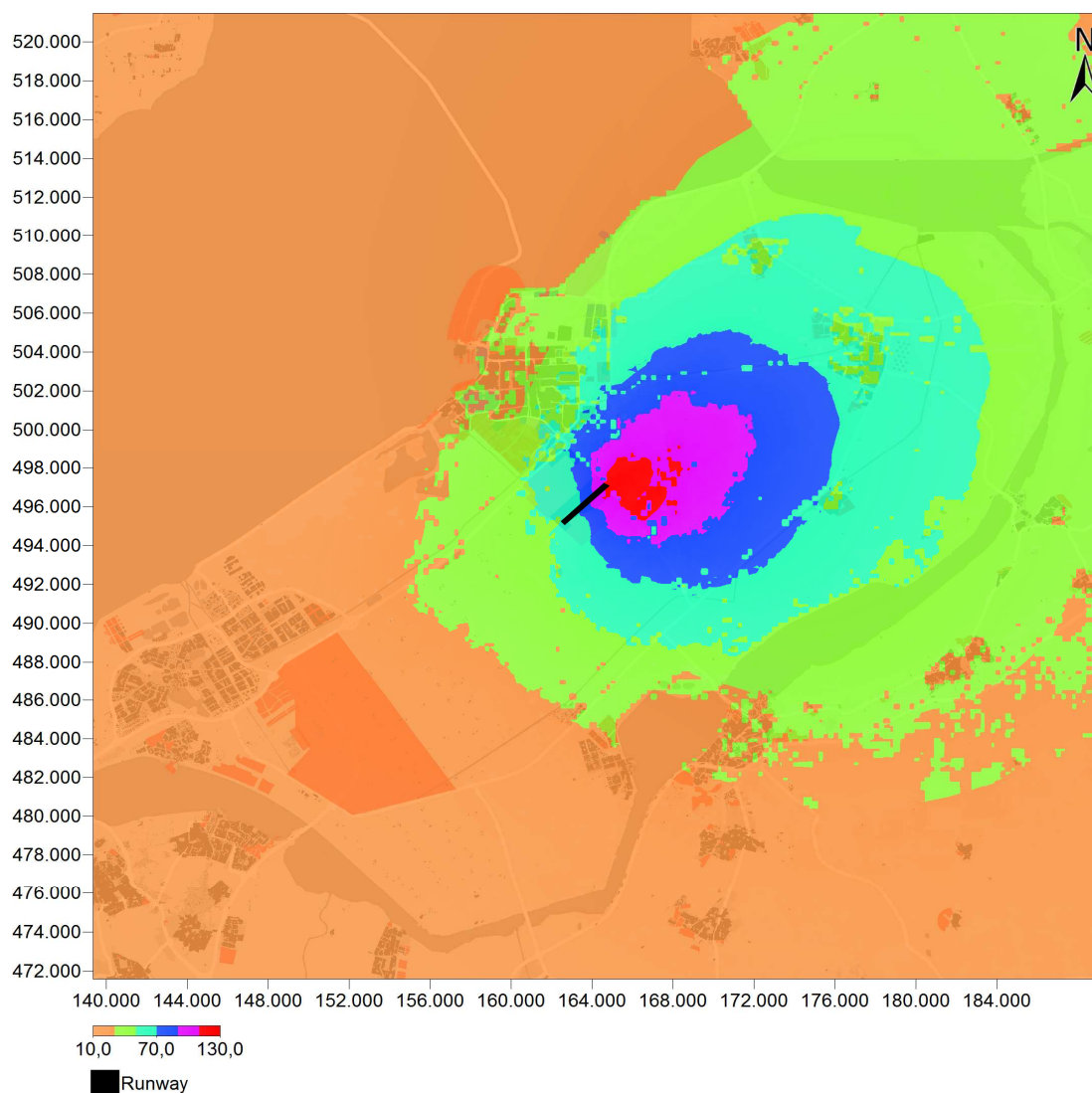
E.1 Alleen vliegverkeer



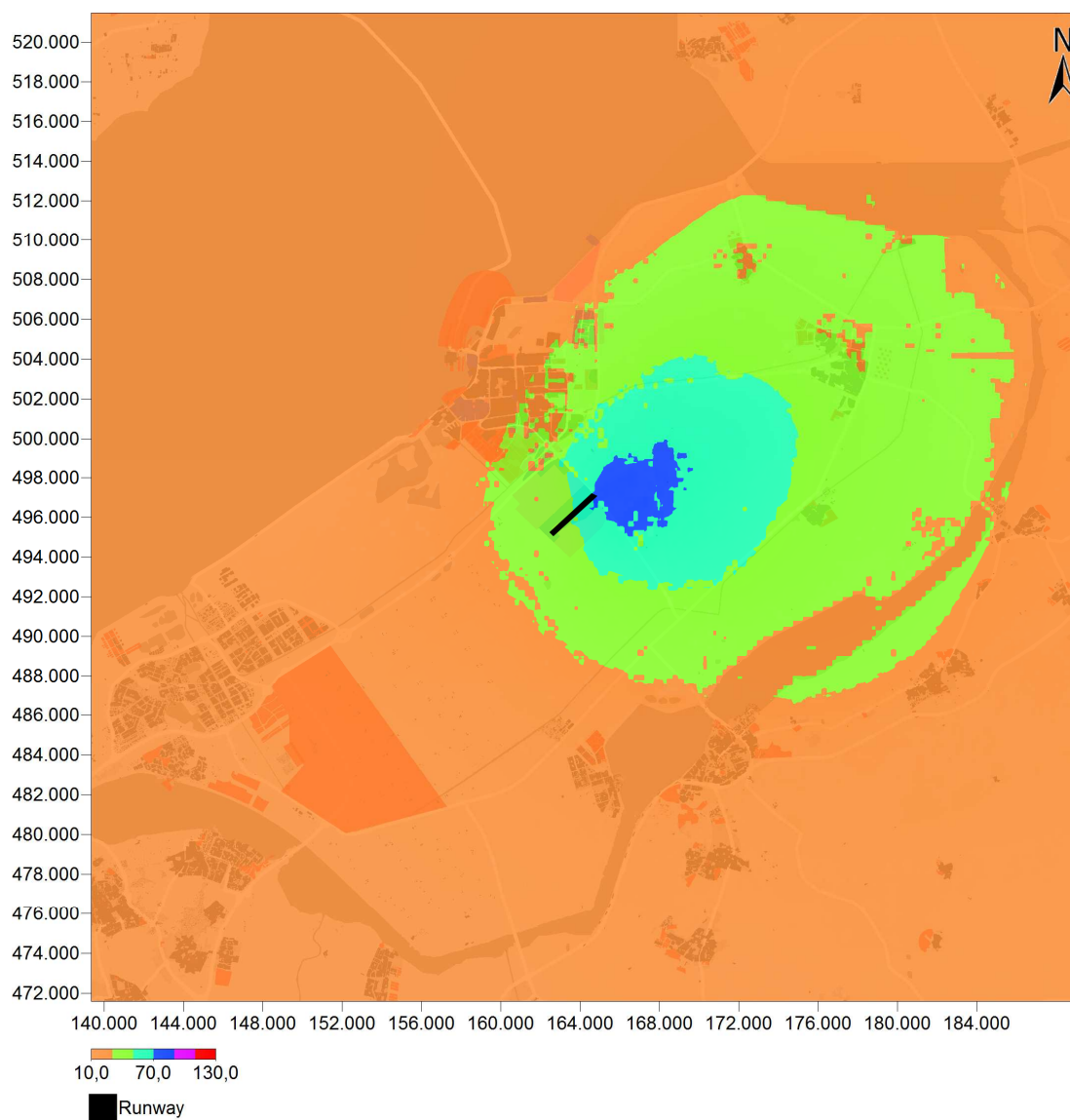
Figuur 32 Stikstofdepositie [mol/ha/jaar] van alleen het vliegverkeer voor de referentie (Voorlopige voorziening).



