

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven

MER luchthaven Eindhoven 2012

Opdrachtgever
Ministerie van Defensie

NLR-CR-2013-044 - Juni 2013



Copyright A. B. Dolderman

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

Anthony Fokkerweg 2

1059 CM Amsterdam

Nederland

Tel 088 511 31 13

www.nlr.nl



Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven

MER luchthaven Eindhoven 2012

A. Hoolhorst, E. Kokmeijer¹ en J.J. Erbrink¹

¹ DNVKEMA




Opdrachtgever
Ministerie van Defensie

Juni 2013

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de eigenaar.

Opdrachtgever Ministerie van Defensie
Contractnummer Werkopdracht 235.12.0015.02 (NLR-projectnr. 1072103)
Eigenaar Ministerie van Defensie
NLR Divisie Air Transport
Verspreiding Beperkt
Rubricering titel Ongerubriceerd
Datum Juni 2013

Goedgekeurd door:

Auteur A. Hoolhorst 	Reviewer H. Zmarrou 	Beherende afdeling ATEP 
Datum 11-6-13	Datum 11-06-2013	Datum 21-06-'13

Samenvatting

Ten behoeve van het milieueffectrapport voor de (militaire) luchthaven Eindhoven hebben het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium en KEMA in opdracht van de Directie Ruimte, Milieu en Vastgoedbeleid van het ministerie van Defensie een luchtkwaliteit onderzoek uitgevoerd. Dit rapport behandelt de uitgangspunten, invoergegevens, rekenmethodieken en presenteert de resultaten van dat onderzoek.

Luchtkwaliteit wordt bepaald door de concentraties op leefniveau (immissies) van stoffen in de atmosfeer die de gezondheid en het milieu negatief kunnen beïnvloeden. Deze concentraties zijn de som van achtergrondconcentraties en de bijdragen aan de concentraties door emissies van bronnen op en nabij de luchthaven Eindhoven. Met emissies worden hierbij de hoeveelheden luchtverontreinigende stoffen bedoeld die door de emissiebronnen naar de lucht worden uitgestoten.

Het luchtkwaliteitonderzoek is uitgevoerd met als doel:

- Het in beeld brengen van vier situaties met betrekking tot de luchtkwaliteit en geur van de luchthaven Eindhoven en deze af te zetten tegen de geldende wettelijke eisen ingevolge Titel 5.2 van de Wet milieubeheer en de (provinciale) norm voor geur. Deze situaties worden in dit rapport aangeduid als scenario's A, B, C en D. Scenario A is hierbij de referentiesituatie en betreft de Voorlopige voorziening Raad van State 2009. Scenario B (Aanwijzingsbesluit 2007) wordt in beeld gebracht, maar zal niet worden gerealiseerd. Scenario's C en D betreffen de voorgenomen activiteit. Hierbij betreft scenario C de eerste tranche van de voorgenomen activiteit en scenario D de tweede tranche van de voorgenomen activiteit;
- Het in beeld brengen van het effect van de realisatie van de plansituaties (scenario's C en D) ten opzichte van de bestaande situatie (scenario A) met betrekking tot de luchtkwaliteit en geur. Daarnaast wordt ook het verschil in effect op de luchtkwaliteit en geur van scenario B ten opzichte van scenario A in beeld gebracht.

Het luchtonderzoek is uitgevoerd voor het studiegebied omvattende de luchthaven Eindhoven en omgeving (10 x 10 km). Dit gebied is zó gekozen dat het hele plangebied hier binnen valt en dat alle effecten van de luchtvaart vanaf de luchthaven Eindhoven op de luchtkwaliteit daar ruim binnen vallen. Naast de luchtvaartemissies zijn ook de relevante emissies van het wegverkeer en de grondgebonden bronnen op de luchthaven in de berekeningen meegenomen. De stoffen NO₂, PM₁₀ en geur (VOS) zijn berekend voor het jaar 2014. Voor NO₂, PM₁₀ en PM_{2.5} is daarnaast 2024

doorgerekend. Voor NO₂ en PM_{2,5} is tevens het jaar 2015 doorgerekend omdat in dat jaar de grenswaarde van kracht wordt.

Op basis van de resultaten van de berekeningen is het volgende geconstateerd:

- De jaargemiddelde concentratie van NO₂, PM₁₀ en PM_{2,5} wordt in belangrijke mate bepaald door de gegeven achtergrondconcentratie (GCN). Alleen lokaal, vlak langs snelwegen, is de bijdrage van NO₂ door het wegverkeer groot (tot 60% van de totale concentratie). De bijdrage van de luchtvaart aan de jaargemiddelde concentratie is op deze locatie langs de snelweg laag (maximaal 0,3 µg/m³ in scenario D). Voor PM₁₀ is de relatieve bijdrage van het wegverkeer vlak langs de snelweg maximaal 18% van de totale concentratie terwijl de bijdrage van de luchtvaart te verwaarlozen is (<<0,1 µg/m³)
- De bijdrage van de luchtvaart aan de concentraties op leefniveau is het hoogst ter plaatse van het platform voor de burgerluchtvaart. De maximale bijdrage van alle luchtvaartbronnen (inclusief verkeer op de basis en grondbronnen) neemt door de planrealisatie toe van 4,0 µg/m³ (scenario A) tot 5,8 µg/m³ in scenario C en tot 6,1 µg/m³ in scenario D voor de jaargemiddelde concentratie NO₂. De jaargemiddelde concentratie PM₁₀ (concentraties op het platform) nemen toe van 0,8 µg/m³ (scenario A) tot 2,3 µg/m³ in scenario C en tot 3,3 µg/m³ in scenario D.
- Voor de stoffen PM₁₀ en PM_{2,5} geldt dat in geen van de doorgerekende scenario's en jaren overschrijdingen van de grenswaarden zoals genoemd in de Wet milieubeheer zijn berekend. Dit geldt eveneens voor NO₂ voor de doorgerekende scenario's in 2014 en 2024. Doordat de geprognosticeerde achtergrond en de emissiefactoren van het wegverkeer van 2014 naar 2024 gestaag afnemen, nemen ook de jaargemiddelde concentratieniveaus in de tijd af.
- Voor NO₂ wordt voor het jaar 2015 op een beperkt aantal plaatsen op 10 m langs de A2 een jaargemiddelde concentratie berekend van meer dan 40 µg/m³. Op grond van het toepasbaarheidsbeginsel dan wel blootstellingscriterium betreft het hier nergens overschrijdingen in de zin van de Wet milieubeheer.
- Het aantal overschrijdingen van de *uurgemiddelde grenswaarde* voor NO₂ blijft in alle jaren en scenario's onder het toegestane aantal van 18.
- De *geurconcentratie* is eveneens het hoogst op het platform van het civiele deel van het luchtvaartterrein. Ter plaatse van de dichtstbijzijnde woning is de geurconcentratie voor alle scenario's minder dan 1 ouE/m³ (98 percentiel).
- Van de scenario's C en D bestaan verschillende *varianten*. De varianten verschillen onderling in vertrekroutes en naderingsprocedure. Behoudens een enkele uitzondering treedt dit verschil tussen de varianten op vanaf vlieghoogtes boven de 100 meter. Zowel voor scenario C als voor scenario D is slechts één variant doorgerekend. Juist deze varianten zijn doorgerekend omdat in deze varianten routes over het meest nabije Natura 2000 lopen. Uit de berekeningsresultaten blijkt dat het deel dat de vliegtuigen boven 100 m bijdragen (maximaal 0,03 µg/m³) aan de luchtkwaliteit slechts 1% bedraagt van de totale bijdrage van

de vliegtuigen. Het wijzigen van de routes op hoogte zal dan ook geen significant effect hebben op de luchtkwaliteit op leefniveau en zeker niet leiden tot overschrijding van welke norm dan ook. Daarmee hebben de verschillende varianten van de scenario's geen significant verschil in effect op de luchtkwaliteit.

- De *stikstofdepositie* neemt als gevolg van de planrealisatie toe in de omliggende Natura 2000 gebieden. De toename ten opzichte van scenario A in het dichtstbijzijnde gebied Kempenland-West door realisatie van scenario B bedraagt 0,1 mol/ha/jaar, door scenario C 0,5 mol/ha/jaar en door scenario D 0,6 mol/ha/jaar. In de beschouwde gebieden is de bestaande achtergronddepositie meer dan 1000 mol/ha/jaar hetgeen hoger is dan de kritische depositie in de betreffende gebieden. In deze situatie hanteert de provincie Noord-Brabant een maximaal toelaatbare toename van de depositie van 0,051 mol/ha/jaar.
- De hoogste toename van *zwaveldepositie* wordt berekend in het nabijgelegen gebied Kempenland-West: 0,2 mol/ha voor scenario D (ten opzichte van scenario A). Voor zwavel depositie bestaat er geen vigerende norm.

Deze pagina is opzettelijk blanco.

Inhoud

Samenvatting	3
Inhoud	7
Afkortingen	9
1 Inleiding	11
2 Vliegverkeer	15
2.1 Vliegverkeer alternatieven	15
2.2 Vliegverkeer emissies	15
3 Opzet van het luchtkwaliteitsmodel	18
4 Wettelijk kader en grenswaarden	21
5 Resultaten en evaluatie luchtkwaliteit	27
5.1 Luchtkwaliteit	27
5.1.1 Berekende concentraties in het studiegebied	27
5.1.2 Toetsing van de concentraties aan de grenswaarden	32
5.1.3 Effect van de scenario's B, C en D ten opzichte van scenario A op de luchtkwaliteit	40
5.1.4 Toetsing overige stoffen	46
5.2 Route varianten van scenario's	48
5.3 Depositie	49
6 Conclusies	54
Referenties	56
Appendix A Vliegverkeer emissieberekening met NLR LEAS-iT	57
Appendix B Immissieberekening met het verspreidingsmodel KEMA STACKS	62

Appendix C	STACKS ten behoeve van vliegverkeer – modellering bijdrage luchtvaart	66
Appendix D	Wegverkeersbronnen	75
Appendix E	Overige niet luchtvaart gebonden bronnen	80
Appendix F	Overige toegepaste invoergegevens	83
Appendix G	Countourplots	85
Appendix H	Resultaten depositie	103

Afkortingen

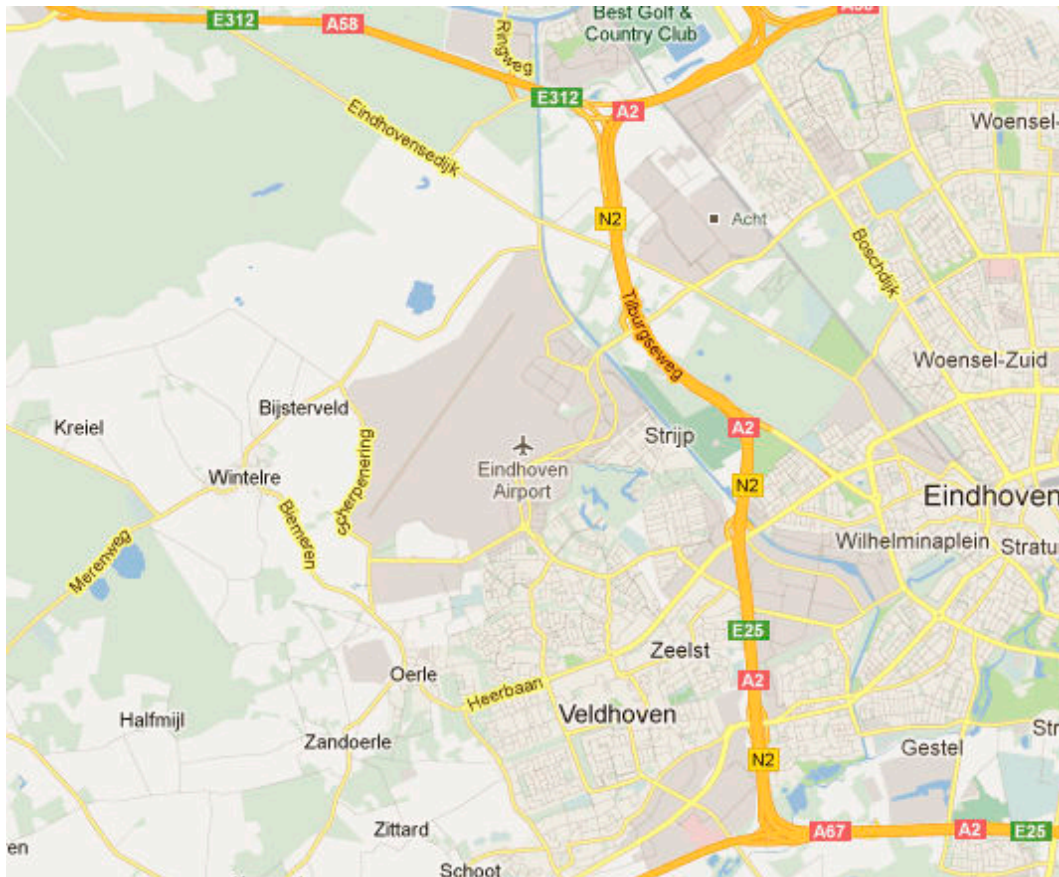
Acronym	Omschrijving
AMvB	Algemene Maatregel van Bestuur
APU	Auxiliary Power Unit
Blk	Besluit Luchtkwaliteit 2005
CAR	Calculation of Air Pollution from Road traffic
CO	Koolstofmonoxide
CO ₂	Koolstofdioxide
GCN	Grootschalige Concentraties in Nederland
GDN	Grootschalige Depositie Nederland
GPU	Ground Power Unit
H ₂ O	Water
HC	Onverbrande koolwaterstoffen
ICAO	International Civil Aviation Organization
I&M	Ministerie Infrastructuur en Milieu
LEAS-iT	Local aviation Emissions in Airport Scenarios-inventory Tool
LTO	Landing and TakeOff
m.e.r.	Milieueffectrapportage
MER	Milieueffectrapport
Mvt	Motorvoertuig
NeR	Nederlandse Emissie Richtlijn
NLR	Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
NNM	Nieuw Nationaal Model
NO	Stikstofmonoxide
NO ₂	Stikstofdioxide
NO _x	Stikstofoxiden
NSL	Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit
PAK	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
Pb	Lood
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
PM ₁₀	Fijn stof (particulate matter), deeltjes kleiner dan 10 µm
PM _{2,5}	Fijn stof (particulate matter), deeltjes kleiner dan 2.5 µm
RBL	Regeling beoordeling luchtkwaliteit
RDC	Rijksdriehoekcoördinaten
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RMI	Regeling Milieu-informatie luchthaven Schiphol
SMT	Structuurschema Militaire Terreinen
SN	Smoke Number
SO ₂	Zwavel dioxide

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven

STACKS	Short Term Air-pollutant Concentrations KEMA-modelling System
VOS	Vluchtige organische stoffen
V&W	Voormalig Ministerie van Verkeer en Waterstaat
VROM	Voormalig Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
WM	Wet milieubeheer

1 Inleiding

De luchthaven Eindhoven is een aangewezen militair luchtvaartterrein op basis van de luchtvaartwet. De luchthaven Eindhoven is gelegen ten westen van Eindhoven in Noord-Brabant (zie figuur 1).



Figuur 1 Ligging van de luchthaven Eindhoven ten opzichte van Eindhoven en het hoofdwegennet

Op de luchthaven vindt naast militair gebruik civiel medegebruik plaats. Dit civiele medegebruik betreft commercieel verkeer, recreatieve vluchten en vliegverkeer met een algemeen maatschappelijk belang.

Het ministerie van Defensie heeft zich voorgenomen de aanwijzing van de luchthaven Eindhoven te vervangen door een luchthavenbesluit inclusief de definitieve vaststelling van de geluidszone rond de luchthaven op grond van de Wet luchtvaart. Hiervoor heeft het ministerie van Defensie het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de milieueffecten van het vliegverkeer op de luchthaven Eindhoven. Dit onderzoek omvat de bepaling van de geluidbelasting, de externe veiligheid en de luchtkwaliteit in de omgeving van

de luchthaven. Dit rapport behandelt de uitgangspunten en resultaten van het onderzoek naar de luchtkwaliteit rond de luchthaven. Subcontractor bij het luchtkwaliteit onderzoek was DNV KEMA. De onderzoeken naar geluidbelasting en externe veiligheid worden separaat gerapporteerd (Ref. 1 en Ref. 2). Voor de luchthaven Eindhoven zijn alternatieven en varianten samengesteld. De alternatieven worden ook scenario's genoemd. In dit rapport zijn de volgende scenario's uitgewerkt:

- Scenario A: referentiescenario volgens de Voorlopige voorziening Raad van State 2009
- Scenario B: conform het Aanwijzingsbesluit december 2007
- Scenario C: voorgenomen activiteit volgens de Eerste tranche 2015 zoals opgenomen in het Aldersadvies Eindhoven.
- Scenario D: voorgenomen activiteit volgens de Tweede tranche 2020 zoals opgenomen in het Aldersadvies Eindhoven.

In het geluidbelasting- en externe veiligheidsonderzoek worden meerdere varianten van scenario's C en D onderzocht. Dit betreft varianten in vertekroutes en naderingsprocedures. In het luchtkwaliteit onderzoek wordt voor elk van de scenario's C en D slechts één variant onderzocht. Het doorrekenen van alle varianten is niet nodig, omdat de verschillen tussen de varianten van een scenario voor luchtkwaliteit verwaarloosbaar zijn (zie paragraaf 5.2).

Luchtkwaliteit wordt bepaald door de concentraties op leefniveau (immissies) van stoffen in de atmosfeer die de gezondheid en het milieu negatief kunnen beïnvloeden. Deze concentraties zijn de som van achtergrondconcentraties en de bijdragen aan de concentraties door emissies van bronnen op en nabij de luchthaven Eindhoven. Met emissies worden hierbij de hoeveelheden stoffen bedoeld die door de emissiebronnen naar de lucht worden uitgestoten.

De gegevens over aantal en soort vliegtuigbewegingen van militaire luchtvaartuigen zijn militair gerubriceerd. Deze gegevens worden beschreven in een gerubriceerd rapport (Ref. 3).

Doelstelling

Het luchtkwaliteit onderzoek wordt uitgevoerd met als doel:

- Het in beeld brengen van scenario's A, B, C en D voor de toetsjaren 2014, 2015 en 2024 met betrekking tot de luchtkwaliteit en geur van de luchthaven Eindhoven en af te zetten tegen de geldende wettelijke eisen ingevolge Titel 5.2 van de Wet milieubeheer en de provinciale norm voor geur;
- Het in beeld brengen van het effect van de realisatie van scenario's B, C en D ten opzichte van scenario A met betrekking tot de luchtkwaliteit en geur.

De toetsjaren 2014, 2015 en 2024 zijn (conform de Handreiking rekenen aan luchtkwaliteit, Ref. 4) gekozen om de volgende redenen:

- 2014: gepland jaar van vaststelling van het luchthavenbesluit
- 2015: jaar waarin normstelling voor de stoffen NO₂ en PM_{2,5} wijzigt
- 2024: tien jaar na het jaar waarin het luchthavenbesluit wordt genomen

De effecten op de luchtkwaliteit worden berekend voor de stoffen geur (op basis van VOS), PM₁₀, PM_{2.5} en NO₂. Geur is daarbij een bijzondere stof omdat er geen landelijke norm voor geur is en de normering steeds gericht is op de impact van een inrichting. Voor geur wordt dan ook niet met een bestaande achtergrond gerekend zodat het niet nodig is verschillende jaren door te rekenen. Voor de stoffen benzeen, CO, lood, NO_x, PAK en SO₂ wordt een kwalitatieve beschouwing van de te verwachten maximale concentratie gegeven.

Naast de luchtkwaliteit rondom de luchthaven wordt ook de stikstofdepositie (NO_x) en zwaveldepositie (SO₂) in omliggende Natura 2000 gebieden ten gevolge van de luchthaven beschouwd.

Aanpak

Om de in de doelstelling gegeven vragen te kunnen beantwoorden zijn de volgende stappen doorlopen:

- Vaststellen van de uitgangspunten. Deze betreffen de bepaling van:
 - alle relevante, en daarom in de modellering meegenomen, emissiebronnen: vliegtuigen, de wegen inclusief de omgevingsparameters en overige grondbronnen op het luchtvaartterrein;
 - de vliegverkeer emissies. Deze zijn berekend met het NLR model LEAS-iT (Local Aviation Emissions in Airport Scenarios - inventory Tool);
 - de omvang van de relevante wegverkeersstromen en emissies van de overige bronnen.
- Modellering van alle bronnen: op basis van de uitgangspunten zijn de invoerbestanden voor het uitvoeren van de verspreidingsberekeningen gemaakt.
- Uitvoeren van verspreidingsberekeningen van de stoffen NO₂, PM₁₀, PM_{2,5} en geur. NO₂ is berekend voor de jaren 2014, 2015 en 2024, PM₁₀ voor de jaren 2014 en 2024, PM_{2.5} voor de jaren 2015 en 2024 en geur voor het jaar 2014.
- Voor de berekeningen is het KEMA STACKS (versie 2012.2) model ingezet (zie Appendix B en Appendix C voor een beknopte beschrijving van het model). De bijdrage van de wegen is doorgerekend in Geomilieu versie 12.3. Geomilieu rekt met hetzelfde rekenhart als KEMA STACKS maar is meer geschikt voor het doorrekenen van grote wegenmodellen. Geomilieu is echter niet geschikt voor het doorrekenen van luchtvaart. Om te waarborgen dat er representatief onderzoek gedaan wordt, wordt er altijd meerjarige

meteorologie gebruikt bij de berekeningen. Dit is conform de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit (RBL).

- Evaluatie en visualisatie van berekeningsresultaten. Berekeningsresultaten zijn gepresenteerd in de vorm van tabellen en contourplots van het gebied, zodat de ruimtelijke verdeling van de concentraties goed zichtbaar wordt.

Leeswijzer

De opbouw van dit rapport is als volgt. Hoofdstuk 2 beschrijft de vliegverkeer scenario's en de totale emissies van de scenario's. Hoofdstuk 3 levert een beschrijving van de luchtkwaliteit berekeningen waaronder het emissie-model voor de luchtkwaliteit en het rekengebied met receptorpunten. Rekenmethodiek en invoer worden in meer detail uitgewerkt in de Appendices. Hoofdstuk 4 beschrijft het toetsingskader voor de luchtkwaliteit. In Hoofdstuk 5 worden de resultaten van de luchtkwaliteitberekeningen gepresenteerd. Dit betreft het resultaat van de toetsing, de berekende maximum concentraties (in het toetsingsgebied en op de grens van het luchtvaartterrein) en contourplots van de concentraties. Hoofdstuk 6 rondt het rapport af met de conclusies van het onderzoek.

Appendix A beschrijft de berekening van de emissies van het vliegverkeer met het NLR rekenprogramma LEAS-iT. Appendices B en C bespreken de berekening van de luchtkwaliteit. Appendix B beschrijft KEMA STACKS, het rekenprogramma waarmee de immissies zijn berekend. Appendix C gaat dieper in op de berekening van de bijdrage van de luchtvaart in STACKS. Appendices D en E beschrijven de verschillende niet-luchtvaart emissiebronnen. Appendix D gaat in op de berekening van de emissies van het wegverkeer en Appendix E op de grondgebonden emissiebronnen. Appendix F geeft informatie over de overige invoergegevens voor het KEMA STACK programma. Ten slotte presenteert Appendix G de berekende luchtkwaliteit contourplots.

2 Vliegverkeer

2.1 Vliegverkeer alternatieven

In dit rapport is het effect op de luchtkwaliteit uitgewerkt voor vier alternatieven, aangeduid als scenario's A, B, C en D. Zoals in de inleiding aangegeven, is scenario A het referentiescenario volgens de Voorlopige voorziening Raad van State. Scenario B is het Aanwijzingsbesluit van december 2007. Planscenario's C en D vertegenwoordigen de luchthavengebruiksvisies voor de korte en middellange termijn, de Voorgenomen Activiteit volgens de Eerste tranche 2015 respectievelijk de Tweede tranche 2020. Het verschil tussen alternatief C en alternatief D ligt alleen in de verkeerssamenstelling (het aantal vliegtuigbewegingen en de vliegtuigtypen) van het burgervliegverkeer. Het militaire vliegverkeer is voor beide alternatieven gelijk.

Een gedetailleerde beschrijving van de alternatieven en varianten is opgenomen in het rapport van het onderzoek voor geluidbelasting (Ref 1).

Van scenario's C en D bestaan een aantal varianten. De varianten verschillen onderling in vertrekroutes en naderingsprocedures. Een overzicht van de varianten C1 t/m C8, D1 t/m D8 is gegeven in referentie 1. In het luchtkwaliteit onderzoek zijn alleen de varianten C7 en D7 onderzocht. Deze twee varianten zijn gekozen omdat juist in deze varianten het vliegverkeer ook een vertekroute volgt die direct over het meest nabijgelegen Natura 2000 gebied loopt. In hoofdstuk 5.2 wordt aangetoond dat het verschil voor de luchtkwaliteit tussen enerzijds variant C7 en anderzijds varianten C1 t/m C6 en C8, en het verschil tussen enerzijds variant D7 en anderzijds varianten D1 t/m D6 en D8, niet significant is.

2.2 Vliegverkeer emissies

De emissies van het vliegverkeer bestaan uit de emissies behorend bij:

- de taxi fase van de vliegtuigbewegingen
- de vluchtfase van de vliegtuigbewegingen
- het proefdraaien
- het gebruik van vliegtuig APU's (Auxiliary Power Units)
- het tanken van de vliegtuigen

De emissies van het vliegverkeer in zowel de vluchtfase als de taxi fase zijn gebaseerd op de vliegbewegingen afkomstig uit het geluidbelastingsonderzoek. Deze emissies zijn berekend met het NLR model LEAS-iT (Local aviation Emissions in Airport Scenarios-inventory Tool). De invoergegevens, rekenmethodiek en uitvoer van dit model zijn beschreven in Appendix A.

De emissies van het proefdraaien van de militaire vliegtuigen zijn gebaseerd op ervaringscijfers van Defensie over draaitijden en kerosineverbruik van met name DC-10 en C-130 vliegtuigen. Uit gegevens van Eindhoven Airport blijkt dat er met civiele vliegtuigen momenteel nog relatief weinig wordt proefgedraaid, maar dat dit mogelijk in de toekomst toeneemt tot maximaal 6 maal per week, waarbij in een proefdraaibeurt gemiddeld 400 kg brandstof wordt verbruikt.

De emissies van de APU's zijn voor de militaire vliegtuigen gebaseerd op ervaringscijfers van Defensie voor APU draaitijden en kerosineverbruik. Hierbij zijn APU's kleine hulpmotoren die onder andere kunnen worden gebruikt voor elektriciteitsopwekking aan boord van de toestellen. Voor het civiele verkeer is uitgegaan van het vliegverkeer afkomstig van het geluidbelastingsonderzoek waarbij conform opgave van Eindhoven Airport is aangenomen dat de APU in 25% van de afhandelingen wordt gebruikt. De gebruikte APU emissiekentallen zijn afkomstig uit de Regeling Milieu-informatie luchthaven Schiphol (RMI). In die gevallen waarbij geen emissie informatie beschikbaar was over het type APU dat daadwerkelijk op de vliegtuigen aanwezig was, is gekozen voor een vergelijkbare APU waarvan de gegevens wel bekend waren.

De VOS emissies van het tanken van vliegtuigen zijn gebaseerd op opgaves van Defensie en Eindhoven Airport over totale hoeveelheden getankte brandstof, waarbij geschaald is op basis van het aantal vliegtuigbewegingen. De emissies ten gevolge van het tanken van de vliegtuigen zijn overigens beperkt door o.a. het gebruik van zogenaamde gesloten pompsystemen, waarbij er tijdens de overslag van de brandstof weinig ventilatie naar de buitenlucht is.

De totale emissies per jaar van het vliegverkeer door het gebruik van motoren zijn gegeven in tabel 1.

Tabel 1 Totale emissies per jaar van de luchtvaart in de scenario's A, B, C en D (vliegtuig hoofdmotor tijdens taxiën/vluchtdeel in rekengebied en proefdraaien, APU gebruik)

Stof	Scenario A		Scenario B		Scenario C		Scenario D	
	Taxiën/vlucht	Proef-draaien, APU	Taxiën/vlucht	Proef-draaien, APU	Taxiën/vlucht	Proef-draaien, APU	Taxiën/vlucht	Proef-draaien, APU
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
NO _x	84848	2437	112315	2942	153293	4050	166547	4849
PM ₁₀	4262	38	5842	41	5170	69	6425	85
VOS	23702	331	28572	349	30032	873	30989	1247
CO	110118	1643	173927	1797	153103	4968	176119	6947
SO ₂	5777		7189		9022		10214	
PAK	56		67		70		73	
Benzeen	456		546		580		597	
Lood	12		30		13		14	
CO ₂	21451249		26691323		33533565		37966385	

Van bovenstaande tabel zijn alleen de vliegtuigemissies van de stoffen NO_x, PM₁₀ en VOS (geur) gebruikt in de immissieberekeningen (zie paragraaf 5.1).

De emissies van de taxi- en vluchtfasen vinden plaats op de luchthaven en langs de vliegpaden van de vliegtuigen (Appendix A).

De emissies van het proefdraaien, de APU's en de brandstofoverslag vinden in de modellering plaats op de volgende locaties (x en y coördinaten in rijkdriehoekcoördinaten):

Militair verkeer: APU en brandstofoverslag (x, y) = (154732, 384795)

Militair verkeer: Proefdraaien (x, y) = (154060, 385035)

Eindhoven Airport: APU, brandstofoverslag en proefdraaien (x, y) = (155125, 385400)

Aeroclub: Brandstofoverslag (x, y) = (154315, 385335)

De-icing/anti-icing:

Op zowel het militaire als civiele deel van de luchthaven vindt op de platformen anti-icing en de-icing van de vliegtuigen plaats met glycol houdende vloeistoffen. Ter bestrijding van de gladheid van de platformen wordt kaliumacetaat gebruikt. De platformen hebben een vloeistofwerende vloer. De vloeistoffen afkomstig van de platforms worden via goten naast de platforms afgevoerd naar olieafscidders.

3 Opzet van het luchtkwaliteitsmodel

Dit hoofdstuk beschrijft de opzet van het opgestelde emissie-model voor de luchtkwaliteit. Het emissie-model bevat alle gegevens van de gemodelleerde emissiebronnen en wordt vervolgens doorgerekend met het rekenmodel (KEMA-STACKS). Met het rekenmodel wordt berekend hoe de gemodelleerde emissies bijdragen aan de concentraties op leefniveau.

Het luchtkwaliteit onderzoek is uitgevoerd voor de vier in hoofdstuk 2 beschreven scenario's A, B, C en D. In het onderzoek zijn de concentraties van stoffen in de lucht uitgerekend, waarbij naast de achtergrondconcentraties van de verschillende stoffen in de atmosfeer ook de bijdragen van de emissies van afzonderlijke emissiebronnen zijn meegenomen. De betreffende bronnen zijn het vliegverkeer, het wegverkeer en de grondgebonden emissiebronnen op de luchthaven. Het verschil tussen de scenario's betreft een verschil in de emissies van zowel het vliegverkeer als het wegverkeer en de grondgebonden bronnen. De invoergegevens voor het luchtvaartverkeer en de wijze van berekening zijn gedetailleerd beschreven in hoofdstuk 2, Appendix A en Appendix C. Appendix D bespreekt het wegverkeer op en nabij de luchthaven. Appendix E beschrijft de grondgebonden bronnen op de luchthaven.

Naast de invoergegevens betreffende alle emissiebronnen, is er onafhankelijk van de voorgenomen plannen nog een aantal locatie specifieke modelparameters. Deze zijn gegeven in Appendix F. In deze Appendix zijn tevens de versies weergegeven van de achtergrondwaarden en emissiewaarden die zijn toegepast. Deze versies worden jaarlijks uitgegeven door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu en zijn wettelijk verplicht gesteld te gebruiken in deze luchtkwaliteit studies.

