



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Meetresultaten MOD brand Moerdijk voor gebied tot 10 km

*Benedenwinds met uitzondering van het
bedrijventerrein*

Rapport 609022073/2011

M. Mennen | E. Schols | M.H. Broekman |
E.M. van Putten | M.Boshuis-Hilverdink



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Meetresultaten MOD brand Moerdijk voor gebied tot 10 km

Benedenwinds met uitzondering van het bedrijventerrein

Briefrapport 609022073/2011
M.Mennen et al.

Colofon

© RIVM 2011

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

Contact:

info@rivm.nl of (030) 274 91 11

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van BOT-MI, in het kader van brand Chemie-Pack Moerdijk. Het onderdeel over voedselveiligheid is uitgevoerd in opdracht van de nVWA.

Inhoudsopgave

1	Opzet onderzoek benedenwinds buiten het bedrijventerrein en in zone tot 10 km	4
2	Gezondheid in benedenwinds gebied tot 10 km	7
2.1	Stoffen in de lucht	7
2.1.1	Inleiding	7
2.1.2	Anorganische stoffen in de lucht	7
2.1.3	Aldehyden en ketonen in de lucht	8
2.1.4	Vluchtige Organische Componenten in de lucht	8
2.1.5	Dioxinen in de lucht	10
2.1.6	PAK's in de lucht	11
2.1.7	Zware metalen en andere elementen in de lucht	11
2.1.8	Samenvatting concentraties in de lucht	12
2.2	Stoffen in veegstof	13
2.2.1	Bemonstering veegstof	13
2.2.2	Dioxine in veegstof	13
2.2.3	PAK's in veegstof	13
2.2.4	Zware metalen en andere elementen in veegstof	14
2.2.5	Samenvatting analyses veegstof	15
2.3	Brokstukken	16
3	Gras en groenten in benedenwinds gebied tot 10 km	18
3.1	Verontreinigingen in gras	18
3.1.1	Dioxinegehalten in gras	18
3.1.2	PAK's in gras	18
3.1.3	Zware metalen en andere elementen in gras	19
3.1.4	Samenvatting analyses grasmonsters	23
3.2	Verontreinigingen in groenten	24
3.2.1	Dioxinen en PAK's in groenten	24
3.2.2	Dioxines in groenten	24
3.2.3	Zware metalen en andere elementen in groenten	24
3.2.4	Samenvatting analyses groentenmonsters	25

1 Opzet onderzoek benedenwinds buiten het bedrijventerrein en in zone tot 10 km

De Milieu Ongevallen Dienst (MOD) heeft de invloed van de brand bepaald door tijdens en op verschillende dagen na de brand monsters te nemen in het benedenwindse gebied. Ook zijn er ter vergelijking in gebied dat niet onder invloed van de brand heeft gestaan, monsters genomen.

In de uitwerking is onderscheid gemaakt tussen de zones bedrijventerrein, tot 10 km benedenwinds met uitzondering van het bedrijventerrein, van 10-60 km benedenwinds en het verder dan 60 km gelegen gebied. Dit meetrapport heeft betrekking op de zone benedenwinds tot 10 km (buiten het bedrijventerrein).

Het definiëren van een zone tot 10 km (zie kaartje) heeft de volgende onderbouwing:

1. Het grove stof en verbrandingsresten, die bij iedere brand vrijkomen, zullen met name in de eerste kilometers benedenwinds terecht komen. Dat betekent dat in dit gebied de hoogste depositie aan schadelijke stoffen wordt verwacht. Hiervoor is een afstand van 10 km aangehouden.
2. De zijdelingse begrenzing is vastgesteld op basis van de windrichting tijdens de brand. De belangrijkste windrichting bij aanvang van en de eerste uren van de brand was zuid-zuidoost. Ten tijde van de brand is de windrichting verschoven naar zuidwestelijk.

De monsters zijn geanalyseerd en de resultaten zijn vergeleken met normen en met analyseresultaten van monsters die bovenwinds van de brand genomen zijn, dat wil zeggen op plaatsen waar de rookpluimen niet over heen zijn gegaan (achtergrondmonsters). De focus van de bemonstering tijdens de brand was op de concentraties in de lucht en op stof dat in de omgeving neerkwam. De bemonsterde locaties benedenwinds zijn in de avond en nacht van 5 op 6 januari (tijdens de brand) dusdanig gekozen dat de locaties onder de rook van de pluim lagen. Er is door de meetploeg telkens gezocht waar de pluim geroken kon worden en daar is een meetpunt opgezet. De meetpunten lagen op leefniveau waar rook waarneembaar was. Het grootste deel van de pluim is overigens over de meetpunten heen gegaan als gevolg van de pluimstijging. De meetpunten zijn en blijven representatief voor de blootstelling van een persoon die in het effectgebied in de buurt van een meetpunt heeft gestaan. Omdat de meeste bemonsterde locaties benedenwinds liggen bij de meest voorgekomen windrichting tijdens de brand, mag worden aangenomen dat deze locaties de maximale belasting kennen ten opzichte van andere locaties op vergelijkbare afstand.

In de dagen na de brand was de focus gericht op stof dat was neergeslagen (gedeponeerd) op gras en groenten. De bemonsterde locaties in het effectgebied zijn gekozen aan de hand van klachten van mensen en berekeningen van de verspreiding van de pluim.

Een overzicht van alle metingen is gegeven in Tabel 1, Tabel 2 en in Figuur 1.

Tabel 1 Overzicht van bemonsterde locaties

Meetlocatie ¹⁾	Afstand tot brandhaard (km)	Tijd van bemonstering	Type monster	Geanalyseerd op
Bovenwinds in agrarisch gebied (3 locaties)	-10	8 januari 17 januari	Gras	Dioxines, PAK's, zware metalen en elementen Zware metalen en elementen
Bovenwinds op industrieterrein (1 locatie: B1)	-0,25	5 januari, 02:00 – 04:00	Lucht Gras Veeg	VOC's, aldehyden, dioxines, PAK's, zware metalen en elementen ²⁾ Dioxines, PAK's Dioxines, PAK's
Strijensas (2 locaties: S1, S2)	3,5	5 januari, 20:00	Gras Veeg	Dioxines, PAK's, zware metalen en elementen Idem
		6 januari, 15 uur	Gras Veeg	Dioxines, PAK's, zware metalen en elementen Idem
Meeuwenoordseweg (8 locaties: MW1 t/m MW8)	5	5 januari, 00:00 – 03:00	Lucht Gras Veeg	VOC's, aldehyden, dioxines, PAK's, zware metalen en elementen ²⁾ Dioxines, PAK's, zware metalen en elementen PAK's, zware metalen en elementen
		6 januari, 14 uur	Gras Veeg	Dioxines, PAK's, zware metalen en elementen Idem
		17 januari, 12- 14 uur	Gras	Zware metalen en elementen
Mookhoek (2 locaties: MK1 en MK2)	7	5 januari 20:00 – 23:00	Lucht Gras Veeg	VOC's, aldehyden, dioxines, PAK's, zware metalen en elementen ²⁾ Dioxines, PAK's, zware metalen en elementen PAK's, zware metalen en elementen
		6 januari, 14 uur	Gras Veeg	Dioxines, PAK's, zware metalen en elementen Idem
Strijen (1 locatie: STR)	7	6 januari, 15 uur	Gras Veeg	Dioxines, PAK's, zware metalen en elementen Idem
's-Gravendeel (2 locaties: G1 en G2)	10	5 januari 21:00 – 24:00	Lucht Gras Veeg	VOC's, aldehyden, dioxines, PAK's, zware metalen en elementen ²⁾ Dioxines, PAK's, zware metalen en elementen PAK's, zware metalen en elementen
		6 januari, 17 uur	Gras Veeg	Dioxines, PAK's, zware metalen en elementen Idem
Maasdam (1 locatie: MD)	10	6 januari, 17 uur	Gras Veeg	Dioxines, PAK's, zware metalen en elementen Idem
Westmaas (1 locatie: WM)	12 ³⁾	6 januari, 16 uur	Gras Veeg	Dioxines, PAK's, zware metalen en elementen Idem