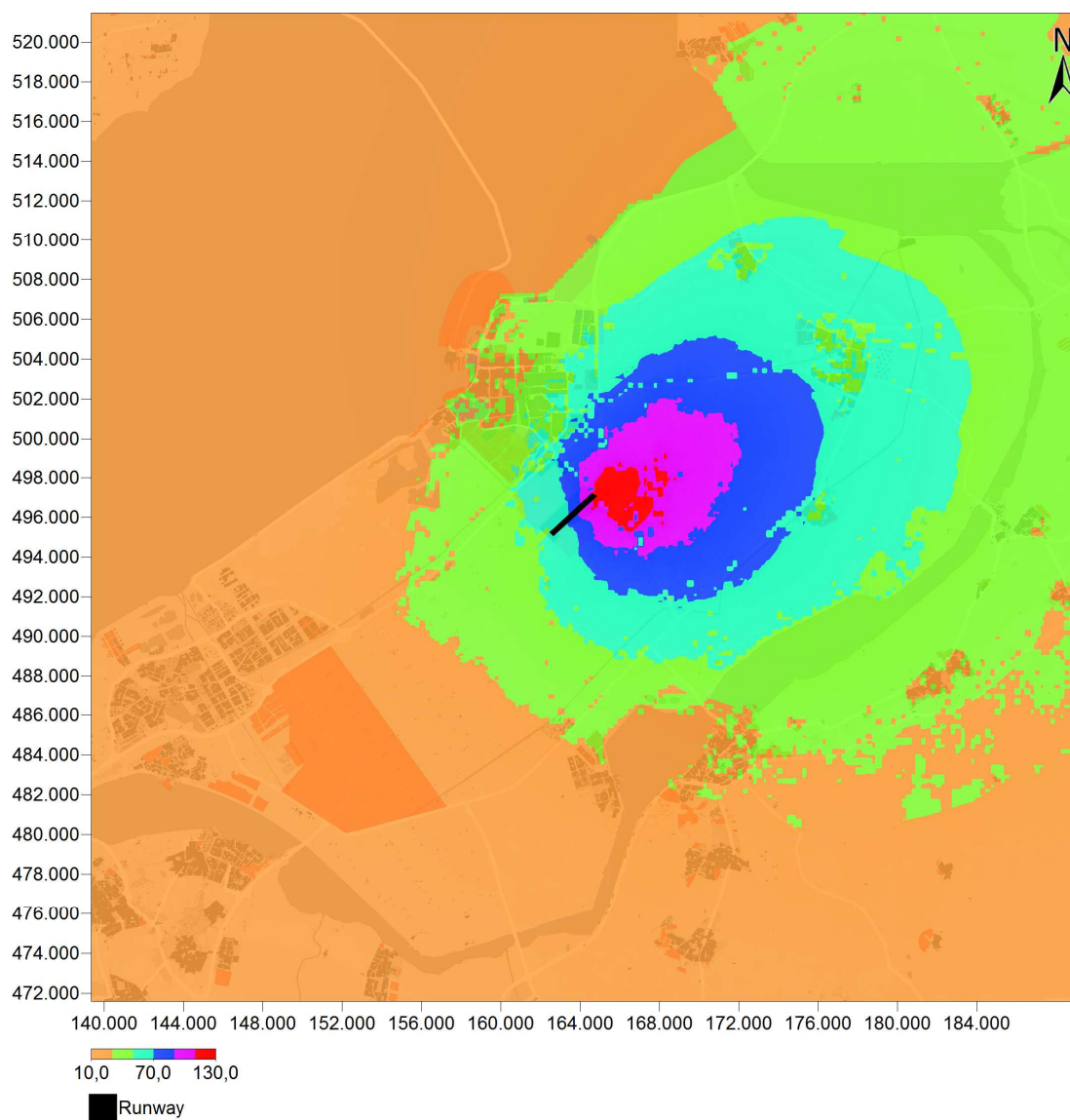
Figuur 33 Stikstofdepositie [mol/ha/jaar] van alleen het vliegverkeer voor de voorgenomen activiteit 2020 (25k) voor routevariant A en A⁺.