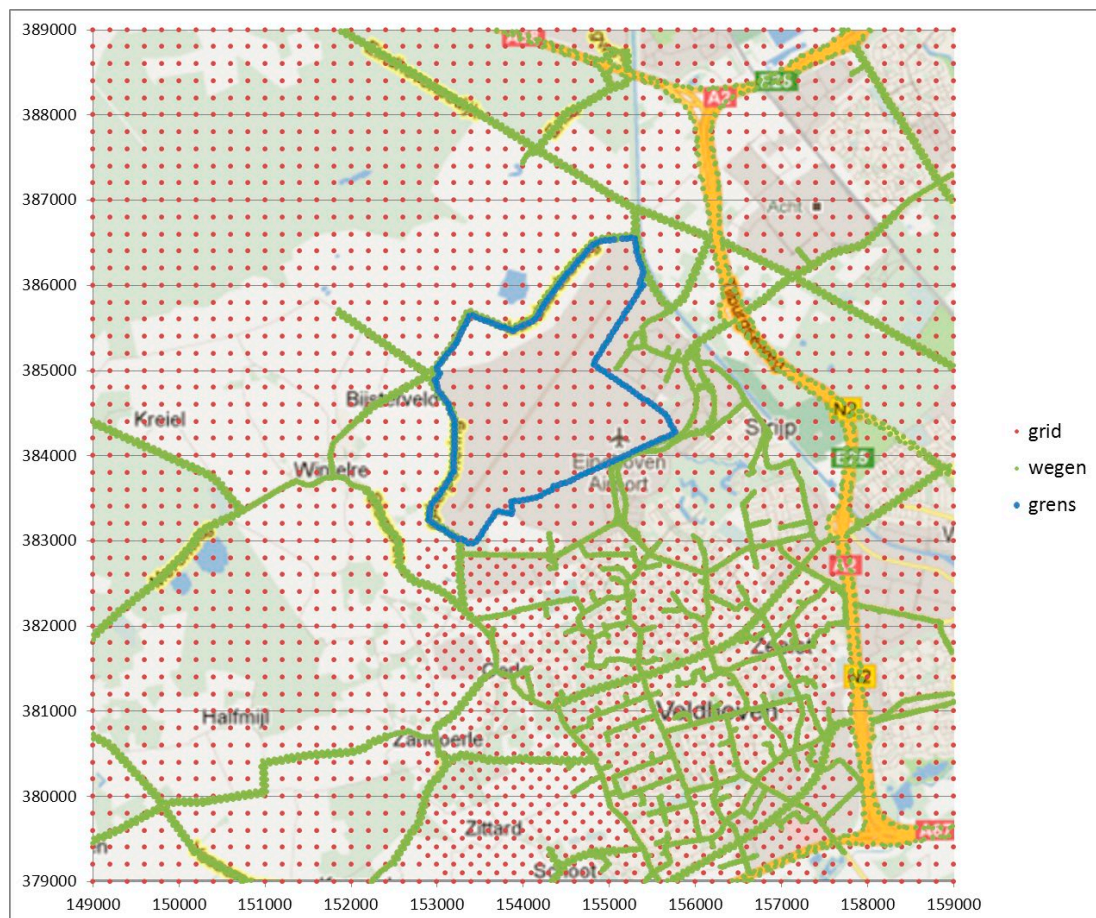
De berekeningen zijn uitgevoerd in vooraf bepaalde punten (receptorpunten). In het geval dat, zoals in deze studie, de resultaten worden gepresenteerd als contourplots worden de receptorpunten gelijk verdeeld over het plangebied en worden zogeheten gridberekeningen¹⁾ uitgevoerd. In deze studie zijn de berekeningen uitgevoerd aan een gebied van 10 x 10 km. Dit gebied is zó gekozen dat het hele plangebied hier binnen valt en dat alle effecten van de luchtvaart vanaf de luchthaven Eindhoven op de luchtkwaliteit daar ruim binnen vallen.

¹⁾ Dit zijn berekeningen van de verspreiding van de emissies in de atmosfeer vanuit de bronnen (de weggedeelten) naar receptorpunten die met elkaar een soort grid (rooster) vormen.

De receptorpunten waarvoor de berekeningen zijn uitgevoerd, bestaan uit de volgende series punten (zie figuur 2):

- Punten die op de toetsafstand van de wegrand liggen. Conform de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 zijn dit punten die op 10 m van de wegrand liggen. Voor de wegen die als canyon zijn gemodelleerd zijn de punten op de gevelrand gelegd (5.5 m van de wegrand).
- Punten die op 25 m van de wegrand van de snelweg liggen, deze punten zijn toegevoegd om de afname van de concentraties als functie van de afstand tot de wegrand goed in beeld te brengen
- Een raster met punten op een afstand van 250 m over het studiegebied van 10 x 10 km rond de luchthaven. In Veldhoven is dit grid verdicht voor een gedetailleerder beeld in de woonwijken (zie figuur 2)
- Punten op de grens van de inrichting van het militaire deel van de luchthaven Eindhoven.

Door de berekening op deze wijze uit te voeren wordt een zeer gedetailleerd beeld van de concentratieverdelingen in het plangebied verkregen.



Figuur 2 Overzicht van de doorgerekende punten (in rijksdriehoekskoördinaten) in het gebied van 10 x 10 km rond de luchthaven

Niet op alle receptorpunten hoeft te worden voldaan aan de luchtkwaliteitsnormen, ofwel niet alle receptorpunten zijn toetsingspunten. Op basis van het toepasbaarheidbeginsel (zie hoofdstuk 4) geldt dat een aantal van de bovengenoemde receptorpunten niet ligt in een toetsingsgebied omdat ze bijvoorbeeld op een kruising van twee wegen liggen of tussen op/afritten. Ook kan het zijn, bijvoorbeeld langs snelwegen, dat er een strook van meer dan 10 m niet toegankelijk is voor publiek. Wanneer na doorrekening blijkt dat er overschrijdingspunten zijn zal worden nagegaan in hoeverre deze in het toetsingsgebied liggen.

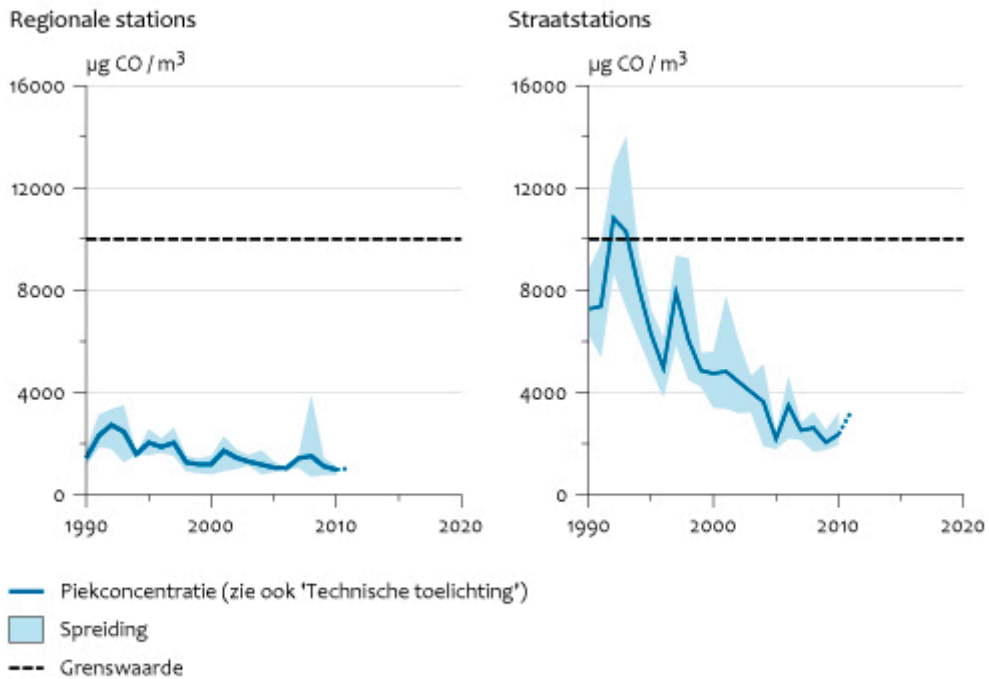
4 Wettelijk kader en grenswaarden

Milieubeheer

Het luchtkwaliteitsonderzoek is uitgevoerd in het kader van de Wet milieubeheer. Sinds 15 november 2007 zijn de belangrijkste bepalingen over luchtkwaliteitseisen opgenomen in de Wet milieubeheer (hoofdstuk 5, titel 5.2 Wm). Hiermee is het Besluit luchtkwaliteit 2005 (Blk 2005) vervallen. Omdat titel 5.2 handelt over luchtkwaliteit staat deze ook wel bekend als de 'Wet luchtkwaliteit'. Specifieke onderdelen van de wet zijn uitgewerkt in AMvB's en ministeriële regelingen. De belangrijkste regeling met betrekking tot het uitvoeren van een luchtkwaliteitsonderzoek betreft de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (RBL: Regeling van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 8 november 2007, nr. LMV 2007.109578, houdende regels met betrekking tot het beoordelen van de luchtkwaliteit).

In het kader van de Wet milieubeheer kunnen met name de stikstofdioxide (NO₂) en fijn stof (PM₁₀) concentratie problematisch zijn. Van de overige stoffen zoals CO en benzeen is bekend dat deze de gestelde grenswaarden in recente jaren (vrijwel) nooit overschrijden, zoals blijkt uit de jaarlijkse rapportages vanuit het Landelijk Meetnet Luchtverontreiniging van RIVM. Trendanalyse over de afgelopen 20 jaar laat voor deze stoffen een daling zien (zie bijvoorbeeld figuur 3). Op basis van deze historische gegevens, kan aangenomen worden dat er voor deze stoffen geen overschrijdingen optreden en is het niet nodig om voor deze stoffen een berekening uit te voeren. Wel is in 5.1.4 op basis van de totale emissies een inschatting gemaakt van de maximale bijdrage van de luchtvaart ter bevestiging dat er inderdaad geen overschrijdingen zullen plaatsvinden.

Concentratie koolmonoxide in lucht



Bron: RIVM, 2012.

PBL/mrt12/0465
www.compendiumvoordeleefomgeving.nl

Figuur 3 Trend in de jaargemiddelde concentratie CO in Nederland over de periode 1990 – 2011 (Ref 5)

In deze studie is getoetst aan NO₂, PM₁₀ en PM_{2.5} grenswaarden volgens de Wet Milieubeheer. Daarnaast is ook voor geur een berekening uitgevoerd. De normen waaraan getoetst is, zijn gegeven in tabel 2. Voor geur is geen landelijke norm, er zijn wel provinciale normen.

In 2009 heeft de Europese Commissie ingestemd met het Nederlandse verzoek tot uitstel voor het voldoen aan de luchtkwaliteitsnormen (derogatie). Daarmee geeft de Commissie aan vertrouwen te hebben in de Nederlandse aanpak en in het Nationaal Samenwerkingsprogramma luchtkwaliteit (NSL). Als gevolg van de derogatie is de datum waarop de grenswaarde voor de jaargemiddelde concentratie voor stikstofdioxide (NO₂), zoals genoemd in tabel 2, voor Nederland van kracht wordt uitgesteld tot 1 januari 2015 (was 2010). Tot 1 januari 2015 geldt een tijdelijke grenswaarde voor NO₂ van 60 µg/m³.

Tabel 2 Te onderzoeken stoffen en grenswaarden volgens de Wet milieubeheer

stof	uurgemiddelde	24 uurgemiddelde	jaargemiddelde
stikstofdioxide (NO ₂)	200 µg/m ³ (mag max. 18x per jaar worden overschreden)		60 µg/m ³ (tot 2015)* 40 µg/m ³ (m.i.v. 2015)
zwevende deeltjes (PM ₁₀)		50 µg/m ³ (mag max. 35x per jaar worden overschreden)	40 µg/m ³
zwevende deeltjes (PM _{2,5})			25 µg/m ³ (m.i.v. 2015) 20 µg/m ³ (m.i.v. 2020)**

* tijdelijke waarde

** indicatieve waarde

Regeling Beoordeling luchtkwaliteit (RBL)

De criteria voor en eisen aan berekeningen en modellen zijn vastgelegd in de Regeling 'Beoordeling luchtkwaliteit 2007'. De Handreiking Rekenen aan Luchtkwaliteit (actualisatie 2011) geeft uitleg en voorbeelden bij metingen en berekeningen. In de RBL staat onder andere beschreven op welke locaties en afstanden van de wegrand de luchtkwaliteit getoetst moet worden.

Toepasbaarheidsbeginsel en blootstellingscriterium

Sinds 18 december 2008 is het toepasbaarheidbeginsel in werking getreden (gepubliceerd in de Staatscourant 2008 nr. 2040 op 17 december 2008). De luchtkwaliteit wordt alleen nog beoordeeld op plaatsen waar significante blootstelling van mensen plaatsvindt. Het gaat om blootstelling gedurende een periode, die in vergelijking met de middelingstijd van de grenswaarde (jaar, etmaal, uur) significant is. Conform deze regeling hoeft op de volgende locaties niet langer het effect op de luchtkwaliteit te worden vastgesteld of te worden getoetst aan de luchtkwaliteitseisen (Ref. 6):

- locaties die zich bevinden in gebieden waartoe leden van het publiek geen toegang hebben en waar geen vaste bewoning is
- terreinen waarop een of meer inrichtingen zijn gelegen, waar bepalingen betreffende gezondheid en veiligheid op arbeidsplaatsen als bedoeld in artikel 5.6, tweede lid, van de wet (Wet milieubeheer), van toepassing zijn
- de rijbaan van wegen en de middenberm van wegen, tenzij voetgangers normaliter toegang tot de middenberm hebben.

Dit is een belangrijke aanvulling op de eerdere regelgeving: in gebieden, waar mensen zich fysiek niet kunnen of in juridische zin niet mogen ophouden, hoeft niet langer te worden getoetst.

Tegelijkertijd met het toepasbaarheidsbeginsel is het blootstellingscriterium dat al gold voor meetpunten ook van kracht geworden voor rekenpunten. Het blootstellingscriterium houdt in

“dat meet- en rekenpunten voor kwaliteitseisen ten behoeve van de bescherming van de menselijke gezondheid zich op een zodanige plaats dienen te bevinden dat gegevens worden verkregen over:

- de gebieden binnen zones en agglomeraties waar de hoogste concentraties voorkomen waaraan de bevolking rechtstreeks of onrechtstreeks kan worden blootgesteld gedurende een periode die in vergelijking met de middelingstijd van de grenswaarde significant is.
- de concentraties in andere gebieden binnen de zones van agglomeraties die representatief zijn voor de blootstelling van de bevolking als geheel.” (Ref. 6)

De uitwerking van het blootstellingscriterium is in de regeling in onderstaande tabel samengevat waarbij wordt opgemerkt dat de voorbeelden in de tabel "indicatief en algemeen geformuleerd zijn".

Tabel 3 Uitwerking blootstellingscriterium (Ref. 6)

middelingstijd	wel toetsen	i.h.a. niet toetsen
a. jaar	- alle locaties waar leden van het publiek regelmatig kunnen worden blootgesteld - bij de gevel van woningen en andere gebouwen voor wonen, scholen, ziekenhuizen etc.	- alle trottoirs (in tegenstelling tot locaties bij de gevel) en elke andere locatie waar blootstelling van het publiek naar verwachting van korte duur is - bij de gevel van gebouwen van inrichtingen waar Arbo voorzieningen van toepassing zijn en waar leden van het publiek gewoonlijk geen toegang hebben
b. etmaal	- alle locaties onder a - tuinen bij woningen en andere gebouwen bestemd voor wonen	-trottoirs (in tegenstelling tot locaties bij de gevel) en elke andere locatie waar blootstelling van het publiek naar verwachting van korte duur is
c. uur	- alle locaties genoemd onder b - trottoirs (bijv. in drukke winkelstraten) - die gedeelten van parkeerterreinen, stations voor openbaar vervoer e.d. die niet volledig zijn afgesloten en waar de wind vrije toegang heeft en waar het publiek naar redelijke verwachting een uur of langer verblijft - elke in de buitenlucht gelegen locatie waar het publiek naar redelijke verwachting een uur of langer verblijft	- trottoirs waar het publiek naar mag worden aangenomen geen regulier toegang heeft, zoals de middenberm van wegen

NSL

Het NSL maakt deel uit van de ‘Wet luchtkwaliteit’ (2007) en bevat een gebiedsgerichte aanpak van de luchtkwaliteit. Met het NSL laat de Nederlandse overheid aan de Europese Unie zien hoe zij de grenswaarden voor luchtkwaliteit gaat realiseren, gekoppeld aan de verlening van derogatie door de EU voor bepaalde stoffen (NO₂ en PM₁₀). De programma-aanpak zorgt voor een flexibele koppeling tussen ruimtelijke activiteiten en milieugevolgen. Het Rijk, provincies en gemeenten werken in het NSL samen om in gebieden waar de normen voor luchtkwaliteit niet

worden gehaald (overschrijdingsgebieden) de luchtkwaliteit te verbeteren. Het programma bevat te nemen maatregelen en effecten daarvan. Daarnaast zijn potentiële maatregelen genoemd in geval de geplande maatregelen niet het gewenste effect op de luchtkwaliteit hebben.

PM_{2,5}²⁾

De nieuwe richtlijn luchtkwaliteit (van 20 mei 2008) bevat grens- en streefwaarden voor PM_{2,5}. Tot 2015 geldt er geen grenswaarde voor PM_{2,5}. Vanaf 2015 is de grenswaarde voor de jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie 25 µg/m³. Vanaf 2020 is er een indicatieve waarde voor de jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie van 20 µg/m³.

Geur

In 1995 is de 'Herziene Nota Stankbeleid' goedgekeurd. Het nationale geurbeleid richt zich op het terugdringen van ernstige geurhinder zodat minder mensen deze geurhinder ervaren. Binnen deze kaders zijn geen wettelijke geurnormen vastgesteld. Wel wordt gebruik gemaakt van het zogenaamde ALARA (As Low As Reasonable Achievable) principe. Dit betekent dat er maatregelen dienen te worden genomen die volgens de huidige stand van de techniek praktisch uitvoerbaar zijn. In de 'Nederlandse Emissie Richtlijn' (NeR) worden de hierin gestelde uitgangspunten verder uitgewerkt. Voor een aantal branches is in bijzondere regelingen in de NeR een acceptabel hinderniveau vastgelegd in de vorm van een immissienorm voor geur. Voor de luchtvaart is dit niet het geval.

Lokale overheden kunnen zelf een acceptabel hinderniveau vaststellen. Zo kunnen zij rekening houden met alle relevante belangen die spelen bij het creëren van een duurzame leefomgeving. De provincie Noord-Brabant geeft verder invulling aan de regelgeving met de "Beleidsregel beoordeling geurhinder omgevingsvergunningen industriële bedrijven Noord-Brabant". De richt- en grenswaarden die in deze beleidsregel gegeven zijn staan in tabel 4.

²⁾ bron: www.milieuennatuurcompendium.nl

Tabel 4 Richt- en grenswaarden voor geurhinder uit de beleidsregel van de provincie Noord-Brabant voor zowel bestaande als nieuwe activiteiten

	98-percentiel		99,99-percentiel	
	Richtwaarde ouE(H)/m ³	Grenswaarde ouE(H)/m ³	Richtwaarde ouE(H)/m ³	Grenswaarde ouE(H)/m ³
	bestaande activiteit			
wonen	1,0	2,0	10	20
gemengd	2,0	4,0	20	40
overig	10	10	100	100
	nieuwe activiteit			
wonen	0,5	1,0	5,0	10
gemengd	1,0	2,0	10	20
overig	10	10	100	100

In die gevallen waar in de NeR geen acceptabel hinderniveau is vastgelegd en ook de lokale overheden geen invulling hebben gegeven wordt in het algemeen getoetst aan de volgende grenswaarden:

- 0,5 ouE/m³ als 98 percentiel ter plaatse van aaneengesloten woonbebouwing, lintbebouwing of andere geurgevoelige objecten;
- 1 ouE/m³ als 98-percentiel ter plaatse van verspreid liggende woonbebouwing en van woningen op industrieterreinen.

Bovengenoemde grenswaarden worden beschouwd als een strenge ondergrens. Toetsing vindt daarbij plaats bij gevoelige bestemmingen, in het algemeen woningen. Het gebruik van hogere grenswaarden moet worden onderbouwd met bijvoorbeeld hedonische metingen (daarbij wordt vastgesteld hoe hinderlijk de betreffende geur wordt ervaren). Vergelijking met de beleidsregel van Noord-Brabant laat zien dat deze algemene grenswaarden overeenkomen met de Noord-Brabantse richtwaarden voor nieuwe activiteiten.

Geurconcentraties worden in laboratoria volgens de NEN-EN 13725 gemeten in Europese odour units ofwel ouE/m³. Voor 2006 werd geur uitgedrukt in geureenheden. Tussen deze twee grootheden geldt een vaste verhouding: 1 ouE/m³ = 2 ge/m³ (ge=geureenheid). De eenheid 1 ge/m³ (98%) betekent dat de geurconcentratie 2 % van de tijd hoger is dan de geurdrempel (de concentratie waar 50% van de mensen de geur waarneemt).

De geuremissies zijn afgeleid uit de VOS emissies; Tabel F.1 in appendix F geeft aan op welke wijze dit is gebeurd.

5 Resultaten en evaluatie luchtkwaliteit

Dit hoofdstuk presenteert de resultaten van het luchtkwaliteitonderzoek. Paragraaf 5.1 beschrijft wat het effect op de luchtkwaliteit is als uitgaande van de referentiesituatie Scenario A één van de scenario's C of D wordt gerealiseerd. Ook het verschil in effect op de luchtkwaliteit van scenario B ten opzichte A wordt in beeld gebracht. Tevens worden de berekende concentraties en de resultaten van de toetsing aan de luchtkwaliteitsnormen gepresenteerd. Paragraaf 5.2 gaat in op de grootte van het verschil in luchtkwaliteit voor de varianten C1 t/m C6 en C8 ten opzichte van variant C7 en voor de varianten D1 t/m D6 en D8 ten opzichte van variant D7. Paragraaf 5.3 beschouwt de stikstof- en zwavel-depositie in omliggende Natura 2000 gebieden.

5.1 Luchtkwaliteit

Paragraaf 5.1.1 presenteert de concentraties welke zijn berekend met het STACKS rekenprogramma voor de stoffen NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ en voor geur. Paragraaf 5.1.2 presenteert de toetsingsresultaten en paragraaf 5.1.3 gaat verder in op het effect van de scenario's B, C en D ten opzichte van het referentiescenario A. Ten slotte geeft paragraaf 5.1.4 een luchtkwaliteitsbeschouwing voor de luchtverontreinigende stoffen SO_2 , NO_x , PAK, CO, lood en benzeen.

5.1.1 Berekende concentraties in het studiegebied

De tabellen 5 tot en met 7 geven een overzicht van de resultaten voor de doorgerekende punten (receptorpunten). In de tabellen is steeds de maximale waarde gegeven op de inrichtingsgrens van het militaire terrein en binnen het totale toetsingsgebied. Op het terrein van de militaire basis hoeft niet getoetst te worden aan de normen voor luchtkwaliteit. Dit deel van het terrein is daarom geen toetsingsgebied. Het civiele deel van de luchthaven kan niet bij voorbaat worden uitgesloten als toetsingsgebied omdat dit deel, in elk geval gedeeltelijk, toegankelijk is voor burgers. Op de grens van de militaire basis zijn extra rekenpunten gelegd omdat dit de grens van het toetsingsgebied is. Dit is gebruikelijk omdat in het geval dat zich binnen de inrichting (waar niet getoetst hoeft te worden) bronnen bevinden die leiden tot overschrijdingen van de grenswaarden, de maximale bijdrage aan de concentratie wordt berekend op de grens van die inrichting. Het civiele deel van de luchthaven is, in eerste instantie als toetsingsgebied beschouwd. In dit gebied ligt het raster aan rekenpunten alsmede de toetsingspunten langs de wegen. In de figuren is steeds de grens van het militaire deel van de inrichting weergegeven omdat dit de grens van het toetsingsgebied is.

In tabel 5 en 6 is te zien dat de maximale waarden voor geur (tabel 5) en de jaargemiddelde concentratie NO₂ (tabel 6) hoger liggen dan de aangegeven grenswaarde. In paragraaf 5.1.2 “Toetsing van de concentraties aan de grenswaarden” wordt hier uitgebreid op ingegaan.

Contourplots geven een goed beeld van de ruimtelijke verdeling van de concentraties weer. Voor een deel van de berekeningen zijn concentratie-contourplots gegeven in Appendix G. De verschillen tussen de scenario's zijn vooral voor PM₁₀ en PM_{2,5} zo gering dat deze niet in contourplots zichtbaar zijn. Voor deze stoffen zijn daarom niet van alle scenario's contourplots opgenomen. In de contourplots zijn de contouren berekend op basis van de resultaten op alle receptorpunten. De getallen op de contourlijnen geven de concentratie niveaus aan.

Voor de stoffen NO₂, PM₁₀ en PM_{2,5} geldt dat de maximale concentratie niet op de inrichtingsgrens maar elders in het studiegebied ligt namelijk langs de A2. Uit zowel de tabellen 5 t/m 7 als de contourplots in Appendix G is duidelijk te zien dat de achtergrondconcentratie (GCN) de belangrijkste bijdrage levert aan de concentratieniveaus. Vooral voor PM₁₀ en PM_{2,5} zijn de kilometer blokken waarvoor de GCN-waarden zijn gegeven zeer duidelijk herkenbaar. Voor NO₂ is de bijdrage van het wegverkeer aan de concentratie groter dan voor PM₁₀ en PM_{2,5} en zijn de wegen zeer duidelijk zichtbaar in de contourplots.

Tabel 5 Samenvatting van de resultaten van de gridberekeningen voor 2014. Voor elke doorgerkende stof zijn de maximale waarden gegeven op de inrichtingsgrens en binnen het totale toetsingsgebied (inclusief inrichtingsgrens van de militaire basis)

parameter		scenario	2014			
			A	B	C	D
NO₂ jaargemiddeld	eenh.	grensw.				
achtergrond	µg/m ³	60 ¹⁾	15,2-21,2			
maximum op de inrichtingsgrens	µg/m ³	60 ¹⁾	24,7	24,8	24,8	24,9
maximum toetsingsgebied	µg/m ³	60 ¹⁾	47,9	47,8	48,0	48,1
Overschrijdingen NO₂ uurgemiddeld (200 µg/m³)						
maximum aantal overschrijdingen		18	17	17	17	17
PM₁₀ jaargemiddeld						
achtergrond	µg/m ³	40	22,8-25,0			
maximum op de inrichtingsgrens	µg/m ³	40	25,3	25,3	25,3	25,4
maximum toetsingsgebied	µg/m ³	40	29,8	29,8	29,8	29,8
Overschrijdingen PM₁₀ 24-uurgemiddeld (50 µg/m³)						

parameter		scenario	2014			
			A	B	C	D
max. aantal overschrijdingsdagen in toetsingsgebied		35	25	25	25	25
Geur (alleen jaargemiddelde bronbijdragen)						
98 perc. maximum op de inrichtingsgrens	ouE/m ³	2-10 ²⁾	1,7	1,8	7,5	11,4
98 perc. maximum toetsingsgebied	ouE/m ³	2-10 ²⁾	2,7	2,8	11,0	16,4
99.99 perc. maximum op de inrichtingsgrens	ouE/m ³	20-100 ²⁾	14,1	13,4	48,3	83,1
99.99 perc. maximum toetsingsgebied	ouE/m ³	20-100 ²⁾	20,5	18,4	64,9	129,1

1. tijdelijke grenswaarde tot 1-1-2015
2. grenswaarde voor bestaande activiteiten is afhankelijk van de bestemming (wonen, gemengd, overige)

Tabel 6 Samenvatting van de resultaten van de gridberekeningen voor 2015. Voor elke doorgerekende stof zijn de maximale waarden gegeven op de inrichtingsgrens en binnen het totale toetsingsgebied (inclusief inrichtingsgrens van de militaire basis)

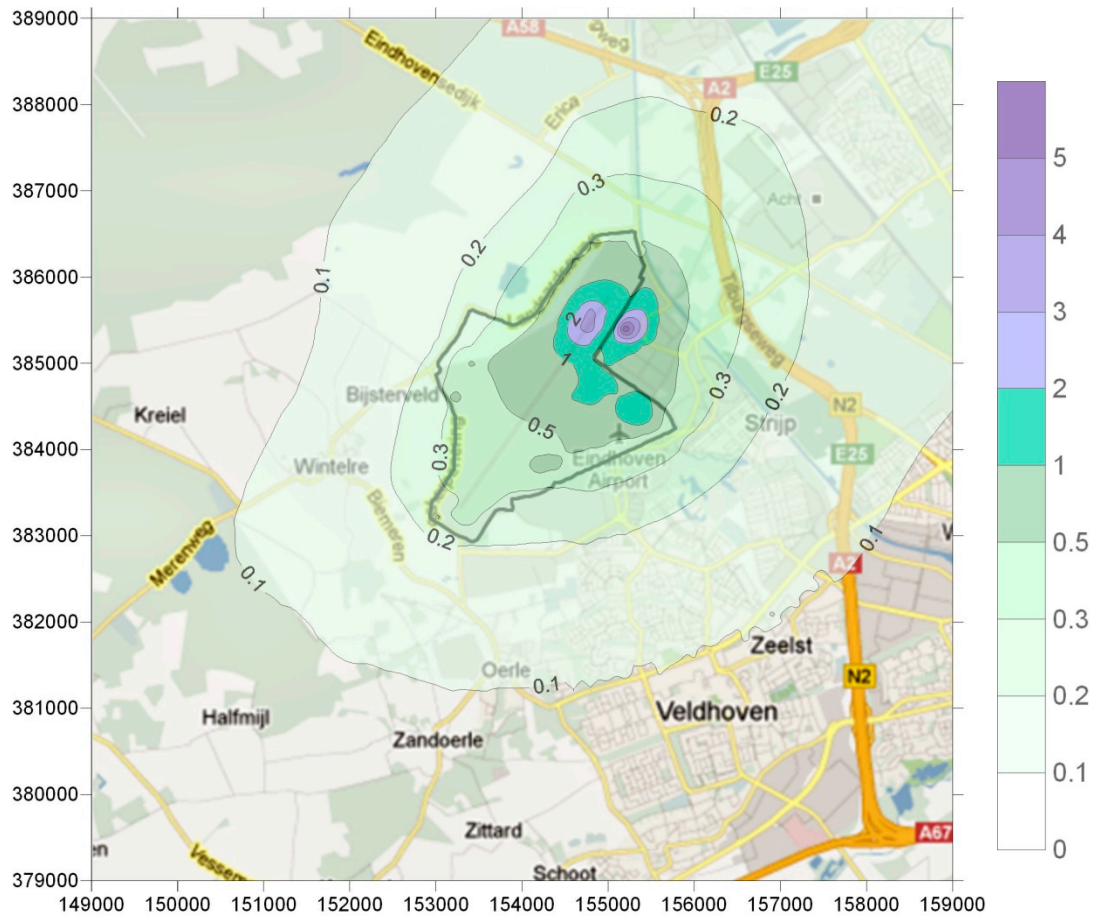
parameter		scenario	2015			
			A	B	C	D
NO₂ jaargemiddeld	eenh.	grensw.				
achtergrond	µg/m ³	40 ¹⁾	14,8-20,5			
maximum op de inrichtingsgrens	µg/m ³	40 ¹⁾	23,7	23,7	23,7	23,8
maximum toetsingsgebied	µg/m ³	40 ¹⁾	45,4	45,4	45,5	45,6
Overschrijdingen NO₂ uurgemiddeld (200 µg/m³)						
maximum aantal overschrijdingen		18	13	13	13	13
PM_{2.5} jaargemiddeld						
achtergrond	µg/m ³		13,7-14,9			
maximum op de inrichtingsgrens	µg/m ³	25	14,7	14,7	15,4	16,1
maximum toetsingsgebied	µg/m ³	25	17,1	17,1	17,1	17,1

1. grenswaarde vanaf 1-1-2015

Tabel 7 Samenvatting van de resultaten van de gridberekeningen voor 2024. Voor elke doorgekende stof zijn de maximale waarden gegeven op de inrichtingsgrens en binnen het totale toetsingsgebied (inclusief inrichtingsgrens van de militaire basis)

parameter		scenario	2024			
			A	B	C	D
NO₂ jaargemiddeld	eenh.	grensw.				
achtergrond	µg/m ³	40	11,5-16,0			
maximum op de inrichtingsgrens	µg/m ³	40	19,3	19,4	19,4	19,5
maximum toetsingsgebied	µg/m ³	40	31,6	31,6	31,6	31,7
Overschrijdingen NO₂ uurgemiddeld (200 µg/m³)						
maximum aantal overschrijdingen		18	1	1	1	1
PM₁₀ jaargemiddeld						
achtergrond	µg/m ³	40	21,1-23,1			
maximum op de inrichtingsgrens	µg/m ³	40	23,5	23,5	23,5	23,5
maximum toetsingsgebied	µg/m ³	40	26,7	26,7	26,7	26,7
Overschrijdingen PM₁₀ 24-uurgemiddeld (50 µg/m³)						
max. aantal overschrijdingsdagen in toetsingsgebied		35	20	20	20	20
PM_{2.5} jaargemiddeld						
achtergrond	µg/m ³		12,6-13,8			
maximum op de inrichtingsgrens	µg/m ³	25	13,5	13,5	14,3	14,9
maximum toetsingsgebied	µg/m ³	25	15,1	15,1	15,1	15,1

In de tabellen 5-7 zijn de berekende totale concentraties gegeven. Dat wil zeggen de achtergrondconcentratie plus de bijdrage van het wegverkeer en de bijdrage van alle luchtvaartgebonden bronnen. Zoals hiervoor al is aangegeven is de achtergrondconcentratie de belangrijkste component van de totale concentratie. Hoewel toetsing aan de grenswaarden wordt uitgevoerd aan de totale concentratie is het in het kader van deze studie ook van belang wat de specifieke bijdrage van de luchtvaartgebonden bronnen is. Voor NO₂ en PM₁₀ is deze bijdrage gegeven in de figuren 4 en 5 voor scenario D (2014). In de figuren is te zien dat de bijdrage van de luchtvaartgebonden bronnen het hoogst is op het platform van het civiele deel van het luchthaventerrein en de startbaan (alleen NO₂). Voor beide stoffen nemen de concentraties snel af en is het toetsingsgebied waarin de bijdrage aan de concentratie meer is dan 1 µg/m³ klein. Dit gebied ligt bovendien voor het grootste deel op het civiele deel van de luchthaven.



