

RIVM rapport 609021 014

**Luchtonderzoek tijdens een bodemsanering
van een benzineverontreiniging in het centrum
van Deil**

*T. Knol - de Vos, F. Fortezza, P.J.C.M. Janssen,
J.J.G. Kliest*

oktober 1998

Dit onderzoek werd verricht in opdracht en ten laste van de Inspectie Milieuhygiëne Oost, in het kader van project 609021, Raamproject Algemene Ad-hoc Ondersteuning Inspectie.

Abstract

Air measurements during a soil remediation of a gasoline-polluted site in the town centre of Deil.

During a soil remediation in the town centre of Deil (in the Netherlands) measurements were performed for peak and semi-chronic exposure to pollution compounds in the immediate vicinity of the soil remediation site. From the investigation peak exposures were shown to occur only during the treatment of polluted soil. Concentrations of the pollution compounds in the air showed a rapid decrease as the distance to the soil sanitation site increased. The pre-set limit values for the concentration of the polluting compounds in the air were not exceeded during the investigation. A general framework for assessing exposure to combinations of compounds has not yet been developed.

Inhoud

Samenvatting	4
1. Inleiding	5
2. Vraagstelling	5
3. Achtergrondinformatie	5
3.1 <i>Saneringslocatie</i>	5
3.2 <i>Verontreinigingssituatie</i>	6
4. Doelstelling en opzet van het onderzoek	6
5. Uitvoering van het onderzoek	8
5.1 <i>Concentratiemetingen met de draagbare gaschromatograaf</i>	8
5.2 <i>Termijngemiddelde concentratiebepaling m.b.v. adsorptiebadges</i>	10
6. Resultaten	11
6.1 <i>Concentratiemetingen met de draagbare gaschromatograaf</i>	11
6.2 <i>Termijngemiddelde concentratiebepaling m.b.v. adsorptiebadges</i>	12
6.3 <i>Berekeningen met SDI</i>	12
7. Bespreking van de resultaten	13
8. Conclusies	14
Bijlage 1	15
Bijlage 2	16
Bijlage 3 Verzendlijst	22

Samenvatting

Tijdens een bodemsanering in het centrum van Deil zijn metingen uitgevoerd naar piekblootstellingen en semichronische blootstellingen aan verontreinigingscomponenten in de directe omgeving van de saneringslocatie.

Uit het onderzoek is gebleken dat piekblootstellingen slechts optraden bij beroering van de verontreinigde grond, en de concentraties verontreinigingen in de lucht snel afnamen met de afstand tot de saneringslocatie.

Gedurende het onderzoek zijn de vooraf vastgestelde grenswaarden voor de verontreinigingscomponenten in de lucht niet overschreden. Een algemeen beoordelingskader voor blootstelling aan combinaties van componenten is nog niet ontwikkeld.

1. Inleiding

Door heel Nederland worden vele bodemsaneringen uitgevoerd. De aannemer van de sanering is verplicht een veiligheidsplan op te stellen, afgestemd op de aard van de bodemverontreiniging. Veiligheidsaspecten waarmee rekening moet worden gehouden, zijn onder andere verstuiving van de verontreinigde grond en verdamping van de verontreinigingen in bodem en drijfslag.

Resultaten van met metingen ondersteund onderzoek naar de aard en concentraties van de verbindingen die uiteindelijk vrijkomen in de omgevingslucht, zijn niet beschikbaar. Met name voor saneringen binnen de bebouwde kom zouden zich situaties kunnen voordoen waarin risico's bestaan voor de omwonenden van de saneringslocatie.

Tevens geldt dat er weinig bekend is over effectgrenswaarden en normen bij semichronische blootstelling van de bevolking (gedurende enkele dagen tot weken) aan mengsels van verbindingen en piekconcentraties van deze verbindingen. Bestaande normen hebben betrekking op levenslange blootstelling (TCL), dan wel op blootstelling in arbeidssituaties (MAC) aan afzonderlijke componenten.

2. Vraagstelling

Door de Inspectie Milieuhygiëne regio Oost is aan RIVM-IEM opdracht verleend tot het uitvoeren van een onderzoek bij een bodemsanering, naar zowel semichronische als piekblootstellingen aan verontreinigingscomponenten gedurende de saneringsperiode. Aan de hand hiervan zou kunnen worden vastgesteld of de huidige maatregelen bij bodemsanering voldoende bescherming van de omgeving bieden, of dat aanvullende maatregelen moeten worden getroffen.

Gepoogd wordt een aanzet te geven tot een meer algemeen beoordelingskader, waarbij rekening wordt gehouden met zowel piek- als meer chronische belastingen, maar ook met blootstelling aan mengsels van componenten.

In dit rapport wordt van dit onderzoek verslag gedaan.

3. Achtergrondinformatie

3.1 Saneringslocatie

Het onderzoek is uitgevoerd bij een sanering van een bodem- en grondwater-verontreiniging met benzine, op de plaats van een voormalig benzinstation in Deil. Het benzinstation lag in het centrum van Deil, vlak achter de dijk langs de rivier de Linge, en was omringd door woningen. Vier woningen lagen binnen een afstand van tien meter van de uiteindelijke saneringslocatie.

De sanering heeft plaatsgehad door ontgraving van alle verontreinigde grond op de locatie, gevolgd door sanering van het grondwater.

3.2 Verontreinigingssituatie

In Bijlage 1 is de verontreinigingssituatie in kaart gebracht. Gearceerd weergegeven is het gebied waarbinnen het grondwater is verontreinigd met een drijfslaag minerale olie.

Tijdens de sanering (ontgraving) dampen vluchtige organische componenten (VOC) uit het verontreinigde grondwater uit naar de lucht. In het rapport "Uitdamping en verspreiding van vluchtige organische componenten bij bodemsanering" (Van de Weerd en Klompjan, 1994) wordt aangegeven dat grondwaterconcentraties in een orde grootte van milligrammen VOC per liter kunnen uitdampen tot luchtconcentraties die humaan-toxicologische grenswaarden (TCL-waarden) overschrijden.

Binnen het gearceerde gebied (Bijlage 1) zijn maximale VOC-concentraties in de orde grootte van milligrammen VOC per liter aangetroffen.

De hoogste concentraties VOC in de omgevingslucht worden verwacht bij het bereiken van de drijfslaag benzineverontreiniging in de saneringsput. Op grond van de maximale gemeten VOC-concentraties in het grondwater zijn volgens het SANVOC-model (Van de Weerd en Klompjan, 1994) overschrijdingen van de TCL-waarden op de saneringslocatie te verwachten.

4. Doelstelling en opzet van het onderzoek

Het doel van dit onderzoek is het verkrijgen van inzicht in de blootstelling van omwonenden bij een bodemsanering.