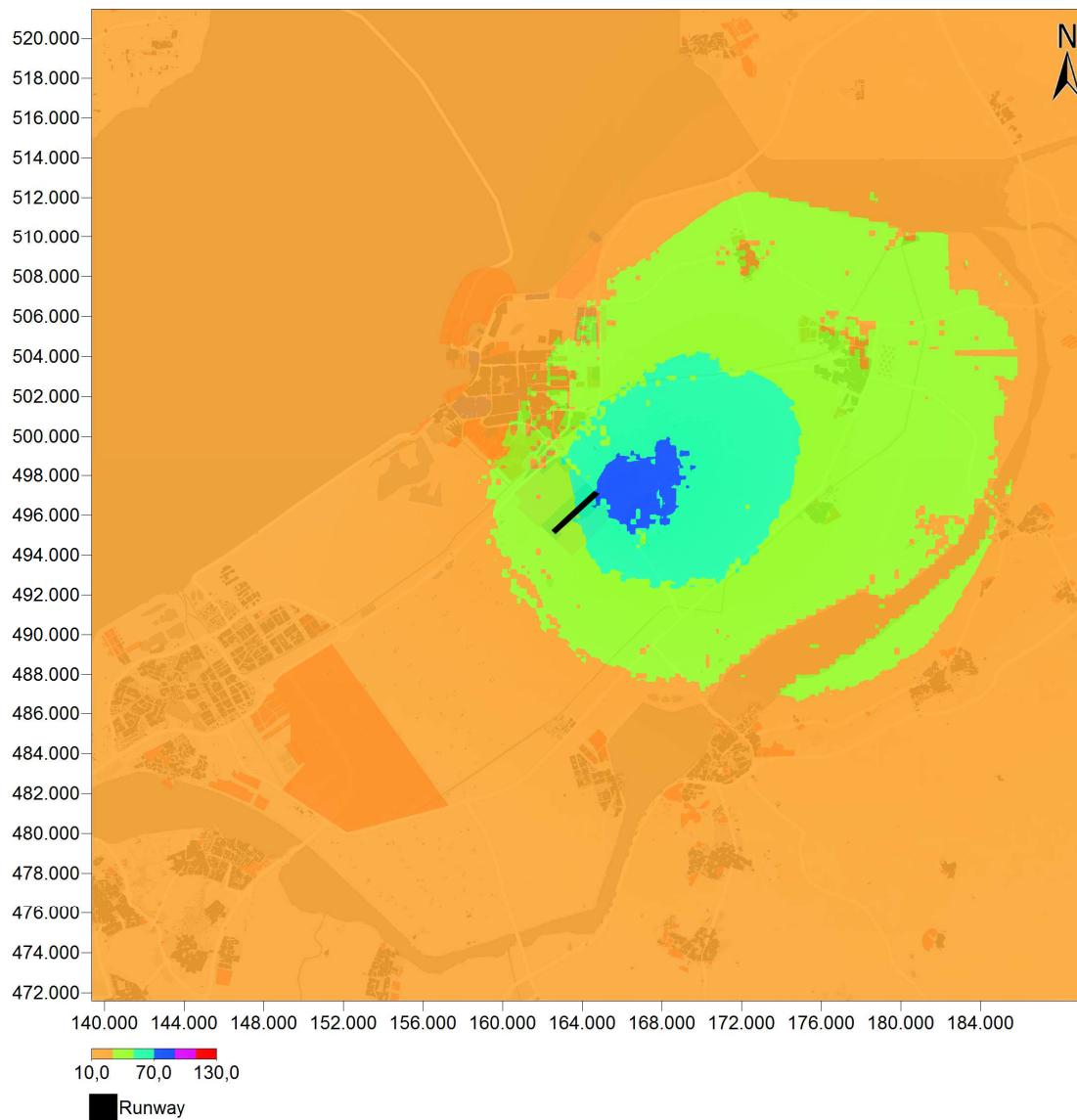
Figuur 34 Stikstofdepositie [mol/ha/jaar] van alleen het vliegverkeer voor de voorgenomen activiteit 2020 (45k) voor routevariant A en A⁺.



