

Geurhinder door verkeer

Toon Van Elst, Gert De Bruyn en Griet Philips
PRG Odournet N.V.

Dick Botteldooren, Tom De Muer en Timothy Van Renterghem
Vakgroep Informatietechnologie – Universiteit Gent

**Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse
Milieumaatschappij, MIRA**

MIRA/2006/05

mei 2006



Dit rapport verschijnt in de reeks MIRA Ondersteunend Onderzoek van de Vlaamse Milieumaatschappij. Deze reeks bevat resultaten van onderzoek gericht op de wetenschappelijke onderbouwing van het Milieurapport Vlaanderen.

Dit rapport is ook beschikbaar via www.milieurapport.be

Contactadres:

Vlaamse Milieumaatschappij
Milieurapportering (MIRA)
Van Benedenlaan 34
2800 Mechelen
tel. 015 45 14 66
mira@vmm.be

Wijze van citeren :

Van Elst T., De Bruyn G., Philips G., Botteldooren D., De Muer T. Van Renterghem T. (2006), Geurhinder door verkeer, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2006/05, PRG Odournet N.V. en INTEC

INHOUDSTAFEL

INHOUDSTAFEL	3
WOORD VOORAF	5
SAMENVATTING.....	7
1. INLEIDING.....	1
2. EMISSIEKENGETALLEN	2
2.1 LITERATUUR.....	2
2.2 BEPALEN VAN NIEUWE EMISSIEKENGETALLEN VOOR PERSONENWAGENS	3
2.2.1 <i>Methodiek</i>	3
2.2.1.1 Principe olfactometrische meting	3
2.2.1.2 Olfactometrische analyse.....	4
2.2.1.3 Bepaling fysische karakteristieken van de luchtstroom	4
2.2.2 <i>Praktische uitvoering</i>	4
2.2.3 <i>Resultaten geuremissiekengetallen</i>	6
2.3 EMISSIEKENGETALLEN VOOR BUSSEN EN VRACHTWAGENS.....	7
2.4 CONCLUSIE EMISSIEKENGETALLEN	8
3. MODELLERING	9
3.1 LITERATUUR.....	9
3.2 MODEL GASS	11
3.2.1 <i>Propagatiemodel</i>	11
3.2.2 <i>Meteo</i>	12
3.2.3 <i>Geuremissiekengetallen</i>	13
3.2.3.1 Personenwagens	13
3.2.3.2 Vrachtwagens/bussen	13
3.2.3.3 Emissiecurven	13
3.2.3.4 Verkeersintensiteiten	14
3.2.4 <i>Rekenmodel</i>	15
4. RESULTAAT	17
4.1 GEURIMMISSIEKAART	17
4.2 BLOOTSTELLING VAN DE BEVOLKING AAN GEUR DOOR WEGVERKEER	18
4.3 AFLEIDEN VAN EEN AANVAARDBAARHEIDSNIVEAU	20
5. BESLUIT	23
5.1 CONCLUSIES	23
5.2 LEEMTEN IN DE KENNIS EN MOGELIJKHEDEN VOOR VERDER ONDERZOEK	23
LITERATUUR.....	25
BIJLAGEN	27
BIJLAGE A GEUREMISSIE I.F.V. SNELHEID VOOR BUSSEN/VRACHTWAGENS.....	27
BIJLAGE B RATIO C_{98}/C_{MAX}.....	28
<i>SIMULATIEPARAMETERS/MODELLEN</i>	28
<i>RESULTATEN</i>	28
BIJLAGE C GEURIMMISSIEKAART VERKEER VLAANDEREN.....	39

Woord vooraf

Het verkeer is een belangrijke bron van een groot aantal stoffen die onze lucht vervuilen. In Vlaanderen is de verwevenheid van verkeersinfrastructuur en leefomgeving groot en een steeds toenemend verkeersvolume leidt ertoe dat de blootstelling van de bevolking aan de vervuiling door verkeer aanzienlijk is.

Uit het Schriftelijk Leefomgevingsonderzoek (SLO) blijkt dat naast geluidshinder ook geurhinder een belangrijke bron van hinder is. Wanneer deze hinder brongericht bevroegd wordt, blijkt zelfs ongeveer een derde van de ervaren geurhinder toegewezen te worden aan verkeer en vervoer. Bij klachtenanalyses zijn er echter weinig klachten door verkeer, waarschijnlijk door de moeilijke toewijsbaarheid van een bron, alsook het feit dat de bevolking zelf deelneemt aan deze activiteit.

Door de moeilijke toewijsbaarheid is het niet eenvoudig om een beeld te krijgen van het probleem in Vlaanderen. Tot dusver was nog geen ondersteunend onderzoek verricht die de omvang van verkeer als verstoringbron van geurhinder op een objectieve manier kwantitatief weergeeft.

Het gebruik van emissiekengetallen bij een kwantitatieve benadering van geuremissie werd reeds toegepast bij een aantal andere sectoren, zoals varkenshouderijen, waterzuiveringsinstallaties en groencomposteringen. Wat betreft verkeeremissies in Vlaanderen wordt de emissie van specifieke pollutanten, zoals CO, NO_x en SO₂ berekend a.d.h.v. emissiekengetallen. Bij het ontwerp van deze studie werd voorgesteld om een aantal emissiekengetallen voor geur te bepalen door middel van metingen.

Bij geuremissies gaat het om een mengsel van verschillende chemische componenten; mede daardoor zijn de eigenschappen van geur enigszins anders dan bij een typische milieucomponent. Bij verkeeremissies spelen eveneens specifieke eigenschappen van de bron een rol. Omwille van deze factoren was een specifieke selectie van een geschikt verspreidingsmodel nodig.

Op basis van deze studie wordt verwacht een beter beeld te krijgen van geurhinder door verkeer in Vlaanderen en op termijn een indicator te ontwikkelen die het verloop van deze bron van hinder kan weergeven in de tijd. Op deze manier kan de milieurapportering dit probleem opvolgen. Bovendien kan deze studie ook een wetenschappelijke onderbouwing geven voor een eventueel toekomstig beleid inzake geurhinder door verkeer.

Samenvatting

In het kader van onderzoek ter ondersteuning van de milieuraapportering werd een onderzoeksproject uitgewerkt rond 'Geurhinder door verkeer'.

Uit basisgegevens verzameld met het SLO (Schriftelijk LeefomgevingsOnderzoek : Aminoal 2001 en Aminoal 2004) blijkt een groot deel van de ervaren geurhinder toegeschreven te worden aan verkeer en vervoer. Deze bron komt in klachtenregisters bijna niet voor, vermoedelijk te wijten aan de moeilijke allocatie van deze verstoring aan duidelijk identificeerbare bronnen (Mira Achtergronddocument 2002).

Op basis van een literatuuronderzoek worden beschikbare geuremissiekengetallen voor verschillende voertuigtypen en verschillende brandstoffen geëvalueerd. Na evaluatie bleek dat de beschikbare meetgegevens niet meer relevant waren voor het huidige wagenpark. Aan de hand van olfactometrische metingen werden nieuwe emissiekengetallen opgesteld voor personenwagens op benzine en diesel. Bepalen van emissiekengetallen voor bussen en vrachtwagens werd gebaseerd op metingen, uitgevoerd in het kader van de studie 'Geurmetingen aan een SCRT-bus' in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement LNE, afdeling Lucht, hinder, Milieu en Gezondheid (2005/MIM/R/152).

Om de immissiesituatie door te rekenen op Vlaams niveau zijn geen kant en klare modellen voorhanden. Bestaande modellen zijn ofwel geschikt voor het modelleren van geurdispersie vanuit puntbronnen ofwel voor het berekenen van verkeersemisies / -immissies. In deze studie werd geopteerd om een bestaand model voor het berekenen van een geluidsimmissiekaart (BASS) voor Vlaanderen te herwerken, zodat een geurimmissiekaart kan worden opgesteld.

Met de gecombineerde dataset van geuremissiekengetallen en gebruik makend van verkeerstellingen werd met behulp van het nieuwe model GASS een geurimmissiekaart van verkeer voor Vlaanderen opgesteld. Op deze geurimmissiekaart is de 'Vlaamse ruit', het economisch centrumgebied tussen Antwerpen, Gent, Brussel en Leuven, duidelijk zichtbaar als gebied met hoge geurbelasting. Dit is voornamelijk het gevolg van het dichte wegennetwerk en de hoge verkeersintensiteiten. In de provincies West-Vlaanderen en Limburg werden lagere concentraties berekend. Door de geurimmissiekaart te combineren met gegevens over bevolkingsdichtheid werd de blootstelling van de bevolking aan geur van verkeersemisies berekend.

Het berekende effect van de dispersiemodellering kan getoetst worden aan de resultaten van het SLO door de berekende geurimmissieconcentraties als percentielwaarden (geurimmissiekaart) te koppelen aan de hinderpercentages bekomen uit het SLO. Op basis van de relatie tussen geurimmissieconcentratie en hinderpercentage werd een nuleffectniveau voor geur van verkeer afgeleid van $0.05 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ als 98-percentiel. Dit nuleffectniveau geeft de overgang aan van de zone waar het effect van de bron niet merkbaar is naar de zone waar de invloed van de bron, in dit geval verkeer, begint op te treden.

1. Inleiding

Uit basisgegevens verzameld met het SLO (Schriftelijk LeefomgevingsOnderzoek : Aminimal, 2001 en Aminimal 2004) blijkt een groot deel van de ervaren geurhinder toegeschreven te worden aan verkeer en vervoer. In klachtenregisters komt deze bron bijna niet voor. Een mogelijke verklaring voor dit verschil tussen klachtenanalyse en bevolkingsonderzoek ligt vermoedelijk in het feit dat de mensen wel door verkeer gehinderd zijn, maar dat hiervoor zelden klacht wordt ingediend omdat deze vorm van hinder moeilijk kan toegewezen worden aan één bepaalde bron. Bovendien levert een groot deel van de bevolking zelf een bijdrage aan deze verstoringsbron (MIRA Achtergronddocument 2005).

Tot dusver is er geen ondersteunend onderzoek verricht naar de draagwijdte en de impact van deze verstoringsbron, die volgens hogervermeld onderzoek toch verantwoordelijk is voor 30% van de geurhinder.

Alvorens enig kwantitatief inzicht kan verkregen worden in de geurblootstelling en geurhinder door verkeer, dient informatie beschikbaar te zijn omtrent de geuremissie van het verkeer.

De doelstelling van dit onderzoek wordt als volgt geformuleerd :

- Het bepalen van geuremissiekengetallen voor verschillende voertuigen en verschillende brandstoffen
- Modelleren van geuremissie van verkeer

De resultaten dienen inzicht te geven in de omvang van geuremissie van verschillende voertuigen, afhankelijk van de brandstof en in functie van de snelheid. Op basis hiervan kunnen verspreidingsberekeningen uitgevoerd worden m.b.v. een model, aangepast aan de specifieke emissiekenmerken door voertuigen (lage uitstoothoogte).

2. Emissiekengetallen

2.1 Literatuur

Uit literatuuronderzoek blijkt dat de belangrijkste publicatie met betrekking tot geur van verkeer dateert van mei 1994. Het betreft een onderzoek 'Geuremissie wegverkeer' uitgevoerd door Haskoning in opdracht van het ministerie van VROM (NL).

Het doel van dit onderzoek was :

- het bepalen van de geuremissie onder belastende omstandigheden van een representatieve selectie van voertuigen met de grootste bijdrage in geurhinder,
- het bepalen van de emissie van relevante uitlaatgascomponenten, met name NOx (stikstofoxiden) en HC (koolwaterstoffen),
- het afleiden van geuremissiefactoren op basis van de hiervoor genoemde bepaalde emissies en voertuiggegevens.

Er werden geuremissiefactoren bepaald voor personenwagens (benzine, diesel en LPG), vrachtwagens en bussen en bromfietsen (zie Tabel 1). In verschillende publicaties met betrekking tot geuremissie van verkeer in Nederland wordt gebruik gemaakt van deze geuremissiefactoren.

Tabel 1 : Geuremissiefactoren bepaald door Haskoning (1994)

voertuig	milieuklasse	Brandstoftype	emissiefactor (ge/km)	
			geur	Standaardafwijking*
personenwagen	VN (zonder katalysator)	Benzine	30 000	1.6
		LPG	30 000	1.0
personenwagen	S6 (zonder katalysator)	Benzine	30 000	1.8
personenwagen	K6-O/K9 (ongeregelde katalysator)	Benzine	50 000	1.3
		LPG	50 000	1.2
personenwagen	K6-G/U9 (geregelde katalysator)	Benzine	40 000	1.3
		LPG	50 000	1.0
personenwagen	diesel (zonder katalysator)	Diesel	40000	1.2
vrachtwagens/bussen		zwavelhoudend	600 000	1.4
		Zwavelarm	610 000	1.1
bromfietsen		2-takt	110 000	1.4
		4-takt	50 000	1.0

*standaardafwijking als verhoudingsfactor (gemiddelde geurconcentratie vermenigvuldigd met of delen door deze factor geeft bovenste en onderste grens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval)

Bij de publicatie van Haskoning dient te worden opgemerkt dat deze gegevens niet meer recent zijn. Het wagenpark is ondertussen sterk veranderd. De wagens en bijhorende milieuclassen, die destijds gebruikt zijn voor de metingen, zijn niet meer van toepassing.

2.2 Bepalen van nieuwe emissiekengetallen voor personenwagens

Aangezien de gegevens uit de literatuur niet meer recent en bijgevolg onvoldoende representatief zijn voor het huidige wagenpark, worden nieuwe emissiekengetallen bepaald.

Uit gegevens van Febiac (2004) blijkt de samenstelling van het personenwagenpark op basis van de brandstofsoort als volgt.

Tabel 2: Verdeling personenwagens per brandstoftype periode 2000-2004

Jaar	Benzine	Diesel	LPG	Andere
	%	%	%	%
2000	58.8	39.9	0.9	0.4
2001	56.9	41.7	1.0	0.4
2002	55.0	43.4	1.2	0.4
2003	53.1	45.4	1.1	0.4
2004	51.1	47.4	1.1	0.4

Bron: Febiac

Uit de tabel blijkt dat het aandeel van LPG-wagens en andere wagens zeer beperkt is. De categorie 'Andere wagens' omvat wellicht ook de elektrische wagens, waarbij van geuremissies geen sprake is. Om deze redenen werden enkel geurmetingen uitgevoerd op een personenwagen met benzinemotor en een personenwagen met dieselmotor.

2.2.1 Methodiek

2.2.1.1 Principe olfactometrische meting

Olfactometrische metingen bepalen de geurconcentratie van een luchtmonster met behulp van een olfactometer. De geurconcentratie wordt gedefinieerd als het aantal verdunningen dat nodig is zodat de verdunde stanklucht nog door 50 % van een panel van geoefende en gecalibreerde waarnemers wordt onderscheiden van zuivere, geurvrije lucht.

