



BEPALEN VAN DE GEURVERSPREIDING DOOR MIDDEL VAN SNUFFELPLOEGMETINGEN

ANNEX

I. Bilsen, R. De Fré, S. Bosmans

**Onderzoek uitgevoerd door het referentielaboratorium Lucht
in opdracht van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie
Code opgesteld in samenwerking met de Stuurgroep**

Projectverantwoordelijke: I. Bilsen
Met medewerking van: W. Aerts
N. Moonen
E. Damen

2008/MIM/R/022

Expertisecentrum Milieumetingen

Januari 2008

ANNEX 1

BEPALING VAN DE GEURVERSPREIDING DOOR MIDDEL VAN SNUFFELPLOEGMETINGEN: Literatuurstudie + opzet lozingsexperimenten

I. Bilsen, R. De Fré

m.m.v.: N. Moonen
E. Damen

2005/MIM/R/41

Expertisecentrum Milieumetingen

April 2005

INHOUD

1	INLEIDING	1
2	BESCHRIJVING VAN DE BESTAANDE METHODEN VOOR DE BEPALING VAN GEUREMISSIES EN –IMMISSIES MET BEHULP VAN SNUFFELPLOEGMETINGEN	2
2.1	Methode VITO	2
2.1.1	Uitvoering snuffelploegmetingen.....	2
2.1.1.1	Uitvoering meting	2
2.1.1.2	Bepalen meteogegevens	3
2.1.2	Berekenen van de geuremissie voor één bepaalde meteotoestand.....	6
2.1.2.1	Methode.....	6
2.1.2.2	Voorbeeld	7
2.1.3	Berekenen van de geurwaarnemingsfrequentie op jaarbasis.....	10
2.1.3.1	Methode.....	10
2.1.3.2	Voorbeeld	11
2.2	Methode Universiteit Gent	13
2.2.1	Uitvoering snuffelploegmetingen.....	13
2.2.1.1	Uitvoering meting	13
2.2.1.2	Bepalen meteogegevens	13
2.2.2	Berekenen van de geuremissie voor één bepaalde meteotoestand.....	15
2.2.2.1	Methode.....	15
2.2.2.2	Voorbeeld	17
2.2.3	Berekenen van de geurwaarnemingsfrequentie op jaarbasis	18
2.2.3.1	Methode.....	18
2.2.3.2	Voorbeeld	19
2.3	Methode Nederland.....	20
2.3.1	Uitvoering snuffelploegmetingen.....	20
2.3.1.1	Uitvoering meting	20
2.3.1.2	Bepalen meteogegevens	21
2.3.2	Berekenen van de geuremissie voor één bepaalde meteotoestand.....	21
2.3.2.1	Bepalen snuffelgrens.....	21
2.3.2.2	Bepalen geuremissie	22
2.3.3	Berekenen van de geurwaarnemingsfrequentie op jaarbasis	22
2.4	Vergelijking methodes	23
3	KENMERKEN VAN DE METHODES	26
3.1	Uitvoering snuffelmeting	27
3.1.1	Snuffelaars	27
3.1.2	Registratie meteogegevens	28
3.2	Bepaling van de geuremissie	29
3.2.1	Aantal waarnemingen dat gebruikt wordt bij de achterwaartse modellering	29
3.2.2	Meteo-omstandigheden	33
3.2.3	Bronconfiguratie	36
3.3	Bepaling van de geurimmissieconcentraties op jaarbasis	37
3.3.1	Verspreidingsmodel.....	37
3.3.2	Bronconfiguratie	39

3.3.3	Meteogegevens	39
3.4	Prestatiekenmerken.....	40
3.4.1	Nauwkeurigheid	40
3.4.2	Juistheid, natrekbaarheid, robuustheid	42
3.5	Conclusie.....	43
4	LOZINGSEXPERIMENTEN.....	44
4.1	Doel.....	44
4.2	Literatuur.....	44
4.3	Plan van aanpak.....	46
4.3.1	Selectie geurcomponenten.....	46
4.3.2	Ontwikkeling en bouw generatie- en lozingssysteem	47
4.3.3	Keuze locatie.....	48
4.3.4	Testen op testsite.....	49
4.3.4.1	Testlozing H ₂ S (18 maart 2005).....	49
4.3.4.2	Testlozing H ₂ S + SF ₆ (22 maart 2005)	56
4.3.4.3	Testlozing H ₂ S + SF ₆ (29 maart 2005)	64
	REFERENTIES	66
	BIJLAGE 1: MOGELIJKE LOCATIES TESTLOZINGEN	

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Voorbeeld afbakening geurpluim	2
Figuur 2: Grafische voorstelling stabiliteitsklassen volgens Bultynck-Malet.....	5
Figuur 3: Berekening geuremissie door middel van achterwaartse modellering met het IFDM-model.....	9
Figuur 4: 98-percentielimissieconcentraties voor een gebied van 6 km op 6 km rond een composteringsbedrijf (IFDM-model)	12
Figuur 5: Bepaling stabiliteitsklassen volgens Pasquill (Philips en Van Langenhove, 1998)	14
Figuur 6: Bepaling stabiliteitsklassen volgens Pasquill (KNMI)	14
Figuur 7: 98-percentielimissieconcentraties rond een slachthuis (BULMAL)	19
Figuur 8: Residuen in functie van de stabiliteitsklassen (Tuymans, 1999).....	29
Figuur 9: Residuen in functie van de stabiliteitsklassen (Tuymans, 1999).....	34
Figuur 10: Residuen in functie van de windsnelheid (Tuymans, 1999)	36
Figuur 11: Vergelijking resultaten IFDM en BULMAL (Van Broeck en Van Langenhove, 2000)	38
Figuur 12: Bepaling geometrische herhaalbaarheid en nauwkeurigheid op basis van de resultaten van 3 snuffelploegonderzoeken (Smith et al, 1994)	41
Figuur 13: Te verwachten onzekerheid op een gemiddelde geuremissie van 100 000 se/s in functie van het aantal metingen (Tuymans, 1999).....	42
Figuur 14: Opstelling testlozing 18 maart 2005	51
Figuur 15: Afgebakende geurpluim tijdens testlozing 18 maart 2005.....	53
Figuur 16: Berekende gemiddelde H ₂ S-concentraties tijdens de testlozing van 18 maart 2005.....	54
Figuur 17: Bepaling geuremissie testlozing 18 maart 2005 d.m.v. achterwaartse modellering met het IFDM-model	55
Figuur 18: Opstelling mast + bemonstering SF ₆ 22 maart 2005	57
Figuur 19: Overzicht opstelling testlozing H ₂ S en SF ₆ 22 maart 2005.....	58
Figuur 20: Afgebakende geurpluim + opstelling SF ₆ -bemonstering tijdens testlozing 22 maart 2005.....	61
Figuur 21: Berekende + gemeten gemiddelde SF ₆ -concentraties tijdens de testlozing van 22 maart 2005.....	62
Figuur 22: Bepaling geuremissie testlozing 22 maart 2005 d.m.v. achterwaartse modellering met het IFDM-model.....	63
Figuur 23: Overzicht opstelling testlozing H ₂ S en SF ₆ + snuffelploegmeting 29 maart 2005.....	65

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Bepaling van de Bultynck-Malet stabiliteitsklassen.....	5
Tabel 2: Verspreidingsparameters volgens Bultynck-Malet	6
Tabel 3: Invoergegevens achterwaartse modellering	7
Tabel 4: Resultaten achterwaartse modellering composteringsbedrijf	8
Tabel 5: Bronkarakteristieken bepaling geurimpact composteringsbedrijf.....	11
Tabel 6: Omrekening stabiliteitsklassen.....	16
Tabel 7: Omrekening stabiliteitsklassen (Bultynck et al., 1970).....	16
Tabel 8: Resultaten achterwaartse modellering slachthuis (Van Broeck en Van Langenhove, 1999)	17
Tabel 9: Vergelijking van de methodes voor de bepaling van de geuremissie en –immissie aan de hand van snuffelploegmetingen.....	23
Tabel 10: Vergelijking bepaling geuremissie m.b.v. MGWA-methode en m.b.v. achterwaartse modellering (slachthuis)	31
Tabel 11: Vergelijking bepaling geuremissie m.b.v. MGWA-methode en m.b.v. achterwaartse modellering (varkenshouderij)	32
Tabel 12: Overzicht berekende geuremissies en standaardafwijkingen voor 7 bedrijven ..	33
Tabel 13: Invloed van de stabiliteitsklasse op de berekende geuremissie.....	34
Tabel 14: Invloed van de windsnelheid op de berekende geuremissie	35
Tabel 15: Overzicht resultaten lozingsexperimenten Nederland (Graafland et al, 1987) ...	45
Tabel 16: Breedte van het betrouwbaarheidsinterval uitgedrukt in een afwijking naar boven en naar onder in procenten van de gemiddelde snuffelgrens [%] (Graafland et al, 1987)	45
Tabel 17: Meteogegevens testlozing 18 maart 2005.....	50
Tabel 18: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering testlozing 18 maart 2005	52
Tabel 19: Berekening geuremissie testlozing 18 maart 2005.....	52
Tabel 20: Meteogegevens testlozing 22 maart 2005.....	56
Tabel 21: Resultaten SF ₆ -analyses testlozing 22 maart 2005.....	59
Tabel 22: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering testlozing 22 maart 2005	59
Tabel 23: Berekening geuremissie testlozing 22 maart 2005.....	60

1 INLEIDING

Het Vlaams geurbeleid maakt gebruik van snuffelploegmetingen als één van de basistechnieken om geuremissies en –immissies te kwantificeren. Om de karakteristieken van deze methode te bepalen en vervolgens vast te leggen in een methode (compendiummethode of code van goede praktijk als basis voor erkenningen) zijn volgende stappen vereist:

- Beschrijving en evaluatie van bestaande methoden voor de uitvoering van snuffelploegmetingen en de berekening van geuremissies
- Organisatie snuffelcampagnes voor toetsing en vergelijking methoden
- Werkgroep en schrijven van code van goede praktijk

In een eerste fase wordt een literatuuronderzoek uitgevoerd waarin de verschillende beschikbare methodes beschreven worden, nagegaan wordt welke parameters de berekening van de geuremissie en -immissie kunnen beïnvloeden,... Aan de hand van reeds eerder uitgevoerde studies (Aminabel, Universiteit Gent, VITO,...) wordt nagegaan welke aspecten hierbij reeds onderzocht zijn en welke bijkomende metingen of berekeningen nodig zijn. Vervolgens wordt een plan van aanpak opgesteld voor de uitvoering van lozingsexperimenten. Na het uitvoeren van de lozingsexperimenten en de evaluatie van de resultaten van deze experimenten wordt de code van goede praktijk opgesteld.

In voorliggend rapport wordt een overzicht gegeven van de toegepaste meet- en berekeningsmethodes en de kenmerken van deze methodes. Hierbij worden de resultaten van het literatuuronderzoek niet afzonderlijk beschreven, maar wordt ook ingegaan op de onderzoeksnoden. Ook de opzet van de lozingsexperimenten wordt reeds gedeeltelijk beschreven in het rapport.

2 BESCHRIJVING VAN DE BESTAANDE METHODEN VOOR DE BEPALING VAN GEUREMISSIES EN -IMMISSIES MET BEHULP VAN SNUFFELPLOEGMETINGEN

In Vlaanderen worden twee methodes frequent gebruikt voor het uitvoeren van snuffelcampagnes (methode Universiteit Gent en methode VITO). In onderstaand hoofdstuk worden beide methodes, alsook de methode die in Nederland gebruikt wordt, beschreven. Bij de beschrijving van de methodes worden volgende deelaspecten beschouwd:

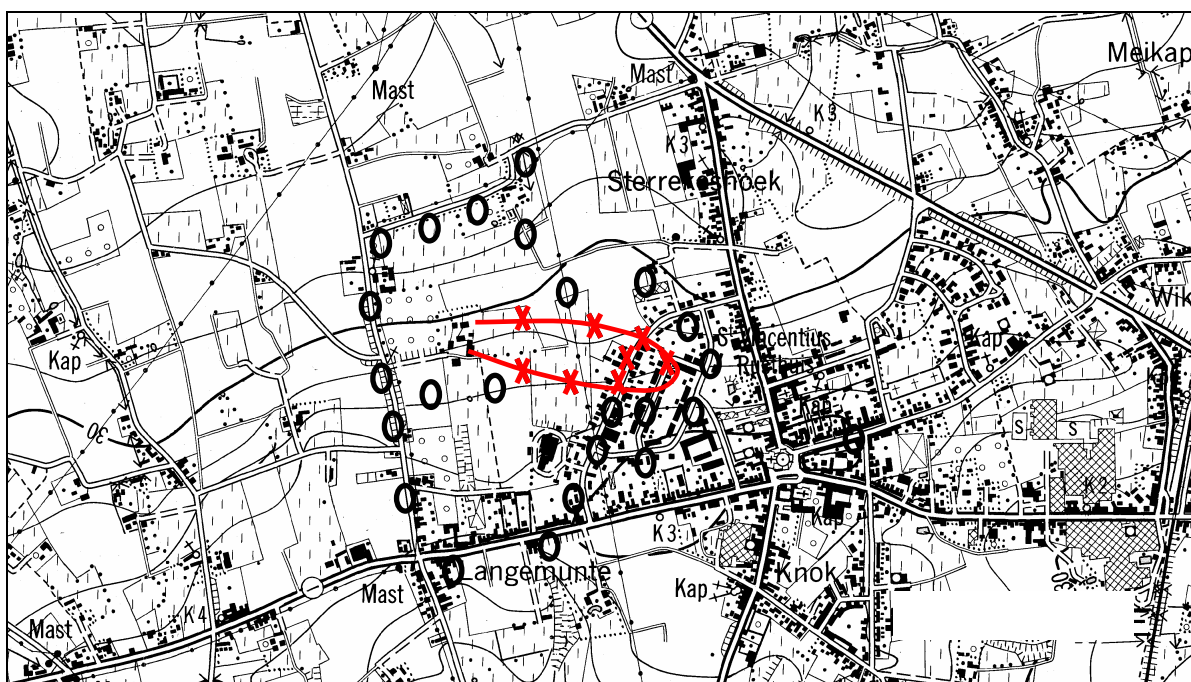
- uitvoering snuffelmetingen
- berekenen van de geuremissie voor één bepaalde meteosituatie (achterwaartse modellering)
- berekenen van de waarnemingsfrequentie op jaarbasis

2.1 Methode VITO (Cosemans et al., 1995; Bilsen, 2005; Mensink, 1998)

2.1.1 Uitvoering snuffelploegmetingen

2.1.1.1 Uitvoering meting

De snuffelploegmetingen worden te voet of per fiets uitgevoerd en worden gestart windafwaarts van de bron, op een afstand van de bron waar geen geur (afkomstig van de beschouwde bron) waargenomen wordt. Vervolgens wordt de geurpluim zigzag doorkruist om adaptatie aan de geur te voorkomen en om de geurpluim niet te missen. Elke waarneming van geur wordt op een topografische kaart opgetekend en zo kan een geurzone afgebakend worden. Een voorbeeld van de optekening van de geurpluimen is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 1: Voorbeeld afbakening geurpluim

De metingen worden uitgevoerd door een snuffelploeg van 4 tot 5 panelleden onder leiding van een coördinator. Het reukvermogen van de panelleden is op voorhand getest door het bepalen van hun individuele geurdrempel voor butanol door middel van olfactometrie. Verder worden bepaalde gedragscodes afgesproken met de panelleden (niet roken, eten,... voor de metingen, geen parfum,...).

Tijdens de snuffelploegmetingen werken de panelleden onafhankelijk van elkaar. De coördinator bepaalt waar en wanneer de metingen starten. Tijdens de metingen noteert hij eveneens de gegevens i.v.m. de meteorologische omstandigheden (bewolking, windrichting,...). Bij bepaalde meteorologische omstandigheden (neerslag, dichte mist, te hoge windsnelheden...) worden geen snuffelploegmetingen uitgevoerd. Tijdens de metingen wordt door de snuffelaars geen vast traject gevolgd.

Aangezien de weersomstandigheden een belangrijke parameter vormen bij de snuffelploegmetingen wordt ter plaatse een meteomast geïnstalleerd die de meteorologische gegevens (temperatuur, luchtdruk, windsnelheid, windrichting, vochtigheidsgraad) op een hoogte van 10 meter continu registreert. Bij de achterwaartse modellering zal verder gebruik gemaakt worden van de windrichting, de windsnelheid,... die ter plaatse en op het ogenblik van de snuffelploegmeting geregistreerd werden.

Per meetcampagne worden meestal 10 tot 20 metingen uitgevoerd, dit om een minimum aan bruikbare metingen te hebben, om de fluctuaties van de bronnen op te vangen,... Het aantal uitgevoerde metingen is afhankelijk van de moeilijkheidsgraad van de metingen, d.i., het aantal bronnen/bedrijven, de toegankelijkheid van het gebied,..., de gewenste zekerheid van het resultaat,...

2.1.1.2 Bepalen meteogegevens

Voor de berekening van de geuremissie zijn volgende meteogegevens nodig: windrichting, windsnelheid, stabiliteitsklasse. De windsnelheid en de windrichting worden geregistreerd aan de meteomast die ter plaatse geïnstalleerd wordt. Bij de achterwaartse modellering worden de meteogegevens van de volledige periode waarin de meting uitgevoerd werd, in het IFDM-model ingegeven (zie punt 2.1.2).

Voor de bepaling van de stabiliteit van de atmosfeer wordt gebruik gemaakt van Bultynck-Malet-stabiliteitsklassen (gemeten aan de meteomast in Mol + eventueel gecorrigeerd voor de lokale toestand op basis van de lokale meetwaarden). De bepaling van deze stabiliteitsklassen wordt hieronder besproken (Mensink, 1998).

Turbulente stroming wordt theoretisch gekenmerkt door dimensieloze getallen zoals het bulk-Richardsongetal B :

$$B = \left(\frac{g}{T} \right) \frac{\frac{\delta\theta}{\delta z}}{\left(\frac{u}{z} \right)^2}$$

met: θ = de potentiële temperatuur [°C]
 g = de valversnelling [m/s²]
 z = de hoogte boven de grond [m]
 u = de gemiddelde windsnelheid [m/s]
 T = de gemiddelde temperatuur [°C]

Bultynck en Malet hebben het bulk-Richardsongetal herleid naar een meer praktische parameter S die als volgt gedefinieerd wordt:

$$S = \frac{\frac{\delta\theta}{\delta z}}{\frac{u_{69m}^2}{z}}$$

met: $\frac{\delta\theta}{\delta z}$ = het temperatuursprofiel [°C/m]
 u_{69m} = de gemiddelde windsnelheid op 69 m hoogte [m/s]

Het temperatuursprofiel wordt in de praktijk gediscrètiseerd naar de temperatuursgradiënt tussen 8 m en 114 m.

$$\frac{\delta\theta}{\delta z} = \frac{T_{114} - T_8}{114 - 8}$$

met: T_{114} = de gemiddelde temperatuur op 114 m hoogte [°C]
 T_8 = de gemiddelde temperatuur op 8 m hoogte [°C]

De parameter S kan beschouwd worden als de verhouding tussen de grootte van de thermische en de mechanische turbulenties. Bij lage windsnelheden domineert de waarde van de verticale temperatuursgradiënt. Bij hogere windsnelheden worden de mechanische turbulenties belangrijk.

In functie van S worden de atmosferische stabiliteit en de verspreidingsparameters bepaald. Op basis van de gemeten ogenblikkelijke windfluctuaties in drie dimensies (turbulente componenten van de wind) hebben Bultynck en Malet continue functies voor de dispersie functies $\sigma_y(x)$ en $\sigma_z(x)$ bepaald. Op basis van het teken van S en de waarden van een parameter λ , werden door Bultynck en Malet vervolgens 7 verspreidingsklassen ingevoerd. De parameter λ wordt hierbij als volgt gedefinieerd :

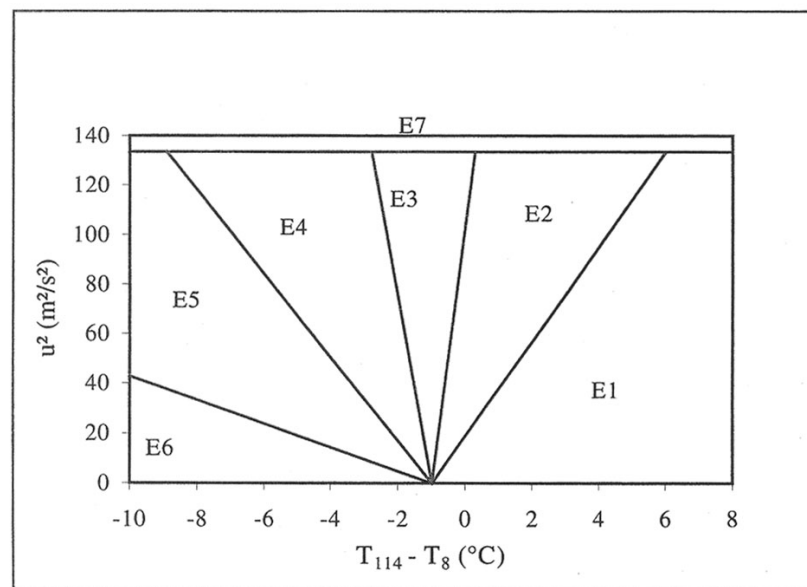
$$\lambda = \log_{10} \left[|S| \times 10^6 \right]$$

De verspreidingsklassen worden als volgt gedefinieerd:

Tabel 1: Bepaling van de Bultynck-Malet stabiliteitsklassen

Bultynck-Malet stab.klasse	$S > 0$	$S < 0$	omschrijving
E1	$\lambda \geq 2,75$		stabiël
E2	$2,75 > \lambda \geq 1,75$		licht stabiël
E3	$1,75 \geq \lambda$	$\lambda < 2$	neutraal
E4		$2 \leq \lambda < 2,75$	licht onstabiel
E5		$2,75 \leq \lambda < 3,3$	onstabiel
E6		$3,3 \leq \lambda$	zeer onstabiel
E7	$u_{69m} \geq 11,5 \text{ m/s}$		hoge windsnelheid

In figuur 2 worden deze verspreidingsklassen weergegeven op een grafiek met op de x-as het temperatuursverschil gemeten tussen 114 m en 8 m hoogte en op de y-as het kwadraat van de windsnelheid gemeten op 69 m.



Figuur 2: Grafische voorstelling stabiliteitsklassen volgens Bultynck-Malet

De mediaanwaarden van de dispersiefuncties kunnen als volgt geschreven worden :

$$\sigma_y(x) = A x^a$$

$$\sigma_z(x) = B x^b$$

waarbij de waarden A, a, B, b afhankelijk zijn van de verspreidingsklasse. De waarden worden gegeven in tabel 2.

Tabel 2: Verspreidingsparameters volgens Bultynck-Malet

Stabiliteit	Omschrijving	A	A	B	b	m
E1	stabiel	0,235	0,796	0,311	0,711	0,53
E2	licht stabiel	0,297	0,796	0,382	0,711	0,40
E3	neutraal	0,418	0,796	0,520	0,711	0,33
E4	licht onstabiel	0,586	0,796	0,700	0,711	0,23
E5	onstabiel	0,826	0,796	0,950	0,711	0,16
E6	zeer onstabiel	0,946	0,796	1,321	0,711	0,10
E7	$u_{69m} \geq 11,5$ m/s	1,043	0,698	0,819	0,669	0,33

2.1.2 Berekenen van de geuremissie voor één bepaalde meteotoestand

2.1.2.1 Methode

Voor de bepaling van de geuremissie wordt gebruik gemaakt van de bigaussiaanse vergelijking :

$$Q = \frac{C(x, y, z) 2 \pi \sigma_y(x) \sigma_z(x) \bar{u}(h_e)}{\exp\left[\frac{-(z - h_e)^2}{2 \sigma_z^2(x)}\right] \exp\left[\frac{-(z + h_e)^2}{2 \sigma_z^2(x)}\right]}$$

met: Q [se/s]: de geuremissie in snuffeleenheden per seconde

C(x,y,z) [se/m³]: de concentratie in het punt (x,y,z)

h_e [m]: de effectieve bronhoogte

$\sigma_y(x)$, $\sigma_z(x)$ [m]: de horizontale en verticale verspreidingsparameters

$\sigma_y(x) = A x^a$, $\sigma_z(x) = B x^b$: de coëfficiënten A, a, B, b zijn afhankelijk van de stabiliteitsklasse

u_{he} [m/s]: de windsnelheid op effectieve bronhoogte

$$\bar{u}(h_e) = \bar{u}(z_0) \left(\frac{h_e}{z_0} \right)^m$$

x, y, z [m]: coördinaten van het receptorpunt uitgedrukt in meter; voor de bepaling van de geuremissie wordt voor z de waarde 1,5 m aangenomen.

De coëfficiënten waarmee de verspreidingsparameters berekend worden, zijn weergegeven in tabel 2.

De berekening van de geuremissie op basis van de afgebakende geurpluim gebeurt als volgt: met het IFDM-model wordt de geurimissie berekend windafwaarts van de bron voor een arbitrair gekozen emissie (bijvoorbeeld 500 000 modelleenheden per seconde). Hiertoe worden de waarnemingen van windsnelheid en windrichting en de stabiliteitsklassen van tijdens de meting, alsook enkele bronkarakteristieken (bronhoogte, diameter, temperatuur,...) in het IFDM-model ingegeven. Op basis van de ingegeven parameters wordt het gemiddelde geurconcentratieprofiel berekend.

Vervolgens wordt de berekende immissiepluim vergeleken met de veldwaarnemingen door beide kaartjes (kaartje van de snuffelploegmetingen en berekend kaartje) op elkaar te leggen. De berekende immissies in de receptorpunten, die de grens markeren tussen de plaatsen waar wel en geen geur is waargenomen bij de veldmetingen, worden onderstreept. Hierbij wordt normaal enkel rekening gehouden met de receptorpunten die op meer dan 100 m van de bron gelegen zijn. De andere receptoren worden niet in rekening gebracht aangezien op korte afstanden van de bron de spreidingsparameters sterk beïnvloed kunnen worden door de geometrie van de bron. Het gemiddelde van de onderstreepte getallen geeft aan hoeveel modelleenheden (berekende immissie) overeenstemmen met 1 snuffeleenheid (veldmetingen). Wanneer nu de arbitrair gekozen bronsterkte gedeeld wordt door dit getal, bekomt men de geuremissie van de bron in snuffeleenheden per seconde.

Wanneer binnen een bedrijf meerdere bronnen aanwezig zijn, wordt bij de berekeningen rekening gehouden met de configuratie en de karakteristieken van deze bronnen (bronhoogte, ligging, temperatuur, debiet,...).

2.1.2.2 Voorbeeld

Een voorbeeld van de berekening van de geuremissie door middel van achterwaartse modellering met het IFDM-model is hieronder weergegeven.

In opdracht van de afdeling Milieu-inspectie werden rond een composteringsbedrijf 23 snuffelploegmetingen uitgevoerd. Na iedere meting werd door middel van achterwaartse modellering met behulp van het IFDM-model de geuremissie berekend (Bilsen I, 2003). Hierbij werden de aanwezige geurbronnen beschouwd als bronnen met volgende karakteristieken:

Tabel 3: Invoergegevens achterwaartse modellering

	Schoorsteen biofilter	Composteringshal
bronhoogte [m]	19,3	8
diameter [m]	2	
temperatuur gassen [°C]	25	30
geuruitstoot [me/s]	5000000	500000
volumedebiet [Nm ³ /h]	150000	5000
werkingsregime	continu	continu

De fysische kenmerken van de emissies en de relatieve verdeling van de geuruitstoot ter hoogte van beide emissiepunten werden bepaald aan de hand van emissiemetingen.

Tijdens iedere meting werden de lokale meteogegevens continu geregistreerd. De Bultynck-Malet stabiliteitsklassen werden opgevraagd bij de meteomast van het SCK. De 10-minuutsgemiddelde meteogegevens werd in het IFDM-model ingegeven en vervolgens werd de gemiddelde geurconcentratie (in modelleenheden per m³) rondom het bedrijf berekend. Voor één van de uitgevoerde metingen zijn deze concentraties weergegeven in figuur 3.

Nadat de immissieconcentraties berekend werden, werd de geurpluim die opgetekend werd tijdens de snuffelploegmeting op het rooster gelegd (rode pluim). Aangezien per definitie de geurconcentratie op de rand van deze geurpluim gelijk is aan 1 se/m³, kan de geuremissie

berekend worden door de hypothetische geuremissie in modeleenheden per seconde te delen door de gemiddelde concentratie (in modeleenheden per m³) ter hoogte van de punten die op de rand van de geurpluim gelegen zijn.

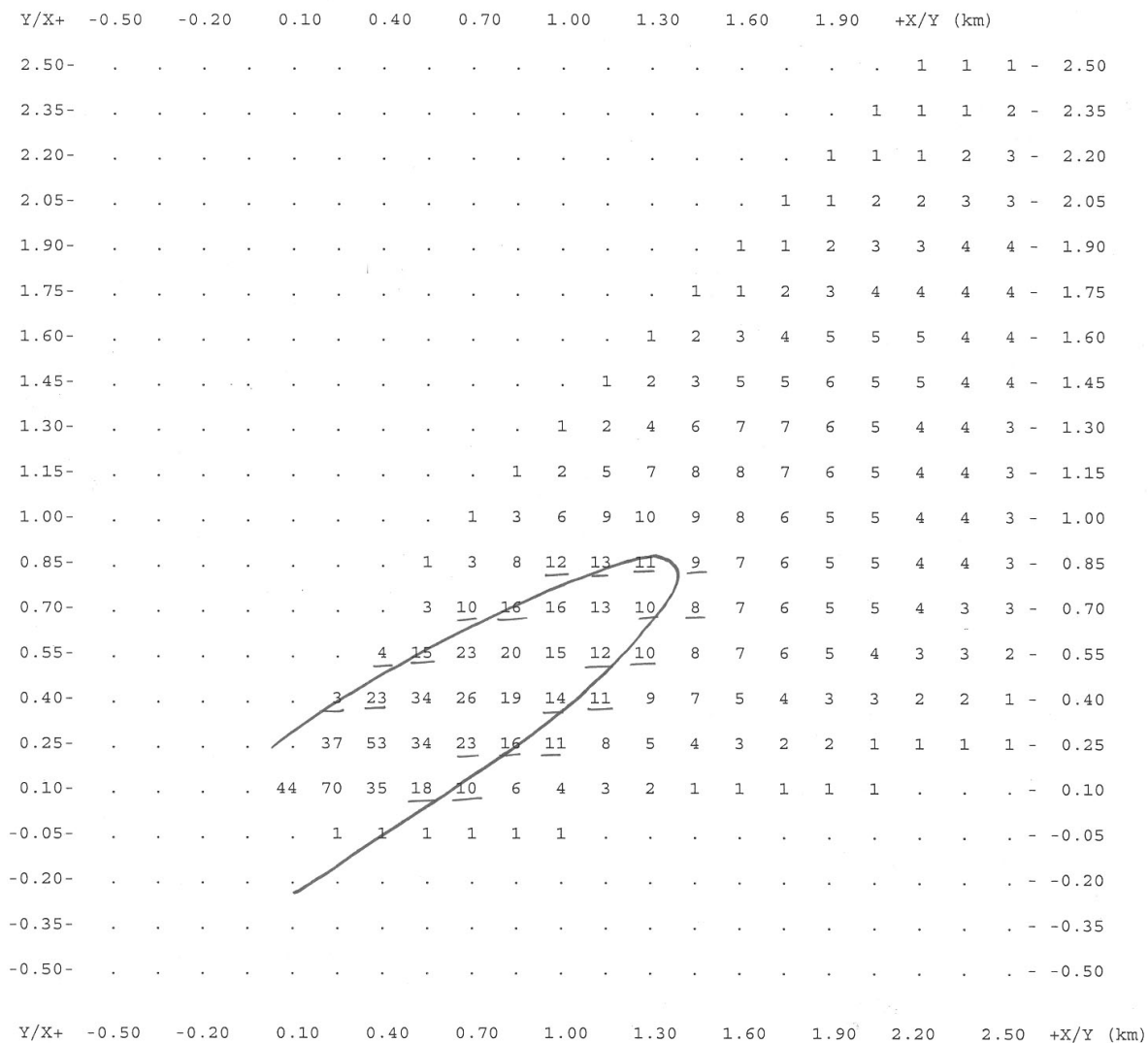
Dergelijke berekening werd 23 keer uitgevoerd. De resultaten van deze berekening zijn weergegeven in tabel 4. Uit de tabel blijkt dat de geuremissie varieerde van 204 244 se/s tot 689 831 se/s. De gemiddelde waarde bedroeg 350 557 se/s en de standaarddeviatie bedroeg 37 %.

Tabel 4: Resultaten achterwaartse modellering composteringsbedrijf

Nr.	Datum	Uur	Geuremissie [se/s]
1	14/06/2002	09h45-12h30	451172
2	05/07/2002	19h30-21h30	332126
3	17/07/2002	06h50-07h30	306452
4	20/07/2002	09h00-10h00	-
5	29/07/2002	09h00-10h00	-
6	06/08/2002	09h55-11h55	258824
7	08/08/2002	09h00-11h00	321306
8	08/08/2002	10h50-12h30	296825
9	11/08/2002	15h55-18h00	239130
10	29/08/2002	09h30-11h30	689831
11	01/09/2002	15h40-17h30	498438
12	16/09/2002	08h00-09h00	-
13	16/09/2002	17h00-19h30	-
14	02/10/2002	17h20-19h10	204244
15	07/10/2002	10h00-11h30	295561
16	20/10/2002	08h45-10h00	285519
17	22/10/2002	10h00-11h00	-
18	04/11/2002	10h00-11h45	262868
19	07/11/2002	09h00-10h00	-
20	12/11/2002	19h30-22h00	569527
21	23/11/2002	08h45-12h15	292899
22	18/01/2003	09h00-11h15	408297
23	28/01/2003	09h45-12h00	246448
Gemiddelde geuremissie: 350557 se/s			
Standaardafwijking: 37 %			

∴ geurpluim niet volledig afgebakend

Tabel : Gemiddelden
 Gegevens : SNUF1 = { VILV.OC INDAVER.BRC SNUF1.10 ROOSTER1.GRD } [GRIM-VIL]
 Titel : snuffelploegmeting 1: 14 juni 2002 (Indaver)
 Parameter: AVER ; TAV= 'peruur' ; EENHEDEN me/m3



1 snuffeleenheid = 12,2 modeleenheden
 ⇒ bronsterkte = 451 172 se/s

Figuur 3: Berekening geuremissie door middel van achterwaartse modellering met het IFDM-model

2.1.3 Berekenen van de geurwaarnemingsfrequentie op jaarbasis

2.1.3.1 Methode

Op basis van de verschillende berekende geuremissies wordt de gemiddelde geuremissie als volgt bepaald :

$$Q_{\text{gem}} = \left(\frac{\sum Q_i}{n} \right)$$

met: Q_{gem} [se/s]: de gemiddelde geuremissie
 Q_i [se/s]: de geuremissie bepaald tijdens snuffelmeting i
 n : aantal snuffelmetingen

Uitgaande van de gemiddelde geuremissie Q_{gem} worden vervolgens aan de hand van de meteorologische gegevens van een volledig jaar de immissieconcentraties op jaarbasis bepaald. Voor de bepaling van deze immissieconcentraties wordt gebruik gemaakt van het IFDM-model, een bigaussiaans model dat gebruik maakt van de Bultynck-Malet stabiliteitsklassen. Het IFDM-model is eveneens opgenomen in Vlarem II.

Bij de bepaling van de geurimpact met het IFDM-model worden voor ieder receptorpunt een tijdreeks van geurconcentraties berekend. Voor een periode van één jaar worden op deze manier 8 760 geurconcentraties berekend. Uit deze tijdreeksen worden vervolgens de gewenste statistische parameters berekend. Meestal zijn dit de 98- of 99,5-percentielconcentraties.

De bepaling van de geurconcentratie in ieder receptorpunt is gebaseerd op de bigaussiaanse vergelijking :

$$C(x, y, 0) = \frac{Q}{\pi \sigma_y(x) \sigma_z(x) \bar{u}(h_e)} \exp \left[\frac{-y^2}{2\sigma_y^2(x)} \right] \exp \left[\frac{-h_e^2}{2\sigma_z^2(x)} \right]$$

met: $C(x, y, 0)$: de concentratie [se/m³] in het punt (x,y,0);
 Q [se/s]: de uurgemiddelde emissiestroom
 h_e [m]: de effectieve bronhoogte
 $\sigma_y(x)$, $\sigma_z(x)$ [m]: de horizontale en verticale verspreidingsparameters
 $\sigma_y(x) = A x^a$, $\sigma_z(x) = B x^b$: de coëfficiënten A, a, B, b zijn afhankelijk van de stabiliteitsklasse
 u_{he} [m/s]: de windsnelheid op effectieve bronhoogte

$$\bar{u}(h_e) = \bar{u}(z_0) \left(\frac{h_e}{z_0} \right)^m$$

x, y [m]: coördinaten van het receptorpunt uitgedrukt in meter

Concreet gebeurt de bepaling van de geurimpact als volgt: in het model worden volgende gegevens ingevoerd aangaande de bron, de meteogegevens, het receptorenrooster en enkele opties:

- bronkarakteristieken: ligging, bronhoogte, diameter, massadebiet, volumedebiet, temperatuur, werkingsregime
- meteogegevens: voor de impactbepaling zijn in IFDM de meteogegevens voor drie volledige jaren voorzien. Deze gegevens zijn gebaseerd op de meteo-mast van Mol. Aangezien de meteorologie in Vlaanderen niet zeer heterogeen is, mogen deze gegevens echter voor heel Vlaanderen gebruikt worden bij de uitvoering van lange termijnverspreidingsberekeningen. Op termijn zal nagegaan worden of verschillende sets van meteogegevens nodig zijn voor de uitvoering van deze berekeningen (bijvoorbeeld: meteoset Mol en meteoset Brugge).
In IFDM zijn drie datasets van meteogegevens beschikbaar, namelijk deze van de jaren 1976-1977, 1978-1979 en 1988-1989. Meestal wordt bij de lange termijnverspreidingsberekeningen gebruik gemaakt van de meteogegevens van 1988-1989.
- rooster: grootte van het gebied waarin de impact berekend moet worden + resolutie
- opties: in het optiebestand worden enkele gegevens zoals de gewenste immissie-eenheden, de te gebruiken pluimstijgingsformules,... weergegeven

Nadat de verschillende parameters in het model ingevoerd zijn, worden de immissieconcentraties en de gewenste statistische parameters (98-percentiel,...) berekend voor het opgegeven receptorenrooster. Als resultaat van de berekeningen verkrijgt men een overzicht van de immissieconcentraties in de omgeving van de geurbron. Dit resultaat kan grafisch of numeriek voorgesteld worden.

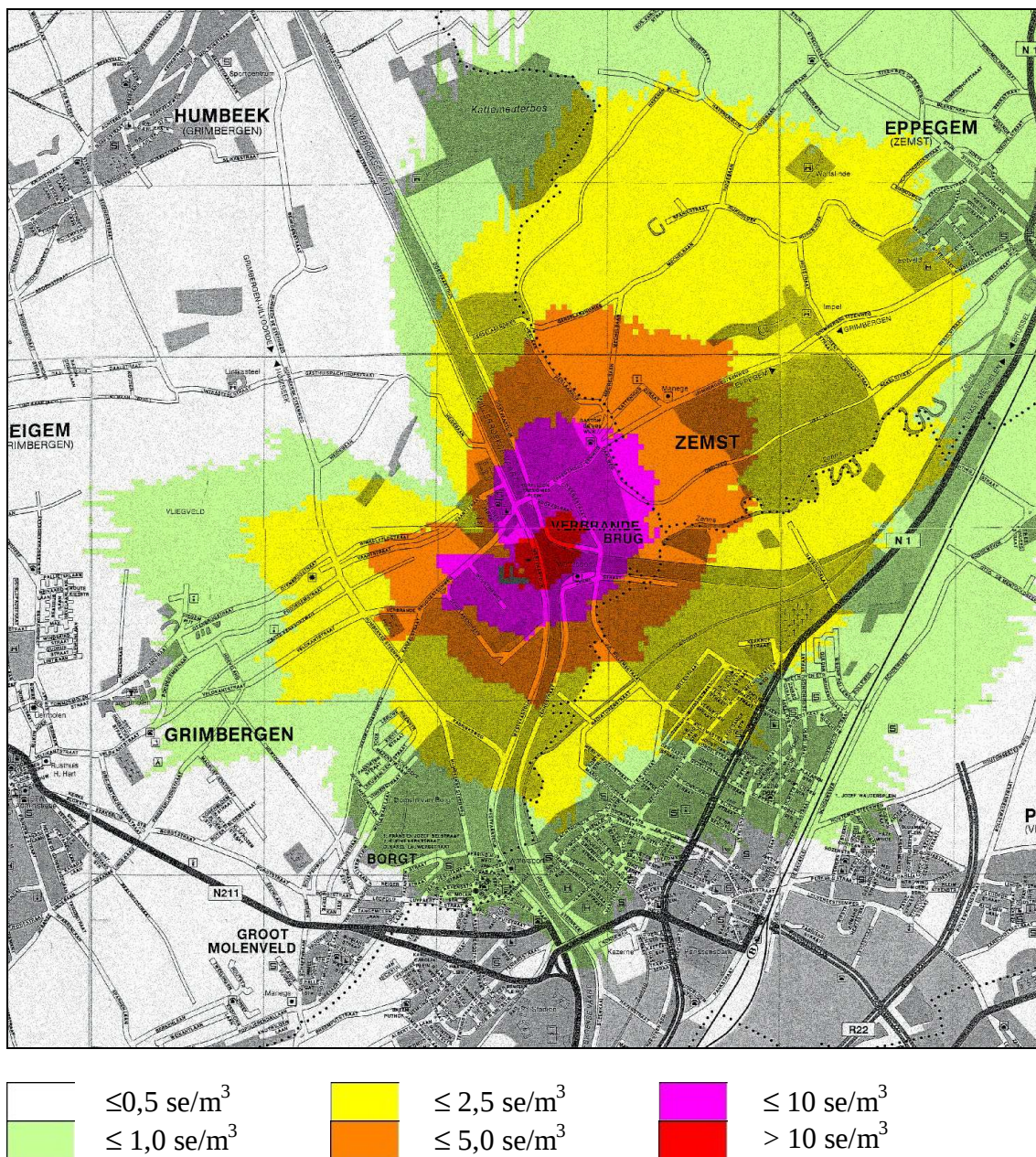
2.1.3.2 Voorbeeld

Op basis van de gemiddelde geuremissie bepaald in punt 2.1.2.2 werd voor het composteeringsbedrijf de impact op jaarbasis berekend. De invoergegevens die hierbij gehanteerd werden, zijn weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel 5: Bronkarakteristieken bepaling geurimpact composteringsbedrijf

	Biofilter	Composteringshal
bronhoogte [m]	19,3	8
diameter [m]	2	
temperatuur gassen [°C]	25	30
geuruitstoot [se/s]	315557	35000
volumedebiet [Nm ³ /h]	145436	5000
werkingsregime	continu	continu

Met het IFDM-model werden de 98-percentielimmissieconcentraties op jaarbasis berekend voor een gebied van 6 km op 6 km rond het bedrijf. De berekende concentraties zijn grafisch weergegeven in figuur 4.



Figuur 4: 98-percentielimmissieconcentraties voor een gebied van 6 km op 6 km rond een composteringsbedrijf (IFDM-model)

2.2 Methode Universiteit Gent (Van Broeck en Van Langenhove, 2000; Tuymans, 1999; Philips en Van Langenhove, 1998)

2.2.1 Uitvoering snuffelploegmetingen

2.2.1.1 Uitvoering meting

De uitvoering van de snuffelploegmetingen is gelijkaardig aan de methode die door VITO gehanteerd wordt. De snuffelploegmetingen worden uitgevoerd volgens de lijzijdemethode. De geurpluim wordt op verschillende afstanden en zoveel mogelijk loodrecht op de windrichting doorkruist en elke overgang van buiten naar binnen een geurzone wordt op een topografische kaart opgetekend. Het te volgen traject wordt op voorhand door de coördinator van de meetcampagne vastgelegd.

Na de meting worden de geurpluim en de centrale as van de geurpluim op de kaart aangeduid. Langsheen de centrale as wordt tenslotte de maximale geurwaarnemingsafstand (MGWA) gemeten.