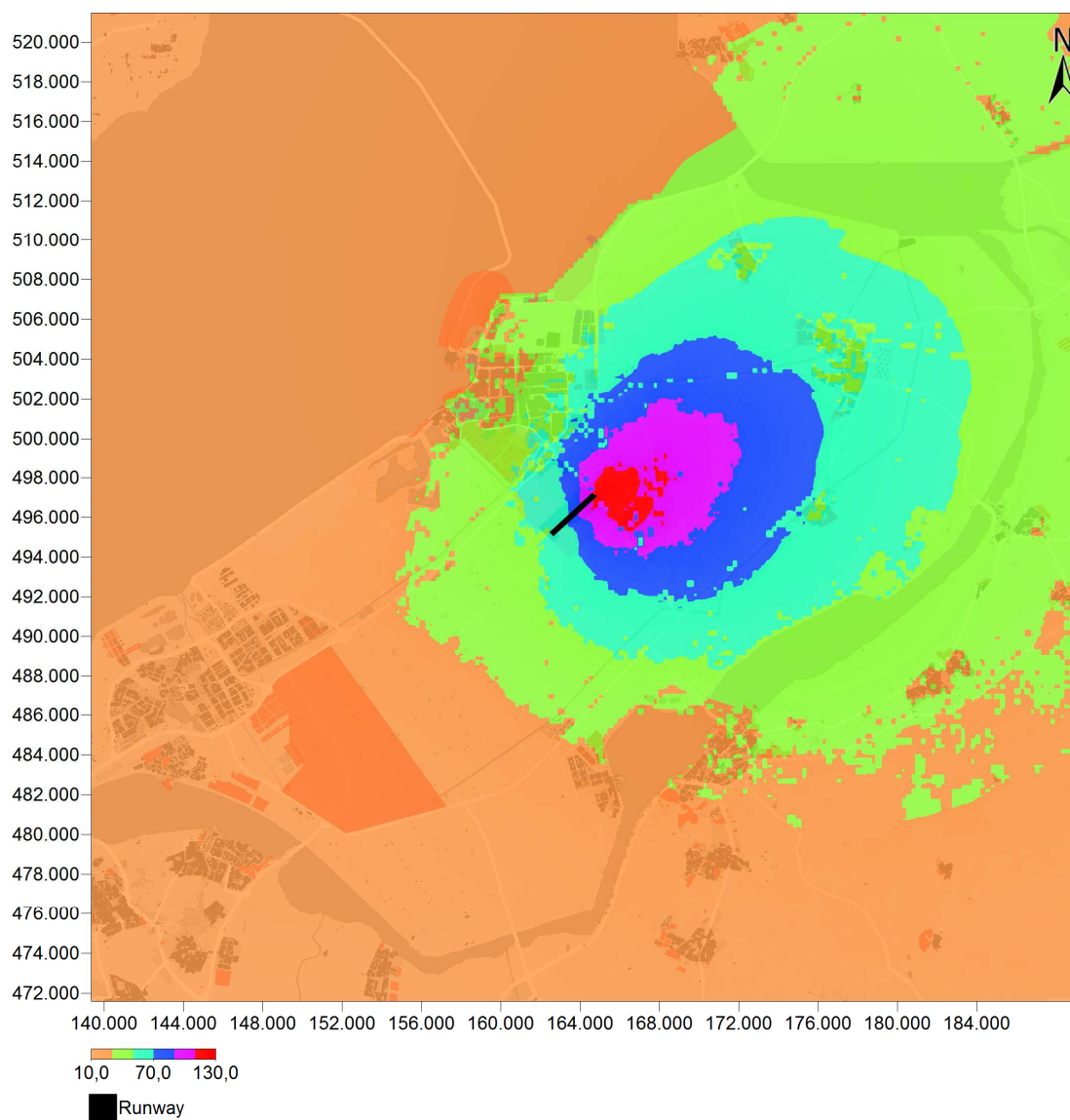
Figuur 35 Stikstofdepositie [mol/ha/jaar] van alleen het vliegverkeer voor de voorgenomen activiteit 2020 (25k) voor routevariant B.



Figuur 36 Stikstofdepositie [mol/ha/jaar] van alleen het vliegverkeer voor de voorgenomen activiteit 2025 (45k) voor routevariant B.

