

LUCHTEMISSIE VAN SCHADELIJKE STOFFEN BIJ ZEESCHEPEN

Oprichtgever(s)	VROM-Inspectie Regio Zuid-West drs. S.L. Hagens
CC	
Auteur(s)	drs. M.H. Broekman Centrum Inspectieonderzoek Milieucalamiteiten en Drinkwater, IMD
Versie rapport	3
Status rapport	definitief
Datum	5 juni 2007
Rapportnummer	609121002/2007
Dit rapport bestaat uit	60 pagina's (inclusief deze pagina)
IMD vraagnummer	2521
Projectnummer	M/609121/06/SB - S-gehalte brandstoffen zeeschepen

Paraaf afdelingshoofd

d.d.

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	4
2. PROJECTAANPAK	4
3. RESULTATEN	7
3.1 Monsterneming	7
3.2 Beoordeling van de spreiding van de rookgas metingen	8
3.3 Chemische analyse van de brandstoffen	12
3.4 Chemische analyse van de geëmitteerde stoffen in de rookgassen	17
3.5 Schepen aan de wal	18
4. CONCLUSIES	21
Bijlagen	25

Begrippen en afkortingen

VROM:	Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu
RIVM:	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
HPLC-UV/FLU	High Pressure Liquid Chromatography – UltraViolet and FLUorescence detection
GC-MS	Gaschromatography coupled on Mass Spectrometry detection
XRF	X-Ray Fluorescence spectrometry
ICP	Inductive Coupled Plasma
BAGA	Besluit Aanwijzing Gevaarlijke Afvalstoffen
ASTM	American Society for Testing Materials
PAK	Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen
PCB	Poly Chloor Bifenylen
Dioxinen	Betreft 17 congeneren van PolyChloorDibenzoDioxinen (PCDD) en PolyChloorDibenzoFuranen (PCDF)
Dioxineachtige PCB	PCB waarvan de ruimtelijke structuur vlak is en om die reden dioxineachtige eigenschappen hebben.
Indicator PCB	betreft zeven PCB die een goede representante zijn van in totaal 209 congeneren, dit zijn PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153, PCB 180
EOX:	Extraheerbaar organische gebonden halogenen (chlor, fluor, jood, broom)
KLPD:	Korps Landelijke Politie Diensten

1. INLEIDING

In 2005 is door de VROM-Inspectie geprioriteerd op het verrichten van onderzoek naar de atmosferische emissie van zeeschepen in Nederland. In de zeescheepvaart gebruikt men als brandstof voornamelijk gasolie of zware stookolie. De Engelse naamgeving is Marine Diesel Oil (MDO) of Marine Gas Oil (MGO) en Heavy Fuel Oil (HFO). Bij de VROM-Inspectie is bekend, dat brandstoffen van zeeschepen regelmatig worden bijgemengd met niet definieerbare afvalstromen. Het is onduidelijk wat dit betekent voor de te verwachten uitstoot van schadelijke stoffen in termen van aard en omvang.

De VROM-Inspectie wil op basis van een vervolgonderzoek weten wat de aard van de luchtemissie van zeeschepen is tijdens de vaart over de belangrijkste binnengaatscheepvaartroutes. Verder wil de VROM-Inspectie de relatie onderzoeken van de geëmitteerde stoffen en de chemische samenstelling van de brandstoffen. Hiervoor heeft de VROM-Inspectie ondersteuning gezocht bij het centrum voor Inspectieonderzoek, Milieucalamiteiten en Drinkwater (IMD) van het RIVM voor het nemen van monsters van brandstoffen en de geëmitteerde luchtstof en de chemische analyse van de samenstelling hiervan.

In 2005 heeft het RIVM in opdracht van de VROM inspectie voor het eerst metingen verricht van de emissie van schadelijke stoffen van zeeschepen. In dit onderzoek is op totaal 10 schepen onderzoek gedaan naar luchtemissie van stofdeeltjes en hieraan gebonden schadelijke stoffen zoals PAK, dioxinen, chloorhoudende koolwaterstoffen, PCB, metalen, zwavel, broom, fosfor en chloor. Gasvormige componenten zijn vanwege de ongeschiktheid van de beschikbare meetmethoden niet gemeten.

Doel

Het RIVM beoogt in opdracht van de VROM-Inspectie vast te stellen, wat de aard is van de luchtemissie van schadelijke stofgebonden contaminanten van varende zeeschepen op twee binnengaatscheepvaartroutes. Verder onderzoekt het RIVM de chemische samenstelling van de scheepsbrandstoffen en de relatie met de gemeten atmosferische emissie. De metingen in 2006 zijn een vervolg van de pilot metingen in 2005 en betreffen een omvangrijker onderzoek.

2. PROJECTAANPAK

Het project is in januari 2006 gestart met een overleg met de opdrachtgever over de achtergrond, de probleemstelling, de vraagstelling en de doelstelling. In de navolgende maanden is in de voorbereidingsfase een inhoudelijke en beheersmatige afbakening gemaakt. De inhoudelijke afbakening is gedefinieerd op grond van de ervaringen en de uitkomsten van de RIVM metingen in 2005.

Op 25 april 2006 zijn de definitieve afspraken voor de uitvoering van het veld - en laboratoriumonderzoek vastgelegd in een RIVM offerte¹ en voor akkoordondertekening naar de VROM inspectie toegestuurd.

Rookgassen

¹ RIVM offerte met kenmerk 20060447 IMD mhb, dd 25 april 2006

Door monsternemers van het RIVM en medewerkers van de KLPD en de VROM-Inspectie zijn op veertien dagen² monsters genomen van de geëmitteerde luchtstof uit de rookgasschoorsteen van varende zeeschepen. Voor dit doel heeft het RIVM een speciale metalen (telescoop) buis laten maken. Door de buis ofwel het capillair is een siliconen slang geleid. Aan het bovenuiteinde is een filterkop³ gekoppeld die voorzien is van een (voorgewogen) kwartsfilter. De slang is hieraan luchtdicht bevestigd. Het bovenuiteinde van de buis is tijdens de monsterneming in het rookgas gepositioneerd. Aan het onderuiteinde van de telescoopbuis is de slang gekoppeld aan een luchtpompje. Dit pompje zuigt tijdens de monsterneming voor een periode van 5 minuten bij een debiet van 8 liter per minuut met een constante snelheid rookgassen over het filter.

De monsterneming gebeurt niet isokinetisch. Isokinetische monsterneming is gangbaar bij het meten van de luchtmissie van afgassen van inrichtingen in het kader van de toetsing van de emissiegrenswaarden in de NeR. Dit betekent dat de gemeten luchtconcentraties geen emissieconcentraties zijn volgens de definitie in de NeR en dat de emissievracht niet gekwantificeerd kan worden op basis van de gemeten luchtconcentraties.

Na de monsterneming zijn de filters direct verpakt en gecodeerd voor de chemische analyse van diverse stoffen (zie tabel 1). Het analytisch onderzoek van de filters is door het RIVM en ALWEST uitgevoerd.

Scheepsbrandstoffen

Aan boord van de varende zeeschepen zijn door de medewerkers van de VROM-Inspectie en de KLPD in drievoud A-, B- en C-monsters genomen van de brandstof. De monsters zijn in glazen potten gedaan voorzien van schroefdop met teflon inleg. De VROM-Inspectie heeft de monsters verzameld en voor analytisch onderzoek aan BSI Inspectorate Netherlands, SGS Nederland BV (beide A-monsters) en het RIVM (B-monsters) overgedragen.

Een overzicht van de te onderzoeken stoffen, de monsterneming – en analysemethoden en het uitvoerend analytische laboratorium is in tabel 1 weergegeven.

Tabel 1: *Overzicht van de onderzochte chemische en fysische parameters in de rookgassen en de brandstoffen en een overzicht van de bemonstering - en analysemethode*

	Contaminant	Analysemethode	Analyse laboratorium
	Rookgassen		
1	Totaal stof (TSP)	Verschilweging van het filter	RIVM
2	Stofgebonden metalen	XRF	RIVM
3	Stofgebonden totaal chloor, broom, fosfor en zwavel	XRF	RIVM
4	Stofgebonden PAK	Extractie en HPLC-UV/FLU	RIVM
5	Stofgebonden dioxinen, furanen, dioxineachtige PCB	Extractie en GC-MS	ALWEST
6	Stofgebonden indicator PCB	Extractie en GC-MS	ALWEST

² 15 mei; 7 en 8 juni; 30 en 31 augustus; 20 tot en met 22 september; 23 en 24 oktober; 8, 9, 14 en 15 november

³ Voor het vervolgonderzoek zijn de telescoopbuizen voorzien van twee filterkoppen, waardoor tegelijkertijd twee filters elk door een pompje onafhankelijk bezogen kunnen worden.

7	Stofgebonden halogeengebonden koolwaterstoffen	Extractie en GC-MS	ALWEST
	Scheepsbrandstoffen		
8	PAK ¹	GC-MS	RIVM
9	Elementen	XRF	RIVM
10	Dichtheid	D 4052	BSI / SGS
11	Vlampunt	D 93	BSI / SGS
12	Zuurgetal	D 664	BSI / SGS
13	Viscositeit	D 445	BSI / SGS
14	Zwavel	ASTM D 4294 of 2622	BSI / SGS
15	fosfor	ICP	BSI / SGS
16	Metalen	ICP	BSI / SGS
17	EOX	BAGA of UP 779	BSI / SGS

1) Het RIVM heeft in het voorjaar van 2005 in opdracht van de VROM-Inspectie een gevalideerde analysemethode voor de gehaltebepaling van 16 EPA PAK in olie ontwikkeld. Deze methode is voor dit onderzoek gebruikt.

Opmerking: De verrichtingen bij 1 tot en met 4 en 8 en 9 zijn door het RIVM uitgevoerd. De overige verrichtingen bij 5 tot en met 7 zijn door het RIVM uitbesteed aan Al West (voormalig TAUW laboratorium). De verrichtingen bij 10 tot en met 17 zijn door de VROM-Inspectie uitbesteed aan BSI Inspection Netherlands BV en SGS Nederland BV.

De monsterneming van de rookgassen is uitgevoerd door actieve aanzuiging van de rookgassen over een kwartfilter. De scheepsbrandstoffen zijn in alle gevallen bemonsterd uit de dagtank via een kraan.

De metingen waren gepland op twee belangrijke vaarroutes in Nederland, te weten de Westerschelde tussen Vlissingen en Antwerpen en het Noordzeekanaal bij IJmuiden. In het projectplan is afgesproken dat het gehele onderzoek in drie fasen zou worden uitgevoerd. De eerste fase had tot doel om op maximaal twee dagen en maximaal acht zeeschepen de spreiding in de rookgas analyse te onderzoeken. Per schip zijn twee monsternemingen met elk een setje van twee filters uitgevoerd. De verzamelde filters zijn allen afzonderlijk door het RIVM en ALWEST chemisch geanalyseerd. De filters zijn ten eerste teruggewogen voor de bepaling van de massa van het opgevangen rookgasstof. Vervolgens zijn de filters geanalyseerd met de XRF analyzer van het RIVM. Dit is een non-destructieve analyse voor de bepaling van de totaalgehalten van elementen. Daarna zijn de filters door het RIVM en ALWEST op verschillende organische componenten geanalyseerd (zie tabel 1).

Op voorwaarde dat de spreiding van de metingen binnen een geaccepteerde tolerantie liggen adviseert het RIVM over het vervolg van het project. Het gaat om vervolg van de metingen in bij voorkeur twee geschikte perioden waarin de zeeschepen kunnen worden onderzocht. Hiervoor zijn goede afspraken gemaakt in samenwerking met de KLPD en overige scheepvaartautoriteiten. In deze perioden is gepland het beoogde aantal van circa 24 meetdagen (en 2 schepen per dag) te realiseren.

3. RESULTATEN

3.1 MONSTERNEMING

In onderstaand tabel zijn de gegevens vermeld van de zeeschepen, de locaties en de data waarop de monsternemingen van de rookgassen en de scheepsbrandstoffen zijn uitgevoerd.

Tabel 2; *Overzicht van de bemonsterde zeeschepen tijdens de vaart resulterend in 80 setjes van elk 2 luchststoffilters en 40 A-,B- en C brandstoffen*

Locatie	datum	IMD code	type brandstof	VI code
Locatie: Vlissingen aan de Westerschelde				
	7 juni	IMD 070606 001 t/m 004	HFO	07060609552446 A t/m C
	7 juni	IMD 070606 007 t/m 010	Gasolie	VI 0706ZW001 A t/m C
	7 juni	IMD 070606 013 t/m 016	HFO	07060614002576 A t/m C
	8 juni	IMD 070606 017 t/m 020	HFO	0806061008613 A t/m C
	8 juni	IMD 080606 021 t/m 024	HFO	VI 0806ZW002 A t/m C
	8 juni	IMD 080606 025 t/m 028	Gasolie	VI 0806ZW004 A t/m B
	8 juni	IMD 080606 029 t/m 032	HFO	VI 0806ZW005 A t/m C
	30 aug	IMD 300806 001 t/m 004	HFO	VI 3008ZW001 A t/m C
	30 aug	IMD 300806 009 t/m 012	HFO	VI 3008ZW002 A t/m C
	31 aug	IMD 310806 001 t/m 004	HFO	VI 3108ZW001 A t/m C
	31 aug	IMD 310806 005 t/m 008	HFO	VI 3108ZW003 A t/m C
	31 aug	IMD 310806 009 t/m 012	HFO	VI 3108ZW004 A t/m C
	20 sept	IMD 200906 001 t/m 004	HFO	VI 2009ZW001 A t/m C
	20 sept	IMD 200906 005 t/m 008	HFO	VI 2009ZW002 A t/m C
	20 sept	IMD 200906 009 t/m 012	Dieselolie	VI 2009ZW003 A t/m C
	20 sept	IMD 200906 017 t/m 020	HFO	VI 2009ZW004 A t/m C
	21 sept	IMD 210906 005 t/m 008	HFO	VI 2109ZW001 A t/m C
	21 sept	IMD 210906 009 t/m 012	IFO	VI 2109ZW002 A t/m C
	21 sept	IMD 210906 017 t/m 018 en 003 t/m 004	Dieselolie	VI 2109ZW003 A t/m C
	22 sept	IMD 220906 001 t/m 004	HFO	VI 2209ZW001 A t/m C
	22 sept	IMD 220906 005 t/m 008	HFO	VI 2209ZW002 A t/m C
	22 sept	IMD 220906 013 t/m 016	HFO	VI 2209ZW003 A t/m C
	22 sept	IMD 220906 020 t/m 023	Gasolie	VI 2209ZW004 A t/m C
	23 okt	IMD 231006 001 t/m 004	Gasolie	VI 2309ZW001 A t/m C
	23 okt	IMD 231006 005 t/m 008	Gasolie	VI 2309ZW002 A t/m C
	23 okt	IMD 231006 009 t/m 012	Gasolie	VI 2309ZW003 A t/m C
	23 okt	IMD 231006 013 t/m 016	Gasolie	VI 2309ZW004 A t/m C
	23 okt	IMD 231006 017 t/m 020	HFO	VI 2310ZW005 A t/m C
	24 okt	IMD 241006 001 t/m 004	Gasolie	VI 2410ZW001 A t/m C
	24 okt	IMD 241006 005 t/m 008	HFO	VI 2410ZW002 A t/m C

Locatie: IJmuiden aan Noordzee Kanaal				
	8 nov	IMD 081106 005 t/m 008	Gasolie	VI 0811ZW001 A t/m C
	8 nov	IMD 081106 033 t/m 036	HFO	VI 0811ZW002 A t/m C
kade	8 nov	IMD 081106 009 t/m 012	HFO	VI 0811ZW003 A t/m C
kade	9 nov	IMD 091106 009 t/m 012	Gasolie	VI 0911ZW001 A t/m C
kade	9 nov	IMD 091106 021 t/m 024	HFO	VI 0911ZW002 A t/m C
	9 nov	IMD 091106 017 t/m 020	HFO	VI 0911ZW003 A t/m C
	14 nov	IMD 141106 001 t/m 004	Gasolie	VI 1411ZW001 A t/m C
	14 nov	IMD 141106 005 t/m 008	HFO	VI 1411ZW002 A t/m C
	15 nov	IMD 151106 009 t/m 012	Gasolie	VI 1511ZW001 A t/m C
kade	15 nov	IMD 151106 0013 t/m 016	Gasolie	VI 1511ZW002 A t/m C

Van de veertien geplande dagen is de eerste meetdag op 15 mei door technische problemen met de aanzuigpomp mislukt. Op de overige dagen zijn de monsternemingen succesvol verlopen. Dit impliceert dat het onderzoek naar de spreiding van de metingen van de rookgassen op de eerste twee meetdagen acceptabel was om door te gaan. In paragraaf 3.2 gaan we nader in op de spreiding van de metingen.