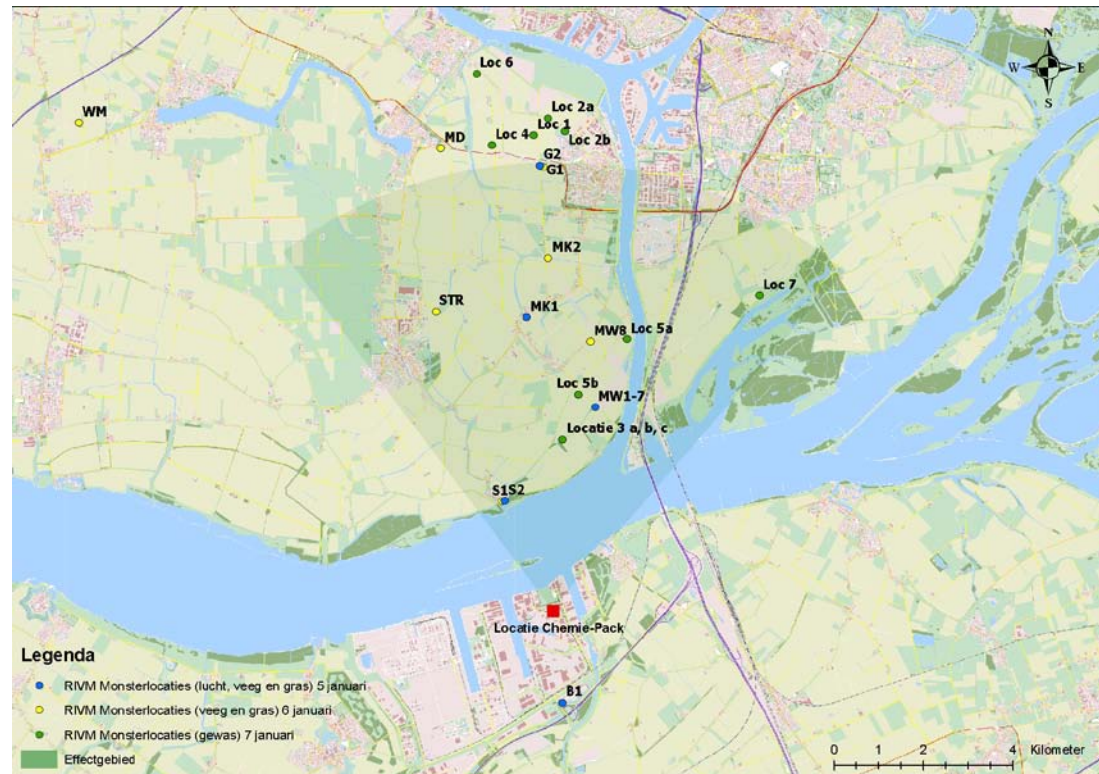
¹⁾ De codes corresponderen met de locaties, weergegeven in Figuur 1. De drie bovenwindse meetlocaties op 10 km zuidwestelijk van de brand liggen vlak bij elkaar en vallen buiten het gebied van Figuur 1.

²⁾ Concentraties dioxines, niet-vluchtige PAK's, zware metalen en elementen zijn bepaald door bemonstering van stofdeeltjes (zogenaamd totaal stof ofwel Total Suspended Particulate) in de lucht, gevolgd door analyse van dit stof. Totaal stof is de verzamelnaam van fijn (inhaleerbaar) stof en grof stof. De met de gebruikte methode bemonsterde stofdeeltjes hebben een aërodynamische diameter tot ongeveer 75 µm.

³⁾ Strikt genomen ligt deze bemonsterde locatie buiten het gebied van 10 km. Om de praktische reden dat dit monster deel uitmaakt van dezelfde meetserie als andere monsters in deze tabel is het monster wel in deze rapportage meegenomen.

Tabel 2 Bemonsterde groenten per locatie van Figuur 1

Locatie	product
1	Spruiten
2	Spruiten
3	Spruiten, boerenkool, savooiekool
4	Spruiten
5	Spruiten (2x)
6	Spruiten
7	Spruiten



Figuur 1 Locaties van bemonstering in gebied tot 10 km benedenwinds: de bovenwindse meetlocaties op 10 km zuidwestelijk van de brand vallen buiten het gebied in deze figuur.

In dit verslag zijn de resultaten beschreven van het onderzoek van de MOD. De bemonstering is gedaan door de MOD, de analyses zijn verricht door het Rikilt (alle dioxine analyses), TNO (alle PAK-analyses) en het RIVM (alle andere analyses).

2 Gezondheid in benedenwinds gebied tot 10 km

2.1 Stoffen in de lucht

2.1.1 *Inleiding*

Voor de beoordeling van mogelijke gevolgen voor de gezondheid van mensen bij eenmalige blootstelling aan gevaarlijke stoffen die bij calamiteiten zijn vrijgekomen zijn interventiewaarden Gevaarlijke Stoffen afgeleid voor 314 stoffen. Bij de afleiding wordt rekening gehouden met de meest gevoelige personen, inclusief kinderen en zwangeren. Voor deze stoffen zijn drie interventiewaarden afgeleid: de voorlichtingsrichtwaarde, de alarmeringsgrenswaarde en de levensbedreigende waarde. Deze zijn als volgt gedefinieerd:

Voorlichtingsrichtwaarde - VRW

De concentratie van een stof die met grote waarschijnlijkheid door het merendeel van de blootgestelde bevolking hinderlijk wordt waargenomen of waarboven lichte, reversibele (omkeerbare) gezondheidseffecten mogelijk zijn bij een blootstelling van één uur.

Alarmeringsgrenswaarde - AGW

De concentratie van een stof waarboven irreversibele of andere ernstige gezondheidsschade kan optreden door directe toxische effecten bij een blootstelling van één uur.

Levensbedreigende waarde - LBW

De concentratie van een stof waarboven mogelijk sterfte of een levensbedreigende aandoening door toxische effecten kan optreden binnen enkele dagen na een blootstelling van één uur.

De interventiewaarden zijn afgeleid voor een blootstellingsduur van 1 uur; de duur van de brand in Moerdijk, en dus de duur van blootstelling, was aanzienlijk langer, circa 8 tot 10 uur. Voor toepassing van de interventiewaarden bij een blootstellingsduur van circa 8 tot 10 uur worden de 1-uurs interventiewaarden standaard met een factor 10 verlaagd.

Voor die stoffen waarvoor geen Nederlandse interventiewaarden zijn afgeleid, is voor de risicobeoordeling gebruik gemaakt van Amerikaanse Acute Exposure Guideline Levels (AEGL-waarden), welke voor eenzelfde doel worden afgeleid. AEGL-1 waarden zijn vergelijkbaar met de VRW en AEGL-2 waarden met de AGW en hier omgerekend naar blootstellingen voor een periode van 8 uur. Bij de afleiding van AEGL-waarden wordt, voor stoffen met een carcinogene potentie, ook een berekening gemaakt van de risico's op carcinogene effecten bij een eenmalige blootstelling. Hiervan is gebruik gemaakt voor de berekening van de risico's op tumorvorming voor stoffen met een carcinogene potentie. Voor dioxinen, PAK's en zware metalen zijn geen Nederlandse interventiewaarden of vergelijkbare waarden afgeleid; de risico's voor de gezondheid voor deze groepen van stoffen zijn in de risicobeoordeling op andere wijze geëvalueerd.

2.1.2 *Anorganische stoffen in de lucht*

De concentraties van anorganische stoffen in de lucht heeft de Milieu Ongevallen Dienst niet zelf gemeten. Meetploegen van de brandweer hebben in het benedenwindse gebied metingen uitgevoerd voor anorganische stoffen. Zij hebben met meetbuisjes indicatief de concentraties van stoffen zoals koolmonoxide (CO), stikstofoxiden (NO_x), zwaveldioxide (SO₂) en chloor gemeten. Dit zijn stoffen die vooral een acuut effect hebben. Volgens de beschikbare gegevens werden van geen van deze stoffen meetbare concentraties aangetroffen boven het detectieniveau van enkele ppm. Dit betekent dat de concentraties CO, NO_x en SO₂ niet boven het niveau van de interventiewaarde (VRW of AGW) liggen. De MOD heeft zich

vervolgens gericht op andere stoffen en vooral op stoffen die niet door de brandweer kunnen worden gemeten en op een lager niveau eventueel gezondheidsproblemen kunnen veroorzaken.

2.1.3 Aldehyden en ketonen in de lucht

De concentraties van aldehyden en ketonen in de lucht zijn bepaald door bemonstering met hiervoor bestemde DNPH cartridges en analyses op de GC-MS. De analyseresultaten zijn gegeven in Tabel 3. Te zien is dat alleen de formaldehydeconcentratie op de Meeuwenoordseweg boven de bepalingsgrens ligt. De gemeten concentraties benedenwinds van de brand zijn niet hoger dan de lokale achtergrondwaarde in het bovenwindse gebied. De VRW en AGW omgerekend voor een 8-uurs blootstelling zijn respectievelijk 100 en 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De gemeten formaldehydeconcentratie op de Meeuwenoordseweg ligt ruim onder deze waarden.

Formaldehyde is een stof met een carcinogene potentie. Bij de afleiding van de AEGL-waarden is voor formaldehyde een carcinogeniteitsrisico van $1,0 \cdot 10^{-4}$ berekend voor een eenmalige blootstelling aan 103.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gedurende 8 uur.