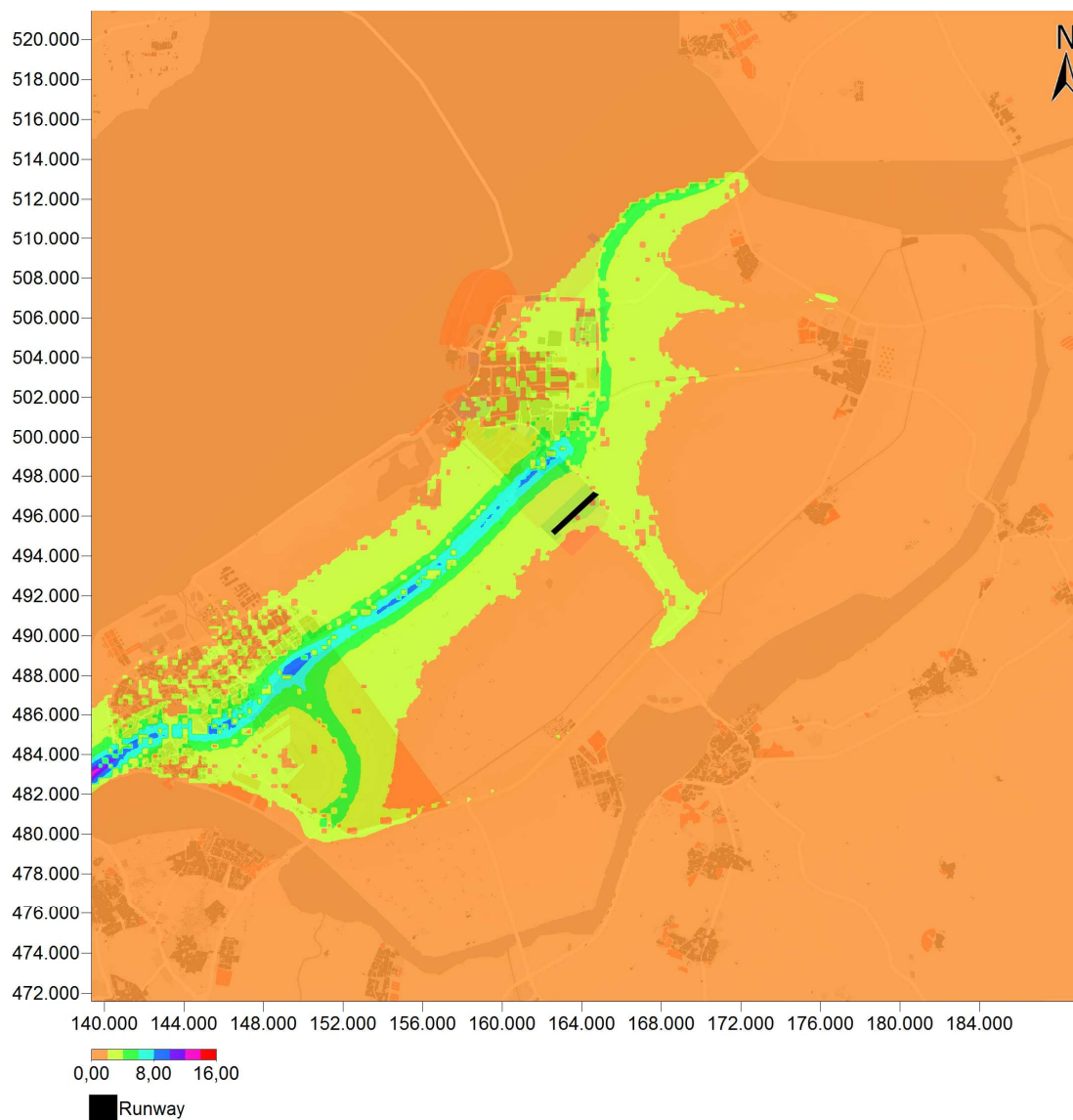


Figuur 37 Stikstofdepositie [mol/ha/jaar] van alleen het vliegverkeer voor de voorgenomen activiteit 2020 (25k) voor routevariant B⁺.