Op voorhand is geschat, dat er twee schepen op een dag bemonsterd kunnen worden. Dit is in de praktijk gunstiger gebleken. Op dertien dagen zijn gemiddeld 3 schepen per dag bemonsterd.

Het aantal te bemonsteren schepen is uiteraard afhankelijk van het aanbod, maar blijkt ook afhankelijk van de toegenomen ervaring in de handelingen en de procedures.

Er zijn van in totaal 40 schepen de brandstoffen en de luchtemissie van schadelijke stoffen bemonsterd. Het RIVM heeft in totaal 160 luchtstoffilters verzameld, waarvan 80 filters door het RIVM chemisch zijn geanalyseerd en 80 filters door AlWest. De uitkomsten van de chemische analyse van de filters staan in tabel 10 weergegeven en in paragraaf 3.4 toegelicht.

De VROM-Inspectie heeft het RIVM 40 B-monsters van de scheepsbrandstoffen overgedragen voor een chemische analyse van de PAK en de elementen. De resultaten staan in paragraaf 3.3 toegelicht.

3.2 **BEOORDELING VAN DE SPREIDING VAN DE ROOKGAS METINGEN**

In het voorjaar zijn op 6 en 7 juni de eerste succesvolle meetdagen gerealiseerd. In totaal zijn op deze dagen 7 zeeschepen onderzocht door een tweevoudige monsterneming van de rookgassen. Voor de analyse van TSP en stofgebonden elementen zijn vier filters elk afzonderlijk onderzocht (n=4). Voor de organische componenten zoals PAK, dioxinen, dioxineachtige PCB, indicator PCB en organohalogeenvverbindingen zijn steeds twee filters afzonderlijk onderzocht (n=2). Per schip zijn op deze wijze de statistische kenmerken zoals gemiddelde en relatieve spreiding van de meetwaarden per stof berekend en in onderstaande tabellen 3 tot en met 5 gepresenteerd.

Tabel 3; Gemiddelde (milligram per kubieke meter) en relatieve standaarddeviatie(%) van TSP in rookgassen op basis van de analyse van 4 filters per schip(n=4)

IMD codering van de schepen	Gemiddelde mg/m ³	Relatieve spreiding (%)
IMD 070606001 t/m 04	95,3	17,7
IMD 070606007 t/m 10	13,9	20,0
IMD 070606013 t/m 16	98,5	8,1
IMD 080606017 t/m 20	58,8	44,7
IMD 080606021 t/m 24	54,5	9,3
IMD 080606025 t/m 28	11,3	53,4 ^a
IMD 080606029 t/m 32	132,9	34,5

Bepalingsgrens is 0,2 milligram per kubieke meter

a) bij de eerste monsterneming op het schip zijn technische problemen gerezen, waardoor te weinig rookgassen op 1 van de 2 filters is bemonsterd met code IMD 080606025.

De emissieconcentratie van TSP ligt in een gebied tussen 11 en 133 milligram per kubieke meter. In het onderzoek van 2005 (RIVM briefrapport 20051064 IMD, 24 april 2006) lagen de meetwaarden tussen 3 en 315 milligram per kubieke meter. De relatieve spreiding van de monsterneming is voor twee van de zeven schepen groter dan 35 %. Hiervan is één van de twee monsternemingen door technische problemen te verklaren. Het RIVM concludeert dat de spreiding daarom acceptabel is.

Tabel 4; Gemiddelde (microgram per kubieke meter) en relatieve standaarddeviatie(%) van 10 VROM PAK in rookgassen(n=2)

	Gemiddelde µg/m ³	Relatieve spreiding (%)
IMD 0706060 01 en 03	3,42	29,2
IMD 0806060 17 en 19	0,66	4,5
IMD 0806060 25 en 27	0,66	16,2
IMD 0806060 29 en 31	2,11	51,8

Bepalingsgrens is 0,36 microgram per kubieke meter

De emissieconcentratie van PAK (10 van VROM) ligt tussen 0,66 en 3,42 microgram per kubieke meter. In 2005 lagen de meetwaarden tussen 0,4 en 14 microgram per kubieke meter. De relatieve spreiding van de monsterneming is voor drie van de vier onderzochte schepen kleiner dan 35%. Dit is acceptabel

Tabel 5; Gemiddelde (microgram per kubieke meter) en relatieve standaarddeviatie(%) van het totaalgehalte van elementen in rookgassen (n=4)

IMD codering	component	Gemiddelde µg/m ³	Rel.spreiding (%)
IMD 0706060 01 t/m 04	Zwavel	3269	27
	Chloor	84	12
	Calcium	762	99
	Vanadium	1099	10
	IJzer	461	6
	Nikkel	572	8
	Zink	89	6
	Tin	478	13
	Aluminium	131	18
	Lood	25	5
	Titanium	18	12

IMD codering	component	Gemiddelde $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Rel. spreiding (%)	
IMD 0706060 07 t/m 10	Zwavel	146	53	
	Chloor	91	11	
	Calcium	221	31	
	Vanadium	< 92	-	
	IJzer	348	6	
	Nikkel	187	3	
	Zink	112	7	
	Tin	541	9	
	Aluminium	118	9	
	Lood	27	15	
	Titanium	< 16	-	
	IMD 0706060 13 t/m 16	Zwavel	7104	12
		Chloor	100	3
		Calcium	9491	17
Vanadium		2443	11	
IJzer		668	8	
Nikkel		1132	9	
Zink		189	6	
Tin		559	40	
Aluminium		166	9	
Lood		34	13	
Titanium		28	34	
IMD 0806060 17 t/m 20	Zwavel	3059	41	
	Chloor	80	3	
	Calcium	1822	88	
	Vanadium	2458	43	
	IJzer	621	17	
	Nikkel	1004	36	
	Zink	114	13	
	Tin	519	11	
	Aluminium	194	23	
	lood	< 24	-	
	titanium	27	21	
	IMD 0806060 21 t/m 24	Zwavel	2212	10
		Chloor	83	5
Calcium		2214	13	
Vanadium		3720	12	
IJzer		382	4	
Nikkel		1022	10	
Zink		99	4	
Tin		478	7	
Aluminium		128	21	
Lood		< 24	-	
Titanium		22	19	
IMD 0806060 ^a 25 t/m 28		Zwavel	28	89
		Chloor	82	3
	Calcium	191	53	
	Vanadium	< 92	-	
	ijzer	307	3	
	nikkel	160	2	
	zink	93	7	
	tin	426	15	
	aluminium	123	12	
	Lood	< 24	-	
	Titanium	14	22	
	IMD 0806060 29 t/m 32	Zwavel	4597	26
		Chloor	96	25
Calcium		1409	44	

IDM codering	Component	gemiddelde	rel spreiding (%)
Bepalingsgrens	Vanadium	1882	14
	IJzer	630	7
	Nikkel	802	12
	Zink	187	9
	Tin	435	25
	Aluminium	107	1
	Lood	25	18
	Titanium	27	30
	Zwavel	< 36	
	Chloor	< 26	
	Calcium	< 140	
	Vanadium	< 92	
	IJzer	< 70	
	Nikkel	< 76	
Zink	< 32		
Tin	< 352		
Aluminium	< 106		
Lood	< 24		
Titanium	< 16		

a) bij de eerste monsterneming op het schip zijn technische problemen gerezen, waardoor te weinig rookgassen op 1 van de 2 filters is bemonsterd met code IMD 080606025. De metingen liggen op het niveau van de bepalingsgrens. Dit verklaart de hoge relatieve standdeviatie.

Uit het overzicht van tabel 5 blijken grotendeels dezelfde elementen te zijn gemeten als in het onderzoek van 2005. De relatieve spreiding blijkt in meerderheid 35% of lager te zijn. In enkele gevallen zijn duidelijk hogere spreidingen gemeten. Van de 77 “schip-element” metingen zijn er 9 met een relatieve spreiding hoger dan 35%. Dit is acceptabel.

Voor een goed begrip benoemen we hier de actoren die in theorie aan het totaal van de spreiding in de meetwaarden bijdragen:

- a) de reproduceerbaarheid van de meetmethode (zoals de monsterneming de voorbehandeling en chemische analyse van de monsters en de data analyse),
- b) de samenstelling van de rookpluim,
- c) de manoeuvres van het schip en
- d) de weersomstandigheden (wind, luchtvochtigheid en temperatuur).

Er zijn, ondanks een verlaging van de bepalingsgrens met een factor 2, geen emissieconcentraties van stofgebonden dioxinen, indicator PCB en overige chloorhoudende koolwaterstoffen boven de bepalingsgrens gemeten. Door het RIVM is totaal chloor gemeten met een factor 4 boven de bepalingsgrens. In het onderzoek van 2005 komt hetzelfde beeld naar voren. Het chloor signaal kan verklaard worden door de aanwezigheid van organochloor verbindingen waarbij de bepalingsgrens nog niet voldoende laag was. Een andere uitleg kan zijn dat het totale chloor gemeten is door het zeezout dat in totaal en fijnstof gebonden kan zijn en op de filter is bemonsterd. Verder kan waterdamp met daarin zeezout tijdens de monsterneming op de filter zijn neergeslaan als zoutkristallen. Uit onze blanco metingen blijkt dat het chloorsignaal even hoog is, zodat er aanwijzingen zijn dat het gemeten chloor niet uit de rookgassen komt maar van andere bronnen. Deze metingen zijn in dat opzicht ook consistent met de uitkomsten van de metingen aan chloorhoudende organische koolwaterstoffen. Deze stoffen zijn zoals eerder is gemeld niet in de rookgassen aangetoond.

Conclusie eerste fase van het project

Op basis van de metingen van de eerste fase concludeert het RIVM dat de aard en de omvang van de geëmitteerde schadelijke stoffen in de rookgassen van varende zeeschepen niet veel afwijken van de metingen van het eerste onderzoek in 2005.

Het onderzoek naar de spreiding van de meetwaarden toont aan dat deze kwalitatief acceptabel is. De relatieve spreiding is grotendeels lager dan 35%. Dit wil zeggen dat de methode van monsterneming, de monstervoorbehandeling en de chemische analyse voldoende betrouwbaar is en voor het doel van het onderzoek geschikt is.

3.3 CHEMISCHE ANALYSE VAN DE BRANDSTOFFEN

Op grond van de conclusie in de eerste fase van het project heeft de VROM inspectie besloten de volgende fase van het project uit te voeren. In deze paragraaf behandelen we de analyse van de scheepsbrandstoffen.

In het onderzoek is van elk zeeschip een monster van de brandstof genomen. Het gaat om de brandstof waarop het schip tijdens de luchtmetingen voer. De VROM inspectie heeft steeds een A-, B- en C- monster genomen van de brandstof. De A-monsters zijn in opdracht van de VROM inspectie door BSI inspectorate en SGS Nederland BV geanalyseerd op een standaardpakket van fysische en chemische parameters. De analyseresultaten zijn door de VROM inspectie aan het RIVM beschikbaar gesteld voor de interpretatie en zijn te vinden in de bijlagen van dit rapport. Het RIVM heeft de B-monsters geanalyseerd op het gehalte aan PAK en elementen. Voor de PAK analyse heeft het RIVM een nieuwe analysemethode ontwikkeld in 2005. Deze methode bestaat in het kort uit het oplossen van circa 1 gram nauwkeurig afgewogen hoeveelheid oliemonster in dichloormethaan. De oplossing in dichloormethaan wordt na clean-up over een gelpermeatiekolom gescheiden van de oliematrix. Na indampen en oplossen van het residu in iso-hexaan worden de meetoplossingen op PAK geanalyseerd met GC-MS.

Fysische en chemische parameters (BSI en SGS)

Door BSI inspectorate en SGS zijn elk 20 scheepsbrandstoffen geanalyseerd op fysische parameters zoals; viscositeit, vlampunt, dichtheid en chemische parameters zoals EOX, elementen en (totaal)zuurgetal. Beide laboratoria onderscheiden de stookolie van de gasolie monsters op grond van dichtheid, het zwavelgehalte en het vlampunt. De dichtheid ligt voor stookolie tussen 0,96 en 0,99 kilogram per liter en voor gasolie tussen 0,83 en 0,90 kilogram per liter. De minimum en maximum zwavelgehalten bedragen voor stookolie 1,1 tot 3,5 massaprocenten en voor gasolie 0,05 tot 0,25 massaprocenten (zie ook tabel 8 en 9). Het vlampunt ligt voor stookolie tussen 74 en >110 ° C en voor gasolie tussen 50 en 91 ° C. De samenstelling van de elementen komen in aard goed overeen met de samenstelling die het RIVM met de XRF analyser heeft gemeten. De gehalten die met de XRF zijn gemeten liggen per element wel hoger. Dit kan worden verklaard door het gebruik van verschillende analysemethoden. De oliemonsters zijn voor een ICP-MS analyse gedestruëerd, waardoor niet alle speciaties van een element meetbaar zijn. Bij een XRF analyse meten we alle speciaties van een element, zodat we kunnen spreken van totaalgehalten per element.

PAK analyse in brandstoffen

In tabel 6 is een samenvattend overzicht gegeven van de PAK gehalten in brandstoffen. In de bijlagen zijn de PAK totaalgehalten van de 16 EPA PAK en die van de 10 van VROM van alle brandstoffen afzonderlijk weergegeven. Tevens is het patroon per brandstof grafisch weergegeven in de bijlage.

Om de zware stookolie en de gasolie te vergelijken zijn ook de verhoudingen van de lichte en de zware PAK per monster bepaald. De verhouding is berekend door de fractie lichte PAK te delen door de fractie zware PAK. Dit levert een dimensieloos getal op. De fractie lichte PAK is de som van de gehalten van naftaleen, acenaftaleen, fluoreen, fenanthreen, anthraceen, fluorantheen, pyreen. De fractie zware PAK is de som van de gehalten van chryseen, benzo(b)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, benzo(a)pyreen, indeno (123cd)pyreen, dibenzo (ah)anthraceen en benzo(ghi)peryleen. De verwachting is dat zware stookolie een groter aandeel zware PAK bevat dan de gasolie. In die gevallen waarbij voor een individuele PAK component de bepalingsgrens is gemeten is deze voor de berekeningen gelijkgesteld aan de bepalingsgrens. Dus voor een waarde < 0,1 is gerekend met 0,1.

Tabel 6; *Samenvattend overzicht van PAK gehalten in brandstoffen opgegeven in milligram per kilogram (mg/kg)*

	STOOKOLIE (n=23)				GASOLIE (n=11)			
	gem	stdev	min	max	gem	stdev	min	max
Naftaleen *	813	2460	6	9280	1520	2132	6	6537
Acenaftaleen	1	0	1	1	1	0	1	1
Acenaftaleen	346	324	1	938	164	225	1	709
Fluoreen	369	286	40	1289	378	416	0	1342
Fenanthreen *	837	611	136	3072	769	1028	221	3747
Anthraceen *	127	81	15	354	35	49	0	166
Fluorantheen *	54	43	4	165	14	16	1	58
Pyreen	149	93	17	427	72	101	7	369
Benzo(a)anthraceen *	66	40	7	182	2	1	0	4
Chryseen *	98	60	16	280	5	5	0	14
Benzo(b)fluorantheen	21	13	3	53	1	0	0	1
Benzo(k)fluorantheen *	5	3	0	11	0	0	0	0
Benzo(a)pyreen *	40	25	4	111	0	0	0	0
Indeno(123cd)pyreen *	6	4	1	15	0	0	0	0
Dibenzo(ah)anthraceen	8	5	1	22	0	0	0	0
Benzo(ghi)peryleen *	23	14	4	54	0	0	0	1
eerste acht PAK	2695	2867	329	13459	2952	2963	602	10563
tweede acht PAK	267	158	36	724	8	6	1	20
verhouding licht/zwaar	10	18	9	19	366	487	437	529
16 EPA PAK	2963	2866	366	13724	2960	2964	614	10572
10 VROM PAK *	2068	2842	194	12998	2345	2976	406	10485

In de tabel zijn niet de 4 brandstoffen betrokken van schepen die aan de wal lagen en van 2 dieselbrandstoffen (MDO). Van het totaal van 40 verminderd met 6 komen we uit op 34 in de tabel benoemde brandstoffen

Zoals verwacht bevatten de brandstoffen aantoonbare hoeveelheden PAK. Het totaalgehalte van de 16 EPA PAK in stookolie is gemiddeld 2963 mg/kg met een minimum van 366 mg/kg en een maximum van 13724 mg/kg. Een zelfde beeld is te zien voor de gasolie. Het gemiddelde totaalgehalte van de 16 EPA PAK is 2960 mg/kg met een minimum van 614 mg/kg en een maximum van 10572 mg/kg. Als we kijken naar de verhouding van de fractie lichte PAK en de fractie zware PAK blijkt dat er een duidelijk verschil in stookolie en gasolie is waar te nemen. Voor stookolie is de gemiddelde verhouding licht/zwaar 10, terwijl dit voor gasolie 366 is. Hieruit is te concluderen dat de stookolie monsters relatief grotere fracties zware PAK bevatten dan de gasolie monsters. Dit is wat we ook verwachten.