Binnen deze hoofddoelstelling zijn vier sub-doelstellingen te formuleren, aan de hand waarvan het onderzoek is opgezet:

1. vaststelling van piekconcentraties
2. vaststelling van termijngemiddelde concentraties
3. toetsing van gemeten concentraties aan concentraties berekend met het verspreidingsmodel SDI, op verschillende bronafstanden
4. bijdragen aan ontwikkeling van een meet- en toetsingsprotocol voor bodemsaneringen

Ad 1

Piekconcentraties zijn in de directe omgeving van de saneringslocatie gemeten door de Photovac 10S+ gedurende de eerste twee dagen na het bereiken van de drijfslaag in de saneringsput elke 10 minuten te laten bemonsteren en analyseren aan de rand van de saneringslocatie.

Tevens is aan de hand van de gemeten piekconcentraties onderzocht hoe de concentratie afnam als functie van de afstand tot de saneringslocatie.

Ad 2

Termijngemiddelde concentraties zijn vastgesteld met behulp van adsorptiebadges die gedurende circa twee weken in de directe omgeving van de saneringslocatie aan de lucht zijn blootgesteld, en vervolgens zijn geanalyseerd op vluchtige organische koolwaterstoffen.

Ad 3

De concentraties verontreinigende stoffen in de lucht zullen afhankelijk van plaatselijke omstandigheden (bebouwing, weersituatie) afnemen met de afstand tot de saneringslocatie. Het verspreidingsmodel SDI (Short Distance Immissions) geeft een beeld van immissieconcentraties op grondniveau, op korte afstand (tot 100 m) van een bron. In deze situatie is de saneringsput als verontreinigende bron beschouwd, en is berekend in welke mate de concentratie afneemt met de toename van de afstand tot de bron. Het berekende concentratieverloop wordt vergeleken met Photovac 10S+-meetresultaten van luchtmonsters die gelijktijdig op verschillende afstanden benedenwinds van de saneringslocatie zijn verzameld.

Ad 4

Voor een risico-inschatting worden de meetwaarden getoetst aan grenswaarden. In saneringssituaties die vaak enige weken in beslag nemen, zullen de meetwaarden moeten worden getoetst aan grenswaarden voor vergelijkbare blootstellingsperioden. Op deze semi-langdurige blootstelling zijn grenswaarden zoals TCL (toelaatbare concentratie in lucht, voor levenslange blootstelling) en MAC (arbeidshygiënische grenswaarde afgeleid voor een blootsteldingsduur van 8 uur per etmaal van een gezonde populatie) niet van toepassing. Door de ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) zijn nu voor een aantal stoffen toxicologische richtwaarden (Minimal Risk Levels) vastgesteld. Deze MRLs zijn bedoeld als waarden die veilig zijn, en mede afgeleid voor acute en intermediaire expositie, door ATSDR gedefinieerd als periodes tot 14 dagen, resp. periodes tot 1 jaar. In Tabel 1 zijn de MRL-waarden voor benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen weergegeven:

Tabel 1 MRL-waarden, afgeleid voor acute en intermediaire expositie (ATSDR)

component	MRL (acute expositie) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MRL (intermediaire expositie) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
benzeen	150	12
tolueen	10500	niet afgeleid
ethylbenzeen	niet afgeleid	860
xyleen	4350	3045

Gericht op de te verwachten situatie bij de sanering in Deil zijn door het RIVM in overleg met Inspectie Milieuhygiëne Oost, de Provincie Gelderland, de GG en GD Rivierenland, en Oranjewoud, begeleider van de sanering, signaalwaarden vastgesteld voor de componenten waarvan schadelijke emissies worden verwacht: benzeen (B), toluen (T), ethylbenzeen (E) en xyleen (X).

Bij overschrijding van een signaalwaarde zullen in overleg met Inspectie Milieuhygiëne en GG en GD maatregelen worden getroffen om de emissies terug te dringen.

Voor de individuele verbindingen is als signaalwaarde gehanteerd:

- uurgemiddelde concentratiewaarde $< 5 \cdot \text{TCL}$

Deze waarde is gebaseerd op de verhouding tussen de $\text{MRL}_{\text{acuut}}$ -waarde en de TCL-waarde van benzeen ($\text{MRL}_{\text{benzeen,acuut}} / \text{TCL}_{\text{benzeen}} = 5$). Op dat moment was nog uitsluitend voor benzeen een MRL-waarde bekend.

Tijdens de sanering is ook voor een combinatie van de vier verbindingen een signaalwaarde afgesproken. Ook voor deze waarde is, om de hierboven genoemde reden, uitgegaan van de verhouding tussen MRL_{acuut} -waarde en TCL-waarde van benzeen.

$MRL_{\text{benzeen, acuut}} / TCL_{\text{benzeen}} = 5$, zodat tijdens de sanering voor de combinatie van benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen, als signaalwaarde is gehanteerd:

- $(C/TCL)_{\text{benzeen}} + (C/TCL)_{\text{tolueen}} + (C/TCL)_{\text{ethylbenzeen}} + (C/TCL)_{\text{xyleen}} < 5$
voor uurgemiddelde concentraties

Voor benzeen is behalve de signaalwaarde een waarschuingswaarde van kracht:

- $C_B = 6 * MRL_{\text{benzeen, acuut}} = 900 \mu\text{g}/\text{m}^3$, voor een eenmalige meting met de 10S+ gaschromatograaf.

Overschrijding van deze waarschuingswaarde houdt altijd overschrijding in van de signaalwaarde van $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor benzeen. In deze situatie neemt de uitvoerder van de sanering zelf direct maatregelen om de concentratie terug te dringen.

In Tabel 2 zijn de signaalwaarden en waarschuingswaarden weergegeven zoals die in dit onderzoek zijn gehanteerd.

Tabel 2 *Signaalwaarden en waarschuingswaarden*

component	signaalwaarde (5TCL)		waarschuingswaarde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	(ppb)	
benzeen	150	50	900
tolueen	15000	4286	-
ethylbenzeen	385	90	-
xyleen	270	62	-
BTEX	$\Sigma(C/TCL)=5$		-

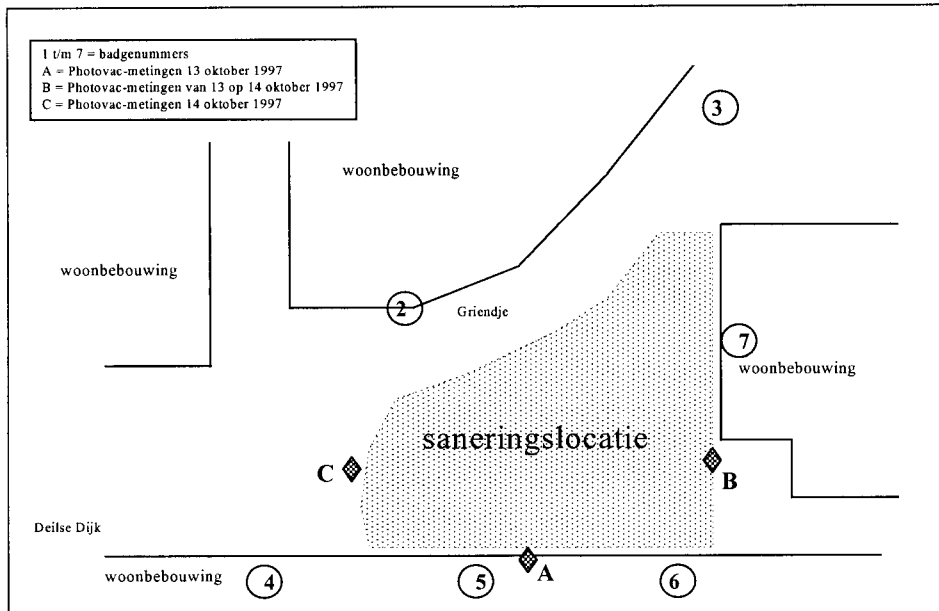
5. Uitvoering van het onderzoek

5.1 Concentratieingen met de draagbare gaschromatograaf

Met de draagbare gaschromatograaf Photovac 10S+ is op een bemonsteringslocatie benedenwinds van de saneringsput lucht aangezogen en op een capillaire gc-kolom (CP Sil 5) gescheiden waarna de afzonderlijke componenten in de bemonsterde lucht zijn gedetecteerd met de fotoionisatiedetector (10,6 eV) van het instrument.

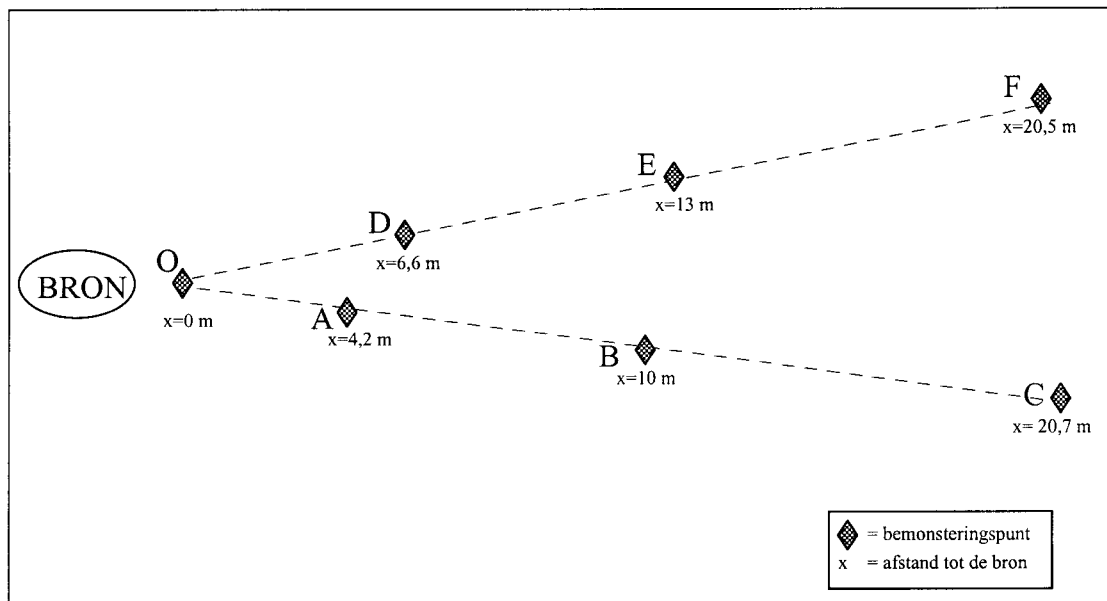
Deze kwantitatieve analyse van benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen neemt vanaf het moment van bemonstering ca. 10 minuten per analyse in beslag, waarna de meetresultaten (concentraties BTEX) direct beschikbaar zijn.

Op 13 en 14 oktober 1997 zijn, vanaf het moment dat de drijfslag in de saneringsput was bereikt, piekconcentraties benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen gemeten. Overdag zijn bemonsteringslocaties benedenwinds, aan de rand van de saneringslocatie gekozen, 's nachts hebben de metingen plaatsgevonden bij vrijwel windstil weer vanuit een afsluitbare loods, eveneens aan de rand van de saneringsput. In Figuur 1 zijn de bemonsteringslocaties voor de Photovac 10S+ weergegeven.



Figuur 1 Bemonsteringslocaties van de adsorptiebadges en van de 10S+-metingen

Op 20 oktober 1997 zijn metingen uitgevoerd op verschillende afstanden benedenwinds van de saneringslocatie. Hiertoe is op verschillende punten gelijktijdig gedurende 10 minuten m.b.v. pompen lucht verzameld in tedlar zakken. In Figuur 2 zijn de bemonsteringspunten schematisch weergegeven. De lucht in de zakken is direct na monsterneming ter plaatse met de Photovac 10S+ geanalyseerd.



Figuur 2 Luchtbemonstering in tedlar bags, monsterpunten

5.2 Termijngemiddelde concentratiebepaling m.b.v. adsorptiebadges

Op adsorptiebadges (3M - 3500 Organic Vapor Monitor) vindt passieve luchtbemonstering plaats door diffusie van verontreinigende stoffen uit de lucht.

De toegepaste badges bestaan uit een tablet van actief kool waaraan organische dampen uit de omgevingslucht door diffusie adsorberen. Nadat de badges een bekende periode aan de te bemonsteren lucht zijn blootgesteld, wordt het actief kool op een laboratorium geanalyseerd. Uit de analyseresultaten en de bekende blootstellingsperiode van de badges zijn, met gebruikmaking van de door de fabrikant van de badges opgegeven diffusieconstanten voor verschillende componenten, de over de bemonsteringsperiode gemiddelde concentraties organische verbindingen in de lucht te berekenen.

In Deil zijn adsorptiebadges geplaatst in de directe omgeving van de saneringslocatie in de periode van 13 oktober 1997 tot en met 5 november 1997, d.w.z. vanaf het moment dat de drijfslag werd bereikt, tot het einde van de werkzaamheden met de verontreinigde grond. De bemonsteringslocaties zijn in Figuur 1 (zie §5.1) aangegeven.

Na deze bemonsteringsperiode zijn de badges door het Laboratorium voor Organisch-analytische Chemie (RIVM/LOC) geanalyseerd.

6. Resultaten

6.1 Concentratiemetingen met de draagbare gaschromatograaf

In Bijlage 2 zijn de resultaten van de metingen van de piekconcentraties weergegeven. Uit de piekconcentraties zijn (voortschrijdende) uurgemiddelde concentraties gemeten. Deze uurgemiddelden zijn ook in Bijlage 2 opgenomen.

In Tabel 3 is aangegeven hoe vaak per aangegeven tijdsperiode een overschrijding van één van de vooraf gestelde signaal- of waarschuwingswaarden (zie tabel 2, hoofdstuk 4) heeft plaatsgehad.

Tabel 3 *Overschrijdingen van signaal- of waarschuwingswaarden*

Tijd	$C_B \geq 5TCL_B$ (uurgemiddeld)	$C_T \geq 5TCL_T$ (uurgemiddeld)	$C_E \geq 5TCL_E$ (uurgemiddeld)	$C_X \geq 5TCL_X$ (uurgemiddeld)	$\Sigma(C/TCL \geq 5)$ (uurgemiddeld)	$C_B > 900 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (10 minuten)
13 oktober 10:19 u start metingen tijdens saneringswerkzaamheden, op locatie A						
10:19-11:19	0	0	0	0	0	0
11:20-12:20	0	0	1	0	3	0
12:20-13:20	0	0	1	0	4	0
13:20-14:20	0	0	0	0	1	0
13 oktober 14:50 u: beëindiging saneringswerkzaamheden, metingen op locatie B tot 14 oktober 07:32 u						
15:22-07:32	0	0	0	0	0	0
14 oktober 08:24 : start metingen tijdens saneringwerkzaamheden, op locatie C						
08:24-09:24	0	0	0	0	0	0
09:24-10:24	0	0	0	0	0	0
10:24-11:24	0	0	0	0	0	0
11:24-12:24	0	0	0	0	0	0
12:24-13:24	0	0	0	0	0	0
13:24-14:24	0	0	0	0	0	0
14 oktober 14:23 u: beëindiging saneringswerkzaamheden						

6.2 Termijngemiddelde concentratiebepaling m.b.v. adsorptiebadges

De adsorptiebadges zijn op 5 november 1997 verzameld en naar het RIVM-LOC gebracht voor analyse.

In Tabel 4 zijn de gemiddelde concentraties benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen weergegeven, berekend over de gehele bemonsteringsperiode van 13 oktober tot 5 november 1997.

Tabel 4 *Gemiddelde concentraties benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen*

badge-nummer	benzeen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	tolueen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ethylbenzeen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	xyleen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2	5.63	30.56	9.83	39.63
3	4.30	21.20	6.84	27.60
4	4.73	27.18	9.92	41.42
5	7.48	49.72	19.25	81.77
6	9.46	57.38	19.52	83.15
7	6.12	33.67	11.90	37.79
referentie	1.92	5.93	1.43	3.67

6.3 Berekeningen met SDI

Met het Short Distance Immissions model is voor bronafstanden van 1, 5, 10, 20 en 50 m de afname van de concentratie van een gegeven component in de lucht berekend.

Voor een continue bron met een gegeven bronsterkte op een hoogte van 0 m blijkt de concentratie snel af te nemen met de afstand tot de bron:

Tabel 5 *Berekende concentraties op verschillende afstanden tot een bron*

bronafstand (m)	concentratie
1	177,1
5	9,7
10	2,8
20	0,8
50	0,2

De meetresultaten van de twee opeenvolgende series luchtmonsters op verschillende afstanden van de bron (saneringsput) zijn in Tabel 6 weergegeven.

Tabel 6 10S+-concentratiemetingen op verschillende afstanden van de bron

bronaafstand (m)	monsterpunt	benzeenconcentratie (ppb)		tolueenconcentratie (ppb)	
		serie I	serie II	serie I	serie II
0	O	6.1	9.3	61.6	11.5
4	A	4.8	8.6	41.9	10.4
7	D	5.4	7.3	47.8	7.3
10	B	4.6	7.2	43.6	9.0
13	E	4.6	1.5	43.6	5.9
21	C	2.4	4.9	23.2	5.9
21	F	3.2	5	27.9	5

7. Bespreking van de resultaten

Uit de resultaten van de termijn gemiddelde concentratiemetingen op adsorptiebadges blijkt dat de MRL-waarden voor intermediaire blootstelling aan benzeen, tolueen, ethylbenzeen of xyleen niet zijn overschreden over de bemonsteringsduur van 24 dagen.

Opvallend is dat de termijn gemiddelde concentraties tolueen en xyleen in dezelfde orde grootte liggen, terwijl tijdens de piekconcentratiemetingen vrijwel geen xyleenconcentraties boven de detectiegrens zijn gemeten. Het is niet bekend wat de oorzaak hiervan is.

Overschrijdingen van de vooraf vastgestelde signaalwaarden zijn uitsluitend op de eerste meetdag geconstateerd, voor de individuele component ethylbenzeen, en voor de combinatie van verbindingen.

De waarschuingswaarde voor benzeen is gedurende de metingen niet overschreden.

Ten aanzien van de tijdens de sanering gebruikte signaalwaarden moet worden opgemerkt dat het in de toekomst de voorkeur verdient MRL-waarden te gebruiken, die een betere benadering geven van een acute blootstelling dan TCL-waarden.

Voor de individuele componenten zou als signaalwaarde de MRL_{acuut} -waarde kunnen worden gehanteerd:

$$C / MRL_{acuut} < 1,$$

terwijl een benadering voor de vaststelling van een signaalwaarde voor een mengsel zou kunnen zijn:

$$(C/MRL_{acuut})_{benzeen} + (C/MRL_{acuut})_{tolueen} + (C/MRL_{acuut})_{ethylbenzeen} + (C/MRL_{acuut})_{xyleen} < 1$$

De vaststelling van de in dit onderzoek toegepaste signaalwaarden lijkt een te conservatieve benadering: de MRL_{acuut} -waarden zijn voor benzeen, tolueen, ethylbenzeen en xyleen veel hoger dan de gebruikte signaalwaarden ($5 \cdot TCL$) van deze verbindingen.

Een toename van de concentraties BTEX is steeds opgetreden bij werkzaamheden waarbij de verontreinigde grond boven de saneringsput uit werd verplaatst, zoals bij het overladen van deze grond in vrachtauto's. De verhoogde concentraties zijn gedurende korte perioden gemeten, op welke momenten tevens stankgolven werden waargenomen.

De berekeningen met het SDI-model laten een exponentiële afname van de concentratie als functie van de afstand tot de bron zien. Volgens het model is op 5 meter afstand van de bron de concentratie afgenomen tot minder dan 5% van de concentratie die op 1 meter bronafstand aanwezig is.

De analyseresultaten van de twee meetsessies waarbij luchtmonsters zijn verzameld op gelijke tijdstippen, maar op verschillende afstanden van de bron, laten zien dat de concentratie afneemt met de afstand tot de bron, hoewel de afname minder sterk lijkt dan volgens de SDI-berekeningen het geval zou moeten zijn. Wel lijken de concentraties tot een afstand van 10 meter tot de bron sterker af te nemen dan tussen 10 meter en 20 meter tot de bron, overeenkomstig de vorm van de SDI-berekende afname.

8. Conclusies

Verdamping van de verontreinigingen in de onberoerde drijflaag veroorzaakt vrijwel geen verhoging van de concentraties aan de rand van de saneringslocatie.

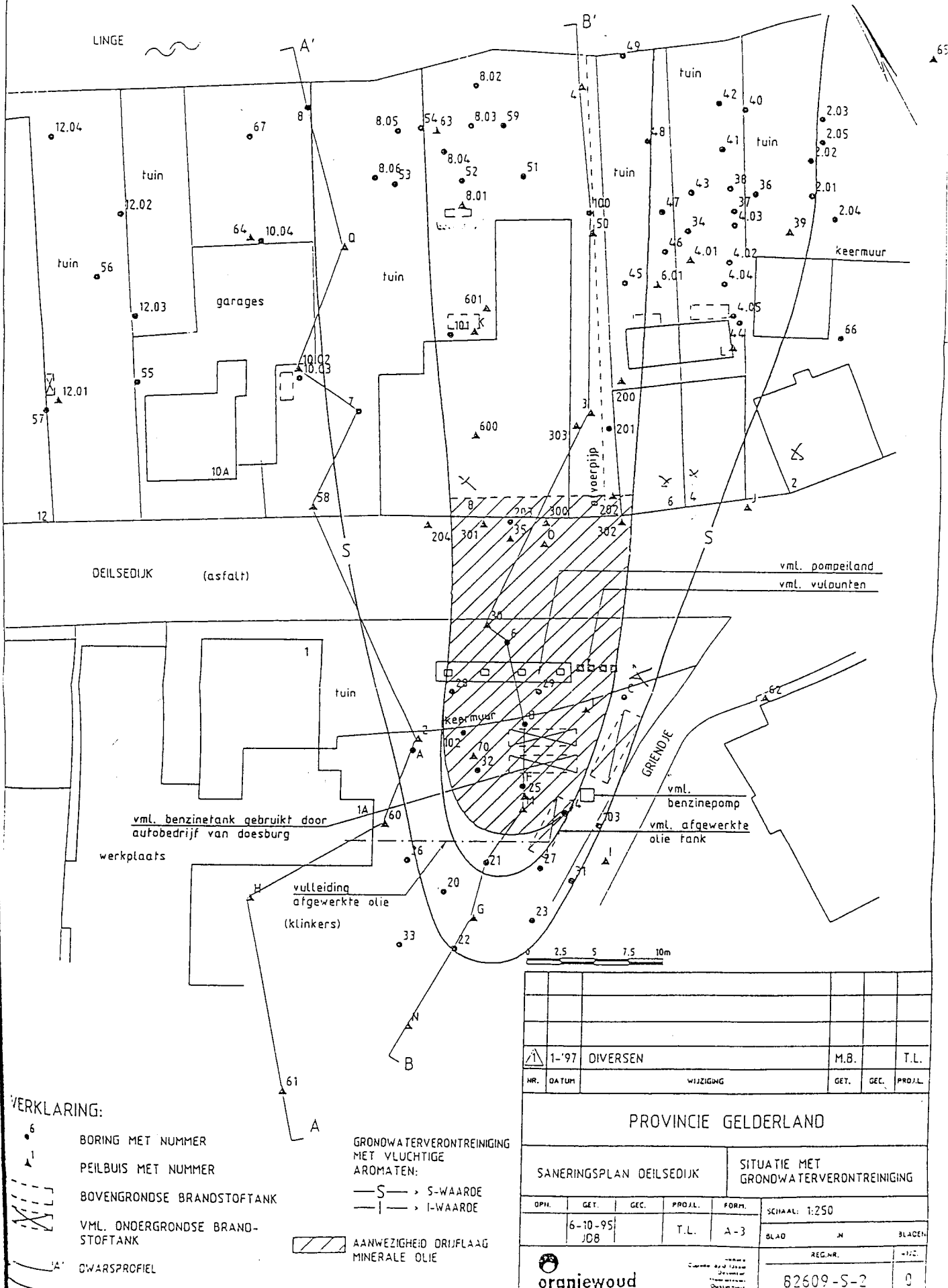
Slechts tijdens werkzaamheden met de verontreinigde grond, zoals het overladen van de grond in vrachtauto's, komen direct aan de rand van de saneringslocatie sterk verhoogde concentraties benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen voor, wat samenvalt met stankhinder.

Met de draagbare gaschromatograaf kunnen variaties in de concentraties van de vluchtige verontreinigingen in de lucht goed worden waargenomen. Er bestaat nog geen overeenstemming over de grenswaarden waaraan de gemeten concentraties getoetst zouden moeten worden, met name voor situaties waarin blootstelling aan combinaties van verbindingen plaatsvindt.

Wanneer grenswaarden zijn vastgesteld, kan met mobiele meetapparatuur zoals in dit onderzoek is gebruikt, een goede locatie-bewaking plaatsvinden. Bij overschrijding van grenswaarden kan direct actie worden ondernomen om de emissie te verminderen. Een belangrijke randvoorwaarde hiervoor is een goed contact en overleg met de aannemer van de sanering.

Metingen met de draagbare gaschromatograaf zouden beperkt kunnen worden tot de dagen waarop de vervuilde grond wordt afgegraven en afgevoerd en/of aan een verontreinigde drijflaag wordt gewerkt. Aanvullende metingen met adsorptiebadges over de gehele saneringsperiode kunnen vervolgens een beeld geven van de termijngemiddelde blootstelling.

Bijlage 1



VERKLARING:

- BORING MET NUMMER
- PEILBUIS MET NUMMER
- BOVENGRONDSE BRANDSTOFTANK
- VML. ONDERGRONDSE BRANDSTOFTANK
- GWAARSPROFIEL
- GRONDWATERVERONTREINIGING MET VLUCHTIGE AROMATEN:
- S —> S-WAARDE
- I —> I-WAARDE
- AANWEZIGHEID OORJLAAG MINERALE OLIE

1	1-97	DIVERSEN	M.B.	T.L.	
NR.	DATUM	WIJZIGING	GET.	GE.C.	PROJ.L.

PROVINCIE GELDERLAND

SANERINGSPLAN DEILSEDIJK

SITUATIE MET GRONDWATERVERONTREINIGING

OPH.	GET.	GE.C.	PROJ.L.	FORM.	SCHAAL: 1:250
	6-10-95		T.L.	A-3	
JOB					BLAD N
					BLADEN
					REG.NR.
					82609-S-2
					0

Bijlage 2

BIJLAGE 2													
MEETPUNT B, 13 oktober 1997, DEIL													
10:19 u tot 14:50 u													
Tijdstip meting	benzeen C (ppb)	C/TCL	voortschr. uurgemidd.	tolueen C (ppb)	C/TCL	voortschr. uurgemidd.	eth.benz. C (ppb)	C/TCL	voortschr. uurgemidd.	xyleen C (ppb)	C/TCL	voortschr. uurgemidd.	som C/TCL
10:19	7.231	0.72		59.250	0.21		26.21	1.46		5.468	0.46		2.85
10:34	8.664	0.87		118.700	0.42		48.15	2.69		8.77	0.73		4.70
10:44	59.56	5.96		703.900	2.46		168.5	9.41		27.97	2.33		20.16
10:54	6.403	0.64		80.310	0.28		25.92	1.45		3.793	0.32		2.69
11:04	3.335	0.33		45.720	0.16		19.91	1.11		3.365	0.28		1.89
11:14	1.873	0.19	15	17.310	0.06	171	10.58	0.59	50	0	0.00	8	0.84
11:24	2.124	0.21	14	20.400	0.07	164	12.68	0.71	48	0	0.00	7	0.99
11:34	1.642	0.16	12	36.130	0.13	151	19.16	1.07	43	2.67	0.22	6	1.58
11:44	25.27	2.53	7	458.800	1.60	110	168.3	9.40	43	26.52	2.21	6	15.74
11:54	11.21	1.12	8	144.000	0.50	120	74.58	4.17	51	11.25	0.94	7	6.73
12:04	24.46	2.45	11	471.800	1.65	191	138.5	7.74	71	19.83	1.65	10	13.49
12:14	15.89	1.59	13	384.500	1.34	253	123.5	6.90	89	15.67	1.31	13	11.14
12:24	3.586	0.36	14	53.460	0.19	258	24.42	1.36	91	3.131	0.26	13	2.17
12:34	11.66	1.17	15	161.300	0.56	279	91.941	5.14	104	12.75	1.06	15	7.93
12:44	1.674	0.17	11	20.890	0.07	206	10.66	0.60	77	0	0.00	10	0.84
12:54	1.264	0.13	10	17.600	0.06	185	10.58	0.59	67	0	0.00	9	0.78
13:04	1.148	0.11	6	17.710	0.06	109	10.06	0.56	45	0	0.00	5	0.74
13:20	0.055	0.01	3	16.680	0.06	48	7.785	0.43	26	0	0.00	3	0.50
13:30	4.131	0.41	3	49.630	0.17	47	24.72	1.38	26	2.586	0.22	3	2.18
13:40	7.108	0.71	3	198.300	0.69	53	53.1	2.97	19	5.229	0.44	1	4.81
13:50	0.766	0.08	2	21.560	0.08	54	10.08	0.56	19	0	0.00	1	0.72
14:00	5.061	0.51	3	56.640	0.20	60	28.68	1.60	22	3.705	0.31	2	2.62
14:10	1.461	0.15	3	30.920	0.11	62	16.71	0.93	24	2.269	0.19	2	1.38
14:20	41	4.10	10	762.400	2.67	187	217	12.12	58	23.27	1.94	6	20.83
14:30	6.412	0.64	10	93.160	0.33	194	37.82	2.11	61	3.668	0.31	6	3.39
14:40	1.573	0.16	9	31.010	0.11	166	16.72	0.93	55	0	0.00	5	1.20
14:50	2.404	0.24	10	26.630	0.09	167	13.6	0.76	55	0	0.00	5	1.09
				5TCL=1430			5TCL=89.5			5TCL=62			vet is >5

MEETPUNT loods, 13/14 oktober 1997, DEIL 13 okt. 15:22 u tot 14 okt. 07:32u														
Tijdstip meting	benzeen C (ppb)	C/TCL	voortschr. uurgemidd.	tolueen C (ppb)	C/TCL	voortschr. uurgemidd.	eth.benzeen C (ppb)	C/TCL	voortschr. uurgemidd.	voortschr. uurgemidd.	xyleen C (ppb)	C/TCL	voortschr. uurgemidd.	som C/TCL
15:22	0.678	0.07		22.34	0.08		15.13	0.85			0	0.00		0.99
15:32	0.895	0.09		23.26	0.08		15.06	0.84			0.485	0.04		1.05
15:42	0.571	0.06		18.85	0.07		11.48	0.64			0	0.00		0.76
15:52	0	0.00		16.76	0.06		9.413	0.53			0	0.00		0.58
16:02	1.314	0.13		28.56	0.10		17.49	0.98			1.964	0.16		1.37
16:12	1.058	0.11	1	23.62	0.08	22	14.12	0.79	14	0	0	0.00	0	0.98
16:22	0	0.00	1	9.941	0.03	20	6.006	0.34	12	0	0	0.00	0	0.37
16:32	0	0.00	0	10.26	0.04	18	5.468	0.31	11	0	0	0.00	0	0.34
16:42	0	0.00	0	8.53	0.03	16	5.365	0.30	10	0	0	0.00	0	0.33
16:52	0	0.00	0	9.986	0.03	15	5.562	0.31	9	0	0	0.00	0	0.35
17:02	0	0.00	0	7.399	0.03	12	4.162	0.23	7	0	0	0.00	0	0.26
17:12	0	0.00	0	6.415	0.02	9	4.005	0.22	5	0	0	0.00	0	0.25
17:22	0	0.00	0	8.055	0.03	8	4.94	0.28	5	0	0	0.00	0	0.30
17:32	0	0.00	0	7.51	0.03	8	4.145	0.23	5	0	0	0.00	0	0.26
17:42	0	0.00	0	6.225	0.02	8	3.515	0.20	4	0	0	0.00	0	0.22
17:52	0	0.00	0	9.4	0.03	8	6.398	0.36	5	0	0	0.00	0	0.39
18:02	0	0.00	0	9.99	0.03	8	4.7	0.26	5	0	0	0.00	0	0.30
18:12	0	0.00	0	9.397	0.03	8	4.588	0.26	5	0	0	0.00	0	0.29
18:22	0.942	0.09	0	12.55	0.04	9	7.119	0.40	5	0	0	0.00	0	0.54
18:32	0	0.00	0	11.35	0.04	10	7.897	0.44	6	0	0	0.00	0	0.48
18:42	0	0.00	0	9.116	0.03	10	4.437	0.25	6	0	0	0.00	0	0.28
18:52	0	0.00	0	10.56	0.04	10	7.905	0.44	6	0	0	0.00	0	0.48
19:02	2.557	0.26	1	20.43	0.07	12	9.39	0.52	7	0	0	0.00	0	0.85
19:12	0	0.00	1	7.033	0.02	12	3.938	0.22	7	0	0	0.00	0	0.24
19:22	0	0.00	0	4.405	0.02	10	0	0.00	6	0	0	0.00	0	0.02
19:32	0	0.00	0	6.408	0.02	10	3.362	0.19	5	0	0	0.00	0	0.21
19:42	0	0.00	0	12.48	0.04	10	4.841	0.27	5	0	0	0.00	0	0.31
19:52	3.027	0.30	1	10.14	0.04	10	9.406	0.53	5	0	0	0.00	0	0.86
20:02	0	0.00	1	6.268	0.02	8	2.702	0.15	4	0	0	0.00	0	0.17
20:12	2.393	0.24	1	0	0.00	7	6.181	0.35	4	0	0	0.00	0	0.58
20:22	0	0.00	1	7.618	0.03	7	3.449	0.19	5	0	0	0.00	0	0.22
20:32	0	0.00	1	9.213	0.03	8	3.969	0.22	5	0	0	0.00	0	0.25

20:42	0	0.00	1	8.606	0.03	7	4.361	0.24	5	0	0.00	0	0.27
20:52	2.086	0.21	1	0	0.00	5	5.55	0.31	4	0	0.00	0	0.52
21:02	0	0.00	1	11.37	0.04	6	4.885	0.27	5	0	0.00	0	0.31
21:12	0	0.00	0	6.839	0.02	7	3.062	0.17	4	0	0.00	0	0.19
21:22	0	0.00	0	8.989	0.03	8	3.887	0.22	4	0	0.00	0	0.25
21:32	0	0.00	0	11.58	0.04	8	4.966	0.28	4	0	0.00	0	0.32
21:42	0	0.00	0	6.176	0.02	7	0	0.00	4	0	0.00	0	0.02
21:52	0	0.00	0	11.38	0.04	9	4.747	0.27	4	0	0.00	0	0.30
22:02	2.591	0.26	0	16.92	0.06	10	7.44	0.42	4	0	0.00	0	0.73
22:12	0	0.00	0	9.708	0.03	11	3.734	0.21	4	0	0.00	0	0.24
22:22	0	0.00	0	6.648	0.02	10	3.904	0.22	4	0	0.00	0	0.24
22:32	2.825	0.28	1	15.45	0.05	11	5.971	0.33	4	0	0.00	0	0.67
22:42	0	0.00	1	7.641	0.03	11	3.306	0.18	5	0	0.00	0	0.21
22:52	0	0.00	1	11.41	0.04	11	4.662	0.26	5	0	0.00	0	0.30
23:02	1.007	0.10	1	11.2	0.04	10	4.32	0.24	4	0	0.00	0	0.38
23:12	0	0.00	1	6.817	0.02	10	2.638	0.15	4	0	0.00	0	0.17
23:22	0	0.00	1	6.324	0.02	10	2.868	0.16	4	0	0.00	0	0.18
23:32	0	0.00	0	12.92	0.05	9	5.348	0.30	4	0	0.00	0	0.34
23:42	0	0.00	0	7.752	0.03	9	4.158	0.23	4	0	0.00	0	0.26
23:52	2.53	0.25	1	16.04	0.06	10	7.198	0.40	4	0	0.00	0	0.71
0:02	1.417	0.14	1	10.74	0.04	10	4.81	0.27	5	0	0.00	0	0.45
0:12	0	0.00	1	6.431	0.02	10	0	0.00	4	0	0.00	0	0.02
0:22	0	0.00	1	4.051	0.01	10	0	0.00	4	0	0.00	0	0.01
0:32	0	0.00	1	5.578	0.02	8	2.488	0.14	3	0	0.00	0	0.16
0:42	0	0.00	1	4.179	0.01	8	0	0.00	2	0	0.00	0	0.01
0:52	0	0.00	0	3.104	0.01	6	0	0.00	1	0	0.00	0	0.01
1:02	0	0.00	0	7.494	0.03	5	3.339	0.19	1	0	0.00	0	0.21
1:12	0	0.00	0	4.762	0.02	5	0	0.00	1	0	0.00	0	0.02
1:22	0	0.00	0	3.916	0.01	5	0	0.00	1	0	0.00	0	0.01
1:32	0	0.00	0	3.129	0.01	4	0	0.00	1	0	0.00	0	0.01
1:42	0	0.00	0	5.915	0.02	5	0	0.00	1	0	0.00	0	0.02
1:52	0	0.00	0	2.988	0.01	5	0	0.00	1	0	0.00	0	0.01
2:02	0	0.00	0	3.101	0.01	4	0	0.00	0	0	0.00	0	0.01
2:12	0	0.00	0	3.485	0.01	4	0	0.00	0	0	0.00	0	0.01
2:22	0	0.00	0	3.901	0.01	4	0	0.00	0	0	0.00	0	0.01
2:32	0	0.00	0	2.286	0.01	4	0	0.00	0	0	0.00	0	0.01
2:42	0	0.00	0	4.025	0.01	3	0	0.00	0	0	0.00	0	0.01

2.52	0	0.00	0	3.919	0.01	3	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0	0.01
3.02	0	0.00	0	8.9	0.03	4	4.498	0.25	1	0	0.00	0	0.00	0	0.28
3.12	0	0.00	0	5.402	0.02	5	0	0.00	1	0	0.00	0	0.00	0	0.02
3.22	0	0.00	0	2.915	0.01	5	0	0.00	1	0	0.00	0	0.00	0	0.01
3.32	0	0.00	0	6.811	0.02	5	3.857	0.22	1	0	0.00	0	0.00	0	0.24
3.42	0	0.00	0	4.225	0.01	5	0	0.00	1	0	0.00	0	0.00	0	0.01
3.52	0	0.00	0	6.717	0.02	6	2.281	0.13	2	0	0.00	0	0.00	0	0.15
4.02	0	0.00	0	5.123	0.02	5	0	0.00	1	0	0.00	0	0.00	0	0.02
4.12	0	0.00	0	4.526	0.02	5	0	0.00	1	0	0.00	0	0.00	0	0.02
4.22	0	0.00	0	4.199	0.01	5	0	0.00	1	0	0.00	0	0.00	0	0.01
4.32	0	0.00	0	4.875	0.02	5	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0	0.02
4.42	0	0.00	0	5.664	0.02	5	2.573	0.14	1	0	0.00	0	0.00	0	0.16
4.52	0	0.00	0	3.86	0.01	5	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0	0.01
5.02	0	0.00	0	2.883	0.01	4	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0	0.01
5.12	0	0.00	0	4.261	0.01	4	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0	0.01
5.22	0	0.00	0	4.151	0.01	4	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0	0.01
5.32	0	0.00	0	8.787	0.03	5	3.709	0.21	1	0	0.00	0	0.00	0	0.24
5.42	0	0.00	0	7.169	0.03	5	3.133	0.18	1	0	0.00	0	0.00	0	0.20
5.52	0	0.00	0	5.282	0.02	5	0	0.00	1	0	0.00	0	0.00	0	0.02
6.02	0	0.00	0	4.189	0.01	6	0	0.00	1	0	0.00	0	0.00	0	0.01
6.12	0	0.00	0	4.93	0.02	6	2.539	0.14	2	0	0.00	0	0.00	0	0.16
6.22	0	0.00	0	5.013	0.02	6	0	0.00	2	0	0.00	0	0.00	0	0.02
6.32	0	0.00	0	5.133	0.02	5	2.787	0.16	1	0	0.00	0	0.00	0	0.17
6.42	0	0.00	0	2.732	0.01	5	0	0.00	1	0	0.00	0	0.00	0	0.01
6.52	0	0.00	0	4.816	0.02	4	0	0.00	1	0	0.00	0	0.00	0	0.02
7.02	0	0.00	0	2.783	0.01	4	0	0.00	1	0	0.00	0	0.00	0	0.01
7.12	0.362	0.04	0	13.74	0.05	6	5.834	0.33	1	0	0.00	0	0.00	0	0.41
7.22	2.402	0.24	0	22.89	0.08	9	10.85	0.61	3	0	0.00	0	0.00	0	0.93
7.32	0	0.00	0	10.08	0.04	10	3.864	0.22	3	0	0.00	0	0.00	0	0.25
	5TCL=50			5TCL=1430			5TCL=89,5			5TCL=62					vet is >5