Tabel 3 Gemeten concentraties aldehyden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Meetpunt	Meeuwenoordseweg	Mookhoek	's-Gravendeel	Bovenwinds industrieel terrein
Monstername	5/6 januari 23:00 – 02:30	5 januari 20:45 – 23:20	5 januari 21:30 – 00:30	6 januari 02:00 – 04:00
Formaldehyde	0,05	< 0,02	< 0,02	0,06
Aceetaldehyde	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Aceton	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Propionaldehyde	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Acroleïne	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Butyraldehyde	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02

2.1.4 Vluchtige Organische Componenten in de lucht

De concentraties van vluchtige organische componenten ofwel VOC zijn met verschillende meettechnieken gedaan. Voorbeelden van deze stoffen zijn benzeen, toluen, ortho- meta- en para-xylenen, ethylbenzeen, 4-ethyl-toluën en hexaan. De toegepaste meettechnieken vullen elkaar aan. Er zijn momentane luchtmonsters genomen in tedlarbag en tijdgemiddelde (2 tot 3 uur) luchtmonsters met canisters en koolbuizen. Al deze monsters zijn geanalyseerd met GC-MS.

In Tabel 4 zijn de resultaten gegeven van de gemeten VOC's die met koolbuizen bemonsterd zijn. De gemeten concentraties op de benedenwinds gelegen locaties zijn in het algemeen niet verhoogd ten opzichte van die op de bovenwindse locatie. Dit resultaat is consistent met de analyses van de monsters genomen met de tedlarbags en canisters, welke verder niet vermeld zijn. De VOC-metingen met de koolbuis zijn nauwkeuriger en daarom hier als enige vermeld.

Voor die stoffen waarvoor concentraties gemeten zijn boven de bepalinglimiet zijn de VRW en AGW in Tabel 5 weergegeven; voor de stoffen waarvoor geen Nederlandse interventiewaarden zijn afgeleid zijn, voor zover mogelijk, de 8-uurs AEGL-1 en AEGL-2 waarden vermeld. Voor deze stoffen geldt dat de gemeten waarden ruim lager zijn dan de Nederlandse interventiewaarden of AEGL-waarden.

Voor de stoffen waarvoor noch Nederlandse interventiewaarden noch AEGL-waarden zijn afgeleid zijn de gemeten concentraties benedenwinds niet hoger dan die op de bovenwindse locatie, met uitzondering van 3-methylhexaan. De gemeten concentratie van deze stof is iets hoger dan de bepalinglimiet en is ruim lager dan de interventiewaarden voor stoffen met een vergelijkbare moleculaire structuurformule.

Benzeen is een stof met een carcinogene potentie. Bij de afleiding van de AEGL-waarden is voor benzeen een carcinogeniteitsrisico van $1,0 \cdot 10^{-4}$ berekend voor een eenmalige blootstelling aan 20.000 – 65.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gedurende 8 uur.

Tabel 4 Gemeten concentraties vluchtige organische stoffen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), bemonstering 2 à 3 uur

Omschrijving	Meetpunt Mookhoek	Meetpunt s Gravendeel	Meetpunt Meeuwenoordseweg	Gemeten bovenwinds 5 januari
Eenheid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
Monstername	5 januari 20:45 – 23:20	5 januari 21:30 – 00:30	5/6 januari 23:00 – 02:30	6 januari 02:00 – 04:00
<i>aromaten</i>				
benzeen	11	< 10	< 10	< 10
tolueen	109	24	22	103
ethylbenzeen	23	< 10	< 10	27
p,m-xyleen	70	21	18	95
o-xyleen	26	< 10	< 10	29
styreen	< 10	< 10	< 10	< 10
iso-propylbenzeen	< 10	< 10	< 10	< 10
n-propylbenzeen	< 10	< 10	< 10	22
3-ethyltolueen	17	< 10	< 10	65
4-ethyltolueen	< 10	< 10	< 10	32
1,3,5-trimethylbenzeen	< 10	< 10	< 10	28
2-ethyltolueen	< 10	< 10	< 10	22
1,2,4-trimethylbenzeen	25	< 10	< 10	84
1,2,3-trimethylbenzeen	< 10	< 10	< 10	12
naftaleen	< 10	< 10	< 10	< 10
<i>alkanen</i>				
n-hexaan	16	< 10	< 10	< 10
n-heptaan	< 10	< 10	< 10	< 10
n-oktaan	< 10	< 10	< 10	< 10
n-nonaan	< 10	< 10	< 10	< 10
n-decaan	< 10	< 10	< 10	< 10
n-undecaan	< 10	< 10	< 10	< 10
n-dodecaan	< 10	< 10	< 10	< 10
n-tridecaan	< 10	< 10	< 10	< 10
n-tetradecaan	< 10	< 10	< 10	< 10
cyclohexaan	< 10	< 10	< 10	< 10
2-methylhexaan	< 10	< 10	< 10	< 10
3-methylhexaan	11	< 10	< 10	< 10
2,2,4-trimethylpentaan	15	< 10	< 10	< 10
methylcyclohexaan	< 10	< 10	< 10	< 10
2-methylheptaan	< 10	< 10	< 10	< 10
3-methylheptaan	< 10	< 10	< 10	< 10
methylcyclopentaan	< 10	< 10	< 10	< 10
<i>chloorkoolwaterstoffen</i>				
1,1,1-trichloorethaan	< 10	< 10	< 10	< 10
1,2-dichloorethaan	< 10	< 10	< 10	< 10
tetrachloormethaan	< 10	< 10	< 10	< 10
trichlooretheen	< 10	< 10	< 10	< 10
tetrachlooretheen	< 10	< 10	< 10	12
<i>diversen</i>				
iso-butylacetaat	< 20	< 20	< 20	< 20
n-butylacetaat	< 20	< 20	< 20	< 20
methylisobutylketon	< 20	< 20	< 20	< 20

Tabel 5 Interventiewaarden voor de stoffen uit tabel 3 waarvoor concentraties zijn gemeten boven de bepalingsgrens. De VRW en AGW zijn omgerekend naar een 8-uurs blootstelling

Stof	VRW	AGW	AEGL-1 (8 uur)	AEGL-2 (8 uur)
Eenheid	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
aromaten				
benzeen	10.000	50.000		
tolueen	10.000	100.000		
ethylbenzeen	--	--	150.000	2.600.000
p,m-xyleen	10.000	100.000		
o-xyleen	10.000	100.000		
n-propylbenzeen	--	--	--	--
3-ethyltolueen	--	--	--	--
4-ethyltolueen	--	--	--	--
1,3,5-trimethylbenzeen	--	--	230.000	750.000
2-ethyltolueen	--	--	--	--
1,2,4-trimethylbenzeen	--	--	230.000	750.000
1,2,3-trimethylbenzeen	--	--	230.000	750.000
alkanen				
n-hexaan	50.000	395.000		
3-methylhexaan	--	--	--	--
2,2,4-trimethylpentaan	50.000	380.000		
chloorkoolwaterstoffen				
tetrachlooretheen	50.000	100.000		

2.1.5 Dioxinen in de lucht

Dioxinen in de lucht komen voor als component in luchtstof. De concentraties dioxinen zijn bepaald door luchtstof (TSP; zie Tabel 1) te bemonsteren op filters en hierop de hoeveelheid dioxinen te bepalen. In Tabel 6 zijn de resultaten van de luchtmonsters weergegeven. Te zien is dat de bovenwinds gemeten dioxineconcentratie in de lucht niet boven de detectiegrens ligt. In de benedenwindse zone zijn de gemeten dioxine-concentraties in de lucht op 5 km (Meeuwenoordseweg) en 10 km ('s-Gravendeel) van de brandhaard verhoogd ten opzichte van de bovenwinds gemeten concentratie. Voor de locatie op circa 7 km (Mookhoek) is dat niet het geval.

Het algemene beeld van de luchtconcentraties is, dat in de periode van de metingen tijdens de brand er verhoogde dioxine concentraties in de lucht zijn waargenomen in de zone tot circa 10 km benedenwinds.

Tabel 6 Luchtconcentratie van stofgebonden dioxinen opgegeven in picogram TEQ per kubieke meter ($\text{pg TEQ}/\text{m}^3$)

Meetpunt	Meeuwenoordseweg	Mookhoek	's-Gravendeel	Bovenwinds industriële terrein
Monsternamen	5/6 januari 23:00 – 02:30	5 januari 20:45 – 23:20	5 januari 21:30 – 00:30	6 januari 02:00 – 04:00
Dioxine- concentratie ($\text{pg TEQ} / \text{m}^3$)	0,6	< 0,15	0,2	< 0,15

2.1.6 PAK's in de lucht

PAK's in de lucht komen net als dioxinen voor als component in luchtstof en er zijn vluchtige PAK's. De stofgebonden PAK's zijn bepaald door luchtstof (TSP; zie Tabel 1) te bemonsteren op filters en hierop de hoeveelheid PAK's te bepalen. De vluchtige PAK's zijn bepaald door deze aan te zuigen over een speciaal filter (PUFF) en hierop de hoeveelheid PAK's te bepalen.

PAK's is de verzamelnaam voor een grote groep gelijkende stoffen. De analyse en de interpretatie richt zich op de 16 specifieke PAK's, de zogenaamde EPA PAK's¹. In Tabel 7 zijn de concentraties van benzo(a)pyreen, een carcinogene PAK, en de totaalsom van de 16 EPA PAK's gegeven.