De metingen worden uitgevoerd door 1 tot 2 snuffelaars. De snuffelmetingen worden enkel uitgevoerd bij welbepaalde meteorologische omstandigheden (geen veranderlijke windrichting, bij voorkeur Pasquill-stabiliteitsklasse C of D; windsnelheid op 10 meter hoogte groter dan 2 m/s en lager dan 8 m/s, geen metingen bij temperaturen onder 5 °C, geen dichte mist...). Bij het begin van iedere meting worden de datum, het uur, de bewolkingsgraad en de windrichting genoteerd. Op het einde van de meting worden het uur, de bewolkingsgraad en de windrichting nogmaals genoteerd.

Per meetcampagne worden minimaal acht metingen uitgevoerd. Deze worden uitgevoerd door waarnemers met een gemiddeld geurvermogen die vertrouwd zijn met de specifieke bedrijfsgeur. De waarnemers dienen zich te houden aan enkele gedragsregels (niet roken, eten en drinken voor de meting,...).

2.2.1.2 Bepalen meteogegevens

Voor de berekening van de geuremissie moeten volgende meteogegevens gekend zijn: windrichting, windsnelheid, stabiliteitsklasse. De windsnelheid, windrichting en bewolkingsgraad worden aan het begin en het einde van de meting ingeschat door de snuffelaar(s). Na de metingen worden de gegevens opgevraagd bij de dichtstbijzijnde meteomast van het KMI.

Voor de bepaling van de stabiliteit van de atmosfeer wordt gebruik gemaakt van het systeem van Pasquill. Het systeem van Pasquill kan beschouwd worden als een schatting van het bulk-Richardsongetal B. De temperatuursgradiënt wordt vervangen door een schatting van de invallende zonnestraling op basis van de bewolkingsgraad, tijdstip van de meting en het seizoen en de windsnelheid wordt gemeten op 10 m hoogte. Concreet worden de Pasquill-stabiliteitsklassen bepaald aan de hand van onderstaande figuren.

Bij de achterwaartse modellering wordt gebruik gemaakt van de gemiddelde waarde van de meteogegevens voor de periode waarin de meting werd uitgevoerd.

2.2.2 Berekenen van de geuremissie voor één bepaalde meteotoestand

2.2.2.1 Methode

Ook bij de methode van de Universiteit Gent wordt voor de bepaling van de geuremissie gebruik gemaakt van de bigaussiaanse vergelijking :

$$Q = \frac{C(x, y, z) 2 \pi \sigma_y(x) \sigma_z(x) \bar{u}(h_e)}{\exp\left[\frac{-(z - h_e)^2}{2 \sigma_z^2(x)}\right] \exp\left[\frac{-(z + h_e)^2}{2 \sigma_z^2(x)}\right]}$$

met: Q [se/s]: de geuremissie in snuffeleenheden per seconde

C(x,y,z) [se/m³]: de concentratie in het punt (x,y,z)

h_e [m]: de effectieve bronhoogte

$$h_e = h_{geo} + \delta_H$$

met: h_{geo} [m]: de geometrische bronhoogte

δ_H [m]: de kinetische en thermische pluimstijging. De bepaling gebeurt aan de hand van de formule van Moses-Carson of deze van Briggs.

$$\delta_H = \frac{4,12 v_e d + 45,16 M^{0,5}}{u_{h_e}} \quad (\text{Moses-Carson})$$

met: v_e [m/s]: de emissiesnelheid

d [m]: de diameter van de schoorsteen

M [MW]: de warmtestroom

R [m³/s]: volumedebiet

T [K]: temperatuur

$$\delta_H = \frac{a M^b}{u_{geo}^c} \quad (\text{Briggs})$$

met: M [MW]: de warmtestroom

a,b,c: coëfficiënten (zie tabel 2 p5)

σ_y (x), σ_z (x) [m]: de horizontale en verticale verspreidingsparameters

σ_y (x) = A x^a, σ_z (x) = B x^b : de coëfficiënten A, a, B, b zijn afhankelijk van de stabiliteitsklasse

u_{he} [m/s]: de windsnelheid op effectieve bronhoogte

$$\bar{u}(h_e) = \bar{u}(z_0) \left(\frac{h_e}{z_0} \right)^m$$

x, y, z [m]: coördinaten van het receptorpunt uitgedrukt in meter; voor de bepaling van de geuremissie wordt voor z de waarde 1,5 m aangenomen.

De coëfficiënten waarmee de verspreidingsparameters berekend worden, zijn weergegeven in tabel 2 (p6).

De berekening van de geuremissie gebeurt door bovenstaande formule toe te passen voor het punt van maximale geurwaarnemingsafstand (MGWA). Bij de berekening wordt ter hoogte van het punt van de MGWA de concentratie per definitie gelijkgesteld aan 1 snuffeleenheid per m³. De berekening van de geuremissie gebeurt dan aan de hand van volgende gegevens:

- MGWA [m]
- gemiddelde waarde windsnelheid [m/s]
- effectieve bronhoogte [m]
- stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet

Aangezien de stabiliteit van de atmosfeer tijdens de uitvoering van de snuffelploegmetingen uitgedrukt wordt volgens het systeem van Pasquill, en bij de achterwaartse modellering gebruik gemaakt wordt van de stabiliteitsklassen volgens Bultynck-Malet, moet eerst een 'omrekening' van de Pasquill-stabiliteitsklassen naar de Bultynck-Malet-stabiliteitsklassen plaatsvinden. In de praktijk wordt hiervoor gebruik gemaakt van volgende systemen:

Tabel 6: Omrekening stabiliteitsklassen

Pasquill-stab.klasse	Bultynck-Malet stab. klasse	omschrijving
F	E1	zeer stabiel
E	E2	zwak stabiel
D	E3	neutraal
C	E4	licht onstabiel
B	E5	onstabiel
A	E6	zeer onstabiel

Tabel 7: Omrekening stabiliteitsklassen (Bultynck et al., 1970)

Pasquill-stab.klasse	omschrijving	Bultynck-Malet stab. klasse	omschrijving
F	zeer stabiel	-	
E	zwak stabiel	E1	stabiel
D	neutraal	E3	neutraal
C	licht onstabiel	E4	licht onstabiel
B	onstabiel	E6	zeer onstabiel
A	zeer onstabiel	-	

Voor de Pasquill-stabiliteitsklassen C en D geven beide omrekeningsmethodes dezelfde Bultynck-Malet-stabiliteitsklassen. Voor de stabiliteitsklassen E en B worden naargelang de omrekeningsmethode verschillende Bultynck-Malet-stabiliteitsklassen verkregen (E wordt E1 of E2 en B wordt E5 of E6).

2.2.2.2 Voorbeeld

Een voorbeeld van de berekening van de geuremissie op basis van de maximale geurwaarnemingsafstand is weergegeven in onderstaande tabel. De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd rondom een slachthuis (Van Broeck en Van Langenhove, 1999). Als pluimstijgingsformule werd de formule van Moses-Carson gebruikt.

De geuremissie berekening werd 15 keer uitgevoerd. Uit de tabel blijkt dat de geuremissie varieerde van 9 136 se/s tot 70 430 se/s. De gemiddelde waarde bedroeg 30 057 se/s en de standaarddeviatie bedroeg 61 %.

Tabel 8: Resultaten achterwaartse modellering slachthuis (Van Broeck en Van Langenhove, 1999)

Nr.	Datum	Uur	Wind-snelheid [m/s]	Pasquill stab.klasse	MGWA [m]	Geuremissie [se/s]
1	02/07/1998	10h30-10h45	5	C	240	21856
2	08/07/1998	09h30-09h45	3	B	190	22300
3	14/07/1998	10h55-11h25	5	C	305	32146
4	29/07/1998	10h40-10h55	4	D	360	17029
5	31/07/1998	11h05-11h20	4	D	345	15989
6	04/08/1998	11h25-11h45	5	B	415*	1116541*
7	05/08/1998	10h45-11h00	3	B	410	70430
8	06/08/1998	16h30-17h05	4	B	330	66766
9	10/08/1998	13h45-14h15	3	B	225	28688
10	05/10/1998	14h15-14h25	2	D	225	9136
11	08/01/1999	11h50-12h05	6	D	390	26856
12	27/01/1999	10h35-10h50	5	D	520	35379
13	29/01/1999	10h05-10h20	3	B	175	19734
14	02/02/1999	14h45-14h55	3	D	120*	2839*
15	26/02/1999	10h35-11h00	6	D	375	25331
Gemiddelde geuremissie: 30057 se/s Standaardafwijking: 61 %						

*: outlier

2.2.3 Berekenen van de geurwaarnemingsfrequentie op jaarbasis

2.2.3.1 Methode

Op basis van de verschillende berekende geuremissies wordt de gemiddelde geuremissie als volgt bepaald :

$$Q_{\text{gem}} = \left(\frac{\sum Q_i}{n} \right)$$

met: Q_{gem} [se/s]: de gemiddelde geuremissie
 Q_i [se/s]: de geuremissie bepaald tijdens snuffelmeting i
 n : aantal snuffelmetingen

Uitgaande van de gemiddelde geuremissie Q_{gem} worden de immissieconcentraties op jaarbasis bepaald. Deze bepaling is gebaseerd op de bigaussiaanse vergelijking :

$$C(x, y, 0) = \frac{Q}{\pi \sigma_y(x) \sigma_z(x) \bar{u}(h_e)} \exp \left[\frac{-y^2}{2\sigma_y^2(x)} \right] \exp \left[\frac{-h_e^2}{2\sigma_z^2(x)} \right]$$

met: $C(x, y, 0)$: de concentratie [se/m³] in het punt (x,y,0);
 Q [se/s]: de uurgemiddelde emissiestroom
 h_e [m]: de effectieve bronhoogte
 $\sigma_y(x)$, $\sigma_z(x)$ [m]: de horizontale en verticale verspreidingsparameters
 $\sigma_y(x) = A x^a$, $\sigma_z(x) = B x^b$: de coëfficiënten A, a, B, b zijn afhankelijk van de stabiliteitsklasse
 u_{he} [m/s]: de windsnelheid op effectieve bronhoogte

$$\bar{u}(h_e) = \bar{u}(z_0) \left(\frac{h_e}{z_0} \right)^m$$

x, y [m]: coördinaten van het receptorpunt uitgedrukt in meter

Bij de uitvoering van de verspreidingsberekeningen wordt gebruik gemaakt van twee modellen, het BULMAL-model (ontwikkeld door de Universiteit Gent) en het IFDM-model (ontwikkeld door SCK/VITO). Beide modellen zijn bigaussiaanse modellen die gebruik maken van de Bultynck-Malet stabiliteitsklassen. Het IFDM-model werd reeds besproken onder punt 2.1.3.1. Het BULMAL-model werd ontwikkeld door de Universiteit Gent. Het model is grotendeels vergelijkbaar met het IFDM-model. Enkele verschilpunten zijn:

- de pluimstijgingsformule (Briggs bij IFDM; Moses-Carson bij BULMAL)
- de indeling in windrichtingssectoren (1 of 2 ° bij IFDM; 22,5 ° bij BULMAL)
- het gebruikte meteobestand (1983-1985 bij BULMAL; 1988-1989 bij IFDM)

Met de bronconfiguratie en bepaalde fysische kenmerken wordt in het model geen rekening gehouden.

Concreet gebeurt de bepaling van de geurimpact als volgt: in het model worden volgende gegevens ingevoerd aangaande de bron: bronhoogte, diameter, temperatuur, massadebiet.

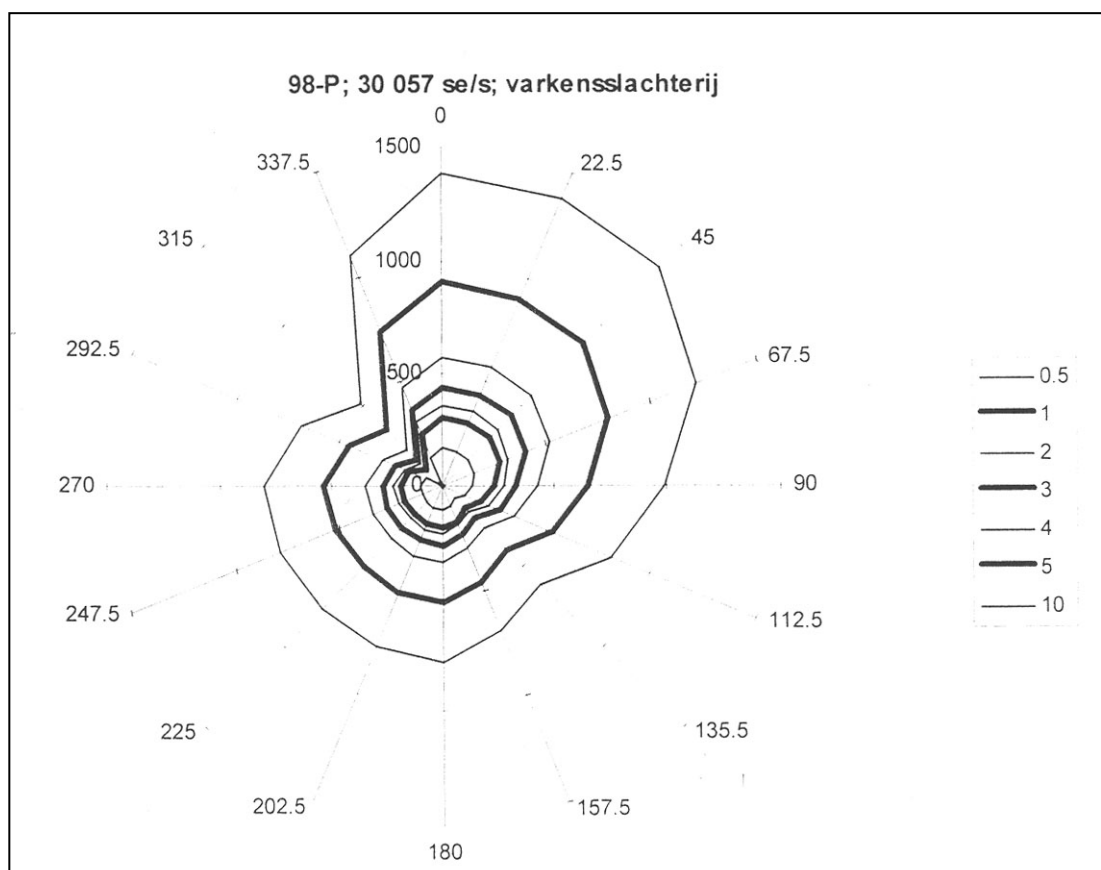
Nadat de verschillende parameters in het model ingevoerd zijn, worden de immissieconcentraties en de gewenste statistische parameters (98-percentiel,...) berekend voor de 16 windsectoren. Deze kunnen nadien grafisch of numeriek voorgesteld worden.

2.2.3.2 Voorbeeld

Op basis van de gemiddelde geuremissie bepaald in punt 2.2.2.2 werd voor het slachthuis de impact op jaarbasis berekend (Van Broeck en Van Langenhove, 1999). De invoergegevens die hierbij gehanteerd werden, zijn:

- hoogte van de waarnemer: 1,5 m
- schoorsteenhoogte: 3 m
- schoorsteendiameter: 1 m
- temperatuur uitlaat: 288 K
- meteogegevens: 1983-1985
- geuremissie: 30057 se/s

Met het BULMAL-model werden de 98-percentielimmissieconcentraties in de verschillende windrichtingssectoren berekend. Deze concentraties zijn grafisch weergegeven in figuur 7.



Figuur 7: 98-percentielimmissieconcentraties rond een slachthuis (BULMAL)

2.3 Methode Nederland (Anzion et al, 1994; Infomil, 2002; Graafland et al, 1987; Van Harreveld et al, 1999; TNO, 1998)

In Nederland worden voor de uitvoering van de snuffelploegmetingen twee methodes gehanteerd, namelijk de loopmethode en de stoeltjesmethode. Met de loopmethode wordt de afstand tussen de bron en het punt tot waar de geur waarneembaar is (= snuffelgrens), bepaald. Vervolgens wordt de geuremissie berekend met behulp van het Korte Termijn Gaussisch Pluim Model.

Met de stoeltjesmethode wordt de frequentie van de geurwaarneming op een aantal punten in de omgeving van de bron bepaald. Vervolgens wordt met het Högström model een schatting van de bronsterkte gemaakt.

Aangezien de loopmethode het meest overeenkomt met de methodes die in Vlaanderen gehanteerd worden, wordt deze methode verder beschreven.

2.3.1 Uitvoering snuffelploegmetingen

2.3.1.1 Uitvoering meting

De snuffelploegmetingen worden uitgevoerd door een snuffelploeg onder leiding van een coördinator (die zelf geen waarnemingen uitvoert). De snuffelploeg en de coördinator benaderen de bron benedenwinds zoveel mogelijk in de as van de geurpluim. Het waarnemen begint op een punt waar geen geur waargenomen wordt door de leden van de snuffelploeg. Op elk waarnemingspunt loopt de snuffelploeg onder leiding van de coördinator heen en weer loodrecht op de vermoedelijke richting van de pluimas, enerzijds om het missen van de geurpluim te voorkomen, anderzijds om weer uit de pluim te kunnen lopen om adaptatie te voorkomen.

De snuffelcoördinator geeft aan wanneer de waarneming begint en loopt met de panelleden in een richting loodrecht op de vermoedelijke pluimas. De coördinator geeft eveneens aan wanneer de waarneming beëindigd is. De panelleden noteren vervolgens hun waarneming. Als gedurende de waarneemtijd te minste één keer geur is waargenomen, is de waarneming positief, anders is deze gelijk aan nul. De totale waarneemperiode op elk punt van de route bedraagt ca. 2 minuten of meer, indien dit voor het zoeken van de pluim noodzakelijk is.

Bij het noteren van de waarnemingen wordt een 2-punts- of een 4-punts sensorische meetschaal gebruikt:

- 2-punts: 0 = geen geur
 1 = geur
- 4-punts: 0 = geen geur
 1 = zwakke geur
 2 = duidelijke geur
 3 = zeer duidelijke geur

De metingen worden uitgevoerd door minimaal 6 snuffelaars. Voorafgaand aan de metingen wordt een selectie van de panelleden doorgevoerd. Deze selectie gebeurt op basis van de criteria die voor olfactometrische analyses gelden (NEN EN 13725 of vroeger NVN 2820).

De waarnemers dienen zich te houden aan enkele gedragsregels (niet roken, eten en drinken voor de meting,...).

De snuffelploegmetingen worden enkel uitgevoerd bij welbepaalde meteorologische omstandigheden (windsnelheid op 10 meter hoogte groter dan 3 m/s en lager dan 10 m/s, geen neerslag of dichte mist, stationaire meteorologische omstandigheden, geen metingen bij temperaturen onder 5 °C,...). De meteorologische omstandigheden van tijdens de metingen worden lokaal geregistreerd of worden opgevraagd bij het dichtstbijzijnde meteostation van het KNMI. De bewolkingsdichtheid wordt ingeschat door de waarnemers.

2.3.1.2 Bepalen meteogegevens

Voor de berekening van de geuremissie zijn volgende meteogegevens nodig: windrichting, windsnelheid, stabiliteitsklasse. Bij de uitvoering van verspreidingsberekeningen zijn twee standaardstations (Schiphol en Eindhoven) voorzien. Toch wordt aanbevolen om de meteorologische gegevens van een lokaal of nabijgelegen weerstation (van het KNMI) te gebruiken i.p.v. de gegevens van de standaardstations. Wel moet men het model dan een correctie laten uitvoeren voor het verschil in ruwheid tussen meetlocatie en meteolokatie.

Voor de bepaling van de stabiliteit van de atmosfeer wordt gebruik gemaakt van Pasquill-stabiliteitsklassen die bepaald worden op basis van gegevens i.v.m. het tijdstip van de meting, het seizoen, de bewolkingsgraad en de windsnelheid. De bewolkingsgraad wordt ingeschat tijdens de snuffelploegmeting.

De bepaling van de Pasquill-stabiliteitsklassen is weergegeven in figuur 6 (p 14).

2.3.2 Berekenen van de geuremissie voor één bepaalde meteotoestand

2.3.2.1 Bepalen snuffelgrens

Uit de waarnemingen wordt de snuffelgrens berekend. Dit is de afstand tot de bron waar 50 % van de leden van de snuffelploeg tenminste één maal geur heeft waargenomen. De geurconcentratie op dit punt wordt gelijkgesteld aan 1 snuffeleenheid per m³.

Wanneer gebruik gemaakt wordt van een 4-punts schaal, worden de waarnemingen van de panelleden als volgt verwerkt:

- 0 = 1 maal (-)
- 1 = 1 maal (-) en 1 maal (+)
- 2 = 1 maal (+)
- 3 = 2 maal (+)

Voor ieder waarnemingspunt wordt het percentage positieve respons berekend als:

$$\% \text{ positief} = \frac{P}{P + N} * 100\%$$

Het percentage positieve respons wordt voor iedere waarnemingsafstand berekend. Vervolgens wordt dit percentage grafisch uitgezet t.o.v. de afstand tot de bron en wordt de snuffelgrens berekend door middel van lineaire regressie volgens de methode van Dravnieks.

2.3.2.2 Bepalen geuremissie

De berekening van de geuremissie (korte termijn berekening) gebeurt door achterwaartse modellering volgens het Nieuw Nationaal Model. De methode is analoog aan de methode die bij VITO gehanteerd wordt. Verschilpunten zijn echter het gebruikte model en het aantal punten dat gebruikt wordt bij de modellering (Nederland: de snuffelgrens; VITO : de rand van de pluim). Voor de korte-termijnberekening volgens het Nieuw Nationaal Model worden de modelparameters als volgt opgegeven:

- voor de bronkenmerken moet worden uitgegaan van de waarden tijdens de meting (temperatuur, afgasdebiet, warmte-inhoud, uittredesnelheid); voor de emissie wordt een voldoende grote, overigens willekeurige emissie gekozen, die continu wordt verondersteld,
- voor de omgevingskenmerken wordt uitgegaan van de waarden in het gebied waar de meting werd uitgevoerd,
- voor de meteogegevens wordt een meteobestand aangemaakt met de uurgemiddelde meteogegevens op de meetdag, voor de windrichting wordt een willekeurige maar wel constante waarde ingevoerd (de windrichting doet immers voor de emissieberekening niet ter zake).

De emissie wordt dan als volgt berekend:

- ter plaatse van de snuffelgrens wordt de immissie berekend,
- de gekozen emissie wordt vervolgens gecorrigeerd voor de verhouding tussen de berekende immissie en de waarde 1 se/m^3 .

2.3.3 Berekenen van de geurwaarnemingsfrequentie op jaarbasis

Uitgaande van de berekende geuremissies tijdens de snuffelploegmetingen worden de immissieconcentraties op jaarbasis bepaald. De methodiek voor het uitvoeren van de verspreidingsberekeningen is vastgelegd in het Nieuw Nationaal Model (beschreven in het “paarse boekje”). In Nederland zijn twee commerciële versies van dit model beschikbaar, namelijk Stacks (KEMA) en Pluim Plus (TNO-MEP). Beide modellen zijn gaussiaanse modellen die gebruik maken van de Pasquill stabiliteitsklassen.

Het NNM berekent voor ieder uur de uurgemiddelde concentratie, gebruik makend van het Gaussisch pluimmodel (= de uur-voor-uur methode). Concreet gebeurt de bepaling van de geurimpact als volgt: in het model worden volgende gegevens ingevoerd aangaande de bron, de meteogegevens, de omgeving...:

- bronkarakteristieken: ligging, bronhoogte, diameter, massadebiet, volumedebiet, temperatuur, werkingsregime
- meteogegevens: voor ieder te berekenen uur zijn meteorologische gegevens nodig. De meteorologische gegevens van een geselecteerde periode van vijf tot tien jaar worden hiervoor gebruikt. Uit deze gegevens berekent het NNM onder andere de stabiliteitsklasse.
- omgeving: gebouwinvloed, ruwheidslengte

Nadat de verschillende parameters in het model ingevoerd zijn, worden de immissieconcentraties en de gewenste statistische parameters (98-percentiel,...) berekend. Als resultaat van de berekeningen verkrijgt men een overzicht van de immissieconcentraties in de omgeving van de geurbron. Deze kunnen grafisch voorgesteld worden.

2.4 Vergelijking methodes

Een vergelijking van de drie beschreven methodes is weergegeven in tabel 9.

Tabel 9: Vergelijking van de methodes voor de bepaling van de geuremissie en – immissie aan de hand van snuffelploegmetingen

	Methode VITO	Methode Universiteit Gent	Methode Nederland
Uitvoering snuffelploegmetingen			
Methode	afbakenen geurpluim	bepalen MGWA via afbakening geurpluim	bepalen snuffelgrens door snuffelen op vaste afstanden
Aantal deelnemers	4-5	1-2	≥ 6
Kalibratie snuffelaars	olfactometrie	-	olfactometrie
Aantal metingen	10-20	> 8	
Meteogegevens	lokaal; continu	KMI, gemiddeld	lokaal/KNMI
Stabiliteitsklassen	Bultynck-Malet	Pasquill	Pasquill
Traject	vrij	vast	afstanden
Uitmiddeling	op grafiek	1 snuffelaar: geen 2 snuffelaars: gem. MGWA	50 % van de waarnemers
Berekening Geuremissie			
Aantal punten	10-30 rand geurpluim	1 = punt van MGWA	1 = berekende snuffelgrens
Definitie snuffeleenheid: 1 se/m ³ =	de geurconcentratie op de rand van de gemiddelde geurpluim	de geurconcentratie op het punt van de MGWA	de geurconcentratie op de snuffelgrens
Berekening via	model	formule	model
Bronconfiguratie + fysische kenmerken	meerdere bronnen; type bron; specifieke kenmerken	1 bron; beperkt aantal karakteristieken	meerdere bronnen; type bron; specifieke kenmerken
Berekening geurimpact			
Model	IFDM	IFDM/BULMAL	PluimPlus, Stacks (NNM)
Meteojaren	1 meteojaar 1988-1989	3 metejaren 1983-1985	
Windsectoren	180-360 (1° - 2°)	16 (22,5°)	
Pluimstijging	Briggs (kinetisch)	Briggs of Moses-Carson (thermisch + kinetisch) (keuze)	thermisch + kinetisch

Uit de beschrijving van de methodes en uit tabel 9 blijkt dat zowel bij de uitvoering van de metingen als bij de berekening van de geuremissie en de berekening van de geurimmissie verschillen optreden tussen de VITO-methode en de methode van de Universiteit Gent.

Wat betreft de uitvoering van de snuffelploegmetingen ligt het verschil tussen beide methodes vooral in het aantal snuffelaars en in het feit dat bij de methode van de Universiteit Gent door de snuffelaars eenzelfde traject gevolgd wordt en bij de methode van VITO niet.

Ook het gebruik van de meteogegevens is verschillend bij de twee methodes. Bij de methode van VITO wordt ter plaatse een meteomast geplaatst die de meteogegevens continu registreert. Verder wordt gebruik gemaakt van de stabiliteitsklassen van Bultynck-Malet. Bij de methode van de Universiteit Gent wordt gebruik gemaakt van de gemiddelde meteogegevens van de dichtstbijzijnde meteomast van het KMI. Verder wordt gebruik gemaakt van de stabiliteitsklassen van Pasquill, die omgerekend worden naar deze van Bultynck-Malet.

Bij de achterwaartse modellering zit het verschil tussen beide methodes in het gebruik van de meteogegevens (zie vorige paragraaf), de manier waarop de berekening wordt uitgevoerd (formule/model), het aantal punten dat bij de berekening mee in rekening gebracht wordt en de manier waarop een snuffeleenheid gedefinieerd wordt. Bij de methode van de Universiteit Gent gebeurt de modellering door het invullen van de bigaussiaanse formule voor één punt, namelijk het punt van de maximale geurwaarnemingsafstand. Ter hoogte van dit punt bedraagt de geurconcentratie 1 snuffeleenheid per m^3 . Bij de berekeningen wordt rekening gehouden met de hoogte van de geurbron. Andere bronkarakteristieken (debiet,...) worden bij de bepaling van de geuremissie niet in rekening gebracht.

Bij de methode van VITO gebeurt de modellering met behulp van het IFDM-model. In het model worden eveneens enkele karakteristieken van de bron ingegeven (temperatuur, debiet, bronhoogte, diameter,...). Bij de berekening van de geuremissie wordt rekening gehouden met de punten die op de rand van de geurpluim gelegen zijn. Ter hoogte van deze punten bedraagt de geurconcentratie 1 snuffeleenheid per m^3 .

Wanneer in een bedrijf meerdere bronnen aanwezig zijn, wordt bij de achterwaartse modellering volgens de VITO-methode rekening gehouden met de configuratie en de karakteristieken van deze bronnen. Bij de methode van de Universiteit Gent worden de berekeningen uitgevoerd alsof er slechts één enkele bron aanwezig is (1 bronhoogte,...).

De berekening van de geurimpact gebeurt met behulp van twee bigaussiaanse verspreidingsmodellen, namelijk het IFDM-model (VITO) en het BULMAL-model (Universiteit Gent). De belangrijkste verschilpunten tussen beide modellen zijn de invoergegevens, de gebruikte meteojaren en de pluimstijgingsformules.

In de uitvoering van het onderzoek zal de invloed van de verschillende parameters op de berekende geuremissie nagegaan worden en zullen voor de belangrijke parameters minimum vereisten opgesteld worden. Hierbij zal als volgt tewerk gegaan worden: voor de vergelijking van beide methodes (VITO/Universiteit Gent) wordt bij de lozingsexperimenten in de eerste plaats de uitvoering en de berekening van de geuremissie als één geheel beschouwd. Wanneer blijkt dat verschillen bestaan tussen de geuremissies die met beide methodes bepaald worden, wordt zowel voor de uitvoering van de metingen als voor de berekening van de geuremissie nagegaan welke parameters een belangrijke invloed

uitoefenen op de berekende geuremissie. Wat betreft de uitvoering van de snuffelploegmetingen wordt gekeken naar het effect van volgende parameters:

- aantal deelnemers
- meteogegevens
- stabiliteitsklassen
- uitmiddeling

Wat betreft de berekening van de geuremissie wordt gekeken naar het effect van volgende parameters:

- berekeningswijze (MGWA of pluim)
- berekening met model of formule

Op basis van de resultaten van het onderzoek worden voor deze parameters de nodige voorschriften opgesteld.

3 KENMERKEN VAN DE METHODES

De hoger beschreven methodes worden in Vlaanderen en Nederland toegepast voor de bepaling van de geuremissie en –immissie rond bedrijven. In Vlaanderen maakt ook het beleid gebruik van de uitvoering van snuffelploegmetingen. De methodes die toegepast worden, zijn echter niet steeds volledig gevalideerd. In het verdere verloop van de studie zal daarom de geschiktheid van de methodes voor de bepaling van geuremissies en –immissies nagegaan worden. Dit gebeurt door het bepalen van een aantal prestatiekenmerken van de methodes. Parameters die hierbij belangrijk zijn, zijn de juistheid, de herhaalbaarheid, de reproduceerbaarheid, de detectielimiet, de analytische functie (lineariteit,...), de robuustheid en de meetonzekerheid.

In de literatuur zijn weinig gegevens beschikbaar over de betrouwbaarheid van het gebruik van snuffelploegmetingen voor de bepaling van de geuremissie en –immissie, de robuustheid van de methode,... In de thesis “Snuffelploegmetingen als basis voor de beoordeling van geurproblemen” (Tuymans, 1999), uitgevoerd aan de Universiteit Gent, werd de invloed van een aantal parameters op de berekende geuremissie onderzocht (= onderzoek robuustheid). Hiervoor werd gewerkt met de resultaten van snuffelploegmetingen die gedurende 8 jaren (van 1990 tot 1998) uitgevoerd werden rond een 40-tal continu geuremitterende bedrijven. Bij de berekeningen werd als uitgangspunt aangenomen dat alle beschouwde bronnen een constante hoeveelheid geur veroorzaken. Met de mogelijke variabiliteit van de geuremissie wordt op deze manier geen rekening gehouden en kenmerken zoals de juistheid, de herhaalbaarheid en de reproduceerbaarheid van de methode kunnen moeilijk bepaald worden.

Ook in eerder uitgevoerde studies (Philips et al., 1998; Van Broeck en Van Langenhove, 2000) werden de resultaten van verschillende berekeningsmethodes met elkaar vergeleken, maar werden geen performantiekarakteristieken afgeleid. Zoals hoger vermeld, werd een validatie van de gehanteerde methodes aan de hand van gesimuleerde geurbronnen nog niet uitgevoerd. Door het uitvoeren van dergelijke lozingsexperimenten kan de variabiliteit in de geuremissie uitgeschakeld worden en kunnen de nodige performantiekarakteristieken afgeleid worden.

In Nederland werd een beperkt validatieonderzoek uitgevoerd van de daar gehanteerde methode (Graafland et al., 1987). Ook werd aan de hand van een aantal snuffelploegmetingen een indicatie afgeleid in verband met de nauwkeurigheid van de methode (Smith et al. 1994).

In onderstaand hoofdstuk worden de beschikbare gegevens i.v.m. de invloed van bepaalde parameters op de berekende geuremissie en –immissie beschreven. De bepaling van de immissieconcentraties op jaarbasis wordt beïnvloed door volgende factoren:

- uitvoering snuffelploegmeting
- berekening geuremissie
- voorwaartse modellering

Bij elk van deze onderdelen kunnen een aantal parameters invloed uitoefenen op het resultaat.

3.1 Uitvoering snuffelmeting

Bij de uitvoering van de snuffelmetingen kunnen volgende parameters een invloed uitoefenen:

- het aantal snuffelaars dat deelneemt aan de metingen + screening + traject
- registratie meteogegevens

3.1.1 Snuffelaars

Aantal snuffelaars

Bij de methode van de Universiteit Gent worden de metingen uitgevoerd door 1 tot 2 snuffelaars. Bij de methode die gehanteerd wordt door VITO worden de metingen uitgevoerd door 5 tot 6 snuffelaars. Wanneer de metingen uitgevoerd worden met meerdere snuffelaars zal de gemiddelde geurpluim meer nauwkeurig opgetekend kunnen worden en zullen de MGWA en de geuremissie met meer zekerheid bepaald kunnen worden.

In Nederland worden de metingen uitgevoerd door minstens 6 snuffelaars. Aangezien bij de bepaling van de snuffelgrens rekening gehouden wordt met die geurconcentraties die door 50 % van de snuffelploeg waargenomen wordt, zijn metingen met 1 snuffelaar hier niet mogelijk.

In de thesis “Snuffelploegmetingen als basis voor de beoordeling van geurproblemen” (Tuymans, 1999) werd voor de methode die gehanteerd wordt door de Universiteit Gent nagegaan met hoeveel personen de snuffelploegmetingen uitgevoerd moeten worden. Dit werd gedaan door de opgetekende MGWA van de verschillende snuffelaars per meting met elkaar te vergelijken. Hieruit werd vastgesteld dat de standaardafwijking op de gemiddelde MGWA klein was (1 tot 17 %). Om na te gaan of de snuffelaars elkaar niet beïnvloed hadden tijdens de uitvoering van de snuffelploegmetingen, werden vier bijkomende metingen met drie snuffelaars uitgevoerd. Ook hier werden kleine standaardafwijkingen bekomen, tenminste wanneer de snuffelaars hetzelfde traject gevolgd hadden. Bij één meting werd door één panellid een ander traject afgelegd. Bij deze meting bleek dat de MGWA van deze deelnemer sterk afweek t.o.v. de MGWA van de andere twee deelnemers (1250 m t.o.v. 825 m en 850 m).

Aangezien het verschil in waargenomen maximale waarnemingsafstand voor verschillende waarnemers slechts 10 tot 15 % bedraagt, werd uit de resultaten van het onderzoek experimenteel vastgesteld dat de uitvoering van de metingen met één enkele waarnemer aanvaardbaar is. Deze vaststelling geldt wanneer de waarnemers hetzelfde traject volgen.

Tijdens de snuffelcampagnes die later in het onderzoek voorzien zijn, zal de invloed van het aantal snuffelaars bij de methode van VITO nagegaan worden door op basis van de waarnemingen van iedere snuffelaar (individueel opgetekende geurpluim) de geuremissie te bepalen en deze te vergelijken met de geuremissie die bepaald wordt op basis van de gemiddelde opgetekende geurpluim.

Traject

Bij de methode van VITO wordt tijdens de uitvoering van de snuffelploegmetingen geen vast traject gevolgd door de snuffelaars. De snuffelaars starten de metingen windafwaarts van de bron en doorkruisen de bron in zigzag-beweging, maar verder is het traject niet

bepaald. Voor de methode van de Universiteit Gent zijn gegevens beschikbaar waaruit blijkt dat exact hetzelfde traject gevolgd moet worden (Tuymans, 1999).

Screening snuffelaars

De snuffelmetingen moeten uitgevoerd worden door personen van wie het geurvermogen op voorhand getest is. De resultaten van niet gescreende panelleden kunnen sterk afwijken van deze van gescreende panelleden. Dergelijke fouten kunnen vermeden worden door de snuffelploegmetingen enkel door gescreende panelleden te laten uitvoeren. De selectie van de panelleden kan uitgevoerd worden op basis van hun individuele geurdrempel voor n-butanol. Deze wordt conform de NBN EN 13725 bepaald m.b.v. olfactometrie.

3.1.2 Registratie meteogegevens

Bij de methode van VITO wordt gebruik gemaakt van de meteogegevens (windsnelheid en windrichting) van een lokaal opgestelde meteomast. Bij de methode die gehanteerd wordt door de Universiteit Gent worden de meteogegevens van de dichtstbijzijnde mast van het KMI gebruikt. In Nederland wordt aanbevolen om de meteorologische omstandigheden (windsnelheid en -richting) ter plaatse te meten (Infomil, 2005). Om dit goed te doen, is de opstelling van een meetmast vereist en deskundigheid bij het gebruik ervan (bijvoorbeeld de keuze van een representatieve plaats). Vaak is het gebruik van de meteorologie van een nabijgelegen weerstation beter dan de standaardstations Schiphol of Eindhoven. Wel moet men het model dan een correctie laten uitvoeren voor het verschil in ruwheid tussen meetlocatie en meteolocatie.

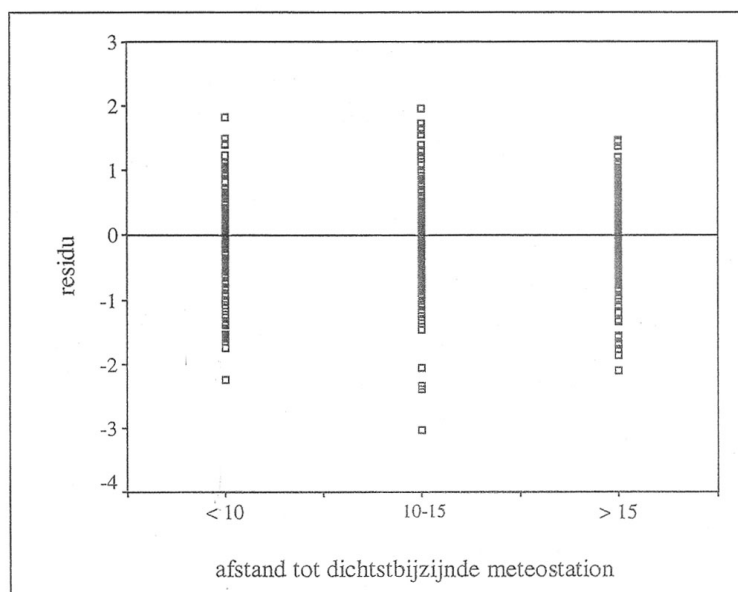
Over de grootte van de invloed van de locatie van de metingen van de meteogegevens op de berekende geuremissie werd nog geen onderzoek uitgevoerd. In de beperkte validatiestudie die uitgevoerd werd aan de Universiteit Gent (Tuymans, 1999) werd op basis van de beschikbare dataset van snuffelploegmetingen nagegaan of er verschillen in de berekende geuremissies optreden naargelang de afstand tussen de bron en de meetlocatie van de meteogegevens. Dit gebeurde aan de hand van de resultaten van een 500-tal snuffelploegmetingen die uitgevoerd werden rond een 40-tal bedrijven. Om de resultaten van de verschillende metingen met elkaar te kunnen vergelijken per bedrijf en per meetperiode werden de residuen berekend:

$$\text{residu}_i = \ln(E_i) - \frac{\sum_{i=1}^n \ln(E_i)}{n}$$

met: residu_i = residu voor snuffelploegmeting i
 E_i = berekende geuremissie voor snuffelploegmeting i
 n = hoeveelheid snuffelploegmetingen van de beschouwde campagne

Om de invloed van de afstand tussen de bron en de locatie van de meteomast op de berekende geuremissie te bepalen, werden de gegevens van de dataset opgedeeld in drie groepen: een groep waarbij de afstand tussen de bron en de dichtstbijzijnde meteomast minder dan 10 km bedroeg, een groep waarbij deze afstand tussen 10 en 15 km lag en een groep waarbij deze afstand groter dan 15 km was. Vervolgens werden de residuen uitgezet in functie van deze groepen (zie figuur 8). Uit de resultaten bleek dat er geen verschil

bestaat tussen de drie onderscheiden groepen en dat bijkomende testen nodig zijn om de invloed van de locatie van de meteomast op de berekende geuremissie te bepalen.



Figuur 8: Residuen in functie van de afstand tot het dichtstbijzijnde meteostation (Tuymans, 1999)

In het verdere verloop van de studie kan de invloed van de locatie van de meteomast nagegaan worden door voor een aantal eerder uitgevoerde snuffelploegmetingen waarbij lokaal een meteomast opgesteld werd de meteogegevens van het dichtstbijzijnde meteostation van het KMI op te vragen, de geuremissies te berekenen op basis van deze gegevens en de resultaten van deze berekeningen te vergelijken met eerder berekende geuremissies (op basis van de lokale meteogegevens).

De invloed van de plaats waar de meteogegevens gemeten worden, zal eveneens nagegaan worden tijdens de uitvoering van de snuffelcampagnes aan de gekende bronnen.

3.2 Bepaling van de geuremissie

Bij de bepaling van de geuremissie op basis van de opgetekende geurpluim kunnen volgende parameters een invloed uitoefenen:

- aantal punten gebruikt bij bepaling geuremissie (MGWA – geurpluim)
- meteogegevens
-

3.2.1 Aantal waarnemingen dat gebruikt wordt bij de achterwaartse modellering

In de methode die gehanteerd wordt door de Universiteit Gent wordt bij de achterwaartse modellering enkel gebruik gemaakt van de maximale geurwaarnemingsafstand. Bij de methode van VITO wordt gebruik gemaakt van de volledig opgetekende geurpluim.

Om de invloed van het aantal punten dat gebruikt wordt bij de achterwaartse modellering te bepalen, werden voor een aantal eerder uitgevoerde metingen beide berekeningsmethodes

toegepast. Het verschil tussen beide methodes wordt weergegeven aan de hand van onderstaande voorbeelden. De resultaten zijn afkomstig van snuffelploegmetingen die in het kader van de studie “Onderzoek geurnormering: opstellen van een methodologie voor het opstellen van een geurnormering voor homogene sectoren” in opdracht van Aminabel uitgevoerd werden rond een slachthuis en een varkenshouderij (Philips et al., 1998).

In tabel 10 en tabel 11 geven de laatste twee kolommen de geuremissie berekend op basis van de MGWA en de geuremissie berekend op basis van de volledige geurpluim weer. Bij de bepaling van de geuremissie m.b.v. achterwaartse modellering werd de geurbron in het model ingegeven als geurbron waarvan bepaalde karakteristieken (debiet, temperatuur,...) bepaald werden aan de hand van emissiemetingen.

Uit de resultaten van beide tabellen blijkt dat in het eerste voorbeeld voor de berekende geuremissie een grote systematische afwijking tussen beide methodes vastgesteld wordt, terwijl dit in het tweede voorbeeld niet het geval is.

Verder blijkt dat de standaarddeviatie op de geuremissie lager is wanneer gebruik gemaakt wordt van de volledige geurpluim (achterwaartse modellering) dan wanneer enkel de MGWA in rekening gebracht wordt (bigaussiaanse formule). De standaarddeviatie kan geïnterpreteerd worden als maat voor de meetfout of de meetonzekerheid (meetonzekerheid = 2 keer de standaarddeviatie). De meetonzekerheid neemt zeer grote waarden aan bij de MGWA-methode (70-200 %).