Figuur 4 Bijdrage van de luchtvaartgebonden bronnen aan de jaargemiddelde concentratie NO₂ voor scenario D 2014



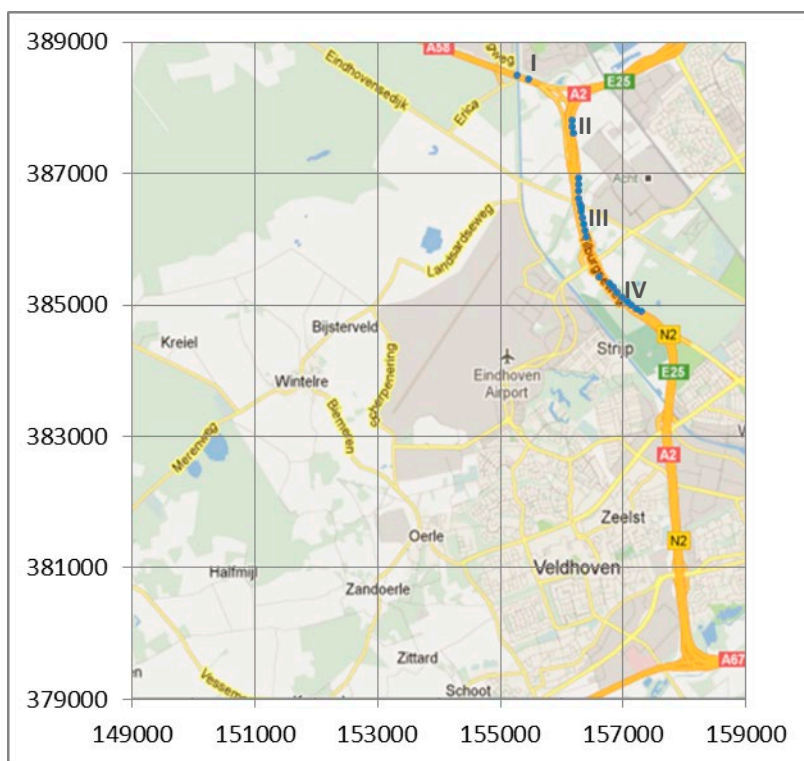
Figuur 5 Bijdrage van de luchtvaartgebonden bronnen aan de jaargemiddelde concentratie PM_{10} voor scenario D 2014

5.1.2 Toetsing van de concentraties aan de grenswaarden

NO_2 (bijlage G, figuur G.1 t/m G.6)

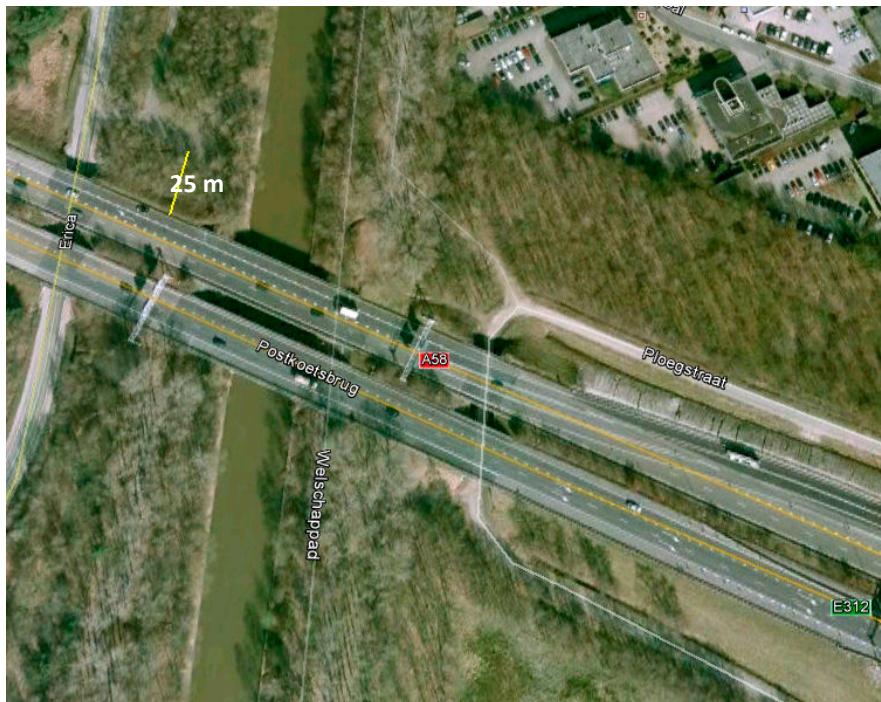
Een grafische weergave van de berekende NO_2 concentraties is gegeven in contourplots G.1 t/m G.6. De maximale jaargemiddelde concentratie NO_2 wordt in alle scenario's en jaren berekend langs de A2. De bijdrage van het wegverkeer is op 10 m van de wegrand in 2014 circa 60% van de totale concentratie en neemt (als gevolg van de dalende emissiefactoren) af tot circa 40% in 2024. De jaargemiddelde concentratie blijft in 2024 voor alle scenario's steeds ruim onder de grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (maximaal $31,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ook in 2014 wordt steeds voldaan aan de tijdelijke grenswaarde van $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (maximaal $48,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In 2015 komt de jaargemiddelde concentratie met een maximale waarde van $45,4$ (scenario A) – $45,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (scenario D) wel boven de grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De overschrijding vindt plaats in 25 (scenario A, B en C) of 26 (scenario D) punten op 10 m langs de A2. Op 25 m van de wegrand wordt de grenswaarde nergens overschreden (in geen van de jaren en scenario's). Langs de weg neemt de concentratie snel af met toenemende afstand tot de wegrand. Op basis hiervan kan gesteld worden dat de

overschrijdingen in de eerste plaats worden veroorzaakt door het wegverkeer op de A2. De bijdrage van luchtvaartbronnen is op deze locatie 0,2-0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (zie figuur 4). De 26 overschrijdingspunten van scenario D zijn weergegeven in figuur 6. Van belang is om na te gaan of deze punten daadwerkelijk overschrijdingen in de zin van de Wet milieubeheer betreffen of dat deze liggen in een gebied waar volgens het toepassingsbeginsel niet getoetst hoeft te worden. De overschrijdingspunten zijn daartoe op basis van hun locatie verdeeld in vier groepen (I, II, III, IV). Vervolgens in Google Earth nagegaan in hoeverre de strook naast de snelweg toegankelijk is.

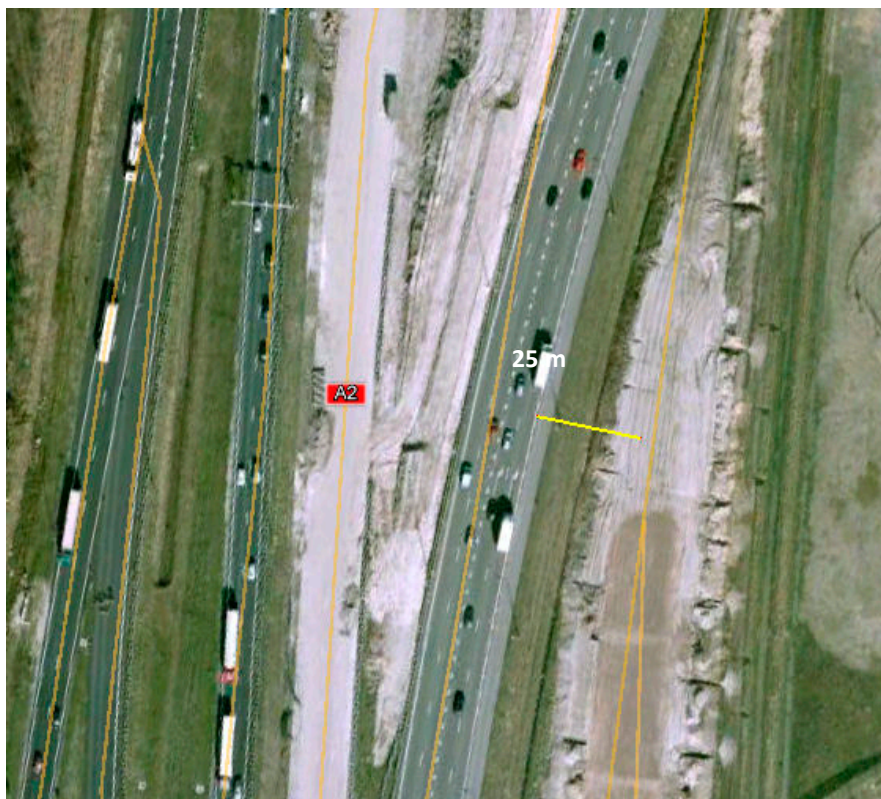


Figuur 6 Ligging van de 26 (blauwe) punten waarop in scenario D in 2015 een concentratie van $>40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is berekend. De punten zijn naar ligging onderverdeeld in I, II, III en IV

Op basis van de beelden van Google Earth (figuur 7 en 8) blijkt dat ter plaatse de locaties I en II de snelweg in de strook tot 25 m niet toegankelijk is. De Ploegstraat (figuur 7) ligt weliswaar op minder dan 25 m, maar op- en binnen een afstand van 10 m van de Ploegstraat hoeft ook niet te worden getoetst (op wegen en een strook van 10 m naast een onbebouwde weg hoeft niet getoetst te worden, zie Ref. 4). Op basis van de resultaten op 25 m (waar wordt voldaan aan de grenswaarde) kan gesteld worden dat ter plaatse van de punten I en II geen sprake is van overschrijdingen in de zin van de Wet milieubeheer.



Figuur 7 Gebied waarin de punten I liggen waarop in scenario D in 2015 een concentratie van $>40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is berekend. Het gele balkje geeft een afstand van 25 m aan



Figuur 8 Gebied waarin de punten II liggen waarop in scenario D in 2015 een concentratie van $>40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is berekend. Het gele balkje geeft een afstand van 25 m aan

- Ter plaatse van de punten III is de weg veelal ook niet toegankelijk over de eerste 25 m. Uitzondering daarop vormt de locatie van de Mispelhoef (horecagelegenheid). Op dit punt is de snelweg toegankelijk tot op 15m (zie figuur 9). Een aanvullende berekening laat zien dat op 15 m de jaargemiddelde concentratie voor scenario D in 2015 $42,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedraagt. Op basis van het blootstellingscriterium hoeft echter op locaties als “sport en recreatierreinen” niet aan de jaargemiddelde grenswaarden te worden getoetst.



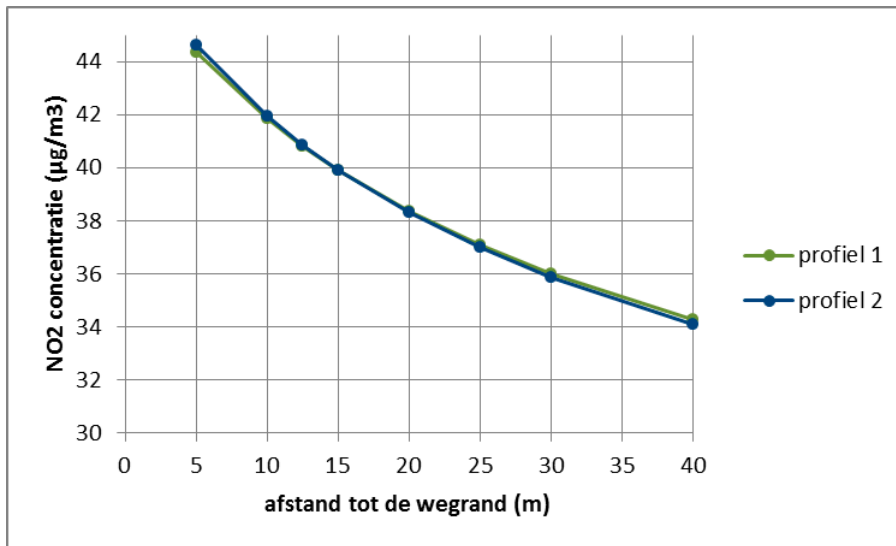
Figuur 9 Gebied waarin de punten III liggen waarop in scenario D in 2015 een concentratie van $>40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is berekend. Het gele balkje geeft een afstand van 15 m aan

Ter plaatse van de punten IV ligt op 15 m naast de rijbaan een fietspad (zie figuur 10). De vraag is of er ter plaatse van het fietspad nog sprake is van concentratie groter dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Figuur 10 Gebied waarin de punten IV liggen waarop in scenario D in 2015 een concentratie van $>40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is berekend. Op 15 m van de rijbaan ligt een fietspad

Op basis van twee dwarsprofielen (bepaling van de concentratie als functie van de afstand tot de wegrand) blijkt dat de concentratie de eerste 25 m snel daalt als functie van de afstand (figuur 11). Ter plaatse van de beide profielen is de concentratie op 15 m net onder de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($39.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Om na te gaan of overal langs dit deel van de weg op 15 m wordt voldaan aan de norm is nog een reeks punten op 15 m van de wegrand doorgerekend. Hieruit blijkt dat nog op enkele punten de grenswaarde ter plaatse van het fietspad wordt overschreden (maximale concentratie $41,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De lengte waarover de overschrijding plaatsvindt, is circa 300 m. De overschrijding vindt plaats in alle scenario's. Gezien de beperkte lengte waarover de overschrijding plaatsvindt, is de blootstelling van een fietser op het fietspad beperkt tot enkele minuten. Ook voor een eventuele wandelaar is de blootstelling beperkt tot minder dan een uur. Op basis van het blootstellingscriterium is toetsing aan de jaargemiddelde grenswaarde dan ook niet nodig; wel moet getoetst worden aan de uurgemiddelde waarde (vergelijk de toetsing op trottoirs, waarvoor alleen getoetst hoeft te worden aan de uurgemiddelde waarde). Ook op deze locatie is dan ook geen sprake van overschrijdingen in de zin van de Wet milieubeheer.



Figuur 11 Berekening van twee dwarsprofielen langs de A2 ter plaatse van de punten IV

De uurgemiddelde concentratie overschrijdt nergens de norm. De grenswaarde van $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, welke maximaal 18 uur per jaar mag worden overschreden, wordt op een beperkt deel van de punten langs de A2 enkele uren per jaar overschreden. Het aantal uren is het hoogst in 2014: op een enkel punt 17 overschrijdingen. In 2015 bedraagt het maximaal aantal overschrijdingen nog 13 en in 2024 nog 1 overschrijding. Het aantal overschrijdingsuren blijft daarmee steeds onder het maximaal toegestane aantal van 18. Het aantal overschrijdingsuren is niet afhankelijk van het scenario.

PM₁₀ (bijlage G, figuur G.7 t/m G.9)

De maximale jaargemiddelde concentratie PM₁₀ bedraagt $29,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (langs de A2 scenario D, 2014). Uit de onderliggende deelresultaten van de berekeningen blijkt dat de bijdrage van het wegverkeer maximaal $6,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is voor alle scenario's in 2014. De maximale bijdrage daalt naar $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in 2024. Uit de onderliggende deelresultaten blijkt ook dat de bijdrage van de luchtvaart onafhankelijk is van het jaar en maximaal $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is voor scenario A en B, $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor scenario C en $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor scenario D. De locatie waar de maximale bijdrage voor het wegverkeer wordt berekend (langs de A2) is niet gelijk aan de locatie waar het maximum voor de luchtvaartbijdrage (platform op het luchthaventerrein) wordt berekend. Ter plaatse van de A2 is de bijdrage van de luchtvaartgebonden bronnen $<<0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ zie figuur 5. De jaargemiddelde concentratie blijft steeds ver onder de grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het is daarom niet nodig om in detail na te gaan waar wel en niet getoetst hoeft te worden. Het aantal overschrijdingen van de daggemiddelde concentratie van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is maximaal 25 dagen (in 2014) en ligt daarmee ruim onder het toegestane aantal van 35 dagen. De zeezoutcorrectie, die door het ministerie van Infrastructuur en Milieu is toegestaan in het geval van overschrijdingen (zie ook bijlage F), hoeft

dan ook niet te worden toegepast. De zeezoutcorrectie is beschreven in de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit en in 2012 aangepast (zie bijvoorbeeld de website van Infomil: www.infomil.nl)

PM_{2,5} (bijlage G, figuur G.10 t/m G.12)

De maximale jaargemiddelde concentratie PM_{2,5} bedraagt 17,1 µg/m³ langs de A2 in 2015 en 15,1 µg/m³ in 2024 (alle scenario's). Deze concentratie wordt in de eerste plaats bepaald door de achtergrond op deze locatie van 14,3 µg/m³ in 2015. Uit de onderliggende deelresultaten blijkt dat de bijdrage van het wegverkeer maximaal 2,8 µg/m³ is in 2015 en 1,2 µg/m³ in 2024. Voor de vliegtuigbronnen is gesteld dat de bijdrage PM_{2,5} gelijk is aan de bijdrage PM₁₀. De jaargemiddelde concentratie blijft steeds ver onder de grenswaarde van 25 µg/m³ (en 20 µg/m³ voor 2024).

Geur (bijlage G, figuur G.13 t/m G.18)

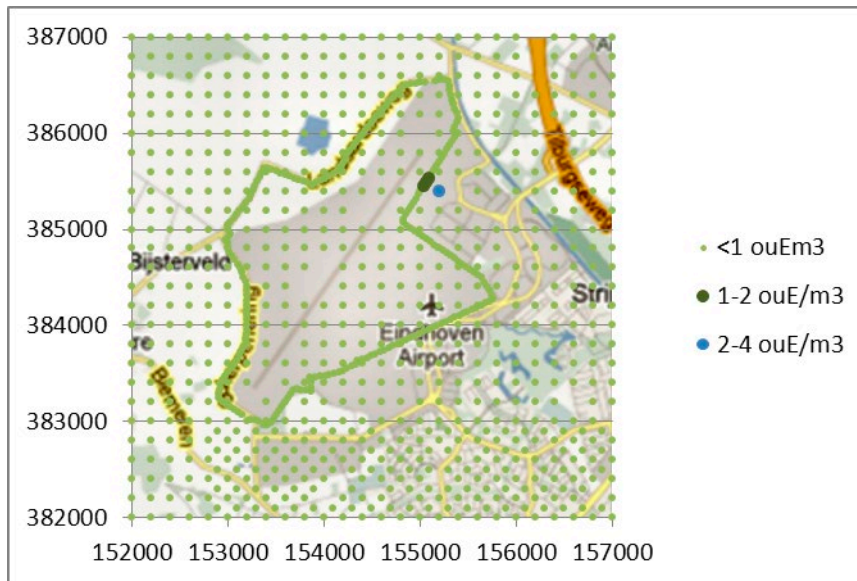
Voor geur is een toetsing aan de grenswaarde complexer omdat er geen sprake is van één grenswaarde. Naast onderscheid naar functie (wonen, gemengd, overig) is er onderscheid tussen bestaande activiteiten en nieuwe activiteiten. Ook is er naast een grenswaarde sprake van een richtwaarde. De richtwaarde voor bestaande activiteiten is daarbij gelijk aan de grenswaarde voor nieuwe activiteiten. Voor elke situatie geldt een richt- en grenswaarde voor zowel de 98 percentiel als de 99,99 percentiel. De contourplots voor zowel de 98 als de 99,99 percentiel zijn gegeven in Figuur G.13 tot en met G.18.

In de figuren 12 en 13 is het gebied rond de luchthaven weergegeven waarin de individuele rekenpunten voor de scenario's A en D (98 percentiel) zijn geclassificeerd naar geurconcentratie. Te zien is dat alleen in een klein gebied op en ten oosten van de grens van het militaire deel van de luchthaven de geurbelasting hoger is dan 1 ouE/m³ (de grenswaarde voor wonen bij nieuwe activiteiten). De verhoging op deze locatie is direct het gevolg van een geur emitterende bron op het platform (in figuur 4 is de locatie van deze grondbronnen aangegeven). Alle punten met een geurconcentratie van meer dan 1 ouE/m³ liggen nog op het terrein van de luchthaven. Ter plaatse van de dichtstbijzijnde woning aan de Luchthavenweg (155500, 385580) is de geurconcentratie 0,9 ouE/m³.

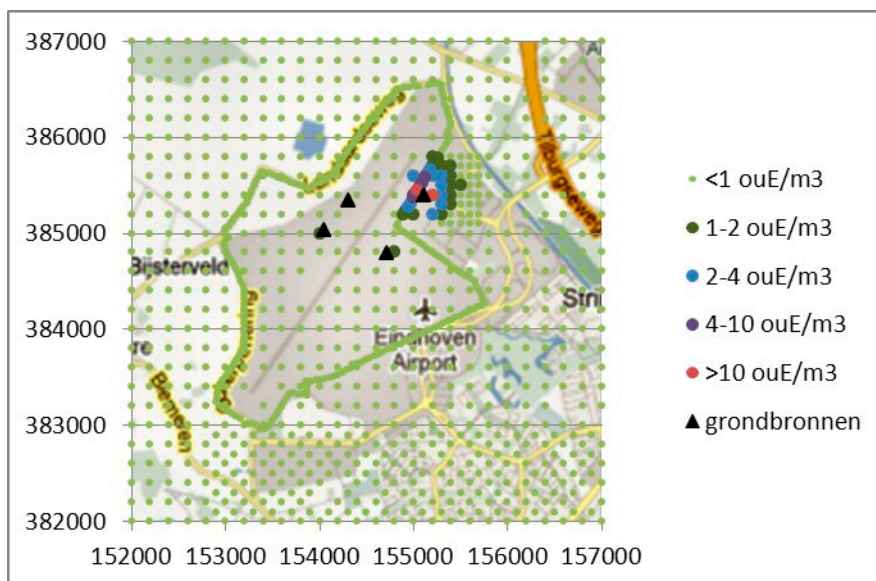
Op het civiele terrein geldt een grenswaarde voor geur van 10 ouE/m³ (P98-grens voor de categorie "overig" voor zowel bestaande als nieuwe activiteiten). Deze grenswaarde wordt alleen ter plaatse van het platform overschreden in de scenario's C en D. Het platform is echter niet algemeen toegankelijk voor publiek: de blootstelling is kortdurend voor het bereiken van het vliegtuig. Het verloop van de 99,99 percentiel waarden is vergelijkbaar, zie figuur 14. Ook voor de

99.99 percentiel worden de grenswaarden alleen ter plaatse van het platform in de scenario's C en D overschreden (verder contourplots in bijlage G).

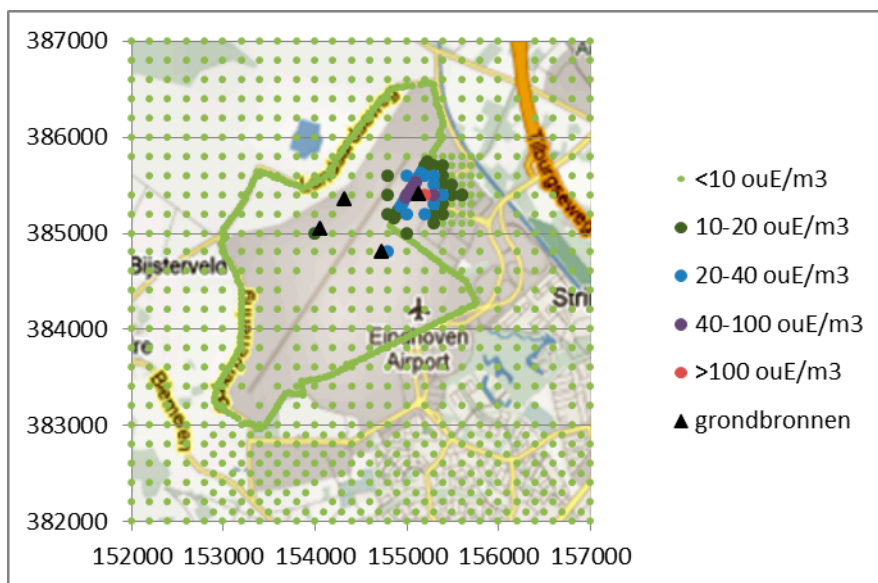
Geconcludeerd kan worden dat ter hoogte van alle gevoelige bestemmingen geen grens- of richtwaarden voor geur worden overschreden.



Figuur 12 Geurconcentratie (98 percentiel)s in Scenario A. De terreingrens van de basis is als een groene lijn zichtbaar door de hoge dichtheid van rekenpunten



Figuur 13 Geurconcentraties (98 percentiel) bij realisatie van scenario D. De terreingrens van de basis is als een groene lijn zichtbaar door de hoge dichtheid van rekenpunten



Figuur 14 Geurconcentraties (99.99 percentiel) bij realisatie van scenario D. De terreingrens van de basis is als een groene lijn zichtbaar door de hoge dichtheid van rekenpunten

5.1.3 Effect van de scenario's B, C en D ten opzichte van scenario A op de luchtkwaliteit

Als gevolg van de scenario's C en D nemen de bijdragen van de luchtvaart aan de concentraties NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ en geur toe ten opzichte van scenario A. Ook in scenario B zijn de bijdragen van de luchtvaart aan de concentraties gewijzigd ten opzichte van scenario A. Uit de tabellen 5-7 blijkt dat de verschillen voor NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$ gering zijn. Voor NO_2 zijn de effecten voor 2014 voor scenario B, C en D gegeven (figuur 15, 16 en 17) terwijl voor de beide andere stoffen alleen het effect voor scenario D in beeld is gebracht (figuur 18 en 19). Voor geur is het verschil tussen scenario A en B verwaarloosbaar, zodat dat alleen het effect van scenario C en D ten opzichte van A is gegeven (figuur 20 en 21).

Het aantal civiele vliegtuigbewegingen in de scenario's A en B is vrijwel gelijk (21.009 in scenario A en 21.175 in scenario B). Het effect op de luchtkwaliteit zoals in figuur 15 te zien is, is in lijn met het andere baangebruik tussen beide scenario's: aan de zuidzijde van de startbaan nemen de stikstofconcentraties toe ten gevolge van startende vliegtuigen en aan de noordzijde af.



Figuur 15 Effect van scenario B ten opzichte van scenario A op de jaargemiddelde concentratie NO₂ in 2014 (in µg/m³)

In de scenario's C en D (figuur 16 en 17) neemt het aantal civiele vliegtuigbewegingen wel aanzienlijk toe (naar 30.063 in scenario C en 43.000 in scenario D). Op de luchthaven is een toename te zien van de concentratie NO₂ van enkele microgram. De toename is het sterkst op het platform van Eindhoven Airport en wordt met name veroorzaakt door een toename in het warmdraaien van de vliegtuig motoren voorafgaand aan het taxiën en daarnaast aan het proefdraaien van de vliegtuig motoren en een hoger APU gebruik. Het effect van de verkeersaantrekkende werking is zeer beperkt: in figuur 17 is te zien dat de toename op enkele stukken van de A2 maximaal 0,2 µg/m³ bedraagt.

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven



Figuur 16 Effect van scenario C ten opzichte van scenario A op de jaargemiddelde concentratie NO₂ in 2014 (in µg/m³). De grens van de militaire basis is met een zwarte lijn aangegeven



Figuur 17 Effect van scenario D ten opzichte van scenario A op de jaargemiddelde concentratie NO_2 in 2014 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$). De grens van de militaire basis is met een zwarte lijn aangegeven

Het effect van scenario D ten opzichte van scenario A op PM_{10} (figuur 18) is vrijwel uitsluitend te zien op het platform van het civiele deel van het terrein. De toename van de concentratie in scenario D is maximaal $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het effect van de toegenomen verkeersintensiteit is alleen nog enigszins ($0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contour in figuur 16) zichtbaar op de ontsluitingsweg van de A2 naar de luchthaven. Het effect van scenario D ten opzichte van scenario A op $\text{PM}_{2,5}$ (figuur 19) is voor wat betreft de luchtvaart vergelijkbaar. Voor verkeer geldt dat de bijdrage $\text{PM}_{2,5}$ slechts een deel van PM_{10} betreft waardoor het effect van het extra verkeer door scenario D ten opzichte van scenario A nog kleiner wordt.

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven



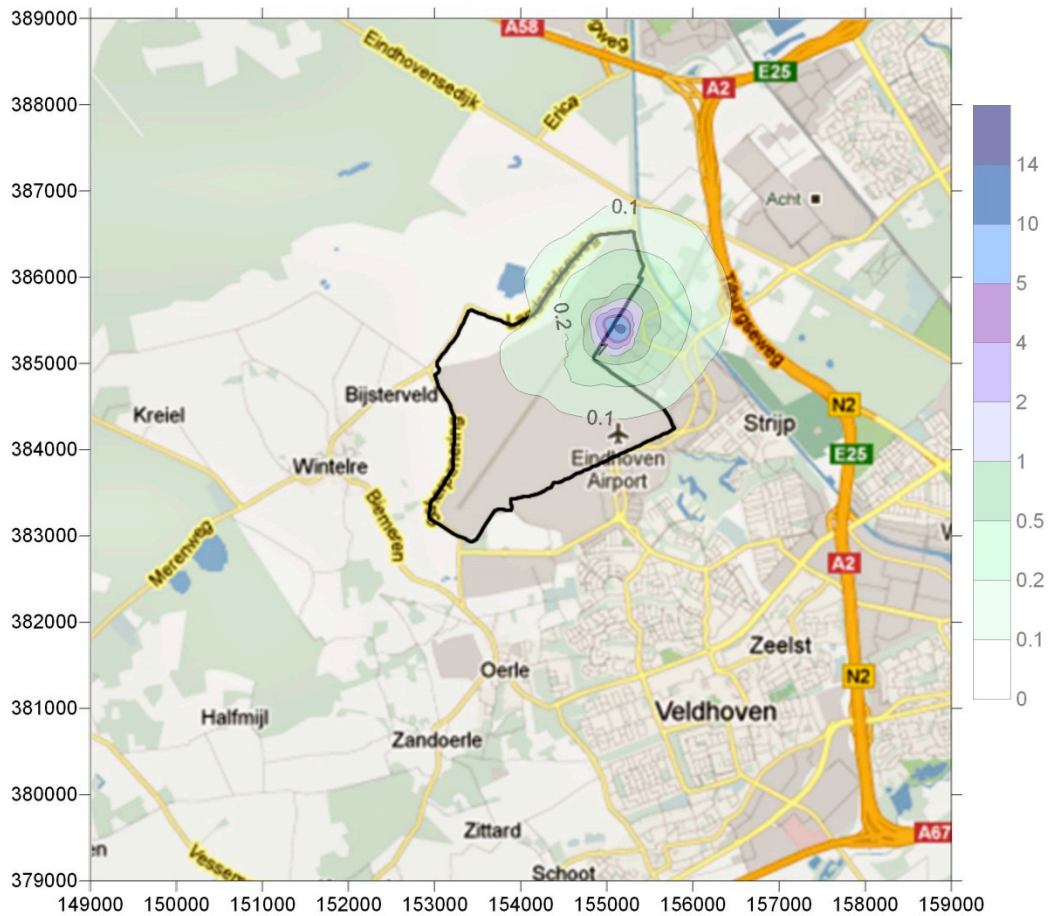
Figuur 18 Effect van scenario D ten opzichte van scenario A op de jaargemiddelde concentratie PM10 in 2014 (in µg/m3). De grens van de militaire basis is met een zwarte lijn aangegeven



Figuur 19 Effect van scenario D ten opzichte van scenario A op de jaargemiddelde concentratie $PM_{2.5}$ in 2015 (in $\mu g/m^3$). De grens van de militaire basis is met een zwarte lijn aangegeven

De effecten van scenario D ten opzichte van scenario A op de geurbelasting zijn ook al ter sprake gekomen in 5.2.1. In scenario C en D neemt de geurbelasting toe door met name een hoger APU gebruik en meer proefdraaien op het civiele platform.

In figuur 20 is voor scenario D het effect ten opzichte van scenario A gegeven. Te zien is dat de toename van de geurbelasting alleen in een klein gebied ten westen van vertrekhal meer dan $1 \text{ ouE}/\text{m}^3$ bedraagt.



Figuur 20 Toename van de concentratie geur (98 percentiel) als gevolg van scenario D ten opzichte van het scenario A (in ouE/m³). De grens van de militaire basis is met een zwarte lijn aangegeven

5.1.4 Toetsing overige stoffen

Berekeningen in het kader van de Wet milieubeheer zijn uitgevoerd voor NO₂, PM₁₀ en PM_{2.5}. Voor stoffen als SO₂, NO_x, PAK, CO, lood, en benzeen is een berekening niet noodzakelijk omdat voor die stoffen op basis van historische gegevens geen grenswaardeoverschrijdingen te verwachten zijn. De grenswaarden voor deze stoffen zijn gegeven in tabel 8. In deze paragraaf is een kwalitatieve beschouwing van de te verwachten maximale concentratie gegeven op basis van de totale emissie in scenario D.

Tabel 8 Luchtverontreinigende stoffen en grenswaarden volgens de Wet milieubeheer

stof	uurgemiddelde	24 uurgemiddelde	Jaargemiddelde
SO ₂	350 µg/m ³ (mag max. 24x per jaar worden overschreden)	125 µg/m ³ (mag max. 3x per jaar worden overschreden)	
NO _x			(30 µg/m ³) ¹⁾
CO	10 mg/m ³ 8-uurgemiddeld ²⁾		
PAK (BaP)			1 ng/m ³ (streefwaarde geldig vanaf 2013)
lood			0,5 µg/m ³
benzeen			5 µg/m ³

1) De grenswaarde voor stikstofoxiden geldt alleen in specifieke situaties. Bijlage 2 van de Wet milieubeheer stelt: Voor stikstofoxiden geldt 30 microgram per m³ als jaargemiddelde concentratie als grenswaarde voor de bescherming van vegetatie, in gebieden met een oppervlakte van ten minste 1000 km² die gelegen zijn op een afstand van ten minste 20 km van agglomeraties of op een afstand van ten minste 5 km van andere gebieden met bebouwing, van inrichtingen, van autosnelwegen of hoofdwegen waarvan per dag meer dan 50 000 motorrijtuigen als bedoeld in artikel 1 van de Wegenverkeerswet 1994 gebruik maken, waar de vegetatie naar het oordeel van het bevoegde bestuursorgaan bijzondere bescherming behoeft.

2) Deze grenswaarde is equivalent aan 3,6 mg/m³ voor de 98 percentiel van de 8-uurgemiddelde waarde

De grenswaarde voor NO_x geldt alleen voor specifiek situaties (zie voetnoot bij tabel 8) en is in dit geval niet relevant. Voor de overige stoffen is een kwalitatieve beschouwing gegeven op basis van de totale emissie (tabel 1) en de berekende bronbijdrage voor PM₁₀.

