



NLR-CR-2012-078



Luchtkwaliteit rond de militaire luchthaven Volkel

MER militaire luchthaven Volkel 2012

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

¹ KEMA

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 DRMV
Contractnummer	235-10-7053/235.11.7053.03 (NLR-ordernr 1071128)
Eigenaar	Ministerie van Defensie DRMV
NLR Divisie	Air Transport
Verspreiding	Beperkt
Rubricering titel	Ongerubriceerd
	September 2012

Goedgekeurd door:

Auteur A. Hoolhorst 	Reviewer J. Middel 	Beherende afdeling R.W.A. Vercammen 
Datum: 25-9-2012	Datum: 25-9-2012	Datum: 20-9-'12

Samenvatting

Ten behoeve van het milieueffectrapport voor de militaire luchthaven Volkel 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 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 militaire luchthaven Volkel. 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 de bestaande situatie (Nulalternatief) en de plansituatie (Voorgenomen Activiteit) met betrekking tot de luchtkwaliteit en geur van de militaire luchthaven Volkel en deze 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 de plansituatie ten opzichte van de bestaande situatie met betrekking tot de luchtkwaliteit en geur

Hierbij betreffen het Nulalternatief en de Voorgenomen Activiteit twee vliegverkeer alternatieven met verschillende aantallen en types vliegtuigen en hebben de alternatieven ieder een ander baan- en vliegroutegebruik. Daarbij zijn voor de Voorgenomen Activiteit drie varianten gedefinieerd, welke onderling verschillen in de gebruikte routes. Dit betreft het geheel, het gedeeltelijk of geen gebruik maken van de zogeheten Niemeskant-vertrekroutes.

Het luchtonderzoek is uitgevoerd voor het studiegebied omvattende de luchthaven Volkel en omgeving (10 x 10 km). 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, PM_{2.5} en geur (VOS) zijn berekend voor het jaar 2013. Voor NO₂, PM₁₀ en PM_{2.5} zijn ook de jaren 2015 en 2023 doorgerekend.

Uit de resultaten van de berekeningen volgt dat:

- De jaargemiddelde concentratie van NO_2 , PM_{10} en $\text{PM}_{2.5}$ in belangrijke mate wordt bepaald door de gegeven achtergrondconcentratie. De berekende bronbijdragen van zowel luchtvaart als wegen zijn relatief laag.
- Voor de stoffen NO_2 , PM_{10} en $\text{PM}_{2.5}$ geldt dat zowel in het Nulalternatief als bij de Voorgenomen activiteit in geen van de jaren 2013, 2015 en 2023 overschrijdingen van de grenswaarden zoals genoemd in de Wet milieubeheer zijn berekend. Doordat de geprognosticeerde achtergrond van 2013 naar 2023 gestaag afneemt nemen ook de concentratieniveaus in de tijd af.
- Voor geur wordt alleen in een gering gebied ten noordoosten van de luchthaven een 98-percentiel van meer dan $0,5 \text{ ouE/m}^3$ (en 99,99 percentiel van meer dan 5 ouE/m^3) berekend. Ter plaatse van de dichtstbijzijnde boerderij voldoet de geurconcentratie in beide scenario's aan de richtwaarde voor wonen voor bestaande situaties ($1,0 \text{ ouE/m}^3$).
- Realisatie van de Voorgenomen Activiteit resulteert in een geringe verlaging van de concentraties in de directe omgeving van de luchthaven ten opzichte van het Nulalternatief (met name ten noordoosten van de luchthaven) voor alle beschouwde stoffen.
- Het geheel, gedeeltelijk of geen gebruik maken van de Niemeskant-vertrekroutes in de Voorgenomen Activiteit heeft geen (merkbaar) effect op de luchtkwaliteit.
- De stikstofdepositie ten gevolge van het luchtvaartverkeer vanaf Volkel ter plaatse van de omliggende Natura 2000 gebieden is zeer gering (maximaal $0,02 \text{ mol/ha/jaar}$), waarbij de stikstofdepositie door de Voorgenomen activiteit (marginaal) lager is dan die van het Nulalternatief (maximale verlaging $0,005 \text{ mol/ha/jaar}$).

Inhoud

Afkortingen	7
1 Inleiding	9
2 Vliegverkeer	13
2.1 Vliegverkeer alternatieven	13
2.2 Vliegverkeer emissies	14
3 Opzet van het luchtkwaliteitsmodel	17
4 Wettelijk kader en grenswaarden	19
5 Resultaten en evaluatie luchtkwaliteit	24
5.1 Luchtkwaliteit	24
5.1.1 Berekende concentraties op de grens van het luchtvaartterrein	24
5.1.2 Toetsing van de concentraties aan de grenswaarden	28
5.1.3 Effect van de planrealisatie op de luchtkwaliteit	30
5.1.4 Toetsing overige stoffen	34
5.2 Route varianten van de Voorgenomen Activiteit	36
5.3 Depositie	37
6 Conclusies	40
Referenties	41
Appendix A Vliegverkeer emissieberekening met NLR LEAS-IT	43
Appendix B Immissieberekening met het verspreidingsmodel KEMA STACKS	48
Appendix C STACKS ten behoeve van vliegverkeer – modellering bijdrage luchtvaart	52
Appendix D Wegverkeersbronnen	61
Appendix E Overige niet luchtvaart gebonden bronnen	80

Appendix F	Overige toegepaste invoergegevens	82
Appendix G	Contourplots	84

Afkortingen

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
DRMV	Directie Ruimte, Milieu en Vastgoedbeleid
FFA	Swedish Defence Research Agency (FOI)
GBI	Gemiddelde Blootstellingen Index
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
IFR	Instrument Flight Rules
LEAS-iT	Local aviation Emissions in Airport Scenarios-inventory Tool
LTO	Landing and TakeOff
m.e.r.	Milieueffectrapportage
MER	Milieueffectrapport
MNP	Milieu- en Natuurplanbureau
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
PKB	Planologische kernbeslissing
PM ₁₀	Fijnstof (particulate matter), deeltjes kleiner dan 10 µm
PM _{2.5}	Fijnstof (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	Zwaveldioxide
STACKS	Short Term Air-pollutant Concentrations KEMA-modelling System
VOS	Vluchtige organische stoffen
VROM	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
WM	Wet milieubeheer

1 Inleiding

Achtergrond

De militaire luchthaven Volkel is gelegen ten oosten van Uden in Noord-Brabant (zie figuur 1). De vliegbasis Volkel is samen met Leeuwarden één van de twee bases in Nederland waar F-16's zijn gestationeerd. Naast de F-16-squadrons zijn er ook squadrons voor onderhoud, logistiek, bewaking, brandweer en meteo- en verkeersleiding. In totaal betreft het nu circa 1400 personen. Als gevolg van reorganisatie zal dit de komende jaren afnemen tot circa 1050 personen



Figuur 1 Ligging van de militaire luchthaven Volkel ten opzichte van Uden en het hoofdwegennet

De vliegbasis Volkel is een aangewezen militaire luchthaven op basis van de luchtvaartwet. Op de luchthaven vindt naast militair gebruik incidenteel civiel medegebruik plaats. Dit civiele medegebruik betreft recreatieve vluchten en vliegverkeer met een algemeen maatschappelijk belang.

Het ministerie van Defensie heeft zich voorgenomen de aanwijzing van de luchthaven Volkel te wijzigen met de definitieve vaststelling van de geluidszone rond de luchthaven, als onderdeel van het luchthavenbesluit ingevolge de Wet luchtvaart. Hiervoor heeft de DRMV het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de

milieueffecten van het vliegverkeer op de luchthaven Volkel. Dit onderzoek omvat de bepaling van de geluidsbelasting, 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 ten gevolge van het vliegverkeer. Subcontractor bij het luchtkwaliteit onderzoek was de KEMA. De onderzoeken naar de geluidsbelasting en de externe veiligheid zijn separaat gerapporteerd (Ref. 1 en 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 militaire luchthaven Volkel. Met emissies worden hierbij de hoeveelheden stoffen bedoeld die door de emissiebronnen naar de lucht worden uitgestoten.

Voor de luchthaven Volkel zijn alternatieven en varianten voor het vliegverkeer opgesteld. In dit rapport is de luchtkwaliteit bepaald voor de volgende twee alternatieven: Nulalternatief en Voorgenomen activiteit. Voor het alternatief Voorgenomen activiteit zijn drie varianten gedefinieerd, welke geheel, gedeeltelijk en geen gebruik maken van Niemeskant-vertrekroutes. Met het toepassen van de Niemeskant-vertrekroutes wordt de geluidszone verschoven ten gunste van gewenste woninguitbreiding van het dorp Volkel (Niemeskant).

Op het luchtvaartterrein vindt naast militair gebruik incidenteel civiel medegebruik plaats. Dit civiele medegebruik betreft recreatieve vluchten en vliegverkeer met een algemeen maatschappelijk belang. Gegevens over aantal en soort vliegbewegingen 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 de bestaande situatie (Nulalternatief) en de plansituatie (Voorgenomen activiteit) voor de jaren 2013, 2015 en 2023 met betrekking tot de luchtkwaliteit en geur van de militaire luchthaven Volkel 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 de Voorgenomen activiteit ten opzichte van het Nulalternatief met betrekking tot de luchtkwaliteit en geur

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 landelijk systeem met normen voor geur is en de normering steeds gericht is op de impact van een inrichting. Voor geur wordt bovendien nooit met een bestaande achtergrond gerekend waardoor 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 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 uitgangspunten. Deze betreffen:
 - Het bepalen van alle relevante emissiebronnen die in de modellering zijn meegenomen: vliegtuigen, de wegen inclusief de omgevingsparameters en overige grondbronnen op het luchtvaartterrein
 - De vliegverkeer emissies berekend met het NLR model LEAS-iT (Local Aviation Emissions in Airport Scenarios - inventory Tool)
 - Omvang van de relevante wegverkeersstromen en emissies van de overige bronnen
- Modellering: op basis van de uitgangspunten is een emissiemodel opgesteld en zijn de invoerbestanden voor het uitvoeren van de berekeningen gemaakt.
- Uitvoeren van verspreidingsberekeningen aan de stoffen NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} en geur (op basis van VOS). De stoffen NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} en geur zijn berekend voor het jaar 2013. Voor NO₂, PM₁₀ en PM_{2.5} zijn ook de jaren 2015 en 2023 doorgerekend. Voor geur wordt altijd zonder achtergrond gerekend zodat voor deze component het jaar 2013 volstaat.

Deze toetsjaren zijn gekozen om de volgende redenen:

- 2013: het geplande jaar van vaststelling van het luchthavenbesluit
- 2015: een representatief jaar voor de nabije toekomst en het jaar waaraan moet worden voldaan aan de grenswaarde voor NO₂ en PM_{2.5}
- 2023: een representatief jaar voor de verdere toekomst
- Voor de berekeningen is het KEMA STACKS (versie 2012.1) model ingezet (zie Appendix B en Appendix C voor een beknopte beschrijving van het model). 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

- 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 alternatieven. Hoofdstuk 3 levert een beschrijving van de luchtkwaliteit berekeningen waaronder modelkeuze, in rekening gebrachte emissiebronnen 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 toetsgebied 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 de luchtkwaliteit voor twee alternatieven berekend: Het Nulalternatief en het alternatief Voorgenomen activiteit. Hieronder worden deze alternatieven omschreven.

Nulalternatief

Het Nulalternatief wordt gedefinieerd als de taken en functies zoals die beschreven zijn in het eerste Structuurschema Militaire Terreinen (SMT-1, Ref. 4). Dat betekent dus de huisvesting van drie squadrons F-16's en geen civiel medegebruik. Dit alternatief wordt gebruikt als referentie waarmee de te verwachten milieubelasting van de andere alternatieven wordt vergeleken.

Voorgenomen activiteit

Voor het alternatief Voorgenomen activiteit is het aantal vliegtuigbewegingen van het F16-verkeer en het overige militaire verkeer¹⁾ aangepast naar de laatste inzichten. Hierbij is rekening gehouden met de bezuinigingen van 2011. De vliegbasis Volkel is thuisbasis voor twee squadrons F-16's en returnveld voor de opleidingseenheid F-16's die in de Verenigde Staten staat. De vliegbasis kan vliegtuigen van andere vliegbases ontvangen. Er vinden bondgenootschappelijk medegebruik, burgermedegebruik en vluchten in het kader van algemeen maatschappelijk belang plaats.

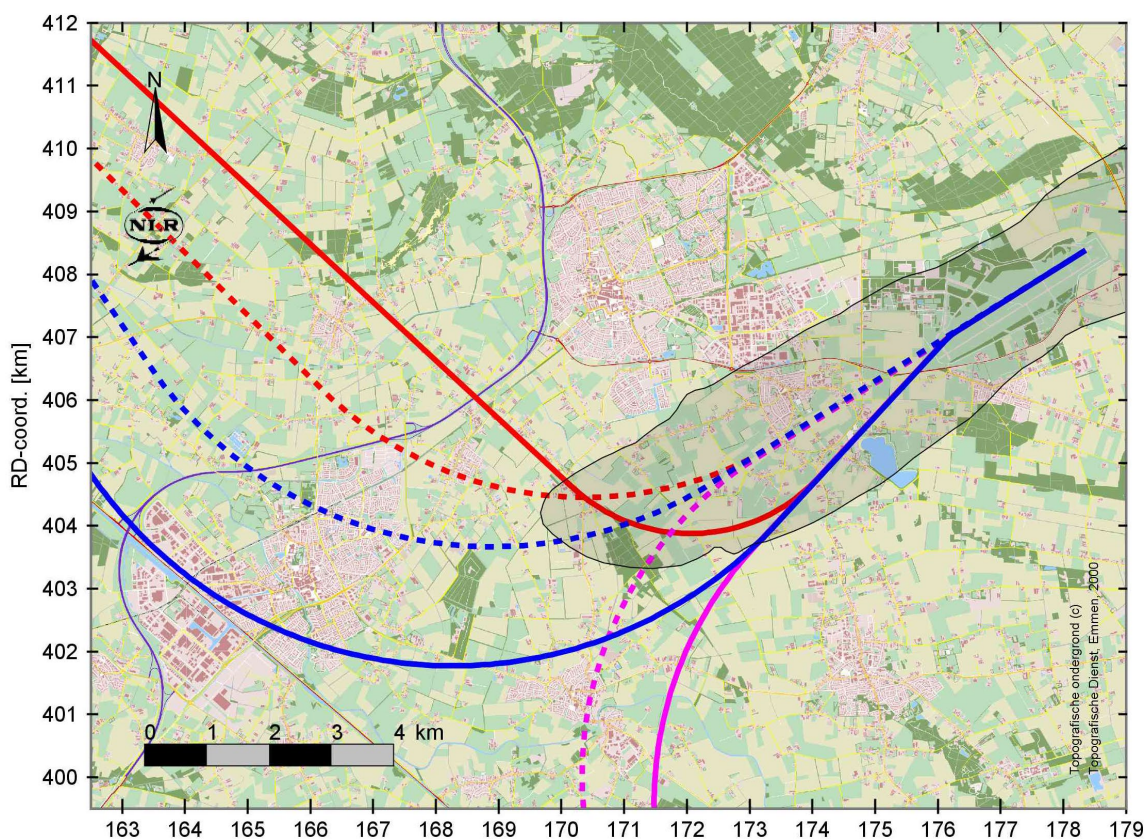
Voor het alternatief Voorgenomen activiteit zijn drie varianten uitgewerkt, hierbij worden de Niemeskant-vertrekroutes geheel, gedeeltelijk of niet toegepast.

Niemeskant-variant

De gemeente Uden heeft een nieuwbouwplan uitgewerkt voor woningbouw aan de noordwest zijde van het dorp Volkel (Niemeskant). In dit MER is bekeken of het mogelijk is om in de routes een zodanige wijziging aan te brengen dat de geluidsbelastingscontour verschuift en dat de potentiële bouwlocatie Niemeskant wordt ontzien.

Een start levert ter plaatse een veel grotere bijdrage aan de totale geluidsbelasting dan een landing. Vandaar dat voor de Niemeskant-varianten de ligging van enkele vertrekroutes is gewijzigd. Alle andere factoren blijven ongewijzigd. In deze routes buigen de vliegtuigen eerst naar het zuiden af voordat naar het noorden wordt afgebogen. In de "reguliere" route vliegt men rechtdoor voordat naar het noorden wordt afgebogen. In figuur 2 is de ligging van de originele en gewijzigde vertrekroutes schematische weergegeven.

¹⁾ Onder overig verkeer worden de bewegingen van militaire vliegtuigen, die Volkel niet als thuisbasis hebben, verstaan.



Figuur 2 Schematische weergave originele (onderbroken lijnen) en gewijzigde (ononderbroken lijnen) vertrekroutes Niemeskant ten opzichte van de huidige geluidszone (zwart)

2.2 Vliegverkeer emissies

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

- de taxi fase van de vliegbewegingen
- de vluchtfase van de vliegbewegingen
- het proefdraaien
- het gebruik van APU's
- 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 geluidsbelastingsonderzoek. 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 zijn gebaseerd op de hoeveelheid brandstof die hiervoor op de vliegbasis is verbruikt in het jaar 2011, waarbij is geschaald naar de aantallen vliegbewegingen in de berekende alternatieven. Op basis van de opgave van de luchthaven zijn de emissies van de vliegtuig Auxiliary Power Units (APU's) verwaarloosbaar. Hierbij zijn APU's kleine hulpmotoren die onder andere kunnen worden gebruikt voor elektriciteitsopwekking aan boord van de toestellen.

De emissies ten gevolge van het tanken van de vliegtuigen zijn verwaarloosbaar door 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 zijn gegeven in tabel 1. De gepresenteerde emissies van de Voorgenomen Activiteit zijn alleen berekend voor de variant met gedeeltelijk gebruik van de Niemeskant routes. In hoofdstuk 5 wordt kort ingegaan op de andere twee varianten van de Voorgenomen Activiteit.

Tabel 1 Totale emissies ten gevolge van taxifase, vluchtfase en proefdraaien (ton/jaar)

Stof	Nulalternatief			Voorgenomen Activiteit		
	Taxi fase	Vlucht fase	Proef-draaien	Taxi fase	Vlucht fase	Proef-draaien
NO _x	11,3	58,5	7,4	3,9	37,2	3,3
PM ₁₀	0,19	12,7	1,4	0,07	5,2	0,3
VOS	25,3	15,2	4,3	10,1	8,4	1,6
CO	137,5	27,2	17,5	45,5	44,0	8,6
SO ₂	2,3	2,8	0,5	0,8	2,3	0,3
PAK	0,059	0,036	0,01	0,024	0,020	0,004
Benzeen	0,49	0,30	0,083	0,20	0,16	0,032
Lood	0	0	0	0,00006	0,00031	0,00004
CO ₂	8399	10449	2000	2922	8458	1002

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 vinden plaats op dagen en tijden dat het luchtvaartterrein is opengesteld, zoals gepubliceerd in de Military Aeronautical Information Publication Netherlands (MilAIP) of notice to airmen (NOTAM).

De emissies van het proefdraaien zijn gemodelleerd als drie puntbronnen. De locatie van deze bronnen en de verdeling van de emissies over de bronnen betreffen (x en y coördinaten in rijkdriehoekcoördinaten):

- x 178000, y 408375 (50% van de emissies)
- x 177100, y 408100 (25% van de emissies)
- x 176500, y 407900 (25% van de emissies)

De proefdraai emissies zijn gespecificeerd per uur van de dag voor elke dag van de week: op werkdagen tussen 9 en 17 uur, in totaal 2080 uur per jaar.

3 Opzet van het luchtkwaliteitsmodel

Dit hoofdstuk beschrijft de opzet van het opgestelde model.

Het luchtkwaliteit onderzoek is uitgevoerd voor het Nulalternatief en de Voorgenomen Activiteit. 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 bijdrage 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 het Nulalternatief en de Voorgenomen Activiteit betreft alleen een verschil in de emissies van het vliegverkeer. De emissies van het wegverkeer en de grondgebonden bronnen zijn voor beide scenario's gelijk. 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 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 gridberekeningen²⁾ 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 Volkel op de luchtkwaliteit daar ruim binnen vallen.