Tabel 10: Vergelijking bepaling geuremissie m.b.v. MGWA-methode en m.b.v. achterwaartse modellering (slachthuis)

datum	Tijdstip	u (10m) [m/s]	u (he) [m/s]	BM stab. kl.	MGWA [m]	bronterm Q bigaussiaans uit MGWA [se/s]	bronterm Q achterwaartse modellering [se/s]
23/05/97	09h35-10h30	3,5	3,6	E4	410	40881	46610
16/06/97	10h00-10h50	-	-	-	280	-	-
01/07/97	09h20-10h10	4,2	4,3	E4	390	45576	30792
07/08/97	11h30-12h20	4,6	4,7	E4	240	28409	32751
03/09/97	10h30-11h20	2,8	2,9	E4	290	29246	39256
03/09/97	13h20-13h40	2,5	2,5	E5	380	21879	31915
07/10/97	13h30-14h00	6,7	6,9	E7	220	13035	20408
09/10/97	13h15-13h45	6,7	7,0	E2	120	9638	27027
14/10/97	13h15-13h45	3,8	3,9	E3	210	14055	36232
16/10/97	13h05-13h35	2,4	2,5	E4	280	3896	9804
22/10/97	09h15-9h45	1,7	1,8	E1	100	1292	20833
24/10/97	10h50-11h15	2,5	2,6	E4	150	8222	14164
30/10/97	08h30-9h00	2,3	2,4	E1	170	1507	5703
31/10/97	10h00-10h30	3,8	3,9	E3	120	4661	9921
06/11/97	13h30-14h00	3,5	3,6	E3	120	7097	16746
07/11/97	13h15-14h00	5,8	6,0	E2	180	13742	28986
12/11/97	14h20-15h00	1,9	2,0	E2	310	3225	12894
13/11/97	09h00-9h30	2,5	2,6	E2	240	1854	6757
19/11/97	10h30-11h00	4,0	4,1	E4	110	16521	15464
26/11/97	13h00-13h30	3,3	3,4	E3	200	6212	13986
27/11/97	09h00-9h45	2,7	2,8	E2	170	1870	16667
Gemiddelde:					223	13641	21846
Standaarddeviatie [%]:					42,5	96,7	53,3

Tabel 11: Vergelijking bepaling geuremissie m.b.v. MGWA-methode en m.b.v. achterwaartse modellering (varkenshouderij)

datum	Tijdstip	u (10m) [m/s]	u (he) [m/s]	BM stab. kl.	MGWA [m]	bronterm Q bigaussiaans uit MGWA [se/s]	bronterm Q achterwaartse modellering [se/s]
23/10/97	13h55-14h25	1,6	1,56	E4	420	18351	14563
31/10/97	09h40-10h10	3,6	3,48	E3	340	16100	20085
05/11/97	14h00-14h05	3,8	3,67	E3	530	32598	28169
28/11/97	09h55-10h45	3,3	3,16	E2	560	16166	16377
02/12/97	12h45-13h30	4,6	4,44	E3	330	19699	29963
11/12/97	14h05-14h35	4,7	4,54	E3	250	13500	24457
07/01/98	13h00-13h40	7,5	7,19	E2	500	31159	30395
09/01/98	10h55-11h25	3,9	3,77	E3	410	22924	22512
12/01/98	13h50-14h10	3,2	3,09	E3	290	11369	28517
06/02/98	10h15-10h55	2,5	2,41	E3	580	24508	18620
06/02/98	13h00-13h30	3,1	3,03	E4	450	39394	28243
10/02/98	10h25-11h00	2,9	2,83	E4	300	20222	16317
10/02/98	12h45-13h15	4,2	4,10	E4	310	30736	27869
12/02/98	10h10-10h40	3,4	3,28	E3	570	32483	22407
18/02/98	13h10-13h45	1,9	1,87	E5	240	18126	21154
Gemiddelde:					405	23156	23310
Standaarddeviatie [%]:					29,7	35,8	23,0

In het kader van de studie “Onderzoek geurnormering: opstellen van een methodologie voor het opstellen van een geurnormering voor homogene sectoren: evaluatie van de toegepaste methodologie” (Van Broeck en Van Langenhove, 2000) werden voor 7 bedrijven die door de Universiteit Gent en door VITO onderzocht werden de resultaten van de vergelijking tussen de twee methodes die in Vlaanderen gehanteerd worden voor de bepaling van de geuremissie weergegeven. De resultaten zijn weergegeven in onderstaande tabel. In de tabel worden voor de 7 onderzochte bedrijven de gemiddelde waarnemingsafstand en de gemiddelde waarde van de geuremissie berekend met de methode van de Universiteit Gent en deze berekend met de methode van VITO weergegeven.

Tabel 12: Overzicht berekende geuremissies en standaardafwijkingen voor 7 bedrijven

	Res. snuffelploeg		Methode Univ. Gent		Methode VITO	
	MGWA [m]	Stdev [%]	Geuremissie [*1000 se/s]	Stdev [%]	Geuremissie [*1000 se/s]	Stdev [%]
VH3	348	26	12	68	25	47
SL2	215	46	12	96	18-21	35-49
SL3	292	26	31	71	22	63
RW4	231	29	8	127	23	68
VS2	405	30	18	36	22	22
TX2	571	17	139	35	93	37
TX3	251	33	25	46	41	32
Gem.		30		68		44

Uit de tabel blijkt dat er verschillen bestaan tussen de geuremissie die berekend is volgens de methode van de Universiteit Gent en deze die berekend is volgens de methode van VITO. Er kan echter geen systematische afwijking vastgesteld worden (het is niet zo dat de ene methode steeds de hoogste en de andere methode steeds de laagste gemiddelde geuremissie berekent). Verder blijkt dat de spreiding op de berekende geuremissies kleiner is bij de VITO-methode dan bij de methode van de Universiteit Gent.

Op basis van de resultaten van de lozingsexperimenten zullen bijkomende berekeningen ter vergelijking van beide methodes uitgevoerd worden.

3.2.2 Meteo-omstandigheden

Bij de methode die gehanteerd wordt door de Universiteit Gent wordt slechts één set van meteogegevens gebruikt bij de achterwaartse modellering. Bij de berekeningsmethode die door Vito voorgesteld wordt, worden de 5- of 10-minuuts-gemiddelde meteogegevens in het model ingebracht voor de volledige periode waarin gesnuffeld werd (lokale meteogegevens). Tijdens de uitvoering van de snuffelcampagnes zal onderzocht worden of deze methode een meer nauwkeurig beeld van de gemiddelde meteositatie tijdens de snuffelmeting weergeeft. Ook zal nagegaan worden welke uitmiddelingstermijn best gebruikt wordt.

In verschillende publicaties wordt stabiliteitsklasse vermeld als een parameter die een belangrijke invloed heeft op de berekening van de geuremissie (bronnen). Dit is ook weergegeven in onderstaande tabel. In de tabel wordt op basis van een waarnemingsafstand van 250 m en 500 m, een windsnelheid van 3 m/s en een bronhoogte van 10 m nagegaan

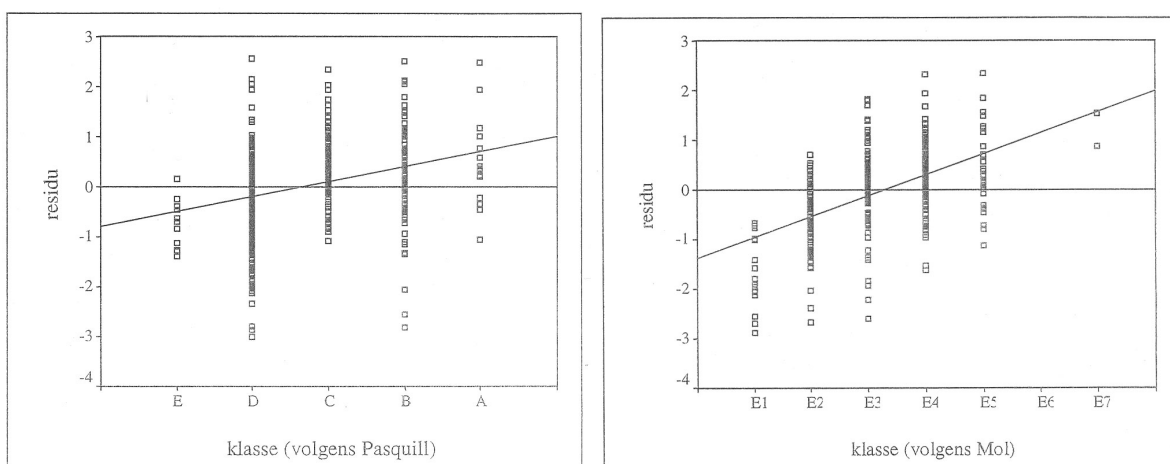
hoe groot de geuremissie zou zijn bij de verschillende stabiliteitsklassen. De berekeningen werden uitgevoerd volgens de methode van de Universiteit Gent.

Tabel 13: Invloed van de stabiliteitsklasse op de berekende geuremissie

Stabiliteitsklasse	Berekende geuremissie	
	MGWA = 250 m	MGWA = 500 m
E1	3468	8679
E2	5028	13130
E3	9053	24575
E4	16533	45811
E5	31047	87031
E6	48920	138051
E7	15997	40106

Uit de tabel blijkt dat een verkeerde inschatting van de stabiliteitsklasse aanleiding kan geven tot grote afwijkingen in de berekende geuremissie. Wanneer de ingeschatte klasse één klasse verschilt met de werkelijke waarde kan de berekende geuremissie met een factor 2 onder- of overschat zijn. Wanneer de ingeschatte en de werkelijke stabiliteitsklassen meerdere klassen uit elkaar liggen, treden grotere afwijkingen op. Met de methode van VITO worden gelijkaardige resultaten bekomen.

Voor de methode die gehanteerd wordt bij de Universiteit Gent werd nagegaan of er bij bepaalde stabiliteitsklassen een onder- of overschatting van de gemiddelde berekende geuremissie optreedt (Tuymans, 1999; Van Broeck et al, 2000). Om de invloed van de stabiliteitsklasse op de berekende geuremissie te bepalen, werden de residuen uitgezet in functie van de stabiliteitsklasse en werd een lineaire regressie uitgevoerd. Figuur 9 geeft het resultaat van deze regressie weer. Uit de resultaten bleek dat er een positief verband bestaat tussen de residuen van de geuremissie en de stabiliteitsklassen: bij zeer stabiel weer treedt een onderschatting van de geuremissie op en bij onstabiel weer een overschatting.



Figuur 9: Residuen in functie van de stabiliteitsklassen (Tuymans, 1999)

Aan de hand van enkele bijkomende statistische testen werden correctiefactoren afgeleid die toegepast moeten worden om de geuremissie die bij een bepaalde stabiliteitsklasse berekend wordt om te rekenen naar de werkelijke waarde.

Aangezien uit de resultaten van de berekeningen bleek dat de onder- of overschatting van de geuremissie het kleinst is bij de stabiliteitsklassen E3 en E4 werd in het voorgestelde meetprotocol voorgesteld de snuffelploegmetingen uit te voeren bij deze stabiliteitsklassen (C en D volgens Pasquill).

Ook de gebruikte windsnelheid zal een invloed hebben op de berekende geuremissie. Bij het gebruik van gegevens i.v.m. de windsnelheid moet steeds gekend zijn op welke hoogte deze gegevens gemeten werden. Bij de lokaal opgestelde meteomasten van VITO en bij de meteostations van het KMI worden deze snelheden gemeten op een hoogte van 10 m.

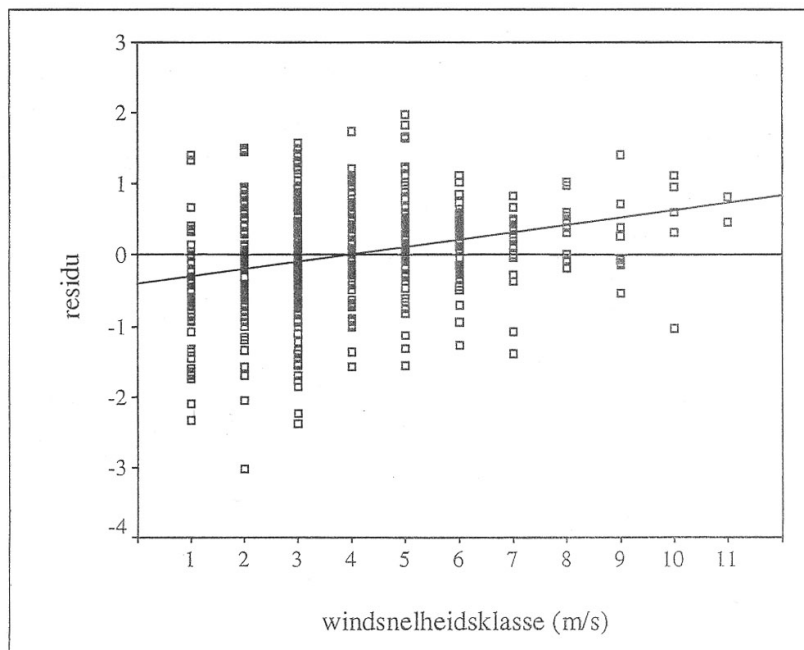
De invloed van de windsnelheid op de geuremissie kan rechtstreeks afgeleid worden uit de bigaussiaanse vergelijking. De invloed van een foutieve inschatting van de windsnelheid is weergegeven in onderstaande tabel. In de tabel wordt op basis van een waarnemingsafstand van 250 m en een bronhoogte van 10 m nagegaan hoe groot de geuremissie zou zijn bij verschillende windsnelheden. De berekeningen werden in de eerste plaats uitgevoerd volgens de methode van de Universiteit Gent. Bijkomende berekeningen worden uitgevoerd met de methode van VITO.

Tabel 14: Invloed van de windsnelheid op de berekende geuremissie

Stabiliteitsklasse	Berekende geuremissie			
	v = 3 m/s	v = 4 m/s	v = 5 m/s	v = 6 m/s
E1	3468	4624	5781	6937
E2	5028	6705	8381	10057
E3	9053	12070	15088	18105
E4	16533	22044	27555	33066
E5	31047	41396	51744	62093
E6	48920	65227	81534	97841
E7	15997	21330	26662	31994

Uit de tabel blijkt een lineair verband bestaat tussen de windsnelheid en de berekende geuremissie. Wanneer de windsnelheid bijvoorbeeld 33 % overschat wordt, zal ook de geuremissie 33 % overschat worden.

In de thesis “Snuffelploegmetingen als basis voor de beoordeling van geurproblemen” (Tuymans, 1999) werd hetzelfde onderzoek als bij de stabiliteitsklassen ook uitgevoerd voor de windsnelheid. Er werd nagegaan of bij bepaalde windsnelheden een onder- of overschatting van de gemiddelde berekende geuremissie optreedt. Hiertoe werden de residuen uitgezet in functie van de windsnelheid en werd een lineaire regressie uitgevoerd. Figuur 10 geeft het resultaat van deze regressie. Hieruit bleek dat lage snelheden aanleiding geven tot een onderschatting van de emissie en hoge snelheden tot een overschatting van de emissie.



Figuur 10: Residuen in functie van de windsnelheid (Tuymans, 1999)

Aan de hand van enkele bijkomende statistische testen werden correctiefactoren afgeleid die toegepast moeten worden om de geuremissie die bij een bepaalde windsnelheid berekend wordt om te rekenen naar de werkelijke waarde.

3.2.3 Bronconfiguratie

Wanneer de geuremissie berekend wordt aan de hand van de bigaussiaanse formule (Universiteit Gent), wordt geen rekening gehouden met de bronconfiguratie (punt- of oppervlaktebron),... Ook wordt (afhankelijk van de gebruikte pluimstijgingsformule) niet steeds rekening gehouden met de fysische karakteristieken van de emissies (temperatuur, debiet,...). Bij de methode van de achterwaartse modellering m.b.v. het IFDM-model wordt hier wel rekening mee gehouden. Wanneer meerdere bronnen aanwezig zijn met verschillende hoogte, debiet, temperatuur,... kan hiermee gemakkelijk rekening gehouden worden bij het achterwaarts modelleren. Ook bij de methode uit Nederland wordt rekening gehouden met de bronconfiguratie en de karakteristieken van de verschillende bronnen.

Over de invloed van de bronconfiguratie op de berekende geuremissie zijn in de literatuur weinig gegevens bekend. De invloed zal bijkomend beschreven worden aan de hand van de resultaten van enkele eerder uitgevoerde snuffelcampagnes. Aangezien tijdens de snuffelcampagnes enkel eenvoudige bronconfiguraties beschouwd worden, wordt de invloed van de bronconfiguratie op de berekende geuremissie niet experimenteel bepaald.

3.3 Bepaling van de geurimmissieconcentraties op jaarbasis

Bij de bepaling van de geurimmissieconcentraties op jaarbasis kunnen volgende parameters een invloed uitoefenen op het resultaat:

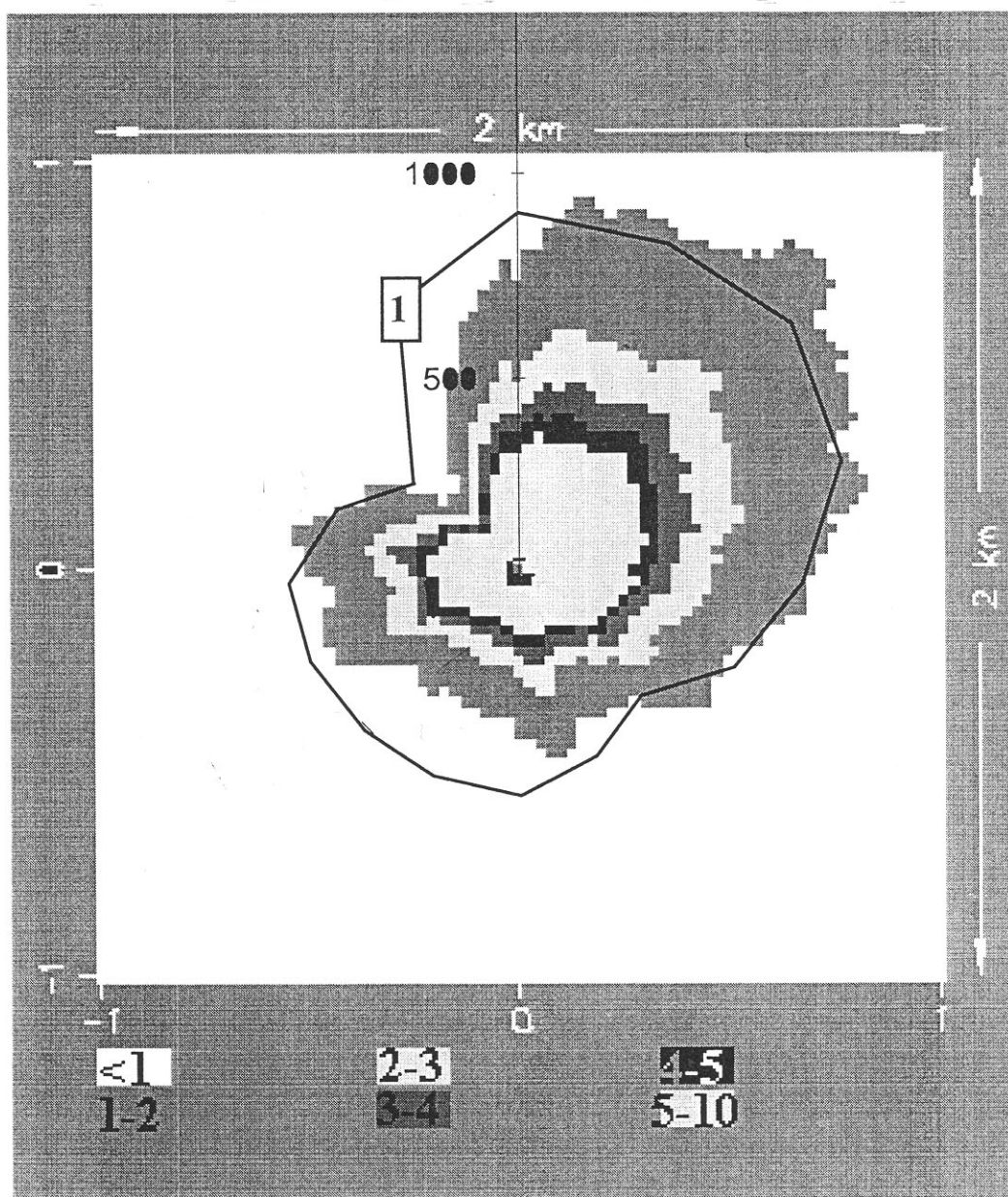
- gebruikte verspreidingsmodel
- bronconfiguratie
- meteogegevens
- ...

De invloed van deze parameters zal nagegaan worden door verspreidingsberekeningen uit te voeren met het IFDM-model en het Bulmal-model en bij deze berekeningen een aantal parameters te laten variëren.

3.3.1 Verspreidingsmodel

De berekende immissieconcentraties kunnen verschillen naargelang het model dat gebruikt wordt (BULMAL of IFDM). Voor het BULMAL-model werd een beperkte validatie uitgevoerd voor verschillende situaties en omstandigheden (Van Renterghem, 1999). Eventueel kunnen nog systematische afwijkingen aanwezig zijn (benaderingen, beperkingen, verschillen in programmeerparameters,...).

In het kader van de studies “Onderzoek geurnormering: opstellen van een methodologie voor het opstellen van een geurnormering voor homogene sectoren: 3^{de} termijn” (Van Broeck en Van Langenhove, 1999) en “Onderzoek geurnormering: opstellen van een methodologie voor het opstellen van een geurnormering voor homogene sectoren: evaluatie van de toegepaste methodologie” (Van Broeck en Van Langenhove, 2000) werd voor enkele bedrijven een vergelijking gemaakt tussen de resultaten van de verspreidingsberekeningen met het IFDM-model en deze van de berekeningen met het BULMAL-model. Voor één van de onderzochte locaties is het resultaat van deze vergelijking weergegeven in onderstaande figuur. Hieruit blijkt dat voor het onderzochte bedrijf een goede overeenkomst gevonden werd tussen de resultaten van beide modellen.



Figuur 11: Vergelijking resultaten IFDM en BULMAL (Van Broeck en Van Langenhove, 2000)

Bij andere vergelijkende berekeningen werden afwijkende resultaten gevonden tussen beide modellen (bijvoorbeeld: contour van 1 se/m³ met BULMAL komt overeen met contour van 2,5 se/m³ met IFDM).

Een verdere vergelijking tussen beide modellen zal gemaakt worden door ze toe te passen op de resultaten van de snuffelcampagnes. Voor iedere meetcampagne zal op basis van de gemiddelde geuremissie de geurimpact berekend worden met beide modellen.

3.3.2 Bronconfiguratie

Bij het BULMAL-model kan de bronconfiguratie niet in het model ingegeven worden. Iedere geurbron wordt in het model ingegeven als een puntbron. De enige variabele parameters zijn de hoogte, de diameter en de geuremissie van deze bron. Een waarde voor het debiet of de temperatuur van de emissies wordt niet ingevoerd. Het werkingsregime is steeds continu.

In IFDM kunnen geurbronnen beschouwd worden als puntbronnen of als oppervlaktebronnen. Bij puntbronnen worden de diameter en hoogte van de bron, de temperatuur en het debiet van de emissies, de geuremissie en het werkingsregime in het model ingegeven. Bij oppervlaktebronnen worden de afmetingen van de bron, de geuremissie en de dagelijkse schommelingen in de emissie in het model ingevoerd. Het wekelijkse werkingsregime (bijvoorbeeld bij installaties die enkel tijdens de weekdays in werking zijn) kan niet ingegeven worden.

Uit eerder uitgevoerde verspreidingsberekeningen blijkt dat de invoer van de bronconfiguratie (bronhoogte, diameter, debiet,...) een invloed heeft op de berekende 98-percentielimmissieconcentraties en de berekende geurwaarnemingsafstand. De invloed van de bronconfiguratie op de berekende geurmimmissies wordt niet verder nagegaan in het kader van deze studie. Verwacht wordt immers dat de invloed van de bronconfiguratie vooral belangrijk is bij complexe bronsituaties en bij oppervlaktebronnen. Oppervlaktebronnen zijn in eerste instantie niet mee opgenomen in de lozingsexperimenten.

3.3.3 Meteogegevens

Bij de berekening van de 98-percentielimmissieconcentraties worden steeds de meteogegevens van één of meerdere volledige jaren in rekening gebracht. Bij het BULMAL-model zijn dit de jaren 1983-1985. Bij het IFDM-model is er keuze tussen drie meteorjaren: 1976-1977, 1978-1979 en 1988-1989. De meeste berekeningen worden uitgevoerd met het meest recente meteorjaar.

De invloed van het meteorjaar wordt niet afzonderlijk geëvalueerd in het kader van deze studie.

3.4 Prestatiekenmerken

3.4.1 Nauwkeurigheid

In het rapport “De meetnauwkeurigheid van snuffelploegmetingen” (Smith et al, 1994) wordt een eerste indicatie omtrent de nauwkeurigheid van de snuffelploegmetingen in Nederland geformuleerd. Het kwantificeren van de meetnauwkeurigheid gebeurt door het aangeven van de standaardafwijking. De meetnauwkeurigheid werd berekend op basis van de resultaten van drie snuffelploegcampagnes. Bij twee campagnes was telkens op vier meetdagen twee maal de geuremissie bepaald en bij één onderzoek werd op tien meetdagen twee maal de geuremissie bepaald. Iedere meting werd beschouwd als een aselechte steekproef uit een set meetwaarden die normaal verdeeld is.

Op basis van de gegevens van de snuffelploegonderzoeken werd, analoog aan de bepalingen uit de Nederlandse voornorm NVN 2820, de maximale geometrische herhaalbaarheid (r') berekend.

$$r'_{\max} = e^{(t*s*\sqrt{2})}$$

met: t : de t-factor uit de t-verdeling afhankelijk van $n-1$ metingen behorend bij een 95%-betrouwbaarheidsinterval

s : de standaardafwijking

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i (\ln(E_i) - \ln(E_{\text{gem}}))^2}{n-1}}$$

met: E_i [se/s]: de berekende geuremissie in meting i

E_{gem} [se/s]: de gemiddelde gemeten geuremissie

Omdat de geometrische herhaalbaarheid afhankelijk is van de meetwaarden onderling werd per set van meetwaarden de meest ongunstige herhaalbaarheid berekend (= de maximale geometrische herhaalbaarheid). Voor iedere snuffelcampagne werd voor elke willekeurige combinatie van 2, 3, 4 of 5 meetdagen r' berekend. Per onderzoek werd vervolgens $r'_{\max}$ berekend als de grootste waarde van de berekende r' . Voor de drie beschouwde snuffelcampagnes is de maximale geometrische herhaalbaarheid weergegeven in figuur 12.

De spreiding in de meetwaarden van de drie campagnes werd bepaald door de berekening van het 95%-betrouwbaarheidsinterval:

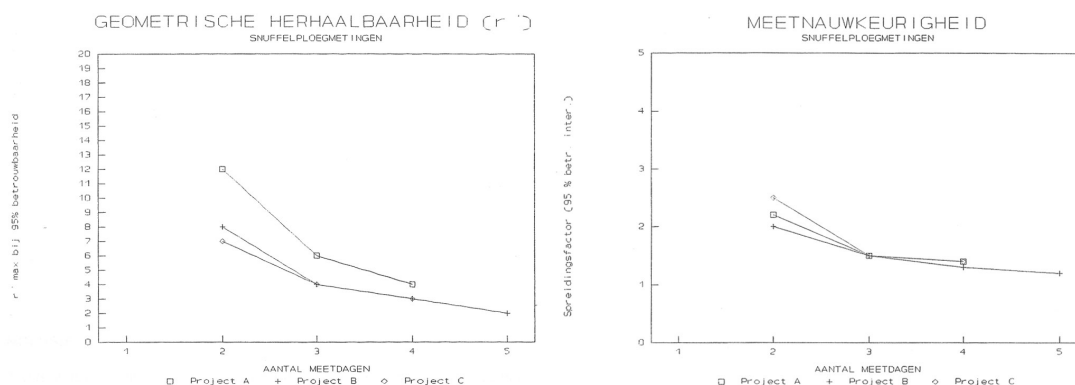
$$95\% - \text{BI} = \pm \frac{s * t_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

met: t : de t-factor uit de t-verdeling afhankelijk van $n-1$ metingen behorend bij een 95%-betrouwbaarheidsinterval

n : het aantal metingen

s : de standaardafwijking

Voor de drie beschouwde snuffelcampagnes is de spreidingsfactor ten opzichte van het aantal metingen voor het 95%-betrouwbaarheidsinterval weergegeven in figuur 12.



Figuur 12: Bepaling geometrische herhaalbaarheid en nauwkeurigheid op basis van de resultaten van 3 snuffelploegonderzoeken (Smith et al, 1994)

Uit de resultaten van figuur 12 is geconcludeerd dat $r'_{\max}$ met een waarschijnlijkheid van 95 % kleiner zal zijn dan 4 indien er op minimaal vier meetdagen telkens twee snuffelploegmetingen uitgevoerd worden. Verder werd besloten dat voor de drie uitgevoerde onderzoeken de spreidingsfactor bij vier meetdagen met elk twee snuffelploegmetingen kleiner is dan 1,5.

In Vlaanderen werd in de thesis “Snuffelploegmetingen als basis voor de beoordeling van geurproblemen” (Tuymans, 1999) berekend hoeveel snuffelploegmetingen minimaal uitgevoerd moeten worden om een nauwkeurig resultaat te verkrijgen. Hiertoe werd gebruik gemaakt van een empirisch afgeleide standaardafwijking die bepaald werd op basis van de dataset van de uitgevoerde snuffelploegmetingen rond een 40-tal bedrijven. Deze standaardafwijking komt overeen met een factor 2.

Vervolgens werd het 95%-betrouwbaarheidsinterval op het gemiddelde als volgt berekend:

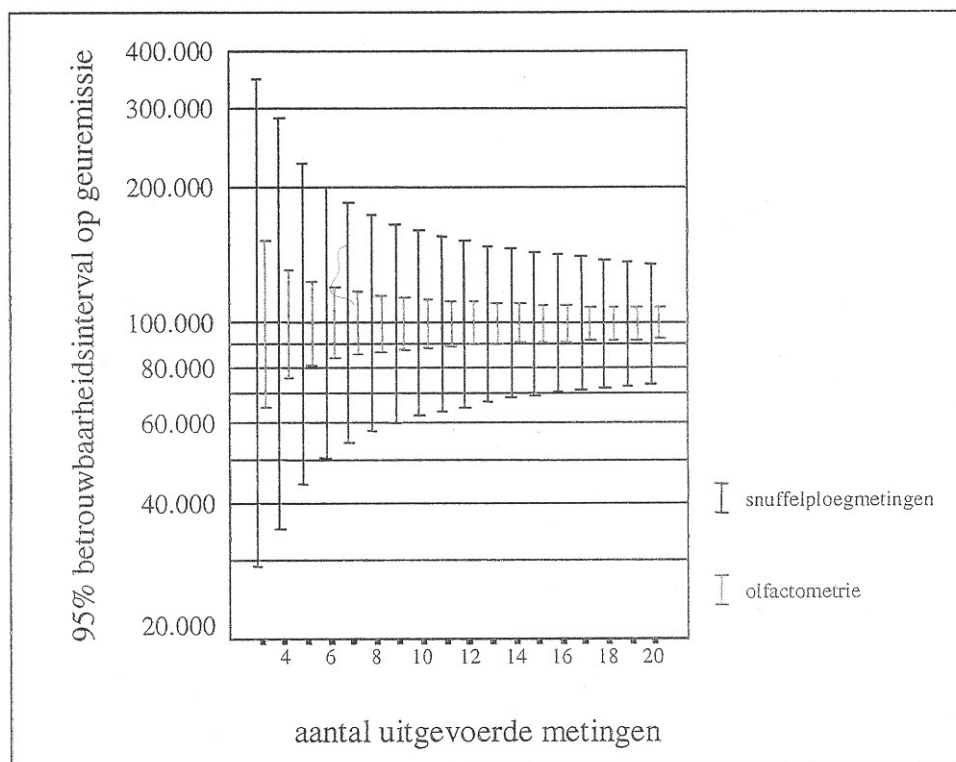
$$95\% - BI = \pm \frac{s * t_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

met: s = experimenteel bepaalde standaardafwijking (= 2)

t_{n-1} = de t-waarde voor $n-1$ vrijheidsgraden

n = aantal uitgevoerde metingen

De betrouwbaarheidsintervallen werden berekend voor een gemiddelde emissie van 100 000 se/s. Het resultaat van deze berekeningen is weergegeven in onderstaande figuur. Hieruit werd afgeleid dat de onzekerheid niet sterk daalt vanaf 7 tot 8 metingen.



Figuur 13: Te verwachten onzekerheid op een gemiddelde geuremissie van 100 000 se/s in functie van het aantal metingen (Tuymans, 1999)

Bij bovenstaande berekeningen van de nauwkeurigheid moet opgemerkt worden dat de berekende betrouwbaarheidsintervallen sterk afhankelijk zijn van de standaardafwijking die gebruikt wordt bij de berekening. Deze standaardafwijking (variatie in de resultaten) wordt veroorzaakt door zowel de meetmethode als door de variatie in de geuremissie. Bij de uitgevoerde berekeningen was geen informatie beschikbaar over de spreiding in de geuremissie en werd steeds verondersteld dat de geuremissie constant was.

3.4.2 Juistheid, natrekbaarheid, robuustheid

De juistheid van een methode is de mate van overeenstemming tussen het gemiddelde van een reeks meetwaarden en de werkelijke waarde van de te bepalen grootte (systematische fout). Zoals hoger gezegd is er over de juistheid van de gehanteerde methodes voor de bepaling van de geuremissie weinig informatie beschikbaar. De juistheid van de methodes kan onderzocht worden door het uitvoeren van gecontroleerde lozingsexperimenten.

Ook de natrekbaarheid of de herleidbaarheid van de gebruikte snuffeleenheden naar nationale standaarden of SI-eenheden is niet gekend. Voor de geureenheid is de herleidbaarheid vastgelegd via het referentiegas butanol in de Europese norm voor olfactometrie ($1 \text{ ou}_E/\text{m}^3 = 40 \text{ ppb butanol}$). Voor de snuffeleenheid werd de natrekbaarheid nog niet nagegaan. Dit is echter wel wenselijk en kan onderzocht worden van de hand van lozings-experimenten.

De robuustheid van de methode is de ongevoeligheid van het resultaat voor variaties in externe factoren. Ook over de robuustheid van de methodes is in de literatuur weinig informatie beschikbaar. Deze informatie kan pas afgeleid worden wanneer eerst de methode duidelijk gekend is.

3.5 Conclusie

De methodes die in Vlaanderen gehanteerd worden voor de uitvoering van snuffelploegmetingen en de berekening van de geuremissies en –immissies (methode VITO, methode Universiteit Gent) verschillen op meerdere punten. De methode die in Nederland gehanteerd wordt is bovendien nog eens verschillend van beide Vlaamse methodes.

In verband met de validatie van de methodes is weinig informatie bekend. In Vlaanderen werd aan de hand van de resultaten van snuffelploegmetingen bij een 40-tal bedrijven de invloed van enkele parameters bepaald (meteogegevens, beïnvloeding panel,...). In Nederland werd aan de hand van een aantal snuffelploegmetingen een inschatting van de nauwkeurigheid bepaald. Ook werd aan de hand van enkele testlozingen een beperkte validatie van de methode uitgevoerd (zie hoofdstuk 4).

Over gegevens i.v.m. de performantie van de methodes (juistheid, natrekbaarheid...) zijn geen gegevens beschikbaar.

Er wordt voorgesteld om binnen dit project de in Vlaanderen gehanteerde methodes te evalueren via lozingsexperimenten. Tijdens deze lozingen kunnen de randvoorwaarden waaraan voldaan moet zijn bij de metingen en berekeningen vastgelegd worden en kunnen bijkomende gegevens in verband met de performantiekarakteristieken afgeleid worden.

4 LOZINGSEXPERIMENTEN

4.1 Doel

Doel van de lozingsexperimenten is het vergelijken van beide methodes (methode VITO en methode Universiteit Gent) voor de bepaling van de geuremissie, het opstellen van een standaardmethode en het vastleggen van een aantal randvoorwaarden voor de uitvoering van deze metingen (weersomstandigheden, aantal snuffelaars,...).

4.2 Literatuur

In Nederland werden naar aanleiding van de studie “Bruikbaarheid snuffelploegmetingen bij stankonderzoek” (Graafland et al, 1984) lozingen m.b.v. een kunstmatige geurbron uitgevoerd. De studie werd uitgevoerd met als doel een algemene vergelijking te maken tussen snuffelploegmetingen en de (vroegere algemene) ontwerp grenswaarden voor geur. Bij de lozing werd gebruik gemaakt van H_2S . Verdere randvoorwaarden van het onderzoek waren:

- vrijliggende bron (10 m hoogte)
- vlak terrein
- geen versturende bronnen in de buurt
- stabiliteitsklasse D (neutraal weer)
- emissie enkelvoudige component

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd op 4 dagen. Per dag werden 1 tot 3 metingen gedaan. Deze metingen werden uitgevoerd met een panel van 8 tot 10 snuffelaars, onder leiding van een coördinator. De metingen werden uitgevoerd volgens de onder punt 2.3.1. beschreven methode. De geurgevoeligheid van de panelleden werd op voorhand gecontroleerd met behulp van oplossingen van ethanol en butanol.

Bij de metingen werd gewerkt met twee verschillende H_2S -emissies: 10 mg/s en 20 mg/s. De emissies werden geloosd met behulp van een gasfles, een reduceerventiel en een meetbuis.

Op basis van de uitgevoerde metingen werd de snuffelgrens bepaald als die afstand tot de bron, waar de helft van de panelleden geur waarneemt door lineaire interpolatie van de positieve respons. Verder werden met het LTFD-model de H_2S -immissieconcentraties berekend ter hoogte van de snuffelgrens.

De resultaten van de lozingsexperimenten zijn samengevat in onderstaande tabel. In de tabel worden voor iedere meting de datum, de H_2S -emissie, de gemiddelde windsnelheid, de Pasquill-stabiliteitsklasse en de berekende snuffelgrens weergegeven. Bijkomend wordt voor de snuffelgrens eveneens de H_2S -concentratie die met het verspreidingsmodel berekend werd, weergegeven.

Tabel 15: Overzicht resultaten lozingsexperimenten Nederland (Graafland et al, 1987)

Datum	Nr meting	H ₂ S-emissie [mg/s]	Gem. windsnelheid [m/s]	Stab.klasse Pasquill	Snuffelgrens [m]	Ber. H ₂ S-conc. [µg/m ³]
16/04/1985	I ¹	10	4,3	D	450	1,2
16/04/1985	I ²	10	4,0	D	320	2,0
16/04/1985	I ³	20	3,3	D	510	2,6
23/04/1985	II ¹	20	7,3	D	350	1,9
25/04/1985	III ¹	20	7,7	D	540	1,0
25/04/1985	III ²	20	6,6	D	360	2,2
25/04/1985	III ³	20	8,1	D	580	0,9
07/05/1985	IV ¹	20	4,5	D	450	2,0
07/05/1985	IV ²	20	6,0	D	500	1,4
07/05/1985	IV ³	10	6,0	D	400	2,0

Tot slot werden via een statistische analyse van de resultaten van de snuffelploegmetingen betrouwbaarheidsintervallen bepaald en werden aanbevelingen gedaan i.v.m. de panelgrootte en het aantal uit te voeren metingen.

Tabel 16: Breedte van het betrouwbaarheidsinterval uitgedrukt in een afwijking naar boven en naar onder in procenten van de gemiddelde snuffelgrens [%] (Graafland et al, 1987)

Aantal panelleden	Nummer meting				
	II ¹	III ¹	IV ¹	IV ²	IV ³
5		48	30	47	38
10	32	24	25	26	28
15	20	18	19	20	18
20	16	15	16	17	15
25	13	13	14	15	13
30	30	12	23	25	21
40	29	10	23	-	-
50	28	9	22	24	20
70	-	8	-	-	-
80	-	17	-	-	-

De belangrijkste conclusies en aanbevelingen uit het Nederlandse onderzoek zijn:

- de snuffelmethode is in Nederland goed toepasbaar als methode voor het kwantificeren van de stankconcentratie rondom bronnen
- er bestaat een duidelijke relatie tussen de met een snuffelploeg bepaalde geurgrens (snuffelgrens) en de met het korte termijn model berekende immissieconcentraties ter plaatse van de geurgrens
- $1 \text{ se} = 1,7 \text{ µgH}_2\text{S/m}^3 = 2\text{-}2,5 \text{ ge/m}^3$
- de spreiding in de berekende immissieconcentraties is ondanks het beperkte aantal waarnemingen gering

- uit de resultaten blijkt een zekere discrepantie te bestaan tussen de volgens het LTFD-model berekende resultaten. Bij een toenemende emissie lijkt de snuffelgrens overeen te komen met een hogere (berekende) immissiecontour.
- bij uitvoering van de bepaling met een panel van 5 personen, moeten ten minste 5 bruikbare metingen uitgevoerd worden (een bruikbare meting is een meting waarvan het 90%-betrouwbaarheidsinterval kan bepaald worden)
- bij uitvoering van de bepaling van een panel van 8 of 10 personen, moeten ten minste 3 respectievelijk 2 bruikbare snuffelploegmetingen uitgevoerd worden
- het aantal afstanden waarop met het panel gesnuffel wordt, is globaal 8
- het is aan te raden om te allen tijde meerdere metingen uit te voeren om fluctuaties in de klimatologische omstandigheden uit te middelen

Bij deze conclusies dient echter opgemerkt worden dat bij het gebruik van de resultaten van het onderzoek rekening gehouden moet worden met het feit dat de metingen onder zeer specifieke omstandigheden verkregen zijn.

Bovenvermelde lozingsexperimenten werden uitgevoerd in Nederland, waar de methode voor de uitvoering van de snuffelploegmeting, de berekening van de bronterm aan de hand van achterwaartse modellering en berekening van de geurimpact op jaarbasis gebeuren volgens methodes die verschillen van de methodes die in Vlaanderen gehanteerd worden. Het uitvoeren van lozingsexperimenten en de berekening van de geuremissie en –immissie met de in Vlaanderen gehanteerde methodes blijft dus noodzakelijk. Ook zullen bijkomende aspecten onderzocht worden (lozing met andere componenten,...).

Zaken die in de Nederlandse studie nog niet onderzocht werden, zijn:

- uitvoering van lozingen en metingen bij andere meteo-omstandigheden (windsnelheid, stabiliteitsklasse)
- uitvoering van lozingen en metingen met andere componenten of mengsels van componenten
- uitvoering van lozingen en metingen bij andere bronsterktes
- uitvoeren van lozingen in reële omstandigheden; nagaan van de invloed van woningen,... in de omgeving van de geurbron

4.3 Plan van aanpak

Bij het opzetten van de lozingsexperimenten worden volgende stappen doorlopen:

- keuze geurcomponenten
- ontwikkeling generatie- en lozingssysteem
- keuze locatie
- testen op testsite
- uitvoering snuffelcampagnes

4.3.1 Selectie geurcomponenten

De eerste stap bij het opzetten van de experimenten is de selectie van de componenten waarmee de testmetingen en de eigenlijke snuffelploegmetingen uitgevoerd zullen worden.

In Nederland werden metingen uitgevoerd met H_2S . Voordeel van deze component zijn de specifieke geur en de lage geurdrempel (waardoor lage hoeveelheden geloosd moeten worden). Waterstofsulfide werd in de VDI 3881 Blatt 1 eveneens onderzocht met behulp van olfactometrie.

In het kader van het onderzoek in verband met olfactometrie en het onderzoek in verband met de hedonische kwaliteit en het hinderpotentieel van geuren werden verschillende stoffen weerhouden als testcomponenten. Volgende componenten werden in het kader van de evaluatie van de methodes voor de bepaling van het stankpotentieel gebruikt bij de voorselectie:

- onaangename geuren: boterzuur en pyridine
- neutrale geuren: butanol en cyclohexanon
- relatief aangename geuren: isoamylacetaat en vanilline

Uit bovenstaande componenten worden, wegens de neutrale of aangename geur, in de eerste plaats butanol en vanilline geselecteerd als testcomponenten voor de lozingsexperimenten die in het kader van deze studie uitgevoerd zullen worden. Beide componenten hebben een herkenbare geur; butanol wordt daarenboven gebruikt als referentiegas voor olfactometrie. Aangezien de geurdrempel van deze component goed gekend is, kan op basis van de snuffelploegmetingen eveneens een verband tussen snuffeleenheden en geureenheden afgeleid worden en kan nagegaan worden of dit verband bij de verschillende metingen/campagnes hetzelfde is.