Voor PM₁₀ is een maximale bijdrage van de luchthaven berekend van 1,7 µg/m³ op de grens van het militaire deel van de luchthaven voor scenario D (het zwaarste scenario); dit betekent dat de maximale bijdrage aan de jaargemiddelde concentratie (op de grens van de inrichting) van circa 0,26 µg/m³ per ton emissie voor scenario D. Deze waarde is niet specifiek voor PM₁₀, maar geldt voor alle (inerte) stoffen. Deze bijdrage is hieronder gebruikt voor het schatten van de maximale bronbijdrage van de stoffen uit tabel 8 en het toetsen aan de grenswaarden.

Voor SO₂ geldt een achtergrondconcentratie (2012) van 1,8-2 µg/m³ (jaargemiddeld) en een totale emissie (zie tabel 1) die 1,6 keer zo hoog is als voor PM₁₀. Dit betekent dat op de grens de maximale bijdrage van de luchtvaart aan de jaargemiddelde concentratie circa 0,4 µg/m³ bedraagt. Op basis hiervan kan gesteld worden dat de grenswaarden voor de uur- en daggemiddelde concentratie voor SO₂ niet overschreden zullen worden.

Voor CO geldt een achtergrondconcentratie (2011) van 240-310 µg/m³ (jaargemiddeld) en een totale emissie (zie tabel 1) die 28 keer zo hoog is dan PM₁₀. De bijdrage van de luchtvaart aan de

CO concentratie op de grens zal op basis van deze emissie maximaal $7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddeld) bedragen voor scenario D. Gesteld kan worden dat dit niet zal leiden tot een overschrijding van de grenswaarde van de 8-uurgemiddelde concentratie.

Voor benzeen geldt een achtergrondconcentratie (2011) van $0,5\text{-}0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddeld) en een totale emissie (zie tabel 1) die 10 keer zo laag is dan PM_{10} . De bijdrage van de luchtvaart aan de benzeen concentratie op de terreingrens zal op basis van deze emissie maximaal $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddeld) bedragen voor scenario D. Gesteld kan worden dat dit niet zal leiden tot een overschrijding van de grenswaarde van de jaargemiddelde concentratie.

Voor PAK en Pb zijn geen GCN kaarten meer beschikbaar gesteld. Voor lood bedraagt de jaargemiddelde achtergrondconcentratie in Nederland circa $8 \text{ ng}/\text{m}^3$. De emissie van $14 \text{ kg}/\text{jaar}$ (zie tabel 1) leidt tot een maximale bijdrage van $3,6 \text{ ng}/\text{m}^3$ op de grens van het militaire deel van de inrichting hetgeen niet zal leiden tot een overschrijding van de grenswaarde. Voor benzo[a]pyreen (Bap) bedraagt het achtergrondniveau in Nederland tussen de $0,05$ en $0,15 \text{ ng}/\text{m}^3$. Op basis van een PAK emissie van 73 kg is de maximale bijdrage aan de jaargemiddelde PAK concentratie ca. $19 \text{ ng}/\text{m}^3$. Op basis van een RIVM rapport (Ref. 7) is het aandeel Bap in de Nederlandse lucht ongeveer 9% van het totale PAK gehalte. De bijdrage aan de Bap concentratie is derhalve maximaal $0,2 \text{ ng}/\text{m}^3$ zodat samen met de achtergrondconcentratie ook voor deze stof geen overschrijding van de grenswaarde te verwachten is.

5.2 Route varianten van scenario's

In deze studie zijn vier scenario's doorgerekend. Zoals in hoofdstuk 2 aangegeven bestaan er voor de scenario's C en D acht varianten. De varianten verschillen onderling in vertrekroutes en naderingsprocedure. De vertekroutes beginnen op de startbaan. Na het versnellen over en het loskomen van de startbaan beginnen de vliegtuigen aan de klim. Het deel van de route dat de betreffende vliegtuigen in het allereerste stuk van de klim volgen is voor alle routevarianten hetzelfde. Echter, al op vrij lage hoogte beginnen deze vliegtuigen een routedeel te vliegen dat verschilt voor de varianten. Behoudens een enkele uitzondering treedt dit routeverschil tussen de varianten op vanaf vlieghoogtes boven de 100 meter. Voor de naderingsprocedure geldt een vergelijkbaar verhaal, maar daar treden de verschillen in varianten op bij hoogtes ruim boven de 100 meter.

Om te bepalen of er een merkbaar verschil in effect is op de luchtkwaliteit voor de verschillende varianten (binnen een scenario) is er daarom gekeken naar de bijdrage die vliegtuigen boven

100 m hebben aan de luchtkwaliteit op leefniveau ten opzichte van de bijdrage van vliegtuigen onder 100 m, taxiënde vliegtuigen en grondbronnen aan de luchtkwaliteit hebben.

Uit de onderliggende deelresultaten van de berekeningen blijkt dat de bijdrage aan de jaargemiddelde concentratie NO_2 van lage vliegtuigen (vlieghoogte minder dan 100 m) maximaal $2,5 - 3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ is en dat de bijdrage van het taxiën van vliegtuigen maximaal $0,1 - 0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (laagste waarde voor scenario A en hoogste waarde voor scenario D) is. De bijdrage van de grondbronnen is vergelijkbaar met die van de lage vliegtuigen maar neemt toe voor de scenario's C en D ($2,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor scenario A en B, $4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor scenario C en $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor scenario D in 2014). De bijdrage van vliegtuigemissies aan de concentraties op leefniveau neemt snel af met de hoogte van de vliegtuigen. De maximaal berekende bijdrage van de vliegtuigen >100 m is $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Voor PM_{10} liggen de bijdragen aan de concentratie in absolute waarde lager dan voor NO_2 . De verhouding tussen de bijdragen van hoge en lage vliegtuigen is vergelijkbaar met die voor NO_2 .

Voor elk van de scenario's C en D blijkt dat het aandeel dat de vliegtuigen >100 m bijdragen aan de luchtkwaliteit slechts 1% bedraagt van de totale bijdrage van de vliegtuigen. Het wijzigen van de routes op hoogte zal dan ook geen significant effect hebben op de luchtkwaliteit op leefniveau en zeker niet leiden tot overschrijding van welke norm dan ook. Daarmee hebben de verschillende varianten van de scenario's geen significant verschil in effect op de luchtkwaliteit.

5.3 Depositie

De Vogel- en Habitatrichtlijnen van de Europese Unie schrijven voor dat elke lidstaat beschermde natuurgebieden aanwijst, de zogenoemde Natura 2000 gebieden. In Nederland gaat het om 162 gebieden met een totale oppervlakte van ongeveer 300 duizend hectare land en 800 duizend hectare water. Voor deze natuurgebieden worden beheerplannen vastgesteld waarin per natuurgebied wordt vastgelegd welke belasting toelaatbaar is. Het betreft daarbij onder meer de belasting van stikstof omdat veel plantensoorten gevoelig zijn voor de hoeveelheid stikstof. De maximaal toelaatbare stikstofbelasting wordt de kritische stikstof depositie genoemd.

De luchthaven Eindhoven ligt 2,3 km verwijderd van het dichtstbijzijnde Natura 2000 gebied: Kempenland-West (Natura gebied nr 135). Andere gebieden in de omgeving zijn de Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen (131), Kampina & Oisterwijkse Vennen (133), Regte Heide & Riels Laag (134), Leenderbos, Groote Heide & De Plateaux (136), Strabrechtse Heide & Beuven (137)

en Weerter- en Budelerbergen & Ringselven (138) (zie ook tabel 9). De kritische stikstof depositie in deze gebieden is 400 of 410 mol/ha/jaar hetgeen ver onder de huidige stikstofdepositie ter plaatse ligt. De GDN (GDN = Grootschalige Depositie Nederland) voor het jaar 2015 geeft een achtergronddepositie in deze gebieden variërend van 1300 tot 2000 mol/ha/jaar. Een toename van de depositie als gevolg van planrealisatie is daarom ongewenst.

Verdeeld over de genoemde gebieden is in 60 punten (zie figuur 21) de depositie berekend als gevolg van de gemodelleerde bronnen. Vervolgens is de toename als gevolg van de planscenario's C en D bepaald en is ook het verschil voor scenario B in beeld gebracht. In tabel 10 zijn de resultaten voor de stikstofdepositie gegeven als gemiddelde en maximale depositie per gebied voor het jaar 2014. In tabel 11 zijn de resultaten gegeven voor het jaar 2024. De resultaten op de individuele punten is gegeven in bijlage H.

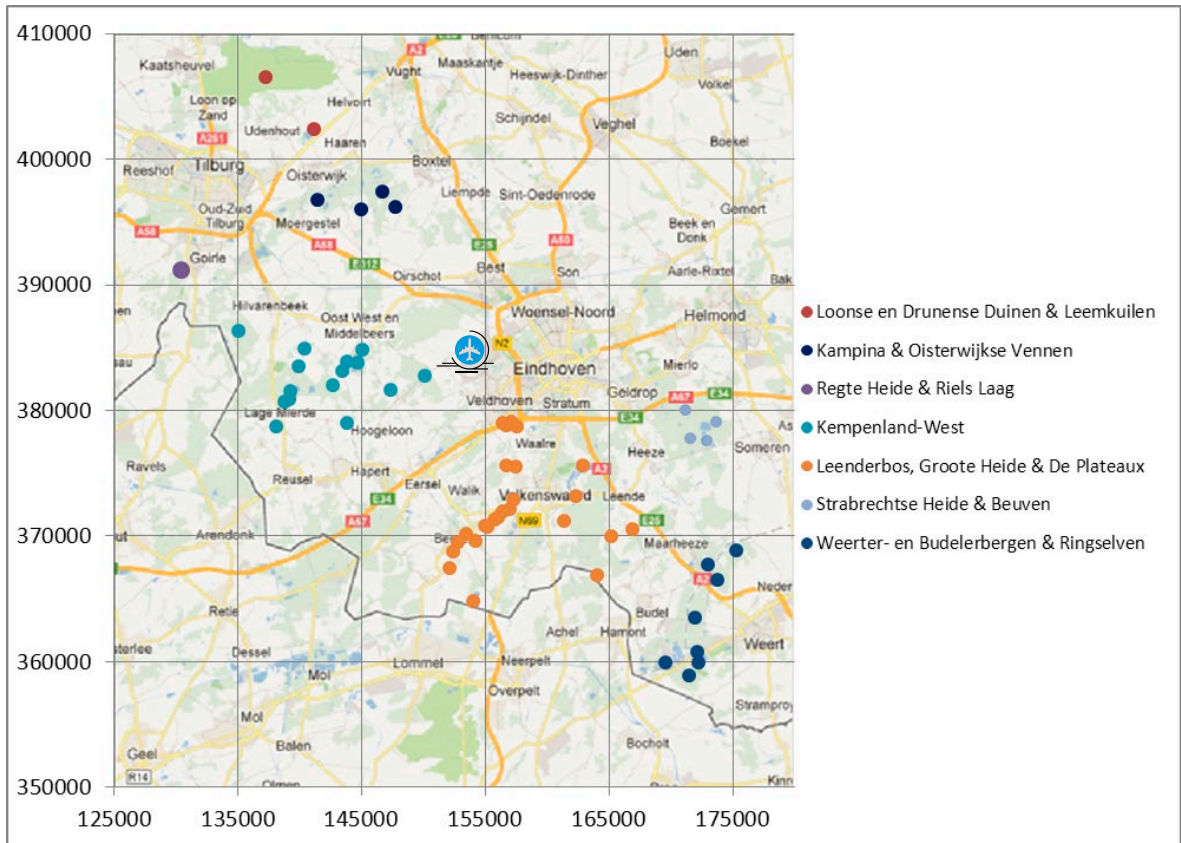
In bijlage H en in het navolgende zijn de depositiewaarden in 3 decimalen gegeven. Dit is alleen gedaan om deze vergelijkbaar te maken met de in Brabant geldende norm van 0,051 mol/ha/jaar. Alle cijfers achter de komma zijn echter in het geheel niet significant, gelet op de nauwkeurigheid van modelberekeningen en invoergegevens en gelet op de nauwkeurigheid van de GDN-waarden (namelijk op zijn best in tientallen).

De grootste toename (maar nog altijd gering) in de stikstofdepositie als gevolg van de luchtvaartbronnen wordt berekend in het punt (150193, 382733) in het nabijgelegen gebied Kempenland-West. De stikstofdepositie in dit punt bedraagt 0,567 mol/ha voor scenario D (ten opzichte van scenario A) in 2014 en 0,515 mol/ha in 2024.

In het gebied Leenderbos, Grootte Heide & De Plateaux zijn enkele punten nabij de snelweg doorgerekend. In deze punten is de stikstofdepositie als gevolg van de wegen hoog. Ook de toename van de scenario's B, C of D is door het effect van de verkeersaantrekkende werking relatief hoog op deze punten. Omdat de emissiefactoren van 2014 naar 2024 dalen neemt ook het effect van de verkeersaantrekkende werking af. In 2014 wordt de hoogste stikstofdepositie (0,635 mol/ha) gevonden in punt (156755, 379069) voor scenario D (toename ten opzichte van scenario A). In 2024 wordt op deze locatie voor scenario D een toename van 0,248 mol/ha berekend (zie de tabellen 10 en 11).

Hoewel de berekende stikstofdeposities laag zijn in vergelijking met achtergronddepositie dan wel kritische depositie liggen de waarden voor veel van de punten en scenario's hoger dan de door de provincie gestelde maximale toename van 0,051 mol/ha. Ook wanneer de depositie

gemiddeld mag worden over alle punten in het gebied ligt de depositietoename in alle beschouwde gebieden voor scenario D hoger dan 0,051 mol/ha.



Figuur 21 Ligging van doorgerekende punten in de Natura 2000 gebieden in de omgeving van de luchthaven Eindhoven

Tabel 9 Natura 2000 gebiedsnummer en gebiedsnaam en de kritische depositie in mol per ha per jaar

nr	naam	kritische dep. mol/ha/jaar
131	de Loonse en Drunense Duinen & Leemkuilen	410
133	Kampina & Oisterwijkse Vennen	400
134	Regte Heide & Riels Laag	410
135	Kempenland-West	410
136	Leenderbos, Grootte Heide & De Plateaux	400
137	Strabrechtse Heide & Beuven	410
138	Weerter- en Budelerbergen & Ringselven	410

Tabel 10 Toename in de stikstofdepositie in 2014 per Natura 2000 gebied. Gegeven is steeds de gemiddelde en maximale toename berekend in de punten in het betreffende gebied ten opzichte van het referentiescenario A

nr	Scenario B		Planscenario C		Planscenario D	
	Gem.	Max.	Gem.	Max.	Gem.	Max.
	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar
131	0.015	0.018	0.051	0.058	0.067	0.076
133	0.035	0.044	0.102	0.136	0.127	0.167
134	0.015	0.015	0.052	0.052	0.063	0.063
135	0.043	0.119	0.156	0.463	0.188	0.567
136	0.048	0.100	0.171	0.444	0.210	0.635
137	0.021	0.027	0.097	0.110	0.110	0.123
138	0.014	0.016	0.059	0.065	0.072	0.079

Tabel 11 Toename in de stikstofdepositie in 2024 per Natura 2000 gebied. Gegeven is steeds de gemiddelde en maximale toename berekend in de punten in het betreffende gebied ten opzichte van het referentiescenario A

nr	Scenario B		Planscenario C		Planscenario D	
	Gem.	Max.	Gem.	Max.	Gem.	Max.
	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar
131	0.015	0.018	0.050	0.057	0.066	0.074
133	0.035	0.044	0.100	0.115	0.125	0.144
134	0.015	0.015	0.051	0.051	0.062	0.062
135	0.043	0.119	0.150	0.431	0.177	0.515
136	0.048	0.100	0.135	0.243	0.166	0.309
137	0.021	0.027	0.099	0.124	0.111	0.137
138	0.014	0.016	0.058	0.063	0.070	0.077

Naast stikstofdepositie is ook de SO₂ depositie berekend. Voor SO₂ depositie zijn geen normen gegeven en ook is er niet zoals voor stikstofdepositie een kritische grenswaarde per gebied bekend. De resultaten kunnen dan ook niet ten opzichte van een norm worden geëvalueerd. De resultaten, gemiddelde en maximale toename door planrealisatie van de scenario's C en D zijn gegeven in tabel 12. De SO₂ depositie is berekend op basis van de emissies van de vliegtuigen zodat deze onafhankelijk is van het doorgerekende jaar. De maximale depositietoename wordt berekend in het punt (150193, 382733) in het nabijgelegen gebied Kempenland-West. De depositie in dit punt bedraagt 0,219 mol/ha voor scenario D (ten opzichte van scenario A).

Tabel 12 Toename in de SO₂-depositie per Natura 2000 gebied (voor zowel 2014 als 2024). Gegeven is steeds de gemiddelde en maximale toename berekend in de punten in het betreffende gebied ten opzichte van het referentiescenario A

nr	Scenario B		Planscenario C		Planscenario D	
	Gem.	Max.	Gem.	Max.	Gem.	Max.
	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar
131	0.006	0.007	0.016	0.018	0.032	0.037
133	0.011	0.014	0.031	0.038	0.063	0.076
134	0.004	0.004	0.012	0.012	0.020	0.020
135	0.017	0.058	0.037	0.120	0.068	0.219
136	0.016	0.043	0.039	0.087	0.067	0.149
137	0.010	0.013	0.029	0.034	0.050	0.059
138	0.005	0.006	0.016	0.019	0.027	0.033

6 Conclusies

Het ministerie van Defensie heeft zich voorgenomen de aanwijzing van de luchthaven Eindhoven te vervangen door een luchthavenbesluit inclusief de definitieve vaststelling van de geluidszone rond de luchthaven op grond van de Wet luchtvaart. Hiervoor heeft het ministerie van Defensie het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de milieueffecten van het vliegverkeer op de luchthaven Eindhoven. Het voorliggend rapport doet verslag van uitgevoerde berekeningen aan de luchtkwaliteit rondom de luchthaven Eindhoven.

Op basis van het uitgevoerde luchtkwaliteit onderzoek kan worden geconcludeerd dat:

- De jaargemiddelde concentratie van NO_2 , PM_{10} en $\text{PM}_{2.5}$ in belangrijke mate wordt bepaald door de gegeven achtergrondconcentratie (GCN). De berekende bronbijdragen van zowel luchtvaart als de meeste wegen zijn laag ten opzichte van de GCN. Alleen lokaal, vlak langs snelwegen, is de bijdrage van NO_2 door de weg wel groot (tot 60% van de totale concentratie). De bijdrage van de luchtvaart aan de jaargemiddelde concentratie is op deze locatie laag (maximaal $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in scenario D). Voor PM_{10} is de relatieve bijdrage van het wegverkeer vlak langs de snelweg maximaal 18% van de totale concentratie terwijl de bijdrage van de luchtvaart te verwaarlozen is ($\ll 0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- De bijdrage van de luchtvaart aan de concentraties op leefniveau is het hoogst ter plaatse van het platform voor de burgerluchtvaart. De maximale bijdrage van alle luchtvaartbronnen (inclusief verkeer op de basis en grondbronnen) neemt door de planrealisatie toe van $4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (scenario A) tot $5,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in scenario C en tot $6,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in scenario D voor de jaargemiddelde concentratie NO_2 . De jaargemiddelde concentratie PM_{10} (concentraties op het platform) nemen toe van $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (scenario A) tot $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in scenario C en tot $3,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in scenario D.
- Voor de stoffen PM_{10} en $\text{PM}_{2.5}$ geldt dat in geen van de doorgerekende scenario's en jaren overschrijdingen van de grenswaarden zoals genoemd in de Wet milieubeheer zijn berekend. Doordat de geprognosticeerde achtergrond alsmede de emissiefactoren van het wegverkeer van 2014 naar 2024 gestaag afnemen, nemen ook de concentratieniveaus in de tijd af.
- Voor NO_2 geldt dat in geen van de doorgerekende scenario's in 2014 en 2024 overschrijdingen van de grenswaarden zoals genoemd in de Wet milieubeheer zijn berekend.
- Voor NO_2 wordt voor het jaar 2015 op een beperkt aantal plaatsen op 10 m langs de A2 een jaargemiddelde concentratie berekend van meer dan $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ maar op grond van het toepasbaarheidsbeginsel dan wel blootstellingscriterium betreft het hier geen overschrijdingen in de zin van de Wet milieubeheer.

- Het aantal overschrijdingen van de uurgemiddelde grenswaarde voor NO₂ blijft in alle jaren en scenario's onder het toegestane aantal van 18.
- De geurconcentratie is het hoogst op het platform van het civiele deel van het luchtvaartterrein (16 ouE/m³ 98 percentiel voor scenario D) maar neemt snel af. Ter plaatse van de dichtstbijzijnde woning is de geurconcentratie minder dan 1 ouE/m³ (98 percentiel).
- Van de scenario's C en D bestaan verschillende *varianten*. De varianten verschillen onderling in vertrekroutes en naderingsprocedures. Behoudens een enkele uitzondering treedt dit verschil tussen de varianten op vanaf vlieghoogtes boven de 100 meter. Zowel voor scenario C als voor scenario D is slechts één variant doorgerekend. Juist deze varianten zijn doorgerekend omdat in deze varianten routes over het meest nabije Natura 2000 lopen. Uit de berekeningsresultaten blijkt dat het deel dat de vliegtuigen boven 100 m bijdragen (maximaal 0,03 µg/m³) aan de luchtkwaliteit slechts 1% bedraagt van de totale bijdrage van de vliegtuigen. Het wijzigen van de routes op hoogte zal dan ook geen significant effect hebben op de luchtkwaliteit op leefniveau en zeker niet leiden tot overschrijding van welke norm dan ook. Daarmee hebben de verschillende varianten van de scenario's geen significant verschil in effect op de luchtkwaliteit.
- De stikstofdepositie neemt als gevolg van de planrealisatie toe in de omliggende Natura 2000 gebieden. De toename in het dichtstbijzijnde gebied Kempenland-West ten gevolge van de eerste tranche (scenario C) bedraagt 0,5 mol/ha en 0,6 mol/ha voor de tweede tranche (scenario D). In de beschouwde gebieden is de bestaande achtergronddepositie meer dan 1000 mol/ha/jaar hetgeen hoger is dan de kritische depositie in de betreffende gebieden. In deze situatie hanteert de provincie Noord-Brabant een maximaal toelaatbare toename van de depositie van 0,051 mol/ha/jaar.
- De hoogste toename van SO₂ depositie wordt berekend in het nabijgelegen gebied Kempenland-West: 0,2 mol/ha voor scenario D (ten opzichte van scenario A).
Voor zwavel depositie bestaat er geen vigerende norm.

Referenties

1. *Geluidbelasting rond de luchthaven Eindhoven door militair en civiel vliegverkeer - MER luchthaven Eindhoven 2012*, opgesteld door E.G. van Leeuwen-Kuijk, A.B. Dolderman en R. de Jong - Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, 2012, NLR-CR-2012-395-PT-1.
2. *Externe veiligheidsrisico rond de luchthaven Eindhoven door militair luchtverkeer en burgerluchtverkeer – Milieueffectrapport luchthaven Eindhoven 2012*, opgesteld door Y.S. Cheung en L. de Haij. - Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, 2013, NLR-CR-2013-005.
3. *Geluidbelasting rond de luchthaven Eindhoven door militair en civiel vliegverkeer - MER luchthaven Eindhoven 2012*, opgesteld door E.G. van Leeuwen-Kuijk, A.B. Dolderman en R. de Jong - Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, 2013, NLR-CR-2012-395-PT-2, confidencieel.
4. *Handreiking Rekenen aan Luchtkwaliteit. Actualisatie 2011. Ministerie van Infrastructuur en Milieu.*
5. *CBS, PBL, Wageningen UR (2012). Koolmonoxide in lucht, 1990-2011 (indicator 0465, versie 08, 7 september 2012). www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen*
6. *Staatscourant 2008 nr. 2040, 17 december 2008. Regeling van de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en van Milieubeheer van 8 december 2008, nr. BJZ2008117286 tot wijziging van de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 (toepasbaarheid regels inzake de wijze waarop het kwaliteitsniveau wordt gemeten of berekend en criteria voor meet- en rekenpunten)*
7. *Heavy metals and benzo(a)pyrene in ambient air in the Netherlands. A preliminary assessment in the framework of the 4th European Daughter Directive. Auteurs: A.M.M. Manders en R. Hoogerbrugge, RIVM Report 680704001/2007.*

Appendix A Vliegverkeer emissieberekening met NLR LEAS-iT

In deze appendix worden de verkeersgegevens per alternatief weergegeven.

LEAS-iT (Local Aviation Emissions in Airport Scenarios - inventory Tool) berekent de emissies van het vliegverkeer voor de volgende stoffen:

- Koolmonoxide (CO)
- Vluchtige organische stoffen (VOS)
- Fijn stof (PM₁₀)
- Stikstofoxiden (NO_x)
- Zwaveldioxide (SO₂)
- Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK)
- Benzeen
- Lood (Pb)
- Waterdamp (H₂O)
- Kooldioxide (CO₂)
- Koolwaterstoffen (HC)

In de berekeningen wordt een onderscheid gemaakt tussen de taxifase en de vluchtfase. Hierbij bestaat de taxifase uit het taxiën van het vliegtuig tussen platform en start/landingsbaan en de vluchtfase uit het taxiën van het vliegtuig óp de start/landingsbaan en het daadwerkelijke vlieggedeelte.

Voor de berekeningen van de vluchtfase is het vliegtraject waarlangs het vliegtuig zich verplaatst opgedeeld in kleine deelsegmenten. Deze segmenten worden dusdanig klein gekozen dat de vliegcondities over elk van de segmenten als constant mogen worden beschouwd. Langs elk deelsegment wordt de emissiebijdrage berekend met de formule:

$$\text{Emissie} = \text{aantal motoren} * \text{tijd} * \text{brandstofstroom} * \text{emissie index}$$

Waarbij:

- emissie: Hoeveelheid van de beschouwde stof (gas) die door de motor wordt uitgestoten (g);
- aantal motoren: Het aantal hoofdmotoren van het vliegtuig;
- tijd: De tijd dat de motor stuwkracht levert (s);
- brandstofstroom: De brandstofstroom door de motor (kg/s);
- emissie index: De verhouding tussen de hoeveelheid stof (gas) die door de motor wordt uitgestoten en de hoeveelheid brandstof die door de motor wordt verbruikt (g/kg).

De totale emissies van het vliegverkeer in de vluchtfase worden vervolgens bepaald door de emissies van alle deelsegmenten te sommeren. De totale emissies van de het vliegverkeer in de taxifase zijn toegekend aan de vliegveld referentie locatie.

Deze Appendix beschrijft de invoergegevens, modellering en uitvoergegevens van LEAS-iT.

A.1. Invoer

Voor de berekeningen heeft NLR LEAS-iT een beschrijving van het vliegverkeer nodig. Deze invoer bestaat uit een database opgebouwd uit records. Elk record beschrijft:

- vliegtuigtype;
- start/landingsbaan;
- route;
- prestatieprofiel;
- aantal vliegtuigbewegingen;
- motortype;
- aantal motoren per vliegtuig en brandstofsoort;
- de brandstofstroom, NO_x, CO en HC emissie indices, Smoke Number (SN) voor de vier standaard ICAO LTO thrust settings;
- motor drukverhouding
- taxi tijd;
- dag (van de week) en uur (van de dag);

Verkeersgegevens

Vliegtuigtype, start/landingsbaan (baangebruik), routes, vlieghoogtes en aantal vliegtuigbewegingen zijn gebaseerd op de overeenkomstige geluidbelastingberekeningen voor luchthaven Eindhoven. Hierbij is de route het grondpad (zonder spreiding) van het vliegtuig en bevat het prestatieprofiel gegevens over vlieghoogte en grondsnelheid langs het grondpad.

Motortype, aantal motoren en brandstofsoort per vliegtuigtype

Om de emissies van een vliegtuigtype te kunnen berekenen is informatie nodig over het motortype en het aantal motoren waarmee een vliegtuig is uitgerust en de soort brandstof die het motortype verbruikt. Als het motortype niet bekend is of als er geen brandstofstroom en emissiegegevens bekend zijn voor het betreffende motortype dan wordt een verwant motortype gekozen waarvoor wel genoemde gegevens bekend zijn.

Brandstofstroom en emissiekenmerken van de motoren

Brandstofstroom en emissies van luchtverontreinigende stoffen zijn afhankelijk van het motortype en de gashandelstand. Bronnen voor deze gegevens zijn referenties A.1, A.2, en A.3. In die gevallen waarbij geen gegevens van een motor beschikbaar zijn worden deze gegevens gebaseerd op die van vergelijkbare motoren.

Taxitijden

De taxitijden zijn afkomstig van de luchthaven Eindhoven.

Dag en uur:

Uit praktische overwegingen als benodigde rekentijd is gesteld dat elke week van het jaar hetzelfde vliegverkeer bevat. De verdeling van het vliegverkeer over de 168 uur van de week is gebaseerd op gegevens van Defensie en Eindhoven Airport.

A.2. Modelleren

Uit de baan, route en prestatieprofiel gegevens wordt de 4-dimensionale (ruimte-tijd) vliegbaan gegenereerd. Langs de vliegbaan is dan op elk punt de snelheid, hoogte en brandstofstroom bekend. De brandstofstroom volgt uit de vluchtfase die bepaald wordt aan de hand van het hoogteprofiel.

Vervolgens wordt de Boeing(-2) methode (Ref. A.4) toegepast voor de berekening van de emissies van stikstofoxiden (NO_x), koolstofmonoxide (CO) en onverbrande koolwaterstoffen (HC) op elk punt langs de vliegbaan. Deze methode houdt rekening met de hoogte, snelheid en de installatie effecten van de motor (aftap van lucht t.b.v. airconditioning, aandrijving van systemen).

De benzeen en VOS emissies worden berekend op basis van de HC emissies waarbij wordt gecorrigeerd met constante factoren volgens referentie A.5.

De fijn stof emissies PM_{10} van vliegtuig motoren bestaan uit een vluchtig en een niet-vluchtig deel. LEAS-iT berekent uitsluitend het niet-vluchtig deel van de fijn stof emissies en doet dit op basis van een Eurocontrol model (Ref. A.6). Dit model gebruikt (gemeten) ICAO "Smoke Numbers" voor de beschrijving van de motorkarakteristieken en houdt rekening met vlieghoogte, vliegsnelheid en gashendelstand. De meeste waarden van de "smoke numbers" van vliegtuig motoren van grotere civiele vliegtuigmotoren zijn te vinden in de ICAO-emissies databank. Op Eindhoven vliegen echter ook (militaire) vliegtuigen waarvoor geen Smoke numbers bekend zijn. Om toch een indicatie van de hoeveelheid fijn stof te geven is een ruwe schatting gemaakt van de ontbrekende Smoke numbers.

Uit literatuur onderzoek blijkt dat bij goede benadering de $PM_{2.5}$ emissies van moderne transport vliegtuigen gelijk zijn aan de PM_{10} emissies. In de berekeningen voor luchthaven Eindhoven is de conservatieve aanname gemaakt dat dit ook geldt voor de motoren van de vliegtuigen die opereren op luchthaven Eindhoven.

De emissies van SO_2 , Pb, CO_2 en H_2O zijn berekend op basis van brandstofeigenschappen. De emissies van PAK en benzeen zijn geschat op basis van de hoeveelheid onverbrande koolwaterstoffen.

De warmte uitstoot per motor wordt bepaald aan de hand van de brandstofeigenschappen en brandstofstroom. Brandstofeigenschappen zijn beschreven in referentie A.5.

De nauwkeurigheid van de berekende emissies is mede afhankelijk van de kwaliteit en kwantiteit van de beschikbare invoergegevens en berekeningsmethoden. Fijn stof berekeningen bevatten grote onzekerheden.

A.3. Uitvoer

Emissies in de vluchtfase

De vliegtuigemissie berekeningen worden uitgevoerd in een rekengrid bestaande uit cellen met constante afmetingen. Dit rekengrid is een 3D rechthoekig grid waarbij posities worden aangegeven in het rijksdriehoekscoördinatenstelsel. Het grid loopt in oost-west, noord-zuid en hoogte richting. Het midden van het grid komt overeen met de referentie locatie van de luchthaven (Rijksdriehoekcoördinaten: 154113, 384546).

Voor de uitgevoerde berekeningen hebben de gridcellen een karakteristieke afmeting van 250 x 250 x 250 m (l x b x h) en heeft het rekengrid een grootte van 20 x 20 km rondom de luchthaven.

De emissies als gevolg van vliegverkeer zijn meegenomen tot een hoogte van 1 km vergelijkbaar met de standaard ICAO-LTO cyclus.

De berekende totale emissies van de taxifase zijn toegekend aan de vliegtuig platforms en aan twee locaties op de startbaan van de luchthaven.

Per cel worden van de emissies in de vluchtfase de locatie, de grootte en het tijdstip (uur van de dag en dag van de week) vastgelegd. Hiervoor worden voor elke vliegbaan de doorsnijdingen met de cellen berekend. De bijdragen van alle stukken vliegbaan binnen de cel worden gesommeerd. Er wordt in iedere cel een gemiddeld zwaartepunt van alle emissies berekend waaraan de emissies worden toegekend. Naast de emissies worden ook gegevens als de warmte inhoud van de uitlaatstraal, aantal vliegtuigbewegingen en verblijfstijden in de cellen opgenomen in het uitvoerbestand.