XRF analyse van de elementensamenstelling van de brandstoffen

In tabel 7 is een samenvatting gegeven van de totaalgehalten van de elementen in gasolie en stookolie opgegeven in milligram per kilogram. In de bijlagen zijn de elementgehalten per brandstofmonster in massaprocenten opgegeven. Elementen die boven de bepalingsgrens van de

meetmethode zijn gemeten, zijn in de tabellen vermeld. De analyse heeft het RIVM uitgevoerd met een XRF analyzer. De XRF meting van het totaalgehalte zwavel is uitgebreid gevalideerd in 2005 en 2006. De meetwaarden zijn voldoende nauwkeurig om grenswaarden te beoordelen of vergelijkingen te maken met meetwaarden van zwavelanalyses van andere laboratoria. De zwavelgehalten zijn daarom in massaprocenten opgegeven. De overige element XRF analyses zijn niet gevalideerd, zodat deze meetwaarden minder nauwkeurig zijn. De gemeten gehalten geven vooral een goede indicatie van de aard van de samenstelling en de niveaus in de brandstoffen.

Tabel 7; *Samenvattend overzicht van totaalgehalten van elementen in brandstoffen opgegeven in milligram per kilogram (mg/kg) en van zwavelgehalte opgegeven in massaprocenten (m/m %)*

	GASOLIE (n=11)				STOOKOLIE (n=23)			
	gem	stdev	min	max	gem	stdev	min	max
Mg	163.8	34.9	107.0	222.0	1152.2	378.8	580.0	1910.0
Al	38.9	8.3	26.7	53.3	138.5	67.7	18.4	307.0
Si	22.9	7.7	12.1	34.8	282.6	93.8	150.6	485.0
P	8.9	3.4	3.8	12.8	109.5	38.6	52.8	188.6
S (%)	0.15	0.06	0.05	0.25	2.13	0.54	1.18	3.12
Cl	6.2	1.4	5.0	8.2	21.1	23.0	2.6	98.5
Ca*	10	0.0	10	10	11	3.4	10	25.8
As*	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0
Ti	5.0	0.0	5.0	5.0	4.7	2.1	0.5	9.8
V	5.9	0.3	5.6	6.5	87.4	40.2	35.1	238.7
Cr	4.1	1.5	3.0	5.1	6.3	1.7	3.6	9.6
Fe	5.9	0.5	5.1	6.4	22.0	10.3	7.7	53.7
Ni	0.9	0.2	0.3	1.0	27.5	8.5	10.7	48.7
Zn	0.4	0.0	0.4	0.4	1.5	0.9	0.3	4.1
Nb	30.4	6.9	21.2	44.2	22.9	3.9	16.4	30.2
Sn	109.4	5.6	98.4	118.9	111.1	10.5	81.8	130.2
Sb	13.3	3.9	6.4	21.2	12.3	3.2	8.3	18.9
Te	32.9	4.4	25.6	40.0	31.4	5.3	21.2	41.4
I	18.7	4.4	10.4	24.3	24.3	6.0	12.8	33.2
Cs	20.1	9.6	8.4	33.4	18.1	9.9	10.5	29.3

In de tabel zijn niet de 4 brandstoffen betrokken van schepen die aan de wal lagen en van 2 dieselbrandstoffen (MDO). Van het totaal van 40 verminderd met 6 komen we uit op 34 in de tabel benoemde brandstoffen

* Calcium en Arseen zijn voornamelijk op het niveau van de bepalingsgrens gemeten, maar zijn in de tabel opgenomen voor een vergelijking met de metingen van BSI en SGS.

Uit een vergelijking van de totaalgehalten blijkt dat de gemiddelde meetwaarde van zwavel in stookolie met 2,13 massaprocent significant hoger ligt dan die van gasolie met een gemiddelde meetwaarde van 0,15 massaprocent. Dit beeld komt ook tot uitdrukking voor het minimum en maximum gemeten zwavelgehalte in beide brandstof soorten. In de tabellen 8 en 9 is een nadere toelichting gegeven van de zwavel analyses.

Uit de meting van de overige elementen blijkt dat het gehalte van magnesium, aluminium, silicium, fosfor, chloor, vanadium, ijzer, nikkel en zink eveneens significant hoger is in stookolie. Voor magnesium meten we gemiddeld een totaalgehalte van 1152 mg/kg in de stookoliemonsters en 164 mg/kg in de gasoliemonsters. Voor aluminium bedragen de gemiddelden 139 mg/kg en 39 mg/kg, voor silicium 283 mg/kg en 23 mg/kg, voor fosfor 110 mg/kg en 9 mg/kg, voor chloor 21 mg/kg en 6 mg/kg, voor vanadium 87 mg/kg en 6 mg/kg, voor ijzer 22 mg/kg en 6 mg/kg, voor nikkel 28 mg/kg en 0,9 mg/kg en voor zink 1,5 mg/kg en 0,4 mg/kg. De gehalten van de overige elementen blijken in beide brandstofsoorten nauwelijks te verschillen. In de tabel zijn als maat voor de variatie van de

elementgehalten van stookolie en gasolie ook de standaard deviaties rond de gemiddelde meetwaarden per element en brandstof soort berekend. De aangetoonde variatie in de elementgehalten geeft een vrij normaal beeld.

Zoals eerder is vermeld is de elementsamenstelling in aard vergelijkbaar met de analyses uitgevoerd door BSI en SGS. Een totaaloverzicht van de resultaten is in de bijlage gevoegd.

Zwavelgehalte in scheepsbrandstoffen

In tabel 8, 9 en 10 zijn de totaalgehalten van zwavel in massaprocenten weergegeven van alle onderzochte brandstoffen. De tabellen 8 en 9 bevatten de uitslagen van de brandstoffen die tijdens de vaart zijn genomen. In tabel 10 staan de zwavelgehalten van twee dieselolie brandstoffen en de brandstoffen van schepen die aan de wal lagen. De zwavelgehalten zijn bepaald door het RIVM, BSI en SGS en zijn in de tabellen vermeld. Deze laboratoria hebben gevalideerde meetmethoden gebruikt, waarbij een XRF analysetechniek is toegepast.

In de laatste kolom van de tabellen is de procentuele verhouding van de RIVM en BSI (of SGS) zwavelgehalten berekend. Een waarde van 100% betekent dat de laboratoria exact dezelfde meetwaarde hebben gerapporteerd. Een waarde kleiner dan 100% impliceert dat het RIVM een lagere meetwaarde heeft gerapporteerd.

Tabel 8; Zwavel XRF analyses van de stookoliemonsters van varende zeeschepen uitgevoerd door RIVM en BSI opgegeven in (m/m %)

VI monstercodering	Omschrijving	RIVM	BSI+ SGS	RIVM / BSI+SG S *100%
07060609552446B	zwart en visceus	2.63		
07060609552446C	zwart en visceus	2.62	2.60	101.1
07060614002576B	zwart en visceus	2.17	2.11	102.7
080606-10008613C	zwart en visceus	2.37		
080606-10008613B	zwart en visceus	2.44	2.37	101.4
VI 0806ZW002B	zwart en visceus	3.06		
VI 0806ZW002C	zwart en visceus	3.12	3.06	101.0
VI 0806ZW005B	zwart en visceus	2.35		
VI 0806ZW005C	zwart en visceus	2.39	2.23	106.1
VI 3008ZW001B	zwart en visceus	1.52	1.43	106.2
VI 3008ZW002B	zwart en visceus	2.67	2.60	102.6
VI 3108ZW001B	zwart en visceus	1.27	1.19	106.5
VI 3108ZW003B	zwart en visceus	2.87	2.79	102.8
VI 3108ZW004B	zwart en visceus	1.35	1.39	97.2
VI 2009ZW001B	zwart en visceus	1.18	1.09	108.3
VI 2009ZW002B	zwart en visceus	2.12	2.18	97.3
VI 2009ZW004B	zwart en visceus	2.08	2.21	94.2
VI 2109ZW001B	zwart en visceus	1.85	1.77	104.4
VI 2109ZW002B	zwart en visceus	2.01	1.93	104.1
VI 2209ZW001B	zwart en visceus	2.45	2.48	98.8
VI 2209ZW002B	zwart en visceus	3.51	3.48	100.7
VI 2209ZW003B	zwart en visceus	1.92	1.87	102.8
VI 2310ZW005B	zwart en visceus	2.43	2.43	100.1
VI 2410ZW002B	zwart en visceus	1.81	1.82	99.4
VI 0811ZW002B	zwart en visceus	1.88	1.87	100.4
VI 0911ZW003B	zwart en visceus	2.07	2.07	100.1
VI 1411ZW002B	zwart en visceus	1.28	1.29	99.5

Opmerking het gaat om 23 verschillende stookolie brandstoffen, waarbij er door het RIVM vier brandstoffen in tweevoud zijn gemeten (B – en Cmonsters)

Tabel 9; Zwavel XRF analyses van de gasoliemonsters van varende zeeschepen uitgevoerd door RIVM en BSI opgegeven in (m/m %)

VI monstercodering	Omschrijving	RIVM	BSI+ SGS	RIVM / BSI+SGS *100%
VI 0706ZW001B	helder, geel	0.053		
VI 0706ZW001C	helder, geel	0.056	0.050	108.9
VI 0806ZW004B	helder rood l-visc	0.162	0.150	108.1
VI 2209ZW004B	rood+dun	0.138	0.130	106.3
VI 2310ZW001B	helder, rood	0.158	0.170	92.6
VI 2310ZW002B	helder, geel	0.155	0.150	103.3
VI 2310ZW003B	helder, rood	0.166	0.170	97.6
VI 2310ZW004B	helder, rood	0.148	0.120	123.3
VI 2410ZW001B	helder, rood	0.085	0.080	106.5
VI 0811ZW001B	helder, rood	0.157	0.150	104.9
VI 1411ZW001B	helder, rood	0.211	0.220	95.8
VI 1511ZW001B	helder, geel	0.254	0.250	101.4

Opmerking het gaat om 11 verschillende gasolie brandstoffen, waarbij de brandstof met code VI 0706ZW001 het B- en C monster is geanalyseerd.

Tabel 10; Zwavel XRF analyses van dieselolie en brandstoffen van schepen aan de wal uitgevoerd door RIVM en BSI opgegeven in (m/m %)

VI monstercodering	Omschrijving	RIVM	BSI+ SGS	RIVM / BSI+SGS *100%	dieselolie stookolie gasolie
VI 2009ZW003B	Bruin vloeibaar	0.44	0.40	109.3	d
VI 2109ZW003B	Zwart en dun	1.18	1.16	101.3	d
Schepen aan de wal					
VI 0811ZW003B	zwart en visceus	3.02	2.97	101.5	s
VI 0911ZW001B	Helder, rood	0.09	0.09	98.5	g
VI 0911ZW002B	Zwart en visceus	1.56	1.36	114.3	s
VI 1511ZW002B	Helder, rood	0.18	0.19	96.2	g

De bepaling van het totaalgehalte zwavel in de brandstoffen die door het RIVM, BSI en SGS zijn uitgevoerd komen zeer goed met elkaar overeen. Zoals eerder al is geconstateerd blijkt dat de stookolie op grond van het zwavelgehalte van gemiddeld 2,13 massaprocent duidelijk is te onderscheiden van de gasolie met een zwavelgehalte van gemiddeld 0,15 massaprocent. Als we kijken naar de normstelling constateren we dat op grond van BSI en SGS analyses 18 van in totaal 23 stookoliemonsters een zwavelgehalte hebben boven 1,5 massaprocent. De analyses in gasolie tonen aan dat 2 van de 11 brandstoffen de norm van 0,2 massaprocenten overschrijden.

3.4 CHEMISCHE ANALYSE VAN DE GEEMITTEERDE STOFFEN IN DE ROOKGASSEN

In tabel 11 is een samenvattend overzicht gegeven van de emissieconcentratie van stof (TSP), stofgebonden elementen en stofgebonden PAK. Het is een selectie van alle gemeten stoffen die boven de bepalingsgrens zijn gemeten.

Een overzicht van alle gemeten emissieconcentraties staan in de bijlage vermeld. De metingen zijn uitgevoerd op de zeeschepen die binnengaats voeren op de Westerschelde tussen Vlissingen en Antwerpen en op het Noordzee kanaal bij IJmuiden.

Tabel 11; *Samenvattend overzicht van emissieconcentraties van totaalstof (mg/m³) en stofgebonden contaminanten in de rookgassen van zeeschepen opgegeven in microgram per kubieke meter (µg/m³)*

	STOOKOLIE (n=23)				GASOLIE (n=11)			
	gem	stdev	min	max	gem	stdev	min	max
Pak epa	1.74	1.14	0.75	4.76	1.77	1.92	0.56	6.15
Pak vrom	1.35	0.83	0.44	3.42	1.41	1.74	0.42	5.41
TSP (mg/m ³)	87	40	28	190	22	23	< 0,5	72
Al	118	51	49	230	115	19	85	142
S	3284	1506	840	7104	236	151	13	478
Cl	91	12	49	116	94	8	82	108
Ca	3241	2255	280	9491	1985	998	140	3127
Ti	24	5	16	34	13	1	10	15
V	1999	860	403	3720	32	1	31	33
Cr	28	5	25	42	28	2	25	31
Mn	20	3	15	27	16	1	14	18
Fe	589	134	382	892	315	58	283	481
Co	21	34	9	177	10	5	7	26
Ni	926	290	426	1529	158	10	150	187
Cu	21	10	10	47	13	3	10	21
Zn	114	53	44	215	88	42	27	151
Sr	9	2	5	14	7	1	5	10
Cd	80	6	75	99	80	9	75	107
Sn	513	50	427	618	526	48	412	581
Ba	189	2	189	196	192	9	189	219
Hg	7	0	6	8	7	1	6	8
Tl	7	1	6	9	8	1	6	10
Pb	23	7	17	50	21	4	16	26

Uit de metingen van de emissieconcentratie in de rookgassen blijkt, dat de gemiddelde uitstoot van zeeschepen die op stookolie varen voor TSP, stofgebonden zwavel, titanium, vanadium, ijzer en nikkel significant hoger zijn de gemiddelde uitstoot van zeeschepen die op gasolie varen. Voor TSP meten we 87 mg/m³ bij schepen op stookolie tegen 22 mg/m³ bij schepen op gasolie. Voor stofgebonden zwavel zijn de meetwaarden 3284 µg/m³ en 236 µg/m³, voor titanium 24 µg/m³ en 13 µg/m³, voor vanadium 1999 µg/m³ en 32 µg/m³, voor ijzer 589 µg/m³ en 315 µg/m³ en voor nikkel 926 µg/m³ en 158 µg/m³.

Voor stofgebonden mangaan (20 µg/m³ bij schepen op stookolie en 16 µg/m³ bij schepen op gasolie), kobalt (21 µg/m³ en 10 µg/m³), koper (21 µg/m³ en 13 µg/m³) en zink (114 µg/m³ en 88 µg/m³) zijn de gemiddelde emissieconcentraties in de rookgassen van zeeschepen die op stookolie voeren licht hoger vergeleken met de zeeschepen die op gasolie voeren.

Van de overige gemeten stoffen zijn de emissieconcentraties vergelijkbaar. Dit is geconstateerd voor de som van de 16 EPA PAK ($1,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ van schepen op stookolie en $1,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ van schepen op gasolie), de som van de 10 PAK van VROM ($1,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $1,41 \mu\text{g}/\text{m}^3$), aluminium ($118 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$), chloor ($91 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en $94 \mu\text{g}/\text{m}^3$), calcium ($3241 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $1985 \mu\text{g}/\text{m}^3$), chroom ($28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$), lood ($23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en tin ($513 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $526 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Strontium ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), cadmium ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$), barium ($189 \mu\text{g}/\text{m}^3$), kwik ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en thallium ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zijn rond de bepalingsgrens gemeten.