Voor benzo(a)pyreen is er een gradiënt te zien die door de brand veroorzaakt zou kunnen zijn: de bovenwinds gemeten concentratie is het laagste en de benedenwinds gemeten concentratie nemen af met toenemende afstand tot de brand. Voor de concentraties totaal PAK's (somwaarde van de 16 EPA PAK's) is de concentratie bovenwinds groter dan de concentratie benedenwinds. Dit blijkt vooral te zijn veroorzaakt door een hoge concentratie naftaleen op de bovenwindse locatie.

Tabel 7 Luchtconcentratie van gasvormige en stofgebonden PAK opgegeven in nanogram per kubieke meter (ng/m³)

Meetpunt	Meeuwenoordse weg	Mookhoek	's-Gravendeel	Bovenwinds industrieel terrein
Monsternamen	5/6 januari 23:00 – 02:30	5 januari 20:45 – 23:20	5 januari 21:30 – 00:30	6 januari 02:00 – 04:00
Benzo(a)pyreen	10	1,2	0,5	0,3
16 EPA PAK's	93	8,9	120	835

2.1.7 Zware metalen en andere elementen in de lucht

Zware metalen in de lucht komen voor als component in luchtstof. De concentraties zware metalen en ook van een aantal andere elementen zijn bepaald door luchtstof (TSP; zie Tabel 1) te bemonsteren op filters en hierop de concentratie zware metalen en elementen te screenen. In Tabel 8 zijn de luchtconcentraties van stofgebonden zware metalen en elementen gegeven. In de tabel zijn naast de meetresultaten ook de beschikbare normen vermeld. In verband met het ontbreken van interventiewaarden voor zware metalen zijn de gemeten concentraties vergeleken met beschikbare TCL waarden. De meetresultaten zijn het resultaat van tijdgemiddelde metingen over een periode van 2 tot 3 uur in de avond en nacht van 5 op 6 januari.

Uit de meetwaarden blijkt:

- Alleen voor nikkel liggen de concentraties zowel op het bovenwindse meetpunt als op de benedenwindse meetpunten, boven de norm (TCL), die voor levenslange blootstelling geldt.
- Mangaan is in geen van de monsters aangetoond boven de detectielimiet. De detectielimiet ligt iets boven de norm. Feitelijk is geen goede toetsing aan de norm mogelijk. De norm geldt voor levenslange blootstelling en de blootstelling aan mangaan tijdens de brand zal ten hoogste een paar uur verhoogd zijn geweest.
- Vergeleken met de bovenwindse meting zijn de concentraties van chloor en ijzer licht verhoogd. Voor chloor is er geen norm, voor ijzer liggen de concentraties een factor 2500 beneden de norm.

¹ Deze PAK's zijn door de EPA (Environmental Protection Agency, een Amerikaanse overheidsinstantie voor beleid, toezicht en handhaving op milieugebied) geselecteerd als indicator voor alle PAK's

Tabel 8 Luchtconcentratie van elementen gemeten op 5 januari en de nacht naar 6 januari, in microgram per kubieke meter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Element	Bovenwinds, industrieterrein	Meeuwenoordseweg	Mookhoek	's-Gravendeel	TCL ^{a)}
Bemonstering	6 januari 01:53-03:57	5 en 6 januari 23:01-02:38	5 januari 20:49-23:22	5 en 6 januari 21:23-00:32	
Al	1,1	0,6	0,4	0,4	50
As	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1,0
Ba	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1,0
Br	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Ca	8,7	4,6	6,7	5,5	10000
Cd	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,3
Cl	0,6	3,5	0,9	0,5	
Co	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Cr	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	60
Cu	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1,0
Fe	0,9	2,4	1,2	0,7	5000
Hg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
K	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	2000
Mg	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Mn	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,15
Ni	1,3	0,7	0,9	0,8	0,05
P	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Pb	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	0,5
S	0,5	0,7	< 0,2	0,3	
Sb	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	3,2
Sn	< 0,2	0,2	0,3	< 0,2	2000
Sr	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	
Ti	< 0,2	< 0,2	0,3	< 0,2	
V	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	1,0
Zn	< 0,2	0,2	< 0,2	< 0,2	18

^{a)} Toegestane Concentratie in Lucht (TCL) is vastgesteld door het RIVM. Dit zijn levenslange inhalatoire blootstellingsgrenswaarden.

2.1.8 Samenvatting concentraties in de lucht

Samengevat kan worden geconcludeerd dat in de benedenwindse zone tot 10 km van de brand geen verhoogde concentraties vluchtige organische componenten, aldehyden, ketonen en totaal PAK's zijn gevonden ten opzichte van die op de bovenwindse locatie. Op twee locaties in de benedenwindse zone tot 10 km waren de concentraties ijzer, chloor en dioxinen verhoogd ten opzichte van de bovenwinds gemeten waarden. Ook de concentratie benzo(a)pyreen is verhoogd en er is een gradiënt te zien die mogelijk door de brand veroorzaakt zou kunnen zijn, dat wil zeggen dat de benedenwinds gemeten concentraties afnemen met toenemende afstand tot de brand.

2.2 Stoffen in veegstof

2.2.1 Bemonstering veegstof

In het benedenwindse gebied zijn veegmonsters genomen in de zone tot 10 km. Deze veegmonsters zijn genomen op horizontale oppervlakken van circa 30 cm bij 30 cm. Bij de bemonstering wordt het stof dat op die oppervlakken ligt, opgeveegd met een watje. De opgeveegde stoffen worden vervolgens geanalyseerd. Aanwezige roetdeeltjes op dit oppervlak worden in deze bemonstering en dus ook in de analyse meegenomen. Er zijn zowel boven- als benedenwinds van de brand veegmonsters genomen.

2.2.2 Dioxine in veegstof

De veegmonsters uit het benedenwindse effectgebied zijn geanalyseerd op dioxinen. Het bovenwindse monster is niet geanalyseerd op dioxinen. De analysewaarden zijn omgerekend naar een depositie, uitgedrukt in hoeveelheid per oppervlak. Deze waarden zijn gegeven in Tabel 9. De depositiewaarden zijn vergeleken met de achtergronddepositie (de normaal voorkomende depositie) van dioxinen in Nederland inclusief de spreiding daarin. De resultaten van de veegmonsters in deze zone geven aan dat de gehalten in deze veegmonsters rond de achtergrondwaarde voor dioxine in veegmonsters liggen. De gehalten zijn lager dan zoals gevonden bij andere branden. Dit wijst er op dat het gebied niet zwaar belast is geweest met dioxinen.

Tabel 9 Dioxineconcentraties in de veegmonsters (pg/m²) op 6 januari

Locatie	Afstand tot de brand (km)	Bemonstering	Dioxineconcentratie (pg/m ²)
Gemeten bovenwinds	-0,25	6 januari, 04 uur	Niet beschikbaar
Meeuwenoordseweg	5	6 januari, 14 uur	9
Strijensas	3,5	6 januari, 15 uur	8
Mookhoek	7	6 januari, 14 uur	6
Strijen	7	6 januari, 15 uur	11
's-Gravendeel	10	6 januari, 17 uur	8
Maasdam	10	6 januari, 17 uur	15
Westdam	12	6 januari, 16 uur	12
Achtergrond in Nederland ²			10 ¹⁾ (5 – 25)

¹⁾ Gegeven zijn de gemiddelde achtergronddepositie en, tussen haakjes, de bandbreedte van de achtergronddepositie in Nederland.

2.2.3 PAK's in veegstof

In Tabel 10 is een overzicht gegeven van de PAK depositie berekend op basis van de analyses van het verzamelde veegstof. In de tabel zijn de depositiewaarden van benzo(a)pyreen en van het totaal van de 16 EPA PAK vermeld, zowel voor de monsters die op 5 januari en op 6 januari zijn genomen.

De gemeten benzo(a)pyreen en PAK depositie in het gebied tot 10 km benedenwinds van de brand is niet verhoogd, met uitzondering van het meetpunt Mookhoek voor PAK's op 5 januari. De gevonden gehalten op de andere plaatsen en op meetpunt Mookhoek op 6 januari liggen binnen de normale spreiding van de achtergronddepositie in Nederland. Op 6 januari zijn de gehalten lager dan op 5 januari. Op de bovenwindse locatie is de depositie aan

² Mennen M.G. en van Belle N.J.C. (2007). Emissies van schadelijke stoffen bij branden. RIVM rapport nr 609021051. RIVM, Bilthoven.

benzo(a)pyreen hoger dan het achtergrondniveau. Vanzelfsprekend is dat niet veroorzaakt door de brand.