Referenties Appendix A

- A.1 ICAO Aircraft Emission Databank, issue 18, January 2012
- A.2 Regeling milieu-informatie luchthaven Schiphol (RMI), Motortype database, 2010
- A.3 Guidance on the Determination of Helicopter Emissions, Theo Rindlisbacher, FOCA, 2009
- A.4 Fuel Flow Method 2 for Estimating Aircraft Emissions, Paper SAE 2006-01-1987
- A.5 The properties of kerosine Jet A-1, DLR-MITT-98-01
- A.6 Rapport EEC/SEE/2005/0014

Appendix B Immissieberekening met het verspreidingsmodel KEMA STACKS

Inleiding en goedkeuring KEMA STACKS

De luchtkwaliteit berekeningen zijn uitgevoerd met het KEMA STACKS model (versie 2012.2) dat hiervoor bij uitstek geschikt is. Het KEMA STACKS-model is gebaseerd op het Nieuw Nationaal Model (Ref. B.1) met eigen uitbreidingen, modificaties en verbeteringen voor integrale toepassing op verkeerswegen. KEMA STACKS is door het ministerie van Infrastructuur en Milieu goedgekeurd voor toepassing op alle wegen.

Een belangrijk voordeel van het KEMA STACKS model is dat de verschillende weggedelen, verschillende type wegen en overige bronnen zoals luchtvaart en scheepvaart integraal kunnen worden doorgerekend. Hierdoor kan met één berekening de totale concentratie berekend worden en inzicht worden verkregen van het verloop van de concentratie in een gebied. De berekeningen worden uitgevoerd met de nieuwste data die door PBL ter beschikking zijn gesteld (maart 2012). In deze studie is de bijdrage van de wegen separaat doorgerekend met Geomilieu. Geomilieu beschikt over hetzelfde rekenhart als STACKS maar is meer geschikt voor het doorrekenen van grote wegenmodellen.

Aan KEMA STACKS is ook een module toegevoegd voor de berekening van luchtvaartverkeer. De modules voor de berekening van de vliegtuigbijdragen (Appendix C) betreffen geen standaardberekeningen waarvoor goedkeuring kan worden aangevraagd. Dit wordt met name veroorzaakt doordat er geen netwerk van metingen bestaat waarmee de berekeningen gevalideerd kunnen worden. De methodiek is inmiddels zodanig geaccepteerd dat toenmalige ministeries VROM en V&W gezamenlijk besloten hebben om deze rekenmethodiek de basis te laten zijn van de (NO₂) concentraties zoals in de saneringstool en monitoringstool zijn opgenomen voor de Schiphol-locatie (Ref. B.2).

Invoergegevens en bronnen

STACKS gebruikt als invoer naast gegevens over achtergrondconcentraties de gegevens van emissiebronnen. De emissiebronnen zijn hierbij bronnen die een of meer type stoffen (componenten) uitstoten. Hierbij zijn de soort stof, de hoeveelheid stof, de locatie en de tijden waarop de emissies plaatsvinden van belang. Binnen STACKS worden deze emissiebronnen

beschreven door verschillende typen bronnen (puntbron, lijnbron, diffuse bron, et cetera) afhankelijk van welk type bron de emissies het beste representeert. STACKS berekent vervolgens de verspreiding van de bijdragen van elke bron in de lucht. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een Gaussisch model (pluim model), waarbij onder andere ook de meteo wordt verrekend (Ref. B.3).

De immissies (concentraties op leefniveau) zijn bepaald op basis van emissiebijdragen van het vliegverkeer, de grondgebonden bronnen op de luchthaven, het wegverkeer, en de achtergrondconcentraties.

Uitbreidingen van het standaard KEMA STACKS (ten behoeve van vliegverkeer)

De standaardversie van KEMA STACKS voorziet niet in de berekening van immissies ten gevolge van vliegtuigen. Het model is daarom specifiek gemaakt door de volgende aspecten als uitbreiding op te nemen:

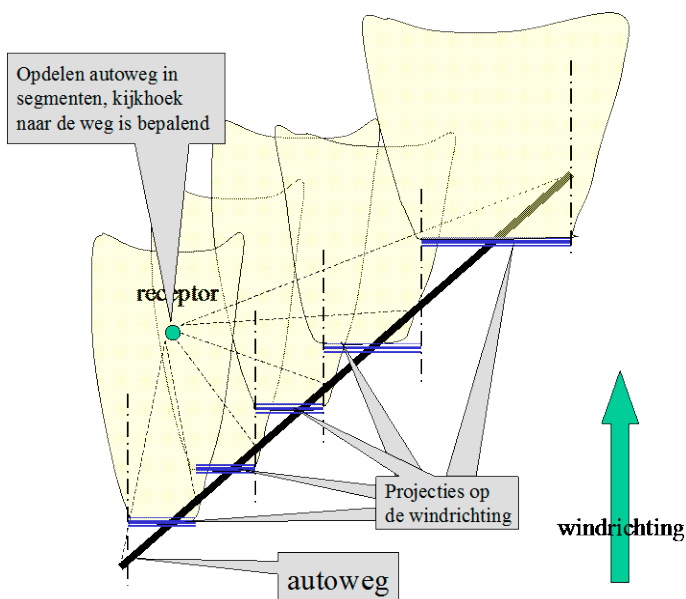
- vliegtuigemissies op de startbanen worden doorgerekend, rekening houdend met de (flinke) warmte emissies die plaatsvinden: bij de berekening van de pluimhoogtes is hiermee rekening gehouden. De startbaan heeft daarbij uiteraard zijn eigen lengte en locaties waar de emissies plaatsvinden
- vliegtuigemissies die in de lucht plaatsvinden, worden op de hoogte verspreid waarop deze worden geëmitteerd, rekening houdend met de warmte emissies. Dit geldt zowel voor het stijgen als voor het dalen van vliegtuigen
- voor de berekening van de omzetting van NO naar NO₂ (NO₂ wordt immers voor een groot deel geëmitteerd als NO) in de atmosfeer wordt rekening gehouden met de verschillen tussen starten, stijgen en kruisen. Ook wordt rekening gehouden met de looptijd van de pluimen: hoe verder een pluim zich heeft verspreid van de startbaan, hoe groter de fractie NO₂ zal zijn (er is immers al meer omgezet naar NO₂)

In bijlage C is een meer uitgebreide beschrijving gegeven van de wijze waarop die effecten in het model zijn uitgewerkt. Voor het overige wordt de standaardversie van KEMA STACKS toegepast voor wegverkeer en alle andere bronnen.

Het lijnbronkarakter van een verkeersweg, met name op de NO₂ vorming

Voor puntvormige bronnen (lees: de meeste industriële bronnen) is een nationale consensus bereikt om uit de NO emissies NO₂ concentraties in de omgeving te berekenen. Deze gaat uit van berekeningen die van uur-tot-uur worden uitgevoerd om op een zo hoog mogelijk detail niveau het gevormde NO₂ te kunnen berekenen. Een belangrijk punt daarbij is dat de reacties van NO

met ozon naar NO_2 niet plaatsvinden in uurgemiddelde rookpluimen maar in pluimvormen zoals die instantaan zijn. Voor puntbronnen is een rekenmethode in het NNM ingebouwd. Voor verkeerswegen is dit principe in KEMA STACKS indien relevant uitgebreid naar lijnbronnen, waarbij de inmenging van de omgevingslucht (met ozon) zo goed mogelijk wordt beschreven. Daarbij wordt weer uitgegaan van concentraties. Voor lijnbronnen betekent dit dat de verdunning in de dwarswindrichting (de “y-richting”) wegvalt (de concentratie is in deze richting immers uniform verdeeld), alleen de verdunning in de verticale richting is van belang. De NO_2/NO_x verhouding wordt berekend op “neushoogte” (1.5 m). Bij lijnbronnen is de inmenging van ozon daardoor minder dan bij puntbronnen en zal de verhouding NO_2/NO_x lager zijn. Deze inmenging van ozon in de pluim wordt hiermee zo goed mogelijk ingecalculeerd. Daarbij wordt rekening gehouden met de initiële verdunning door turbulentie van het verkeer zelf en met de extra turbulentie die wordt gegenereerd door een eventueel aanwezig geluidsscherm. Afhankelijk van de windrichting en de afstand tot gridpunt wordt indien relevant de weg opgedeeld in lijnstukken; na loodrechte projectie worden deze volgens de methode Nieuw nationaal Model verspreid in de atmosfeer (Figuur B. 1).



Figuur B.1 Een verkeersweg als lijnbron gemodelleerd

De emissiekenmerken van wegverkeer

Het KEMA STACKS model is een uur-voor-uur model conform NNM, hiervan wordt maximaal geprofiteerd door de uurlijkse variatie van de verkeersemissie ook daadwerkelijk te verrekenen. In KEMA STACKS wordt in dit project rekening gehouden met de dagelijkse gang van de verkeersintensiteit (alle uren van de dag hebben een specifieke emissie). Ook stagnatie (filevorming) en de wekelijkse variatie (minder verkeer op weekenddagen) kunnen doorgerekend

worden. Hoeveel het verkeersaanbod op zaterdag en zondag lager is dan op werkdagen verschilt van locatie tot locatie. Tenzij meer gedetailleerde gegevens beschikbaar zijn wordt uitgegaan van een gemiddelde situatie zoals is gegeven in tabel B.1. Op zaterdagen en zondagen wordt in het model automatisch de afwezigheid van files verrekend.

Tabel B.1 Fracties verkeersaanbod (in %) op werkdagen, zaterdagen en zondagen bij opgave van de intensiteit in werkdagcijfers of weekdagcijfers (pa = personenverkeer, mv = middelzwaar vrachtverkeer, zv = zwaar vrachtverkeer)

	werkdagen			zaterdag			zondag		
	pa	mv	zv	pa	mv	zv	pa	mv	zv
werkdag=100	100	100	100	82	42	25	79	28	12
weekdag =100	106	122	130	87	52	33	84	34	16

Referenties

- B.1 "Het Parse Boekje": Nieuw Nationaal Model. Verslag van het onderzoek van de Projectgroep. Revisie nationaal Model. InfoMil, 1998, Den Haag.
- B.2 KEMA, 2009 (E. Kokmeijer, J.J. Erbrink). "Bepaling bijdragen luchtvaartverkeer in het studiegebied Schiphol en omstreken ten behoeve van de saneringstol ST3". KEMA rapport 50964126-TOS/ECC 09-5392.
- B.3 Erbrink, 1995. Turbulent Diffusion from Tall Stacks. The use of advanced boundary layer meteorological parameters in the Gaussian dispersion model "STACKS", Academisch proefschrift, April 1995, 228 pp.

Appendix C STACKS ten behoeve van vliegverkeer – modellering bijdrage luchtvaart

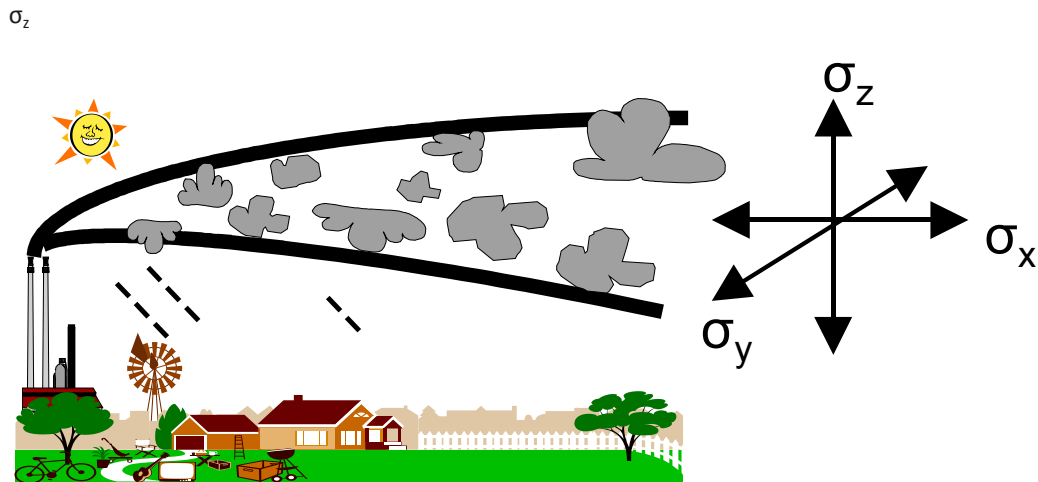
Vliegtuigbewegingen

De verspreiding van rookpluimen (zie Figuur C.1) wordt beschreven door de verspreidingsparameters (in de verticale richting) σ_z , (in de dwarsrichting) σ_y en (voor vliegtuigen) σ_x (in de richting van de wind). In “KEMA STACKS voor luchthavens” wordt dit concept voor de vliegtuigbewegingen op en nabij de luchthaven ook toegepast. Deze parameters worden voor de verschillende segmenten van de vliegtuigbeweging apart berekend. Hierbij worden de volgende segmenten onderscheiden:

- startbaan/landingsbaan
- stijg- en daaltraject
- kruisend vliegtuig op een bepaalde hoogte
- gebruik van APU en GPU op het platform.

In deze Appendix wordt een toelichting gegeven op deze berekeningswijzen. Daarbij wordt de methode in STACKS vergeleken met die in andere modellen voor de luchtvaart. Eerst wordt toegelicht hoe met de emissies wordt omgegaan, met name de ruimtelijke verdeling en vervolgens wordt uitgelegd hoe de grondconcentraties worden berekend. Tenslotte is aandacht gegeven aan de NO₂ berekening.

Door het verspreidingspatroon van alle vliegtuigbewegingen (die dus afzonderlijk worden doorgerekend) per uur op te tellen, wordt een uurgemiddelde berekend. Het aantal starts per uur evenals de gemiddelde verblijftijd van het vliegtuig in het segment is immers bekend en wordt als invoer meegenomen in een emissiebestand. In principe wordt de momentane pluim dispersie berekend. Rekening houdend met de verblijftijd van het aantal vliegtuigen in een cel, kan dan een uurgemiddelde berekend worden door de fractie verblijftijd (0-1) met de berekende momentane concentratie te vermenigvuldigen. Dit heeft het voordeel dat de NO₂ vorming in de momentane pluim van uur tot uur berekend kan worden.



Figuur C.1 De verspreiding van rookpluimen

Van de omzetting in pluimen van vliegtuigmotoren zijn in de literatuur niet zo veel gegevens beschikbaar. In hoofdzaak zijn er drie belangrijke rekenmodellen te vinden:

- ADMS met submodules voor luchthavens (UK)
- Lasport (Duitsland)
- EDMS (USA).

Met deze modellen is enige ervaring opgedaan; en deze zijn deels in de literatuur beschreven. Daar waar nodig wordt bij de onderbouwing van de modellering binnen STACKS van de verspreiding van vliegtuigemissies hiernaar verwezen.

Emissies berekend met LEAS-iT

De emissies van de vliegtuigbewegingen worden in detail in kaart gebracht met behulp van LEAS-iT. Het model gebruikt cellen om de locatie, grootte en tijdstip van de dag van de emissie te beschrijven. Elke cel in het rekengebied is 250 bij 250 bij 250 m groot (lengte, breedte en hoogte). Ter afbakening van het rekengebied om de luchthaven is een 3D rechthoekig rekengrid opgesteld met als basis het rijksdriehoekscoördinatenstelsel. Het midden van het grid komt overeen met de referentie locatie van het vliegveld. Het rekengrid ligt dus niet parallel aan een baan maar volgt het rijksdriehoekscoördinaten-stelsel. De gemiddelde hoogte van de emissies in elke cel wordt gedefinieerd en in [m] boven het maaiveld uitgedrukt.

Per cel worden de emissies alsook de andere vluchtkenmerken geïntegreerd voor de verschillende vluchtfasen. De celafmetingen bepalen dus de ruimtelijke resolutie. De tijdsresolutie is in principe een uur. Een emissiebestand bevat voor:

- elke cel
- elke dag van de week
- elk uur van de dag
- de verschillende vluchtfasen,

de emissie, de hoogte van de emissie, en tevens de snelheid en de warmte-emissie van de vliegtuigen. Op deze wijze is een gedetailleerd beeld van de luchtvaart gerelateerde emissies beschikbaar die als invoer voor de verspreidingsberekeningen dient. Een bestand met vliegtuigemissies voor Eindhoven bevat circa 25000 records. Niet elke cel in het ruimtelijk domein bevat vliegtuigemissies, zodat niet alle cellen doorgerekend hoeven te worden. In praktijk is het denkbaar dat de emissies van vliegtuigen, uitgestoten in een bepaalde cel, door de straalmotorwerking van het vliegtuig in een andere cel belanden. In het model wordt hiermee geen rekening gehouden. Afgezien van het starten op de startbaan is deze verplaatsing gering.

Vliegtuigenemissies verschillen van andere lijnbronnen (zoals verkeerswegen) doordat de emissie niet continu is maar discontinue en in een korte tijdsperiode plaatsvindt. Daardoor is een andere aanpak nodig dan bij verkeersmodellen. De situatie is gecompliceerd omdat een vliegtuig een horizontaal traject volgt (de startbaan) en een stijgtraject (respectievelijk daaltraject). In de lucht kan worden aangenomen dat de windsnelheid ten opzichte van de snelheid van het vliegtuig kan worden verwaarloosd als eerste benadering. Op de grond kan dit echter niet. In de diverse stadia van de vliegtuigbeweging wordt de vectoriele windsnelheid (som van windsnelheid en vliegtuigsnelheid) berekend. Omdat vliegtuigen een relatief grote warmte-emissie hebben, is het van belang rekening te houden met de pluimstijging van de uitlaatgassen van het vliegtuig. Uit diverse literatuurgegevens (Carruthers et al, 2006 (Ref. C.1); Wayson, 2003 (Ref. C.2)) blijkt dat deze een significante invloed heeft op de verspreiding; in STACKS wordt rekening gehouden met de pluimstijging en met de initiële dispersie direct achter de motoren. Deze laatste is aanzienlijk, omdat er een dubbele werking uitgaat van de jet (impuls) en de warmte-uitstoot (bij een startend vliegtuig oplopend tot boven de 100 MW).

Hierna volgt een korte toelichting op de dispersie berekening voor elk van de segmenten van de vliegtuigbeweging. Het model berekent de bijdragen van alle emissies (dus van verkeer, vliegtuigen en alle overige bronnen zoals platformverkeer) op een groot aantal rekenpunten. Deze bronbijdragen worden per uur opgeteld bij een achtergrondconcentratie. De achtergrondconcentratie wordt daarbij per kilometervak vanuit de GCN-database uitgelezen.

Immissies tijdens starten en landen

Het traject over de start- en landingsbaan wordt beschreven door een bewegende instantane lijnbron waarvan de emissies met de wind mee worden verspreid:

- De startbaan is afzonderlijk in STACKS gedefinieerd. Indien een cel is gekenmerkt als startend/landend vliegtuig, wordt de dichtstbijzijnde startbaan opgezocht in de database en worden de emissies van deze cel aan deze startbaan toegekend. Een cel op een startbaan is een instantane lijnbron met de richting van de startbaan en de lengte van de cel
- de pluimstijging van de pluim wordt berekend, door een aangepaste pluimstijgformule te hanteren. Omdat de bron (het vliegtuig) beweegt, moet niet alleen de windsnelheid gebruikt worden, maar de vectoriele optelling van windsnelheid plus snelheid van het vliegtuig. Deze bepaalt immers in welk luchtpakket de emissies worden verdund. Door in de pluimstijgberekening de vectoriele verplaatsingssnelheid te nemen in plaats van de windsnelheid wordt een duidelijk lagere pluimstijging berekend
- het emissiebestand bevat per cel van 250x250 en 250 m (hoogte) steeds de gemiddelde hoogte van de vliegtuigen. Voor de start/landingsbaan is het echter beter de gemiddelde hoogte te vertalen naar een gedeelte dat het vliegtuig daadwerkelijk op maaiveldniveau zal afleggen. Indien een cel zich aan de kop van de startbaan bevindt³⁾, wordt daarom de hoogte tot 0 m teruggebracht (het vorige punt blijft natuurlijk onverminderd van kracht)
- de verhoogde pluim van het startende vliegtuig wordt verspreid in de lucht, met als parameters σ_z (instantaan) en de lijnbron benadering voor σ_y . Deze laatste wordt berekend zoals in het Paarse Boekje (Ref. C.3) beschreven is. Deze pluim wordt met de wind mee verspreid als een incidentele instantane lijnbron (1 per start). De verdunning voor een dergelijke pluim verloopt dus iets anders dan voor een continue bron. Dit is alleen van belang voor de omzetting van NO naar NO₂. De NO₂ vorming wordt berekend op eenzelfde wijze als in NNM geschiedt door integratie over het pluimprofiel (figuur 8, Ref. C.3) echter in dit geval met σ_z en $\sigma_x (= \sigma_z)$; de σ_y term is daarbij vervallen.

De berekende concentraties zijn afhankelijk van de hoogte waarop de emissies in het model worden geëmitteerd. Voor de concentraties op korte afstand vanaf de startbaan (maar ook bij het taxiën) zijn de initiële dispersieparameters (en overigens ook de uitstoothoogte) nog van groot belang: deze geven de afmetingen van de pluim weer vrij snel na het emitteren. In de luchthavenmodellen wordt hier verschillend mee omgegaan. In referentie C.4 wordt voor de luchthavenstudie van Zürich een vaste hoogte voor (alle) vliegtuigemissies aangenomen van 50 m. In EDMS wordt gekozen voor een vaste hoogte van 12 m en een initiële waarde van σ_{20} van

³⁾ Dit wordt bepaald door te bezien of het midden van de cel op minder dan 700 m afstand ligt van het begin of het einde van een startbaan.

ruim 4 m, ongeacht de snelheid en ongeacht het type vliegtuig (Ref. C.2 en C.5). Uit studies van Carruthers et al (Ref. C.1), blijkt dat de pluimstijging eigenlijk niet als een vaste waarde aangenomen kan worden, maar afhangt van het starttraject, met andere woorden afhankelijk is van de snelheid van het vliegtuig: des te lager de snelheid van het vliegtuig, des te groter de pluimstijging. In STACKS is daarom gekozen voor een pluimstijgformule met de vectoriële snelheid (windsnelheid en vliegsnelheid). Uit deze studie (Referentie C.1) kan ook worden afgeleid dat het aantal motoren dat gemodelleerd wordt een (verlagend) effect heeft op de berekende concentraties. In de situatie dat de meeste vliegtuigen twee motoren hebben, wordt er daarom voor de pluimstijging van uitgegaan dat de warmteoutput van het vliegtuig verdeeld is over deze twee motoren en dus gedeeld wordt door 2. In een RIVM studie (Ref. C.6) over vliegtuigemissies (weliswaar op grotere hoogten) worden aanzienlijk grotere waarden voor σ_{z0} genoemd: 83 m bij een snelheid van 250 m/s en op 100 m afstand achter het toestel. Teruggeschaald naar snelheden op de startbaan (gemiddeld 30-35 m/s) is dit rond de 10 m. In STACKS wordt de initiële dispersie berekend uit de pluimstijging conform NNM en bereikt dan typische waarden tussen 10 en 20 m.

Hoewel STACKS en in algemene zin het NNM alleen grondconcentraties berekend worden, is er in het model geen enkele beperking opgenomen ten aanzien van de bronhoogten. Dat komt omdat de atmosfeer gedetailleerd is gemodelleerd voor de Nederlandse situatie en de verspreiding vanuit hogere bronnen (en dus ook vliegtuigen) zonder enig bezwaar (anders dan de algemene beperkingen van een gauss model) kan worden berekend.

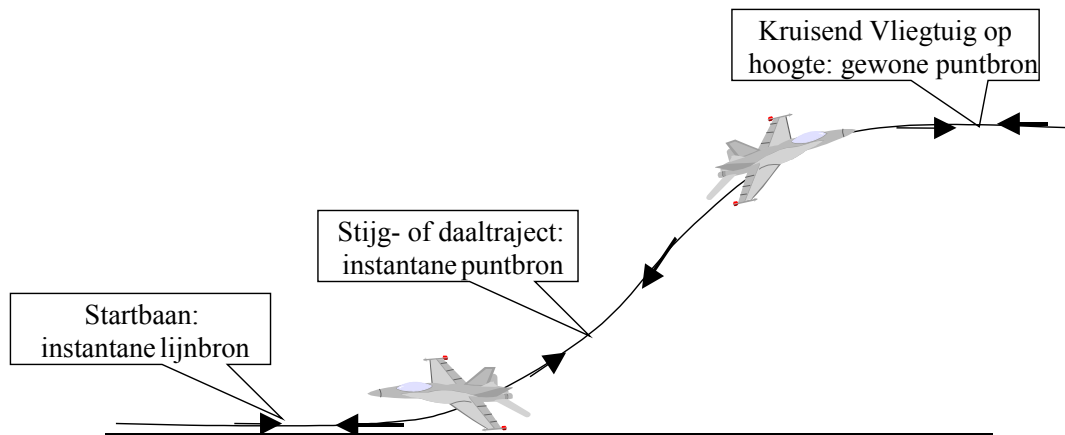
Stijg- en daaltraject

Het stijg- en landingstraject wordt gekenmerkt door een instantane emissie over een zeker hoogtetraject tot (of "vanaf" in het geval van daling) 1000 m. Hoogten boven 1000 m worden niet meegenomen, omdat deze hoogte slechts een zeer gering percentage van de tijd binnen de menglaag valt.

Andere modellen maken eenzelfde benadering; Lasport behandelt emissies tot een hoogte van 3000 ft (914 m, Ref. C.4). Bovendien zullen emissies vanaf die hoogte weinig invloed meer hebben op grond niveau ook als de pluim binnen de menglaag valt.

Omdat de instantane emissie plaatsvindt over het hoogtetraject tot 1000 m en elke emissie verspreid zal worden op de hoogte waarop de emissie plaatsvond, kan deze emissie opgedeeld gedacht worden over een beperkt aantal puntbronnen met elk zijn specifieke hoogte. In het invoerbestand is de atmosfeer in de verticale richting in een aantal lagen (en per laag in cellen

van 250x250x250 m) verdeeld. Hoewel in principe de hoogte stap voor het stijg- en daaltraject dus 250 m is bestaat binnen een cel een verdere differentiatie in hoogte: elk vliegtuigtype dat is doorgerekend – per uur per dag, - heeft feitelijk zijn eigen hoogte: deze is dus continu verdeeld over het traject 0-1000 m.



Figuur C.2 Vliegtuigen worden in deze versie van STACKS op unieke wijze behandeld, afhankelijk van de locatie in het stijg-landingstraject

Bij het stijg-landingstraject is sprake van laterale (y -richting), verticale (zoals normaal) en transversale (x -richting) dispersie, dus in drie dimensies terwijl normaal met twee dimensies wordt gerekend (alleen y - en z -richting).

De transversale dispersie (in vaktaal σ_x) wordt voor vliegtuigen gelijkgesteld aan de instantane dispersie van σ_y (en σ_z) daar de atmosfeer zich op lokaal niveau isotroop gedraagt⁴⁾. Dit is een vereenvoudiging van de werkelijkheid, waar de emissie over een lijn met een stijg(daal)helling plaatsvindt. De relevantie hiervan is heel beperkt, omdat de vliegtuigen, eenmaal in de lucht, nauwelijks bijdragen aan de NO_2 -grondconcentraties. Uit de berekeningen voor de luchthaven Schiphol is gebleken dat boven 350 m de totale bijdragen van alle vliegtuigen aan de grondconcentraties altijd kleiner is dan $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De verspreiding wordt in principe per vliegtuig berekend. De berekende instantane immissies worden daarna vermenigvuldigd met het aantal vliegtuigbewegingen en hun verblijftijdfractie (aantal seconden in de cel gedeeld door 3600) in dit segment, zodat een uurgemiddelde wordt verkregen. Tenslotte wordt voor elk uur de bijdrage van alle bronnen (vliegtuigbewegingen en overige bronnen) berekend en bij het bestaande concentratieniveau opgeteld: dit levert uiteindelijk het totale uurgemiddelde op.

⁴⁾ Dat wil zeggen: op een schaal van tientallen tot ruwweg 100m. In het Nieuw Nationaal Model is dit een algemene aanname voor de verspreiding van gassen en deeltjes in de atmosfeer.

Kruisend vliegtuig op een bepaalde hoogte

Een kruisend vliegtuig op een bepaalde hoogte wordt gemodelleerd als gewone puntbron. Dit is mogelijk omdat alle vliegtuigbewegingen uiteindelijk worden ingevoerd per ruimtelijke cel van (ongeveer) 250 bij 250 bij 250 m. Op deze grotere hoogte is het niet meer van belang om de precieze hoogte in het model op te nemen, de impact wordt bepaald door de dispersieparameters σ_y en σ_z . Grondcontact wordt pas gemaakt als zowel σ_y als σ_z een grote waarde hebben; de grondconcentraties zijn dan toch al zo gering dat deze te verwaarlozen zijn. Een precieze modellering van het kruisgedeelte van de vliegtuigbeweging is daarom niet aan de orde.

NO₂ vorming

Voor de meeste stoffen die geëmitteerd worden voldoet bovenbeschreven aanpak, NO₂ is echter een speciale component, omdat deze (mede) gevormd wordt in de atmosfeer. Dat vereist speciale voorzieningen in het rekenmodel. Voor NO₂ wordt de berekeningsmethode voor de dispersie van NO_x als boven beschreven ook gevolgd. Er is voor NO_x echter een extra aspect: de vorming van NO₂ uit NO en ozon. De omzetting van NO naar NO₂ wordt in principe op de normale manier berekend (dus in de instantane pluim). De omzetting wordt berekend met de berekende instantane concentraties.

De vertaling naar uurgemiddelde NO₂ concentraties vindt plaats zoals in bovenstaande beschreven (dat wil zeggen: instantane concentraties per vliegtuig worden over een uur opgeteld).

De vorming van NO₂ uit NO en ozon is afhankelijk van de beschikbare hoeveelheid ozon, van de fotostationaire processen (UV en temperatuurafhankelijk) en van mengingsprocessen in de atmosfeer. Voor de situatie bij luchthavens zijn weinig gegevens beschikbaar. Wel blijkt dat de diverse modellen hier heel verschillend mee omgaan. Voor wegen wordt de normale KEMA-STACKS aanpak gevolgd. Voor vliegtuigen wordt in hoofdzaak weer gebruik gemaakt van de NNM chemie. De formules om de omzetting te berekenen zijn onverkort toegepast, echter steeds in de instantane pluim; dit is immers vereist voor de atmosferische chemie. Dat betekent dat de instantane dimensies van een gewone rookpluim niet kan worden toegepast, omdat deze voor een stationaire bron gelden.

De aanpassing voor NO₂ vorming bestaat uit het opnemen van instantane pluimdimensies voor vliegtuigpluimen, zoals de vorige alinea is aangegeven. Deze berekent duidelijk hogere NO₂ vormingen dan de 'wegen' module. Dit is ook aannemelijk omdat vliegtuigen geïsoleerde

(bewegende) bronnen zijn die zich bovendien (uiteraard) op grotere hoogten dan op grondniveau bewegen. Dat maakt dat de beschikbaarheid van ozon groter is met als gevolg een grotere fractie NO_2 . Voorts wordt in STACKS een initiële fractie NO_2 aangenomen, afhankelijk van het beschouwde segment van de vliegtuigbeweging:

- Starten: 5%
- Overige: 15%.

Dit maakt dat bij de uitlaat al een (soms) aanzienlijke concentratie NO_2 aanwezig is. Dicht bij wegen is de ozon beschikbaarheid beperkt door de overvloed aan NO en is de menging geenszins homogeen. In referentie C.7 worden gemeten verhoudingen van NO_2/NO_x gegeven die variëren van 50% in de stedelijke omgeving van Londen tot 80% voor landelijke omgevingen. Dichtbij wegen worden waarden van 15% tot 30% gerapporteerd. De verhoudingen voor de directe omgeving van de luchthaven worden niet gegeven. In STACKS wordt de omzetting voor vliegtuigemissies met NNM formuleringen berekend, die uitkomen op gemiddeld 60-75%. Of deze waarden wellicht aan de conservatieve kant zijn, is niet duidelijk. De berekende waarden in de nabijheid van wegen, berekend door STACKS liggen ook in de range van 15% tot 30%, op wat grotere afstanden is deze ratio groter.

In EDMS wordt voor de omzetting een empirisch verband genomen, de zogenaamde DEFRA functie (Ref. C.9), die erop neerkomt dat de omzettingsfractie varieert van 95% bij een NO_x concentratie van 10 tot 46% bij $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (afnemend tot 37% bij $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In andere modellen wordt een vaste omzettingsfractie genomen, bijvoorbeeld 15% in ADMS, tot het jaar 2005. Hiervan wordt al gezegd dat deze waarde voor de praktijk te laag zal zijn. In Lasat (LASPORT) wordt ook een vaste omzetting van 15% aangenomen (Ref.C.8). Deze 15% aanname is duidelijk te laag, immers de initiële uitstoot is soms al veel hoger.

De sommering van de afzonderlijke bronbijdragen zou in principe rekening moeten houden met de interactie tussen de bijdragen van de diverse bronnen (afname van ozon en toenamen van NO_2). In het rekenmodel is hiermee niet gerekend; de bronbijdragen worden onafhankelijk van elkaar opgeteld. Op zich is dit een conservatieve benadering; verwacht wordt dat dit geen grote impact heeft, omdat er geen grote NO_x bronnen op korte afstanden (<100 á 200 m) van elkaar zijn die tegelijkertijd emitteren.