In de tabel zijn de emissieconcentraties van stofgebonden dioxinen, indicator PCB en organisch gebonden halogeenvverbindingen niet vermeld, omdat geen van deze stoffen boven de bepalingsgrens van de meetmethoden zijn gemeten. In de bijlagen zijn de analysecertificaten bijgevoegd. De uitkomsten zijn consistent met de metingen van de rookgassen in 2005. Ondanks een verlaging van de bepalingsgrens met een factor 4 door de behandeling van twee hele filters in plaats van een halve filter bij de chemische analyse, blijken voornoemde stoffen niet te zijn gedetecteerd. We kunnen concluderen dat deze schadelijke stoffen niet in meetbare niveaus in de lucht worden geëmitteerd.

3.5 SCHEPEN AAN DE WAL

In het onderzoek zijn vier schepen aangetroffen die aan de wal lagen. In tabel 2 is aangegeven dat op 8 november één schip, op 9 november twee schepen en op 15 november één schip in IJmuiden zijn bemonsterd, die aan de wal lagen. Van deze schepen zijn eveneens de brandstoffen bemonsterd en op samenstelling onderzocht en is de luchtmissie van totaalstof en hieraan gebonden schadelijke stoffen gemeten.

Tabel 12; *Samenvattend overzicht van PAK gehalten in brandstoffen opgegeven in milligram per kilogram (mg/kg)*

	STOOKOLIE (n=2)		min	max	GASOLIE (n=2)		min	max
	gem	stdev			gem	stdev		
Naftaleen *	32	0	32	32	32	0	32	32
Acenaftyleen	1	0	1	1	1	0	1	1
Acenaften	1	0	1	1	1	0	1	1
Fluoreen	361	91	297	426	985	1392	0	1969
Fenanthreen *	1003	349	757	1250	2120	897	1486	2754
Anthraceen *	133	48	99	168	102	23	86	119
Fluoranthreen *	34	4	31	37	41	24	24	58
Pyreen	145	42	116	175	253	170	133	374
Benzo(a)anthraceen *	71	2	70	72	3	1	3	4
Chryseen *	106	7	101	111	11	3	9	13
Benzo(b)fluoranthreen	20	2	18	21	1	1	0	1
Benzo(k)fluoranthreen *	4	0	4	4	0	0	0	0
Benzo(a)pyreen *	44	3	42	47	0	0	0	0
Indeno(123cd)pyreen *	5	0	4	5	0	0	0	0
Dibenzo(ah)anthraceen	9	1	9	10	0	0	0	0
Benzo(ghi)peryleen *	23	1	22	24	0	0	0	0
eerste acht PAK	1712	344	1469	1955	3535	278	3339	3731
tweede acht PAK	281	12	273	289	16	5	13	19
verhouding licht/zwaar	6	29	5	7	221	58	264	192
16 EPA PAK	1993	332	1758	2228	3551	273	3358	3744
10 VROM PAK *	1455	382	1185	1725	2310	948	1640	2981

Tabel 13; *Samenvattend overzicht van totaalgehalten van elementen in brandstoffen opgegeven in milligram per kilogram (mg/kg) en van zwavelgehalte opgegeven in massaprocenten (m/m %)*

	GASOLIE (n=2)		min	max	STOOKOLIE (n=2)		min	max
	gem	stdev			gem	stdev		
Mg	279.5	153.4	171.0	388.0	1290.0	268.7	1100.0	1480.0
Al	69.2	34.5	44.8	93.6	139.3	61.8	95.6	183.0
Si	82.9	63.3	38.1	127.6	304.9	141.6	204.8	405.0
P	7.4	0.6	6.9	7.8	115.7	54.2	77.3	154.0
S (%)	0.14	0.07	0.09	0.183	3.26	0.35	3.02	3.51
Cl	7.6	0.0	7.6	7.6	17.3	21.6	2.0	32.6
Ca	10	0.0	10	10	10	0.0	10	10
As	1.0	0.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.0	1.0
Ti	5.0	0.0	5.0	5.0	6.3	1.8	5.0	7.6
V	5.0	0.0	0.0	0.0	141.3	34.6	116.8	165.7
Cr	5.0	0.0	0.0	0.0	5.6	0.8	5.0	6.2
Fe	6.5	0.2	6.3	6.6	21.0	5.7	16.9	25.0
Ni	1.0	0.0	1.0	1.0	39.7	0.8	39.1	40.3
Zn	1.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.6	1.0	1.9
Nb	24.0	1.1	23.2	24.7	29.0	0.6	28.5	29.4
Sn	113.3	7.6	107.9	118.7	107.5	10.1	100.3	114.6
Sb	12.2	3.5	9.7	14.7	13.1	0.1	13.0	13.1
Te	29.9	1.3	28.9	30.8	32.3	0.4	32.0	32.6
I	25.7	5.0	22.1	29.2	12.3	3.0	10.2	14.4
Cs	24.9	0.0	24.9	24.9	8.0	0.0	8.0	8.0

Uit het overzicht van de gemeten PAK en element gehalten in de brandstoffen zien we dezelfde karakteristieken als die van de brandstoffen die betrokken zijn van de varende schepen.

Tabel 14; *Samenvattend overzicht van emissieconcentraties van totaalstof (mg/m³) en stofgebonden contaminanten in de rookgassen van zeeschepen opgegeven in microgram per kubieke meter (µg/m³)*

	STOOKOLIE (n=2)				GASOLIE (n=2)			
	gem	stdev	min	max	gem	stdev	min	max
Pak epa	2.49	1.92	1.13	3.85	2.22	1.77	0.97	3.47
Pak vrom	1.67	1.38	0.69	2.64	1.22	1.02	0.50	1.94
TSP (mg/m ³)	121	100	50	193	9.0	1.4	8.0	10
Al	191	61	148	234	201	94	134	268
S	5745	4035	2892	8598	43	43	13	74
Cl	97	1	97	98	109	15	99	120
Ca	7985	7139	2937	13034	1592	155	1482	1702
Ti	34	12	25	42	9	0	9	9
V	4851	1432	3839	5864	31	0	31	31
Cr	25	0	25	25	26	1	25	27
Mn	21	2	20	22	15	0	15	15
Fe	522	68	474	571	292	12	283	300
Co	22	4	19	25	8	2	6	9
Ni	1639	158	1527	1751	152	2	151	153
Cu	13	1	13	14	11	2	9	12
Zn	132	91	67	196	20	11	13	28
Sr	12	2	10	13	7	2	6	8
Cd	83	11	75	91	82	9	75	89
Sn	556	118	473	639	525	18	512	537
Ba	189	0	189	189	189	1	189	190
Hg	6	0	6	7	6	0	6	7
Tl	7	1	6	8	7	1	6	7
Pb	20	0	20	20	15	3	13	18

Het patroon van de elementensamenstelling is in aard en omvang identiek aan die van de rookgassen van varende schepen.

4. CONCLUSIES

Het RIVM heeft in opdracht van de VROM-Inspectie regio Zuid-West een vervolgonderzoek verricht naar de atmosferische emissie van zeeschepen die op de Westerschelde en het Noordzeekanaal voeren. De metingen zijn verricht in de rookgassen van de zeeschepen en omvatten totaalstof (TSP) en stofgebonden contaminanten zoals PAK, dioxinen, dioxineachtige PCB, indicator PCB, organisch gebonden halogeenverbindingen en elementen (metalen en zwavel, chloor, broom, fosfor).

De emissiemetingen zijn in juni, augustus, september, oktober en november 2006 uitgevoerd. In totaal zijn 40 schepen in 13 meetdagen onderzocht door een tweevoudige bemonstering van de rookgassen en een bemonstering van de scheepsbrandstoffen. De scheepsbrandstoffen zijn door het RIVM op het gehalte PAK en elementen geanalyseerd. De overige chemische en fysische parameters zijn in opdracht van de VROM inspectie door BSI Inspectorate Netherlands en SGS Nederland BV geanalyseerd. De filters van de geëmitteerde stoffen uit de rookgassen zijn door het RIVM geanalyseerd op TSP, elementen en stofgebonden PAK. De overige schadelijke stoffen zoals dioxinen, dioxineachtige PCB, indicator PCB en organische halogeenverbindingen zijn in opdracht van het RIVM geanalyseerd door ALWEST te Deventer.

Het doel van het onderhavige onderzoek was een omvangrijker onderzoek te verrichten van de luchtemissie van zeeschepen en de samenstelling van de scheepsbrandstoffen. Dit onderzoek is een vervolg van de pilot in 2005, waarbij dezelfde meetmethoden zijn toegepast.

Conclusies

Spreiding van de meting van schadelijke stoffen in de rookgassen

Het onderzoek naar de spreiding van de meetwaarden toont aan dat deze kwalitatief acceptabel is. De relatieve spreiding is grotendeels lager dan 35%. Dit wil zeggen dat de methode van monsterneming, de monstervoorbehandeling en de chemische analyse voldoende betrouwbaar is en voor het doel van het onderzoek geschikt is.

Chemische samenstelling van de scheepsbrandstoffen van varende schepen

Geheel in overeenkomst met de bevindingen van het pilot onderzoek in 2005 bevatten de scheepsbrandstoffen aantoonbare hoeveelheden PAK. Van in totaal 23 zeeschepen die op stookolie voeren meten we een gemiddelde totaalgehalte van de 16 EPA PAK in de brandstof van 2963 mg/kg met een minimum van 366 mg/kg en een maximum van 13724 mg/kg. Van de 11 zeeschepen die op gasolie voeren zien we voor het totaalgehalte van de 16 EPA PAK in de brandstof een identiek beeld. Het gemiddelde totaalgehalte is 2960 mg/kg met een minimum van 614 mg/kg en een maximum van 10572 mg/kg.

De stookolie is op grond van het PAK patroon goed te onderscheiden van de gasolie. In de stookoliemonsters tonen we relatief grotere fracties van zware PAK aan.

Het gemiddelde van het totaalgehalte van zwavel in 23 stookolie monsters is 2,13 massaprocent. Voor de 11 gasolie monsters berekenen we een gemiddelde meetwaarde van 0,15 massaprocent. Dit beeld komt ook tot uitdrukking voor het minimum en maximum gemeten zwavelgehalte in beide brandstof soorten. De bepaling van het totaalgehalte zwavel in de brandstoffen die door het RIVM, BSI en SGS zijn uitgevoerd komen zeer goed met elkaar overeen.

Vergeleken met de normstelling constateren we dat 18 van in totaal 23 stookoliemonsters een zwavelgehalte hebben boven 1,5 massaprocent (ofwel 15000 mg/kg). De analyses in gasolie tonen aan dat 2 van de 11 brandstoffen de norm van 0,2 massaprocenten overschrijden.

Voor aluminium zijn de gemiddelde totaalgehalten van stookolie en gasolie gemeten met de XRF respectievelijk 139 mg/kg en 39 mg/kg, voor silicium 283 mg/kg en 23 mg/kg, voor fosfor 110 mg/kg en 9 mg/kg, voor chloor 21 mg/kg en 6 mg/kg, voor vanadium 87 mg/kg en 6 mg/kg, voor ijzer 22 mg/kg en 6 mg/kg, voor nikkel 28 mg/kg en 0,9 mg/kg en voor zink 1,5 mg/kg en 0,4 mg/kg. De gemiddelde totaalgehalten van de overige elementen blijken in beide brandstofsoorten nauwelijks te verschillen.

De samenstelling van de elementen in de scheepsbrandstoffen gemeten door het RIVM, BSI en SGS komt kwalitatief goed overeen. De gehalten die met de XRF analysemethode zijn bepaald zijn structureel hoger dan de gehalten die bepaald zijn met de ICP-MS analysemethode. Dit is verklaarbaar door de non destructieve behandeling van de monsters die aan de XRF meting voorafgaan. Als gevolg hiervan worden alle speciaties van een element gemeten.

Geëmitteerde stoffen in de rookgassen van varende zeeschepen

Voor TSP meten we een gemiddelde van 87 mg/m³ bij 23 schepen die op stookolie voeren en een gemiddelde van 22 mg/m³ bij 11 schepen die op gasolie voeren. Voor stofgebonden zwavel zijn de gemiddelde emissieconcentraties 3284 µg/m³ en 236 µg/m³, voor titanium 24 µg/m³ en 13 µg/m³, voor vanadium 1999 µg/m³ en 32 µg/m³, voor ijzer 589 µg/m³ en 315 µg/m³ en voor nikkel 926 µg/m³ en 158 µg/m³.

Voor stofgebonden mangaan (20 µg/m³ bij schepen op stookolie en 16 µg/m³ bij schepen op gasolie), kobalt (21 µg/m³ en 10 µg/m³), koper (21 µg/m³ en 13 µg/m³) en zink (115 µg/m³ en 88 µg/m³) zijn de gemiddelde emissieconcentraties in de rookgassen van zeeschepen die op stookolie voeren licht hoger vergeleken met de zeeschepen die op gasolie voeren.

Van de overige gemeten stoffen zijn de emissieconcentraties in de rookgassen van de zeeschepen op beide brandstofsoorten vergelijkbaar. Dit is geconstateerd voor de som van de 16 EPA PAK (1,74µg/m³ van schepen op stookolie en 1,77 µg/m³ van schepen op gasolie), de som van de 10 PAK van VROM (1,35 µg/m³ en 1,41 µg/m³), aluminium (118 µg/m³ en 115 µg/m³), chloor (91 µg/m³, en 94 µg/m³), calcium (3241 µg/m³ en 1985 µg/m³), chroom (28 µg/m³ en 28µg/m³), lood (23 µg/m³ en 21 µg/m³) en tin (513 µg/m³ en 526 µg/m³). Strontium (5 µg/m³), cadmium (75 µg/m³), barium (189 µg/m³), kwik (6 µg/m³) en thallium (6 µg/m³) zijn rond de bepalingsgrens gemeten.

Er zijn geen stofgebonden dioxinen, indicator PCB en halogeenkoolwaterstoffen aangetoond boven de bepalingsgrens van de meetmethoden. Dit is consistent met de metingen van de rookgassen in 2005. De conclusie is dat deze schadelijke stoffen niet in meetbare concentraties naar de lucht worden geëmitteerd.

Op basis van enkele blanco metingen op de zeeschepen blijkt dat het chloor signaal even hoog is als die van de gemeten emissieconcentratie in de rookgassen. Dit betekent dat er aanwijzingen zijn voor andere bronnen die het chloorsignaal veroorzaken. Zeer waarschijnlijk kan het chloorsignaal verklaard worden door de zilte lucht van de Noordzee.

De gemeten PAK en elementen in de rookgassen zijn grotendeels te verklaren op grond van de chemische samenstelling van de scheepsbrandstoffen. Indicaties hiervoor zijn de gemeten PAK, zwavel, aluminium, vanadium, ijzer, nikkel en zink in de stookolie en gasolie monsters.

Uit de emissiemetingen blijkt dat de concentratie aan schadelijke stoffen in rookgassen van schepen die op stookolie voeren voor de meeste stoffen hoger liggen dan die van de schepen die op gasolie voeren. Dit is consistent met de bevindingen van het RIVM onderzoek in 2005 en ook volgens de verwachting.

Schepen aan de wal

De chemische samenstelling van de brandstoffen van de vier schepen aan de wal in IJmuiden vertonen geen afwijkend beeld vergeleken met de samenstelling van de brandstoffen die betrokken zijn van de varende schepen.

De luchtmissie van schadelijke stoffen geven in aard en omvang eveneens een zelfde beeld als die van de de luchtmissie van varende schepen.

LITERATUUR

S.C. Kasifa; Scheepvaart en Milieu – Mogelijkheden voor emissiereductie –
RIVM rapportnr: 773002019/2002, aug 2001.