Aan de hand van enkele voorafgaande berekeningen werd nagegaan welke hoeveelheden butanol geloosd moeten worden opdat de geurpluim tot een afstand van ongeveer 500 m (een afstand die reëel is bij de uitvoering van snuffelploegmetingen) waarneembaar zou zijn. De berekeningen werden uitgevoerd voor een puntbron op een hoogte van 10 m. Uit de berekeningen blijkt dat, omwille van de relatief hoge geurdrempel van butanol, grote hoeveelheden geloosd moeten worden ($> 3 \text{ kg/h}$). Daarom werd in de tweede plaats limoneen als testcomponent gekozen. Aan de hand van enkele voorafgaande experimenten zal nagegaan worden of deze component geschikt is als testcomponent. Alternatief voor limoneen is guajacol. Deze vloeistof heeft een duidelijk herkenbare geur en een eveneens een lage geurdrempel (1 ppb) (Devos et al, 1990). Het onaangename karakter van de geur vormt een nadeel voor de uitvoering van lozingsexperimenten in of nabij woongebieden.

Vanilline werd in VDI 3881 Blatt 2 weerhouden als een component die gebruikt kan worden voor de panelscreening ten behoeve van de bepaling van de hedonische waarde van een geur. Wegens zijn duidelijk herkenbare geur en zijn lage geurdrempel (0,03 ppb) (Devos et al, 1990) lijkt deze vaste stof zeer geschikt als testcomponent bij de lozingsexperimenten. Aan de hand van enkele voorafgaande experimenten zal nagegaan worden of deze component in de praktijk ook geschikt is voor de uitvoering van de lozingsexperimenten.

4.3.2 Ontwikkeling en bouw generatie- en lozingssysteem

Als voorbereiding op de testlozingen werd een generatiesysteem voor een continue geurlozing (systeem bestaande uit MFC's,...) gebouwd. In een eerste stap werd een systeem gebouwd voor de lozing van gasvormige componenten. Een eerste systeem werd opgesteld voor de lozing van H_2S . Aangezien daarna beslist werd om naast H_2S eveneens SF_6 te lozen,

werd het systeem hiervoor aangepast. Het uiteindelijke systeem bestaat uit volgende onderdelen:

- lozing H_2S
- lozing SF_6
- lozing N_2

De stabiliteit van de generatie wordt gecontroleerd met behulp van de MFC's.

In de volgende fase wordt het systeem aangepast voor de lozing van vloeistoffen. Hiertoe zal het systeem uitgebreid worden met een vloeistofdoseersysteem en een verdampings-systeem. Dit systeem zal getest worden voor limoneen of guajacol.

In een laatste fase zal de bruikbaarheid van het systeem voor de generatie van geuremissies op basis van vaste stoffen, zoals vanilline, nagegaan worden. Voor deze stoffen zal nagegaan worden of ze geloosd kunnen worden na oplossing in een vloeistof (bijvoorbeeld ethanol) gevolgd door verdamping.

Na de bouw van het generatiesysteem werd gestart met de bouw van een lozingssysteem (de testlozingen zullen uitgevoerd worden met een puntbron). Naast het generatiesysteem werd hierbij een meng- en verspreidingssysteem voorzien (menger, voorverdunding met stikstof, mast...) en werd de nodige randapparatuur (meteo,...) voorzien.

Het systeem werd reeds gedeeltelijk getest door het uitvoeren van lozingen met H_2S en SF_6 . De meteogegevens werden gelogd met een meteomast van 10 meter hoog. De parameters die geregistreerd worden, zijn: windsnelheid, windrichting, temperatuur, barometerdruk en neerslag. Bij de testlozingen werd gebruik gemaakt van een vleugelradanemometer. Bij de volgende lozingen zal hiervoor gebruik gemaakt worden van een ultrasoonanemometer. Voordel van dit type anemometer is dat hij geen aanloopsnelheid heeft en de windrichting in drie dimensies kan meten.

4.3.3 Keuze locatie

Voor de uitvoering van de lozingen werd gezocht naar een terrein dat voldoet aan volgende voorwaarden:

- voldoende grote afmetingen
- open ruimte beschikbaar voor meting meteo
- toegankelijk voor opstellen lozingssysteem + meteomast
- toegankelijk voor uitvoering snuffelploegmeting + noteren op kaart
- geen verstoring door andere bronnen

In de eerste plaats werd gezocht naar een open terrein waarbij geen verstoring door gebouwen,... kan optreden. Enkele mogelijke locaties die weerhouden werden, zijn:

- sportvelden Oud-Turnhout
- vliegveld Keiheuvel of vliegveld buiten gebruik (bijvoorbeeld Weelde)
- Lommel: vroegere terreinen Umicore (Balendijk)
- Balen: vroegere terreinen PRB

Een overzicht van de ligging van deze terreinen is weergegeven in bijlage 1.

Het terrein in Lommel biedt de voordelen dat metingen bij alle windrichtingen mogelijk zijn en dat geen hinder voor omwonenden kan optreden. Voor de uitvoering van de snuffelploegmetingen is wel een positioneringssysteem noodzakelijk (gebruik GPS of gebruik van markeringen). Voor de uitvoering van de snuffelcampagnes wordt (voorlopig) geopteerd voor dit terrein.

4.3.4 Testen op testsite

Het generatie- en lozingssysteem werd getest door het uitvoeren van lozingen met H_2S . Ter controle werd bij enkele testen eveneens het tracergas SF_6 geloosd. De testlozingen werden uitgevoerd op 3 dagen (2 locaties):

- 18 maart 2005: testlozing H_2S
- 22 maart 2005: testlozing $\text{H}_2\text{S} + \text{SF}_6$
- 29 maart 2005: testlozing $\text{H}_2\text{S} + \text{SF}_6$ + uitvoering snuffelploegmeting

4.3.4.1 Testlozing H_2S (18 maart 2005)

Doel:

Testen generatie- en lozingssysteem H_2S . Op basis van enkele voorafgaande berekeningen werd nagegaan welke hoeveelheden H_2S geloosd moeten worden opdat geurwaarneming tot een afstand van 250 m en 500 m mogelijk zou zijn. Aan de hand van een eerste testmeting werd de praktische bruikbaarheid van het lozingssysteem in het veld nagegaan en werd nagegaan in welke mate de berekeningen overeenkomen met de geurwaarnemingen in het veld. Deze meting werd uitgevoerd om de lozingsparameters (debiet,...) eventueel aan te passen voor de uitvoering van volgende lozingen.

Teslocatie:

sportvelden Oud-Turnhout

Randvoorwaarden:

Massadebiet tijdens de lozing: 20 mg/s H_2S

Lozingshoogte: 8m

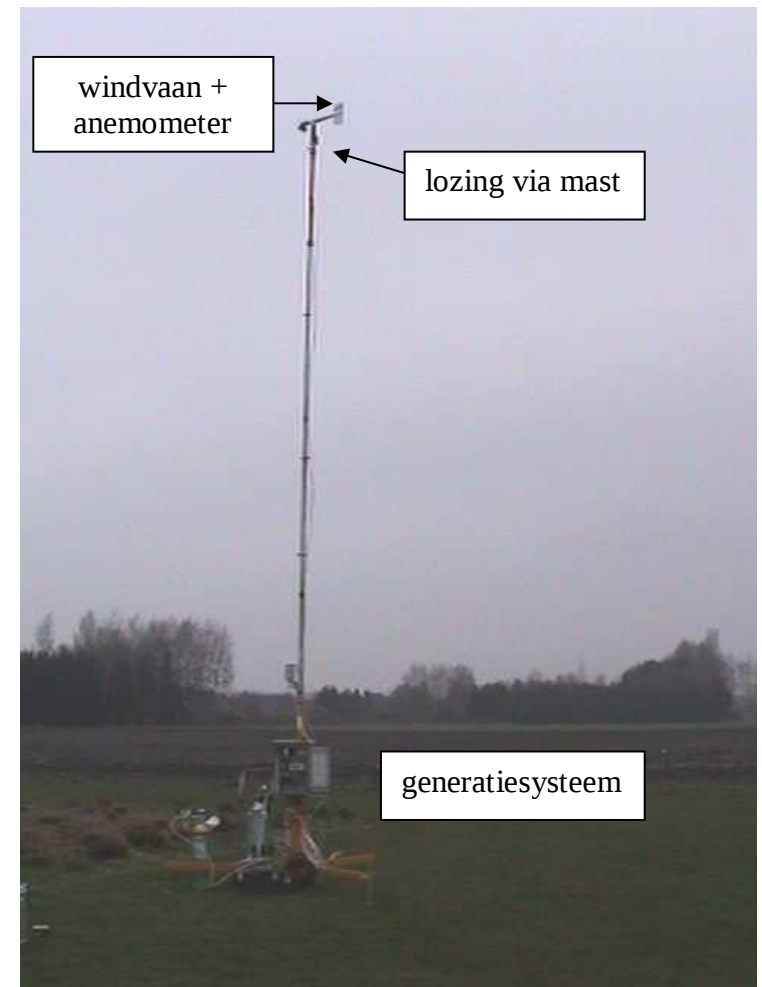
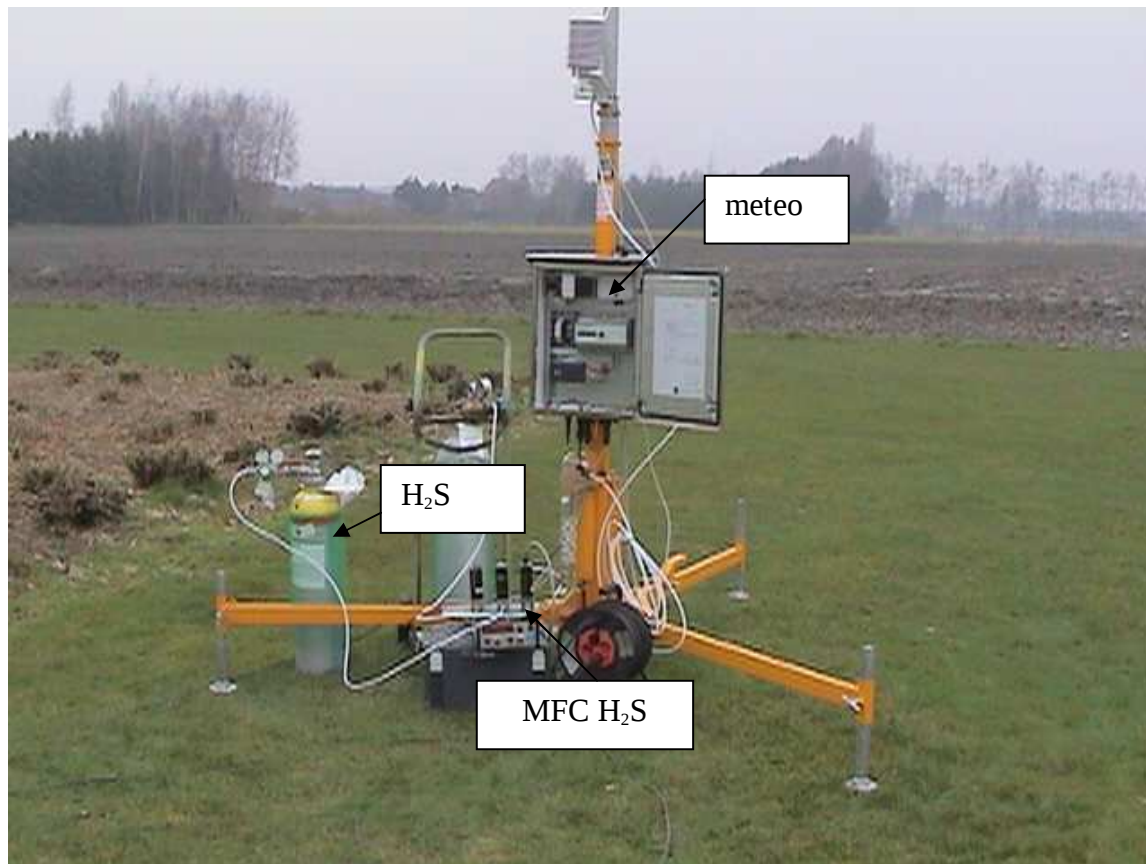
Meteo-omstandigheden (8m): W-wind; $v_{\text{gem}} = 3,5 \text{ m/s}$; $T_{\text{gem}} = 9,3 \text{ }^\circ\text{C}$; stabiliteitsklasse E4
(zie tabel 17)

Tabel 17: Meteogegevens testlozing 18 maart 2005

Uur	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	BM-stabiliteitsklasse
10:35	261	3,1	E4
10:40	261	3,3	E4
10:45	263	4,3	E4
10:50	272	3,5	E4
10:55	263	3,1	E4
11:00	258	3,5	E4
11:05	263	4,4	E4
11:10	271	2,9	E4
11:15	268	3,7	E4
11:20	270	3,1	E4
11:25	252	3,7	E4
11:30	268	3,0	E4

Opstelling:

De opstelling van het lozingssysteem is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 14: Opstelling testlozing 18 maart 2005

Resultaten:

Nadat het lozingssysteem was opgesteld, werd door twee snuffelaars de geurpluim indicatief afgebakend. De optekening van de geurpluim gebeurde van 10h30 tot 11h30. De gemiddelde opgetekende geurpluim is weergegeven in figuur 15. De H₂S-geur werd waargenomen tot een afstand van 200 m.

Met behulp van het IFDM-model werden de gemiddelde H₂S-concentraties in de omgeving van het lozingspunt berekend. Voor de berekening van de concentraties werd gebruik gemaakt van de 5-minuutsgemiddelde meteogegevens.

De berekende H₂S-concentraties zijn weergegeven in figuur 16.

Tenslotte werd op basis van resultaten met de twee methodes de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 19. De bepaling van de geuremissie d.m.v. achterwaartse modellering met het IFDM-model is weergegeven in figuur 17. Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 18: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering testlozing 18 maart 2005

	Mast lozing
bronhoogte [m]	8
diameter [m]	0,01
temperatuur gassen [°C]	10
geurutstoot [me/s]	500000
volumedebiet [Nm ³ /h]	0,06
werkingsregime	continu

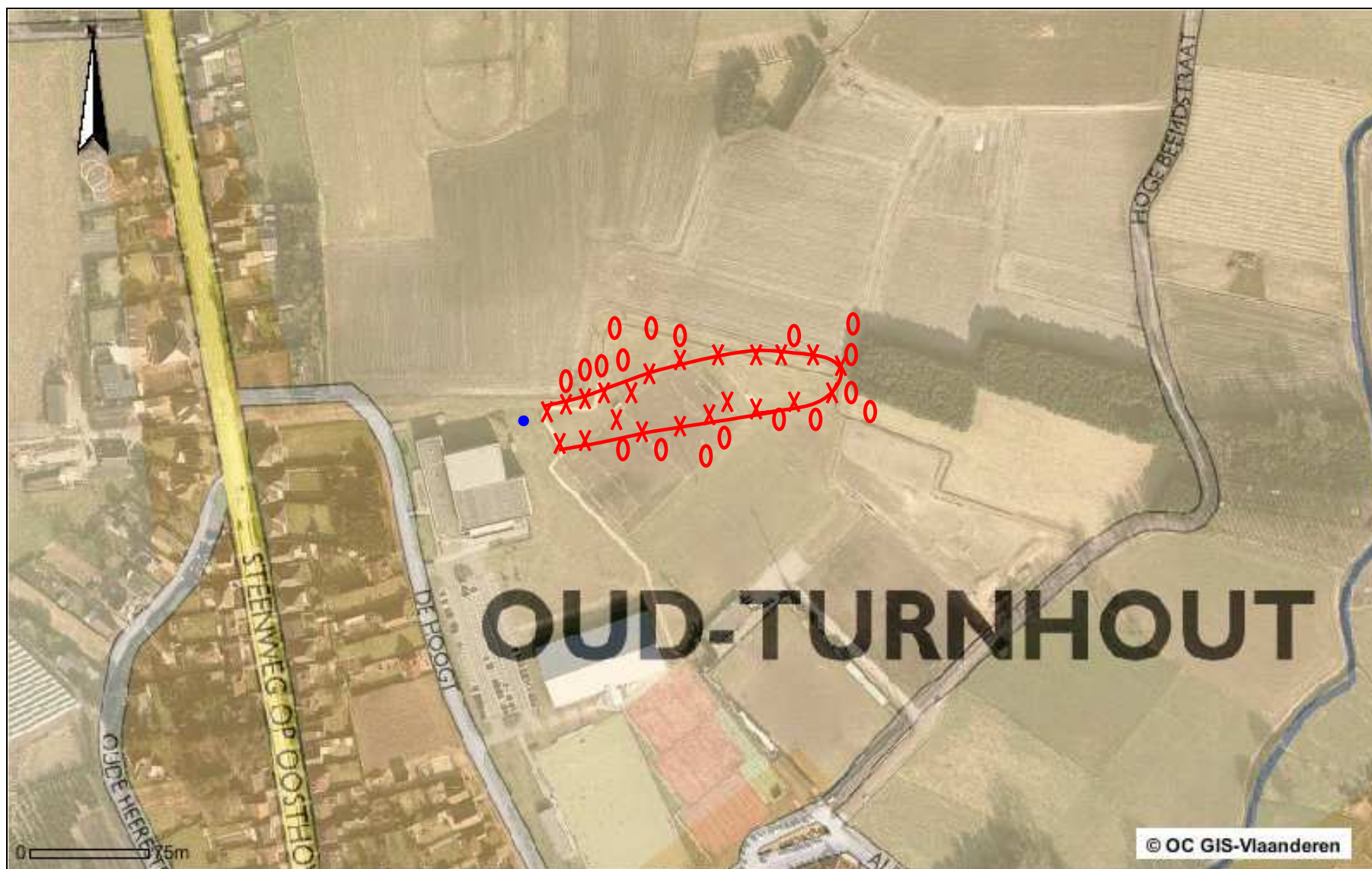
Tabel 19: Berekening geuremissie testlozing 18 maart 2005

Datum	Uur	v [m/s]	BM- stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw.mod. [se/s]
18/3/'05	10:30-11:30	3,5	E4	200	13718	12255

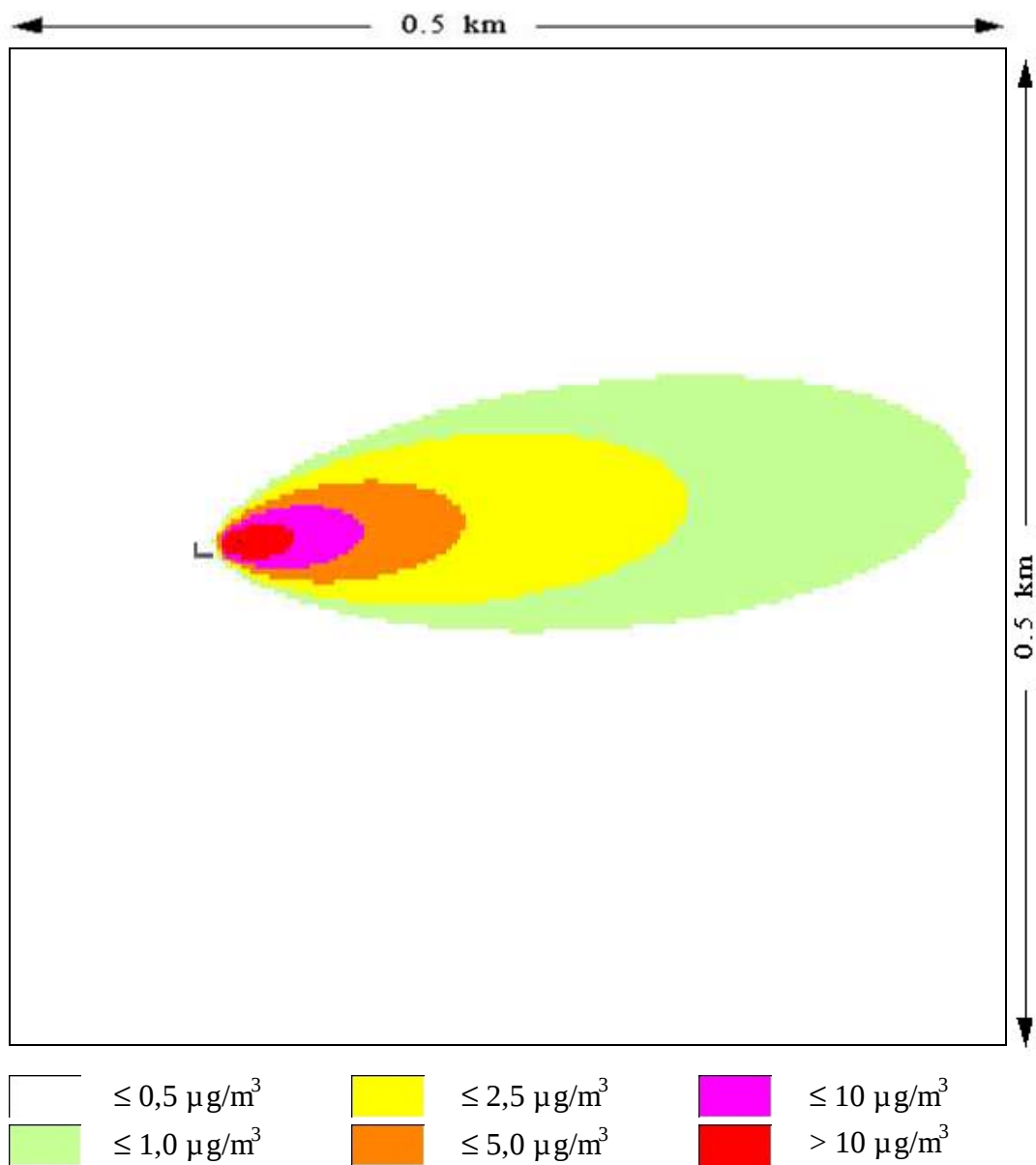
De geuremissies die met beide methodes berekend worden komen vrij goed overeen.

In de literatuur worden voor de geurdrempel van H₂S uiteenlopende waarden teruggevonden; Wanneer gerekend wordt met een gemiddelde waarde, namelijk 0,5 ppb (0,76 µg/m³), bedraagt de geuremissie van de bron 26 353 ou_E/s. Tijdens de testlozing van 18 maart 2005 werd dus met beide methodes volgend verband gevonden tussen geureenheden en snuffeleenheden: 1 se ≈ 2 ou_E/m³.

Het afgeleide verband is afhankelijk van de methode waarop de geurdrempel voor H₂S bepaald werd. Ter controle van de gebruikte waarde zal de geurdrempel in het labo bepaald worden volgens de Europese norm voor olfactometrie.



Figuur 15: Afgebakende geurpluim tijdens testlozing 18 maart 2005



Figuur 16: Berekende gemiddelde H_2S -concentraties tijdens de testlozing van 18 maart 2005

Tabel : Gemiddelden

Gegevens : SNUFOT1 = { OT1SNUF.OC MASTSNUF.BRC METE183B.8 ROOSTER1.GRD } [TESTOT1]

Titel : berekening geur H2S Oud-Turnhout 18 maart 2005

Parameter: AVER ; TAV= 'peruur' ; EENHEDEN me/m3

Y/X+	-0.10	-0.05	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	+X/Y (km)	
0.25-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 - 0.25	
0.23-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1 - 0.23	
0.20-	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1 - 0.20	
0.18-	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2	2	2 - 0.18	
0.15-	.	.	.	.	.	.	1	1	2	3	3	4 - 0.15	
0.13-	.	.	.	.	.	1	2	3	4	4	5	6 - 0.13	
0.10-	.	.	.	.	1	2	3	5	7	8	9	9 - 0.10	
0.08-	.	.	.	1	5	9	12	14	15	15	14	14 - 0.08	
0.05-	.	.	.	4	16	<u>26</u>	<u>30</u>	<u>30</u>	29	<u>26</u>	24	21 - 0.05	
0.03-	.	.	.	17	84	90	76	61	49	40	<u>33</u>	28 - 0.03	
0.00-	.	.	.	413	216	129	<u>86</u>	<u>62</u>	<u>48</u>	<u>38</u>	31	26 - 0.00	
-0.02-	.	.	.	1	20	32	33	30	26	23	20	18 - -0.02	
-0.05-	.	.	.	.	1	4	6	8	9	9	9	8 - -0.05	
-0.07-	.	.	.	.	.	1	1	2	3	3	4	4 - -0.07	
-0.10-	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	2 - -0.10	
-0.12-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1 - -0.12	
-0.15-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- -0.15
-0.17-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- -0.17
-0.20-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- -0.20
-0.22-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- -0.22
-0.25-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- -0.25
Y/X+	-0.10	-0.05	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	+X/Y (km)	

1 snuffeleenheid = 40,8 modeleenheden

➔ bronsterkte = 12 255 se/s

Figuur 17: Bepaling geuremissie testlozing 18 maart 2005 d.m.v. achterwaartse modellering met het IFDM-model

4.3.4.2 Testlozing H₂S + SF₆ (22 maart 2005)

Doel:

Omdat uit de voorafgaande berekeningen (robustheid) blijkt dat de inschatting van de stabiliteit een grote invloed heeft op de berekende geuremissie werd beslist tijdens de lozingen een tracergas mee te lozen. Het meten van de SF₆-concentratie op verschillende plaatsen en het vergelijken van deze meetwaarden met de berekende waarden kan bijkomende informatie geven over de juistheid van de ingeschatte stabiliteitsklasse.

Het doel van de tweede meting was het testen van het generatie- en lozingssysteem voor H₂S en SF₆. Aangezien SF₆ een zwaar gas is, werd een voorverduunning met stikstof voorzien om neerslaan van het gas te voorkomen.

Teslocatie:

sportvelden Oud-Turnhout

Randvoorwaarden:

Lozing: - 805 ml/min H₂S (20 mg/s)
- 954 ml/min SF₆ (104 mg/s)
- 20,72 l/min N₂

Lozingshoogte: 8m

Meteo-omstandigheden (8m): Z-wind; ; $v_{\text{gem}} = 3,9$ m/s; $T_{\text{gem}} = 16,5$ °C; stabiliteitsklasse E6 (zie tabel 20)

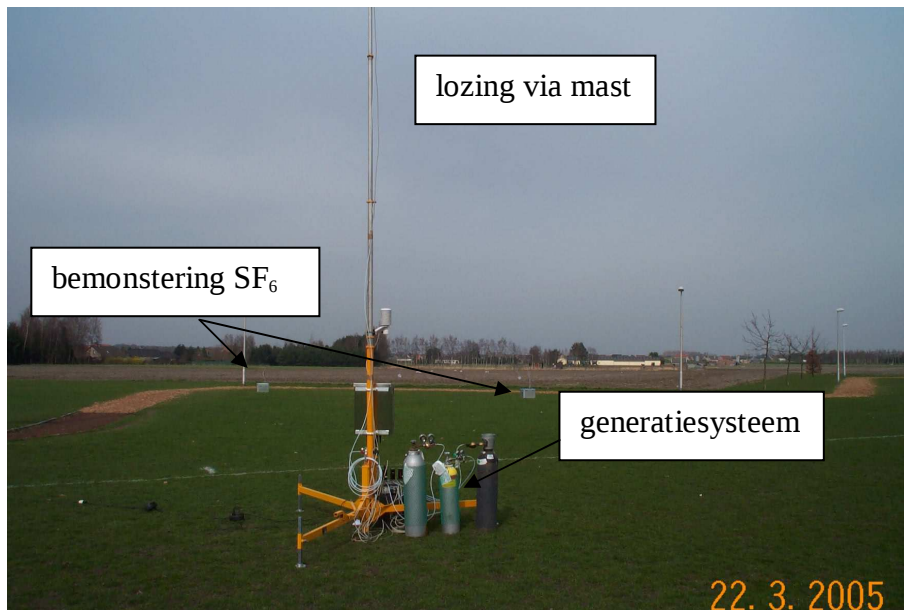
Tabel 20: Meteogegevens testlozing 22 maart 2005

Uur	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	BM-stabiliteitsklasse
11:50	165	4,2	E6
11:55	176	3,7	E6
12:00	167	3,2	E6
12:05	182	4,2	E6
12:10	174	4	E6
12:15	181	4,9	E6
12:20	177	4,6	E6
12:25	169	4,6	E6
12:30	175	3,9	E6
12:35	175	3,6	E6

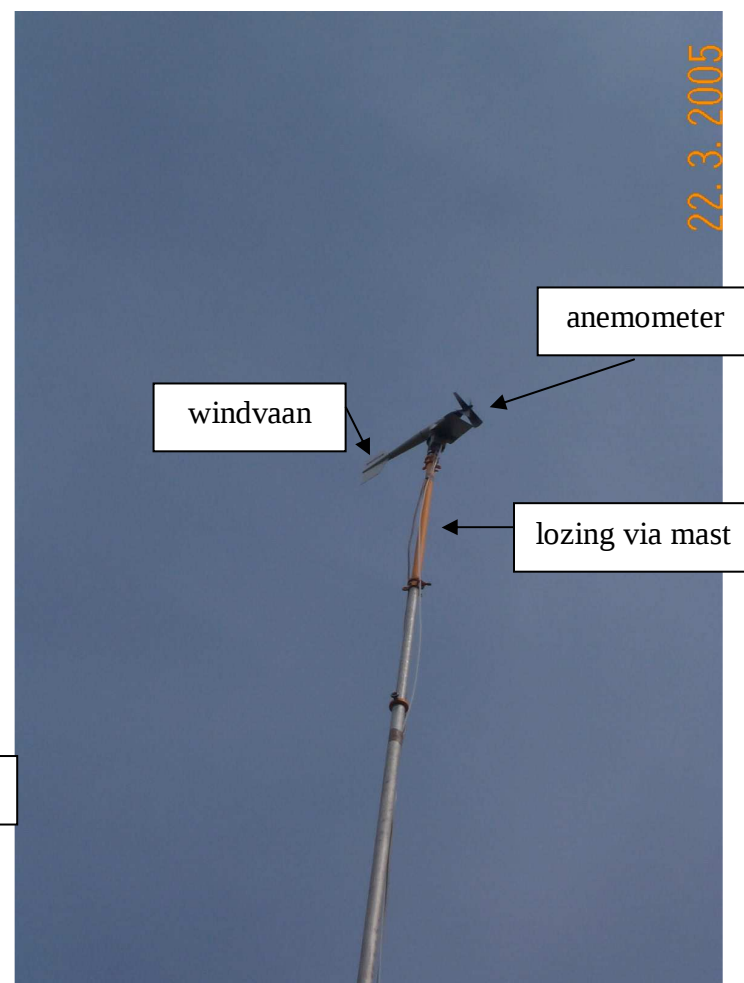
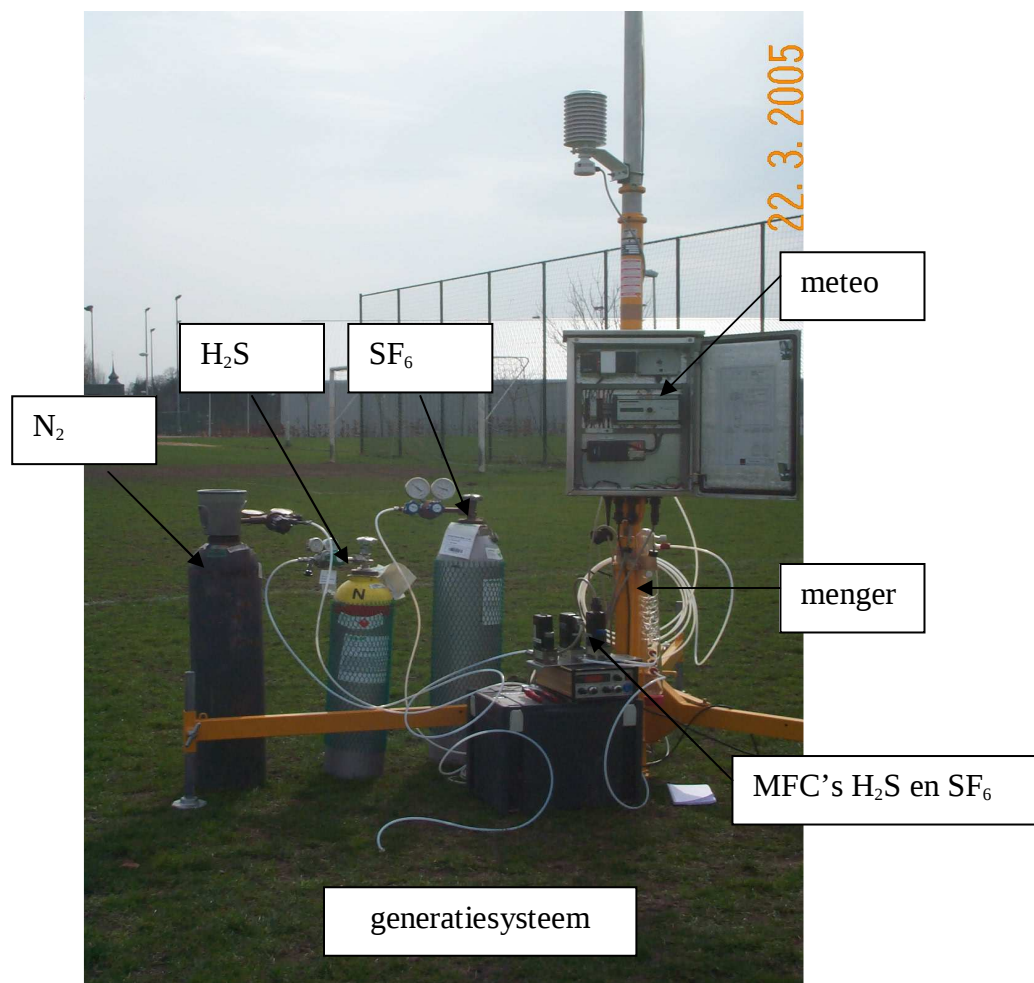
Opstelling:

De opstelling van het lozingssysteem is weergegeven in onderstaande figuren.

De SF₆-stalen werden met behulp van constant flow pompen bemonsterd in nalofaanzakken.



Figuur 18: Opstelling mast + bemonstering SF₆ 22 maart 2005



Figuur 19: Overzicht opstelling testlozing H₂S en SF₆ 22 maart 2005

Resultaten:

Nadat het lozingssysteem was opgesteld, werd door twee snuffelaars de geurpluim indicatief afgebakend. De optekening van de geurpluim gebeurde van 11h45 tot 12h30. De gemiddelde opgetekende geurpluim is weergegeven in figuur 20. De H₂S-geur werd waargenomen tot een afstand van 125 m.

Ook werden 8 bemonsteringseenheden voor SF₆ geplaatst. De opstelling van deze bemonsteringseenheden is eveneens weergegeven in figuur 20. Op iedere plaats werd tijdens de uitvoering van de snuffelploegmeting een staal bemonsterd dat achteraf met behulp van GC-ECD geanalyseerd werd. De gemeten SF₆-concentraties zijn weergegeven in tabel 21.

Tabel 21: Resultaten SF₆-analyses testlozing 22 maart 2005

Staal	Concentratie [µg/m³]
SF6-OT1	31,2
SF6-OT2	4,4
SF6-OT3	19,8
SF6-OT4	12,8
SF6-OT5	17,9
SF6-OT6	8,2
SF6-OT7	4,8
SF6-OT8	3,6

Met behulp van het IFDM-model werden de gemiddelde SF₆-concentraties in de omgeving van het lozingspunt berekend. Voor de berekening van de concentraties werd gebruik gemaakt van de 5-minuutsgemiddelde meteogegevens. De berekende SF₆-concentraties zijn weergegeven in figuur 21. Op de figuur wordt voor de verschillende meetlocaties eveneens de gemeten SF₆-concentratie weergegeven. Wanneer de gemeten concentraties vergeleken worden met de berekende waarden, blijkt dat er een goede overeenkomst bestaat.

Tenslotte werd op basis van resultaten met de twee methodes de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 23. De bepaling van de geuremissie d.m.v. achterwaartse modellering met het IFDM-model is weergegeven in figuur 22. Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 22: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering testlozing 22 maart 2005

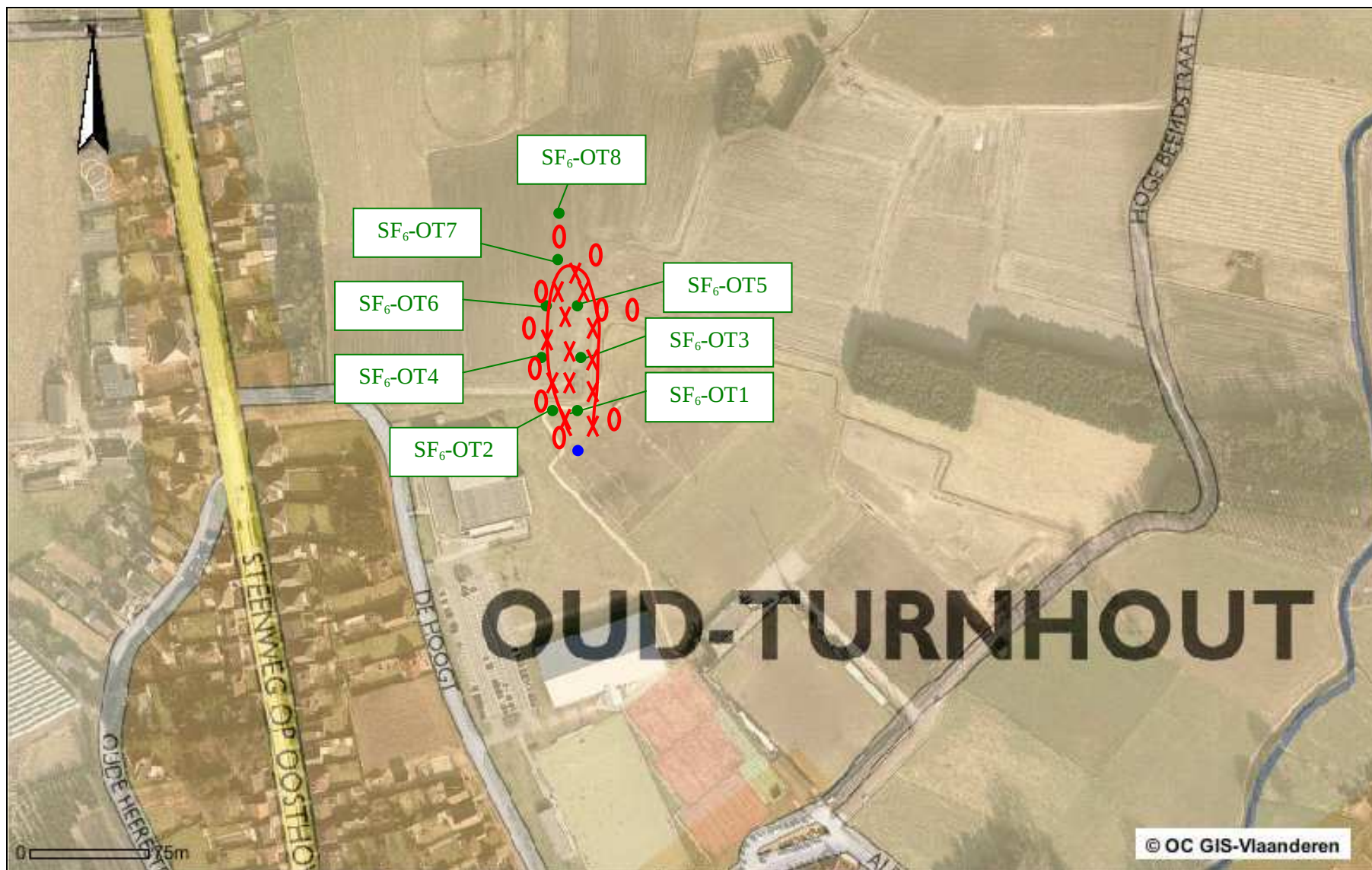
	Mast lozing
bronhoogte [m]	8
diameter [m]	0,01
temperatuur gassen [°C]	15
geurutstoot [me/s]	500000
volumedebiet [Nm ³ /h]	0,06
werkingsregime	continu

Tabel 23: Berekening geuremissie testlozing 22 maart 2005

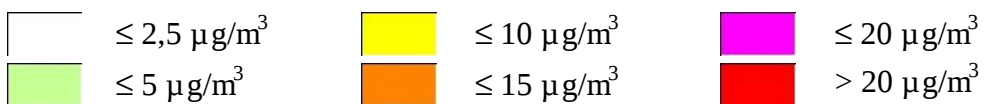
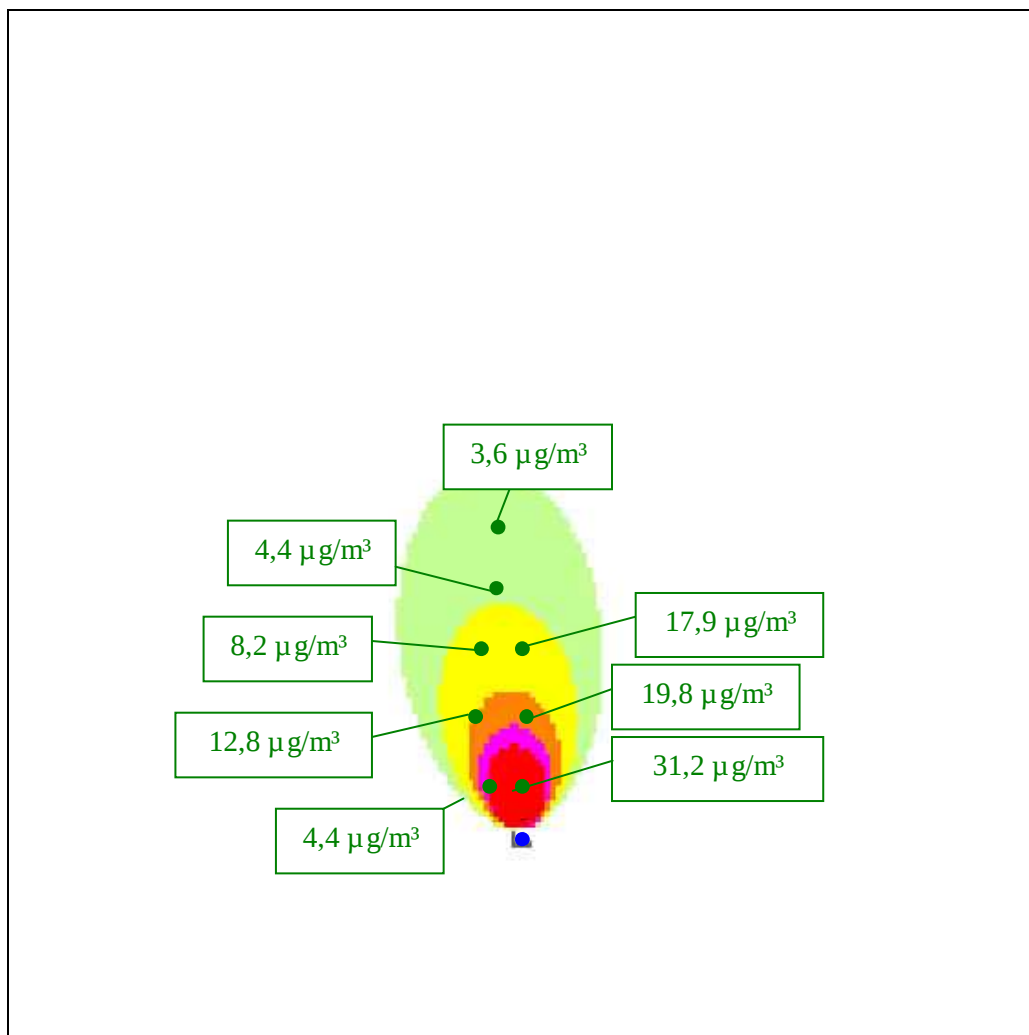
Datum	Uur	v [m/s]	BM- stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw.mod. [se/s]
22/3/'05	11:45-12:30	3,9	E6	125	22564	21605

De geuremissies die met beide methodes berekend worden komen vrij goed overeen.

Wanneer voor H₂S gerekend wordt met een geurdrempel van 0,5 ppb, werd tijdens de testlozing van 22 maart 2005 volgend verband gevonden tussen geureenheden en snuffel-eenheden: 1 se $\approx$ 1,2 ou_E/m³.