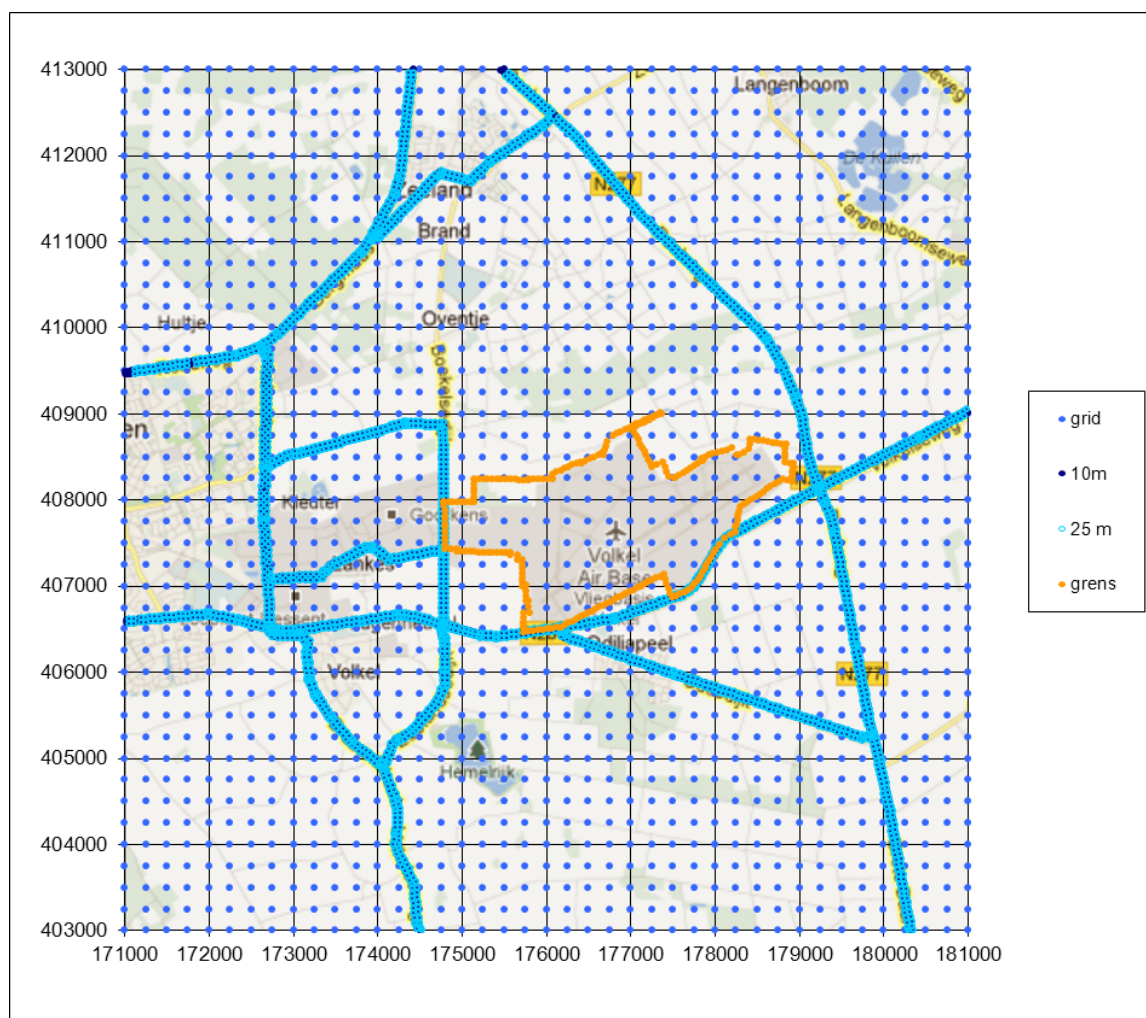
De receptorpunten waarvoor de berekeningen zijn uitgevoerd, bestaan uit de volgende series punten (zie figuur 3):

- 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

²⁾ 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.

- punten die op 25 m van de wegrand 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
- punten op de grens van de inrichting Volkel (om de 25 m).

Op basis van het toepasbaarheidbeginsel (zie hoofdstuk 4) geldt dat een deel van de bovengenoemde receptorpunten niet ligt in een toetsingsgebied. Alle punten worden wel doorgerekend. Wanneer daarna blijkt dat er overschrijdingspunten zijn zal worden nagegaan in hoeverre deze in het toetsgebied liggen. Door de berekening op deze wijze uit te voeren wordt een zeer gedetailleerd beeld van de concentratieverdelingen in het plangebied verkregen.



Figuur 3 Overzicht van de doorgerekende punten (in rijksdriehoekscoördinaten) in het gebied van 10 x 10 km rond de luchthaven

4 Wettelijk kader en grenswaarden

Wet Milieubeheer

Het luchtkwaliteitonderzoek 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 luchtkwaliteitonderzoek 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 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. Op basis van deze historische gegevens en het feit dat de emissies niet zullen toenemen, 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.

In deze studie is getoetst aan NO₂, PM₁₀ en PM_{2,5} grenswaarden. 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 bindende 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

Sinds 18 december 2008 is het toepasbaarheidsbeginsel 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 behoeft op de volgende locaties niet langer het effect op de luchtkwaliteit te worden vastgesteld of te worden getoetst aan de luchtkwaliteitseisen:

- 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.

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}³⁾

De nieuwe richtlijn luchtkwaliteit (van 20 mei 2008) bevat grens- en streefwaarden voor PM_{2,5}. De grenswaarde voor de jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie is 25 µg/m³. Hieraan moet vanaf 2015 worden voldaan; de grenswaarde is overal van toepassing. Er is een indicatieve waarde voor de jaargemiddelde PM_{2,5}-concentratie van 20 µg/m³ vanaf 2020. Nieuw is de aanpak bij PM_{2,5} om de gemiddelde stadsachtergrondconcentratie te beperken met de zogenoemde Blootstellings Concentratie Verplichting en te verminderen met de zogenoemde Verminderingsdoelstelling van de Gemiddelde Blootstellings Index. Deze aanpak is erop gericht om de blootstelling van mensen aan fijn stof grootschalig terug te dringen. Dit komt in plaats van de beperking van lokale hoge concentraties langs bijvoorbeeld straten en wegen. De EU-maat voor de gemiddelde stadsachtergrond-concentratie is de Gemiddelde Blootstellings Index (GBI). Dit is de gemiddelde van de gemeten concentraties op stedelijke achtergrondlocaties in Nederland, via middeling over een periode van drie jaar. Voor de luchthaven Volkel is deze dus niet van toepassing.

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

³⁾ bron: www.milieuennatuurcompendium.nl

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 3.

Tabel 3 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 richtwaarden voor nieuwe activiteiten.

Vanaf 2006 wordt in de vergunningen het begrip odour units gebruikt voor geureenheden. Geurconcentraties worden in laboratoria volgens de NEN-EN 13725 gemeten in Europese odour units ofwel ouE/m^3 . Tussen deze twee grootheden geldt een vaste verhouding:
 $1 \text{ ouE}/\text{m}^3 = 2 \text{ ge}/\text{m}^3$ (ge=geureenheid). De eenheid $1 \text{ ge}/\text{m}^3$ (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 onderzoek. Paragraaf 5.1 beschrijft wat het effect op de luchtkwaliteit is als uitgaande van het Nulalternatief, het Voorgenomen Activiteit wordt gerealiseerd. Tevens worden de resultaten van de toetsing aan de luchtkwaliteitsnormen en berekende concentraties gepresenteerd. Paragraaf 5.2 gaat in op het verschil in effect op de luchtkwaliteit van het geheel, gedeeltelijk of geen gebruik maken van de Niemeskant routes in de Voorgenomen Activiteit. Paragraaf 5.3 beschouwt de stikstofdepositie op omliggende Natura 2000 gebieden.

5.1 Luchtkwaliteit

Paragraaf 5.1.1 presenteert de concentraties welke zijn berekend met het STACKS rekenprogramma voor de stoffen NO₂, PM₁₀, PM_{2.5} en voor geur. Paragraaf 5.1.2 presenteert de toetsingsresultaten en paragraaf 5.1.3 gaat verder in op wat het betekent voor de luchtkwaliteit als de Voorgenomen Activiteit wordt gerealiseerd in vergelijking met het Nulalternatief. Ten slotte geeft paragraaf 5.1.4 een luchtkwaliteitsbeschouwing voor de luchtverontreinigende stoffen SO₂, NO_x, PAK, CO, lood, en benzeen.

5.1.1 Berekende concentraties op de grens van het luchtvaartterrein

De tabellen 4 tot en met 6 geven een overzicht van de resultaten voor de doorgekende punten (receptorpunten). In de tabellen is steeds de maximale waarde gegeven op de inrichtingsgrens en binnen het totale toetsgebied (inclusief inrichtingsgrens). Voor een deel van de berekeningen zijn contourplots gegeven in Appendix G. In de contourplots is de luchthaven Volkel in grijs aangegeven en zijn de berekende contouren in zwart aangegeven. De getallen op de contourlijnen zijn de berekende concentratie niveaus. De contourplots geven een goed beeld van de ruimtelijke verdeling weer.

Voor de stoffen NO₂, PM₁₀ en PM_{2.5} geldt dat de maximale concentratie niet op de inrichtingsgrens maar elders in het studiegebied ligt. Uit zowel de tabellen 4-6 als de contourplots in Appendix G is duidelijk te zien dat de achtergrondconcentratie (GCN) de belangrijkste bijdrage levert aan de concentratie. Vooral voor PM₁₀ en PM_{2.5} zijn de kilometer blokken waarvoor de GCN-waarden zijn gegeven zeer duidelijk herkenbaar. Voor deze twee stoffen zijn alleen de grootste wegen nog zichtbaar in de contourplots. Voor NO₂ is de bijdrage van het wegverkeer aan de concentratie relatief groter en zijn de wegen zeer duidelijk zichtbaar in de contourplots.

Tabel 4 *Samenvatting van de resultaten van de gridberekeningen voor 2013. Voor elke doorgerekende stof zijn de maximale waarden gegeven op de inrichtingsgrens en binnen het totale toetsgebied (inclusief inrichtingsgrens)*

parameter	grensw.	2013	2013
		Nulalternatief	Voorgenomen activiteit
NO₂ jaargemiddeld			
achtergrond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	60 ¹⁾	15,8 – 20,5	
maximum op de inrichtingsgrens ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	60 ¹⁾	25,0	24,8
maximum toetsgebied ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	60 ¹⁾	32,2	32,2
NO₂ uurgemiddeld (max. 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
maximum aantal overschrijdingen	18	0	0
PM₁₀ jaargemiddeld			
achtergrond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	22,9 – 27,4	
maximum op de inrichtingsgrens ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	25,4	25,4
maximum toetsgebied ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	27,5	27,5
PM₁₀ overschrijdingsdagen 24 uurgemiddeld			
max. aantal overschrijdingsdagen op inrichtingsgrens	35	16	16
max. aantal overschrijdingsdagen in toetsgebied	35	22	22
PM_{2,5} jaargemiddeld			
achtergrond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		14,6 – 15,7	
maximum op de inrichtingsgrens ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(25) ²⁾	15,7	15,5
maximum toetsgebied ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(25) ²⁾	15,8	15,8
Geur (alleen jaargemiddelde bronbijdragen)			
98 perc. maximum op de inrichtingsgrens (ouE/ m^3)	2 ³⁾	6,7	3,3
98 perc. maximum toetsgebied (ouE/ m^3)	2 ³⁾	6,7	3,3
99.99 perc. maximum op de inrichtingsgrens (ouE/ m^3)	20 ³⁾	43,2	21,4
99.99 perc. maximum toetsgebied (ouE/ m^3)	20 ³⁾	43,2	21,4

1. tijdelijke grenswaarde tot 1-1-2015
2. grenswaarde vanaf 1-1-2015
3. grenswaarde bij woningen voor bestaande activiteiten

Tabel 5 *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 toetsgebied (inclusief inrichtingsgrens)*

parameter	grens	2015	2015
		Nulalternatief	Voorgenomen activiteit
NO₂ jaargemiddeld			
achtergrond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	14,7 – 19,2	
maximum op de inrichtingsgrens ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	22,8	22,6
maximum toetsgebied ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	31,3	31,3
NO₂ uurgemiddeld (max. 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
maximum aantal overschrijdingen	18	0	0
PM₁₀ jaargemiddeld			
achtergrond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	21,9 – 26,4	
maximum op de inrichtingsgrens ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	24,3	24,3
maximum toetsgebied ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	26,5	26,5
PM₁₀ overschrijdingsdagen 24 uurgemiddeld			
max. aantal overschrijdingsdagen op inrichtingsgrens	35	14	14
max. aantal overschrijdingsdagen in toetsgebied	35	19	19
PM_{2,5} jaargemiddeld			
achtergrond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		13,7 – 14,8	
maximum op de inrichtingsgrens ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	25	14,8	14,5
maximum toetsgebied ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	25	14,9	14,9

Tabel 6 *Samenvatting van de resultaten van de gridberekeningen voor 2023. Voor elke doorgerekende stof zijn de maximale waarden gegeven op de inrichtingsgrens en binnen het totale toetsgebied (inclusief inrichtingsgrens)*

Parameter	grens	2023	2023
		Nulalternatief	Voorgenomen activiteit
NO₂ jaargemiddeld			
achtergrond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	11,4 – 14,8	
maximum op de inrichtingsgrens ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	16,6	16,5
maximum toetsgebied ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	22,0	22,0
NO₂ uurgemiddeld (max. 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
maximum aantal overschrijdingen	18	0	0
PM₁₀ jaargemiddeld			
achtergrond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	20,6 – 25,0	
maximum op de inrichtingsgrens ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	22,8	22,8
maximum toetsgebied ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40	25,1	25,1
PM₁₀ overschrijdingsdagen 24 uurgemiddeld			
max. aantal overschrijdingsdagen op inrichtingsgrens	35	12	12
max. aantal overschrijdingsdagen in toetsgebied	35	16	16
PM_{2,5} jaargemiddeld			
achtergrond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		12,6 – 13,5	
maximum op de inrichtingsgrens ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20	13,7	13,3
maximum toetsgebied ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	20	13,7	13,7

5.1.2 Toetsing van de concentraties aan de grenswaarden

NO₂

Een grafische weergave van de berekende NO₂ concentraties is gegeven in contourplots G.1 t/m G.4. De maximale jaargemiddelde concentratie NO₂ (32,2 µg/m³) wordt in 2013 berekend ter plaatse van de kruising van de Industrielaan met de Rondweg Volkel. De concentratie wordt in belangrijke mate bepaald door de achtergrondconcentratie: de GCN. De bronbijdrage van al het verkeer en de luchtvaart is gemiddeld 11% en maximaal 41% van de totale concentratie. De bijdrage van het wegverkeer is maximaal 13,0 µg/m³; voor de luchtvaart is de bijdrage 0,6 µg/m³ voor het Nulalternatief en 0,3 µg/m³ voor de Voorgenomen activiteit. De jaargemiddelde concentratie blijft steeds ruim onder de grenswaarde van 40 µg/m³. De uurgemiddelde concentratie overschrijdt nergens de grenswaarde van 200 µg/m³.

PM₁₀

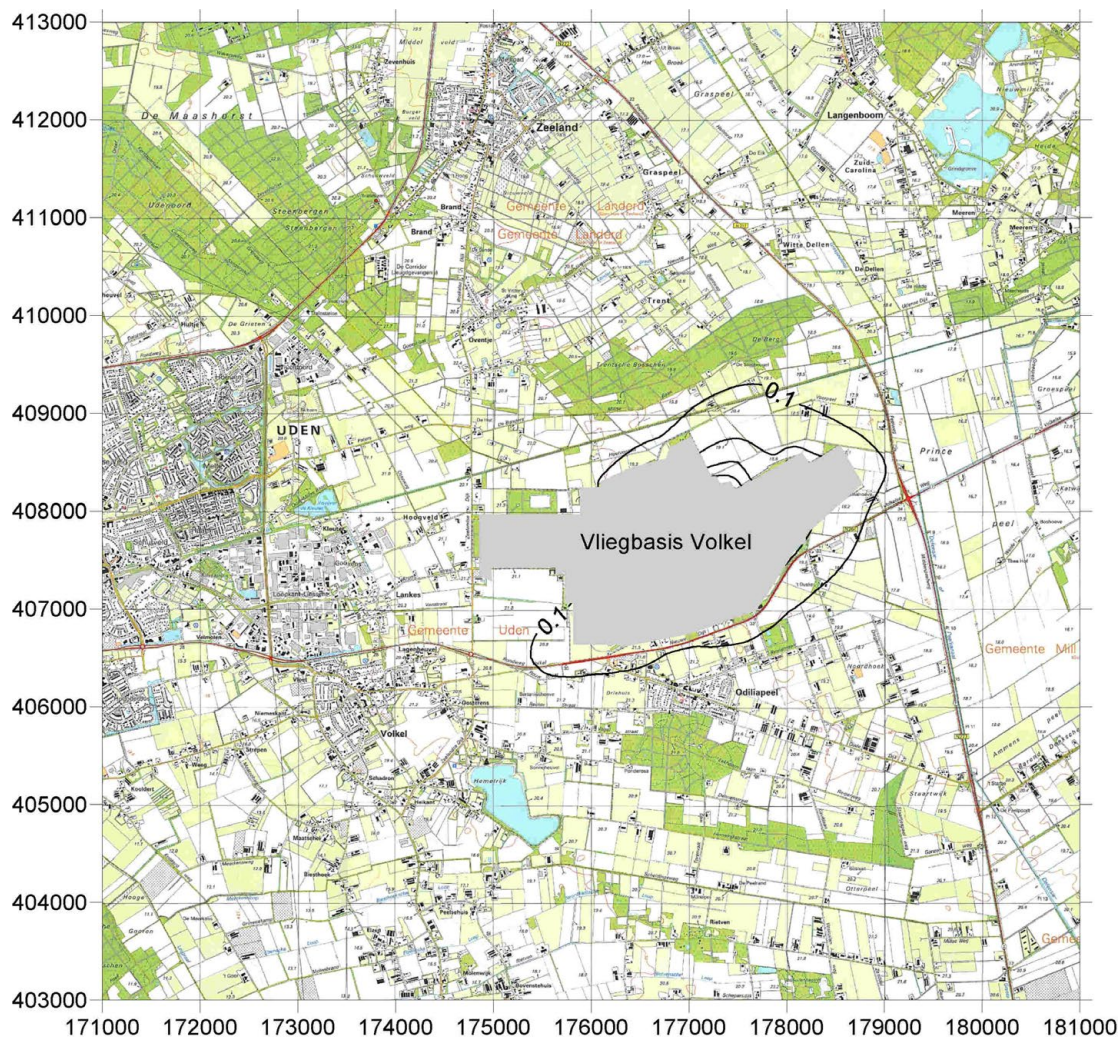
De maximale jaargemiddelde concentratie PM₁₀ bedraagt 27,5 µg/m³ (langs de Oudedijk). Deze concentratie wordt in de eerste plaats bepaald door de achtergrond van 27,4 µg/m³ die gegeven is voor enkele kilometerblokken in het studiegebied (zie figuren G.5 en G.6). De bijdrage van het wegverkeer is maximaal 1,6 µg/m³ en van de luchtvaart 0,8 µg/m³ voor het Nulalternatief en 0,3 µg/m³ voor de Voorgenomen activiteit. De bronbijdrage van al het verkeer en de luchtvaart is gemiddeld 1% en maximaal 6% van de totale concentratie. De jaargemiddelde concentratie blijft steeds ver onder de grenswaarde van 40 µg/m³. Het aantal overschrijdingen van de daggemiddelde concentratie van 50 µg/m³ is maximaal 22 dagen en ligt daarmee ruim onder het toegestane aantal van 35 dagen. De zeezoutcorrectie, die door het ministerie van Infrastructuur en Milieu is beschreven, hoeft niet te worden toegepast.