Tabel 10 PAK depositie uitgedrukt in nanogram per vierkante meter (ng/m²)

Meetlocatie	Afstand tot de brand	Benzo(a)pyreen		16 EPA PAK	
		5-1-2011	6-1-2011	5-1-2011	6-1-2011
	km	ng/m ²	ng/m ²	ng/m ²	ng/m ²
Gemeten bovenwinds	-0,25	497		9203	
Meeuwenoordseweg	5	< 25	<6	1888	800
Strijensas	3,5		44		1400
Mookhoek	7	< 25	<11	5407	950
Strijen	7		11		700
's-Gravendeel	10	< 25	13	714	900
Maasdam	10		21		1800
Westmaas	12		33		1700
<i>Achtergrond depositie Nederland</i>		100 (50-250) ¹⁾		3000 (1000-10.000) ¹⁾	

1) Gegeven zijn de gemiddelde achtergronddepositie en, tussen haakjes, de bandbreedte van de achtergronddepositie in Nederland.

2.2.4 Zware metalen en andere elementen in veegstof

De analyses van de op 5 januari genomen veegmonsters – hiertoe behoort ook het bovenwinds genomen monster – zijn ter plaatse verricht met een indicatieve methode (XRF screening). Deze analysewaarden zijn te onnauwkeurig om deposities te berekenen. Op grond van deze screening werden er geen verhoogde waarden van zware metalen en elementen geconstateerd.

De analyses van de op 6 januari genomen veegmonsters zijn verricht met ICP-MS. Deze techniek geeft wel voldoende nauwkeurige resultaten om deposities te berekenen.

In Tabel 11 zijn de berekende deposities aan zware metalen en andere elementen gegeven berekend op basis van de analyses in de veegstofmonsters genomen op 6 januari in het gebied tot 10 km. Ter vergelijking zijn ook de achtergronddeposities in Nederland gegeven, inclusief de bandbreedte (spreiding).

Op enkele locaties zijn verhoogde deposities waargenomen van enkele zware metalen en elementen. Deze waarden zijn in de tabel vet cursief aangegeven. De elementen ijzer, mangaan en calcium zijn verhoogd aangetroffen op de locaties Strijensas en 's-Gravendeel. Op de locatie Mookhoek is de depositie aan barium verhoogd, op de locatie Maasdam is de depositie aan zink verhoogd en op de locatie Westmaas is een verhoogde depositie aan chroom waargenomen. De verhogingen vormen geen consistent beeld.

Tabel 11 Depositie van elementen ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) op basis van de analyse van verzamelde veegstof op 6 januari in het gebied tot 10 km

	Meeuwen- oordseweg	Strijensas	Mook- hoek	Strijen	's-Graven- deel	Maasdam	West- maas	Achtergrond in Nederland ¹⁾
	5 km	3,5 km	7 km	7 km	10 km	10 km	12 km	
Al	177	1077	543	752	7214	1547	5269	3000 (1000 – 10.000)
As	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	2 (0,5 – 10)
Ba	73	27	1497	270	72	310	189	100 (30 – 300)
Ca	< 2000	2074	< 2000	< 2000	55878	< 2000	14922	10.000 (3000 – 25.000)
Cd	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	1	3 (0,5 – 10)
Co	1	< 1	< 1	< 1	5	2	9	5 (1 – 25)
Cr	5	13	< 6	< 6	40	39	355	15 (5 – 50)
Cu	5	20	7	16	35	81	79	40 (10 – 200)
Fe	1153	3240	1140	1511	16289	12478	13311	5000 (2000 – 15.000)
K	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	2539	< 1000	1487	1200 (500 – 5000)
Mg	< 500	< 500	< 500	< 500	5994	< 500	4226	2500 (500 – 10.000)
Mn	< 40	1969	< 40	77	623	220	359	120 (40 – 500)
Na	< 2000	< 2000	< 2000	< 2000	< 2000	< 2000	< 2000	-
Ni	< 5	11	7	< 5	19	29	20	8 (3 – 30)
P	< 500	< 500	< 500	< 500	2108	< 500	1025	-
Pb	34	36	13	7	35	106	45	100 (20 – 300)
Sb	1	2	3	< 1	2	10	6	2 (0,5 – 10))
Sr	< 10	18	18	< 10	154	< 10	194	80 (30 – 300)
V	< 2	7	2	5	17	11	18	10 (3 – 30)
Zn	502	251	56	< 40	225	2487	515	250 (50 – 1000)

¹⁾ Mennen en van Belle, 2007³. Gegeven zijn de gemiddelde achtergronddepositie en, tussen haakjes, de bandbreedte van de achtergronddepositie in Nederland.

2.2.5 Samenvatting analyses veegstof

De gehalten aan dioxinen, PAK's en zware metalen in de veegmonsters in de benedenwindse zone tot 10 km van de brand zijn niet tot licht verhoogd. Ze liggen binnen de normale spreiding van het achtergrondniveau. Op enkele locaties zijn verhoogde deposities waargenomen van enkele zware metalen en elementen. De elementen ijzer, mangaan en calcium zijn verhoogd aangetroffen op de locaties Strijensas en 's-Gravendeel, op de locatie Mookhoek is de depositie aan barium verhoogd, op de locatie Maasdam is de depositie aan zink verhoogd en op de locatie Westmaas is een verhoogde depositie aan chroom waargenomen. De verhogingen vormen geen consistent beeld.

³ Mennen M.G. en van Belle N.J.C. (2007). Emissies van schadelijke stoffen bij branden. RIVM rapport nr 609021051. RIVM, Bilthoven.

2.3 Brokstukken

Door de Milieudienst Zuid Holland-Zuid en het MOD-team zijn brokstukken in het benedenwindse gebied tot 8 km gevonden en verzameld. Deze brokstukken zijn wisselend van grootte, vorm en kleur (grijs tot zwart) en lijken visueel een wisselende samenstelling te hebben. De meeste stukjes zijn klein (1 tot enkele centimeters groot) en dun (flinters en bladders). De massa's van de afzonderlijke brokstukken liggen tussen 0,4 en 1,7 gram. Af en toe komen grotere brokstukken voor die meestal uit licht materiaal (isolatiemateriaal, glaswol) bestaan en niet zwaarder zijn dan 1,7 gram. Ter illustratie zijn enkele foto's van verschillende brokstukken opgenomen Figuur 2.

De brokstukken zijn verspreid aangetroffen over een relatief smal gebied dat loopt vanaf het Hollands Diep tot aan de Kooilandse dijk (in het effectgebied 8 km van de brand) en liggen meestal enkele meters uit elkaar. Op basis van visuele waarneming wordt geschat dat zich circa 3 stukjes op een gebied van 100 m² bevinden. Uitgaande van een worst case schatting van 1,7 gram per stuk brokstuk betekent dit een belasting van circa 50 mg brandrest per m².



Figuur 2 Foto's van aangetroffen verbrandingsresten in het gebied tot 10 km

Door het RIVM is onderzocht of de brokstukken nog (semi) vluchtige stoffen bevatten. Hiertoe is een deel van een brokstuk geëxtraheerd met dichloormethaan en vervolgens geanalyseerd met GC-MS. Omdat een standaard van 1- en van 2-naphtylamine aanwezig was konden de concentraties van deze stoffen kwantitatief worden bepaald. De overige stoffen zijn semi-kwantitatief bepaald. Het gebruikte systeem is geoptimaliseerd voor naphtylamine waardoor toluene niet geanalyseerd kon worden.

Er zijn vijf brokstukken op deze wijze geanalyseerd. De resultaten van deze analyses staan weergegeven in Tabel 12.

Tabel 12 Resultaten van analyses van het RIVM op (semi-)vluchtige componenten in bemonsterde brokstukken (mg/kg)

Stoffen	Monster 1	Monster 2	Monster 3	Monster 4	Monster 5
1_naphtylamine	<0.0 ²⁾	ND	ND	ND	ND
2_naphtylamine	<0.1 ²⁾	ND	ND	ND	ND
Xyleen	ND	ND	ND	ND	ND
Aniline	ND	ND	ND	ND	ND
p_toluidine	ND	ND	ND	ND	ND
Dimethylbenzenamine	ND	ND	ND	ND	ND
Quinoline	ND	ND	ND	ND	ND
Methylquinoline	ND	ND	ND	ND	ND
Dimethylquinoline	ND	ND	ND	ND	ND
Indolizine	ND	ND	ND	ND	ND
Naphtaleen	ND	ND	ND	ND	13

¹⁾ Deze stoffen konden bij een hogere concentratie dan de vermelde aantoonbaarheidsgrens kwantitatief worden bepaald. De concentratie bleek echter onder de aantoonbaarheidsgrens te liggen.

ND= not detected

In opdracht van de Milieudienst Zuid Holland-Zuid heeft het analyselaboratorium SGS een aantal monsters brokstukken geanalyseerd. Deze brokstukken zijn omschreven als glaswolachtige plugs die uiteenvallen in zwart verbrand, zonerig materiaal. De brokstukken zijn afkomstig van enkele locaties aan de Kooilandsedijk in Strijen.

Uit dit onderzoek bleek dat een aantal van in Tabel 12 genoemde componenten in de monsters aanwezig waren. De resultaten van SGS staan in Tabel 13.