Referenties

- C. 1 Developments in ADMS-Airport to take into account of near field dispersion and applications to Heathrow Airport. D. Carruthers et al., 2006. Proc. 11th Int. Conf. on Harmonisation within Atm. Disp. Modelling for regulatory Purposes.
- C. 2 The Use of LIDAR to Characterize Aircraft Exhaust Plumes. Roger L. Wayson et al., University of Central Florida, Wayson, Roger, et al. 2003. 96th Annual Conference and Exhibition of the Air & Waste Management Association, San Diego , CA , June 22-26, 2003. Paper #69965.
- C. 3 “Het Paarse Boekje”. HET NIEUWE NATIONAAL MODEL Model voor de verspreiding van luchtverontreiniging uit bronnen over korte afstanden. Rapportage over het onderzoek Revisie Nationaal Model en de besluitvorming daarover in de begeleidingscommissie. Projectgroep Revisie Nationaal Model. TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie - Apeldoorn 1998.
- C. 4 ALAQS project, Airport Local Air Quality, Sensitivity Analysis Zurich Airport 2004. Report EEC/SEE/2006/003. Eurocontrol, 2006.
- C. 5 Lidar observation of jet engine exhaust for air quality. Wynn L. Eberhard* and W. Alan Brewer (NOAA Environmental Technology Laboratory), Roger L. Wayson, (University of Central Florida), 2nd Symposium on Lidar Atmospheric Applications, San Diego, CA, 8-13 January 2005.
- C. 6 Modelling gas-phase and heterogeneous conversions of nitrogen oxides in the exhaust plume of an aircraft. A parameterisation for global models. E.W. Meijer, J.P. Beck en G.J.M. Velders, 1996. RIVM report no. 722201010.
- C. 7 Air Quality at UK Regional Airports in 2005 and 2010. A report produced for DETR. B Y Underwood, S M Brightwell, M J Peirce and C T Walker. Februari 2001. AEAT/ENV/R/0453 Issue 2, AEA Technology plc, Warrington, Cheshire, UK.
- C. 8 Airport Local Air Quality Modelling: Zurich Airport Emissions Inventory Using Three Methodologies, Ayce Celikel, Nicolas Duchene, ENVISA, (Paris, France), Ian Fuller, EUROCONTROL, Brétigny, France, Emanuel Fleuti, Peter Hofmann UNIQUE, Zurich Airport, Switzerland. 2006. Proc. 11th Int. Conf. on Harmonisation within Atm. Disp. Modelling for regulatory Purposes.
- C. 9 Project For The Sustainable Development Of Heathrow Airport (Psdh), Model Intercomparison Study, Emissions And Dispersion Modelling System (EDMS), Rex Britter, Silvana Disabatino en Efisio Solazzo, October 2005. University of Cambridge, dep. of engineering.

Appendix D Wegverkeersbronnen

Deze Appendix beschrijft de ligging van de verkeersbronnen en de verkeersintensiteiten.

Deze bronnen zijn meegenomen in de berekeningen voor NO_2 , PM_{10} en $\text{PM}_{2.5}$.

Ligging van de verkeersbronnen

Het doorgerekende gebied (figuur 3) heeft een oppervlak van 10 bij 10 km en omvat het luchthaventerrein Eindhoven inclusief een zeer ruime zone om het plangebied zodat zeker gesteld wordt dat het effect van het vliegverkeer volledig in kaart wordt gebracht. De Rijksdriehoekstelselcoördinaten van het doorgerekende gebied zijn:

- x-coördinaten 149.000-159.000 (m)
- y-coördinaten 379.000-389.000 (m).

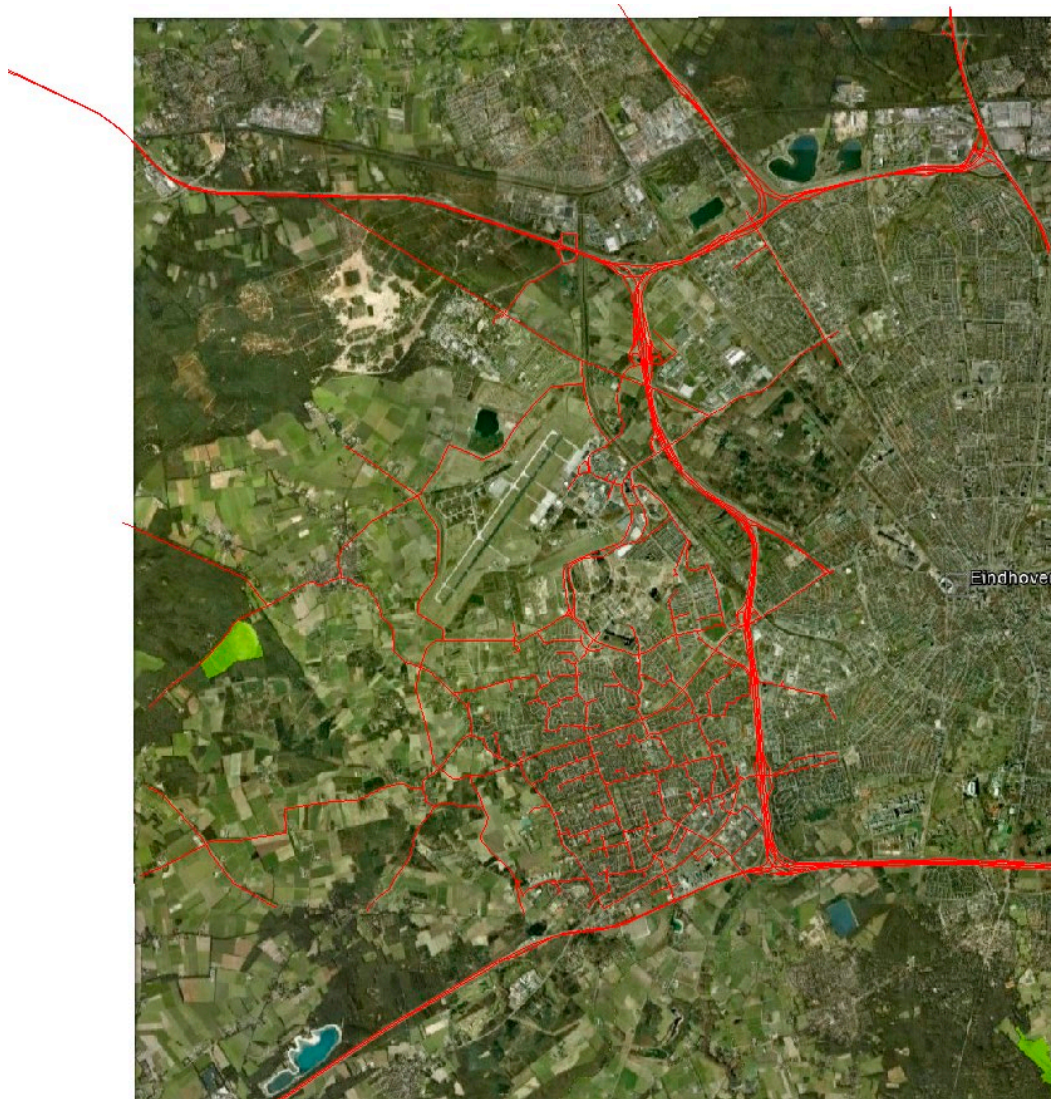
De bijdrage van hoofdwegen aan de concentratie op leefniveau is maakt al deel uit van de GCN. Wanneer deze wegen deel uitmaken van de gemodelleerde bronnen wordt dan ook een zekere dubbeltelling gerealiseerd. De bijdrage van het hoofdwegenet is daarom als separaat deel in de GCN zichtbaar gemaakt. Wanneer de hoofdwegen in het model zijn meegenomen mag de bijdrage die in de GCN voor deze wegen aanwezig is worden afgetrokken. Dit heet “dubbeltellingscorrectie”. Om de dubbeltellingscorrectie te mogen toepassen is het van belang de snelwegen tot op een afstand van 3 km buiten het studiegebied in het model op te nemen.

Ten aanzien van de keuze van de wegen die in het model worden betrokken is het van belang op te merken dat alle verkeersbewegingen al in de grootschalige achtergrondconcentraties zijn opgenomen. Daarom worden alleen de (hoofd)wegen en belangrijke ontsluitingswegen in het directe plangebied gemodelleerd. Belangrijke criteria bij de keuze om een weg wel of niet in het model op te nemen zijn:

- de verkeersintensiteit: kan het wegverkeer (samen met de overige bronnen) leiden tot een overschrijding van de normen
- het eventuele effect van de planrealisatie op de verkeersintensiteit (dit criterium is in deze studie niet relevant aangezien van de plannen geen verkeersaantrekkende werking uitgaat)

Voor deze studie is gebruik gemaakt van het wegennet zoals aanwezig in het regionaal verkeersmodel (SRE = StadsRegio Eindhoven). De wegen met een verkeersintensiteit van minder dan circa 700 voertuigen per etmaal zijn uit het wegennet verwijderd. Gesteld mag worden dat de invloed van deze wegen op de lokale luchtkwaliteit gering is en afdoende in de achtergrond is

meegenomen. Vervolgens zijn ook alle kleine wegen binnen de ringweg Eindhoven verwijderd omdat dit deel voor deze studie niet relevant is. De woonwijken in Veldhoven zijn wel meegenomen in verband met een studie naar gezondheidsaspecten (zie figuur D.1).



Figuur D.1 Overzicht van gemodelleerde wegen 2024

Voor het uitvoeren van de modelberekeningen is voor elk van de door te rekenen situaties de volgende invoer vereist:

- de coördinaten van het begin- en eindpunt in het rijkdriehoekstelsel (volgen uit het SRE model). Daarmee liggen de lengte van het wegdeel en de oriëntatie vast. Daarnaast wordt de breedte van de weg opgegeven
- de verkeersintensiteit en rijnsnelheid op elk van de door te rekenen weggedelen (afkomstig uit het SRE model).
- de verdeling van het verkeer in verschillende verkeersstromen (met elk hun specifieke emissie): personenauto's, middelzwaar verkeer en zwaar vrachtverkeer (afkomstig uit het SRE model)
- de verdeling van het verkeer over de uren van de dag (op basis van een standaard dagprofiel).

Per gemodelleerde weg wordt één set parameters (zoals verkeersintensiteit, richting, rijnsnelheid, bebouwingshoogte en dergelijke) ingevoerd; de beschouwde weggedelen zijn daarom soms opgesplitst in rechte stukken met elk een unieke set invoerparameters. In verband met het zeer grote aantal weggedelen is de invoer per wegstuk niet in het rapport opgenomen.

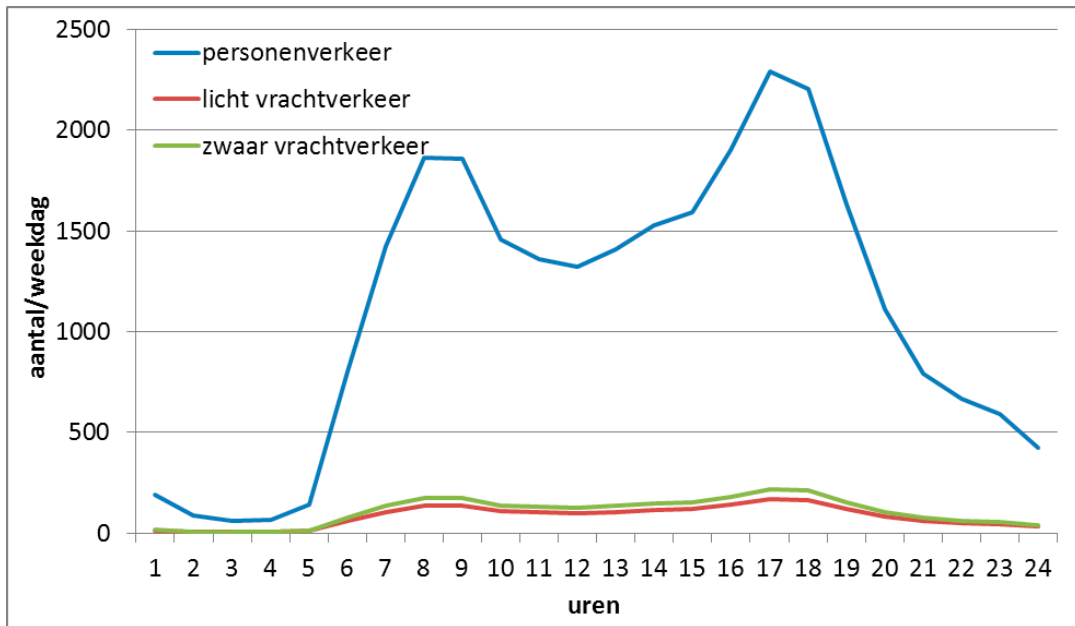
Conform de voorschriften moet bebouwing worden meegenomen wanneer de afstand tussen de weg-as en de bebouwing, afhankelijk van de situatie, minder dan 1,5 dan wel 3 keer de bebouwinghoogte bedraagt. Het wegenmodel is voor 2014 /2015 iets anders dan 2024 vanwege wijzigingen in het wegennet. Het wegenmodel bevat voor beide jaren ruim 1300 weggedelen welke veelal uit meerdere stukken bestaan. Het toekennen van de parameters is daarom niet op basis van de individuele wegstukken maar op basis van de snelheidsgegevens uit het SRE model. Daarbij zijn alle wegen met een snelheid van 50 km/uur of lager aangemerkt als bebouwde straat. De straat is gestandaardiseerd op 18 m breed, gebouwhoogte 8 m en asfaltbreedte 6.

Verkeersintensiteiten

Het SRE model is aangeleverd voor de volgende de scenario's A, B en C voor het jaar 2014 en A, C en D voor 2024. Het scenario D voor 2014 is bepaald door het toevoegen van de extra verkeersintensiteit van de tweede trance (scenario D minus scenario C voor het jaar 2024) aan scenario C voor 2014. De intensiteiten voor het jaar 2015 zijn bepaald door per wegdeel de autonome groei per jaar te bepalen uit de jaren 2014-2024. Met dit groeicijfer is vervolgens de intensiteit voor 2015 berekend uit het jaar 2014.

Conform de RBL is het toegestaan om te rekenen met gemiddelde weekdagintensiteiten. In het KEMA STACKS model wordt gedetailleerder gerekend en wordt gebruik gemaakt van 24-uurprofielen voor de verkeersintensiteit: hierin staan de verkeersintensiteiten van uur-tot-uur over een etmaal. Daarnaast wordt in het model rekening gehouden met een verhoogde intensiteit op werkdagen en gereduceerd verkeersaanbod voor het weekend (zie Appendix B voor de toegepaste factoren). In figuur D.2 is een voorbeeld gegeven van zo'n profiel. Voor de verdeling van het verkeer over de specifieke uren van de dag is gebruik gemaakt van standaardprofielen voor snelwegen en ontsluitingswegen met ochtend en avondspits. Dit is de standaardrekenmethode binnen KEMA STACKS. De detaillering naar 24-uur profielen en het onderscheid tussen werk- en weekenddagen is meer in overeenstemming met de werkelijkheid dan de toegestane gemiddelde weekdagintensiteit.

De rijksnelheden zijn afkomstig uit het SRE model. Voor een deel van de wegen was geen informatie over de snelheid voorhanden. In die situaties is de snelheid gekoppeld aan het gegeven wegtype. Voor de gemodelleerde snelwegen is de toegepaste snelheid gelijk aan de toegestane rijksnelheid. De emissiefactoren voor snelwegen (uitstoot per gereden km, voorgeschreven door ministerie I&M) zijn namelijk vastgelegd op basis van de maximaal toegestane rijksnelheid. In deze emissiecijfers is al rekening gehouden met het feit dat de werkelijke snelheid gemiddeld wat lager is dan de maximaal toegestane rijksnelheid. Voor niet-snelwegen is er een groter verschil tussen de toegestane snelheid en de werkelijk gereden snelheid. Dit is bovendien sterk afhankelijk van de verkeerssituatie ter plaatse, bijvoorbeeld aantal kruisingen en verkeerslichten. De emissiefactoren voor de niet-snelwegen zijn daarom vastgelegd voor de werkelijk gereden snelheid gebaseerd op de indeling in het CAR model. De rijksnelheden voor niet-snelwegen die in het model zijn toegepast, zijn daarom lager dan de maximaal toegestane rijksnelheden.



Figuur D.2 Voorbeeld van een 24-uursprofiel voor de verkeersintensiteit

Appendix E Overige niet luchtvaart gebonden bronnen

Het gasverbruik voor de verwarming van de gebouwen is als 19 puntbronnen in de modellering opgenomen. De coördinaten van deze bronnen zijn gegeven in tabel E.1. Voor het bepalen van de NO_x emissie is uitgegaan van een maximale emissie van 44 g/GJ en een verbrandingswaarde 31,65 MJ/m³ voor aardgas. De maximale emissie van 44 g/GJ is gebaseerd op de emissie eis voor kleinere installaties (atmosferische branders tot 900 kWh) (bron: referentie E.1).

Het aardgasverbruik op de militaire basis is gebaseerd op de gegevens van het gebruik per gebouw in 2012. Het verbruik van enkele kleinere gebouwen is aan andere gebouwen toegevoegd. Het aardgasverbruik van het civiele deel is niet gespecificeerd per gebouw en globaal verdeeld over de gebouwen. Het verbruik van het nog te bouwen hotel is geschat en alleen voor het jaar 2024 meegenomen.

Tabel E.1 Coördinaten en hoogte van de puntbronnen voor de verwarming van de gebouwen. Tevens is het toegekende aardgasverbruik per gebouw en de emissie in kg/s aangegeven

	x	y	H	aardgas	emissie NO _x
			m	m ³	kg/s
gebouwen basis-406	153865	385066	4	14730	9.5E-07
gebouwen basis-112	153789	384953	11	34180	2.2E-06
gebouwen basis-203	153716	384805	5	9540	6.2E-07
gebouwen basis-455	154873	384673	8	207974	1.3E-05
gebouwen basis-438	154822	384500	6	10882	7.0E-07
gebouwen basis-484	155308	384659	6	28636	1.8E-06
gebouwen basis-550	155463	384584	6	3084	2.0E-07
gebouwen basis-473	155412	384452	6	125750	8.1E-06
gebouwen basis-551	155304	384434	7	558866	3.6E-05
gebouwen basis-474	54946	384327	6	10970	7.1E-07
gebouwen basis-471	154804	384247	6	85740	5.5E-06
gebouwen basis-530	154511	383852	6	23993	1.5E-06
gebouwen civiel GA	155180	385304	5	24000	1.5E-06
gebouwen civiel LHW 13 hoog	155227	385282	34	24000	1.5E-06
gebouwen civiel LHW 13 laag	155229	385316	5	24000	1.5E-06
gebouwen civiel terminal + viggo	155334	385511	14	40000	2.6E-06
gebouwen civiel Rainbow (Aviation Center)	155446	385639	16	32000	2.1E-06
gebouwen civiel (Logistiek centrum)	155417	385742	6	16000	1.0E-06
gebouwen civiel (hotel)	155313	385450	30	19000	1.2E-06

Op het luchthaventerrein is verder rekening gehouden met het verkeer op de luchtbasis. Voor het verkeer op de militaire basis is uitgegaan van de volgende aangeleverde gegevens: 760760 km personenverkeer en 129800 km vrachtverkeer. Het verkeer is gemodelleerd op een rondweg van 7,5 km over het terrein met een intensiteit van 303 personenauto's, 29 middelzware voertuigen en 31 zware voertuigen per werkdag. De invoer van de rondweg is gegeven in tabel E.3.

Het verkeer op het civiele deel van het terrein maakt deel uit van het SRE. In het model is rekening gehouden met de vier parkeergelegenheden (tabel E.2). Parkeerplaats P1 is daarbij de parkeergelegenheid voor kort parkeren vlak bij de terminal. Deze parkeergelegenheid heeft daardoor het hoogste aantal bewegingen per dag. Het aantal bewegingen is voor de scenario's C en D opgehoogd naar rato van het aantal vliegtuigbewegingen.

Tabel E.2 Invoergegevens parkeergelegenheden. Gegeven is de locatie en het aantal parkeerbewegingen per werkdag

	x	y	A en B	C	D
	m	m	mvt/etmaal	mvt/etmaal	mvt/etmaal
P1	155333	385347	1822	2603	3731
P3	155120	385158	89	127	183
P4	154970	385020	117	168	240
P5	155492	385834	147	211	302

Het platform verkeer is gemodelleerd op basis van het diesel en benzine verbruik.

Voor de basis is een diesilverbruik van 53717 liter per jaar gegeven. Het civiele terrein is een diesilverbruik van 89320 liter per jaar en 6613 liter benzine per jaar gegeven. Het civiele verbruik is voor de scenario's opgehoogd naar rato van het aantal vliegtuigbewegingen. Het diesilverbruik is vervolgens als vrachtverkeer en het benzine verbruik als personenverkeer op een weg over het platform gemodelleerd (bron: GSE basis en GSE civiel tabel E.3).

Tabel E.3 Invoergegevens rondweg op de basis en GSE bronnen (platforms)

	x	y	x	y	lengte
	m	m	m	m	m
rondweg terrein 1	155516	384510	155411	384565	119
rondweg terrein 2	155411	384565	154755	384334	695
rondweg terrein 3	154755	384334	154693	384387	82
rondweg terrein 4	154693	384387	155006	384801	519
rondweg terrein 5	155006	384801	155288	384611	340
rondweg terrein 6	155288	384611	155300	384544	68
rondweg terrein 7	154755	384334	154406	383813	627
rondweg terrein 8	154406	383813	153837	383796	569
rondweg terrein 9	153837	383796	153320	383045	912
rondweg terrein 10	153320	383045	153000	383225	367
rondweg terrein 11	153000	383225	153263	383970	790
rondweg terrein 12	153263	383970	153270	384432	462
rondweg terrein 13	153270	384432	153055	384908	522
rondweg terrein 14	153055	384908	153840	385089	806
rondweg terrein 15	153840	385089	153890	384938	159
rondweg terrein 16	153890	384938	153723	384881	176
rondweg terrein 17	153723	384881	153750	385060	181
rondweg terrein 18	153750	385060	153834	385105	95
GSE basis	154615	384545	154875	384911	449
GSE civiel	155390	385715	155095	385260	542

Referenties

- E. 1 ECN, 2003 (P. Kroon). NO_x uitstoot van kleine bronnen. De uitstoot in 2000 en 2010. ECN rapport ECN-C—03-125 oktober 2003.

Appendix F Overige toegepaste invoergegevens

Zeezout-correctie

De berekende concentratie fijn stof bestaat voor een deel uit zeezout. Omdat dit zeezout geen nadelig effect op de gezondheid heeft, mag volgens de Regeling beoordeling luchtkwaliteit 2007 voor PM₁₀ in het geval van overschrijdingen, een correctie voor het aandeel zeezout worden toegepast. De aftrek was per gemeente vastgesteld waarbij gold dat naar mate een plaats dichterbij de zee ligt, deze correctie groter is. Daarnaast mocht het aantal overschrijdingsdagen met 6 worden verminderd. In 2012 is de regeling beperkt: de correctie van zowel de concentratie als het aantal overschrijdingsdagen is lager. De aftrek van het aantal overschrijdingsdagen is eveneens afhankelijk geworden van de locatie. De in dit rapport vermelde resultaten voor PM₁₀ zijn NIET gecorrigeerd voor het aandeel zeezout.

Achtergrondconcentraties

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) publiceert elk jaar kaarten van de concentraties van luchtverontreinigende stoffen waarvoor in de Europese regelgeving voor luchtkwaliteit grenswaarden zijn vastgesteld. De achtergrondconcentraties zijn conform de GCN systematiek, die door het Ministerie I&M verplicht zijn gesteld te gebruiken in luchtkwaliteitsstudies, waar aan grenswaarden getoetst moeten worden. Deze GCN-kaarten (GCN = Grootschalige Concentraties in Nederland) betreffen kaarten voor zowel de toekomst als de afgelopen jaren. Deze gegevens worden gebruikt in het KEMA STACKS model om de lokale luchtkwaliteit te berekenen. Voor de berekeningen zijn de GCN concentratiekaarten van maart 2012 toegepast.

Gegevens wegverkeeremissies

De emissiefactoren geven aan hoeveel vervuilende stoffen een voertuig per kilometer uitstoot. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen verschillende voertuig- en snelheidstypen. Het RIVM levert de emissiefactoren aan. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van de verkeeremissiecijfers die zijn vrijgegeven in maart 2012.

Meteorologische gegevens en terreinruwheid

Ten aanzien van de meteorologische gegevens is voor de berekeningen op locatie van Eindhoven gebruik gemaakt van een locatie specifieke meteo zoals in de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit is voorgeschreven. Deze methode is eveneens conform de standaardreken-methode van KEMA

STACKS. Er is, zoals voorgeschreven, gerekend met 10 meteorologische jaren van 1995 tot en met 2004.

De terreinruwheid is bepaald aan de hand van de digitale terreinruwheidskaart⁵⁾ en bedraagt 0,53 m voor het studiegebied.

Berekening geur concentraties

De geur afkomstig van vliegverkeer is gerelateerd aan de hoeveelheid vluchtige organische stoffen (VOS) van het verkeer. De relatie tussen geur en VOS is in het verleden bepaald door Buro Blauw. In 1999 heeft Buro Blauw snuffelploegmetingen uitgevoerd en hierbij is de geuremissiefactor voor landen, stijgen en taxiën vastgesteld. De resultaten van het onderzoek zijn gerapporteerd in referentie F.1. De geuremissiefactoren zijn gegeven in tabel F.1.

Tabel F.1 Gemiddelde geuremissiefactor (in snuffeleenheid per vliegtuigbeweging) tijdens stijgen, landen en dalen en geuremissie in snuffeleenheid per seconde

	Geuremissiefactor	Emissieduur per vliegtuigbeweging	Geuremissie
	10 ⁶ se/VB	min	se/s
Stijgen	45	2	375.000
Landen	122	4	508.333
Taxiën	7	26	4.487

Uit de Leas-It files volgt een gemiddelde VOS emissie in kg/s. Met deze waarde en de geuremissie uit tabel F.1 kan een geuremissie per kg/VOS worden bepaald. Onder aanname van 1 se = 1 ouE volgen dan de volgende kentallen voor geuremissie per vliegtuigbeweging per kg VOS:

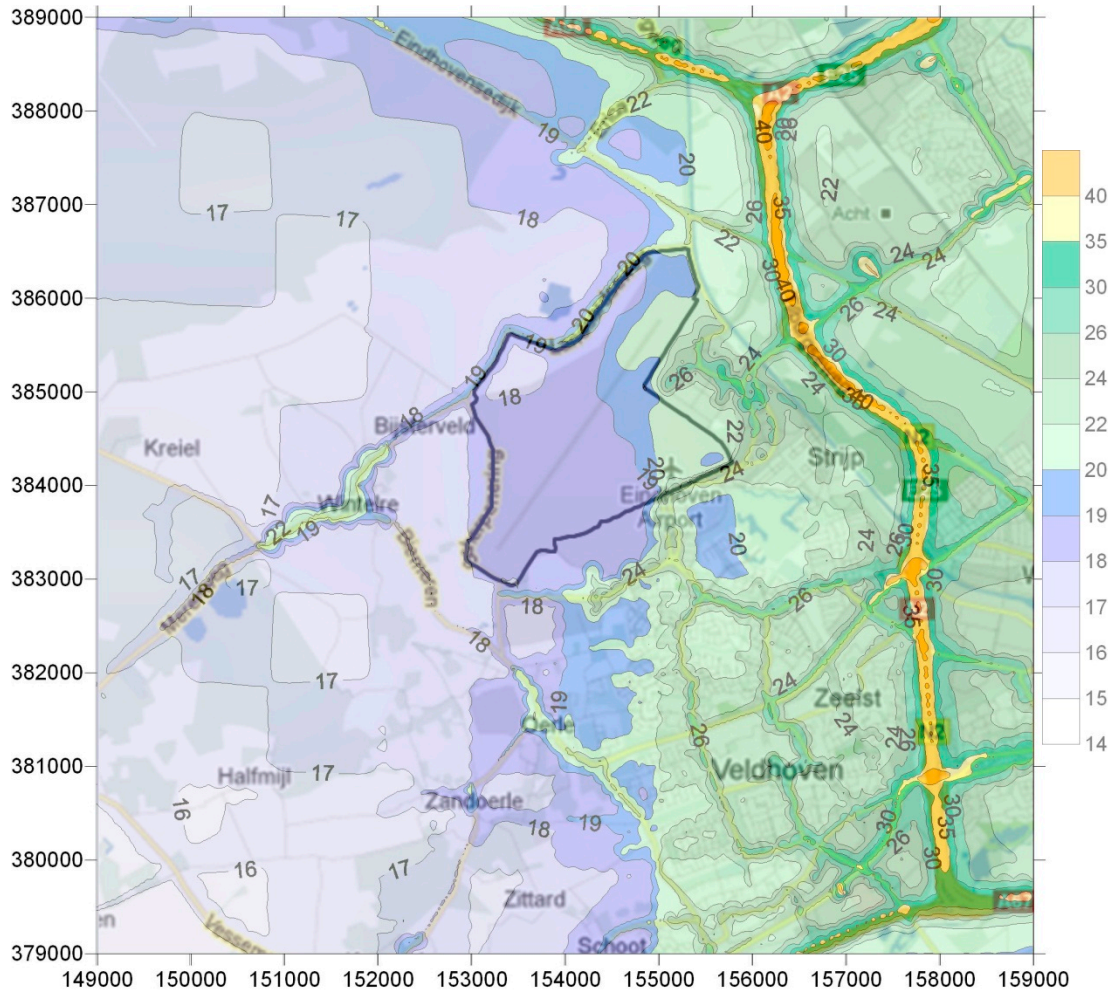
- taxiën: 1.807.664 ouE/kg
- landen: 185.530.365 ouE/kg
- stijgen: 159.959.064 ouE/kg

Referenties

F. 1 Buro Blauw, 2000, rapport BL99.1627.02 onderzoek onderbouwing nieuw normenstelsel geur voor de nationale luchthaven. Eindrapport.

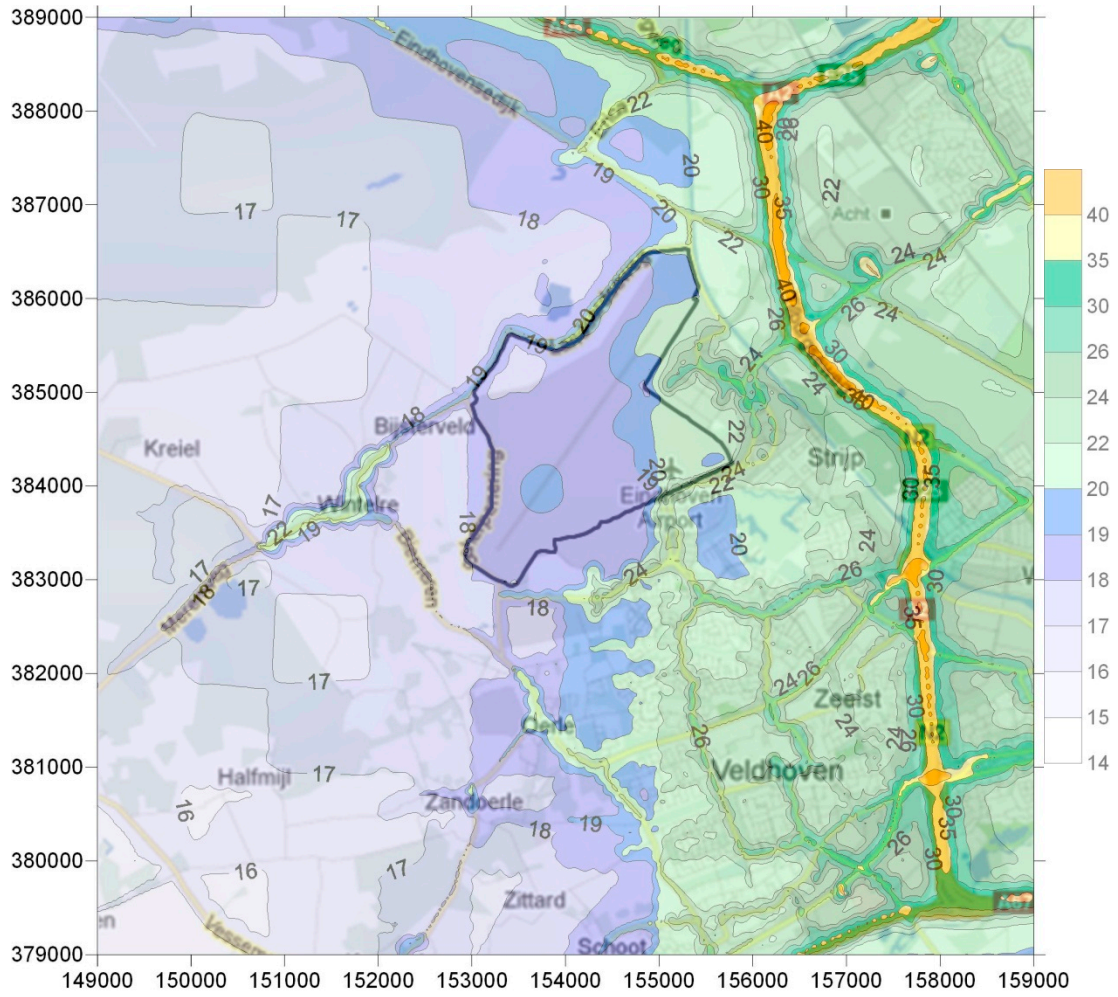
⁵⁾ Deze ruwheidskaart is net als de GCN concentratiekaarten door VROM beschikbaar gesteld en is verplicht te gebruiken voor verspreidingsberekeningen luchtkwaliteit.