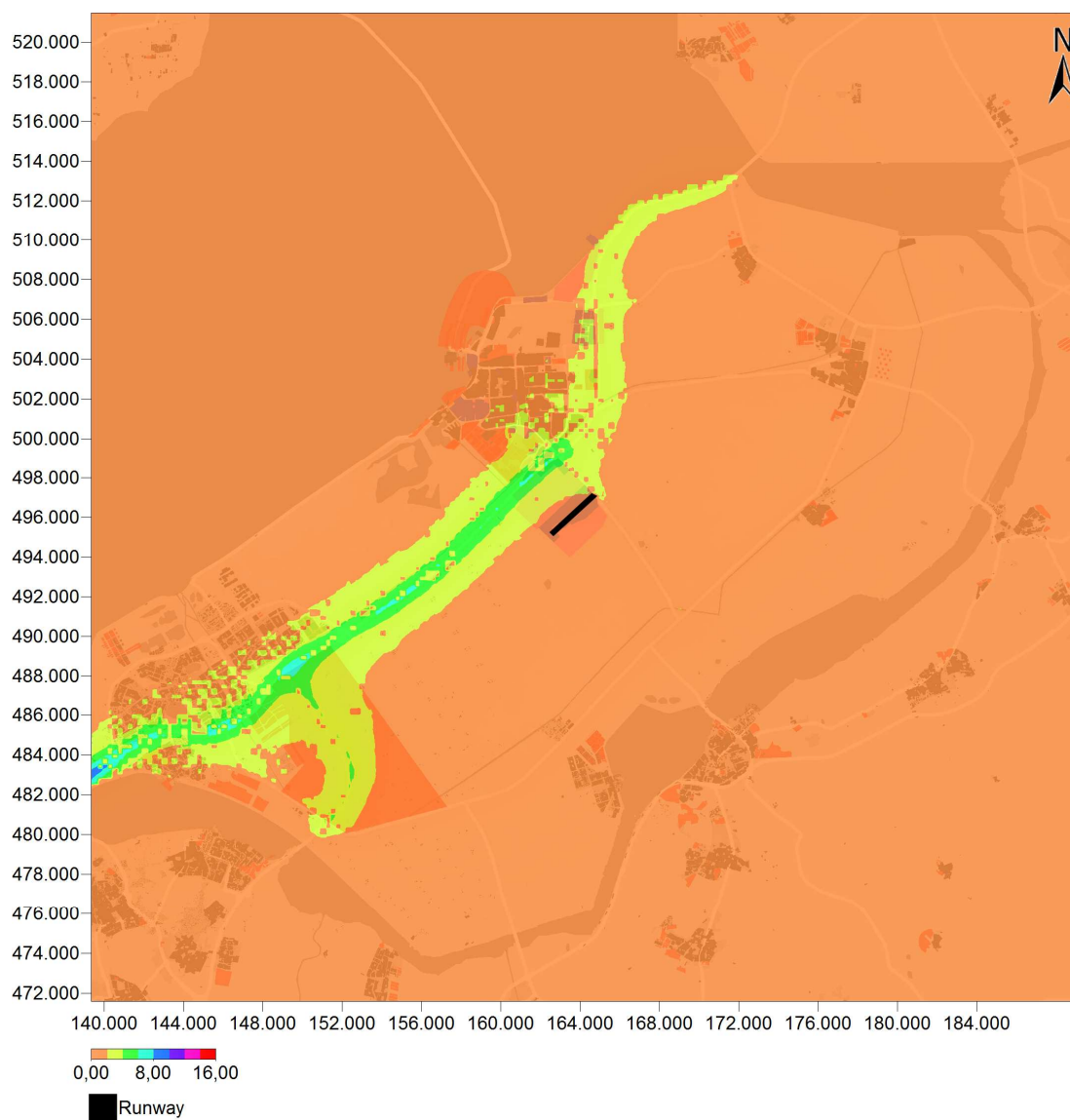


Figuur 38 Stikstofdepositie [mol/ha/jaar] van alleen het vliegverkeer voor de voorgenomen activiteit 2025 (45k) voor routevariant B⁺.