Tabel 13 Resultaten van analyses van SGS op (semi-)vluchtige componenten in enkele bemonsterde brokstukken (mg/kg)

Stoffen	Monster 1	Monster 2	Monster 3
Tolueen	0,61	0,2	0,43
Xyleen	0,18	< 0,1	< 0,1
Aniline	18	< 0,2	< 0,2
p_toluidine	20	0,3	< 0,2
Dimethylbenzenamine	6,4	< 0,2	< 0,2
Quinoline	5,1	< 0,2	< 0,2
Methylquinoline	30	6,6	1,5
Dimethylquinoline	42	8,5	0,6
Indolizine	5,0	0,9	2,1
Naphtylamine	25	6,4	2,5

De resultaten van SGS kunnen niet één op één vergeleken worden met de resultaten van het RIVM, omdat een andere techniek is gebruikt. SGS is uitgegaan van vluchtige stoffen die onder verhoogde temperatuur (80 °C) door verdamping in de dampfase boven de asrest zijn gebracht. De RIVM methode voor extractie zorgt ervoor dat de stoffen opgenomen worden in een oplosmiddel waarna ze geanalyseerd worden. Het onderzoek van SGS was gericht op uitdamping, het RIVM onderzoek wat kan vrijkomen bij contact met een oplosmiddel.

3 Gras en groenten in benedenwinds gebied tot 10 km

3.1 Verontreinigingen in gras

3.1.1 Dioxinegehalten in gras

In Tabel 14 zijn de dioxinegehalten in gras vermeld. De waarden zijn omgerekend naar een gehalte uitgedrukt in nanogram TEQ per kilogram product op basis van 88 procent droog stof gehalte.

Het bemonsterde gras van de bovenwindse locatie bevat het één na hoogste dioxinegehalte. Drie van de vier bemonsterde graslanden in het benedenwindse gebied bevatten een lager dioxinegehalte. Het bemonsterde gras in Strijensas bevat het hoogst gevonden gehalte, te weten 7,1 ng TEQ / kg product (88%).

De gevonden verhoogde dioxinegehalten waren aanleiding voor de nVWA om in de benedenwindse zone tot 10 km van de brand op uitgebreidere schaal grasmonsters te nemen.

Tabel 14 Depositie van stofgebonden dioxinen in graslanden in de avond en nacht van 5 op 6 januari, in nanogram per kilogram (ng/kg) product (88 % droge stof)

Meetlocatie	Afstand tot brandhaard (km)	Depositie in gras (ng TEQ / kg produkt (88%))		
		5 januari	6 januari	8 januari
Gemeten bovenwinds	-0,25	4,6		
Gemeten bovenwinds	-10			3,5 en 4,2
Strijensas	3,5	7,1	6,3	
Meeuwenoordseweg	5	2,0	2,4	
Mookhoek	7	1,9	1,0	
Strijen	7		1,1	
's-Gravendeel	10	1,2	1,2	
Maasdam	10		1,8	
Westmaas	12		1,2	

3.1.2 PAK's in gras

In Tabel 15 is een overzicht gegeven van de gehalten van PAK's op veldvochtig gras. De hoeveelheid PAK op gras is benedenwinds van de brand is in de zelfde orde als de hoeveelheid bovenwinds. De hoeveelheden zijn op 6 januari afgenomen, mogelijk is het uitgespoeld naar de onderliggende bodem als gevolg van regenval.

Tabel 15 PAK hoeveelheden op gras

Locatie	PAK hoeveelheid (5 januari)		PAK hoeveelheid (6 januari)		PAK hoeveelheid (8 januari)	
	ng/g veld- vochtig gras	In BaP equiva- lenten (ng/g)	ng/g veld- vochtig gras	In BaP equiva- lenten (ng/g)	ng/g veld- vochtig gras	In BaP equiva- lenten (ng/g)
Gemeten bovenwinds (-0,25 km)	635	55				
Gemeten bovenwinds (-10 km)					130	7 - 9
Strijensas	202	18	57	6		
Meeuwenoordseweg	574	46	75	4		
Mookhoek	799	84	60	1		
Strijen			184	11		
's-Gravendeel	743	72	48	0,8		
Maasdam			90	3		
Westdam			22	2,5		

3.1.3 Zware metalen en andere elementen in gras

In Tabel 16 en Tabel 17 is een overzicht van de gehalten van elementen gegeven die in bemonsterd gras benedenwinds zijn gemeten. Tabel 16 geeft de resultaten van het bemonsterde gras in de avond en nacht van 5 op 6 januari en Tabel 17 de resultaten van de bemonstering op 6 januari overdag. In de tabel zijn tevens de achtergrondgehalten in Nederland opgegeven en de bandbreedte van het achtergrondgehalte.

Op een aantal locaties zijn verhoogde gehalten waargenomen van ijzer en chroom. Het gehalte aan aluminium is op de meeste locaties verhoogd. De verhoogde waarden zijn in de tabel vet cursief aangegeven.

In het indicatieve grasmonster die op 5 januari op de meetlocatie Meeuwenoordseweg is genomen zijn hoge gehalten gevonden van een aantal zware metalen, waaronder lood, zink, mangaan chroom, nikkel en koper. Om verschillende redenen zijn er twijfels over de juistheid van dit gehalte en daarom zijn deze waarden tussen haakjes weergegeven. Ten eerste waren de gehalten in het grasmonster dat een dag later (6 januari) op dezelfde locatie is genomen veel lager en, behalve voor ijzer, niet verhoogd (zie Tabel 17). Ten tweede zaten er in lucht, luchtstof en neergeslagen deeltjes (veegmonsters) op dit meetpunt geen hoge concentraties voor deze metalen. Ten derde gaven de monsters op andere meetpunten ook geen verhoogde concentraties aan voor deze metalen. Ten vierde is er geen logische verklaring vanuit de verspreiding van de rookpluimen van de brand voor een zo hoge concentratie op slechts één specifiek punt. Om uitsluitsel te verkrijgen of dit een afwijkend meetresultaat is, of dat er toch een invloed van de brand is geweest, is besloten om een systematische herbemonstering uit te voeren op en rondom de meetlocatie Meeuwenoordseweg.

Deze herbemonstering heeft plaatsgevonden op 17 januari. Rond meetlocatie Meeuwenoordseweg is een kruis uitgezet van 200 bij 200 meter. Binnen dit kruis zijn op zes locaties grasmonsters genomen. De locaties en het oorspronkelijke meetpunt zijn weergegeven in Figuur 3.

De omgeving van meetlocatie Meeuwenoordseweg bestaat uit akkerbouw en geen weilanden. De grasmonsters zijn genomen van dijktaf en wegbermen. Op de betreffende weg rijdt weinig verkeer.

Ook is op 17 januari een grasmonster genomen op de locatie Oudemolen, op ongeveer 10 km bovenwinds van de brand.

De resultaten van de herbemonstering staan in Tabel 18. Gegeven zijn het gemiddelde, de laagste en de hoogste waarde van de gevonden gehalten op de zes locaties rondom meetlocatie Meeuwenoordseweg.

Tabel 16 Gehalten van zware metalen en andere elementen in veldvochtig gras (mg/kg), monsternamen tijdens de brand (5 en 6 januari)

	Gemeten lokale achtergrond grasland 8 en 17 januari	Meeuwen-oordseweg ²⁾	Strijensas	Mookhoek	's-Gravendeel	Achtergrond in Nederland ¹⁾
Afstand tot brand (km)	-10	5	3,5	7	10	
Bemonstering		6 januari 00 uur	5 januari 20 uur	5 januari, 21 uur	5 januari, 21:30	
Al	30 - 50	(163)	381	171	731	15 (3 - 100)
As	0,1	(2,1)	0,9	0,2	0,9	0,05 (0,01 - 1)
Ba	5 - 7	(48)	10	9,4	11	5 (1 - 50)
Ca	700 - 2800	(9456)	3047	3935	3873	1200 (200 - 5000)
Cd	0,02 - 1	(0,59)	0,07	0,05	0,07	0,02 (0,005 - 0,2)
Co	0,03 - 0,07	(0,67)	0,40	0,16	0,6	0,03 (0,01 - 0,5)
Cr	0,3 - 0,5	(16)	2,1	0,98	2,5	0,1 (0,02 - 2)
Cu	2 - 4	(32)	5,9	3,6	5,1	2,5 (0,5 - 25)
Fe	100 - 160	(1692)	893	405	1447	50 (10 - 500)
K	3400 - 11000	(7331)	4957	4367	2767	6000 (1000 - 20.000)
Li	0,1	(0,2)	0,8	0,3	1,2	
Mg	200 - 570	(414)	573	578	593	500 (100 - 1000)
Mn	8 - 18	(277)	47	32	67	40 (10 - 200)
Na	130	(186)	314	365	277	
Ni	0,3 - 0,7	(32)	1,3	0,8	2,1	0,3 (0,1 - 5)
Pb	1	(879)	5,0	3,2	3,9	0,5 (0,1 - 5)
Sb	0,1	(2,2)	0,08	0,15	0,2	0,03 (0,01 - 0,5)
Sr	3 - 10	(11)	9,0	13	12	4 (1 - 20)
V	0,3	(1,0)	1,2	0,6	3,0	0, 1 (0,02 - 2)
Zn	8 - 27	(343)	26	17	21	15 (3 - 50)