Figuur 20: Afgebakende geurpluim + opstelling SF₆-bemonstering tijdens testlozing 22 maart 2005



Figuur 21: Berekende + gemeten gemiddelde SF₆-concentraties tijdens de testlozing van 22 maart 2005

Tabel : Gemiddelden

Gegevens : SNUFOT2 = { OT2SNUF.OC MASTSNUF.BRC METE223.8 ROOSTER.GRD } [TESTOT2]

Titel : berekening concentraties geur alleen E6

Parameter: AVER ; TAV= 'peruur' ; EENHEDEN me/m3

Y/X+	-0.25	-0.20	-0.15	-0.10	-0.05	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	+X/Y (km)
0.40-	1	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	0.40
0.38-	1	1	1	2	2	3	3	4	4	4	4	0.38
0.35-	1	1	1	2	2	3	4	4	4	4	4	0.35
0.33-	1	1	1	2	2	3	4	4	5	5	5	0.33
0.30-	.	1	1	2	2	3	4	5	5	5	5	0.30
0.28-	.	1	1	2	2	3	4	5	6	6	6	0.28
0.25-	.	.	1	1	2	3	5	6	7	7	7	0.25
0.23-	.	.	1	1	2	3	5	6	8	8	8	0.23
0.20-	.	.	.	1	2	3	5	7	9	10	10	0.20
0.18-	.	.	.	1	1	3	5	8	10	12	12	0.18
0.15-	.	.	.	.	1	2	5	8	12	15	15	0.15
0.13-	.	.	.	.	1	2	4	8	14	19	20	0.13
0.10-	.	.	.	.	.	1	3	7	16	26	28	0.10
0.08-	.	.	.	.	.	.	1	5	17	36	42	0.08
0.05-	.	.	.	.	.	.	.	2	12	50	76	0.05
0.03-	.	.	.	.	.	.	.	.	1	45	195	0.03
0.00-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.00
-0.02-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-0.02
-0.05-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-0.05
-0.07-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-0.07
-0.10-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	-0.10
Y/X+	-0.25	-0.20	-0.15	-0.10	-0.05	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	+X/Y (km)

1 snuffeleenheid = 23,1 modeleenheden

➔ bronsterkte = 21 605 se/s

Figuur 22: Bepaling geuremissie testlozing 22 maart 2005 d.m.v. achterwaartse modellering met het IFDM-model

4.3.4.3 Testlozing H₂S + SF₆ (29 maart 2005)

Doel:

Aangezien de vorige test uitgevoerd werd bij niet stabiele meteo-omstandigheden werd nogmaals een testlozing met H₂S en SF₆ uitgevoerd. Om de waarnemingsafstand te vergroten werd gewerkt met een hoger lozingsdebiet voor H₂S.

Teslocatie:

Vroegere terreinen Umicore Lommel (Balendijk)

Randvoorwaarden:

Lozing: - 1163 ml/min H₂S (29,4 mg/s)

- 934 ml/min SF₆

- 19,2 l/min N₂

Lozingshoogte: 8m

Meteo-omstandigheden: O-wind; 4,1 m/s; T = 16,5 °C; stabiliteitsklasse E3-E6

Opstelling:

De opstelling van het lozingssysteem is weergegeven in onderstaande figuur.

De SF₆-stalen werden met behulp van constant flow pompen bemonsterd in nalofaanzakken.

Resultaten:

Worden nog berekend



Figuur 23: Overzicht opstelling testlozing H_2S en SF_6 + snuffelploegmeting 29 maart 2005

REFERENTIES

Anzion C.J.M., Dragt A., van Kuijk A.H.J en Post J.G., 1994, Document Meten en Rekenen Geur, Publicatiereeks Lucht en Energie, nr. 115, VROM

Belgische norm NBN EN 13725, Luchtkwaliteit – Bepaling van de geurconcentratie door dynamische olfactometrie, juni 2003

Bilsen, 2003, Uitvoeren van een geuronderzoek in en rond de fabrieken N.V. Chemogas, N.V. Indaver, N.V. PB Gelatins en N.N. Sita Remediation te Grimbergen en Vilvoorde, Studie uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, departement Leefmilieu en Infrastructuur, AMINAL afdeling Milieu-inspectie in samenwerking met de gemeente Grimbergen en de stad Vilvoorde, VITO, Mol

Bilsen I., 2004, Geurhinder: bepaling van bronterm en impact met IFDM, studiedag ‘Luchtverontreiniging op lokale schaal: modellen en toepassingen’, 7 oktober 2004, VITO, Mol.

Bultynck H., Malet L., Sharma L. en Van der Parren J., 1970, Atmospheric dilution factors and calculation of doses in the environment of S.C.K./C.E.N. Mol for short and long duration stack discharges, BLG 446, Brussel, 82p.

Cosemans G., Geuzenes P., Wevers M. Kretzschmar J en Maes G., 1995, Modellisatie van geurhinder rond een stortplaats, Lucht, juni 2000, pag. 51

Valk K. en Jansen R.(2000), “Hoeveel geureenheden kun je ruiken in het veld?, De relatie tussen snuffeleenheden en geureenheden”, Lucht, juni 2000, p51

Devos M., Patte F., Rouault J., Laffort P., Van Gemert L.J.,1990, Standardized Human Olfactory Thresholds, Information Press, Oxon, U.K.

Graafland T.F., Anzion C.J.M. en Dragt A.J., 1987, Bruikbaarheid snuffelploegmetingen bij stankonderzoek, Publikatiereeks Lucht nr.66, april 1987, VROM

Infomil 2002, Handreiking Nieuw Nationaal Model II, www.infomil.nl

Mensink C., Atmosferische verspreiding: inleiding en basisprincipes, studiedag ‘Evaluatie van lokale luchtkwaliteit’, 26 november 1998, VITO, Mol

Nederlands Normalisatie Instituut, Nederlandse Voornorm NVN 2820, Sensorische geurmetingen met behulp van een olfactometer, maart 1995

Norme Française NF X 43-1, 1996, Qualité de l’air Methode de mesurage de l’odeur d’un effluent gazeux Détermination du facteur de dilution au seuil de perception, décembre 1996

Philips G, De Fré R. en Bilsen I., 1998, Onderzoek geurnormering: ontwikkelen van een methodologie voor het opstellen van een geurnormering voor homogene sectoren: 2^{de} termijn, Studie uitgevoerd voor rekening van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap in opdracht van de Vlaamse Minister van Leefmilieu, VITO, Mol

Philips G. en Van Langenhove H., 1998, Meet- en controleprocedure Silt NV, Universiteit Gent, Gent

Smith W., Valk C.J. en Anzion C.J.M., 1994, De meetonzekerheid bij snuffelploegmetingen, Vereniging Lucht Jaarvergadering 1994, Deventer

TNO, 1998, Het paarse boekje, Het Nieuwe Nationaal Model: Model voor de verspreiding van luchtverontreiniging uit bronnen over korte afstanden, Projectgroep Revisie Nationaal Model, TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie – Apeldoorn

Tuymans A., 1999, Snuffelploegmetingen als basis voor de beoordeling van geurproblemen, scriptie Universiteit Gent, FLTBW, 119p.

Univeristiteit Gent (2002), Voorstellen van een geschikte methode om nuleffectniveaus van geurhinder te vertalen naar normen en toepassing op 5 pilootsectoren, studie uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer, Afdeling Algemeen Milieu- en Natuurbeleid

Van Broeck G. en Van Langenhove H., 1999, Onderzoek geurnormering: ontwikkelen van een methodologie voor het opstellen van een geurnormering voor homogene sectoren: 3^{de} termijn, Studie uitgevoerd voor rekening van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap in opdracht van de Vlaamse Minister van Leefmilieu, Universiteit Gent, Gent

Van Broeck G. en Van Langenhove H., 2000, Onderzoek geurnormering: ontwikkelen van een methodologie voor het opstellen van een geurnormering voor homogene sectoren: evaluatie van de toegepaste methodologie, Studie uitgevoerd voor rekening van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap in opdracht van de Vlaamse Minister van Leefmilieu, Universiteit Gent, Gent

Van Broeck G., Van Langenhove H., Tuymans A. en Van Renterghem T., 2000, Snuffelmetingen als middel om de geuruitstoot van een bron in te schatten: de invloed van stabiliteitsklasse en windsnelheid. In: Onderzoek geurnormering 1996-2000. Evaluatie van de toegepaste methodologie, maart 2000.

Van Harreveld T., Schakel A., Valk C.J., Vreeburg S., 1999, Haalbaarheid van een genormaliseerde methode voor de bepaling van geurhinder en geurhinderpotentieel, NOVE98A5

van Kuijk A. en Jansen E., 1994, Simultane uitvoering geuremissie- en snuffelploegonderzoek, Lucht, december 1994, p151-153

Van Langenhove H. and Van Broeck G., 2001, Applicability of sniffing team observations: experience of field measurements, Water Science & Technology Vol 44 No 9 pp 65-70 IWA Publishing 2001

Van Renterghem T, 1999, Atmosferische dispersiemodellering bij lage bronhoogten, lage windsnelheden en inversie, scriptie Universiteit Gent, FLTBW, 147p

VDI 3882, part 1, 1987, Determination of Odour Intensity

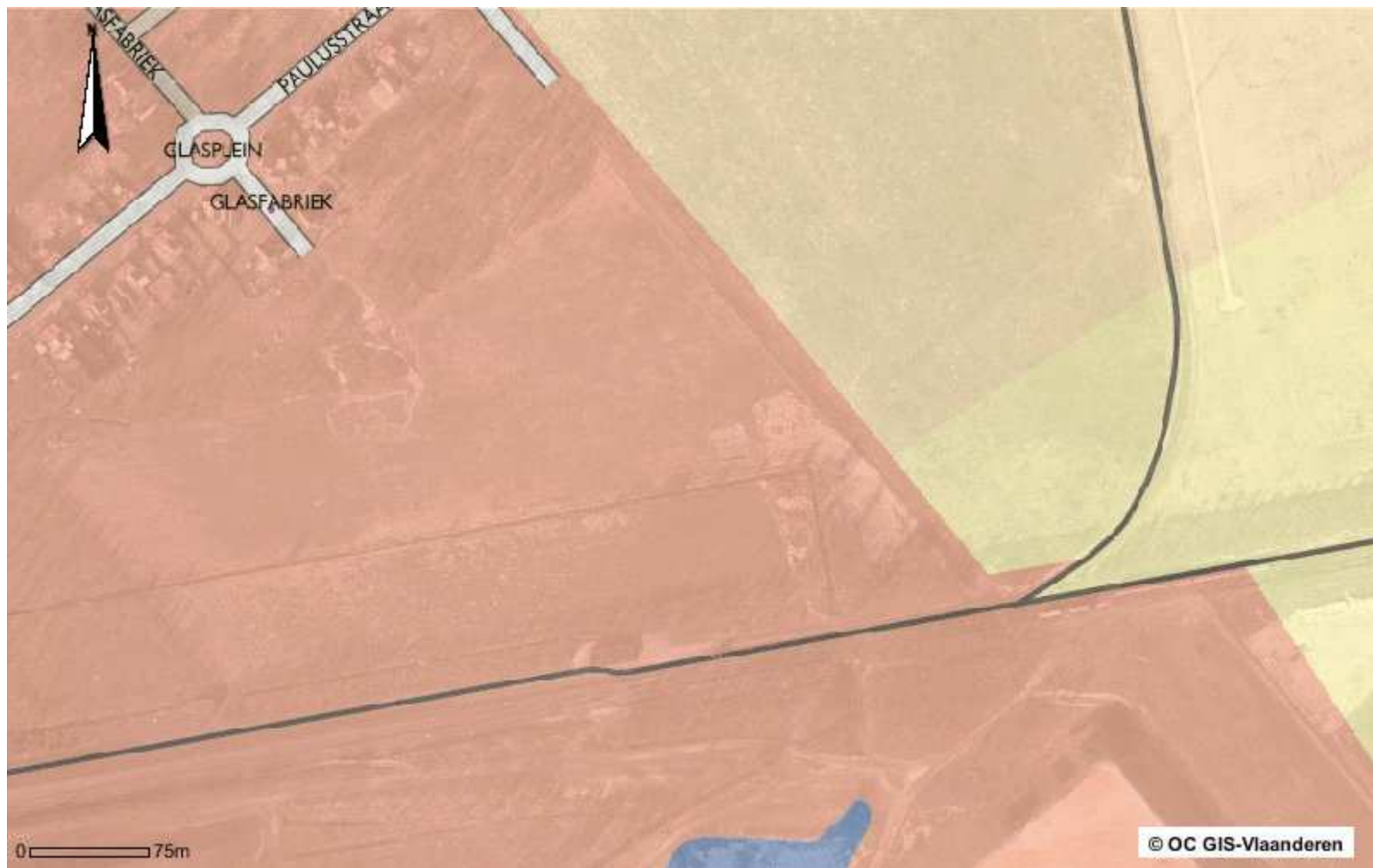
BIJLAGE 1: MOGELIJKE LOCATIES TESTLOZINGEN



Sportterreinen Oud-Turnhout



Vliegveld De Keiheuvel Balen



Lommel: vroegere terreinen Umicore (Balendijk)

ANNEX 2

BEPALING VAN DE GEURVERSPREIDING DOOR MIDDEL VAN SNUFFELPLOEGMETINGEN: Experimentele data

I. Bilsen, R. De Fré, S. Bosmans

m.m.v.: N. Moonen
E. Damen

Expertisecentrum Milieumetingen

Oktober 2006

INHOUD

1	INLEIDING	1
2	RESULTATEN LOZINGEN BALENDIJK (LOMMEL)	2
2.1	Lozing 15 juni 2005	4
2.2	Lozing 30 augustus 2005	6
2.3	Lozing 31 augustus 2005	8
2.4	Lozing 29 september 2005	10
2.5	Lozing 4 oktober 2005	12
2.6	Lozing 5 oktober 2005	14
2.7	Lozing 20 oktober 2005	16
2.8	Lozing 24 januari 2006	18
2.9	Lozing 26 januari 2006	21
2.10	Lozing 3 mei 2006	24
2.11	Lozing 16 mei 2006	26
2.12	Lozing 17 mei 2006	28
2.13	Lozing 1 juni 2006	30
2.14	Lozing 2 juni 2006	32
2.15	Lozing 8 juni 2006	34
2.16	Lozing 13 juni 2006	35
2.17	Lozing 14 juni 2006	37
2.18	Beoordeling SF ₆ -resultaten	38
3	VERGELIJKING EN EVALUATIE VAN DE RESULTATEN	41
3.1	Vergelijking van de resultaten op basis van alle snuffelaars	41
3.1.1	Vergelijking van de resultaten bij lozingen van H ₂ S	41
3.1.1.1	Methode achterwaartse modellering (Bultynck-Malet)	42
3.1.1.2	Methode achterwaartse modellering (Pasquill)	43
3.1.1.3	MGWA-methode	44
3.1.2	Vergelijking van de resultaten bij lozingen van boterzuur	45
3.1.2.1	Methode achterwaartse modellering (Bultynck-Malet)	45
3.1.2.2	Methode achterwaartse modellering (Pasquill)	46
3.1.2.3	MGWA-methode	46
3.2	Vergelijking van de resultaten op basis van 2 snuffelaars	47
3.2.1	Vergelijking van de resultaten bij lozing van H ₂ S	47
3.2.1.1	Methode achterwaartse modellering (Bultynck-Malet)	47
3.2.1.2	Methode achterwaartse modellering (Pasquill)	48
3.2.1.3	MGWA-methode	49
3.2.2	Vergelijking van de resultaten bij lozing van boterzuur	50
3.2.2.1	Methode achterwaartse modellering (Bultynck-Malet)	50
3.2.2.2	Methode achterwaartse modellering (Pasquill)	51
3.2.2.3	MGWA-methode	51
3.3	Evaluatie van de resultaten	52
3.3.1	Vergelijking van de twee methoden	52
3.3.1.1	Lozing van H ₂ S	52
3.3.1.2	Lozing van boterzuur	54
3.3.1.3	Lozing van H ₂ S en boterzuur	55
3.3.2	Invloed van het aantal snuffelaars	57

3.3.2.1	Achterwaartse modellering	57
3.3.2.2	MGWA-methode.....	58
3.3.3	Invloed van de stabiliteitsklasse.....	59
3.3.3.1	Achterwaartse modellering	59
3.3.3.2	MGWA-methode.....	60
3.3.4	Invloed van de windsnelheid	62
3.3.4.1	Achterwaartse modellering	62
3.3.4.2	MGWA-methode.....	63
3.3.5	Aantal snuffelploegmetingen.....	64

4 VOORLOPIGE CONCLUSIES 66

BIJLAGE 1: ILLUSTRATIE BEREKENEN GEUREMISSIE M.B.V. ACHTERWAARTS MODELLEREN

BIJLAGE 2: ILLUSTRATIE BEREKENEN SF₆-CONCENTRATIE M.B.V. HET IFDM-MODEL

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Voorstelling roosterpatroon.....	2
Figuur 2: Vergelijking tussen de twee methoden bij lozing van H_2S	52
Figuur 3: Vergelijking tussen de twee methoden bij lozing van H_2S (outlier buiten beschouwing)	53
Figuur 4: Vergelijking tussen de twee methoden bij lozing van boterzuur	54
Figuur 5: Vergelijking tussen de verschillende methoden (outlier buiten beschouwing).....	55
Figuur 6: Vergelijking tussen de twee methoden	55
Figuur 7: Vergelijking tussen de twee methoden (outliers buiten beschouwing)	56
Figuur 8: Alle snuffelaars versus 2 snuffelaars (methode achterwaartse modellering).....	57
Figuur 9: Alle snuffelaars versus 2 snuffelaars (MGWA-methode).....	58
Figuur 10: Residuen in functie van de stabiliteitsklassen bij lozing van H_2S	59
Figuur 11: Residuen in functie van de stabiliteitsklassen bij lozing van boterzuur	60
Figuur 12: Residuen in functie van de stabiliteitsklassen bij lozing van H_2S	60
Figuur 13: Residuen in functie van de stabiliteitsklassen bij lozing van boterzuur	61
Figuur 14: Residuen in functie van de snelheidsklassen bij lozing van H_2S	62
Figuur 15: Residuen in functie van de snelheidsklassen bij lozing van boterzuur	62
Figuur 16: Residuen in functie van de snelheidsklassen bij lozing van H_2S	63
Figuur 17: Residuen in functie van de snelheidsklassen bij lozing van boterzuur	63

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Meteogegevens (meteomast) lozing 15 juni 2005.....	4
Tabel 2: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 15 juni 2005	4
Tabel 3: Berekening geuremissie lozing 15 juni 2005.....	5
Tabel 4: Meteogegevens (SCK Mol) lozing 30 augustus 2005.....	6
Tabel 5: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 30/08/2005)	6
Tabel 6: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 30 augustus 2005	7
Tabel 7: Berekening geuremissie lozing 30 augustus 2005	7
Tabel 8: Meteogegevens (SCK Mol) lozing 31 augustus 2005.....	8
Tabel 9: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 31/08/2005)	8
Tabel 10: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 31 augustus 2005.....	9
Tabel 11: Berekening geuremissie lozing 31 augustus 2005	9
Tabel 12: Meteogegevens (meteomast) lozing 29 september 2005.....	10
Tabel 13: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 29/09/2005)	10
Tabel 14: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 29 september 2005	11
Tabel 15: Berekening geuremissie lozing 29 september 2005.....	11
Tabel 16: Meteogegevens (meteomast) lozing 4 oktober 2005.....	12
Tabel 17: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 04/10/2005)	12
Tabel 18: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 4 oktober 2005	13
Tabel 19: Berekening geuremissie lozing 4 oktober 2005.....	13
Tabel 20: Meteogegevens (meteomast) lozing 5 oktober 2005.....	14
Tabel 21: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 05/10/2005)	14
Tabel 22: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 5 oktober 2005	15
Tabel 23: Berekening geuremissie lozing 5 oktober 2005.....	15
Tabel 24: Meteogegevens (SCK Mol) lozing 20 oktober 2005.....	16
Tabel 25: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 20/10/2005)	16
Tabel 26: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 20 oktober 2005	17
Tabel 27: Berekening geuremissie lozing 20 oktober 2005	17
Tabel 28: Meteogegevens (meteomast) lozing 24 januari 2006.....	18
Tabel 29: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 24/01/2006)	18
Tabel 30: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 24 januari 2006	19
Tabel 31: Berekening geuremissie lozing 24 januari 2006	19
Tabel 32: Meteogegevens (meteomast) lozing 26 januari 2006.....	21
Tabel 33: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 26/01/2006)	21
Tabel 34: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 26 januari 2006	22
Tabel 35: Berekening geuremissie lozing 26 januari 2006	22
Tabel 36: Meteogegevens (SCK Mol) lozing 3 mei 2006.....	24
Tabel 37: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 03/05/2006)	24
Tabel 38: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 3 mei 2006	25
Tabel 39: Berekening geuremissie lozing 3 mei 2006.....	26
Tabel 40: Meteogegevens (SCK Mol) lozing 16 mei 2005.....	26
Tabel 41: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 16/05/2005)	27
Tabel 42: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 16 mei 2005	27
Tabel 43: Berekening geuremissie lozing 16 mei 2005	28
Tabel 44: Meteogegevens (SCK Mol) lozing 17 mei 2006.....	28
Tabel 45: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 17/05/2006)	29
Tabel 46: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 17 mei 2006	29
Tabel 47: Berekening geuremissie lozing 17 mei 2006	29

Tabel 48: Meteogegevens (meteomast) lozing 1 juni 2006	30
Tabel 49: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 1 juni 2006.....	30
Tabel 50: Berekening geuremissie lozing 1 juni 2006.....	31
Tabel 51: Meteogegevens (meteomast) lozing 2 juni 2006	32
Tabel 52: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 02/06/2006)	32
Tabel 53: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 2 juni 2006.....	33
Tabel 54: Berekening geuremissie lozing 2 juni 2006.....	33
Tabel 55: Meteogegevens (meteomast) lozing 8 juni 2006	34
Tabel 56: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 08/06/2006)	34
Tabel 57: Meteogegevens (meteomast) lozing 13 juni 2006.....	35
Tabel 58: Resultaten berekeningen en analyses SF ₆ (lozing 13/06/2006)	35
Tabel 59: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 13 juni 2006.....	36
Tabel 60: Berekening geuremissie lozing 13 juni 2006.....	36
Tabel 61: Meteogegevens (meteomast) lozing 14 juni 2006.....	37
Tabel 62: Verhouding gemeten waarden/berekende waarden.....	38
Tabel 63: Invloed stabiliteitsklasse op de berekende SF ₆ -concentratie	39
Tabel 64: Verhouding se/ mg component bij de lozingen waarbij gemeten SF ₆ -concentratie hoger is dan de berekende SF ₆ -concentratie (achterwaartse modellering) ..	40
Tabel 65: Geuremissie [se/s] bij lozing van H ₂ S met een debiet van ca. 105 g/h (methode achterwaartse modellering; Bultynck-Malet [BM]).....	42
Tabel 66: Geuremissie [se/s] bij lozing van H ₂ S met een debiet van ca. 70 g/h	(methode achterwaartse modellering; Bultynck-Malet [BM])..... 42
Tabel 67: Geuremissie [se/s] bij lozing van H ₂ S met een debiet van ca. 105 g/h	(methode achterwaartse modellering; Pasquill [P])
Tabel 68: Geuremissie [se/s] bij lozing van H ₂ S met een debiet van ca. 70 g/h	(methode achterwaartse modellering; Pasquill [P])
Tabel 69: Geuremissie [se/s] bij lozing van H ₂ S met een debiet van ca. 105 g/h	(MGWA-methode)
Tabel 70: Geuremissie [se/s] bij lozing van H ₂ S met een debiet van ca. 70 g/h	(MGWA-methode)
Tabel 71: Geuremissie [se/s] bij lozing van boterzuur met een debiet van ca. 100 g/h	(methode achterwaartse modellering; Bultynck-Malet [BM]).....
Tabel 72: Geuremissie [se/s] bij lozing van boterzuur met een debiet van ca. 100 g/h	(methode achterwaartse modellering; Pasquill [P])
Tabel 73: Geuremissie [se/s] bij lozing van boterzuur met een debiet van ca. 100 g/h	(MGWA-methode)
Tabel 74: Geuremissie [se/s] bij lozing van H ₂ S met een debiet van ca. 105 g/h	(methode achterwaartse modellering; Bultynck-Malet [BM]).....
Tabel 75: Geuremissie [se/s] bij lozing van H ₂ S met een debiet van ca. 70 g/h	(methode achterwaartse modellering; Bultynck-Malet [BM]).....
Tabel 76: Geuremissie [se/s] bij lozing van H ₂ S met een debiet van ca. 105 g/h	(methode achterwaartse modellering; Pasquill [P])
Tabel 77: Geuremissie [se/s] bij lozing van H ₂ S met een debiet van ca. 70 g/h	(methode achterwaartse modellering; Pasquill [P])
Tabel 78: Geuremissie [se/s] bij lozing van H ₂ S met een debiet van ca. 105 g/h	(MGWA-methode)
Tabel 79: Geuremissie [se/s] bij lozing van H ₂ S met een debiet van ca. 70 g/h	(MGWA-methode)

Tabel 80: Geuremissie [se/s] bij lozing van boterzuur met een debiet van ca. 100 g/h (methode achterwaartse modellering; Bultynck-Malet [BM]).....	50
Tabel 81: Geuremissie [se/s] bij lozing van boterzuur met een debiet van ca. 100 g/h (methode achterwaartse modellering; Pasquill [P]).....	51
Tabel 82: Geuremissie [se/s] bij lozing van boterzuur met een debiet van ca. 100 g/h (MGWA-methode)	51
Tabel 83: Lozingen waarbij de MGWA-methode een beduidend hogere geuremissie berekend	53
Tabel 84: Vergelijking resultaten van de twee methodes	57
Tabel 85: Shapiro-Wilks test op normaliteit voor bronterm uit achterwaartse modellering (BM).....	64
Tabel 86: Breedte van het 95 % confidentiegebied	65

1 INLEIDING

Het Vlaams geurbeleid maakt gebruik van snuffelploegmetingen als één van de basistechnieken om geuremissies en –immissies te kwantificeren. Om de karakteristieken van deze methode te bepalen en vervolgens vast te leggen in een methode (compendiummethode of code van goede praktijk als basis voor erkenningen) zijn volgende stappen vereist:

- Beschrijving en evaluatie van bestaande methoden voor de uitvoering van snuffelploegmetingen en de berekening van geuremissies
- Organisatie snuffelcampagnes voor toetsing en vergelijking methoden
- Werkgroep en schrijven van code van goede praktijk

In een eerste fase werd een literatuuronderzoek uitgevoerd waarin de verschillende beschikbare methodes beschreven werden, nagegaan werd welke parameters de berekening van de geuremissie en -immissie kunnen beïnvloeden,... Aan de hand van reeds eerder uitgevoerde studies (Aminabel, Universiteit Gent, VITO,...) werd nagegaan welke aspecten hierbij reeds onderzocht werden en welke bijkomende metingen of berekeningen nodig zijn. Vervolgens werd een plan van aanpak opgesteld voor de uitvoering van lozingsexperimenten en werden enkele testexperimenten uitgevoerd.

In een tweede fase werden de lozingsexperimenten uitgevoerd. In totaal werden op 17 dagen 45 lozingsexperimenten uitgevoerd. De resultaten van deze experimenten worden weergegeven in voorliggend rapport. Ook worden enkele conclusies in verband met de uitvoering van de snuffelploegmetingen geformuleerd (invloed meteo-omstandigheden, aantal snuffelaars, aantal snuffelploegmetingen,...).

2 RESULTATEN LOZINGEN BALENDIJK (LOMMEL)

In het volgende hoofdstuk worden de resultaten van de verschillende snuffelcampagnes weergegeven per lozingsdag. De verschillende lozingscampagnes werden uitgevoerd op de balendijk in Lommel. Voor deze testen werd er een oriëntatieveld opgetrokken van 350 m op 350 m. Binnen dit oppervlak werd er een rooster opgesteld met behulp van genummerde palen. De palen werden op een afstand van 50 m van elkaar gepositioneerd. Op deze manier kunnen de snuffelaars zich nauwkeurig oriënteren en wordt de pluimaafstand correct weergegeven. In figuur 1 wordt het rooster weergegeven.

8	16	24	32	40	48		
7	15	23	31	39	47	55	
6	14	22	30	38	46	54	
5	13	21	29	37	45	53	
4	12	20	28	36	44	52	59
3	11	19	27	35	43	51	58
2	10	18	26	34	42	50	57
1	9	17	25	33	41	49	56

Figuur 1: Voorstelling roosterpatroon

Om de resultaten van de verschillende lozingsexperimenten te verifiëren, werd er tijdens een groot gedeelte van de lozingen een tracer, zijnde SF₆, mee geloosd. Tijdens de lozing werden op verschillende plaatsen (palen roosterpatroon) bemonsteringseenheden opgesteld en werd gedurende 45 minuten een staal bemonsterd. Deze stalen werden achteraf in het labo geanalyseerd met behulp van GC-ECD. De vergelijking tussen de gemeten concentratie en de berekende concentratie (IFDM) vertelt ons meer over de juistheid van de ingeschatte stabiliteitsklasse en over de representativiteit van het IFDM-model tijdens snuffelploegmetingen. De concentratie werd berekend op basis van de stabiliteitsklassen volgens Bultynck-Malet en volgens Pasquill.

Voor de berekening van de geuremissie [se/s] wordt er gebruik gemaakt van de twee methoden. Enerzijds wordt de geuremissie berekend met de methode die gehanteerd wordt door VITO. Anderzijds wordt de geurutstoot berekend aan de hand van de MGWA-methode die gebruikt wordt door de Universiteit van Gent. De berekeningen aan de hand

van het IFDM-model worden uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet. De berekeningen op basis van de MGWA-methode wordt uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Pasquill.

De meteogegevens werden gedurende de verschillende lozingen verzameld als 10-minuutsgemiddelde waarden. In de meeste gevallen zijn deze gegevens afkomstig van een eigen meteomast ter plaatse. Bij defect of onregelmatigheden werden de gegevens opgevraagd bij het SCK in Mol. De stabiliteitsklassen volgens Bultynck-Malet werden eveneens opgevraagd bij het SCK te Mol. Wanneer er op het moment van een lozing geen stabiliteitsklasse bekend was, werd deze berekend aan de hand van de beschikbare gegevens afkomstig van de meteomast van het SCK.

Na de voorstelling van de gegevens worden de resultaten geëvalueerd.

Opmerking:

In werkelijkheid lag het rooster ca. -11° gepositioneerd t.o.v. de geografische noordzuidas. Omwille van deze reden wordt de reële windrichting telkens vermeerderd met 11° . Het rooster in het IFDM-model is immers niet roteerbaar. De windrichting die in het overzicht van de lozingen wordt weergegeven is telkens de reële windrichting.

De verschillende opgetekende pluimen in IFDM worden in de bijlage niet allemaal weergegeven. Ter illustratie worden de pluimen van een viertal snuffelmetingen weergegeven.

2.1 Lozing 15 juni 2005

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (10u00-10u55): - 1,15 l/min H₂S (97,32 g/h)

- 20,58 l/min N₂

Lozing 2 (11u00-11u45): - 0,46 l/min H₂S (38,35 g/h)

- 20,58 l/min N₂

Lozing 3 (12u25-12u48): - 50 g/h C₃H₇COOH

- 18,45 l/min N₂

Lozing 4 (12u50-13u15): - 100 g/h C₃H₇COOH

- 18,45 l/min N₂

Meteogegevens:

De meteogegevens in volgende tabel zijn de gemiddelde waarden gedurende één lozing.

Tabel 1: Meteogegevens (meteomast) lozing 15 juni 2005

Lozing	Wind- richting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temp. [°C]	BM- stabiliteitsklasse	P- stabiliteitsklasse
1	147	3,1	20,8	5	B
2	146	4,0	22,6	5	B
3	167	4,7	24,2	5	B
4	177	4,7	24,9	5	B

Resultaten:

De geurpluim werd gedurende de 4 lozingen opgetekend door 4 snuffelaars.

Tijdens deze lozing werd geen tracer geloosd.

De berekening van de geuremissie gebeurt aan de hand van twee methoden, nl. via de MGWA-methode en via achterwaartse modellering.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 2: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 15 juni 2005

Parameter	Lozing 1	Lozing 2	Lozing 3	Lozing 4
bronhoogte [m]	10	10	10	10
diameter [m]	0,01	0,01	0,01	0,01
temperatuur gasen [°C]	20,8	22,6	50	50
geuruitstoot [me/s]	500000	500000	500000	500000
volumedebiet [Nm ³ /h]	1,21	1,17	1,04	1,05
werkingsregime	continu	continu	continu	continu

Bij lozing van boterzuur werd er telkens geloosd met behulp van een verwarmde leiding. De temperatuur tijdens de lozing bedroeg 50 °C. Indien er geen boterzuur wordt gebruikt, is de temperatuur van de gassen in de leiding gelijk aan de omgevingstemperatuur.

Tabel 3: Berekening geuremissie lozing 15 juni 2005

Lozing	v [m/s]	BM- stab.	P- stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. BM [se/s]
1	3,1	5	B	316	45405	32818
2	4,0	5	B	221	34539	32609
3	4,7	5	B	151	23294	25974
4	4,7	5	B	313	67871	65574

Voor de lozingen 2, 3 en 4 is er een goede overeenkomst tussen de geuremissies berekend volgens de twee methoden. Voor de 1^{ste} lozing ligt de geuremissie berekend met de MGWA-methode hoger.

Opmerkingen:

Bij lozing 2 valt de opgetekende pluim voor een groot gedeelte buiten het oriëntatieveld. Het is mogelijk dat de afstanden minder nauwkeurig worden opgetekend. De resultaten van lozing 2 worden daarom bij de verdere verwerking buiten beschouwing gelaten.

2.2 Lozing 30 augustus 2005

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (09u15-10u00): - 1,53 l/min H₂S (130,63 g/h)
- 1,22 l/min SF₆ (447,59 g/h)
- 19,20 l/min N₂
Lozing 2 (10u50-11u45): - 100 g/h C₃H₇COOH
- 19,20 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 4: Meteogegevens (SCK Mol) lozing 30 augustus 2005

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	60	2,1	18,2	3-4	A
2	81	2,6	23,8	(5)-6	A

Resultaten:

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 7 snuffelaars. Voor het eerste lozings-experiment wordt de gemiddelde opgetekende pluim wordt weergegeven in bijlage 1 (illustratie berekening geuremissie m.b.v. achterwaartse modelleren).

Tijdens de eerste lozing werd SF₆ geloozd en werden ter hoogte van de palen 3, 35, 42 en 51 bemonsteringseenheden opgesteld. De meteomast werd gepositioneerd bij paal 59. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill.

Tabel 5 geeft de resultaten weer.

Tabel 5: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 30/08/2005)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m³]	Berekende concentratie [µg/m³]	
			BM	P
3	1	1	3	2
35	1	24	23	7
42	1	4	2	4
51	1	9	9	13

Uit de vergelijking van de resultaten blijkt dat er een zeer goede overeenkomst bestaat tussen gemeten en de berekende concentratie met stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet.

Vervolgens werd op basis van de twee methoden de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 7.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 6: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 30 augustus 2005

Parameter	Lozing 1	Lozing 2
bronhoogte [m]	10	10
diameter [m]	0,01	0,01
temperatuur gassen [°C]	18,2	50
geurutstoot [me/s]	500000	500000
volumedebiet [Nm ³ /h]	1,23	1,10
werkingsregime	continu	continu

Tabel 7: Berekening geuremissie lozing 30 augustus 2005

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	2,1	3-4	A	379	63813	13280
2	2,6	(5)-6	A	202	30887	25547

Uit de resultaten blijkt dat de geuremissie berekend met de MGWA-methode voor de 1^{ste} lozing beduidend hoger en voor de 2^{de} lozing hoger is vergeleken met de geuremissie berekend m.b.v. achterwaartse modellering.

2.3 Lozing 31 augustus 2005

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (09u00-10u15): - 1,51 l/min H₂S (127,05 g/h)
 - 1,19 l/min SF₆ (430,23 g/h)
 - 19,70 l/min N₂
 Lozing 2 (11u30-11u20): - 98 g/h C₃H₇COOH
 - 0,97 l/min SF₆ (346,94 g/h)
 - 19,20 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 8: Meteogegevens (SCK Mol) lozing 31 augustus 2005

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	129	2,5	22,5	(3)-5	B
2	151	3,4	25,7	5	B

Resultaten

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 6 snuffelaars. Tijdens beiden lozingen werd er een tracer geloosd. Op 9 plaatsen (zie tabel 9) werden bemonsteringseenheden opgesteld. De meteomast werd gepositioneerd bij paal 59. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill. Bij omrekening blijken de twee stabiliteitsklassen gelijk.

Tabel 9: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 31/08/2005)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m³]	Berekende concentratie [µg/m³]
			BM, P
24	1	45	3
30	1	14	9
31	1	20	6
37	1	10	9
39	1	14	4
45	1	41	23
46	1	17	8
52	1	407	8
53	1	42	22
24	2	75	1
30	2	/	1
31	2	35	2
37	2	21	1

Tabel 9 (vervolg): Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 31/08/2005)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m³]	Berekende concentratie [µg/m³]
			BM, P
39	2	13	3
45	2	55	4
46	2	17	6
52	2	376	1
53	2	/	15

Uit de vergelijking van de resultaten blijkt dat voor beide lozingen de berekende concentraties lager zijn dan de gemeten concentraties.

Vervolgens werd op basis van de twee methoden de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 11.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 10: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 31 augustus 2005

Parameter	Lozing 1	Lozing 2
bronhoogte [m]	10	10
diameter [m]	0,01	0,01
temperatuur gassen [°C]	22,5	50
geurutstoot [me/s]	500000	500000
volumedebiet [Nm³/h]	1,24	1,11
werkingsregime	continu	continu

Tabel 11: Berekening geuremissie lozing 31 augustus 2005

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	2,5	(3)-5	B	(408	51416	22406)
2	3,4	5	B	254	34979	28947

Uit tabel 11 blijkt dat de geuremissie (MGWA-methode) voor de 1^{ste} beduidend hoger en voor de 2^{de} lozing hoger ligt dan de geuremissie berekend m.b.v. achterwaartse modellering.

Opmerkingen:

Omwille van variabele wind kon tijdens de 1^{ste} lozing geen eenduidige pluim worden afgebakend. De resultaten van deze lozing worden daarom verder buiten beschouwing gelaten.

2.4 Lozing 29 september 2005

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (09u30-10u30): - 1,88 l/min H₂S (163,72 g/h)
- 2,57 l/min SF₆ (961,71 g/h)
- 18,30 l/min N₂
Lozing 2 (10u50-11u50): - 99 g/h C₃H₇COOH
- 2,57 l/min SF₆ (955,35 g/h)
- 18,56 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 12: Meteogegevens (meteomast) lozing 29 september 2005

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	286	3,7	12,5	2	B
2	294	4,9	14,4	3	C

Resultaten:

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 4 snuffelaars.

Tijdens beiden lozingen werd er een tracer geloosd. Op 8 plaatsen (zie tabel 13) werden bemonsteringseenheden opgesteld. Ter hoogte van paal 22 en 36 werd telkens een dubbel staal genomen. De meteomast werd ca. op 25 m links van paal 5 gepositioneerd. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill.

Tabel 13: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 29/09/2005)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m ³]	Berekende concentratie [µg/m ³]	
			BM	P
13	1	/	32	58
22	1	313	0	2
22	1	318	0	2
36	1	424	26	8
36	1	443	26	8
38	1	243	7	4
45	1	288	14	6
53	1	530	10	4
54	1	432	8	3
55	1	/	1	1
13	2	350	6	10

Tabel 13 (vervolg): Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 29/09/2005)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m³]	Berekende concentratie [µg/m³]	
			BM	P
22	2	118	52	51
22	2	/	52	51
36	2	/	9	7
36	2	/	9	7
38	2	179	9	7
45	2	220	11	7
53	2	389	8	6
53	2	253	5	4
55	2	190	1	1

Uit de vergelijking van de resultaten blijkt dat voor beide lozingen de berekende concentraties (BM en P) beduidend lager zijn dan de gemeten concentraties. De resultaten brengen verder geen uitsluitsel over het gebruik van de stabiliteitsklasse (BM of P).

Vervolgens werd op basis van de twee methoden de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 15.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 14: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 29 september 2005

Parameter	Lozing 1	Lozing 2
bronhoogte [m]	10	10
diameter [m]	0,01	0,01
temperatuur gasen [°C]	12,5	50
geurutstoot [me/s]	500000	500000
volumedebiet [Nm³/h]	1,31	1,24
werkingsregime	continu	continu

Tabel 15: Berekening geuremissie lozing 29 september 2005

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	3,7	2	B	320	55214	13661
2	4,9	3	C	250	27017	23511

Uit voorgaande tabel blijkt dat de geuremissie berekend met de MGWA-methode voor de 1^{ste} lozing beduidend hoger ligt dan deze berekend m.b.v. achterwaartse modellering. Voor de 2^{de} lozing is er een vrij goede overeenkomst tussen de twee methoden.

2.5 Lozing 4 oktober 2005

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (09u00-10u05): - 1,23 l/min H₂S (108,06 g/h)
- 2,46 l/min SF₆ (928,68 g/h)
- 17,80 l/min N₂
Lozing 2 (10u15-11u15): - 99 g/h C₃H₇COOH
- 2,48 l/min SF₆ (930,96 g/h)
- 18,86 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 16: Meteogegevens (meteomast) lozing 4 oktober 2005

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	18	4,5	10,0	3	D
2	22	5,3	11,6	3	D

Resultaten:

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 5 snuffelaars. Voor het eerste lozings-experiment wordt de gemiddelde opgetekende pluim wordt weergegeven in bijlage 1 (illustratie berekening geuremissie m.b.v. achterwaartse modelleren).

Tijdens beiden lozingen werd er een tracer geloosd. Op 8 plaatsen (zie tabel 17) werden bemonsteringseenheden opgesteld. De meteomast werd ter hoogte van paal 55 geplaatst. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill. Bij omrekening zijn de stabiliteitsklassen volgens Bultynck-Malet gelijk aan deze van Pasquill.

Tabel 17: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 04/10/2005)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m ³]	Berekende concentratie [µg/m ³]
			BM, P
1	1	26	1
10	1	136	2
12	1	1814	0
15	1	316	0
26	1	106	15
28	1	110	4
44	1	43	18
46	1	23	26
1	2	10	2
10	2	7	3
12	2	1500	0

Tabel 17 (vervolg): Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 04/10/2005)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m³]	Berekende concentratie [µg/m³]
			BM, P
15	2	2	0
26	2	8	12
28	2	24	7
44	2	0	8
46	2	68	36

Uit de vergelijking van de resultaten blijkt dat voor beide lozingen ter hoogte van de meeste punten de berekende concentraties lager zijn dan de gemeten concentraties.

Vervolgens werd op basis van de twee methoden de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 19.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 18: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 4 oktober 2005

Parameter	Lozing 1	Lozing 2
bronhoogte [m]	10	10
diameter [m]	0,01	0,01
temperatuur gasen [°C]	10,0	50
geuruitstoot [me/s]	500000	500000
volumedebiet [Nm³/h]	1,24	1,27
werkingsregime	continu	continu

Tabel 19: Berekening geuremissie lozing 4 oktober 2005

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	4,5	3	D	331	20245	22152
2	5,3	3	D	342	24992	29183

Uit de resultaten blijkt dat bij beide lozingen een overeenkomst bestaat tussen de geuremissies berekend met de twee methoden.

2.6 Lozing 5 oktober 2005

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (09u00-10u00): - 1,25 l/min H₂S (108,93 g/h)
- 2,50 l/min SF₆ (936,16 g/h)
- 18,05 l/min N₂
Lozing 2 (10u20-11u10): - 99 g/h C₃H₇COOH
- 2,50 l/min SF₆ (934,20 g/h)
- 18,10 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 20: Meteogegevens (meteomast) lozing 5 oktober 2005

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	45	4,3	12,3	3	D
2	47	5,2	12,9	3	D

Resultaten:

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 5 snuffelaars.

Tijdens beiden lozingen werd er een tracer geloosd. Op 8 plaatsen (zie tabel 21) werden bemonsteringseenheden opgesteld. De meteomast werd ter hoogte van paal 55 geplaatst. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill. Bij omrekening zijn de stabiliteitsklassen volgens Bultynck-Malet gelijk aan deze van Pasquill.