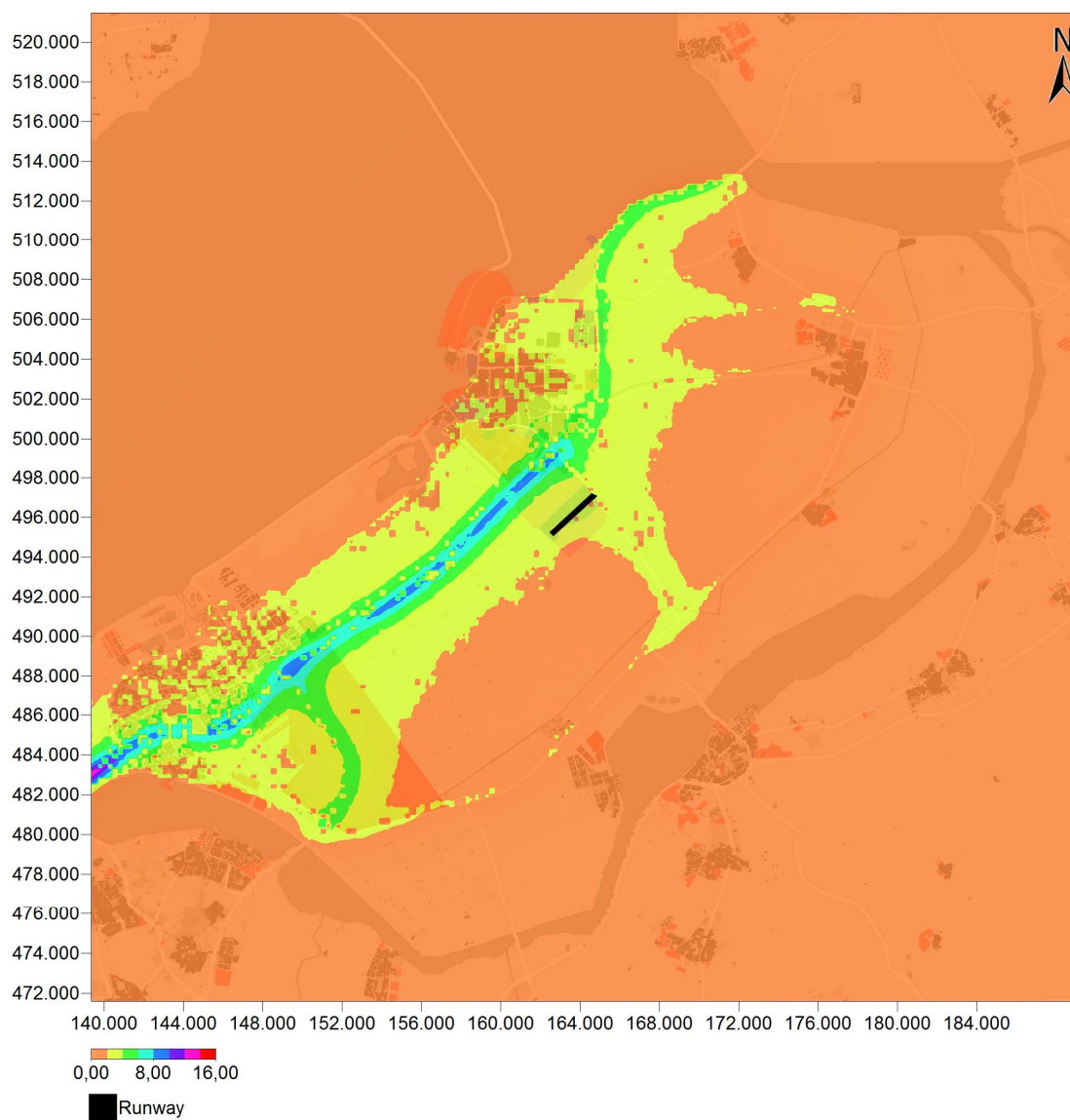
E.2 Alleen wegverkeer



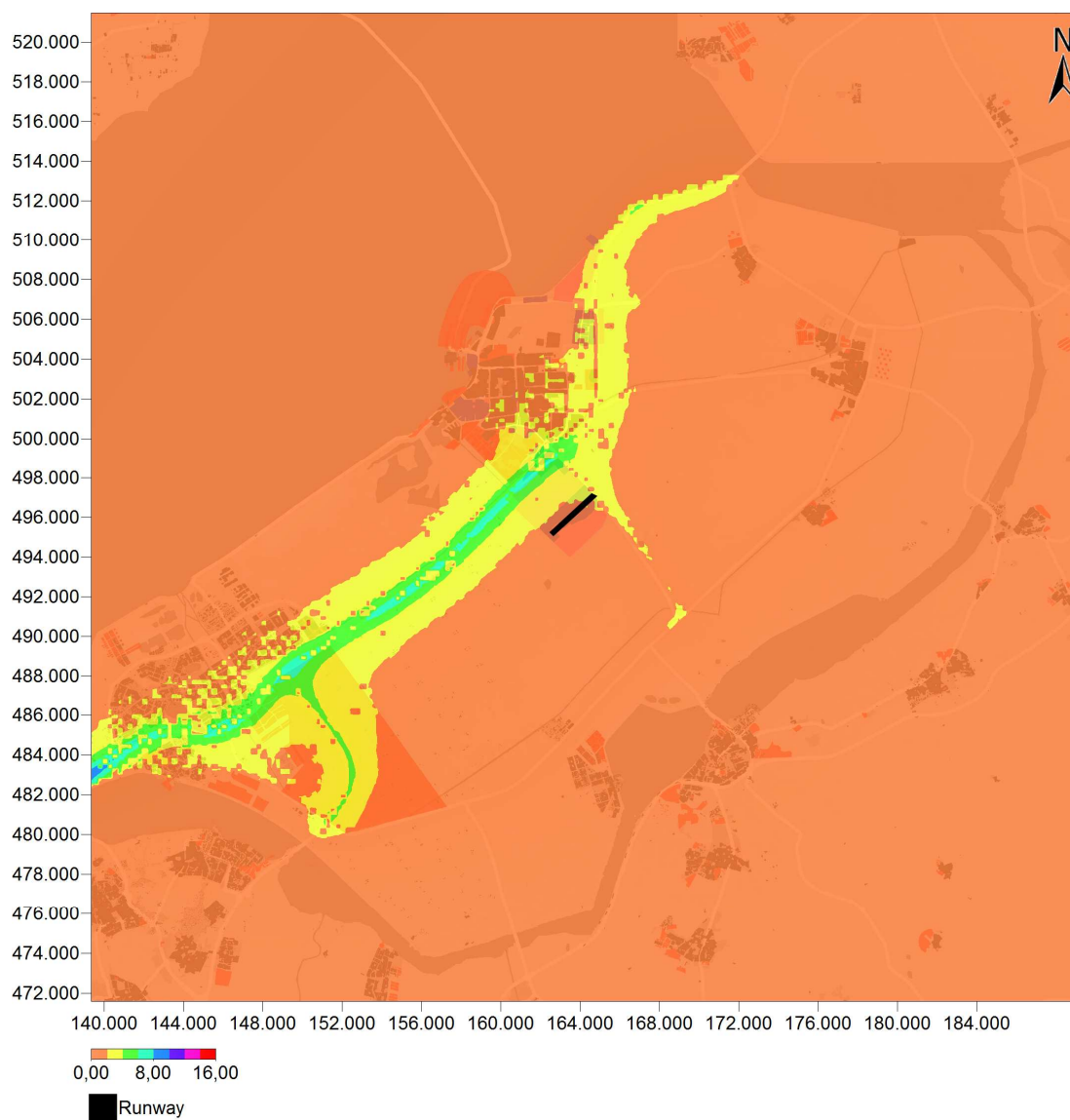
Figuur 39 Stikstofdepositie [mol/ha/jaar] van alleen het wegverkeer voor de autonome ontwikkeling 2020.