M.P. Keuken; J. Wesseling; J.C.T. Hollander; H. Verhagen; Luchtkwaliteit in relatie tot
scheepvaart
TNO rapportnr: B&O-A R 2005/085, april 2005

Richtlijn 1999/32/EG van de Raad van 26 april 1999 betreffende een vermindering van het
zwavelgehalte van bepaalde vloeibare brandstoffen en tot wijziging van Richtlijn 93/12/EEG

Website: www.Noordzeeloket.nl
Betreft: MARPOL 73/78 bijlage VI

Website: www.eu-milieubeleid.nl
Betreft: Overzicht EU regelgeving: Zwavelgehalte van bepaalde vloeibare brandstoffen

RIVM briefrapport 20051064 IMD mhb “Luchtemissie van schadelijke stoffen bij zeeschepen”
7 april 2006

BIJLAGE A: PAK IN BRANDSTOFFEN

Tabel 15: PAK gehalte (mg/kg) van scheepsbrandstoffen bemonsterd op 7 en 8 juni 2007

IMD/SB/ code	070606 001-004	070606 007-010	070606 013-016	080606 017-020	080606 021-024	080606 025-028	080606 029-032
Type brandstof	HFO	gasolie	HFO	HFO	HFO	gasolie	HFO
Som acht lichtste PAK	8646	2071	1423	1886	1115	1292	1976
Som acht zwaarste PAK	54	9	130	292	424	14	175
Verhouding licht/zwaar	161	222	11	6	3	90	11
Totaal EPA PAK	8700	2081	1554	2178	1539	1306	2151
PAK tot (10 VROM)	8241	1917	1195	1133	864	541	1003

Tabel 16; PAK gehalte (mg/kg) van scheepsbrandstoffen bemonsterd op 30 en 31 augustus

IMD/SB/ code	300806 001-004	300806 009-012	310806 001-004	310806 005-008	310806 009-012
Type brandstof	HFO	HFO	HFO	HFO	HFO
Som acht lichtste PAK	3146	329	1052	2466	1499
Som acht zwaarste PAK	724	36	297	221	102
Verhouding licht/zwaar	4	9	4	11	15
Totaal EPA PAK	3870	366	1349	2687	1601
PAK tot (10 VROM)	2066	194	955	2196	984

Tabel 17; PAK gehalte (mg/kg) van scheepsbrandstoffen bemonsterd op 20 en 21 september

IMD/SB/ code	200906 001- 004	200906 005- 008	200906 009- 012	200906 017- 020	210906 005- 008	210906 009- 012	210906 017- 018
Type brandstof	HFO	HFO	Diesel olie	HFO	HFO	IFO	Diesel olie
Som acht lichtste PAK	2851	2894	3030	2518	1571	3361	1912
Som acht zwaarste PAK	426	371	10	250	260	220	939
Verhouding licht/zwaar	7	8	316	10	6	15	2
Totaal EPA PAK	3276	3265	3039	2768	1831	3580	2851
PAK tot (10 VROM)	1535	2162	2441	1355	1208	1819	1995

Tabel 18; PAK gehalte (mg/kg) van scheepsbrandstoffen bemonsterd op 22 september

IMD/SB/ code	220906 001-004	220906 005-008	220906 013-016	220906 020-023
Type brandstof	HFO	HFO	HFO	gasolie
Som acht lichtste PAK	840	842	2246	3100
Som acht zwaarste PAK	352	82	206	3
Verhouding licht/zwaar	2	10	11	1179
Totaal EPA PAK	1192	924	2452	3103
PAK tot (10 VROM)	859	464	982	2564

Tabel 19; PAK gehalte (mg/kg) van scheepsbrandstoffen bemonsterd op 23 en 24 oktober

IMD/SB/ code	231006 001-004	231006 005-008	231006 009-012	231006 013-016	231006 017-020	241006 001-004	241006 005-008
Type brandstof	Gasolie	Gasolie	Gasolie	Gasolie	HFO	Gasolie	HFO
Som acht lichtste PAK	2484	883	1147	1124	1043	3147	1157
Som acht zwaarste PAK	3	3	1	3	368	20	215
Verhouding licht/zwaar	947	293	833	444	3	158	5
Totaal EPA PAK	2487	886	1148	1126	1411	3167	1373
PAK tot (10 VROM)	2346	406	587	466	907	1452	785

Tabel 20; PAK gehalte (mg/kg) van scheepsbrandstoffen bemonsterd op 8, 9, 14 en 15 november

IMD/SB/ code	081106 005-008	081106 009-012	081106 033-036	091106 009-012	091106 017-020	091106 021-024	141106 001-004	141106 005-008	151106 009-012	151106 013-016
Type brandstof	gasolie	kade	HFO	kade	HFO	HFO	Gasolie	HFO	gasolie	gasolie
Som acht lichtste PAK	602	1469	2461	3339	3215	1955	10563	13459	6059	3731
Som acht zwaarste PAK	12	289	495	19	180	273	10	265	11	13
Verhouding licht/zwaar	51	5	5	172	18	7	1078	51	531	295
Totaal EPA PAK	614	1758	2956	3358	3395	2228	10572	13724	6071	3744
PAK tot (10 VROM)	568	1185	1676	2981	1987	125	10485	12998	4460	1640

BIJLAGE B: ELEMENTEN IN BRANDSTOFFENTabel 21; *Elementgehalten in brandstoffen bemonsterd op 7 en 8 juni in % (m/m)*

IMD/SB code	070606 001-004	070606 007-010	070606 013-016	080606 017-020	080606 021-024	080606 025-028	080606 029-032
brandstof	HFO	Gasolie	HFO	HFO	HFO	gasolie	HFO
Mg	0,2	0,0107	0,1160	0,1000	0,1910	0,0170	0,1010
Al	0,03	0,0036	0,0115	0,0086	0,0307	0,0053	0,0108
Si	0,04	0,0012	0,0263	0,0277	0,0485	0,0021	0,0269
P	0,02	0,0004	0,0094	0,0101	0,0189	0,0006	0,0094
S	2,63	0,05	2,17	2,44	3,06	0,16	2,35
Cl	< 0,0002	< 0,0002	0,0036	0,0003	< 0,0001	0,0005	0,0013
Ca	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,0014	< 0,001	< 0,001
As	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,00002	< 0,0001	< 0,0001
Ti	0,0005	< 0,0005	< 0,0005	< 0,0005	0,0009	< 0,0005	< 0,0005
V	0,01	< 0,0005	0,0106	0,0095	0,0239	0,0006	0,0059
Cr	0,0009	< 0,0005	0,0005	< 0,0005	0,0009	< 0,0005	0,0006
Fe	0,003	0,0005	0,0023	0,0019	0,0016	0,0005	0,0016
Ni	0,004	< 0,0001	0,0038	0,0030	0,0049	< 0,0001	0,0018
Zn	0,0001	< 0,0001	0,0004	< 0,0001	0,0001	< 0,0001	0,0002
Nb	0,002	0,0041	0,0025	0,0025	0,0028	0,0044	0,0018
Sn	0,01	0,0115	0,0114	0,0117	0,0109	0,0110	0,0121
Sb	0,001	0,0011	0,0010	0,0014	0,0009	0,0015	0,0018
Te	0,003	0,0040	0,0034	0,0030	0,0033	0,0034	0,0039
I	0,001	0,0023	0,0031	0,0020	0,0022	0,0024	< 0,0007
Cs	< 0,0008	< 0,0008	0,0011	< 0,0008	< 0,0060	0,0021	< 0,0008

Tabel 22; *Elementgehalten in brandstoffen bemonsterd op 30 en 31 augustus in % (m/m)*

IMD/SB code	300806 001-004	300806 009-012	310806 001-004	310806 005-008	310806 009-012
brandstof	HFO	HFO	HFO	HFO	HFO
Mg	0,075	0,13	0,058	0,159	0,071
Al	0,0072	0,0153	0,0069	0,0255	0,0109
Si	0,0159	0,0312	0,0151	0,0377	0,0176
P	0,0063	0,0119	0,0053	0,0169	0,006
S	1,52	2,67	1,27	2,87	1,35
Cl	0,0013	0,0009	0,0017	< 0,0001	0,001
Ca	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,00156
As	< 0,00002	< 0,00002	0,00007	< 0,00002	< 0,00002
Ti	< 0,0005	0,0005	< 0,0005	0,0007	< 0,0005
V	0,0058	0,0072	0,0035	0,0102	0,0049
Cr	0,0004	0,0006	0,0004	0,001	0,0005
Fe	0,0013	0,0008	0,0008	0,0018	0,0054
Ni	0,0024	0,0019	0,0011	0,0029	0,0025
Zn	0,0001	0,0001	0,00003	0,0001	0,0001
Nb	0,0025	0,0019	0,0026	0,003	0,002
Sn	0,013	0,0115	0,012	0,0101	0,0117
Sb	0,0016	0,0017	0,0019	0,0012	0,0012
Te	0,0041	0,0039	0,0032	0,003	0,0036
I	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,002	0,0033
Cs	< 0,008	< 0,008	< 0,007	< 0,005	< 0,007

Tabel 23; Elementgehalten in brandstoffen bemonsterd op 20 en 21 september in % (m/m)

IMD/SB code	200906 001-004	200906 005-008	200906 009-012	200906 017-020	210906 005-008	210906 009-012	210906 017-018
brandstof	HFO	HFO	dieselolie	HFO	HFO	IFO	dieselolie
Mg	0,0730	0,1650	0,0317	0,0860	0,0830	0,1230	0,0670
Al	0,0018	0,0136	0,0065	0,0129	0,0069	0,0163	0,0086
Si	0,0167	0,0296	0,0062	0,0273	0,0220	0,0263	0,0137
P	0,0067	0,0118	0,0019	0,0111	0,0074	0,0106	0,0055
S	1,18	2,12	0,44	2,08	1,85	2,01	1,18
Cl	0,0023	0,0006	0,0011	0,0099	0,0016	< 0,0002	0,0008
Ca	0,00258	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
As	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,0001	< 0,00002
Ti	< 0,00005	0,0003	< 0,0005	0,0002	0,0002	< 0,0005	< 0,0005
V	0,0046	0,0087	0,0006	0,0088	0,0105	0,0102	0,0008
Cr	0,0007	0,0007	0,0005	0,0005	0,0006	< 0,00050	0,0004
Fe	0,0035	0,0027	0,0008	0,0017	0,0017	0,0017	0,0012
Ni	0,0021	0,0030	< 0,00003	0,0029	0,0035	0,0030	< 0,00004
Zn	0,0003	0,0001	0,0000	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000
Nb	0,0021	0,0020	0,0029	0,0030	0,0023	< 0,0010	0,0021
Sn	0,0105	0,0101	0,0100	0,0121	0,0116	0,0123	0,0100
Sb	0,0010	0,0012	0,0008	0,0009	0,0015	0,0010	0,0011
Te	0,0029	0,0025	0,0025	0,0031	0,0035	0,0035	0,0031
I	< 0,002	< 0,002	0,0025	0,0027	< 0,003	0,0021	< 0,003
Cs	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,007	< 0,007	< 0,0008	< 0,006

Tabel 24; Elementgehalten in brandstoffen bemonsterd op 22 september in % (m/m)

IMD/SB code	220906 001-004	220906 005-008	220906 013-016	220906 020-023
brandstof	HFO	HFO	HFO	gasolie
Mg	0,1360	0,1500	0,1050	0,0146
Al	0,0140	0,0188	0,0135	0,0046
Si	0,0305	0,0461	0,0239	0,0017
P	0,0124	0,0178	0,0094	0,0009
S	2,45	3,51	1,92	0,14
Cl	< 0,00009	< 0,0001	0,0023	< 0,00003
Ca	< 0,001	< 0,001	0,00094	< 0,001
As	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00002	< 0,00001
Ti	0,0005	0,0010	0,0001	< 0,0005
V	0,0101	0,0066	0,0074	0,0006
Cr	0,0006	0,0005	0,0006	0,0003
Fe	0,0024	0,0014	0,0039	0,0006
Ni	0,0030	0,0017	0,0021	< 0,00003
Zn	0,0003	0,0001	0,0002	0,0000
Nb	0,0025	< 0,002	0,0027	0,0031
Sn	0,0118	0,0110	0,0109	0,0110
Sb	0,0013	0,0011	0,0011	0,0014
Te	0,0036	0,0024	0,0023	0,0032
I	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003
Cs	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007

Tabel 25; Elementgehalten in brandstoffen bemonsterd op 23 en 24 oktober in % (m/m)

IMD/SB code	231006 001-004	231006 005-008	231006 009-012	231006 013-016	231006 017-020	241006 001-004	241006 005-008
brandstof	Gasolie	Gasolie	Gasolie	Gasolie	HFO	Gasolie	HFO
Mg	0,0173	0,0132	0,0164	0,0149	0,1580	0,0134	0,0880
Al	0,0027	0,0037	0,0033	0,0036	0,0179	0,0046	0,0123
Si	0,0023	0,0022	0,0024	0,0015	0,0388	0,0018	0,0225
P	0,0012	0,0013	0,0008	0,0010	0,0156	0,0004	0,0093
S	0,16	0,16	0,17	0,15	2,43	0,09	1,81
Cl	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	0,0006	<0,0002
Ca	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
As	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Ti	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
V	0,0006	0,0006	<0,0005	<0,0005	0,0113	0,0006	0,0066
Cr	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	0,0006	0,0005	<0,0005
Fe	0,0006	0,0006	0,0005	0,0006	0,0025	0,0006	0,0019
Ni	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0036	<0,0001	0,0026
Zn	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	0,0001
Nb	0,0031	0,0028	0,0027	0,0021	0,0016	0,0027	0,0020
Sn	0,0103	0,0109	0,0112	0,0119	0,0082	0,0105	0,0118
Sb	0,0014	0,0006	0,0021	0,0013	0,0015	0,0016	0,0016
Te	0,0035	0,0026	0,0029	0,0030	0,0031	0,0037	0,0034
I	0,0016	0,0019	0,0014	0,0021	0,0029	0,0018	<0,0007
Cs	<0,0008	<0,0008	<0,0008	0,0019	0,0015	0,0033	<0,0008

Tabel 26; Elementgehalten in brandstoffen bemonsterd op 8 en 9 november in % (m/m)

IMD/SB Code	081106 005-008	081106 033-036	081106 009-012	091106 009-012	091106 021-024	091106 017-020
Brandstof	gasolie	HFO	kade HFO	kade gasolie	kade HFO	HFO
Mg	0,0206	0,1260	0,1480	0,0388	0,1100	0,1000
Al	0,0044	0,0124	0,0183	0,0094	0,0096	0,0128
Si	0,0033	0,0297	0,0405	0,0128	0,0205	0,0282
P	0,0007	0,0116	0,0154	0,0007	0,0077	0,0113
S	0,16	1,88	3,02	0,09	1,56	2,07
Cl	0,0006	0,0013	<0,0002	<0,0002	0,0033	0,0023
Ca	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
As	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Ti	<0,0005	<0,0005	0,0008	<0,0005	<0,0005	<0,0005
V	0,0006	0,0083	0,0166	<0,0005	0,0117	0,0092
Cr	<0,0005	0,0008	0,0006	<0,0005	<0,0005	0,0007
Fe	0,0006	0,0020	0,0017	0,0007	0,0025	0,0031
Ni	<0,0001	0,0026	0,0040	<0,0001	0,0039	0,0031
Zn	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	0,0003
Nb	0,0033	0,0021	0,0029	0,0025	0,0029	0,0017
Sn	0,0098	0,0102	0,0115	0,0108	0,0100	0,0101
Sb	0,0010	0,0009	0,0013	0,0010	0,0013	0,0008
Te	0,0031	0,0021	0,0033	0,0029	0,0032	0,0024
I	0,0021	0,0024	0,0010	0,0022	0,0014	<0,0007
Cs	0,0028	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008	<0,0008

Tabel 27; Elementgehalten in brandstoffen bemonsterd op 14 en 15 november in % (m/m)

IMD/SB code	141106 001-004	141106 005-008	151106 009-012	151106 013-016
brandstof	gasolie	HFO	gasolie	kade gasolie
Mg	0,0199	0,0780	0,0222	0,0171
Al	0,0044	0,0105	0,0027	0,0045
Si	0,0035	0,0186	0,0033	0,0038
P	0,0012	0,0070	0,0013	0,0008
S	0,21	1,28	0,25	0,18
Cl	0,0008	0,0015	<0,0002	0,0008
Ca	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
As	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
Ti	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
V	0,0007	0,0056	0,0006	<0,0005
Cr	<0,0005	<0,0005	0,0005	<0,0005
Fe	0,0006	0,0021	0,0006	0,0006
Ni	<0,0001	0,0022	<0,0001	<0,0001
Zn	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Nb	0,0023	0,0020	0,0029	0,0023
Sn	0,0112	0,0106	0,0111	0,0119
Sb	0,0011	0,0009	0,0015	0,0015
Te	0,0029	0,0033	0,0039	0,0031
I	0,0022	0,0023	0,0010	0,0029
Cs	0,0011	0,0029	0,0008	0,0025