PM_{2.5}

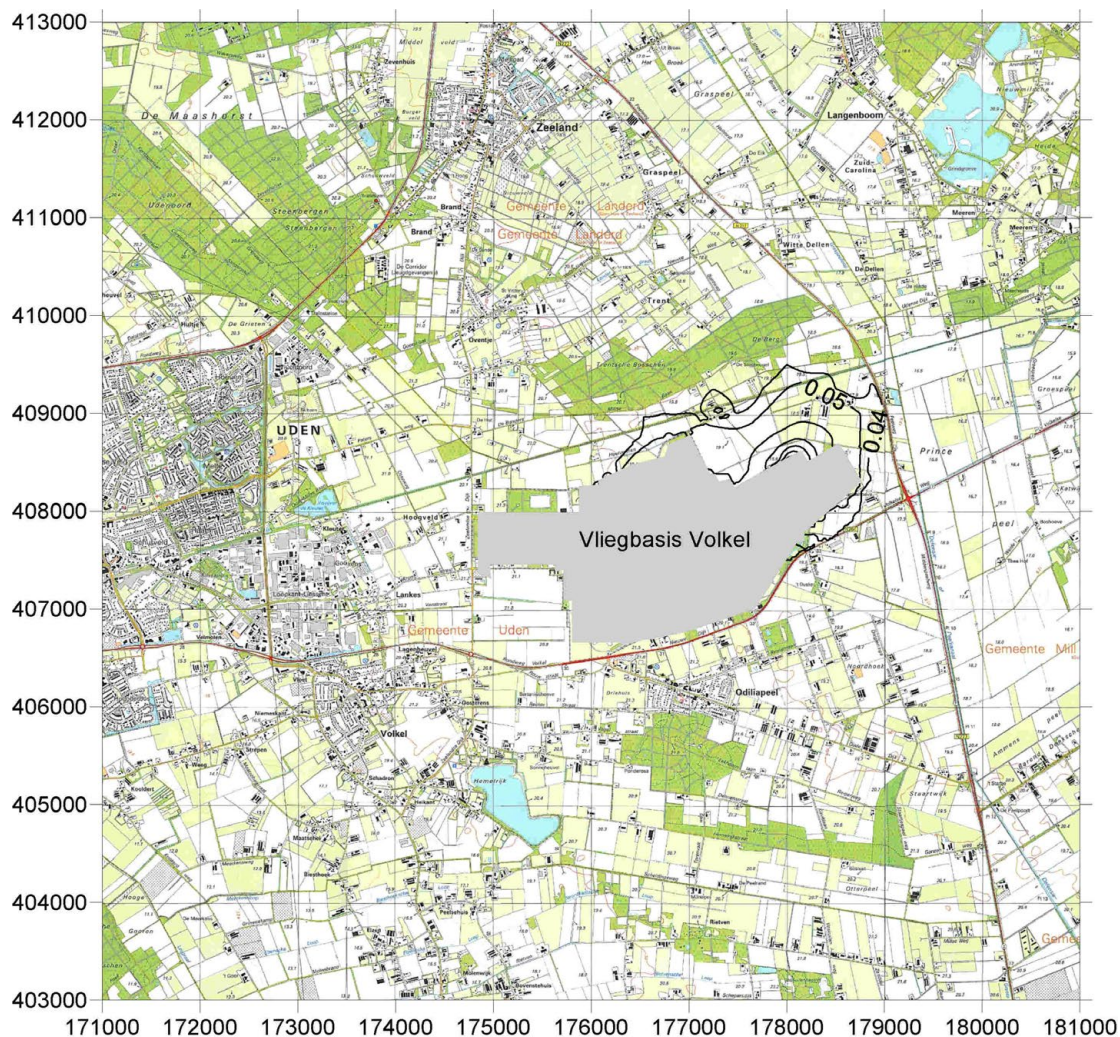
De maximale jaargemiddelde concentratie PM_{2.5} bedraagt 15,8 µg/m³ langs de Volkelseweg. Deze concentratie wordt in de eerste plaats bepaald door de achtergrond van 15,7 µg/m³. De bijdrage van het wegverkeer is maximaal 0,5 µg/m³ en van de luchtvaart 0,8 µg/m³ voor het Nulalternatief en 0,3 µg/m³ bij de Voorgenomen activiteit. De bronbijdrage van het verkeer en de luchtvaart is gemiddeld 0,7% en maximaal 5% van de totale concentratie. De jaargemiddelde concentratie blijft steeds ver onder de grenswaarde van 25 µg/m³ (en 20 µg/m³ voor 2023).

Geur

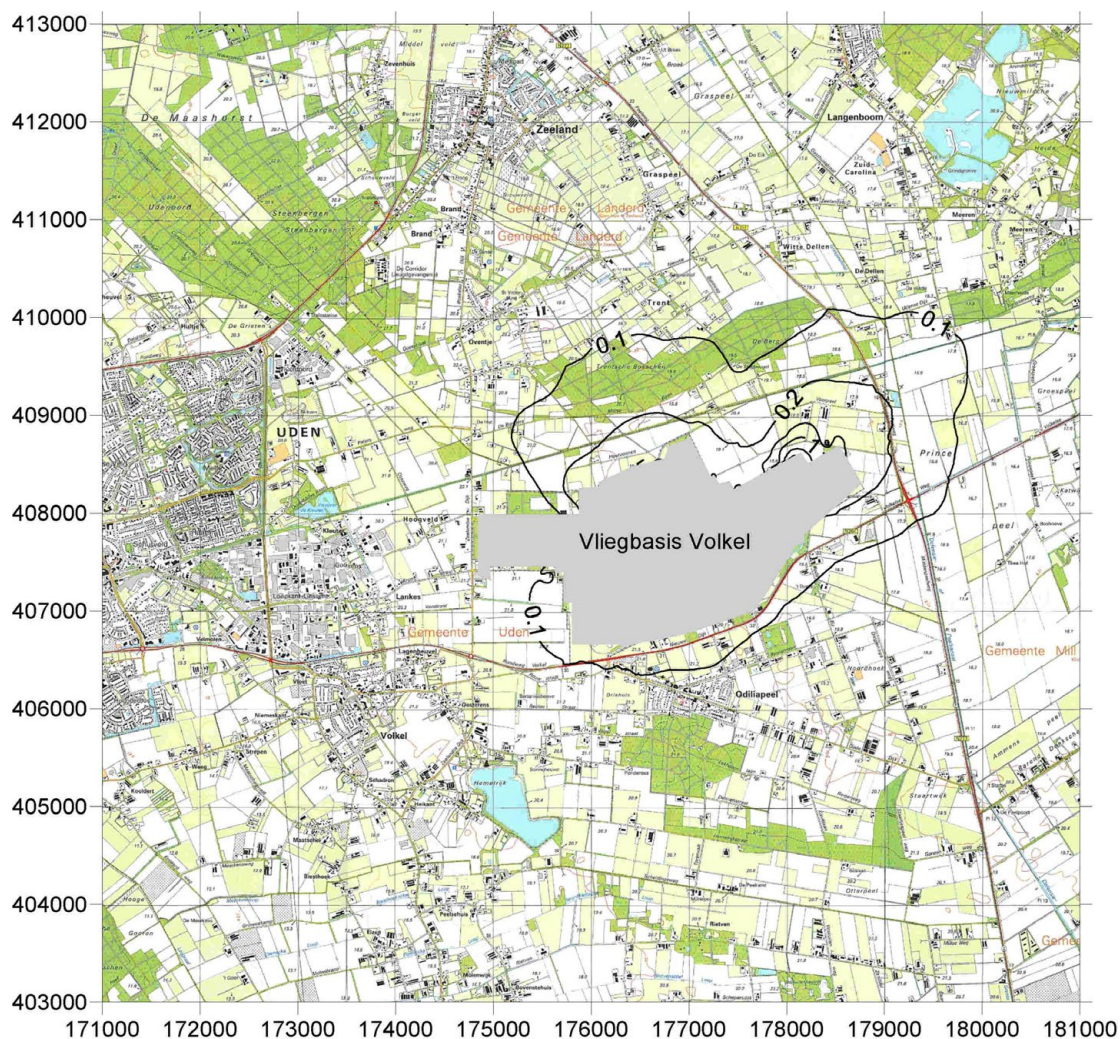
Voor geur is een toetsing aan de grenswaarde complexer omdat er geen sprake is van één grenswaarde. Naast onderscheid naar functie (wonen, gemengd, overig) is er onderscheid tussen bestaande activiteiten en nieuwe activiteiten. Ook is er naast een grenswaarde sprake van een richtwaarde. De richtwaarde voor bestaande activiteiten is daarbij gelijk aan de grenswaarde



Figuur 6 Afname van de jaargemiddelde concentratie NO_2 als gevolg van de Voorgenomen activiteit ten opzichte van het Nulalternatief (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$), contourlijnen met stapgrootte $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Figuur 7 Afname van de jaargemiddelde concentraties PM_{10} en $PM_{2.5}$ als gevolg van de Voorgenomen activiteit ten opzichte van het Nulalternatief (in $\mu g/m^3$), contourlijnen zijn gegeven op 0,04, 0,05, 0,1 $\mu g/m^3$ en vervolgens met een stapgrootte van 0,1 $\mu g/m^3$



Figuur 8 Afname van de concentratie geur (98 percentiel) als gevolg van de Voorgenomen activiteit ten opzichte van het Nulalternatief (in ouE/m^3), de contourlijnen ten noordoosten van de luchthaven betreffen achtereenvolgens 0,1, 0,2, 0,5, 1 en 2 ouE/m^3

5.1.4 Toetsing overige stoffen

Berekeningen in het kader van de Wet milieubeheer zijn alleen 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 grensoverschrijdingen te verwachten zijn. De grenswaarden voor deze stoffen zijn gegeven in tabel 7. In deze paragraaf is een kwalitatieve beschouwing van de te verwachten maximale concentratie gegeven op basis van de totale emissie.

Tabel 7 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 7) 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 PM_{10} is een maximale bijdrage van de luchthaven berekend van $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor het Nulalternatief en $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor de Voorgenomen Activiteit; dit betekent dat de maximale bijdrage aan de jaargemiddelde concentratie (op de grens van de inrichting) van circa $0,055 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per ton emissie. Deze waarde is niet specifiek voor PM_{10} , maar geldt voor alle (inerte) stoffen. Deze bijdrage is hieronder gebruikt voor het schatten van de maximale bronbijdrage van de stoffen uit tabel 7 en het toetsen aan de grenswaarden.

Voor SO_2 geldt een achtergrondconcentratie (2011) van $0,8\text{-}1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddeld) en een totale emissie (zie tabel 1) die minder dan de helft is dan PM_{10} . Op basis hiervan kan gesteld worden dat de grenswaarden voor de uur- en daggemiddelde concentratie voor SO_2 niet overschreden zullen worden.

Voor CO geldt een achtergrondconcentratie (2011) van $275 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddeld) en een totale emissie (zie tabel 1) die 13-20 keer zo hoog is dan PM_{10} . De bijdrage van de luchtvaart vanaf Volkel aan de CO concentratie zal op basis van deze emissie maximaal $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jaargemiddeld) bedragen voor het Nulalternatief. Gesteld kan worden dat dit niet zal leiden tot een overschrijding van de grenswaarde van de 8-uurgemiddelde concentratie.

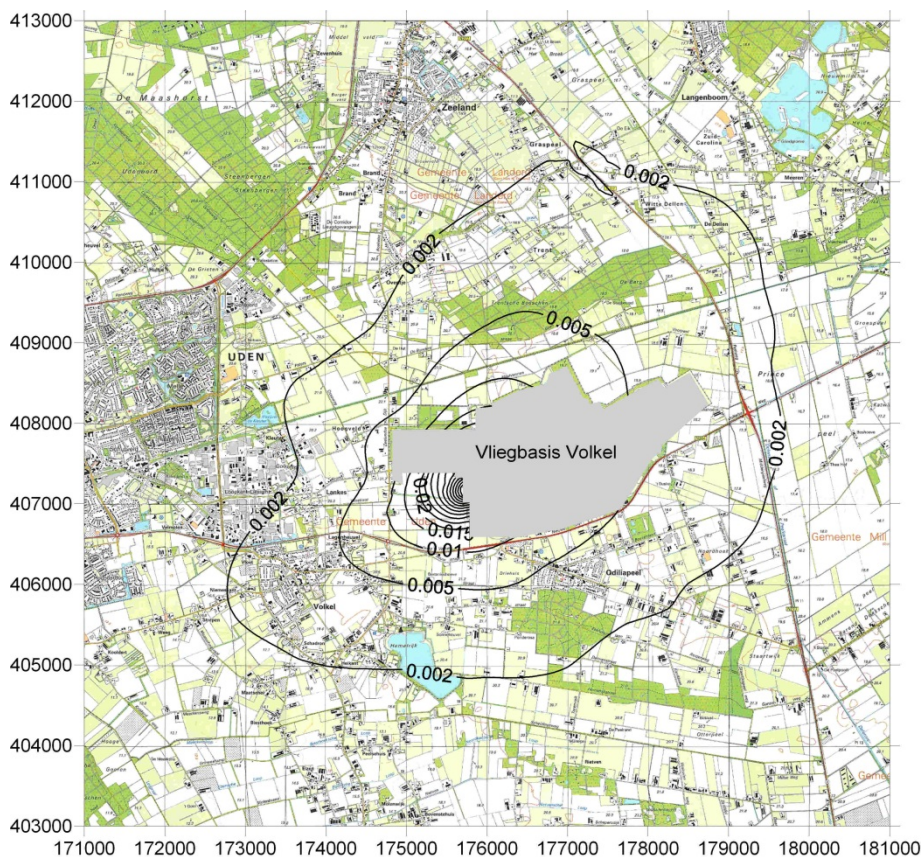
Voor PAK en Pb zijn geen GCN kaarten meer beschikbaar gesteld. Voor Pb (jaargemiddelde achtergrondconcentratie in Nederland van $8 \text{ ng}/\text{m}^3$) kan aangenomen worden dat de zeer geringe emissie (maximaal 40 gram/jaar) niet zal leiden tot een overschrijding van de grenswaarde. Voor benzo[a]pyreen (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 105 kg is de maximale bijdrage aan de jaargemiddelde PAK concentratie ca. $6 \text{ ng}/\text{m}^3$. Op basis van een RIVM rapport (Ref. 5) is het aandeel Bap in de Nederlandse lucht ongeveer 9%. De bijdrage aan de Bap concentratie is derhalve maximaal $0,6 \text{ ng}/\text{m}^3$ zodat samen met de achtergrondconcentratie ook voor deze stof geen overschrijding van de grenswaarde te verwachten is.

5.2 Route varianten van de Voorgenomen Activiteit

In deze studie zijn twee scenario's doorgerekend: het Nulalternatief (de huidige situatie) en de Voorgenomen Activiteit. Voor de Voorgenomen Activiteit bestaan drie varianten welke het geheel, gedeeltelijk of niet vliegen van de Niemeskant routes betreffen. De luchtkwaliteit berekeningen zijn uitgevoerd voor de variant met gedeeltelijk gebruik van de Niemeskant routes. Om te bepalen of er een merkbaar verschil in luchtkwaliteit is tussen de drie varianten onderling is onderstaande beschouwing uitgevoerd.

De bijbehorende hoogte vanaf waar in de verschillende varianten de routes wijzigen is (bij benadering) 100 m. Om het verschil in effect op de luchtkwaliteit van deze varianten in te schatten is het daarom van belang om de bijdrage van de hoge vliegtuigbronnen, d.w.z. de vliegtuigbronnen boven 100 m in kaart te brengen. Dit is gedaan voor zowel NO₂ als PM10. In figuur 9 is het resultaat gegeven voor NO₂ voor de Voorgenomen activiteit. De maximale NO₂ bijdrage wordt berekend op de grens van de inrichting en is maximaal 0,08 µg/m³. Voor PM10 is deze bijdrage nog kleiner: maximaal 0,002 µg/m³ op de grens van de inrichting. Vergelijking van deze waarden met de in paragraaf 5.1.2 genoemde totale bijdragen van het vliegverkeer, maximale jaargemiddelde concentraties en de grenswaarden voor deze stoffen, laat zien dat de bijdrage van de hoge vliegtuigbronnen een aanzienlijk deel vormt van de totale bijdrage van het vliegverkeer, maar dat de bijdrage van de hoge bronnen ten opzichte van de maximale jaargemiddelde concentraties en de grenswaarden te verwaarlozen is.

Kortom, de bijdrage van de vliegtuigen boven 100 m aan de concentraties op leefniveau is verwaarloosbaar. Op basis hiervan kan gesteld worden dat routewijzingen boven 100 m voor de doorgerekende scenario's geen (merkbaar) effect hebben op de luchtkwaliteit. Daaruit volgt dat het verschil in luchtkwaliteit van de drie varianten verwaarloosbaar is.



Figuur 9 Bijdrage NO_2 van vliegtuigbronnen boven de 100 m (Voorgenomen Activiteit)

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 militaire luchthaven Volkel ligt 20-25 km verwijderd van de omliggende Natura 2000 gebieden. Het betreft de Kampina & Oisterwijkse Vennen ten westen van Volkel, de Strabrechtse Heide & Beuven en de Deurnse Peel & Mariapeel ten zuiden van Volkel en de Maasduinen ten oosten van Volkel (zie figuur 10). 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 2011 geeft een achtergronddepositie in deze gebieden variërend van 1330 tot 1960 mol/ha/jaar. Een toename van de depositie als gevolg van planrealisatie is daarom zeer ongewenst.



Figuur 10 Ligging van de Natura 2000 gebieden (geel omrand) in de omgeving van Volkel

Gezien de grote afstand tot de luchthaven is in elk van deze gebieden in één punt de stikstof depositie doorgerekend voor zowel het Nulalternatief als de Voorgenomen Activiteit. Het punt is willekeurig gekozen binnen het Natura 2000 gebied aan de zijde die het dichtst bij de luchthaven ligt. De Voorgenomen Activiteit heeft geen verkeersaantrekkende werking. Daarom is de stikstofdepositie alleen berekend voor de luchthaven gebonden bronnen. De doorgerekende locaties zijn gegeven in tabel 8 en de resultaten in tabel 9. Daarin zijn 3 decimalen gegeven zodat de modelverschillen nog zichtbaar zijn; de waarden achter de komma (en dus de verschillen tussen de scenario's) zijn echter niet significant.

Tabel 8 *Natura 2000 gebiedsnummer en gebiedsnaam. Rijksdriehoekskoördinaten van het doorgerekende punt en de kritische depositie in mol per ha per jaar*

nr	naam	x	y	kritische dep.
		m	m	mol/ha/jaar
133	Kampina & Oisterwijkse Vennen	148684	398164	400
137	Strabrechtse Heide & Beuven	170730	381016	410
139	Deurnse Peel & Mariapeel	186839	390397	400
145	Maasduinen	197923	407404	400

Tabel 9 *Stikstofdepositie in de doorgerekende punten voor zowel het Nulalternatief als de Voorgenomen Activiteit (gedeeltelijk gebruik van Niemeskant routes) en het effect van de Voorgenomen activiteit*

nr	naam	Nulalternatief	Voorgenomen Activiteit	Effect Voorgenomen Activiteit
		mol/ha/jaar	mol/ha/jaar	mol/ha/jaar
133	Kampina & Oisterwijkse Vennen	0,008	0,006	-0,002
137	Strabrechtse Heide & Beuven	0,008	0,007	-0,001
139	Deurnse Peel & Mariapeel	0,014	0,011	-0,003
145	Maasduinen	0,019	0,014	-0,005

Uit de resultaten in tabel 9 blijkt dat de depositie ten gevolge van het luchtvaartverkeer vanaf Volkel ter plaatse van de Natura 2000 gebieden zeer gering is, minder dan 0,02 mol/ha/jaar. Door de Voorgenomen activiteit neemt de depositie ten opzichte van het Nulalternatief overal af met maximaal 0,005 mol/ha/jaar. Zowel de depositie in de nabijgelegen Natura 2000 gebieden ten gevolge van het luchtvaartverkeer als het effect daarop van de Voorgenomen Activiteit is niet significant.

6 Conclusies

Het voorliggend rapport doet verslag van uitgevoerde berekeningen aan de luchtkwaliteit rondom de militaire luchthaven Volkel.

Aanleiding voor het uitgevoerde onderzoek was het voornemen van het ministerie van Defensie de aanwijzing van de luchthaven Volkel te wijzigen met de definitieve vaststelling van de geluidszone rond de luchthaven als onderdeel van het luchthavenbesluit ingevolge de Wet luchtvaart. Hiervoor heeft de DRMV het Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium (NLR) gevraagd een onderzoek uit te voeren naar de milieueffecten van het vliegverkeer op de luchthaven Volkel. Hiervoor zijn twee scenario's onderzocht: het Nulalternatief en de Voorgenomen Activiteit.