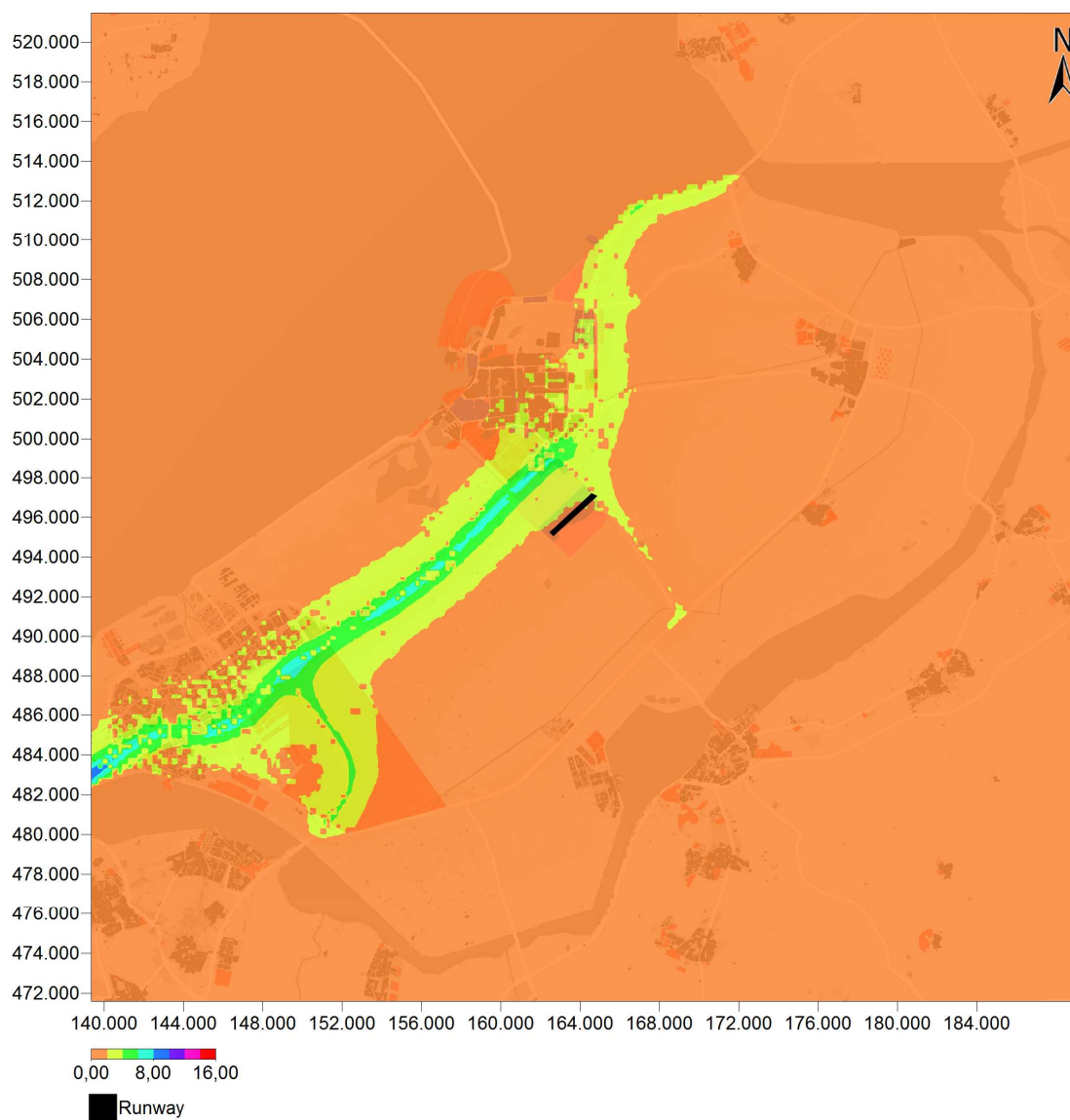
Figuur 40 Stikstofdepositie [mol/ha/jaar] van alleen het wegverkeer voor de autonome ontwikkeling 2025.



Figuur 41 Stikstofdepositie [mol/ha/jaar] van alleen het wegverkeer voor de voorgenomen activiteit 2020 (25k).



Figuur 42 Stikstofdepositie [mol/ha/jaar] van alleen het wegverkeer voor de voorgenomen activiteit 2025 (45k).



Figuur 43 Stikstofdepositie [mol/ha/jaar] van alleen het wegverkeer voor de voorgenomen activiteit 2025 (45k) inclusief 3^e aansluiting op snelweg A6.