BIJLAGE C: TOTAALSTOF (TSP) EN STOFGEBONDEN CONTAMINANTEN IN ROOKGASSEN VAN ZEESCHEPEN

Tabel 28; Chemische analyse van de rookgassen van zeeschepen op 7 en 8 juni 2007

	IMD/SB code	070606 001-004	070606 007-010	070606 013-016	080606 017-020	080606 021-024	080606 025-028	080606 029-032
Pak epa	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	4,8	0,7	0,8	1,2	0,8	1,0	2,8
Pak vrom	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3,4	0,5	0,6	0,7	0,6	0,7	2,1
Stof	Mg/m^3	95	14	99	59	55	11	133
Al	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	128	101	166	194	128	123	100
S	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3269	146	7104	3059	2212	28	4597
Cl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	84	91	100	80	83	82	96
Ca	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	762	221	9491	1822	2214	140	1409
Ti	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	18	12	27	27	22	14	27
V	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1099	33	2443	2458	3720	<31	1882
Cr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<25	30	26	28	<25	27	26
Mn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	17	18	19	22	22	15	27
Fe	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	461	348	668	621	382	307	630
Co	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	11	8	12	13	13	8	9
Ni	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	572	187	1132	1004	1022	160	802
Cu	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	21	21	30	21	21	18	24
Zn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	89	112	189	114	99	93	187
Sr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<5	<5	11	8	6	<5	8
Cd	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<75	<75	77	90	77	83	77
Sn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	478	541	559	519	478	412	429
Ba	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<189	219	196	<189	<189	<189	<189
Hg	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7	7	7	7	7	<6	<6
Tl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7	7	<6	8	7	8	8
Pb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	20	26	34	18	21	16	25

Tabel 29; Chemische analyse van de rookgassen van zeeschepen op 30 en 31 augustus 2007

	IMD/SB code	300806 001+ 003	300806 009-012	310806 001-004	310806 005-008	310806 009+011
PAK	$\mu\text{g}/\text{m}^3$					
epa		0,9	1,0	5,0	1,8	4,6
PAK	$\mu\text{g}/\text{m}^3$					
vrom		0,7	0,8	2,2	1,5	3,2
Stof	Mg/m^3	55	82	190	136	62
Al	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	83	49	124	86	55
S	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2480	3235	5441	4687	2709
Cl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	84	87	101	91	25
Ca	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3590	4389	4048	5059	2883
Ti	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	22	17	34	19	16
V	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1717	1658	1415	1852	403
Cr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<25	42	33	30	33
Mn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	17	15	20	18	16
Fe	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	512	397	635	451	606
Co	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	15	9	12	12	10
Ni	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	923	713	713	839	426
Cu	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	15	14	47	18	27
Zn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	77	44	155	84	46
Sr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	9	9	8	6	8
Cd	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<75	91	77	80	<75
Sn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	519	519	501	456	471
Ba	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<189	<189	<189	<189	<189
Hg	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7	<6	<6	7	<6
Tl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8	7	8	8	8
Pb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	23	20	50	18	19

Tabel 30; Chemische analyse van de rookgassen van zeeschepen op 20 en 21 september 2007

	IMD/SB code	200906 001-004	200906 005+007	200906 009-012	200906 017+019	210906 005+007	210906 009+011	210906 017+003
PAK	$\mu\text{g}/\text{m}^3$							
epa		1,2	0,8	2,2	5,3	1,3	1,1	0,5
PAK	$\mu\text{g}/\text{m}^3$							
vrom		0,9	0,6	1,8	4,7	1,1	0,9	0,4
Stof	Mg/m^3	28	39	106	116	81	73	12
Al	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	190	55	61	101	79	61	<38
S	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3659	1854	3516	5985	2126	1622	118
Cl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	92	116	205	95	85	87	88
Ca	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	6741	971	9022	2290	527	280	328
Ti	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	21	28	17	24	25	23	15
V	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1072	1934	114	3113	2770	2985	<31
Cr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	28	<25	27	<25	<25	38	<25
Mn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	21	18	17	21	20	18	15
Fe	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	691	458	366	600	494	582	347
Co	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	177	19	8	20	11	15	9
Ni	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	768	892	197	1305	1212	1185	155
Cu	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	14	23	24	15	19	23	20
Zn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	189	99	123	64	126	107	124
Sr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	12	7	7	11	6	8	<5
Cd	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	82	<75	85	79	<75	82	79
Sn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	522	427	519	588	600	506	536
Ba	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<189	<189	<189	<189	<189	<189	<189
Hg	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7	7	<6	<6	<6	6	<6
Tl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7	7	<6	<6	8	<6	6
Pb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	22	18	75	23	17	17	21

Tabel 31; Chemische analyse van de rookgassen van zeeschepen op 22 september 2007

	IMD/SB code	220906 001+003	220906 005+007	220906 013-016	220906 020-023
PAK	$\mu\text{g}/\text{m}^3$				
epa		2,6	0,9	1,6	6,2
PAK	$\mu\text{g}/\text{m}^3$				
vrom		2,3	0,7	1,3	5,4
Stof	Mg/m^3	154	93	80	41
Al	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	74	68	130	120
S	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2478	3561	2127	166
Cl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	49	90	95	108
Ca	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2860	5569	1473	2169
Ti	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	18	23	26	12
V	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2027	1538	1277	<31
Cr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<25	38	27	28
Mn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	21	19	22	14
Fe	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	700	539	892	288
Co	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	19	18	14	11
Ni	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1338	698	603	156
Cu	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	18	28	47	11
Zn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	215	135	162	111
Sr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	6	7	7
Cd	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<75	<75	77	80
Sn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	541	547	526	569
Ba	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<189	<189	<189	<189
Hg	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<6	<6	7	6
Tl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<6	7	8	8
Pb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	19	19	23	21

Tabel 32; Chemische analyse van de rookgassen van zeeschepen op 23 en 24 oktober 2007

	IMD/SB code	231006 001+003	231006 005+007	231006 009+011	231006 013+015	231006 017+019	241006 001+003	241006 005+007
PAK	$\mu\text{g}/\text{m}^3$							
epa		2,3	1,1	0,6	0,8	1,4	0,8	1,4
PAK	$\mu\text{g}/\text{m}^3$							
vrom		1,9	0,8	0,4	0,6	1,2	0,6	1,2
Stof	Mg/m^3	72	45	< 1	< 1	91	6	81
Al	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	85	88	131	113	230	102	187
S	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	424	224	160	351	4065	478	2918
Cl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	97	94	87	90	92	89	88
Ca	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	3127	1841	2258	2947	5862	2488	4865
Ti	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	12	13	12	12	33	10	29
V	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<31	<31	<31	<31	3656	<31	2299
Cr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	26	31	27	28	<25	27	<25
Mn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	16	15	16	16	24	17	25
Fe	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	290	481	286	283	786	299	589
Co	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8	26	8	7	11	7	12
Ni	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	156	158	152	156	1529	154	1196
Cu	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	13	10	12	10	10	14
Zn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	149	39	65	97	169	151	120
Sr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8	6	8	10	14	8	11
Cd	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	107	<75	79	<75	<75	<75	85
Sn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	555	544	526	553	618	490	462
Ba	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<189	<189	<189	<189	<189	195	<189
Hg	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<6	<6	<6	<6	8	<6	8
Tl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7	<6	8	10	8	9	<6
Pb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	22	26	22	24	28	22	32

Tabel 33; Chemische analyse van de rookgassen van zeeschepen op 8, 9, 14 en 15 november 2007

	IMD/SB code	081106 005+007	081106 009+011	081106 033+034	091106 009+011	091106 017+019	091106 021+023	141106 001+003	141106 005+008	151106 009+010	151106 013+015
PAK	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1,4	kade 1,1	1,8	kade 3,5	2,3	kade 3,9				
epa								0,6	0,7	0,6	1,0
PAK vrom	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,5	0,7	1,3	1,9	1,8	2,6				
Stof	Mg/m^3	25	193	35	8	103	50	0,4	0,4	<0,4	0,5
Al	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	142	148	153	268	140	234	8	54	20	10
S	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	281	8598	840	<13	3719	2892	<13	1791	323	74
Cl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	105	97	104	99	93	98	103	99	88	120
Ca	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2598	13034	2032	1482	2520	2937	1546	2890	2497	1702
Ti	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	15	42	19	9	33	25	13	26	13	9
V	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<31	5864	716	<31	2164	3839	<31	1773	<31	<31
Cr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	29	<25	<25	<25	<25	<25	27	<25	<25	27
Mn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	16	20	16	15	21	22	14	<25	14	15
Fe	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	301	571	406	283	799	474	295	659	283	300
Co	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	11	19	9	9	14	25	11	22	8	<6
Ni	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	157	1751	457	151	973	1527	150	995	151	153
Cu	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	13	13	10	<9	18	14	13	10	12	12
Zn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	69	196	50	<13	61	67	27	49	50	28
Sr	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	7	13	8	8	11	10	8	11	7	6
Cd	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<75	91	99	<75	79	<75	<75	79	79	89
Sn	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	536	639	551	537	489	473	581	490	484	512
Ba	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<189	<189	<189	<189	<189	<189	<189	<189	<189	190
Hg	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	8	7	<6	<6	7	<6	7	7	7	7
Tl	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	<6	8	8	<6	<6	<6	8	9	6	7
Pb	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	16	20	24	18	22	20	16	27	23	13

Totaal overzicht van resultaten van BSI en SGS

datum: 9 februari 2007

Monstercode	BSI		84213-01/bp	84213-02/bp	84213-03/bp	84213-04/bp	84213-05/bp	84213-06/bp	8412-07/bp	85488-01/bp	85488-02/bp	85488-03/bp
Monstercode	VROM		VI0706ZW001A	VI0806ZW002A	VI0806ZW004A	VI0806ZW005A	080606-1000-8613-A	070606-HFO-2576-A		VI3008ZW001	VI3108ZW001	VI3008ZW002
			gasoil	HFO	gasoil	HFO	HFO	HFO		HFO	HFO	HFO
D 4052	Density @ 15°C	kg/l	0.8296	0.9893	0.8611	0.9835	0.9896	0.9888	0.9894	0.9888	0.9772	0.9589
ASTM D 4294	sulphur	% m/m	0.005	3.06	0.15	2.23	2.37	2.11	2.6	1.43	1.19	2.6
BAGA	EOX	mg/kg	<1	6	<1	8	9	13	6	9	14	8
D 445	Kinematic Viscosity @ 40°C	mm ² /s	2.906	357.3	3.342	192.6	422.9	187.8	313.4	510.7	218.1	465.1
ICP	al	mg/kg	<1	29	<1	25	3	3	2	4	6	2
ICP	As	mg/kg	<0.1	0.1	<0.1	0.1	<1	0.1	0.1	580	180	280
ICP	Ca	mg/kg	<1	5	<1	9	12	18	4	11	61	6
ICP	Cr	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
ICP	Pb	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
ICP	Hg	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<40	<40	<40
ICP	Ni	mg/kg	<1	53	5	22	28	38	35	20	16	18
ICP	Pb	mg/kg	<1	11	<1	11	2	3	<1	1	2	<1
ICP	Si	mg/kg	<1	148	<1	129	2	5	3	13	19	9
ICP	Sn	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
ICP	Ti	mg/kg	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
ICP	V	mg/kg	<1	242	1	66	56	124	118	72	42	83
ICP	Zn	mg/kg	<1	1	1	2	6	4	1	2	3	1
D 664	Acid number	mg KOH/g	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D 664	Total acid number	mg KOH/g	0.03	0.22	0.18	1.31	0.16	0.14	0.15	0.19	1.16	0.05
D 93	flash number	°C	72	83	65	>110	>110	>110	82	101	>110	>110
Monstercode	SGS		287.1.1	287.1.2	287.1.3	287.1.4	287.1.5	287.1.6	287.1.7	287.1.8	287.1.9	287.1.10
Monstercode	VROM		VI 2209ZW002A	VI 2209ZW003A	VI 2209ZW004A	VI 2310ZW001A	VI 2310ZW002A	VI 2310ZW003A	VI 2310ZW004A	VI 2310ZW005A	VI 2410ZW001A	VI 2410ZW002A
Product			HFO	HFO	Gasoil	Gasoil	Gasoil	Gasoil	Gasoil	HFO	Gasoil	HFO
ASTM D 4052	Density @ 15°C	kg/m ³	977.2	970.9	848.7	852.7	842.5	861.3	848.1	988.4	872.0	971.9
ASTM D 2622	Sulphur	wt%	3.48	1.87	0.13	0.17	0.15	0.17	0.12	2.43	0.08	1.82
UOP 779	Total Organic Chloride	wt%	<5	<5	<1	<1	<1	<1	<1	<5	<1	<5
ASTM D 445	Kinematic Viscosity @ 40°C	mm ² /s	446.3	322.8	3.105	3.364	2.831	2.986	3.057	741.2	3.348	295.8
Elements with ICP	Al	mg/kg	1	7	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	5	<0.1	4
Elements with ICP	As	mg/kg	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Elements with ICP	Ca	mg/kg	20	27	<0.1	0.1	0.7	0.4	0.1	5	<0.1	5
Elements with ICP	Cd	mg/kg	<1	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<0.1	<1
Elements with ICP	Cr	mg/kg	<1	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<0.1	<1
Elements with ICP	Hg	mg/kg	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7
Elements with ICP	P	mg/kg	<1	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<0.1	<1
Elements with ICP	Pb	mg/kg	<1	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<0.1	<1
Elements with ICP	Si	mg/kg	2	6	<0.1	<0.1	0.4	<0.1	<0.1	4	<0.1	4
Elements with ICP	Sn	mg/kg	<1	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<0.1	<1
Elements with ICP	Ti	mg/kg	<1	<1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<1	<0.1	<1
Elements with ICP	V	mg/kg	63	74	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	94	<0.1	69
Elements with ICP	Zn	mg/kg	2	3	<0.1	<0.1	0.1	0.2	0.4	<1	<0.1	1
ASTM D 664	Acid number	mg KOH/g	0.30	0.23	<0.1	0.15	<0.1	0.15	0.12	0.20	<0.1	<0.1
ASTM D 664	Strong Acid number	mg KOH/g	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
ASTM D 93	Flashpoint	°C	95.0	104.0	63.0	67.0	78.0	64.0	69.0	104.0	69.0	74.0

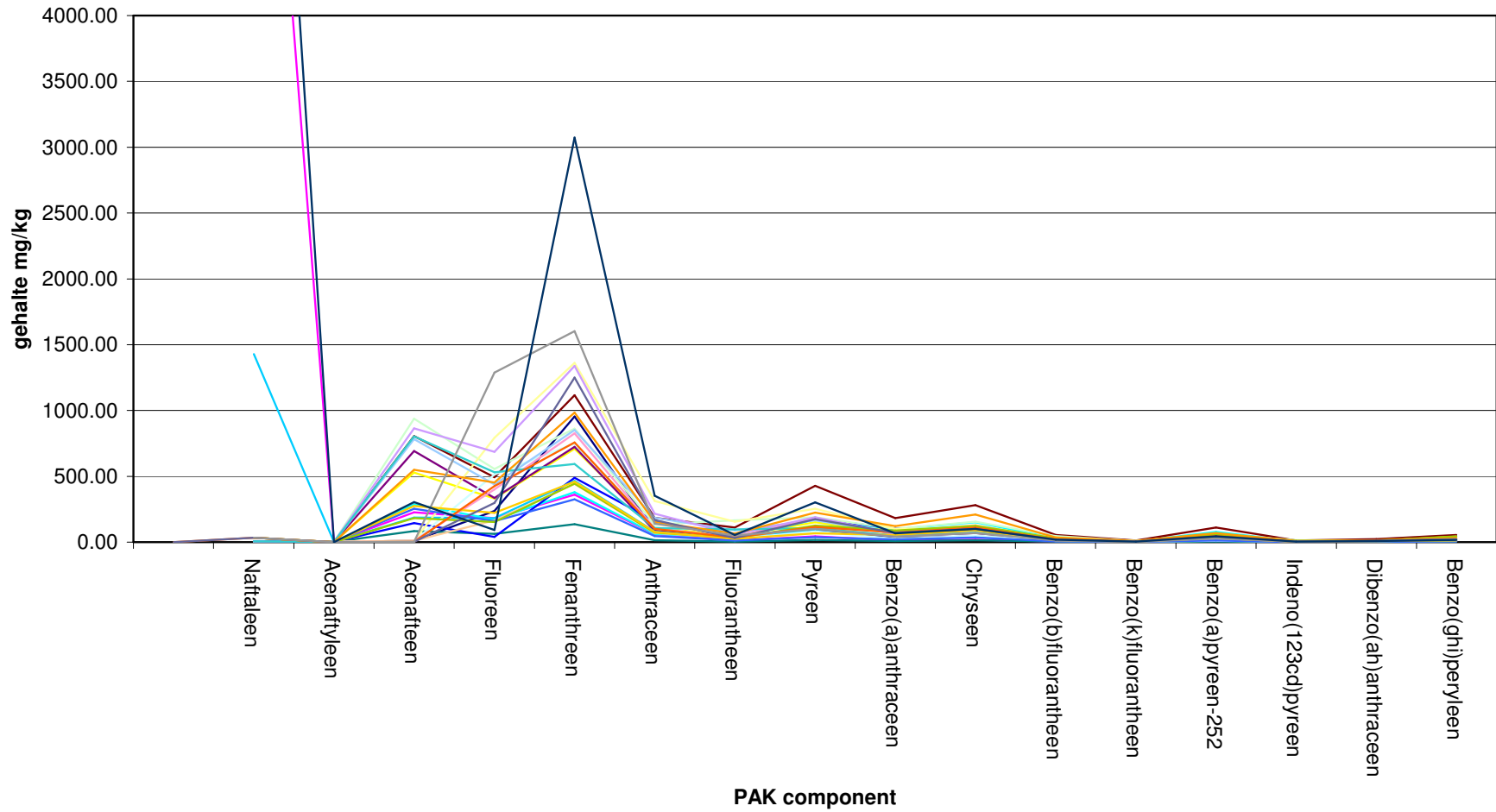
Totaal overzicht van resultaten van BSI en SGS

datum: 9 februari 2007

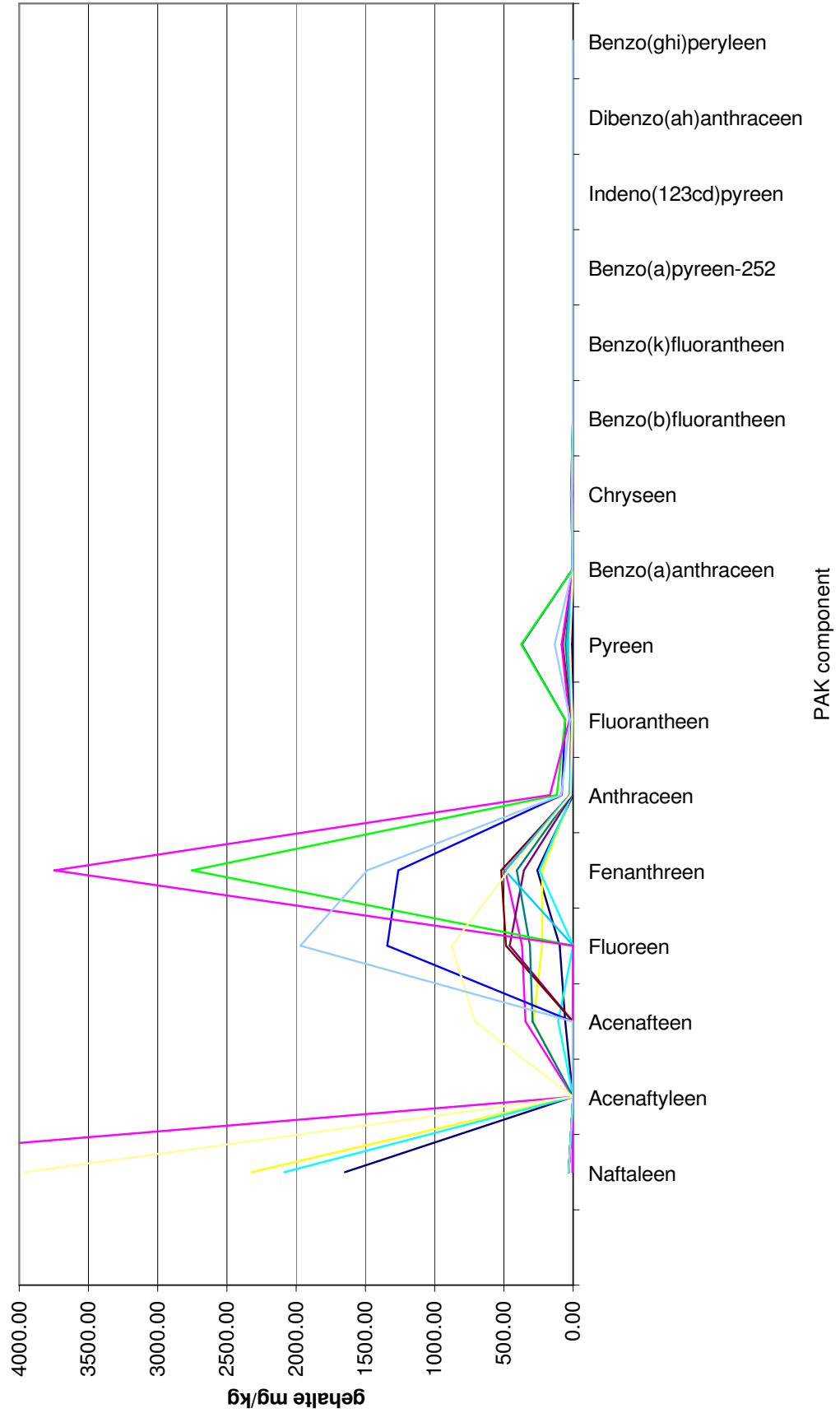
	85488-04/bp VI3108ZW003 HFO	85488-05/bp VI3108ZW004 HFO	85911-01/bp VI2009ZW001 HFO	85911-02/bp VI2009ZW002 HFO	85911-03/bp VI2009ZW003 gasoil	85911-04/bp VI2009ZW004 HFO	85911-05/bp VI2109ZW001 HFO	Note. 85911-06/bp VI2109ZW002 IFO	85911-07/bp VI2109ZW003 gasoil?	85911-08/bp VI2209ZW001 HFO
Density @ 15°C	0.989	0.9719	0.9805	0.9885	0.8575	0.9901	0.9838	0.9813	0.8978	0.9864
sulphur	2.79	1.39	1.09	2.18	0.4	2.21	1.77	1.93	1.16	2.48
EOX	12	12	23	22	<10	38	23	21	<10	22
Kinematic Viscosity @ 40°C	764.8	830.3	385.5	728.2	3.804	822.6	336.8	279.2	6.24	840.6
al	3	9	9	13	<5	<5	<5	<5	<5	<5
As	540	630	590	490	280	470	460	440	830	480
Ca	7	36	57	7	<5	8	9	10	6	5
Cr	<1	<1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Pb	<1	<1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Hg	<40	<40	140	<40	<40	<40	<40	<40	82	<40
Ni	14	29	15	33	<5	38	29	20	26	31
Pb	1	<5	8	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Si	12	25	14	8	10	7	<5	10	<5	6
Sn	<1	<1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Ti	<1	<1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
V	95	51	37	100	<5	94	90	<5	92	107
Zn	2	<5	3	<5	<5	<5	<5	7	<5	<5
Acid number	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total acid number	0.02	0.16	0.6	<0.01	0.24	<0.01	<0.01	0.17	0.52	0.03
flash number	>110	>110	>110	88	78	>110	>110	89	91	92
SGS	287.2.1	287.2.2	287.2.3	287.2.4	287.2.5	287.2.6	287.2.7	287.2.8	287.2.9	287.2.10
VROM	VI 0811ZW001A Gasoil	VI 0811ZW002A HFO	VI 0811ZW003A HFO	VI 0911ZW001A Gasoil	VI 0911ZW002A HFO	VI 0911ZW003A HFO	VI 1411ZW001A Gasoil	VI 1411ZW002A HFO	VI 1511ZW001A Gasoil	VI 1511ZW002A Gasoil
Density @ 15°C	850.1	990.4	988.9	868.4	981.0	973.5	855.1	968.9	848.8	859.2
Sulphur	0.15	1.87	2.97	0.09	1.36	2.07	0.22	1.29	0.25	0.19
Total Organic Chloride	<1	<5	<5	<1	127	<5	<1	<5	<1	<1
Kinematic Viscosity @ 40°C	3.140	792.200	708.300	3.487	n.p.	419.500	3.036	301.500	3.120	2.700
Al	<0,1	7	3	<0,1	3	3	<0,1	2	<0,1	<0,1
As	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Ca	3	9	6	0.1	12	10	0.1	8	1.0	0.1
Cd	<0,1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
Cr	<0,1	<	<1	<0,1	<1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
Hg	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7	<0,7
P	<0,1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
Pb	<0,1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
Si	<0,1	8	3	<0,1	4	6	<0,1	4	0.5	0.1
Sn	<0,1	<1	1	<0,1	<1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
Ti	<0,1	<1	<1	<0,1	<1	<1	<0,1	<1	<0,1	<0,1
V	<0,1	78	179	<0,1	37	93	<0,1	57	<0,1	<0,1
Zn	0.3	1	<1	<0,1	<1	1	<0,1	<1	0.1	<0,1
Acid number	<0,1	0.1	0.17	<0,1	1.05	0.16	<0,1	0.37	0.18	<0,1
Strong Acid number	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1	<0,05	<0,1	<0,1
Flashpoint	50.0	112.0	76.0	84.0	104.0	122.0	76.0	108.0	69.0	64.0

BIJLAGE E: PAK PATROON

PAK patroon stookolie



PAK patroon gasolie





AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

20070274 IMD

V:
A:

RIVM IMD
t.a.v. Dhr. M. Broekman
Postbus 1
3720 BA BILTHOVEN

Onze referentie : R001-0941161PRO-D01-L-N
Datum : 15/12/06

Projectnummer : 5079703
Uw referentie : Luchtstofffilters van zeeschepen
Betreft : Analyseresultaten
Analyselijstnummer : 941161
Informatie bij : Klantenservice (0570-699765) of
e-mail info@al-west.nl

Geachte heer, mevrouw,

Hierbij zenden wij u de resultaten van het door u aangevraagde laboratoriumonderzoek. De geaccrediteerde analyses zijn, tenzij anders vermeld, uitgevoerd overeenkomstig de onderzoeksmethoden die worden genoemd in de meest actuele versie van onze verrichtingenlijst van de Raad voor Accreditatie met registratienummer L005 of van de DAP (Deutsche Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH) onder accreditatienummer DAP-PL-3198.99. Indien u gegevens wenst over de meetonzekerheden van een methode, kunnen wij u deze op verzoek verstrekken.

Dit rapport mag alleen in zijn geheel worden gereproduceerd. Eventuele bijlagen zijn onderdeel van het rapport.

Indien u nog vragen heeft of aanvullende informatie wenst, verzoeken wij u om contact op te nemen met Klantenservice.

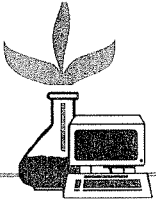
Wij vertrouwen erop u met de toegezonden informatie van dienst te zijn.

Hoogachtend,

AL-West


L. J. R. Bouma
directeur

Bijlagen



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Blad 1 van 11

Projectnummer : 5079703
Project/lokatie : Luchtstofffilters van zeeschepen

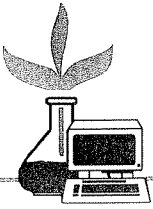
Analyselijstnummer : 941161
Bemonsterd door : RIVM IMD
Opdrachtacceptatie : 09/11/06
Datum rapport : 15/12/06

Omschrijving monsters	Betreffende	Monstername
1 : IMD70606008 SD8 + IMD70606010 SD10	filter	onbekend
2 : IMD70606014 SD14 + IMD70606016 SD16	filter	onbekend
3 : IMD80606022 SD22 + IMD80606024 SD24	filter	onbekend
4 : IMD200906002 WS14 + IMD200906004 WS16	filter	onbekend

A N A L Y S E	Eenheid	1	2	3	4
DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN					
Q 2,3,7,8-TetraCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzodioxine	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Q 2,3,7,8-TetraCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzofuraan	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
TEQ volgens NATO/CCMS	ng/filt.	-	-	-	-
TEQ volgens WHO	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TEQ volgens NATO/CCMS Upperbound	ng/filt.	0.0302	0.0302	0.0302	0.0302
TEQ volgens WHO Upperbound	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
STANDAARD GC-MS ANALYSE					
PCB-28	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-52	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-101	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-118	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-138	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-153	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-180	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN					
Niet vluchtige verbindingen	µg/filt.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Blad 2 van 11

Projectnummer : 5079703
Project/lokatie : Luchtstofffilters van zeeschepen

Analyselijstnummer : 941161
Bemonsterd door : RIVM IMD
Opdrachtacceptatie : 09/11/06
Datum rapport : 15/12/06

Omschrijving monsters	Betreffende	Monstername
5 : IMD200906006 SD54 + IMD200906008 SD56	filter	onbekend
6 : IMD200906010 SC11 + IMD200906012 SC13	filter	onbekend
7 : IMD200906014 WS6 + IMD200906016 WS8	filter	onbekend
8 : IMD200906018 WS26 + IMD200906020 WS28	filter	onbekend

A N A L Y S E	Eenheid	5	6	7	8
DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN					
Q 2,3,7,8-TetraCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzodioxine	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Q 2,3,7,8-TetraCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzofuraan	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
TEQ volgens NATO/CCMS	ng/filt.	-	-	-	-
TEQ volgens WHO	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TEQ volgens NATO/CCMS Upperbound	ng/filt.	0.0302	0.0302	0.0302	0.0302
TEQ volgens WHO Upperbound	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
STANDAARD GC-MS ANALYSE					
PCB-28	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-52	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-101	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-118	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-138	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-153	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-180	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN					
Niet vluchtige verbindingen	µg/filt.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Blad 3 van 11

Projectnummer : 5079703
Project/lokatie : Luchtstofffilters van zeeschepen

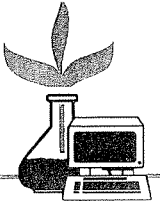
Analyselijstnummer : 941161
Bemonsterd door : RIVM IMD
Opdrachtacceptatie : 09/11/06
Datum rapport : 15/12/06

Omschrijving monsters	Betreffende	Monstername
9 : IMD210906004 SC8	filter	onbekend
10 : IMD210906006 SC2 + IMD210906008 SC4	filter	onbekend
11 : IMD210906010 SD42 + IMD210906012	filter	onbekend
12 : IMD210906014 WS18 + IMD210906016 WS20	filter	onbekend

A N A L Y S E	Eenheid	9	10	11	12
DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN					
Q 2,3,7,8-TetraCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzodioxine	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Q 2,3,7,8-TetraCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzofuraan	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
TEQ volgens NATO/CCMS	ng/filt.	-	-	-	-
TEQ volgens WHO	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TEQ volgens NATO/CCMS Upperbound	ng/filt.	0.0302	0.0302	0.0302	0.0302
TEQ volgens WHO Upperbound	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
STANDAARD GC-MS ANALYSE					
PCB-28	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-52	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-101	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-118	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-138	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-153	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-180	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN					
Niet vluchtige verbindingen	µg/filt.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Blad 4 van 11

Projectnummer : 5079703
Project/lokatie : Luchtstofffilters van zeeschepen

Analyselijstnummer : 941161
Bemonsterd door : RIVM IMD
Opdrachtacceptatie : 09/11/06
Datum rapport : 15/12/06

Omschrijving monsters	Betreffende	Monstername
13 : IMD210906018	filter	onbekend
14 : IMD220906002 SD38 + IMD220906004 SD40	filter	onbekend
15 : IMD220906006 SD46 + IMD220906008 SD48	filter	onbekend
16 : IMD220906010 SD50 + IMD220906012 WS29	filter	onbekend

A N A L Y S E	Eenheid	13	14	15	16
DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN					
Q 2,3,7,8-TetraCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzodioxine	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Q 2,3,7,8-TetraCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzofuraan	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
TEQ volgens NATO/CCMS	ng/filt.	-	-	-	-
TEQ volgens WHO	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TEQ volgens NATO/CCMS Upperbound	ng/filt.	0.0302	0.0302	0.0302	0.0302
TEQ volgens WHO Upperbound	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
STANDAARD GC-MS ANALYSE					
PCB-28	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-52	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-101	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-118	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-138	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-153	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-180	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN					
Niet vluchtige verbindingen	µg/filt.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Blad 5 van 11

Projectnummer : 5079703
Project/lokatie : Luchtstofffilters van zeeschepen

Analyselijstnummer : 941161
Bemonsterd door : RIVM IMD
Opdrachtacceptatie : 09/11/06
Datum rapport : 15/12/06

Omschrijving monsters	Betreffende	Monstername
17 : IMD220906014 SD34 + IMD220906016 SD36	filter	onbekend
18 : IMD220906021 WS22 + IMD220906023 WS24	filter	onbekend
19 : IMD300806002 FS2 + IMD300806004 FS4	filter	onbekend
20 : IMD300806006 FS6 + IMD300806008 FS8	filter	onbekend

A N A L Y S E	Eenheid	17	18	19	20
DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN					
Q 2,3,7,8-TetraCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzodioxine	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Q 2,3,7,8-TetraCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzofuraan	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
TEQ volgens NATO/CCMS	ng/filt.	-	-	-	-
TEQ volgens WHO	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TEQ volgens NATO/CCMS Upperbound	ng/filt.	0.0302	0.0302	0.0302	0.0302
TEQ volgens WHO Upperbound	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
STANDAARD GC-MS ANALYSE					
PCB-28	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-52	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-101	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-118	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-138	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-153	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-180	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN					
Niet vluchtige verbindingen	µg/filt.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Blad 6 van 11

Projectnummer : 5079703
Project/lokatie : Luchtstofffilters van zeeschepen

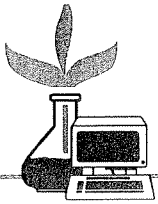
Analyselijstnummer : 941161
Bemonsterd door : RIVM IMD
Opdrachtacceptatie : 09/11/06
Datum rapport : 15/12/06

Omschrijving monsters	Betreffende	Monstername
21 : IMD300806010 FS10 + IMD300806012 FS12	filter	onbekend
22 : IMD310806002 FS14 + IMD310806004 FS16	filter	onbekend
23 : IMD310806006 FS18 + IMD310806008 FS20	filter	onbekend
24 : IMD310806010 FS22 + IMD310806012 FS24	filter	onbekend

A N A L Y S E	Eenheid	21	22	23	24
DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN					
Q 2,3,7,8-TetraCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzodioxine	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Q 2,3,7,8-TetraCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzofuraan	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
TEQ volgens NATO/CCMS	ng/filt.	-	-	-	-
TEQ volgens WHO	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TEQ volgens NATO/CCMS Upperbound	ng/filt.	0.0302	0.0302	0.0302	0.0302
TEQ volgens WHO Upperbound	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
STANDAARD GC-MS ANALYSE					
PCB-28	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-52	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-101	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-118	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-138	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-153	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-180	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN					
Niet vluchtige verbindingen	µg/filt.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Blad 7 van 11

Projectnummer : 5079703
Project/lokatie : Luchtstofffilters van zeeschepen

Analyselijstnummer : 941161
Bemonsterd door : RIVM IMD
Opdrachtacceptatie : 09/11/06
Datum rapport : 15/12/06

Omschrijving monsters	Betreffende	Monstername
25 : IMD310806014 FS25 + IMD310806016 FS28	filter	onbekend
26 : IMD231006002 G52 + IMD231006004 G54	filter	onbekend
27 : IMD231006006 G56 + IMD231006008 G58	filter	onbekend
28 : IMD231006010 GS10 + IMD231006012 GS12	filter	onbekend

A N A L Y S E	Eenheid	25	26	27	28
DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN					
Q 2,3,7,8-TetraCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzodioxine	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Q 2,3,7,8-TetraCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzofuraan	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
TEQ volgens NATO/CCMS	ng/filt.	-	-	-	-
TEQ volgens WHO	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TEQ volgens NATO/CCMS Upperbound	ng/filt.	0.0302	0.0302	0.0302	0.0302
TEQ volgens WHO Upperbound	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
STANDAARD GC-MS ANALYSE					
PCB-28	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-52	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-101	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-118	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-138	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-153	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-180	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN					
Niet vluchtige verbindingen	µg/filt.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Blad 8 van 11

Projectnummer : 5079703
Project/lokatie : Luchtstofffilters van zeeschepen

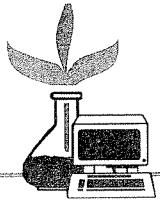
Analyselijstnummer : 941161
Bemonsterd door : RIVM IMD
Opdrachtacceptatie : 09/11/06
Datum rapport : 15/12/06

Omschrijving monsters	Betreffende	Monstername
29 : IMD231006014 GS14 + IMD231006016 GS16	filter	onbekend
30 : IMD231006018 GS18 + IMD231006020 GS 20	filter	onbekend
31 : IMD231006022 GS22	filter	onbekend
32 : IMD241006002 GS26 + IMD241006004 GS28	filter	onbekend

A N A L Y S E	Eenheid	29	30	31	32
DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN					
Q 2,3,7,8-TetraCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzodioxine	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Q 2,3,7,8-TetraCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzofuraan	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
TEQ volgens NATO/CCMS	ng/filt.	-	-	-	-
TEQ volgens WHO	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TEQ volgens NATO/CCMS Upperbound	ng/filt.	0.0302	0.0302	0.0302	0.0302
TEQ volgens WHO Upperbound	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
STANDAARD GC-MS ANALYSE					
PCB-28	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-52	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-101	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-118	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-138	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-153	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-180	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN					
Niet vluchtige verbindingen	µg/filt.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.

**AL-West**

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Blad 9 van 11

Projectnummer : 5079703
Project/lokatie : Luchtstoffilters van zeeschepen

Analyselijstnummer : 941161
Bemonsterd door : RIVM IMD
Opdrachtacceptatie : 09/11/06
Datum rapport : 15/12/06

Omschrijving monsters
33 : IMD241006008 GS32

Betreffende : filter
Monstername : onbekend

A N A L Y S E	Eenheid	33
DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN		
Q 2,3,7,8-TetraCDD	ng/filt.	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/filt.	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/filt.	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/filt.	<0.05
Q Octachloordibenzodioxine	ng/filt.	<0.1
Q 2,3,7,8-TetraCDF	ng/filt.	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01
Q 2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/filt.	<0.01
Q 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05
Q 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05
Q Octachloordibenzofuraan	ng/filt.	<0.1
TEQ volgens NATO/CCMS	ng/filt.	-
TEQ volgens WHO	ng/filt.	n.v.t.
TEQ volgens NATO/CCMS Upperbound	ng/filt.	0.0302
TEQ volgens WHO Upperbound	ng/filt.	n.v.t.
STANDAARD GC-MS ANALYSE		
PCB-28	µg/filt.	<0.4
PCB-52	µg/filt.	<0.4
PCB-101	µg/filt.	<0.4
PCB-118	µg/filt.	<0.4
PCB-138	µg/filt.	<0.4
PCB-153	µg/filt.	<0.4
PCB-180	µg/filt.	<0.4
GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN		
Niet vluchtige verbindingen	µg/filt.	n.a.

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

T O E L I C H T I N G

Blad 10 van 11

Behorende bij : Projectnummer : 5079703
Analyselijstnummer : 941161

VERKLARING LETTERCODES

CONSERVERING, CONSERVERINGSTERMIJN EN VERPAKKING

Bij dit rapport is een bijlage gevoegd die betrekking heeft op conservering, conserveringstermijn of verpakking.



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

T O E L I C H T I N G

Blad 11 van 11

Behorende bij : Projectnummer : 5079703
Analyselijstnummer : 941161

TOEGEPASTE METHODEN EN TECHNIEKEN.

DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN [filter]
Voor alle parameters : conform NEN-EN 1948, d.m.v. soxhlet extractie, multi-kolom zuive
: en GC-MS

STANDAARD GC-MS ANALYSE [filter]
Voor alle parameters : eigen methode, d.m.v. GC-MS

GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN [filter]
Voor alle parameters : eigen methode, d.m.v. GC-MS



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

B I J L A G E

Blad 1 van 1

Behorende bij : Projectnummer : 5079703
Analyselijstnummer : 941161

CONSERVERING, CONSERVERINGSTERMIJN EN VERPAKKING

Er zijn verschillen met de richtlijnen geconstateerd die mogelijk de betrouwbaarheid van de resultaten v
onderstaande monsters of analyses beïnvloeden.

DE MONSTERNEMINGSDATUM VAN HET MONSTER IS ONBEKEND.

Betreft monster(s):

1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16
18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

2007 0275 INC

V:

A:

RIVM IMD
t.a.v. Dhr. M. Broekman
Postbus 1
3720 BA BILTHOVEN

Onze referentie : R001-0941370PRO-D01-L-N
Datum : 18/12/06

Projectnummer : 5079703
Uw referentie :
Betreft : Analyseresultaten
Analyselijstnummer : 941370
Informatie bij : Klantenservice (0570-699765) of
e-mail info@al-west.nl

Geachte heer, mevrouw,

Hierbij zenden wij u de resultaten van het door u aangevraagde laboratoriumonderzoek. De geaccrediteerde analyses zijn, tenzij anders vermeld, uitgevoerd overeenkomstig de onderzoeksmethoden die worden genoemd in de meest actuele versie van onze verrichtingenlijst van de Raad voor Accreditatie met registratienummer L005 of van de DAP (Deutsche Akkreditierungssystem Prüfwesen GmbH) onder accreditatienummer DAP-PL-3198.99. Indien u gegevens wenst over de meetonzekerheden van een methode, kunnen wij u deze op verzoek verstrekken.

Dit rapport mag alleen in zijn geheel worden gereproduceerd. Eventuele bijlagen zijn onderdeel van het rapport.

Indien u nog vragen heeft of aanvullende informatie wenst, verzoeken wij u om contact op te nemen met Klantenservice.

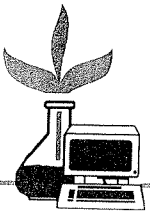
Wij vertrouwen erop u met de toegezonden informatie van dienst te zijn.

Hoogachtend,

AL-West

Ir. F.K. Bouma
directeur

Bijlagen



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Blad 1 van 5

Projectnummer : 5079703
Project/lokatie : rookgasfilters van zeeschepen

Analyselijstnummer : 941370
Bemonsterd door : RIVM IEM, postbak 21
Opdrachtacceptatie : 29/11/06
Datum rapport : 18/12/06

Omschrijving monsters

1 : IMD 81106002
2 : IMD 81106006 + IMD 81106008
3 : IMD 81106011 + IMD 81106012
4 : IMD 81106035 + IMD 81106036

Betreffende	Monstername
filter	onbekend
filter	onbekend
filter	onbekend
filter	onbekend

A N A L Y S E	Eenheid	1	2	3	4
DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN					
Q 2,3,7,8-TetraCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzodioxine	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Q 2,3,7,8-TetraCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzofuraan	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
TEQ volgens NATO/CCMS	ng/filt.	-	-	-	-
TEQ volgens WHO	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TEQ volgens NATO/CCMS Upperbound	ng/filt.	0.0302	0.0302	0.0302	0.0302
TEQ volgens WHO Upperbound	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
STANDAARD GC-MS ANALYSE					
PCB-28	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-52	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-101	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-118	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-138	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-153	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-180	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN					
Dimethylbifenyyl	µg/filt.			17	(dx)
Niet vluchtige verbindingen	µg/filt.	n.a.	n.a.		n.a.

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Blad 2 van 5

Projectnummer : 5079703
Project/lokatie : rookgasfilters van zeeschepen

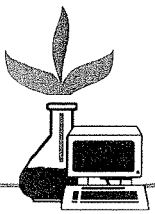
Analyselijstnummer : 941370
Bemonsterd door : RIVM IEM, postbak 21
Opdrachtacceptatie : 29/11/06
Datum rapport : 18/12/06

Omschrijving monsters	Betreffende	Monsternamen
5 : IMD 91106010 + IMD 91106012	filter	onbekend
6 : IMD 91106018 + IMD 91106020	filter	onbekend
7 : IMD 91106022 + IMD 91106024	filter	onbekend
8 : IMD 141106002 SO02 + IMD 141106004 SO04	filter	onbekend

A N A L Y S E	Enheid	5	6	7	8
DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN					
Q 2,3,7,8-TetraCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzodioxine	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Q 2,3,7,8-TetraCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzofuraan	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
TEQ volgens NATO/CCMS	ng/filt.	-	-	-	-
TEQ volgens WHO	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TEQ volgens NATO/CCMS Upperbound	ng/filt.	0.0302	0.0302	0.0302	0.0302
TEQ volgens WHO Upperbound	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
STANDAARD GC-MS ANALYSE					
PCB-28	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-52	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-101	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-118	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-138	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-153	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-180	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN					
Niet vluchtige verbindingen	µg/filt.		n.a.	n.a.	n.a.
Onbekende aromatische verbinding	µg/filt.	160	(dx)		

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

A N A L Y S E R E S U L T A T E N

Blad 3 van 5

Projectnummer : 5079703
Project/lokatie : rookgasfilters van zeeschepen

Analyselijstnummer : 941370
Bemonsterd door : RIVM IEM, postbak 21
Oprachtacceptatie : 29/11/06
Datum rapport : 18/12/06

Omschrijving monsters	Betreffende	Monstername
9 : IMD 141106006 SO06 + IMD 141106007 SO07	filter	onbekend
10 : IMD 141106030 SO30	filter	onbekend
11 : IMD 151106011 SO11 + IMD 151106012 SO12	filter	onbekend
12 : IMD 151106014 SO14 + IMD 151106016 SO16	filter	onbekend

A N A L Y S E	Eenheid	9	10	11	12
DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN					
Q 2,3,7,8-TetraCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDD	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDD	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzodioxine	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Q 2,3,7,8-TetraCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,7,8-PentaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,7,8,9-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 2,3,4,6,7,8-HexaCDF	ng/filt.	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Q 1,2,3,4,6,7,8-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q 1,2,3,4,7,8,9-HeptaCDF	ng/filt.	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Q Octachloordibenzofuraan	ng/filt.	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
TEQ volgens NATO/CCMS	ng/filt.	-	-	-	-
TEQ volgens WHO	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
TEQ volgens NATO/CCMS Upperbound	ng/filt.	0.0302	0.0302	0.0302	0.0302
TEQ volgens WHO Upperbound	ng/filt.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
STANDAARD GC-MS ANALYSE					
PCB-28	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-52	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-101	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-118	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-138	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-153	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
PCB-180	µg/filt.	<0.4	<0.4	<0.4	<0.4
GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN					
Niet vluchtige verbindingen	µg/filt.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

De met "Q" gemerkte analyses op dit blad zijn EN-ISO/IEC 17025 geaccrediteerd.

De tussen haakjes vermelde lettercodes geven aan dat betreffende bepaling of monster van commentaar is voorzien. Zie hiervoor het blad 'Toelichting' bij dit rapport.



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

T O E L I C H T I N G

Blad 4 van 5

Behorende bij : Projectnummer : 5079703
Analyselijstnummer : 941370

VERKLARING LETTERCODES

(dx) : Deze verbinding is niet gekwantificeerd ten opzichte van de zuivere stof maar ten opzichte van een interne standaard. Het gerapporteerde gehalte dient daarom als een indicatie voor het werkelijke gehalte te worden beschouwd.

CONSERVERING, CONSERVERINGSTERMIJN EN VERPAKKING

Bij dit rapport is een bijlage gevoegd die betrekking heeft op conservering, conserveringstermijn of verpakking.



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

T O E L I C H T I N G

Blad 5 van 5

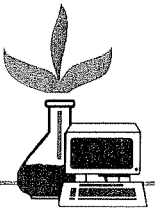
Behorende bij : Projectnummer : 5079703
Analyselijstnummer : 941370

TOEGEPASTE METHODEN EN TECHNIEKEN.

DIBENZODIOXINEN EN DIBENZOFURANEN [filter]
Voor alle parameters : conform NEN-EN 1948, d.m.v. soxhlet extractie, multi-kolom zuiveren
: en GC-MS

STANDAARD GC-MS ANALYSE [filter]
Voor alle parameters : eigen methode, d.m.v. GC-MS

GC-MS ANALYSE NIET-VLUCHTIGE VERBINDINGEN [filter]
Voor alle parameters : eigen methode, d.m.v. GC-MS



AL-West

Handelskade 39, 7417 DE Deventer
P.O. Box 693, 7400 AR Deventer, The Netherlands
Tel. +31(570)699765, Fax +31(570)699761
e-mail: info@al-west.nl

B I J L A G E

Blad 1 van 1

Behorende bij : Projectnummer : 5079703
Analyselijstnummer : 941370

CONSERVERING, CONSERVERINGSTERMIJN EN VERPAKKING

Er zijn verschillen met de richtlijnen geconstateerd die mogelijk de betrouwbaarheid van de resultaten v
onderstaande monsters of analyses beïnvloeden.

DE MONSTERNEMINGSDATUM VAN HET MONSTER IS ONBEKEND.

Betreft monster(s): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12