Tabel 21: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 05/10/2005)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m ³]	Berekende concentratie [µg/m ³]
			BM, P
5	1	204	7
12	1	1323	15
15	1	667	0
22	1	407	7
28	1	522	2
31	1	1064	0
38	1	403	59
45	1	78	0
5	2	0	8
12	2	1241	8
15	2	956	0

Tabel 21 (vervolg): Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 05/10/2005)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m³]	Berekende concentratie [µg/m³]
			BM, P
22	2	908	9
28	2	1091	1
31	2	0	1
38	2	639	41
45	2	1656	0

Uit de vergelijking van de resultaten blijkt dat voor beide lozingen de berekende concentraties beduidend lager zijn dan de gemeten concentraties.

Vervolgens werd op basis van de twee methoden de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 23.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 22: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 5 oktober 2005

Parameter	Lozing 1	Lozing 2
bronhoogte [m]	10	10
diameter [m]	0,01	0,01
temperatuur gasen [°C]	12,3	50
geuruitstoot [me/s]	500000	500000
volumedebiet [Nm³/h]	1,25	1,22
werkingsregime	continu	continu

Tabel 23: Berekening geuremissie lozing 5 oktober 2005

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	4,3	3	D	294	16327	16713
2	5,2	3	D	250	15699	22727

Voor de twee methoden blijkt er bij de 1^{ste} lozing een goede overeenkomst. Bij lozing 2 is de geuremissie berekend m.b.v. achterwaartse modellering hoger dan deze berekend met de MGWA-methode.

2.7 Lozing 20 oktober 2005

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (10u45-11u45): - 1,26 l/min H₂S (108,85 g/h)
- 2,46 l/min SF₆ (913,19 g/h)
- 18,80 l/min N₂
Lozing 2 (12u10-13u10): - 99 g/h C₃H₇COOH
- 2,46 l/min SF₆ (934,20 g/h)
- 18,80 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 24: Meteogegevens (SCK Mol) lozing 20 oktober 2005

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	223	5,3	14,8	3-(4)	D
2	220	5,3	15,3	3-4	D

Resultaten:

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 5 snuffelaars.

Enkel tijdens de 1^{ste} lozing werd een tracer geloosd. Op 7 plaatsen (zie tabel 25) werden bemonsteringseenheden opgesteld. De meteomast werd ter hoogte van paal 1 geplaatst. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklassen volgens Bultynck-Malet en Pasquill.

Tabel 25: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 20/10/2005)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m ³]	Berekende concentratie [µg/m ³]	
			BM	P
19	1	17	15	14
21	1	11	1	1
35	1	12	10	7
37	1	621	5	5
39	1	11	1	1
53	1	4	6	4
55	1	8	3	2

Uit de vergelijking van de resultaten blijkt dat de berekende en de gemeten concentraties in het algemeen van dezelfde grootteorde zijn. Enkel ter hoogte van punt 37 is de berekende concentratie beduidend lager. De resultaten brengen verder geen uitsluitel over het gebruik van de stabiliteitsklasse (BM of P).

Vervolgens werd op basis van de twee methoden de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 27.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 26: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 20 oktober 2005

Parameter	Lozing 1	Lozing 2
bronhoogte [m]	10	10
diameter [m]	0,01	0,01
temperatuur gassen [°C]	14,8	15,3
geuruitstoot [me/s]	500000	500000
volumedebiet [Nm ³ /h]	1,28	1,25
werkingsregime	continu	continu

Tabel 27: Berekening geuremissie lozing 20 oktober 2005

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	5,3	3(-4)	C	426	63856	40293
2	5,3	3-4	B	426	121097	41322

Uit de resultaten blijkt dat voor beide lozingen de geuremissie berekend met de MGWA-methode hoger ligt dan deze berekend m.b.v. achterwaartse modellering. Bij lozing 2 is dit verschil zeer groot.

2.8 Lozing 24 januari 2006

Lozingskarakteristieken:

- Lozing 1 (10u00-11u00): - 1,18 l/min H₂S (108,54 g/h)
- 3,23 l/min SF₆ (1276,65 g/h)
- 18,20 l/min N₂
- Lozing 2 (11u15-12u10): - 96,77 g/h C₃H₇COOH
- 18,20 l/min N₂
- Lozing 3 (13u15-14u05): - 1,17 l/min H₂S (105,74 g/h)
- 3,50 l/min SF₆ (1359,23 g/h)
- 17,07 l/min N₂
- Lozing 4 (14u10-14u50): - 96,77 g/h C₃H₇COOH
- 18,20 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 28: Meteogegevens (meteomast) lozing 24 januari 2006

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	115	3,0	-2,7	2-3	D
2	117	2,8	-1,0	4(-5)	C
3	112	2,3	2,1	4(-5)	D
4	99	2,1	2,2	4	D

Resultaten:

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 5 snuffelaars. Voor het tweede lozings-experiment wordt de gemiddelde opgetekende pluim wordt weergegeven in bijlage 1 (illustratie berekening geuremissie m.b.v. achterwaartse modelleren).

Tijdens de 1^{ste} en de 3^{de} lozing werd er SF₆ geloosd. Gedurende lozing 1 en 3 werden op respectievelijk 5 en 9 plaatsen stalen bemonsterd. De meteomast werd ter hoogte van paal 56 geplaatst. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill.

Tabel 29: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 24/01/2006)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m ³]	Berekende concentratie [µg/m ³]	
			BM	P
4	1	6	18	13
6	1	0	0	0
20	1	0	2	5
22	1	0	0	0
36	1	0	0	0
2	3	2	15	26

Tabel 29 (vervolg): Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 24/01/20006)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m³]	Berekende concentratie [µg/m³]	
			BM	P
4	3	0	5	6
9	3	10	17	27
11	3	0	10	15
18	3	5	23	39
20	3	53	3	2
34	3	85	33	48
36	3	0	1	0
50	3	5	9	1

Uit de vergelijking van de resultaten blijkt dat tijdens de 1^{ste} lozing de berekende concentraties op twee punten hoger zijn dan de gemeten waarden. De verschillen zijn echter niet groot. Voor de overige punten komen de berekende en de gemeten waarden goed overeen. Tijdens de 3^{de} lozing zijn de resultaten inconsistent. De gemeten en de berekende waarde liggen echter wel in dezelfde grootteorde.

De resultaten brengen verder geen uitsluitsel over het gebruik van de stabiliteitsklasse (BM of P).

Vervolgens werd op basis van de twee methoden de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 31.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 30: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 24 januari 2006

Parameter	Lozing 1	Lozing 2	Lozing 3	Lozing 4
bronhoogte [m]	10	10	10	10
diameter [m]	0,01	0,01	0,01	0,01
temperatuur gassen [°C]	-2,7	50	2,1	50
geurutstoot [me/s]	500000	500000	500000	500000
volumedebiet [Nm³/h]	1,37	1,14	1,29	1,12
werkingsregime	continu	continu	continu	continu

Tabel 31: Berekening geuremissie lozing 24 januari 2006

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	3,0	2-3	D	386	16851	15829
2	2,8	4(-5)	C	404	31191	22777
3	2,3	4(-5)	D	(268	7658	13648)
4	2,1	4	D	(191	4372	9346)

Uit de resultaten blijkt dat bij lozing 1 een overeenkomst bestaat tussen de geuremissies berekend met de twee methoden. Voor de overige lozingen is er geen overeenkomst. Bij

lozing 2 is de geuremissie berekend met de MGWA-methode het hoogst. Bij lozing 3 en 4 is de geuremissie berekend m.b.v. achterwaartse modellering het hoogst.

Opmerkingen:

De opgetekend pluimen tijdens lozing 3 en 4 vallen voor een groot deel buiten het oriëntatieveld. De resultaten van deze lozingen worden verder buiten beschouwing gelaten.

2.9 Lozing 26 januari 2006

Lozingskarakteristieken:

- Lozing 1 (10u00-11u00): - 1,17 l/min H₂S (108,40 g/h)
- 3,50 l/min SF₆ (1367,68 g/h)
- 17,07 l/min N₂
- Lozing 2 (11u15-12u10): - 96,77 g/h C₃H₇COOH
- 17,07 l/min N₂
- Lozing 3 (13u15-14u05): - 1,17 l/min H₂S (105,74 g/h)
- 3,50 l/min SF₆ (1367,68 g/h)
- 17,07 l/min N₂
- Lozing 4 (14u10-14u50): - 96,77 g/h C₃H₇COOH
- 17,07 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 32: Meteogegevens (meteomast) lozing 26 januari 2006

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	36	4,8	0,4	3	D
2	33	5,7	0,3	3	D
3	37	6,4	0,6	3	D
4	45	6,8	0,8	3	D

Resultaten:

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 5 snuffelaars.

Tijdens de 1^{ste} en de 3^{de} lozing werd er SF₆ geloosd. Gedurende lozing 1 en 2 werden op respectievelijk 9 en 8 plaatsen stalen bemonsterd. De meteomast werd ter hoogte van paal 47 geplaatst. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill. Bij omrekening zijn de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet gelijk aan deze van Pasquill.

Tabel 33: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 26/01/2006)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m³]	Berekende concentratie [µg/m³]
			BM, P
2	1	13	14
4	1	3	8
18	1	118	2
20	1	13	29
29	1	33	29
34	1	13	0
36	1	26	0

Tabel 33 (vervolg): Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 26/01/2006)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m³]	Berekende concentratie [µg/m³]
			BM, P
38	1	206	114
45	1	5	0
2	3	12	10
4	3	9	6
18	3	58	3
29	3	54	37
34	3	7	0
36	3	39	0
38	3	168	84
45	3	10	0

Hoewel er ter hoogte van enkele punten grote verschillen zijn, blijkt uit tabel 33 dat de berekende en de gemeten concentraties relatief goed overeenkomen.

Vervolgens werd op basis van de twee methoden de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 35.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 34: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 26 januari 2006

Parameter	Lozing 1	Lozing 2	Lozing 3	Lozing 4
bronhoogte [m]	10	10	10	10
diameter [m]	0,01	0,01	0,01	0,01
temperatuur gasen [°C]	0,4	50	0,6	50
geurutstoot [me/s]	500000	500000	500000	500000
volumedebiet [Nm³/h]	1,30	1,06	1,30	1,06
werkingsregime	continu	continu	continu	continu

Tabel 35: Berekening geuremissie lozing 26 januari 2006

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	4,8	3	D	412	29642	27616
2	5,7	3	D	239	16159	18595
3	6,4	3	D	434	42635	43210
4	6,8	3	D	224	17615	18727

Uit de resultaten blijkt dat bij alle lozingen een goede overeenkomst bestaat tussen de twee gebruikte methoden

Opmerkingen:

Bij het optekenen van de pluimen tijdens lozingen 1 en 3 vallen de pluimen voor een klein gedeelte buiten het oriëntatieveld. De resultaten moeten daarom met enige voorzichtigheid behandeld worden.

2.10 Lozing 3 mei 2006

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (09u00-10u00): - 1,25 l/min H₂S (106,80 g/h)
 - 3,00 l/min SF₆ (1101,40 g/h)
 - 19,80 l/min N₂
 Lozing 2 (10u00-10u48): - 0,87 l/min H₂S (73,32 g/h)
 - 19,80 l/min N₂
 Lozing 3 (10u50-11u40): - 1,25 l/min H₂S (106,80 g/h)
 - 19,80 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 36: Meteogegevens (SCK Mol) lozing 3 mei 2006

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	181	2,7	18,0	2	B
2	203	2,6	22,0	2-4	B
3	177	2,5	22,7	(4)-5	C

Resultaten:

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 5 snuffelaars.

Tijdens de 1^{ste} lozing werd SF₆ geloosd. In totaal werden er ter hoogte van 9 punten stalen bemonsterd. De meteomast werd ter hoogte van paal 41 geplaatst. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill.

Tabel 37: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 03/05/2006)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m³]	Berekende concentratie [µg/m³]	
			BM	P
38	1	37	0	4
39	1	59	0	3
31	1	48	0	1
36	1	26	0	5
37	1	86	0	4
45	1	59	27	11
27	1	75	0	0
29	1	88	0	1
35	1	96	0	4

Uit de resultaten blijkt dat de berekende concentraties beduidend lager zijn dan de gemeten waarden. De stabiliteitsklasse volgens Pasquill lijkt hier het best hanteerbaar.

Vervolgens werd op basis van de twee methoden de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 39.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 38: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 3 mei 2006

Parameter	Lozing 1	Lozing 2	Lozing 3
bronhoogte [m]	10	10	10
diameter [m]	0,01	0,01	0,01
temperatuur gasen [°C]	18,0	22,0	22,7
geuruitstoot [me/s]	500000	500000	500000
volumedebiet [Nm ³ /h]	1,35	1,15	1,17
werkingsregime	continu	continu	continu

Tabel 39: Berekening geuremissie lozing 3 mei 2006

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	2,7	2	B	320	40292	9488
2	2,6	2-4	B	313	37546	11792
3	2,5	(4)-5	C	279	16169	26042

Uit de resultaten blijkt dat de geuremissies berekend volgens de twee methoden niet overeenkomen. Bij lozing 1 en 2 zijn de berekende geuremissies m.b.v. achterwaartse modellering lager dan de geuremissie berekend met de MGWA-methode. Bij de 3^{de} lozing is het omgekeerde het geval

2.11 Lozing 16 mei 2006

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (09u00-09u45): - 1,25 l/min H₂S (107,91 g/h)
- 3,00 l/min SF₆ (1112,87 g/h)
- 19,80 l/min N₂
Lozing 2 (09u50-10u30): - 0,87 l/min H₂S (73,32 g/h)
- 19,80 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 40: Meteogegevens (SCK Mol) lozing 16 mei 2005

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	223	5,1	15,0	4	D
2	248	4,3	15,0	4	D

Resultaten:

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 4 snuffelaars.

Enkel tijdens de 1^{ste} lozing werd een tracer geloosd. Op 10 plaatsen (zie tabel 41) werden bemonsteringseenheden opgesteld. De meteomast werd ter hoogte van paal 4 geplaatst. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill.

Tabel 41: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 16/05/2005)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m ³]	Berekende concentratie [µg/m ³]	
			BM	P
19	1	0	1	0
20	1	166	27	38
21	1	23	10	7
35	1	9	2	1
36	1	69	10	14
37	1	75	10	16
51	1	8	2	1
52	1	32	5	7
53	1	47	7	11
59	1	22	4	6

Uit de vergelijking van de resultaten blijkt dat de berekende concentraties ter hoogte van de meeste meetpunten lager zijn dan de gemeten concentraties. De resultaten brengen verder geen uitsluitsel over het gebruik van de stabiliteitsklasse (BM of P).

Vervolgens werd op basis van de twee methoden de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 43.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 42: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 16 mei 2005

Parameter	Lozing 1	Lozing 2
bronhoogte [m]	10	10
diameter [m]	0,01	0,01
temperatuur gassen [°C]	15,0	15,0
geuruitstoot [me/s]	500000	500000
volumedebiet [Nm ³ /h]	1,37	1,18
werkingsregime	continu	continu

Tabel 43: Berekening geuremissie lozing 16 mei 2005

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	5,1	4	D	353	25172	35461
2	4,3	4	D	268	14317	26738

Uit de resultaten blijkt dat voor beide lozingen de geuremissie berekend met de MGWA-methode lager ligt dan deze berekend m.b.v. achterwaartse modellering.

2.12 Lozing 17 mei 2006

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (09u00-09u50): - 0,87 l/min H₂S (75,50 g/h)
- 3,02 l/min SF₆ (1126,16 g/h)
- 19,60 l/min N₂
Lozing 2 (10u00-10u48): - 1,25 l/min H₂S (107,99 g/h)
- 19,60 l/min N₂
Lozing 3 (10u50-11u40): - 0,68 l/min H₂S (58,39 g/h)
- 19,60 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 44: Meteogegevens (SCK Mol) lozing 17 mei 2006

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	247	2,7	13,5	2	D
2	253	2,8	14,8	3-4	D
3	215	2,4	16,5	4-5	D

Resultaten:

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 5 snuffelaars. Voor het eerste lozings-experiment wordt de gemiddelde opgetekende pluim wordt weergegeven in bijlage 1 (illustratie berekening geuremissie m.b.v. achterwaartse modelleren).

Tijdens de 1^{ste} lozing werd SF₆ geloosd. In totaal werden er ter hoogte van 10 punten stalen bemonsterd. De meteomast werd ter hoogte van paal 4 geplaatst. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill.

Tabel 45: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 17/05/2006)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m ³]	Berekende concentratie [µg/m ³]	
			BM	P
19	1	5	0	0
20	1	311	83	64
21	1	307	43	42
35	1	110	1	3
36	1	103	38	25
37	1	115	41	31
51	1	42	2	4
52	1	129	22	13
53	1	105	17	16
59	1	71	18	11

Uit de resultaten blijkt dat de berekende concentraties beduidend lager zijn dan de gemeten waarden. De stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet lijkt het best hanteerbaar.

Vervolgens werd op basis van de twee methoden de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 47.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 46: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 17 mei 2006

Parameter	Lozing 1	Lozing 2	Lozing 3
bronhoogte [m]	10	10	10
diameter [m]	0,01	0,01	0,01
temperatuur gassen [°C]	13,6	15,0	16,5
geurutstoot [me/s]	500000	500000	500000
volumedebiet [Nm ³ /h]	1,34	1,19	1,15
werkingsregime	continu	continu	continu

Tabel 47: Berekening geuremissie lozing 17 mei 2006

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	2,7	2	D	261	8660	7267
2	2,8	3-4	D	316	11786	15528
3	2,4	4-5	D	331	10797	17932

Uit de resultaten blijkt dat bij lozing 1 en 2 de geuremissies berekend met de twee methoden vrij goed overeenkomen. Bij lozing 3 is de geuremissie berekend met de MGWA-methode lager dan deze berekend m.b.v. achterwaartse modellering.

2.13 Lozing 1 juni 2006

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (09u07-10u00): - 1,24 l/min H₂S (109,09 g/h)

- 19,25 l/min N₂

Lozing 2 (10u05-10u45): - 0,87 l/min H₂S (76,38 g/h)

- 19,25 l/min N₂

Lozing 3 (10u50-11u15): - 0,67 l/min H₂S (58,97 g/h)

- 19,25 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 48: Meteogegevens (meteomast) lozing 1 juni 2006

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM- stabiliteitsklasse	P- stabiliteitsklasse
1	264	5,4	9,6	3	D
2	272	6,0	10,1	3	D
3	272	6,2	9,5	3	D

Resultaten:

De geurpluim werd gedurende de 3 lozingen opgetekend door 5 snuffelaars

Tijdens deze lozing werd geen tracer geloosd.

De berekening van de geuremissie gebeurt aan de hand van twee methoden, nl.: MGWA-methode en via achterwaartse modellering.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 49: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 1 juni 2006

Parameter	Lozing 1	Lozing 2	Lozing 3
bronhoogte [m]	10	10	10
diameter [m]	0,01	0,01	0,01
temperatuur gassen [°C]	9,6	10,1	9,5
geuruitstoot [me/s]	500000	500000	500000
volumedebiet [Nm ³ /h]	1,19	1,16	1,16
werkingsregime	continu	continu	continu

Tabel 50: Berekening geuremissie lozing 1 juni 2006

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	5,4	3	D	404	32409	32680
2	6,0	3	D	379	32820	28571
3	6,2	3	D	294	23541	29240

Voor de 1^{ste} lozing blijken de twee methoden goed overeen te komen. Bij de 2^{de} en de 3^{de} lozing verschillen de geuremissies berekend met de twee methoden lichtjes van elkaar.

2.14 Lozing 2 juni 2006

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (09u00-09u50): - 1,25 l/min H₂S (107,99 g/h)
- 3,00 l/min SF₆ (1131,33 g/h)
- 19,40 l/min N₂
Lozing 2 (10u00-10u48): - 0,88 l/min H₂S (76,96 g/h)
- 19,40 l/min N₂
Lozing 3 (10u50-11u40): - 1,25 l/min H₂S (107,99 g/h)
- 19,40 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 51: Meteogegevens (meteomast) lozing 2 juni 2006

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	352	3,1	10,3	4-(5)	D
2	300	2,0	11,4	4-5	D
3	283	1,5	12,4	5	D

Resultaten:

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 5 snuffelaars.

Tijdens de 1^{ste} lozing werd SF₆ mee geloosd. In totaal werden er ter hoogte van 9 punten stalen bemonsterd. De meteomast werd ter hoogte van paal 4 geplaatst. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill.

Tabel 52: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 02/06/2006)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m³]	Berekende concentratie [µg/m³]	
			BM	P
2	1	15	13	15
3	1	78	23	31
4	1	283	49	78
5	1	231	106	145
9	1	0	2	0
10	1	0	2	0
11	1	0	3	0
12	1	0	3	0
13	1	0	1	0

Uit de resultaten blijkt dat de berekende concentraties relatief goed overeenkomen met de gemeten waarden. De stabiliteitsklasse volgens Pasquill lijkt het best hanteerbaar.

Vervolgens werd op basis van de twee methoden de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 54.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 53: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 2 juni 2006

Parameter	Lozing 1	Lozing 2	Lozing 3
bronhoogte [m]	10	10	10
diameter [m]	0,01	0,01	0,01
temperatuur gassen [°C]	10,3	11,4	12,4
geurutstoot [me/s]	500000	500000	500000
volumedebiet [Nm ³ /h]	1,37	1,17	1,19
werkingsregime	continu	continu	continu

Tabel 54: Berekening geuremissie lozing 2 juni 2006

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	2,7	2	D	(283)	11149	18657)
2	2,8	3-4	D	geen pluimaftakening		
3	2,4	4-5	D	geen pluimaftakening		

Tijdens lozing 2 en 3 was het omwille van de variabele windrichting niet mogelijk een eenduidige pluim af te bakenen. De pluim opgetekend tijdens de 1^{ste} lozing valt bijna volledig buiten het oriëntatieveld. Ook dit resultaat wordt daarom buiten beschouwing gelaten.

2.15 Lozing 8 juni 2006

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (08u35-09u30): - 1,24 l/min H₂S (107,01 g/h)
- 3,00 l/min SF₆ (1112,48 g/h)
- 19,54 l/min N₂
Lozing 2 (09u32-10u12): - 1,24 l/min H₂S (106,13 g/h)
- 19,54 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 55: Meteogegevens (meteomast) lozing 8 juni 2006

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	270	0,9	15,4	1	A
2	226	0,9	17,5	3-4-5	A

Resultaten:

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 6 snuffelaars.

Tijdens de 1^{ste} lozing werd SF₆ mee geloosd. In totaal werden er ter hoogte van 8 punten stalen bemonsterd. De meteomast werd ter hoogte van paal 41 geplaatst. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill.

Tabel 56: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 08/06/2006)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m³]	Berekende concentratie [µg/m³]	
			BM	P
1	1	0	0	0
2	1	0	0	0
10	1	0	0	0
17	1	0	0	0
18	1	0	0	0
25	1	1009	0	0
26	1	0	0	0
33	1	3432	0	0

Enkel op de punten 25 en 33 worden bij de analyses waarden teruggevonden. Bij de berekening is de concentratie ter hoogte van alle punten gelijk aan 0 µg/m³. Mede door de variabele windrichting kunnen uit deze resultaten geen besluiten genomen worden.

Tijdens de twee lozingen konden er geen pluimen afgebakend worden. Hierdoor zijn er voor deze lozingsdag geen geuremissies berekend.

2.16 Lozing 13 juni 2006

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (07u15-08u00): - 1,27 l/min H₂S (107,51 g/h)
 - 3,02 l/min SF₆ (1098,55 g/h)
 - 20,11 l/min N₂
 Lozing 2 (08u00-08u35): - 0,82 l/min H₂S (68,99 g/h)
 - 20,11 l/min N₂
 Lozing 3 (08u40-09u30): - 1,27 l/min H₂S (106,53 g/h)
 - 20,11 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 57: Meteogegevens (meteomast) lozing 13 juni 2006

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	168	2,5	20,7	1	A
2	177	3,2	22,5	4	A
3	184	2,5	23,3	(3)-4	A

Resultaten:

De snuffelploegmetingen werden uitgevoerd door 6 snuffelaars.

Tijdens de 1^{ste} lozing werd SF₆ mee geloosd. In totaal werden er ter hoogte van 10 punten stalen bemonsterd. De meteomast werd ter hoogte van paal 49 geplaatst. In volgende tabel worden de gemiddelde SF₆-concentraties berekend met het IFDM-model vergeleken met de gemeten waarden. Deze berekeningen worden telkens uitgevoerd met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill.

Tabel 58: Resultaten berekeningen en analyses SF₆ (lozing 13/06/2006)

Meetplaats	Lozing	Gemeten concentratie [µg/m³]	Berekende concentratie [µg/m³]	
			BM	P
43	1	0	0	12
44	1	125	1	10
45	1	381	4	8
46	1	426	10	6
47	1	342	15	5
50	1	74	172	76
51	1	269	201	29
52	1	237	146	16
53	1	187	106	10
54	1	133	80	7

Uit de resultaten blijkt dat de berekende concentraties ter hoogte van het merendeel van de punten lager zijn dan de gemeten waarden. De stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet lijkt het best hanteerbaar.

Vervolgens werd op basis van de twee methoden de geuremissie berekend. Het resultaat hiervan is weergegeven in tabel 60.

Voor de bepaling van de geuremissie werd de mast in het model ingegeven als geurbron met volgende karakteristieken:

Tabel 59: Bronkarakteristieken achterwaartse modellering lozing 13 juni 2006

Parameter	Lozing 1	Lozing 2	Lozing 3
bronhoogte [m]	10	10	10
diameter [m]	0,01	0,01	0,01
temperatuur gassen [°C]	20,7	22,5	23,3
geurutstoot [me/s]	500000	500000	500000
volumedebiet [Nm³/h]	1,36	1,16	1,18
werkingsregime	continu	continu	continu

Tabel 60: Berekening geuremissie lozing 13 juni 2006

Lozing	v [m/s]	BM-stab.	P-stab.	MGWA [m]	Geuremissie MGWA [se/s]	Geuremissie achterw. mod. [se/s]
1	2,5	1	A	287	50116	6329
2	3,2	4	A	250	52208	9901
3	2,5	(3)-4	A	257	44202	12500

Uit de resultaten blijkt dat de geuremissies berekend met de MGWA-methode beduidend hoger zijn dan deze berekend m.b.v. achterwaartse modellering.

2.17 Lozing 14 juni 2006

Lozingskarakteristieken:

Lozing 1 (07u00-07u38): - 1,27 l/min H₂S (109,09 g/h)

- 19,50 l/min N₂

Lozing 2 (07u40-08u30): - 0,89 l/min H₂S (75,94 g/h)

- 19,50 l/min N₂

Meteogegevens:

Tabel 61: Meteogegevens (meteomast) lozing 14 juni 2006

Lozing	Windrichting [°]	Windsnelheid [m/s]	Temperatuur [°C]	BM-stab.	P-stab.
1	212	1,9	17,7	1	D
2	197	1,8	18,4	1	D

Resultaten:

De geurpluim werd gedurende de 3 lozingen opgetekend door 6 snuffelaars.

Tijdens deze lozing werd geen tracer mee geloosd. De berekening van de geuremissie gebeurt aan de hand van twee methoden, nl.: MGWA-methode en via achterwaartse modellering.

Tijdens deze twee lozingen heerste er een variabele windrichting. Tevens vielen de opgetekende pluimen buiten het oriëntatieveld. Omwille van bovenstaande redenen kunnen voor deze lozingsdag geen geuremissies berekend worden.

2.18 Beoordeling SF₆-resultaten

Op 14 lozingsdagen (in totaal 20 lozingen) werd SF₆ als tracer mee geloosd. Om de resultaten enigszins te beoordelen wordt per lozing de verhouding van som van de gemeten waarden op de som van de berekende waarden berekend. Volgende tabel geeft de resultaten weer.

Tabel 62: Verhouding gemeten waarden/berekende waarden

Datum	n	Lozing	Verhouding [gemeten waarde/berekende waarde] (BM)	Verhouding [gemeten waarde/berekende waarde] (P)	BM-stab.	P-stab.
*30/08/2005	4	1	1,0	1,5	3-4	6
31/08/2005	9	1	6,6		5	5
31/08/2005	7	2	32,9		5	5
29/09/2005	8	1	32,9	80,8	2	5
29/09/2005	7	2	18,5	19,8	3	4
4/10/2005	8	1	39,0		3	3
4/10/2005	8	2	23,8		3	3
5/10/2005	8	1	51,9		3	3
5/10/2005	8	2	95,5		3	3
*20/10/2005	7	1	16,7	20,1	3	3
	6	1	1,75	1,85	3	3
*24/01/2006	5	1	0,3	0,3	2-3	3
*24/01/2006	9	3	1,4	1,0	4	3
*26/01/2006	9	1	2,2		3	3
*26/01/2006	8	3	2,6		3	3
3/05/2006	9	1	21,3	17,4	2	5
16/05/2006	10	1	5,8	4,5	4	3
17/05/2006	10	1	4,9	6,2	2	3
*2/06/2006	9	1	3,0	2,3	4	3
(8/06/2006)	8	1	delen door 0	delen door 0	1	6
13/06/2006	10	1	3,0	12,2	1	6

*: relatief goede overeenkomst

n: aantal waarnemingen

Bij 7 lozingen komen de gemeten en de berekende concentraties relatief (dezelfde grootteorde) goed overeen. Op 20/10/2005 worden de hoge verhoudingen veroorzaakt door één punt. De rest van de waarden komen er goed overeen. Uit de tabel blijkt dat de meeste van deze lozingen (goede overeenkomst) werden uitgevoerd bij neutraal weer.

Bij 12 lozingen is de berekende concentratie (beduidend) lager in vergelijking met de gemeten concentratie. Tijdens deze lozingen werd er geloosd bij verschillende stabiliteitsklassen. Bij neutraal weer werden dus goede en minder goede resultaten bekomen.

Om de invloed van de stabiliteitsklasse op de berekende waarden na te gaan, worden voor enkele van de 12 lozingen de berekeningen uitgevoerd bij stabiliteitsklasse E1.

In volgende tabel worden ter illustratie enkele voorbeelden voorgesteld.

Tabel 63: Invloed stabiliteitsklasse op de berekende SF₆-concentratie

Datum	Lozing	Gemeten conc. [µg/m ³]	Berekende conc. [µg/m ³]	Berekende conc. (E1) [µg/m ³]
16/05/2006	1	0	1	0
16/05/2006	1	166	27	38
16/05/2006	1	23	10	0
16/05/2006	1	9	2	0
16/05/2006	1	69	10	18
16/05/2006	1	75	10	27
16/05/2006	1	8	2	0
16/05/2006	1	32	5	10
16/05/2006	1	47	7	26
16/05/2006	1	22	4	8
5/10/2005	1	204	7	4
5/10/2005	1	1323	15	32
5/10/2005	1	667	0	0
5/10/2005	1	407	7	1
5/10/2005	1	522	2	0
5/10/2005	1	1064	0	0
5/10/2005	1	403	59	115
5/10/2005	1	78	0	0
5/10/2005	2	0	8	11
5/10/2005	2	1241	8	14
5/10/2005	2	956	0	0
5/10/2005	2	908	9	5
5/10/2005	2	1091	1	0
5/10/2005	2	0	1	0
5/10/2005	2	639	41	79
5/10/2005	2	1656	0	0

Uit de resultaten blijkt dat de berekende concentraties ter hoogte van enkele punten verhogen. Deze verhoging is echter niet significant. Het verschil tussen de gemeten en de berekende waarde blijft ook bij deze stabiliteitsklasse beduidend. De extra nullen die bij stabiliteitsklasse E1 worden berekend, zijn te verklaren door de smalle pluimen die worden verkregen bij deze stabiliteitsklasse. De bemonsteringseenheden vallen in dit geval niet meer onder de pluim.

Het is bijgevolg aan de hand van deze SF₆-tetsten zeer moeilijk een uitspraak te doen over de juistheid van de ingeschatte stabiliteitsklasse. Ook geven deze testen geen uitsluitsel over het gebruik van de stabiliteitsklasse (Bultynck-Malet of Pasquill). Wel kan er gesteld worden dat het IFDM-model in veel gevallen onderschatte waarden berekent. Dit zou betekenen dat de geuremissie in veel gevallen wordt overschat.

Volgende tabel geeft de verhouding (se/mg component) voor de 11 lozingen waarbij de berekende concentratie wordt overschat.

Tabel 64: Verhouding se/ mg component bij de lozingen waarbij gemeten SF₆-concentratie hoger is dan de berekende SF₆-concentratie (achterwaartse modellering)

Datum	Lozing	Component	se/mg component
4/10/2005	1	H ₂ S	738
5/10/2005	1	H ₂ S	552
3/05/2006	1	H ₂ S	320
16/05/2006	1	H ₂ S	1183
13/06/2006	1	H ₂ S	212
17/05/2006	1	H ₂ S	347
29/09/2005	1	H ₂ S	300
gem. verhouding [se/mg H₂S]			522
31/08/2005	2	boterzuur	1063
29/09/2005	2	boterzuur	855
4/10/2005	2	boterzuur	1061
5/10/2005	2	boterzuur	826
gem. verhouding [se/mg boterzuur]			951
gem. verhouding (op basis van alle lozingen) [se/mg H₂S]			851
gem. verhouding (op basis van alle lozingen) [se/mg boterzuur]			1154

Uit de tabel blijkt dat de verhoudingen tijdens de beschouwde lozingen in de meeste gevallen lager zijn dan de gemiddelde verhouding op basis van alle uitgevoerde lozingen. De geuremissie wordt tijdens deze lozingen blijkbaar onderschat. Dit is in strijd met wat er op basis van de SF₆-testen kon verwacht worden.

3 VERGELIJKING EN EVALUATIE VAN DE RESULTATEN

In deze paragraaf worden de resultaten van de lozingen waarbij ongeveer hetzelfde debiet aan een geurhoudende component wordt geloosd, met elkaar vergeleken. De geuremissies werden berekend op 3 verschillende manieren. Ten eerste wordt de geuremissie berekend met behulp van achterwaartse modellering. Bij deze eerste methode werden de berekeningen enerzijds uitgevoerd op basis van de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet (traditioneel) en anderzijds volgens die van Pasquill. Tenslotte werd de geuremissie berekend aan de hand van de MGWA-methode.

Voor de lozingen waarbij hetzelfde debiet aan een geurhoudende component werd geloosd, werd voor iedere reeks van geuremissies de gemiddelde waarde en de standaardafwijking berekend. Hierbij werd geen rekening gehouden met de lozingen waarbij de pluim niet eenduidig kan vastgelegd worden.

Om de testen te evalueren worden de verschillende methoden met elkaar vergeleken. Hierbij worden de resultaten van de twee methoden uitgezet in grafiek.

Om de invloed van het aantal snuffelaars te bestuderen, worden de verschillende berekeningen eveneens uitgevoerd op basis van de opgetekende pluim van 2 snuffelaars. De andere snuffelploegmetingen werden telkens uitgevoerd met 4 of meer snuffelaars.

De invloed van de stabiliteitsklasse en de windsnelheid wordt nagegaan aan de hand van residuberekening.

Tot slot wordt aan de hand van een statistische verwerking het aantal vereiste metingen bepaald.

3.1 Vergelijking van de resultaten op basis van alle snuffelaars

3.1.1 Vergelijking van de resultaten bij lozingen van H₂S

Voor H₂S worden voor de volgende geloosde stromen de geuremissies met elkaar vergeleken:

- ca. 105 g/h
- ca. 70 g/h

Bij de vergelijking wordt ook telkens de verhouding genomen tussen de berekende bronterm in se/s en het geloosde debiet in mg/s.

De geuremissie wordt telkens berekend volgens de twee methoden.

3.1.1.1 Methode achterwaartse modellering (Bultynck-Malet)

Tabel 65: Geuremissie [se/s] bij lozing van H₂S met een debiet van ca. 105 g/h (methode achterwaartse modellering; Bultynck-Malet [BM])

Datum	Lozing	v [m/s]	BM-stab.	Bronsterkte H ₂ S [g/h]	Bronsterkte [se/s]	Verhouding [se/mg H ₂ S]
15/06/2005	1	3,1	5	97,32	32818	1214
4/10/2005	1	4,5	3	108,06	22152	738
5/10/2005	1	4,3	3	108,93	16713	552
20/10/2005	1	5,3	3-4	108,85	40293	1333
24/01/2006	1	3,0	2-3	108,54	15829	525
26/01/2006	1	4,8	3	106,4	27616	934
26/01/2006	3	6,4	3	106,32	43210	1463
3/05/2006	1	2,7	2	106,8	9488	320
3/05/2006	3	2,5	4-5	105,1	26042	892
16/05/2006	1	5,1	4	107,91	35461	1183
17/05/2005	2	2,7	3-4	107,91	15528	518
1/06/2006	1	5,4	3	109,09	32680	1078
13/06/2006	1	2,5	1	107,51	6329	212
13/06/2006	3	2,5	3-4	106,57	12500	422
gemiddelde geuremissie [se/s]					24047	
standaardafwijking [%]					48,7	
gemiddelde verhouding [se/mg H₂S]					813	

Tabel 66: Geuremissie [se/s] bij lozing van H₂S met een debiet van ca. 70 g/h (methode achterwaartse modellering; Bultynck-Malet [BM])

Datum	Lozing	v [m/s]	BM-stab.	Bronsterkte H ₂ S [g/h]	Bronsterkte [se/s]	Verhouding [se/mg H ₂ S]
3/05/2006	2	2,6	2-4	73,32	11792	579
16/05/2006	2	4,3	4	75,11	26738	1282
17/05/2006	1	2,7	2	75,47	7267	347
1/06/2006	2	6	3	76,41	28571	1346
13/06/2006	2	3,2	2-4	68,99	9901	517
gemiddelde geuremissie [se/s]					16854	
standaardafwijking [%]					59,4	
gemiddelde verhouding [se/mg H₂S]					814	

Uit vergelijking van de twee vorige tabellen blijkt dat de gemiddelde verhouding se/mg H₂S bij de twee verschillende debieten zeer goed overeenkomt. De standaardafwijking bedraagt bij een debiet van ca. 105 g/h en ca. 70 g/h respectievelijk 48,7 % en 59,4 %.

3.1.1.2 Methode achterwaartse modellering (Pasquill)

Tabel 67: Geuremissie [se/s] bij lozing van H₂S met een debiet van ca. 105 g/h (methode achterwaartse modellering; Pasquill [P])

Datum	Lozing	v [m/s]	P-stab.	Bronsterkte H ₂ S [g/h]	Bronsterkte [se/s]	Verhouding [se/mg H ₂ S]
15/06/2005	1	3,1	5	97,32	32818	1214
4/10/2005	1	4,5	3	108,06	22152	738
5/10/2005	1	4,3	3	108,93	16713	552
20/10/2005	1	5,3	4	108,85	50000	1654
24/01/2006	1	3,0	3	108,54	17672	586
26/01/2006	1	4,8	3	106,4	27616	934
26/01/2006	3	6,4	3	106,32	43210	1463
3/05/2006	1	2,7	5	106,8	22831	770
3/05/2006	3	2,5	4 of 3	105,1	13401	459
16/05/2006	1	5,1	3	107,91	27624	922
17/05/2005	2	2,7	3	107,91	14327	478
1/06/2006	1	5,4	3	109,09	32680	1078
13/06/2006	1	2,5	6	107,51	29762	997
13/06/2006	3	2,5	6	106,57	28902	976
gemiddelde geuremissie [se/s]					26684	
standaardafwijking [%]					38,9	
gemiddelde verhouding [se/mg H₂S]					916	

Tabel 68: Geuremissie [se/s] bij lozing van H₂S met een debiet van ca. 70 g/h (methode achterwaartse modellering; Pasquill [P])

Datum	Lozing	v [m/s]	P-stab.	Bronsterkte H ₂ S [g/h]	Bronsterkte [se/s]	verhouding [se/mg H ₂ S]
3/05/2006	2	2,6	5	73,32	25510	1253
16/05/2006	2	4,3	3	75,11	21676	1039
17/05/2006	1	2,7	3	75,47	10294	491
1/06/2006	2	6	3	76,41	28571	1346
13/06/2006	2	3,2	6	68,99	31250	1631
gemiddelde geuremissie [se/s]					23460	
standaardafwijking [%]					34,9	
gemiddelde verhouding [se/mg H₂S]					1152	

Uit vergelijking van de twee vorige tabellen blijkt dat de gemiddelde verhouding se/mg H₂S bij de twee verschillende debieten relatief goed overeenkomt. De standaardafwijking bedraagt bij een debiet van ca. 105 g/h en ca. 70 g/h respectievelijk 38,9 % en 34,9 %. Deze standaardafwijkingen zijn beduidend lager in vergelijking met de resultaten die worden uitgerekend op basis van Bultynck-Malet.

3.1.1.3 MGWA-methode

Tabel 69: Geuremissie [se/s] bij lozing van H₂S met een debiet van ca. 105 g/h (MGWA-methode)

Datum	Lozing	v [m/s]	P-stab.	Bronsterkte H ₂ S [g/h]	Bronsterkte (MGWA) [se/s]	Verhouding [se/mg H ₂ S]
15/06/2005	1	3,1	5	97,32	45405	1680
4/10/2005	1	4,5	3	108,06	20245	674
5/10/2005	1	4,3	3	108,93	16327	540
20/10/2005	1	5,3	4	108,85	63856	2112
24/01/2006	1	3,0	3	108,54	16851	559
26/01/2006	1	4,8	3	106,4	29642	1003
26/01/2006	3	6,4	3	106,32	42635	1444
3/05/2006	1	2,7	5	106,8	40294	1358
3/05/2006	3	2,5	4 of 3	105,1	16169	554
16/05/2006	1	5,1	3	107,91	25172	840
17/05/2005	2	2,7	3	107,91	11786	393
1/06/2006	1	5,4	3	109,09	32409	1070
13/06/2006	1	2,5	6	107,51	50116	1678
13/06/2006	3	2,5	6	106,57	44202	1493
gemiddelde geuremissie [se/s]					32508	
standaardafwijking [%]					48,1	
gemiddelde verhouding [se/mg H₂S]					1100	

Tabel 70: Geuremissie [se/s] bij lozing van H₂S met een debiet van ca. 70 g/h (MGWA-methode)

Datum	Lozing	v [m/s]	P-stab.	Bronsterkte H ₂ S [g/h]	Bronsterkte (MGWA) [se/s]	verhouding [se/mg H ₂ S]
3/05/2006	2	2,6	5	73,32	37546	1844
16/05/2006	2	4,3	3	75,11	14317	686
17/05/2006	1	2,7	3	75,47	8660	413
1/06/2006	2	6	3	76,41	32820	1546
13/06/2006	2	3,2	6	68,99	52208	2724
gemiddelde geuremissie [se/s]					29110	
standaardafwijking [%]					60,9	
gemiddelde verhouding [se/mg H₂S]					1443	

Uit vergelijking van de twee vorige tabellen blijkt dat de gemiddelde verhouding se/mg H₂S bij de twee verschillende debieten niet goed overeenkomt. De standaardafwijking bedraagt bij een debiet van ca. 105 g/h en ca. 70 g/h respectievelijk 48,1 % en 60,9 %. Deze standaardafwijkingen zijn vergelijkbaar met de resultaten berekend m.b.v. achterwaartse modellering met de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet.

3.1.2 Vergelijking van de resultaten bij lozingen van boterzuur

Voor boterzuur werd er op één uitzondering na geloosd met een debiet van ca. 100 g/h.

Bij de vergelijking wordt ook telkens de verhouding genomen tussen de berekende bronterm in se/s en het geloosde debiet in mg/s.

De geuremissie wordt telkens berekend volgens de twee methoden.

3.1.2.1 Methode achterwaartse modellering (Bultynck-Malet)

Tabel 71: Geuremissie [se/s] bij lozing van boterzuur met een debiet van ca. 100 g/h (methode achterwaartse modellering; Bultynck-Malet [BM])

Datum	Lozing	v [m/s]	BM-stab.	Bronsterkte C ₄ H ₈ O ₂ [g/h]	Bronsterkte [se/s]	Verhouding [se/mg C ₄ H ₈ O ₂]
15/06/2005	4	4,7	5	100	65574	2361
30/08/2005	2	2,6	5-6	100	25547	920
31/08/2005	2	3,4	5	98	28947	1063
29/09/2005	2	4,9	3	99	23511	855
4/10/2005	2	5,3	3	99	29183	1061
5/10/2005	2	5,2	3	99	22727	826
20/10/2005	2	5,3	3-4	99	41322	1503
24/01/2006	2	2,8	4	97	22777	847
26/01/2006	2	5,7	3	97	18595	692
26/01/2006	4	6,8	3	97	18727	697
gemiddelde geuremissie [se/s]					29691	
standaardafwijking [%]					47,8	
gemiddelde verhouding [se/mg C ₄ H ₈ O ₂]					1082	

3.1.2.2 Methode achterwaartse modellering (Pasquill)

Tabel 72: Geuremissie [se/s] bij lozing van boterzuur met een debiet van ca. 100 g/h (methode achterwaartse modellering; Pasquill [P])

Datum	Lozing	v [m/s]	P-stab.	Bronsterkte C ₄ H ₈ O ₂ [g/h]	Bronsterkte (P) [se/s]	Verhouding [se/mg C ₄ H ₈ O ₂]
			P			
15/06/2005	4	4,7	5	100	65574	2361
30/08/2005	2	2,6	6	100	28689	1033
31/08/2005	2	3,4	5	98	28947	1063
29/09/2005	2	4,9	4	99	33482	1218
4/10/2005	2	5,3	3	99	29183	1061
5/10/2005	2	5,2	3	99	22727	826
20/10/2005	2	5,3	5	99	74627	2714
24/01/2006	2	2,8	4	96,77	22777	847
26/01/2006	2	5,7	3	96,77	18595	692
26/01/2006	4	6,8	3	96,77	18727	697
gemiddelde geuremissie [se/s]					34333	
standaardafwijking [%]					57,0	
gemiddelde verhouding [se/mg C ₄ H ₈ O ₂]					1251	

3.1.2.3 MGWA-methode

Tabel 73: Geuremissie [se/s] bij lozing van boterzuur met een debiet van ca. 100 g/h (MGWA-methode)

Datum	Lozing	v [m/s]	P-stab.	Bronsterkte C ₄ H ₈ O ₂ [g/h]	Bronsterkte (MGWA) [se/s]	Verhouding [se/mg C ₄ H ₈ O ₂]
15/06/2005	4	4,7	5	100	67871	2443
30/08/2005	2	2,6	6	100	30887	1112
31/08/2005	2	3,4	5	98	34979	1285
29/09/2005	2	4,9	4	99	27017	982
4/10/2005	2	5,3	3	99	24992	909
5/10/2005	2	5,2	3	99	15699	571
20/10/2005	2	5,3	5	99	121097	4404
24/01/2006	2	2,8	4	96,77	31191	1160
26/01/2006	2	5,7	3	96,77	16159	601
26/01/2006	4	6,8	3	96,77	17615	655
gemiddelde geuremissie [se/s]					38751	
standaardafwijking [%]					84,2	
gemiddelde verhouding [se/mg C ₄ H ₈ O ₂]					1412	

Uit de resultaten van de drie vorige tabellen (lozingen met een debiet van 100 g/h boterzuur) blijkt dat laagste standaardafwijking berekend wordt bij de methode m.b.v. achterwaartse modellering volgens de stabiliteitsklasse Bultynck-Malet. De hoogste standaardafwijking wordt berekend met de MGWA-methode.

3.2 Vergelijking van de resultaten op basis van 2 snuffelaars

3.2.1 Vergelijking van de resultaten bij lozing van H₂S

Voor H₂S worden voor de volgende geloosde stromen de geuremissies met elkaar vergeleken:

- ca. 105 g/h
- ca. 70 g/h

Bij de vergelijking wordt ook telkens de verhouding genomen tussen de berekende bronterm in se/s en het geloosde debiet in mg/s.

De geuremissie wordt telkens berekend volgens de twee methoden.

3.2.1.1 Methode achterwaartse modellering (Bultynck-Malet)

Tabel 74: Geuremissie [se/s] bij lozing van H₂S met een debiet van ca. 105 g/h (methode achterwaartse modellering; Bultynck-Malet [BM])

Datum	Lozing	v [m/s]	BM-stab.	Bronsterkte H ₂ S [g/h]	Bronsterkte [se/s]	Verhouding [se/mg H ₂ S]
15/06/2005	1	3,1	5	97,32	28409	1051
4/10/2005	1	4,5	3	108,06	30142	1004
5/10/2005	1	4,3	3	108,93	16706	552
20/10/2005	1	5,3	3-4	108,85	43321	1433
24/01/2006	1	3,0	2-3	108,54	23697	786
26/01/2006	1	4,8	3	106,4	23691	802
26/01/2006	3	6,4	3	106,32	38603	1307
3/05/2006	1	2,7	2	106,8	7092	239
3/05/2006	3	2,5	4-5	105,1	26690	914
16/05/2006	1	5,1	4	107,91	42601	1421
17/05/2005	2	2,7	3-4	107,91	17327	578
1/06/2006	1	5,4	3	109,09	30960	1022
13/06/2006	1	2,5	1	107,51	6270	210
13/06/2006	3	2,5	3-4	106,57	14223	480
gemiddelde geuremissie [se/s]					24981	
standaardafwijking [%]					47,4	
gemiddelde verhouding [se/mg H ₂ S]					843	

Tabel 75: Geuremissie [se/s] bij lozing van H₂S met een debiet van ca. 70 g/h (methode achterwaartse modellering; Bultynck-Malet [BM])

Datum	Lozing	v [m/s]	BM-stab.	Bronsterkte H ₂ S [g/h]	Bronsterkte [se/s]	Verhouding [se/mg H ₂ S]
3/05/2006	2	2,6	2-4	73,32	8413	413
16/05/2006	2	4,3	4	75,11	22184	1063
17/05/2006	1	2,7	2	75,47	6502	310
1/06/2006	2	6	3	76,41	28986	1366
13/06/2006	2	3,2	2-4	68,99	10889	568
gemiddelde geuremissie [se/s]					15395	
standaardafwijking [%]					63,3	
gemiddelde verhouding [se/mg H₂S]					744	

Uit de vergelijking van de twee vorige tabellen blijkt dat de gemiddelde verhouding se/mg H₂S bij de twee verschillende stromen vrij goed overeenkomt. De standaardafwijking bedraagt bij een debiet van ca. 105 g/h en ca. 70 g/h respectievelijk 47,4 % en 63,3 %.

3.2.1.2 Methode achterwaartse modellering (Pasquill)

Tabel 76: Geuremissie [se/s] bij lozing van H₂S met een debiet van ca. 105 g/h (methode achterwaartse modellering; Pasquill [P])

Datum	Lozing	v [m/s]	P-stab. P	Bronsterkte H ₂ S [g/h]	Bronsterkte [se/s]	Verhouding [se/mg H ₂ S]
15/06/2005	1	3,1	5	97,32	28409	1051
4/10/2005	1	4,5	3	108,06	30142	1004
5/10/2005	1	4,3	3	108,93	16706	552
20/10/2005	1	5,3	4	108,85	48936	1618
24/01/2006	1	3,0	3	108,54	22026	731
26/01/2006	1	4,8	3	106,4	23691	802
26/01/2006	3	6,4	3	106,32	38603	1307
3/05/2006	1	2,7	5	106,8	20761	700
3/05/2006	3	2,5	4 of 3	105,1	12733	436
16/05/2006	1	5,1	3	107,91	32872	1097
17/05/2005	2	2,7	3	107,91	16055	536
1/06/2006	1	5,4	3	109,09	30960	1022
13/06/2006	1	2,5	6	107,51	26906	901
13/06/2006	3	2,5	6	106,57	32500	1098
gemiddelde geuremissie [se/s]					27236	
standaardafwijking [%]					35,4	
gemiddelde verhouding [se/mg H₂S]					918	

Tabel 77: Geuremissie [se/s] bij lozing van H₂S met een debiet van ca. 70 g/h (methode achterwaartse modellering; Pasquill [P])

Datum	Lozing	v [m/s]	P-stab.	Bronsterkte H ₂ S [g/h]	Bronsterkte [se/s]	Verhouding [se/mg H ₂ S]
3/05/2006	2	2,6	5	73,32	18041	886
16/05/2006	2	4,3	3	75,11	15971	765
17/05/2006	1	2,7	3	75,47	9328	445
1/06/2006	2	6	3	76,41	28986	1366
13/06/2006	2	3,2	6	68,99	33520	1749
gemiddelde geuremissie [se/s]					21169	
standaardafwijking [%]					46,7	
gemiddelde verhouding [se/mg H₂S]					1042	

Uit vergelijking van de twee vorige tabellen blijkt dat de gemiddelde verhouding se/mg H₂S bij de twee verschillende debieten vrij goed overeenkomt. De standaardafwijking bedraagt bij een debiet van ca. 105 g/h en ca. 70 g/h respectievelijk 35,4 % en 46,7 %. Deze standaardafwijkingen zijn beduidend lager in vergelijking met de resultaten die worden uitgerekend op basis van Bultynck-Malet.

3.2.1.3 MGWA-methode

Tabel 78: Geuremissie [se/s] bij lozing van H₂S met een debiet van ca. 105 g/h (MGWA-methode)

Datum	Lozing	v [m/s]	P-stab.	Bronsterkte H ₂ S [g/h]	Bronsterkte (MGWA) [se/s]	verhouding [se/mg H ₂ S]
15/06/2005	1	3,1	5	97,32	37151	1374
4/10/2005	1	4,5	3	108,06	23866	795
5/10/2005	1	4,3	3	108,93	15777	521
20/10/2005	1	5,3	4	108,85	63191	2090
24/01/2006	1	3,0	3	108,54	16410	544
26/01/2006	1	4,8	3	106,4	28808	975
26/01/2006	3	6,4	3	106,32	41068	1391
3/05/2006	1	2,7	5	106,8	29119	982
3/05/2006	3	2,5	4 of 3	105,1	15916	545
16/05/2006	1	5,1	3	107,91	22944	765
17/05/2005	2	2,7	3	107,91	6994	233
1/06/2006	1	5,4	3	109,09	22730	750
13/06/2006	1	2,5	6	107,51	44491	1490
13/06/2006	3	2,5	6	106,57	47054	1590
gemiddelde geuremissie [se/s]					29680	
standaardafwijking [%]					51,4	
gemiddelde verhouding [se/mg H₂S]					1003	

Tabel 79: Geuremissie [se/s] bij lozing van H₂S met een debiet van ca. 70 g/h (MGWA-methode)

Datum	Lozing	v [m/s]	P-stab. P	Bronsterkte H ₂ S [g/h]	Bronsterkte [se/s]	Verhouding [se/mg H ₂ S]
3/05/2006	2	2,6	5	73,32	17167	843
16/05/2006	2	4,3	3	75,11	14317	686
17/05/2006	1	2,7	3	75,47	6994	334
1/06/2006	2	6	3	76,41	34594	1630
13/06/2006	2	3,2	6	68,99	56948	2972
gemiddelde geuremissie [se/s]					26004	
standaardafwijking [%]					77,1	
gemiddelde verhouding [se/mg H₂S]					1293	

Uit vergelijking van de twee vorige tabellen blijkt dat de gemiddelde verhouding se/mg H₂S bij de twee verschillende debieten niet goed overeenkomt. De standaardafwijking bedraagt bij een debiet van ca. 105 g/h en ca. 70 g/h respectievelijk 51,4 % en 77,1 %. Deze standaardafwijkingen zijn vergeleken met de andere 2 berekeningen het hoogst.

3.2.2 Vergelijking van de resultaten bij lozing van boterzuur

Voor boterzuur werd er op één uitzondering na geloosd met een debiet van ca. 100 g/h.

Bij de vergelijking wordt ook telkens de verhouding genomen tussen de berekende bronterm in se/s en het geloosde debiet in mg/s. De geuremissie wordt telkens berekend volgens de twee methoden.

3.2.2.1 Methode achterwaartse modellering (Bultynck-Malet)

Tabel 80: Geuremissie [se/s] bij lozing van boterzuur met een debiet van ca. 100 g/h (methode achterwaartse modellering; Bultynck-Malet [BM])

Datum	Lozing	v [m/s]	BM-stab. BM	Bronsterkte C ₄ H ₈ O ₂ [g/h]	Bronsterkte [se/s]	Verhouding [se/mg C ₄ H ₈ O ₂]
15/06/2005	4	4,7	5	100	46763	1683
30/08/2005	2	2,6	5-6	100	31746	1143
31/08/2005	2	3,4	5	98	28796	1058
29/09/2005	2	4,9	3	99	24112	877
4/10/2005	2	5,3	3	99	41485	1509
5/10/2005	2	5,2	3	99	27363	995
20/10/2005	2	5,3	3-4	99	41667	1515
24/01/2006	2	2,8	4	96,77	25370	944
26/01/2006	2	5,7	3	96,77	19455	724
26/01/2006	4	6,8	3	96,77	21951	817
gemiddelde geuremissie [se/s]					30871	
standaardafwijking [%]					30,3	
gemiddelde verhouding [se/mg C₄H₈O₂]					1126	

3.2.2.2 Methode achterwaartse modellering (Pasquill)

Tabel 81: Geuremissie [se/s] bij lozing van boterzuur met een debiet van ca. 100 g/h (methode achterwaartse modellering; Pasquill [P])

Datum	Lozing	v [m/s]	P-stab.	Bronsterkte C ₄ H ₈ O ₂ [g/h]	Bronsterkte [se/s]	Verhouding [se/mg C ₄ H ₈ O ₂]
15/06/2005	4	4,7	/	100	46763	1683
30/08/2005	2	2,6	6	100	35088	1263
31/08/2005	2	3,4	/	98	28796	1058
29/09/2005	2	4,9	4	99	33808	1229
4/10/2005	2	5,3	3	99	41485	1509
5/10/2005	2	5,2	3	99	27363	995
20/10/2005	2	5,3	5	99	66092	2403
24/01/2006	2	2,8	4	96,77	25370	944
26/01/2006	2	5,7	3	96,77	19455	724
26/01/2006	4	6,8	3	96,77	21951	817
gemiddelde geuremissie [se/s]					34617	
standaardafwijking [%]					40,3	
gemiddelde verhouding [se/mg C ₄ H ₈ O ₂]					1262	

3.2.2.3 MGWA-methode

Tabel 82: Geuremissie [se/s] bij lozing van boterzuur met een debiet van ca. 100 g/h (MGWA-methode)

Datum	Lozing	v [m/s]	P-stab.	Bronsterkte C ₄ H ₈ O ₂ [g/h]	Bronsterkte [se/s]	Verhouding [se/mg C ₄ H ₈ O ₂]
15/06/2005	4	4,7	/	100	59681	2149
30/08/2005	2	2,6	6	100	41411	1491
31/08/2005	2	3,4	/	98	31190	1146
29/09/2005	2	4,9	4	99	48132	1750
4/10/2005	2	5,3	3	99	25415	924
5/10/2005	2	5,2	3	99	14741	536
20/10/2005	2	5,3	5	99	119827	4357
24/01/2006	2	2,8	4	96,77	32918	1225
26/01/2006	2	5,7	3	96,77	17890	666
26/01/2006	4	6,8	3	96,77	16114	599
gemiddelde geuremissie [se/s]					40732	
standaardafwijking [%]					77,0	
gemiddelde verhouding [se/mg C ₄ H ₈ O ₂]					1484	

Uit de resultaten van de drie vorige tabellen (lozingen met een debiet van 100 g/h boterzuur) blijkt dat laagste standaardafwijking berekend wordt bij de methode m.b.v. achterwaartse modellering volgens de stabiliteitsklasse Bultynck-Malet. De hoogste standaardafwijking wordt berekend met de MGWA-methode.

3.3 Evaluatie van de resultaten

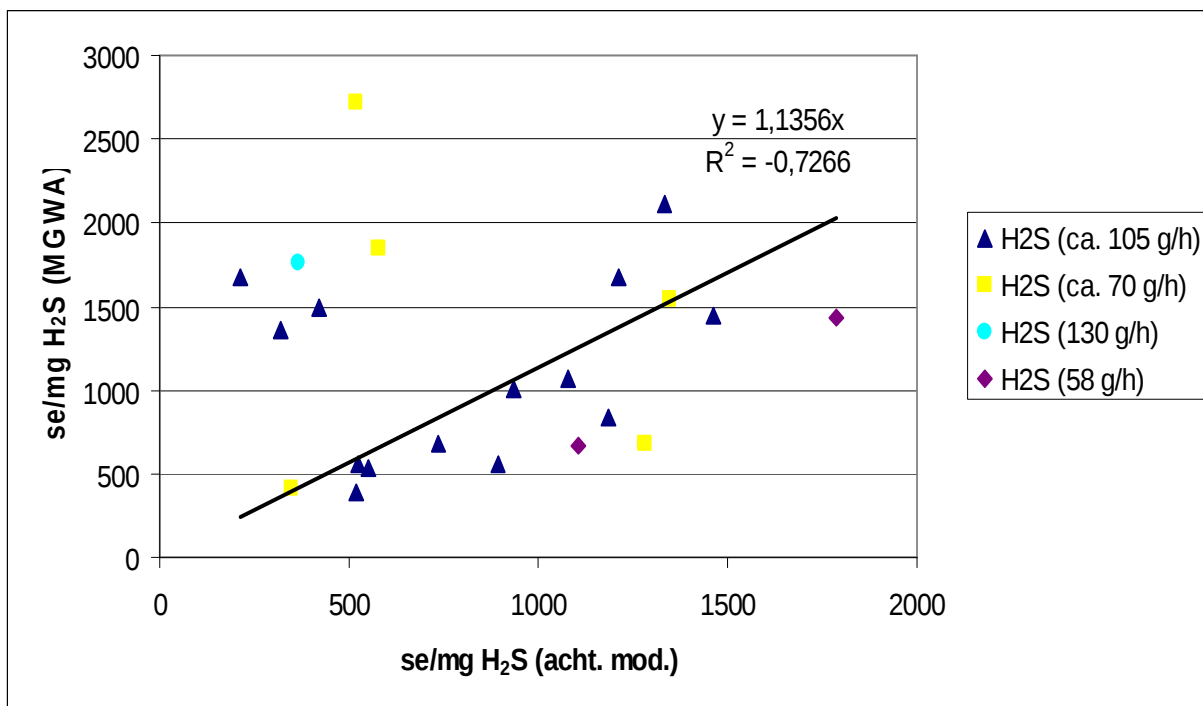
3.3.1 Vergelijking van de twee methoden

In deze paragraaf worden de resultaten van de berekeningen op basis van de twee methoden met elkaar vergeleken. Bij de methode m.b.v. achterwaartse modellering wordt enkel rekening gehouden met de berekeningen op basis van de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet. Dit is immers de methode die door VITO wordt gehanteerd. De andere methode is de MGWA-methode die wordt gebruikt door de Universiteit van Gent.

Voor deze evaluatie wordt gebruik gemaakt van de resultaten van alle lozingen, zowel de lozingen met H₂S als de lozingen met boterzuur. De resultaten worden allemaal uitgedrukt in se/mg component. In een eerste opzet worden de resultaten van H₂S en boterzuur afzonderlijk beschouwd. Vervolgens worden de twee methoden vergeleken op basis van alle resultaten.

De verschillende resultaten worden uitgezet in grafiek. Door de verschillende punten wordt vervolgens een regressiecurve door de oorsprong genomen. De vergelijking van deze curve vertelt ons meer over het verband tussen de twee methoden.

3.3.1.1 Lozing van H₂S



Figuur 2: Vergelijking tussen de twee methoden bij lozing van H₂S

De regressielijn van de verschillende punten heeft een richtingscoëfficiënt van 1,13. Het 95 %-betrouwbaarheidsinterval van deze helling ligt tussen 0,75 en 1,52. Hieruit kan er besloten worden dat er verschillen bestaan tussen beiden methoden. Hier is echter geen regelmaat vast te stellen. Het is niet zo dat de ene methode de hoogste en de andere methode steeds de laagste geuremissie berekent.

Uit de grafiek blijkt dat enkele punten zich ver buiten de curve bevinden. Links boven de regressiecurve liggen 6 punten zeer vreemd t.o.v. de andere punten. De waarden berekend

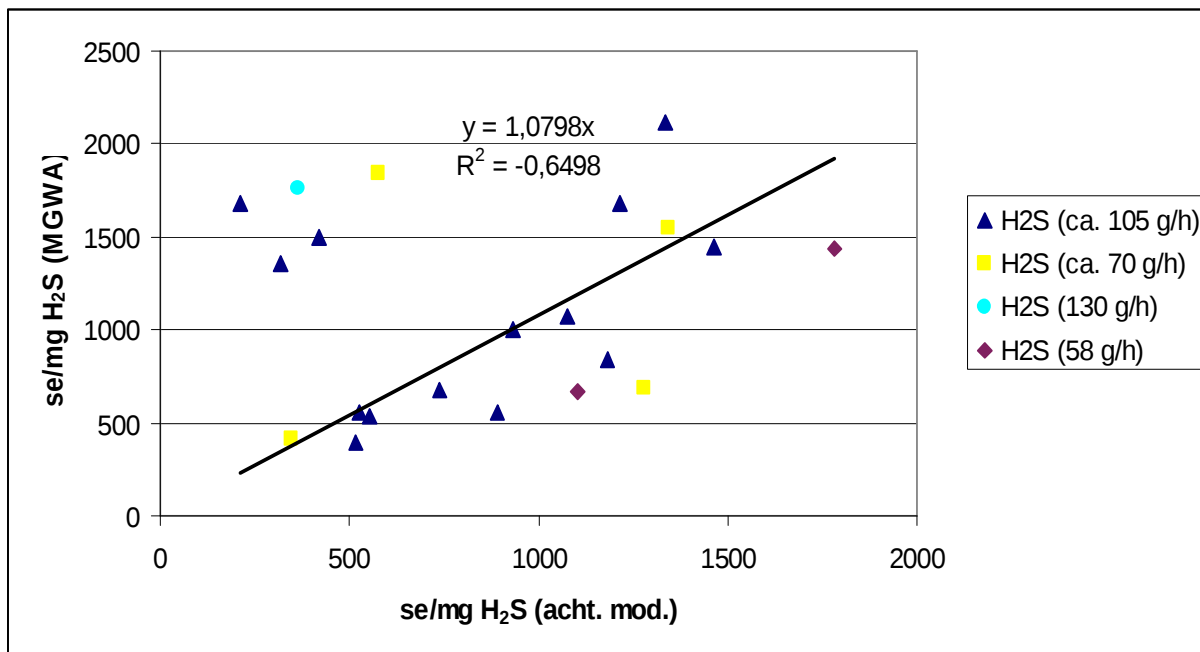
met de MGWA-methode zijn hier telkens verschillende factoren hoger dan deze berekend met behulp van achterwaartse modellering. De verschillende omstandigheden tijdens deze lozingen worden in onderstaande tabel opgelijst.

Tabel 83: Lozingen waarbij de MGWA-methode een beduidend hogere geuremissie berekend

Datum	Lozing	Stabiliteitsklasse		v [m/s]
		BM	P	
30/08/2005	1	3-4	(A) (6)	2,1
3/05/2006	1	2	(B) (5)	2,7
13/06/2006	1	1	(A) (6)	2,5
13/06/2006	3	3-4	(A) (6)	2,5
3/05/2006	2	2-4	(B) (5)	2,6
13/06/2006	2	2-4	(A) (6)	3,2

Uit de tabel blijkt dat het vreemd verband tussen beide methoden zich telkens voordoet bij stabiliteit (volgens Pasquill) A of B en bij een windsnelheid tussen 2 en 3 m/s.

Aangezien verschillende punten zich ver buiten de regressiecurve bevinden lijkt het nuttig om een outliertest uit te voeren. Op deze reeks van data wordt de Grubbs uitschietertest toegepast. Op reeks van waarden van beide methoden werden geen outliers gedetecteerd. Op de reeks van residu's tussen de waarden van beide methoden werd wel een outlier gedetecteerd. Dit is voor de resultaten tijdens lozing 2 op 13/06/2005. Deze waarde wordt vervolgens buiten beschouwing gelaten.

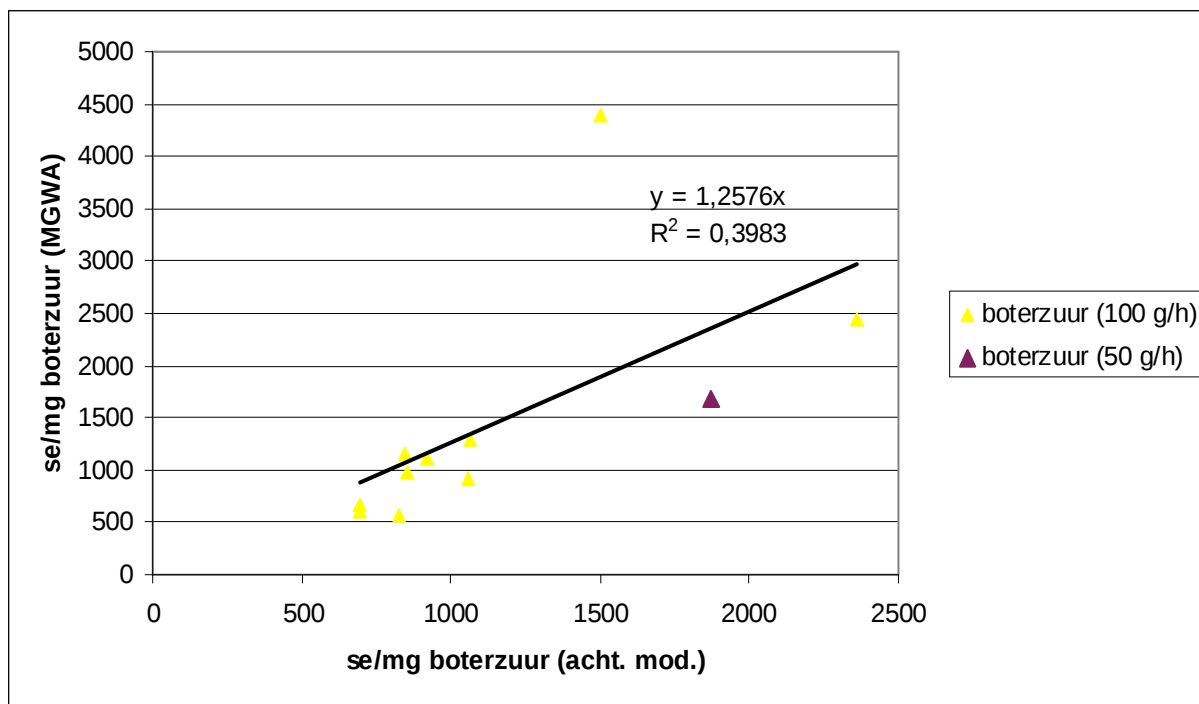


Figuur 3: Vergelijking tussen de twee methoden bij lozing van H₂S (outlier buiten beschouwing)

Het 95 %-betrouwbaarheidsinterval van de helling van deze regressiecurve (bij weglaten van outlier) ligt tussen de 1,76 en 1,4. Hieruit kan besloten worden dat het weglaten van de outlier weinig invloed heeft op de interpretatie van de resultaten.

Bij lozing van H_2S blijkt dat er een grote spreiding bestaat op het verband tussen beide methoden.

3.3.1.2 Lozing van boterzuur



Figuur 4: Vergelijking tussen de twee methoden bij lozing van boterzuur

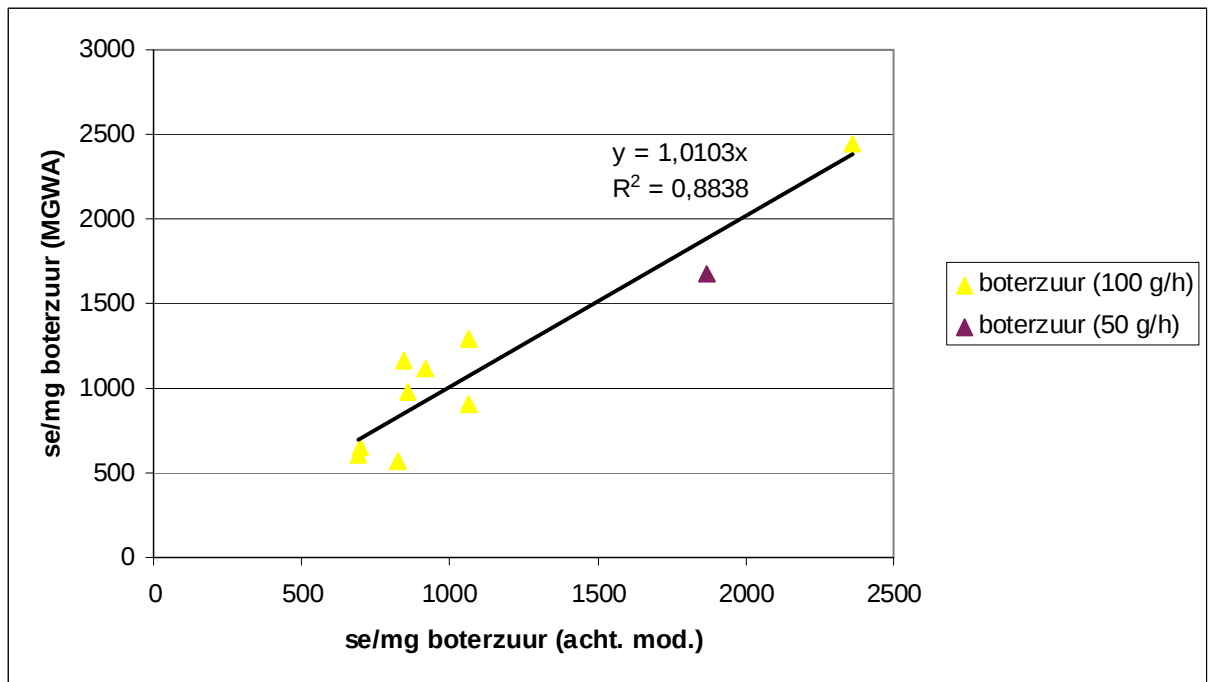
Bij lozing van boterzuur kunnen dezelfde conclusies getrokken worden als bij lozing van H_2S . Het 95 %-betrouwbaarheidsinterval van de helling van de regressiecurve ligt hier tussen 0,79 en 1,72.

Uit de grafiek merken we duidelijk dat één punt ver buiten de regressiecurve ligt. Daarom wordt ook hier een outliertest uitgevoerd op de residu's van de waarden van beide methoden. Hieruit blijkt het vernoemde punt een outlier te zijn. Deze resultaten werden berekend tijdens lozing 2 op 20/10/2005. De lozing vond plaats bij stabiliteitsklasse B (Pasquill), E3-E4 (Bultynck-Malet) en bij windsnelheid 5,3.

In figuur 5 wordt het verband gelegd tussen beide methoden indien de outlier buiten beschouwing wordt gelaten.

Het 95 %-betrouwbaarheidsinterval van de helling van deze curve ligt tussen 0,90 en 1,12. Dit interval is al beduidend lager vergeleken met voorgaande grafiek. Uit deze resultaten kan er met 95 % zekerheid besloten worden dat het verschil tussen beide methoden (bij lozing boterzuur) niet meer zal afwijken dan ca. 10 %. Ook hier zit er echter geen regelmaat in het verband tussen beiden methoden.

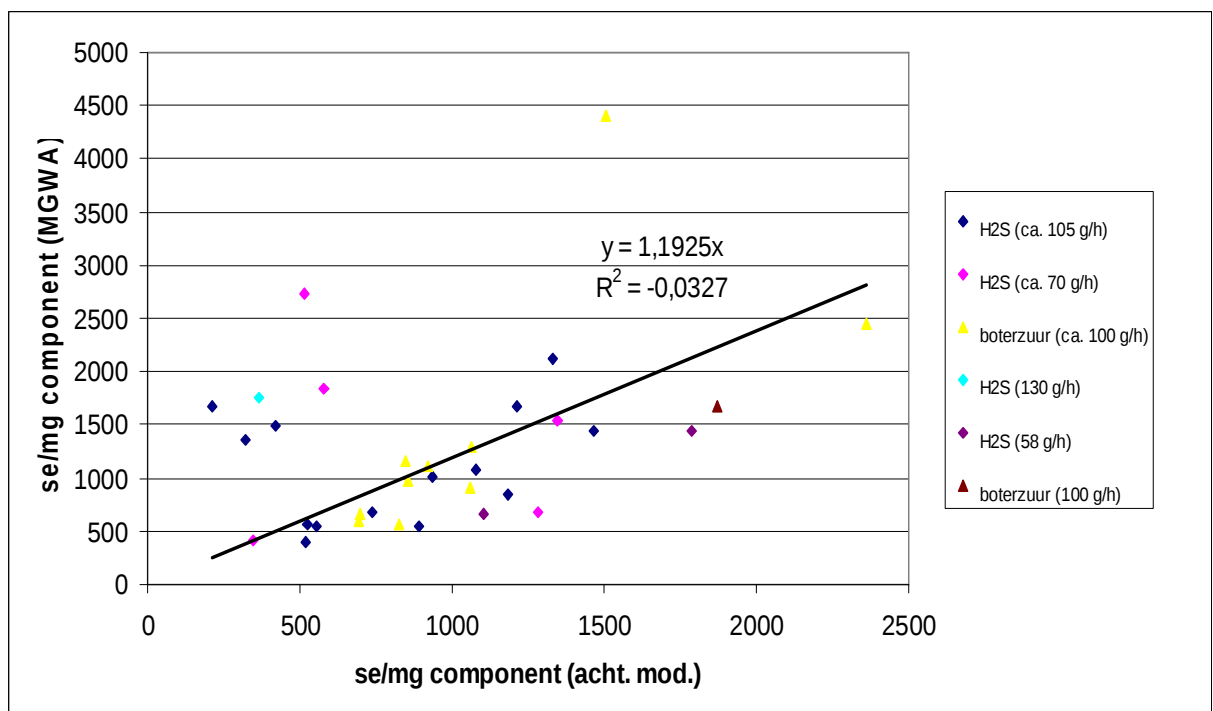
Bij lozing van boterzuur blijkt dat beide methoden relatief goed overeenkomen.



Figuur 5: Vergelijking tussen de verschillende methoden (outlier buiten beschouwing)

3.3.1.3 Lozing van H₂S en boterzuur

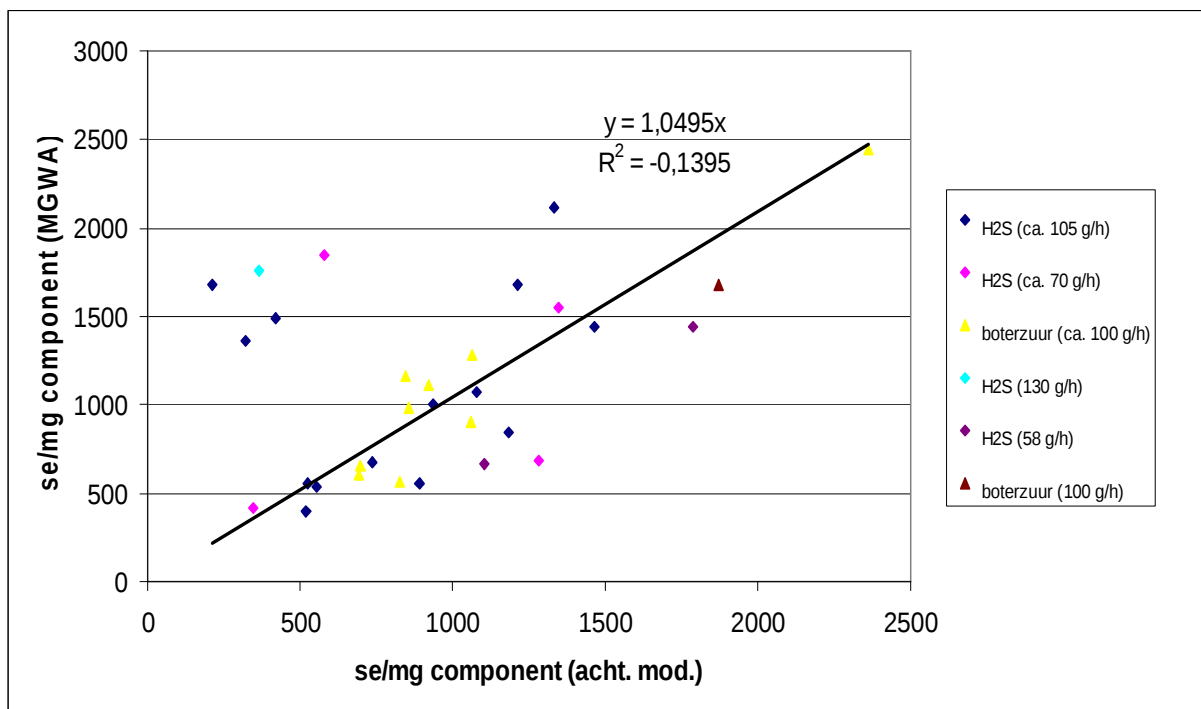
Tot slot worden de methoden vergeleken op basis van de resultaten van alle lozingen.



Figuur 6: Vergelijking tussen de twee methoden

De regressielijn uit figuur 6 heeft een richtingscoëfficiënt van 1,19. Het 95 %-betrouwbaarheidsinterval van deze helling ligt tussen 0,92 en 1,47. Hieruit kan er besloten worden dat er verschillen bestaan tussen de beiden methoden. Hier is echter geen systematiek vast te stellen. Het is niet zo dat de ene methode de hoogste en de andere methode steeds de laagste geuremissie berekent. Het 95 %-betrouwbaarheidsinterval ligt immers niet geheel boven of onder 1.

Ook op de residuwaarden van alle lozingen wordt een outliertest uitgevoerd. Dezelfde twee outliers (lozingen H₂S en boterzuur afzonderlijk) worden gedetecteerd.



Figuur 7: Vergelijking tussen de twee methoden (outliers buiten beschouwing)

Het 95 %-betrouwbaarheidsinterval van de helling van de regressiecurve ligt tussen 0,85 en 1,25. Indien de outliers buiten beschouwing worden gelaten, is het interval kleiner. Niettegenstaande is het interval nog relatief groot.

Algemeen kan er besloten worden dat er een grote spreiding bestaat op het verband tussen de twee methoden.

Aanvullend worden de gemiddelde waarden berekend met beide methoden weergegeven in tabel 84. De standaardafwijking (%) in de tabel is de waarde die berekend wordt op basis van de geuremissies.

Uit tabel 84 blijkt de gemiddelde waarden (zowel geuremissie als verhouding se/mg component) berekend volgens de MGWA-methode beduidend hoger zijn als de waarden berekend m.b.v. achterwaartse modellering.

De standaardafwijkingen zijn vergelijkbaar bij lozingen van H₂S. Bij lozing van boterzuur geeft de MGWA-methode echter een beduidend hogere standaardafwijking. Deze hoge afwijking is te wijten aan een zeer hoge waarde berekend voor de 2^{de} lozing op 20/10/2005.

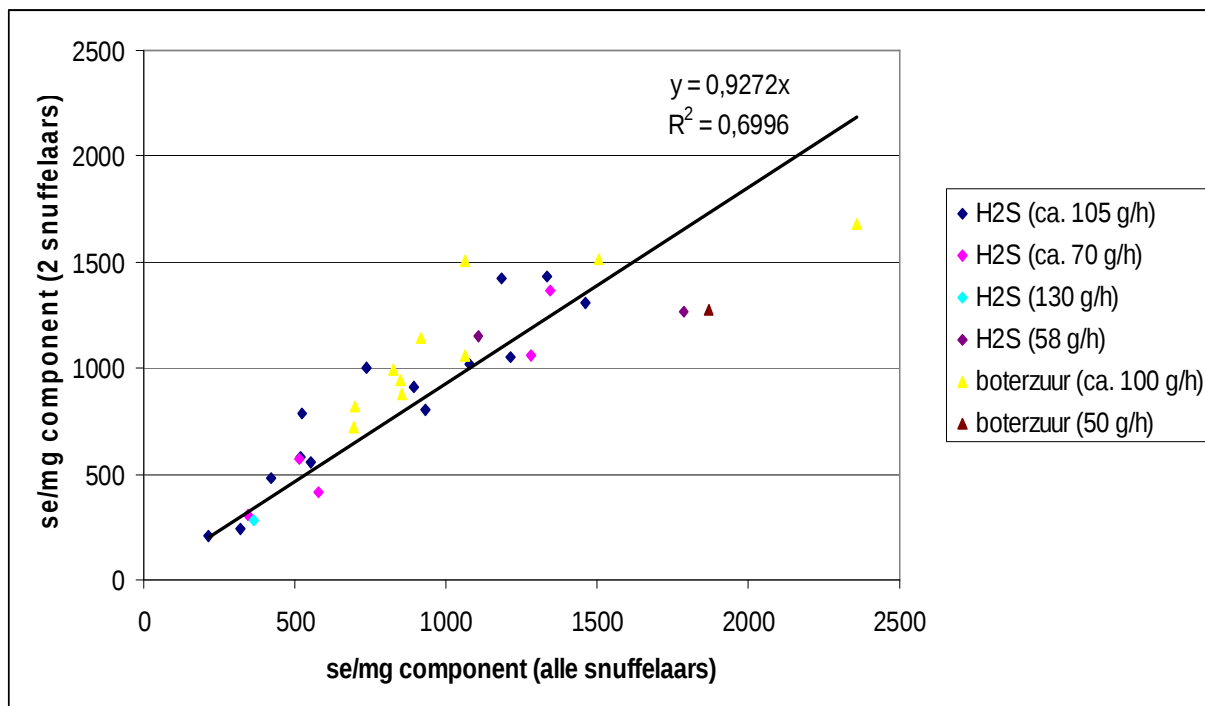
Tabel 84: Vergelijking van de resultaten van de twee methodes

Lozing	Parameter	Acht. modellering	MGWA
H ₂ S (ca. 105 g/h)	geuremissie [se/s]	24047	32508
	se/mg H ₂ S	813	1100
	standaardafwijking [%]	48,7	48,1
H ₂ S (ca. 70 g/h)	geuremissie [se/s]	16854	29110
	se/mg H ₂ S	814	1443
	standaardafwijking [%]	59,4	60,9
boterzuur (ca. 100 g/h)	geuremissie [se/s]	29691	38751
	se/mg boterzuur	1082	1412
	standaardafwijking [%]	47,8	84,2

3.3.2 Invloed van het aantal snuffelaars

De berekeningen werden enerzijds uitgevoerd op basis van alle snuffelaars (4 of meer) en anderzijds op basis van 2 snuffelaars. Om de invloed van het aantal snuffelaars na te gaan worden de resultaten voor de twee berekeningen uitgezet in grafiek en dit voor beide methoden. Door de verschillende punten wordt eveneens een regressiecurve door de oorsprong genomen. De vergelijking van deze curve vertelt ons meer over het verband tussen beide invalshoeken. De invloed van de snuffelaars wordt nagegaan voor beide methoden

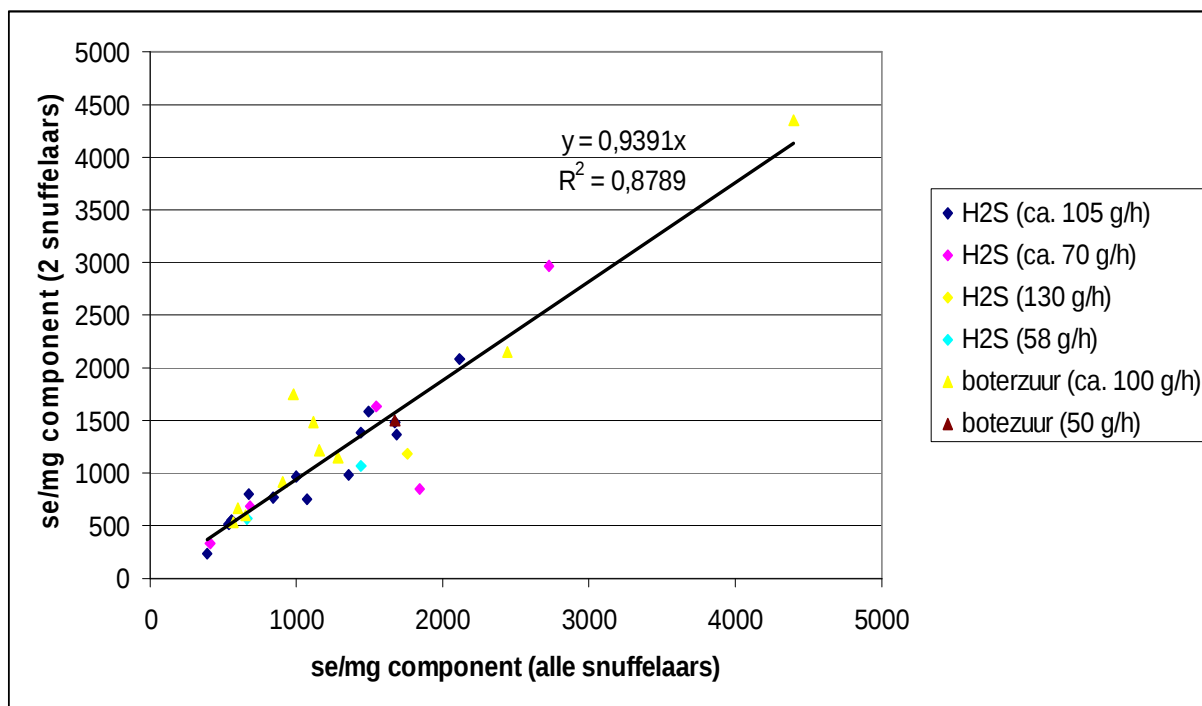
3.3.2.1 Achterwaartse modellering



Figuur 8: Alle snuffelaars versus 2 snuffelaars (methode achterwaartse modellering)

Het 95 %-betrouwbaarheidsinterval van de regressiecurve ligt tussen 0,85 en 1,00. Dit betekent dat er 95 % zekerheid geconcludeerd worden dat beide berekeningen niet meer dan 15 % van elkaar verschillen. Dit is laag vergeleken met de standaardafwijking (ca. 50 %) van de methode m.b.v. achterwaartse modellering.

3.3.2.2 MGWA-methode



Figuur 9: Alle snuffelaars versus 2 snuffelaars (MGWA-methode)

Het 95 %-betrouwbaarheidsinterval van de helling van de regressiecurve ligt tussen 0,87 en 1,01. Dit betekent dat er 95 % zekerheid geconcludeerd worden dat beide berekeningen niet meer dan 13 % van elkaar verschillen. Dit is laag vergeleken met de standaardafwijking (> 48 %) van de MGWA-methode.

Uit voorgaande grafieken en bevindingen kan er geïnterpreteerd worden dat voor deze testen 2 snuffelaars voldoen voor het uitvoeren van een snuffelploegmeting. Dit besluit moet met enige voorzichtigheid benaderd worden. Bij de testen is het immers niet onmogelijk dat de verschillende snuffelaars worden beïnvloed door elkaar. Het kan bijvoorbeeld voorvallen dat de snuffelaars elkaar (bewust of onbewust) volgden. Hierdoor zullen er weinig of geen verschillen optreden tussen de resultaten van de snuffelaars afzonderlijk. De situatie bij een snuffelploegmeting rond bv. een bedrijf is op dit vlak enigszins anders.

3.3.3 Invloed van de stabiliteitsklasse

Om de invloed van de stabiliteitsklasse op de berekende geuremissie na te gaan, worden de residuen van de verhouding (se/mg component) uitgezet in functie van de stabiliteitsklasse en wordt een lineaire regressie uitgevoerd.

De residuen worden als volgt berekend:

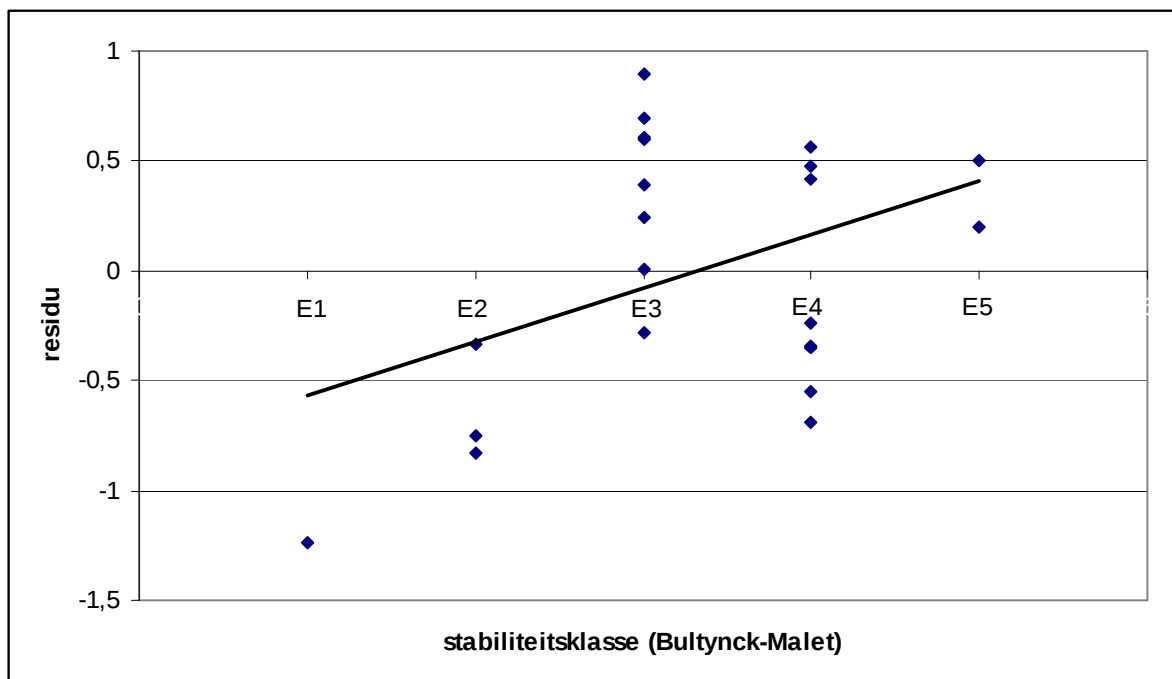
$$\text{residu} = \ln(E_i) - \frac{\sum_{i=1}^n \ln(E_i)}{n}$$

met: E_i = berekende (verhouding se/mg component) voor snuffelploegmeting i
 n = hoeveelheid snuffelploegmetingen bij beschouwde stabiliteitsklasse

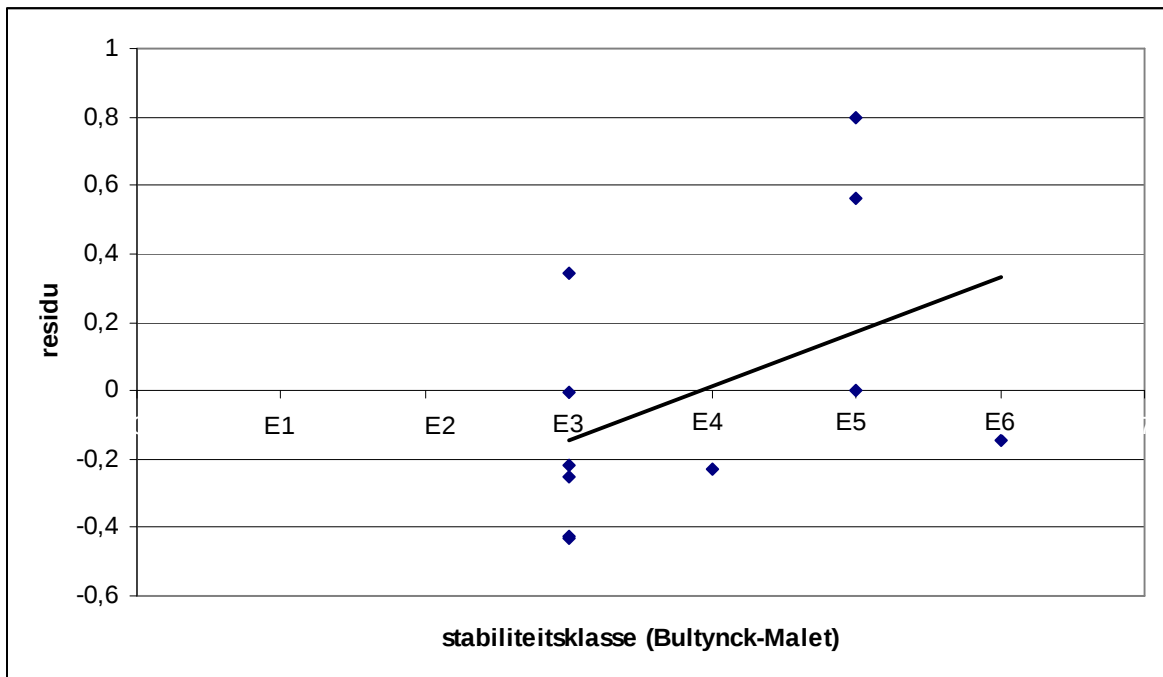
Zo wordt er bepaald bij welke stabiliteitsklasse een onder- of overschatting van de berekende geuremissie optreedt. Deze berekeningen werden uitgevoerd voor beide methoden, telkens bij lozingen van H_2S en boterzuur. Deze manier van beoordelen werd reeds uitgevoerd aan de Universiteit van Gent (Tuymans, 1999).

De resultaten worden hieronder uitgezet in grafiek.

3.3.3.1 Achterwaartse modellering

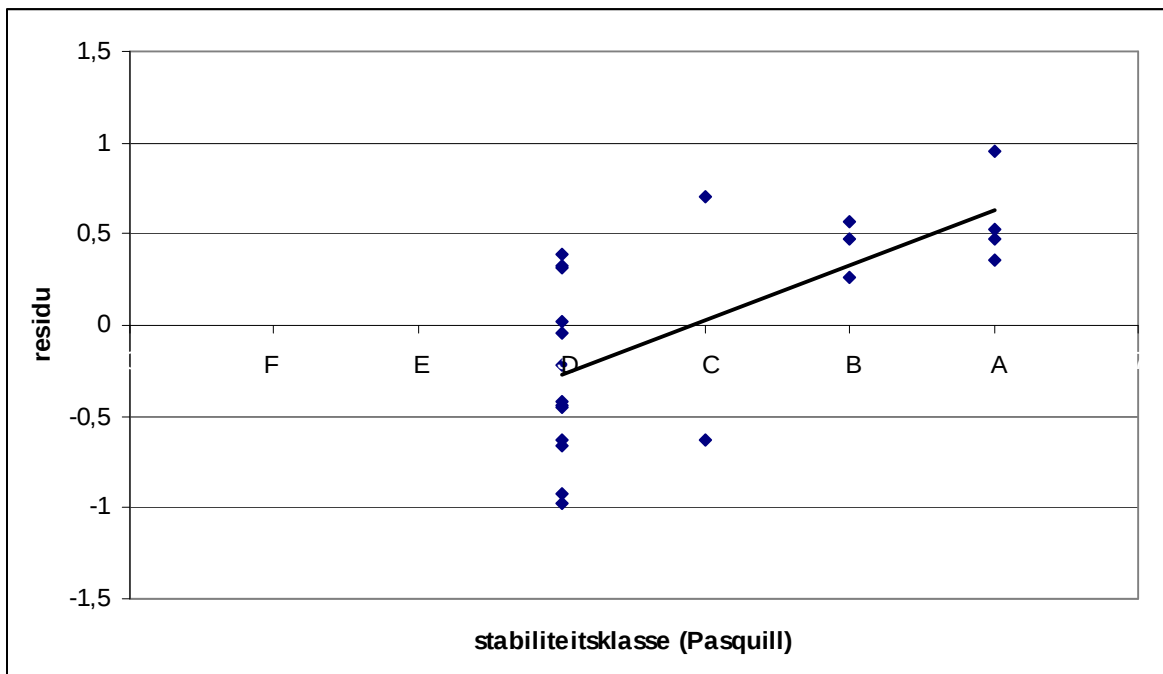


Figuur 10: Residuen in functie van de stabiliteitsklassen bij lozing van H_2S

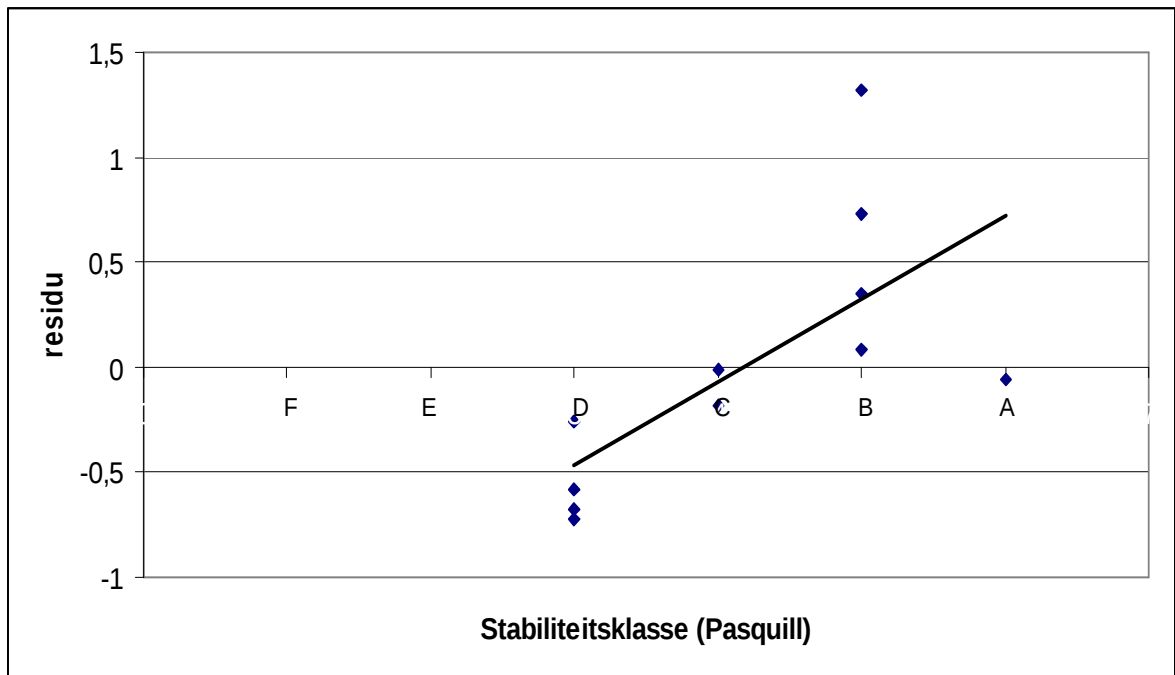


Figuur 11: Residuen in functie van de stabiliteitsklassen bij lozing van boterzuur

3.3.3.2 MGWA-methode



Figuur 12: Residuen in functie van de stabiliteitsklassen bij lozing van H₂S



Figuur 13: Residuen in functie van de stabiliteitsklassen bij lozing van boterzuur

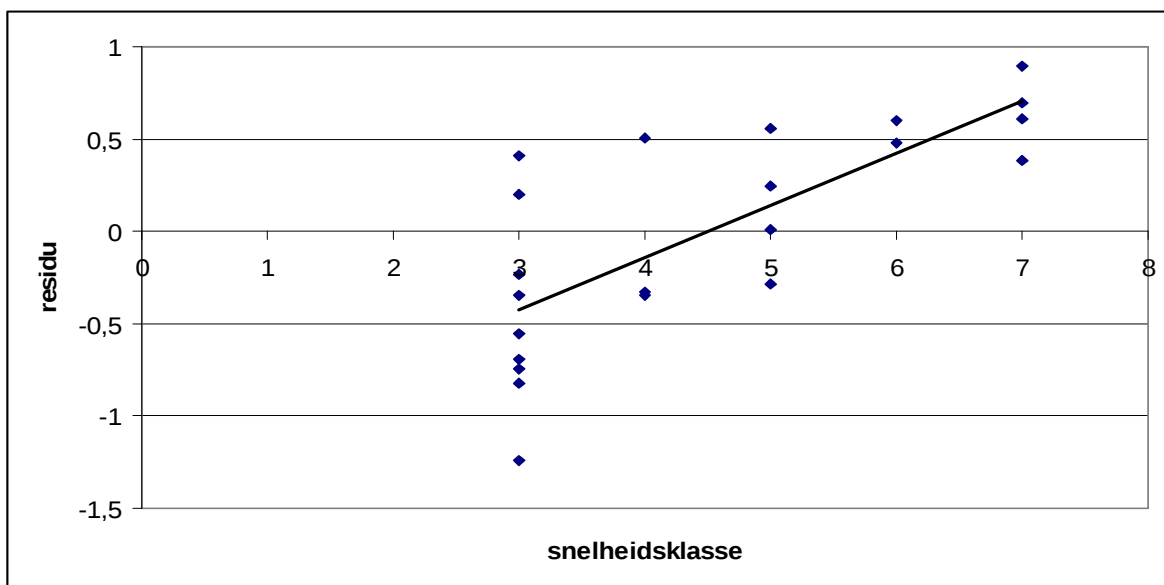
Uit voorgaande grafieken blijkt dat voor beide methoden bij zowel lozingen met H_2S en boterzuur een positief verband bestaat tussen de residuen van de geuremissie en de stabiliteitsklassen. Met andere woorden wordt de geuremissie onderschat bij zeer stabiel weer en overschat bij onstabiel weer. Deze bevindingen moeten met enige omzichtigheid benaderd worden aangezien er niet al te veel data beschikbaar zijn. Bovendien zijn de beschikbare niet gelijk verdeeld over de verschillende stabiliteitsklassen.

3.3.4 Invloed van de windsnelheid

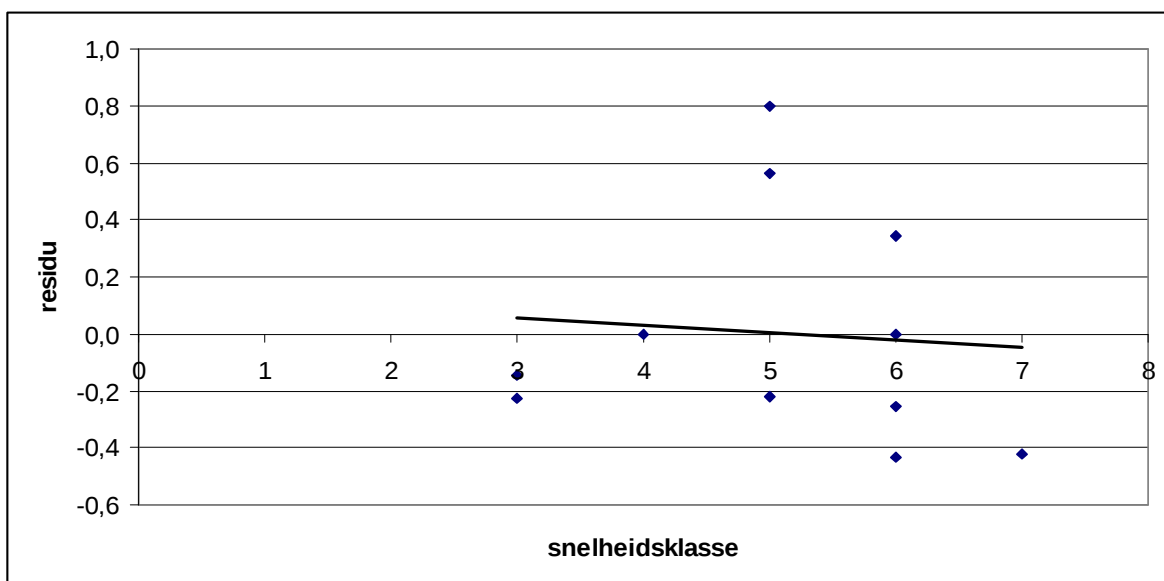
Om de invloed van de windsnelheid op de berekende geuremissie na te gaan, worden hier eveneens de residuen van de verhouding (se/mg component) uitgezet in functie van de snelheidsklasse en wordt een lineaire regressie uitgevoerd. De snelheden van 0 tot 1 m/s behoren tot de 1^{ste} snelheidsklasse, de snelheden van 1 tot 2 m/s behoren tot de 2^{de} snelheidsklasse, enz....

De resultaten worden hieronder uitgezet in grafiek.

3.3.4.1 Achterwaartse modellering

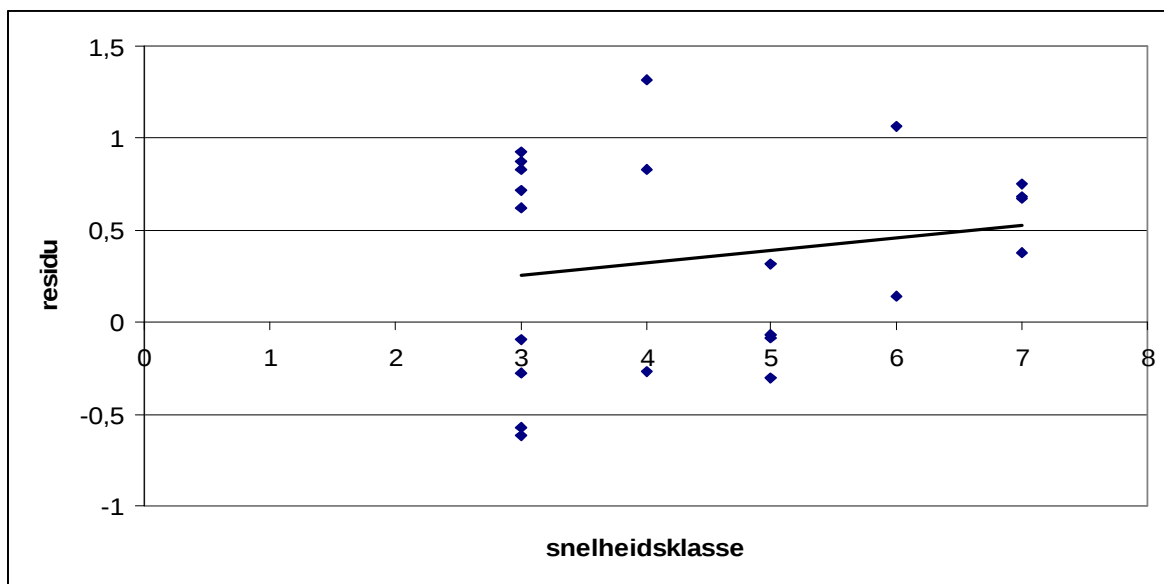


Figuur 14: Residuen in functie van de snelheidsklassen bij lozing van H₂S

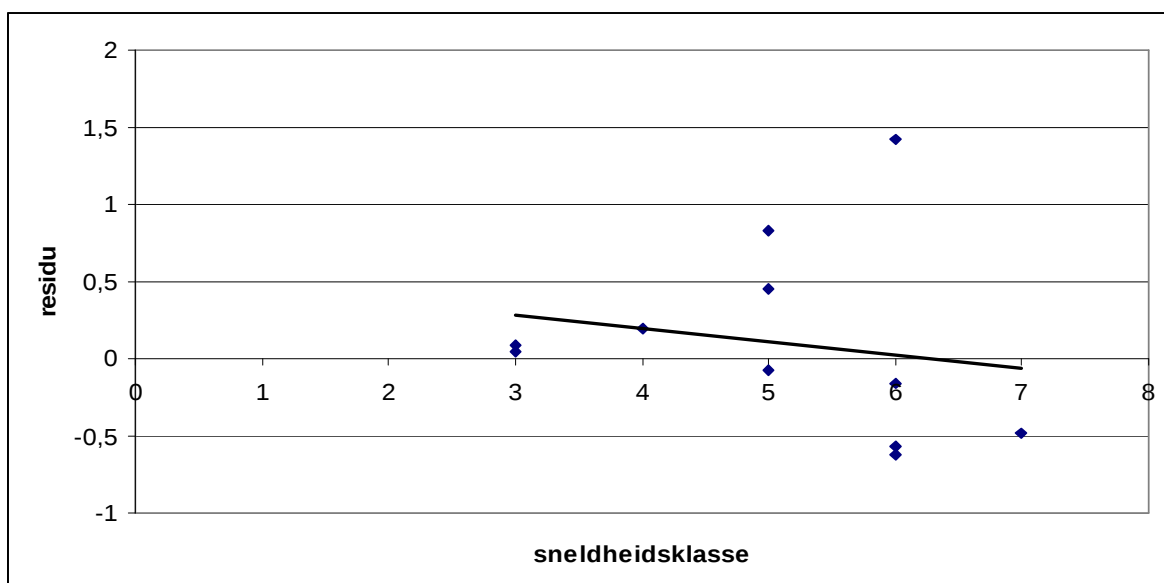


Figuur 15: Residuen in functie van de snelheidsklassen bij lozing van boterzuur

3.3.4.2 MGWA-methode



Figuur 16: Residuen in functie van de snelheidsklassen bij lozing van H₂S



Figuur 17: Residuen in functie van de snelheidsklassen bij lozing van boterzuur

Uit voorgaande grafieken blijkt dat er bij lozing van H₂S voor beide methoden een positief verband bestaat tussen de snelheid en de berekende geuremissie. De lagere snelheden geven met andere woorden aanleiding tot een onderschatting van de geuremissie; de hogere snelheden geven aanleiding tot een overschatting van de geuremissie.

Bij lozing van boterzuur bestaat er voor beide methoden een negatief verband tussen de snelheid en de berekende geuremissie.

Aangezien er weinig data beschikbaar zijn (vooral bij lozing met boterzuur), moeten deze bevindingen met enige voorzichtigheid benaderd worden.

3.3.5 Aantal snuffelploegmetingen

Uit de verschillende resultaten blijkt dat er een voldoende aantal snuffelploegmetingen moeten worden uitgevoerd om de geuremissie juist in te schatten.

Hieronder volgt een statistische verwerking van het cijfermateriaal ter bepaling van het vereiste aantal metingen.

Het aantal vereiste metingen kan worden afgeleid uit de gewenste betrouwbaarheid, of het statistisch bepaalde confidentie-interval rond het gemiddelde resultaat.

De bronsterktes uit de snuffelcampagnes worden herleid tot de verhouding (se/massa) om kleine verschillen in werkelijke bronsterktes te normaliseren.

De data werden ingedeeld per component en per berekeningsmethode (achterwaarts modelleren of MGWA) en kunnen dan nog eventueel verder gegroepeerd worden tot gelijke bronsterkte. Als de data normaal verdeeld zijn dan kan de betrouwbaarheid van het gemiddelde met de t-test worden beoordeeld. De Shapiro-Wilks test geeft aan of de resultaten normaal verdeeld zijn:

Tabel 85: Shapiro-Wilks test op normaliteit voor bronterm uit achterwaartse modellering (BM)

Dataset	n	st. afw.	W	p
H ₂ S alle	22	52 %	0,939	0,187
H ₂ S 100 g/h	14	49 %	0,954	0,594
Boterzuur alle	11	46 %	0,805	0,0123
Boterzuur 100 g/h	10	47 %	0,731	0,0024

De toets geeft aan dat de brontermen bekomen uit de H₂S lozingen met achterwaartse modellering normaal verdeeld zijn, zowel voor alle 22 data als voor de 14 data rond 100 g/h, maar dit geldt voor geen enkele combinatie van de boterzuur-resultaten.

De W-waarde kan worden beschouwd als de correlatiecoëfficiënt tussen de geordende kwadraten van de waarden en de normale scores, en toetswaarde p moet $p > 0,05$ voor een normale distributie.

De resultaten van de Shapiro-Wilks toets geven hetzelfde resultaat voor de MGWA-methode (niet weergegeven in tabel) met iets lagere numerieke W- en p-waarden.

De breedte van het confidentie-interval rond het gemiddelde μ wordt dan bepaald door :

- de gekozen confidentiedrempel ($t_{(\alpha/2, vrij)}$ -waarde), hier 95 % of $\alpha/2 = 0,025$
- de standaardafwijking van de data
- de grootte van de steekproef, hoe groter de steekproef hoe smaller de confidentieband:

$$x_g - t_{(\alpha/2, n-1)} \frac{s}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq x_g + t_{(\alpha/2, n-1)} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

x_g : steekproefgemiddelde

s : standaardafwijking berekend uit steekproef

n : aantal individuele waarnemingen

t : rechteroverschrijdingskans van t voor $\alpha/2$ en $n-1$ vrijheidsgraden

Als we aannemen dat voor de snuffeldata de schatting van s niet sterk verandert met het aantal data, dan kan de breedte van het 95 % confidentiegebied in functie van het aantal bepalingen met bovenstaande formule worden ingeschat.

Voor de set van H_2S lozingen van 100 g/h geeft dit:

Tabel 86: Breedte van het 95 % confidentiegebied

	Breedte van het 95 % confidentiegebied als % van het gemiddeld resultaat		
Aantal campagnes	Achterwaarts modelleren BM ($s_{14} = 49,2 \%$)	Achterwaarts modelleren P ($s_{14} = 39,1 \%$)	MGWA -methode ($s_{14} = 48,5 \%$)
5	98 %	78 %	97 %
7	80 %	64 %	79 %
10	65 %	52 %	64 %
15	52 %	41 %	51 %
17	49 %	39 %	48 %
20	45 %	35 %	44 %
40	31 %	25 %	31 %
60	25 %	20 %	25 %
100	20 %	16 %	19 %
1000	6,1 %	4,8 %	6,0 %
oneindig	0 %	0 %	0 %

Met deze gegevens kan het aantal vereiste metingen worden bepaald in functie van de gewenste betrouwbaarheid.

Uit de tabel is duidelijk dat het 95 % confidentiegebied bij 5 metingen een breedte heeft van ongeveer tweemaal de standaardafwijking, bij 17 metingen éénmaal de standaardafwijking, en bij 60 metingen ongeveer de helft van de standaardafwijking. De winst in nauwkeurigheid neemt exponentieel af met het aantal waarnemingen, en is feitelijk marginaal ($\leq 1 \%$ per waarneming) boven 15 waarnemingen.

Een 10-tal metingen kan anderzijds worden beschouwd als een minimum om een aanvaardbare schatting van de standaardafwijking en gemiddelde te bekomen.

Om dezelfde betrouwbaarheid te behalen zijn er minder metingen nodig indien de standaardafwijking kleiner is. Uit de berekening voor deze data volgt bijvoorbeeld dat bij achterwaartse modellering met Pasquill 10 waarnemingen volstaan voor een 95%-confidentiegebied van 52 %, terwijl met Bultynck-Malet stabiliteitsklassen hiervoor 15 metingen nodig zijn.

4 VOORLOPIGE CONCLUSIES

1. Methode achterwaartse modellering versus MGWA-methode

Uit de vergelijking van de berekende standaardafwijkingen blijkt dat deze bij de experimenten met H_2S vergelijkbaar zijn voor beide methoden. Bij de proeven met boterzuur blijkt de standaardafwijking op de MGWA-methode hoger. Dit is echter te verklaren door het feit dat er tijdens één lozing een zeer extreme waarde wordt berekend. Indien deze waarde buiten beschouwing gehouden wordt, blijken de standaardafwijkingen vergelijkbaar.

De gemiddelde geuremissie berekend met de MGWA-methode is steeds hoger dan deze berekend met de andere methode. Dit wil echter niet zeggen dat de ene methode de hoogste en de andere methode steeds de laagste geuremissie berekent.

Het verschil in berekende bronterm tussen beide methoden is het grootst als de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet en Pasquill (na omrekening naar Bultynck-Malet) meerdere klassen uit elkaar liggen.

Algemeen kan er geconcludeerd worden dat er een grote spreiding bestaat op het verband tussen de twee methoden.

2. Stabiliteitsklassen

Uit de grafieken waarbij de residuen van de verhouding (se/mg component) worden uitgezet in functie van de stabiliteitsklasse, blijkt dat bij stabiel weer de geuremissie wordt onderschat en bij onstabiel weer de geuremissie wordt overschat.

Het is verder duidelijk dat een verkeerde inschatting van de stabiliteitsklasse aanleiding kan geven tot grote afwijkingen in de berekende geuremissie. Het is daarom zeer belangrijk deze op een juiste manier in te schatten. De bepaling van de stabiliteitsklasse volgens Bultynck-Malet is objectiever vergeleken met deze volgens Pasquill. De bepaling van de klasse volgens Pasquill heeft dan weer het voordeel dat deze ter plaatse wordt bepaald. Uit deze experimenten lijkt het gebruik van de stabiliteitsklasse volgens Pasquill te leiden tot een nauwere spreiding op de resultaten. Meer uniformiteit bij het bepalen van de stabiliteitsklassen is dan ook wenselijk. Enerzijds is het aangewezen dat door alle gebruikers de stabiliteitsklassen op dezelfde methode bepaald wordt. Anderzijds is het wenselijk dat deze methode nauwkeurig wordt omschreven (bijvoorbeeld: hoe de bewolkingsgraden inschatten, om de hoeveel tijd de bewolkingsgraden bepalen?)

3. Standaardafwijkingen

Uit de resultaten blijkt dat de standaardafwijkingen op de berekende geuremissies relatief hoog zijn (45 % - 60 %). Het is niet onmogelijk dat een verkeerde inschatting van de stabiliteitsklassen de oorzaak is van deze hoge standaardafwijkingen.

4. Windsnelheid

Uit de grafieken waarbij de residuen van de verhouding (se/mg component) worden uitgezet in functie van de snelheidsklasse, blijkt dat H₂S-experimenten bij lagere snelheid de geuremissie wordt onderschat en bij hoge snelheid de geuremissie wordt overschat. Bij de proeven met boterzuur is net het omgekeerde het geval.

Als de resultaten bij lozing van boterzuur (weinig data) buiten beschouwing gelaten wordt, kan er gesteld worden dat bij hoge verdunning (verspreiding) de geuremissie wordt overschat en dat bij lage verdunning (verspreiding) de geuremissie wordt onderschat. Hierbij spelen stabiliteitsklasse en windsnelheid een belangrijke rol.

Uit deze resultaten kan men afleiden dat het aangewezen is een snuffelploegmeting uit te voeren bij neutraal weer en windsnelheid hoger dan 2 m/s.

5. Variabele windrichting

Uit deze testen blijkt duidelijk dat bij variabele windrichting geen snuffelploegmeting uitgevoerd kan worden. Dit was het geval voor de lozingen op 08/06/2006 en 14/06/2006. Tijdens deze metingen is het immers niet mogelijk een éénduidige pluim op te tekenen.

6. Aantal snuffelaars

Uit deze experimenten kunnen we concluderen dat voor deze testen de resultaten van de 2 snuffelaars niet significant verschillen t.o.v. de resultaten van 5 snuffelaars.

7. Aantal snuffelploegmetingen

Uit de resultaten blijkt duidelijk dat het aantal snuffelploegmetingen voldoende groot moet zijn om de geuremissie juist in te schatten. Indien de gemiddelde geuremissies berekend m.b.v. achterwaartse modellering bij proeven met H₂S bij verschillend debiet worden vergeleken, zijn deze resultaten consistent. Als de berekende geuremissies berekend bij verschillend debiet afzonderlijk met elkaar worden vergeleken, zijn de resultaten vaak inconsistent. Dit wijst erop dat het aantal snuffelploegmetingen voldoende groot moet zijn om de geuremissie op een juiste manier in te schatten.

Uit de statistische verwerking van de cijfers blijkt dat bij achterwaartse modellering met Pasquill 10 waarnemingen volstaan voor een 95%-confidentiegebied van ca. 50 % rond de gemiddelde geuremissie, terwijl met Bultynck-Malet 15 metingen nodig zijn. Bij de MGWA-methode zijn er eveneens 15 metingen nodig om te komen tot een 95%-confidentie-interval van ca. 50 % rond de gemiddelde geuremissie.

8. Gebruik IFDM-model

Uit de vergelijking van de berekende en de gemeten SF₆-concentraties lijkt het alsof in veel gevallen het IFDM-model en de hierbij gebruikte dispersieparameters de verspreiding verkeerd inschat. Men kan de vraag stellen of het IFDM-model voldoet bij de berekening van de verspreiding over een korte periode (duur snuffelploegmeting).

**BIJLAGE 1: ILLUSTRATIE BEREKENEN GEUREMISSIE
M.B.V. ACHTERWAARTS MODELLEREN**

-/-

Tabel : Gemiddelden -----
 Gegevens : LOZINGC1 = { LOZING.OC LOZINGC1.BRC LOZINGC1.10 ROOSTER4.GRD } [CAMPAG12]
 Titel : lozingC1 30/08/2005
 Parameter: AVER ; TAV= 'peruur' ; EENHEDEN g/m3

Y/X+	-0.50	-0.45	-0.40	-0.35	-0.30	-0.25	-0.20	-0.15	-0.10	-0.05	0.00	+X/Y (km)
0.50-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.50
0.48-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.48
0.45-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.45
0.43-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.43
0.40-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.40
0.38-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.38
0.35-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.35
0.33-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	- 0.33
0.30-	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	- 0.30
0.28-	2	3	3	3	4	4	4	5	5	6	7	- 0.28
0.25-	4	4	4	5	5	6	7	8	9	10	12	- 0.25
0.23-	5	6	6	7	8	9	10	12	14	17	20	- 0.23
0.20-	6	7	8	9	10	12	14	16	20	24	30	- 0.20
0.18-	8	9	10	12	13	15	18	22	26	32	40	- 0.18
0.15-	10	11	12	14	16	19	23	27	32	39	45	- 0.15
0.13-	11	13	15	17	19	23	26	30	34	38	40	- 0.13
0.10-	13	15	17	19	22	24	27	29	30	30	27	- 0.10
0.08-	15	17	18	20	22	23	24	24	22	19	14	- 0.08
0.05-	16	17	18	19	19	19	18	16	13	10	6	- 0.05
0.03-	15	16	16	16	15	14	12	9	7	4	2	- 0.03
0.00-	14	14	13	12	11	9	7	5	3	2	1	- 0.00
Y/X+	-0.50	-0.45	-0.40	-0.35	-0.30	-0.25	-0.20	-0.15	-0.10	-0.05	0.00	+X/Y (km)

1 snuffeleenheid = 37,65 modeleenheden
 → bronsterkte = 13280 se/s (BM)

-/-

Tabel : Gemiddelden -----
 Gegevens : LOZINGF1 = { LOZING.OC LOZINGF1.BRC LOZINGF1.10 ROOSTER3.GRD } [CAMPAG12]
 Titel : lozingF1 04/10/2005
 Parameter: AVER ; TAV= 'peruur' ; EENHEDEN g/m3

Y/X+	-0.50	-0.45	-0.40	-0.35	-0.30	-0.25	-0.20	-0.15	-0.10	-0.05	0.00	+X/Y (km)
0.00-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.00
-0.02-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- -0.02
-0.05-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- -0.05
-0.07-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- -0.07
-0.10-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- -0.10
-0.12-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- -0.12
-0.15-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- -0.15
-0.17-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- -0.17
-0.20-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- -0.20
-0.22-	.	.	.	.	.	1	84	4	.	.	.	- -0.22
-0.25-	.	.	.	.	.	3	51	190	2	.	.	- -0.25
-0.27-	.	.	.	.	4	28	119	85	1	.	.	- -0.27
-0.30-	.	.	.	1	4	18	64	106	38	.	.	- -0.30
-0.32-	.	.	1	3	12	37	76	64	11	.	.	- -0.32
-0.35-	.	1	3	9	24	50	64	34	5	.	.	- -0.35
-0.37-	.	1	2	6	16	34	51	45	18	2	.	- -0.37
-0.40-	.	1	2	5	11	23	38	43	29	9	1	- -0.40
-0.42-	.	1	2	4	8	17	28	36	33	18	5	- -0.42
-0.45-	1	1	3	6	12	21	29	31	23	11	3	- -0.45
-0.47-	1	3	5	9	16	23	27	25	16	7	1	- -0.47
-0.50-	2	4	7	12	18	23	24	19	11	4	1	- -0.50
Y/X+	-0.50	-0.45	-0.40	-0.35	-0.30	-0.25	-0.20	-0.15	-0.10	-0.05	0.00	+X/Y (km)

1 snuffeleenheid = 22,57 modeleenheden
 → bronsterkte = 22152 se/s (BM)

```

Tabel : Gemiddelden -----
Gegevens : LOZINGI2 = { LOZING.OC LOZINGI2.BRC LOZINGI2.10 ROOSTER4.GRD } [CAMPAG12]
Titel : lozingI2 24/01/2006
Parameter: AVER ; TAV= 'peruur' ; EENHEDEN g/m3

```

1 snuffleenheid = 21,95 modeleenheden
→ bronsterkte = 22777 se/s (BM)

-/-

Tabel : Gemiddelden -----
 Gegevens : LOZINGC1 = { LOZING.OC LOZINGC1.BRC LOZINGC1.10 ROOSTER1.GRD } [LOZINGEN]
 Titel : lozing1 17/05/2006
 Parameter: AVER ; TAV= 'peruur' ; EENHEDEN me/m3

Y/X+	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	+X/Y (km)
0.50-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.50
0.48-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.48
0.45-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.45
0.43-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 2	- 0.43
0.40-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1 2 3 4	- 0.40	
0.38-	.	.	.	.	.	.	.	1 2 4 5 7 9	- 0.38			
0.35-	.	.	.	.	.	.	1 2 4 7 9 12 14 16	- 0.35				
0.33-	.	.	.	.	.	1 3 5 9 12 16 18 20 20 20	- 0.33					
0.30-	.	.	.	.	1 3 7 12 17 21 24 26 25 24 22 20	- 0.30						
0.28-	.	.	.	1 3 9 16 24 30 33 33 32 29 25 22 18 16	- 0.28							
0.25-	.	.	3 11 24 37 44 46 43 38 33 27 22 18 15 13 11	- 0.25								
0.23-	.	2 14 39 60 68 64 55 45 36 28 23 19 16 14 13 12 11	- 0.23									
0.20-	14 68 108 107 87 66 50 32 27 24 22 20 19 17 17 16 15	- 0.20										
0.18-	116 204 159 113 85 68 58 50 44 39 35 32 29 27 25 23 21 19 18	- 0.18										
0.15-	57 173 162 132 106 87 72 61 52 45 39 35 31 28 25 23 21 19 18 17	- 0.15										
0.13-	2 7 12 16 18 19 19 18 18 17 16 15 14 14 13 12 12 11	- 0.13										
0.10-	1 1 2 3 3 4 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5	- 0.10										
0.08-	1 1 1 1 1 1 1 2 2	- 0.08										
0.05-	.	- 0.05										
0.03-	.	- 0.03										
0.00-	.	- 0.00										
Y/X+	0.00	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	+X/Y (km)

1 snuffeleenheid = 68,8 modeleenheden
→ bronsterkte = 7270 se/s (BM)

**BIJLAGE 2: ILLUSTRATIE BEREKENEN SF₆-
CONCENTRATIE M.B.V. HET IFDM-MODEL**

Tabel : Gemiddelden

Gegevens : LOZINGC1 = { LOZING.OC LOZINGC1.BRC LOZINGC1.10 ROOSTER4.GRD } [LOZING12]

Titel : lozingC1 30/08/2005

Parameter: AVER ; TAV= 'peruur' ; EENHEDEN µg/m3

Y/X+	-0.50	-0.45	-0.40	-0.35	-0.30	-0.25	-0.20	-0.15	-0.10	+X/Y (km)
0.50-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.50
0.48-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.48
0.45-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.45
0.43-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.43
0.40-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.40
0.38-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.38
0.35-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.35
0.33-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.33
0.30-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.30
0.28-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.28
0.25-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.25
0.23-	.	.	.	.	.	.	.	.	.	- 0.23
0.20-	.	.	1	1	1	1	.	.	.	- 0.20
0.18-	1	1	1	1	1	2	2	2	2	- 0.18
0.15-	2	2	2	3	3	4	5	6	7	- 0.15
0.13-	3	3	4	4	5	6	8	11	15	- 0.13
0.10-	<u>3</u>	4	5	6	7	9	12	17	<u>23</u>	- 0.10
0.08-	5	5	7	8	10	13	16	19	21	- 0.08
0.05-	6	7	8	10	11	13	14	13	11	- 0.05
0.03-	7	8	9	9	10	10	8	6	3	- 0.03
0.00-	7	7	8	7	7	5	4	2	1	- 0.00
Y/X+	-0.50	-0.45	-0.40	-0.35	-0.30	-0.25	-0.20	-0.15	-0.10	+X/Y (km)

bemonstering
(paal 3)

bemonstering
(paal 42)

Meteomast,
bron (paal 59)

bemonstering
(paal 35)

bemonstering
(paal 51)

Parameter: AVER ; TAV= 'peruur' ; EENHEDEN $\mu\text{g}/\text{m}^3$

The map displays the distribution of monitoring points (bemonstering) in the Amsterdam area. The grid shows X/Y coordinates from -0.50 to -0.05. Key locations are marked with numbers and labels:

- bemonstering (paal 15)**: Located at approximately (-0.45, -0.18).
- bemonstering (paal 31)**: Located at approximately (-0.35, -0.18).
- bemonstering (paal 59)**: Located at approximately (-0.25, -0.22).
- meteo; bron (paal 55)**: Located at approximately (-0.15, -0.25).
- bemonstering (paal 3)**: Located at approximately (-0.20, -0.35).
- bemonstering (paal 28)**: Located at approximately (-0.30, -0.45).
- bemonstering (paal 22)**: Located at approximately (-0.40, -0.40).
- bemonstering (paal 12)**: Located at approximately (-0.45, -0.45).

The map also shows a network of roads and a river. The river is labeled 'IJ' and 'IJburg'. The road network is shown as a grid of lines. The map is titled 'Amsterdam' and 'IJburg'.