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 bepaald wordt door de gegeven achtergrondconcentratie. De berekende bronbijdragen van zowel luchtvaart als wegen zijn relatief laag.
- Voor de stoffen NO_2 , PM_{10} en $\text{PM}_{2.5}$ geldt dat zowel in het Nulalternatief als bij de Voorgenomen activiteit in geen van de jaren 2013, 2015 en 2023 overschrijdingen van de grenswaarden zoals genoemd in de Wet milieubeheer zijn berekend. Doordat de geprognosticeerde achtergrond van 2013 naar 2023 gestaag afneemt nemen ook de concentratie niveaus in de tijd af.
- Voor geur wordt alleen in een gering gebied ten noordoosten van de luchthaven een 98-percentiel van meer dan $0,5 \text{ ouE/m}^3$ (en 99,99 percentiel van meer dan 5 ouE/m^3) berekend. Ter plaatse van de dichtstbijzijnde boerderij voldoet de geurconcentratie in beide scenario's aan de richtwaarde voor wonen voor bestaande situaties ($1,0 \text{ ouE/m}^3$).
- Realisatie van de Voorgenomen activiteit resulteert in een geringe verlaging van de concentraties in de directe omgeving van de luchthaven (met name ten noordoosten van de luchthaven) voor alle beschouwde stoffen.
- Het geheel, gedeeltelijk of geen gebruik maken van de Niemeskant-vertrekroutes in de Voorgenomen Activiteit heeft geen (merkbaar) effect op de luchtkwaliteit.
- De stikstofdepositie ten gevolge van het luchtvaartverkeer vanaf Volkel ter plaatse van de omliggende Natura 2000 gebieden is zeer gering (maximaal $0,02 \text{ mol/ha/jaar}$) en absoluut niet significant, waarbij de stikstofdepositie door de Voorgenomen activiteit (rekentechnisch) lager is dan die van het Nulalternatief (maximale verlaging $0,005 \text{ mol/ha/jaar}$).

Referenties

1. *Geluidbelasting rond de militaire luchthaven Volkel door vliegverkeer - MER militaire luchthaven Volkel 2012*, E.G. van Leeuwen-Kuijk en P.C. den Hoedt, juni 2012, NLR-CR-2012-041-PT-1.
2. *Externe veiligheidsrisico rond de luchthaven Volkel - MER luchthaven Volkel 2012* / opgesteld door Y.S. Cheung en L. de Haij. - Amsterdam: Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium, 2012, NLR-CR-2012-081.
3. *Geluidbelasting rond de militaire luchthaven Volkel door vliegverkeer - MER militaire luchthaven Volkel 2012 (Bijlage gerubriceerde deel: Appendix A)*, E.G. van Leeuwen-Kuijk en P.C. den Hoedt, juni 2012, NLR-CR-2012-041-PT-2.
4. *Structuurschema Militaire Terreinen deel.a Beleidsvoornemens (kamerstuk: 16.666 1 en 2)* Brief opgesteld door de Staatssecretaris van Defensie (W.F. van Eekelen) en de Minister van Volkshuisvesting en Ruimtelijke Ordening (P. Beelaerts van Blokland) – Den Haag, 9 maart 1980.
5. RIVM Report 680704001/2007, 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.

This page is intentionally left blank.

Appendix A Vliegverkeer emissieberekening met NLR LEAS-iT

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)
- Fijnstof (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 vliegbewegingen zijn gebaseerd op de overeenkomstige geluidsbelastingberekeningen voor luchthaven Volkel.

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 emissiekaracteristieken 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 Volkel.

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 afgestemd met luchthaven Volkel.

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 fijnstof 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 fijnstof 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 gashandelstand. Informatie over Smoke numbers van vliegtuig motoren is in het algemeen alleen bekend voor de grotere civiele vliegtuigmotoren. Op Volkel vliegen echter bijna uitsluitend militaire vliegtuigen waarvoor geen Smoke numbers bekend zijn. Om toch een indicatie van de hoeveelheid fijnstof 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 Volkel is de conservatieve aanname gemaakt dat dit ook geldt voor de motoren van de vliegtuigen die opereren op luchthaven Volkel.

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 rijkdriehoekscoördinatenstelsel. 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 (Rijkdriehoekcoördinaten: 177221, 407742).

Voor de uitgevoerde berekeningen hebben de gridcellen een karakteristieke afmeting van 500 x 500 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 het referentie locatie 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 2012.1) 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 wegdelen, 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).

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:

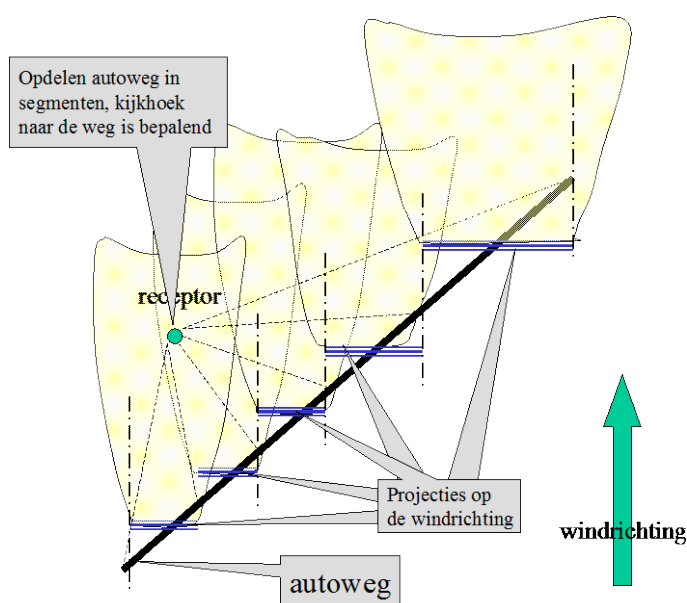
- vliegtuigemissies op de startbanen worden doorgerekend, rekening houdend met de (flinke) warmte emissies die plaatsvinden: bij de berekening van de pluimhoogtes is hiermee rekening gehouden. De startbaan heeft daarbij uiteraard zijn eigen lengte en locaties waar de emissies plaatsvinden
- vliegtuigemissies 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 NO₂ 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 verkeersemisatie 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 Paarse 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

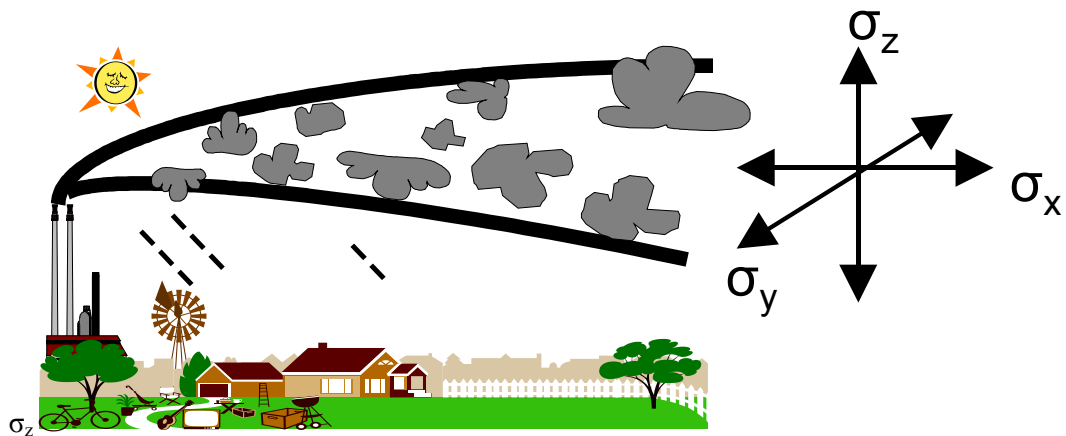
Vliegtuigbewegingen

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 vliegbewegingen op en nabij de luchthaven ook toegepast. Deze parameters worden voor de verschillende segmenten van de vliegbeweging 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 vliegbewegingen (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 vliegbewegingen op de luchthaven Schiphol 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 500 bij 500 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 (177221, 407742). Het rekengrid ligt dus niet parallel aan een baan maar volgt het rijksdriehoekscoördinatenstelsel. Er zijn immers meerdere banen betrokken bij de berekeningen. 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 Volkel bevat aldus 3615 (Nulalternatief) of 5457 (Voorgenomen Activiteit) records voor vaste vleugeldoelstellingen. 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 vliegbeweging 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 vliegbeweging. 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 vectoriële optelling van windsnelheid plus snelheid van het vliegtuig. Deze bepaalt immers in welk luchtpakket de emissies worden verdund. Door in de pluimstijgberekening de vectoriële verplaatsingssnelheid te nemen in plaats van de windsnelheid wordt een duidelijk lagere pluimstijging berekend
- het emissiebestand bevat per cel van 500x500 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 bevindt⁴⁾, 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_{z0} van ruim 4 m, ongeacht de snelheid en ongeacht het type vliegtuig (Ref. C.2 en C.5). Uit studies van

⁴⁾ 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.

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.

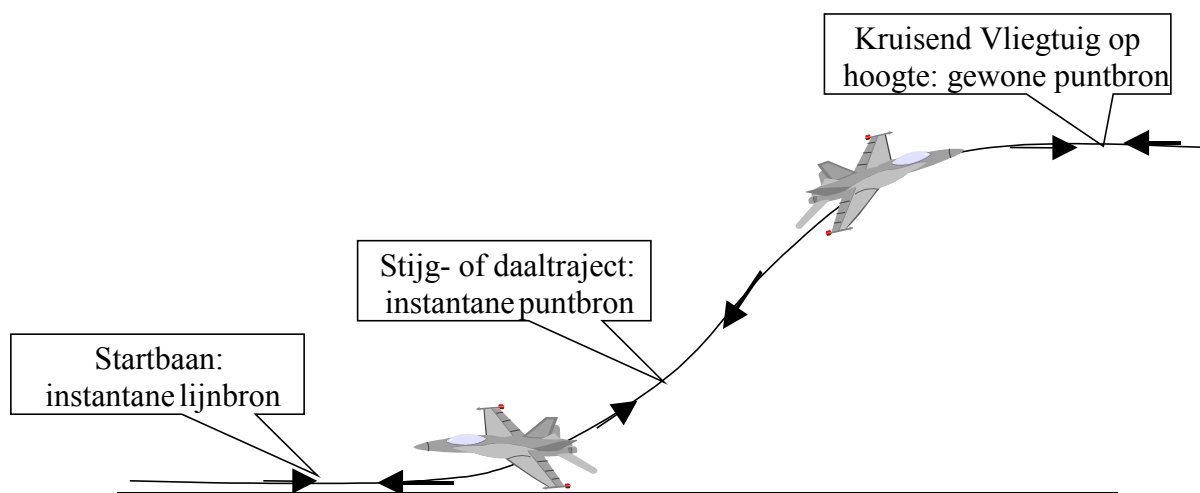
Stijg- en daaltraject

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 500x500x250 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 gedraagt⁵⁾. 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 NO₂-grondconcentraties. Boven 350 m is de totale bijdragen van alle vliegtuigen aan de grondconcentraties altijd kleiner dan 0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, zo blijkt uit de berekeningen voor de luchthaven Schiphol. De verspreiding wordt in principe per vliegtuig berekend. De berekende instantane immissies worden daarna vermenigvuldigd met het aantal vliegbewegingen 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 (vliegbewegingen en overige bronnen) berekend en bij het bestaande concentratieniveau opgeteld: dit levert uiteindelijk het totale uurgemiddelde op.

⁵⁾ 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 vliegbewegingen uiteindelijk worden ingevoerd per ruimtelijke cel van (ongeveer) 500 bij 500 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 vliegbeweging 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 (uiteeraard) op grotere hoogten dan op grondniveau bewegen. Dat maakt dat de beschikbaarheid van ozon groter is met als gevolg een

grotere fractie NO₂. Voorts wordt in STACKS een initiële fractie NO₂ aangenomen, afhankelijk van het beschouwde segment van de vliegbeweging:

- Starten: 5%
- Overige: 15%.

Dit maakt dat bij de uitlaat al een (soms) aanzienlijke concentratie NO₂ aanwezig is. Dicht bij wegen is de ozon beschikbaarheid beperkt door de overvloed aan NO en is de menging geenszins homogeen. In referentie E.4 worden gemeten verhoudingen van NO₂/ 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 µg/m³ (afnemend tot 37% bij 200 µg/m³). 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 toenames van NO₂). 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 Efsio 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 NO₂, PM₁₀ en PM_{2.5}.

Ligging van de verkeersbronnen

Het doorgerekende gebied (figuur 3) heeft een oppervlak van 10 bij 10 km en omvat het luchthaventerrein Volkel 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 171.000-181.000 (m)
- y-coördinaten 403.000-413.000 (m).

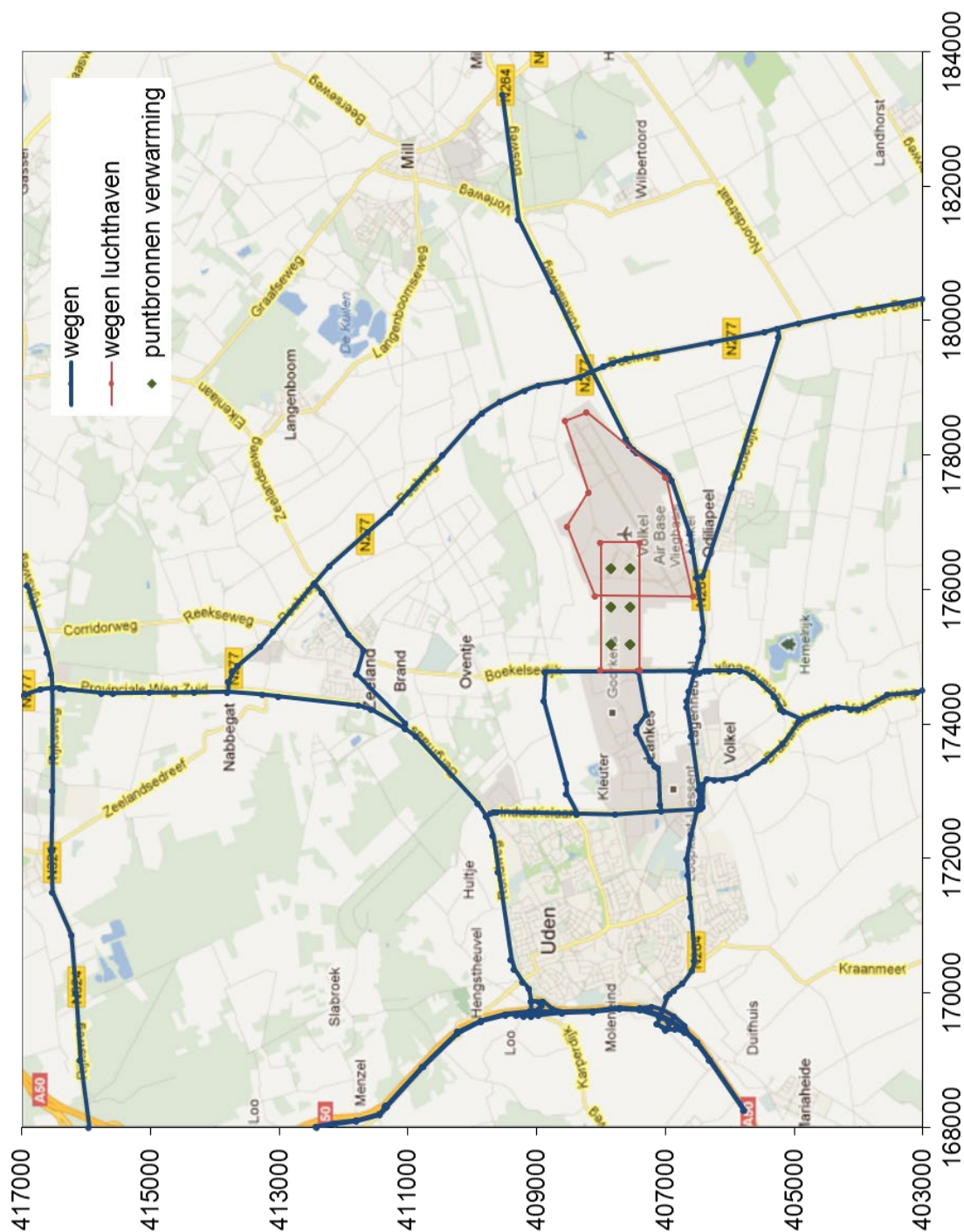
Om de dubbeltellingscorrectie te mogen toepassen is het van belang de snelwegen tot op een afstand van 3 km buiten het studiegebied in het model op te nemen.

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)

Op basis van de bovengenoemde criteria zijn delen van de volgende wegen voor het luchtkwaliteitsmodel geselecteerd (zie figuur D.1):

- A50
- N324, N277, N264
- Belangrijke ontsluitingswegen zoals: De Rondweg, Industrielaan, Boekelsedijk, Zeelandsedijk en Oudendijk



Figuur D.1 Overzicht van gemodelleerde wegen en puntbronnen. De schaal betreft de rijksdriehoekskoördinaten (in m)

Voor het uitvoeren van de modelberekeningen is voor elk van de door te rekenen situaties de volgende informatie van belang:

- de coördinaten van het begin- en eindpunt in het rijksdriehoekstelsel. 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 wegdelen.
- de verdeling van het verkeer in verschillende verkeersstromen (met elk hun specifieke emissie): personenauto's, middelzwaar verkeer en zwaar vrachtverkeer
- de verdeling van het verkeer over de uren van de dag.

Per gemodelleerde weg wordt één set parameters (zoals verkeersintensiteit, richting, rijnsnelheid, bebouwingshoogte en dergelijke) ingevoerd; de beschouwde wegdelen zijn daarom soms opgesplitst in rechte stukken met elk een unieke set invoerparameters. In tabel D.1 staan de gedetailleerde invoergegevens.

Het verkeer op het luchthaventerrein is schematisch gemodelleerd als twee rondwegen: 1 weg om het bebouwde gebied en 1 rondweg langs de terreingrens.

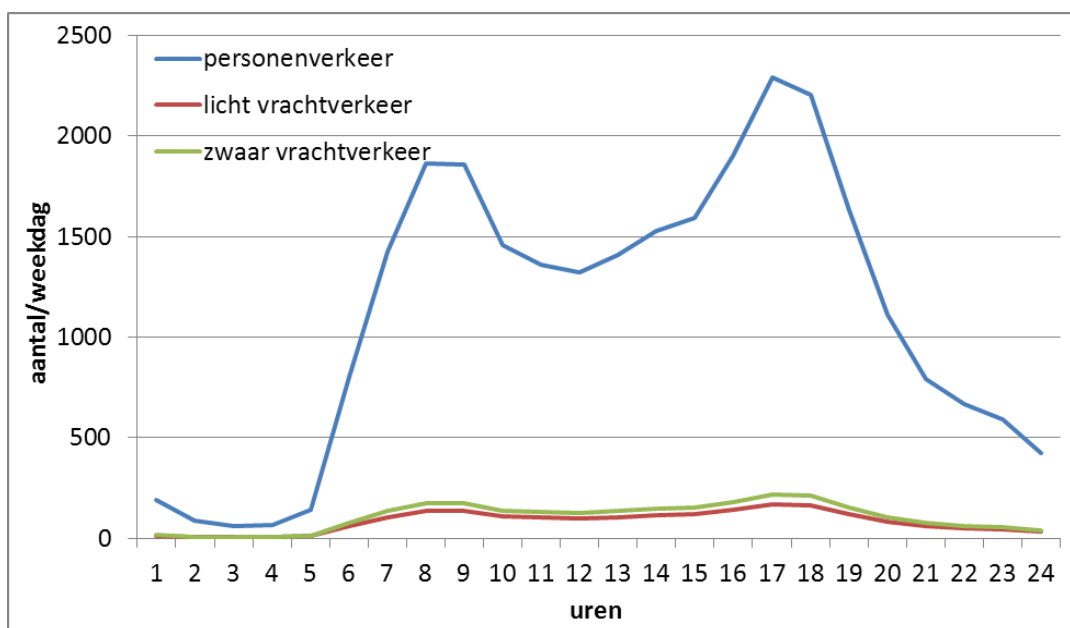
Conform de voorschriften moet bebouwing worden meegenomen wanneer de afstand tussen de weg-as en de bebouwing, afhankelijk van de situatie, minder dan 1,5 dan wel 3 keer de bebouwinghoogte bedraagt. Op basis hiervan zijn 5 wegdelen rond Zeeland (wegdeel 228 tot en met 232) en een stuk van de Oudendijk (wegdeel 234) als bebouwde straat gemodelleerd. Alle wegen zijn gemodelleerd op maaiveldhoogte.

Verkeersintensiteiten

De toegepaste intensiteiten zijn gebaseerd op de gegevens uit de Monitoringstool. In de Monitoringstool staan de verkeersintensiteiten voor de jaren 2011, 2015 en 2023 alsmede de verdeling over personenverkeer, licht vrachtverkeer en zwaar vrachtverkeer. Uit deze cijfers zijn voor elk wegdeel de jaarlijkse groeipercentages bepaald voor de periode 2011-2015 en de periode 2015-2020. Voor het jaar 2013 is vervolgens de verkeersintensiteit bepaald uit de intensiteit voor 2011 en het groeipercentage voor 2011-2015. Voor het jaar 2023 is de verkeersintensiteit bepaald uit de intensiteit voor 2020 en het groeipercentage voor 2015-2020.

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 standaard profielen voor snelwegen en ontsluitingswegen met ochtend en avondspits. Dit is de standaard-rekenmethode 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 die in het model zijn toegepast zijn gebaseerd op de maximum rijksnelheden zoals gegeven op de "maximumsnelhedenkaart" op de website van I&M. 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. De toegepaste rijksnelheden zijn gegeven in tabel D.1. Op de luchthaven zelf is gerekend met een gemiddelde snelheid van 26 km/uur voor het bebouwde deel en 35 km/uur voor de rondweg.



Figuur D.2 Voorbeeld van een 24-uursprofiel voor de verkeersintensiteit. Dit voorbeeld betreft de A50

Tabel D.1 Overzicht ligging van de weggedeelten. Gegeven zijn de x en y coördinaten (in rijkdriehoekskoördinaten) van het begin en eind van het wegsegment alsmede de lengte (L) en breedte (B) van het wegsegment en de hoek van de lengte-as van de weg met de oost-west-as. In de laatste kolom is de rijsnelheid gegeven. De ligging van de wegen is weergegeven in de figuur D.1

nr	weg	Begin (m)		Eind (m)		L	B	hoek	snelheid
		x	y	x	y	m	m	graden	
1	A50 west	168256	405774	169000	406303	913	7	35	120
2	A50 west	169000	406303	169266	406505	334	7	37	120
3	A50 west	169266	406505	169427	406678	237	7	47	120
4	A50 west	169427	406678	169579	406900	269	7	56	120
5	A50 west	169579	406900	169676	407089	212	7	63	120
6	A50 west	169676	407089	169762	407393	316	7	74	120
7	A50 west	169762	407393	169784	407711	319	7	86	120
8	A50 west	169784	407711	169734	408127	418	7	97	120
9	A50 west	169734	408127	169723	408606	479	7	91	120
10	A50 west	169723	408606	169726	409101	495	7	90	120
11	A50 west	169726	409101	169690	409483	384	7	95	120
12	A50 west	169690	409483	169590	409862	392	7	105	120
13	A50 west	169590	409862	169424	410222	396	7	115	120
14	A50 west	169424	410222	168912	410773	752	7	133	120

		Begin (m)		Eind (m)		L	B	hoek	snelheid
nr	weg	x	y	x	y	m	m	graden	km/u
15	A50 west	168912	410773	168325	411335	812	7	136	120
16	A50 west	168325	411335	168311	411349	20	7	135	120
17	A50 west	168311	411349	168198	411443	147	7	140	120
18	A50 west	168198	411443	168103	411803	372	7	105	120
19	A50 west	168103	411803	168067	412140	340	7	96	120
20	A50 west	168067	412140	168009	412439	305	7	101	120
21	A50 oost	168256	405787	169000	406321	916	7	36	120
22	A50 oost	169000	406321	169258	406521	327	7	38	120
23	A50 oost	169258	406521	169418	406696	237	7	48	120
24	A50 oost	169418	406696	169568	406909	260	7	55	120
25	A50 oost	169568	406909	169654	407102	212	7	66	120
26	A50 oost	169654	407102	169742	407401	312	7	73	120
27	A50 oost	169742	407401	169759	407711	310	7	87	120
28	A50 oost	169759	407711	169717	408127	417	7	96	120
29	A50 oost	169717	408127	169703	408608	482	7	92	120
30	A50 oost	169703	408608	169709	409101	493	7	89	120
31	A50 oost	169709	409101	169670	409478	378	7	96	120
32	A50 oost	169670	409478	169579	409860	393	7	103	120
33	A50 oost	169579	409860	169396	410228	411	7	116	120
34	A50 oost	169396	410228	168903	410759	725	7	133	120
35	A50 oost	168903	410759	168314	411324	816	7	136	120
36	A50 oost	168314	411324	168300	411332	16	7	149	120
37	A50 oost	168300	411332	168184	411435	155	7	139	120
38	A50 oost	168184	411435	168091	411797	374	7	104	120
39	A50 oost	168091	411797	168048	412138	343	7	97	120
40	A50 oost	168048	412138	168001	412416	282	7	100	120
41	oprit 13 west over snelweg	169750	407044	169537	407127	229	7	159	80
42	oprit 13 west	169537	407127	169446	407006	152	7	53	80
43	oprit 13 west	169446	407006	169460	406848	158	7	95	80
44	oprit 13 west	169460	406848	169413	406701	154	7	72	80
45	afrit 13 west	169568	406909	169637	407080	185	7	68	80
46	afrit 13 west	169637	407080	169576	406956	139	7	64	80
47	afrit 13 west	169576	406956	169493	406945	84	7	8	80

nr	weg	Begin (m)		Eind (m)		L	B	hoek	snellheid
		x	y	x	y	m	m	graden	km/u
48	afrit 13 west	169493	406945	169468	407006	66	7	112	80
49	afrit 13 west	169468	407006	169537	407127	140	7	60	80
50	afrit 13 oost	169432	406673	169512	406701	85	7	19	80
51	afrit 13 oost	169512	406701	169645	406864	211	7	51	80
52	afrit 13 oost	169645	406864	169750	407044	208	7	60	80
53	oprit 13 oost	169750	407044	169792	407205	166	7	75	80
54	oprit 13 oost	169792	407205	169773	407396	192	7	96	80
55	oprit 13 oost	169773	407396	169579	406900	532	7	69	80
56	op/afrit 14 over snelweg	169878	409087	169659	409084	219	7	1	80
57	oprit 14 west	169659	409084	169667	408971	114	7	94	80
58	oprit 14 west	169667	408971	169703	408608	364	7	96	80
59	afrit 14 west	169659	409084	169654	409209	125	7	93	80
60	afrit 14 west	169654	409209	169673	409309	102	7	79	80
61	afrit 14 west	169673	409309	169709	409101	211	7	100	80
62	afrit 14 oost	169723	408606	169759	408755	154	7	76	80
63	afrit 14 oost	169759	408755	169872	408899	183	7	52	80
64	afrit 14 oost	169872	408899	169878	409087	188	7	88	80
65	oprit 14 oost	169878	409087	169864	408960	128	7	84	80
66	oprit 14 oost	169864	408960	169806	408924	68	7	32	80
67	oprit 14 oost	169806	408924	169737	409015	115	7	127	80
68	oprit 14 oost	169737	409015	169726	409101	87	7	97	80
69	N324	168001	415952	168995	416088	1003	7	8	60
70	N324	168995	416088	170002	416157	1010	7	4	60
71	N324	170002	416157	170860	416232	861	7	5	60
72	N324	170860	416232	171503	416525	706	7	25	60
73	N324	171503	416525	172123	416542	620	7	2	60
74	N324	172123	416542	173000	416522	878	7	179	60
75	N324	173000	416522	173496	416522	495	7	180	60
76	N324	173496	416522	174537	416528	1041	7	0	60
77	N324	174537	416528	174736	416536	199	7	2	60
78	N324	174736	416536	175054	416600	325	7	11	60
79	N324	175054	416600	176059	416913	1052	7	17	60
80	N277	174459	418997	174326	418208	800	7	80	60

		Begin (m)		Eind (m)		L	B	hoek	snelheid
nr	weg	x	y	x	y	m	m	graden	km/u
81	N277	174326	418208	174301	417915	294	7	85	60
82	N277	174301	417915	174301	417447	468	7	90	60
83	N277	174301	417447	174323	417284	165	7	98	60
84	N277	174323	417284	174445	416929	375	7	109	60
85	N277	174445	416929	174512	416713	226	7	107	60
86	N277	174512	416713	174537	416528	187	7	98	60
87	N277	174537	416528	174539	416406	122	7	91	60
88	N277	174539	416406	174517	416342	67	7	71	60
89	N277	174517	416342	174462	415764	581	7	85	60
90	N277	174462	415764	174456	415573	191	7	88	60
91	N277	174456	415573	174465	415008	565	7	91	60
92	N277	174465	415008	174470	414316	692	7	90	60
93	N277	174470	414316	174478	413799	518	7	91	60
94	N277	174478	413799	174622	413787	144	7	176	60
95	N277	174622	413787	174769	413724	160	7	157	60
96	N277	174769	413724	174866	413644	126	7	140	60
97	N277	174866	413644	175154	413289	457	7	129	60
98	N277	175154	413289	175370	413093	292	7	138	60
99	N277	175370	413093	176089	412456	961	7	139	60
100	N277	176089	412456	176347	412224	347	7	138	60
101	N277	176347	412224	176856	411623	788	7	130	60
102	N277	176856	411623	177144	411280	448	7	130	60
103	N277	177144	411280	177999	410455	1188	7	136	60
104	N277	177999	410455	178492	409998	672	7	137	60
105	N277	178492	409998	178625	409851	198	7	132	60
106	N277	178625	409851	178791	409572	325	7	121	60
107	N277	178791	409572	178960	409192	415	7	114	60
108	N277	178960	409192	179035	408977	228	7	109	60
109	N277	179035	408977	179101	408534	448	7	99	60
110	N277	179101	408534	179165	408315	228	7	106	60
111	N277	179165	408315	179240	408138	192	7	113	60
112	N277	179240	408138	179314	407952	200	7	112	60
113	N277	179314	407952	179375	407811	154	7	113	60
114	N277	179375	407811	179425	407612	205	7	104	60

		Begin (m)		Eind (m)		L	B	hoek	snelheid
nr	weg	x	y	x	y	m	m	graden	km/u
115	N277	179425	407612	179671	406291	1343	7	101	60
116	N277	179671	406291	179826	405453	853	7	100	60
117	N277	179826	405453	179882	405256	204	7	106	60
118	N277	179882	405256	179957	404935	330	7	103	60
119	N277	179957	404935	180076	404381	566	7	102	60
120	N277	180076	404381	180264	403324	1074	7	100	60
121	N277	180264	403324	180322	403006	324	7	100	60
122	N264	169750	407044	169936	406978	197	7	160	60
123	N264	169936	406978	169994	406925	78	7	138	60
124	N264	169994	406925	170041	406873	71	7	132	60
125	N264	170041	406873	170141	406732	173	7	125	60
126	N264	170141	406732	170329	406590	235	7	143	60
127	N264	170329	406590	170484	406546	161	7	164	60
128	N264	170484	406546	171137	406596	655	7	4	60
129	N264	171137	406596	171420	406624	284	7	6	60
130	N264	171420	406624	171752	406649	333	7	4	60
131	N264	171752	406649	171998	406671	247	7	5	60
132	N264	171998	406671	172350	406604	358	7	169	60
133	N264	172350	406604	172729	406507	391	7	166	60
134	N264	172729	406507	172859	406474	134	7	166	60
135	N264	172859	406474	173017	406480	158	7	2	60
136	N264	173017	406480	173817	406596	808	7	8	60
137	N264	173817	406596	174246	406662	434	7	9	60
138	N264	174246	406662	174340	406662	94	7	180	60
139	N264	174340	406662	174489	406632	153	7	168	60
140	N264	174489	406632	174775	406546	298	7	163	60
141	N264	174775	406546	174991	406485	224	7	164	60
142	N264	174991	406485	175229	406424	246	7	166	60
143	N264	175229	406424	175420	406410	192	7	176	60
144	N264	175420	406410	176006	406491	592	7	8	60
145	N264	176006	406491	176178	406513	173	7	7	60
146	N264	176178	406513	176563	406579	390	7	10	60
147	N264	176563	406579	176817	406621	258	7	9	60
148	N264	176817	406621	177620	406903	851	7	19	60

nr	weg	Begin (m)		Eind (m)		L	B	hoek	snellheid
		x	y	x	y	m	m	graden	km/u
149	N264	177620	406903	177703	406953	97	7	31	60
150	N264	177703	406953	177770	407014	90	7	43	60
151	N264	177770	407014	178030	407437	497	7	58	60
152	N264	178030	407437	178074	407496	73	7	53	60
153	N264	178074	407496	178143	407562	96	7	44	60
154	N264	178143	407562	178240	407617	112	7	30	60
155	N264	178240	407617	179240	408138	1127	7	28	60
156	N264	179240	408138	180441	408736	1342	7	26	60
157	N264	180441	408736	181498	409281	1190	7	27	60
158	N264	181498	409281	183367	409536	1886	7	8	60
159	Rondweg	169878	409087	170063	409123	189	7	11	60
160	Rondweg	170063	409123	170163	409215	135	7	43	60
161	Rondweg	170163	409215	170348	409342	225	7	34	60
162	Rondweg	170348	409342	170503	409392	163	7	18	60
163	Rondweg	170503	409392	171796	409591	1308	7	9	60
164	Rondweg	171796	409591	172336	409674	546	7	9	60
165	Rondweg	172336	409674	172621	409779	304	7	20	60
166	Rondweg	172621	409779	172820	409920	244	7	35	60
167	Rondweg	172820	409920	173811	410878	1378	7	44	60
168	Rondweg	173811	410878	173928	411044	203	7	55	60
169	Rondweg	173928	411044	174213	411565	593	7	61	60
170	Rondweg	174213	411565	174274	411767	211	7	73	60
171	Rondweg	174274	411767	174409	413012	1253	7	84	60
172	Rondweg	174409	413012	174437	413256	245	7	84	60
173	Rondweg	174437	413256	174478	413799	544	7	86	60
174	Industrielaan	172621	409779	172679	409710	90	22	130	35
175	Industrielaan	172679	409710	172696	409671	42	22	113	35
176	Industrielaan	172696	409671	172693	409613	58	22	87	35
177	Industrielaan	172693	409613	172665	408368	1246	22	89	35
178	Industrielaan	172665	408368	172654	407770	598	22	89	35
179	Industrielaan	172654	407770	172701	407064	707	22	94	35
180	Industrielaan	172701	407064	172729	406507	557	22	93	35
181	Nieuwe Udense Weg	172729	406507	172737	406449	59	7	98	35

nr	weg	Begin (m)		Eind (m)		L	B	hoek	snellheid
		x	y	x	y	m	m	graden	km/u
182	Nieuwe Udense Weg	172737	406449	172765	406424	37	7	138	35
183	Nieuwe Udense Weg	172765	406424	173100	406416	335	7	179	35
184	Leeuwstraat	173100	406416	173183	406347	108	7	140	35
185	Leeuwstraat	173183	406347	173164	406228	121	7	81	35
186	Leeuwstraat	173164	406228	173175	406100	128	7	95	35
187	Leeuwstraat	173175	406100	173197	405907	195	7	97	35
188	Leeuwstraat	173197	405907	173274	405724	198	7	113	35
189	Leeuwstraat	173274	405724	173460	405453	329	7	124	35
190	Leeuwstraat	173460	405453	173709	405170	377	7	131	35
191	Leeuwstraat	173709	405170	174036	404930	406	7	144	35
192	Brabantstraat	174036	404930	174069	404891	51	7	131	60
193	Brabantstraat	174069	404891	174215	404512	407	7	111	60
194	Brabantstraat	174215	404512	174238	404417	97	7	103	60
195	Brabantstraat	174238	404417	174246	404312	106	7	95	60
196	Volkelseweg	174246	404312	174224	404107	206	7	84	60
197	Volkelseweg	174224	404107	174215	403999	108	7	86	60
198	Volkelseweg	174215	403999	174246	403903	102	7	107	60
199	Volkelseweg	174246	403903	174431	403548	400	7	118	60
200	Volkelseweg	174431	403548	174470	403080	469	7	95	60
201	Volkelseweg	174470	403080	174498	403003	82	7	110	60
202	Liessentstraat	172701	407064	172809	407086	110	7	12	35
203	Liessentstraat	172809	407086	173346	407108	537	17	2	35
204	Erfstraat	173346	407108	173377	407166	66	7	62	35
205	Erfstraat	173377	407166	173451	407233	100	7	42	35
206	Erfstraat	173451	407233	173869	407443	468	7	27	35
207	Erfstraat	173869	407443	173955	407440	86	7	178	35
208	Erfstraat	173955	407440	174141	407302	231	7	143	35
209	Kromstraat	174141	407302	174783	407424	654	7	11	35
210	Patersweg	172665	408368	172961	408531	338	7	29	60
211	Patersweg	172961	408531	173114	408545	153	7	5	60
212	Patersweg	173114	408545	174343	408891	1277	7	16	60
213	Patersweg	174343	408891	174777	408866	435	7	177	60

nr	weg	Begin (m)		Eind (m)		L	B	hoek	sneldheid
		x	y	x	y	m	m	graden	km/u
214	Boekelsedijk	174777	408866	174783	407424	1442	7	90	60
215	Zeelandsedijk	174783	407424	174788	406624	800	7	90	60
216	Zeelandsedijk	174788	406624	174775	406546	79	7	80	60
217	Zeelandsedijk	174775	406546	174764	406463	84	7	82	60
218	Zeelandsedijk	174764	406463	174797	406388	82	7	114	60
219	Zeelandsedijk	174797	406388	174794	406319	69	7	88	60
220	Zeelandsedijk	174794	406319	174794	406012	307	7	90	60
221	Zeelandsedijk	174794	406012	174797	405840	172	7	91	60
222	Zeelandsedijk	174797	405840	174700	405638	224	7	64	60
223	Zeelandsedijk	174700	405638	174409	405306	441	7	49	60
224	Zeelandsedijk	174409	405306	174224	405201	213	7	30	60
225	Zeelandsedijk	174224	405201	174182	405154	63	7	49	60
226	Zeelandsedijk	174182	405154	174069	404891	286	7	67	60
227	Langeboomse weg	176089	412456	175954	412340	179	7	41	60
228	Langeboomse weg	175954	412340	175328	411922	752	7	34	35
229	Langeboomse weg	175328	411922	175098	411689	327	7	45	35
230	Puttelaar	175098	411689	174741	411800	374	7	163	35
231	Puttelaar	174741	411800	174005	411044	1055	7	46	35
232	Udenseweg	174005	411044	173928	411044	78	7	0	60
233	Oudendijk	176178	406513	176200	406422	94	7	104	60
234	Oudendijk	176200	406422	177515	405976	1388	7	161	35
235	Oudendijk	177515	405976	179757	405237	2361	7	162	60
236	Oudendijk	179757	405237	179882	405256	126	7	9	60
237	rondweg terrein 1	175899	406569	177663	406994	1815	7	14	35
238	rondweg terrein 2	177663	406994	178632	408223	1565	7	52	35
239	rondweg terrein 3	178632	408223	178507	408562	362	7	110	35
240	rondweg terrein 4	178507	408562	177446	408195	1123	7	19	35

nr	weg	Begin (m)		Eind (m)		L	B	hoek	snellheid
		x	y	x	y	m	m	graden	km/u
241	rondweg terrein 5	177446	408195	176942	408522	601	7	147	35
242	rondweg terrein 6	176942	408522	175908	408094	1119	7	22	35
243	rondweg terrein 7	175908	408094	175899	406569	1526	7	90	35
244	weg bebouwd gebied 1	174800	407400	174800	408000	600	7	90	26
245	weg bebouwd gebied 2	174800	408000	176700	408000	1900	7	180	26
246	weg bebouwd gebied 3	176700	408000	176700	407400	600	7	90	26
247	weg bebouwd gebied 4	176700	407400	174800	407400	1900	7	0	26

Tabel D.2 Verkeersintensiteiten in 2013, 2015 en 2023. Gegeven is het aantal voertuigen per etmaal (mvt/etmaal) voor de categorieën personenverkeer (pa), middelzwaar verkeer (mv) en zwaar verkeer (zv). De ligging van de wegen is weergegeven in de figuur D.1