De monsters voor olfactometrische analyse werden genomen met behulp van de zogenaamde 'longmethode'. Hierbij wordt een luchtmonsternamezak (Nalophan NA 300, Foodpack), welke zich in een luchtdichte ton bevindt, gevuld met lucht door een onderdruk te creëren in de ton.

Indien de geurconcentratie bijzonder hoog is of indien de combinatie van de luchtvochtigheid en temperatuur van het monster zouden kunnen leiden tot condensatie in de monsternamezak, wordt de monstername uitgevoerd door dynamisch voor te verdunnen met geurloos stikstofgas uit cylinders. Doordat stikstof inert is, kan geen chemische reactie tussen de geurstoffen in het afgas en het verdunningsmedium optreden.

De voorverdunningsgraad wordt ter plaatse opgemeten door vergelijking van het zuurstofgehalte in het luchtkanaal en in de monsternamezak. Deze bepaling gebeurt met behulp van een gasanalyser van Kane May (KM9101plus).

2.2.1.2 Olfactometrische analyse

De genomen luchtstalen worden vervolgens per koerier naar Nederland verstuurd. De olfactometrische analyses worden uitgevoerd door het gecertificeerde laboratorium PRA OdourNet (Amsterdam, Nederland). De uitvoering van de analyse is in overeenstemming met de Europese norm EN 13725: 'Determination of odour concentration by dynamic olfactometry'. Het geurlaboratorium van PRAO is door de Raad van Accreditatie geaccrediteerd voor het uitvoeren van olfactometrische analyses (NKO-certificaat K077).

Monsters worden binnen 30 uur na bemonstering geanalyseerd. Wanneer de monsters te geconcentreerd zijn om als zodanig geanalyseerd te worden, kunnen ze in het laboratorium verder voorverdund worden om binnen het meetbereik van de olfactometer te komen.

De bemonsterde lucht wordt hiertoe verdund en aangeboden aan een panel van geselecteerde waarnemers. De olfactometrische analyse van een monster gaat als volgt in zijn werk. Het monster wordt in eerste instantie zover verdund aan de panelleden aangeboden dat niemand de geur kan onderscheiden van geurvrije lucht. Vanaf deze verdunningsgraad wordt het monster steeds minder ver verdund (stappen van ten hoogste een factor 2) zodat de geur steeds sterker wordt. Op het moment dat de helft van de panelleden de geur met zekerheid kan onderscheiden van geurvrije lucht, is sprake van een geurconcentratie van één odour unit per m³ lucht (ou_E/m³). De geurconcentratie in ou_E /m³ van een geurmonster is daarmee gelijk aan het aantal malen dat het monster verdund moet worden om een geurconcentratie van 1 ou_E /m³ te bereiken. Per definitie is één geureenheid per kubieke meter die concentratie, van een verbinding of een mengsel van verbindingen, die 50 % van de waarnemers nog net kan onderscheiden van geurvrije lucht.

In de hogervermelde studie van Haskoning (1994) werden de geurconcentraties nog bepaald als ge/m³ (geureenheden per kubieke meter), conform de destijds geldende NVN2820. Hierbij is 2 ge = 1 ou_E.

2.2.1.3 Bepaling fysische karakteristieken van de luchtstroom

De fysische afgaskarakteristieken zijn van belang voor het bepalen van het afgasdebiet: de hoeveelheid afgassen die per tijdseenheid wordt geëmitteerd. Tijdens de monsternamen zijn waar technisch mogelijk de relevante fysische afgasparameters luchtsnelheid, temperatuur, statische druk en vochtgehalte van de afgassen gemeten. Deze bepalingen werden uitgevoerd met een gecalibreerd meettoestel van het type TESTO 400 met bijhorende meetsondes.

2.2.2 Praktische uitvoering

De metingen werden uitgevoerd in het Autodiagnosecentrum Meetjesland N.V. te Eeklo. Zoals eerder gesteld werden geurmetingen uitgevoerd op een personenwagen met benzinemotor en een personenwagen met dieselmotor. De specificaties van de voertuigen wordt weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 : Specificaties voertuigen

	merk	model	bouwjaar	ecoscore	emissiestandaard
Benzinemotor	Renault	Twingo 1.2	2000	geen gegevens	Euro-4
Dieselmotor	Volvo	V50 1.6 D	2005	52	Euro-3

De ecoscore geeft de totale milieuvriendelijkheid van een voertuig weer op een schaal van 0 tot 100. Hoe hoger de score, des te milieuvriendelijker het voertuig.

Ter hoogte van de uitlaat van de wagens werden luchtmonsters genomen voor olfactometrische analyse. Tevens werden enkele debietsmetingen uitgevoerd. Enkele foto's van de uitgevoerde metingen worden getoond in Figuur 1.



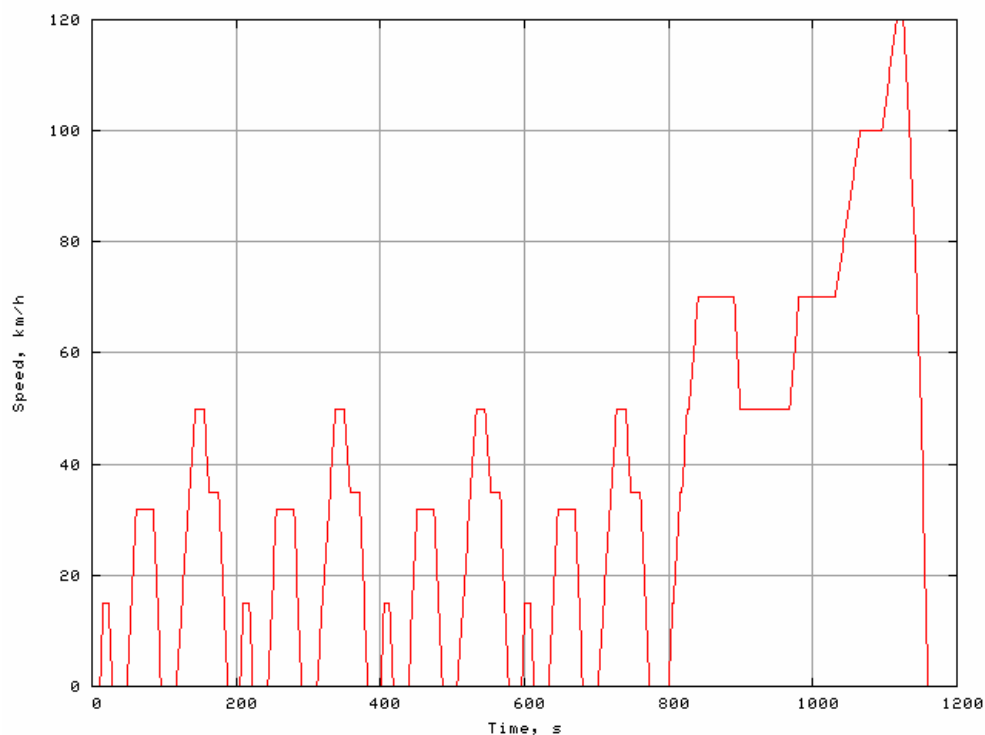
Figuur 1 : Uitvoering geurmetingen op testbank

Volgende rijcycli werden gesimuleerd :

- Autosnelweg: 120 km/h (gedurende 10 minuten)
- Gewestwegen: 80 km/h (gedurende 10 minuten)
- Stadsverkeer volgens de New European Driving Cycle → 'urban' (Figuur 2). Per meting werden drie opeenvolgende cycli, zoals voorgesteld in Tabel 4 gereden. In totaal werd ongeveer 10 minuten gereden.

Tabel 4: Stadscyclus - New European Driving Cycle

snelheid (km/h)	tijd (s)
15	30
0	20
35	40
0	20
50	60
0	20



Figuur 2 : New European Driving Cycle

2.2.3 Resultaten geuremissieketallen

De resultaten van de geurmetingen worden voorgesteld in Tabel 5. Uit de analyseresultaten kan worden afgeleid dat wagens met diesel een lagere geurconcentratie uitstoten in het geval van stedelijke verkeerssituaties. Bij hogere verkeerssnelheden (80 tot 120 km/h) is de geurconcentratie van benzine wagens lager dan diesel wagens.

Tabel 5 : Resultaten olfactometrische analyses

Omschrijving conditie	Code monster	Geurconcentratie (ou _E /m ³)	Geometrisch gemiddelde geurconcentratie (ou _E /m ³)
Diesel - stadscyclus	MIRA05A/1	1 329	
	MIRA05A/2	895	1 091
Diesel - 80	MIRA05A/3	993	
	MIRA05A/4	545	736
Diesel - 120	MIRA05A/5	686	
	MIRA05A/6	1 516	1 020
Benzine - stadscyclus	MIRA05A/7	3 766	
	MIRA05A/8	1 323	2 232
Benzine - 80	MIRA05A/9	359	
	MIRA05A/10	479	415
Benzine - 120	MIRA05A/11	107	
	MIRA05A/12	82	94

Uit deze geurconcentraties worden geuremissiekengetallen (aantal geureenheden per afgelegde kilometer) afgeleid (Tabel 6). Deze geuremissiekengetallen worden verder gebruikt bij de modellering van de geurimmissiesituatie door verkeer op Vlaams niveau.

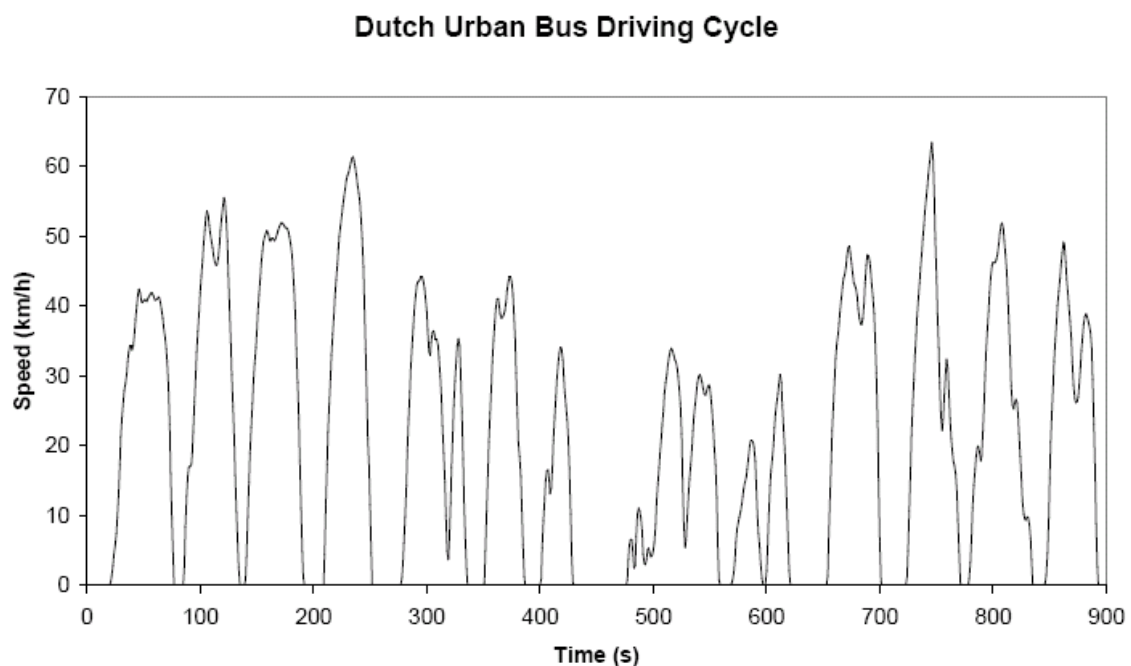
Tabel 6: Bepaling geureenheden per afgelegde kilometer voor personenauto's

Omschrijving conditie	Geurconcentratie (ou _E /m ³)	Nat afgasdebiet (m ³ /h)	Geuremissie (ou _E /s)	Aantal s/km	Geureenheden per afgelegde km (ou _E /km)
Diesel - stadscyclus	1 091	31.9	9.66	141	1 363
Diesel - 80	736	74.9	15.31	45	689
Diesel - 120	1 020	117.4	33.26	30	998
Benzine - stadscyclus	2 232	31.8	19.72	141	2 780
Benzine - 80	415	41.4	4.77	45	215
Benzine - 120	94	56.4	1.47	30	44

2.3 Emissiekengetallen voor bussen en vrachtwagens

De emissiekengetallen voor bussen en vrachtwagens zijn gebaseerd op metingen uitgevoerd door VITO. Het betreft geurmetingen uitgevoerd aan een bus met SCRT-filter, in het kader van een meetreeks uitgevoerd voor de onderzoeksopdracht 'Geurmetingen aan een SCRT-bus' in opdracht van het Ministerie LNE, afdeling Lucht, Hinder, Milieu & Gezondheid (2005/MIM/R/152).

De geurmetingen aan de bus werden door VITO uitgevoerd in oktober 2005. De metingen werden uitgevoerd bij een DUBDC-cyclus (Dutch Urban Bus Driving Cycle). Op 15 minuten werd 5,2 km afgelegd. De gemiddelde snelheid bedroeg dus 20.8 km/h.



Figuur 3 : Dutch Urban Bus Driving Cycle

Vóór de katalysator werd een geurconcentratie gemeten van 5 488 ou_E/m³. Om een emissiekengetal te kunnen bepalen in de vorm van aantal ou_E per afgelegde kilometer, is een afgasdebiet nodig. Het afgasdebiet aan de bus werd niet bepaald in de VITO-studie. Om toch een geuremissiekengetal te kunnen bepalen, werd een afgasdebiet van 135 m³/h afgeleid uit het rapport 'Geuremissie wegverkeer' van Haskoning (1994). Hieruit volgt een geuremissiekengetal voor bussen van 35 603 ou_E/km.

Tabel 7: Bepaling geureenheden per afgelegde kilometer voor bussen

Omschrijving conditie	Geurconcentratie (ou _E /m ³)	Nat afgasdebiet (m ³ /h)	Geuremissie (ou _E /s)	Aantal s/km	Geureenheden per afgelegde km (ou _E /km)
Bus in stadsverkeer	5 488	135	205.8	173	35 603

Omdat een katalysator bij bussen niet algemeen gebruikt wordt, werd geopteerd om met de geurmeting zonder katalysator verder te werken.

Voor vrachtwagens zijn geen recente geuremissiekengetallen voorhanden. In het kader van dit project werd geopteerd om het geuremissiekengetal, bepaald voor bussen, eveneens toe te passen voor vrachtwagens, gezien de vermoedelijk gelijkaardige emissies. Het berekende geuremissiekengetal zal verder gebruikt worden bij de modellering na extrapolatie voor andere snelheden (cf. §3.2.3.2).