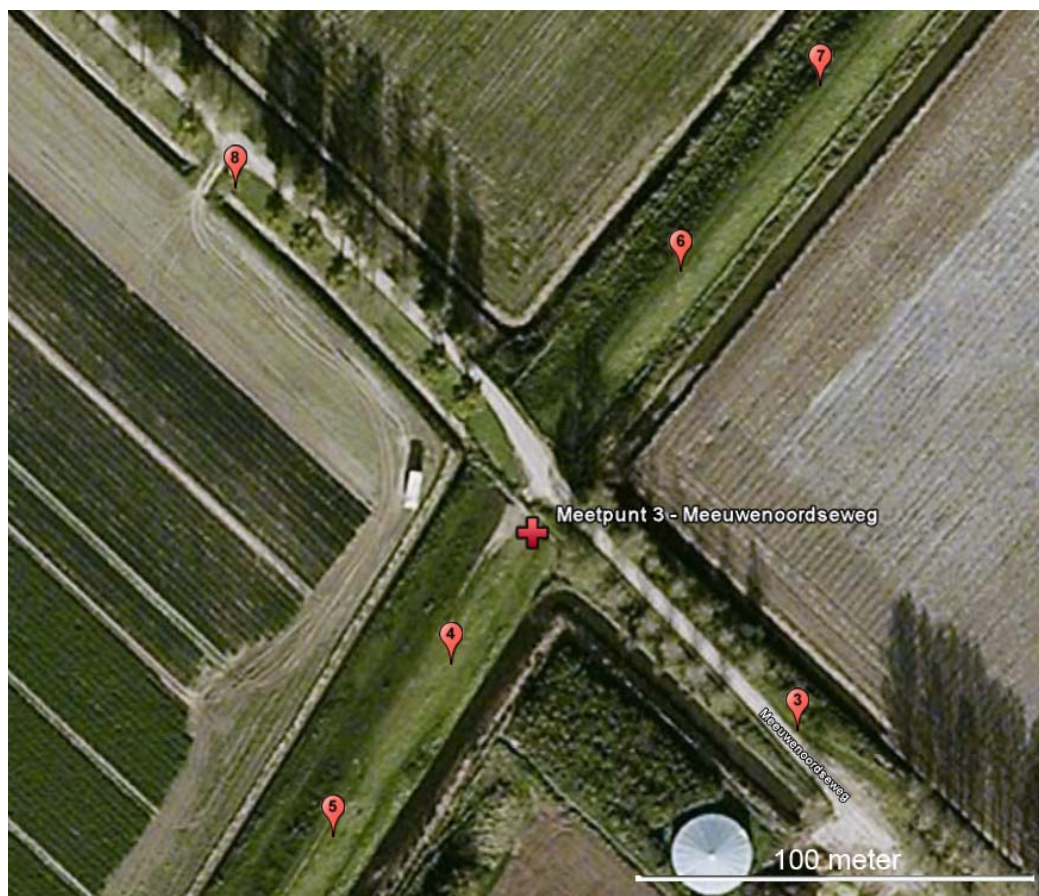
¹⁾ Mennen en van Belle, 2007 (zie verwijzing bij Tabel 11). Gegeven zijn het gemiddelde achtergrondgehalte en, tussen haakjes, de bandbreedte van het achtergrondgehalte in Nederland. Deze waarden zijn indicatief. De natuurlijke spreiding in gehalten is, afhankelijk van het metaal of element groot tot zeer groot. De spreiding hangt af van het soort gras en het gebied. Bovendien kan er sprake zijn van seizoensinvloeden: wintergras kan hogere gehalten bevatten dan zomergras, omdat door het groeiproces een soort verdunning optreedt.

²⁾ Gehalten in het grasmonster dat in de nacht van 5 op 6 januari op deze locatie is genomen. Op deze locatie heeft een herbemonstering plaatsgevonden. Dit wordt toegelicht in de hoofdttekst.

Tabel 17 Elementgehalten in veldvochtig gras in mg/kg, monsternamen 6 januari 2011

	Lokale achtergrond grasland 8 en 17 januari	Meeuwen-oordseweg	Strijensas	Mookhoek	Strijen	s-Graven-deel	Maasdam	Westmaas	Achtergrond in Nederland ¹⁾
Afstand tot brand (km)	-10	5	3,5	7	7	10	10	12	
Bemonstering		6 januari 14 uur	6 januari 15 uur	6 januari 14 uur	6 januari 16 uur	6 januari 17 uur	6 januari 17 uur	6 januari 16 uur	
Al	30 - 50	322	164	105	211	199	204	713	15 (3 – 100)
As	0,1	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,9	0,05 (0,01 – 1)
Ba	5 - 7	7,2	7,4	4,0	2,9	4,8	5,3	2,7	5 (1 – 50)
Ca	700 - 2800	2538	1514	1943	1386	1670	1564	2822	1200 (200 – 5000)
Cd	0,02 - 1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,02 (0,005 – 0,2)
Co	0,03 - 0,07	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,5	0,03 (0,01 – 0,5)
Cr	0,3 - 0,5	1,6	0,9	0,5	0,9	0,7	1,1	2,0	0,1 (0,02 – 2)
Cu	2 - 4	2,0	4,1	2,0	1,5	2,9	2,0	3,0	2,5 (0,5 – 25)
Fe	100 - 160	765	358	267	500	476	469	1427	50 (10 – 500)
K	3400 - 11000	2319	3356	2008	2670	1478	2871	2626	6000 (1000 – 20.000)
Li	0,1	0,7	0,4	0,2	0,4	0,3	0,4	1,2	
Mg	200 - 570	408	351	220	281	282	295	574	500 (100 – 1000)
Mn	8 - 18	30	29	17	29	33	19	50	40 (10 – 200)
Na	130	117	78	42	54	<	<	80	
Ni	0,3 – 0,7	1,1	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	1,7	0,3 (0,1 – 5)
Pb	1	2,0	2,6	0,7	0,9	1,0	1,6	2,2	0,5 (0,1 – 5)
Sb	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,03 (0,01 – 0,5)
Sr	3 - 10	7,0	4,5	6,6	4,0	5,6	4,5	7,3	4 (1 – 20)
V	0,3	1,0	0,6	0,4	1,3	0,6	0,6	2,1	0, 1 (0,02 – 2)
Zn	8 - 27	14	21	7,0	5,0	12	11	8,4	15 (3 – 50)

¹⁾ Mennen en van Belle, 2007 (zie verwijzing bij Tabel 11). Gegeven zijn het gemiddelde achtergrondgehalte en, tussen haakjes, de bandbreedte van het achtergrondgehalte in Nederland. Deze waarden zijn indicatief. De natuurlijke spreiding in gehalten is, afhankelijk van het metaal of element groot tot zeer groot. De spreiding hangt af van het soort gras en het gebied. Bovendien kan er sprake zijn van seizoensinvloeden: wintergras kan hogere gehalten bevatten dan zomergras, omdat door het groeiprocess een soort verdunning optreedt.



Figuur 3 Overzicht van de meetlocaties van de herbemonstering rondom op de meetlocatie Meeuwenoordseweg

Tabel 18 Gehalten aan zware metalen en andere elementen in veldvochtig gras uitgedrukt in mg / kg, herbemonstering meetlocatie Meeuwenoordseweg 17 januari

Locatie	Gemeten lokale achtergrond in grasland 8 en 17 januari	Omgeving Meeuwenoordseweg			Achtergrond in Nederland ¹⁾
		Gemiddelde waarde	Laagste waarde	Hoogste waarde	
		17 januari	17 januari	17 januari	
Al	30 - 50	346	58	1076	15 (3 – 100)
As	0,1	0,5	0,09	1,5	0,05 (0,01 – 1)
Ba	5 - 7	7,8	3,7	12,5	5 (1 – 50)
Ca	700 - 2800	3186	1406	6613	1200 (200 – 5000)
Cd	0,02 - 1	0,06	0,02	0,1	0,02 (0,005 – 0,2)
Co	0,03 - 0,07	0,3	0,07	1,0	0,03 (0,01 – 0,5)
Cr	0,3 - 0,5	1,4	0,3	3,9	0,1 (0,02 – 2)
Cu	2 - 4	3,7	2,2	6,9	2,5 (0,5 – 25)
Fe	100 - 160	868	170	2521	50 (10 – 500)
K	3400 - 11000	7329	5719	9622	6000 (1000 – 20.000)
Li	0,1	0,6	0,1	1,9	
Mg	200 - 570	702	405	1194	500 (100 – 1000)
Mn	8 - 18	60	19	132	40 (10 – 200)
Na	130	123	64	263	
Ni	0,3 – 0,7	1,3	0,3	3,2	0,3 (0,1 – 5)
Pb	1	2,2	0,6	5,3	0,5 (0,1 – 5)
Sb	0,1	0,09	0,05	0,18	0,03 (0,01 – 0,5)
Sr	3 - 10	10	5,3	18	4 (1 – 20)
V	0,3	1,3	0,3	3,9	0, 1 (0,02 – 2)
Zn	8 - 27	15,4	8,2	27	15 (3 – 50)

¹⁾ Mennen en van Belle, 2007 (zie verwijzing bij Tabel 11). Gegeven zijn het gemiddelde achtergrondgehalte en, tussen haakjes, de bandbreedte van het achtergrondgehalte in Nederland. Deze waarden zijn indicatief. De natuurlijke spreiding in gehalten is, afhankelijk van het metaal of element groot tot zeer groot. De spreiding hangt af van het soort gras en het gebied. Bovendien kan er sprake zijn van seizoensinvloeden: wintergras kan hogere gehalten bevatten dan zomergras, omdat door het groeiproces een soort verdunning optreedt.