		2013			2015			2023		
		pa	mv	zv	pa	mv	zv	pa	mv	zv
bron	weg									
1	A50 west	26768	1998	2549	28276	2894	3554	32399	3309	4595
2	A50 west	26768	1998	2549	28276	2894	3554	32399	3309	4595
3	A50 west	26768	1998	2549	28276	2894	3554	32399	3309	4595
4	A50 west	16623	1155	1575	18548	1715	2190	21545	1985	2918
5	A50 west	21333	1435	1951	21358	1920	2421	24042	2152	3111
6	A50 west	21333	1435	1951	21358	1920	2421	24042	2152	3111
7	A50 west	21333	1435	1951	21358	1920	2421	24042	2152	3111
8	A50 west	21333	1435	1951	21358	1920	2421	24042	2152	3111
9	A50 west	21333	1435	1951	21358	1920	2421	24042	2152	3111
10	A50 west	16273	1154	1610	15568	1547	1942	17510	1693	2479
11	A50 west	22065	1348	1812	21787	1782	2188	24615	2001	2816
12	A50 west	22065	1348	1812	21787	1782	2188	24615	2001	2816
13	A50 west	22065	1348	1812	21787	1782	2188	24615	2001	2816
14	A50 west	22065	1348	1812	21787	1782	2188	24615	2001	2816
15	A50 west	22065	1348	1812	21787	1782	2188	24615	2001	2816
16	A50 west	22065	1348	1812	21787	1782	2188	24615	2001	2816
17	A50 west	22065	1348	1812	21787	1782	2188	24615	2001	2816
18	A50 west	22065	1348	1812	21787	1782	2188	24615	2001	2816
19	A50 west	22065	1348	1812	21787	1782	2188	24615	2001	2816
20	A50 west	22065	1348	1812	21787	1782	2188	24615	2001	2816
21	A50 oost	30247	1893	2310	29295	1915	2356	32795	2317	2944
22	A50 oost	30247	1893	2310	29295	1915	2356	32795	2317	2944
23	A50 oost	30247	1893	2310	29295	1915	2356	32795	2317	2944
24	A50 oost	18319	1208	1499	19822	1497	1839	23647	1861	2395
25	A50 oost	22444	1497	1881	23091	1758	2145	26499	2075	2690
26	A50 oost	22444	1497	1881	23091	1758	2145	26499	2075	2690
27	A50 oost	22444	1497	1881	23091	1758	2145	26499	2075	2690
28	A50 oost	22444	1497	1881	23091	1758	2145	26499	2075	2690
29	A50 oost	22444	1497	1881	23091	1758	2145	26499	2075	2690
30	A50 oost	16490	1247	1587	16282	1439	1766	18354	1675	2224
31	A50 oost	22119	1410	1781	22460	1687	2052	24747	1967	2551
32	A50 oost	22119	1410	1781	22460	1687	2052	24747	1967	2551
33	A50 oost	22119	1410	1781	22460	1687	2052	24747	1967	2551
34	A50 oost	22119	1410	1781	22460	1687	2052	24747	1967	2551
35	A50 oost	22119	1410	1781	22460	1687	2052	24747	1967	2551
36	A50 oost	22119	1410	1781	22460	1687	2052	24747	1967	2551
37	A50 oost	22119	1410	1781	22460	1687	2052	24747	1967	2551
38	A50 oost	22119	1410	1781	22460	1687	2052	24747	1967	2551
39	A50 oost	22119	1410	1781	22460	1687	2052	24747	1967	2551
40	A50 oost	22119	1410	1781	22460	1687	2052	24747	1967	2551

		2013			2015			2023		
		pa	mv	zv	pa	mv	zv	pa	mv	zv
bron	weg									
41	oprit 13 west over snelweg	14558	1126	1288	12574	1415	1586	13408	1552	1841
42	oprit 13 west	10099	853	906	9764	1210	1355	10900	1384	1644
43	oprit 13 west	10099	853	906	9764	1210	1355	10900	1384	1644
44	oprit 13 west	10099	853	906	9764	1210	1355	10900	1384	1644
45	afrit 13 west	4244	246	319	2810	205	231	2528	171	201
46	afrit 13 west	4244	246	319	2810	205	231	2528	171	201
47	afrit 13 west	4244	246	319	2810	205	231	2528	171	201
48	afrit 13 west	4244	246	319	2810	205	231	2528	171	201
49	afrit 13 west	4244	246	319	2810	205	231	2528	171	201
50	afrit 13 oost	11639	612	734	9473	418	517	9202	457	553
51	afrit 13 oost	11639	612	734	9473	418	517	9202	457	553
52	afrit 13 oost	11639	612	734	9473	418	517	9202	457	553
53	oprit 13 oost	3984	286	371	3258	272	323	2880	266	307
54	oprit 13 oost	3984	286	371	3258	272	323	2880	266	307
55	oprit 13 oost	3984	286	371	3258	272	323	2880	266	307
56	op/afrit 14 over snelweg	9546	713	699	10512	688	761	13612	1401	960
57	oprit 14 west	4956	293	331	5781	403	461	6506	514	599
58	oprit 14 west	4956	293	331	5781	403	461	6506	514	599
59	afrit 14 west	5761	193	203	6219	235	246	7105	309	338
60	afrit 14 west	5761	193	203	6219	235	246	7105	309	338
61	afrit 14 west	5761	193	203	6219	235	246	7105	309	338
62	afrit 14 oost	5902	249	290	6809	319	379	8149	401	466
63	afrit 14 oost	5902	249	290	6809	319	379	8149	401	466
64	afrit 14 oost	5902	249	290	6809	319	379	8149	401	466
65	oprit 14 oost	5606	155	184	6181	244	286	6398	278	334
66	oprit 14 oost	5606	155	184	6181	244	286	6398	278	334
67	oprit 14 oost	5606	155	184	6181	244	286	6398	278	334
68	oprit 14 oost	5606	155	184	6181	244	286	6398	278	334
69	N324	15398	2030	1090	16116	3202	1720	17262	3001	1611
70	N324	15398	2030	1090	16116	3202	1720	17262	3001	1611
71	N324	15398	2030	1090	16116	3202	1720	17262	3001	1611
72	N324	15398	2030	1090	16116	3202	1720	17262	3001	1611
73	N324	15398	2030	1090	16116	3202	1720	17262	3001	1611
74	N324	9223	1222	801	8354	1623	1064	8901	1730	1134
75	N324	9223	1222	801	8354	1623	1064	8901	1730	1134
76	N324	9223	1222	801	8354	1623	1064	8901	1730	1134
77	N324	12031	1498	624	14100	2354	981	15062	2514	1047
78	N324	12031	1498	624	14100	2354	981	15062	2514	1047
79	N324	12370	1255	739	14970	2074	1221	15992	2215	1304
80	N277	5737	512	322	6918	564	354	8279	677	425
81	N277	5737	512	322	6918	564	354	8279	677	425
82	N277	5737	512	322	6918	564	354	8279	677	425
83	N277	6304	698	397	7938	1011	574	9912	1263	718
84	N277	6304	698	397	7938	1011	574	9912	1263	718
85	N277	6304	698	397	7938	1011	574	9912	1263	718

		2013			2015			2023		
		pa	mv	zv	pa	mv	zv	pa	mv	zv
bron	weg									
86	N277	6304	698	397	7938	1011	574	9912	1263	718
87	N277	9412	1123	705	10457	1685	1057	12756	2056	1290
88	N277	9412	1123	705	10457	1685	1057	12756	2056	1290
89	N277	9412	1123	705	10457	1685	1057	12756	2056	1290
90	N277	9412	1123	705	10457	1685	1057	12756	2056	1290
91	N277	9412	1123	705	10457	1685	1057	12756	2056	1290
92	N277	9412	1123	705	10457	1685	1057	12756	2056	1290
93	N277	9412	1123	705	10457	1685	1057	12756	2056	1290
94	N277	4174	696	537	3935	973	750	5083	1257	969
95	N277	4174	696	537	3935	973	750	5083	1257	969
96	N277	4174	696	537	3935	973	750	5083	1257	969
97	N277	4174	696	537	3935	973	750	5083	1257	969
98	N277	5290	766	532	6047	1040	723	7811	1343	933
99	N277	5290	766	532	6047	1040	723	7811	1343	933
100	N277	4934	702	539	6282	962	739	7892	1210	928
101	N277	4934	702	539	6282	962	739	7892	1210	928
102	N277	4934	702	539	6282	962	739	7892	1210	928
103	N277	4934	702	539	6282	962	739	7892	1210	928
104	N277	4934	702	539	6282	962	739	7892	1210	928
105	N277	4934	702	539	6282	962	739	7892	1210	928
106	N277	4934	702	539	6282	962	739	7892	1210	928
107	N277	4934	702	539	6282	962	739	7892	1210	928
108	N277	4934	702	539	6282	962	739	7892	1210	928
109	N277	4934	702	539	6282	962	739	7892	1210	928
110	N277	4934	702	539	6282	962	739	7892	1210	928
111	N277	4934	702	539	6282	962	739	7892	1210	928
112	N277	5123	693	508	5390	697	511	6312	816	598
113	N277	5123	693	508	5390	697	511	6312	816	598
114	N277	5123	693	508	5390	697	511	6312	816	598
115	N277	5123	693	508	5390	697	511	6312	816	598
116	N277	5123	693	508	5390	697	511	6312	816	598
117	N277	5123	693	508	5390	697	511	6312	816	598
118	N277	6176	868	637	7105	1085	796	8365	1276	936
119	N277	6176	868	637	7105	1085	796	8365	1276	936
120	N277	6176	868	637	7105	1085	796	8365	1276	936
121	N277	6176	868	637	7105	1085	796	8365	1276	936
122	N264	15947	2108	1274	17808	2756	1666	18103	2801	1693
123	N264	15947	2108	1274	17808	2756	1666	18103	2801	1693
124	N264	15947	2108	1274	17808	2756	1666	18103	2801	1693
125	N264	15947	2108	1274	17808	2756	1666	18103	2801	1693
126	N264	15947	2108	1274	17808	2756	1666	18103	2801	1693
127	N264	15947	2108	1274	17808	2756	1666	18103	2801	1693
128	N264	15947	2108	1274	17808	2756	1666	18103	2801	1693
129	N264	15947	2108	1274	17808	2756	1666	18103	2801	1693
130	N264	19742	2375	1384	20207	3204	1867	20781	3296	1920

		2013			2015			2023		
		pa	mv	zv	pa	mv	zv	pa	mv	zv
bron	weg									
131	N264	19742	2375	1384	20207	3204	1867	20781	3296	1920
132	N264	19742	2375	1384	20207	3204	1867	20781	3296	1920
133	N264	19742	2375	1384	20207	3204	1867	20781	3296	1920
134	N264	9152	985	672	7669	1101	751	8370	1202	819
135	N264	9152	985	672	7669	1101	751	8370	1202	819
136	N264	9152	985	672	7669	1101	751	8370	1202	819
137	N264	9152	985	672	7669	1101	751	8370	1202	819
138	N264	9152	985	672	7669	1101	751	8370	1202	819
139	N264	9152	985	672	7669	1101	751	8370	1202	819
140	N264	9152	985	672	7669	1101	751	8370	1202	819
141	N264	10630	1249	755	9573	1269	767	10940	1450	877
142	N264	10630	1249	755	9573	1269	767	10940	1450	877
143	N264	10630	1249	755	9573	1269	767	10940	1450	877
144	N264	10630	1249	755	9573	1269	767	10940	1450	877
145	N264	10630	1249	755	9573	1269	767	10940	1450	877
146	N264	7966	936	685	6491	909	665	7417	1039	760
147	N264	7966	936	685	6491	909	665	7417	1039	760
148	N264	7966	936	685	6491	909	665	7417	1039	760
149	N264	7966	936	685	6491	909	665	7417	1039	760
150	N264	7966	936	685	6491	909	665	7417	1039	760
151	N264	7966	936	685	6491	909	665	7417	1039	760
152	N264	7966	936	685	6491	909	665	7417	1039	760
153	N264	7966	936	685	6491	909	665	7417	1039	760
154	N264	7966	936	685	6491	909	665	7417	1039	760
155	N264	7966	936	685	6491	909	665	7417	1039	760
156	N264	9221	1179	745	9482	1425	900	11584	1741	1100
157	N264	9221	1179	745	9482	1425	900	11584	1741	1100
158	N264	9221	1179	745	9482	1425	900	11584	1741	1100
159	Rondweg	9380	885	875	10015	968	944	12056	1231	1164
160	Rondweg	9380	885	875	10015	968	944	12056	1231	1164
161	Rondweg	9380	885	875	10015	968	944	12056	1231	1164
162	Rondweg	9380	885	875	10015	968	944	12056	1231	1164
163	Rondweg	9380	885	875	10015	968	944	12056	1231	1164
164	Rondweg	9380	885	875	10015	968	944	12056	1231	1164
165	Rondweg	9380	885	875	10015	968	944	12056	1231	1164
166	Rondweg	11422	780	640	11502	813	663	11761	916	735
167	Rondweg	11422	780	640	11502	813	663	11761	916	735
168	Rondweg	11422	780	640	11502	813	663	11761	916	735
169	Rondweg	9743	812	557	9681	821	583	9483	847	663
170	Rondweg	9743	812	557	9681	821	583	9483	847	663
171	Rondweg	9743	812	557	9681	821	583	9483	847	663
172	Rondweg	7192	569	514	7120	579	532	6891	611	589
173	Rondweg	7192	569	514	7120	579	532	6891	611	589
174	Industrielaan	6581	543	375	6651	569	380	6683	723	530
175	Industrielaan	6581	543	375	6651	569	380	6683	723	530

		2013			2015			2023		
		pa	mv	zv	pa	mv	zv	pa	mv	zv
bron	weg									
176	Industrielaan	6581	543	375	6651	569	380	6683	723	530
177	Industrielaan	6581	543	375	6651	569	380	6683	723	530
178	Industrielaan	6331	427	265	6363	449	287	6464	521	357
179	Industrielaan	6331	427	265	6363	449	287	6464	521	357
180	Industrielaan	11007	1048	600	11067	1084	607	11287	1196	689
181	Nieuwe Udense Weg	9561	582	475	10146	684	570	11925	1069	930
182	Nieuwe Udense Weg	9561	582	475	10146	684	570	11925	1069	930
183	Nieuwe Udense Weg	9561	582	475	10146	684	570	11925	1069	930
184	Leeuwstraat	7332	540	456	7744	624	534	9135	944	839
185	Leeuwstraat	7332	540	456	7744	624	534	9135	944	839
186	Leeuwstraat	7332	540	456	7744	624	534	9135	944	839
187	Leeuwstraat	7332	540	456	7744	624	534	9135	944	839
188	Leeuwstraat	7332	540	456	7744	624	534	9135	944	839
189	Leeuwstraat	7332	540	456	7744	624	534	9135	944	839
190	Leeuwstraat	7332	540	456	7744	624	534	9135	944	839
191	Leeuwstraat	7332	540	456	7744	624	534	9135	944	839
192	Brabantstraat	7332	540	456	7744	624	534	9135	944	839
193	Brabantstraat	8861	643	185	10678	612	176	11405	654	187
194	Brabantstraat	8861	643	185	10678	612	176	11405	654	187
195	Brabantstraat	8861	643	185	10678	612	176	11405	654	187
196	Volkelseweg	8861	643	185	10678	612	176	11405	654	187
197	Volkelseweg	8861	643	185	10678	612	176	11405	654	187
198	Volkelseweg	8861	643	185	10678	612	176	11405	654	187
199	Volkelseweg	8861	643	185	10678	612	176	11405	654	187
200	Volkelseweg	8861	643	185	10678	612	176	11405	654	187
201	Volkelseweg	8861	643	185	10678	612	176	11405	654	187
202	Liessentstraat	5823	566	422	5915	568	419	6212	579	408
203	Liessentstraat	5823	566	422	5915	568	419	6212	579	408
204	Erfstraat	2252	219	222	2289	254	251	2409	368	343
205	Erfstraat	2252	219	222	2289	254	251	2409	368	343
206	Erfstraat	1840	205	228	1854	238	262	1822	341	368
207	Erfstraat	1840	205	228	1854	238	262	1822	341	368
208	Erfstraat	903	202	243	910	224	266	844	247	312
209	Kromstraat	903	202	243	910	224	266	844	247	312
210	Patersweg	2249	88	47	2279	90	48	2377	98	53
211	Patersweg	2249	88	47	2279	90	48	2377	98	53
212	Patersweg	2249	88	47	2279	90	48	2377	98	53
213	Patersweg	2249	88	47	2279	90	48	2377	98	53
214	Boekelsedijk	4520	347	126	4539	345	133	4600	335	153
215	Zeelandsedijk	4333	414	255	4509	456	319	4904	549	431
216	Zeelandsedijk	4333	414	255	4509	456	319	4904	549	431
217	Zeelandsedijk	3538	357	184	3611	391	210	3844	502	290
218	Zeelandsedijk	3538	357	184	3611	391	210	3844	502	290
219	Zeelandsedijk	3538	357	184	3611	391	210	3844	502	290
220	Zeelandsedijk	3196	342	174	3330	375	198	3759	481	277

		2013			2015			2023		
		pa	mv	zv	pa	mv	zv	pa	mv	zv
bron	weg									
221	Zeelandsedijk	3196	342	174	3330	375	198	3759	481	277
222	Zeelandsedijk	3196	342	174	3330	375	198	3759	481	277
223	Zeelandsedijk	3196	342	174	3330	375	198	3759	481	277
224	Zeelandsedijk	3196	342	174	3330	375	198	3759	481	277
225	Zeelandsedijk	3196	342	174	3330	375	198	3759	481	277
226	Zeelandsedijk	3196	342	174	3330	375	198	3759	481	277
227	Langeboomseweg	916	13	4	972	16	5	1025	23	9
228	Langeboomseweg	916	13	4	972	16	5	1025	23	9
229	Langeboomseweg	916	13	4	972	16	5	1025	23	9
230	Puttelaar	916	13	4	972	16	5	1025	23	9
231	Puttelaar	916	13	4	972	16	5	1025	23	9
232	Udenseweg	916	13	4	972	16	5	1025	23	9
233	Oudendijk	2962	152	121	3064	157	125	3389	172	136
234	Oudendijk	2962	152	121	3064	157	125	3389	172	136
235	Oudendijk	760	80	77	934	92	95	1144	90	90
236	Oudendijk	760	80	77	934	92	95	1144	90	90

Appendix E Overige niet luchtvaart gebonden bronnen

Het gas- en propaanverbruik voor de verwarming van de gebouwen is als 6 puntbronnen in de modellering opgenomen. De locaties van deze puntbronnen zijn als donkergroene blokjes in figuur D.1 weergegeven. 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 en 50 MJ/kg voor propaan. 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).

Tabel E.1 Coördinaten van de puntbronnen voor de verwarming van de gebouwen

	x	y
verwarming gebouwen aardgas/propaan 1	175180	407850
verwarming gebouwen aardgas/propaan 2	175750	407850
verwarming gebouwen aardgas/propaan 3	176320	407850
verwarming gebouwen aardgas/propaan 4	175180	407550
verwarming gebouwen aardgas/propaan 5	175750	407550
verwarming gebouwen aardgas/propaan 6	176320	407550

Op basis van een verbruik van 1827090 m³ aardgas en 3000 liter propaan levert dit een totale emissie van 2545 kg NO_x. Deze emissie is gelijk verdeeld over de 6 puntbronnen met een bedrijfstijd van 6000 hetgeen leidt tot een emissie van 0,02 g NO_x/s.

Op het terrein is een dieselpomp waar in 2011 385.000 liter diesel is getankt. Deze diesel is voor ongeveer 50% op het luchthaventerrein zelf verreden. Hiervan is ongeveer een kwart op de rondweg verreden en driekwart binnen het bebouwde gebied. De emissie van de diesel die buiten het terrein is verreden wordt beschouwd als zijnde verrekend in de intensiteit van het verkeer op de wegen buiten het terrein. De emissie van de diesel die op het terrein is verreden is omgerekend naar kilometers vrachtverkeer. Er is gekozen voor modellering als vrachtauto's omdat dit uitsluitend dieselveerkeer betreft zodat standaard emissiefactoren gebruikt konden worden. De opgegeven hoeveelheid diesel resulteert dan in vrachtverkeerintensiteit (per weekdag) van 43 op de rondweg en 206 in het bebouwde gebied.

Naast de hoeveelheid diesel die op het eigen terrein wordt getankt en verreden is er verkeer als gevolg van woon/werkverkeer van personeel en bezoekers. Aangenomen is dat elke werkdag 1000 auto's het terrein opkomen die gemiddeld 2 km over het (bebouwde) terrein rijden.

De dieselpomp leidt door verdamping van diesel tijdens het tanken tot een zekere geuremissie. Er zijn geen gegevens van de mogelijke geuremissie bekend. Wel is er een EU richtlijn 94/63/EG van december 1994 betreffende de beheersing van de uitstoot van vluchtige organische stoffen (VOS) als gevolg van de opslag van benzine en de distributie van benzine vanaf terminals naar benzinestations. In deze richtlijn is voor het vullen van de opslaginstallatie van benzinestations aangegeven dat het jaarlijks verlies als gevolg van het vullen minder moet zijn dan 0,01 gewichtsprocent (streefreferentiewaarde) van het debiet. Uitgaande van een verlies van 0,01% van het debiet resulteert de pomp in een VOS emissie van 0,004 g/s over een bedrijfstijd van 2250 uur per jaar.

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 te worden toegepast. De aftrek is per gemeente vastgesteld waarbij geldt dat naar mate een plaats dichterbij de zee ligt, deze correctie groter is. 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 moet 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 wegverkeersemissies

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 verkeersemissiecijfers die zijn vrijgegeven in maart 2012.

Meteorologische gegevens en terreinruwheid

Ten aanzien van de meteorologische gegevens is voor de berekeningen op locatie van Volkel gebruik gemaakt van een locatie specifieke meteo zoals in de Regeling Beoordeling Luchtkwaliteit is voorgeschreven. Deze methode is eveneens conform de standaardrekenmethode 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 terreinruwheidskaart⁶⁾ en bedraagt 0,32 m voor het studiegebied.

⁶⁾ Deze ruwheidskaart is net als de GCN concentratiekaarten door VROM beschikbaar gesteld en is verplicht te gebruiken voor verspreidingsberekeningen luchtkwaliteit.

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

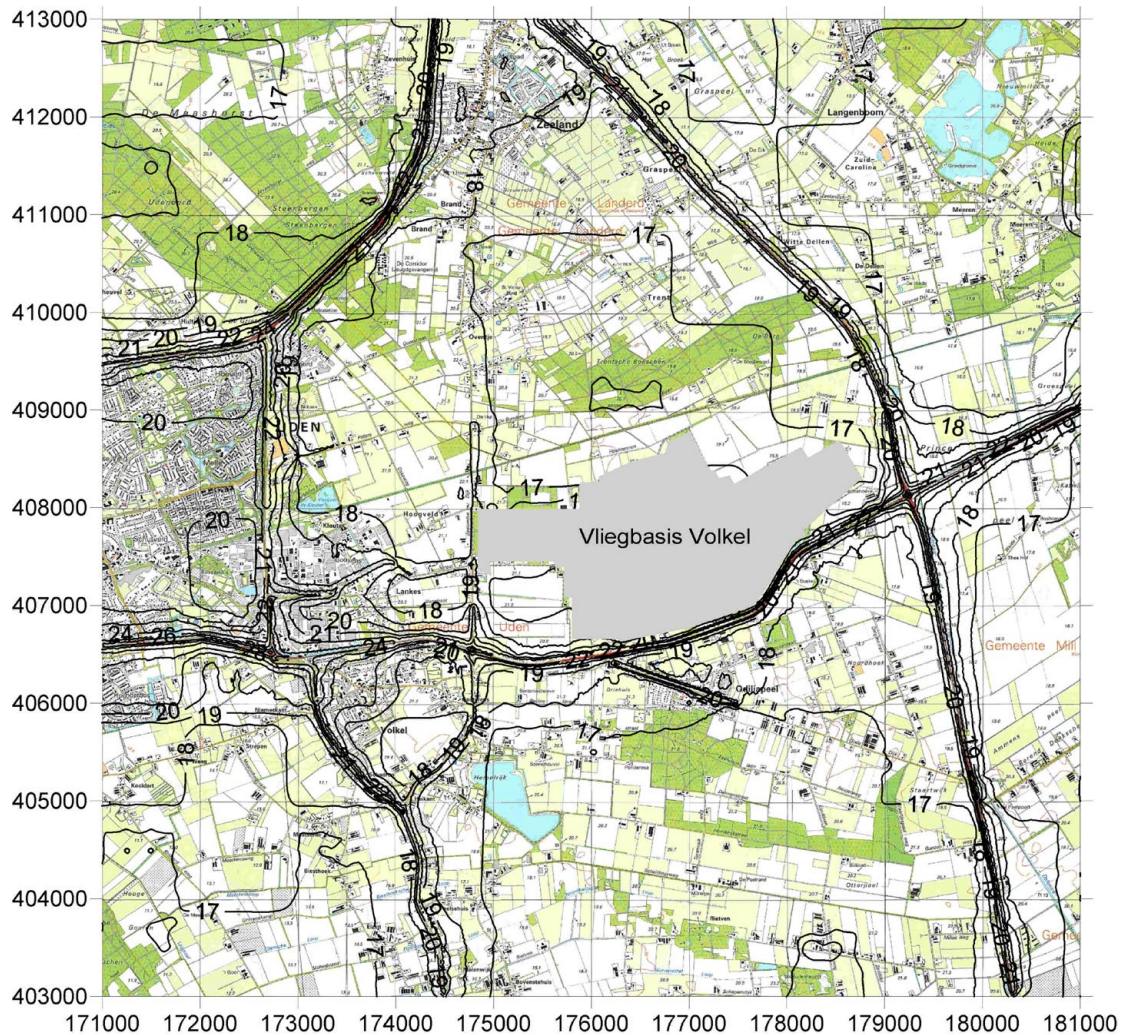
Uit de Leas-It files volgt een gemiddelde VOS emissie in kg/s. Met deze waarde en de geuremissie uit tabel F.1 kan een geuremissie per kg/VOS worden bepaald. Onder aanname van 1 se = 1 ouE volgen dan de volgende kentallen voor geuremissie per vliegtuigbeweging per kg VOS:

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

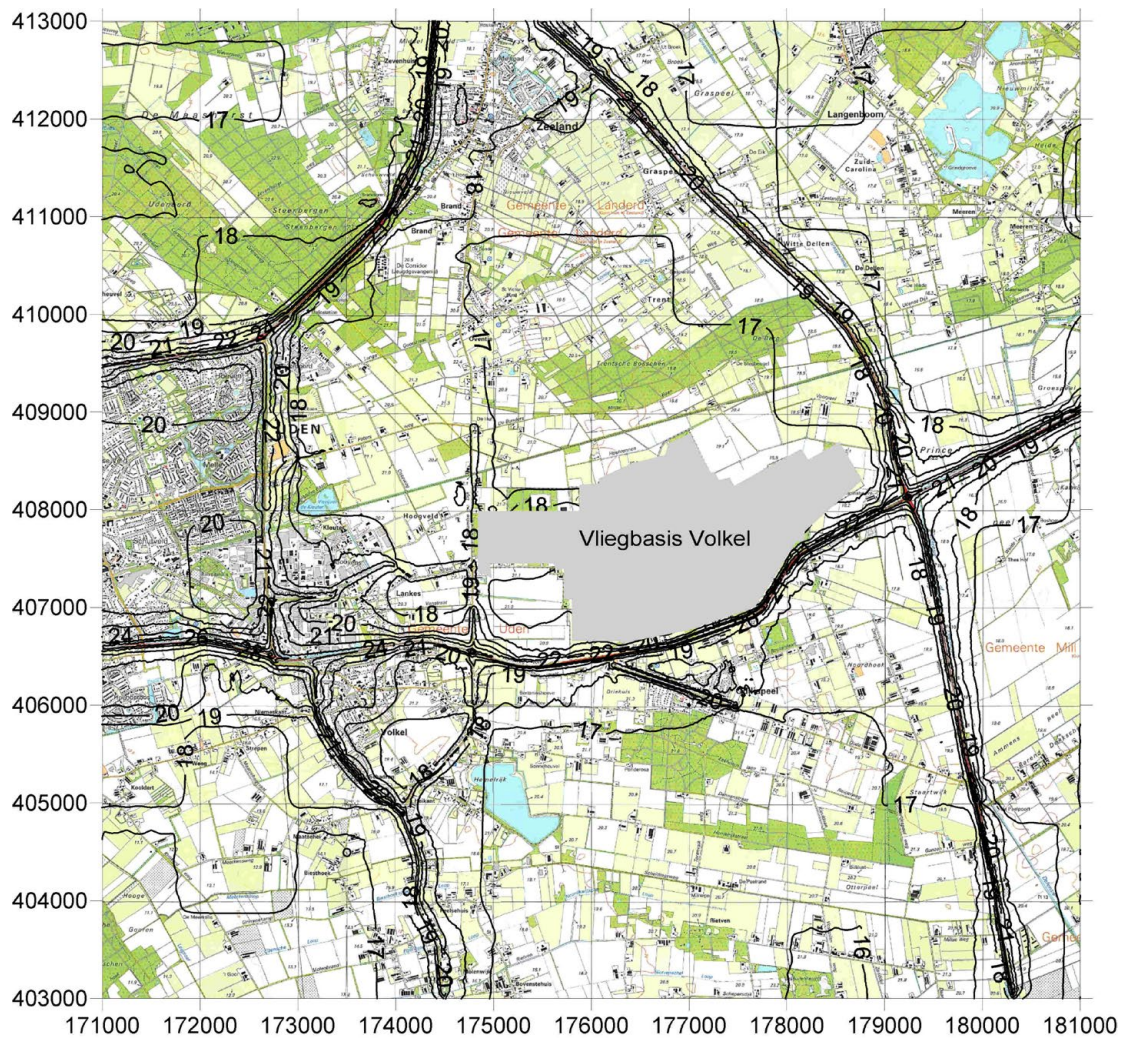
Referenties

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

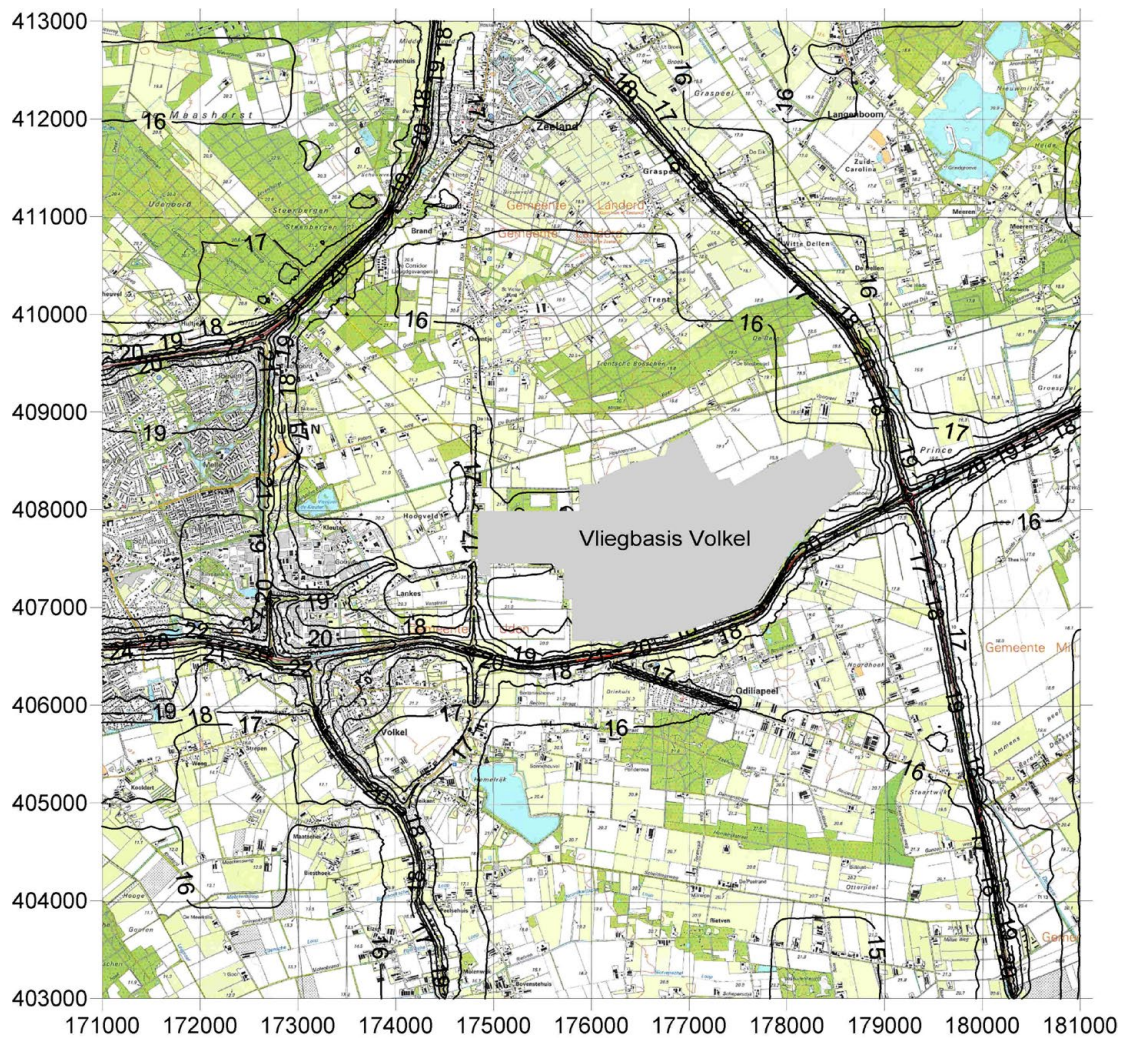
Appendix G Contourplots



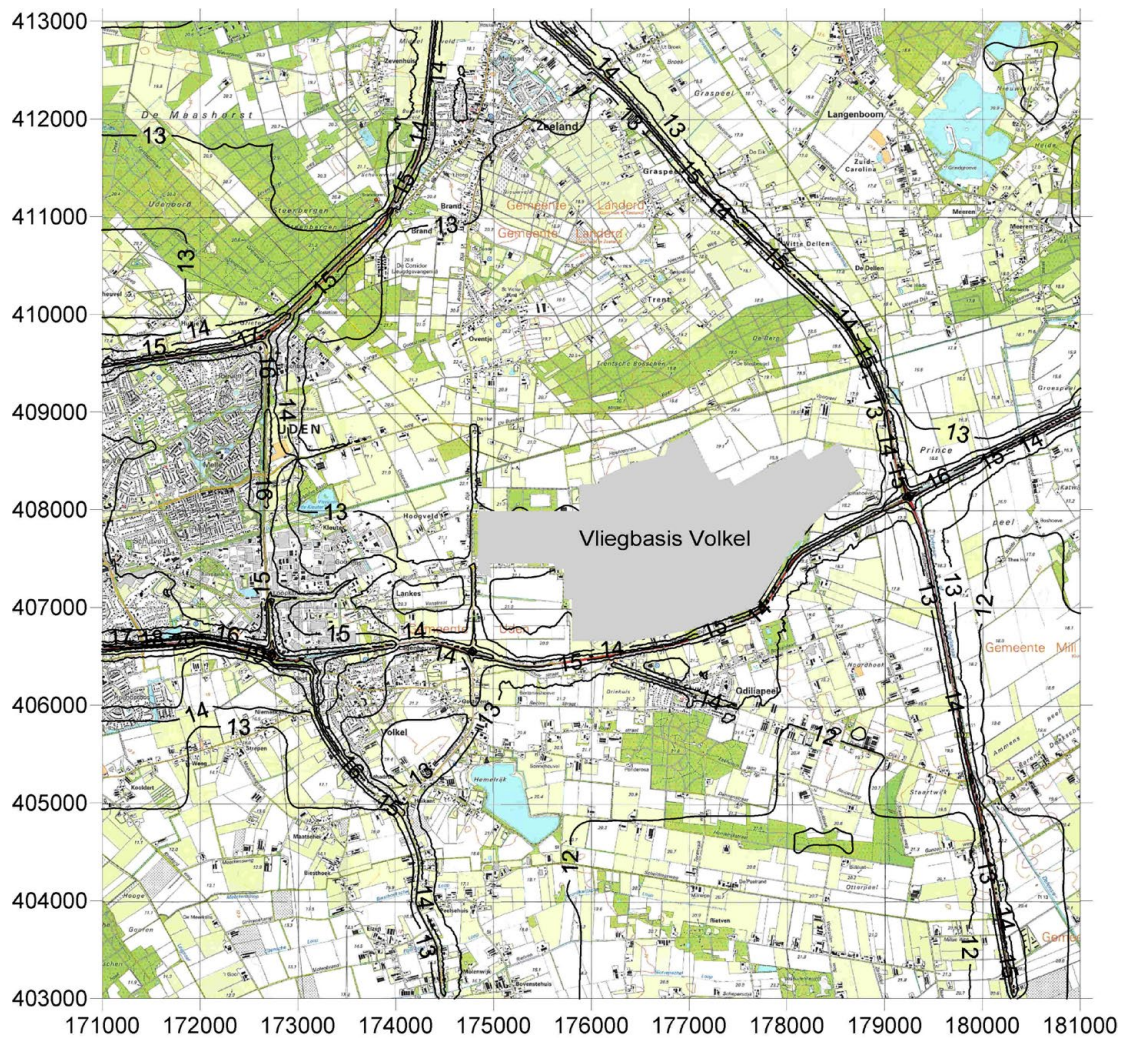
Figuur G.1 Contourplot jaargemiddelde concentratie NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): Nulalternatief 2013



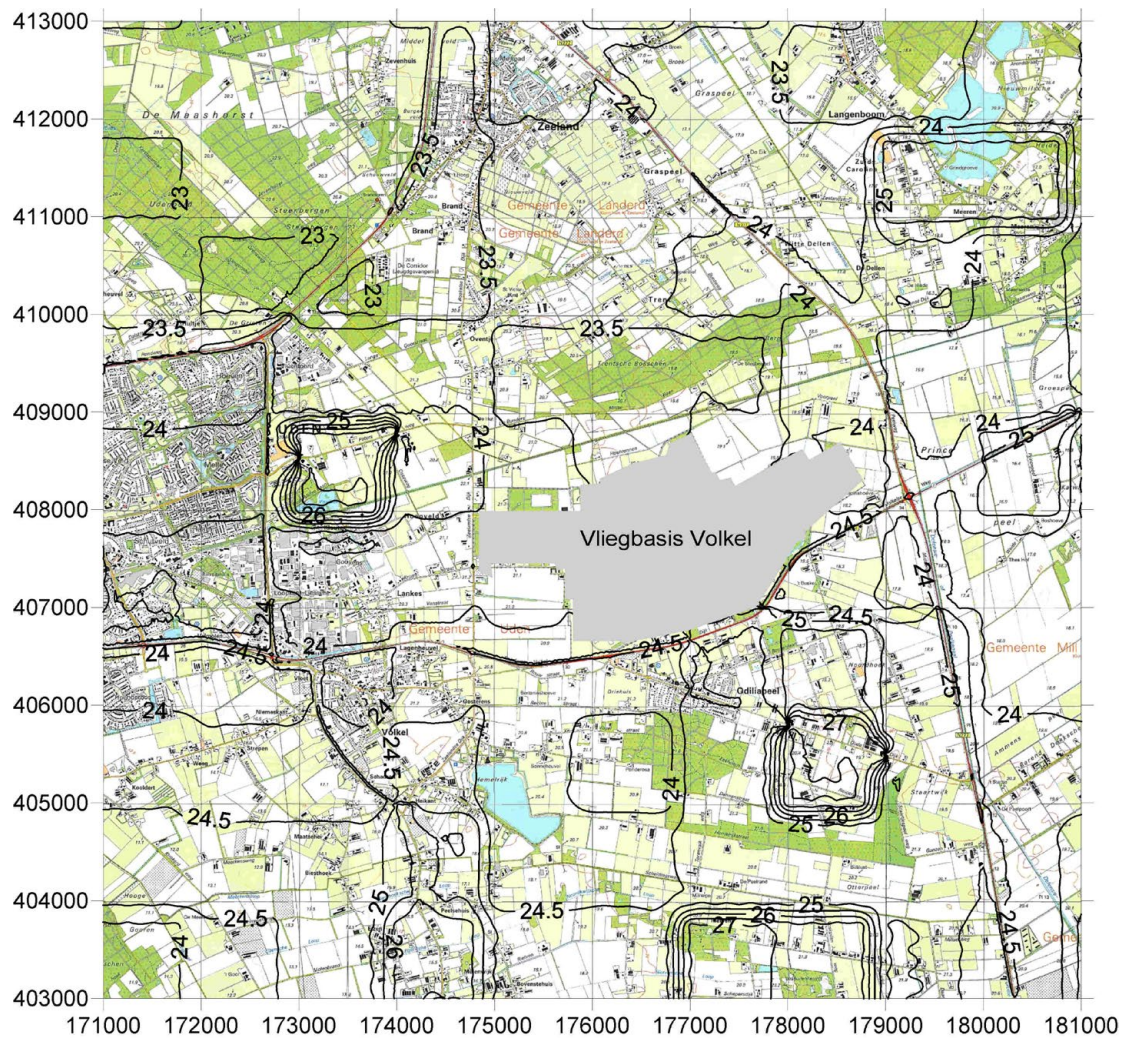
Figuur G.2 Contourplot jaargemiddelde concentratie NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): Voorgenomen activiteit 2013