2.4 Conclusie emissiekengetallen

De emissiefactoren, gemeten in het kader van deze studie (§2.2.3), zijn ongeveer een factor 10 lager zijn dan de emissiefactoren bepaald door Haskoning (§2.1). Dit verschil is voornamelijk het gevolg van de evoluties in de motortechnologie.

In een studie van Transport & Mobility Leuven¹ omtrent de emissies van het wegverkeer in België blijkt dat auto's, vrachtwagens, bussen en motorfietsen steeds milieuvriendelijker worden, waardoor de emissies van het wegtransport spectaculair dalen. Zo is de uitstoot van stikstofoxiden (NO_x) en van fijn stof (PM) op 15 jaar gehalveerd, en deze van onverbrande koolwaterstoffen (VOC) tot 1/10de herleid, ondanks de sterke groei van de mobiliteit. In de toekomst zal deze trend zich versneld doorzetten. Op basis van een voorspelling met een simulatiemodel wordt de komende 10 jaar opnieuw een halvering van de NO_x- en PM-emissies verwacht.

Deze gunstige evolutie is voornamelijk te danken aan de sterk verbeterde motortechnologie. Die kwam er onder impuls van Europa, dat sinds de jaren '90 steeds strengere normen voor uitlaatgassen afvaardigt. Vanaf 2006 moeten nieuwe auto's voldoen aan de Euro 4 norm. Recent werd bekend dat er ook een Euro 5 norm komt, die het fijn stof vermindert met nog eens 80%.

¹ Emissies van het wegverkeer in België 1990-2030, Transport & Mobility Leuven (2006)

3. Modelling

3.1 Literatuur

Mogelijk beschikbare modellen die, mits enige aanpassingen, een immissiekaart voor Vlaanderen kunnen genereren, zijn :

- IFDM (immissie frequentie distributie model) is een bi-Gaussiaans dispersiemodel met de dispersieparameters van Bultynck-Malet, welke typisch zijn voor de atmosferische verspreidingscondities in Vlaanderen (en West Europa). Een typische modellering gebruikt één jaar uurlijkse meteorologische parameters en de emissies van één bepaalde niet-reactieve pollutant door punt- en oppervlaktebronnen. IFDM wordt tevens gebruikt voor de modellering van geuremissies.
- Met het Nederlandse Nieuw Nationaal Model (NNM) kan de verspreiding van emissies in de lucht worden berekend. Het NNM wordt toegepast bij het vaststellen van de kwaliteit van buitenlucht, bijvoorbeeld in het kader van milieuvergunningen.
- Aan de UGent, vakgroep Organisch Chemie, werd, in kader van een afstudeerwerk², een model ontwikkeld, specifiek voor atmosferische dispersie bij inversie, lage windsnelheden en lage bronhoogtes.
- CAR II (Calculation of Air pollution from Road traffic) is ontwikkeld voor het berekenen van de luchtkwaliteit in/langs wegen. Het is een eenvoudig, hanteerbaar model waarmee op een snelle manier inzicht verkregen wordt in de luchtkwaliteit in straten en langs verkeerswegen.
- Het MIMOSA-model is een milieu-impactmodule die de emissies van zestien luchtverontreinigende stoffen afkomstig van het verkeer simuleert. Het model maakt gebruik van de meest recente gegevens betreffende voertuigkarakteristieken en de definitie van het wagenpark.
- In kader van de MIRA-rapporten³ wordt voor het thema geluid een geluidskaart opgesteld voor Vlaanderen op basis van verkeersgegevens op de belangrijkste wegen berekend door het verkeerscentrum Antwerpen. Het gebruikte model is in overeenstemming met standaardrekenmethodes, maar houdt enkel rekening met een gemiddelde bebouwingsgraad en niet met de individuele woningen en andere afschermdende objecten. Dit model werd ontwikkeld aan de UGent, vakgroep Informatietechnologie.

Bovenstaande modellen zijn ofwel geschikt voor het modelleren van geurdispersie ofwel voor het berekenen van verkeersemisies / -immissies. De mogelijkheden en/of beperkingen van de verschillende modellen worden weergegeven in Tabel 8.

² Timothy Van Renterghem 'Atmosferische dispersiemodellering bij inversie, lage windsnelheden en lage bronhoogte', afstudeerwerk Universiteit Gent, 1999

³ MIRA (2005) Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2005, *Hinder: Lawaai, Botteldooren D., Dekoninck L., De Muer T., Lauriks W., Caerels J., Bossuyt M.*, Vlaamse Milieumaatschappij, www.milieurapport.be

Tabel 8 : Beschikbare modellen met hun mogelijkheden en beperkingen

Model	Mogelijkheden/beperkingen
Geur	
IFDM	Niet geschikt voor diffuse bronnen of bronnen op lage hoogte Input van lijnbron niet mogelijk Beperkt aantal puntbronnen mogelijk Geen verkeersgegevens aanwezig
Nieuw Nationaal Model (Nederland)	Emissie wordt berekend op basis van emissiefactoren van Haskoning Input lijn bron niet mogelijk, weg ingeven als verzameling van puntbronnen Bij de lange termijnberekening (immissie) kan maximaal een gebied van 25x25km berekend worden Toepassing : eerder lokaal
Model UGent (Timothy Van Renterghem)	Geschikt voor emissiebron op lage hoogte Het doorrekenen van kleinere gebieden
Verkeer	
CAR II	Berekening van emissie en immissiesituatie van een aantal chemische componenten Emissiefactoren voor geur niet aanwezig Toepasbaar op lokale schaal, bv. voor de aanleg van straat
Mimosa	Berekening van emissie van bepaalde chemische componenten Geuremissiefactor niet aanwezig, maar zou kunnen toegevoegd worden Berekening per wegsegment Omzetting van emissie naar immissie dient nog te worden toegevoegd
Andere	
MIRA - model geluid (BASS)	Voor het genereren van een geluidsimmissiekaart door verkeer is een model voorhanden Model kan aangepast worden met specifieke formules voor geurverspreiding Berekening in receptorpunten

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er geen kant en klaar model voorhanden is om de immissiesituatie voor geur van verkeer door te rekenen op het Vlaamse niveau. Aangezien het model voor geluid uit de MIRA-rapporten het dichtst aanleunt bij hetgeen de uiteindelijke output dient te zijn, werd geopteerd om hiermee verder te werken voor het opstellen van een geurimmissiekaart voor Vlaanderen. Het herwerkte model voor het opstellen van de geurimmissiekaart zal verder benoemd worden als het model GASS (Gas Simulation Software, naar analogie met BASS of Beamtracers for Acoustical Simulation Software).

3.2 Model GASS

3.2.1 Propagatiemodel

Het Bi-Gaussiaans verspreidingsmodel, zoals beschreven in de scriptie 'Atmosferische dispersiemodellering bij inversie, lage windsnelheden en lage bronhoogtes'⁴, werd aangewend voor de berekening van de propagatie van bron naar ontvanger. Onderstaande formule vat dit model samen :

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u_{\text{Heff}} \sigma_y \sigma_z} e^{-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}} \left[e^{-\frac{(z - \text{Heff})^2}{2\sigma_z^2}} + \alpha e^{-\frac{(z + \text{Heff})^2}{2\sigma_z^2}} \right]$$

Waarbij :

Q = massa-emissiedebiet of bronterm

u_{Heff} = windsnelheid op effectieve bronhoogte

H_{eff} = effectieve bronhoogte

α = reflectiecoëfficiënt op de grond

σ_y = laterale dispersiecoëfficiënt

σ_z = verticale dispersiecoëfficiënt

Deze formule beschrijft in functie van de afstand x en de hoogte z wat de overdracht is van geur tussen bron en ontvanger. De variabele y beschrijft de afstand loodrecht op de windrichting. H_{eff} is de bronhoogte terwijl u_{Heff} de windsnelheid is op diezelfde bronhoogte.

De verspreidingsparameters σ_y en σ_z beschrijven hoe de geurpluim zich gedraagt in de wind. σ_z bepaalt het hoogteprofiel van de pluim, terwijl σ_y bepaalt hoe breed de geurpluim in functie van de wind en luchtstabiliteit is. Volgende parametermodellen werden gebruikt

- σ_y volgens Cirillo en Poli⁵ om rekening te houden met de lage bronhoogte

$$\sigma_y = x \cdot \sqrt{\sinh \sigma_\theta^2}$$

met σ_θ = standaardafwijking op de horizontale windrichtingshoek

- σ_z volgens het standaard Pasquill/Gifford⁶-model met de benadering van Green⁷ e.a.

$$\sigma_z = \frac{s \cdot x}{\left(1 + \frac{x}{a}\right)^q}$$

met a = constante i.f.v. stabiliteitsklasse

s = constante i.f.v. stabiliteitsklasse

⁴ Timothy Van Renterghem 'Atmosferische dispersiemodellering bij inversie, lage windsnelheden en lage bronhoogte', afstudeerwerk Universiteit Gent, 1999

⁵ CIRILLO, M.C. & POLI A.A. (1992). An intercomparison of semiempirical diffusion models under low wind speed, table conditions. Atmospheric environment, 26A, 765-774.

⁶ PASQUILL, F. (1961). The estimation of dispersion of windborne material. Meteorological Magazine, 90, 30-49

⁷ GREEN, A.E., SINGHAI, R.P. & VENKATESWAR, R. (1980). Analytical extensions of the gaussian plume model; Journal of the Air Pollution Control Association, 30, 773-776.

De verschillende parameters worden gegeven in functie van de stabiliteitsklassen A tot F (Tabel 9). De parameters s en q zijn dimensieloos en worden gebruikt om de vorm van de pluim te beschrijven. σ_θ geeft aan wat de spreiding is op de windrichting in functie van de stabiliteitsklasse.

Tabel 9: Parameters Bi-Gaussiaans model

Stabiliteitsklasse	a (m)	s	q	σ_θ	u (H_{eff}) [m/s]
A	927	0.1020	-1.918	25.0	1.15
B	370	0.0962	-0.101	20.0	1.51
C	283	0.0722	0.102	15.0	1.87
D	707	0.0475	0.465	10.0	1.44
E	1 070	0.0335	0.624	5.0	0.99
F	1 170	0.0220	0.700	2.5	0.59

Voor de geuremissie van zowel personen- als vrachtwagens werd een bronhoogte van 20 cm verondersteld, overeenkomstig de uitlaat. Door deze lage bronhoogte reflecteert een aanzienlijk gedeelte van de geurwolk op de grond. Hiermee werd rekening gehouden door de reflectieparameter gelijk aan één te veronderstellen. Bij fixatie van gassen op de grond is $\alpha = 0$; bij niet-poreuze betonnen vloer kan de reflectie bij benadering gelijk gesteld worden aan één. Voor de eenvoud en bij gebrek aan gegevens omtrent reflectiewaarden wordt bij het gebruik van bovenvermelde formule de reflectiecoëfficiënt op de grond ($=\alpha$) ingesteld op één. Dit is tevens een 'worst-case' benadering.

3.2.2 Meteo

Omwille van zijn relatief centrale ligging, alsook de grote hoeveelheid beschikbare data werd gebruik gemaakt van het KMI meetstation te Semmerzake. Op basis van metedata van 2004 en 2005 van dit meetstation werd een relatieve verdeling opgemaakt van de luchtstabiliteitsklassen volgens Pasquill. Tevens werd de effectieve windsnelheid bepaald op een bronhoogte van 20 cm, overeenkomstig de uitlaat van een wagen.

De resultaten worden weergegeven in Tabel 10.

Tabel 10: Relatieve verdeling luchtstabiliteitsklassen volgens Pasquill en corresponderende gemiddelde windsnelheden op 0.2 m hoogte

Stabiliteitsklasse volgens Pasquill	Relatief voorkomen stabiliteitsklassen (%)	Windsnelheid op 0.2 m hoogte
A	6.6	1.15
B	12.8	1.51
C	9.3	1.87
D	54.3	1.44
E	3.4	0.99
F	13.5	0.59

3.2.3 Geuremissiekengetallen

3.2.3.1 Personenwagens

Door middel van geurmetingen werden emissiekengetallen voor personenwagens bepaald (cf. §2.2). Een kengetal werd bepaald voor benzine- en dieselwagens bij stadscyclus (30 km/h), 80 km/h en 120 km/h. In het model zal een verhouding van 51.1% benzine- en 47.4% dieselwagens⁸ gebruikt worden, overeenkomstig de situatie van het wagenpark in 2004 (Tabel 2). Zoals eerder vermeld worden de LPG en andere wagens niet meegenomen.

Een overzicht van de emissiekengetallen wordt gegeven in Tabel 6.

3.2.3.2 Vrachtwagens/bussen

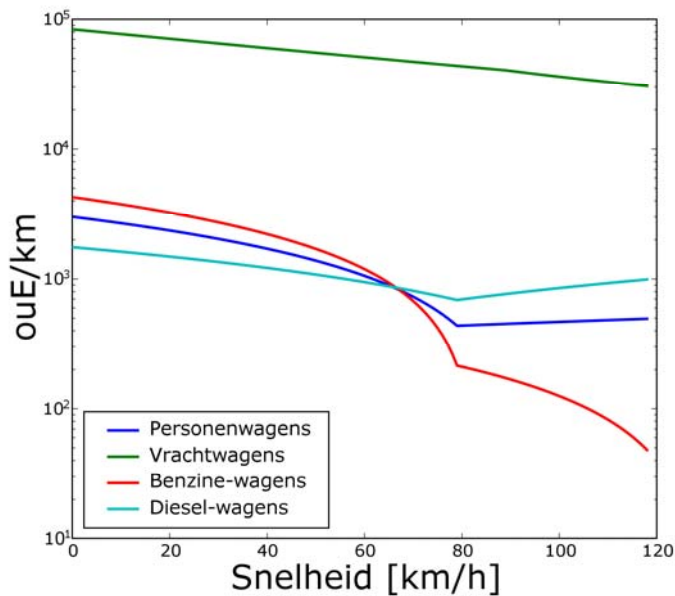
Voor bussen en vrachtwagens is enkel een geuremissiekengetal voorhanden voor een stadscyclus. Voor het genereren van kengetallen voor andere snelheden wordt gebruik gemaakt van een tabel met geuremissie in functie van snelheid. Deze tabel is gebaseerd op de VOC uitstoot in functie van snelheid uit 'Verkeersindices: congestie- en milieukosten', Transport & Mobility Leuven, 2002 (zie Bijlage A). Deze emissie wordt verder gecorrigeerd op basis van de meetresultaten van de VITO-studie, zodat het emissiekengetal afgeleid uit de curve bij een gemiddelde snelheid van 21 km/h overeenstemt met het emissiekengetal bepaald m.b.v. de metingen.

3.2.3.3 Emissiecurven

De emissiecurves worden weergegeven in Figuur 4. Voor personenwagens bestaan deze uit een lineaire interpolatie in functie van de snelheid. De figuur bevat de emissiecurves voor benzine- en dieselwagens en hun gezamenlijke emissie (personenwagens) waarbij de beschreven verdeelsleutel werd gehanteerd.

Het verloop van de emissie voor vrachtwagens is het geschaalde 4^e graadsverloop in functie van de snelheid uit de studie 'Verkeersindices : congestie- en milieukosten' (Transport & Mobility Leuven, 2002).

⁸ www.febiac.be



Figuur 4: Emissiecurven

3.2.3.4 Verkeersintensiteiten

Het verkeersmodel, aangeleverd door het verkeerscentrum Antwerpen⁹ werd gebruikt om de intensiteiten op de wegsegmenten te bepalen. Dit model berekent voor elk uur van de dag de intensiteit van personenwagens en vrachtwagens en hun gezamenlijk gemiddelde snelheid. Hiervoor worden de gegevens van een paar honderd telposten gebruikt samen met de karakterisering van de wegen. Effecten van filevorming zijn tot op zeker hoogte aanwezig. Voor het beoogde project, namelijk het doorrekenen van geurimmissie gekoppeld aan hinder over de volledige oppervlakte van Vlaanderen, is het rechtstreeks gebruiken van een dergelijke hoeveelheid ruwe data echter rekentechnisch niet haalbaar. Daarom werden de urengegevens geaggregeerd tot een totale verkeersintensiteit voor één dag, uitgemiddeld over een jaar. Per wegsegment werd gebruik gemaakt van :

- Intensiteit van personenwagens
- Intensiteit van vrachtwagens
- Gemiddelde snelheid

Als de gemiddelde snelheid boven de 90 km/h uitkomt, werd deze voor de vrachtwagens gelimiteerd tot 90 km/h. De wegsegmenten die samen het wegennetwerk vormen, bestaan uit alle grote wegen in Vlaanderen. In de praktijk betekent dit dat alle snelwegen, ringwegen, gewestwegen en belangrijke verbindingswegen van lagere categoriën opgenomen zijn in het netwerk. Dit netwerk bestaat uit een 40 000-tal segmenten en omvat in totaal 18 000 km wegen. Het verkeer op de kleine wegen werd verwaarloosd. Op dit moment is het effect hiervan moeilijk in te schatten doch er wordt verondersteld dat de lage intensiteiten op deze wegen geen aanleiding zullen geven tot significant verschillende conclusies dan deze voorgesteld in dit rapport.

⁹ Verkeersmodel Verkeerscentrum Antwerpen

3.2.4 Rekenmodel

Het nauwkeurig berekenen van een 98-percentiel voor Vlaanderen vraagt het opstellen van de volledige jaardistributie. Hiertoe dient voor elke plaats in Vlaanderen de meteo in detail gekend te zijn. Deze data zijn niet beschikbaar noch is het rekentechnisch mogelijk hiermee rekening te houden voor berekeningen van dergelijk grote schaal zoals Vlaanderen.

Er werd geopteerd voor het schatten van het 98-percentiel op basis van een eenvoudiger te berekenen indicator. Deze indicator is de maximale belasting. Als het maximum gekend is en de onderliggende vorm van deze distributie, dan is het eenvoudig om het 98-percentiel af te leiden. De veronderstellingen die gemaakt worden, zijn:

1. De distributie is voor alle ontvangers in Vlaanderen gelijk van vorm.
2. Het maximum van de distributie is eenvoudig berekenbaar.

Veronderstelling 2 betekent eveneens dat de berekening van het maximum niet gevoelig is aan kleine parameterveranderingen. Om dit maximum te bepalen, zullen de meest gunstige weersomstandigheden voor geurpropagatie afgelopen worden voor elke ontvanger. Deze zijn afhankelijk van de ligging van ontvangers ten opzichte van de bronnen van geuremissie. Om de rekentijd te beperken, worden 16 mogelijke windrichtingen geprobeerd om hieruit de meest gunstige te selecteren. Voor elke windrichting wordt ook nog eens de meest gunstige stabiliteitsklasse berekend.

Veronderstelling 1 wordt gestaafd door simulaties die terug te vinden zijn in Bijlage B. Het blijkt dat voor Vlaanderen een factor 5 ($C_{p98} = C_{max} * 0.2$) mag verondersteld worden tussen het maximum en het 98-percentiel.

Op deze manier vergt het berekenen van het maximum (of een schatting daarvan) aanzienlijk minder tijd dan het opstellen van de volledige distributie van immissiewaarden om daaruit het 98-percentiel te halen.

Samengevat ziet de procedure voor het berekenen van het maximum voor iedere ontvanger er als volgt uit :

Selecteer bronnen binnen een straal van 1000 m van een ontvanger

Voor alle 16 mogelijke windrichtingsklassen:

Bereken voor elke bron zijn maximaal mogelijk bijdrage over alle mogelijke stabiliteitsklassen heen en tel deze op.

Neem uit de 16 bekomen resultaten het maximum en gebruik dit als immissie voor deze ontvanger.

Selecteer volgende ontvanger.

Concreet wil dit zeggen dat iedere ontvanger geur ontvangt vanuit alle windrichtingen tegelijk en van alle bronnen binnen een straal van 1 km rond de ontvanger. Dit is met andere woorden een 'worst case' scenario.

Berekeningen werden uitgevoerd voor zowel de geografisch gelokaliseerde SLO-enquête-punten (4789 punten) als op een quasi-regelmatig grid. Dit grid bestaat uit 1 000 000 punten die verdeeld worden per km² op basis van de bevolkingsdichtheid in die km². Dit betekent dat in buitengebied de resolutie terugvalt op 300 m terwijl deze in stedelijk gebied op 30 m uitkomt. De fijnste resolutie is afgestemd op de brondiscretisatie van 30 m. Een nog fijnere ontvangersresolutie moet gepaard gaan met een fijnere brondiscretisatie. Om problemen te vermijden met ontvangers die te dicht bij wegen gelegen zijn, wat onrealistisch hoge concentraties zou

opleveren, worden ontvangers op minder dan 10 m van een weg verwijderd. Meer bepaald zou het kunnen dat er punten van het quasi-grid op een weg terecht komen, waardoor bij interpolatie naar een grid problemen ontstaan. Om deze redenen en aangezien slechts weinig mensen wonen op minder dan 10 m van de centerlijn van de weg, werden deze punten weg gefilterd.

Een voorbeeld van het grid wordt gegeven in onderstaande figuur.



Figuur 5 : Voorbeeldgrid voor omgeving van Gent

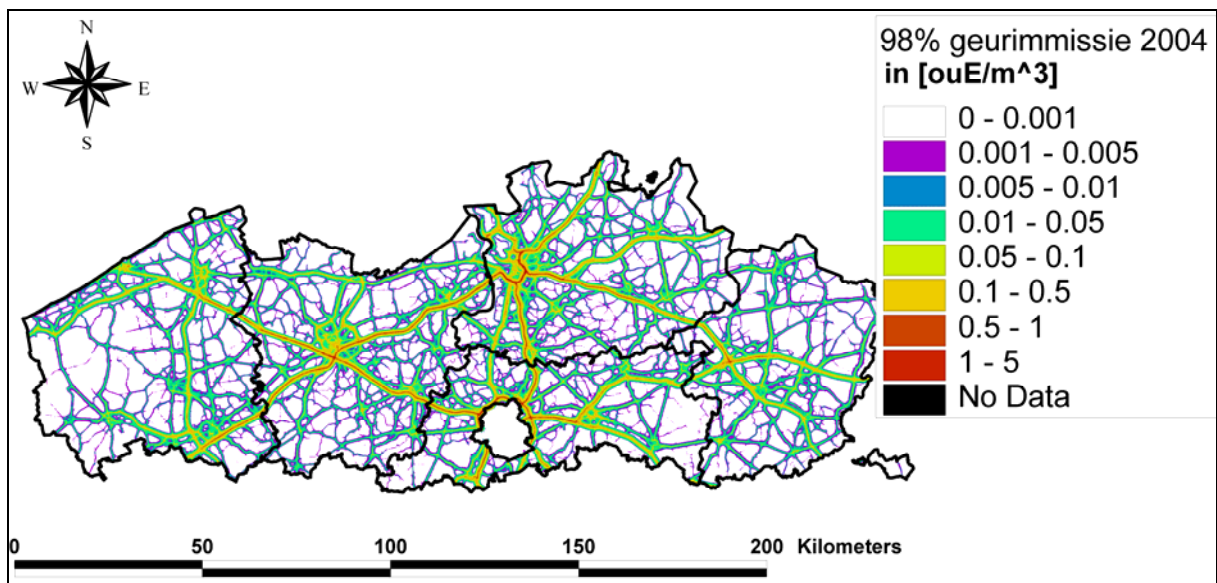
4. Resultaat

4.1 Geurimmissiekaart

Als resultaat van de modellering wordt een overzichtskaart bekomen van Vlaanderen (zie ook Bijlage C). Deze kaart geeft de geurimmissie weer in ou_E/m^3 als 98-percentiel.

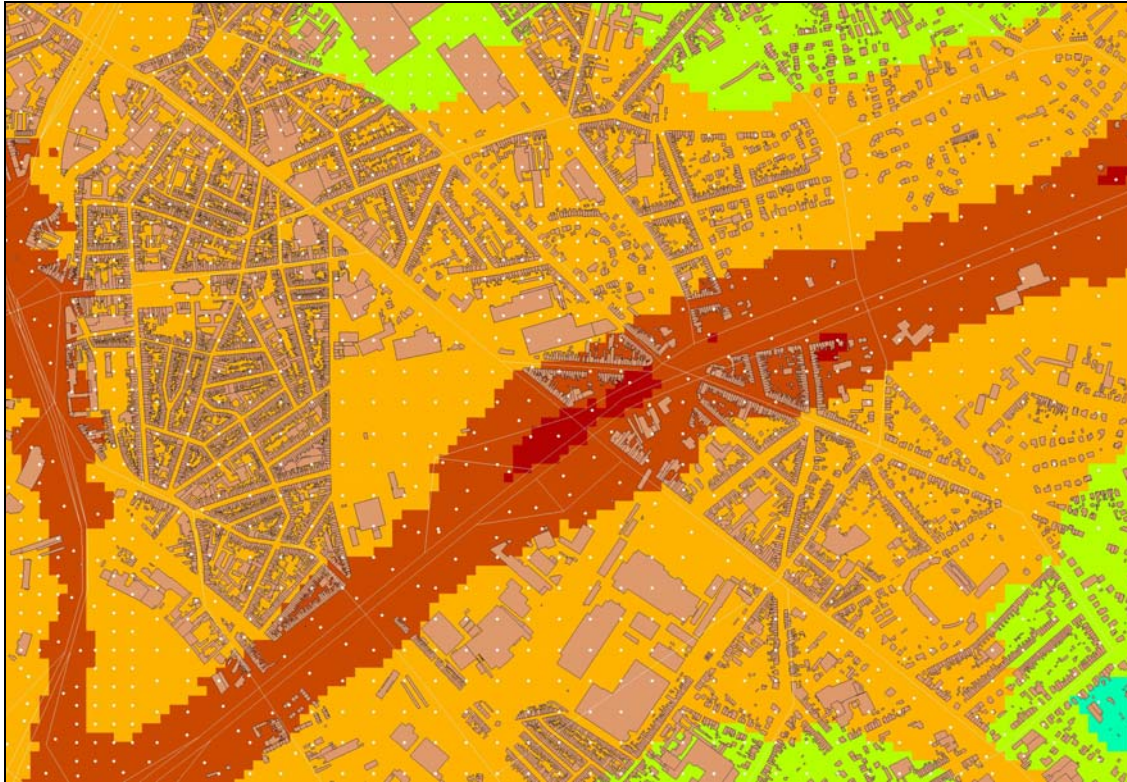
Deze kaart werd bekomen door interpolatie op basis van het quasi-regelmatige grid. De resultaten zijn gebaseerd op de verkeersintensiteiten van het jaar 2004.

Als gevolg van het dichte wegennetwerk en de hoge verkeersintensiteiten zijn vooral grote steden, zoals Gent, Antwerpen, Brussel zichtbaar als gebied met hogere geurbelasting. In de provincies West-Vlaanderen en Limburg worden lagere geurconcentraties berekend.



Figuur 6 : Geurimmissiekaart a.g.v. verkeer in Vlaanderen

Ter illustratie wordt ingezoomd een deel van deze immissiekaart, namelijk een wijk te Gentbrugge. De legende is dezelfde van Figuur 6.



Figuur 7 : Detailkaart wijk in Gentbrugge (legende zoals Figuur 6)

4.2 Blootstelling van de bevolking aan geur door wegverkeer

Het doel van deze studie is een beter beeld te krijgen van geurhinder door verkeer in Vlaanderen en op termijn een indicator te ontwikkelen die het verloop van deze bron van hinder kan weergeven in de tijd.

Aan de hand van de geurimmissiekaart in combinatie met de gegevens over bevolkingsdichtheid (2001) wordt de blootstelling van de bevolking aan geur van verkeersemissies berekend. De gegevens over de bevolkingsdichtheid zijn gebaseerd op een volkstelling per statistische sector¹⁰. Hierdoor kan een inschatting gemaakt worden van het aantal potentieel gehinderden van geur door wegverkeer.

Tabel 11 geeft het aantal mensen weer in elke immissiecontour met daarbij het relatief aandeel van de bevolking. Deze contouren zijn logaritmisch daar de hinder een lineair verloop vertoont in functie van het logaritme van de 98-percentiel concentratie.

¹⁰ Dekoninck L. en Botteldooren D. (2001). 'GIS Treinlawaaï', studie in opdracht van de VMM

Tabel 11: Blootstelling aan geurconcentraties in Vlaanderen

Concentratie ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ als 98-percentiel)	Aantal blootgestelden	Relatief aandeel bevolking (%)
0.000 - 0.001	395 000	6.6
0.001 - 0.005	917 000	15.3
0.005 - 0.01	801 000	13.4
0.01 - 0.05	2 401 000	40.1
0.05 - 0.1	819 000	13.7
0.1 - 0.5	604 000	10.1
0.5 - 1.0	46 830	0.78
1.0 - 5.0	4 130	0.07
Totaal	5 987 800	

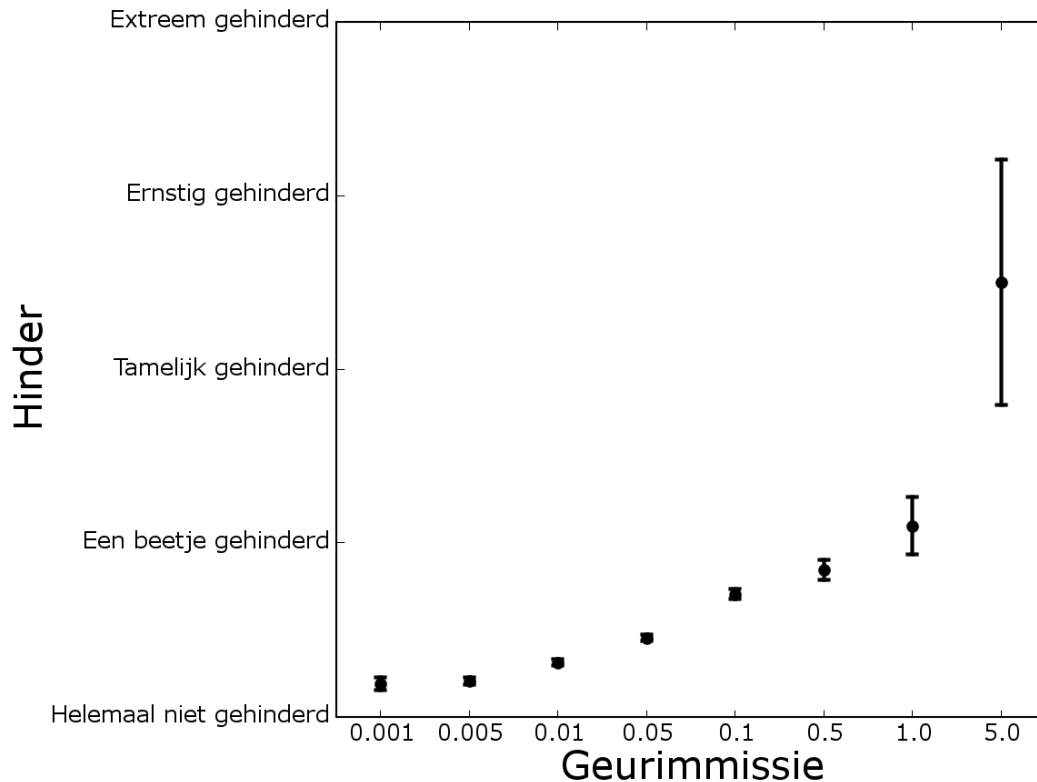
Ter validatie van de uitgevoerde berekeningen werden de locaties, waar de SLO-enquête werd uitgevoerd, gekoppeld aan de geurconcentraties uit de geurimmissiekaart. Hiertoe werd geteld per reactie op geur ('extreem gehinderd', 'ernstig gehinderd', 'matig gehinderd') wat het relatieve aandeel was van de SLO-enquête. Dit aantal werd dan geëxtrapoleerd naar de totale bevolking in diezelfde contour. Het resultaat wordt voorgesteld in Tabel 12. Uit deze tabel blijkt dat volgens de uitgevoerde berekeningen, de SLO-enquête niet gestratificeerd is voor geurhinder. Dit wil zeggen dat de respondenten van de SLO-enquête niet evenredig verdeeld zijn over de verschillende hindercategorieën, waardoor het nemen van op statistiek gebaseerde conclusies bemoeilijkt wordt.

Hieraan gerelateerd is de gemiddelde reactie van de mensen die deelnamen aan de SLO-enquête. Dit verloop wordt getoond in Figuur 8. Hierbij werd nagegaan in welke contour de respondenten van de SLO gesitueerd zijn en wat ze geantwoord hebben op de vraag hoe ernstig ze gehinderd zijn door wegverkeer. Een gemiddelde van de reacties van de respondenten (waarbij 1 = niet gehinderd en 5 = extreem gehinderd) werd uitgezet t.o.v. een as met de maximum immissieconcentraties per contour. Voor elke waarde werd tevens een foutenmarge uitgezet.

Tabel 12: Koppeling locaties SLO-enquête aan geurconcentraties van de immissiekaart

Relatief aandeel bevolking [%]	SLO	Vlaanderen ¹¹
Extreem gehinderd	0.7	0.8
Ernstig gehinderd	2.9	2.5
Gehinderd	10.2	8.0

¹¹ Som (relatief aandeel SLO in contour x * bevolking in contour x)



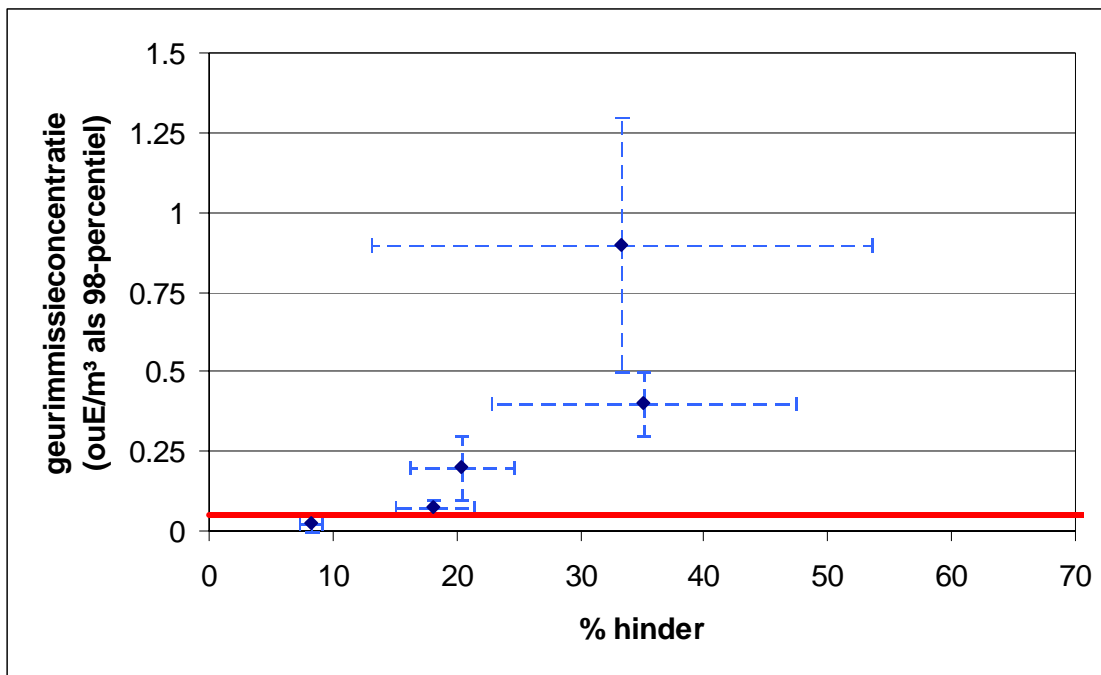
Figuur 8 : Gemiddelde reactie op geurimmissie (ou_e/m³ als 98-percentiel)

4.3 Afleiden van een aanvaardbaarheidsniveau

Het berekende effect van de verspreidingsberekeningen kan getoetst worden aan de resultaten van de SLO door de berekende geurimmissieconcentraties als percentielwaarden (geurimmissiekaart) te koppelen aan de hinderpercentages bekomen uit de SLO.

Dit gebeurt door binnen verschillende geurconcentratiebanden het percentage geurgehinderden door wegverkeer te bepalen. Vervolgens worden de geurimmissieconcentraties van deze concentratiebanden uitgezet ten opzichte van de hinderpercentages en kan worden nagegaan of er een verband bestaat tussen beide. Hieruit kan eventueel een aanvaardbaarheidsgrens worden afgeleid. Voor de toegepaste methodiek wordt verwezen naar de studie '*Voorstellen van een geschikte methode om nuleffectniveaus van geurhinder te vertalen naar normen en toepassing op 5 pilotsectoren*', (Aminal, 2002).

De koppeling van geurimmissie (98-P, se/m³) en hinderprofiel wordt weergegeven in Figuur 9. De foutenvlaggen in Y-richting geven de concentratiebanden weer (met centraal de gemiddelde concentratie binnen de band), de foutenvlaggen in de X-richting zijn de betrouwbaarheidsintervallen voor de bijhorende hinderpercentages (95%-betrouwbaarheidsniveau).



Figuur 9 : Koppeling van hinderprofiel met geurimmissieconcentratie

Op basis van de relatie tussen geurimmissieconcentratie en hinderpercentage kan getracht worden om een nuleffectniveau voor geur van verkeer af te leiden. Om de volgende benadering juist te interpreteren is het belangrijk om de definitie van het nuleffectniveau te beschouwen. Het nuleffectniveau wordt gedefinieerd als het ‘achtergrondniveau, het hinderniveau in een controlegroep buiten de invloedssfeer van de bron gelegen’. Bij concentraties hoger dan het nuleffectniveau begint de invloed van de bron mee te spelen. Het nuleffectniveau geeft dus de overgang aan van de zone waar het effect van de bron niet merkbaar is naar de zone waar de invloed van de bron begint op te treden.

Uit Figuur 9 kan het volgende afgeleid worden :

- De hinderpercentages stijgen bij toenemende immissieconcentratie tot ongeveer 0,5 ouE/m³ als 98-percentiel.
- Vanaf een geurconcentratie van 0.5 ouE/m³ als 98-percentiel blijft het hinderpercentage ongeveer gelijk, namelijk 35%.
- Bij een geurconcentratie van 0.05 ouE/m³ als 98-percentiel is er geen overlapping meer van de betrouwbaarheidsintervallen van de hinderpercentages (foutenvlaggen in X-richting).

Bijgevolg kan visueel een nuleffectniveau afgeleid worden van 0.05 ouE/m³ als 98-percentiel (rode lijn in Figuur 9).

Om een statistisch correct nuleffectniveau te bekomen, dienen statistische toetsen te worden uitgevoerd. De resultaten, bekomen in Figuur 9, worden statistisch gevalideerd aan de hand van chikwadraattoetsen. In Tabel 13 worden aan de hand van chikwadraattoetsen de significante verbanden in hinderpercentage over de verschillende geurconcentratiebanden aangetoond. De getallen die in de tabel worden weergegeven zijn de bekomen toetsingsgrootheden. Daarnaast wordt met een sterretje (*) aangegeven of er een significant verschil bestaat tussen de hinderpercentages van de geurconcentratiebanden.

Tabel 13 : Statistische validatie van de resultaten van hinderpercentages als functie van de jaargemiddelde geurconcentratie (98-percentielen)

Geurconcentratie (ou _E /m ³) als 98-percentiel	Gehinderden (aantal)		χ^2 Geurconcentratie (ou _E /m ³) als 98-percentiel				
	Niet/nauwelijks gehinderd door geur van wegverkeer	Tenminste tamelijk gehinderd door geur van wegverkeer	< 0.05 ou _E /m ³	0.05 - 0.1 ou _E /m ³	0.1 - 0.3 ou _E /m ³	0.3 - 0.5 ou _E /m ³	> 0.5 ou _E /m ³
< 0.05 ou _E /m ³	3 494	311		58.035*	54.812*	51.914*	17.348*
0.05 - 0.1 ou _E /m ³	468	104			0.650	9.360*	3.056
0.1 - 0.3 ou _E /m ³	266	68				6.056*	1.996
0.3 - 0.5 ou _E /m ³	37	20					0.021
> 0.5 ou _E /m ³	14	7					

* significant verschil op het 5% niveau

Bovenstaande tabel geeft aan dat er een significant verband kan optreden tussen hinderpercentage en geurimmissieconcentratie vanaf een immissieconcentratie van 0.05 ou_E/m³ als 98-percentiel. Vanaf deze geurconcentratie begint er een invloed van de bron, in dit geval wegverkeer, begint op te treden.

Uit Tabel 11 blijkt dat 1 473 960 mensen in Vlaanderen blootgesteld worden aan een geurimmissieconcentratie van meer dan 0.05 ou_E/m³ als 98-percentiel, dit is ongeveer 25 % van de Vlaamse bevolking.

Uit de resultaten van de SLO-enquête blijkt dat 11 % van de Vlamingen gehinderd is door geur van wegverkeer. 4 % van de respondenten was gesitueerd in de concentratiezone van meer dan 0.05 ou_E/m³ als 98-percentiel.

5. Besluit

5.1 Conclusies

In het kader van onderzoek ter ondersteuning van de milieuraapportering werd een onderzoeksproject uitgewerkt rond 'Geurhinder door verkeer'.

Evaluatie van de beschikbare datasets geuremissiekengetallen voor verschillende voertuigtypes en verschillende brandstoffen tonen aan dat deze niet meer relevant waren voor het huidige wagenpark. Voor personenwagens op benzine en diesel werden nieuwe emissiekengetallen opgesteld aan de hand van een beperkt aantal olfactometrische metingen. Emissiekengetallen voor bussen en vrachtwagens werden gebaseerd op emissiemetingen, uitgevoerd bij een SCRT-bus.

Kant-en-klare modellen om de immissiesituatie door te rekenen op Vlaams niveau zijn niet beschikbaar. Daarom werd in deze studie een bestaand geluidsmodel (BASS) voor het berekenen van een geluidsimmissiekaart voor Vlaanderen, herwerkt tot een nieuw model (GASS), zodat een geurimmissiekaart kan worden opgesteld.

Op deze geurimmissiekaart is de 'Vlaamse ruit', het economisch centrumgebied tussen Antwerpen, Gent, Brussel en Leuven, duidelijk zichtbaar als gebied met hogere geurbelasting, voornamelijk als het gevolg van het dichte wegennetwerk en de hoge verkeersintensiteiten. In de provincies West-Vlaanderen en Limburg werden lagere concentraties berekend. Door de geurimmissiekaart te combineren met gegevens over bevolkingsdichtheid werd de blootstelling van de bevolking aan geur van verkeersemisies berekend.

Het berekende effect van de dispersiemodellering kan getoetst worden aan de resultaten van het SLO door de berekende geurimmissieconcentraties als percentielwaarden (geurimmissiekaart) te koppelen aan de hinderpercentages bekomen uit het SLO. Op basis van de relatie tussen geurimmissieconcentratie en hinderpercentage werd een nuleffectniveau voor geur van verkeer afgeleid van $0,05 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ als 98-percentiel. Dit nuleffectniveau geeft de overgang aan van de zone waar het effect van de bron niet merkbaar is naar de zone waar de invloed van de bron, in dit geval verkeer, begint op te treden.

5.2 Leemten in de kennis en mogelijkheden voor verder onderzoek

Informatie omtrent geuremissiekengetallen van voertuigen is weinig beschikbaar. In de Nederlandse literatuur zijn een aantal geuremissiekengetallen voor personenwagens en vrachtwagens terug te vinden, daterend van 1994. Gezien de voortdurende evolutie in motortechnologie en de steeds strengere normen waaraan dient te worden voldaan, kan ervan uitgegaan worden dat deze geuremissiekengetallen niet meer relevant zijn. Door middel van een beperkte meetcampagne werden een aantal emissiekengetallen bepaald voor personenwagens met benzine en diesel.

Naar de toekomst toe kan deze dataset verder uitgebreid worden met onder meer meetgegevens voor andere voertuigklassen (personenwagens, lichte en zware vrachtwagens, bussen, motorfietsen, ...), andere brandstoftypes, leeftijd voertuigen, cilinderinhoud en voertuiggewicht.

Bij het opstellen van het model GASS voor het berekenen van een geurimmissiekaart voor Vlaanderen werden een aantal veronderstellingen/vereenvoudigingen gemaakt. Bij interpretatie van de resultaten dient rekening gehouden te worden met volgende aspecten :

- Bij het propagatiemodel werd de reflectie ingesteld op 1, bij gebrek aan gegevens omtrent reflectiewaarden. (worst-case)
- Er werd gewerkt met meteogegevens van één meteorostation (nl. Semmerzake). De gegevens van dit station werden geëxtrapoleerd naar Vlaanderen.

- Voor de berekening van een 98-percentiel is het opstellen van een volledige jaardistributie nodig, dit wil zeggen dat voor elke plaats de meteo in detail gekend dient te zijn. Dit was binnen het kader van dit onderzoek niet het geval noch was dit rekentechnisch mogelijk. Daarom werd het 98-percentiel geschat op basis van de parameter maximum ($C_{p98} = C_{max} * 0.2$). Uit verdere berekeningen en analyse waarbij de emissie werd gefluctueerd in functie van het uur op de dag, blijkt dat het maximum in werkelijkheid daalt. Het afleiden van een factor die de relatie tussen maximum en 98-percentiel weergeeft, blijkt niet zo eenvoudig omdat deze in werkelijkheid toch sterker afhankelijk is van de oriëntatie van de weg t.o.v. de overheersende windrichting, dan oorspronkelijk werd vermoed.
- Door het 98-percentiel in te schatten op basis van de parameter maximum ($C_{p98} = C_{max} * 0.2$) zijn de berekende geurimmissieconcentraties lager dan zou verwacht worden uit de hinderpercentages van het SLO. Wanneer het gaat om het aantal klachten van geurhinder van wegverkeer, zou dit kunnen betekenen dat het 98-percentiel niet relevant is, maar dat een hogere percentielswaarde of zelfs het maximumniveau belangrijk wordt.

Bovenvermelde beperkingen van het model GASS kunnen als basis dienen voor verder onderzoek omtrent geuremissies /-immissies van wegverkeer.

Literatuur

AMINAL (2001) Bepalen van het percentage door geur gehinderde burgers door middel van een gestandaardiseerde enquête over de toestand van de leefomgeving in Vlaanderen (SLO-0), Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling AMINABEL. <http://lucht.milieuinfo.be/>

AMINAL (2002) Voorstellen van een geschikte methode om nuleffectniveaus van geurhinder te vertalen naar normen en toepassing op 5 pilootsectoren. Deel III : Formulering voorstel voor de 5 pilootsectoren. Besteknr. AMINAL/MNB/TWOL.2000/mjp2000-88 <http://lucht.milieuinfo.be/>

AMINAL (2004) Uitvoeren van een schriftelijke enquête ter bepaling van het percentage gehinderden door geur, geluid en licht in Vlaanderen. SLO-1-meting : eindverslag. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling AMINABEL, dossiernr. 03/361 <http://lucht.milieuinfo.be/>

CIRILLO, M.C. & POLI A.A. (1992). An intercomparison of semiempirical diffusion models under low wind speed, stable conditions. Atmospheric environment, 26A, 765-774.

EN 13725 :Air Quality - Determination of odour concentration by dynamic olfactometry (2003)

FEBIAC (2004) Evolutie van het personenwagenvoertuigpark per brandstofsoort http://www.febiac.be/nl/statistics/gen_parc.asp

GREEN, A.E., SINGHAI, R.P. & VENKATESWAR, R. (1980). Analytical extensions of the gaussian plume model ; Journal of the Air Pollution Control Association, 30, 773-776.

MIRA (2005) Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2005, Geurhinder, Van Langenhove H., De Roo K., Bossuyt M., Vlaamse Milieumaatschappij, <http://www.milieurapport.be>

MIRA (2005) Milieurapport Vlaanderen, Achtergronddocument 2005, Hinder: Lawaai, Botteldooren D., Dekoninck L., De Muer T., Lauriks W., Caerels J., Bossuyt M., Vlaamse Milieumaatschappij, <http://www.milieurapport.be>

PASQUILL, F. (1961). The estimation of dispersion of windborne material. Meteorological Magazine, 90, 30-49

TRANSPORT & MOBILITY LEUVEN (2002) Verkeersindices: congestie- en milieukosten. Studie uitgevoerd in opdracht van Ministerie van Verkeer en infrastructuur, Bestuur van de verkeersreglementering en infrastructuur, Dienst Wegtoegankelijkheid. http://www.tmleuven.be/verkeer/rapport_01.03b_verkeersindices.pdf

TRANSPORT & MOBILITY LEUVEN (2006) Emissies van het wegverkeer in België 1990-2030. Studie uitgevoerd in opdracht van Febiac en de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer (FODMV) http://www.febiac.be/documents_febiac/cp18012006/Persbericht_NL.pdf

VAN RENTERGHEM T. (1999) Atmosferische dispersiemodellering bij inversie, lage windsnelheden en lage bronhoogte, afstudeerwerk Universiteit Gent

VROM/DGM Directie Lucht en energie, afdeling luchtkwaliteit (1994) Geuremissie wegverkeer, studie uitgevoerd door Haskoning

Bijlagen

Bijlage A Geuremissie i.f.v. snelheid voor bussen/vrachtwagens

bussen / vrachtwagens			
snelheid	VOC-uitstoot	geuremissie	
km/h	g/km	ou/km	ge/km
30	1.545	8.47E+04	1.69E+05
35	1.347	7.38E+04	1.48E+05
40	1.197	6.56E+04	1.31E+05
45	1.078	5.91E+04	1.18E+05
50	0.982	5.38E+04	1.08E+05
55	0.902	4.94E+04	9.88E+04
60	0.835	4.58E+04	9.15E+04
65	0.778	4.26E+04	8.53E+04
70	0.728	3.99E+04	7.98E+04
75	0.685	3.75E+04	7.51E+04
80	0.647	3.55E+04	7.09E+04
85	0.613	3.36E+04	6.72E+04
90	0.583	3.19E+04	6.39E+04
95	0.555	3.04E+04	6.08E+04
100	0.531	2.91E+04	5.82E+04
105	0.508	2.78E+04	5.57E+04
110	0.488	2.67E+04	5.35E+04
115	0.469	2.57E+04	5.14E+04
120	0.451	2.47E+04	4.94E+04

Bijlage B Ratio C_{98}/C_{max}

SIMULATIEPARAMETERS/MODELLEN

lijnbron : eindig, 1 km (discretisatie : puntbron om de 25 m)

bronhoogte : 0.2 m

ontvangerhoogte : 1.5 m

bronemissie : constant in de tijd en plaats

simulatiegebied : $-1500 \text{ m} < y < 1500 \text{ m}$; $-1500 \text{ m} < x < 1500 \text{ m}$

bron : op $x=0$, $-500 \text{ m} < y < 500 \text{ m}$ (O-W orientatie)

op $y=0$, $-500 \text{ m} < x < 500 \text{ m}$ (N-Z orientatie)

ontvangers per 100 m

meteodata : referentiejaar 1996 en 1997, Mol

basisdata: 10 minuutsgegevens -> herleid naar uurgemiddelde meteo

beschikbare data : dT/dz (-> gebruikt voor bepaling verticale stabiliteitsklasse PG)

windsnelheid

windrichting (tot op 1 graad nauwkeurig)

standaardafwijking op windrichtingshoek (per uur, op basis van 6 10-minuutsgegevens -> rechtstreeks gebruikt in formule CP)

Dus per jaar : evaluatie van > 8000 gecombineerde data windsnelheid, windrichting, stabiliteitsklasse horizontaal en standaardafwijking op windrichtingshoek.

verspreidingsmodel : standaard bi-gaussiaans, met grondreflectie (coefficient = 1)

geen pluimstijging ($H_{bron}=H_{eff}$)

horizontale dispersieparameter : CP

verticale dispersieparameter : PG

RESULTATEN

figuren 1-4: percentielen voor combinaties wegorientatie en meteo-jaar, in genormeerde concentraties (C/Q , waarbij C de concentratie is in ge/m^3 , en Q de bronemissie in ge/s)

figuren 5-8: ruimtelijke verdeling ratio C_{98}/C_{max} voor combinaties wegorientatie en meteojaar

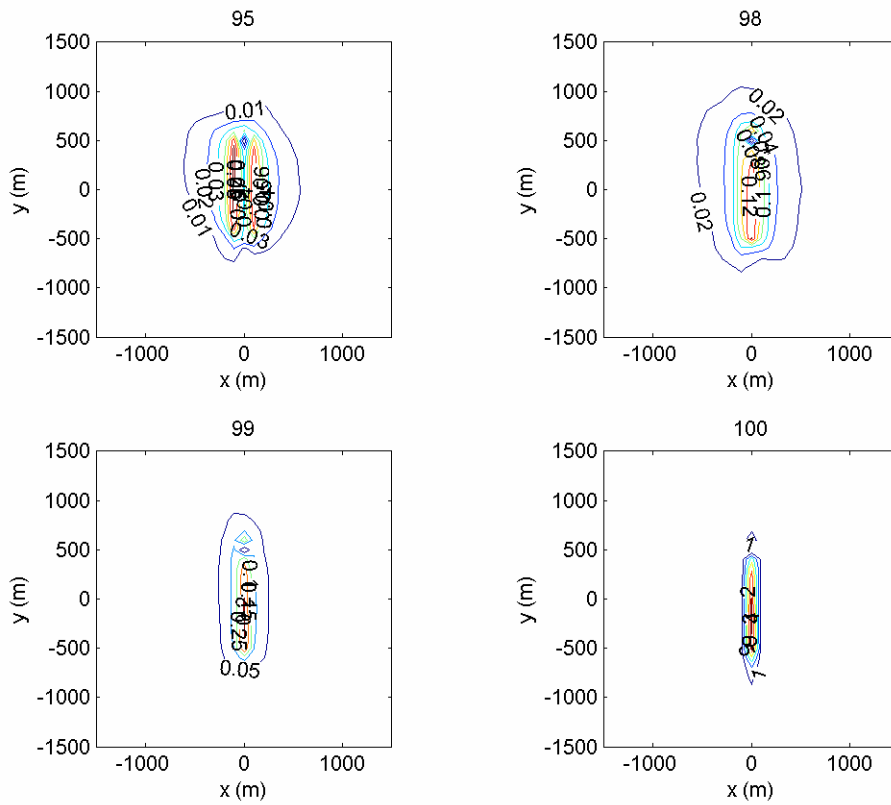
figuren 9-12: ruimtelijke verdeling ratio C_{98}/C_{max} voor combinaties wegorientatie en meteojaar, cfr

figuren 5-8, nu in histogrammen

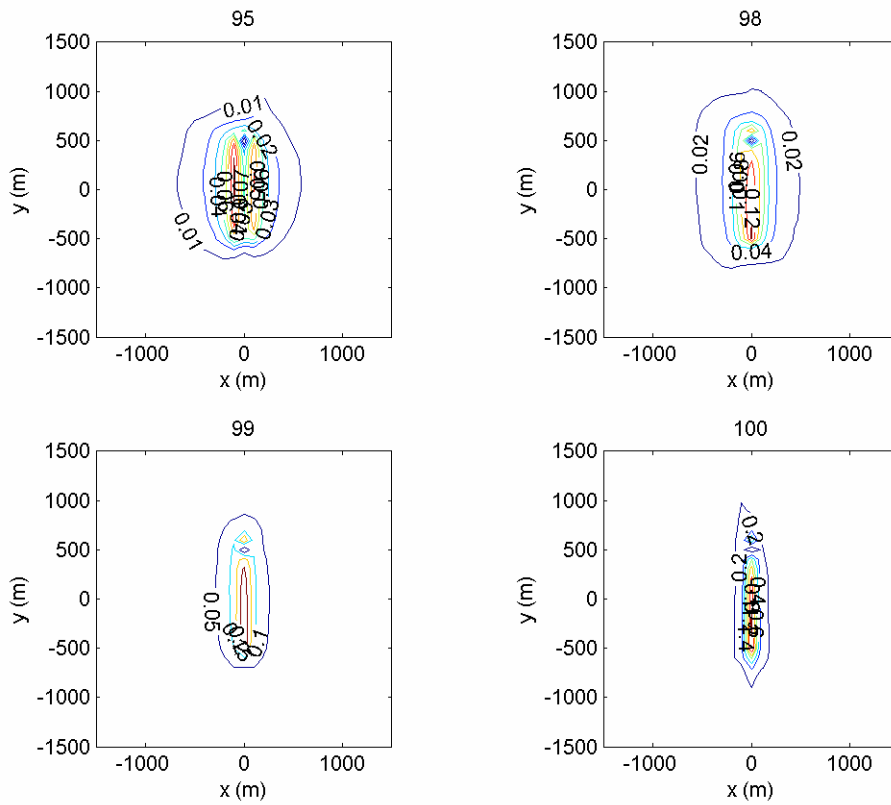
figuren 13-14 : distributies meteoparameters 1996 en 1997

tabel 1 : gemiddelde waarden ratio C_{98}/C_{max} voor combinaties wegorientatie en meteojaar

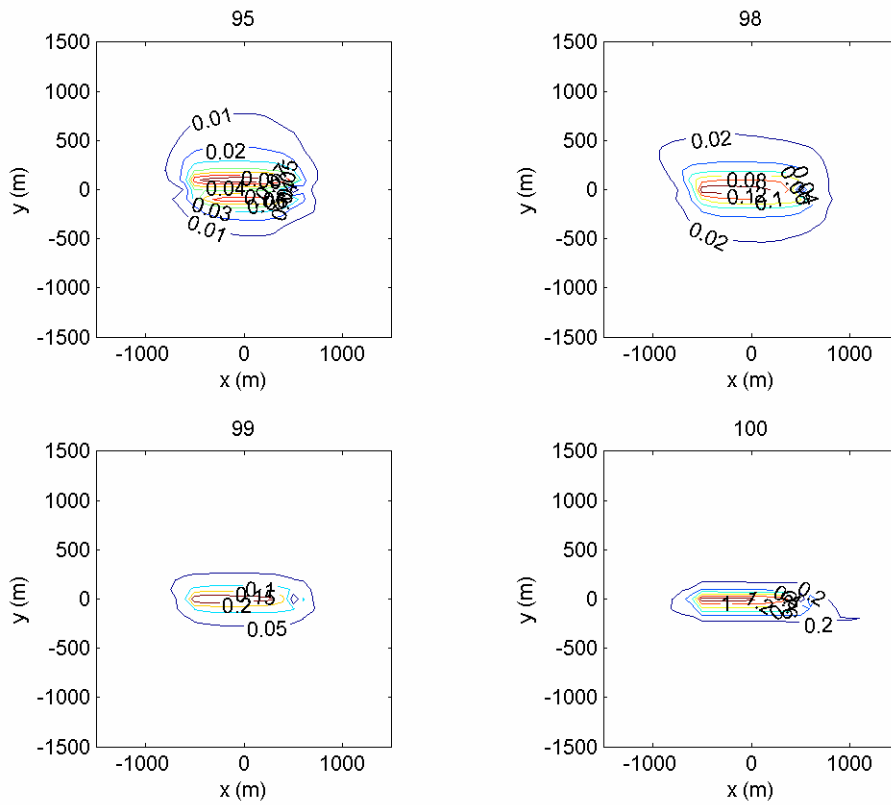
voorstel : $C_{98} = C_{max} * 0.2$



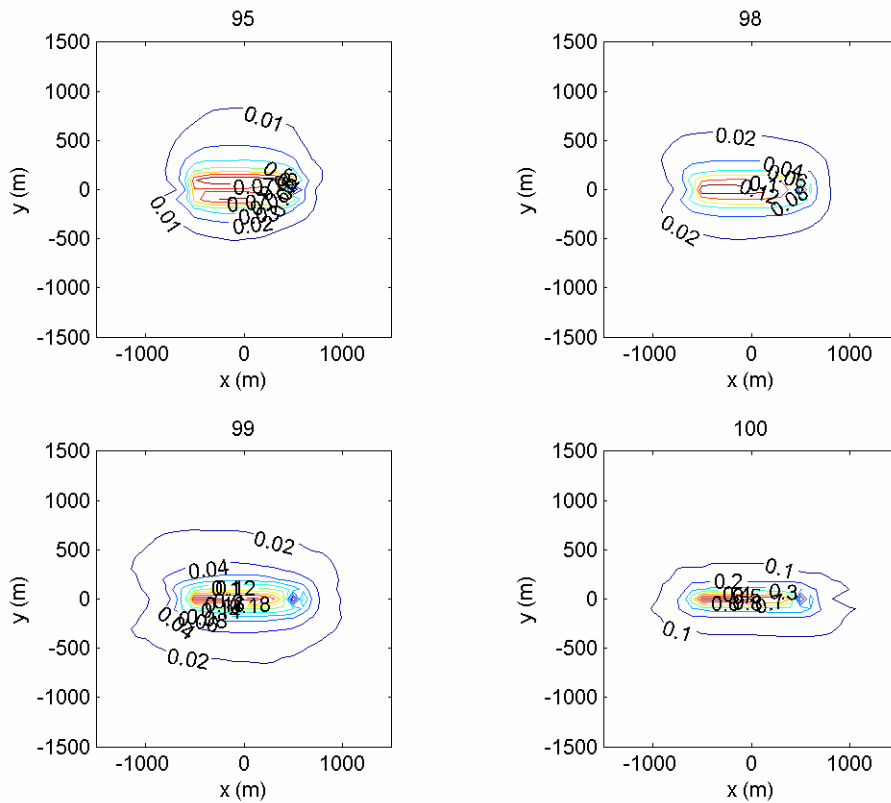
Figuur 1. Meteorjaar = 96, oriëntatie weg = N-Z. 95^{ste}, 98^{ste}, 99^{ste} percentielen en maximale waarden zijn voorgesteld. Contouren stellen genormaliseerde concentraties voor (C/Q, in s/m³).



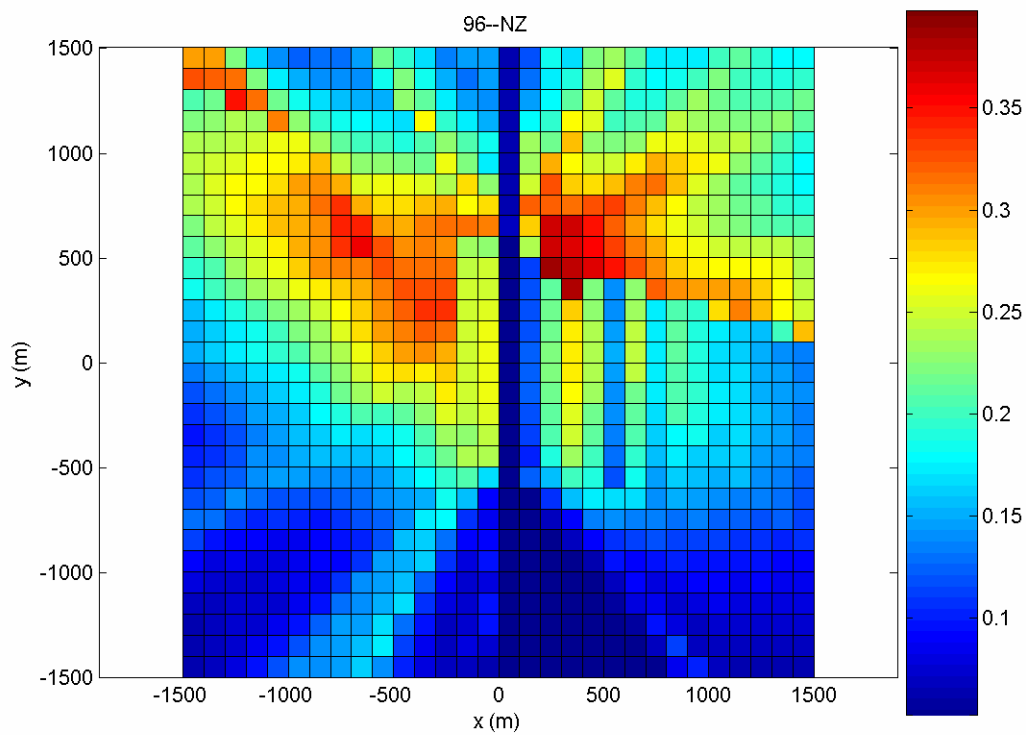
Figuur 2. Meteorjaar = 97, oriëntatie weg = N-Z. 95^{ste}, 98^{ste}, 99^{ste} percentielen en maximale waarden zijn voorgesteld. Contouren stellen genormaliseerde concentraties voor (C/Q, in s/m³).



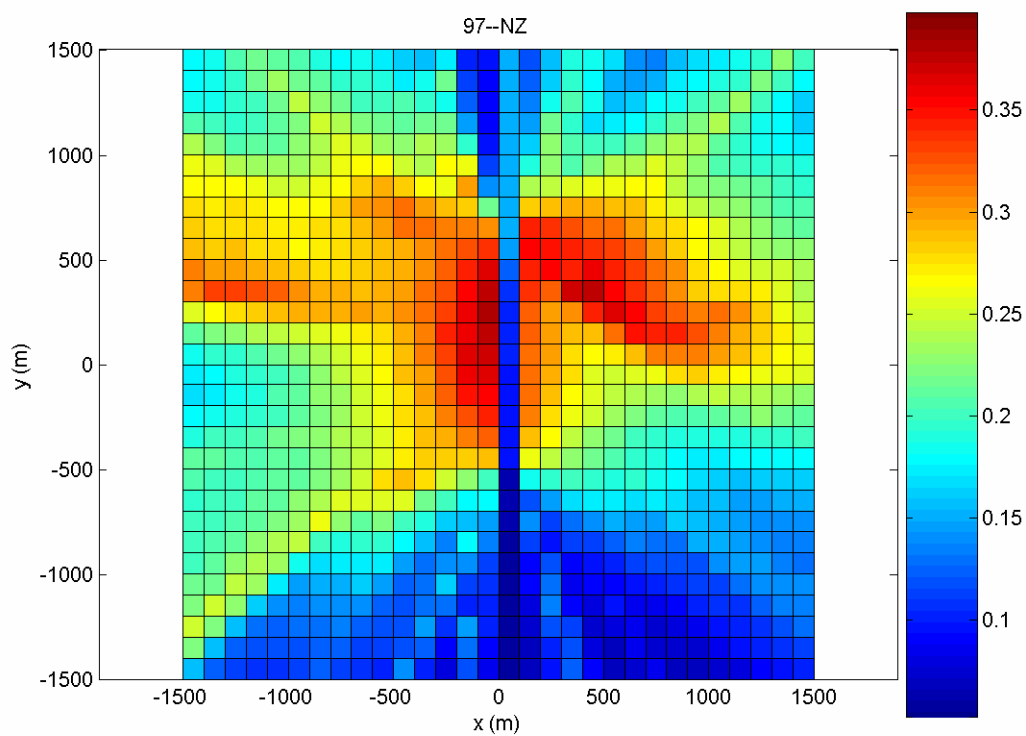
Figuur 3. Meteorjaar = 96, oriëntatie weg = O-W. 95^{ste}, 98^{ste}, 99^{ste} percentielen en maximale waarden zijn voorgesteld. Contouren stellen genormaliseerde concentraties voor (C/Q , in s/m^3).



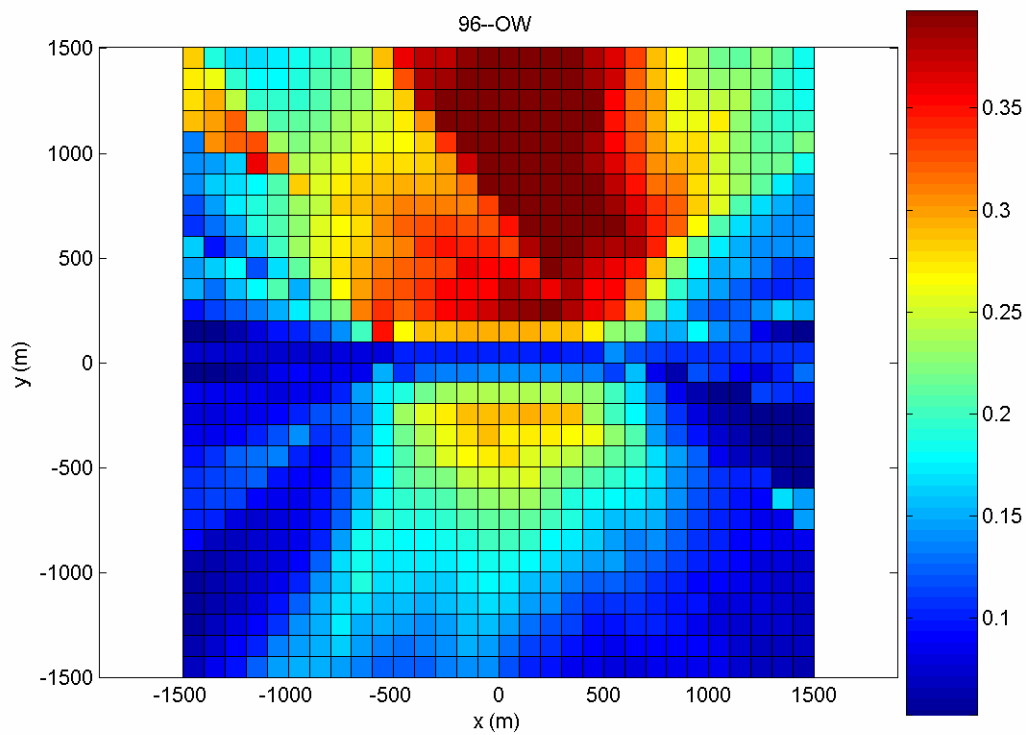
Figuur 4. Meteorjaar = 97, oriëntatie weg = O-W. 95^{ste}, 98^{ste}, 99^{ste} percentielen en maximale waarden zijn voorgesteld. Contouren stellen genormaliseerde concentraties voor (C/Q, in s/m³).



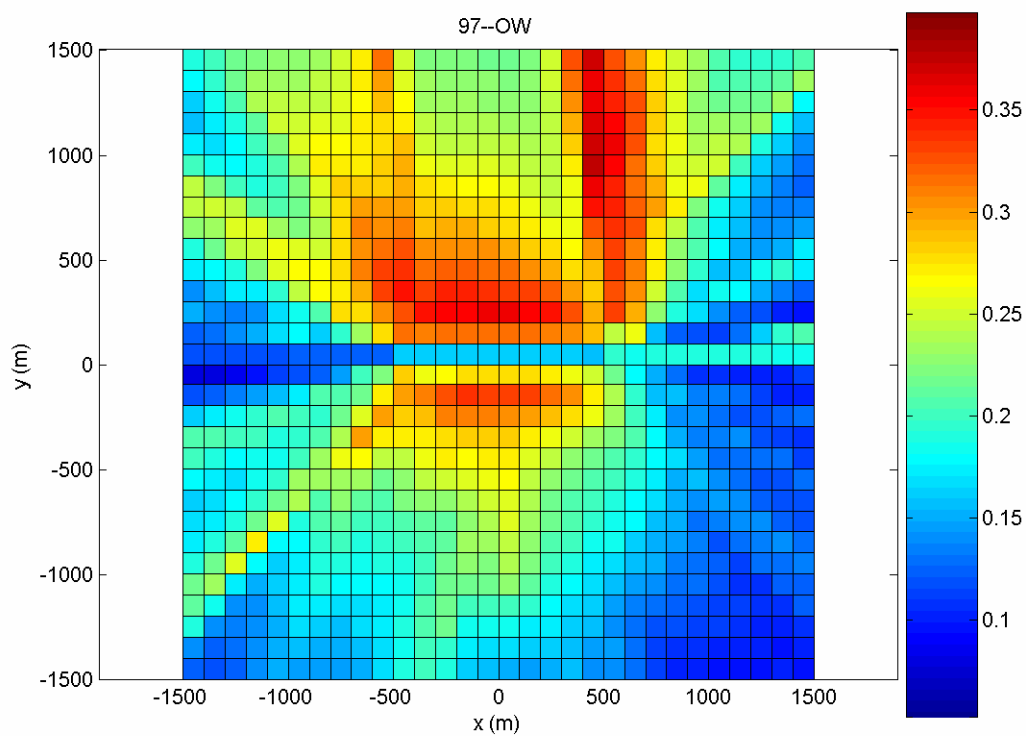
Figuur 5. Ratio C_{98}/C_{max} in gesimuleerd gebied : meteojaar = 96, orientatie weg = N-Z.



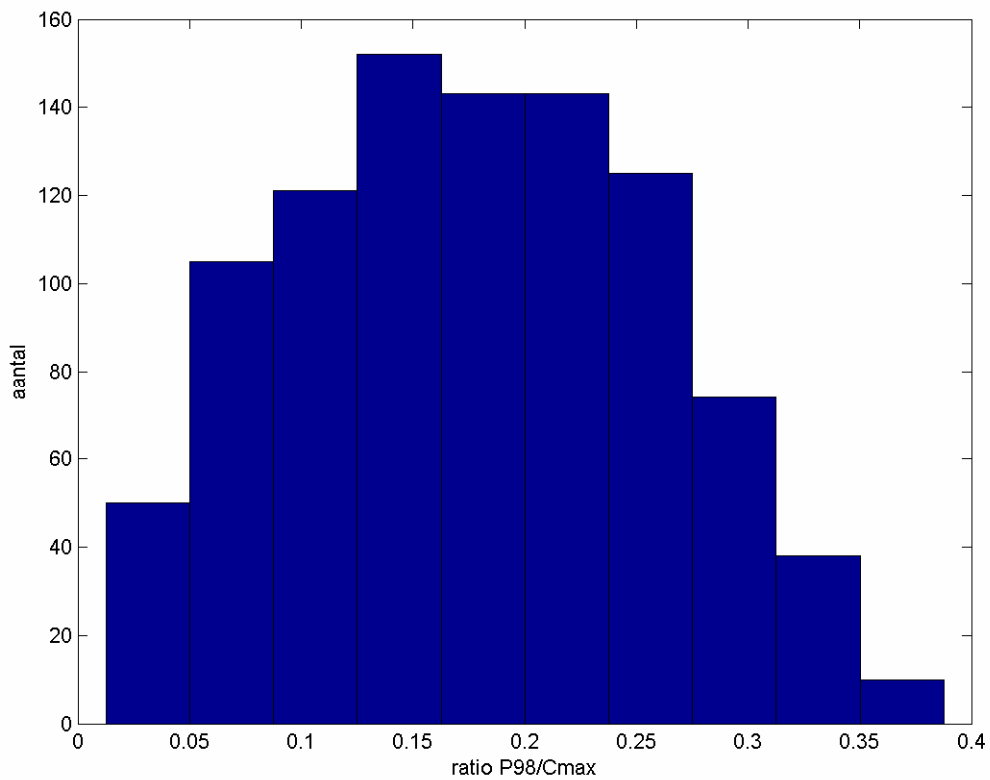
Figuur 6. Ratio C_{98}/C_{max} in gesimuleerd gebied : meteojaar = 97, orientatie weg = N-Z.



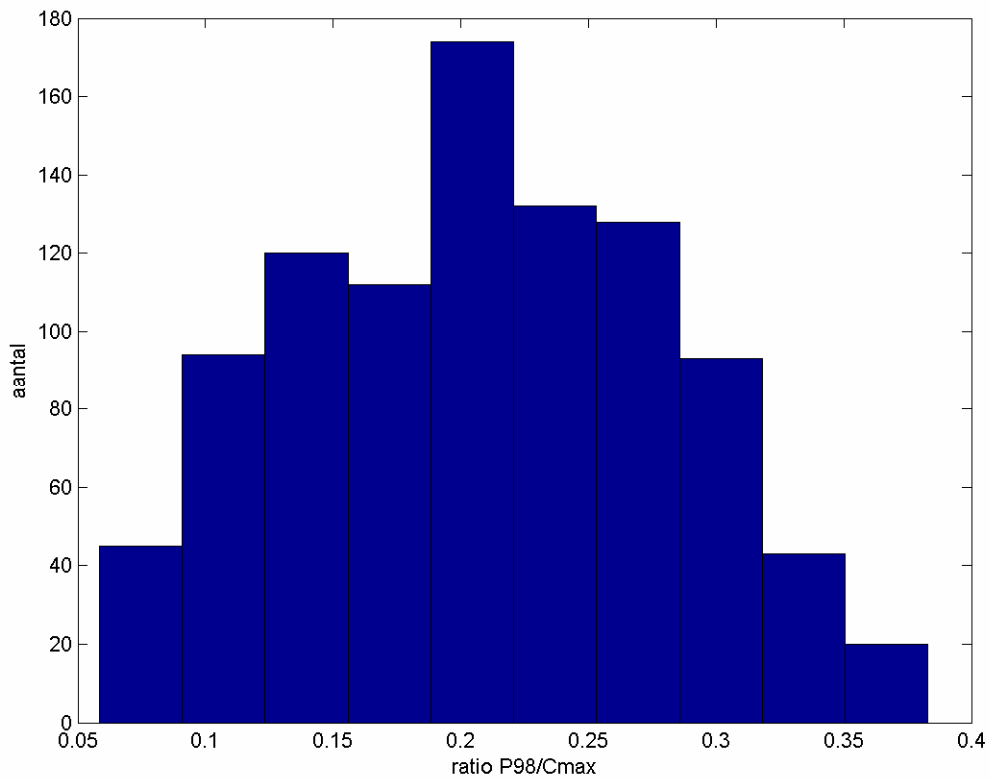
Figuur 7. Ratio C_{98}/C_{max} in gesimuleerd gebied : meteojaar = 96, orientatie weg = O-W.



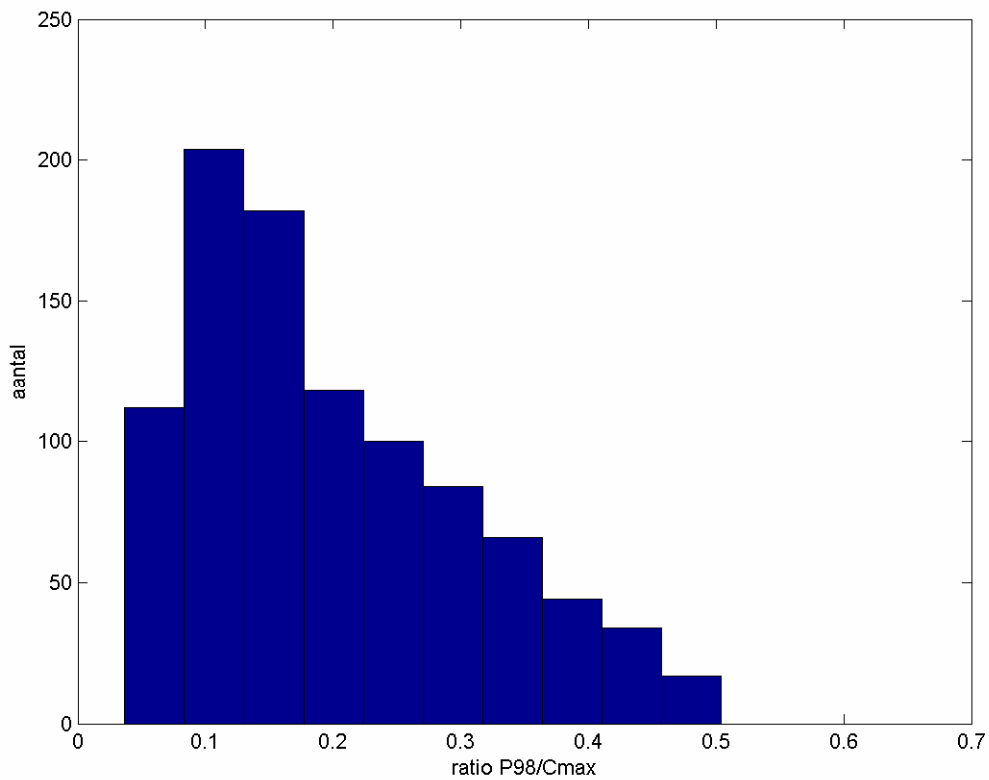
Figuur 8. Ratio C_{98}/C_{max} in gesimuleerd gebied : meteojaar = 97, orientatie weg = O-W.



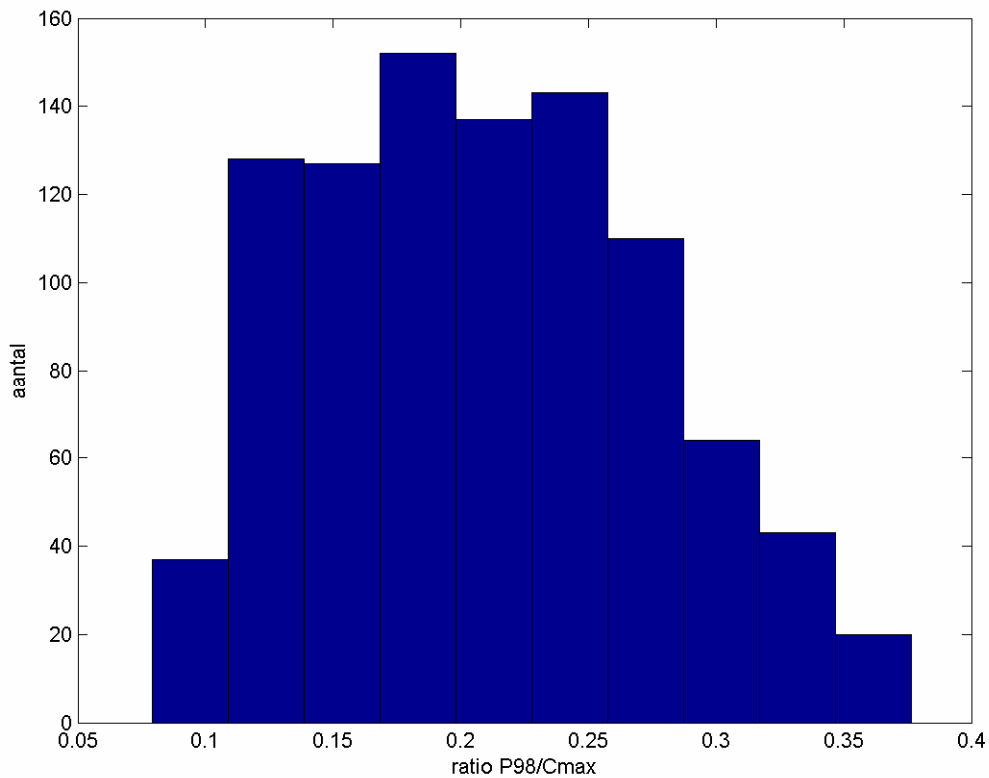
Figuur 9. Ratio C_{98}/C_{max} in gesimuleerd gebied : meteojaar = 96, orientatie weg = N-Z.



Figuur 10. Ratio C_{98}/C_{max} in gesimuleerd gebied : meteojaar = 97, orientatie weg = N-Z.



Figuur 11. Ratio C_{98}/C_{max} in gesimuleerd gebied : meteorjaar = 96, orientatie weg = O-W.

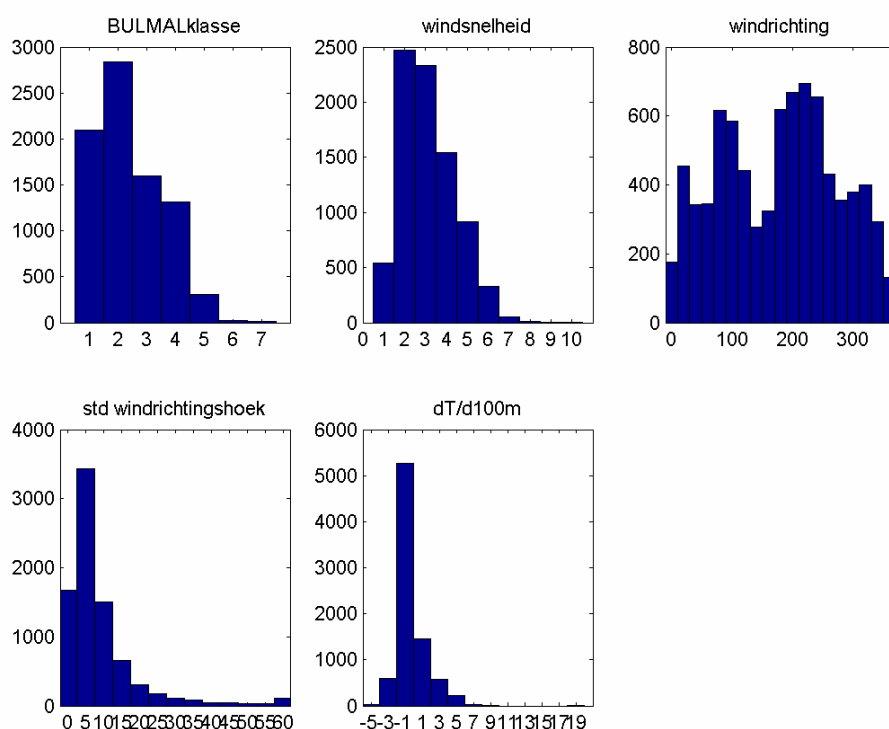


Figuur 12. Ratio C_{98}/C_{max} in gesimuleerd gebied : meteorjaar = 97, orientatie weg = O-W.

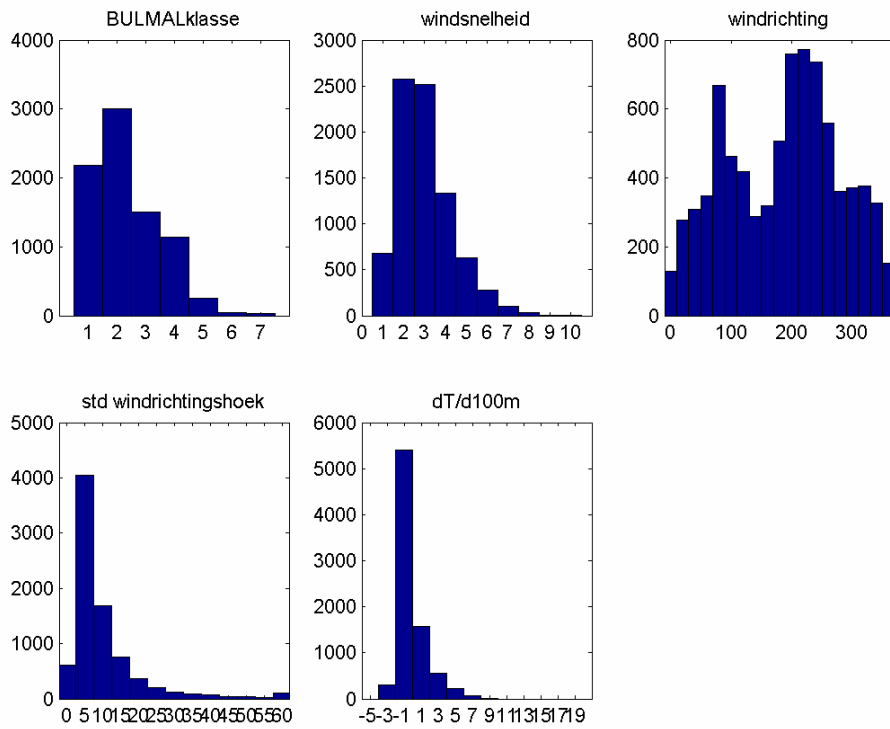
Tabel 1. ratio C_{98}/C_{max} in gesimuleerd gebied.

	meteo 1996		meteo 1997	
	Gemiddelde	standaardafwijking	gemiddelde	standaardafwijking
orientatie weg = NZ	0.1774	0.0814	0.2083	0.0726
orientatie weg = OW	0.1988	0.1085	0.2096	0.0657

$$\Rightarrow C_{98} = C_{max} * 0.2$$



Figuur 13. Meteo 1996, windsnelheid en windrichting op 24 m hoogte.



Figuur 14. Meteo 1997, windsnelheid en windrichting op 24 m hoogte.

Bijlage C Geurimmissiekaart verkeer Vlaanderen