BIJLAGE 2													
MEETPUNT A, 14 oktober 1997, DEIL													
14 okt 08:24 u tot 14:23 u													
Tijdstip meting	benzeen C (ppb)	C/TCL	voortschr. uurgemidd.	tolueen C (ppb)	C/TCL	voortschr. uurgemidd.	eth.benzeen C (ppb)	C/TCL	voortschr. uurgemidd.	xyleen C (ppb)	C/TCL	voortschr. uurgemidd.	som C/TCL
7:52	0	0.00		3.781	0.01		0	0.00		0	0.00		0.01
8:24	0	0.00		2.572	0.01		2.233	0.12		0	0.00		0.13
8:34	0	0.00		2.789	0.01		0	0.00		0	0.00		0.01
8:44	0	0.00		2.415	0.01		0	0.00		0	0.00		0.01
8:54	0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00		0.00
9:04	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00
9:14	0	0.00	0	0	0.00	1	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00
9:24	0	0.00	0	0	0.00	1	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00
9:34	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00
9:44	0	0.00	0	49.76	0.17	8	10.9	0.61	2	0	0.00	0	0.78
9:54	0	0.00	0	3.76	0.01	9	0	0.00	2	0	0.00	0	0.01
10:04	1.478	0.15	0	10.44	0.04	11	0	0.00	2	0	0.00	0	0.18
10:13	0	0.00	0	0	0.00	11	0	0.00	2	0	0.00	0	0.00
10:24	0	0.00	0	4.126	0.01	11	0	0.00	2	0	0.00	0	0.01
10:34	0	0.00	0	0	0.00	11	0	0.00	2	0	0.00	0	0.00
10:44	0	0.00	0	0	0.00	3	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00
10:53	0	0.00	0	2.124	0.01	3	0	0.00	0	0	0.00	0	0.01
11:03	0	0.00	0	5.73	0.02	2	0	0.00	0	0	0.00	0	0.02
11:13	0	0.00	0	3.592	0.01	3	0	0.00	0	0	0.00	0	0.01
11:23	0	0.00	0	3.713	0.01	3	0	0.00	0	0	0.00	0	0.01
11:33	59.91	5.99	10	142.2	0.50	26	16.72	0.93	3	0	0.00	0	7.42
11:43	0	0.00	10	16.94	0.06	29	2.474	0.14	3	0	0.00	0	0.20
11:53	0.233	0.02	10	9.807	0.03	30	3.197	0.18	4	0	0.00	0	0.24
12:03	0.157	0.02	10	0	0.00	29	3.088	0.17	4	0	0.00	0	0.19
12:13	0	0.00	10	3.461	0.01	29	0	0.00	4	0	0.00	0	0.01
12:23	0	0.00	10	5.93	0.02	30	0	0.00	4	0	0.00	0	0.02
12:33	1.432	0.14	0	5.887	0.02	7	0	0.00	1	0	0.00	0	0.16
12:43	0.218	0.02	0	9.224	0.03	6	3.51	0.20	2	0	0.00	0	0.25
12:53	0	0.00	0	2.293	0.01	4	0	0.00	1	0	0.00	0	0.01
13:03	0	0.00	0	0	0.00	4	0	0.00	1	0	0.00	0	0.00
13:13	0	0.00	0	2.206	0.01	4	0	0.00	1	0	0.00	0	0.01
13:23	0	0.00	0	6.351	0.02	4	0	0.00	1	0	0.00	0	0.02

13:33	0	0.00	0	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
13:43	2.318	0.23	0	26.92	0.09	6	7.196	0.40	0.00	1	0	0.00	0.73
13:53	3.178	0.32	1	37.05	0.13	12	13.8	0.77	0.00	3	0	0.00	1.22
14:03	0	0.00	1	4.021	0.01	13	0	0.00	0.00	3	0	0.00	0.01
14:13	9.248	0.92	2	267.3	0.93	57	7.801	0.44	0.00	5	0	0.00	2.30
	5TCL=50			5TCL=1430			5TCL=89,5				5TCL=62		vet is >5

Bijlage 3 Verzendlijst

1. dr.ir. J.F. van Kessel, Inspecteur Inspectie Milieuhygiëne Oost te Arnhem
2. drs. R. van Oostenbruggen, Inspectie Milieuhygiëne Oost te Arnhem
3. Ir. P.J. Verkerk, Hoofdinspectie Milieuhygiëne
4. dr. C.J.M. van den Bogaard, Hoofdinspectie Milieuhygiëne
5. drs. G.G.H. Coumans, Directeur GGD Rivierenland te Tiel
6. drs. N. van Brederode, GGD Rivierenland te Tiel
7. drs. D.H.J. van de Weerdt, GGD regio IJssel-Vecht te Zwolle
8. R. van Os, Gemeente Geldermalsen te Geldermalsen
9. B. Hof, Ingenieursbureau Oranjewoud, district Oost te Deventer
10. Depot Nederlandse Publikaties en Nederlandse Bibliografie
11. Directie RIVM
12. dr.ir. G. de Mik
13. dr. P. van Zoonen
14. dr. W.H. Könemann
15. J.Y. Wammes
16. dr. M.G. Mennen
- 17-20 Auteurs
21. SBD/Voorlichting & Public Relations
22. Bureau Rapportenregistratie
23. Bibliotheek RIVM
- 24-35 Bureau Rapportenbeheer
- 36-55 Reserve exemplaren