Appendix G Countourplots

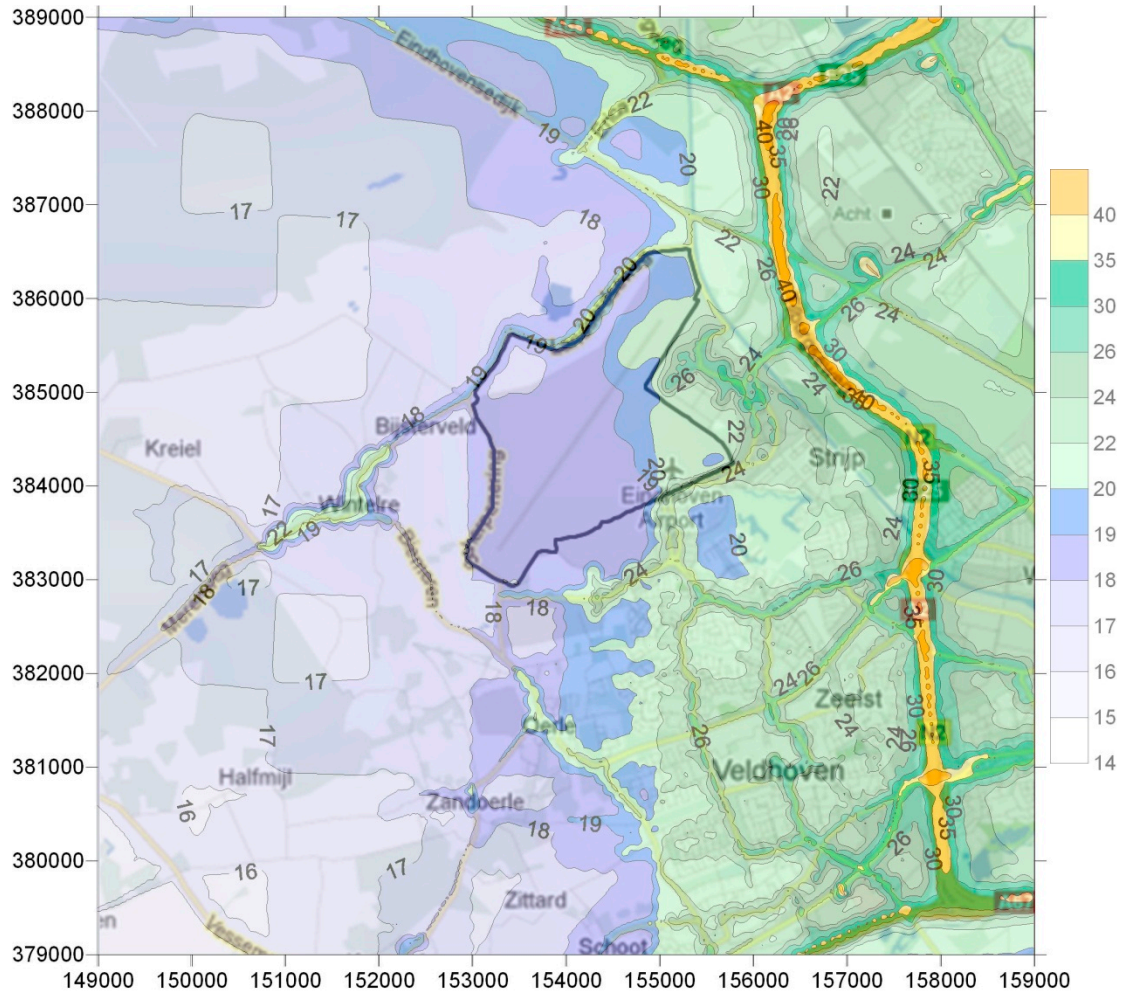


Figuur G.1 Contourplot van de jaargemiddelde concentratie NO₂ (in µg/m³) scenario A, 2014

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven

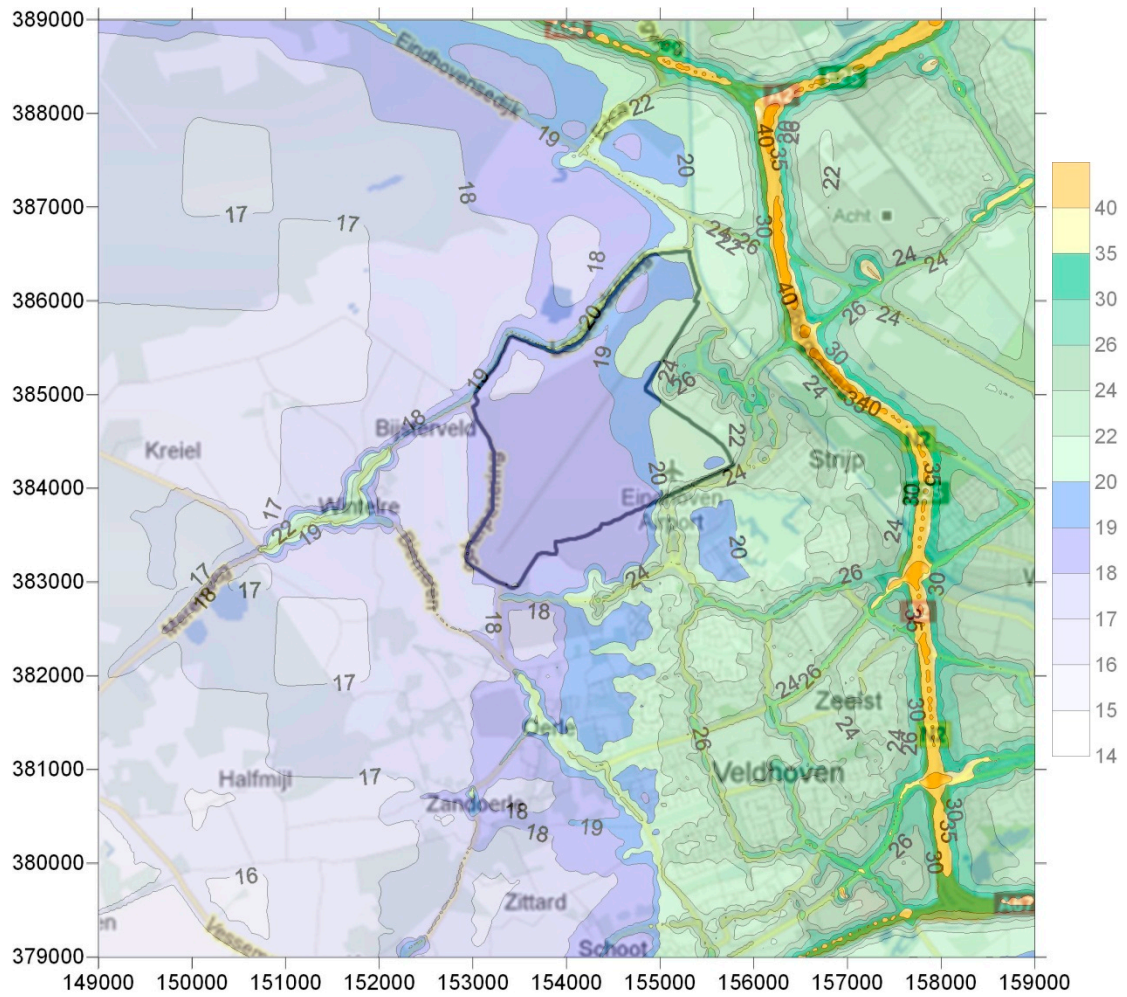


Figuur G.2 Contourplot van de jaargemiddelde concentratie NO2 (in µg/m3) scenario B, 2014

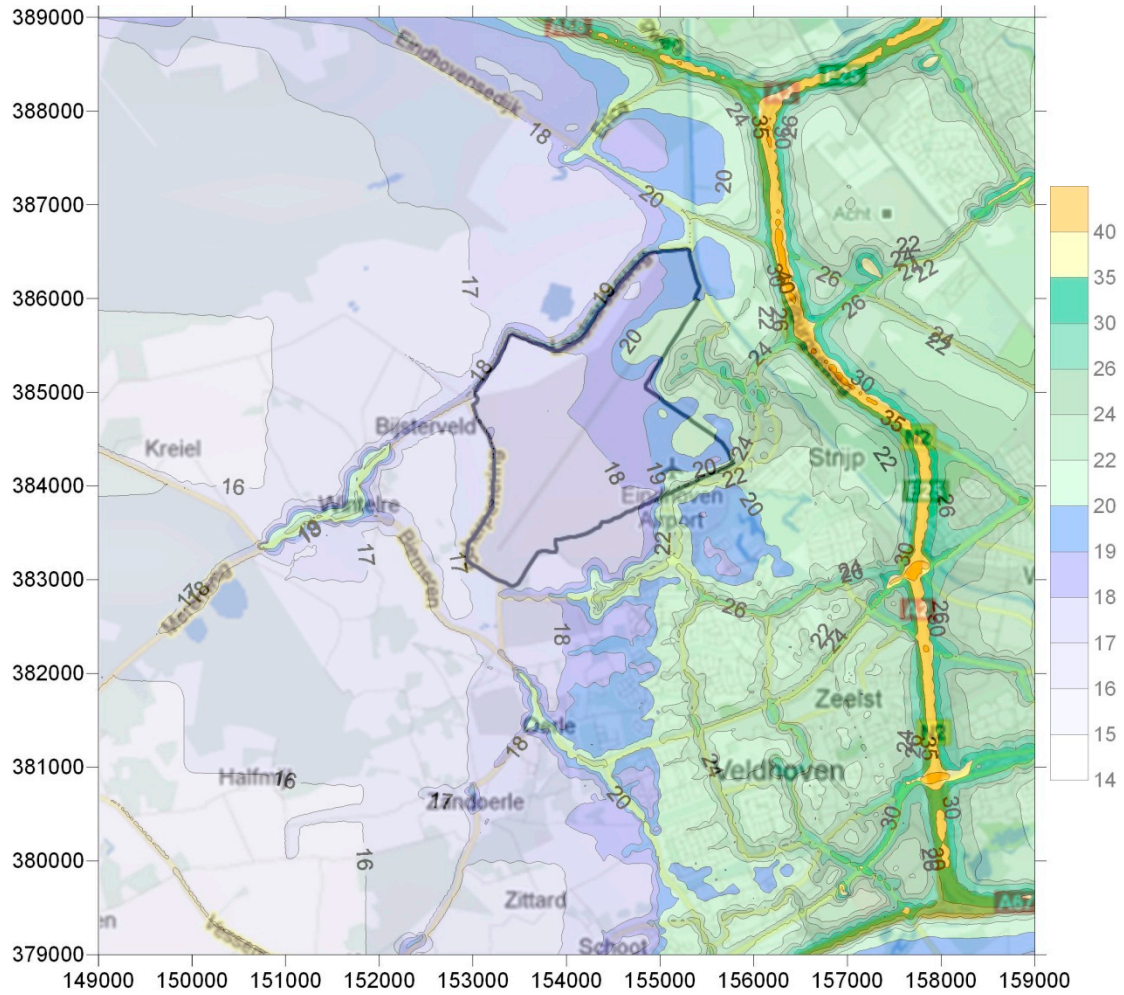


Figuur G.3 Contourplot van de jaargemiddelde concentratie NO₂ (in µg/m³) scenario C, 2014

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven

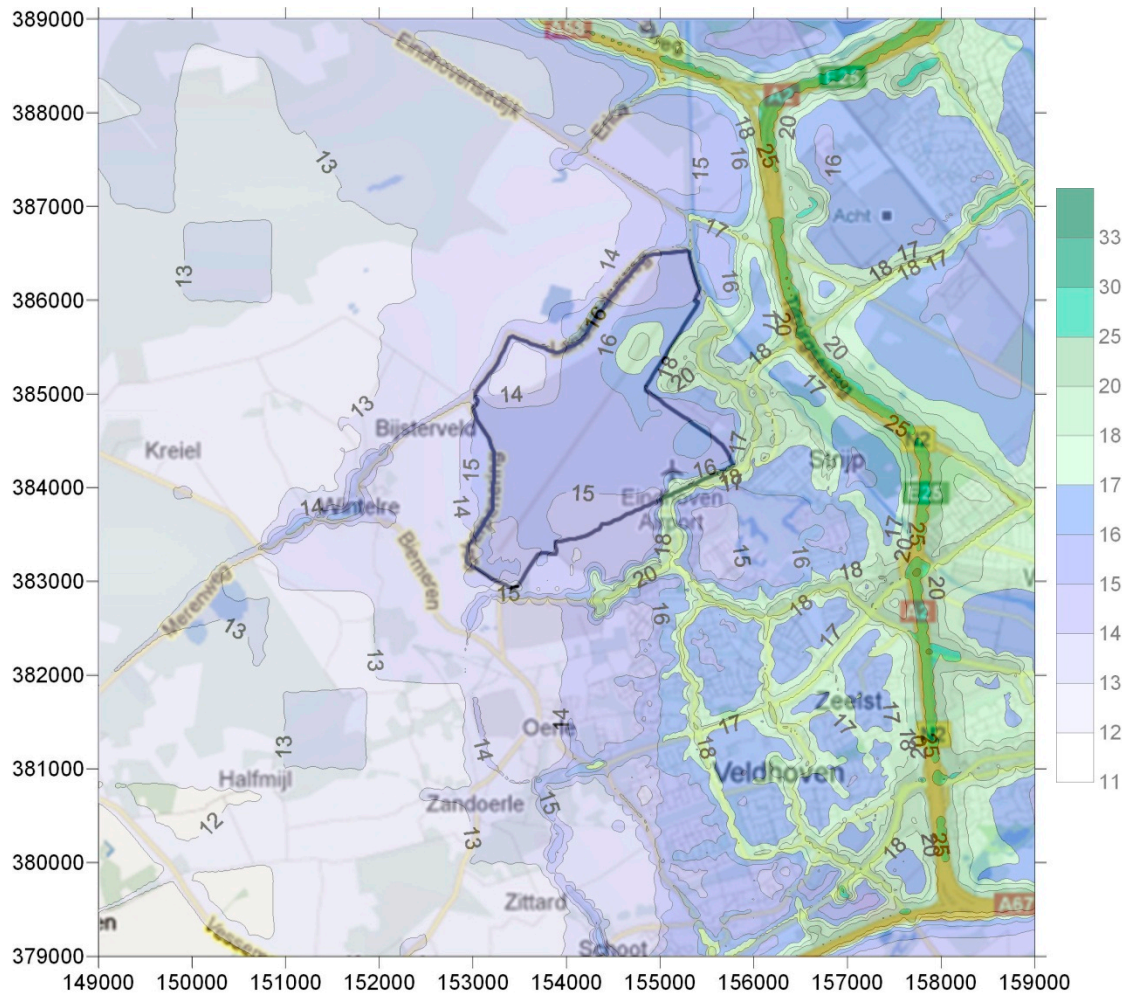


Figuur G.4 Contourplot van de jaargemiddelde concentratie NO₂ (in µg/m³) scenario D, 2014

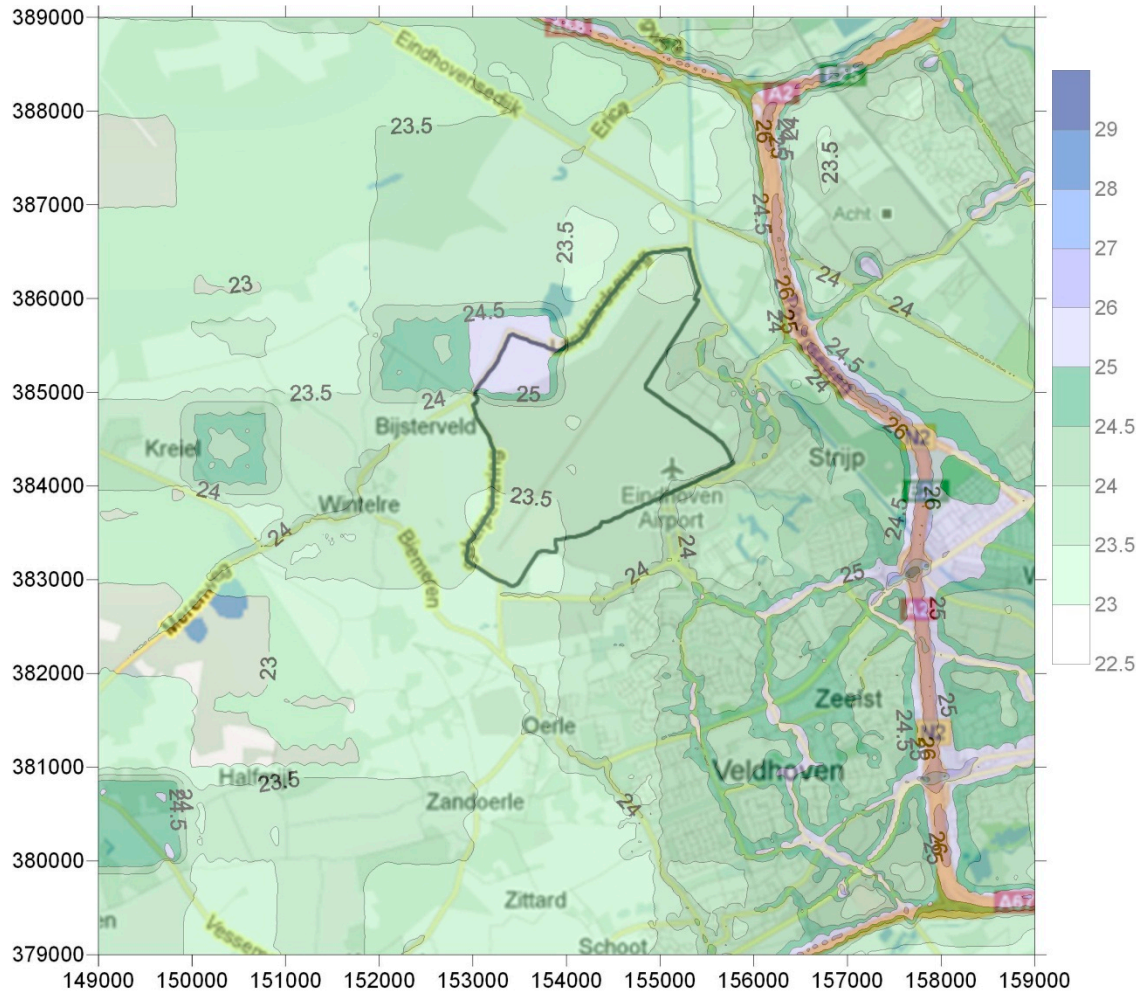


Figuur G.5 Contourplot van de jaargemiddelde concentratie NO₂ (in µg/m³) scenario D, 2015

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven

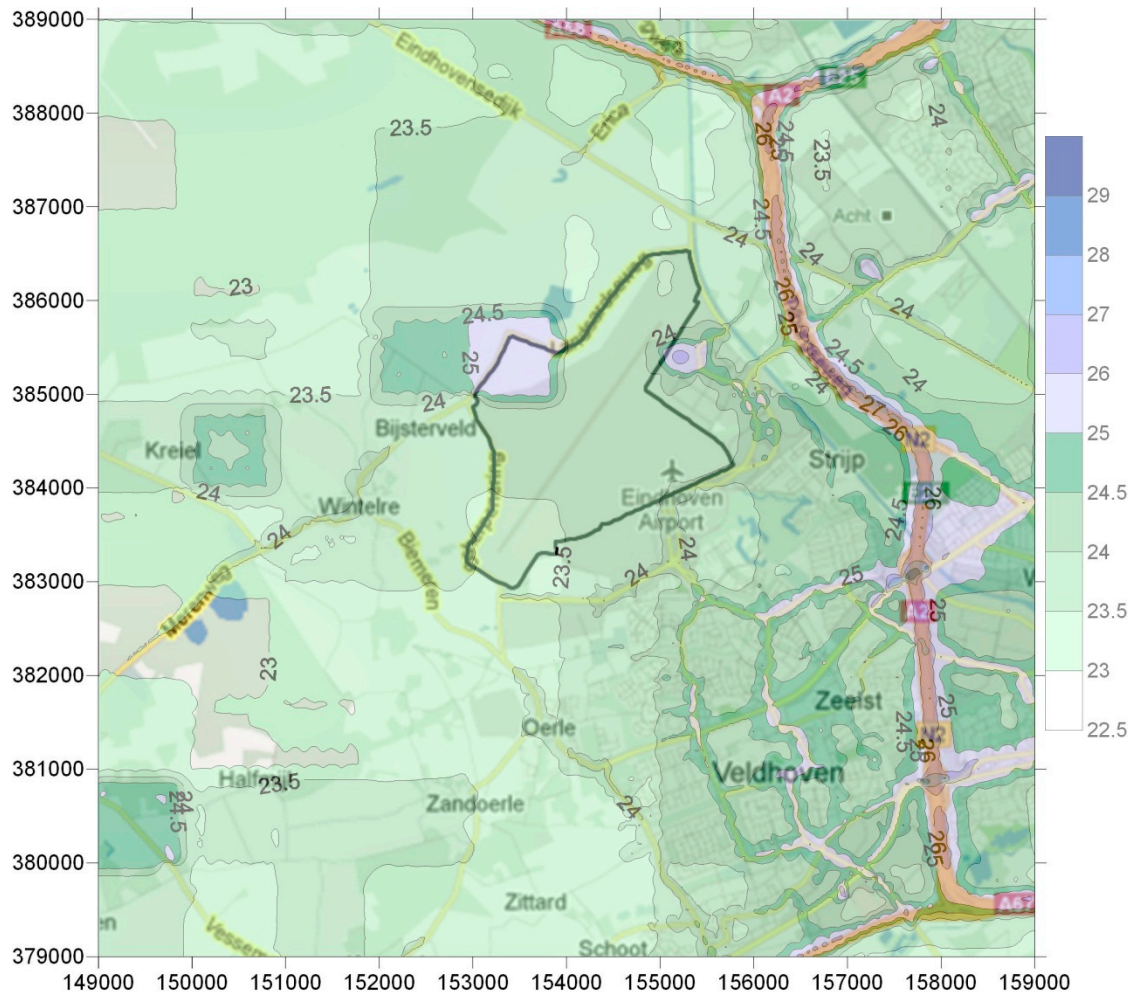


Figuur G.6 Contourplot van de jaargemiddelde concentratie NO₂ (in µg/m³) scenario D, 2024

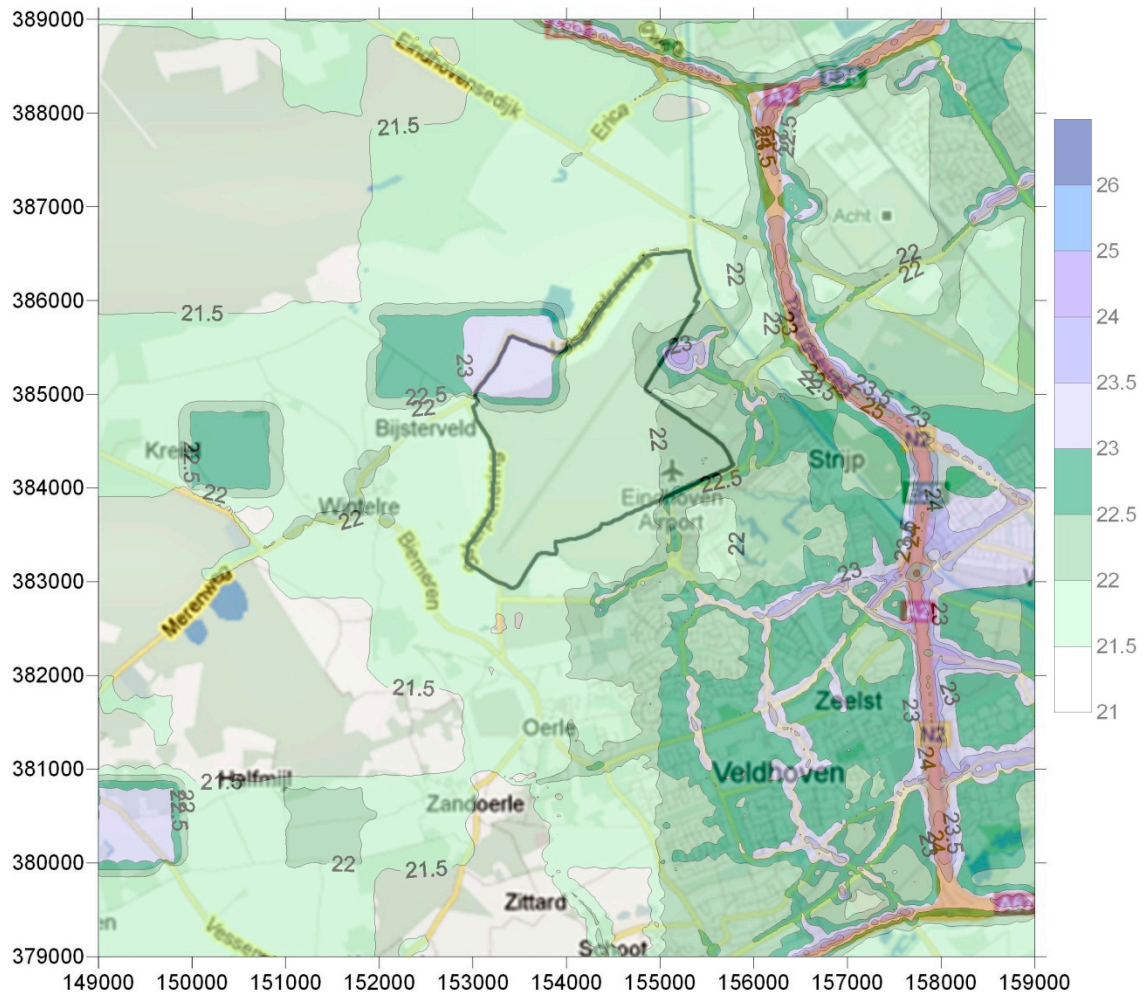


Figuur G.7 Contourplot van de jaargemiddelde concentratie PM₁₀ (in µg/m³) scenario A, 2014

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven

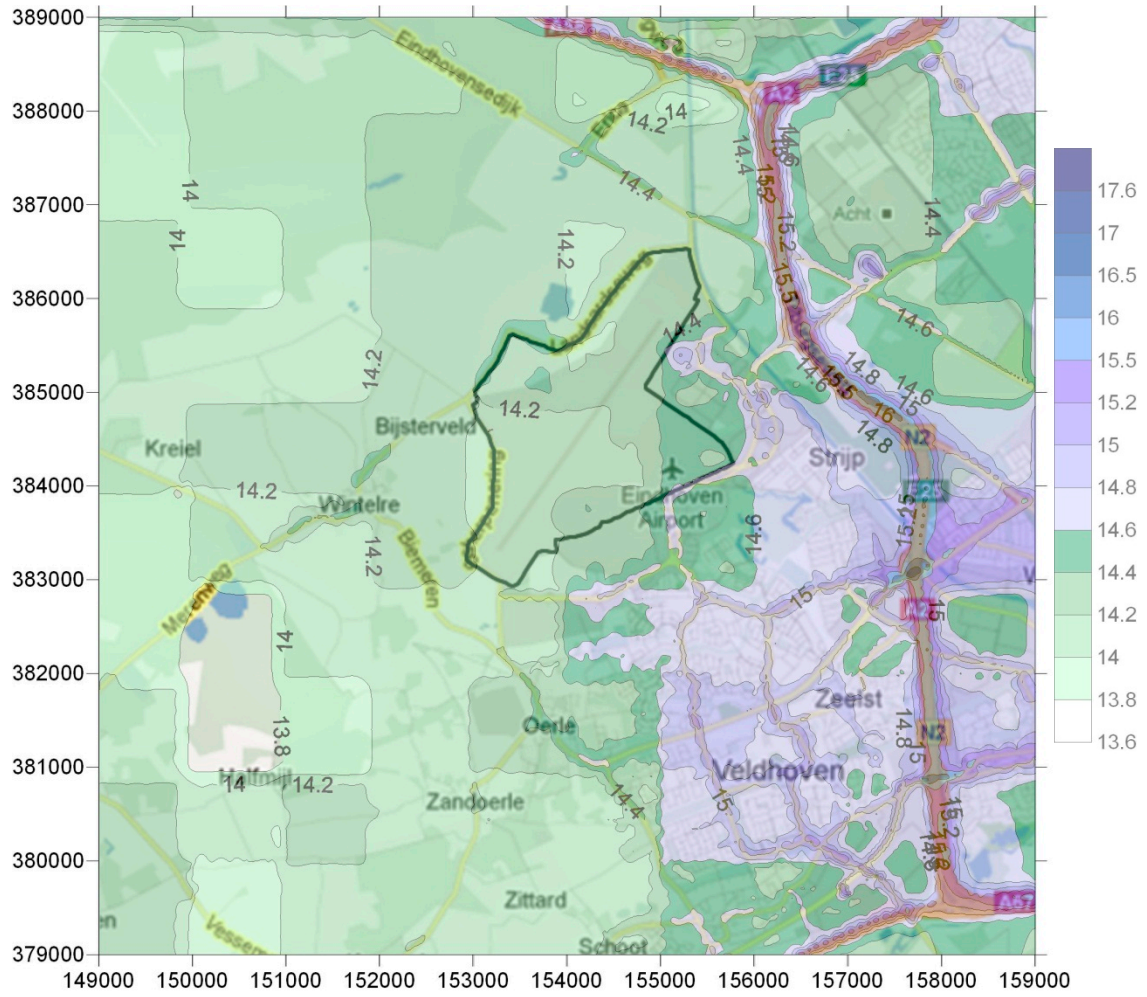


Figuur G.8 Contourplot van de jaargemiddelde concentratie PM10 (in µg/m³) scenario D, 2014

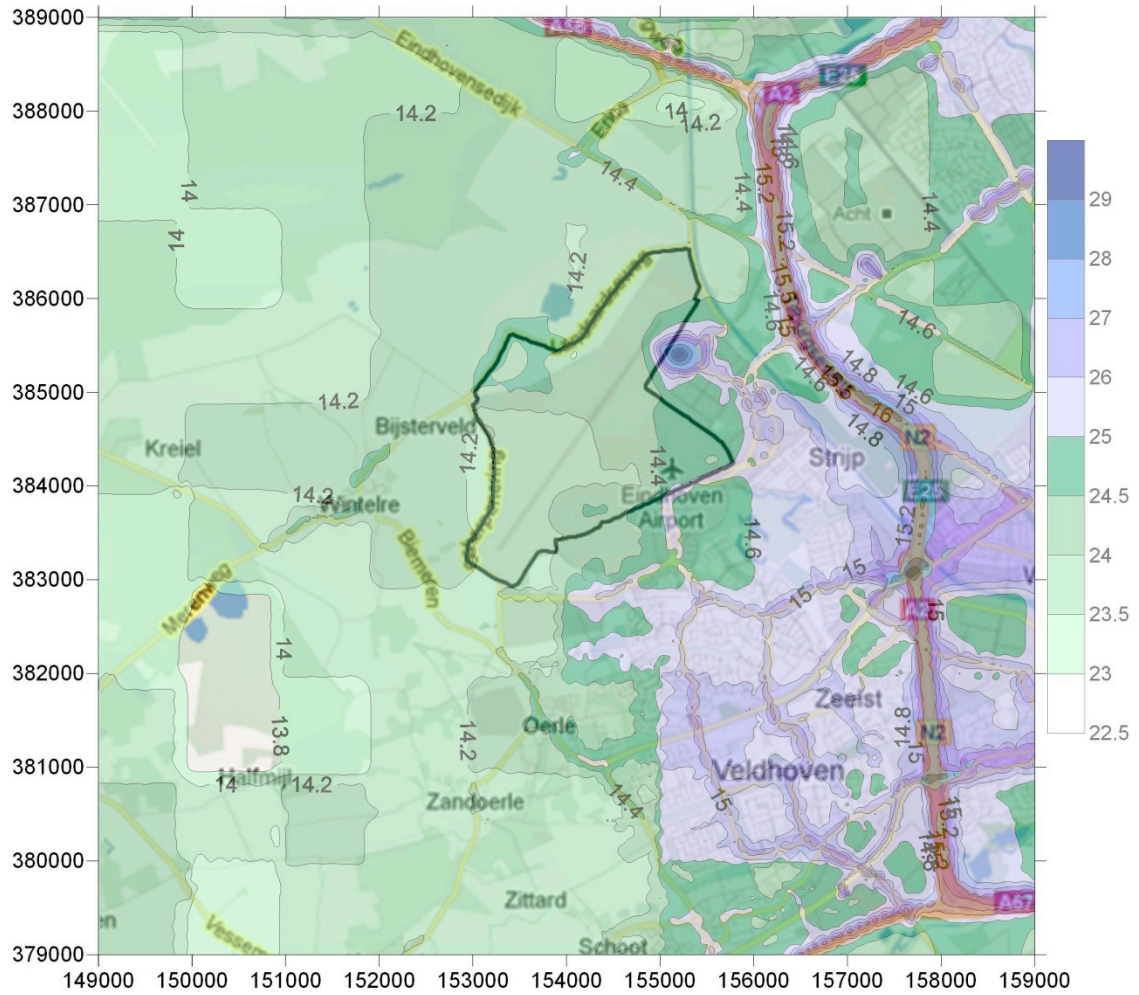


Figuur G.9 Contourplot van de jaargemiddelde concentratie PM10 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) scenario D, 2024

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven

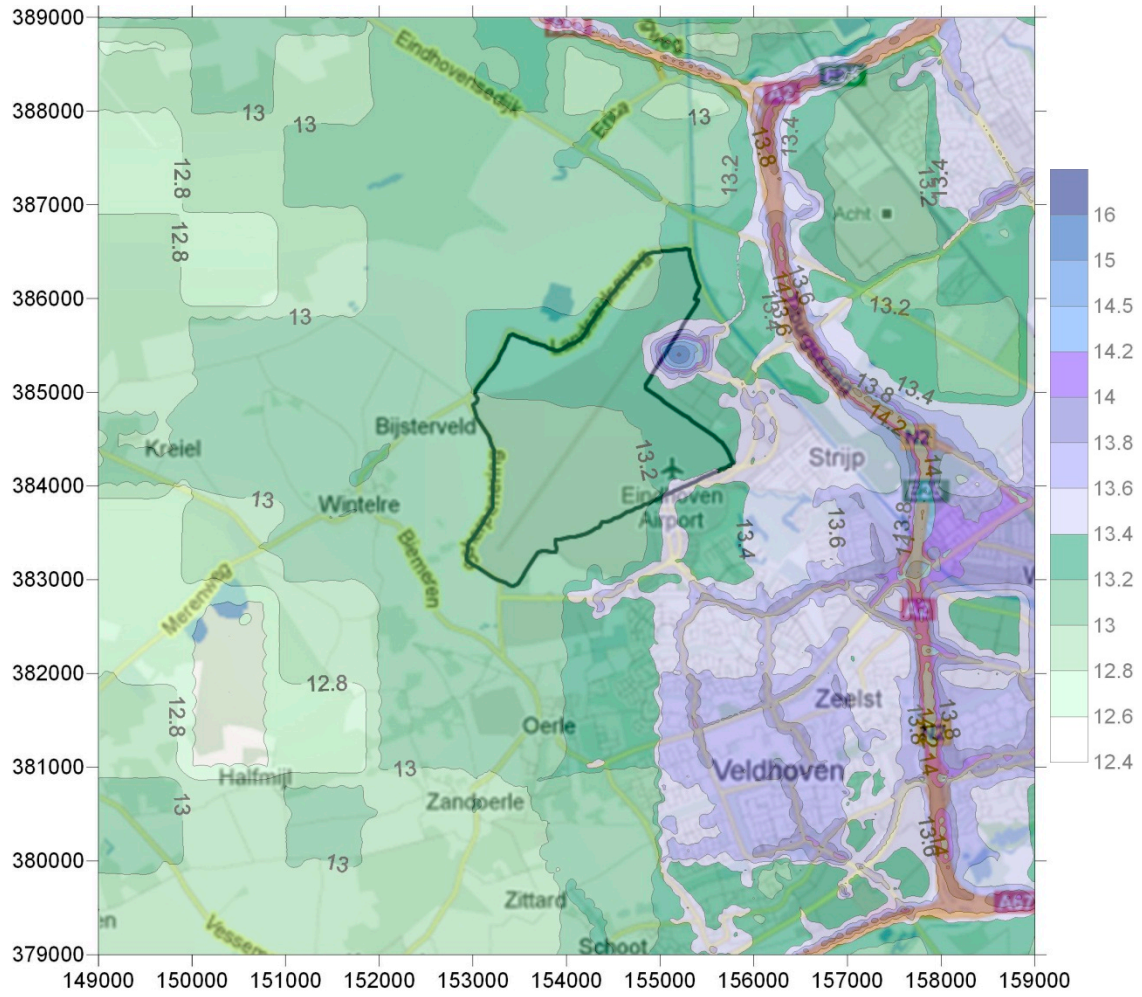


Figuur G.10 Contourplot van de jaargemiddelde concentratie PM2.5 (in µg/m³) scenario A, 2015

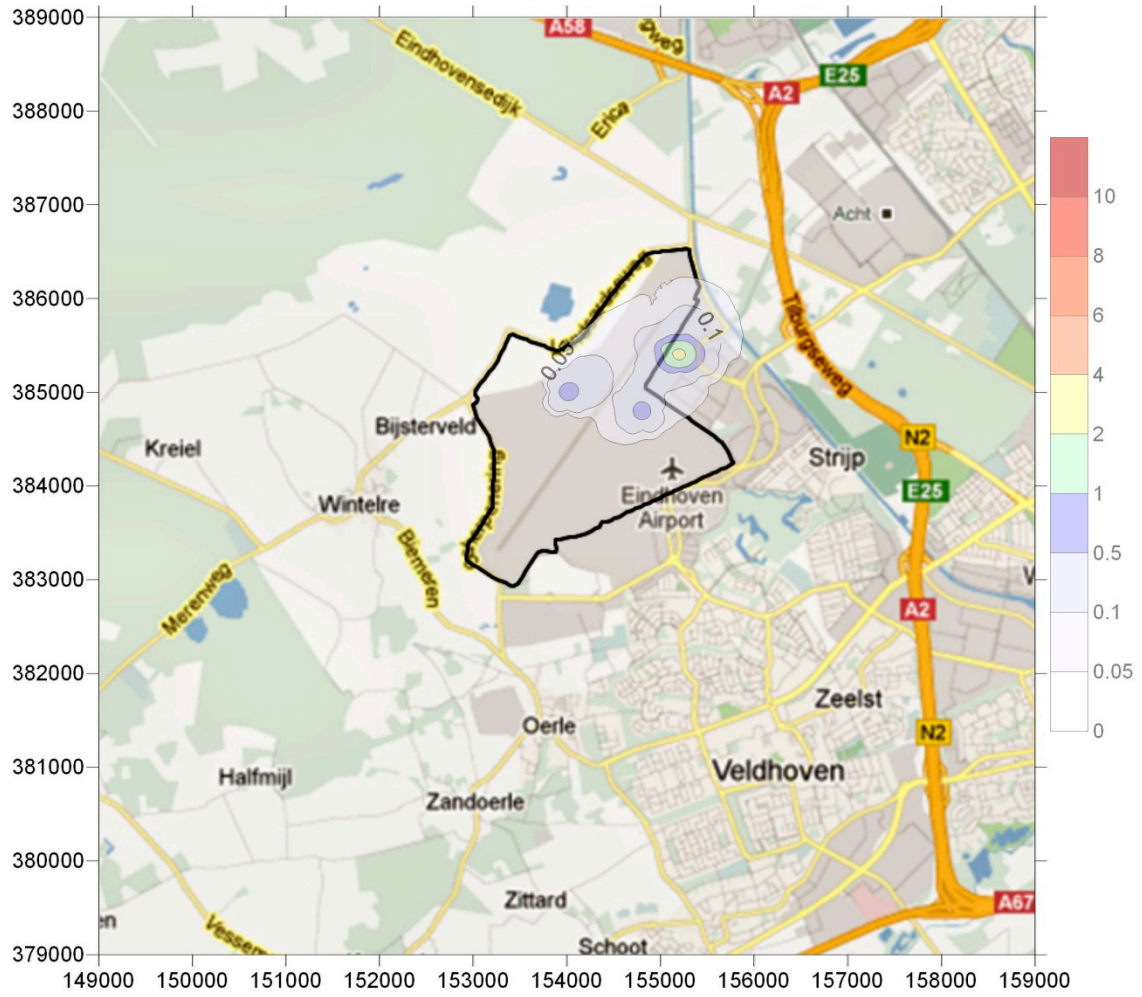


Figuur G.11 Contourplot van de jaargemiddelde concentratie PM_{2.5} (in µg/m³) scenario D, 2015

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven

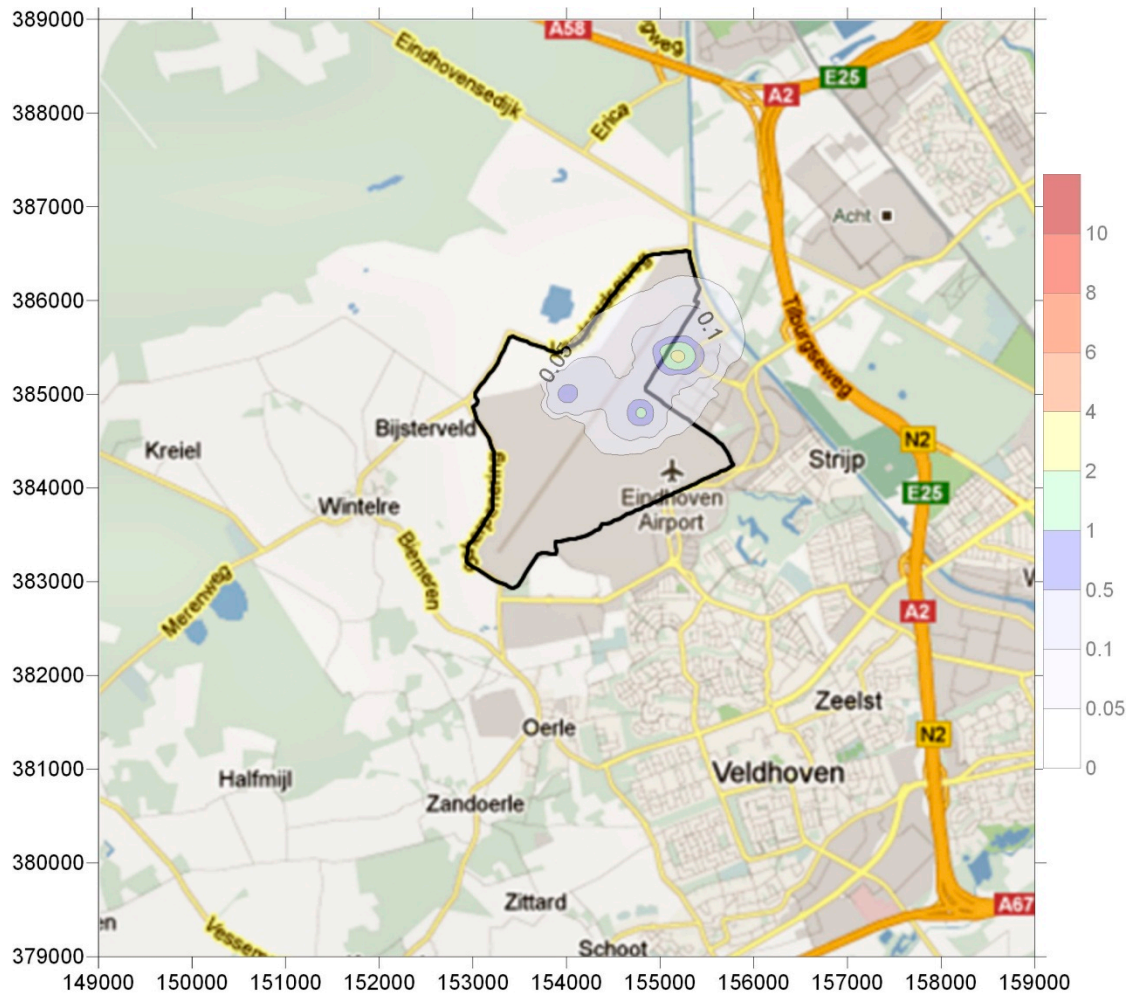


Figuur G.12 Contourplot van de jaargemiddelde concentratie PM2.5 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) scenario D, 2024

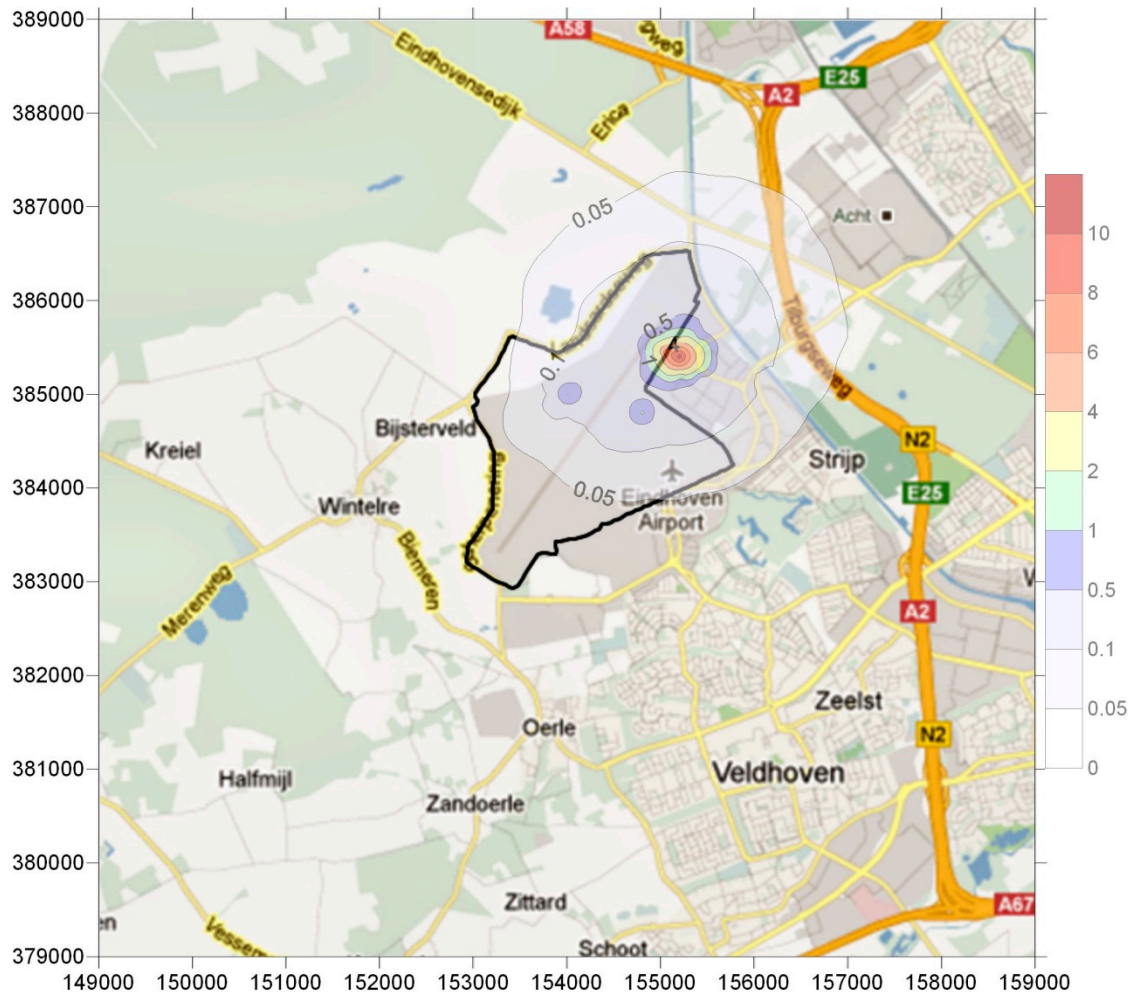


Figuur G.13 Contourplot van de 98 percentiel geur (in ouE/m³) scenario A

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven



Figuur G.14 Contourplot van de 98 percentiel geur (in ouE/m^3) scenario B

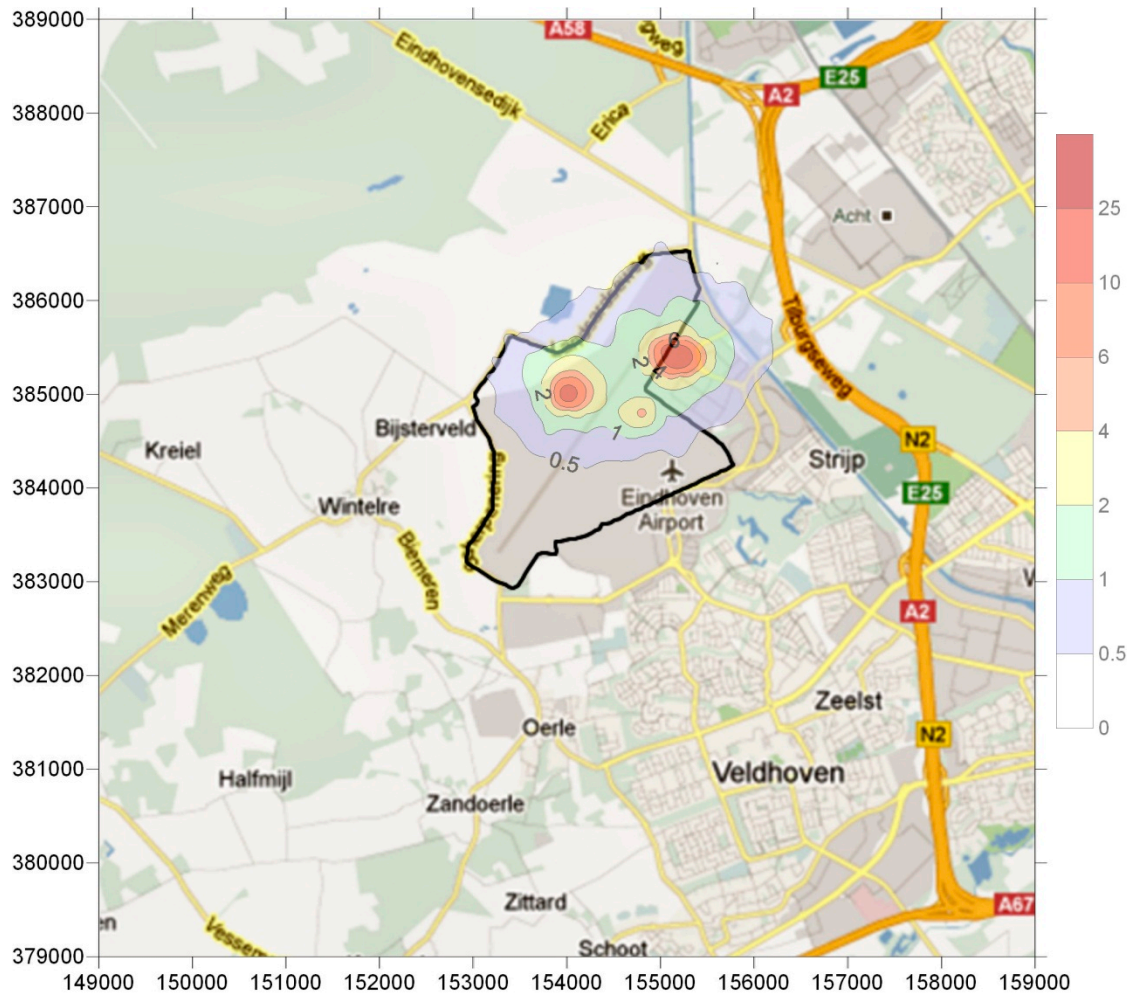


Figuur G.15 Contourplot van de 98 percentiel geur (in ouE/m³) scenario C

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven

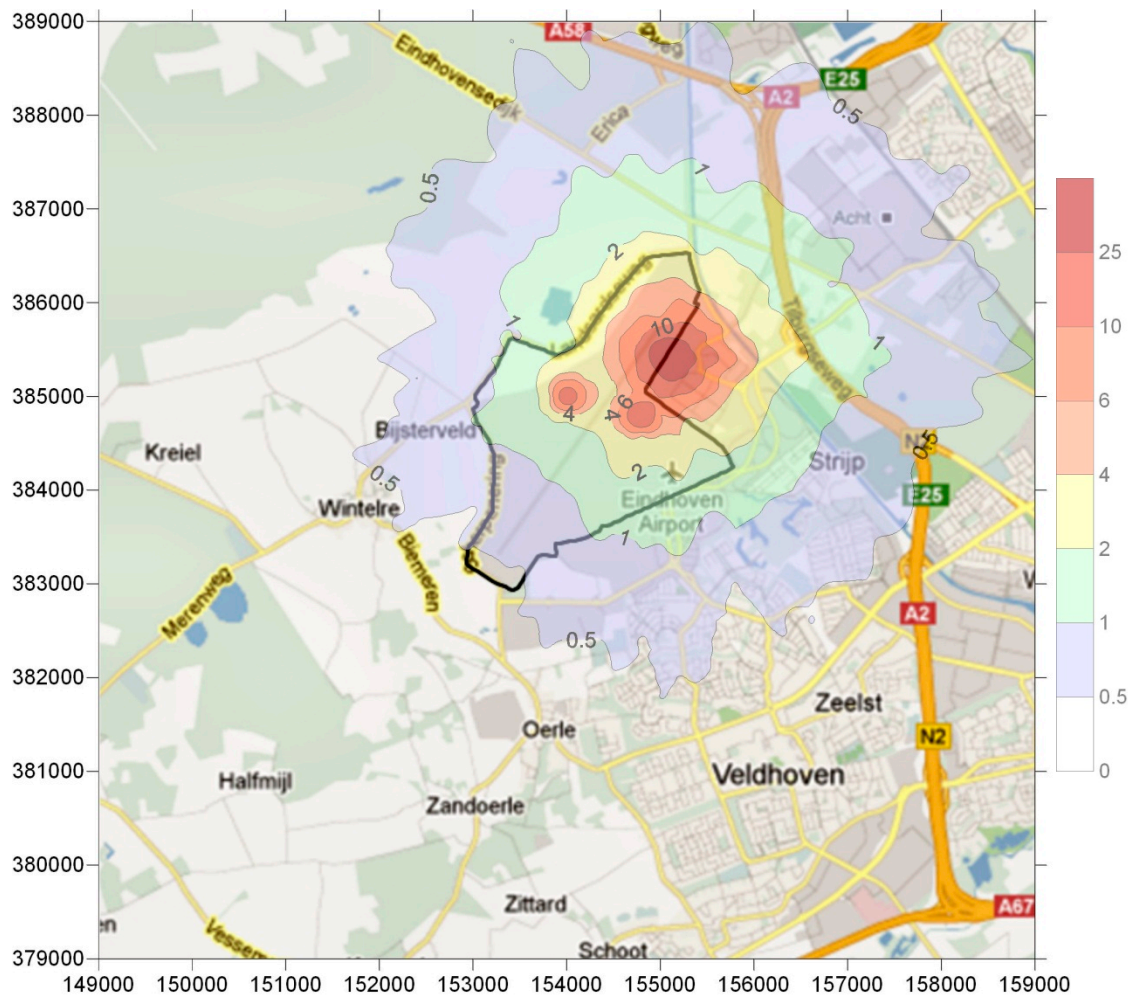


Figuur G.16 Contourplot van de 98 percentiel geur (in ouE/m^3) scenario D



Figuur G.17 Contourplot van de 99.99 percentiel geur (in ouE/m³) scenario A

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven



Figuur G.18 Contourplot van de 99.99 percentiel geur (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) scenario D

Appendix H Resultaten depositie

In de tabellen H.1 t/m H.3 zijn de resultaten van de depositieberekeningen per punt gegeven. In elk van de tabellen is in de eerste kolom het gebiedsnummer van het Natura 2000 gebied gegeven, in de kolommen 2 en 3 de x en y coördinaat van het doorgerekende punt. In de vier volgende kolommen is de depositie gegeven zoals berekend op basis van de gemodelleerde bronnen voor de betreffende scenario's A, B, C en D. De drie laatste kolommen geven de toename in depositie weer voor scenario B ten opzichte van A (AB), scenario C ten opzichte van scenario A (AC) en scenario D ten opzichte van scenario D (AD).

Tabel H.1 betreft de stikstofdepositie in het jaar 2014 en tabel H.2 de stikstofdepositie in 2024. De SO₂ depositie (tabel H.3) betreft alleen vliegtuigen en is onafhankelijk van het doorgerekende jaar.

Luchtkwaliteit rond de luchthaven Eindhoven

Tabel H.1 Stikstofdepositie in mol/ha voor 2014

NR	POINT_X	POINT_Y	2014-A	2014-B	2014-C	2014-D	2014-AB	2014-AC	2014-AD
131	141250	402324	0.131	0.149	0.189	0.207	0.018	0.058	0.076
131	137301	406529	0.103	0.115	0.148	0.162	0.013	0.045	0.059
133	146759	397412	2.572	2.608	2.670	2.697	0.036	0.098	0.125
133	145043	395963	2.537	2.571	2.635	2.660	0.034	0.097	0.122
133	147794	396175	4.095	4.139	4.231	4.262	0.044	0.136	0.167
133	141489	396743	1.048	1.072	1.123	1.143	0.024	0.076	0.096
134	130440	391143	0.112	0.127	0.164	0.175	0.015	0.052	0.063
135	143902	378957	1.088	1.135	1.265	1.293	0.047	0.177	0.205
135	138141	378724	0.225	0.252	0.331	0.348	0.027	0.106	0.123
135	139320	381484	0.219	0.245	0.322	0.338	0.027	0.103	0.119
135	139954	383451	0.239	0.264	0.336	0.353	0.025	0.097	0.113
135	143842	383850	2.199	2.240	2.338	2.381	0.041	0.138	0.181
135	145145	384795	3.313	3.368	3.466	3.515	0.056	0.154	0.202
135	147434	381634	5.963	6.032	6.250	6.296	0.070	0.288	0.333
135	135146	386264	0.153	0.177	0.225	0.241	0.024	0.072	0.088
135	143523	383104	1.797	1.838	1.938	1.960	0.041	0.141	0.163
135	140502	384852	1.174	1.205	1.271	1.290	0.030	0.097	0.116
135	138860	380678	0.220	0.246	0.324	0.340	0.027	0.104	0.121
135	139250	380856	0.226	0.253	0.332	0.349	0.027	0.107	0.123
135	150193	382733	18.419	18.538	18.882	18.986	0.119	0.463	0.567
135	142715	381932	0.600	0.639	0.742	0.763	0.038	0.142	0.163
135	144704	383776	2.887	2.932	3.040	3.085	0.045	0.153	0.198
136	164104	371211	1.526	1.558	1.636	1.656	0.032	0.110	0.130
136	152206	366818	0.476	0.503	0.577	0.593	0.028	0.102	0.118
136	152418	367393	0.642	0.672	0.748	0.765	0.030	0.106	0.123
136	152882	368733	1.239	1.273	1.377	1.394	0.035	0.138	0.155
136	153511	369435	1.667	1.704	1.793	1.811	0.037	0.125	0.144
136	154300	370133	2.176	2.214	2.309	2.329	0.038	0.133	0.153
136	166920	369576	0.176	0.200	0.265	0.281	0.024	0.089	0.105
136	154987	370508	3.033	3.070	3.188	3.209	0.037	0.155	0.175
136	155248	370756	3.554	3.591	3.691	3.712	0.037	0.137	0.158
136	161427	370701	2.507	2.542	2.620	2.660	0.035	0.113	0.153
136	155787	371128	4.330	4.369	4.469	4.489	0.039	0.139	0.159
136	156127	371239	4.668	4.709	4.809	4.830	0.041	0.141	0.162
136	156508	371493	5.089	5.132	5.232	5.253	0.043	0.143	0.164
136	157042	371957	5.613	5.662	5.765	5.786	0.049	0.151	0.173
136	157346	372131	5.754	5.803	5.907	5.949	0.050	0.154	0.195
136	162398	372879	4.431	4.470	4.563	4.586	0.039	0.132	0.155
136	157555	373098	7.050	7.106	7.221	7.243	0.055	0.171	0.193
136	162961	375533	7.833	7.878	7.983	8.008	0.045	0.150	0.175
136	154085	375593	14.081	14.154	14.328	14.380	0.074	0.247	0.299
136	156706	364793	0.175	0.196	0.264	0.278	0.021	0.088	0.103
136	157560	378822	53.093	53.189	53.419	53.527	0.096	0.326	0.434
136	156503	378651	62.415	62.505	62.765	62.851	0.090	0.350	0.436
136	157168	378973	72.310	72.410	72.667	72.777	0.100	0.357	0.467
136	156755	379069	238.603	238.701	239.047	239.237	0.099	0.444	0.635
136	165228	375542	4.736	4.773	4.863	4.886	0.037	0.127	0.150
136	159538	369995	2.869	2.904	2.988	3.007	0.035	0.119	0.138
137	171266	380039	0.598	0.625	0.708	0.721	0.027	0.110	0.123
137	171625	377708	0.393	0.412	0.491	0.504	0.018	0.098	0.110
137	172989	377548	0.196	0.213	0.285	0.297	0.017	0.089	0.101
137	173704	379035	0.199	0.221	0.291	0.303	0.022	0.093	0.104
138	171482	358879	0.106	0.119	0.161	0.172	0.013	0.055	0.066
138	172006	363514	0.119	0.135	0.181	0.193	0.015	0.061	0.073
138	173002	367673	0.132	0.147	0.196	0.211	0.015	0.064	0.079
138	169614	359902	0.112	0.127	0.170	0.183	0.014	0.058	0.070
138	175366	368797	0.131	0.147	0.196	0.207	0.016	0.065	0.075
138	172294	359888	0.107	0.121	0.162	0.174	0.014	0.055	0.067
138	172217	360765	0.111	0.124	0.167	0.179	0.014	0.056	0.069
138	173806	366513	0.123	0.137	0.183	0.197	0.014	0.059	0.074

Tabel H.2 Stikstofdepositie in mol/ha voor 2024

NR	POINT_X	POINT_Y	2024-A	2024-B	2024-C	2024-D	2024-AB	2024-AC	2024-AD
131	141250	402324	0.128	0.146	0.185	0.203	0.018	0.057	0.074
131	137301	406529	0.100	0.113	0.144	0.159	0.013	0.044	0.058
133	146759	397412	1.374	1.410	1.470	1.497	0.036	0.096	0.123
133	145043	395963	1.359	1.393	1.474	1.499	0.034	0.115	0.140
133	147794	396175	2.160	2.204	2.274	2.305	0.044	0.114	0.144
133	141489	396743	0.606	0.630	0.680	0.700	0.024	0.074	0.094
134	130440	391143	0.109	0.124	0.161	0.171	0.015	0.051	0.062
135	143902	378957	0.760	0.807	0.952	0.981	0.047	0.193	0.221
135	138141	378724	0.220	0.246	0.324	0.340	0.027	0.104	0.121
135	139320	381484	0.213	0.240	0.314	0.331	0.027	0.100	0.117
135	139954	383451	0.214	0.239	0.308	0.325	0.025	0.094	0.111
135	143842	383850	1.237	1.278	1.372	1.395	0.041	0.135	0.158
135	145145	384795	1.832	1.888	1.962	2.011	0.056	0.130	0.179
135	147434	381634	3.361	3.430	3.622	3.667	0.070	0.261	0.307
135	135146	386264	0.149	0.173	0.220	0.235	0.024	0.070	0.086
135	143523	383104	1.034	1.074	1.171	1.193	0.041	0.138	0.159
135	140502	384852	0.672	0.702	0.766	0.785	0.030	0.094	0.113
135	138860	380678	0.214	0.241	0.316	0.332	0.027	0.102	0.118
135	139250	380856	0.220	0.247	0.324	0.341	0.027	0.104	0.121
135	150193	382733	9.717	9.836	10.147	10.231	0.119	0.431	0.515
135	142715	381932	0.433	0.472	0.572	0.593	0.038	0.138	0.159
135	144704	383776	1.625	1.670	1.775	1.800	0.045	0.150	0.174
136	164104	371211	0.844	0.875	0.932	0.971	0.032	0.088	0.127
136	152206	366818	0.351	0.379	0.450	0.466	0.028	0.100	0.115
136	152418	367393	0.438	0.467	0.542	0.558	0.030	0.104	0.120
136	152882	368733	0.716	0.750	0.831	0.849	0.035	0.116	0.133
136	153511	369435	0.945	0.982	1.068	1.087	0.037	0.123	0.142
136	154300	370133	1.215	1.253	1.345	1.365	0.038	0.130	0.150
136	166920	369576	0.171	0.195	0.258	0.274	0.024	0.087	0.103
136	154987	370508	1.635	1.671	1.767	1.787	0.037	0.132	0.153
136	155248	370756	1.876	1.913	2.011	2.031	0.037	0.134	0.155
136	161427	370701	1.348	1.383	1.458	1.479	0.035	0.110	0.130
136	155787	371128	2.275	2.314	2.411	2.431	0.039	0.136	0.156
136	156127	371239	2.434	2.475	2.572	2.593	0.041	0.138	0.159
136	156508	371493	2.656	2.699	2.777	2.797	0.043	0.120	0.141
136	157042	371957	2.902	2.950	3.030	3.051	0.049	0.128	0.150
136	157346	372131	3.002	3.052	3.133	3.154	0.050	0.131	0.152
136	162398	372879	2.257	2.295	2.386	2.409	0.039	0.129	0.152
136	157555	373098	3.682	3.737	3.830	3.852	0.055	0.148	0.170
136	162961	375533	4.027	4.072	4.153	4.198	0.045	0.126	0.171
136	154085	375593	7.368	7.442	7.590	7.622	0.074	0.222	0.254
136	156706	364793	0.171	0.192	0.257	0.272	0.021	0.086	0.101
136	157560	378822	28.003	28.099	28.223	28.291	0.096	0.219	0.287
136	156503	378651	33.368	33.458	33.611	33.677	0.090	0.243	0.309
136	157168	378973	38.849	38.949	39.079	39.149	0.100	0.230	0.300
136	156755	379069	145.755	145.854	145.873	146.003	0.099	0.118	0.248
136	165228	375542	2.482	2.520	2.586	2.609	0.037	0.104	0.127
136	159538	369995	1.511	1.545	1.607	1.627	0.035	0.096	0.116
137	171266	380039	0.394	0.421	0.518	0.531	0.027	0.124	0.137
137	171625	377708	0.289	0.307	0.384	0.397	0.018	0.095	0.108
137	172989	377548	0.191	0.208	0.278	0.290	0.017	0.087	0.099
137	173704	379035	0.194	0.216	0.284	0.295	0.022	0.090	0.102
138	171482	358879	0.103	0.116	0.157	0.168	0.013	0.054	0.065
138	172006	363514	0.116	0.132	0.176	0.188	0.015	0.060	0.072
138	173002	367673	0.129	0.144	0.191	0.206	0.015	0.062	0.077
138	169614	359902	0.110	0.124	0.166	0.179	0.014	0.057	0.069
138	175366	368797	0.128	0.144	0.191	0.202	0.016	0.063	0.074
138	172294	359888	0.105	0.118	0.158	0.170	0.014	0.054	0.066
138	172217	360765	0.108	0.121	0.163	0.175	0.014	0.055	0.067
138	173806	366513	0.120	0.134	0.178	0.192	0.014	0.058	0.072

WAT IS HET NLR?

Het NLR is de Nederlandse organisatie voor het identificeren, ontwikkelen en toepasbaar maken van hoogwaardige technologische kennis op het gebied van lucht- en ruimtevaart. De activiteiten van het NLR zijn maatschappelijk relevant, marktgericht en worden zonder winst oogmerk uitgevoerd. Hiermee versterkt het NLR het innovatieve en slagvaardig karakter van de overheid en bevordert het NLR het innoverende en concurrerend vermogen van het bedrijfsleven.

Het NLR kenmerkt zich door toonaangevende deskundigheid, professioneel optreden en onafhankelijke advisering. Medewerkers zijn goed opgeleid, werken klantgericht en werken voortdurend aan de ontwikkeling van hun competenties. Om zijn taken te verrichten houdt het NLR hoogwaardige faciliteiten beschikbaar



NLR – Dedicated to innovation in aerospace

www.nlr.nl