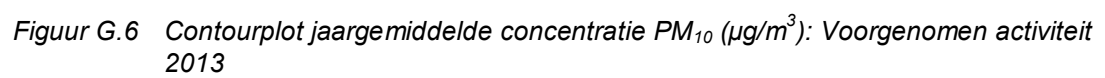
Figuur G.3 Contourplot jaargemiddelde concentratie NO₂ (µg/m³): Voorgenomen activiteit 2015

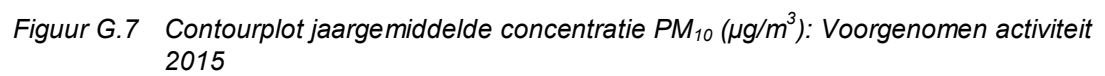


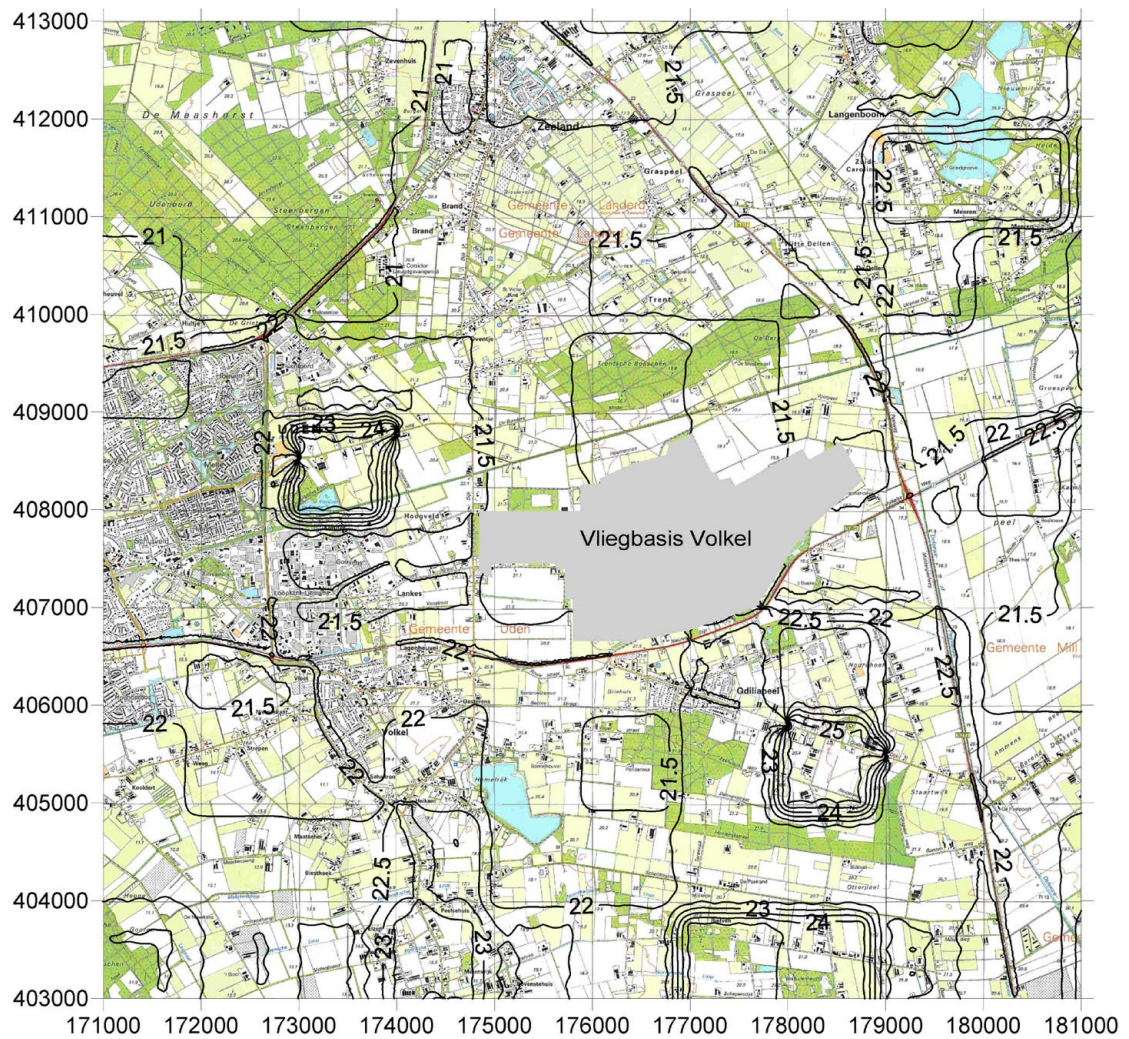
Figuur G.4 Contourplot jaargemiddelde concentratie NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): Voorgenomen activiteit 2023



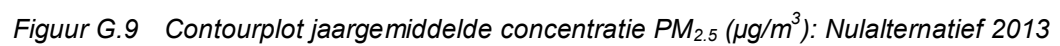
Figuur G.5 Contourplot jaargemiddelde concentratie PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): Nulalternatief 2013

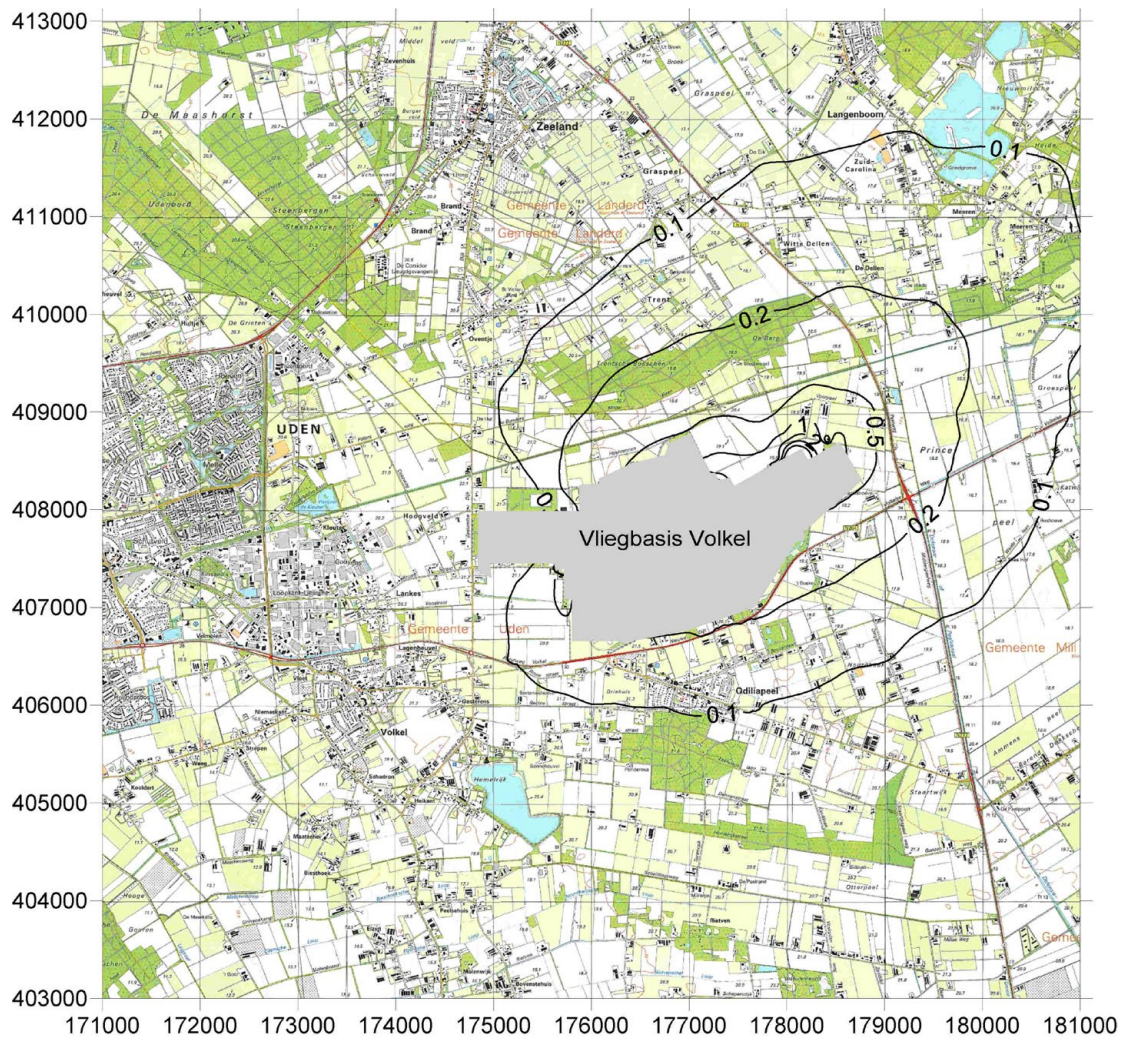




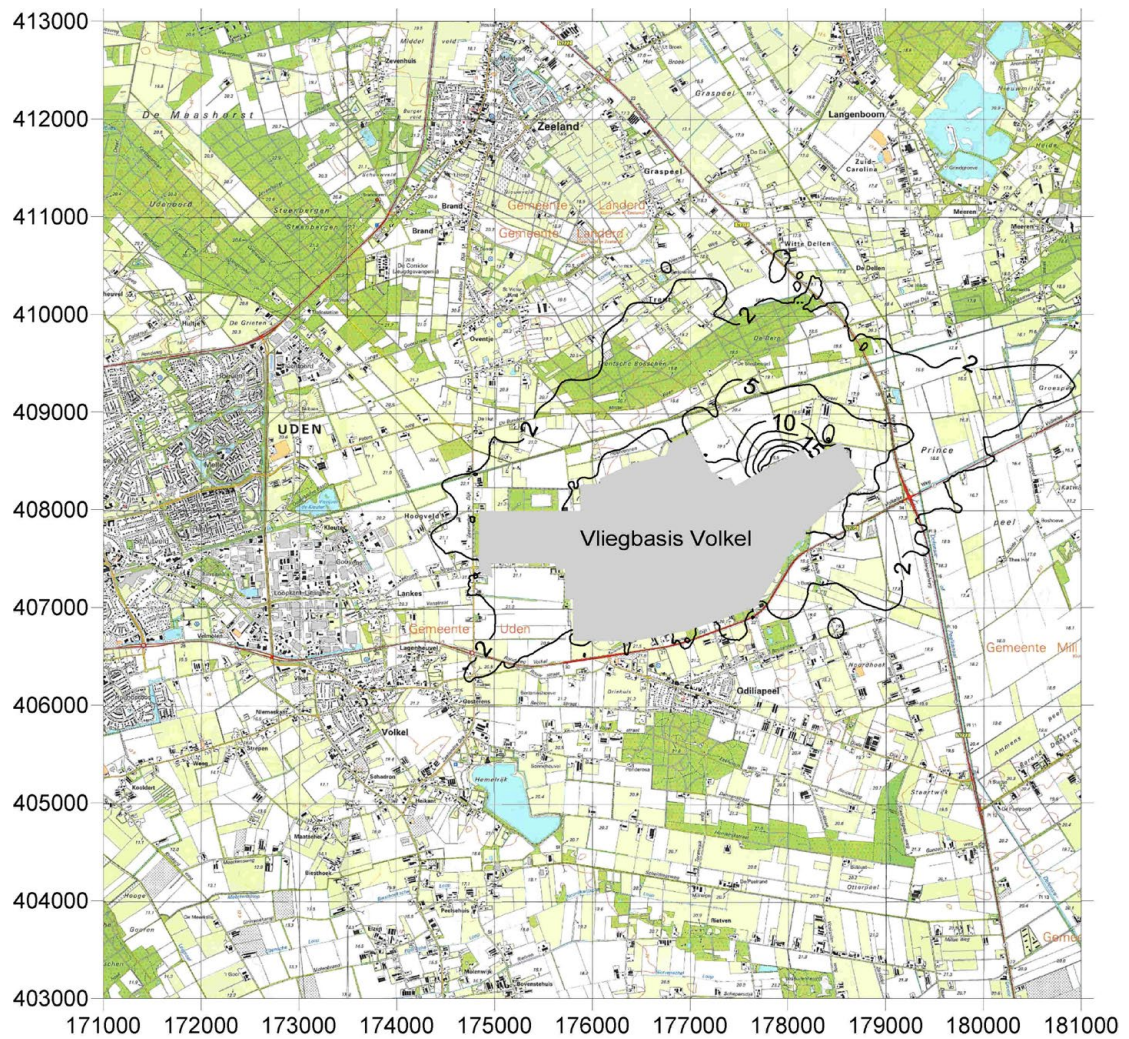


Figuur G.8 Contourplot jaargemiddelde concentratie PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$): Voorgenomen activiteit 2023

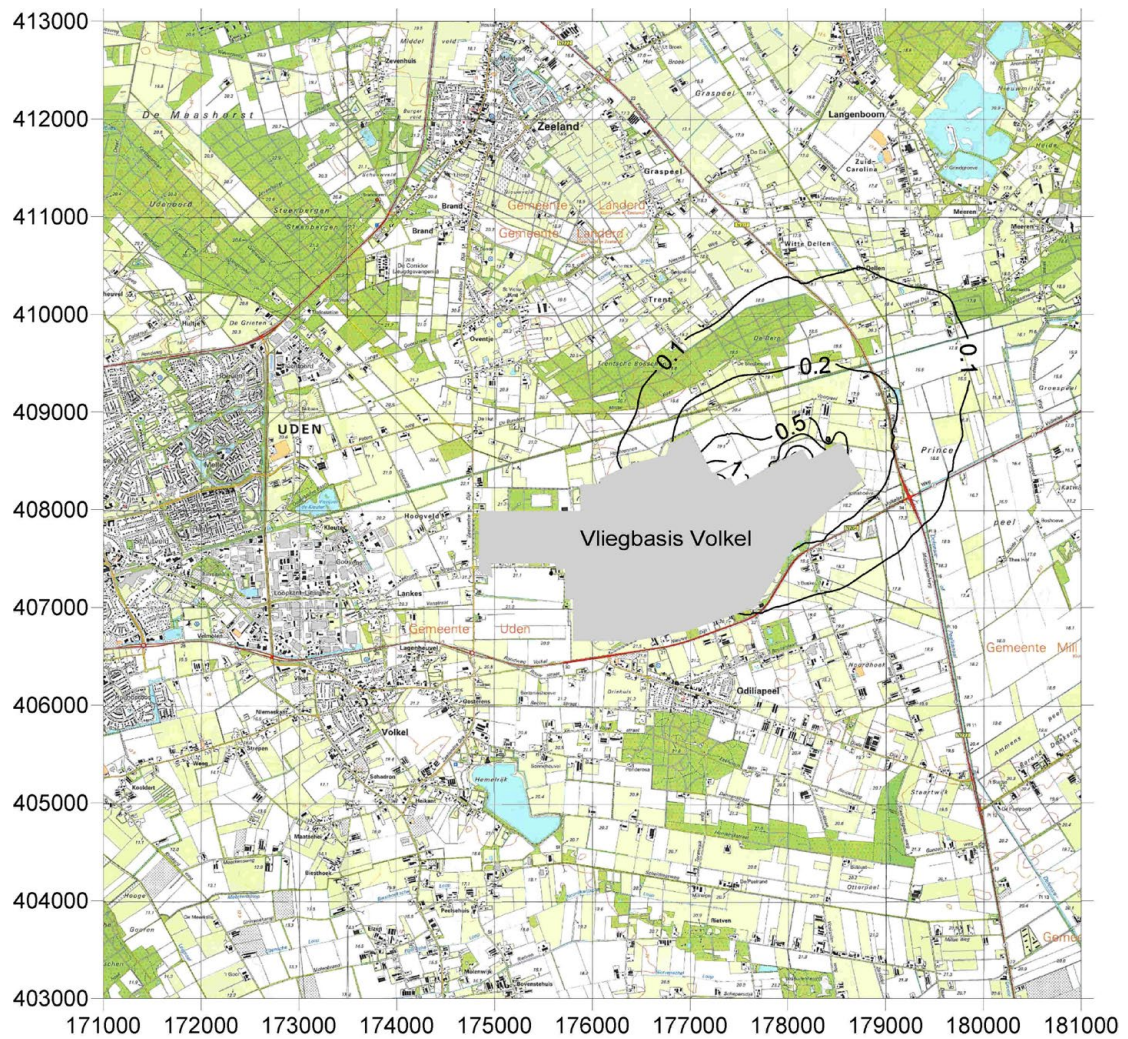




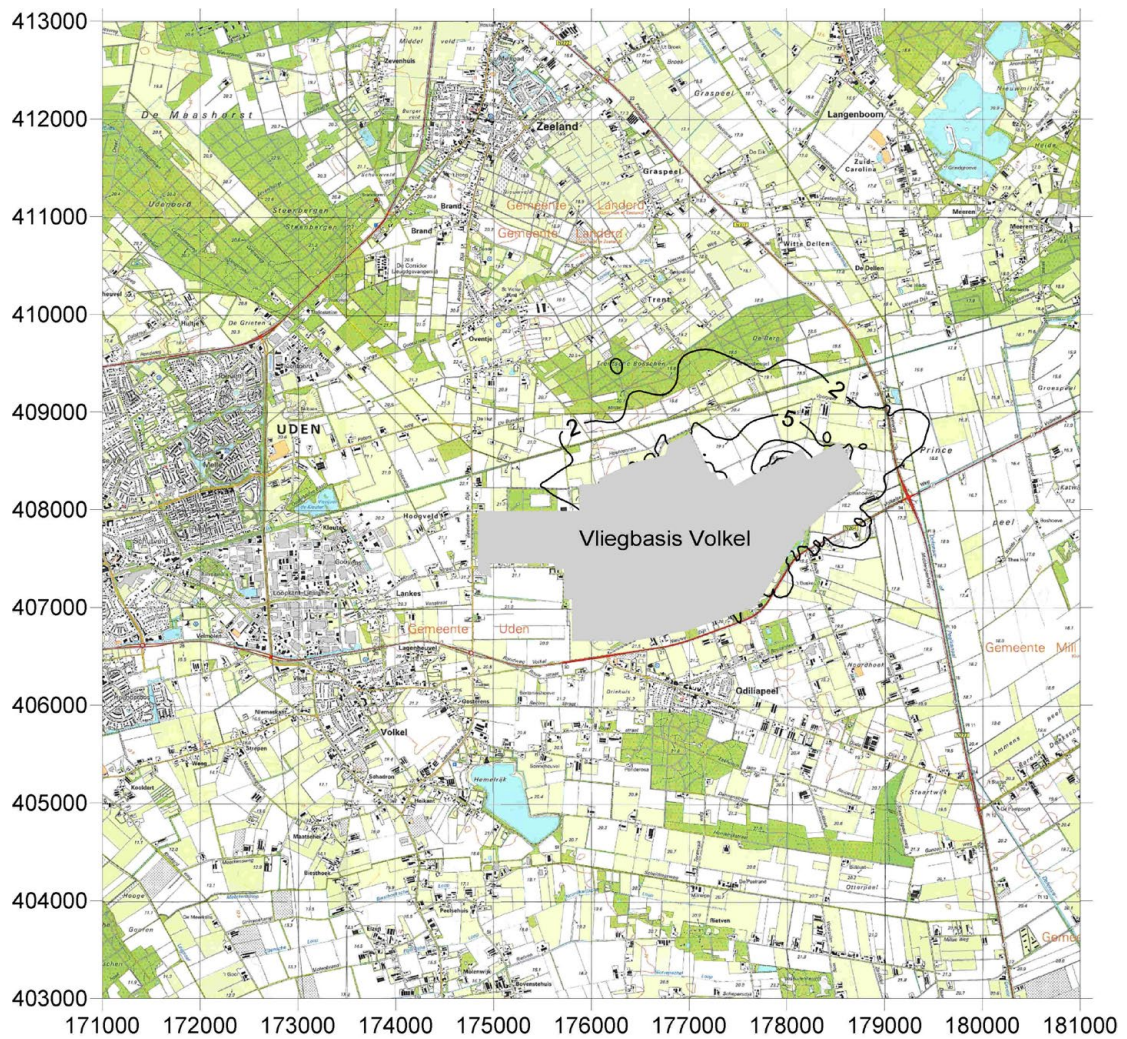
Figuur G.10 Contourplot 98-percentielwaarden concentratie geur (ouE/m³): Nulalternatief



Figuur G.11 Contourplot 99.99-percentielwaarden concentratie geur (ouE/m³): Nulalternatief



Figuur G.12 Contourplot 98-percentielwaarden concentratie geur (ouE/m³): Voorgenomen activiteit



Figuur G.13 Contourplot 99.99-percentielwaarden concentratie geur (ouE/m³): Voorgenomen activiteit