De resultaten van de herbemonstering laten zien dat de gehalten aan zware metalen en andere elementen in het gebied rondom de meetlocatie aan de Meeuwenoordseweg een grote spreiding vertonen. De laagste en gemiddelde gehalten zijn niet verhoogd ten opzichte van het achtergrondniveau (behalve voor aluminium). Voor aluminium, arseen, calcium, kobalt, chroom, ijzer, magnesium, lood en vanadium zijn de hoogste gehalten wel verhoogd ten opzichte van het achtergrondniveau, maar de gehalten zijn lager dan gemeten in het monsters dat op 5 januari is genomen.

Vanwege deze bevindingen en omdat de gehalten die op 6 januari zijn gevonden op de meetlocatie Meeuwenoordseweg (namelijk niet verhoogd), concluderen we dat de meting van 5 januari op deze meetlocatie als niet representatief moet worden beschouwd.

Er kan niet worden uitgesloten of de verhoogde waarden van 5 januari zijn toe te schrijven aan een zeer lokale verontreiniging dan wel zijn veroorzaakt door meetfouten.

3.1.4

Samenvatting analyses grasmonsters

Samengevat luidt de conclusie dat in de benedenwindse zone tot 10 km van de brand de gehalten aan PAK's en dioxines op één of twee locaties verhoogd is ten opzichte van de bovenwinds gevonden waarde. Een dag na de brand zijn opnieuw grasmonsters genomen en de PAK gehalten in die monsters zijn lager dan die van de dag ervoor. Dit kan er op wijzen dat de PAK's zijn uitgespoeld naar de onderliggende bodem als gevolg van regenval.

Behalve voor aluminium liggen op de meeste meetlocaties de gehalten aan zware metalen en andere elementen binnen de spreiding in achtergrondgehalten aan metalen en elementen in gras. Het gehalte aan aluminium is op de meeste locaties verhoogd. Verder zijn op één locatie de gehalten aan aluminium, arseen, calcium, kobalt, chroom, ijzer, magnesium, lood en vanadium verhoogd en zijn op een aantal locaties verhoogde gehalten waargenomen van ijzer en chroom.

3.2 Verontreinigingen in groenten

Op 7 januari 2011 zijn op diverse locaties monsters genomen van spruitjes, savooiekool en boerenkool. De locaties zijn aangegeven in Figuur 1 en Tabel 2. In deze monsters zijn PAK's dioxines en zware metalen en andere elementen geanalyseerd.

3.2.1 Dioxinen en PAK's in groenten

In Tabel 19 zijn de gehalten van benzo{a}pyreen (BaP) en van de som van de 16 gemeten PAK's vermeld. BaP kon in geen van de monsters worden aangetoond boven de detectielimiet. Er zijn geen EU-normen voor PAK's in groenten. De laagste EU norm voor BaP, als indicator voor PAK's in voedingsmiddelen (anders dan groenten) bedraagt 1,0 µg/kg vers gewicht (2006/1881/EC). Alle monsters liggen onder deze norm voor BaP.

Tabel 19 Concentratie PAK's (µg/kg) en dioxines (ng TEQ/kg) in groenten

Monster	Groenten	PAK's		Dioxines
		BaP	16-PAK's ¹⁾	
		µg/kg	µg/kg	ng TEQ/kg ww
1	spruiten	< 0,10	11	< 0,17
2A	spruiten	< 0,12	12	< 0,17
2B	spruiten	< 0,11	11	< 0,17
3A	spruiten	< 0,10	17	< 0,17
3B	boerenkool	< 0,50	102	< 0,20
3C	savooiekool	< 0,11	9	< 0,17
4	spruiten	< 0,13	9	< 0,17
5A	spruiten	< 0,10	11	< 0,17
5B	spruiten	< 0,15	11	< 0,17
6	spruiten	< 0,13	8	< 0,17
7	spruiten	< 0,10	7,5	< 0,17

1) gemeten als som PAK's

3.2.2 Dioxines in groenten

Tabel 18 vermeldt de gehalten aan dioxines uitgedrukt in toxische equivalenten (TEQ). In de bemonsterde groenten zijn geen individuele dioxines aangetoond boven de detectielimiet. De in de tabel aangegeven waarden zijn berekend op basis van de detectielimiet van de afzonderlijke dioxinen (upper bound benadering). Er is geen EU-norm voor dioxines in groenten maar er wordt een actiegrens gehanteerd van 0,4 ng TEQ/kg product (2006/144/06/COL). In geen van de onderzochte monsters wordt deze actiegrens overschreden.

3.2.3 Zware metalen en andere elementen in groenten

De resultaten van de bepaling van zware metalen en andere elementen in de op 7 januari 2011 genomen groentemonsters staan vermeld in Tabel 20.

In geen van de onderzochte monsters werd antimoon, arseen, beryllium, cobalt, nikkel, en thallium aangetoond.

Alleen voor cadmium en lood zijn er wettelijke normen voor groenten: cadmium 0,05 mg/kg versgewicht, lood 0,3 mg/kg vers gewicht (2006/88/EC). Slechts in twee monsters werd cadmium en lood aangetoond. Voor beide metalen lag het gehalte onder de norm.

Voor metalen waarvoor aantoonbare gehalten zijn gevonden en waarvoor geen productnorm voorhanden is, is een risicobeoordeling gemaakt.

Tabel 20 Concentratie zware metalen(mg/kg versgewicht) in bemonsterde groenten op 7 januari

Element	Li	Be	Na	Mg	Al	P	K	Ca	V	Cr	Mn	Fe
a.g. ¹⁾	0,04	0,02	40	10	2	10	20	30	0,04	0,1	0,8	10
Locatie												
1	<	<	<	227	<	825	5259	323	<	<	2,8	11
2a	<	<	48	222	<	887	5210	450	<	<	2,9	<
2b	<	<	65	210	<	812	5158	542	<	0,26	2,4	<
3	<	<	50	248	<	1086	5957	470	<	<	3,1	11
3	0,07	<	70	268	7	773	3385	3508	0,05	0,15	7,8	29
3	<	<	40	142	8	603	3957	688	0,04	0,11	3,2	28
4	<	<	40	187	<	789	5592	420	<	0,21	2,5	<
5a	<	<	59	194	6	879	5676	477	<	<	2,9	21
5b	<	<	52	210	<	899	5948	555	<	0,18	2,6	<
6	<	<	<	216	<	990	6435	444	<	<	3,3	<
7	<	<	69	250	<	1079	7058	482	<	<	3,5	<

Tabel 20 vervolg

Element	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Sr	Cd	Sb	Ba	Tl	Pb
a.g. ¹⁾	0,02	0,1	0,1	0,8	0,04	0,04	0,2	0,01	0,02	0,2	0,01	0,04
Locatie												
1	<	<	0,46	4,1	<	<	0,60	<	<	<	<	<
2a	<	<	0,45	4,4	<	0,04	0,80	<	<	<	0,01	<
2b	<	<	0,34	3,4	<	<	1,13	<	<	<	<	<
3	<	<	0,54	4,8	<	<	1,11	<	<	<	<	<
3	<	<	0,57	3,5	<	0,08	6,48	0,015	<	0,52	<	0,14
3	<	<	0,46	2,5	<	0,06	1,38	<	<	0,22	<	0,05
4	<	<	0,43	3,6	<	0,06	0,71	<	<	<	<	<
5a	<	<	0,42	3,5	<	0,21	0,65	<	<	<	<	<
5b	<	<	0,40	3,3	<	0,09	1,01	<	<	<	<	<
6	<	<	0,39	4,1	<	<	0,55	<	<	<	<	<
7	<	<	0,56	4,5	<	0,05	0,79	0,011	<	<	<	<

1) a.g. = aantoonbaarheidsgrens

3.2.4 Samenvatting analyses groentemonsters

In de op 7 januari bemonsterde groenten waren dioxines en BaP niet aantoonbaar. Dit gold ook voor een aantal metalen. Voor cadmium en lood wordt de norm niet overschreden.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl