

RAPPORT LNR 3499-96

**S**edimentundersökelse  
i  
Göteborgs och Bohus läns  
kystvann 1995

for

Göteborgs och Bohus läns

Vattenvårdsförbund

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 04 30 33  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Thormøhlensgt 55  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 32 56 40  
Telefax (47) 55 32 88 33

**Akvaplan-NIVA A/S**

Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Sedimentundersøkelser i Göteborgs og Bohus läns kystvann 1995	Løpenr. (for bestilling) 3499.	Dato 10.6.96
	Prosjektnr. Løpnr. O-95188	Sider Pris 64+vedlegg
Forfatter(e) Aud Helland Einar Magne Brevik Arne Godal	Fagområde Marine miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område Göteborg og Bohus län	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Göteborgs och Bohus läns Vattenvårdsförbund.	Oppdragsreferanse Brev av 14.8.95
--	--------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Bunnsedimentene på 53 stasjoner i Göteborgs og Bohus läns kystvann er undersøkt for innhold av en rekke metaller og organiske miljøgifter. De fleste stasjonene var lite til moderat forurenset av metaller, fra 1 til 4 ganger høyere enn bakgrunn. I Göteborg havn ble det derimot registrert markert forurensning av kvikksølv (&gt; 4 ganger bakgrunn). Forekomstene av polyaromatiske hydrokarboner (PAH) var lave til noe forhøyede (moderat forurenset) på de fleste stasjoner. En stasjon i Brofjorden hadde markert forurensning av PAH. Sedimentene var fra lite til moderat forurenset av polyklorerte bifenylter (PCB). Göteborg havn og Strømstad var mer forurenset av PCB (markert forurenset) enn de øvrige stasjonene. Innholdet av heksaklorbenzen (HCB) var lavt på de fleste stasjoner med unntak av noen stasjoner i Stenungsundområdet hvor det ble registrert markert forurensning. Sedimentene var fra lite til meget sterkt forurenset av ekstraherbart persistent organisk bundet klor (EPOCI). Meget sterk forurensning ble registrert på kun en stasjon, i Brofjorden.</p>
---

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Miljø overvåking</li> <li>2. Marine sedimenter</li> <li>3. Metaller</li> <li>4. Organiske miljøgifter</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Environmental monitoring</li> <li>2. Marine sediments</li> <li>3. Metals</li> <li>4. Organic micropollutants</li> </ol>
---	--

  
Aud Helland  
Prosjektleder

ISBN 82-577-3040-8

  
Bjørn Braaten  
Forskningssjef

Sedimentundersøkelser i Göteborgs og Bohus läns  
kystvann 1995

**for**

**Göteborgs och Bohus läns Vattenvårdsförbund**

---

## Forord

Göteborg och Bohus läns Vattenvårdsförbund (GBV) inviterte Norsk institutt for vannforskning (NIVA) i brev av 14 mai 1995 om å gi tilbud på sedimentundersøkelser i Göteborg och Bohus läns kystvann. NIVA utarbeidet et tilbud på undersøkelsene den 27 juni 1995. NIVA ble tildelt oppdraget i brev av 14 august 1995.

Undersøkelsene har omfattet fem delprogram med ulike interesseparter som følger:

- Göteborg och Bohus läns Vattenvårdsförbund (GBV)
- Scanraff
- Stenungsundsregionen (MUST)
- Göta Älvs Vattenvårdsförbund (GÄV)
- Gullmarns Kontrollprogram (GK)

Det har vært avholdt fire møter under prosjektets gang, ledet av GBV:

- 11 august 1995 , gjennomgang av program og pristilbud
- 13 september 1995, gjennomgang og planlegging av undersøkelsene
- 7 februar 1996, fremleggelse og gjennomgang av analyseprotokoll
- 18-19 april 1996, fremleggelse og gjennomgang av rapport.

Feltarbeidet ble utført fra 18 til 23.9.95 med F/F Trygve Braarud (Universitetet i Oslo) med god hjelp fra manskapet J.R. Wærvågen og S. Holm. Skipper L.G. Peterson fra Sveriges Geologiske undersøkelser (SGU) var med som los. Øvrige deltagere på feltarbeidet var I. Cato (SGU), F. Kjellberg, A. Helland (begge NIVA).

De kjemiske analysene har vært utført av følgende institusjoner:

- NIVAs laboratorium under ledelse av A. Godal (metaller), E.M. Brevik (organiske analyser), R. Beba (organisk stoff, nitrogen), U. Efraimsen (kornfordeling), T. Tellefsen og R. Amundsen (organisering av prøvematerialet).
  - Unilab analyse A.S. under ledelse av E. Jørgensen (organiske analyser)
  - Sintef Oslo under ledelse av K.E. Landmark (organiske analyser)
  - Norsk institutt for luftforskning (NILU) under ledelse av O.A. Braathen (dioxin analyser)
  - Vandkvalitetinstituttet (VKI) under ledelse av A. Jensen (<sup>210</sup>Pb-datering).
-

Følgende personer ved NIVA har tatt del i rapporteringen:

- E.M. Brevik, organisk-kjemiske analysemetoder
- A. Godal, metall-kjemiske analysemetoder
- E. Eldnes, tegning av kart
- A. Helland, all øvrig rapportering

Jens Skei har hatt ansvaret for den interne kvalitetskontrollen ved NIVA.

Oslo, 10 juni 1996

*Aud Helland*  
Prosjektleder

---

---

# Innhold

<b>1. Sammendrag</b>	<b>7</b>
<b>2. Innledning og målsetting</b>	<b>13</b>
<b>3. Metoder</b>	<b>14</b>
<b>3.1 Feltarbeid</b>	<b>14</b>
<b>3.2 Prøvetaking</b>	<b>20</b>
<b>3.3 Analyser</b>	<b>20</b>
3.3.1 Fysikalse analyser	20
3.3.2 Kjemiske analyser	21
3.3.3 Klassifisering av miljøkvalitet	22
<b>4. Forkortelser</b>	<b>24</b>
<b>5. Resultater</b>	<b>25</b>
<b>5.1 Göteborg og Bohus läns Vattenvårdsforbund</b>	<b>25</b>
5.1.1 Sedimentbeskrivelse	25
5.1.2 Sedimenttilvekst	26
5.1.3 Metaller	27
5.1.4 PAH, naftalen og THC	30
5.1.5 PCB, klordan, lindan, OCS, HCB, 5CB	30
5.1.6 Dioxiner	32
5.1.7 EOCl, EPOCl, EOBr og EPOBr	33
5.1.8 Halogenerte alifater, 4-nonylfenol, monoaromater, ftalater, bromerte bifenyleter og guajacol.	34
5.1.9 "Priority pollutants"	36
<b>5.2 Göta Älvs Vattenvårdsforbund</b>	<b>37</b>
5.2.1 Sedimentbeskrivelse	37
5.2.2 Metaller	37
5.2.3 PAH, naftalen og THC	38
5.2.4 PCB, klordan, lindan, OCS, HCB, 5CB	38
5.2.5 Dioxiner	39
5.2.6 EOCl, EPOCl, EOBr og EPOBr	39
5.2.7 Halogenerte alifater, 4-nonylfenol, monoaromater, ftalater, bromerte bifenyleter, guajacol.	40
5.2.8 "Priority pollutants"	

---

---

	42
<b>5.3 SCANRAFF</b>	<b>43</b>
5.3.1 Sedimentbeskrivelse	43
5.3.2 Metaller	44
5.3.3 PAH, naftalen og THC	45
5.3.4 PCB, 5CB, HCB og OCS	46
5.3.5 EOCl og EPOCl	47
<b>5.4 Stenungsundsregionen (MUST)</b>	<b>48</b>
5.4.1 Sedimentbeskrivelse	48
5.4.2 Metaller	48
5.4.3 PAH, naftalen og THC	48
5.4.4 PCB, klordan, lindan, OCS, HCB, 5CB	51
5.4.5 EOCl og EPOCl	52
5.4.6 Halogenererte alifater, 4-nonylfenol, monoaromater, ftalater.	52
<b>5.5 Gullmarns kontrollprogram</b>	<b>58</b>
5.5.1 Sedimentbeskrivelse	58
5.5.2 Metaller	58
5.5.3 PAH, naftalen og THC	59
5.5.4 PCB, klordan, lindan, OCS, HCB, 5CB	59
5.5.5 EOCl, EPOCl, EOBr og EPOBr	59
5.5.6 Halogenererte alifater, 4-nonylfenol, monoaromater, ftalater.	60
<b>6. Referanser</b>	<b>62</b>
<b>7. Vedlegg</b>	<b>64</b>
<b>7.1 Stasjonsposisjoner</b>	<b>64</b>
<b>7.2 Analyser utført på de ulike stasjoner</b>	<b>65</b>
<b>7.3 Rådata med beskrivelse av analysemetoder og analyseusikkerhet</b>	<b>66</b>
7.3.1 Norsk institutt for vannforskning (NIVA)	66
7.3.2 Unilab Analyse A/S	67
7.3.3 Sintef - Oslo	68
7.3.4 Sammenligning av analyseresultater: Sintef-Oslo / Unilab Analyse A.S.	69
7.3.5 Norsk institutt for luftforskning (NILU)	70
7.3.6 Vandkvalitetinstituttet (VKI)	71
<b>7.4 Sedimentbeskrivelser</b>	<b>72</b>

---

# 1. Sammendrag

Resultatene i foreliggende rapport er klassifisert etter norske miljøkvalitetskriterier (Rygg og Thèlin, 1993). De parameterene systemet ikke dekker, er sammenholdt med en forløper til klassifiseringsystemet (Knutzen og Skei, 1990). Forøvrig er nivåene av miljøgifter i sedimentene i Göteborg og Bohus läns kystvann sammenlignet med de generelle nivåene av miljøgifter langs Norges kyst, fra Kirkenes til Sveriges grense (Koniczny, 1994, 1995, 1996, Koniczny og Juliussen, 1995)

Resultatene fra de ulike delundersøkelsene kan oppsummeres som følger:

## **Göteborg og Bohus läns Vattenvårdsförbund**

Sedimentene var finkornede med et høyt innhold av silt og leire. Stasjon Valø skilte seg ut med et høyere sandinnhold. Det var oksiske bunnforhold på alle stasjoner med unntak av Byfjorden. Alle stasjoner hadde relativt lavt innhold av total organisk karbon < 30 mg TOC/g tørt sediment. Byfjorden hadde det høyeste innholdet av totalorganisk karbon (37 mg TOC/g tørt sediment). Innholdet av total fosfor lå fra 1 til 2 mg tot-P/g tørt sediment.

Alle stasjonene hadde moderate overkonsentrasjoner (opp til 3 ganger høyere enn antatt bakgrunn) av en eller flere av metallene kvikksølv, kadmium og bly. Stasjonen Valö hadde ikke overkonsentrasjoner av metaller. Dette skyldes det høye innholdet av sand i sedimentene, som fortynner innholdet av metaller.

Alle stasjonene hadde moderate overkonsentrasjoner av PAH og THC. Sammenlignet med norske forhold var verdiene fra 1 til 5 ganger høyere enn normalt for diffust belastede områder. Størst belastning hadde Skalkorgarna, Inre Gullmarn og Danafjord.

Sedimentene i Strömstad var markert forurenset av PCB, klasse 3 etter norske kriterier. Øvrige stasjoner var moderat forurenset med unntak av Valø som var lite forurenset. Stasjon G2 i Stenungsund var moderat forurenset av HCB, øvrige stasjoner var lite forurenset av HCB.



Byfjorden hadde det høyeste innholdet av EOCl og EPOCl. Verdiene var ca. dobbelt så høye som på endel av de øvrige stasjonene. Både Byfjorden, Inre Gullmarn og Skalkorgarna kan karakteriseres som sterkt forurenset klasse 4, av EPOCl etter norske kriterier. Inre Gullmarn hadde de høyeste verdiene av EOBr og EPOBr.

Byfjorden, Havstensfjord og G2 i Stenungsund hadde de høyeste verdiene av halogenerte alifater. Byfjorden hadde også det høyeste innholdet av monoaromater. Byfjorden og Havstensfjord hadde høye verdier av ftalater. På de fleste andre stasjonene var ikke ftalater påvisbar eller verdiene lå under kvantifiseringsgrensen. Det ble ikke påvist annet enn PAH-forbindelser under "priority pollutants" analysene. Det ble ikke påvist 4-nonylfenol, bromerte bifenyleterer eller tetraklorguajacol i sedimentene.

## **Göta Älvs Vattenvårdsförbund**

Stasjon 1 i utløpet av Göta älv bestod av finkornede sedimenter, tilnærmet bare silt og leire. Stasjonen opp i elva ved Dösebacka bestod derimot av ca. 60 % sand eller grovere. Innholdet av totalorganisk karbon og total fosfor var normalt på begge stasjoner.

Stasjon GÄV 1 hadde et høyt innhold av kvikksølv, tilsvarende markert forurenset klasse 3, etter norske kriterier. Denne stasjonen hadde også moderate overkonsentrasjoner (klasse 2) av kadmium, kobber, bly, tinn og sink. Innholdet av arsen, krom, mangan, nikkel og vanadium var lavt på stasjonen. Stasjon GÄV 2 hadde lave verdier av samtlige metaller sammenlignet med marine sedimenter.

Stasjon GÄV 1 hadde et høyt innhold av THC (192 mg THC/kg t.v). Innholdet av PAH var moderat forhøyet, tilsvarende klasse 2 etter norske kriterier. GÄV 2 hadde også moderate overkonsentrasjoner av PAH (klasse 2) selv om verdiene lå 3 ganger lavere enn i utløpet av elva. Innholdet av THC var derimot betydelig lavere (43 x) enn ved utløpet.

GÄV 1 hadde et markert forhøyet innhold av PCB, tilsvarende klasse 3 etter norske kriterier. Dette var det høyeste PCB innholdet som ble registrert ved foreliggende undersøkelser. GÄV 2 hadde moderate overkonsentrasjoner (klasse 2) av PCB. Innholdet av HCB var også moderat forhøyet (klasse 2) på stasjon GÄV 1.

---

Det ble påvist dioxiner på stasjon GÄV 1. Innholdet av PCDF var dobbelt så høyt som på stasjon G2 i Stenungsund. Sammenlignet med norske kriterier er verdiene likevel lave og vil karakteriseres som lite forurenset (klasse 1).

Stasjon GÄV 1 hadde markerte overkonsentrasjoner av EPOCl, klasse 3 etter norske kriterier. Nivået kan sammenlignes med Inre Gullmarn. De øvrige forbindelsene på GÄV 1 lå på samme nivå som EPOCl. Ingen av forbindelsene ble påvist på GÄV 2.

GÄV 1 hadde samme innhold av tetraklormetan som Havstensfjord og G2 i Stenungsund (1,3 µg/kg t.v). Verdiene av monoaromater var lave sammenlignet med eksempelvis Byfjorden som hadde 10x høyere innhold av toluen. Det ble ikke påvist ftalater på GÄV 2. På GÄV 1 var derimot innholdet høyt (> 8 mg di-2-etyl-heksyl-ftalat /kg t.v). Det ble påvist bromerte bifenyleterer på GÄV 2. Det ble imidlertid ikke påvist 4-nonylfenol og guajacol.

## SCANRAFF

Alle stasjoner med unntak av S112 og S138 hadde finkornede sedimenter med en andel silt leire fra 70 - ca. 100% . S112 og S138 hadde en andel på ca. 40 % sand eller grovere. Stasjon S139 og 324 hadde et høyt innhold av total organisk karbon (53 og 54 mg TOC/g t.v). Verdiene var opp i mot det dobbelte av de øvrige stasjonene. Begge disse stasjonene hadde lukt av H<sub>2</sub>S et stykke ned i sedimentene.

Innholdet av kadmium varierte fra 0,02 til 0,65 mg Cd /kg t.v. Bly varierte fra 9 til 38 mg Pb / kg t.v. Brofjorden hadde hhv. seks og sju stasjoner med moderate overkonsentrasjoner av kadmium og bly. Øvrige stasjoner var lite forurenset av disse metallene. Sink forekom med verdier fra 76 til 152 mg Zn/kg t.v. Det var bare S139 som kunne klassifiseres som moderat forurenset, de øvrige var lite forurenset av sink. Metallene kobber, kvikksølv, nikkel og vanadium forekom i lave konsentrasjoner. Tilsvarende lite forurenset, klasse 2 etter norsk klassifisering.

Innholdet av THC varierte fra under deteksjonsnivå < 0,63 til 392 mg THC/kg t.v. Stasjon S150 hadde den høyeste verdien. Konsentrasjonen på stasjon 324, 316, 305 og S112 var også høye, > 50 mg THC/kg t.v.

---

Stasjon 305 var markert forurenset av PAH (2146 µg /kg t.v.). Denne stasjonen hadde også et høyt innhold av naftalen (32 µg/kg t.v). Øvrige stasjoner var moderat forurenset (klasse 2) av PAH etter norsk klassifisering.

Innholdet av PCB varierte fra 1,7 til 4,6 µg/kg t.v. Alle stasjoner var moderat forurenset (klasse 2) av PCB med unntak av stasjon S150 som var lite forurenset (klasse 1) etter norsk klassifisering. Innholdet av 5CB, HCB og OCS lå på de fleste stasjoner under deteksjonsnivå (<0,1 µg/kg t.v.)

Innholdet av EOCl varierte fra 2,7 til 28,4 mg /kg t.v. Tilsvarende for EPOCl var fra 1,7 til 27,6 mg /kg t.v. Stasjon S140 hadde de høyeste verdiene både av EOCL og EPOCl. Denne verdien var 3x høyere enn S141 som også hadde høyt innhold av EPOCl (9,6 mg /kg t.v.). Sammenlignet med norske kriterier var stasjon S140 meget sterkt forurenset (klasse 5) av EPOCl. Øvrige stasjoner med unntak av S111, S112, S119 og S129 var markert forurenset av EPOCl. De fire nevnte var lite forurenset av EPOCl.

## **Stenungsundsregionen MUST**

Alle stasjoner med unntak av C4 hadde finkornede sedimenter med en andel silt leire >84% . C4 hadde en finfraksjon på ca. 40 %. Innholdet av total organisk karbon og total nitrogen var lavt på alle stasjoner, hhv. <30 mg TOC/g og 1 mg tot-P/g t.v.

Stasjonene A1, A3, B3, F2, F3, G3 og K2 hadde overkonsentrasjoner av en eller fler av metallene arsen, kvikksølv, bly eller tinn. Konsentrasjonene tilsvarte moderat forurenset (klasse 2) etter norske kriterier. På A3 kom man ned i preindustrielle sedimenter på 28-30 cm dyp, dvs. lave konsentrasjoner på bakgrunnsnivå.

Innholdet av PAH varierte fra 263 til 1270 µg /kg t.v. Det var bare stasjon C4 som etter norsk klassifikasjon vil betegnes som lite forurenset, dette var stasjonen med mye sand. Øvrige stasjoner kan betegnes moderat forurenset av PAH (klasse 2). Stasjonene E2 og K2 hadde de høyeste PAH-verdiene (>1000 µg PAH/kg t.v.)

Innholdet av THC varierte fra under deteksjonsnivå <0,63 til 576 mg THC/kg t.v. Sju av stasjonene hadde konsentrasjoner >100 mg THC/kg t.v.

Innholdet av naftalen varierte fra 3,7 til 172 µg/kg. Den høyeste verdien ble registrert på stasjon E3. Dette var en av stasjonene som hadde lavest THC konsentrasjon (<0,63mg THC/kg t.v.).

---

Stasjon A1 var markert forurenset (klasse 3) av PCB, i følge norsk klassifisering. Øvrige stasjoner var moderat forurenset (klasse 2) av PCB. Innholdet av 5CB lå fra under deteksjonsnivå  $<0,1$  til  $0,7\mu\text{g}/\text{kg}$ . Stasjon A1, E1 og G3 hadde de høyeste verdiene,  $> 0,5\mu\text{g}/\text{kg}$ , dvs. moderat forurenset (klasse 2). Stasjon D1 og E1 var markert forurenset av HCB ( $7$  og  $8\mu\text{g}/\text{kg t.v.}$ ). Øvrige stasjoner var lite til moderat forurenset av HCB. Innholdet av OCS var  $\leq 0,1\mu\text{g}/\text{kg}$  på alle stasjoner.

Innholdet av EOCl og EPOCl varierte fra hhv.  $1,6 - 4,71$  og  $1,4 - 3,5\text{ mg /kg t.v.}$  De høyeste verdiene av EPOCl ble registrert på stasjon E2 og D1. Verdiene lå under kvantifiseringsgrensen på stasjonene A1, A3, C4, E3, F4 og K2. Alle øvrige stasjoner hadde moderat forurensning (klasse 2) av EPOCl i følge norsk klassifisering.

Stasjon G1, K1 og I2 hadde verdier  $> 1\mu\text{g}$  kloroform /kg t.v. Stasjon G1, I2 og K2 hadde de høyeste verdiene av monoaromater. E3 og B3 hadde de høyeste verdiene av ftalater. 4-nonylfenol ble ikke detektert på stasjonene.

## **Gullmarns kontrollprogram**

Stasjonene i Gullmarns kontrollprogram hadde finkornede sedimenter tilnærmet 100% silt og leire. Innholdet av totalorganisk karbon var som normalt for kystnære sedimenter  $< 30\text{ mg TOC /g t.v.}$  Fosfor-innholdet var også som normalt for denne type sedimenter (ca.  $1\text{ mg tot-P/g t.v.}$ ).

Innholdet av metaller var stort sett lavt. Stasjon 2 hadde noe forhøyet innhold av kobber, moderat forurenset (klasse 2) i følge norske kriterier. Manganinnholdet var også høyt på denne stasjonen ( $13240\text{ mg /kg t.v.}$ ). Sink var noe forhøyet på stasjon 1, moderat forurenset (klasse 2).

Begge stasjoner var moderat forurenset (klasse 2) av PAH i følge norsk klassifisering. Stasjon 2 hadde de høyeste verdiene av både THC, PAH og naftalen.

Innholdet av PCB var moderat forhøyet på stasjon 1, klasse 2 i følge norsk klassifisering. Innholdet av HCB var høyere på stasjon 1 enn 2, men begge verdier var lave. Innholdet av klordan, lindan, OCS og 5CB var også lavt,  $\leq 0,1\mu\text{g}/\text{kg}$  på begge stasjoner.

---

Innholdet av EOCl, EPOCl, EOBr og EPOBr lå på samme nivå som de fleste andre stasjoner i Göteborg og Bohus län kystvann. Verdien av EPOCl på stasjon 2 var ikke kvantifiserbar. I følge norske kriterier var stasjon 1 markert forurenset (klasse 3) av EPOCl.

## 2. Innledning og målsetting

Göteborg och Bohus läns Vattenvårdsförbund (GBV) er en ideell forening som har til oppgave å utføre undersøkelser i det marine miljø på oppdrag av sine medlemmer. Medlemmene i GBV er kommunene i Göteborg och Bohus län, industri med utslipp til kystvannet og/eller industri som er pålagt av myndighetene til å kontrollere sine utslipp.

GBV gjør regelmessige undersøkelser i det marine miljø, hvor bunnsedimenter inngår. Undersøkelser av bunnsedimenter i området ble sistgang utført i 1990 (Cato, 1992). Det er de samme stasjonene som er undersøkt i foreliggende program. Undersøkelsen omfatter analyser av en rekke metaller og organiske forbindelser på 53 stasjoner fra Stömstad i nord til Göteborg i sør.

Sedimentene i området har vært undersøkt ved en rekke tidligere anledninger (Olausson et al. 1972, Olausson 1975 a,b, Cato 1977, Joslin 1982, Cato 1986). Ingen av de tidligere undersøkelsene har hatt et så omfattende analyseprogram som foreliggende undersøkelse. Parametervalget er gjort ut i fra kunnskap fra tidligere undersøkelser og industriutslipp i området. Man ønsket et bredt spekter av analyser for å få klarhet i hvilke forurensningskomponenter som eventuelt kunne være et problem. Undersøkelsene skal danne grunnlag for videre overvåking av området.

*Målet med foreliggende rapport har vært å gi en oversiktlig sammenfatning av de analyser som er utført samt å gi en kort vurdering av eventuelle overkonsentrasjoner av forurensningskomponentene, ut i fra en sammenligning med norske forhold. Rapporten skal danne grunnlag for en dypere vurdering hvor kildekartlegging og forurensningsutvikling er to sentrale tema. Den videre vurderingen skal utføres av I. Cato (SGU).*

## 3. Metoder

### 3.1 Feltarbeid

Innsamling av bunnsedimenter ble utført fra 18-23.9.95 på 48 stasjoner langs Göteborg og Bohus läns skjærgård. Stasjonene tilhører ulike undersøkelsesprogram gitt i Tabell 1.

Tabell 1. Antall stasjoner i de ulike undersøkelsesprogrammene med henvisning til stasjonskart.

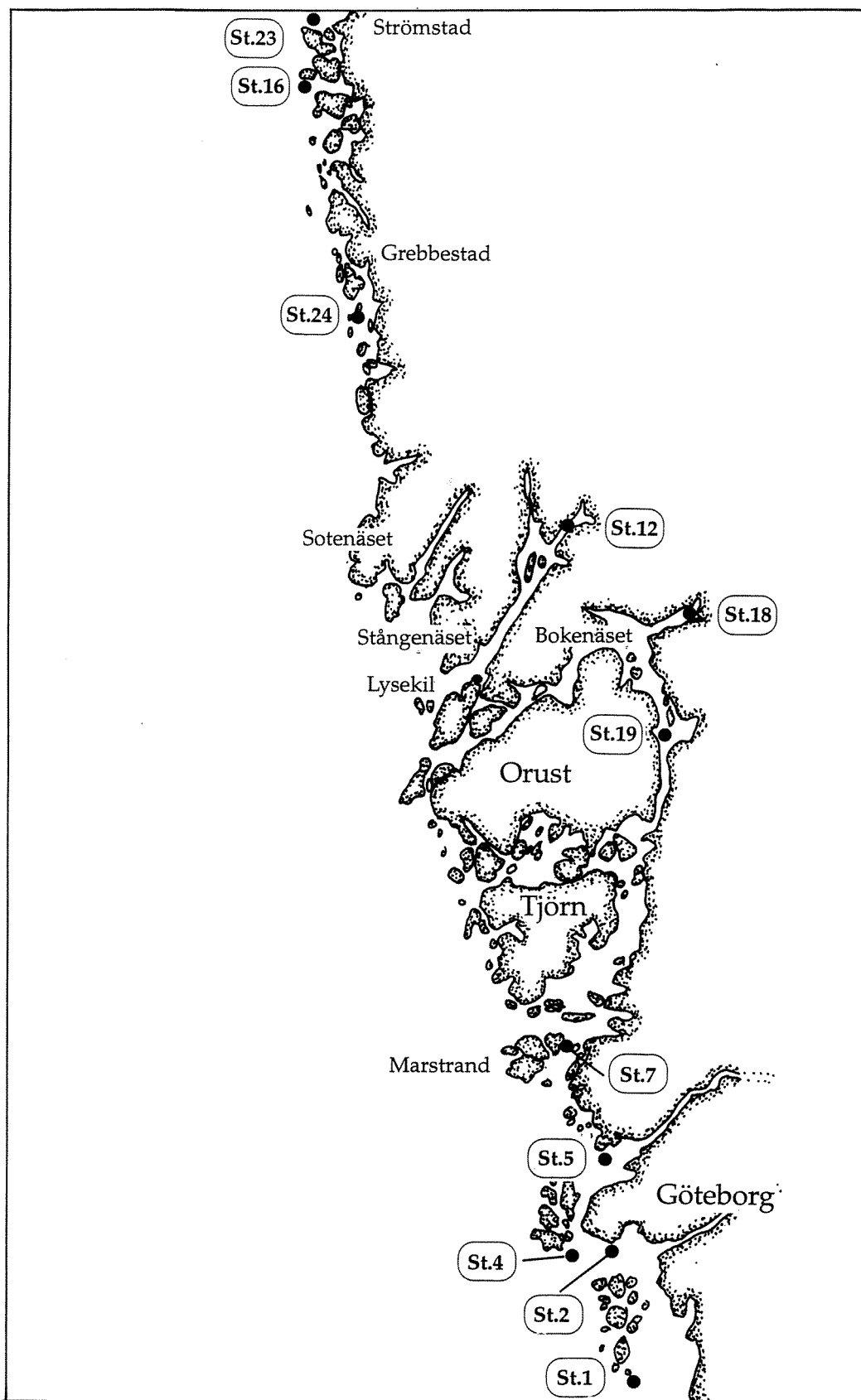
Program	Antall stasjoner	Stasjonskart
Göteborg og Bohus läns	12	Figur 1
Vattenvårdsförbund		
Göta Älvs Vattenvårdsförbund	2	Figur 2
SCANRAFF	13	Figur 3
MUST (Stenungsundsregionen)	17	Figur 4
Gullmarns kontrollprogram	2	Figur 5

Prøvetakingen ble utført fra F/F Trygve Braarud, Universitetet i Oslo. Fartøyet har navigasjonssystem DGPS.

Det var relativt stabile værforhold gjennom hele toktet. Fra 18 - 20.9 var det stille pent vær (4 m/s) (1030 mb), 7-14°C. Fra 21.9 ble det overskyet men fortsatt stille vær og god sikt med de samme temperaturforholdene. Siste dag, 23.9 blåste det opp til frisk bris men fortsatt pent vær.

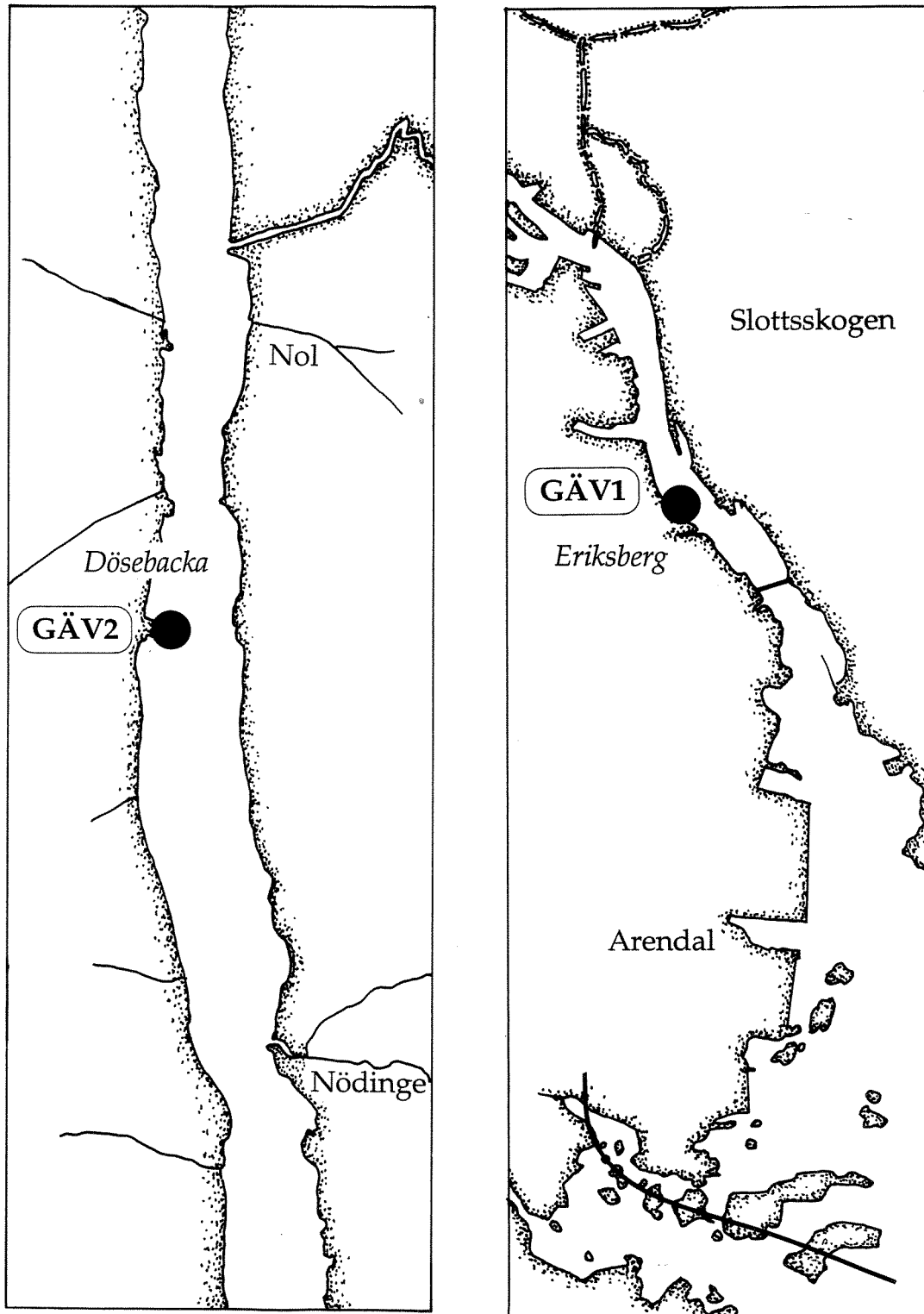
Alle posisjoner (oppgitt i WGS 84) og vanddyb for de ulike stasjonene er gitt i (vedlegg 7.1).

Posisjonen på GÄV 1 under Göta Älvs Vattenvårdsförbund, lå opprinnelig ved Älvsborgsbron. Det ble ikke funnet egnede sedimenter på denne lokaliteten, stasjonen ble derfor flyttet til Eriksberg. I vedleggene er stasjonen imidlertid betegnet Älvsborgsbron, mens riktig navn er Eriksberg.

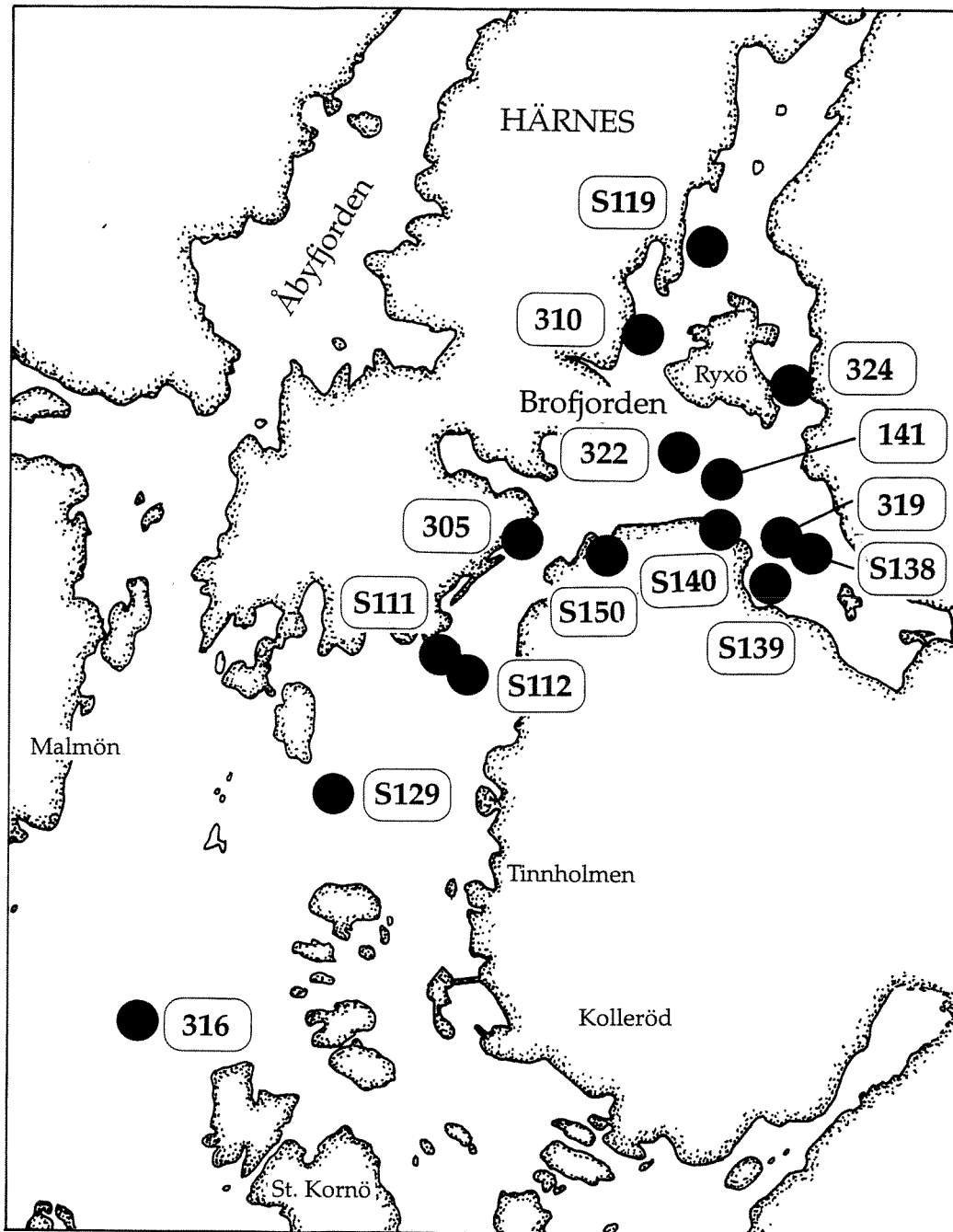


Figur 1. Stasjoner for sedimentprøvetaking 1995 (Göteborg og Bohus läns Vattenvårdsförbund)

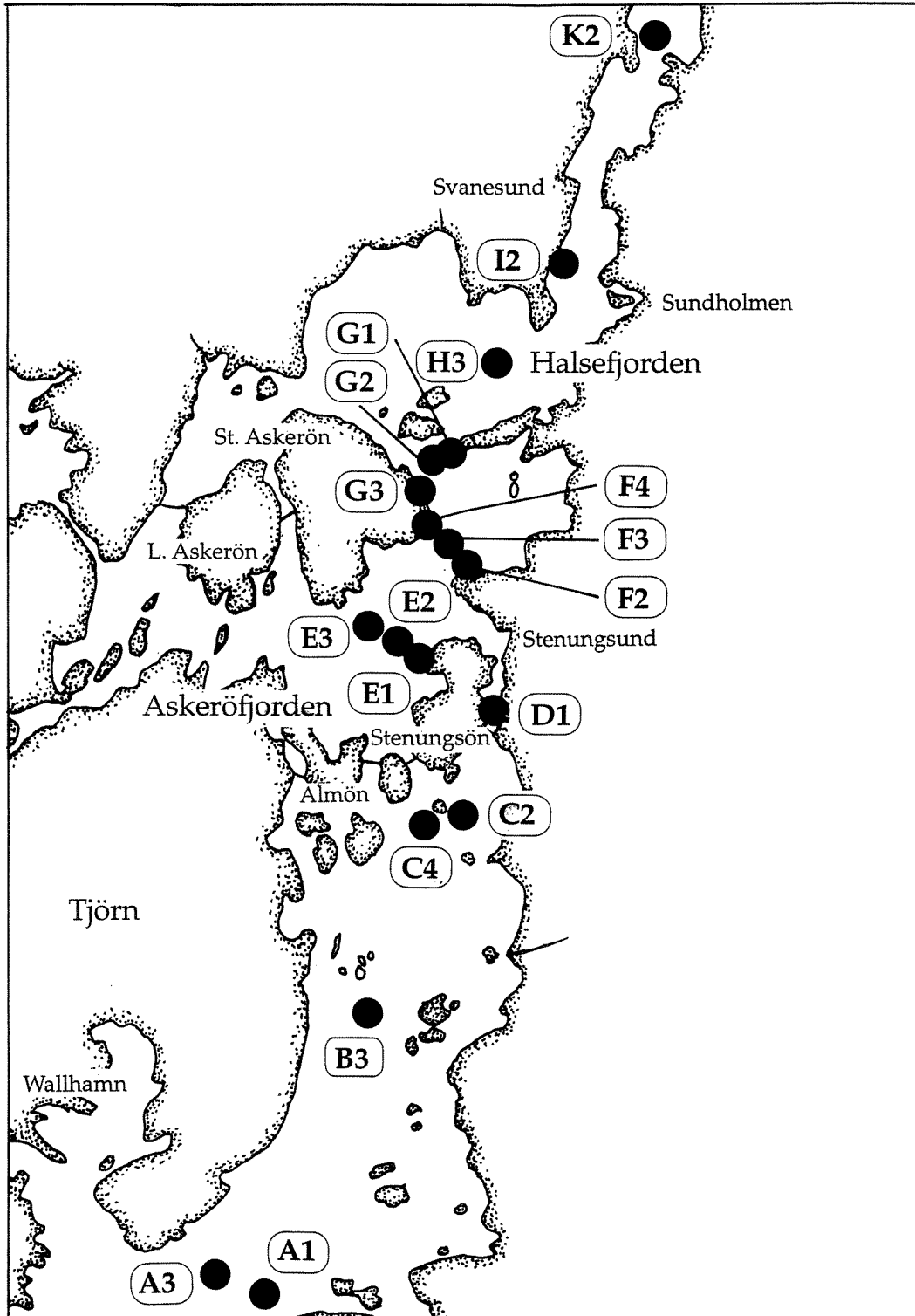




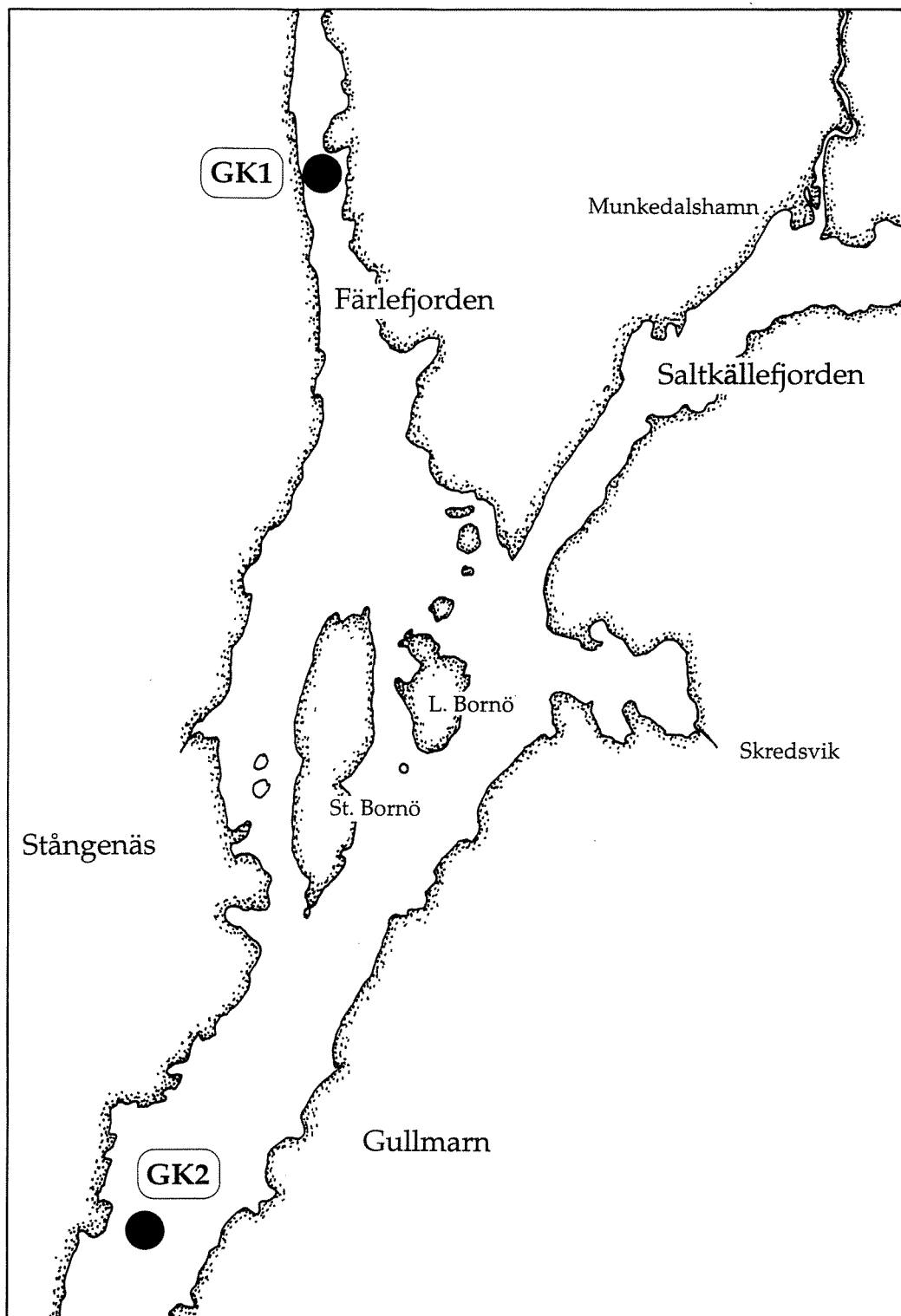
Figur 2. Stasjoner for sedimentprøvetaking 1995 (Göta Älvs Vattendårdsförbund)



Figur 3. Stasjoner for sedimentprøvetaking 1995 (SCANRAFF)



Figur 4. Stasjoner for sedimentprøvetaking 1995 (MUST, Stenungsundsregionen)



Figur 5. Stasjoner for sedimentprøvetaking 1995 (Gullmarsns kontrollprogram)

## 3.2 Prøvetaking

Innsamling av bunnsedimenter ble utført ved bruk av ulike typer utstyr avhengig av hva som var mest egnet på lokaliteten og hva som skulle analyseres i sedimentet.

For det meste ble det benyttet box corer (Olausson corer). Dette fordi det skulle utføres analyser av mange parametere, som samlet fordret et stort sedimentvolum. I sedimenter som skulle analyseres for ftalater var det påkrevet å benytte box corer eller tilsvarende redskap, som kun bestod av rustfritt stål. Ved prøvetaking var det et krav om relativt klar vannfase over sedimentoverflaten. Vannfasen ble forsiktig drenert av vha. en slange. Den øvre 0-1 cm av sedimentet ble overført til vaskede og brente glass (for organiske analyser) og til plast skåler (til metaller).

For prøvetaking av sedimenter til analyser av sedimentasjonshastighet (bly-210 datering) ble det benyttet multi corer eller Niemistö corer. Sedimentkjernene ble snittet vha. eget snitte-utstyr, i 1 cm skiver ned til 20 cm og videre i 2 cm skiver ned til 30 cm sedimentdyp på de stasjonene det lyktes å få tatt så lange kjerner.

På stasjoner som ikke var tilgjengelig for stor båt ble det benyttet lettboat. På stasjon GÄV 2 i Göta Älv ble det benyttet Eckman grabb. Ved prøvetaking ble grabben forsiktig drenert før den øvre 0-1 cm av sedimentet ble overført til prøveglass. På SCANRAFF stasjon S150 ble det benyttet et 2 m langt plexiglass rør som ble presset ned i sedimentet med håndkraft. Sedimentkjernen ble presset opp vha. et stempel og den øvre 0-1 cm av sedimentet ble overført til prøveglass.

## 3.3 Analyser

Oversikt over hvilke analyser som er utført på de ulike stasjonene er gitt i vedlegg 7.2.

### 3.3.1 Fysikalse analyser

#### Vanninnhold

Vanninnholdet ble bestemt ved vektdifferansen mellom vått sediment og frysetørket sediment. Innholdet uttrykkes i % av våtvekten.

#### Vanntetthet

Vanntettheten ble beregnet ut i fra volumet av vått sediment og vanninnholdet. Vanninnholdet uttrykkes som g / l ( $\text{g}/1000\text{cm}^3$ ) sediment.

#### Kornstørrelse

Andelen av silt / leire (partikler med kornstørrelse  $< 63\mu\text{m}$ ) i sedimentene ble bestemt ved våtsikting (Endecote  $63\mu\text{m}$ ) av frysetørket sediment.

---

### 3.3.2 Kjemiske analyser

Følgende fem laboratorier har utført de kjemiske analysene på bunnsedimentene:

\*Norsk institutt for vannforskning (NIVA):

Glødetap, total karbon (TC), uorganisk karbon (UOC), total organisk karbon (TOC), total nitrogen (TN), total fosfor (TP), kvikksølv (Hg), mangan (Mn), kadmium (Cd), bly (Pb), kobber (Cu), nikkel (Ni), sink (Zn), krom (Cr), vanadium (V), tinn (Sn), arsen (As) og svovel (S) (vedlegg 7.3.1). Alle metallanalyser ble utført etter oppslutning med salpetersyre (HNO<sub>3</sub>). Parallelt ble det utført analyser av Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, V og Zn etter totaloppslutning med fluss-syre (HF) på seks stasjoner under Göteborg og Bohus läns Vattenvårdsprogram og en stasjon under Göta Älvs Vattenvårdsprogram.

Polyklorerte bifenyler (PCB), pentaklor benzen (5CB), heksaklor benzen (HCB), oktaklor styren (OCS), lindan, klordan (vedlegg 7.3.1)

\*Unilab Analyse A/S:

Polyaromatiske hydrokarboner (PAH), total hydrokarbon (THC) (vedlegg 7.3.2)

\*Sintef - Oslo

Halogenerte C1- og C2-alifatiske hydrokarboner (haloformer) og BTEX

Ftalater, nonylfenol og guajacol

“Priority Pollutants” forbindelser

Polybromerte bifenyleter

Ekstraherbart organisk bundet klor og brom (EOCl, EOBr), ekstraherbart persistent organisk bundet klor og brom (EPOCl, EPOBr) (vedlegg 7.3.3)

\*Norsk institutt for luftforskning (NILU)

Dioxiner (PCDD / PCDF) (vedlegg 7.3.5)

\*Vandkvalitetinstituttet (VKI)

<sup>210</sup>Pb-Datering (vedlegg 7.3.6)

Ved gjennomgang av analysene omfattende PAH (utført av Unilab A.S.) og Priority pollutants (utført av Sintef - Oslo) ble det registrert endel uoverenstemmelser i analyseresultatene for enkelte PAH-forbindelser (jfr. vedlegg 7.3.4). På bakgrunn av den dokumentasjon som er levert sammen med analyseresultatene mener vi Unilab`s resultater ligger nær de sanne verdier. Unilab har god dokumentasjon av sine metoder, nøyaktighet og presisjon med bl.a. analyser av standard sertifisert referansemateriale.

### 3.3.3 Klassifisering av miljøkvalitet

NIVA har på oppdrag for Statens forurensningstilsyn utarbeidet en veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Rygg og Thèlin, 1993). Hovedhensikten med klassifiseringssystemet har vært å gi ulike faggrupper og personer innen forvaltning, rådgivning og forskning et enhetlig verktøy for vurdering av miljøtilstand og miljøutvikling i vannforekomster. Klassifiseringen består av fem tilstandsklasser, "god", "mindre god", "nokså dårlig", "dårlig" og "meget dårlig". Forurensningsgraden bestemmes ut fra forholdet mellom målt tilstand og forventet naturtilstand. Dette gjelder metallene Pb, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Zn og As. Forventet naturtilstand av metallene vil variere fra sted til sted, og må anslås i hvert tilfelle. I fravær av et bedre begrunnet anslag kan øvre gense for tilstandsklasse 1 ("antatt høyt bakgrunnsnivå") brukes som forventet naturtilstand. Organiske miljøgifter omfatter syntetiske (DDT, PCB, osv.) og naturlige (PAH) forbindelser. Naturlige forekomster av disse stoffene er ubetydelige i Norge, og forventet naturtilstand kan settes lik null. Ved bestemmelse av forurensningsgrad for organiske miljøgifter anvendes klasseinndelingen for tilstand. Forurensningsgraden er lik tilstandsklassen. Klassifiseringen er basert på konsentrasjoner av metaller i finkornede sedimenter etter total opplutning med fluss-syre.

PCB i foreliggende rapport angis som  $\Sigma 7$ -Dutch, dvs.  $\Sigma$  CB28, 52, 101, 118, 138, 153, 180. Det har vist seg at  $\Sigma 7$ -Dutch i miljøet utgjør fra 40 - 60% av den kommersielle PCB-blandingen i kilden (De Voogt og Brinkman, 1989). Miljøkvalitetskriteriene er basert på total PCB. For at  $\Sigma 7$ -Dutch i foreliggende rapport skal være sammenlignbar med miljøkvalitetskriteriene multipliseres  $\Sigma 7$ -Dutch med to.

PAH i foreliggende rapport angis som 16 komponenter valgt av EPA (jfr. vedlegg 7.3.2)

Resultatene i foreliggende rapport vil bli klassifisert etter dette systemet. De parameterene systemet ikke dekker, vil bli sammenholdt med en forløper til klassifiseringssystemet (Knutzen og Skei, 1990). Forørig vil nivåene av miljøgifter i sedimentene i Göteborg og Bohus läns kystvann sammenlignes med de generelle nivåene av disse forbindelsene langs Norges kyst, fra Kirkenes til Sveriges grense (Koniczny, 1994, 1995, 1996, Koniczny og Juliussen, 1995).

Tabell 2. Klassifisering av miljøkvalitet i bunnsedimenter (Rygg og Thølin, 1993)

Parameter	1 "God "	2 "Mindre god"	3 "Nokså dårlig"	4 "Dårlig"	5 "Meget dårlig"
Arsen (mg As/kg)	<20	20-80	80-400	400-1000	>1000
Bly (mg Pb/kg)	<30	30-120	120-600	600-1500	>1500
Kadmium (mg Cd/kg)	<0,25	0,25-1	1-5	5-10	>10
Kobber (mg Cu/kg)	<35	35-150	150-700	700-1500	>1500
Krom (mg Cr/kg)	<70	70-300	300-1500	1500-5000	>5000
Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15-0,6	0,6-3	3-5	>5
Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30-130	130-600	600-1500	>1500
Sink (mg Zn/kg)	<150	150-700	700-3000	3000-10000	>10000
Sum PAH <sup>1)</sup> (µg/kg)	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
B(a)P <sup>2)</sup> (µg/kg)	<10	10-50	50-200	200-500	>500
HCB <sup>3)</sup> (µg/kg)	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50
Sum PCB <sup>4)</sup> (µg/kg)	<5	5-25	25-100	100-300	>300
EPOCI <sup>5)</sup> (µg/kg)	<100	100-500	500-2000	2000-15000	>15000
TCDDekv <sup>6)</sup> (µg/kg)	<0,03	0,03-0,12	0,12-0,6	0,6-1,5	>1,5
Forurensningsgrad	< 1	1-4	4-20	20-80	>80

<sup>1)</sup> Polysykliske aromatiske hydrokarboner

<sup>2)</sup> Benzo(a)pyren (en av flere potensielt kreftfremkallende PAH-forbindelser)

<sup>3)</sup> Heksaklorbenzen

<sup>4)</sup> Polyklorete bifenyl

<sup>5)</sup> Ekstraherbart persistent organisk bundet klor.

<sup>6)</sup> Giftighetspotensialet for summen av polyklorete debenzofuraner/dioksiner, målt som ekvivalenter av den giftigste av disse forbindelsene (2,3,7,8-tetraklorodibenzo-p-dioksin).



## 4. Forkortelser

EOBr	ekstraherbart organisk bundet brom
EPOBr	ekstraherbart persistent organisk bundet brom
EOCl	ekstraherbart organisk bundet klor
EPOCl	ekstraherbart persistent organisk bundet klor
HCB	heksaklorbenzen
5CB	pentaklorbenzen
hhv.	henholdsvis, respektive
NPD	naphtalen, phenantren, dibenzothiophen samt deres C1 til C3 alkyhomologer
OCS	oktaklorstyren
PAH	polyaromatiske hydrokarboner
PCB	polyklorete bifenyler
THC	total hydrokarbon

## 5. Resultater

### 5.1 Göteborg og Bohus läns Vattenvårdsförbund

#### 5.1.1 Sedimentbeskrivelse

---

Sedimentene var finkornede med et høyt innhold av silt og leire. Stasjon Valø skilte seg ut med et høyere sandinnhold. Det var oksiske bunnforhold på alle stasjoner med unntak av Byfjorden. Alle stasjoner hadde et normalt innhold av total organisk karbon < 30 mg TOC/g tørt sediment. Byfjorden hadde det høyeste innholdet av totalorganisk karbon (37 mg TOC/g tørt sediment). Innholdet av total fosfor lå fra 1 til 2 mg tot-P/g tørt sediment.

---

(Jfr. Tabell 3 og vedlegg pkt. 7.4.)

Over 80% av sedimentene på de ulike stasjonene bestod av silt og leire. Ett unntak var stasjon 1, Valø hvor 60% av sedimentet bestod av sand eller grovere.

Innholdet av total organisk karbon (TOC) varierte mellom 9 og 37 mg TOC/g tørt sediment. Den laveste verdien ble registrert på Valø (st.1) med de grove sedimentene. Den høyeste verdien ble registrert i Byfjorden (st. 18) som hadde anoksiske bunnforhold.

Normale TOC verdier i sedimenter i norsk kystvann ligger mellom 10 og 30 mg/g tørt sediment. Innholdet av fosfor i sedimentene varierte mellom 1 og 2 mg tot-P /g tørt sediment. Høyeste verdi ble registrert i Havstensfjord (st. 19).

Normale tot-P verdier langs nordvest kysten av Norge er fra <0,2 til 1mg tot-P/g tørt sediment (Schaanning, 1994).

Det ble også samlet inn sedimenter fra en stasjon, Instö Rennan (st. 7). Stasjonen ligger i et erosjonsområde og egner seg ikke til sedimentovervåking. Prøvene ble derfor ikke analysert.

**Tabell 3.** Andel silt og leire (%<63µm), vanninnhold (%), vanntetthet (g/l), uorganisk karbon (UOC mg/g), gløderest (g/kg), total karbon (TC mg/g), total nitrogen (TN mg/g), total organisk karbon (TOC mg/g), total fosfor (tot-P mg/g) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995. På stasjon G 2 ble det også analysert en prøve på 30 -32 cm sedimentdyp.

		Silt leire	Vann- innh.	Vann- tetth.	UOC	Gløde- rest	TC	TN	TOC	Tot-P
Valø	St. 1	36,2	46,9	638,0	4,5	960	13,9	1,5	9,4	0,93
Skalkorgarna	St. 2	98,0	73,4	854,8	6,7	879	36,9	3,9	30,2	1,3
Danafjord	St. 4	82,2	71,9	809,5	9,5	901	31,7	2,9	22,2	0,89
Rävungarna	St. 5	96,8	69,3	908,3	2,4	920	30,5	3,1	28,1	0,86
Inre Gullmarn	St. 12	97,1	50,8	815,5	17,9	875	45,7	3,2	27,8	1,3
Kosterfjorden	St. 16	77,7	72,5	762,7	12,2	896	31,4	2,8	19,2	0,65
Byfjorden	St. 18	94,5	63,7	848,8	10	837	47,1	5,2	37,1	0,81
Havstensfjord	St. 19	96,0	90,9	747,1	6,6	872	37,2	4,1	30,6	2
Strömstad	St. 23	72,5	68,6	757,4	6	916	29	3	23	1,1
Fjällbacka	St. 24	84,9	63,3	780,5	8,7	903	37,1	3,8	28,4	0,9
	G2	97,6	71,0	766,7	6,2	879	35,5	3,8	29,3	1,4
30-32cm	G2	97,4	56,9	679,9	4,1	904	28,1	2,7	24	0,6
	319	73,1	63,3	752,0	4	930	24,9	2,7	20,9	0,74

### 5.1.2 Sedimenttilvekst

(Jfr. Tabell 4 og vedlegg 7.3.6)

Det ble tatt sedimentkjerner til <sup>210</sup>Pb-datering fra fem stasjoner. Dateringene fra Koster og Danafjord regnes som rimelig gode. Dateringene fra Fjällbacka og G2 vurderes som dårlige. På stasjon 319 i Brofjorden var det ikke mulig å utføre datering. Dette tolkes som at området har ustabile sedimentasjonsforhold og bare periodevis akkumulasjon.

Sedimentasjonen på stasjon G2 var svært høy. Denne kan sammenlignes med sedimentasjonsratene nær elveutløpet i Glommaestuariet i Østfold (Helland, 1996).

**Tabell 4.**  $^{210}\text{Pb}$ -datering av sedimentkjerner fra Göteborg og Bohus läns kystvann 1995. Fluks ( $\text{g}/\text{m}^2/\text{år}$ ), vekst ( $\text{mm}/\text{år}$ ).

		Fluks	Vekst
Danafjord	St. 4	528 +/- 43	1,3
Kosterfjorden	St. 16	1823 +/- 153	4,2
Fjällbacka	St. 24	769 +/- 178	1,9
	G2	5072 +/- 976	14
	319	-----*	

\* det var ikke mulig å utføre datering på denne stasjonen

### 5.1.3 Metaller

Alle stasjonene hadde moderate overkonsentrasjoner (opp til 3 ganger høyere enn antatt bakgrunn) av en eller flere av metallene kvikksølv, kadmium og bly. Stasjonen Valö hadde ikke overkonsentrasjoner av metaller. Dette skyldes det høye innholdet av sand i sedimentene, som fortynner innholdet av metaller.

(Jfr. Tabell 5 og vedlegg 7.3.1)

Innholdet av arsen i sedimentene var gjennomgående lavt ( $< 20 \text{ mg As/kg t.v}$ ). Stasjon 19, Havstensfjord hadde den høyeste verdien ( $45 \text{ mg As/kg t.v}$ ), tilsvarende moderat forurenset klasse 2, etter norsk klassifisering.

Innholdet av kadmium var lavt på de fleste stasjoner ( $< 0,20 \text{ mg As/kg t.v}$ ). Stasjonene Rävungarna, Byfjorden og Fjällbacka hadde de høyeste verdiene (hhv.  $0,25, 0,35, 0,34 \text{ mg Cd/kg t.v}$ ), tilsvarende moderat forurenset, klasse 2. Oppslutning med fluss-syre ga noe høyere kadmiuminnhold i Byfjorden ( $0,35 \text{ mg/kg (HNO}_3\text{)}$ ) mot  $0,44 \text{ mg/kg (HF)}$ .

Innholdet av krom var gjennomgående lavt på de fleste stasjonene ( $< 70 \text{ mg Cr/kg t.v}$ ). Krom vil spesielt komme ut med for lave verdier etter oppslutning med salpetersyre (eksempelvis Fjällbacka med  $24 \text{ mg Cr/kg (HNO}_3\text{)}$ ) mot  $107 \text{ mg Cr/kg (HF)}$ .

Innholdet av kobber var lavt på alle stasjoner ( $< 35 \text{ mg Cu /kg t.v}$ )

Innholdet av kvikksølv var noe forhøyet på de fleste stasjonene ( $> 0,15 \text{ mg Hg/kg t.v}$ ). Stasjonene Valö, Kosterfjorden, Byfjorden, Fjällbacka og stasjon G2 i Stenungsundområdet hadde verdier  $< 0,15 \text{ mg Hg/kg t.v}$ ., tilvarende lite forurenset klasse 1, etter norsk klassifisering. Utslippet av kvikksølv til miljøet er redusert de senere år. Stasjon G2 bekrefter dette. Prøven fra 30 cm

sedimentdyp inneholdt ca. 10 ganger mer kvikksølv enn overflatesedimentet. I følge Tabell 4 tilsvarer dette sediment som ble avsatt for ca. 20 år siden, dvs. ca. 1975.

Innholdet av mangan i overflatesedimentene varierte fra 200 til 1160 mg Mn/kg t.v. Mangan vil i motsetning til mange andre metaller, øke i konsentrasjon mot sedimentoverflaten under oksiske forhold (felles ut som oksyd). Verdier langt over 1000 mg Mn / kg t.v. er normalt for oksiske bunnsedimenter.

Innholdet av nikkel var lavt på de fleste stasjoner (<30 mg Ni/kg t.v). Stasjon 4, Fjällbacka kom ut med to ganger høyere verdi etter totaloppløsning med fluss-syre (20 mg Ni/kg (HNO<sub>3</sub>) mot 44 mg Ni/kg (HF)). Sedimentet med totaloppløsning tilsvarer moderat forurensning klasse 2, etter norsk klassifisering, mot lite forurenset klasse 1, etter HNO<sub>3</sub> oppløsning.

Innholdet av bly var noe forhøyet på de fleste stasjoner (> 30 mg Pb/kg t.v), tilsvarende moderat forurenset klasse 2, etter norsk klassifisering. De høyeste verdiene ble registrert på stasjonene Strömstad, Skalkorgarna og Inre Gullmarn.

Innholdet av tinn varierte fra 1 - 10 mg Sn/kg t.v. Normalt for marine sedimenter er ca. 1 mg Sn/kg t.v. Høyeste verdi ble registrert i Byfjorden. Havstensfjord og Strömstad hadde også høye verdier (>5 mg Sn/kg t.v).

Innholdet av vanadium var lavt på samtlige stasjoner (<120 mg V/kg t.v).

Innholdet av sink var noe forhøyet på stasjonene Inre Gullmarn, Byfjorden, Havstensfjord og stasjon G2 i Stenungsund (>150 mg Zn/kg t.v). Verdiene tilsvarer moderat forurensning klasse 2, etter norsk klassifisering. Øvrige stasjoner var lite forurenset av sink.

Innholdet av svovel varierte fra 2 til 19 mg s/kg t.v. Typisk hadde stasjon 1, Valø med de sandige sedimentene den laveste konsentrasjonen og Byfjorden med anoksiske sedimenter den høyeste konsentrasjonen.

**Tabell 5.** Analyser av arsen (As), kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), mangan (Mn), nikkel (Ni), bly, (Pb), tinn (Sn), vanadium (V) og sink (Zn) i mg/kg, svovel (S) i mg/g (tørrvekt, t.v.) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995. På stasjon G 2 ble det også analysert en prøve fra 30 -32 cm sedimentdyb. Analysene er utført etter oppslutning med salpetersyre HNO<sub>3</sub>, parallellt ble enkelte prøver totaloppløst med fluss-syre (merket HF).

		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sn	V	Zn	S
Valø	St. 1	10,2	0,16	15	6,6	0,07	276	7,52	17,5	1	27,3	49,8	1,55
Skalkorgarna	St. 2	20,1	0,18	42,8	33,9	0,47	388	21,9	41,1	3,3	66,7	148	5,13
Danafjord	St. 4	12,9	0,14	34,5	20,7	0,26	466	19,7	36,8	3,9	56,2	105	4,87
Danafjord (HF)	St. 4		0,17	72	23,5		659	43,9	37,6		96,1	123	
Rävungarna	St. 5	8,4	0,21	28,8	15,9	0,16	238	11,9	24,4	2,4	41,8	112	3,51
Rävungarna (HF)	St. 5		0,25	70	17,9		454	19,3	32,1		60	132	
Inre Gullmarn	St. 12	12,7	0,13	34,7	20,8	0,16	439	19,8	39,9	3,3	83,2	153	3,8
Kosterfjorden	St. 16	12,6	0,08	31,3	16,6	0,11	276	19,6	31,3	2,1	50,9	95,9	2,67
Byfjorden	St. 18	12,2	0,35	28,9	23,1	0,12	258	17,4	24,7	9,9	55	160	17
Byfjorden (HF)	St. 18		0,44	40	22,7		372	20	23,6		63	165	
Havstensfjord	St. 19	45,4	0,1	40,7	25,8	0,19	1160	23,8	35,6	5,1	92,3	166	4,01
Strömstad	St. 23	13,7	0,11	27,9	27,9	0,27	185	16,9	36,7	5,3	50,8	98,5	3,39
Strömstad (HF)	St. 23		0,12	36	22,8		372	22,7	45,5		76,6	111	
Fjällbacka	St. 24	13,6	0,3	33,9	19,9	0,1	204	20,9	27,4	2,1	58,8	112	6,01
Fjällbacka (HF)	St. 24		0,34	42	20,2		368	25,5	33,9		84,2	126	
	G2	23,7	0,11	41,5	23,7	0,12	1150	22,7	29,5	3,7	81	140	4,17
(HF)	G2		0,11	107	22,1		1656	31,1	36,4		120,4	162	
30-32cm	G2		0,2	44,8	55,5	1,16		24,4	41,1	3,5	82,8	169	
	319	6,7	0,33	23	15,7	0,06	166	12,9	19,4	2	41,4	86,6	4,96

---

#### 5.1.4 PAH, naftalen og THC

---

**Alle stasjonene hadde moderate overkonsentrasjoner av PAH og THC. Sammenlignet med norske forhold var verdiene fra 1 til 5 ganger høyere enn normalt for diffust belastede områder. Størst belastning hadde Skalkorgarna, Inre Gullmarn og Dana fjord.**

---

(Jfr. Tabell 6 og vedlegg 7.3.2)

Innholdet av PAH varierte fra 471 til 2629 µg/kg t.v. Stasjonene Strömstad, Skalkorgarna, Inre Gullmarn, G2 i Stenungsund, Havstensfjord og Dana fjord hadde verdier >1000 µg PAH/kg. Alle stasjonene med unntak av stasjon 319 i Brofjorden kan klassifiseres som moderat forurenset av PAH (klasse 2) etter norske sedimentkriterier.

Innholdet av naftalen varierte fra 5 til 31 µg/kg t.v. De høyeste verdiene ble registrert på de samme stasjonene som hadde et høyt innhold av PAH. Under analysene av priority pollutants (jfr. vedlegg 7.3.3) ble det detektert langt høyere verdier for ulike PAH-forbindelser enn ved den "rene" PAH-analysen (jfr. vedlegg 7.3.2 og 7.3.4). Basert på dokumentasjonen knyttet til analysene mener vi den "rene" PAH-analysen representerer nær sann verdi for de ulike komponentene. De høye verdiene, spesielt i Inre Gullmarn kan skyldes kontaminering av prøven eller analysefeil.

Innholdet av THC varierte fra <0,63 (under deteksjonsnivå) til 65 mg /kg t.v. Stasjon 319 i Brofjorden hadde det høyeste THC innholdet og det laveste PAH innholdet. Øvrige stasjoner med høyt THC innhold hadde også høyt PAH innhold. I tillegg hadde Rävungarna forhøyede THC-verdier.

---

#### 5.1.5 PCB, klordan, lindan, OCS, HCB, 5CB

---

**Sedimentene i Strömstad var markert forurenset av PCB, klasse 3 etter norske kriterier. Øvrige stasjoner var moderat forurenset med unntak av Valø som var lite forurenset. Stasjon G2 i Stenungsund var moderat forurenset av HCB, øvrige stasjoner var lite forurenset av HCB.**

---

(Jfr. Tabell 7 og vedlegg 7.3.1)

Innholdet av PCB (Σ7-Dutch) variert fra 3 til 22 µg/kg t.v. Den høyeste verdien ble registrert på stasjon 23, Strömstad. Byfjorden og Skalkorgarna hadde også høye verdier, >10µg PCB/kg t.v. Sedimentene i Strömstad kan klassifiseres som markert forurenset av PCB, klasse 3 i følge norske kriterier. Øvrige stasjoner med unntak av Valø, kan klassifiseres som moderat forurenset, klasse 2.

---

Valø var lite forurenset, klasse 1. Tilsvarende høye PCB-verdier som i Strömstad er registrert i partikulært materiale samlet opp i sedimentfeller ved Torbjørnskjær, utenfor Glommaestuariet (Helland, 1996 b). På stasjon G2 i Stenungsund ble det registrert 4 ganger høyere PCB konsentrasjoner på 30 cm sedimentdyp enn i overflaten. Dette indikerer at tilførselene har avtatt de senere år (siden 1975).

**Tabell 6.** Analyser av total hydrokarbon (THC mg/kg), polyaromatiske hydrokarboner ( $\Sigma$  16 EPA PAH  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) og naftalen ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) (tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

		THC	PAH	Naftalen
Valø	St. 1	15,6	487,1	6,2
Skalkorgarna	St. 2	23,7	1475,2	26,38
Danafjord	St. 4	26,0	1191,4	30,87
Rävungarna	St. 5	19,4	457,2	5,98
Inre Gullmarn	St. 12	29,1	1410,9	15,32
Kosterfjorden	St. 16	5,0	660,0	12,11
Byfjorden	St. 18	<0,63	471,4	5,31
Havstensfjord	St. 19	27,0	1046,77	11,9
Strömstad	St. 23	18,1	2629,1	17,66
Fjällbacka	St. 24	7,3	672,8	13,48
	G2	16,7	1251,1	25,33
	319	64,6	161,8	1,85

Innholdet av klordan og OCS lå under deteksjonsnivå på <0,1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.

Innholdet av 5CB, HCB og lindan var lavt på nesten alle stasjoner fra under deteksjonsnivå 0,1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v. til 0,7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v. Høyest konsentrasjon på 0,4  $\mu\text{g}$  5CB/kg t.v. ble registrert på 30 cm sedimentdyp på stasjon G2. Stasjon G2 hadde også høyest konsentrasjon av HCB på 0,7  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v. Dette klassifiseres som moderat forurenset, klasse 2 (norske kriterier).



**Tabell 7.** Analyser av polyklorerte bifenyler (PCB,  $\Sigma$ 7-Dutch), pentaklorbenzen (5CB), heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS), lindan ( $\gamma$ -HCH) og klordan. (alle i  $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995. På stasjon G 2 ble det også analysert en prøve på 30 -32 cm sedimentdyp.

		PCB	5CB	HCB	OCS	Lindan	Klordan
Valø	St. 1	1,7	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Skalkorgarna	St. 2	12,2	0,2	0,4	<0,1	0,1	<0,1
Danafjord	St. 4	6,5	<0,1	0,1	<0,1	0,2	<0,1
Rävungarna	St. 5	6	0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1
Inre Gullmarn	St. 12	6,7	0,1	0,1	<0,1	0,1	<0,1
Kosterfjorden	St. 16	2,9	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Byfjorden	St. 18	12,3	0,1	0,3	<0,1	0,2	<0,1
Havstensfjord	St. 19	7,7	0,2	0,2	<0,1	0,1	<0,1
Strömstad	St. 23	22,2	<0,1	0,1	<0,1	0,3	<0,1
Fjällbacka	St. 24	4,3	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	G2	5,4	0,3	0,7	<0,1	0,1	<0,1
30-32cm	G2	20,3	0,4	0,7	<0,1	0,1	<0,1
	319	3,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

### 5.1.6 Dioxiner

(Jfr. Tabell 8 og vedlegg 7.3.5)

Innholdet av dioxin var detekterbart men lavt på stasjon 16, Kosterfjorden og stasjon G2 i Stenungsund. Klassifisert etter norske kriterier var stasjonene lite forurenset, klasse 1.

**Tabell 8.** Analyser av dioxiner (PCDD og PCDF  $\text{pg}/\text{g}$  tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

		PCDD* PCDF*	
Kosterfjorden	St. 16	1,98	3,77
	G2	3	8,21

\* TE (nordisk): 2378-TCDD-toksisitetsekvivalenter etter nordisk modell

### 5.1.7 EOCl, EPOCl, EOBr og EPOBr

Byfjorden hadde det høyeste innholdet av EOCl og EPOCl. Verdiene var ca. dobbelt så høye som på endel av de øvrige stasjonene. Både Byfjorden, Inre Gullmarn og Skalkorgarna kan karakteriseres som sterkt forurensset klasse 4, av EPOCl etter norske kriterier. Inre Gullmarn hadde de høyeste verdiene av EOBr og EPOBr.

(Jfr. Tabell 9 og vedlegg 7.3.3)

Innholdet av EOCl og EPOCl varierte fra hhv. 2-13 og 1-8 mg /kg t.v. De høyeste konsentrasjonene ble registrert i Byfjorden som også har et høyt organisk innhold. Både EOCl og EPOCl har sammenheng med forekomst av organisk karbon i sedimentene. Etter norske miljøkvalitetskriterier kan Byfjorden, Valø, Skalkorgarna og Inre Gullmarn klassifiseres som sterkt forurensset klasse 4, av EPOCl.

Innholdet av EOBr og EPOBr varierte fra hhv. 2- 8 og 1 - 5 mg /kg t.v. Byfjorden som var høyest på EOCl var lavest på EPOBr. Inre Gullmarn hadde de høyeste verdiene av EOBr og EPOBr.

**Tabell 9.** EOCl, EPOCl, EOBr og EPOBr (mg/kg tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) fra Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

		EOCl	EPOCl	EOBr	EPOBr
Valø	St. 1	2,71	2,05	3,53	1,97
Skalkorgarna	St. 2	4,65	2,74	3,34	2,27
Danaffjord	St. 4	3,30	1,90	4,95	3,01
Rävungarna	St. 5	5,01	1,66	3,39	2,05
Inre Gullmarn	St. 12	9,60	3,24	7,69	4,86
Kosterfjorden	St. 16	2,91	1,73	4,72	2,87
Byfjorden	St. 18	12,93	7,86	1,53	0,82
Havstensfjord	St. 19	2,47	0,97	2,59	1,66
Strömstad	St. 23	3,60	1,37	4,97	3,10
Fjällbacka	St. 24	2,73	0,83	3,52	2,34
	G2	2,58	0,85	3,67	2,46
30-32cm	G2	1,89	0,97	1,17	0,76
	319	2,35	1,58	2,16	1,27

### 5.1.8 Halogenerte alifater, 4-nonylfenol, monoaromater, ftalater, bromerte bifenyletere og guajacol.

Byfjorden, Havstensfjord og G2 i Stenungsund hadde de høyeste verdiene av halogenerte alifater. Byfjorden hadde også det høyeste innholdet av monoaromater. Byfjorden og Havstensfjord hadde høye verdier av ftalater. På de fleste andre stasjonene var ikke ftalater påvisbar eller verdiene lå under kvantifiseringsgrensen. Det ble ikke påvist annet enn PAH-forbindelser under "priority pollutants" analysene. Det ble ikke påvist 4-nonylfenol, bromerte bifenyletere eller tetraklorguajacol i sedimentene.

(Jfr. Tabell 10 - Tabell 12 og vedlegg 7.3.3)

#### Halogenerte alifater

Innholdet av kloroform varierte fra 0,1 til 3,2 µg/kg. Byfjorden hadde det høyeste innholdet, ca. dobbelt så høyt som endel av de øvrige stasjonene. Innholdet av tetraklormetan og trikloreten lå imidlertid under deteksjonsnivå på denne stasjonen. Havstensfjord og G2 i Stenungsund hadde det høyeste innholdet av tetraklormetan.

Tabell 10. Kloroform (µg/kg tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) fra Göteborg og Bohus läns kystvann 1995. (- og \* jfr. Tabell 11)

		Kloro- form	Tetraklor- metan	Triklor- eten	Tetraklor- eten
Valø	St. 1	0,8	0,3	-	-
Skalkorgarna	St. 2	0,3	0,4	-	-
Danafjord	St. 4	1,5	0,3	0,02	-
Rävungarna	St. 5	0,9	0,2	-	-
Inre Gullmarn	St. 12	*	*	*	*
Kosterfjorden	St. 16	1,6	0,3	0,1	0,1
Byfjorden	St. 18	3,2	-	-	0,15
Havstensfjord	St. 19	0,3	1,1	-	0,1
Strömstad	St. 23	0,2	0,3	0,01	0,1
Fjällbacka	St. 24	1,7	0,4	-	0,15
	G2	0,3	1,0	-	-
	319	0,1	0,7	-	0,1

**4-nonylfenol**

Det ble ikke påvist nonylfenoler i prøvene.

**Monoaromater**

Byfjorden hadde det høyeste innholdet av både benzen, toluen,  $\Sigma$ etylbenzen og xylener.

Konsentrasjonen av toluen var på 139  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v. Fjällbacka og Danafjord hadde også et relativt høyt innhold av toluen, på 81  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v. Skalkorgarna kom ut lavest med 3  $\mu\text{g}$  toluen /kg t.v.

Ingen av forbindelsene ble påvist i Inre Gullmarn.

Tabell 11. BTEX ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrvekt) i sedimentprøver (0-1 cm) fra Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

		Benzen	Toluen	Etylbenzen og xylener
Valø	St. 1	6,5	35,5	17,5
Skalkorgarna	St. 2	1,6	3,1	3,2
Danafjord	St. 4	13,5	81,0	38,5
Råvungarna	St. 5	5,5	39,0	28,5
Inre Gullmarn	St. 12	*	*	*
Kosterfjorden	St. 16	13,0	69,5	33,0
Byfjorden	St. 18	26,5	139,0	81,5
Havstensfjord	St. 19	2,6	8,5	6,0
Strömstad	St. 23	2,2	10,0	5,5
Fjällbacka	St. 24	14,0	81,5	36,0
	G2	<1,5	4,0	4,2
	319	<1,5	4,0	3,7

- ikke påvist

< i de prøver hvor det ble påvist innhold av den aktuelle forbindelser men i konsentrasjoner under kvatifiseringsgrensen, er "<kv. grense" benyttet

\* Inre Gullmarn jfr. forklaring i vedlegg 7.3.3 (side 4 av 14)

Tabell 12. Ftalater (mg/kg tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) fra Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

		dimetyl- ftalat	dietyl- ftalat	dibutyl- ftalat	butylbenzyl- ftalat	di-2-etyl- heksyl- ftalat
Valø	St. 1	-	-	-	-	*
Skalkorgarna	St. 2	-	-	-	-	0,62
Danafjord	St. 4	-	-	-	-	*
Rävungarna	St. 5	-	-	-	-	*
Inre Gullmarn	St. 12	-	-	-	-	-
Kosterfjorden	St. 16	-	-	-	-	-
Byfjorden	St. 18	*	-	-	0,08	2,59
Havstensfjord	St. 19	-	-	1,22	0,12	0,69
Strömstad	St. 23	-	-	-	-	*
Fjällbacka	St. 24	-	-	-	-	-
	G2	*	-	-	-	*
	319	-	-	-	-	-

### Ftalater

Det ble ikke påvist dietyl-ftalat i noen av prøvene. Byfjorden og Havstensfjord hadde over 2 mg ftalat /kg t.v. Skalkorgarna hadde 0,6 mg ftalat (di-2-etyl-heksyl-ftalat)/ kg t.v. På øvrige stasjoner var ikke ftalater påvisbare eller verdier lå under kvantifiseringsgrensen.

### Polybromerte bifenvletere

Polybromerte bifenvletere ble ikke påvist i sedimentene på stasjonene for Göteborg og Bohus läns Vattenvårdsforbund.

### Guajacol

Det ble ikke påvist tetraklorguajacol i prøvene

### **5.1.9 “Priority pollutants”**

Det ble ikke påvist annet enn PAH-forbindelser i “priority pollutants” analysene (jfr. kap. 5.1.4 og vedlegg 7.3.3).

## 5.2 Göta Älvs Vattenvårdsforbund

### 5.2.1 Sedimentbeskrivelse

(Jfr. Tabell 13 og vedlegg 7.4)

**Stasjon 1 i utløpet av Göta älv bestod av finkornede sedimenter, tilnærmet ren silt og leire.**

**Stasjonen oppe i elva ved Dösebacka bestod derimot av ca. 60 % sand eller grovere.**

**Innholdet av totalorganisk karbon og total fosfor var normalt på begge stasjoner.**

**Tabell 13.** Andel silt og leire ( $\% < 63 \mu\text{m}$ ), vanninnhold (%), vanntetthet (g/l), uorganisk karbon (UOC mg/g), gløderest (g/kg), total karbon (TC mg/g), total nitrogen (TN mg/g), total organisk karbon (TOC mg/g), total fosfor (tot-P mg/g) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

		Silt leire	Vann- innh.	Vann- tetth.	UOC	Gløde- rest	TC	TN	TOC	Tot-P
Eriksberg	GÄV 1	99,0	79,0	825,9	4,4	890	32,8	3,3	28,4	1,1
Dösebacka	GÄV 2	41,1	51,9	646,8	0	978	9	<1,0	9,8	0,51

### 5.2.2 Metaller

**Stasjon GÄV 1 hadde et høyt innhold av kvikksølv, tilsvarende markert forurenset klasse 3, etter norske kriterier. Denne stasjonen hadde også moderate overkonsentrasjoner (klasse 2) av kadmium, kobber, bly, tinn og sink. Innholdet av arsen, krom, mangan, nikkel og vanadium var lavt på stasjonen. Stasjon GÄV 2 hadde lave verdier av samtlige metaller sammenlignet med uforurensede marine sedimenter.**

(Jfr. Tabell 14 og vedlegg 7.3.1)

**Tabell 14.** Analyser av arsen (As), kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), mangan (Mn), nikkel (Ni), bly (Pb), tinn (Sn), vanadium (V) og sink (Zn) i mg/kg, svovel (S) i mg/g (tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995. Analysene er utført etter oppslutning med salpetersyre  $\text{HNO}_3$ , parallellt ble prøven fra GÄV 2 total-oppluttet med fluss-syre (merket HF)

		As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sn	V	Zn
Eriksberg	GÄV 1	10,3	0,6	41,2	55,6	0,75	367	21,1	41,8	5,2	62,3	203
Dösebacka	GÄV 2	1,3	0,1	11,4	6,6	0,02	199	5,7	9,68	1	23,7	63,6
(HF)	GÄV 2		0,17	37	10,8		335	11,7	23		45,7	84

### 5.2.3 PAH, naftalen og THC

Stasjon GÄV 1 hadde et høyt innhold av THC (192 mg THC/kg t.v). Innholdet av PAH var moderat forhøyet, tilsvarende klasse 2 etter norske kriterier. GÄV 2 hadde også moderate overkonsentrasjoner av PAH (klasse 2) selv om verdiene lå 3 ganger lavere enn i utløpet av elva. Innholdet av THC var derimot betydelig lavere (43 x) enn ved utløpet.

(Jfr. Tabell 15 og vedlegg 7.3.2).

**Tabell 15.** Analyser av total hydrokarbon (THC mg/kg), polyaromatiske hydrokarboner ( $\Sigma$  16 EPA PAH  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) og naftalen ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) (tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

		THC	PAH	Naftalen
Eriksberg	GÄV 1	191,9	1311,8	26,0
Dösebacka	GÄV 2	4,5	471,0	6,1

### 5.2.4 PCB, klordan, lindan, OCS, HCB, 5CB

GÄV 1 hadde et markert forhøyet innhold av PCB, tilsvarende klasse 3 etter norske kriterier. Dette var det høyeste PCB innholdet som ble registrert ved foreliggende undersøkelser. GÄV 2 hadde moderate overkonsentrasjoner (klasse 2) av PCB. Innholdet av HCB var også moderat forhøyet (klasse 2) på stasjon GÄV 1.

(Jfr. Tabell 16 og vedlegg 7.3.1)

**Tabell 16.** Analyser av polyklorete bifenyler (PCB,  $\Sigma$ 7-Dutch), pentaklorbenzen (5CB), heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS), lindan ( $\gamma$ -HCH) og klordan (alle i  $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

		PCB	5CB	HCB	OCS	Lindan	Klordan
Eriksberg	GÄV 1	63,4	0,3	1,8	<0,1	0,1	<0,1
Dösebacka	GÄV 2	3,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

### 5.2.5 Dioxiner

Det ble påvist dioxiner på stasjon GÄV 1. Innholdet av PCDF var dobbelt så høyt som på stasjon G2 i Stenungsund. Sammenlignet med norske kriterier er verdiene likevel lave og vil karakteriseres som lite forurenset (klasse 1).

(Jfr. Tabell 17 og vedlegg 7.3.5)

Tabell 17. Analyser av dioxiner (PCDD og PCDF pg/g tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

		PCDD*	PCDF*
Eriksberg	GÄV 1	3,6	19,4

\* TE (nordisk): 2378-TCDD-toksisitetsekivalenter etter nordisk modell

### 5.2.6 EOCi, EPOCI, EOBr og EPOBr

Stasjon GÄV 1 hadde markerte overkonsentrasjoner klasse 3 etter norske kriterier, av EPOCI. Nivået kan sammenlignes med Inre Gullmarn. De øvrige forbindelsene på GÄV 1 lå på samme nivå som EPOCI. Ingen av forbindelsene ble påvist i GÄV 2.

(Jfr. Tabell 18 og vedlegg 7.3.3)

Tabell 18. EOCi, EPOCI, EOBr og EPOBr (mg/kg tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) fra Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

		EOCI	EPOCI	EOBr	EPOBr
Eriksberg	GÄV 1	8,58	4,38	3,87	2,15
Dösebacka	GÄV 1	-	-	-	-

- ikke påvist



### 5.2.7 Halogenerte alifater, 4-nonylfenol, monoaromater, ftalater, bromerte bifenyletere, guajacol.

GÄV 1 hadde samme innhold av tetraklormetan som Havstensfjord og G2 i Stenungsund (1,3 µg/kg t.v). Verdiene av monoaromater var lave sammenlignet med eksempelvis Byfjorden som hadde 10x høyere innhold av toluen. Det ble ikke påvist ftalater på GÄV 2. På GÄV 1 var derimot innholdet høyt (> 8 mg di-2-etyl-heksyl-ftalat /kg t.v). Det ble påvist bromerte bifenyletere på GÄV 2. Det ble imidlertid ikke påvist 4-nonylfenol og guajacol.

(Jfr. Tabell 19 - Tabell 22 og vedlegg 7.3.3)

#### Halogenerte alifater

Innholdet av kloroform var like lavt som på stasjonene med de laveste verdiene under Göteborg og Bohus läns (GBV) program. Innholdet av tetraklormetan på GÄV 1 var imidlertid like høyt som den høyeste under GBV programmet. Verdien tilsvareer nivået på stasjon Havstensfjord og G2 i Stenungsund.

Tabell 19. Haloform (µg/kg tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

		Kloroform	Tetraklor- metan	Triklor- eten	Tetraklor- eten
Eriksberg	GÄV 1	0,1	1,3	-	-
Dösebacka	GÄV 2	0,3	0,3	0,02	-

#### 4-nonylfenol

Det ble ikke påvist nonylfenoler i prøvene.

#### Monoaromater

Det ble påvist toluen, Σetylbenzen og xylener i både GÄV 1 og 2. Det ble ikke påvist benzen på GÄV 1. Verdiene av monoaromater var lave sammenlignet med eksempelvis Byfjorden som hadde 10x høyere innhold av toluen.

**Tabell 20.** BTEX ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

		Benzen	Toluen	$\Sigma$ etylbenzen og xylener
Eriksberg	GÄV 1	-	<2,4	2,5
Dösebacka	GÄV 2	2,3	12,0	5,5

**Ftalater**

Det ble ikke påvist ftalater på stasjon GÄV 2. Innholdet av di-2-etyl-heksyl-ftalat var høyt, 3x høyere en i Byfjorden på stasjon GÄV 1.

**Tabell 21.** Ftalater ( $\text{mg}/\text{kg}$  tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) fra Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

		dimetyl- ftalat	diety- ftalat	dibutyl- ftalat	butylbenzyl- ftalat	di-2-etyl- heksyl- ftalat
Eriksberg	GÄV 1	-	-	-	0,17	8,19
Dösebacka	GÄV 2	-	-	-	-	*

\* Verdien er under kvantifiseringsgrensen

- Ikke påvist

**Polybromerte bifenyleter**

Det ble påvist 4- og 5-Br bifenyleter på GÄV 2. Slike forbindelser ble ikke påvist på stasjonene under GBVs program.

Tabell 22. Polybromerte bifenyletere (PBBE mg/kg tørrvekt) i overflatesediment (0-1cm) på stasjon GÄV 2.

	3Br- PBBE*	4Br- PBBE*	5Br- PBBE*	6Br- PBBE*
GÄV 2	-	0,021	0,022	-

\* 3Br, 4Br, ...angir antall brom/molekyl

- ikke påvist

Deteksjonsgrensen for enkeltkomponenter er 0,005-0,010 mg/kg tørrvekt

### Guajacol

Det ble ikke påvist tetraklorguajacol i prøvene.

### 5.2.8 “Priority pollutants”

Det ble ikke påvist annet enn PAH-forbindelser i “priority pollutants” analysene (jfr. kap. 5.2.3 og vedlegg 7.3.3.)

## 5.3 SCANRAFF

### 5.3.1 Sedimentbeskrivelse

Alle stasjoner med unntak av S112 og S138 hadde finkornede sedimenter med en andel silt leire fra 70 - ca. 100% . S112 og S138 hadde en andel på ca. 60 % silt leire. Stasjon S139 og 324 hadde et høyt innhold av total organisk innhold (53 og 54 mg TOC/g t.v). Sedimentene på begge disse stasjonene luktet av H<sub>2</sub>S. TOC verdiene var opp i mot det dobbelte av de øvrige stasjonene.

(Jfr. Tabell 23 og vedlegg 7.4)

**Tabell 23.** Andel silt og leire (<63µm), vanninnhold (%), vanntetthet (g/l), uorganisk karbon (UOC mg/g), gløderest (g/kg), total karbon (TC mg/g), total nitrogen (TN mg/g), total organisk karbon (TOC mg/g), total fosfor (tot-P mg/g) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	Silt leire	Vann- innh.	Vann- tetth.	UOC	TC	TN	TOC
S111	87,8	71,9	794,1	12,3	38,5	3,8	26,2
S112	54,9	64,4	821,9	10,1	28,7	2,6	18,6
S119	92,3	69,7	824,5	5,6	37,8	4	32,2
S129	98,3	73,9	794,0	12,8	39,6	3,8	26,8
S138	57,5	71,5	785,8	4,5	33,5	3,7	29
S139	95,1	83,9	834,7	6,3	59	7,5	52,7
S140	89,1	70,7	776,6	6,3	33,4	3,4	27,1
S141	96,5	70,9	775,4	8,2	35	3,5	26,8
S150	71,1	72,6	807,0	1,8	35,1	3,6	33,3
305	97,6	74,9	803,0	10,1	41	4,2	30,9
316	98,1	63,1	698,4	13,6	36,8	3,3	23,2
322	96,0	70,9	815,0	8,4	36,1	3,6	27,7
324	93,2	84,9	830,2	5,6	59,6	7,7	54

### 5.3.2 Metaller

Innholdet av kadmium varierte fra 0,02 til 0,65 mg Cd /kg t.v. Bly varierte fra 9 til 38 mg Pb / kg t.v. Brofjorden hadde hhv. 6 og 7 stasjoner med moderate overkonsentrasjoner av kadmium og bly. Øvrige stasjoner var lite forurenset av disse metallene. Sink forekom med verdier fra 76 til 152 mg Zn/kg t.v. Det var bare S139 som kunne klassifiseres som moderat forurenset, de øvrige var lite forurenset av sink. Metallene kobber, kvikksølv, nikkel og vanadium forekom i lave konsentrasjoner. Tilsvarende lite forurenset, klasse 2 etter norsk klassifisering.

(Jfr. Tabell 24 og vedlegg 7.3.1)

**Tabell 24.** Analyser av kadmium (Cd), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), bly, (Pb), vanadium (V) og sink (Zn) i mg/kg i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995. Analysene er utført etter oppslutning med salpetersyre HNO<sub>3</sub>.

	Cd	Cu	Hg	Ni	Pb	V	Zn
S111	0,16	20,1	0,11	21	33,6	63	117
S112	0,11	11,4	0,06	14,3	19	41,8	76,1
S119	0,54	25,7	0,11	18,8	26,9	61,2	141
S129	0,15	19,9	0,12	22,9	37,6	66,6	122
S138	0,51	15,9	0,07	12,9	17,9	37,7	89,4
S139	0,82	29	0,1	21	27,6	61,9	152
S140	0,35	23,5	0,1	19,6	27,1	57,8	125
S141	0,14	22,4	0,08	21,5	30,6	62,4	118
S150	0,65	15,3	0,07	11,5	9,16	35,3	88,7
305	0,15	21,7	0,12	22,7	34,1	70	128
316	0,02	17,8	0,13	21,4	35,7	64,2	112
322	0,15	23,3	0,11	20,4	34,9	65,1	121
324	0,37	24,7	0,08	16,8	28,4	51,4	138

### 5.3.3 PAH, naftalen og THC

Innholdet av THC varierte fra under deteksjonsnivå < 0,63 til 392 mg THC/kg t.v. Stasjon S150 hadde den høyeste verdien. Konsentrasjonene på stasjon 324, 316, 305 og S112 var også høye, > 50 mg THC/kg t.v.

Stasjon 305 var markert forurenset av PAH (2146 µg /kg t.v.). Denne stasjonen hadde også et høyt innhold av naftalen (32 µg/kg t.v.). Øvrige stasjoner var moderat forurenset av PAH, klasse 2 etter norsk klassifisering.

(Jfr. Tabell 25 og vedlegg 7.3.2)

**Tabell 25.** Analyser av total hydrokarbon (THC mg/kg), polyaromatiske hydrokarboner ( $\Sigma$  16 EPA PAH µg/kg) og naftalen (µg/kg) (tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	THC	PAH	Naftalen
S111	3,6	987,3	25,73
S112	76,6	739,2	18,6
S119	18,6	964,8	14,14
S129	<0,63	942,0	26,74
S138	3,7	906,8	8,58
S139	14,8	1168,8	18,11
S140	23,6	1238,2	17,69
S141	10,9	1050,6	13,54
S150	392,4	482,4	6,08
305	68	1198,3	21,58
310	17,5	832,1	13,16
310 (18-20 cm)	14,4	330,8	3,04
316	53,4	980,8	27,38
322	36,6	2145,6	32,39
324	145,1	1885,7	11,85

### 5.3.4 PCB, 5CB, HCB og OCS

Innholdet av PCB varierte fra 1,7 til 4,6 µg/kg t.v. Alle stasjoner var moderat forurenset (klasse 2) av PCB med unntak av stasjon S150 som var lite forurenset (klasse 1) etter norsk klassifisering. Innholdet av 5CB, HCB og OCS lå for det meste under deteksjonsnivå (<0,1 µg/kg t.v.)

(Jfr. Tabell 26 og vedlegg 7.3.1)

**Tabell 26.** Analyser av polyklorerte bifenyler (PCB, Σ7-Dutch), pentaklorbenzen (5CB), heksaklorbenzen (HCB) og oktaklorstyren (OCS), alle i µg/kg tørrvekt, i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	PCB	5CB	HCB	OCS
S111	3,2	0,2	0,1	<0,1
S112	2,7	<0,1	0,1	<0,1
S119	4,1	<0,1	0,1	<0,1
S129	3,2	0,2	0,1	<0,1
S138	4,6	<0,1	<0,1	<0,1
S139	3,8	<0,1	0,1	<0,1
S140	3,6	<0,1	0,1	<0,1
S141	2,5	<0,1	0,1	<0,1
S150	1,7	<0,1	<0,1	<0,1
305	3,6	<0,1	0,1	<0,1
316	3,2	<0,1	0,2	<0,1
322	3,4	<0,1	0,1	<0,1
324	4,2	<0,1	0,1	<0,1

### 5.3.5 EOCl og EPOCl

Innholdet av EOCl varierte fra 2,7 til 28,4 mg /kg t.v. Tilsvarende lå innholdet av EPOCl fra 1,7 til 27,6 mg /kg t.v. Stasjon S140 hadde de høyeste verdiene både av EOCl og EPOCl. Verdiene var 3x høyere enn S141 som også hadde et høyt innhold av EPOCl (9,6 mg /kg t.v.). Sammenlignet med norske kriterier var stasjon S140 meget sterkt forurenset (klasse 5) av EPOCl. Øvrige stasjoner med unntak av S111, S112, S119 og S129 var markert forurenset av EPOCl. De fire nevnte var lite forurenset av EPOCl.

(Jfr. Tabell 27 og vedlegg 7.3.3)

**Tabell 27.** EOCl og EPOCl (mg/kg tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) fra Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	EOCl	EPOCl
S111	2,80	*
S112	3,62	*
S119	2,71	1,70
S129	3,14	1,78
S138	4,07	2,31
S139	3,73	2,06
S140	28,42	27,55
S141	10,43	9,64
S150	2,54	2,00
305	7,13	4,37
316	6,25	6,68
322	4,07	2,57
324	5,79	3,75

\*Verdiene lå under kvantifiseringsgrensen



## **5.4 Stenungsundsregionen (MUST)**

### **5.4.1 Sedimentbeskrivelse**

---

Alle stasjoner med unntak av C4 hadde finkornede sedimenter med en andel silt leire >84% . Sedimentene på C4 besto av ca. 40 % silt leire. Innholdet av total organisk karbon og total nitrogen var lavt på alle stasjoner, hhv. <30 mg TOC/g og 1 mg tot-P/g t.v.

---

(Jfr. Tabell 28 og vedlegg 7.4)

### **5.4.2 Metaller**

---

Stasjonene A1, A3, B3, F2, F3, G3 og K2 hadde overkonsentrasjoner av en eller fler av metallene arsen, kvikksølv, bly eller tinn. Konsentrasjonene tilsvarer moderat forurenset (klasse 2) etter norske kriterier. På A3 kom man ned i preindustrielle sedimenter på 28-30 cm dyp.

---

(Jfr. Tabell 29 og 7.3.1)

### **5.4.3 PAH, naftalen og THC**

---

Innholdet av PAH varierte fra 263 til 1270 µg /kg t.v. Det var bare stasjon C4 som etter norsk klassifikasjon vil betegnes som lite forurenset, dette var stasjonen med mye sand. Øvrige stasjoner kan betegnes moderat forurenset (klass 2) av PAH. Stasjonene E2 og K2 hadde de høyeste verdiene (>1000 µg PAH/kg t.v.)

Innholdet av THC varierte fra under deteksjonsnivå <0,63 til 576 mg THC/kg t.v. Sju av stasjonene hadde konsentrasjoner >100 mg THC/kg t.v.

Innholdet av naftalen varierte fra 3,7 til 172 µg/kg. Den høyeste verdien ble registrert på stasjon E3. Dette var en av stasjonene som hadde lavest THC konsentrasjon (<0,63mg THC/kg t.v.)

---

(Jfr. Tabell 30 og vedlegg 7.3.2)

**Tabell 28.** Andel silt og leire ( $\% < 63 \mu\text{m}$ ), vanninnhold (%), uorganisk karbon (UOC mg/g), total karbon (TC mg/g), total nitrogen (TN mg/g), total organisk karbon (TOC mg/g), total fosfor (tot-P mg/g) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	Silt leire	Vann- innh.	UOC	TC	TN	TOC	Tot-P
A1	97,2	65,5	7,2	31,6	3,1	24,4	1
A3	91,3	66,3	5,5	32,3	3,4	26,8	0,98
A3 (28-30 cm)	98,2	55,1	2,8	23,4	2,5	20,6	0,45
B3	98,8	66,7	6,3	32,4	3,5	26,1	1,1
C2	97,9	76,0	3,8	40,1	5	36,3	0,99
C4	43,1	23,6	4,8	16,4	1,8	11,6	0,67
C4 (24-26cm)	63,2	60,0	2,5	10,8	<1,0	8,3	0,47
D1	84,0	69,2	2,1	32,2	4,1	30,1	0,74
E1	95,7	64,6	4	30	3,3	26	1,1
E2	95,1	64,3	5,4	30,3	3,2	24,9	1,2
E3	97,5	65,9	4,2	31	3,4	26,8	1
F2	63,0	59,4	9,7	32,1	2,3	22,4	0,59
F3	97,9	70,8	6,1	33,9	3,6	27,8	1,5
F3 (26-27cm)	99,0	61,8	4,5	27,9	2,8	23,4	0,56
F4	96,5	72,0	5,7	33,9	3,6	28,2	1
G1	96,6	74,4	5,3	32,9	3,5	27,6	1,1
G3	96,1	73,0	5,7	32,7	3,5	27	1,1
H3	94,2	72,1	4,3	30,5	3,4	26,2	1,1
H3 (23-25cm)	94,2	59,5	2,9	28,6	2,8	25,7	0,52
I2	95,0	78,0	6,9	36,2	4	29,3	1,3
K2	97,1	71,0	6,3	34,8	3,6	28,5	0,96
K2 (24-26cm)	97,9	61,9	4,5	30,6	3	26,1	0,57

**Tabell 29.** Analyser av arsen (As), kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), bly, (Pb), tinn (Sn), vanadium (V) sink (Zn) og svovel (S) i mg/kg i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995. Analysene er utført etter opplutning med salpetersyre HNO<sub>3</sub>. (Tall i parentes angir sedimentdypt på dypsnittene.)

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Sn	V	Zn	S
A1	12,7	0,05	43,4	20,7	0,21	24,7	37,7	3,2	80,0	139	4,1
A3	14,3	0,08	41,6	20,8	0,12	22,8	34	3,3	73,2	133	3,91
A3 (28-30 cm)	18,8	0,11	43	13,7	0,02	25,4	17,5	1,1	76,2	92,8	14,1
B3	25,5	0,04	43,5	21,8	0,14	23,7	34,1	4,1	80,1	138	4,45
C2	14,2	0,14	35,5	23,0	0,08	20,2	21,3	3,5	65,3	125	7,68
C4	4,4	0,08	16,9	9,0	0,05	8,96	12,6	1,9	34,8	60,7	1,84
C4 (24-26cm)	8,0	0,06	29,4	9,5	0,01	18	10,9	1,7	52,2	64,5	5,69
D1	9,8	0,28	28,7	19,8	0,07	16,8	14,6	2,8	50,4	98,9	6,57
E1	19	0,08	38,8	24,3	0,12	21,4	25,2	4,1	71,8	128	3,67
E2	18,5	0,07	40	22,0	0,12	21,0	26,8	4,0	74,0	129	3,83
E3	11,8	0,12	40,1	25,1	0,13	13,6	27,0	4,6	71,2	131	4,81
F2	11	0,11	26,3	77,8	0,09	13,6	19,7	5,8	45,7	92,4	4,39
F3	22,5	0,10	40,7	23,7	0,13	21,8	28,0	5,7	78,5	141	4,15
F3 (26-27cm)	7,0	0,16	47,9	35,9	0,23	27,9	35,0	6,9	89,8	167	6,78
F4	19,0	0,11	43,1	27,4	0,13	25,5	28,3	6,0	82,2	146	4,42
G1	4,1	0,12	41,5	26	0,12	24,1	26,1	4,2	80,1	141	4,74
G3	16,9	0,12	40,6	26,1	0,13	24,1	25,8	5,4	78,2	137	4,41
H3	8,9	0,16	36,8	23,9	0,11	20,9	23,7	3,4	69,6	128	4,04
H3 (23-25cm)	18,9	0,34	37,7	21,2	0,11	21,2	34,3	2,0	69,5	139	10,5
I2	13,1	0,16	39,7	23,8	0,13	22,8	28,4	4,4	78,4	138	5,59
K2	16,4	0,16	42,9	25,7	0,12	23,8	33,3	5,6	56,2	155	4,17
K2 (24-26cm)	13,4	0,23	46,3	23,1	0,17	25,1	42,9	3,1	85,8	168	9,84

**Tabell 30.** Analyser av total hydrokarbon (THC mg/kg t.v.), polyaromatiske hydrokarboner ( $\Sigma 16$  EPA PAH) og naftalen (begge i  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.) i sedimenter fra Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	THC	PAH	Naftalen
A1	222,5	988,0	20,88
A3	288,3	869,3	12,52
B3	4,8	953,0	14,49
C2	381,4	357,7	5,8
C4	177,2	263,6	3,65
D1	575,6	389,8	5,24
E1	36,7	835,7	12,86
E2	7,5	1016,1	23,95
E3	<0,63	850,2	172,22
F2	109,3	889,1	80,82
F3	86,3	756,4	19,52
F4	<0,63	726,1	15,42
G1	6	719,3	15,53
G3	30,7	710,5	12,6
H3	90,5	363,7	6,76
I2	192	733,1	17,41
K2	30,3	1270,4	18,69

#### 5.4.4 PCB, klordan, lindan, OCS, HCB, 5CB

Stasjon A1 var markert forurenset (klasse 3) av PCB, i følge norsk klassifisering. Øvrige stasjoner var moderat forurenset (klasse 2) av PCB. Innholdet av 5CB lå fra under deteksjonsnivå <0,1 - 0,7  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Stasjon A1, E1 og G3 hadde de høyeste verdiene, > 0,5  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , dvs. moderat forurenset (klasse 2). Innholdet av HCB var høyt (markert forurenset, klasse 3) på stasjon D1 og E1 (7 og 8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.). Innholdet av OCS var  $\leq 0,1$   $\mu\text{g}/\text{kg}$  på alle stasjoner.

(Jfr. Tabell 31 og vedlegg 7.3.1)

Innholdet av PCB varierte fra 3 til 15  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v i overflatesedimentene. Samtlige dypsnitt viste betydelig lavere verdier fra <0,1 - 0,4  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v. Stasjon A1 hadde 2x høyere verdier enn de øvrige

stasjonene. Stasjon A1 kan karakteriseres som markert forurenset (klasse 3) av PCB etter norsk klassifisering. Øvrige stasjoner var moderat forurenset (klasse 2) av PCB.

Innholdet av 5CB lå fra under deteksjonsnivå  $<0,1 - 0,7 \mu\text{g}/\text{kg}$ . Stasjon A1, E1 og G3 hadde de høyeste verdiene,  $> 0,5 \mu\text{g}/\text{kg}$ , dvs. moderat forurenset (klasse 2).

Innholdet av HCB var høyt (markert forurenset, klasse 3) på stasjon D1 og E1 (7 og  $8 \mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.)

Innholdet av OCS var  $\leq 0,1 \mu\text{g}/\text{kg}$  på alle stasjoner.

Innholdet av lindan var høyt på stasjon C2 ( $3 \mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.) i forhold til alle øvrige stasjoner i hele undersøkelsen. På de fleste stasjonene lå verdiene under deteksjonsnivå  $<0,1 \mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.

#### **5.4.5 EOCl og EPOCl**

---

Innholdet av EOCl og EPOCl varierte fra hhv. 1,6 - 4,71 og 1,4 - 3,5 mg /kg t.v. De høyeste verdiene av EPOCl ble registrert på stasjon E2 og D1. Verdiene lå under kvantifiseringsgrensen på stasjonene A1, A3, C4, E3, F4 og K2. Alle øvrige stasjoner hadde moderat forurensning (klasse 2) av EPOCl i følge norsk klassifisering.

---

(Jfr. Tabell 32 og vedlegg 7.3.3)

#### **5.4.6 Halogenerte alifater, 4-nonylfenol, monoaromater, ftalater.**

---

Stasjon G1, K1 og I2 hadde verdier  $> 1 \mu\text{g}$  kloroform /kg t.v. Stasjon G1, I2 og K2 hadde de høyeste verdiene av monoaromater. E3 og B3 hadde de høyeste verdiene av ftalater. 4-nonylfenol ble ikke detektert på stasjonene.

---

(Jfr. Tabell 33 til Tabell 35 og vedlegg 7.3.3)

#### **Halogenerte alifater**

Innholdet av kloroform varierte fra 0,1 til  $3,1 \mu\text{g}/\text{kg}$  t.v. Stasjon G1, K2 og I2 hadde verdier  $>1 \mu\text{g}$  kloroform /kg t.v. Innholdet av kloroform på G1 hadde samme nivå som i Byfjorden. Stasjon A3, B3 og C2 hadde de høyeste verdiene av tetraklormetan  $\geq 1,0 \mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.

#### **4-nonylfenol**

Det ble ikke påvist nonylfenoler i prøvene.

---

**Tabell 31.** Analyser av polyklorerte bifenyler (PCB,  $\Sigma$ 7-Dutch), pentaklorbenzen (5CB), heksaklorbenzen (HCB) og oktaklorstyren (OCS), alle i  $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrvekt, i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	PCB	5CB	HCB	OCS	Lindan
A1	14,7	0,6	0,4	<0,1	0,1
A3	5,7	Maskert	0,2	<0,1	0,1
A3 (28-30 cm)	1	0,1	0,1	<0,1	<0,1
B3	7,5	Maskert	0,4	<0,1	0,1
C2	3,9	Maskert	1,7	<0,1	3
C4	3,3	0,2	0,4	<0,1	0,1
C4 (24-26cm)	<0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1
D1	3,6	<0,1	6,6	<0,1	<0,1
E1	4,8	0,7	7,9	0,1	0,1
E2	4,4	<0,1	1,1	<0,1	0,1
E3	6,4	0,4	1,1	<0,1	0,1
F2	6,9	0,4	1,5	<0,1	0,1
F3	4,5	<0,1	1,2	<0,1	0,1
F3 (26-27cm)	12,5	0,2	0,8	<0,1	<0,1
F4	6,4	0,5	0,9	0,1	0,2
G1	5	<0,1	1,3	<0,1	0,1
G3	6,2	0,7	1,4	<0,1	0,1
H3	6,4	0,4	1	<0,1	0,1
H3 (23-25cm)	0,4	0,1	0,1	<0,1	<0,1
I2	6	<0,1	1,1	<0,1	<0,1
K2	7,6	<0,1	0,4	<0,1	0,1
K2 (24-26cm)	0,2	0,1	0,1	<0,1	<0,1

### Monoaromater

Innholdet av monoaromater var høyest på stasjon G1, I2 og K2. Særlig var toluen høyt på K2 og G1 med hhv. 314 og 122  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v. og  $\Sigma$ etylbenzen og xylener var høyt på K2 med 300  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v. Innholdet av  $\Sigma$ etylbenzen og xylener lå under deteksjonsnivå <2,4 på stasjon A1, D1 og E2.

**Tabell 32.** EOCi og EPOCI (mg/kg tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) samt dypsnitt på utvalgte stasjoner (dyp gitt i parentes) fra Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	EOCI	EPOCI
A1	2,12	*
A3	2,53	*
A3 (28-30 cm)	1,22	*
B3	2,55	1,74
C2	5,38	2,59
C4	1,55	*
C4 (24-26cm)	*	*
D1	3,48	3,16
E1	2,85	1,89
E2	3,77	3,45
E3	2,84	*
F2	3,30	2,20
F3	3,23	1,86
F3 (26-27cm)	*	*
F4	2,77	*
G1	2,54	1,60
G3	2,82	1,37
H3	1,97	1,18
H3 (23-25cm)	*	-
I2	4,71	2,32
K2	2,65	*
K2 (24-26cm)	1,61	*

\* verdien er under kvantifiseringsgrensen

- ikke påvist

Tabell 33. Haloform ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	Kloroform	Tetraklor- metan	Triklor- eten	Tetraklor- eten
A1	0,1	0,9	-	0,15
A3	0,2	1,0	-	0,15
B3	0,2	1,1	0,04	0,15
C2	0,2	1,1	-	0,2
C4	0,5	0,3	-	-
D1	0,2	0,4	-	-
E1	0,4	0,5	-	0,1
E2	0,1	0,04	-	-
E3	0,3	0,05	0,04	-
F2	0,2	-	-	-
F3	0,2	0,04	-	-
F4	0,1	-	-	-
G1	3,1	0,1	0,07	0,15
G3	0,5	-	-	-
H3	0,9	-	-	0,1
I2	1,3	-	-	0,1
K2	2,2	0,7	0,1	0,25

- ikke påvist



Tabell 34. BTEX ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrvekt) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	Benzen	Toluen	$\Sigma$ etylbenzen og xyloener
A1	-	<2,4	<2,4
A3	<1,5	3,9	2,7
B3	1,6	4,7	3,8
C2	2,1	5,5	5,5
C4	2,7	11,5	6,0
D1	<1,5	3,1	<2,4
E1	2,6	9,5	3,6
E2	-	<2,4	<2,4
E3	2,1	7,5	4,4
F2	5,0	11,0	5,0
F3	<1,5	4,3	3,2
F4	-	2,6	2,4
G1	24,5	122,0	55,0
G3	3,3	14,0	8,0
H3	8,0	32,0	15,5
I2	11,5	64,0	35,0
K2	20,0	314,0	300,0

- ikke påvist

**Ftalater**

Innholdet av ftalater varierte fra ikke påvisbart til > 8 mg/kg t.v. Høyest konsentrasjon hadde stasjon E3, deretter B3. Dibutyl-ftalat og butylbenzyl-ftalat ble bare registrert på stasjon E3.

Tabell 35. Ftalater i overflatesedimenter (mg/kg tørrvekt) (0-1cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann

	dimetyl- ftalat	diety- ftalat	dibutyl- ftalat	butylbenzyl- ftalat	di-2-etyl- heksyl- ftalat
A1	-	-	-	-	*
A3	*	-	-	-	*
B3	*	-	-	-	5,12
C2	-	-	-	-	0,46
C4	-	-	-	-	*
D1	-	-	-	-	0,62
E1	-	-	-	-	*
E2	-	-	-	-	*
E3	-	-	1,19	0,06	7,24
F2	-	-	-	-	0,34
F3	-	-	-	-	0,39
F4	-	-	-	-	0,35
G1	-	-	-	-	0,35
G3	-	-	-	-	0,30
H3	-	-	-	-	0,42
I2	-	-	-	-	0,37
K2	-	-	-	-	0,30

\* verdien er under kvantifiseringsgrensen

- ikke påvist

## 5.5 Gullmarns kontrollprogram

### 5.5.1 Sedimentbeskrivelse

Stasjonene i Gullmarns kontrollprogram hadde finkornede sedimenter, tilnærmet 100% silt og leire. Innholdet av totalorganisk karbon var som normalt for kystnære sedimenter < 30 mg TOC /g t.v. Fosforinnholdet var også som normalt for denne type sedimenter.

(Jfr. Tabell 36 og vedlegg 7.4)

**Tabell 36.** Andel silt og leire (%<63 $\mu$ m), vanninnhold (%), vanntetthet (g/l), uorganisk karbon (UOC mg/g), gløderest (g/kg), total karbon (TC mg/g), total nitrogen (TN mg/g), total organisk karbon (TOC mg/g), total fosfor (tot-P mg/g) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	Silt leire	Vann- innh.	Vann- tetth.	UOC	Gløde- rest	TC	TN	TOC	Tot-P
GK1	98,2	74,1	804,4	5	894	30,3	3,1	25,3	1
GK2	98,5	76,4	808,0	13,8	850	42,5	4	28,7	1,6

### 5.5.2 Metaller

Innholdet av metaller var stort sett lavt. Stasjon 2 hadde noe forhøyet verdi av kobber, moderat forurenset (klasse 2) i følge norske kriterier. Manganinnholdet var også høyt på denne stasjonen (13240 mg /kg t.v.). Sink var noe forhøyet på stasjon 1, moderat forurenset (klasse 2).

(Jfr. Tabell 37 og vedlegg 7.3.1)

**Tabell 37.** Analyser av arsen (As), kadmium (Cd), krom (Cr), kobber (Cu), kvikksølv (Hg), mangan (Mn), nikkel (Ni), bly, (Pb), tinn (Sn), vanadium (V) og sink (Zn) i mg/kg, svovel (S) i mg/g (tørrvekt, t.v.) i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sn	V	Zn	S
GK1	15,7	0,14	34,8	20,3	0,08	328	19,3	28,6	3	74,3	152	3,11
GK2	11,1	0,16	37,6	38,5	0,13	13240	21,7	32,9	2,4	87	123	4,63

### 5.5.3 PAH, naftalen og THC

Begge stasjoner var moderat forurenset (klasse 2) av PAH i følge norsk klassifisering.

Stasjon 2 hadde de høyeste verdiene av både THC, PAH og naftalen.

(Jfr. Tabell 38 og vedlegg 7.3.2)

**Tabell 38.** Analyser av total hydrokarbon (THC mg/kg t.v.), polyaromatiske hydrokarboner ( $\Sigma 16$  EPA PAH) og naftalen (begge i  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.) i sedimenter fra Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	THC	PAH	Naftalen
GK1	5,6	681,0	8,4
GK2	27,7	1363,1	43,0

### 5.5.4 PCB, klordan, lindan, OCS, HCB, 5CB

Innholdet av PCB var moderat forhøyet på stasjon 1, klasse 2 i følge norsk klassifisering.

Innholdet av HCB var høyere på stasjon 1 enn 2, men begge verdier var lave. Øvrige forbindelser var også lave  $\leq 0,1 \mu\text{g}/\text{kg}$  på begge stasjoner.

(Jfr. Tabell 39 og vedlegg 7.3.1)

**Tabell 39.** Analyser av polyklorerte bifenyler (PCB,  $\Sigma 7$ -Dutch), pentaklorbenzen (5CB), heksaklorbenzen (HCB) og oktaklorstyren (OCS), alle i  $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrvekt, i overflatesedimenter (0-1 cm) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	PCB	5CB	HCB	OCS	Lindan	Klordan
GK1	7,6	<0,1	0,4	<0,1	0,1	<0,1
GK2	0,2	0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1

### 5.5.5 EOCl, EPOCl, EOBr og EPOBr

Innholdet av EOCl, EPOCl, EOBr og EPOBr lå på samme nivå som på de fleste andre stasjoner som er analysert i undersøkelsen. Verdien av EPOCl på stasjon 2 var ikke kvantifiserbar. I følge norske kriterier var stasjon 1 markert forurenset (klasse 3) av EPOCl.

(Jfr. Tabell 40 og vedlegg 7.3.3)

**Tabell 40.** Analyser av EOCl, EPOCl, EOBr, EPOBr mg/kg tørrvekt i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	EOCl	EPOCl	EOBr	EPOBr
GK1	3,55	1,89	2,92	1,66
GK2	2,50	*	2,05	1,23

\* verdien er under kvantifiseringsgrensen

### 5.5.6 Halogenerte alifater, 4-nonylfenol, monoaromater, ftalater.

Det ble ikke detektert eller det var ikke mulig å kvantifisere ftalater og 4-nonylfenol på stasjon 1 og 2. Stasjon 1 hadde den høyeste verdien av monoaromater ( $\Sigma$  84  $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.).

(Jfr. Tabell 41, Tabell 42 og vedlegg 7.3.3)

#### Halogenerte alifater

Det ble kun registrert lave konsentrasjoner av halogenerte alifater på stasjon 1 og 2 (<1,30  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ).

**Tabell 41.** Haloform i overflatesedimenter (0-1cm,  $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrvekt)

	Kloroform	tetraklor- metan	triklor- eten	tetraklor- eten
GK1	1,1	-	-	0,15
GK2	0,1	-	-	-

#### 4-nonylfenol

Det ble ikke påvist nonylfenoler i prøvene

#### Monoaromater

Stasjon 1 hadde det høyeste innholdet av monoaromater ( $\Sigma$  84 $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.). Benzen ble ikke detektert på stasjon 2. Man skulle forvente at stasjonen med høyest PAH-innhold (GK2) også hadde det høyeste innholdet av monoaromater. Begge laboratorier (Sintef og Unilab) ble derfor kontaktet for å undersøke om prøvene kunne være forbyttet. Ingen av laboratoriene fant imidlertid noe som skulle tilsi dette.

Tabell 42. BTEX i overflatesedimenter (0-1 cm, µg/kg tørrvekt) i Göteborg og Bohus läns kystvann 1995.

	Benzen	Toluen	Σetylbenzen og xylener
GK1	5,5	40,5	38,0
GK2	-	< 2,4	< 2,4

### Ftalater

Det ble enten ikke detektert eller det var ikke mulig å kvantifisere ftalater på stasjon 1 og 2.

## 6. Referanser

- Cato, I., 1977. Recent sedimentological and geochemical conditions and pollution problems in two marine areas in south-western Sweden. *Striae* 6, 158 s.
- Cato, I., 1986. Sedimentens belastning av tungmetaller og nærsalter i Göteborgs skärgård 1982, samt förändringar efter 1966. Univ. of Göteborg, dep. of marine geol. Report no 2, 99.
- Cato, I., 1992. Sedimentundersökningar längs Bohuskusten 1990 - Göteborgs och Bohus läns kustvattenkontroll. SGU, rap. och medd. nr. 74, 100 s.
- De Voogt, P. og Brinkman, U., A., Th., 1989. Production, properties and usage of polychlorinated biphenyls. In: R. Kimbrough and S. Jensen (eds.) *Halogenated biphenyls, terphenyls, naphthalenes, dibenzodioxines and related products*. Elsevier Science Publisher B.V. 1989 (Biomedical Division)
- Helland, A., 1996. Overvåking av Hvaler - Singlefjorden og munningen av Iddefjorden 1990-1994. Sedimenterende materiale og bunnsedimenter 1994. NIVA-rap. O-900349, 65s.
- Helland, A., 1996 b. Tilførsel av partikulært materiale til Glommaestuariet og områdene utenfor i forbindelse med flommen i Glomma 1995. NIVA-rap. O-900342, in prep.
- Konieczny, R. 1994. Miljøgifter i marine sedimenter i Norge. Statusrapport. SFT-rap. 94:16, 96 s.
- Konieczny, R. 1995. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Fase 1: Miljøgifter i sedimenter på strekningen Narvik - Kragerø. NIVA-rap. O-93177, SFT-rap. 587/94, 185 s.
- Konieczny, R., 1996. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Fase 3: Miljøgifter i sedimenter på strekningen Ramsund - Kirkenes. NIVA-rap. O-93177, SFT-rap. 608/95, 117 s.

- Konieczny, R. og Juliussen, A., 1995. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Fase 2: Miljøgifter i sedimenter på strekningen Stavern - Hvitsten. NIVA-rap. O-93177, SFT-rap. 588/94, 109 s.
- Knutzen J. og Skei, S., 1990. Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter og organismer, samt foreløpig forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. NIVA-rap. O-862602, 139 s.
- Olausson, E., 1975a. Man-made effect on sediments from Kattegatt and Skagerrak. Geol. Fören. Stockh. Förh. 97., 3-12. Stockholm.
- Olausson, E., 1975b. Byfjorden: sediment, sedimentation och geokemi. Statens Naturvårdsverk SNV PM 564, 30 s. Solna, Stockholm.
- Olausson, E., Bäckman, E., Gustafsson, O., Karlsson, L.K., Sundström, B. og Svensson, R., 1972. Sedimentundersökningar på Västkusten - förändringar och konstans. Medd. Maringeol. lab. Göteb. 4, 25 s.
- Rygg, B. og Thèlin, I., 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 93:02, 20 s.
- Schaanning, M., 1994. Distribution of sediment properties in coastal areas adjacent to fish farms and environmental evaluation of five locations surveyed in October 1993. NIVA-rap. O-93205/O-93062, 29 s.



## **7. Vedlegg**

### **7.1 Stasjonsposisjoner**

Prøvetaking av bunnsedimenter langs Bohus läns kyst 21-23. 9.95

Stasjon	Posisjon N	Posisjon E	Vann dyp
<i>Göteborg och</i>	<i>Bohus läns</i>	<i>Vattenvårdsforb.</i>	
Valö 1	57 32.826N,	11 48.558E	22M
Skalkorgarna 2	57 40.909N,	11 46.202E	9M
Danafjord 4	57 40.075N,	11 41.277E	38M
Rävungarna 5	57 46.811N,	11 45.024E	5M
Instö Ränna 7	57 53.287N,	11 39.490E	13M
Inre Gullmarn 12	58 25.333N,	11 39.327E	34M
Kosterfjorden 16	58 52.098N,	11 6.683E	94M
Byfjorden 18	58 20.309N,	11 53.677E,	42M
Havstensfjord 19	58 12.501N,	11 51.506E	20M
Strömstad 23	58 55.808N,	11 9.954E	19,5M
Fjällbacka 24	58 37.498N,	11 15.566E	18M
<i>Göta Älvs</i>	<i>Vattenvårdsforb.</i>		
GÄV 1	57 41.955N,	11 55.045E	15M
GÄV 2	57 54.577N,	12 3.011E	5M
<i>MUST</i>			
K2	58 9.721N,	11 51.315E	30M
I2	58 7.747N,	11 49.849E	26M
H3	58 6.930N,	11 48.813E	22M
G1	58 6.167N,	11 48.219E	22M
G2	58 6.139N,	11 48.117E	25M
G3	58 5.913N,	11 47.852E	20M
F4	58 5.580N,	11 47.924E	20M
F3	58 5.478N,	11 48.120E	20M
F2	58 5.313N,	11 48.458E	12M
D1	58 4.014N,	11 48.907E	8M
E1	58 4.513N,	11 47.634E	15M
E2	58 4.586N,	11 47.379E	21M
E3	58 4.713N,	11 46.982E	15M
C4	58 3.066N,	11 47.873E	10M
C2	58 3.137N,	11 48.389E	9M
B3	58 1.451N,	11 47.063E	30M
A3	57 59.314N,	11 44.662E	15M
A1	57 59.084N,	11 45.334E	30M

Tabell forts.

# NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

---

<i>SCANRAFF</i>			
S139	58 20.992N,	11 26.703E,	10M
S138	58 21.114N,	11 27.115E,	11,5M
S140	58 21.229N,	11 26.260E,	17M
S150	58 21.150N,	11 25.330E,	2M
324	58 21.925N,	11 26.797E,	8M
S119	58 22.585N,	11 26.146E,	13,5M
310	58 22.108N,	11 25.561E,	19M
322	58 21.604N,	11 25.881E,	22M
141	58 21.441N,	11 26.269E,	21M
305	58 21.171N,	11 24.514E,	32M
S112	58 20.564N,	11 24.065E,	46M
S111	58 20.678N,	11 23.824E,	27M
319	58 21.164N,	11 26.871E,	13M
S129	58 19.985N,	11 22.827E,	29M
316	58 18.912N,	11 21.215E,	37M

---

<i>GULLMARN</i>			
GK1	58 26.589N,	11 35.037E,	15M
GK2	58 19.670N,	11 33.102E,	115M

## **7.2 Analyser utført på de ulike stasjoner**



stasjoner, også på G2, **F3 og A3 analyseres først, hvis lavt nivå C4, GULLMARN													Gullmarns kontrollprogram		Ant. analy
E1	E2	E3	F2	F3**	F4	G1	G3	H3	I2	K2	GK1	GK2			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	% <63µm	47
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	% vann	47
														Gjødelaip	17
														Vannleith.	30
														Pb-210	5
															0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	TC/TN	47
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	TOC/UOC	47
															0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	TP	34
														Mn	17
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	Hg	53
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	Cd	60
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	Pb	60
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	Cu	60
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	Ni	60
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	Zn	60
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	Cr	47
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	V	60
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	Sn	47
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	As	41
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	S	38
															0
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	EOCI	53
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	EPOCI	53
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	PCB	40
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	THC	49
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	PAH	49
														PCDD	3
														PCDF	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5CB	34
1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	HCB	40
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OCS	47
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Halog alifater	34
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	4-nonylfenol	34
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Monocromate	34
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Naftalen	34
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Ftalater	34
														Broifenyleter	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	EOBr	17
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	EOPBr	17
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Lindan	17
														Klordan	17
														Guajachol	17
														Prior.poll	3
															10

## **7.3 Rådata med beskrivelse av analysemetoder og analyseusikkerhet**

### **7.3.1 Norsk institutt for vannforskning (NIVA)**

**Støtteparametere:****vanninnhold, vanntetthet, andel silt og leire (fraksjon <63mm)**

<b>Stasjon</b>	<b>sed.dyp (cm)</b>	<b>%vann</b>	<b>g vann/l sed</b>	<b>%&lt;63mm</b>
<i>Göteborg och Bohus län Vattenvårds-</i>				
<i>forb.</i>				
Valø, st.1	0-1	46,9	638,0	36,2
Skalkorgarna,st.2	0-1	73,4	854,8	98,0
Danafjord, st.4	0-1	71,9	809,5	82,2
Revungarna, st. 5	0-1	69,3	908,3	96,8
Inre Gullmarn, st. 12	0-1	72,5	815,5	97,1
Kosterfjorden, st. 16	0-1	63,7	762,7	77,7
Byfjorden, st. 18	0-1	90,9	848,8	94,5
Havstenfjorden, st. 19	0-1	68,6	747,1	96,0
Strømstad, st. 23	0-1	63,3	757,4	72,5
Fjellbacka, st. 24	0-1	71,0	780,5	84,9
G 2	0-1	71,3		97,6
319	0-1	63,3	752,0	73,1
<i>Göta Älvs Vattenvårds</i>				
<i>forb.</i>				
GAV 1	0-1	79,0	825,9	99,0
GAV 2	0-1	51,9	646,8	41,1
<i>SCANRAFF</i>				
S111	0-1	71,9	794,1	87,8
S112	0-1	64,4	821,9	54,9
S119	0-1	69,7	824,5	92,3
S 129	0-1	73,9	794,0	98,3
S138	0-1	71,5	785,8	57,5
S139	0-1	83,9	834,7	95,1
S140	0-1	70,7	776,6	89,1
S141	0-1	70,9	775,4	96,5
S150	0-1	72,6	807,0	71,1
305	0-1	74,9	803,0	97,6
316	0-1	63,1	698,4	98,1
322	0-1	70,9	815,0	96,0
324	0-1	84,9	830,2	93,2



tabell forts.

<i>Stenungsundregionen</i>	<i>MUST</i>			
A1	0-1	65,5		97,2
A3	0-1	66,3		91,3
A3	28-30	55,1		98,2
B3	0-1	66,7		98,8
C2	0-1	76,0		97,9
C4	0-1	23,6		43,1
C4	24-26	60,0		63,2
D1	0-1	69,2		84,0
E1	0-1	64,6		95,7
E2	0-1	64,3		95,1
E3	0-1	65,9		97,5
F2	0-1	59,4		63,0
F3	0-1	70,8		97,9
F3	26-27	61,8		99,0
F4	0-1	72,0		96,5
G1	0-1	74,4		96,6
G3	0-1	73,0		96,1
H3	0-1	72,1		94,2
H3	23-25	59,5		94,2
I 2	0-1	78,0		95,0
K2	0-1	71,0		97,1
K2	24-26	61,9		97,9
G2	30-32	56,9		97,4
<hr/>				
<i>Gullmarns kontroll-</i>	<i>program</i>			
GK 1	0-1	74,1	804,4	98,2
GK 2	0-1	76,4	808,0	98,5

\* Vanninnholdet ble bestemt ved at sedimentene ble veid før og etter frysetørring.

\* Vanntettheten er basert på volumet av det våte sedimentet og vanninnholdet.

\* Andel silt og leire i sedimentene ble bestemt ved våtsikting gjennom en 63mm sikt (Endecote)

**ANALYSERESULTATER fra NIVAS LIMS.**

Rapportert: 04/03-96

OBS!! Klagefrist 14 dager f.o.m. rapporterings-dato. Oppgi rekvisisjonsnr og PrNr.

Kontaktperson : ADD/SKE Prosjektnr : O 95188 Stikkord : GBV  
 Rekvisisjonsnr: 1995-02443 Godkjent av: IMB Godkjent dato: 960207  
 Rekvisisjon registrenr : 951023

Analysevariabel	PrNr	PrData	Merking	TOR	TM/F	TC/F	TOC/F	Tot-P/S/L	As-Sm	Cd-Sm	Cd/F-Sm	Cr-Sm	Cr/F-Sm	Qi-Sm	Qi/F-Sm	Hg-Sm	Mn-Sm	Mv/F-Sm	Ni-Sm
Erhet	g/kg	µg/mg	µg/mg	TS	TS	TS	TS	Intern	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g	µg/g
Metode	B3	G6	G6	B3	G6	G6	G6			E2	E10-2	E2	E10-2	E2	E10-2	E4-2	E2	E10-2	E2
MP01	960	1,5	13,9	0,93	9,4	10,2	9,4	0,93	10,2	0,16	0,17	15,0	72	6,6	23,5	0,07	276	659	7,52
MP02	879	3,9	36,9	1,3	30,2	20,1	30,2	1,3	20,1	0,18	0,25	42,8	70	33,9	17,9	0,47	388	454	21,9
MP03	901	2,9	31,7	0,89	22,2	12,9	22,2	0,89	12,9	0,14		34,5		20,7		0,26	466		19,7
MP04	920	3,1	30,5	0,86	28,1	8,4	28,1	0,86	8,4	0,21		28,8		15,9		0,16	238		11,9
MP05	875	3,2	45,7	1,3	27,8	12,7	27,8	1,3	12,7	0,13		34,7		20,8		0,16	439		19,8
MP06	896	2,8	31,4	0,65	19,2	12,6	19,2	0,65	12,6	0,08		31,3		16,6		0,11	276		19,6
MP07	837	5,2	47,1	0,81	37,1	45,4	37,1	0,81	45,4	0,35	0,44	28,9	40	23,1	22,7	0,12	258	372	17,4
MP08	872	4,1	37,2	2,0	30,6	13,7	30,6	2,0	13,7	0,10		40,7		25,8		0,19	160		23,8
MP09	916	3,0	29,0	1,1	23,0	13,7	23,0	1,1	13,7	0,11		27,9	36	27,9	22,8	0,27	185	372	16,9
MP10	903	3,8	37,1	0,90	28,4	13,6	28,4	0,90	13,6	0,30		33,9	42	19,9	20,2	0,10	204	368	20,9
MP11	879	3,8	35,5	1,4	29,3	23,7	29,3	1,4	23,7	0,11		41,5	107	23,7	22,1	0,12	150	1656	22,7
MP12	930	2,7	24,9	0,74	20,9	6,7	20,9	0,74	6,7	0,33		23,0		15,7		0,06	166		12,9
MP13	890	3,3	32,8	1,1	26,4	10,3	26,4	1,1	10,3	0,60		41,2		55,6		0,75	367		21,1
MP14	978	<1,0	9,0	0,51	9,8	1,3	9,8	0,51	1,3	0,12	0,17	11,4	37	6,6	10,8	0,02	199	335	5,70
MP15		3,8	38,5		26,2		26,2			0,16				20,1		0,11			21,0
MP16		2,6	28,7		18,6		18,6			0,11				11,4		0,06			14,3
MP17		4,0	37,8		32,2		32,2			0,54				25,7		0,11			18,8
MP18		3,8	39,6		26,8		26,8			0,15				19,9		0,12			22,9
MP19		3,7	33,5		29,0		29,0			0,51				15,9		0,07			12,9
MP20		7,5	59,0		52,7		52,7			0,82				29,0		0,10			21,0
MP21		3,4	33,4		27,1		27,1			0,35				23,5		0,10			19,6
MP22		3,5	35,0		26,8		26,8			0,14				22,4		0,08			21,5
MP23		3,6	35,1		33,3		33,3			0,65				15,3		0,07			11,5
MP24		4,2	41,0		30,9		30,9			0,15				21,7		0,12			22,7
MP25		3,3	36,8		23,2		23,2			0,02				17,8		0,13			21,4
MP26		3,6	36,1		27,7		27,7			0,15				23,3		0,11			20,4
MP27		7,7	59,6		54,0		54,0			0,37				24,7		0,08			16,8
MP28		3,1	31,6		24,4		24,4			0,05				20,7		0,21			24,7
MP29		3,4	32,3		26,8		26,8			0,08				20,8		0,12			22,8
MP30		2,5	23,4		20,6		20,6			0,11				13,7		0,02			23,4
MP31		3,5	32,4		26,1		26,1			0,04				21,8		0,14			23,7
MP32		5,0	40,1		36,3		36,3			0,14				23,0		0,08			20,2
MP33		1,8	16,4		11,6		11,6			0,08				9,0		0,05			8,96
MP34		<1,0	10,8		8,3		8,3			0,47				9,5		0,01			18,0
MP35		4,1	32,2		30,1		30,1			0,74				19,8		0,07			16,8
MP36		3,3	30,0		26,0		26,0			0,28				24,3		0,12			21,0
MP37		3,2	30,3		24,9		24,9			0,08				22,0		0,12			21,0
MP38		3,4	31,0		26,8		26,8			0,12				25,1		0,13			13,6
MP39		2,3	32,1		22,4		22,4			0,11				77,8		0,09			27,9
MP40		3,6	33,9		27,8		27,8			0,10				35,9		0,23			25,5
MP41		2,8	27,9		23,4		23,4			0,16				27,4		0,13			24,1
MP42		5,6	33,9		28,2		28,2			0,11				26,0		0,12			20,9
MP43		3,5	32,9		27,6		27,6			0,12				26,1		0,13			21,2
MP44		3,5	32,7		27,0		27,0			0,12				23,9		0,11			22,8
MP45		3,4	30,5		26,2		26,2			0,16				23,8		0,13			23,1
MP46		2,8	28,6		25,7		25,7			0,34				23,5		0,12			25,1
MP47		4,0	36,2		29,3		29,3			0,16				23,7		0,13			25,1
MP48		3,6	34,8		28,5		28,5			0,16				23,1		0,17			19,3
MP49		3,0	30,6		26,1		26,1			0,23				20,3		0,08			21,7
MP50		3,1	30,3		25,3		25,3			0,14				38,5		0,13			24,4
MP51	894	4,0	42,5		28,7		28,7			0,20				55,5		1,16			328
MP52	904	2,7	28,1		24,0		24,0			0,16				37,6		0,08			13240

Fortsetter i bredde;

Analysevariabel	Enhet	Metode	Ni/F-Sm µg/g E10-2	Pb-Sm µg/g E2	Pb/F-Sm µg/g E10-2	S-Sm mg/g	Sn-Sm µg/g	V-Sm µg/g E2	V/F-Sm µg/g E10-2	Zn/F-Sm µg/g E10-2	Zn/fl-Sm µg/g
PrNr	PrData	Merkning									
001	MPS01	Valö St1 0-1cm		17,5		1,55	1,0	27,3			49,8
002	MPS02	Salkorgarna St2	43,9	41,1	37,6	5,13	3,3	66,7		123	148
003	MPS03	Danafjorden St4	19,3	36,8	32,1	4,87	3,9	56,2	96,1		105
004	MPS04	Rävungarna St5 0		39,9		3,51	2,4	41,8	60,0		112
005	MPS05	Indre Gullmarn St1		24,9		3,80	3,3	83,2			153
006	MPS06	Kosterfjorden St18		31,3		2,67	2,1	50,9			95,9
007	MPS07	Byfjorden St18 0	20,0	24,7	23,6	17,0	0,9	55,0	63,0	165	160
008	MPS08	Havstensfjord St19		35,6		4,01	5,1	92,3			166
009	MPS09	Strömstad St23 0-1	22,7	36,7	45,5	3,39	2,3	50,8	76,6	111	98,5
010	MPS10	Fjellbacka St24	25,5	27,4	33,9	6,01	5,3	58,8	84,2	126	112
011	MPS11	G2 0-1cm	31,1	29,5	36,4	4,17	3,7	81,0	120,4	162	140
012	MPS12	St319 0-1cm		19,4		4,96	2,0	41,4			86,6
013	MPS13	Göta Älvs Vattenvf		41,8			5,2	62,3			203
014	MPS14	GÄV2 0-1cm		9,68			1,0	23,7		84	63,6
015	MPS15	Scanraff St111 0-	11,7	33,6	23,0			63,0	45,7		117
016	MPS16	St112 0-1cm		19,0				41,8			76,1
017	MPS17	St119 0-1cm		26,9				61,2			141
018	MPS18	St129 0-1cm		37,6				122			122
019	MPS19	St138 0-1cm		17,9				66,6			89,4
020	MPS20	St139 0-1cm		27,6				37,7			152
021	MPS21	St140 0-1cm		27,1				61,9			125
022	MPS22	St141 0-1cm		30,6				57,8			118
023	MPS23	St150 0-1cm		9,16				62,4			118
024	MPS24	305 0-1cm		34,1				35,3			88,7
025	MPS25	316 0-1cm		35,7				70,0			128
026	MPS26	322 0-1cm		34,9				64,2			121
027	MPS27	324 0-1cm		28,4				65,1			138
028	MPS28	MUST A1 0-1cm		37,7				51,4			139
029	MPS29	A3xx 0-1cm		34,0				80,0			133
030	MPS30	A3xx 40-42cm		17,5				73,2			92,8
031	MPS31	B3 0-1cm		34,1				76,2			138
032	MPS32	C2 0-1cm		21,3				80,1			125
033	MPS33	C4 0-1cm		12,6				65,3			60,7
034	MPS34	C4 40-42cm		10,9				34,8			64,5
035	MPS35	D1 0-1cm		14,6				52,2			98,9
036	MPS36	E1 0-1cm		25,2				50,4			128
037	MPS37	E2 0-1cm		26,8				71,8			129
038	MPS38	E3 0-1cm		27,0				4,0			131
039	MPS39	F2 0-1cm		19,7				71,2			92,4
040	MPS40	F3xx 0-1cm		28,0				45,7			141
041	MPS41	F3 26-27cm		35,0				48,5			167
042	MPS42	F4 0-1cm		28,3				89,8			146
043	MPS43	G1 0-1cm		26,1				82,2			141
044	MPS44	G3 0-1cm		25,8				78,2			137
045	MPS45	H3 0-1cm		23,7				69,6			128
046	MPS46	H3 40-42cm		34,3				69,5			139
047	MPS47	I2 0-2cm		28,4				78,4			138
048	MPS48	K2 0-1cm		33,3				56,2			155
049	MPS49	K2 25cm		42,9				85,8			168
050	MPS50	GK1 0-1cm		28,6				74,3			152
051	MPS51	GK2 0-1cm		32,9				87,0			123
052	MPS52=MPS11b	G2 30-32cm		41,1				82,8			169

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : GBV  
 Oppdragsnr. : 95188  
 Prøver mottatt : 24.10.95  
 Lab.kode : MQW1-6  
 Jobb.nr. : 95/227  
 Prøvetype : Sediment  
 Kons. i : Ug/kg t.v.  
 Dato : 5.12.95  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: St.1,0-1cm  
 2: St.2,0-1cm  
 3: St.4,0-1cm  
 4: St.5,0-1cm  
 5: St.12,0-1cm  
 6: St.16,0-1cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	<0.1	0.2	<0.1	0.1	0.1	0.1
a-HCH	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1
HCB	0.1	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1
g-HCH	<0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	<0.1
PCB 28	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3
PCB 52	0.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2
OCS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
PCB 101	0.2	1.1	0.8	0.7	0.9	0.4
p,p-DDE	0.1	0.6	0.4	0.4	0.7	0.3
PCB 118	0.3	1.6	0.9	0.8	1	0.4
p,p-DDD	0.1	0.7	0.4	0.3	0.4	0.2
PCB 153	0.4	3.3	1.7	1.4	1.8	0.7
PCB 105	0.1	0.5	0.4	0.3	0.4	0.2
PCB 138	0.4	3.5	1.8	1.6	1.9	0.7
PCB 156	0.1	0.5	0.2	0.2	0.3	0.1
PCB 180	0.2	2.2	0.8	0.9	0.6	0.2
PCB 209	0.1	0.5	0.4	0.3	0.4	0.5
SUM PCB	2	13.7	7.5	6.8	7.8	3.7
SUM SEVEN DUTCH PCB	1.7	12.2	6.5	6	6.7	2.9
%Fett						
%Tørrstoff	53.2	30.3	32	33.4	30.9	37.6

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : GEV  
 Oppdragsnr. : 95188  
 Prøver mottatt : 24.10.95  
 Lab.kode : MQW7-12  
 Jobb.nr. : 95/227  
 Prøvetype : Sediment  
 Kons. i : Ug/kg t.v.  
 Dato : 5.12.95  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: St.18,0-1cm  
 2: St.19,0-1cm  
 3: St.23,0-1cm

4: St.24,0-1cm  
 5: St.G2,0-1cm  
 6: St.G2,30-32cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	0.1	0.2	<0.1	<0.1	0.3	0.4
a-HCH	0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1
HCB	0.3	0.2	0.1	0.1	0.7	0.7
g-HCH	0.2	0.1	0.3	<0.1	0.1	0.1
PCB 28	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	1.7
PCB 52	0.6	0.4	0.8	0.3	0.3	1.5
OCS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
PCB 101	1.6	1	3.1	0.6	1.1	3
p,p-DDE	0.6	0.5	0.4	0.4	0.4	0.7
PCB 118	1.7	1.4	4	0.7	0.9	4.3
p,p-DDD	0.4	0.3	0.3	0.1	0.2	0.8
PCB 153	3.1	1.8	5.4	1.1	1.1	4
PCB 105	0.6	0.6	1.4	0.3	0.4	2
PCB 138	3.2	2	6.3	1.1	1.2	4.1
PCB 156	0.4	0.3	0.9	0.1	0.2	0.5
PCB 180	1.7	0.8	2.3	0.3	0.6	1.7
PCB 209	0.4	0.5	0.9	0.3	0.4	0.7
SUM PCB	13.7	9.1	25.4	5	6.4	23.5
SUM SEVEN DUTCH PCB	12.3	7.7	22.2	4.3	5.4	20.3
%Fett						
%Tørrstoff	16.5	32.1	34.7	32.6	34.1	43.3

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : GBV  
 Oppdragsnr. : 95188  
 Prøver mottatt : 24.10.95  
 Lab.kode : MQW13-18  
 Jobb.nr. : 95/227  
 Prøvetype : Sediment  
 Kons. i : Ug/kg t.v.  
 Dato : 5.12.95  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: St.319,0-1cm  
 2: St.GAV1,0-1cm  
 3: St.GAV2,0-1cm  
 4: St.111,0-1cm  
 5: St.112,0-1cm  
 6: St.119,0-1cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	<0.1	0.3	0.1	0.2	<0.1	<0.1
a-HCH	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
HCB	<0.1	1.8	<0.1	0.1	0.1	0.1
g-HCH	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
PCB 28	0.1	0.7	0.2	0.2	0.2	0.2
PCB 52	0.1	2.7	0.2	0.2	0.1	0.2
OCS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
PCB 101	0.3	10.4	0.5	0.4	0.3	0.5
p,p-DDE	0.2	2.2	0.2	0.3	0.2	0.3
PCB 118	0.5	7.9	0.4	0.5	0.4	0.7
p,p-DDD	0.1	4.5	0.2	0.2	<0.1	0.2
PCB 153	0.8	15.1	0.7	0.8	0.7	1.1
PCB 105	0.1	2.8	0.1	0.2	0.1	0.2
PCB 138	0.8	15.7	0.7	0.8	0.7	1
PCB 156	0.1	2.5	0.1	0.1	0.1	0.1
PCB 180	0.3	10.9	0.4	0.3	0.3	0.4
PCB 209	0.3	0.6	0.2	0.3	0.3	0.3
SUM PCB	3.4	69.3	3.5	3.8	3.2	4.7
SUM SEVEN DUTCH PCB	2.9	63.4	3.1	3.2	2.7	4.1
%Fett						
%Tørrstoff	41.9	31	53.8	34.9	36.8	36.9

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : GEV  
 Oppdragsnr. : 95188  
 Prøver mottatt : 24.10.95  
 Lab.kode : MQW19-24  
 Jobb.nr. : 95/227  
 Prøvetype : Sediment  
 Kons. i : Ug/kg t.v.  
 Dato : 14.12.95  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: St.129,0-1cm  
 2: St.138,0-1cm  
 3: St.139,0-1cm  
 4: St.140,0-1cm  
 5: St.141,0-1cm  
 6: St.150,0-1cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	0.2	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
a-HCH	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
HCB	0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1	<0.1
g-HCH	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
PCB 28	0.2	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1
PCB 52	0.2	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2
OCS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
PCB 101	0.4	0.7	0.5	0.5	0.3	0.2
p,p-DDE	0.3	0.2	0.3	0.3	0.2	0.1
PCB 118	0.5	0.8	0.6	0.7	0.4	0.3
p,p-DDD	0.2	<0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1
PCB 153	0.8	1.1	1	0.9	0.6	0.4
PCB 105	0.2	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1
PCB 138	0.8	1.1	1	0.9	0.5	0.3
PCB 156	0.1	0.2	0.1	0.1	<0.1	<0.1
PCB 180	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.2
PCB 209	0.4	0.3	0.3	0.2	0.5	0.1
SUM PCB	3.9	5.4	4.4	4.2	3.1	1.9
SUM SEVEN DUTCH PCB	3.2	4.6	3.8	3.6	2.5	1.7
%Fett						
%Tørrstoff	31.8	27.1	24	35.7	33.7	36.5

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : GBV  
 Oppdragsnr. : 95188  
 Prøver mottatt : 24.10.95  
 Lab.kode : MQW25-30  
 Jobb.nr. : 95/227  
 Prøvetype : Sediment  
 Kons. i : Ug/kg t.v.  
 Dato : 14.12.95  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: St.305,0-1cm  
 2: St.316,0-1cm  
 3: St.322,0-1cm  
 4: St.324,0-1cm  
 5: St.A1,0-1cm  
 6: St.A3,0-1cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.6	mask.
a-HCH	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1
HCB	0.1	0.2	0.1	0.1	0.4	0.2
g-HCH	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
PCB 28	0.2	0.2	0.1	0.2	0.4	0.3
PCB 52	0.3	0.2	0.3	0.3	1.6	0.5
OCS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
PCB 101	0.3	0.4	0.3	0.4	2.8	0.7
p,p-DDE	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.5
PCB 118	0.6	0.6	0.6	0.7	3.1	1
p,p-DDD	0.2	0.3	0.2	<0.1	0.5	0.4
PCB 153	0.9	0.8	0.9	1.1	2.7	1.3
PCB 105	0.2	0.2	0.2	0.2	1.4	0.4
PCB 138	0.9	0.7	0.9	1	3.2	1.3
PCB 156	0.1	0.1	0.1	0.2	0.5	0.2
PCB 180	0.4	0.3	0.3	0.5	0.9	0.6
PCB 209	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
SUM PCB	4.2	3.7	4	4.9	16.9	6.6
SUM SEVEN DUTCH PCB	3.6	3.2	3.4	4.2	14.7	5.7
%Fett						
%Tørrstoff	32.2	34.7	32.9	24.7	31.7	35.1



NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : GBV  
 Oppdragsnr. : 95188  
 Prøver mottatt : 24.10.95  
 Lab.kode : MQW31-36  
 Jobb.nr. : 95/227  
 Prøvetype : Sediment  
 Kons. i : Ug/kg t.v.  
 Dato : 14.12.95  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: St.A3,40-42cm  
 2: St.B3,0-1cm  
 3: St.C2,0-1cm  
 4: St.C4,0-1cm  
 5: St.C4,40-42cm  
 6: St.D1,0-1cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	0.1	mask	mask	0.2	0.1	<0.1
a-HCH	0.1	<0.1	0.2	<0.1	<0.1	<0.1
HCB	0.1	0.4	1.7	0.4	0.1	6.6
g-HCH	<0.1	0.1	3	0.1	<0.1	<0.1
PCB 28	0.2	0.3	0.3	0.2	<0.1	0.3
PCB 52	0.4	0.5	0.7	0.4	<0.1	mask.
OCS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
PCB 101	<0.1	0.9	mask	0.5	<0.1	mask.
p,p-DDE	0.1	0.5	0.2	0.2	<0.1	0.2
PCB 118	0.1	1.1	0.7	0.4	<0.1	0.9
p,p-DDD	<0.1	0.3	0.3	0.1	<0.1	0.5
PCB 153	0.1	1.9	1	0.7	<0.1	1.1
PCB 105	<0.1	0.4	0.3	0.2	<0.1	0.5
PCB 138	0.1	1.8	0.8	0.7	<0.1	0.9
PCB 156	<0.1	0.3	0.1	0.1	<0.1	0.2
PCB 180	0.1	1	0.4	0.4	<0.1	0.4
PCB 209	<0.1	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
SUM PCB	1	8.5	4.3	3.6	0	4.3
SUM SEVEN DUTCH PCB	1	7.5	3.9	3.3	0	3.6
%Fett						
%Tørrstoff	42.2	29.6	22.7	44.4	53.8	29

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : GBV  
 Oppdragsnr. : 95188  
 Prøver mottatt : 24.10.95  
 Lab.kode : MQW37-42  
 Jobb.nr. : 95/227  
 Prøvetype : Sediment  
 Kons. i : Ug/kg t.v.  
 Dato : 21.12.95  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: St.E1,0-1cm  
 2: St.E2,0-1cm  
 3: St.E3,0-1cm  
 4: St.F2,0-1cm  
 5: St.F3,0-1cm  
 6: St.F3,25-27cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	0.7	<0.1	0.4	0.4	<0.1	0.2
a-HCH	0.1	0.1	0.1	<0.1	0.1	0.1
HCB	7.9	1.1	1.1	1.5	1.2	0.8
g-HCH	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	<0.1
PCB 28	0.5	0.3	0.3	0.6	0.4	0.6
PCB 52	0.5	0.5	0.5	1.1	0.5	0.6
OCS	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
PCB 101	mask.	mask	1.1	mask	mask	1.9
p,p-DDE	0.4	0.4	0.4	0.3	0.4	0.6
PCB 118	1	0.9	1.1	1.2	0.9	2.6
p,p-DDD	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.9
PCB 153	1.1	1.1	1.4	1.7	1.1	2.8
PCB 105	0.5	0.4	0.5	0.6	0.4	1.1
PCB 138	1.2	1.1	1.3	1.5	1.1	2.8
PCB 156	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.4
PCB 180	0.5	0.5	0.7	0.8	0.5	1.2
PCB 209	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4
SUM PCB	5.8	5.2	7.4	8	5.3	14.4
SUM SEVEN DUTCH PCB	4.8	4.4	6.4	6.9	4.5	12.5
%Fett						
%Tørrstoff	35.4	32.1	34.3	40	30.8	39.3

## NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : GBV  
 Oppdragsnr. : 95188  
 Prøver mottatt : 24.10.95  
 Lab.kode : MQW43-48  
 Jobb.nr. : 95/227  
 Prøvetype : Sediment  
 Kons. i : Ug/kg t.v.  
 Dato : 21.12.95  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: St.F4,0-1cm  
 2: St.G1,0-1cm  
 3: St.G3,0-1cm  
 4: St.H3,0-1cm  
 5: St.H3,40-42cm  
 6: St.I2,0-1cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	0.5	<0.1	0.7	0.4	0.1	<0.1
a-HCH	0.1	0.1	0.1	0.1	<0.1	0.1
HCB	0.9	1.3	1.4	1	0.1	1.1
g-HCH	0.2	0.1	0.1	0.1	<0.1	<0.1
PCB 28	0.4	0.3	0.3	0.3	<0.1	0.3
PCB 52	0.6	0.5	mask	0.9	<0.1	0.6
OCS	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
PCB 101	1.1	mask	1.1	1.3	0.1	0.9
p,p-DDE	0.3	0.4	0.4	0.3	<0.1	0.4
PCB 118	1.1	1.1	1.2	1	0.1	1
p,p-DDD	0.3	0.3	0.3	0.3	<0.1	0.3
PCB 153	1.3	1.2	1.5	1.2	0.1	1.3
PCB 105	0.6	0.5	0.6	0.5	<0.1	0.5
PCB 138	1.3	1.3	1.5	1.2	0.1	1.3
PCB 156	0.2	0.2	0.2	0.2	<0.1	0.2
PCB 180	0.6	0.6	0.6	0.5	<0.1	0.6
PCB 209	0.3	0.3	0.3	0.2	<0.1	0.2
SUM PCB	7.5	6	7.3	7.3	0.4	6.9
SUM SEVEN DUTCH PCB	6.4	5	6.2	6.4	0.4	6
%Fett						
%Tørrstoff	31.5	30.7	33.3	41.2	40.9	30

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : GBV  
 Oppdragsnr. : 95188  
 Prøver mottatt : 24.10.95  
 Lab.kode : MQW49-52  
 Jobb.nr. : 95/227  
 Prøvetype : Sediment  
 Kons. i : Ug/kg t.v.  
 Dato : 21.12.95  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: St.K2,0-1cm  
 2: St.K2,25cm  
 3: St.GK1,0-1cm  
 4: St.GK2,0-1cm  
 5:  
 6:

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
5-CB	<0.1	0.1	<0.1	0.5		
a-HCH	0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
HCB	0.4	0.1	0.1	0.3		
g-HCH	0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
PCB 28	0.4	<0.1	<0.1	0.4		
PCB 52	0.6	<0.1	0.1	mask.		
OCS	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		
PCB 101	1	<0.1	0.4	0.7		
p,p-DDE	0.5	<0.1	0.7	0.6		
PCB 118	1.5	<0.1	0.5	0.9		
p,p-DDD	0.4	<0.1	<0.1	0.4		
PCB 153	1.7	0.1	0.9	1.3		
PCB 105	0.7	<0.1	0.3	0.4		
PCB 138	1.7	0.1	0.8	1.2		
PCB 156	0.3	<0.1	0.1	0.2		
PCB 180	0.7	<0.1	0.3	0.4		
PCB 209	0.3	<0.1	0.1	0.3		
SUM PCB	8.9	0.2	3.5	5.8		
SUM SEVEN DUTCH PCB	7.6	0.2	3	4.9		
%Fett						
%Tørrstoff	31.6	39.1	35.4	26		

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : GBV  
 Oppdragsnr. : 95188  
 Prøver mottatt : 24.10.95  
 Lab.kode : MQW1-6  
 Jobb.nr. : 95/227  
 Prøvetype : Sediment  
 Kons. i : Ug/kg t.v.  
 Dato : 5.12.95  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: St.1,0-1cm  
 2: St.2,0-1cm  
 3: St.4,0-1cm  
 4: St.5,0-1cm  
 5: St.12,0-1cm  
 6: St.16,0-1cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
oxy-clodan	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
trans-clordan	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
cis-clordan	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

-----

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : GEV  
 Oppdragsnr. : 95188  
 Prøver mottatt : 24.10.95  
 Lab.kode : MQW7-12  
 Jobb.nr. : 95/227  
 Prøvetype : Sediment  
 Kons. i : Ug/kg t.v.  
 Dato : 5.12.95  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: St.18,0-1cm  
 2: St.19,0-1cm  
 3: St.23,0-1cm  
 4: St.24,0-1cm  
 5: St.G2,0-1cm  
 6: St.G2,30-32cm

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
oxy-clodan	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
trans-clordan	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
cis-clordan	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

-----

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : GEV  
 Oppdragsnr. : 95188  
 Prøver mottatt : 24.10.95  
 Lab.kode : MQW13-15+MQW51-52  
 Jobb.nr. : 95/227  
 Prøvetype : Sediment  
 Kons. i : Ug/kg t.v.  
 Dato : 21.12.95  
 Analytiker : SIG Godkjent : EMB

1: St.319,0-1cm  
 2: St.GAV1,0-1cm  
 3: St.GAV2,0-1cm  
 4: St.GK1,0-1cm  
 5: St.GK2,0-1cm  
 6:

Parameter/prøve	1	2	3	4	5	6
oxy-clordan	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
trans-clordan	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
cis-clordan	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1

-----

### B 3. TOTALT TØRRSTOFF OG GLØDEREST

Denne analyseforskriften benyttes ved bestemmelse av totalt innhold av tørrstoff og dets gløderest i alle typer vann, slam og sedimenter, samt biologisk materiale. I vann er nedre bestemmelsesgrense 0.02 g/l.

**Prinsipp:** Tørrstoffinnholdet bestemmes ved at en kjent mengde prøve tørkes til tørrhet ved 105 °C, og den gjenværende rest veies. Deretter glødes dette ved 550 °C, og den gjenværende rest veies. 550 °C er en hensiktsmessig temperatur for destruering av organisk materiale uten at vesentlige mengder uorganisk stoff går tapt.

### G 6. TOTALKARBON, FORBRENNINGSMETODE

Metoden gjelder for bestemmelse av nitrogen og karbon i tørt stoff og i ikke-flyktige, tungt-flytende væsker, samt frafiltrert materiale på glassfiberfiltre. Konsentrasjonsområdet for bestemmelsen er 0.1 % - 100 %. Tørkede prøver må kunne homogeniseres til pulverform da uttaket pr. prøve er fra 0.5 mg til 10 mg. Deteksjonsgrenser

0.1% nitrogen	-	1.0 µg/mg N
0.1% karbon	-	1.0 µg/mg C

For filtre er deteksjonsgrensen avhengig av blindfilterverdiene og mengde filtrert prøve.

**Prinsipp:** Tørr prøve veies inn i tinnkapsler som forbrennes i oksygenmettet heliumgass ved ca. 1800 °C. Ved hjelp av katalysatorer vil forbrenningen bli fullstendig. Overskudd av oksygen fjernes ved hjelp av kobber ved ca. 650 °C. Her reduseres også nitrogenoksyder til N<sub>2</sub>-gass. Forbrenningsgassene passerer deretter en kromatografisk kolonne, og N<sub>2</sub>- og CO<sub>2</sub>-gassene detekteres i en varmetrådsdetektor. Arealet under toppene integreres, og integralverdiene behandles av et PC-programm. Resultatene regnes ut i prosent, skrives ut og lagres på diskett.



## **Bestemmelse av totalfosfor i sedimenter**

### **Anvendelse og prinsipp**

Metoden gjelder bestemmelse av totalfosfor i slam og sedimenter.

Organiske og uorganiske fosforforbindelser omdannes under oppslutning med svovelsyre og salpetersyre til ortofosfat. Totalfosfor bestemmes fotometrisk ved hjelp av FIA med molybdenblått-metoden.

Ortofosfat reagerer med molybdat til molybdofosforsyre. Denne reduseres av tinn(II) og hydrazin til et blåfarget heteropolykompleks ("molybdenblått"). Kompleksets absorbans, som måles ved bølgelengden 695 nm, er proporsjonal med konsentrasjonen av ortofosfat.

### **Nøyaktighet og presisjon**

Som et mål på metodens nøyaktighet og presisjon benyttes resultater fra internkontrollen.

Som internkontroll benyttes et referanseslam, BCR 144, med forventet verdi 22.2 mg/g P.

30 resultater målt i perioden 11.3-92 - 12.2-96 viste et gjennomsnitt på 19.4 mg/g P (87% gjenvinning) og et standardavvik på  $\pm 1.1$  mg/g P ( $\pm 4.8\%$ ).

Metoden er ikke akkreditert.

## METALLER, SALPETERSYREOPPSLUTNING I AUTOKLAV

Denne metoden ble anvendt ved partiell oppslutning av sedimenter.

**Prinsipp:** En innveid mengde prøve oppsluttes med salpetersyre i autoklav ved 120 °C. Selve bestemmelsen utføres på den klare væskefasen ved atomabsorpsjon i flamme, grafittovn eller kalddamp - eller ved ICP-AES.

## METALLER, FLUSSYREOPPSLUTNING

Denne metoden ble anvendt ved totaloppslutning av sediment.

**Prinsipp:** Maksimum 200 mg frysetørket, homogenisert prøve veies inn i en teflonbombe og tilsettes kongevann og flussyre. Beholderen lukkes og prøven oppsluttes i mikrobølgeovn, lukket system. Etter avkjøling overføres innholdet til en 100 ml målekolbe som på forhånd er tilsatt et overskudd av borsyre. Prøven fortynnes med avionisert vann og rystes på rystemaskin til borsyren er løst. Bestemmelsen av metaller foretas på den klare væskefasen ved atom-absorpsjon i flamme eller med grafittovn.

## ZN I HF-OPPSLUTTEDE PRØVER - FLAMME ATOMABSORPSJON

Denne metoden ble benyttet for bestemmelse av Zn i flussyre (HF)-oppsluttede sedimenter.

**Prinsipp:** Prøver suges inn i en luft/acetylen flamme hvor elementene atomiseres. Som lyskilde benyttes en hulkatodelampe, der katoden inneholder. Lampene avgir et linjespektrum som er spesifikt for det metallet som skal bestemmes. Når lyset passerer gjennom den atomiserte prøven, absorberes det selektivt av dette elementets atomer. Metallkonsentrasjonen bestemmes ved å jevnføre prøvens absorbans med kjente kalibreringsløsningers absorbans.

### Presisjon og nøyaktighet:

Langtidspresisjon og -nøyaktighet (siste årsoversikt):

MESS-1 (sertifisert referansemateriale, marint sediment)

<i>sertifisert verdi</i>	<i>NIVA</i>
191 ± 17 µg/g	181 ± 5 (n=13)

Kvalitetskontroll under analyse:

MESS-2

	<i>sertifisert verdi</i>	<i>NIVA</i>
MESS-2	172 ± 16 µg/g	168 ± 1 (n=2)
BCSS-1	119 ± 12 µg/g	119 (n=1)

## PB, CD, AS OG SN I HNO<sub>3</sub>-OPPSLUTTEDE PRØVER, OG CD, CR, CU, MN, NI, PB OG V I HF-OPPSLUTTEDE PRØVER

- BESTEMT VED GRAFITTOVN ATOMABSORPSJON SPEKTROMETRI (GF-AAS)

Pb, Cd, As og Sn i de salpetersyre (HNO<sub>3</sub>)-oppsluttede prøvene, - og Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb og V i de flussyre-oppsluttede prøvene - ble bestemt ved grafittovn atomabsorpsjonspektrometri.

**Prinsipp:** En passende mengde prøve (20-50 µl), overføres til et grafittrør som oppvarmes elektrotermisk. Ved trinnvis øking av temperaturen etter et program tilpasset for hvert enkelt metall, gjennomføres tørking, foraskning og atomisering. Som lyskilde benyttes en hulkatodelampe, der katoden inneholder det metallet som skal bestemmes, eller en elektrodsløse lampe (EDL). Lampene avgir et linjespektrum som er spesifikt for lampen og det metallet som skal bestemmes. Lyset absorberes selektivt av dette elementets atomer når det passerer gjennom den atomiserte prøven. Metallkonsentrasjonen bestemmes ved å jevnføre prøvens absorpsjons med kjente kalibreringsløsningers absorpsjons - As og Sn ble bestemt ved standard addisjon, mens de andre elementene ble bestemt mot ekstern kalibreringskurve.

### Presisjon og nøyaktighet:

#### Pb i HNO<sub>3</sub> - oppsluttede prøver

##### Langtidspresisjon og -nøyaktighet (siste årsoversikt):

FOA, slam (ringtest)	NIVA
59.4 µg/g	55.0 ± 5.3 (n=3)

##### Kvalitetskontroll under analyse:

	<i>sertifisert verdi</i>	<i>NIVA</i>	
BCSS-1	22.7 ± 3.4 µg/g	18.6	(n=2)

NB! Sertifiserte verdier baserer seg på totaloppløsning.

#### Cd i HNO<sub>3</sub> - oppsluttede prøver

##### Langtidspresisjon og -nøyaktighet (siste årsoversikt):

FOA, slam (ringtest)	NIVA
6.63 µg/g	6.32 ± 0.26 (n=6)

##### Kvalitetskontroll under analyse:

	<i>sertifisert verdi</i>	<i>NIVA</i>	
BCSS-1	0.25 ± 0.04 µg/g	0.25	(n=1)
MESS-2	0.24 ± 0.01 µg/g	0.25	(n=1)

#### As i HNO<sub>3</sub> - oppsluttede prøver

##### Langtidspresisjon og -nøyaktighet

NIVA har deltatt i QUASIMEME (europeisk ringtestprogram for bl.a. marine sedimenter) med bl.a. 4 As-bestemmelser av sediment, med karakteren "good performance" (beste oppnåelige karakter).

##### Kvalitetskontroll under analyse:

	<i>sertifisert verdi</i>	<i>NIVA</i>	
PACS	20.7 ± 0.8 µg/g	20.6	(n=2)

## Sn i HNO<sub>3</sub> - oppsluttede prøver

Kvalitetskontroll under analyse:

	<i>sertifisert verdi</i>	<i>NIVA</i>	
PACS	41.1 ± 3.1 µg/g	30.0 ± 1.5	(n=3)

NB! Sertifiserte verdier baserer seg på totaloppløsning. Gjennvingen ved tilsetning av standard til prøven lå på 98.5 % ± 4 (n=5).

Langtidspresisjon og -nøyaktighet v/flussyreoppløsning og bestemmelse på grafittovn-AAS:

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall result.	Middel-verdi	Std. avvik
Cd	µg/g	MESS-1, 0.59 ± 0.10 µg/g	13	0.59	0.022
Cr	µg/g	MESS-1, 71 ± 11 µg/g	13	68.8	3.5
Li	µg/g	MESS-1, ingen sertifisert verdi	7	44.3	0.30
Cu	µg/g	MESS-1, 25.1 ± 3,8 µg/g	14	26.3	2.4
Pb	µg/g	MESS-1, 34 ± 6.1 µg/g	18	32.2	3.0
Ni	µg/g	MESS-1, 29.5 ± 2.7 µg/g	13	29.1	1.0
V	µg/g	MESS-1, 72.4 ± 5.3 µg/g	10	73.3	2.4

Kvalitetskontroll under analyse:

Element	MESS-2		BCSS-1	
	sertifisert verdi	NIVA (n = 1)	sertifisert verdi	NIVA (n = 1)
Cd	0.24 ± 0.01	0.25	0.25 ± 0.04	0.25
Cr	106 ± 8	136*	123 ± 14	109
Cu	39.3 ± 2.0	39.2	18.5 ± 2.7	17.2
Mn	365 ± 21	360	229 ± 15	219
Ni	49.3 ± 1.8	50.5	55.3 ± 3.6	51.6
Pb	21.9 ± 1.2	21.4	22.7 ± 3.4	22.5
V	252 ± 10	226	93.4 ± 4.9	92.8

\* I likhet med et canadisk laboratorie som benytter samme oppløsningsteknikk, får vi noe høyere resultater på Cr på dette referansemateriale.

## CR, CU, MN, NI, V, S OG ZN I HNO<sub>3</sub>-OPPSLUTTEDE PRØVER - BESTEMMELSE PÅ ICP-ATOM EMMISJON SPEKTROMETRI

Cr, Cu, Mn, Ni, V, S og Zn i salpetersyre-oppløstede prøver ble bestemt på ICP-AES (induktivt koblet plasma - atom emmisjon spektrometri).

**Prinsipp:** Prøven suges inn i nebulizeren der prøvene omdannes til en fin aerosol. Ca. 1% av prøven føres videre til argonplasmaet der den fordampes, analytten atomiseres og ioniseres. Atomer og ioner blir deretter eksitert, og sender ut lys med bølgelengder som er spesifikke for hvert element. Dette lyset fokuseres på inngangsspalten til et Echelle optisk system. Etter å ha passert inngangsspalten vil et

prisme og et diffraksjonsgitter spre lyset. Deretter blir det fokusert på en CID (charge injection device)-detektor. Denne måler de ønskede bølglengdene samtidig. Detektoren omformer energien fra lyset til en elektrisk strøm, hvis størrelse er proporsjonal med lysintensiteten. Den integrerte strøm blir målt og resultatet videresendt til datamaskinen. Konsentrasjonen av analytten bestemmes ved å jevnføre prøvens intensitet med kjente kalibreringsløsningers intensitet.

## Kvalitetssikring i forbindelse med bestemmelse av elementer i sedimenter på ICP

### 1) Gjennvinning.

En blandprøve av 8 tilfeldig valgte salpetersyre-oppløstede sedimenter ble anvendt:

- 3 paralleller av analysert
- 3 paralleller av følgende blanding:
  - 9 ml blandprøve
  - 1 ml tilsetningsstandard (10 mg/l Cr, Cu, Ni, V og Zn - samt 100 mg/l Mn og S)

Gjennvinningsprosenten for de forskjellige elementene:

Cr: 103%, Cu: 102%, Mn: 107%, Ni: 104, S: 102%, V: 99% og Zn 101%.

### 2) Bestemmelse av referansematerialet PACS

Dette materialets sertifiserte verdier er oppgitt m.h.t. totaloppløsning. At de salpetersyre-baserte verdiene derfor i varierende grad er lavere - er derfor som forventet.

	Funnet (snitt, n=2), µg/g	Sertifisert verdi (v/totaloppløsning) µg/g
Cr	57	113 ± 8
Cu	419	452 ± 16
Mn	272	470 ± 12
Ni	33	44 ± 2
S	12.800	-
V	87	127 ± 5
Zn	767	824 ± 22

### 3) Fortynningsforsøk

Dette fortynningsforsøket ble utført på en enkeltprøve. Først ble prøven analysert etter vanlig prosedyre, deretter ved 1:2 fortynning, og til slutt ved 1:4 fortynning. Avviket relaterer seg til "konsentrert" prøve.

	Prøve	Prøve 1:2	%-avvik	Prøve 1:4	%-avvik
Cr	0.462	0.475	+ 2.8	0.486	+ 5.2
Cu	0.569	0.581	+ 2.1	0.575	+ 1.1
Mn	3.42	3.44	+ 0.6	3.51	+ 2.6
Ni	0.246	0.258	+ 4.9	0.261	+ 6.1
S	67.6	68.6	+ 1.5	68.5	+ 1.3
V	0.852	0.854	+ 0.2	0.885	+ 3.9
Zn	1.73	1.76	+ 1.7	1.77	+ 2.3

## HG I HNO<sub>3</sub>-OPPSLUTTEDE PRØVER - BESTEMMELSE VED KALDDAMP-ATOMABSORPSJONSPEKTROMETRI MED AMALGAMERINGSTEKNIKK

Kvikksølv må foreligge på ionisk form i prøveløsningen for at kalddampteknikk kan benyttes. Når reduksjonsmiddelet (SnCl<sub>2</sub>) blandes med prøven blir det ioniske kvikksølv omformet til metallisk kvikksølv (Hg). En inert bæregass (argon) transporterer kvikksølvet til spektrofotometeret. En fordel med denne teknikken er den gode separasjonen av analytten fra matriksen, slik at ikke-spesifikk bakgrunnsabsorpsjon og matriksinterferenser er minimale.

### Amalgameringsteknikk

Amalgameringsteknikken gjør det mulig å senke kvantifiseringsgrensen ytterligere. I dette systemet blir det metalliske kvikksølv ført til et gull/platina-nett der det danner et amalgam. Dette blir gjort over et bestemt tidsrom, desto lengere tidsrom desto mer kvikksølv blir "fanget" i nettet. Etter at oppkonsentreringsfasen er ferdig blir nettet raskt oppvarmet slik at kvikksølv frigjøres. Deretter blir kvikksølv detektert.

### Presisjon og nøyaktighet:

#### Hg i HNO<sub>3</sub> - oppsluttede prøver

Langtidspresisjon og -nøyaktighet (siste årsoversikt) - alle verdier i µg/g:

PACS-1	BEST-1	NIVA	
4.57 ± 0.16	-	4.60 ± 0.10	(n = 15)
-	0.092 ± 0.009	0.086 ± 0.004	(n = 21)

#### Kvalitetskontroll under analyse:

	<i>sertifisert verdi</i>	<i>NIVA</i>
PACS-1	4.57 ± 0.16	4.71 (n = 1)

## **PCB og andre persistente klororganiske stoffer i sedimenter og biologisk materiale.**

Ved bestemmelse av innholdet av klororganiske forbindelser i biologiske prøver og sedimenter ved NIVA blir frysetørret sediment og biologisk materiale tilsatt PCB 53 som indre standard og ekstrahert to ganger med en blanding av cykloheksan og aceton ved bruk av ultralydsonde (Brevik, 1978). Det samlede ekstrakt tilsettes destillert vann for å skille vann/aceton fra cykloheksan-fasen. Etter gjentatt vasking av cykloheksan med destillert vann, tørkes cykloheksanekstraktet og for biologiske prøver inndampes ekstraktet til tørrhet og fettinnholdet beregnes gravimetrisk. Deretter løses prøven/prøveekstraktet i diklormetan som renses ved bruk av gelpermeasjonskromatografi (GPC). For videre analyse foretas løsemiddelskift til cykloheksan som renses ved forsåpning med konsentrert svovelsyre.

Før kvantitativ analyse blir ekstraktet inndampet til ønsket volum i små glødede prøveglass. Identifisering og kvantifisering av klororganiske komponenter utføres på gasskromatograf (GC) med 60 m kapillærkolonne og elektroninnfangningsdetektor (ECD). Kvantifisering utføres via egne data-program ved bruk av 8-punkts standardkurver, og konsentrasjonsnivået til alle parametre som skal kvantifiseres justeres til å ligge innenfor standardkurvens lineære område.

Analyseresultatene kvalitetssikres ved bl.a. å analysere kjente standarder for hver tiende prøve på gasskromatografen, samt ved jevnlig kontroll av hele opparbeidings- og analyseprosessen ved bruk av internasjonalt sertifisert referansemateriale (CRM 350, makrellolje), regelmessig blindprøvetesting og hyppig kalibrering av instrumentene. Langtidsvariasjonsstudier basert på månedlige analyser av internasjonalt sertifisert referanse-materiale, gir et relativt standardavvik på mellom 2-20% for enkeltforbindelser av PCB (PCB kongenere). Deteksjonsgrensene varierer med den analyserte prøvemengde, men ligger vanligvis for PCB-kongenere i området fra 0.1 til 0.2 µg/kg våtvekt.(se vedlegg)

Bestemmelse av fettprosent utføres ved NIVA ved å ekstrahere prøven med en blanding av cykloheksan og aceton ved bruk av ultralydsonde. Cykloheksan-fasen som inneholder den ekstraherte fettmengde, inndampes til tørrhet og settes i varmeskap ved 105°C over natten til konstant vekt. Fettmengden bestemmes gravimetrisk.

PCB nivået i makrellolje i tidsrommet hvor de aktuelle analyser ble utført er gitt i følgende tabell:

#### PCB i makrellolje, november og desember 1995

Variabel	Enhet	Kontrollprøve	Antall result.	Middel -verdi	Std. avvik
CB28	µg/kg	CRM 350 makrellolje, 22.5 ± 4.0	6	17	0.6
CB52	µg/kg	62 ± 9	6	54	2
CB101	µg/kg	164 ± 9	6	152	9
CB118	µg/kg	142 ± 20	6	127	11
CB153	µg/kg	317 ± 27	6	310	24
CB180	µg/kg	73 ± 13	6	74	6

#### Litteraturhenvisning

Grimmer, G. og Böhnke, H., 1975. Polycyclic Aromatid Hydrocarbon Profile Analysis of High-Protein Foods, Oils and Fats by Gas Chromatography. J. of the AOAC, 58 no. 4, 725-733.

Brevik, E. M., 1978. Gas Chromatographic Method for the Determination of Organochlorine Pesticides in Human Milk. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 19, 281-286



### **7.3.2 Unilab Analyse A/S**



Aud Helland  
NIVA  
Postboks 173, Kjeldsås  
0411 OSLO

Tromsø, 16. april 1996

### Analyseresultater

Vedlagt følger analyseresultatene fra rapport nr 225.96 som sum PAH.

Vi vil gjøre oppmerksom på en skrivefeil i rapport 225.96 i tabellen over innhold av enkelte NPD og PAH, som går over sidene 10 - 15. Tekst inne i tabellen er "NPD og PAH innhold, µg/g tørr vekt", rett tekst skal være "NPD og PAH innhold, µg/kg tørr vekt". Den rette teksten står også som overskrift på side 10 i analyserapporten.

Vi gjør oppmerksom på at dette er kun en skrivefeil og at verdiene inne i tabellen forblir uforandret.

Vi beklager denne feilen og ber at dersom du vil ha en ny utskrift av analyserapporten tar kontakt med oss og returnerer den gamle analyserapporten.

Vennlig hilsen

Evy Jørgensen  
Faglig leder



Side 1 av 2

Strandtorget 2B  
9008 Tromsø

Tromsø, 16.april 1996

Rapport nr.:
Tillegg til UA 225.96

Kunde:	Aud Helland
Adresse:	NIVA, Postboks 173, Kjelsås
Postnr./sted:	0411 OSLO
Tlf.og	22 18 51 00/22 18 52 00
fax.nr:	

Tillegg til rapport nummer UA 225.96: sum 16 EPA.

## ANALYSE AV HYDROKARBONER I SEDIMENTPRØVER

### For kunden:

Oppdragsnummer: \_\_\_\_\_

Prosjektnavn: \_\_\_\_\_

Saksbehandler: Aud Helland

Kontaktperson: Rainer Lichtenthaler

Kode: \_\_\_\_\_

### For Unilab Analyse AS:

Oppdragsnr. (vår ref.): 225

Dato mottak: 27.10.95

Antall prøver: 48

Analyseparameter(e): THC og 16 EPA

Kontaktperson: Evy Jørgensen

Ansvarshavende: Kjersti Lie Gabrielsen

Unitab Analyse AS  
Analyseskjema

Side 2 av 2

Tabell 1: Sum 16 EPA angitt i µg/kg tørr vekt:

	Valø st. 1	Skalsko garna 2	Danaf. 4	Ravung -arna 5	Indre Gullmarn 12	Kosterfj. 16	By- fjorden 18	
Sum 16 EPA	487,09	1475,16	1191,40	457,21	1410,89	660,01	471,37	
	Hausten sfj. 19	Strøm- stad 23	Gav 1	Gav 2	Fjell- backs 24	S 111	S 112	
Sum 16 EPA	1046,77	2629,05	1311,75	470,96	672,81	987,26	739,24	
	S 119	S 129	S 138	S 139	S 140	S 141	S 150	305
Sum 16 EPA	964,75	941,99	906,77	1168,77	1238,21	1050,57	482,35	1198,31
	310 (0-1)	310 (dypsn.)	316	319	322	324	A 1	A 3
Sum 16 EPA	832,11	330,82	980,76	161,78	2145,55	1885,67	987,98	869,25
	B 3	C 2	C 4	D 1	E 1	E 2	E 3	F 2
Sum 16 EPA	962,94	357,68	263,59	389,80	835,74	1016,07	850,18	889,14
	F 3	F 4	G 1	G 2	G 3	H 3	I 2	K 2
Sum 16 EPA	756,41	726,14	719,27	1251,05	710,52	363,66	733,10	1270,40
	GK 1	GK 2						
Sum 16 EPA	681,00	1363,06						

MOTTATT NIVA

07 JAN 1996

**Unilab**  
ANALYSE A.S.   
Strandtorget 2 B, 9008 TROMSØ

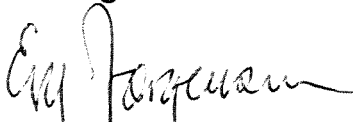
Aud Helland  
NIVA  
Postboks 173, Kjeldsås  
0411 OSLO

Tromsø, 19. januar 1996

### Analyseresultater

Vedlagt følger resultatene på analysene av sedimentsprøver mottatt i oktober 1995. Vi beklager at resultatene er noen dager forsinket, og håper at dette ikke har bidratt til ekstraarbeid for dere.

Vennlig hilsen



Evy Jørgensen  
Faglig leder

Strandtorget 2B  
9008 Tromsø

Tromsø, 19. januar 1996

Rapport nr.: UA 225.96

Kunde: Aud Helland  
Adresse: NIVA, Postboks 173, Kjelsås  
Postnr./sted: 0411 OSLO  
Tlf.og fax.nr: 22 18 51 00/22 18 52 00

## ANALYSE AV HYDROKARBONER I SEDIMENTPRØVER

*For kunden:*

Oppdragsnummer: \_\_\_\_\_  
Prosjektnavn: \_\_\_\_\_  
Saksbehandler: Aud Helland  
Kontaktperson: Rainer Lichtenthaler  
Kode: \_\_\_\_\_

*For Unilab Analyse AS:*

Oppdragsnr. (vår ref.): 225  
Dato mottak: 27.10.95  
Antall prøver: 48  
Analyseparameter(e) THC og 16 EPA  
Kontaktperson: Evy Jørgensen  
Ansvarshavende: Kjersti Lie Gabrielsen

Tabell 1: Sedimentprøver mottatt for analyse av THC.

Kundens id.	Prøvetype	Prøvens beskaffenhet	Vekt (g)
Valö st. 1	Sediment	Prøven kom i glass og var frossen ved ankomst.	89
Skalskogarna 2	---	---	93
Danaf. 4	---	---	89
Ravungarna 5	---	---	84
Indre Gullmarn 12	---	---	79
Kosterfj. 16	---	---	106
Byfjorden 18	---	---	108
Haustensfj. 19	---	---	76
Strømstad 23	---	---	84
Gav 1	---	---	77
Gav 2	---	---	100
Fjällbacka 24	---	---	101
S 111	---	---	101
S 112	---	Prøven var nedfrosset ved ankomst, men prøveglasset var knust.	77
S 119	---	---	74
S 129	---	---	97
S 138	---	---	102
S 139	---	---	100
S 140	---	---	98
S 141	---	---	101
S 150	---	---	74
305	---	Prøven var nedfrosset ved ankomst, men prøveglasset var knust.	73
310 (0-1)	---	---	91
310 (dypsn.)	---	---	66
316	---	Prøven var nedfrosset ved ankomst, men prøveglasset var knust.	62
319	---	Prøven kom i glass og var frossen ved ankomst.	72
322	---	---	92
324	---	Prøven var nedfrosset ved ankomst, men prøveglasset var knust.	55
A 1	---	Prøven kom i glass og var frossen ved ankomst.	56
A 3	---	---	47
B 3	---	---	87
C 2	---	---	62
C 4	---	---	55
D 1	---	---	43
E 1	---	---	72
E 2	---	---	84
E 3	---	---	100
F 2	---	---	71
F 3	---	---	73
F 4	---	---	95

forts. Tabell 1

Kundens id.	Prøvetype	Prøvens beskaffenhet	Vekt (g)
G 1	Sediment	Prøven kom i glass og var frossen ved ankomst.	93
G 2	---	---	85
G 3	---	---	74
H 3	---	---	75
I 2	---	---	73
K 2	---	---	74
GK 1	---	---	97
GK 2	---	---	82



## Analyse av sedimenter

### Prøvepreparering.

Prøvene ble tint i kjøleskap natta over og deretter homogenisert med en metallskje.

### Tørrstoff

Ca 3-5 g av den homogeniserte prøven ble veid inn nøyaktig og tørket i varmeskap til konstant vekt (104° C i et døgn). Etter avkjøling i eksikator, ble prøvene veid igjen. Tørrstoff er beskrevet ved tørrvekt/våttvekt.

### Opparbeiding

Ca 100 g av den homogeniserte prøven ble veid nøyaktig inn og tilsatt en blanding av metanol (100 ml), kalium hydroksid (3 g) og 1.0 ml intern standard, sammen med koksteiner. Prøven ble refluksert i 1.5 t og avkjølt. Ved filtrering ble kolben og filteret skylt med 2x10 ml metanol, deretter med 10.0 ml pentan. De løste hydrokarbonene ble ekstrahert med 2x25 ml pentan i 2x10 min. Pentanfraksjonene ble så oppkonsentrert og renset på Bond-Elut fast fase ekstraksjons kolonne (Waters Sep-Pak, WAT036950) med 3x2ml pentan Uvasol, og 2 ml diklormetan Uvasol før eluatet ble oppkonsentrert, overført til vial, dampet forsiktig inn og tilsatt 100 µl isooktan Uvasol.

### Prøveoppbevaring

Prøvene er blitt lagret mørkt og ved ca -20° C før og etter opparbeiding.

### Ekstern standard

Som ekstern standard for de kvantitative analysene ble Esso Marine Special olje brukt. Standard kurve for THC analysene ble oppnådd ved GC/FID-analyse av den eksterne standarden som var renset på samme måte som sediment prøvene.

### Bestemmelse av PAH komponenter.

Ett karakteristisk ion for hver forbindelse ble tatt opp, i tillegg til molekylionene til interne standarder, se tabell 4. Responsfaktorene under våre analytiske betingelser ble bestemt ved hjelp av rene krystallinske standarder.

## Instrumentering - Instrumentparametre

Tabell 2: Utstyrsdetaljer og analysebetingelser ved GC/FID-analyser av sedimentekstrakter.

GC-System:	Hewlett-Packard 5890 Series II Gas Chromatograph med split/splitless injektor, Flamme Ionisasjons Detektor og HP 7673 Automatic Liquid Sampler
Integrator-system :	HP 3365 Series II Chemstation
Column :	CP Sil 8CB, 25 m x 0.32 mm ID, df=0.25 µm
Injector temp.:	300°C
Detector temp.:	300°C
Temp. program :	55°C (3 min) - 25°C/min - 280° (15 min))
Carrier gas:	H <sub>2</sub> , 2.3 ml/min
Injection:	1 µl Splittløs in 60 s

Table 3: Utstyrsdetaljer og analysebetingelser for GC/MS analyser av sedimentekstrakter.

GC/MS System:	Hewlett-Packard MS 5971A med Hewlett-Packard 5890 gasskromatograf og Hewlett-Packard G 1034 B programvare for Chem Station
Kolonne:	HP Ultra 1, 25 m, 0.20 mm ID, df=0.33 µm
Injektor temp.:	280°C
Detektor temp.:	280°C
Temp. program:	50°C (2 min) - 30°C /min - 100°C - 6°C /min - 230°C - 30°C /min - 280°C (18 min)
Bæregass:	He, 1 ml/min.
Injeksjon:	1 µl splittløs i 60 s
Ionisering:	EI 70 eV
Ionkildetemp.:	185°C

---

Analysene gjelder bare for de prøver som er analysert her og som har de påførte prøvenummer som vist på side 2. De oppgitte analyseresultat omfatter ikke feil som måtte følge av prøvetagningen, inhomogenitet eller andre forhold som kan ha påvirket prøven før den er mottatt av Unilab Analyse as. Utdrag av rapporten kan ikke gjengis uten tillatelse fra Unilab Analyse as.

## Kvalitetskontroll

### *Kjemikalier:*

Alle kjemikalier som er brukt er av p.a. eller kromatografi kvalitet og er ellers i overensstemmelse med spesifikasjoner referert i Anon, 1982.

### *Glassutstyr:*

Alt glassutstyr er grundig rengjort før bruk. Nytt glassutstyr er rengjort i henhold til Anon., 1982.

### *Kvalitetssikringsprøver:*

Kvalitetssikringsprøver er inkludert i opparbeidings- og analyseprogrammet med jevne mellomrom. Dette inkluderer blindprøver, et hus-standard sediment, og "spiked"-sediment prøver.

### *Nøyaktighet og reproduserbarhet:*

For kontroll av nøyaktighet og reproduserbarhet er tre prøver av ikke-kontaminert sediment tilsatt kjente mengder av standard olje og deretter opparbeid og analysert for totalt hydrokarbon innhold. Gjenvinningen er  $88 \pm 5$  %. Reproduserbarheten av analysene er videre bekreftet ved opparbeiding av en serie parallelle prøver av hus-standard sedimentet.

Instrumentets stabilitet og respons ble sjekket daglig og minst etter hver 20. prøve ved analyse av kontroll-løsninger med kjente mengder ekstern standard olje og for MSD med løsninger som inneholdt forbindelser som dekker de aktuelle retensjonsvinduene. Under hele opparbeidingsperioden ble blindprøver opparbeidet og analysert for kontroll av eventuell kontaminering.

Anon., 1982. Manual and Guides No.11. The determination of petroleum hydrocarbons in sediments. Intergovernmental Oceanographic Commission, UNESCO.

Table 4 Kvantitativ analyse av utvalgte aromatiske forbindelser: Interne standarder.

Compound	m/z	Corresponding internal standard
Naphthalene	128.2	Naphthalene-d8
Acenaphthylene	152.2	Biphenyl-d10
Acenaphthene	154.2	idem
Fluorene	166.2	idem
Anthracene	178.2	Anthracene-d10
Phenanthrene	178.2	Phenanthrene-d10
Fluoranthene	202.2	Pyrene-d10
Pyrene	202.2	idem
Benzo(a)anthracene	228.2	Chrysene-d12
Chrysene	228.2	idem
Benzo(a)pyrene	252.2	idem
Benzo(b)fluoranthene	252.2	idem
Benzo(k)fluoranthene	252.2	idem
Benzo(ghi)perylene	276.2	Perylene-d12
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	276.2	idem
Dibenzo(a,h)anthracene	278.2	idem
Naphthalene-d8	136.2	
Biphenyl-d10	164.2	
Anthracene-d10	188.2	
Phenanthrene-d10	188.2	
Pyrene-d10	212.2	
Chrysene-d12	240.2	
Perylene-d12	264.2	

Table 5: Resultat fra GC/MS analyser for standard sediment HS-4 fra National Research Council og Canada.

	Certified values (µg/kg)	Determined
Naphthalene	<150	102 ± 4
Phenanthrene	680 ± 80	615 ± 12
Anthracene	140 ± 70	218 ± 7
Acenaphthylene	<150	157 ± 6
Acenaphthene	<150	37 ± 5
Fluorene	<150	55 ± 1
Pyrene	940 ± 120	1043 ± 16
Fluoranthene	1250	1326 ± 21
Benzo(a)anthracene	530 ± 50	655 ± 15
Chrysene	650 ± 80	757 ± 15
Benzo(a)pyrene	650 ± 80	908 ± 29
Benzo(b)fluoranthene	700 ± 150	Sum b+k 1559 ± 29
Benzo(k)fluoranthene	360 ± 50	
Benzo(ghi)perylene	580 ± 22	294 ± 178
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	510 ± 15	171 ± 3
Dibenzo(a,h)anthracene	120 ± 50	126 ± 11

Tabell 6. Deteksjonsgrensen (LOD) og kvantifiseringsgrensen (LOQ) bestemt ved analyse av blindprøver.

	LOD	LOQ
<b>THC (mg/kg)</b>	<b>0,63</b>	<b>1,10</b>
Naftalen	0,255	0,478
Fenantren	0,026	0,052
Antracen	0,002	0,004
<b>Sum NPD (µg/kg)</b>	<b>0,283</b>	<b>0,534</b>
Acenaftylen	0,003	0,004
Acenaften	0,007	0,015
Fluoren	0,006	0,011
Fluoranten	0,012	0,023
Pyren	0,015	0,033
Benzo(a)antracen	0,002	0,002
Krysen	0,003	0,007
Benzo(a)pyren	0,002	0,004
Benzo(b+k)fluoranten	0,029	0,080
Benzo(ghi)perylene	0,002	0,003
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,002	0,007
Dibenzo(a,h)antracen	0,009	0,019
<b>Sum 3-6 ring (µg/kg)</b>	<b>0,092</b>	<b>0,208</b>

LOD = gjennomsnitt + 3 x SD  
LOQ = gjennomsnitt + 10 x SD

## RESULTATER:

### THC innhold i sedimentprøver (mg/kg tørt sediment).

	Valö st. 1	Skalsko garna 2	Danaf. 4	Ravung -arna 5	Indre Gullmarn 12	Kosterfj. 16	By- fjorden 18	
THC, mg/kg tørt sediment	15,6	23,7	26,0	19,4	29,1	5,0	*	
	Hausten sfj. 19	Strøm- stad 23	Gav 1	Gav 2	Fjall- backa 24	S 111	S 112	
THC, mg/kg tørt sediment	27,0	18,1	191,9	4,5	7,3	3,6	76,6	
	S 119	S 129	S 138	S 139	S 140	S 141	S 150	305
THC, mg/kg tørt sediment	18,6	*	3,7	14,8	23,6	10,9	392,4	68,0
	310 (0-1)	310 18-20cm (dypsn.)	316	319	322	324	A 1	A 3
THC, mg/kg tørt sediment	17,5	14,4	53,4	64,6	36,6	145,1	222,5	288,3
	B 3	C 2	C 4	D 1	E 1	E 2	E 3	F 2
THC, mg/kg tørt sediment	4,8	381,4	177,2	575,6	36,7	7,5	*	109,3
	F 3	F 4	G 1	G 2	G 3	H 3	I 2	K 2
THC, mg/kg tørt sediment	86,3	*	6,0	16,7	30,7	90,5	192,0	30,3
	GK 1	GK 2						
THC, mg/kg tørt sediment	5,6	27,7						

\* Under deteksjonsgrensen.

**Innhold av enkelte NPD og PAH forbindelser i sedimentprøver ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørr vekt).**

NPD og PAH innhold, $\mu\text{g}/\text{g}$ tørr vekt	Valø st. 1	Skalskog- arna 2	Danaf. 4	Ravung- arna 5	Indre Gullmarn 12	Kosterfj. 16	By- fjorden 18	Haust- ensfj. 19
Naphthalene	6,20	26,38	30,87	5,98	15,32	12,11	5,31	11,90
Phenanthrene	18,45	65,73	71,19	8,74	62,10	24,45	38,84	33,74
Anthracene	7,11	25,33	23,35	15,68	14,73	5,72	8,73	9,67
Acenaphthylene	1,98	7,30	21,13	2,16	5,59	1,28	8,18	5,05
Acenaphthene	1,43	8,05	7,80	1,42	10,97	5,08	9,33	3,12
Fluorene	3,01	13,60	16,08	2,80	14,46	70,77	8,21	6,39
Fluoranthene	49,77	160,09	143,40	79,30	143,38	48,17	82,84	95,44
Pyrene	35,13	135,73	121,97	65,81	109,75	44,09	64,56	70,52
Benzo(a)anthracene	26,40	101,20	63,06	35,90	81,60	31,31	36,53	47,80
Chrysene	35,06	130,89	78,48	39,90	106,29	44,95	61,38	65,89
Benzo(b+k)fluoranthene	93,60	269,95	171,50	68,66	263,95	125,64	40,10	219,04
Benzo(a)pyrene	32,60	109,80	68,57	33,47	104,12	34,65	20,46	65,16
Benzo(ghi)perylene	71,98	160,08	145,30	35,36	193,56	82,25	42,74	160,79
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	68,00	156,02	140,84	36,09	178,77	81,92	28,21	164,50
Dibenzo(a,h)anthracene	36,37	105,01	87,85	25,93	106,30	47,63	15,97	87,77

\* Under deteksjonsgrensen.

NPD og PAH innhold, µg/g tørr vekt	Strøm- stad 23	Gav 1	Gav 2	Fjall- backa 24	S 111	S 112	S 119	S 129	S 138
Naphthalene	17,66	25,98	6,09	13,48	25,73	18,60	14,14	26,74	8,58
Phenanthrene	189,61	77,64	33,06	28,43	49,95	37,54	39,98	50,67	50,67
Anthracene	109,87	37,79	8,73	6,80	11,00	9,30	10,13	10,87	15,81
Acenaphthylene	2,39	11,98	2,13	1,25	3,38	3,22	4,69	3,37	2,60
Acenaphthene	3,49	12,19	3,32	5,87	4,08	2,94	1,84	4,19	3,57
Fluorene	24,11	19,50	5,63	70,63	8,16	6,17	6,97	9,16	6,84
Fluoranthene	441,57	146,00	88,76	63,39	135,62	108,28	110,49	125,83	158,14
Pyrene	334,18	116,66	67,04	18,14	96,99	77,45	86,16	89,18	112,55
Benzo(a)anthracene	202,97	102,53	32,60	62,80	62,62	37,53	53,69	57,18	73,70
Chrysene	215,57	133,38	49,63	112,09	91,95	56,87	74,77	93,04	91,24
Benzo(b+k)fluoranthene	356,78	224,24	64,46	46,77	160,48	141,56	182,82	147,64	125,83
Benzo(a)pyrene	172,51	103,58	24,36	33,99	51,23	40,05	68,98	43,52	51,13
Benzo(ghi)perylene	212,76	122,22	31,79	87,65	121,42	73,75	120,66	123,65	86,85
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	206,23	107,05	32,33	77,09	109,12	77,93	117,34	105,45	76,94
Dibenzo(a,h)anthracene	139,37	71,03	21,03	44,42	55,54	48,06	73,09	51,49	51,29

\* Under deteksjonsgrensen.



NPD og PAH innhold, µg/g tørr vekt	S 139	S 140	S 141	S 150	305	310 (0-1)	310 (dypsn.)	316	319
Naphthalene	18,11	17,69	13,54	6,08	21,58	13,16	3,04	27,38	1,85
Phenanthrene	46,63	69,19	52,08	23,06	44,65	33,94	7,34	65,51	9,44
Anthracene	43,11	18,25	11,49	16,27	11,10	7,84	1,41	19,25	2,24
Acenaphthylene	4,17	10,07	3,72	5,42	5,60	3,28	0,78	4,54	0,95
Acenaphthene	4,85	15,12	9,78	1,62	4,43	2,61	0,95	13,12	1,02
Fluorene	9,02	15,25	12,07	0,52	9,13	5,97	2,20	14,50	1,52
Fluoranthene	127,95	162,90	128,07	62,19	108,80	97,17	21,27	166,56	25,47
Pyrene	100,12	131,80	100,21	66,61	81,06	74,11	12,22	119,98	22,32
Benzo(a)anthracene	64,54	84,35	64,49	26,06	55,98	46,27	19,87	54,83	9,22
Chrysene	96,13	107,17	83,17	79,66	78,46	69,21	24,00	79,73	14,14
Benzo(b+k)fluoranthene	196,05	194,89	179,57	61,24	229,89	148,05	37,90	167,54	26,38
Benzo(a)pyrene	72,42	76,98	63,57	33,95	77,78	49,01	16,39	49,18	8,98
Benzo(ghi)perylene	160,27	132,59	127,93	33,77	185,06	114,47	49,36	80,14	15,36
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	140,27	121,67	122,40	36,76	177,32	105,30	69,51	79,04	13,12
Dibenzo(a,h)anthracene	85,13	80,29	78,48	23,14	107,47	61,70	64,58	39,46	9,75

\* Under deteksjonsgrensen.

NPD og PAH innhold, µg/g tørr vekt	322	324	A 1	A 3	B 3	C 2	C 4	D 1	E 1
Naphthalene	32,39	11,85	20,88	12,52	14,49	5,80	3,65	5,24	12,86
Phenanthrene	106,54	105,48	44,10	31,10	30,25	20,4	13,62	19,73	26,18
Anthracene	24,02	49,60	12,99	9,54	7,83	9,47	4,98	12,15	15,91
Acenaphthylene	7,60	7,23	6,61	5,23	3,66	4,37	3,60	5,25	10,65
Acenaphthene	9,31	11,73	3,81	3,05	2,73	2,40	1,07	3,05	3,93
Fluorene	16,19	14,77	8,40	5,99	6,57	6,05	2,72	6,99	9,34
Fluoranthene	244,66	262,97	136,49	105,39	80,79	54,50	38,58	49,56	131,62
Pyrene	187,56	206,45	97,20	78,82	57,37	37,28	29,35	34,16	100,64
Benzo(a)anthracene	128,26	134,88	44,02	38,02	250,66	23,43	22,32	22,53	34,67
Chrysene	178,37	144,96	69,78	53,87	62,37	40,40	30,38	37,56	49,69
Benzo(b+k)fluoranthene	379,90	292,80	203,02	183,58	151,16	63,73	83,74	49,09	129,98
Benzo(a)pyrene	133,18	151,86	52,51	50,87	42,05	19,62	29,86	15,12	39,32
Benzo(ghi)perylene	269,97	174,97	111,23	108,30	96,03	12,89	4,96	30,48	104,96
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	256,59	186,73	114,32	113,27	94,28	28,56	18,00	42,60	103,56
Dibenzo(a,h)anthracene	171,01	129,42	63,62	69,71	52,70	28,85	14,95	56,30	62,43

\* Under deteksjonsgrensen.

NPD og PAH innhold, µg/g tørr vekt	E 2	E 3	F 2	F 3	F 4	G 1	G 2	G 3	H 3
Naphthalene	23,95	172,22	80,82	19,52	15,42	15,53	25,33	12,60	6,76
Phenanthrene	57,47	34,94	72,07	34,53	34,39	32,20	54,67	27,87	14,46
Anthracene	15,02	9,46	66,36	11,67	9,52	9,81	16,64	8,71	4,82
Acenaphthylene	7,61	4,31	62,44	7,82	4,71	6,08	10,88	7,49	3,59
Acenaphthene	4,95	3,04	14,47	3,53	3,16	3,31	6,03	3,20	1,52
Fluorene	12,68	7,37	23,53	8,40	7,87	8,41	14,14	7,89	3,71
Fluoranthene	13,14	88,54	169,28	120,18	91,81	84,27	140,33	71,26	58,74
Pyrene	102,04	71,94	25,16	89,29	70,54	63,44	103,85	53,88	42,92
Benzo(a)anthracene	62,77	44,76	57,27	40,08	44,52	40,24	66,14	35,42	19,88
Chrysene	100,50	141,60	71,32	69,43	77,70	65,96	107,06	55,62	33,16
Benzo(b+k)fluoranthene	229,23	56,30	101,19	149,45	127,16	143,11	252,00	146,56	70,78
Benzo(a)pyrene	62,26	66,72	37,39	35,58	42,06	38,28	69,76	43,19	18,73
Benzo(ghi)perylene	125,39	85,14	37,28	62,80	81,17	81,04	145,83	90,59	35,40
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	126,16	25,60	39,22	62,86	74,93	80,57	149,95	93,12	32,59
Dibenzo(a,h)anthracene	72,88	38,25	31,34	40,86	41,18	47,01	88,45	53,12	16,59

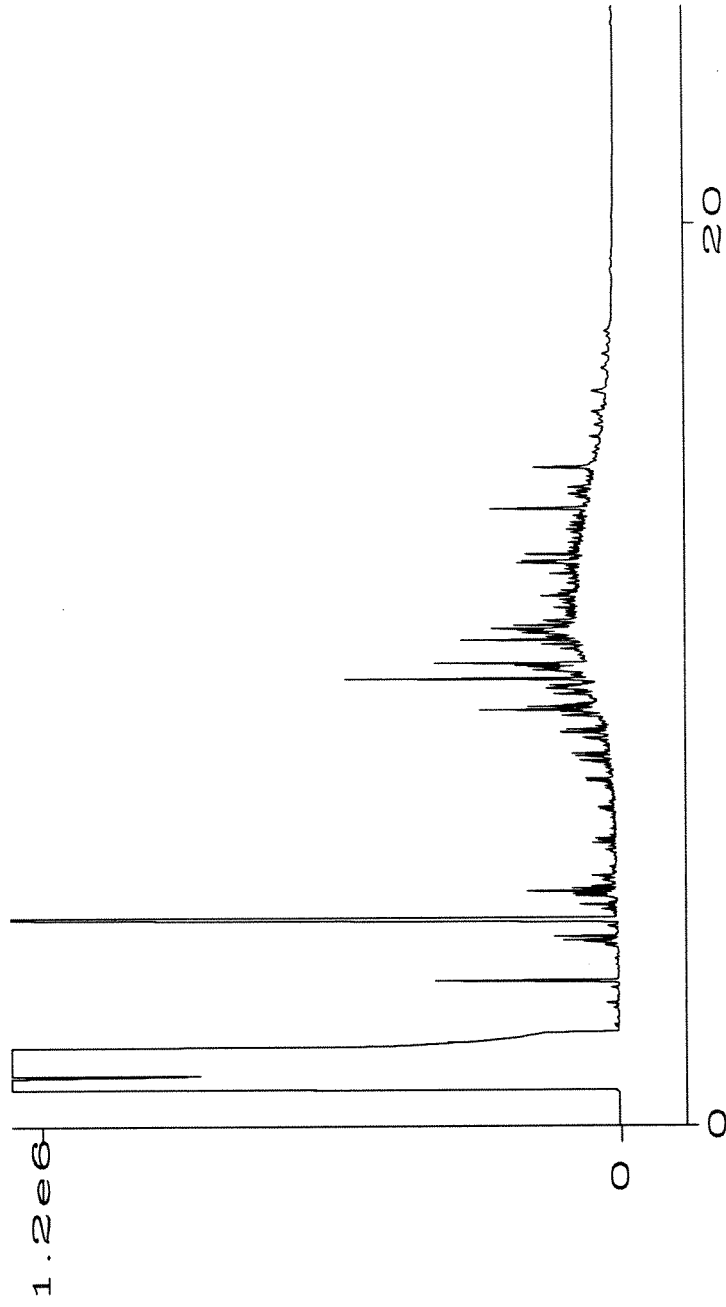
\* Under deteksjonsgrensen.

NPD og PAH innhold, µg/g tørr vekt	I 2	K 2	GK 1	GK 2
Naphthalene	17,41	18,69	8,40	43,04
Phenanthrene	33,12	44,33	22,90	71,74
Anthracene	10,09	14,65	5,31	16,04
Acenaphthylene	6,95	9,24	3,21	7,31
Acenaphthene	3,48	5,63	1,20	7,06
Fluorene	7,78	10,93	3,90	14,43
Fluoranthene	118,24	139,97	64,51	166,42
Pyrene	87,62	103,69	48,09	119,98
Benzo(a)anthracene	38,20	64,45	34,67	76,31
Chrysene	68,00	91,70	52,82	120,93
Benzo(b+k)fluoranthene	138,90	265,23	148,68	256,16
Benzo(a)pyrene	35,58	80,10	43,28	83,42
Benzo(ghi)perylene	72,09	157,97	96,96	146,54
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	66,23	165,16	93,17	142,89
Dibenzo(a,h)anthracene	29,40	98,67	53,89	90,78

\* Under deteksjonsgrensen.

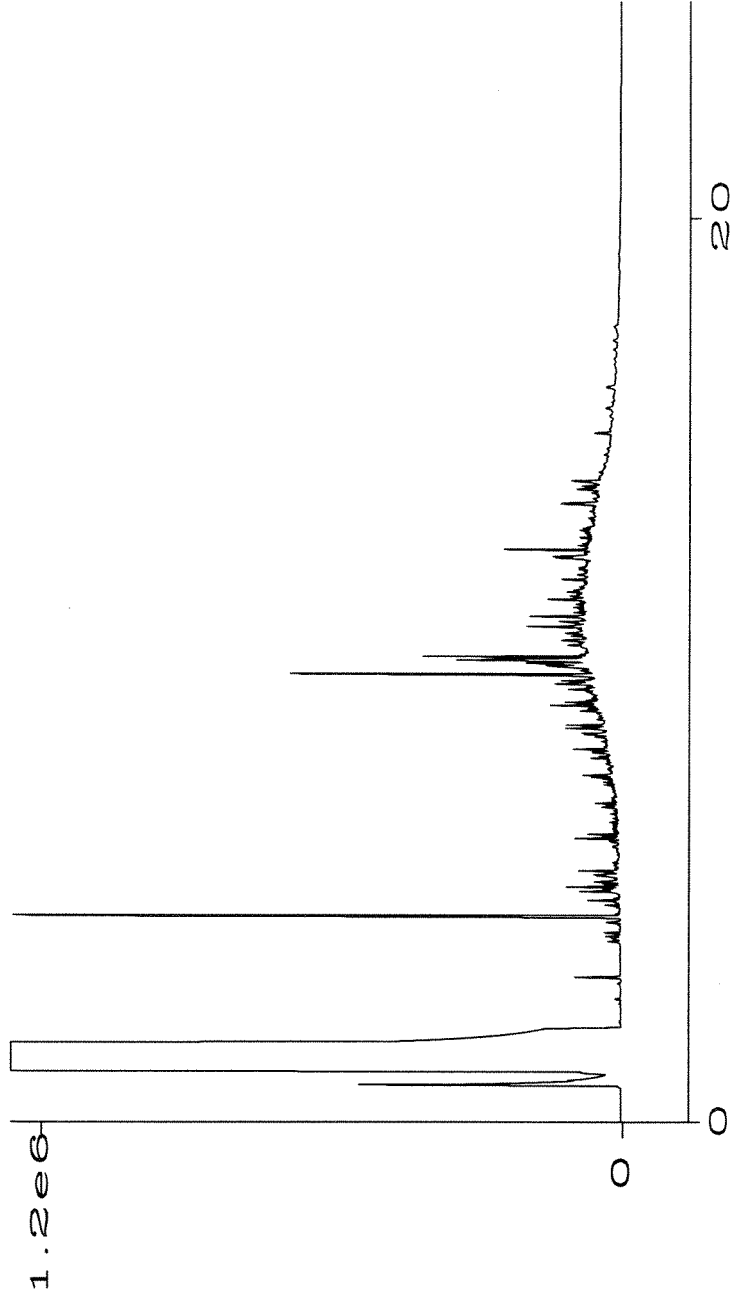
GC/FID chromatogram a. Valö st.1

C:\... \225\_1\003F0301.D



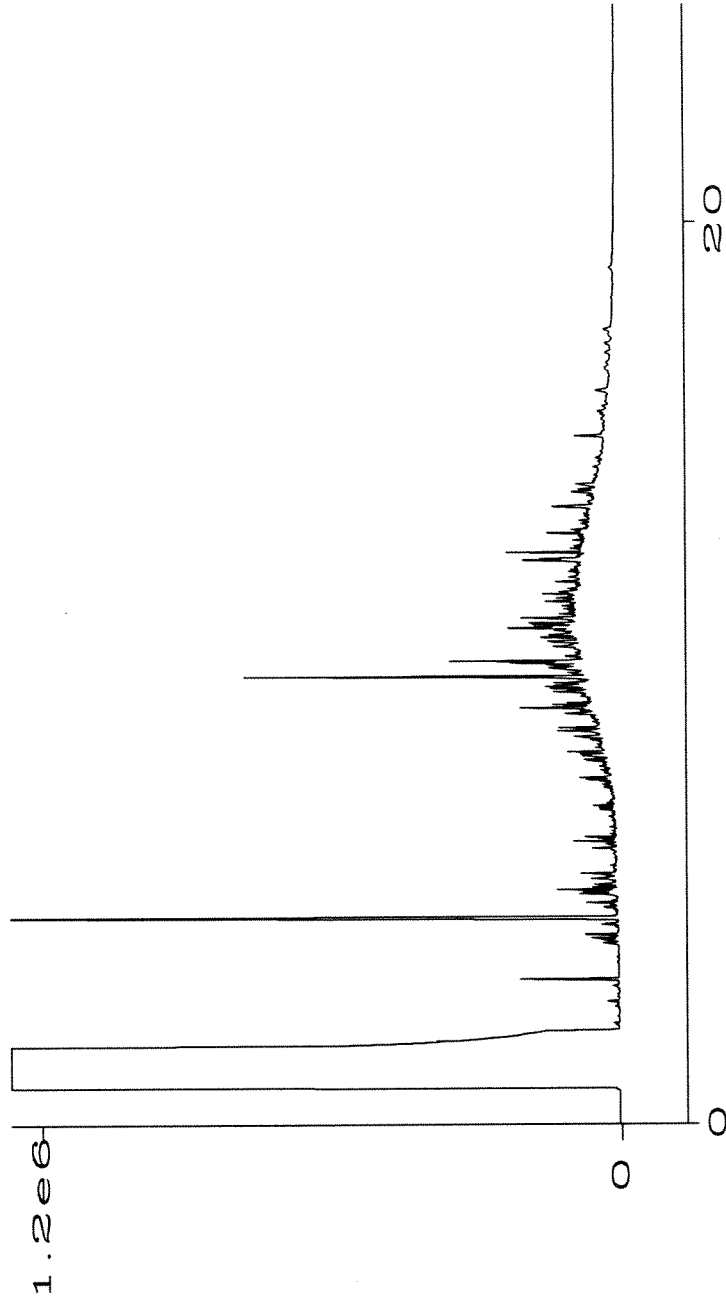
GC/FID kromatogram avid. Skal skogarna 2

C:\... \225\_1 \004F0301.D



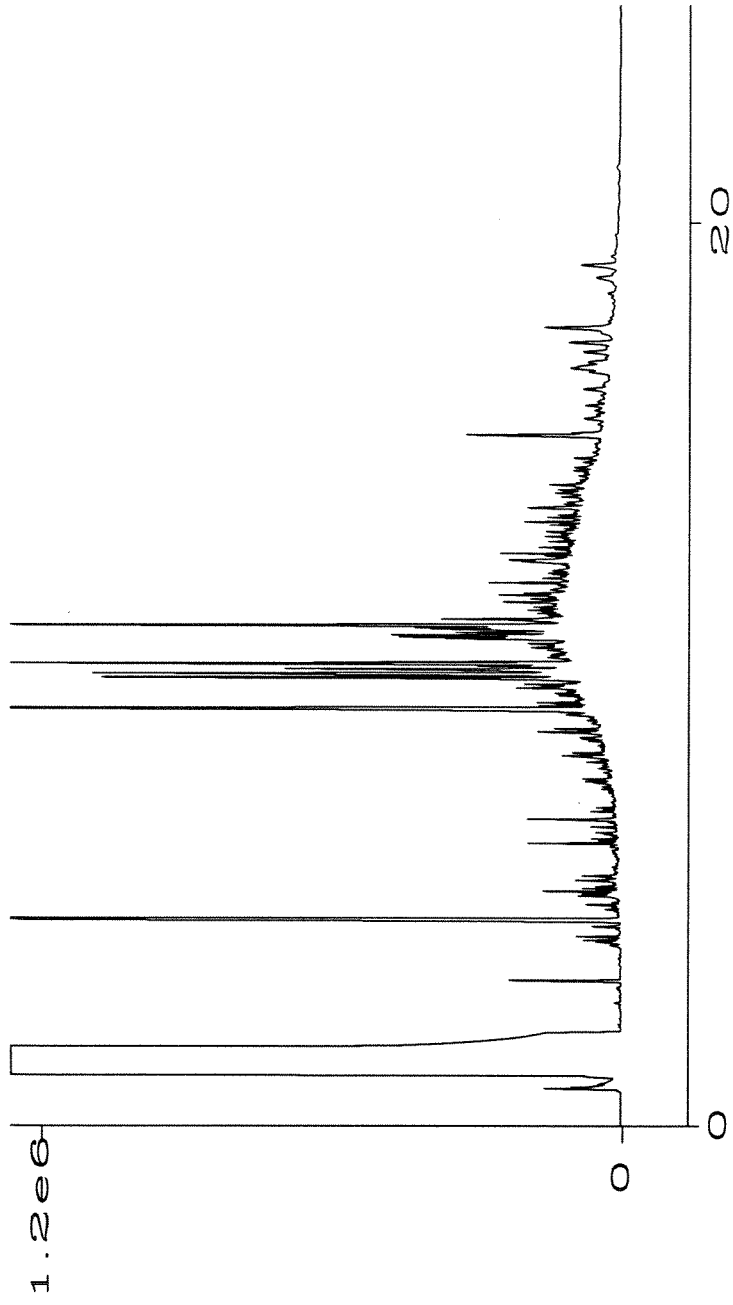
GC/FID kronogram av st. Deenerf. 4

C:\...\225\_1\005F0301.D



GC/FID chromatogram aus Laufgang 5

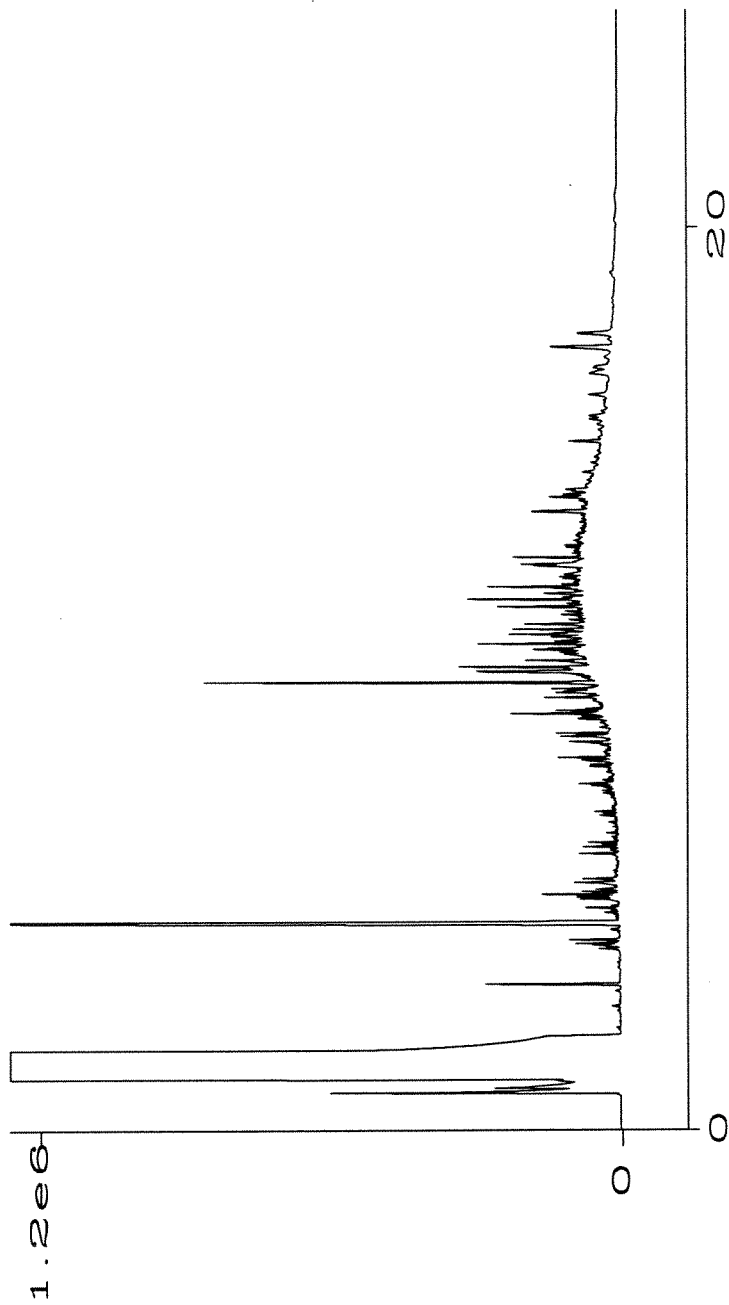
C:\... \225\_1\006F0301.D





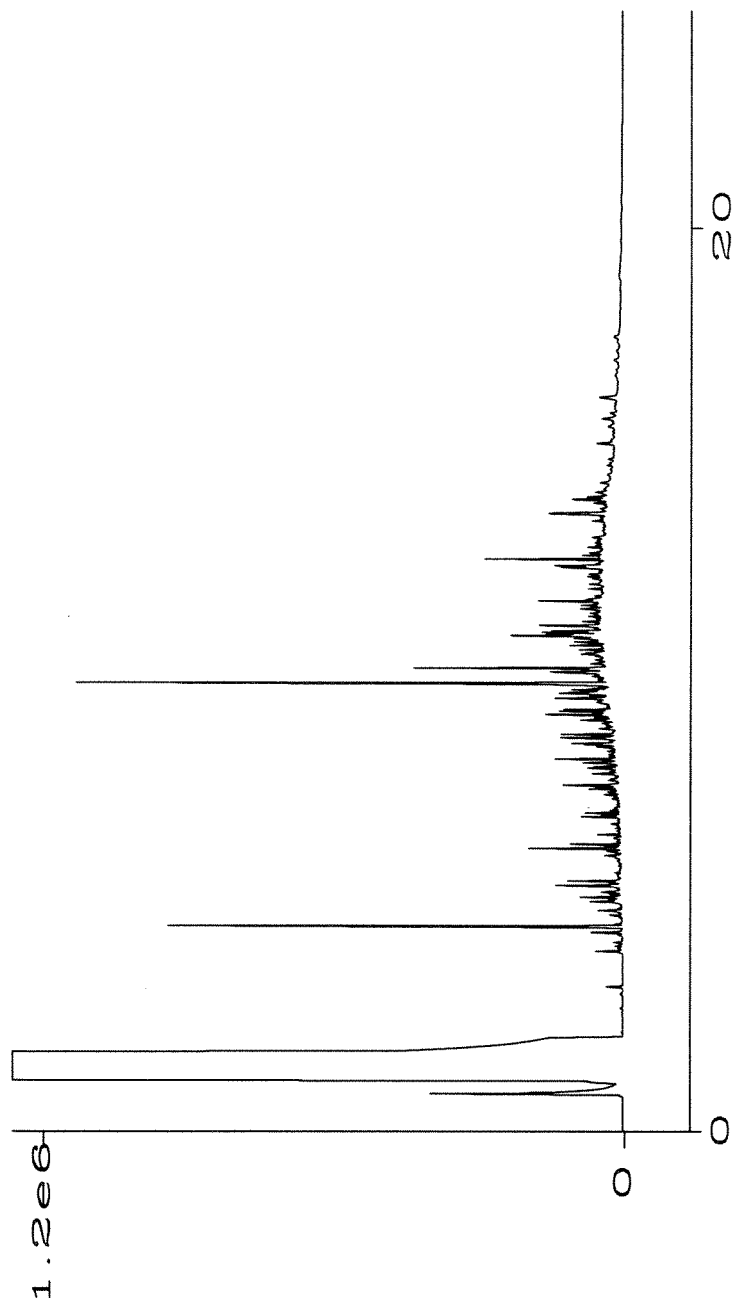
GC/FID chromatogram avst. Inebe Gullman 12

C:\...\225\_1\007F0301.D



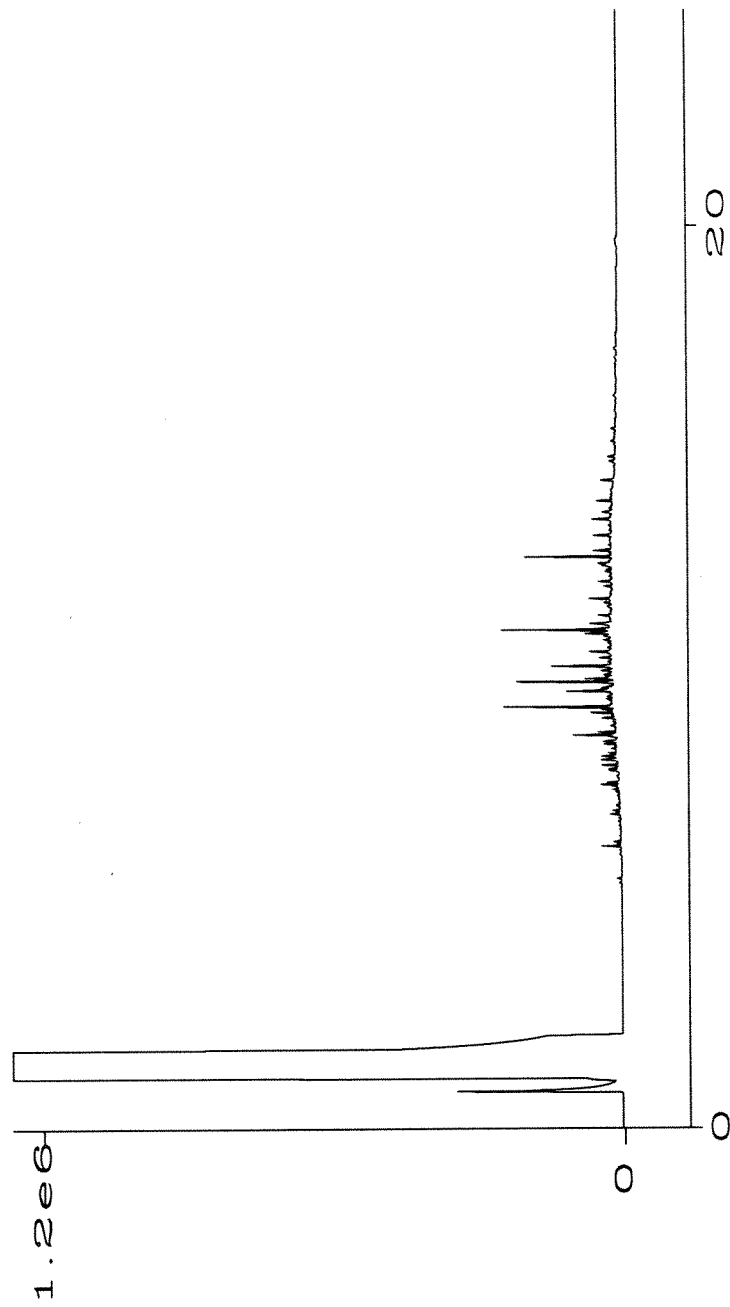
GC/FID kromatog.amm avst. Koster-fj. 1b

C:\...\225\_1\008F0301.D



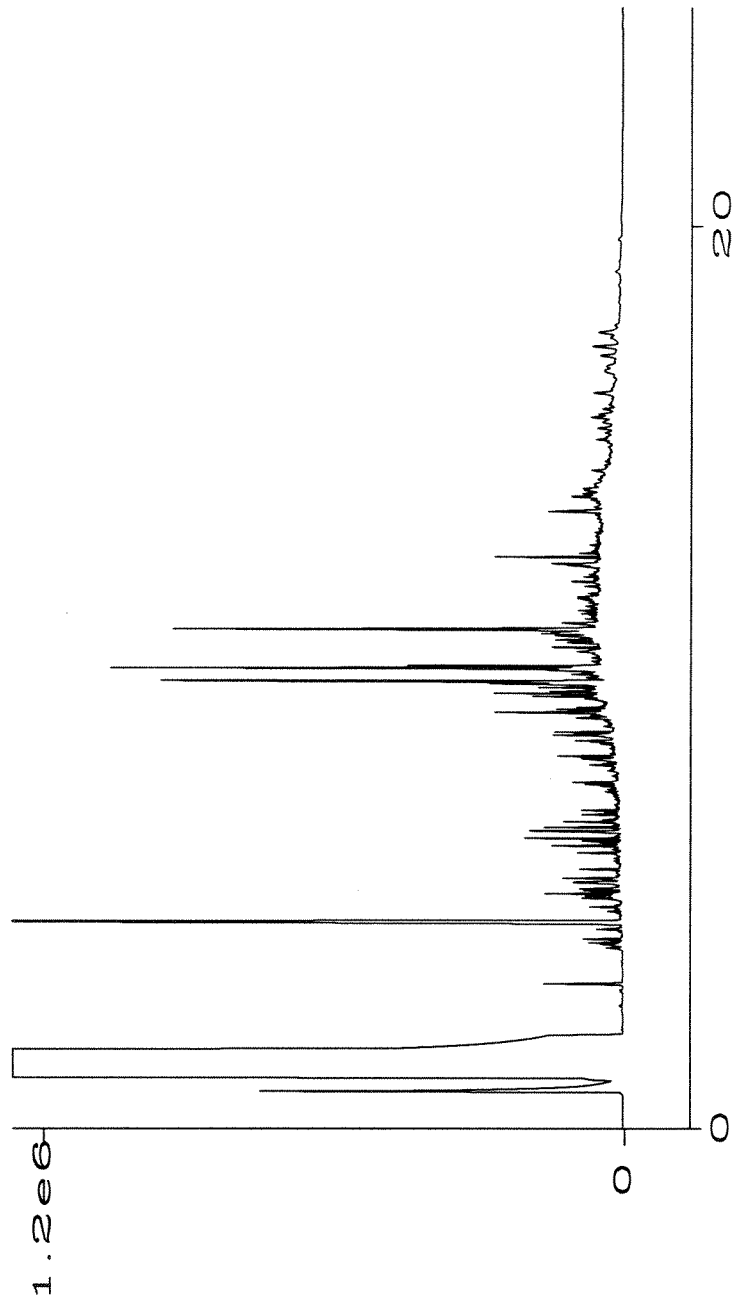
GC/FID chromatogram aust. Bijzitten 18

C:\... \225\_1\009F0301.D



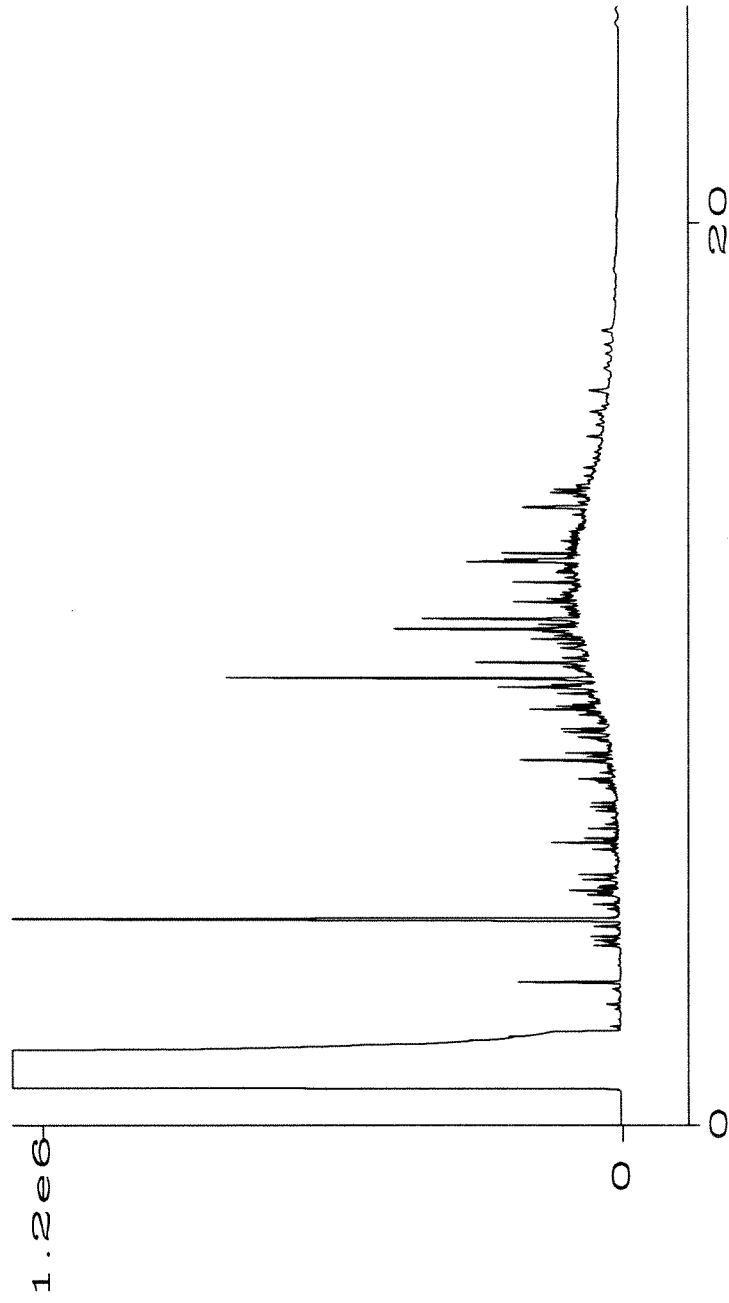
GC/FID chromatogram avst. Hausst. 19

C:\... \225\_1\010F0301.D



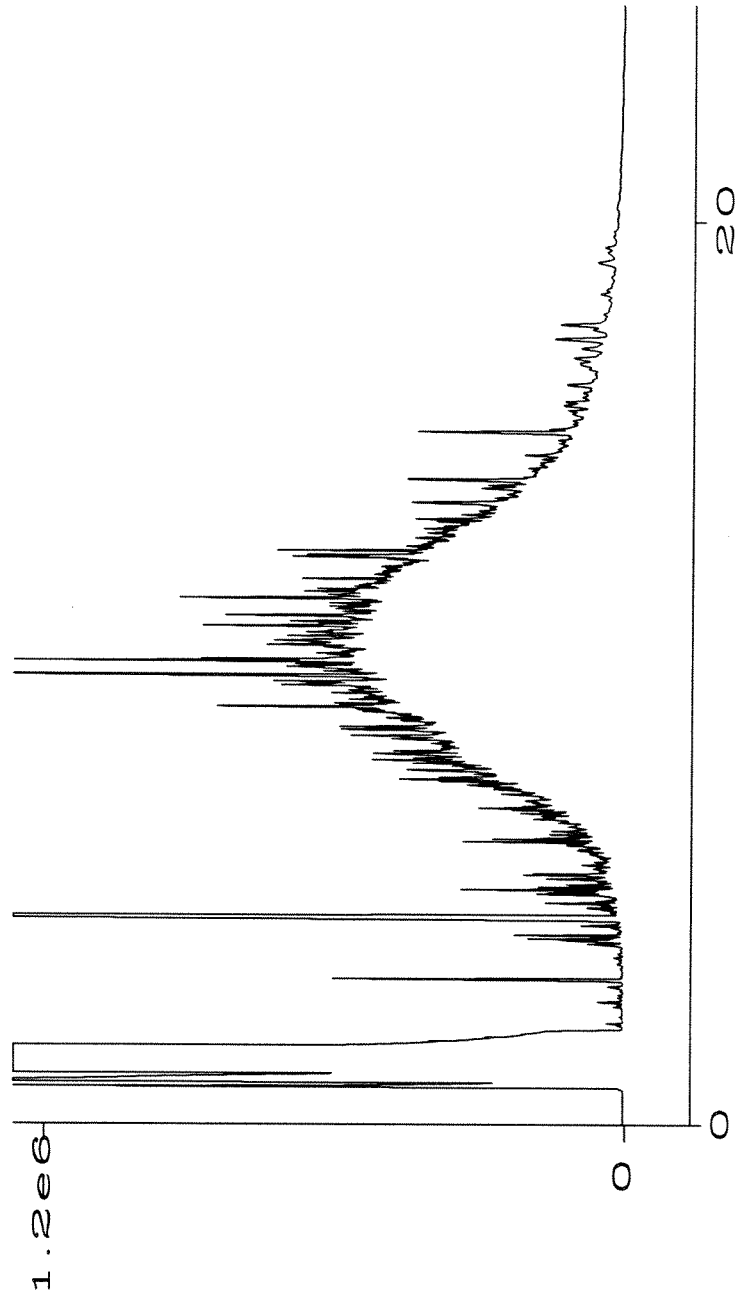
GC/FID chromatogram avse. Straustad 23

C:\... \225\_1\011F0301.D



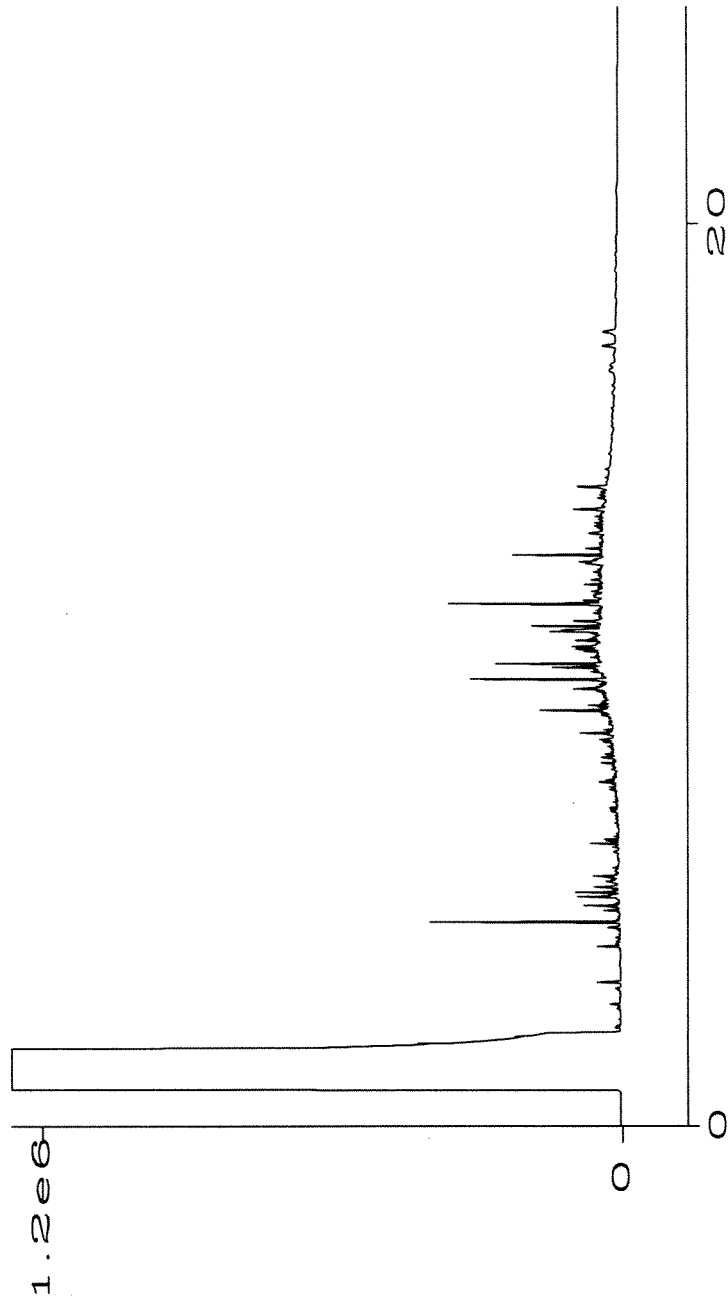
GC/FID chromatogram av.st.Gaw 1

C:\...\225\_1\014F0501.D



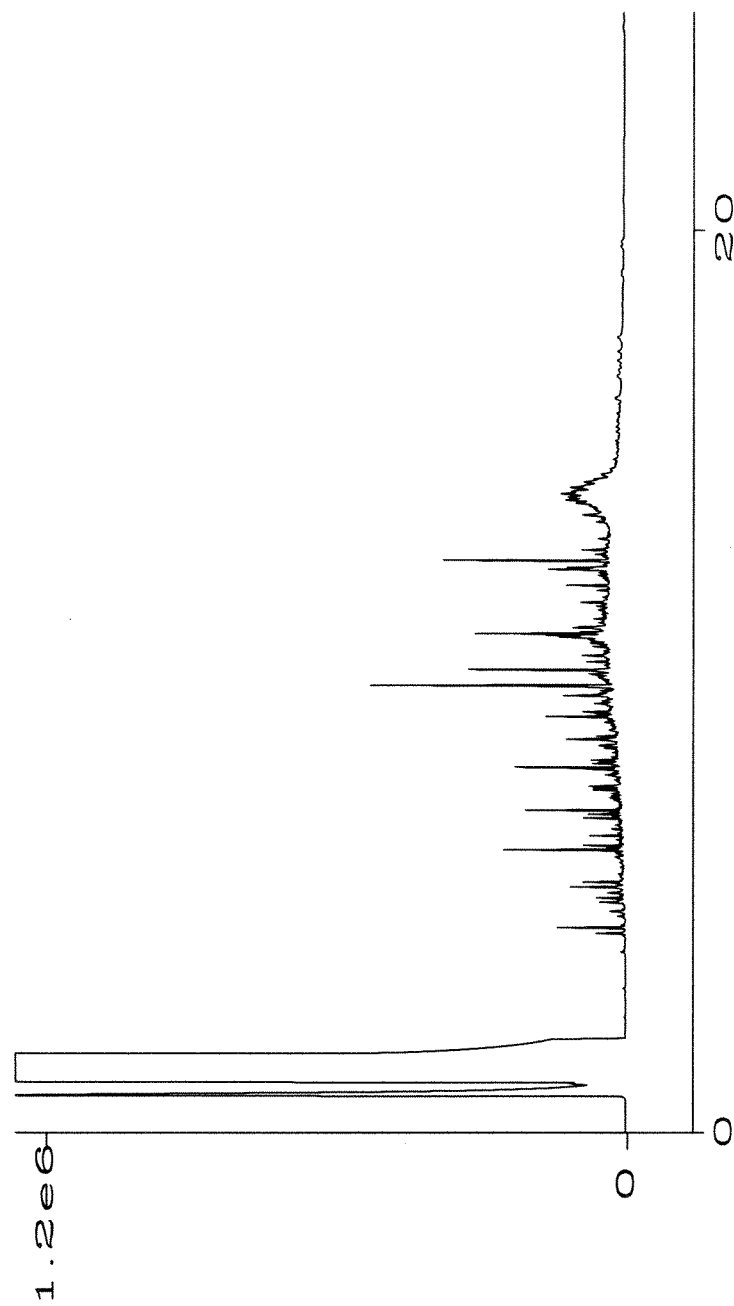
GC/FID chromatogram aust. Gas 2

C:\...\225\_1\015F0601.D



GC/FID kromatogramm aus Fjallbacka 24

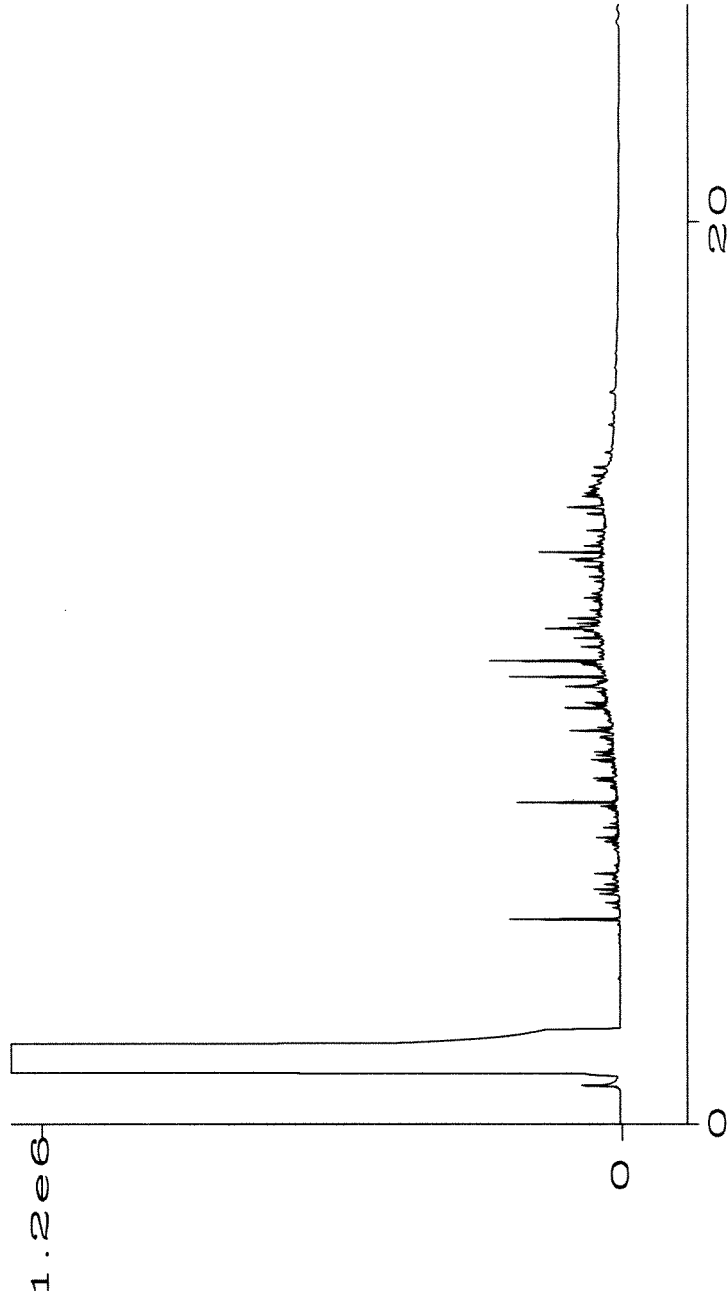
C:\... \225\_1\016F0601.D





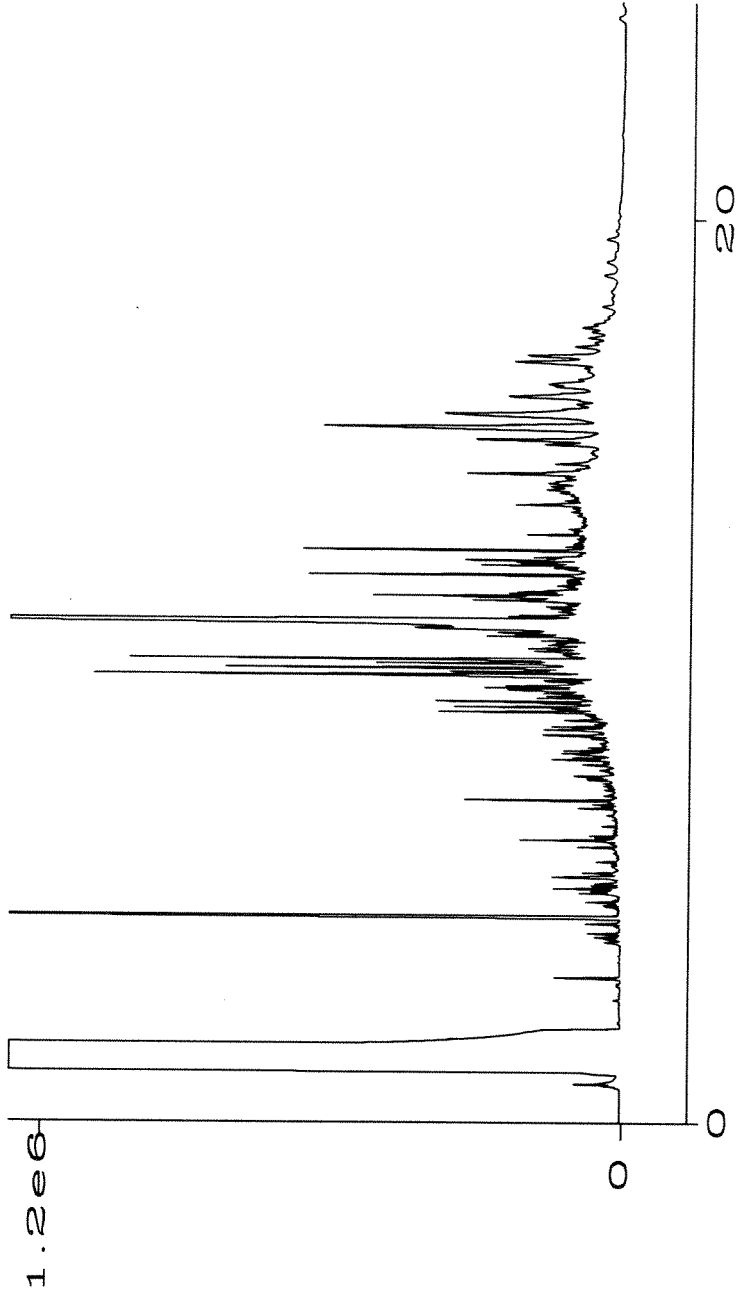
GC/FID kromatogram 20.8.11

C:\... \225\_1\017F0601.D



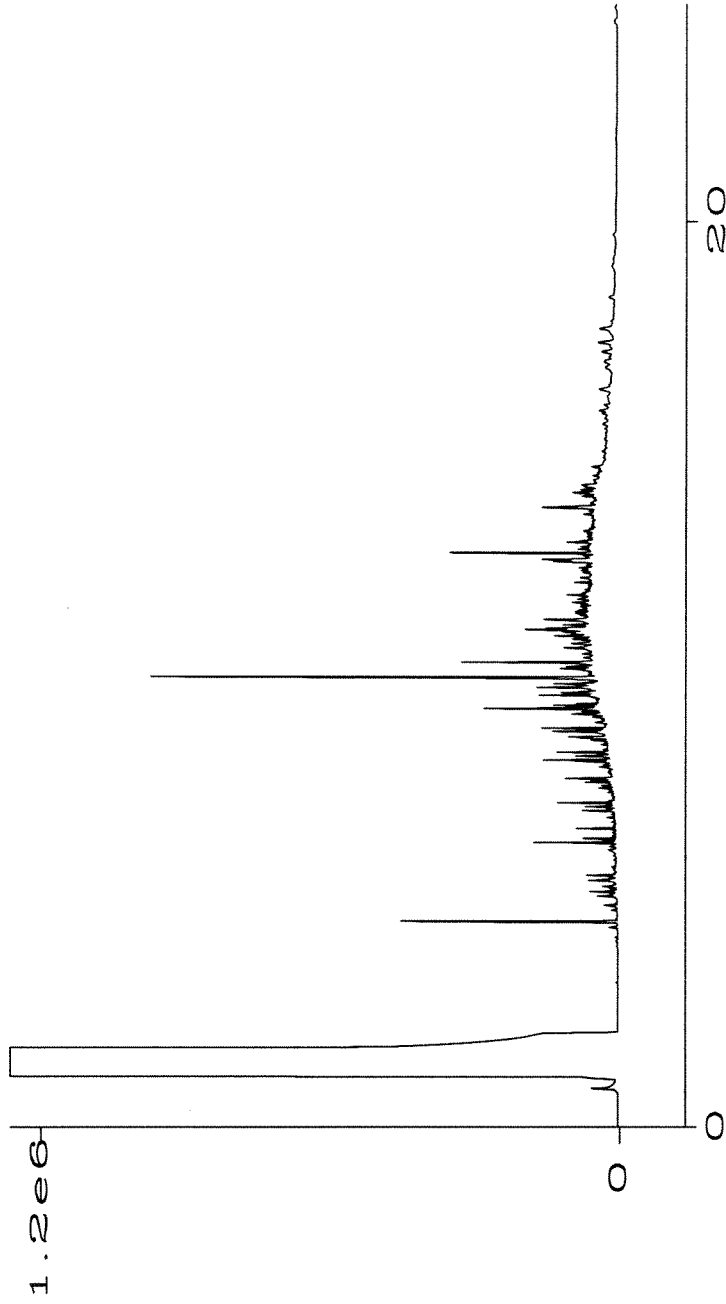
GC/FID chromatogramm zu S112

C:\... \225\_1\018F0601.D



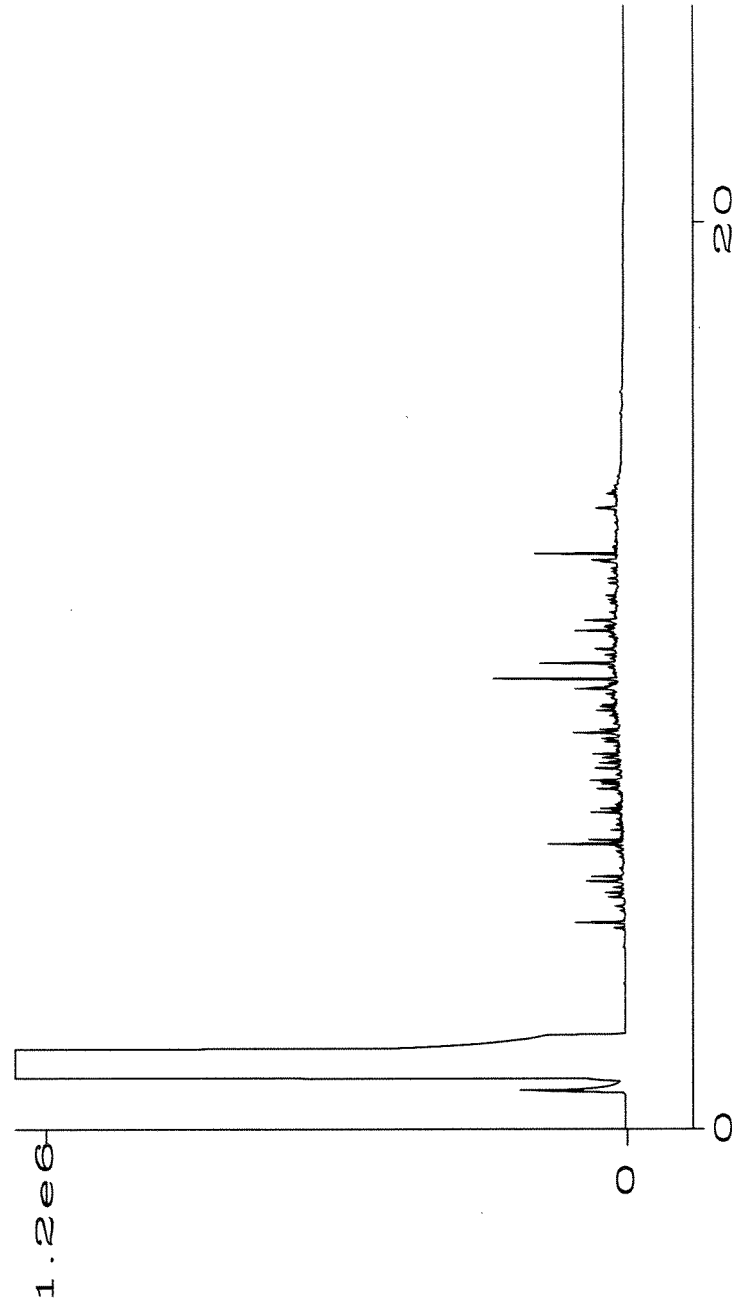
GC/FID chromatogram cu <sup>5</sup> S119

C:\...\225\_1\019F0601.D



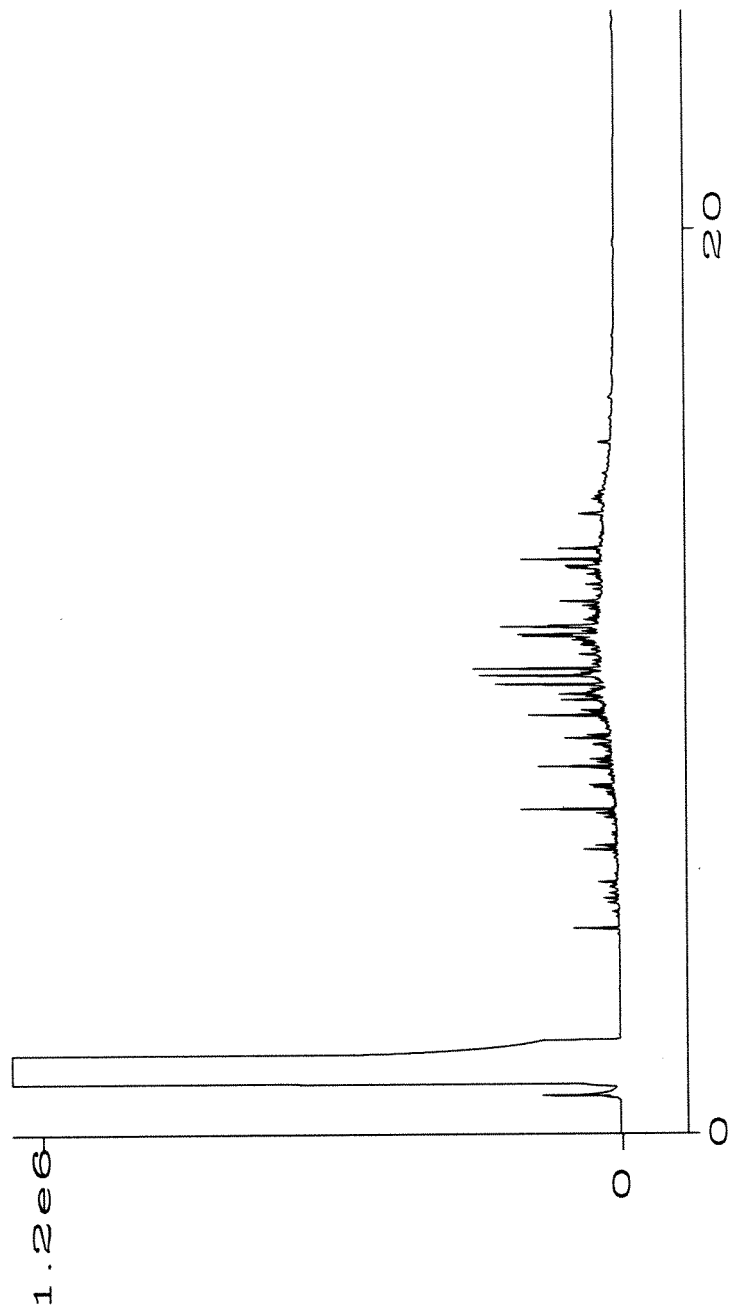
GIC/FID chromatogram av <sup>st</sup> S 129

C:\... \225\_1\020F0601.D



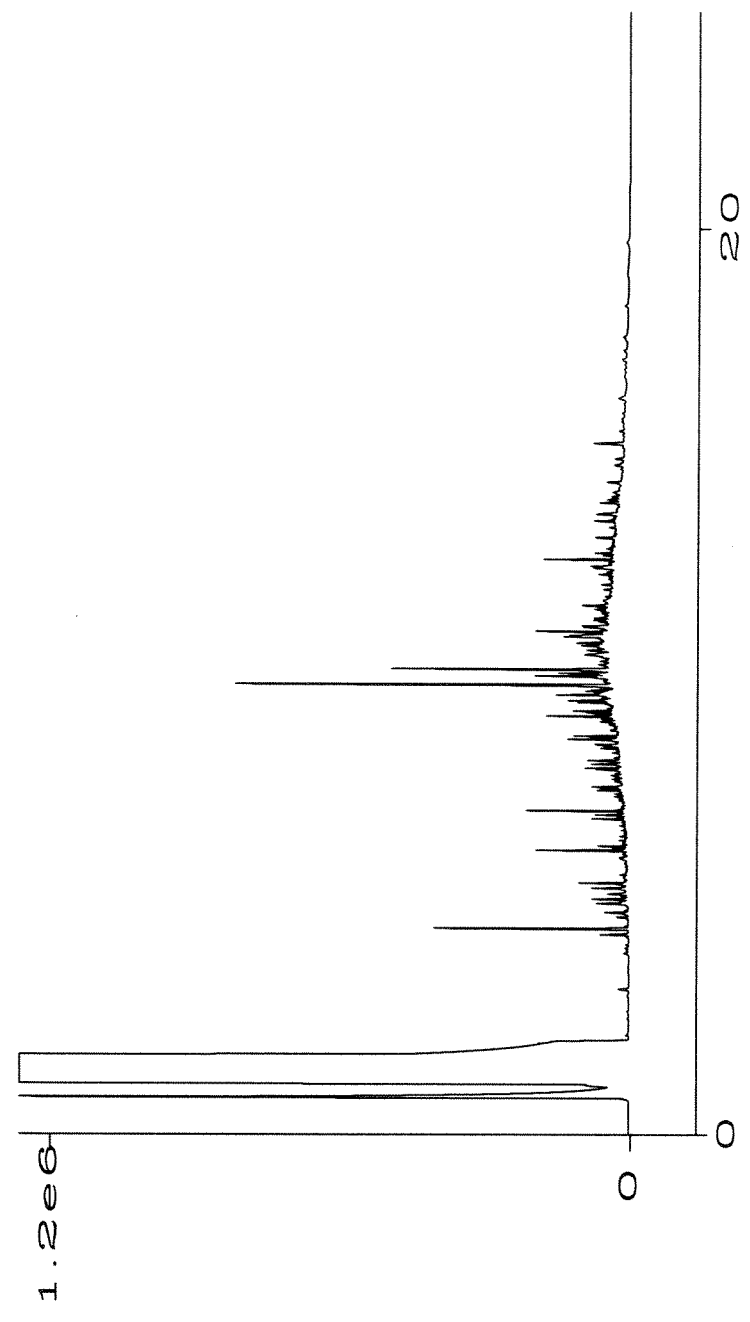
GIC / FID chromatogram av <sup>9</sup>V S138

C:\...\225\_1\021F0601.D



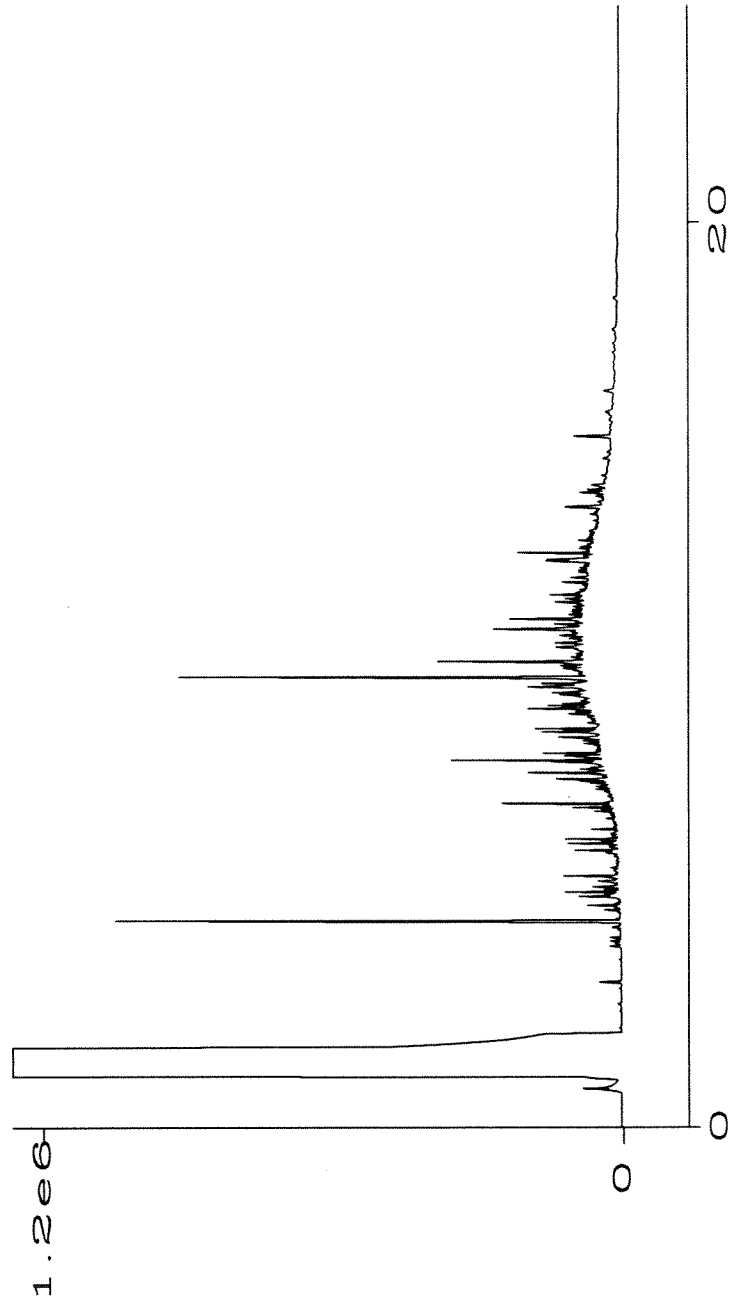
GC/FID chromatogram au  $\Delta$  S189

C:\... \225\_1 \022F0601.D



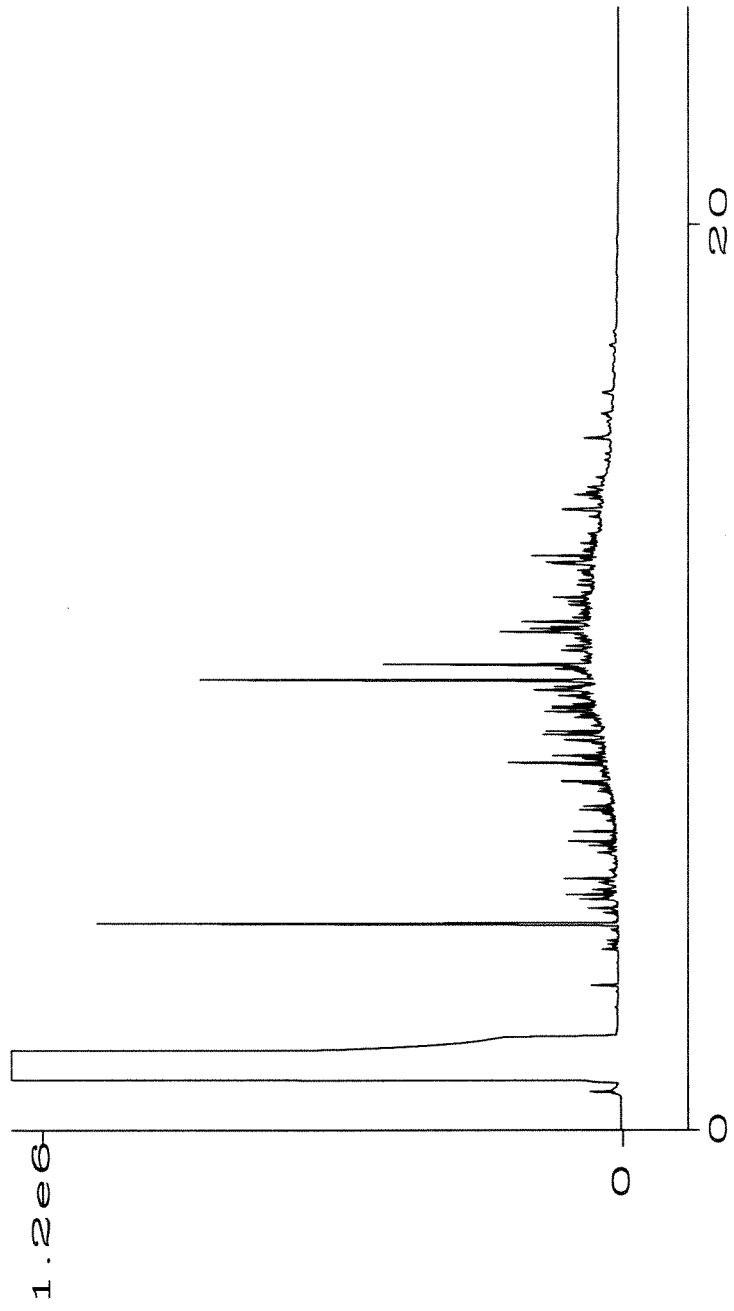
GC/FID chromatogram av S140<sup>st</sup>

C:\...\225\_1\023F0601.D



GC/FID chromatogram of S141

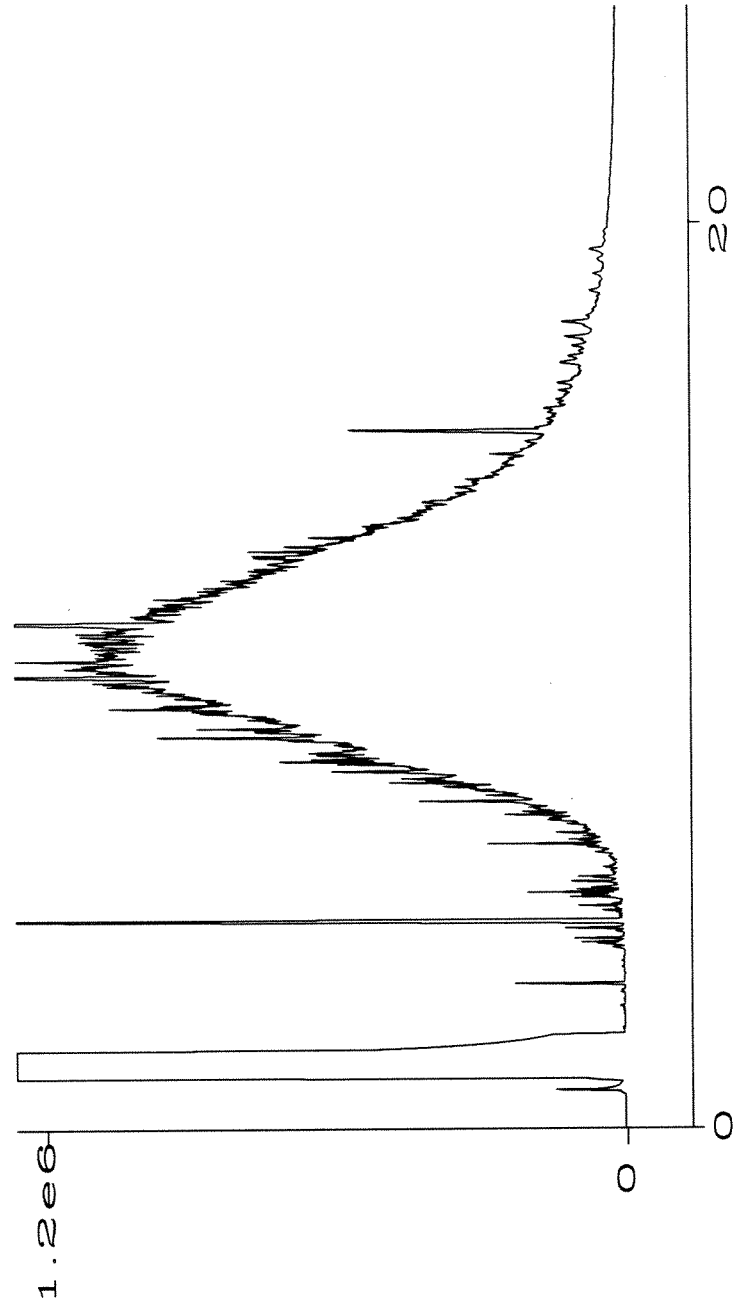
C:\... \225\_1\028F0801.D





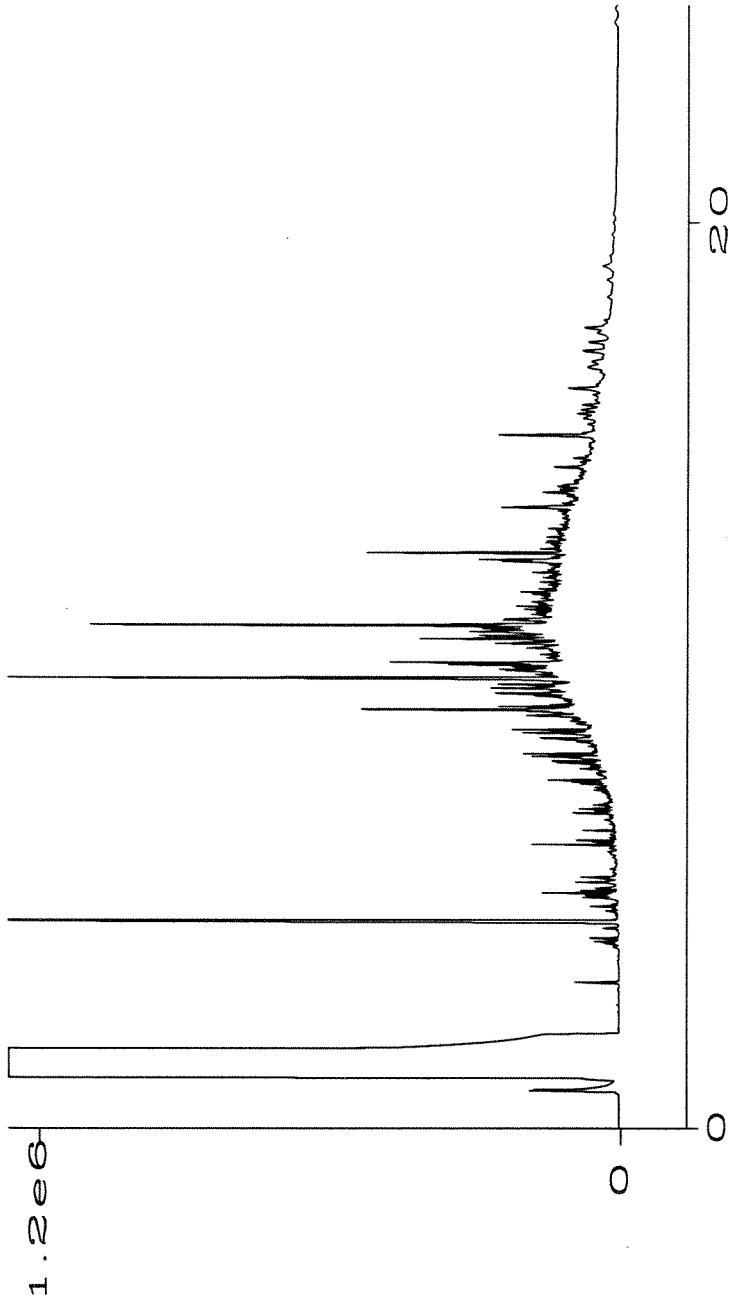
GC FID kronkologjammu cu<sup>2+</sup> 5150

C:\... \225\_1\029F0801.D



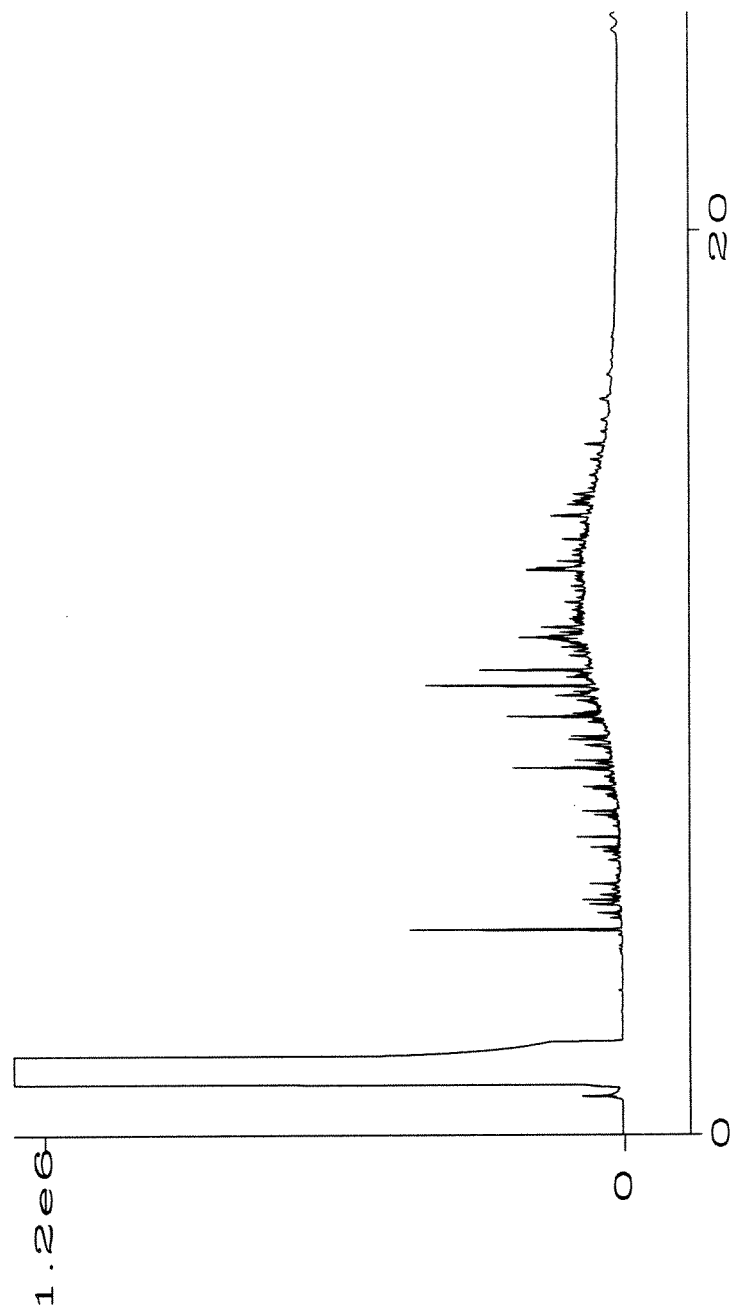
GC/FID chromatogramm des 305

C:\...\225\_1\030F0801.D



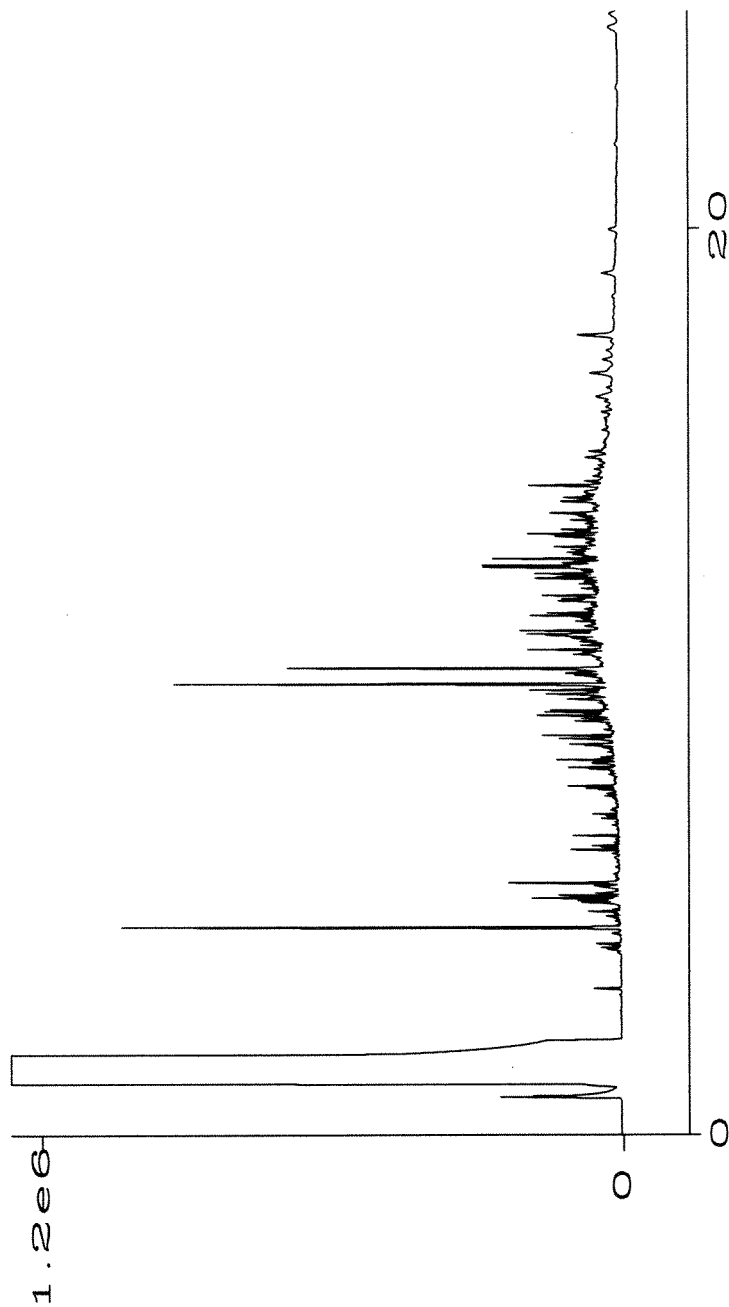
C:\... \225\_1\031F0801.D

GC/FID kromatogram <sup>8</sup> 31000-1



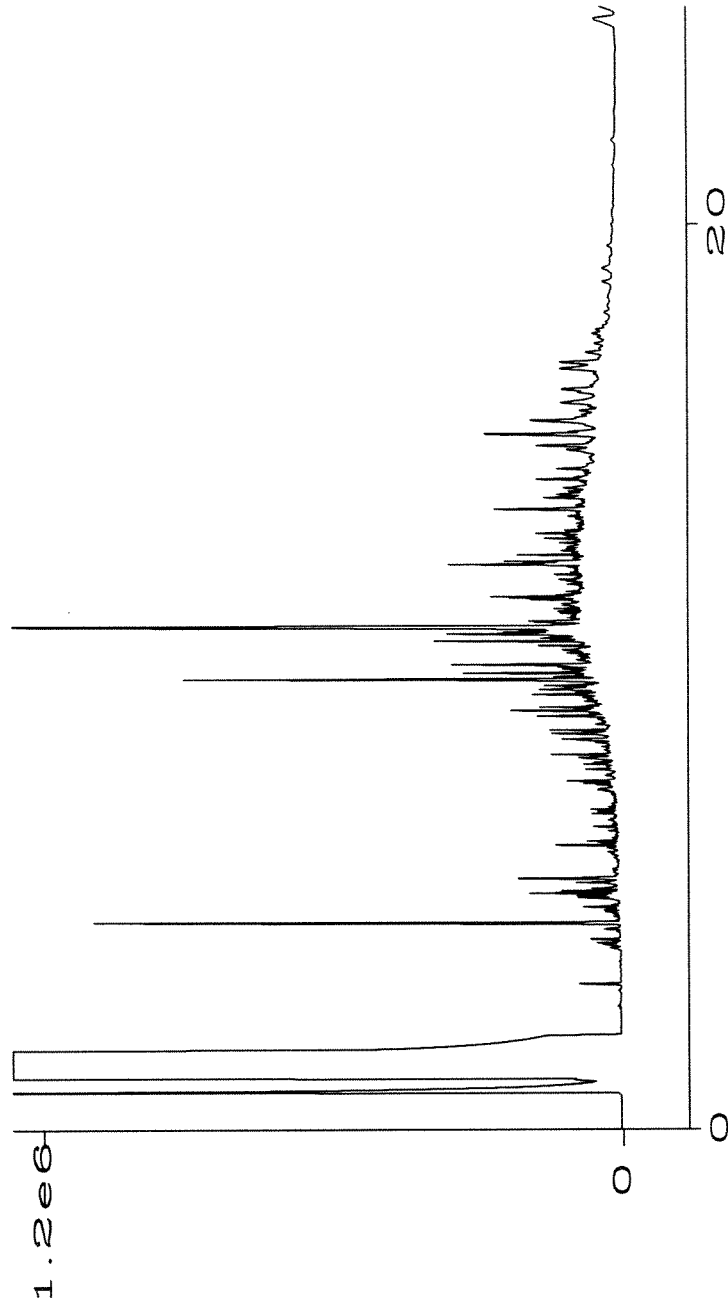
GC/FID chromatogram (310(d)psn)

C:\... \225\_1\032F0801.D



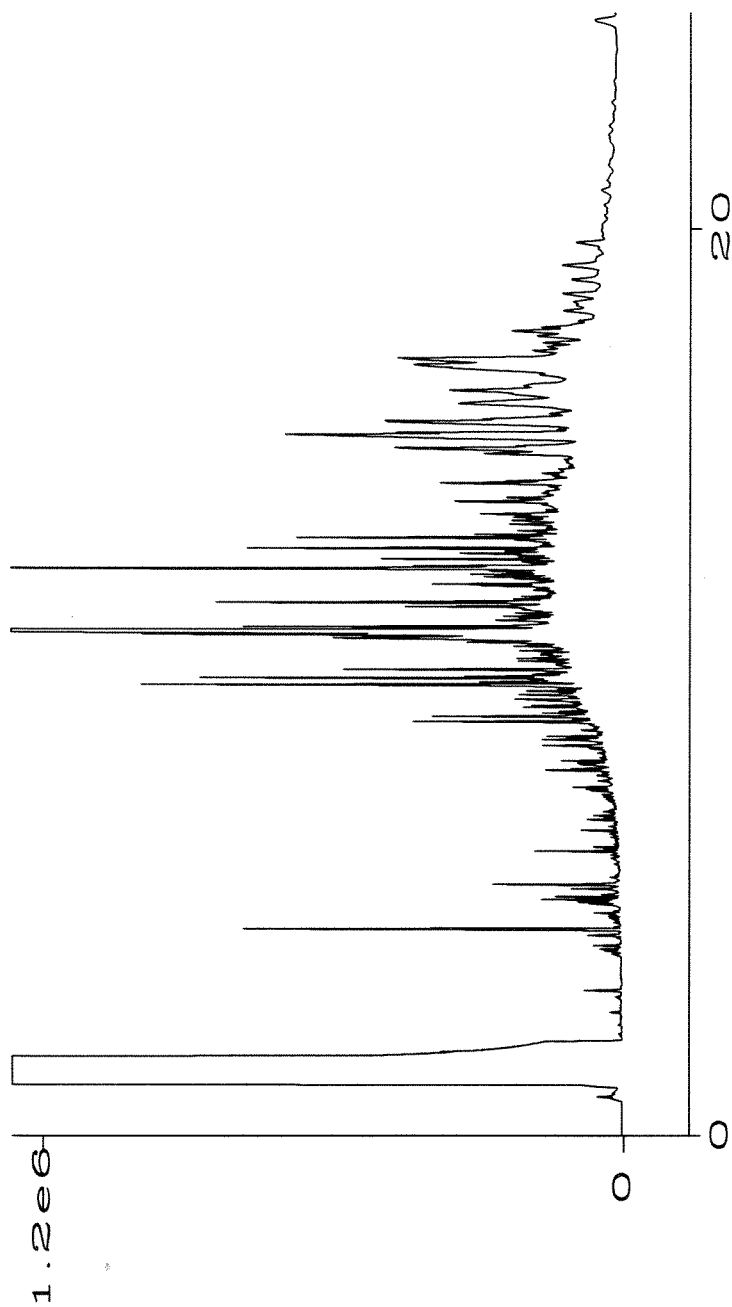
Gc/FID chromatogramm au <sup>St</sup> 316

C:\...\225\_1\033F0801.D



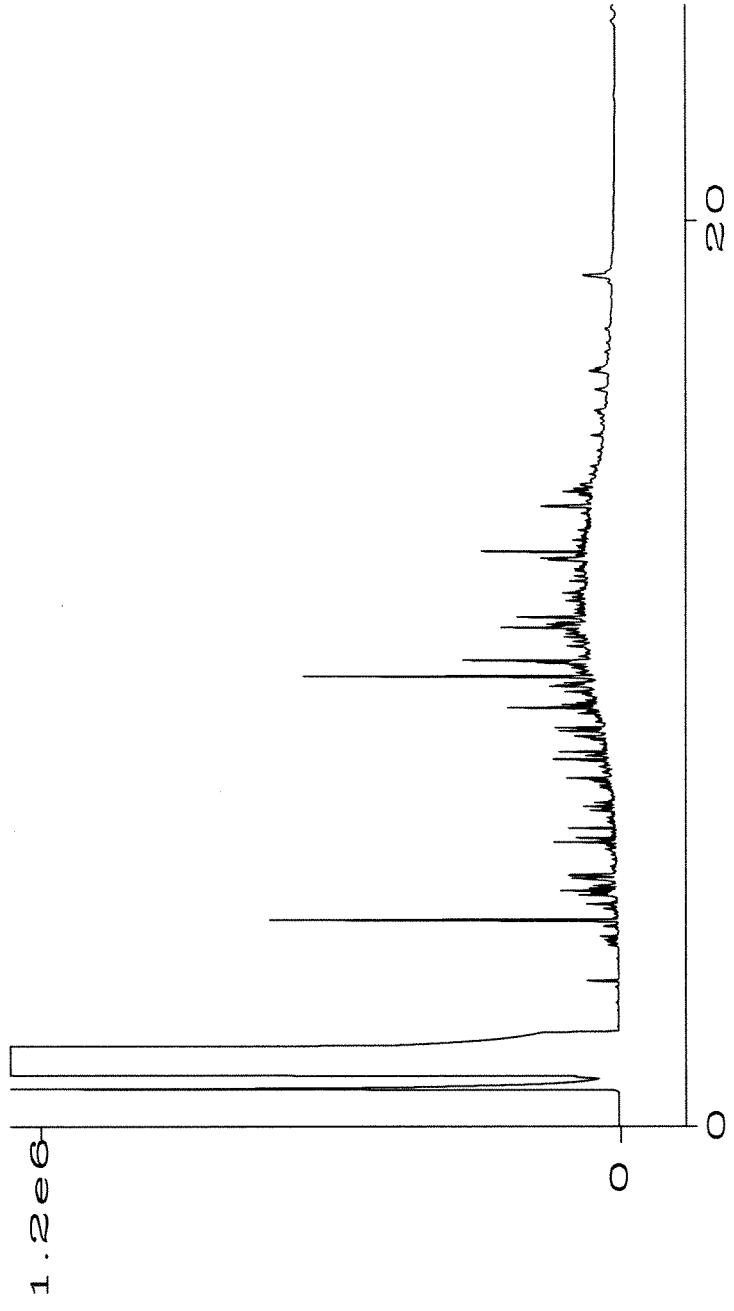
GC/FID chromatogram 034F0801.D

C:\... \225\_1\034F0801.D



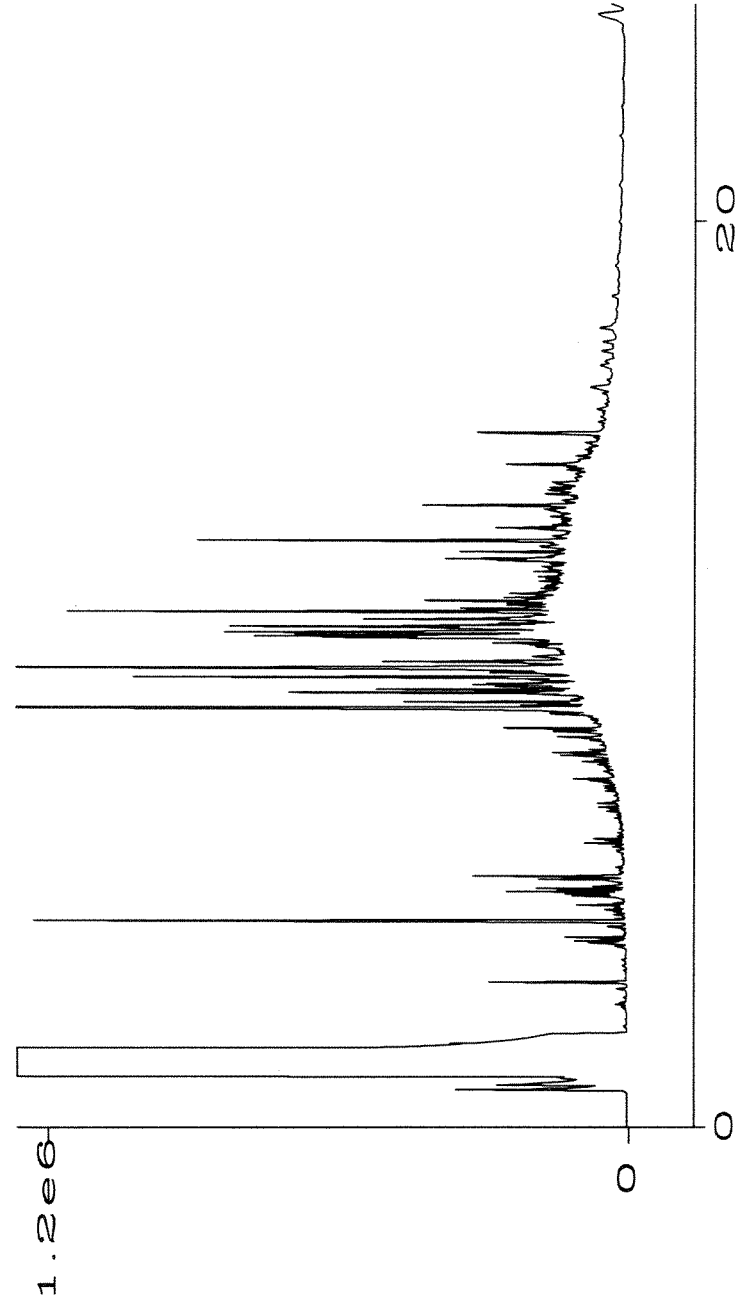
GC/FID chromatogram of 322

C:\...\225\_1\035F0801.D



GC/FID chromatogram de <sup>83</sup>V 324

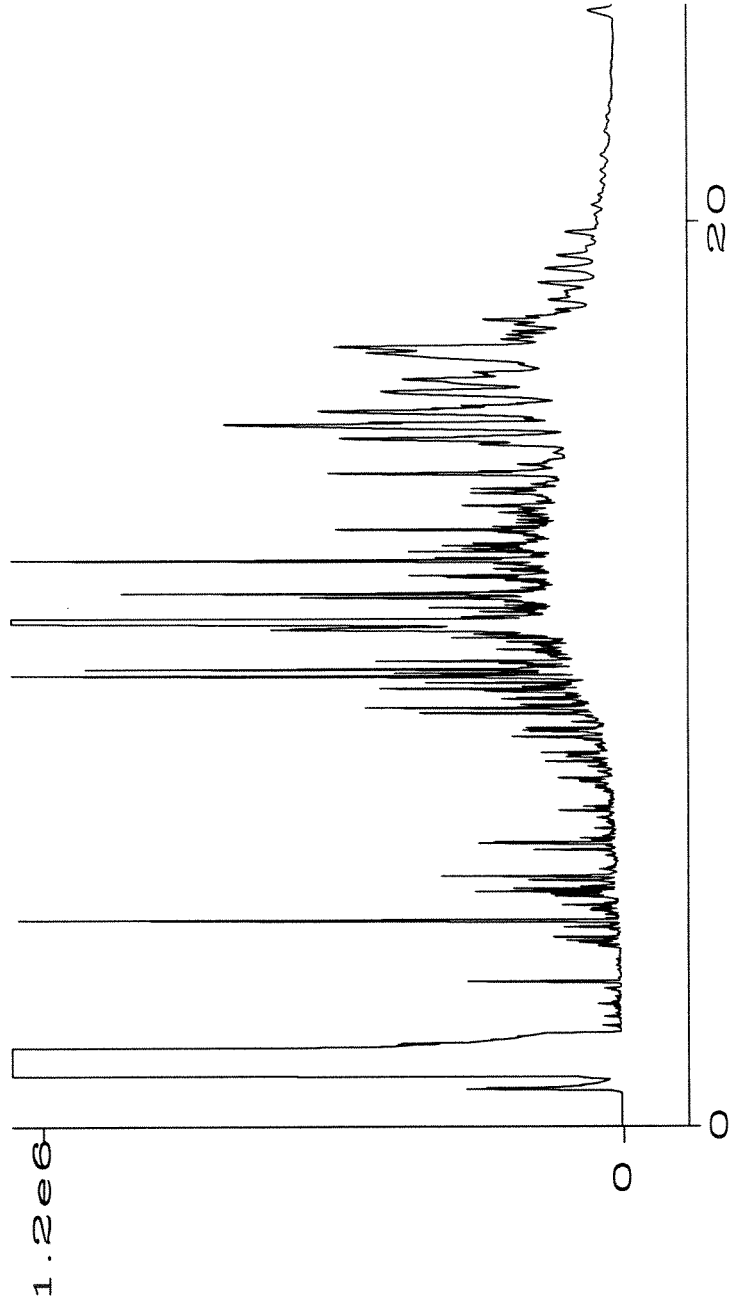
C:\...\225\_1\036F0901.D





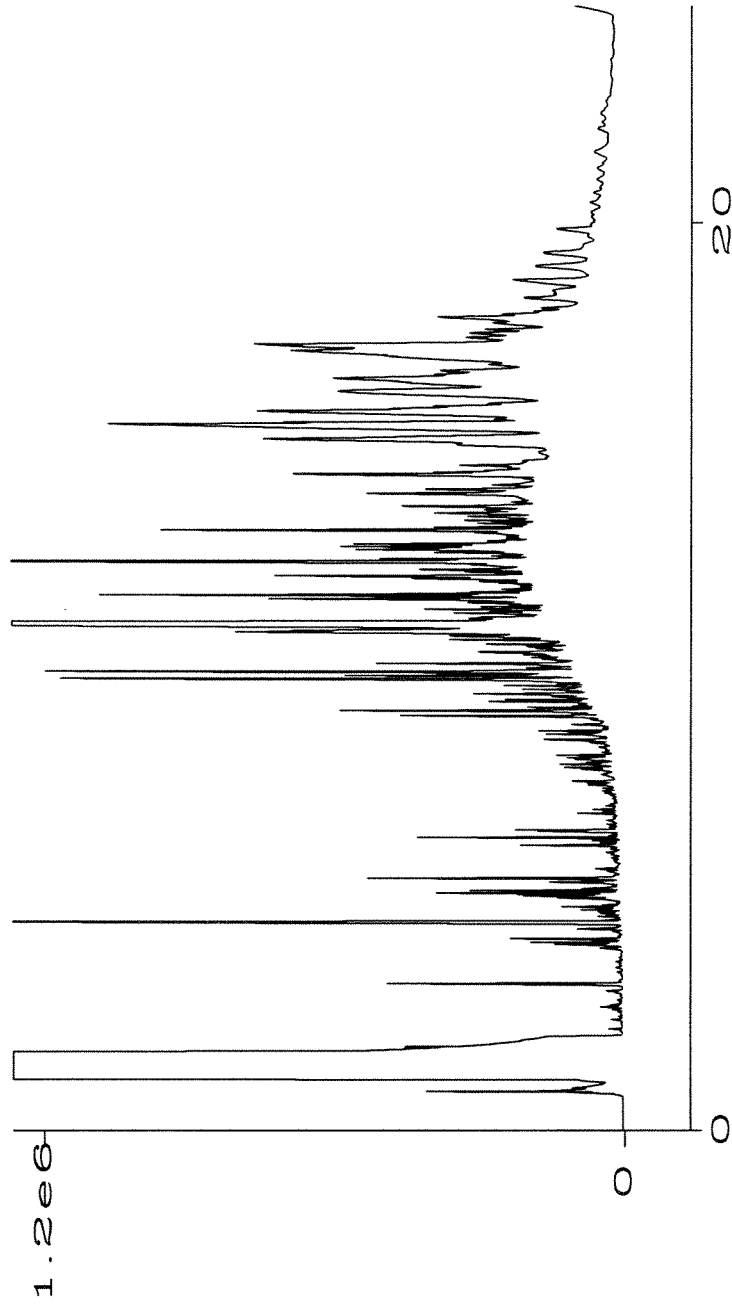
GC/FID chromatogramm <sup>9</sup> 11

C:\...\225\_1\039F1201.D



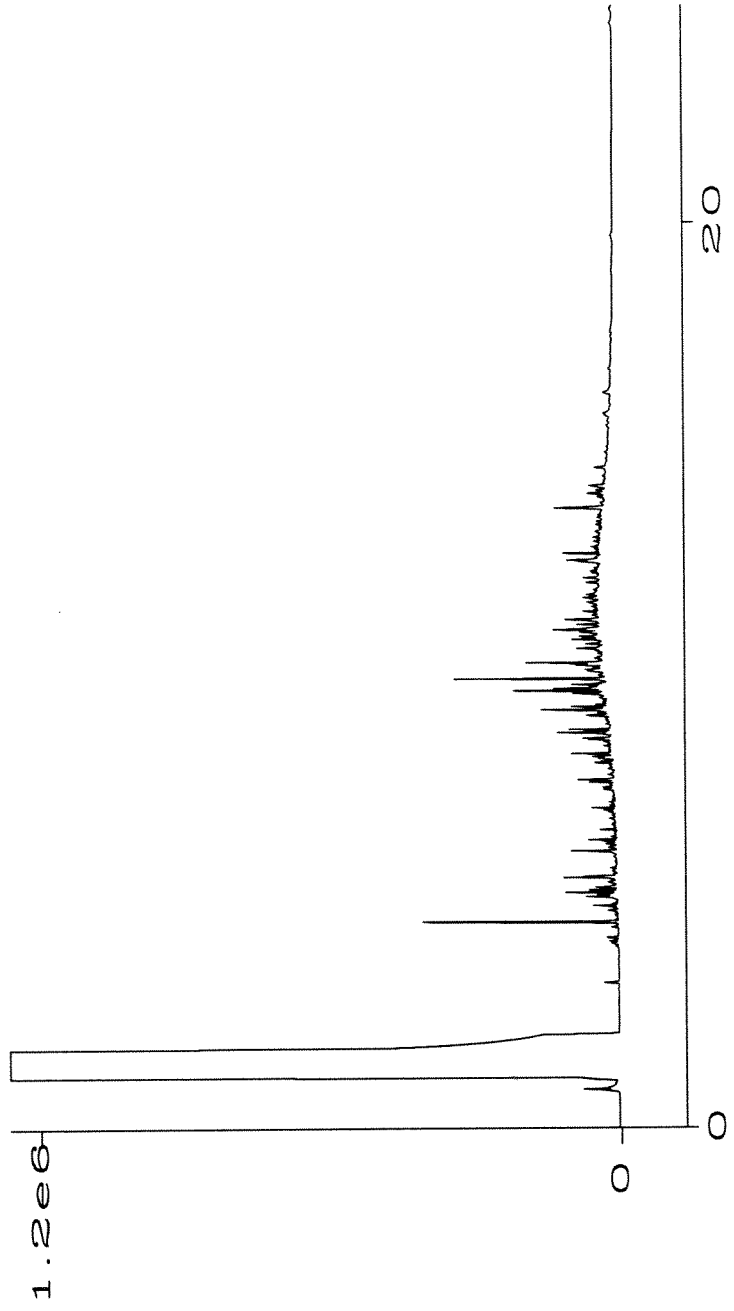
GC/FID chromatogram <sup>3</sup> 2/17/03

C:\... \225\_1\040F1201.D



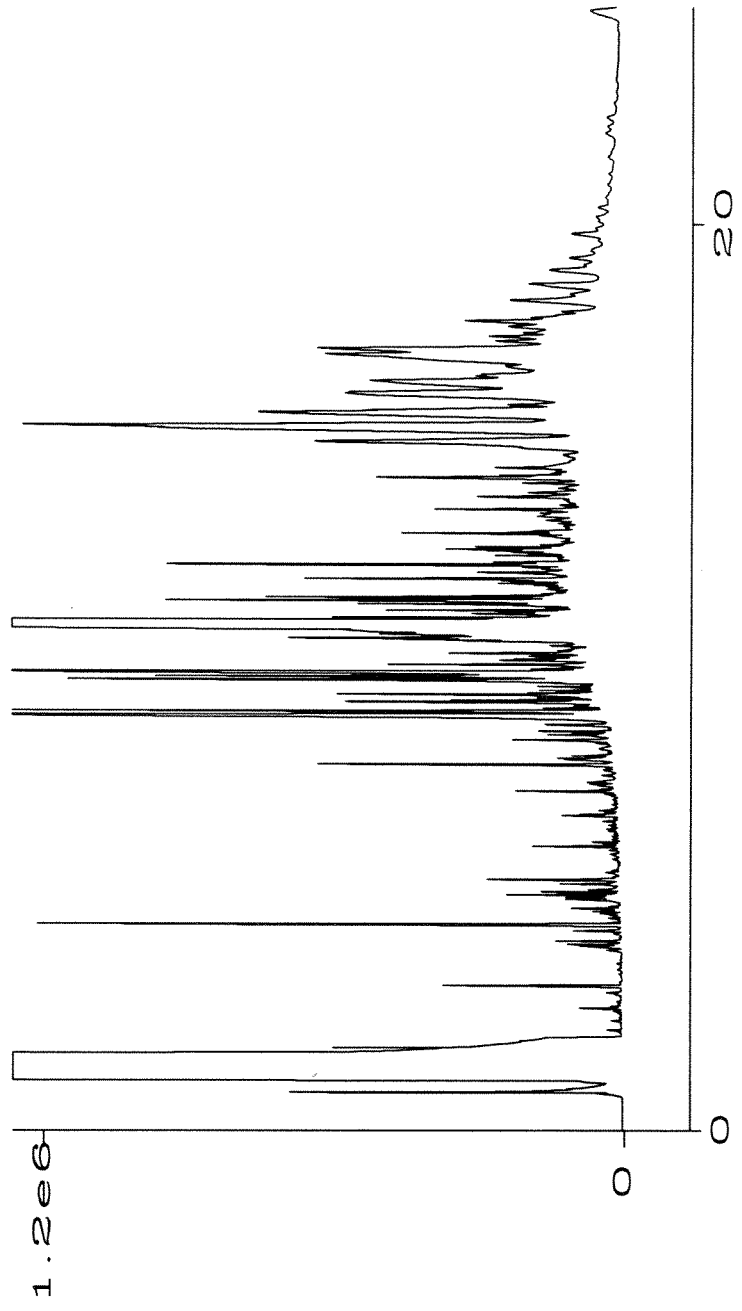
GC (FID) kromatogramnya <sup>44</sup> 20/11/2013

C:\... \225\_1\042F1201.D



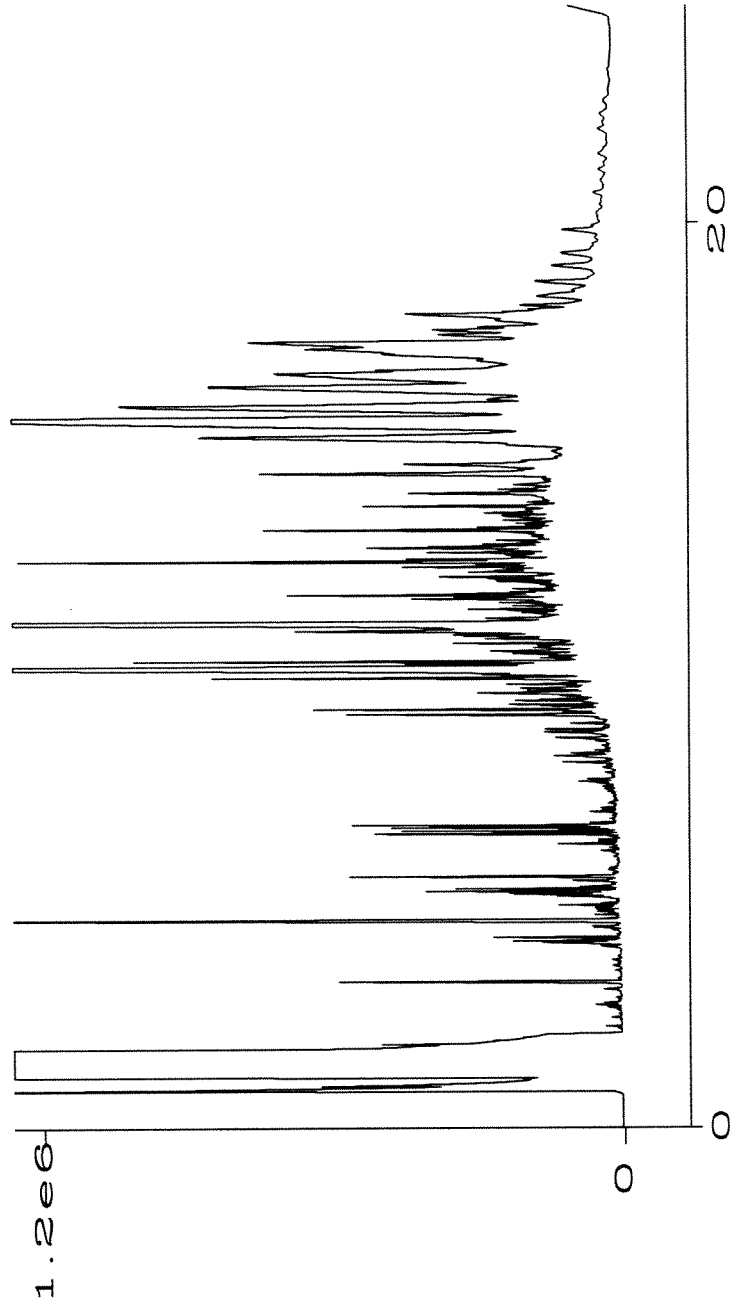
GC FID <sup>ST</sup> kromatogram du C2

C:\...\225\_1\043F1201.D



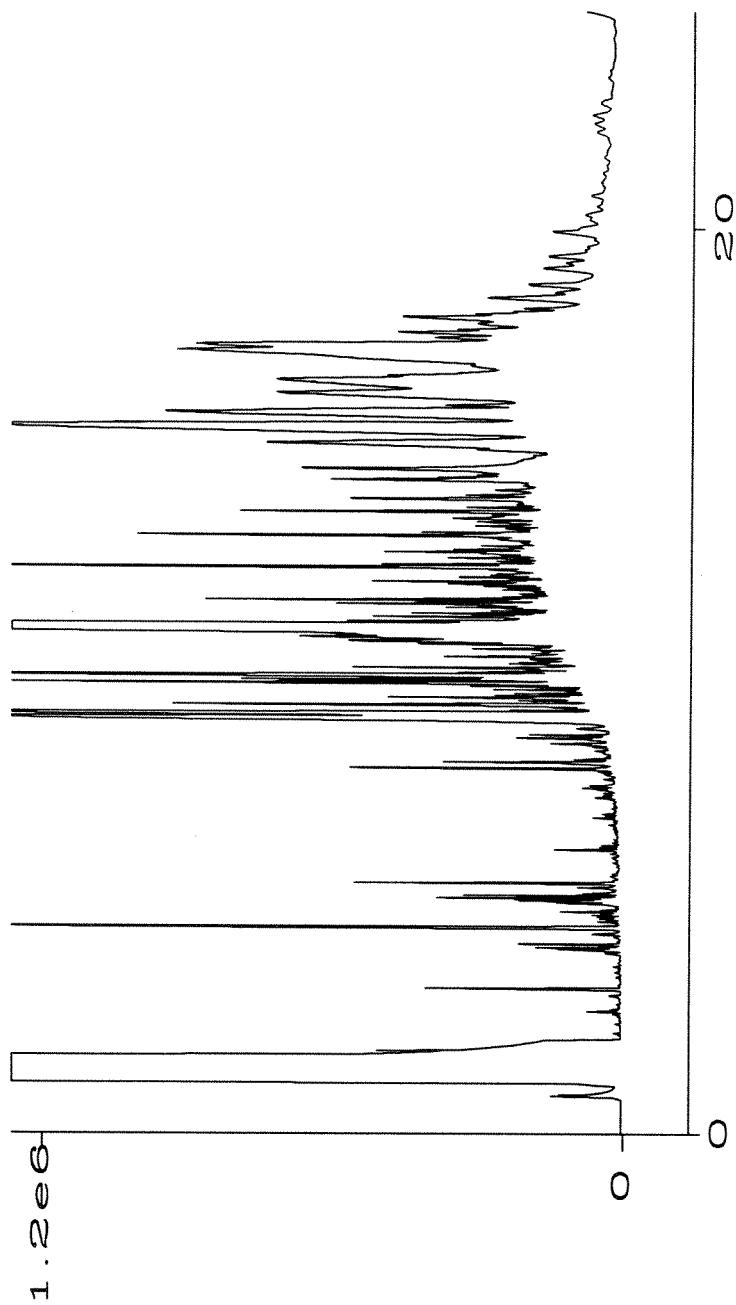
GC/FID kromatogram av <sup>15</sup>C4

C:\...\225\_1\044F1201.D



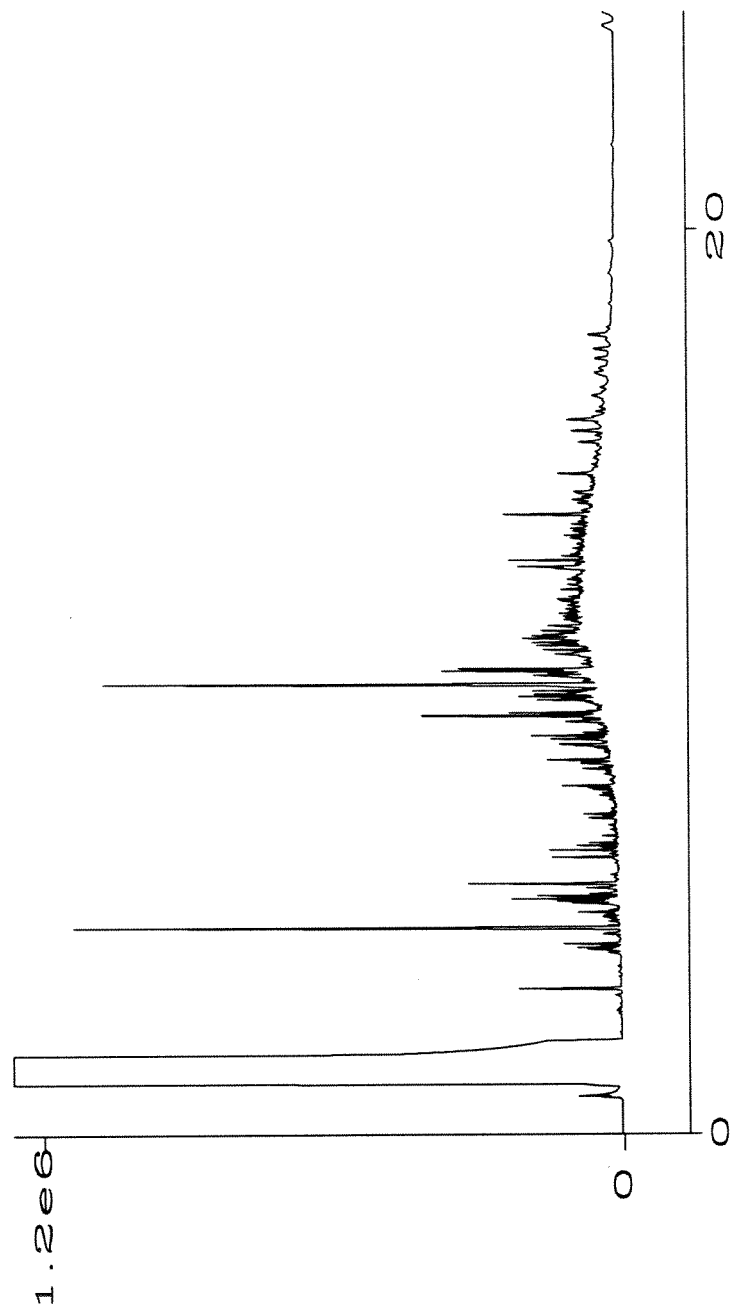
GC/FID chromatogram dust, D1

C:\... \225\_1 \045F1201.D



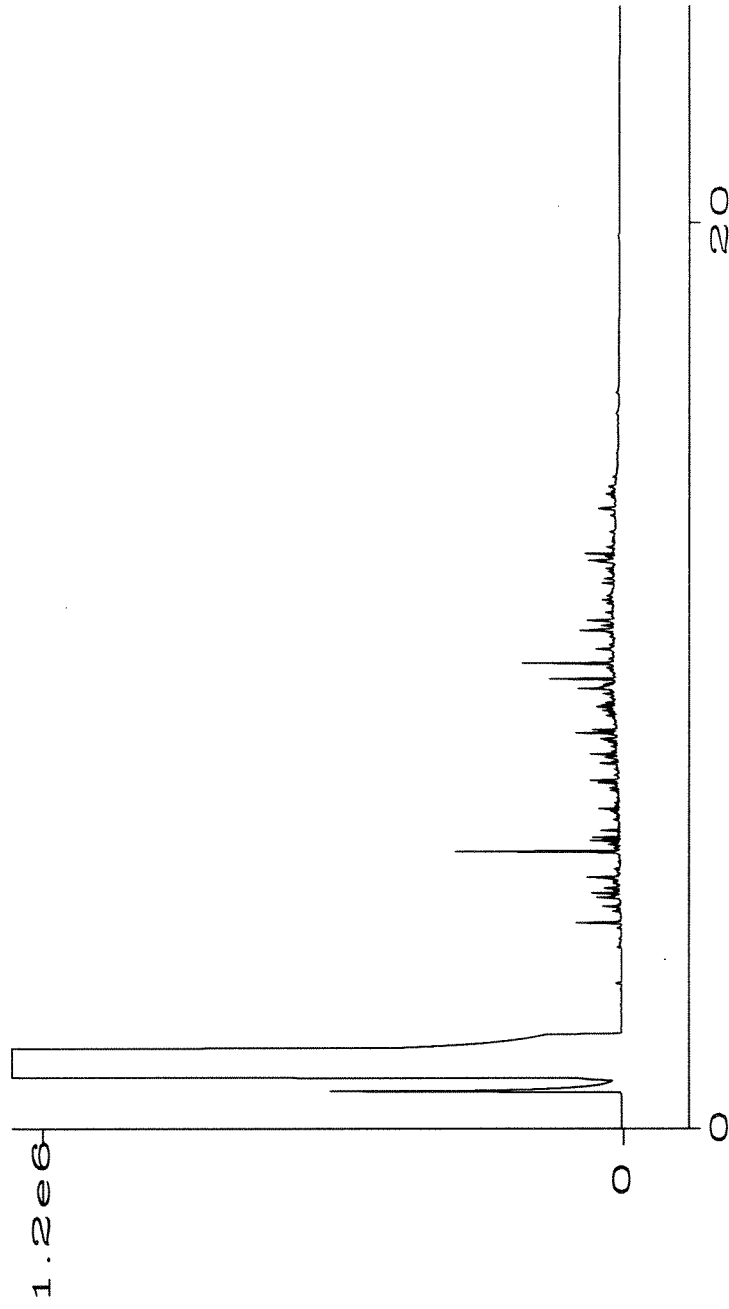
GC FID chromatogram of Et

C:\...\225\_1\047F1201.D



GIC/FID chromatogram au st. E3

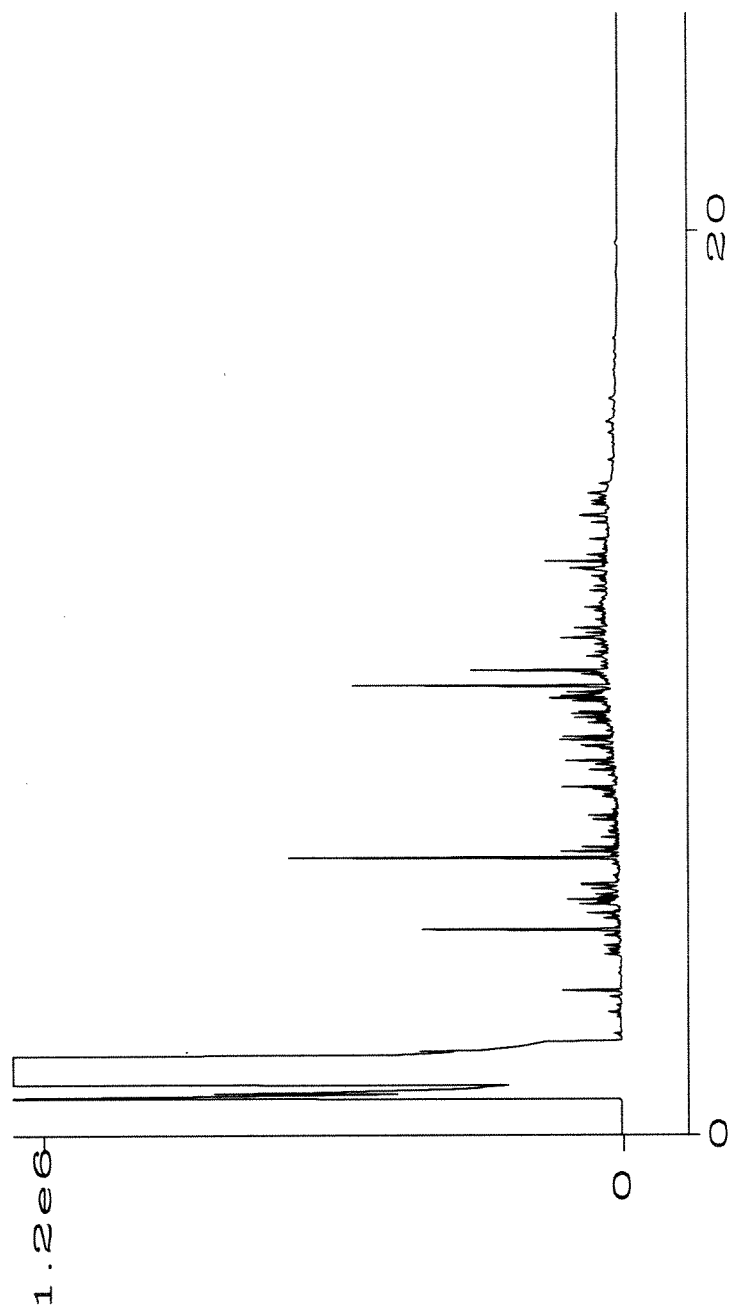
C:\...\225\_1\049F1201.D





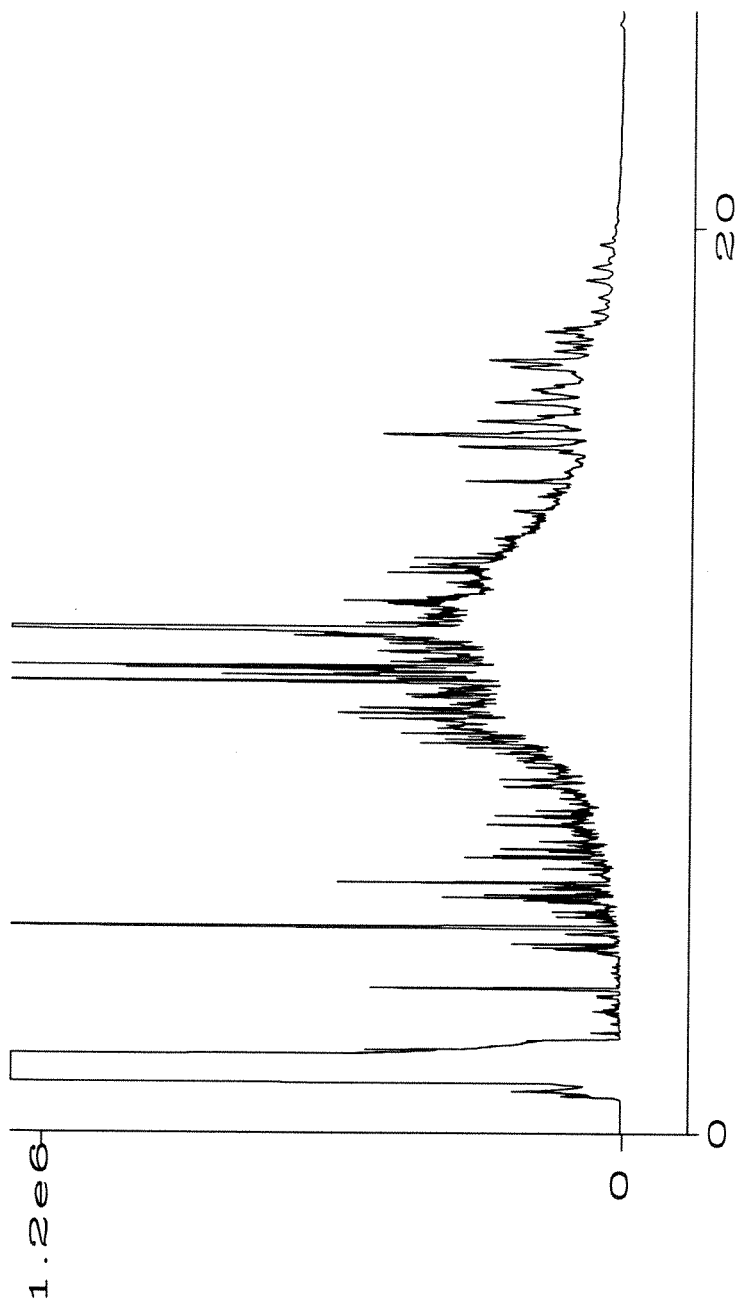
GC/FID chromatogram av st. t2

C:\...\225\_1\048F1201.D



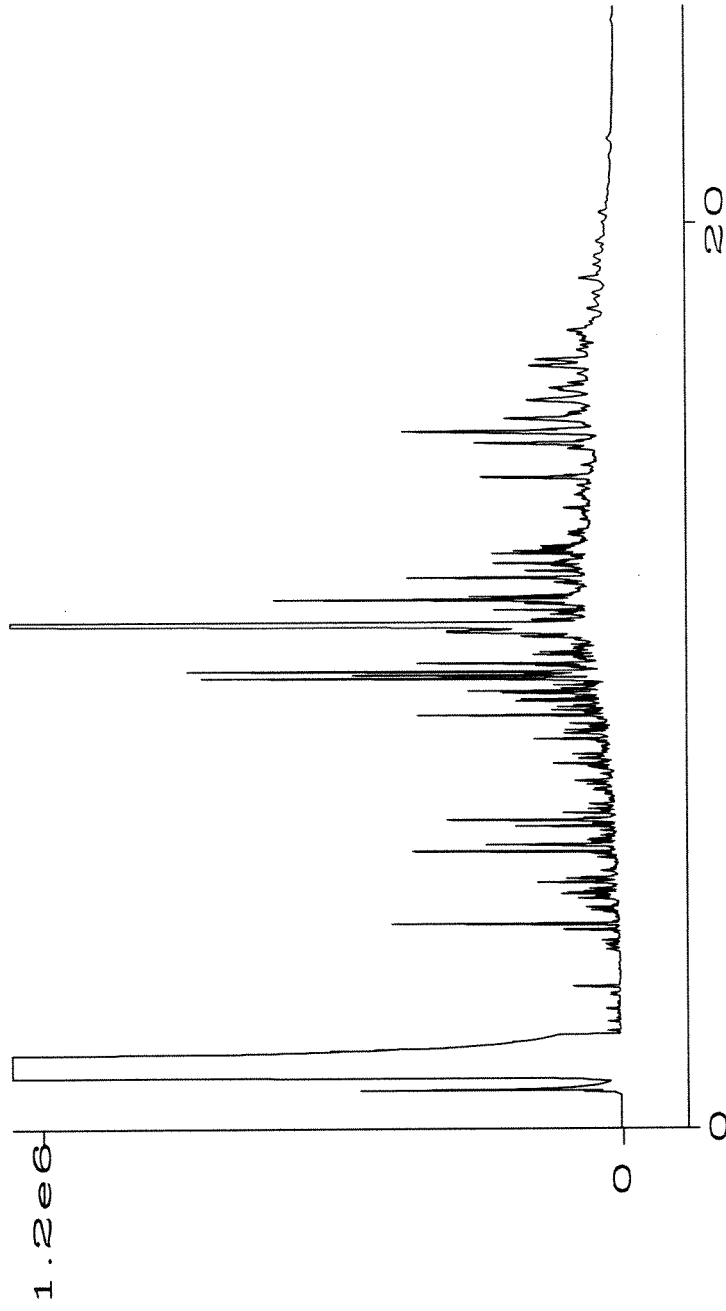
GC/FID chromatogram dust. F2

C:\...\225\_1\050F1201.D



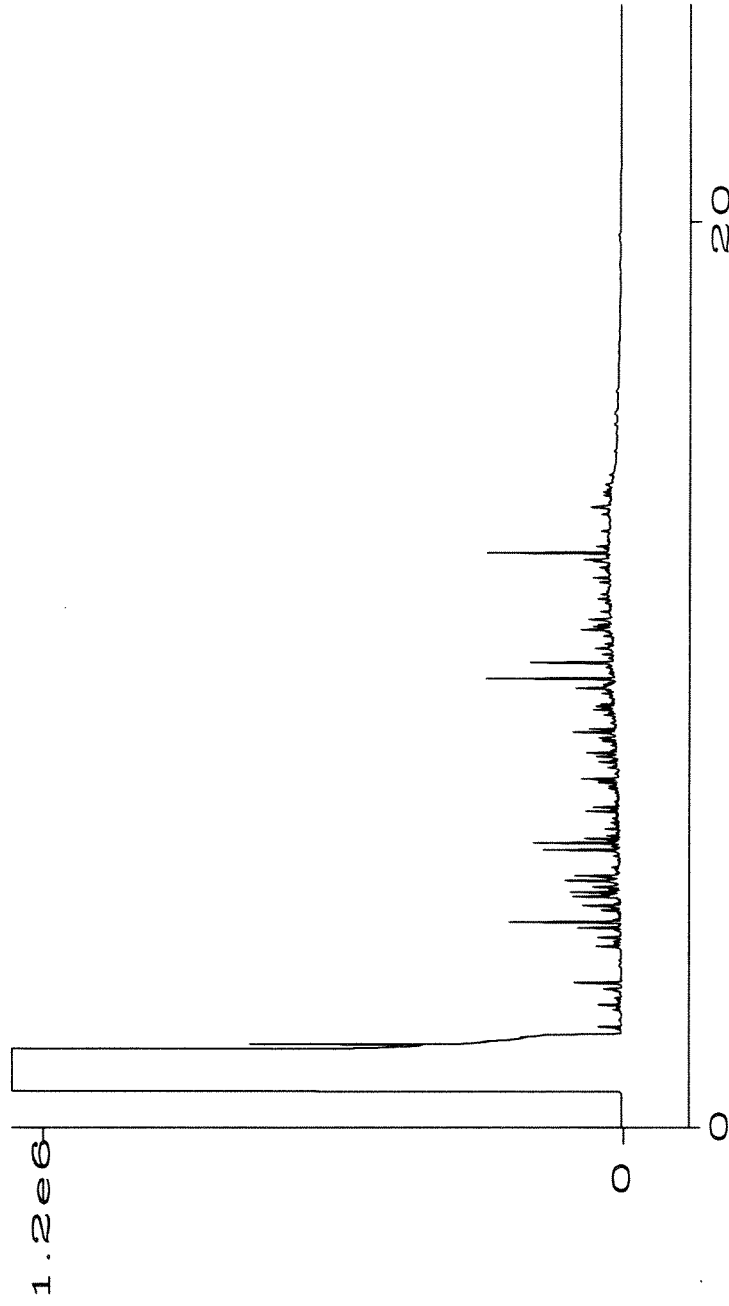
GC/FID chromatogram of st. F3

C:\...\225\_1\051F1201.D



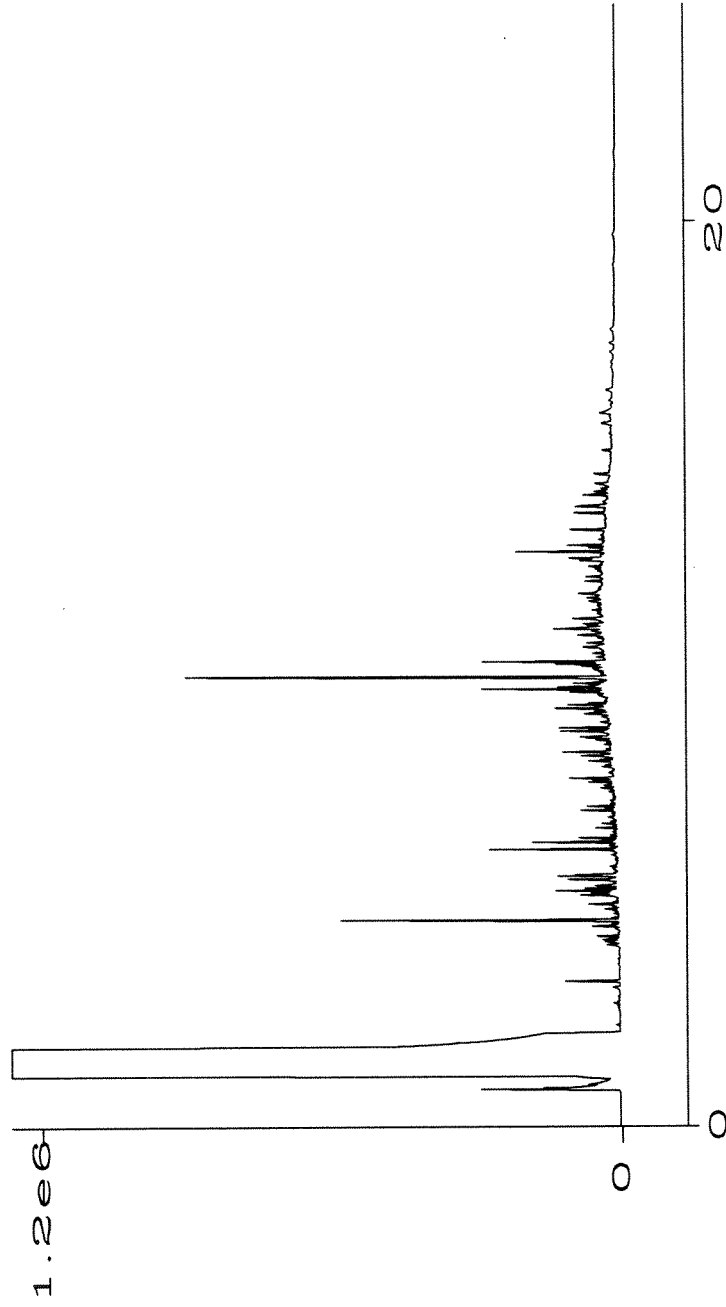
GC/FID chromatogram av st. 74

C:\... \225\_1\054F1401.D



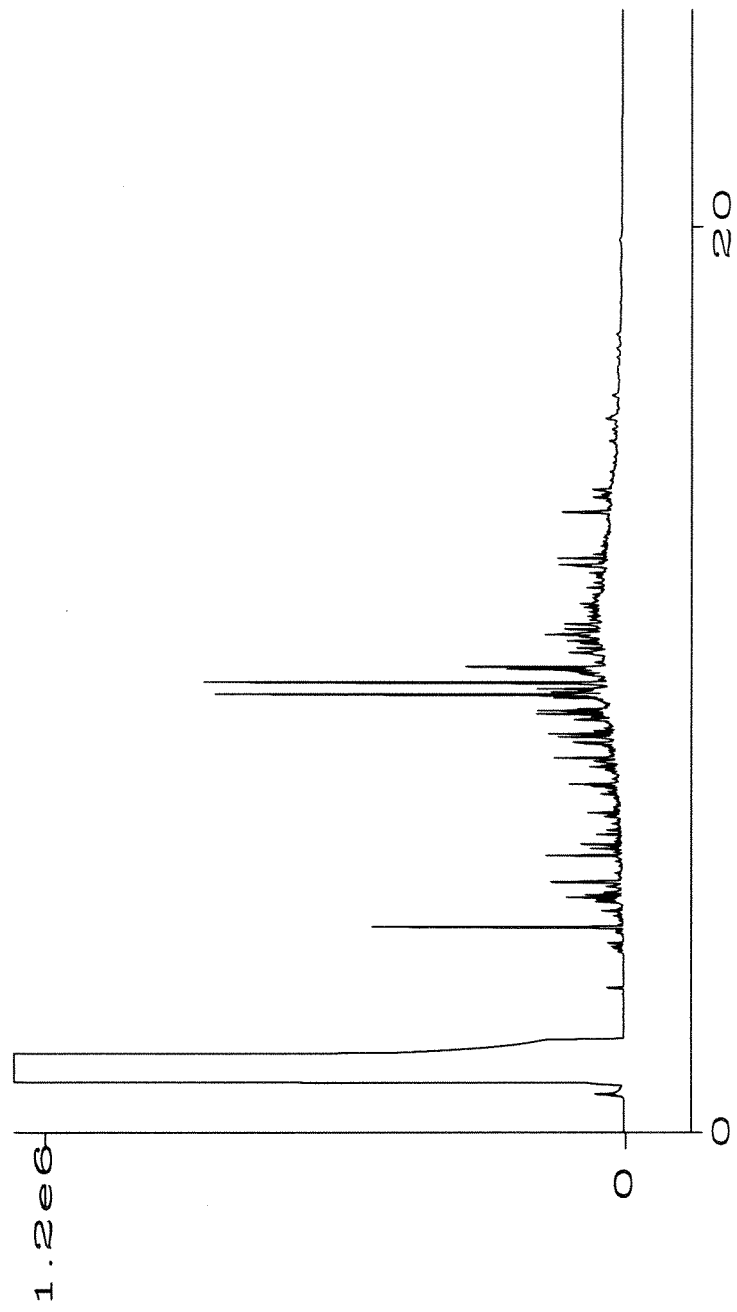
GC/FID chromatogram w.st. 61

C:\...\225\_1\055F1401.D



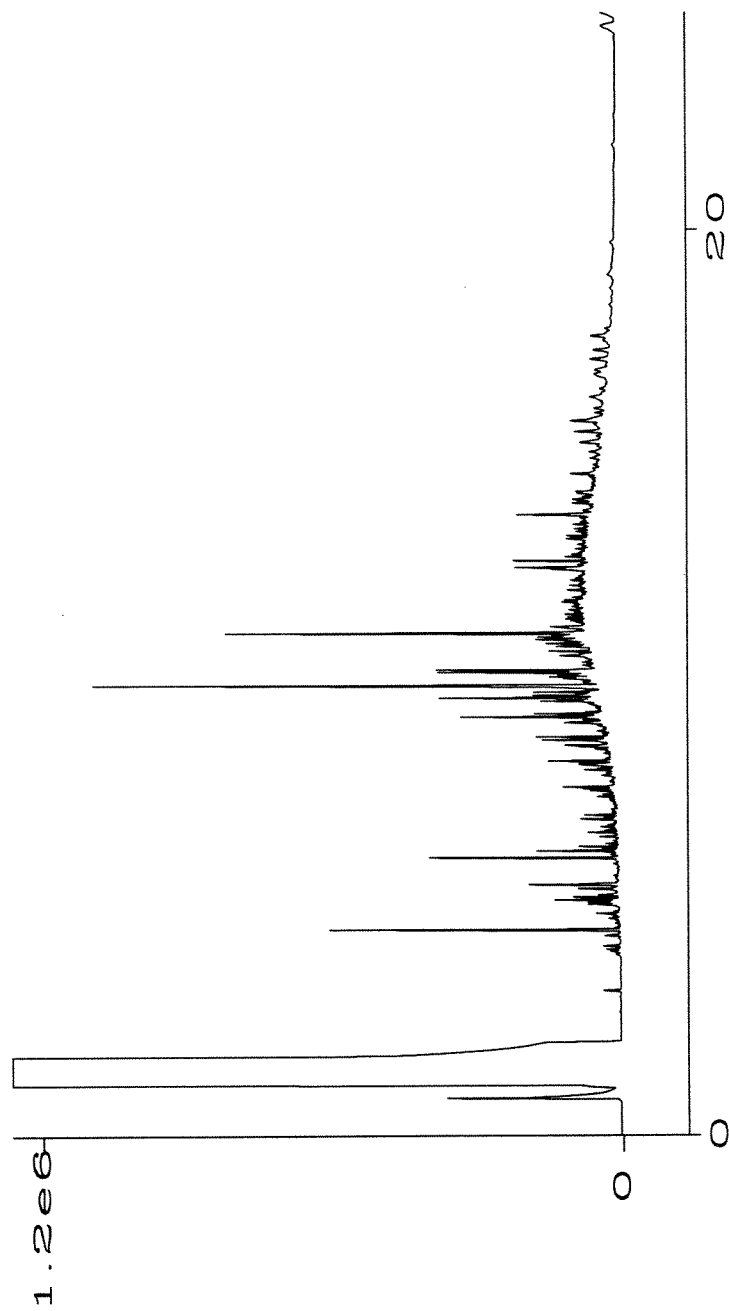
GIC FID chromatogram cu st. 612

C:\...\225\_1\056F1401.D



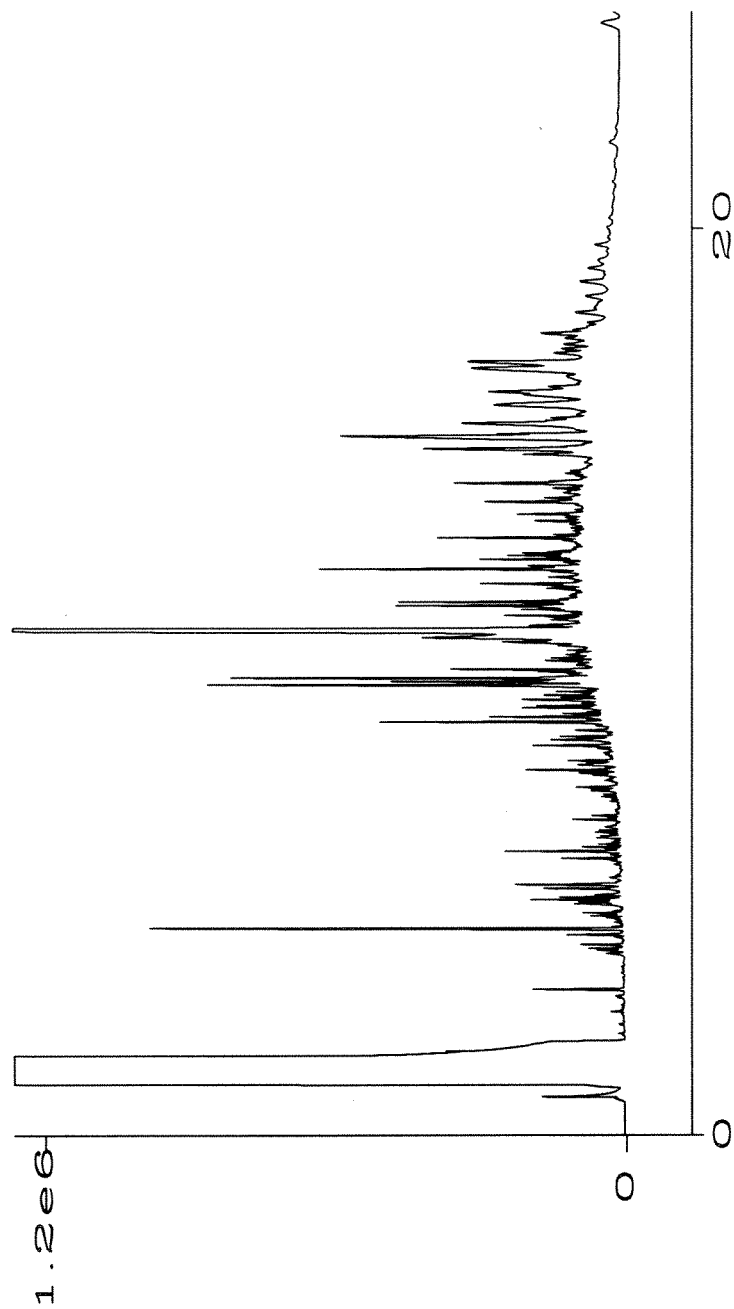
GC/FID chromatogram no. 613

C:\...\225\_1\057F1401.D



GC FID chromatogram av st. 413

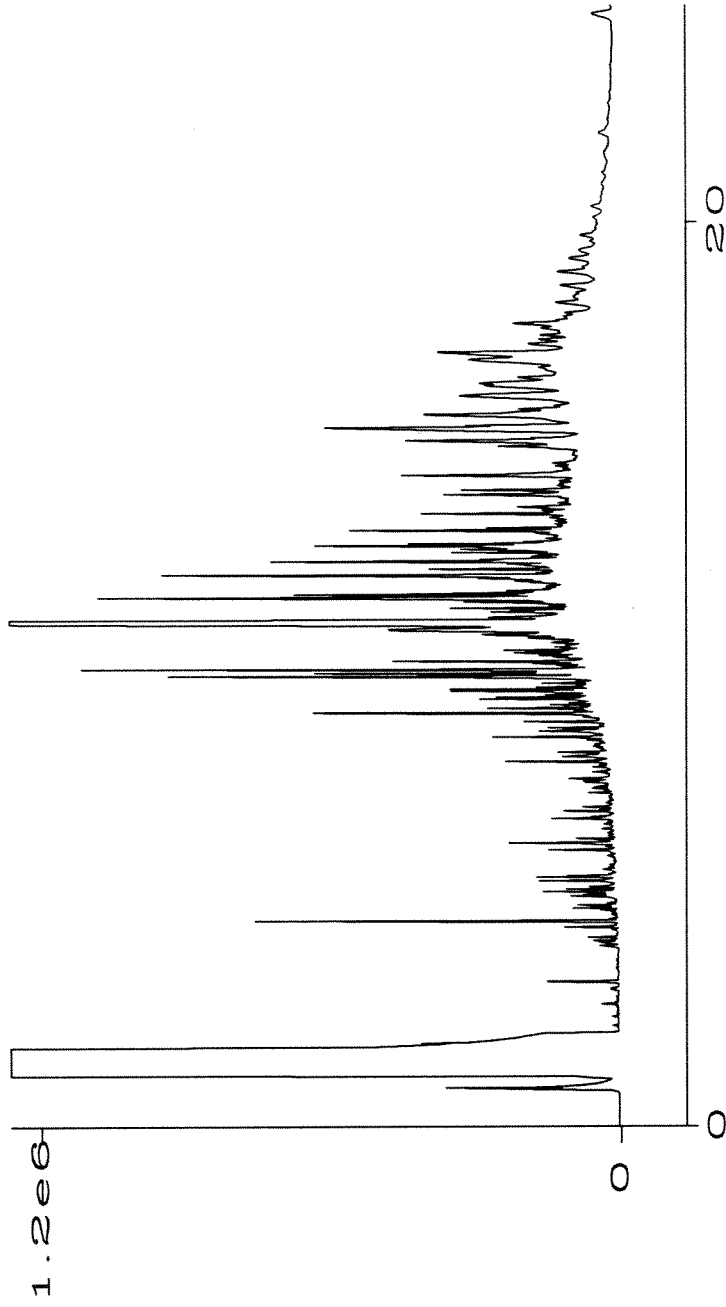
C:\...\225\_1\058F1401.D





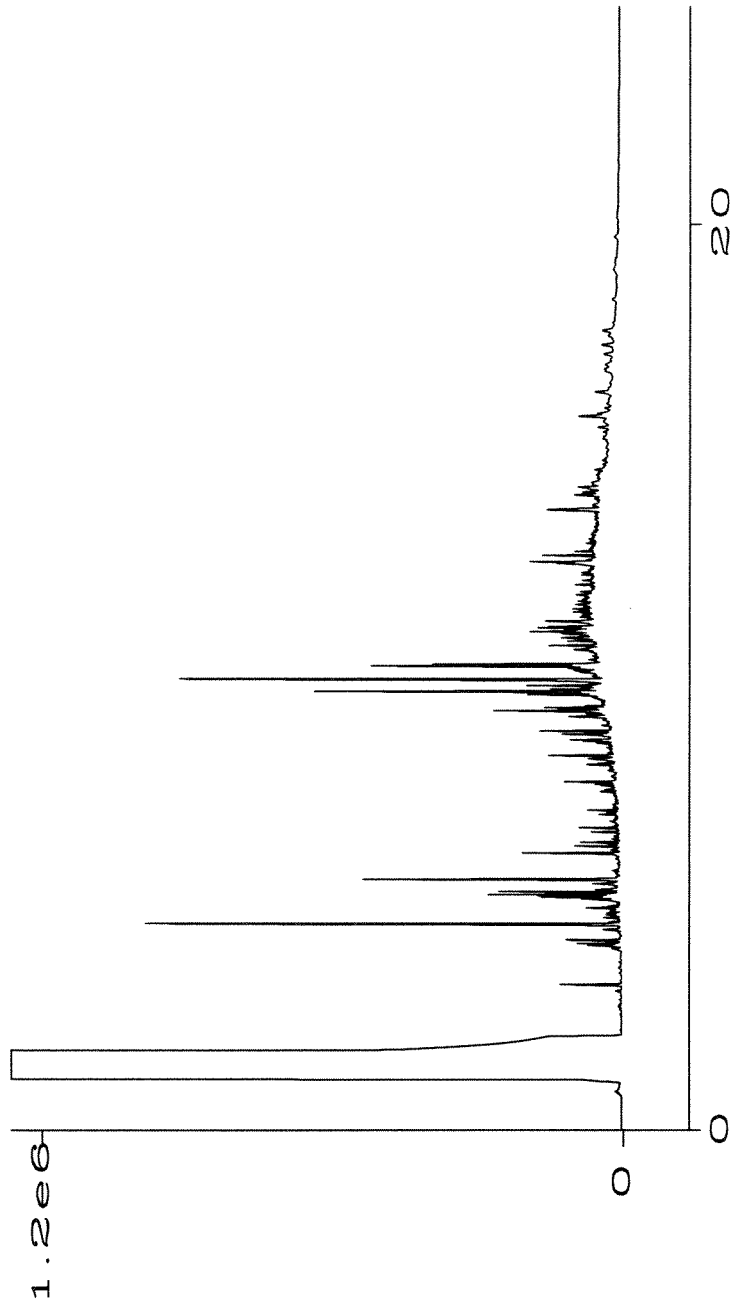
GC/FID kromatogramu eo st. I2

C:\...\225\_1\060F1401.D



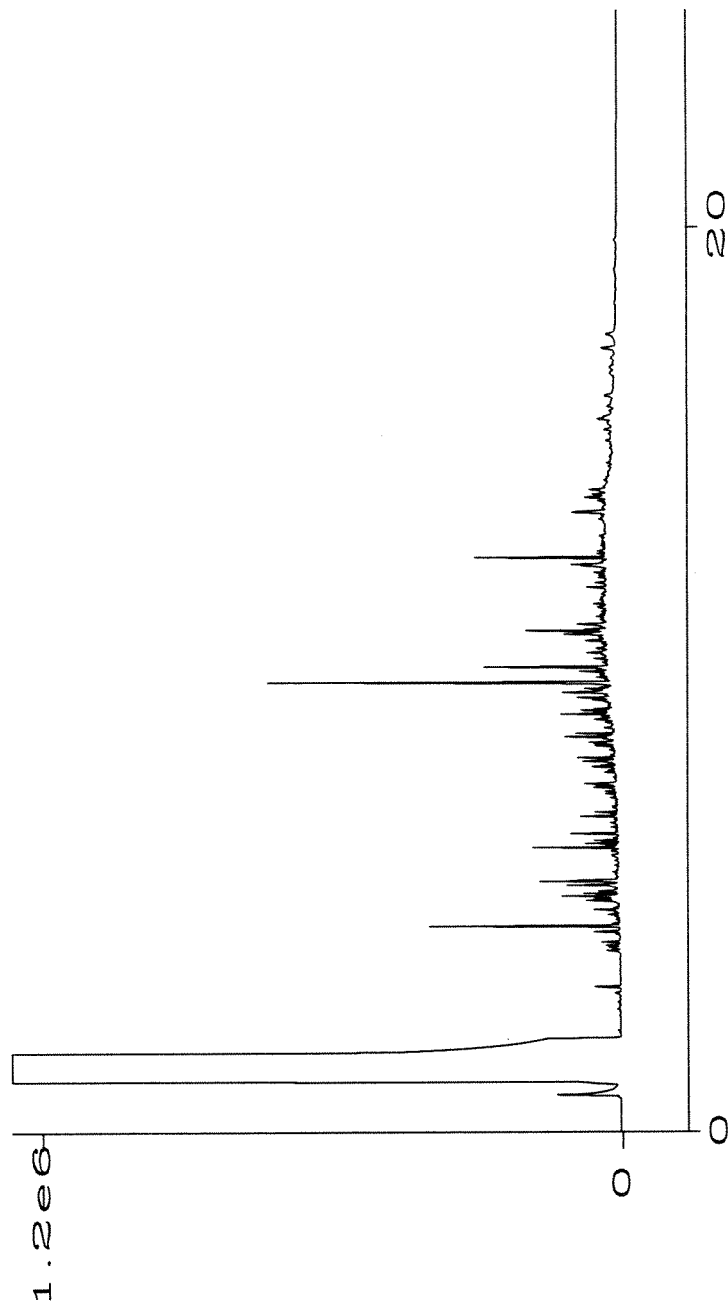
GC FID chromatogram aust.k2

C:\... \225\_1\061F1401.D



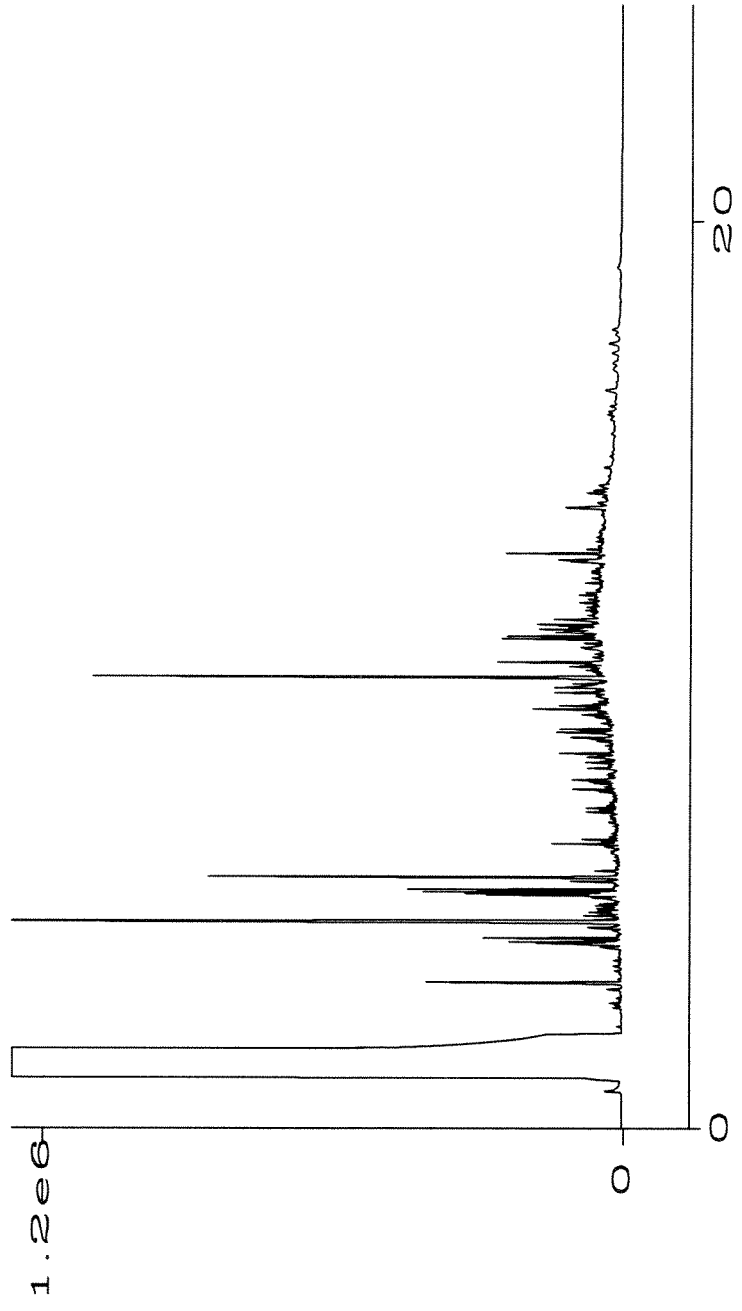
GC FID kromatogram 20 st. GK1

C:\...\225\_1\062F1401.D



GC/FID chromatogram au st. GK2

C:\...\225\_1\063F1401.D



### **7.3.3 Sintef - Oslo**

# Organiske kjemiske analyser av bunnsedimenter langs Sveriges vestkyst

SINTEF Kjemi  
Mars 1996



**SINTEF**

**SINTEF Kjemi**Postadresse: Postboks 124 Blindern,  
0314 Oslo

Besøksadresse: Forskningsveien 1

Telefon: 22 06 73 00

Telefax: 22 06 73 50

Telex: 71 536 SI N

Foretaksnr.: 948007029

**SINTEF RAPPORT**

TITTEL

**Organiske kjemiske analyser av bunnsedimenter langs Sveriges vestkyst**

FORFATTER(E)

Kristin E. Landmark

OPPDRAGSGIVER(E)

Norsk institutt for vannforskning

RAPPORTNR	GRADERING	OPPDRAGSGIVERS REF.	
STF F96512	Fortrolig	40.53.021B-AL (Aud Helland)	
GRADERING 1. SIDE	ISBN	PROSJEKTNR.	ANTALL SIDER OG BILAG
Fortrolig		270299.00	14
ELEKTRONISK ARKIVKODE		FAGLIG ANSVARLIG	
270299.DOC		Kristin Eitrem Landmark <i>Kristin Eitrem Landmark</i>	
ARKIVKODE	DATO	ANSVARLIG SIGNATUR	
	1996-03-08	Arne Lund Kvernheim <i>Arne Lund Kvernheim</i>	

**SAMMENDRAG**

33 prøver er analysert med henblikk på innhold av ftalater, nonylfenoler, benzen, toluen, etylbenzen og xylener (BTEX), samt halogenerte C1- og C2-alifater (haloformer). Utvalgte stasjoner er videre analysert for "Priority Pollutants" forbindelser, tetraklorguajacol og polybromerte bifenyleterer.

Det ble ikke funnet tetraklorguajacol og nonylfenoler i bunnsedimentene fra Sveriges vestkyst. Bromerte bifenyleterer ble påvist i ett av sedimentene. Innholdet av haloformer var < 4ppb. BTEX ble funnet i de fleste sedimentene. Syv av prøvene inneholdt >50ppb toluen. Innholdet av ftalater var > 2ppm i fem av sedimentene. Bisykliske aromater ble påvist i fem av sedimentene. Polysykliske aromater ble påvist i samtlige sedimenter. I prøven merket "Inre Gullmarnst.12" ble det påvist > 2ppm av fenantren, pyren, fluoranten og benzo(b,j,k)fluoranten.

Det ble videre mottatt 52 sedimenter for analyse av ekstraherbart organisk bundet klor (EOCl) og ekstraherbart persistent organisk bundet klor (EPOCl). 16 utvalgte stasjoner skulle også analyseres for ekstraherbart organisk bundet brom (EOBr) og ekstraherbart persistent organisk bundet brom (EPOBr). 42 av sedimentene inneholdt <5ppm EOCl. I prøven merket "S 140" ble det påvist 28 ppm EOCl og tilsvarende konsentrasjon av EPOCl. Nivået av EOBr og EPOBr lå i området 1-8 ppm.

# Organisk kjemiske analyser av bunnsedimenter langs Sveriges vestkyst

## Innledning

I alt 33 sedimentprøver ble mottatt 24.oktober 1995. Samtlige prøver er analysert med henblikk på innhold av ftalater, nonylfenoler, benzen, toluen, etylbenzen og xylener (BTEX), samt halogenerte C1- og C2-alifater (haloformer). Utvalgte stasjoner er videre analysert for "Priority Pollutants" forbindelser, tetraklorguajacol og polybromerte bifenyletere.

Det ble videre mottatt 52 sedimentprøver (frysetørret) 22.desember 1995, for analyse av ekstraherbart organisk bundet klor (EOCl) og ekstraherbart persistent organisk bundet klor (EPOCl). 16 utvalgte stasjoner skulle også analyseres for ekstraherbart organisk bundet brom (EOBr) og ekstraherbart persistent organisk bundet brom (EPOBr).

## Eksperimentelt

Metodebeskrivelser er gitt i vedlegg. Kvantifiseringsgrenser for forbindelsene er tabellført i vedlegg. Tørrestoffprosenten er angitt i tabell 1.

## Resultater

### *Halogenerte C1- og C2-alifater (haloformer) og BTEX*

Resultatene er tabellført på de neste sidene. Tabell 1 inneholder BTEX resultatene. Tabell 2 inneholder haloformresultatene. Kun forbindelser som ble påvist i minst en av prøvene er tatt med i tabellen. BTEX ble funnet i de fleste sedimentene. Syv av prøvene inneholdt  $>50\mu\text{g}/\text{kg}$  toluen. Innholdet av haloformer var  $<4\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrstoff.



**Tabell 1.** BTEX innhold i sedimentprøver. Resultatene er oppgitt i  $\mu\text{g}/\text{kg}$  tørrstoff (ppb).  
B = benzen. T = toluen. EX = sum etylbenzen og xylener

Prøve	SINTEF serienr	Tørrstoff (%)	B	T	EX
	1995-665-		$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$	$\mu\text{g}/\text{kg}$
Valø st.1	1	45,6	6,5	35,5	17,5
Skalkorgarna st.2	2	21,9	1,6	3,1	3,2
Danafjord st.4	3	29,8	13,5	81,0	38,5
Rävungarna st.5	4	32,7	5,5	39,0	28,5
Inre Gullmarn st.12	5	25,6	*	*	*
Kosterfjorden st.16	6	33,9	13,0	69,5	33,0
Byfjorden st.18, 21.09.95	7	8,3	26,5	139,0	81,5
Havstensfjord st.19	8	19,4	2,6	8,5	6,0
Strömstad st.23	9	32,5	2,2	10,0	5,5
Fjällbacka st.24	10	21,2	14,0	81,5	36,0
G2	11	29,3	<1,5	4,0	4,2
SCANRAFF 319	12	33,9	<1,5	4,0	3,7
GÄV 1	13	22,7	-	<2,4	2,5
GÄV 2	14	50,0	2,3	12,0	5,5
MUST A1	15	25,5	-	<2,4	<2,4
MUST A3	16	17,8	<1,5	3,9	2,7
MUST B3	17	15,9	1,6	4,7	3,8
MUST C2	18	16,5	2,1	5,5	5,5
MUST C4	19	40,6	2,7	11,5	6,0
MUST D1	20	22,7	<1,5	3,1	<2,4
MUST E1	21	25,4	2,6	9,5	3,6
MUST E2	22	27,4	-	<2,4	<2,4
MUST E3	23	18,9	2,1	7,5	4,4
MUST F2	24	36,5	5,0	11,0	5,0
MUST F3	25	26,4	<1,5	4,3	3,2
MUST F4	26	19,3	-	2,6	2,4
MUST G1	27	39,2	24,5	122,0	55,0
MUST G3	28	23,8	3,3	14,0	8,0
MUST H3	29	19,3	8,0	32,0	15,5
MUST I2	30	28,7	11,5	64,0	35,0
MUST K2	31	26,4	20,0	314,0	300,0
GK 1	32	19,4	5,5	40,5	38,0
GK 2	33	16,0	-	<2,4	<2,4
Innhold i blindprøver			0,5	0,8	0,8

Forklaring til tabellen: ref. bunntekst tabell 2.

**Tabell 2.** Haloform innhold i sedimentprøver. Resultatene er oppgitt i µg/kg tørrstoff (ppb). Kun påviste forbindelser er tatt med.

Prøve	SINTEF serienr	kloroform	tetraklor- metan	triklor- eten	tetraklor- eten
	1995-665-	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg
Valø st.1	1	0,8	0,3	-	-
Skalkorgarna st.2	2	0,3	0,4	-	-
Danafjord st.4	3	1,5	0,3	0,02	-
Rävungarna st.5	4	0,9	0,2	-	-
Inre Gullmarn st.12	5	*	*	*	*
Kosterfjorden st.16	6	1,6	0,3	0,1	0,1
Byfjorden st.18, 21.09.95	7	3,2	-	-	0,15
Havstensfjord st.19	8	0,3	1,1	-	0,1
Strömstad st.23	9	0,2	0,3	0,01	0,1
Fjällbacka st.24	10	1,7	0,4	-	0,15
G2	11	0,3	1,0	-	-
SCANRAFF 319	12	0,1	0,7	-	0,1
GÄV 1	13	0,1	1,3	-	-
GÄV 2	14	0,3	0,3	0,02	-
MUST A1	15	0,1	0,9	-	0,15
MUST A3	16	0,2	1,0	-	0,15
MUST B3	17	0,2	1,1	0,04	0,15
MUST C2	18	0,2	1,1	-	0,2
MUST C4	19	0,5	0,3	-	-
MUST D1	20	0,2	0,4	-	-
MUST E1	21	0,4	0,5	-	0,1
MUST E2	22	0,1	0,04	-	-
MUST E3	23	0,3	0,05	0,04	-
MUST F2	24	0,2	-	-	-
MUST F3	25	0,2	0,04	-	-
MUST F4	26	0,1	-	-	-
MUST G1	27	3,1	0,1	0,07	0,15
MUST G3	28	0,5	-	-	-
MUST H3	29	0,9	-	-	0,1
MUST I2	30	1,3	-	-	0,1
MUST K2	31	2,2	0,7	0,1	0,25
GK 1	32	1,1	-	-	0,15
GK 2	33	0,1	-	-	-
Innhold i blindprøver		-	-	-	-

**Forklaring til tabell 1 og 2:**

- : ikke påvist
- < : i de prøver hvor det ble påvist innhold av den aktuelle forbindelsen, men i konsentrasjoner under kvantifiseringsgrensen, er "<kv.grense" benyttet.
- \* : analysen av prøve "Inre Gullmarn st.12" ga så dårlig respons av de tilsatte indre standardene at beregnet kvantifiseringsgrense var ca 20 x høyere enn for de andre prøvene. Det ble ikke påvist spor av de aktuelle forbindelsene i denne prøven. Det var ikke prøvemateriale igjen til reanalyse.  
Blindprøveverdi er beregnet utfra 20 g våtvekt sediment med 20 % tørrstoffinnhold.

### Ftalater

Innholdet av ftalater var >2mg/kg i fem av sedimentene. Dietylftalat ble ikke påvist i noen av prøvene. 1mg/kg dibutylftalat ble påvist i to av prøvene. Det er trukket fra middelerverdi av fire blindprøver. Resultatene er oppgitt i mg/kg tørrstoff (ppm).

**Tabell 3.** Ftalatinhold i sedimentprøver. Resultatene er oppgitt i mg/kg ts.

Prøve	SINTEF serienr 1995-665-	dimetyl- ftalat	dietyl- ftalat	dibutyl- ftalat	butylbenzyl- ftalat	di-2-etyl-heksyl- ftalat
		mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts
Valø st.1	1	-	-	-	-	*
Skalkorgarna st.2	2	-	-	-	-	0,62
Danafjord st.4	3	-	-	-	-	*
Rävungarna st.5	4	-	-	-	-	*
Inre Gullmarn st.12	5	-	-	-	-	-
Kosterfjorden st.16	6	-	-	-	-	-
Byfjorden st.18	7	*	-	-	0,08	2,59
Havstensfjord st.19	8	-	-	1,22	0,12	0,69
Strömstad st.23	9	-	-	-	-	*
Fjällbacka st.24	10	-	-	-	-	-
G2	11	*	-	-	-	*
SCANRAFF 319	12	-	-	-	-	-
GÄV 1	13	-	-	-	0,17	8,19
GÄV 2	14	-	-	-	-	*
MUST A1	15	-	-	-	-	*
MUST A3	16	*	-	-	-	*
MUST B3	17	*	-	-	-	5,12
MUST C2	18	*	-	-	-	0,46
MUST C4	19	-	-	-	-	*
MUST D1	20	-	-	-	-	0,62
MUST E1	21	-	-	-	-	*
MUST E2	22	-	-	-	-	*
MUST E3	23	-	-	1,19	0,06	7,24
MUST F2	24	-	-	-	-	0,34
MUST F3	25	-	-	-	-	0,39
MUST F4	26	-	-	-	-	0,35
MUST G1	27	-	-	-	-	0,35
MUST G3	28	-	-	-	-	0,30
MUST H3	29	-	-	-	-	0,42
MUST I2	30	-	-	-	-	0,37
MUST K2	31	-	-	-	-	0,30
GK 1	32	*	-	-	-	*
GK 2	33	*	-	-	*	*
Deteksjonsgrense:		0,09	0,02	0,15	0,02	0,09
Kvantif. grense:		0,30	0,06	0,50	0,06	0,30

\* : verdien er under kvantifiseringsgrensen

- : ikke påvist

### Nonylfenoler og tetraklorguajacol

Det ble ikke påvist nonylfenoler og tetraklorguajacol i sedimentprøvene.

Deteksjonsgrense: 0,009 mg/kg ts

Kvantifiseringsgrense: 0,03 mg/kg ts

### "Priority Pollutants" forbindelser

Bisykliske aromater ble påvist i fem av sedimentene. Polysykliske aromater ble påvist i samtlige sediment. I prøven merket "Inre Gullmarn st.12" ble det påvist >2mg/kg av fenantren, pyren, fluoranten og benzo(b,j,k)fluoranten.

**Tabell 4.** "Priority pollutants" forbindelser i utvalgte sedimentprøver. Resultatene er angitt i mg/kg tørrstoff (ppm). Kun påviste forbindelser er tatt med i tabellen.

Prøve	Valø st.1	Skalk st.2	Dana st.4	Räv st.5	InreG st.12	Byfj st.18	Ström st.23	G2	Scan 319	GÄV 1	GÄV 2	Kvant. grense
SINTEF serienr. 95-665-	1	2	3	4	5	7	9	11	12	13	14	
	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts
<i>Bisykliske aromater</i>												
Styren	-	*	*	*	*	-	0,08	*	-	*	*	0,01
Naftalen	*	0,02	0,03	*	0,03	*	0,03	-	*	0,02	-	0,01
2-Metylnaftalen	*	0,01	0,03	*	0,03	*	0,02	-	-	*	-	0,01
1-Metylnaftalen	*	*	0,01	*	0,04	*	0,01	-	-	*	-	0,01
2,3-Dimetylnaftalen	*	*	*	-	0,04	-	*	*	-	-	-	0,01
2,3,5-Trimetylnaftalen	-	*	*	-	0,05	-	*	*	-	-	-	0,01
Bifenyl	-	*	0,01	-	*	*	*	*	-	*	-	0,01
<i>Polysykliske aromater</i>												
Dibenzofuran	*	*	*	*	0,17	0,02	0,02	0,01	-	*	-	0,01
Fenantren	0,04	0,07	0,08	0,04	2,60	0,25	0,47	0,28	0,03	0,07	0,01	0,01
Dibenzotiofen	*	*	*	*	0,16	0,01	0,03	0,01	-	*	-	0,01
Pyren	0,05	0,12	0,13	0,08	2,00	0,33	0,61	0,38	0,08	0,13	0,02	0,01
Fluoranten	0,08	0,15	0,15	0,09	3,20	0,42	0,80	0,46	0,11	0,14	0,03	0,01
Benzo(b)fluoren	*	0,03	0,02	0,02	0,58	0,04	0,11	0,08	0,01	0,04	*	0,01
Benzo(a)antracen	0,03	0,09	0,07	0,05	1,20	0,12	0,31	0,19	0,06	0,09	0,02	0,01
Krysen/Trifenylen	0,03	0,10	0,08	0,06	1,20	0,15	0,31	0,19	0,07	0,10	0,02	0,01
Benzo(e)pyren	0,03	0,10	0,09	0,07	0,83	0,09	0,22	0,17	0,06	0,09	0,01	0,01
Benzo(a)pyren	0,03	0,12	0,10	0,08	1,30	0,12	0,27	0,21	0,05	0,08	0,02	0,01
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,03	0,06	0,08	0,10	0,87	0,13	0,15	0,14	0,02	0,03	*	0,01
Benzo(ghi)perylene	0,04	0,05	0,07	0,05	0,51	0,04	0,12	0,11	*	0,03	*	0,01
Benzo(b/j/k)fluoranten	0,10	0,25	0,24	0,18	2,60	0,32	0,63	0,53	0,18	0,24	0,04	0,01
<i>Fenoler</i>												
Fenol	*	1,13	0,01	*	0,06	-	0,01	1,30	-	0,01	-	0,01
m-/p-Kresol	*	0,01	*	*	*	-	0,05	-	-	*	-	0,01

\*: Mengden er under kvantifiseringsgrensen

-: Ikke påvist

BTEX, jmf. tabell 1 for innhold av disse komponentene

Ftalater, jmf. tabell 3 for innhold av disse komponentene

↑  
angitt på våtvekt  
basis

### *Polybromerte bifenyletere (PBBE)*

Bromerte bifenyletere ble påvist i en av sedimentene.

**Tabell 5.** Polybromerte bifenyletere (PBBE) i utvalgte sedimentprøver.

Prøve	SINTEF	3Br-PBBE*	4Br-PBBE*	5Br-PBBE*	6Br-PBBE*
	serienr.	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts	mg/kg ts
	95-665-				
Skalk. st.2	2	-	-	-	-
Inre G. st.12	5	-	-	-	-
GÅV 2	14	-	0,021	0,022	-

\*: 3Br, 4Br,... angir antall brom/molekyl

-: ikke påvist

Deteksjonsgrensen for enkeltkomponenter er 0,005-0,010 mg/kg ts.

### **Kommentarer**

De fleste av prøvene inneholdt organiske svovelforbindelser og mange også forbindelser med terpenlignende struktur. Disse forbindelsene var ikke avtalt analysert.

### *EOCl/EPOCl og EOBr/EPOBr*

Det ble mottatt 52 sedimenter for analyse av EOCl og EPOCl. 16 utvalgte stasjoner skulle videre analyseres for EOBr og EPOBr.

42 av sedimentene inneholdt <5ppm EOCl. I prøven merket "S 140" ble det påvist 28 ppm EOCl og tilsvarende konsentrasjon av EPOCl. Nivået av EOBr og EPOBr lå i området 1-8 ppm. Tabell 6 viser stasjon og analyseresultater for disse sedimentprøvene.

Forklaring til tabell 6:

Deteksjonsgrense -klor: 0,50 mg/kg ts

Deteksjonsgrense -brom: 0,20 mg/kg ts

\*: Mengden er under kvantifiseringsgrensen

-: Ikke påvist

**Tabell 6.** Innhold av EOCl, EPOCl og EOBr, EPOBr i sedimentprøver.

Tabell 6. Innhold av EOCl, EPOCl og EOBr, EPOBr i sedimentprøver.

Lims.nr.	Prøvemerkning	EOCl mg/kg ts	EPOCl mg/kg ts	EOBr mg/kg ts	EPOBr mg/kg ts
95-811-					
1	Valø st.1	2.71	2.05	3.53	1.97
2	Skalkorg st.2	4.65	2.74	3.34	2.27
3	Danafj st.4	3.30	1.90	4.95	3.01
4	Rävung st.5	5.01	1.66	3.39	2.05
5	Inre Gullmarn st.12	9.60	3.24	7.69	4.86
6	Kosterfj. st.16	2.91	1.73	4.72	2.87
7	Byfj st.18	12.93	7.86	1.53	0.82
8	Havstensfj. st.19	2.47	0.97	2.59	1.66
9	Strömstad st. 23	3.60	1.37	4.97	3.10
10	Fjällbacka st.24	2.73	0.83	3.52	2.34
11	G 2 0-1	2.58	0.85	3.67	2.46
12	G 2 30-32	1.89	0.97	1.17	0.76
13	319	2.35	1.58	2.16	1.27
14	Älvborgbron GÄV 1	8.58	4.38	3.87	2.15
15	Dösebacka GÄV 2	-	-	-	-
16	S 111	2.80	*		
17	S 112	3.62	*		
18	S 119	2.71	1.70		
19	S 129	3.14	1.78		
20	S 138	4.07	2.31		
21	S 139	3.73	2.06		
22	S 140	28.42	27.55		
23	S 141	10.43	9.64		
24	S 150	2.54	2.00		
25	305	7.13	4.37		
26	316	6.25	6.68		
27	322	4.07	2.57		
28	324	5.79	3.75		
29	A 1	2.12	*		
30	A 3 0-1	2.53	*		
31	A-3 40-42	1.22	*		
32	B 3	2.55	1.74		
33	C 2	5.38	3.59		
34	C 4 0-1	1.55	*		
35	C 4 40-42	*	*		
36	D 1	3.48	3.16		
37	E 1	2.85	1.89		
38	E 2	3.77	3.45		
39	E 3	2.84	*		
40	F 2	3.30	2.20		
41	F 3 0-1	3.23	1.86		
42	F 3 25-27	*	*		
43	F 4	2.77	*		
44	G 1	2.54	1.60		
45	G 3	2.82	1.37		
46	H 3 0-1	1.97	1.18		
47	H 3 40-42	*	-		
48	I 2	4.71	2.32		
49	K2 0-1	2.65	*		
50	K 2 25	1.61	*		
51	GK 1	3.55	1.89	2.92	1.66
52	GK 2	2.50	*	2.05	1.23

## Vedlegg. Metodebeskrivelser

Tørrestoffbestemmelse ble utført i henhold til Norsk Standard, NS 4764.

### A. Halogenerte C1- og C2-alifatiske hydrokarboner (haloformer) og BTEX

Prøvemateriale (ca.20g) ble innveid og overført til et headspace glass og tilsatt indre standarder (0,1-0,2µg). Glasset med innhold ble forseglet og satt 1 time i ovn ved 80°C. En delprøve av atmosfæren i glasset ble tatt ut med en forvarmet gasstett sprøyte og analysert med gaskromatografi-massespektrometri (GC-MS) operert i full scan mode. Det ble benyttet et Ion Trap massespektrometer. Påviste forbindelser ble identifisert utfra kromatografiske retensjonstider og opptatte massespektre. Forbindelsene ble kvantifisert ved sammenlikning av detektorrespons av forbindelser og indre standarder, og mot eksterne standarder analysert som prøvene. Eventuelt innhold av target forbindelser i blindprøvene er fratrukket. Metoden dekker upolare forbindelser i kokepunktsområdet 0-250°C.

#### Kvantifiseringsgrenser:

Følgende forbindelser ble bestemt:

Forbindelse	Beregnet kvantifiseringsgrense (µg/kg ts) *
Triklormetan	0,05
Diklorbrommetan	0,10
Monoklordibrommetan	0,10
Tribrommetan	0,50
Tetraklormetan	0,05
Dikloreten (flere isomerer)	0,05
Trikloretan	0,02
Tetrakloretan	0,05
1,1,1-trikloretan	0,05
1,1,2-trikloretan	0,10
Heksakloretan	0,40
Benzen	1,5
Toluen	2,4
Etylbenzen	2,4
Xylener	2,4

\* Kvantifiseringsgrensen er beregnet utfra 20 g våtvekt sediment med 20 % tørrestoffinnhold, korrigert for eventuelt innhold i blindprøvene. På grunn av ulikt tørrestoffinnhold vil kvantifiseringsgrensen kunne variere noe fra prøve til prøve.

## B. Ftalater, nonylfenol og guajacol

Innveid sediment (ca.50g) ble tilsatt deutererte standarder (ca.15µg) og ekstrahert basisk (pH 14) x 2 med dest.vann. Vannekstraktet ble surgjort til pH 1-2 og ekstrahert med diklormetan (DCM-1). Sedimentfasen ble surgjort med 1N svovelsyre til pH 2 og ekstrahert x2 med vann/metanol (1:1). Vann/metanolfasen ble ekstrahert med diklormetan (DCM-2). Tilslutt ble sedimentresten ekstrahert med diklormetan (DCM-3). De tre DCM ekstraktene ble slått sammen, konsentrert og analysert med GC-MS (Finnigan SSQ 700) i SIM -mode.

Komponentene ble identifisert og kvantifisert ved standardløsninger. Forbindelsene ble bestemt ved å integrere molekylionprofilene og sammenlikne disse med tilsvarende profiler i referanseforbindelsene.

### *Deteksjonsgrenser og kvantifiseringsgrenser:*

Forbindelse	Beregnet deteksjonsgrense (mg/kg ts)*	Beregnet kvantifiseringsgrense (mg/kg ts)*
Dimetylfталat	0,09	0,30
Dietylfталat	0,02	0,06
Dibutyfталat	0,15	0,50
Butylbenzyfталat	0,02	0,06
Di-2-etyl-heksyl-ftalat	0,09	0,30
Nonylfenoler	0,009	0,03
Tetraklorguajacol	0,009	0,03

\* Deteksjonsgrense (LOD) og kvantifiseringsgrense (LOQ) ble beregnet som henholdsvis 3 og 10 x standard avvik i blindprøvene.



### C. "Priority Pollutants" forbindelser

Innveid sediment (ca. 70g) ble tilsatt deutererte standarder (ca. 20µg) og ekstrahert basisk (pH 14) x 2 med dest.vann. Vannekstraktet ble surgjort til pH 1-2 og ekstrahert med diklormetan (DCM-1). Sedimentfasen ble surgjort med 1N svovelsyre til pH 2 og ekstrahert x2 med vann/metanol (1:1). Vann/metanolfasen ble ekstrahert med diklormetan (DCM-2). Tilslutt ble sedimentresten ekstrahert med diklormetan (DCM-3). De tre DCM ekstraktene ble slått sammen, konsentrert og analysert med GC-MS (Finnigan SSQ 700).

Komponentene ble identifisert og kvantifisert ved standardløsninger. Forbindelsene ble bestemt ved å integrere molekylionprofilene og sammenlikne disse med tilsvarende profiler i referanseforbindelsene.

*Ref: S. Sporstøl, K. Urdal, H. Drangsholt, N. Gjøs,  
Intern. J. Environ. Anal. Chem., 1985, Vol. 21, pp. 129-138*

## Kvantifiseringsgrenser for Priority Pollutants forbindelser i mg/kg ts

### Mono og bicykliske aromater:

Benzen.....	0,5
Toluen .....	10,0
Etylbenzen.....	0,05
m-/p-Xylen.....	0,2
o-Xylen.....	0,05
Styren .....	0,01
Naftalen.....	0,01
2-Metylnaftalen.....	0,01
1-Metylnaftalen.....	0,01
2,3-Dimetylnaftalen.....	0,01
2,3,5-Trimetylnaftalen.....	0,01
Bifenyln.....	0,01

### Polycykliske aromatiske hydrokarboner:

Dibenzofuran.....	0,01
Fenantren.....	0,01
Dibenzotiofen.....	0,01
Pyren .....	0,01
Fluoranten .....	0,01
Benzo(b)fluoren.....	0,01
Benzo(a)antracen.....	0,01
Krysen/Trifenylen.....	0,01
Benzo(e)pyren.....	0,01
Benzo(a)pyren.....	0,01
Indeno(1,2,3-c,d)pyren.....	0,01
Benzo(ghi)perylene.....	0,01
Benzo(b/j/k)fluoranten.....	0,01

### Klorerte aromater:

Klorbenzen.....	0,01
1,3-Diklorbenzen.....	0,01
1,4-Diklorbenzen.....	0,01
1,2-Diklorbenzen.....	0,01
1,2,4-Triklorbenzen.....	0,01
Pentaklorbenzen.....	0,05
Heksaklorbenzen.....	0,05
Oktaklorstyren.....	0,05
Tetraklorbifenyln.....	1,0
Pentaklorbifenyln.....	1,0
Heksaklorbifenyln.....	1,0

### Aromatiske nitrogen-forbindelser:

Nitrobenzen.....	0,01
------------------	------

### Fosfat-estere:

Tri-n-butylfosfat.....	0,01
Trifenylfosfat.....	0,1
Trikresylfosfat.....	0,1

### Fenoler:

Fenol.....	0,01
o-Kresol.....	0,01
m-/p-Kresol.....	0,01
2-Nitrofenol.....	0,01
p-Nonylfenol.....	0,5
2,4,6-Triklorfenol.....	0,5
Pentaklorfenol.....	0,5
Tetraklorguajakol.....	0,5

### Pesticider:

Lindan.....	0,01
4,4'-DDE.....	0,01
4,4'-DDD.....	0,01
4,4'-DDT.....	0,01

### Ftalater/adipater:

Dimetylftalat.....	0,1
Dietylftalat.....	0,1
Di-n-butylftalat.....	0,1
Butylbenzylftalat.....	0,1
Di-(2-etylheksyl)ftalat.....	0,1
Di-(2-etylheksyl)adipat.....	0,1

### Halogenerte alifater:

Diklormetan.....	0,1
Kloroform.....	0,005
Bromdiklormetan.....	0,01
Dibromklormetan.....	0,01
Bromoform.....	0,01
Tetraklormetan.....	0,01
Trikloreten.....	0,01
1,1,1-Trikloreten.....	0,01
1,1,2-Trikloreten.....	0,02
Tetrakloreten.....	0,01
Heksakloreten.....	0,05

### Etere:

Dioksan.....	1,0
--------------	-----

#### **D. Polybromerte bifenyletere (PBBE)**

Vått materiale (ca.80g) ble benyttet til analysen. Prøven ble tilsatt intern standard (dekaklorbifenyl, ca. 0,2g) og ekstrahert 3 ganger med en blanding av diklormetan : metanol. Diklormetane ekstraktene ble slått sammen, tørket med natriumsulfat og konsentrert. Diklormetan ble erstattet med sykloheksan, og ekstraktet behandlet med konsentrert svovelsyre. Etter syrebehandling ble ekstraktet konsentrert ytterligere og analysert med gasskromatografi-massespektrometri (Finnigan SSQ 700) i SIM-mode.

Identifiseringen ble utført ved sammenlikning av retensjonstider og ionefragmenter. Som ekstern standard ble en kommersiell blanding av polybromerte bifenyletere (PBBE) benyttet. Den inneholder tri- til heptabromerte bifenyletere, med hovedvekt på tetra- og pentabromerte bifenyletere (Bromkal-70-50E). Kvantifisering ble utført ved bruk av intern standard.

*Deteksjonsgrenser:*  
0,005-0,010 mg/kg ts

## **E. EOCl/EPOCl og EOBr/EPOBr**

Innveid sediment ble ekstrahert med en blanding av sykloheksan/isopropanol (1:1). Sykloheksanekstraktet ble isolert ved tilsetning av vann. Uorganisk klorid ble fjernet fra sykloheksanekstraktet ved gjentatte vaskinger med nitratholdig vann og ekstraktet tørket med natriumsulfat. EOCl og EOBr ble bestemt i en del av ekstraktet ved nøytronaktivering.

En del av ekstraktet ble behandlet med konsentrert svovelsyre til EPOCl og EPOBr-analysen. Ekstraktet ble analysert med nøytronaktiveringsanalyse for klor og brom.

### *Deteksjonsgrenser:*

Klor: 0,50 mg/kg ts

Brom: 0,20mg/kg ts

#### **7.3.4 Sammenligning av analyseresultater: Sintef-Oslo / Unilab Analyse A.S.**

Sammenligning av analyser utført av Sintef og Unilab av sedimenter fra Göteborg och Bohus läns kystvann 1995 ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  t.v.)

	Sintef		Unilab		Sintef		Unilab		Sintef		Unilab		Sintef		Unilab	
	Valø	Unilab	Sintef	Unilab	Skalkorgarna	Unilab	Sintef	Unilab	Danaffjord	Unilab	Sintef	Unilab	Råvungarna	Unilab	Sintef	Unilab
Naphtalene	10	6,2	1,6	26,4	20	26,4	0,8	30,9	30	30,9	1,0	10	6	1,7		
Phenantrene	40	18,5	2,2	65,7	70	65,7	1,1	71,2	80	71,2	1,1	40	8,7	4,6		
Fluoranthene	80	49,8	1,6	160,1	150	160,1	0,9	143,4	150	143,4	1,0	90	79,3	1,1		
Pyrene	50	35,1	1,4	135,7	120	135,7	0,9	122	130	122	1,1	80	65,8	1,2		
Benzo(a)anthracene	30	26,4	1,1	101,2	90	101,2	0,9	63,1	70	63,1	1,1	50	35,9	1,4		
Benzo(a)pyrene	30	32,6	0,9	109,8	120	109,8	1,1	68,6	100	68,6	1,5	80	33,5	2,4		
Benzo(ghi)perylene	40	72	0,6	160,1	50	160,1	0,3	145,3	70	145,3	0,5	50	35,4	1,4		
Indeno(1,2,3-cd)perylene	30	68	0,4	156	60	156	0,4	140,8	80	140,8	0,6	100	36,1	2,8		

I skravert felt vises forholdet mellom Sintef`s resultater og Unilab Analyse`s resultater

Sammenligning av analyser utført av Sintef og Unilab av sedimenter fra Göteborg och Bohus läns kystvann 1995 (µg/kg t.v.)

	Sintef		Unilab		Sintef		Unilab		Sintef		Unilab		Sintef		Unilab		
	Inre Gullmarn	30	15,3	2,0	Byfjorden	10	5,3	1,9	Strömstad	30	17,7	17,7	1,7	G2	ikke påvist	25,3	
Naphthalene																	
Phenanthrene	2600	62,1	41,9	250	38,8	6,4	470	189,6	2,5	280	54,7	5,1					
Fluoranthene	3200	143,4	22,3	420	82,8	5,1	800	441,6	1,8	460	140,3	3,3					
Pyrene	2000	109,8	18,2	330	64,6	5,1	610	334,2	1,8	380	103,9	3,7					
Benzo(a)anthracene	1200	81,6	14,7	120	36,5	3,3	310	203	1,5	190	66,1	2,9					
Benzo(a)pyrene	1300	104,1	12,5	120	20,5	5,9	270	172,5	1,6	210	69,8	3,0					
Benzo(ghi)perylene	510	193,6	2,6	40	42,7	0,9	120	212,8	0,6	110	145,8	0,8					
Indeno(1,2,3-cd)perylene	870	178,8	4,9	130	28,2	4,6	150	206,2	0,7	140	150	0,9					

I skravert felt vises forholdet mellom Sintef's resultater og Unilab Analyse's resultater

Sammenligning av analyser utført av Sintef og Unilab av sedimenter fra Göteborg och Bohus läns kystvann 1995 (µg/kg t.v.)

	Sintef GAV1	Unilab	Sintef Unilab	Sintef GAV2	Unilab	Sintef Unilab
Naphtalene	20	26	0,8	Ikke påvis	6,1	#VALUE!
Phenantrene	70	77,6	0,9	10	33,1	0,3
Fluoranthene	140	146	1,0	30	88,8	0,3
Pyrene	130	116,7	1,1	20	67	0,3
Benzo(a)anthracene	90	102,5	0,9	20	32,6	0,6
Benzo(a)pyrene	80	103,6	0,8	20	24,4	0,8
Benzo(ghi)perylene	30	122,2	0,2	10	31,8	0,3
Indeno(1,2,3-cd)perylene	30	107,1	0,3	10	32,3	0,3
				▲		
				Våtvektbasis		
				(øvrige angitt i tørrvekt)		

I skravert felt vises forholdet mellom Sintef's resultater og Unilab Analyse's resultater



### **7.3.5 Norsk institutt for luftforskning (NILU)**

## Målerapport nr. O-180

**Oppdragsgiver:** Norsk institutt for vannforskning (NIVA) v/Aud Helland

**Prosjekt nr.:** O-1818

**Prøvetaking:**

Sted:

Ansvar: NIVA

Kommentar:

**Prøveinformasjon:**

NILU prøvenr.	Kundens prøvenr.	Prøvetype	Prøven mottatt	Prøven analysert
95/1026	Must. G2	Sediment	06.10.95	21.11.95-30.01.96
95/1027	Göta Älvs Vatten	"	"	"
95/1028	Kosterfjorden	"	"	"

**Analyser:**

Utført av: Norsk institutt for luftforskning  
Postboks 100  
N-2007 KJELLER

Målemetode: NILU-O-1 ("Bestemmelse av polyklorete dibenzo-p-dioksiner og dibenzofuraner")

Måleusikkerhet:  $\pm 25\%$

Kommentarer: Analysene av non-orto PCB er ikke akkrediterte.  
Gjenvinning av PCB 77 er 5% og PCB 126 er 33% i prøve 95/1027.

**Godkjenning:** Kjeller, 6. februar 1996

*Ole-Anders Braathen*

Ole-Anders Braathen  
Leder, Organisk analyse

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-180  
 NILU-Prøvenummer: 95/1026  
 Kunde: NIVA v/Aud Helland  
 Kundernes prøvemerking: O-95188 18-25.9.95  
 : MUST.G2. 0-1 cm  
 Prøvetype: Sediment  
 Prøvemengde: 10 g  
 Måleenhet: pg/g  
 Datafiler: DD914011-DD924011

Kjeller, 26.01.96

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (nordisk)	i-TE
	pg/g	%	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,38	70	0,38	
<b>SUM TCDD</b>	<b>14,9</b>			
12378-PeCDD	1,23	69	0,62	
<b>SUM PeCDD</b>	<b>18,4</b>			
123478-HxCDD	1,92		0,19	
123678-HxCDD	3,14	83	0,31	
123789-HxCDD	3,56		0,36	
<b>SUM HxCDD</b>	<b>63,9</b>			
1234678-HpCDD	62,0	68	0,62	
<b>SUM HpCDD</b>	<b>134</b>			
OCDD	520	87	0,52	
<b>SUM PCDD</b>	<b>751</b>		<b>3,00</b>	
2378-TCDF	4,31	74	0,43	
<b>SUM TCDF</b>	<b>47,2</b>			
12378/12348-PeCDF	4,54		0,05	0,23
23478-PeCDF	4,01	65	2,01	
<b>SUM PeCDF</b>	<b>50,1</b>			
123478/123479-HxCDF	14,9	78	1,49	
123678-HxCDF	8,84		0,88	
123789-HxCDF	1,50		0,15	
234678-HxCDF	6,64		0,66	
<b>SUM HxCDF</b>	<b>104</b>			
1234678-HpCDF	97,1	60	0,97	
1234789-HpCDF	53,4		0,53	
<b>SUM HpCDF</b>	<b>168</b>			
OCDF	1 032	102	1,03	
<b>SUM PCDF</b>	<b>1 401</b>		<b>8,21</b>	<b>8,39</b>
<b>SUM PCDD/PCDF</b>	<b>2 153</b>		<b>11,2</b>	<b>11,4</b>

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell  
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell  
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1  
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.  
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



## nonorto-PCB

Vedlegg til målerapport nr: O-180  
NILU-Prøvenummer: 95/1026  
Kunde: NIVA v/Aud Helland  
Kundenes prøvemerkning: O-95188 18-25.9.95  
: MUST.G2. 0-1 cm  
Prøvetype: Sediment  
Prøvemengde: 10 g  
Måleenhet: pg/g  
Datafiler: DD914011-DD924011

Kjeller, 26.01.96

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (WHO)	i-TE (Safe)
	pg/g	%	pg/g	pg/g
33'44'-TeCB (PCB-77)	155	62	0,08	1,55
344'5'-TeCB(PCB-81)	2,72			
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	7,16	64	0,72	0,72
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	1,65	65	0,02	0,08
<b>SUM TE-PCB</b>			<b>0,81</b>	<b>2,35</b>

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

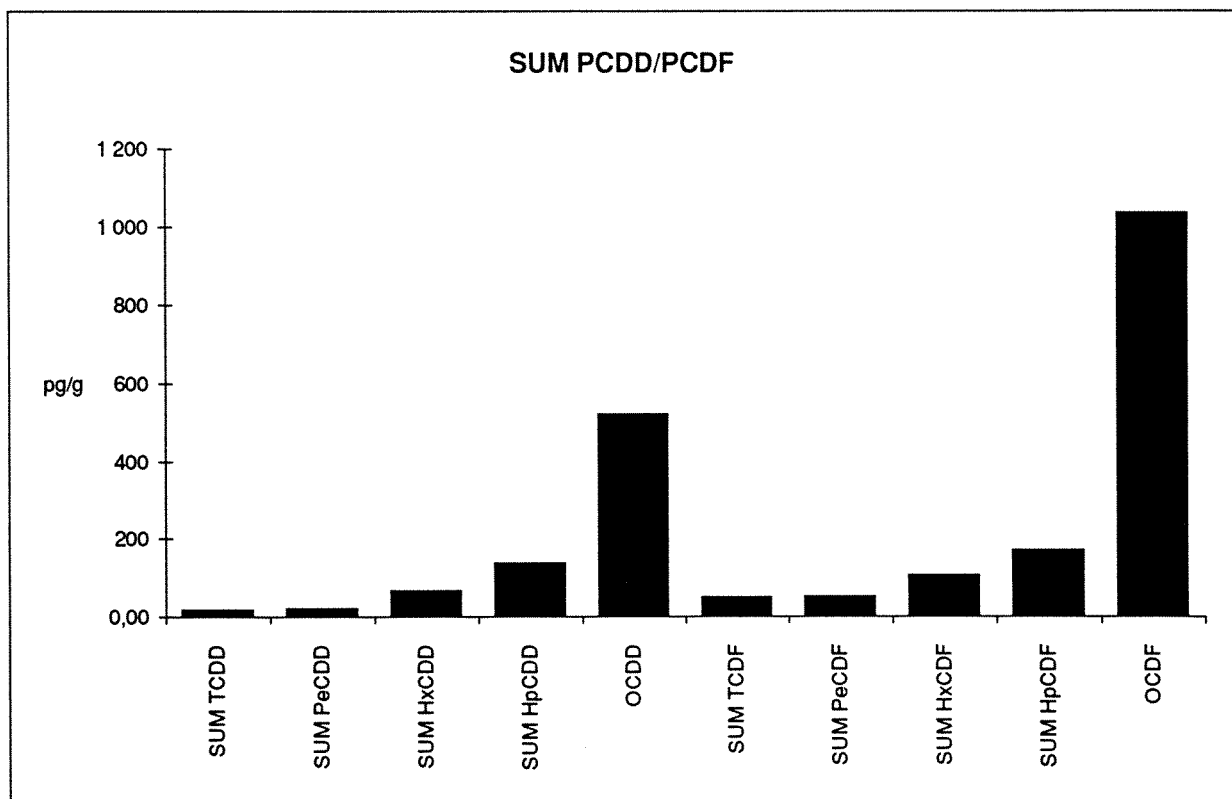
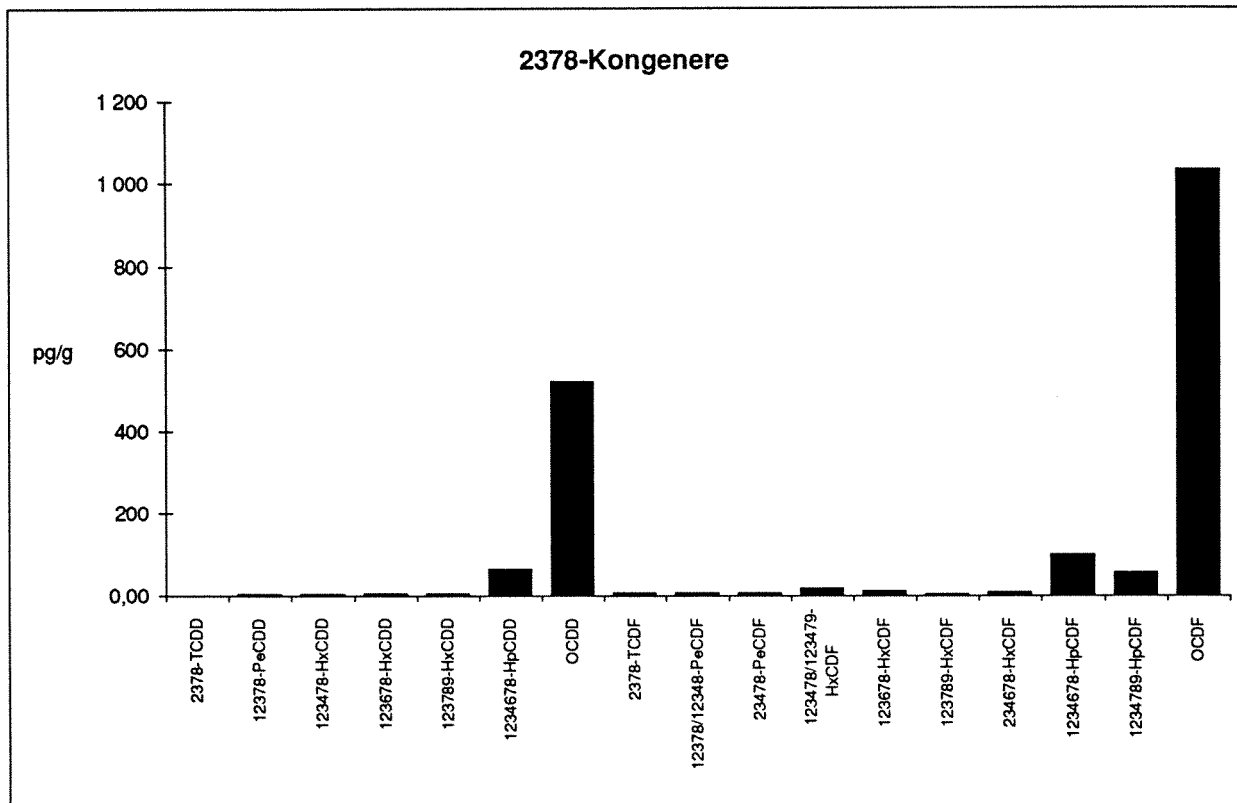
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-180  
NILU-Prøvenummer: 95/1026

Kjeller, 26.01.96

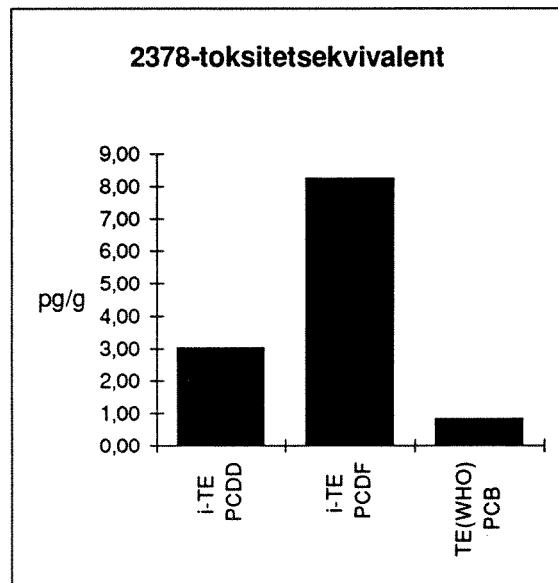
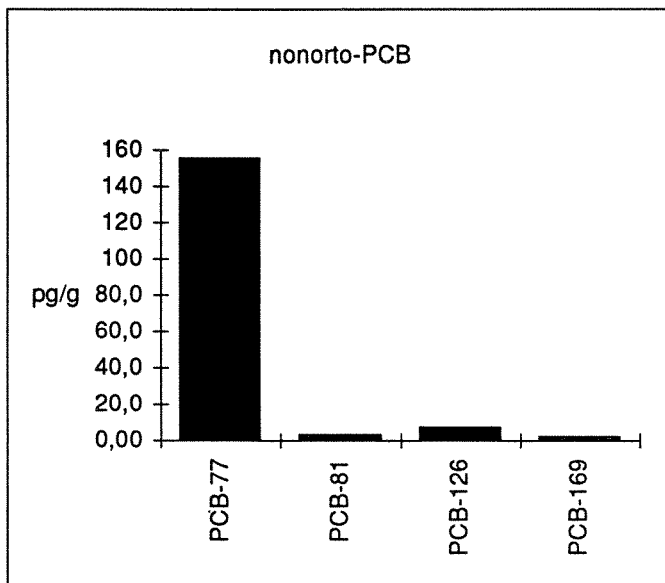


# PCDD/PCDF-Analyseresultater

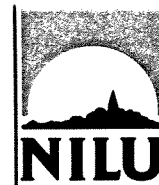


Vedlegg til målerapport nr: O-180  
NILU-Prøvenummer: 95/1026

Kjeller, 26.01.96



# PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-180  
 NILU-Prøvenummer: 95/1027  
 Kunde: NIVA v/Aud Helland  
 Kundernes prøvemerking: O-95188 - 18-25.9.95.  
 : Göta Älvs Vatten. GÄV 1. 0-1 cm.  
 Prøvetype: Sediment  
 Prøvemengde: 10 g tørt materiale  
 Måleenhet: pg/g  
 Datafiler: DD931011-DD937011-DD940041

Kjeller, 29.01.96

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (nordisk)	
	pg/g	%	pg/g	i-TE pg/g
2378-TCDD	0,37	65	0,37	
<b>SUM TCDD</b>	<b>12,3</b>			
12378-PeCDD	1,24 (i)	59	0,62	
<b>SUM PeCDD</b>	<b>19,6</b>			
123478-HxCDD	1,26	70	0,13	
123678-HxCDD	5,07		0,51	
123789-HxCDD	3,27		0,33	
<b>SUM HxCDD</b>	<b>76,7</b>			
1234678-HpCDD	92,5	55	0,93	
<b>SUM HpCDD</b>	<b>199</b>			
OCDD	727	57	0,73	
<b>SUM PCDD</b>	<b>1 035</b>		<b>3,60</b>	
2378-TCDF	35,8	69	3,58	
<b>SUM TCDF</b>	<b>141</b>			
12378/12348-PeCDF	34,4	61	0,34	1,72
23478-PeCDF	19,9		9,95	
<b>SUM PeCDF</b>	<b>117</b>			
123478/123479-HxCDF	36,7	67	3,67	
123678-HxCDF	7,80		0,78	
123789-HxCDF	0,69		0,07	
234678-HxCDF	4,04		0,40	
<b>SUM HxCDF</b>	<b>106</b>			
1234678-HpCDF	34,7	57	0,35	
1234789-HpCDF	7,93		0,08	
<b>SUM HpCDF</b>	<b>87,5</b>			
OCDF	181	59	0,18	
<b>SUM PCDF</b>	<b>633</b>		<b>19,4</b>	<b>20,8</b>
<b>SUM PCDD/PCDF</b>	<b>1 667</b>		<b>23,0</b>	<b>24,4</b>

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitetskvivalent etter nordisk modell  
 i-TE: 2378-TCDD-toksitetskvivalent etter internasjonal modell  
 <: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1  
 (i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.  
 Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



## nonorto-PCB

Kjeller, 29.01.96

Vedlegg til målerapport nr: O-180  
NILU-Prøvenummer: 95/1027  
Kunde: NIVA v/Aud Helland  
Kundenes prøvermerking: O-95188 - 18-25.9.95.  
: Göta Älvs Vatten. GÄV 1. 0-1 cm.  
Prøvetype: Sediment  
Prøvemengde: 10 g tørt materiale  
Måleenhet: pg/g  
Datafiler: DD931011-DD937011-DD940041

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (WHO)	i-TE (Safe)
	pg/g	%	pg/g	pg/g
33'44'-TeCB (PCB-77)	340	*	0,17	3,40
344'5'-TeCB(PCB-81)	6,15			
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	25,1	*	2,51	2,51
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	3,66	60	0,04	0,18
<b>SUM TE-PCB</b>			<b>2,72</b>	<b>6,09</b>

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Ahlborg et al. (1994)

TE (Safe): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

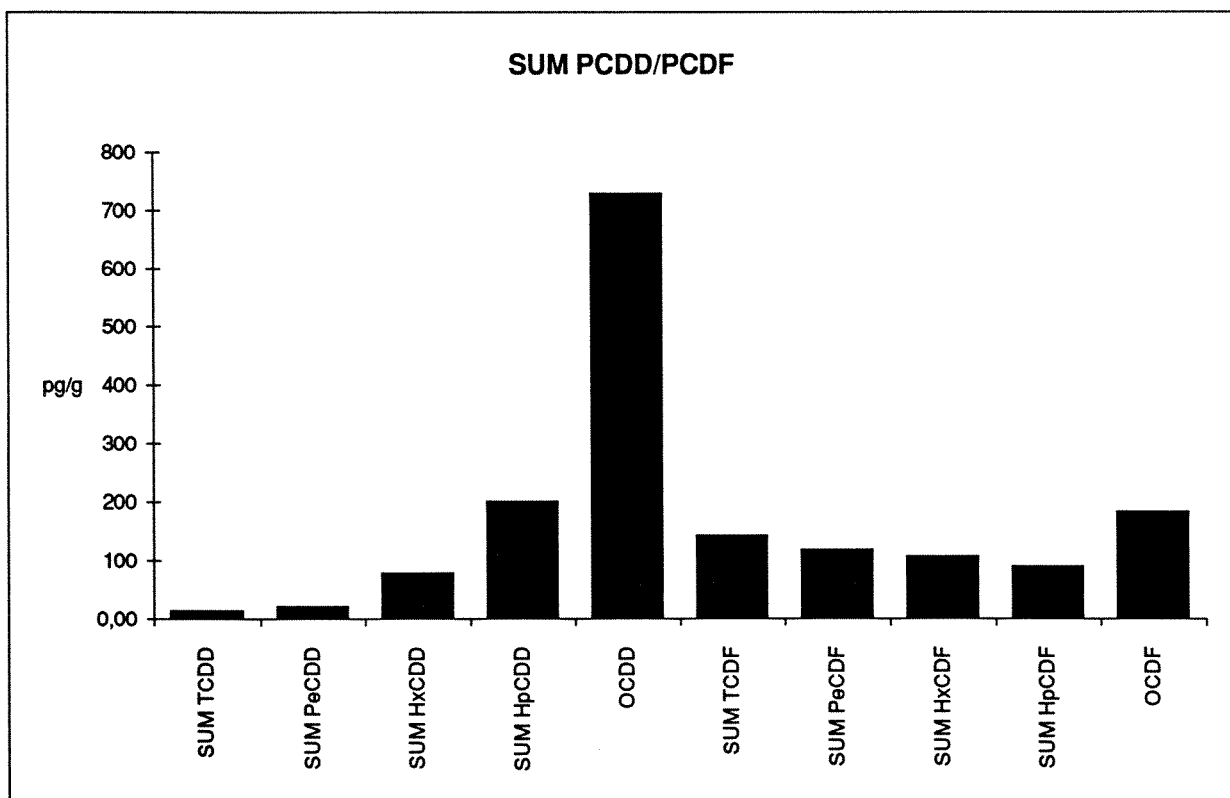
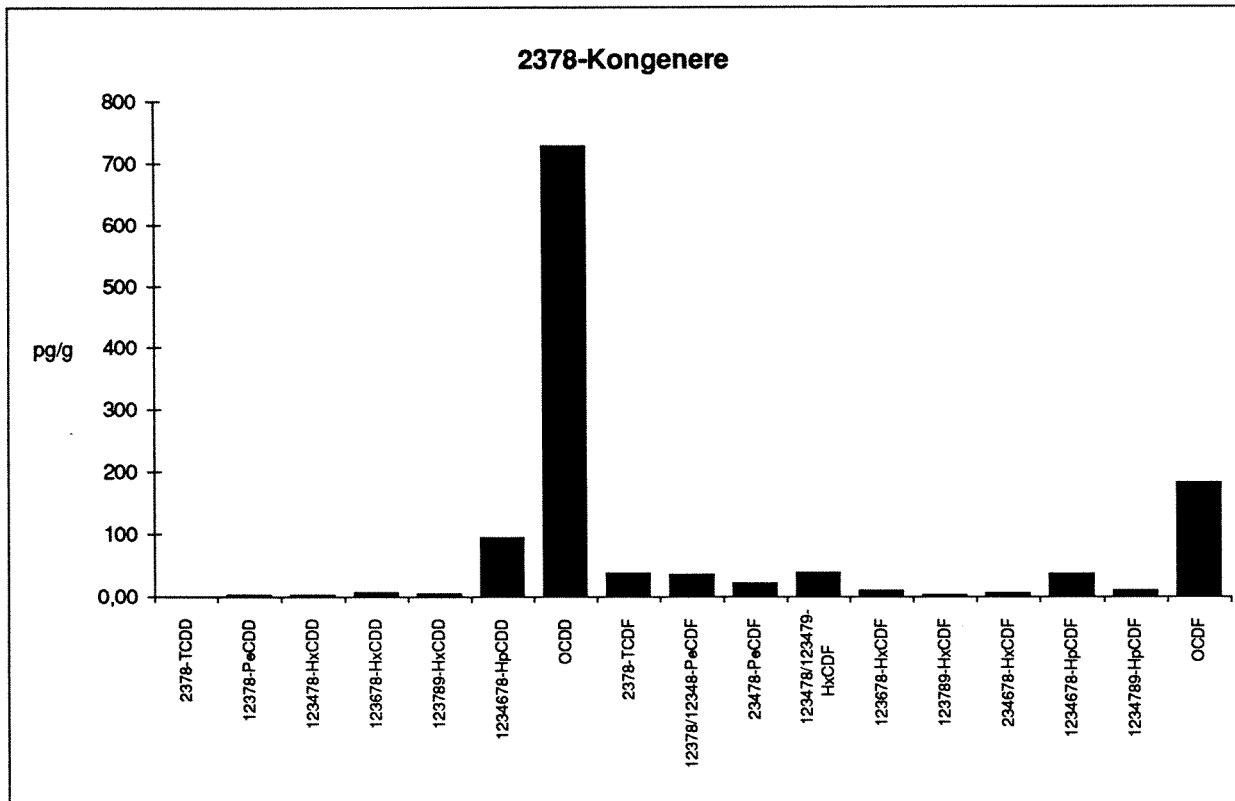


# PCDD/PCDF-Analyseresultater

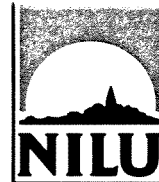


Vedlegg til målerapport nr: O-180  
NILU-Prøvenummer: 95/1027

Kjeller, 29.01.96

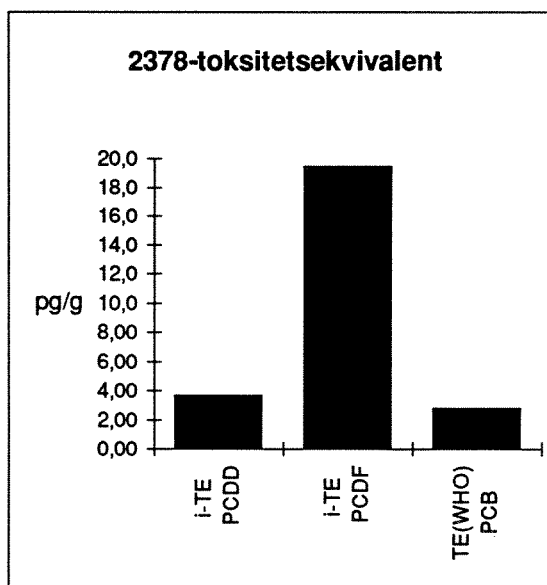
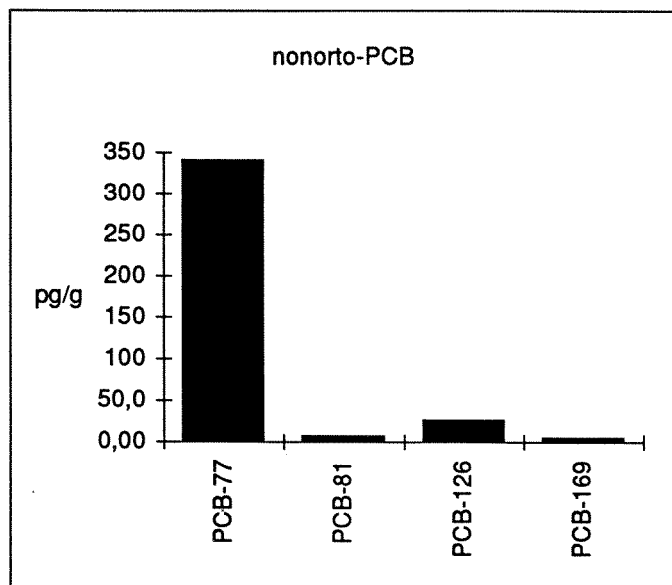


# PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-180  
NILU-Prøvenummer: 95/1027

Kjeller, 29.01.96



# PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-180

NILU-Prøvenummer: 95/1028

Kunde: NIVA v/Aud Helland

Kjeller, 29.01.96

Kundenes prøvemerking: O-95188 - 18-25.9.95.

: Göteborg og Bohusläns Vatten.Kosterfjorden St.16.0-1cm

Prøvetype: Sediment

Prøvemengde: 10 g tørt materiale

Måleenhet: pg/g

Datafiler: DD932011-DD938011-DD940051

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (nordisk)	i-TE
	pg/g	%	pg/g	pg/g
2378-TCDD	0,43	105	0,43	
<b>SUM TCDD</b>	<b>15,4</b>			
12378-PeCDD	0,93	99	0,47	
<b>SUM PeCDD</b>	<b>19,9</b>			
123478-HxCDD	1,23		0,12	
123678-HxCDD	2,14	119	0,21	
123789-HxCDD	2,57		0,26	
<b>SUM HxCDD</b>	<b>49,5</b>			
1234678-HpCDD	30,2	115	0,30	
<b>SUM HpCDD</b>	<b>77,9</b>			
OCDD	186	119	0,19	
<b>SUM PCDD</b>	<b>349</b>		<b>1,98</b>	
2378-TCDF	3,79	112	0,38	
<b>SUM TCDF</b>	<b>46,7</b>			
12378/12348-PeCDF	3,76		0,04	0,19
23478-PeCDF	3,19	102	1,60	
<b>SUM PeCDF</b>	<b>42,1</b>			
123478/123479-HxCDF	7,24	119	0,72	
123678-HxCDF	3,33		0,33	
123789-HxCDF	0,45		0,05	
234678-HxCDF	3,73		0,37	
<b>SUM HxCDF</b>	<b>46,0</b>			
1234678-HpCDF	18,3	95	0,18	
1234789-HpCDF	2,96		0,03	
<b>SUM HpCDF</b>	<b>22,9</b>			
OCDF	74,3	120	0,07	
<b>SUM PCDF</b>	<b>232</b>		<b>3,77</b>	<b>3,92</b>
<b>SUM PCDD/PCDF</b>	<b>581</b>		<b>5,75</b>	<b>5,90</b>

TE (nordisk): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter nordisk modell

i-TE: 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter internasjonal modell

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



## nonorto-PCB

Kjeller, 29.01.96

Vedlegg til målerapport nr: O-180

NILU-Prøvenummer: 95/1028

Kunde: NIVA v/Aud Helland

Kundenes prøvemerking: O-95188 - 18-25.9.95.

: Göteborg og Bohusläns Vatten.Kosterfjorden St.16.0-1cm

Prøvetype: Sediment

Prøvemengde: 10 g tørt materiale

Måleenhet: pg/g

Datafiler: DD932011-DD938011-DD940051

Komponent	Konsentrasjon	Gjenvinning	TE (WHO)	i-TE (Safe)
	pg/g	%	pg/g	pg/g
33'44'-TeCB (PCB-77)	70,6	79	0,04	0,71
344'5'-TeCB(PCB-81)	1,53			
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	4,28	91	0,43	0,43
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	1,31	99	0,01	0,07
<b>SUM TE-PCB</b>			<b>0,48</b>	<b>1,20</b>

TE (WHO): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Ahlborg et al. (1994)

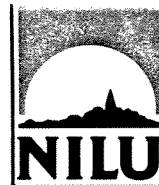
TE (Safe): 2378-TCDD-toksitetsekvivalent etter Safe (1994)

<: Lavere enn påvisningsgrensen ved signal:støy 3:1

(i): Isotopforhold avviker mer enn 20% fra teoretisk verdi.

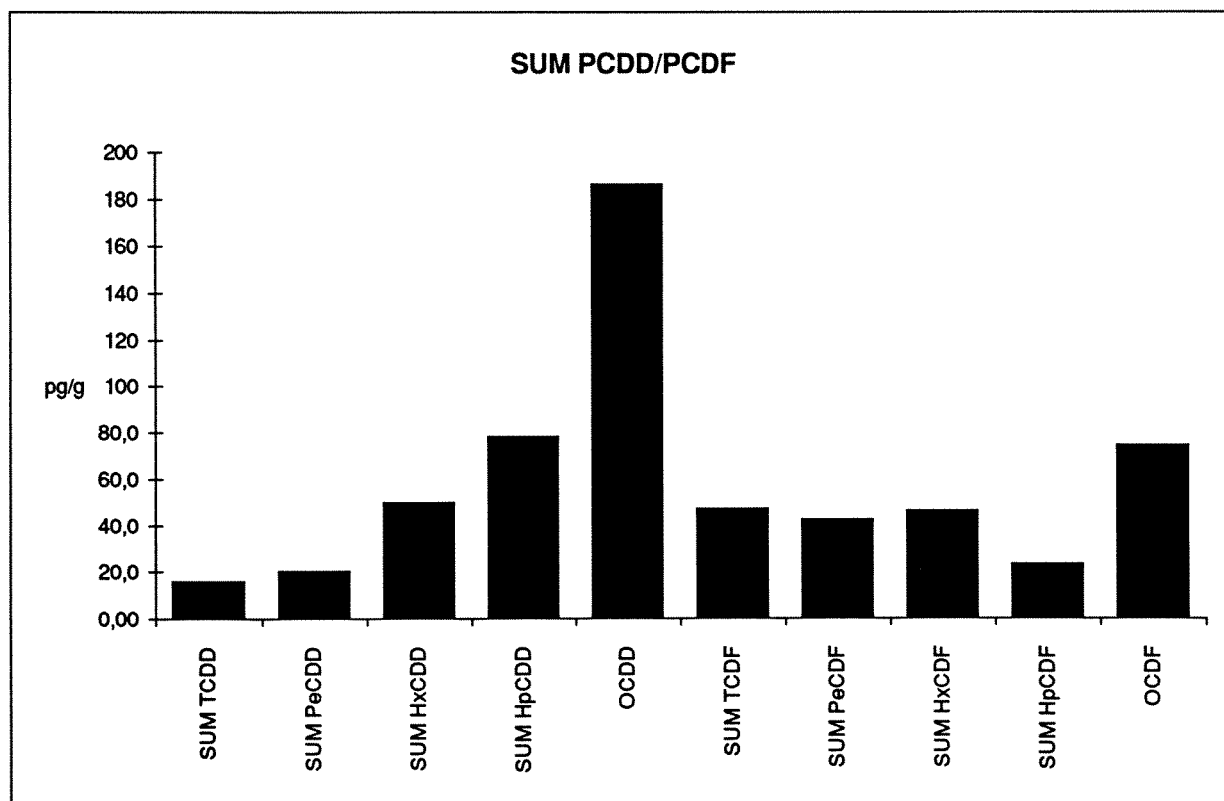
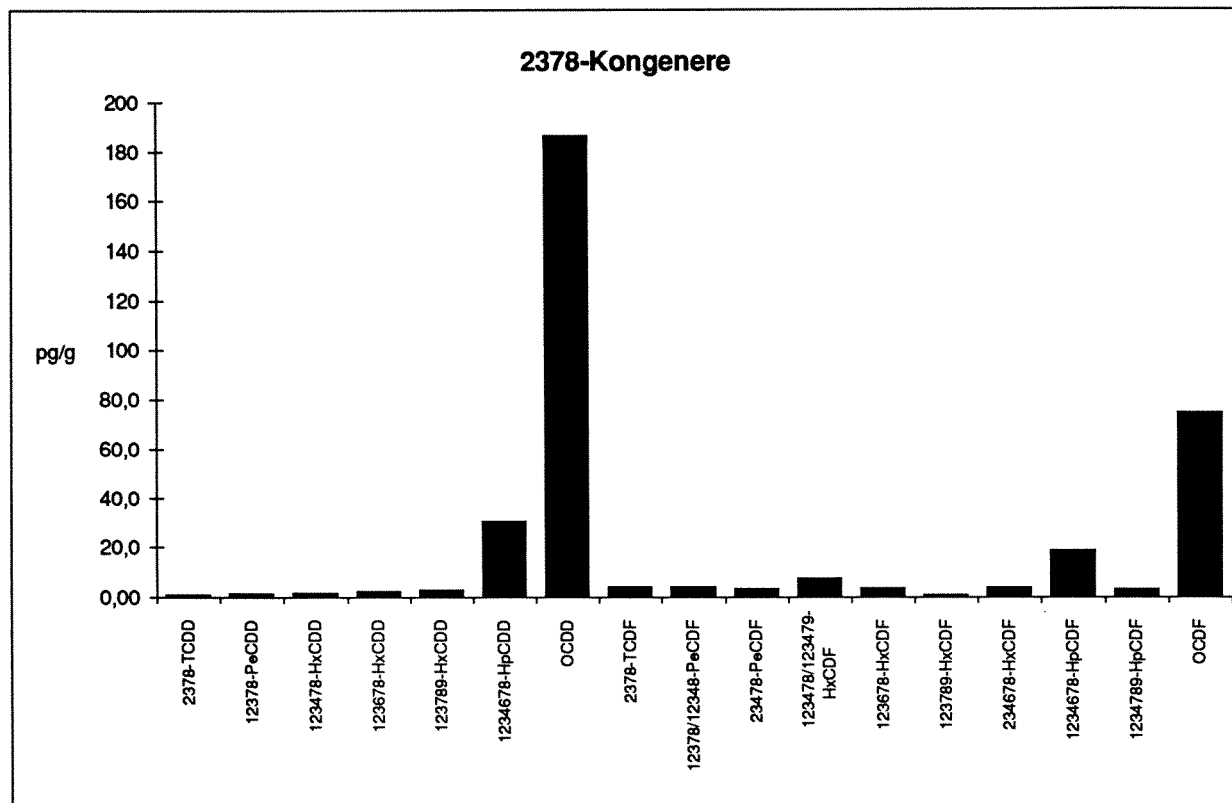
Dette skyldes mulig interferanse og/eller instrumentstøy.

# PCDD/PCDF-Analyseresultater



Vedlegg til målerapport nr: O-180  
NILU-Prøvenummer: 95/1028

Kjeller, 29.01.96

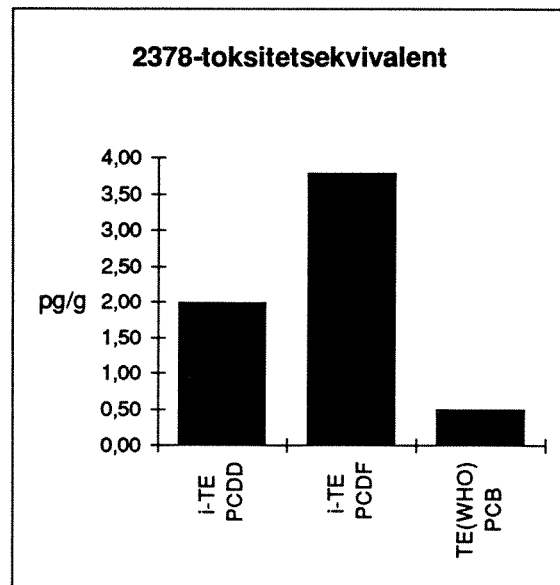
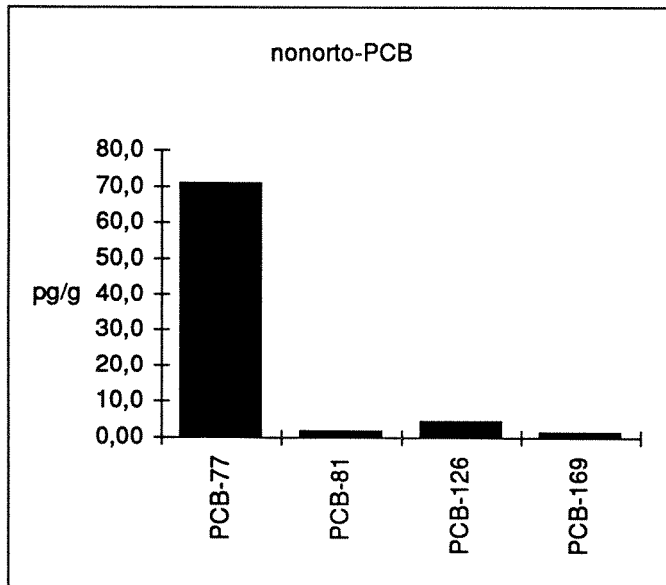


# PCDD/PCDF-Analyseresultater



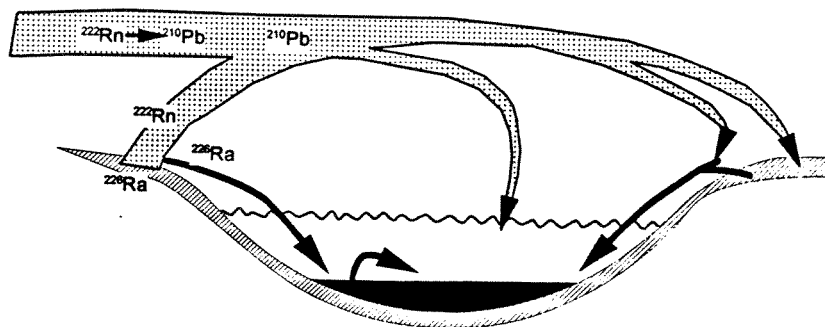
Vedlegg til målerapport nr: O-180  
NILU-Prøvenummer: 95/1028

Kjeller, 29.01.96



### **7.3.6 Vandkvalitetinstituttet (VKI)**

$^{210}\text{Pb}$ -Datering  
af fem sedimentkerner  
fra Bohus kysten



Rapport  
Februar 1996

VKI Vandkvalitetsinstituttet



**Rapport til:**

**Norsk Institutt for Vannforskning  
(NIVA)**

**$^{210}\text{Pb}$ -Datering af fem sedimentkerner  
fra Bohus kysten**

**Sagsbehandler:**

**Akad.ing. Arne Jensen**

**Sag nr.: 900110**

**Dato: 1996-02-02/lok**

---

**Vandkvalitetsinstituttet  
Hovedkontor**

Agern Allé 11  
DK-2970 Hørsholm

Telefon: +45 42 86 52 11  
Fax: +45 42 86 72 73  
Telex: 37874 VKICPH

Moms: DK 27 70 42 12  
Giro: 3 14 49 09  
Bank: Den Danske Bank

**Regionalkontor**

Gustav Wieds Vej 10  
DK-8000 Aarhus C

Telefon: +45 86 20 20 00  
Fax: +45 86 19 75 11

## INDHOLDSFORTEGNELSE

1.	INDLEDNING	1
2.	ANALYSEMETODE	1
3.	CIC- og CRS-DATERING	2
4.	BESTEMMELSE AF AKKUMULATIONS-RATER FOR TØRSTOF	2
4.1	Model	2
4.2	Resultater	3
4.3	Kommentarer	5
5.	DETEKTERING AF ÆNDRINGER I FORURENINGSBELASTNINGEN	8
6.	KONKLUSION	9
7.	REFERENCER	10

BILAG 1 FIGURER OG RÅDATA FOR ST. NO. 319 FRA BOHUS LEN

BILAG 2 FIGURER OG RÅDATA FOR ST. NO. G2 FRA BOHUS LEN

BILAG 3 FIGURER OG RÅDATA FOR ST. NO. 24 FRA FJÄLLBACKA

BILAG 4 FIGURER OG RÅDATA FOR ST. KOSTER

BILAG 5 FIGURER OG RÅDATA FOR ST. DANAFJORD

BILAG 6 KONCENTRATIONEN AF  $^{210}\text{Pb}$  NED IGENNEM SEDIMENTSØJLEN.

## 1. INDLEDNING

Vandkvalitetsinstituttet har for NIVA, Aud Helland, foretaget bly-210 ( $^{210}\text{Pb}$ ) datering af fem sedimentkerner udtaget fra kysten i Bohus len, Sverige. Formålet med undersøgelsen er at bestemme sedimentakkumulationsraten ( $\text{g m}^{-2} \text{år}^{-1}$ ) samt at undersøge eventuelle forstyrrelser i de øverste sedimentlag (blandingsdybden). Kernerne blev opskåret af rekvirenten i 1,0 cm tykke skiver for de øverste 20 cm og derunder i 2,0 cm tykke skiver. De tørrede prøver er blevet leveret til VKI sammen med oplysninger om tørstofprocenten og saliniteten ved havbunden.

$^{210}\text{Pb}$  isotopen i sedimenter hidrører dels fra atmosfærisk deposition (unsupported  $^{210}\text{Pb} = \text{UPB}$ ) and dels fra radioaktiv henfald af radon i sedimentet (supported  $^{210}\text{Pb} = \text{SPB}$ ).  $^{210}\text{Pb}$ -isotopen tilføres atmosfæren ved henfald af radon-222, som diffunderer ud af jorden. Disse isotoper er en del af uran-238's henfaldskæde.  $^{210}\text{Pb}$  isotopen har en halveringstid på 22,3 år. Baggrundsværdien for  $^{210}\text{Pb}$  bestemmes ud fra mængden af supported  $^{210}\text{Pb}$ , som er uafhængig af sedimentationen. Bestemmelsen af supported  $^{210}\text{Pb}$  sker fra de dybere lag i sedimentet, hvor koncentrationen er konstant, idet al unsupported  $^{210}\text{Pb}$  er henfaldet. Alderen af en sedimentkerne og sedimentakkumulationsraten bestemmes ved måling af  $^{210}\text{Pb}$ -koncentrationen i forskellige sedimentlag.

## 2. ANALYSEMETODE

$^{210}\text{Pb}$  måles i sedimentskiverne ved  $\alpha$ -spektrometri på VKI. I ca. 10 sedimentskiver (normalt 1-2 cm tykkelse) jævnt fordelt ned igennem sedimentkernen måles  $^{210}\text{Pb}$ -koncentrationen indirekte ved at måle koncentrationen af  $^{210}\text{Po}$  (polonium) med  $\alpha$ -spektrometri. Det tørrede sediment (ca. 0,5 g) destrueres med en blanding af salt- og salpetersyre, hvorefter  $^{210}\text{Po}$  elektrolyseres over på en sølvplade.  $^{210}\text{Po}$ -aktiviteten på sølvpladerne måles derefter ved  $\alpha$ -spektrometri. Alle prøverne bliver tilsat  $^{208}\text{Po}$  for at bestemme det kemiske udbytte. Kalibreringen udføres ved at behandle en  $^{210}\text{Pb}$ -standard på samme måde som prøverne.  $^{210}\text{Pb}$ -aktiviteten forudsættes at være i ligevægt med  $^{210}\text{Po}$ -aktiviteten. Den anvendte metode er beskrevet i ref. /1/.

### 3. CIC- OG CRS-DATERING

Ud fra UPB aktivitetsprofilen af sedimentkernen bestemmes alderen af de forskellige sedimentlag under den forudsætning, at  $^{210}\text{Pb}$  ikke er mobilt i sedimentkernen. Beregningerne kan udføres efter to modeller med forskellige forudsætninger. CIC-metoden (Constant Initial Concentration) forudsætter, at koncentrationen af UPB i det deponerende stof er konstant med tiden for lokaliteten.

Kernerne dateres normalt ved hjælp af CRS-metoden (Constant Rate of Supply af  $^{210}\text{Pb}$ ), som forudsætter, at fluxen til sedimentet af UPB er konstant med tiden for lokaliteten. Principperne for CIC- og CRS-datering af sedimentkerner er nærmere beskrevet i ref. /1/. Tørstofprocenterne er korrigeret for saltindhold, idet der er anvendt en salinitet på 32 ‰. Af hensyn til modelberegningerne er der ved interpolation foretaget beregninger af procent tørstof i hver 1 cm skive.

### 4. BESTEMMELSE AF AKKUMULATIONS-RATER FOR TØRSTOF

På grundlag af  $^{210}\text{Pb}$ -koncentrationen (UPB) på tørstofbasis ned igennem sedimentsøjlen bestemmes akkumulationsraten af sedimentet ( $\text{g m}^{-2} \text{ år}^{-1}$ ) ved anvendelse af nedenstående model, ref. /2 og 3/. Modellen beregner endvidere dybden af eventuelle forstyrrelser i den øverste del af sedimentsøjlen (blandingsdyben i cm) samt blandingskoefficienten ( $\text{cm}^2 \text{ år}^{-1}$ ).

#### 4.1 Model

Fordelingen af unsupported  $^{210}\text{Pb}$  i en sedimentkerne kan matematisk beskrives ved advektions-diffusionsligningen:

$$(1) \quad \frac{dA}{dt} = D \frac{d^2A}{dz^2} - \omega \frac{dA}{dz} - \lambda A$$

hvor

A = koncentration af  $^{210}\text{Pb}$  ( $\text{dpm g}^{-1}$ )

D = blandingskoefficient ( $\text{cm}^2 \text{ år}^{-1}$ )

- $z$  = dybde fra overfladen (cm)  
 $\omega$  = lineær akkumulationsrate (cm år<sup>-1</sup>)  
 $\lambda$  = henfaldskonstanten for <sup>210</sup>Pb (år<sup>-1</sup>)  
 $t$  = tiden (år)

Denne ligning løses, idet man forudsætter stationære sedimentationsforhold ( $dA/dt = 0$ ). Blandingsintensiteten  $D$  antages at følge en halv gaussisk fordeling, ref. /2/:

$$(2) \quad D = D_0 e^{-\frac{z^2}{2\sigma^2}}$$

hvor  $D_0$  er blandingsintensiteten i sedimentoverfladen og  $\sigma$  er den effektive blandingsdybde. Blandingsparametrene er fundet ved at optimere løsningen af ligning (1) i forhold til det målte <sup>210</sup>Pb profil.

## 4.2 Resultater

Bilag 1A og 2B-5B viser alle resultaterne, som anvendes til dateringsberegningerne, inkl. bestemmelserne af <sup>210</sup>Pb. Figureerne i bilag 6 viser total koncentrationen af <sup>210</sup>Pb ned igennem sedimentsøjlen. Ved CRS-metoden er sedimentets alder som funktion af dybden under sedimentoverfladen blevet bestemt. Resultaterne ses i figur 1 i bilagene 2A-5A.

I figur 2 i bilagene 2A-5A er vist dels de målte koncentrationer af <sup>210</sup>Pb (unsupported <sup>210</sup>Pb) og dels den optimerede løsning af ligning (1) for de seks sedimentkerner som funktion af massedybden (g cm<sup>-2</sup>). Løsningen af ligning (1) er baseret på det antal snit, som er vist i tabel 1. Meget ofte er den øverste del af sedimentsøjlen opblandet på grund af bioturbation og måske trawling. Opblanding kan også være forårsaget af det anvendte prøvetagningsudstyr. For at opnå den optimale modelløsning kan der derfor være udelukket nogle af de øverste snit i modelberegningerne. Dette bevirker, at akkumulationsraten bestemmes på snittene derunder. Blandingskoefficienten,  $D_0$ , og den effektive blandingsdybde,  $\sigma$ , bestemmes ved en iterativ beregning over hele sedimentsøjlen. Tabel 2 giver en oversigt over de opnåede resultater.

**Tabel 1. Antal snit af kernen inkluderet i beregningerne.**

Stationsnavn	Bilags-no.	Antal snit inkl. i model	Antal snit excl. i modeloptimering	Eventuelle bemærkninger
St. no. 319, Bohus Len	1			Datering umulig
St. no. G2, Bohus Len	2	24	1 (14-15 cm)	
St. no. 24, Fjällbacka	3	9	2 (0-2 cm)	
St. Koster	4	21	4 (0-2 cm og 8-9 cm og 16-17 cm)	
St. Dana fjord	5	15	4 (0-3 cm og 9-10 cm)	

**Tabel 2. Akkumulationsrater, blandingskoefficient, effektiv og reel blandingsdybde.**

Stationsnavn	Akkumulationsrate		Blandingskoefficient cm <sup>2</sup> /år	Blandingsdybde		Kvalitet af datering
	Masse g/m <sup>2</sup> /år ± s.d. (% CV)	Lineær mm/år (dybde 0-2 cm)		Effektiv model cm	Reel cm	
St. no. G2, Bohus Len	5.072 ± 976 (19)	14	6.400	1,6	3,2- 4,8	*
St. no. 24, Fjällbacka	769 ± 178 (23)	1,9	43	1,1	2,2- 3,3	*
St. Koster	1.823 ± 153 (8,4)	4,2	150	1,3	2,6- 3,9	**
St. Dana fjord	528 ± 43 (8,1)	1,3	43	1,4	2,8- 4,2	**

s.d. = standard deviation \*\*\* fin datering, \*\* rimelig datering, \*dårlig datering

## 4.3 Kommentarer

### 4.3.1 Generelle kommentarer

Figur 1 (i bilagene) for de forskellige kerner viser normalt en lineær akkumulationsrate i den øverste del af sedimentkernen (0-5 cm eller mere) med en meget lille standardafvigelse på de estimerede aldre (de vandrette linier viser 68% prædiktionsinterval). Hældningen ændres normalt under denne dybde samtidigt med, at standardafvigelsen stiger.

Ved konstant sedimentationsrate bør sammenhængen imellem  $^{210}\text{Pb}$  koncentrationen (UPB) som funktion af massedybden være lineær (figur 2 i bilagene). Er dette tilfældet, kan resultaterne af dateringen tolkes med relativ stor sikkerhed, idet dette normalt bevirker, at der findes en god sammenhæng imellem sedimentets dybde og alder (figur 1 i bilagene).

Den optimale løsning til steady state modellen (figur 2 i bilagene) passer normalt med de målte værdier af UPB. Når dette er tilfældet beskriver den beregnede akkumulationsrate derfor sedimentationen i den anførte tidsperiode. Afvigelser fra den lineære sammenhæng ses ofte i den øverste del af profilet og indikerer forstyrrelser i sedimentoverfladen, f.eks. bioturbation. Normalt, findes en lineær sammenhæng under den forstyrrede zone. Sedimentakkumulationsraten ( $\text{g m}^{-2} \text{år}^{-1}$ ) beregnes på den lineære, uforstyrrede del af kernen.

### 4.3.2 Specifikke kommentarer til hver datering

#### St. no. 319, Bohus Len

Bilag 6 viser et næsten konstant indhold af  $^{210}\text{Pb}$  i de øverste 7 cm og næsten konstant og lavere indhold derunder. Der er derfor ikke muligt at datere denne sedimentkerne. De to niveauer af  $^{210}\text{Pb}$  kan tyde på, at området i perioder er et akkumulationsområde, hvor relativt nyt sediment med højt indhold af  $^{210}\text{Pb}$  midlertidigt deponeres.

#### St. no. G2, Bohus Len

Bilag 6 viser et svagt faldende indhold af  $^{210}\text{Pb}$  ned til 22 cm dybde med undtagelse af snittet i 14-15 cm dybde, som er udelukket i de videre beregninger. Figur 1 i bilag 2A viser alderen

på sedimentkernen som funktion af dybden bestemt ved CRS-metoden. På det dybeste snit er der en stor usikkerhed på aldersbestemmelsen.

Af bilag 2A, figur 2, ses det, at den tilpassede steady state model af sedimentationsforholdene ikke passer særligt godt med de observerede værdier, idet der er store afvigelser imellem målte og beregnede værdier. For at få målingerne til at passe bedre med modellen har det desuden været nødvendigt at anvende en lavere værdi for supported  $^{210}\text{Pb}$  end den målte koncentration i det dybeste lag (26-28 cm). Den beregnede akkumulationsrate beskriver sedimentationen i den anførte tidsperiode med en høj variationskoefficient på 19 %. Der er derfor stor usikkerhed også på aldersbestemmelsen. Der er megen opblanding i de øverste lag, idet den lineære blandingsdybde er 1,6 cm og med en meget høj blandingskoefficient. Da blandingsdybden er beregnet som en halv gaussisk fordeling, svarer opblandingen til 3,2-4,8 cm dybde. Dateringen betragtes som værende dårlig.

#### St. no. 24, Fjällbacka

Bilag 6 viser et faldende indhold af  $^{210}\text{Pb}$  i de øverste 10 cm og derunder næsten konstant indhold. Dateringen er derfor udført på de øverste 10 cm. Figur 1 i bilag 3A viser alderen på sedimentkernen som funktion af dybden bestemt ved CRS-metoden. På det dybeste snit er der en meget stor usikkerhed på aldersbestemmelsen.

Af bilag 3A, figur 2, ses det, at den tilpassede steady state model af sedimentationsforholdene ikke passer særligt godt med de observerede værdier, idet der er store afvigelser imellem målte og beregnede værdier. Den beregnede akkumulationsrate beskriver sedimentationen i den anførte tidsperiode med en høj variationskoefficient på 23 %. Der er derfor stor usikkerhed også på aldersbestemmelsen. Der er en del opblanding i de øverste lag, idet den lineære blandingsdybde er 1,1 cm og med en høj blandingskoefficient. Da blandingsdybden er beregnet som en halv gaussisk fordeling, svarer opblandingen til 2,2-3,3 cm dybde. Dateringen betragtes som værende dårlig.

#### St. Koster

Bilag 6 viser et lavt indhold af  $^{210}\text{Pb}$  i den øverste cm. Fra 2-3 cm er indholdet stort set jævnt faldende ned til 21 cm dybde, hvorfor dateringen er lavet på hele søjlen. Figur 1 i bilag 4A



viser alderen på sedimentkernen som funktion af dybden bestemt ved CRS-metoden. På det dybeste snit er der en megen stor usikkerhed på aldersbestemmelsen.

Af bilag 4A, figur 2, ses det, at den tilpassede steady state model af sedimentationsforholdene passer rimeligt med de observerede værdier. Imidlertid er de øverste to snit udelukket i modelberegningerne sammen med  $^{210}\text{Pb}$ -målinger i 8-9 cm og 16-17 cm dybde, da det ikke var muligt at få modellen til at passe uden at udelade disse snit. For at få målingerne til at passe bedre med modellen har det desuden været nødvendigt at anvende en lavere værdi for supported  $^{210}\text{Pb}$  end den målte koncentration i det dybeste lag (20-22 cm). Den beregnede akkumulationsrate beskriver sedimentationen i den anførte tidsperiode med en variationskoefficient på 8,4%. Der er en del opblanding i de øverste lag, idet den lineære blandingsdybde er 1,3 cm med en høj blandingskoefficient. Da blandingsdybden er beregnet som en halv gaussisk fordeling, svarer opblandingen til 2,6-3,9 cm dybde. Dateringen betragtes som værende rimelig, selv om det har været nødvendigt at udelade nogle data. Det er dog meget normalt at udelukke de øverste snit i kernen på grund af opblanding.

#### St. Danafjord

Bilag 6 viser et jævnt faldende indhold af  $^{210}\text{Pb}$  i de øverste 13 cm og derunder konstant indhold. Figur 1 i bilag 5A viser alderen på sedimentkernen som funktion af dybden bestemt ved CRS-metoden. På det dybeste snit er der en meget stor usikkerhed på aldersbestemmelsen.

Af bilag 5A, figur 2, ses det, at den tilpassede steady state model af sedimentationsforholdene passer nogenlunde med de observerede værdier. Imidlertid er de tre øverste snit udelukket i modelberegningerne sammen med  $^{210}\text{Pb}$ -målinger i 9-10 cm dybde, da det ikke var muligt at få modellen til at passe uden at udelade disse snit. For at få målingerne til at passe bedre med modellen har det desuden været nødvendigt at anvende en lavere værdi for supported  $^{210}\text{Pb}$  end den målte koncentration i det dybeste lag (22-24 cm). Den beregnede akkumulationsrate beskriver sedimentationen i den anførte tidsperiode med en variationskoefficient på 8,1%. Der er en del opblanding i de øverste lag, idet den lineære blandingsdybde er 1,4 cm og med en høj blandingskoefficient. Da blandingsdybden er beregnet som

en halv gaussisk fordeling, svarer opblandingen til 2,8-4,2 cm dybde. Dateringen betragtes som værende rimelig.

## 5. DETEKTERING AF ÆNDRINGER I FORURENINGSBELASTNINGEN

På grundlag af de udførte dateringer er der foretaget en modelberegning over de udtagne sedimentprøvers følsomhed til at beskrive eventuelle ændringer i tilførslerne af forurenede stoffer til sedimentet. Den anvendte metode er beskrevet i /4/.

I tabel 3 er vist resultaterne af disse beregninger for de daterede prøver. Der er anvendt følgende input i modelberegningerne:

- dybde af overfladesedimentprøven (10 mm anvendt);
- sedimentakkumulationsraten;
- blandingsparametrene  $D_0$  og  $\sigma$ ;
- antal år imellem prøvetagningerne er valgt til henholdsvis 3, 5 og 10 år.
- der regnes med en relativ analysereproducerbarhed (% RSD) på 10 %, hvilket svarer til den reproducerbarhed, som kan opnås på ét laboratorium, f.eks. ved at bestemme indholdene af en række tungmetaller i sedimenter afhængigt af tungmetal og metoder. Hvis der forventes en højere RSD, skal den relative ændring i inputfluxen multipliceres med denne faktor (en %RSD på 20% betyder, at fluxen skal multipliceres med to).

På dette grundlag beregnes i modellen, hvor stor en relativ ændring i inputfluxen der kan detekteres efter henholdsvis 3, 5 og 10 år. Disse resultater er vist i tabel 3. Under disse forudsætninger vil det - med prøvetagning og analyser foretaget hvert femte år - være muligt at bestemme stigninger i inputfluxene på 35 % på to af stationerne, Bohus Len (st. no. G2) og st. Koster. På de to andre stationer vil ændringer på 65-75 % kunne detekteres ved prøvetagning hvert femte år. Forskellene i fluxene skyldes forskelle i sedimentakkumulationsraterne og blanding i den øverste del af sedimentsøjlerne. Når så små ændringer i inputflux kan detekteres i følge modellen, selv om der er megen opblanding, er det forårsaget af de høje sedimentakkumulationsrater.

**Tabel 3. Mulighed for detektering af ændring i inputflux med en relativ standard afvigelse på 10% på de kemiske analyser.**

Station navn	% relativ ændring i input-flux		
	År imellem prøvetagning		
	3	5	10
St. no. G2, Bohus Len	55	35	20
St. no. 24, Fjällbacka	100	65	35
St. Koster	50	35	20
St. Dana fjord	120	75	45

## 6. KONKLUSION

Dateringen af sedimentkernerne fra to af stationerne, st. Koster og Dana fjord, er udført med et rimeligt resultat. Derimod har dateringen af de to andre sedimentkerner, st. G2 og st. no. 24, givet et ikke tilfredsstillende resultat på grund af varierende indhold af  $^{210}\text{Pb}$  ned igennem sedimentsøjlen. Det var ikke muligt at datere sedimentkernen fra st. no. 319 på grund af næsten konstante indhold af  $^{210}\text{Pb}$  i den øverste del af kernen. Det kan tyde på, at området ikke er et permanent akkumulationsområde. For flere af sedimentkernerne har det været nødvendigt at anvende en lavere værdi for supported  $^{210}\text{Pb}$  end den dybeste koncentration for at få modellen til at passe med de målte værdier.

På grundlag af dateringsresultaterne er sedimentstationernes egnethed til at detektere ændringer i forureningsbelastningen blevet vurderet. Ved sedimentprøvetagning hvert femte år indikerer følsomhedsanalysen, at det er muligt at detektere ændringer i inputfluxen på 35% på to af stationerne, st. no. G2 og st. Koster, og 65-75 % på st. no. 24 og st. Dana fjord.

## 7. REFERENCER

- /1/ Pfeiffer Madsen, P. and Sørensen, J., 1979. Validation of the Lead-210 Dating Method. *J. Radioanal. Chem.* **54**, 39-48.
- /2/ Christensen, E. R., 1982. A Model for Radionuclides in Sediment Influenced by Mixing and Compaction. *J. of Geophysical Research* **87**, 566-572.
- /3/ Christensen, E. R. & Bhunia, P.K., 1986. Modeling Radiotracers in Sediments: Comparison with Observations in Lakes Huron and Michigan. *J. of Geophysical Research* **91**, 8559-8571.
- /4/ Larsen, B. & Jensen, A., 1989. Evaluation of the Sensitivity of Sediment Stations in Pollution Monitoring. *Mar. Pollut. Bull.* **20**, 556-560.

## **BILAGSDEL**

## **BILAG 1**

SAG NR 900110-D9539  
 DATO 29. jan. 1996  
 BETEGNELSE Bohus Len, st. no. 319  
 OPERATØR AJE

BILAG 1A

```
*****
```

I	T	B	TS	GL	TPB	STPB	TRV	TV	MD	LD	UPB	SUPB
cm	cm	cm	% vv	% ts	dpm/g	dpm/g	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>2</sup>	g/cm <sup>2</sup>	cm	dpm/g	dpm/g
1	0	1	31.99	IM	5.14	0.25	0.396	0.40	0.20	0.50	5.14	0.25
2	1	2	38.60	IM	5.82	0.25	0.502	0.50	0.65	1.50	5.82	0.25
3	2	3	41.18	IM	4.53	0.25	0.547	0.55	1.17	2.50	4.53	0.25
4	3	4	45.92	IM	IM	IM	0.634	0.63	1.76	3.50	IM	IM
5	4	5	49.74	IM	4.68	0.20	0.709	0.71	2.43	4.50	4.68	0.20
6	5	6	52.94	IM	IM	IM	0.776	0.78	3.18	5.50	IM	IM
7	6	7	54.59	IM	4.91	0.19	0.812	0.81	3.97	6.50	4.91	0.19
8	7	8	56.76	IM	IM	IM	0.861	0.86	4.81	7.50	IM	IM
9	8	9	58.41	IM	IM	IM	0.899	0.90	5.69	8.50	IM	IM
10	9	10	58.20	IM	2.16	0.16	0.894	0.89	6.58	9.50	2.16	0.16
11	10	11	56.55	IM	IM	IM	0.856	0.86	7.46	10.50	IM	IM
12	11	12	58.41	IM	IM	IM	0.899	0.90	8.34	11.50	IM	IM
13	12	13	57.79	IM	1.84	0.13	0.885	0.88	9.23	12.50	1.84	0.13
14	13	14	58.93	IM	IM	IM	0.912	0.91	10.13	13.50	IM	IM
15	14	15	57.07	IM	IM	IM	0.868	0.87	11.02	14.50	IM	IM
16	15	16	56.66	IM	1.68	0.13	0.858	0.86	11.88	15.50	1.68	0.13
17	16	17	57.89	IM	IM	IM	0.887	0.89	12.75	16.50	IM	IM
18	17	18	58.00	IM	IM	IM	0.890	0.89	13.64	17.50	IM	IM
19	18	19	56.76	IM	2.12	0.15	0.861	0.86	14.51	18.50	2.12	0.15
20	19	20	55.11	IM	IM	IM	0.823	0.82	15.36	19.50	IM	IM
21	20	22	54.72	IM	IM	IM	0.815	1.63	17.40	21.00	IM	IM
22	22	24	55.62	IM	2.42	0.16	0.835	1.67	19.07	23.00	2.42	0.16
23	24	26	55.93	IM	IM	IM	0.842	1.68	20.75	25.00	IM	IM
24	26	28	55.73	IM	IM	IM	0.837	1.67	22.43	27.00	IM	IM
25	28	30	55.42	IM	IM	IM	0.830	1.66	24.09	29.00	IM	IM
26	30	32	55.21	IM	IM	IM	0.826	1.65	25.74	31.00	IM	IM
27	32	34	55.73	IM	2.14	0.16	0.837	1.67	27.41	33.00	2.14	0.16

```
*****
```

ANTAL LINIER = PRØVEINTERVAL = 1.00 CM (0-20 cm)  
 SPB = DPM/G PRØVEINTERVAL = 2.00 CM (20+ cm)  
 SSPB = DPM/G  
 PRØVETAGNING = 1995 SEDIMENTATIONSRATE = G/M2/YEAR  
 BLANDINGSDYBDE = CM STANDARDAFVIGELSE = G/M2/YEAR  
 BLANDINGSINT. = CM\*\*2/YEAR LINEÆR AKK. RATE (TOP) = MM/YEAR

SPB : SUPPORTED PB-210  
 IM : IKKE MÅLT  
 DPM : DISINTEGRATIONER/MINUT  
 I : INDEX  
 T , B: DYBDE TOP OG BUND  
 TS : TØRSTOF  
 GL : GLØDETAB  
 TPB : TOTAL PB-210

SSPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ SPB  
 STPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ TPB  
 TRV : TØR RUMVÆGT  
 TV : TØR VÆGT  
 MD : MASSE DYBDE  
 LD : LINIÆR DYBDE  
 UPB : UNSUPPORTED PB-210  
 SUPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ UPB

```
*****
```





Bohus Len, st. no. G2

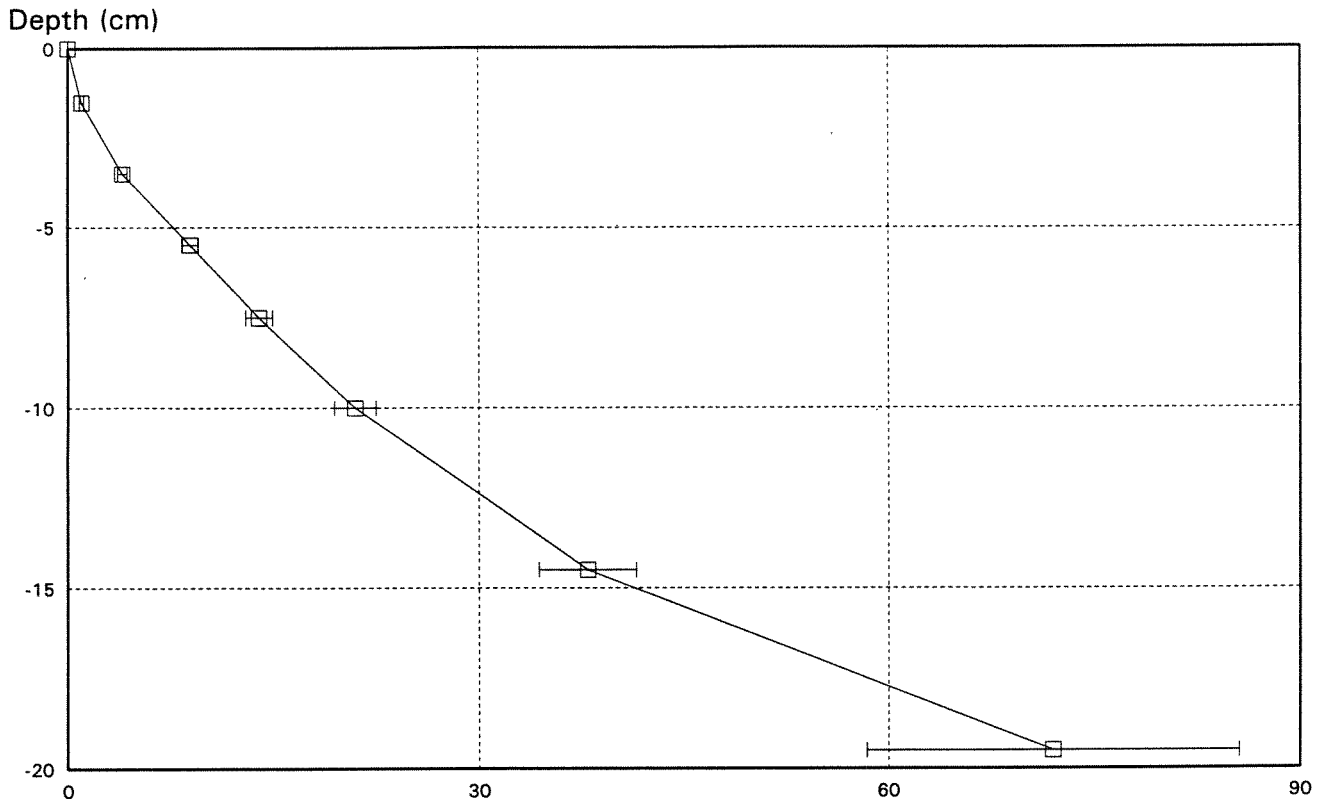


Figure 1. Years from 1995 (including 68% prediction interval)

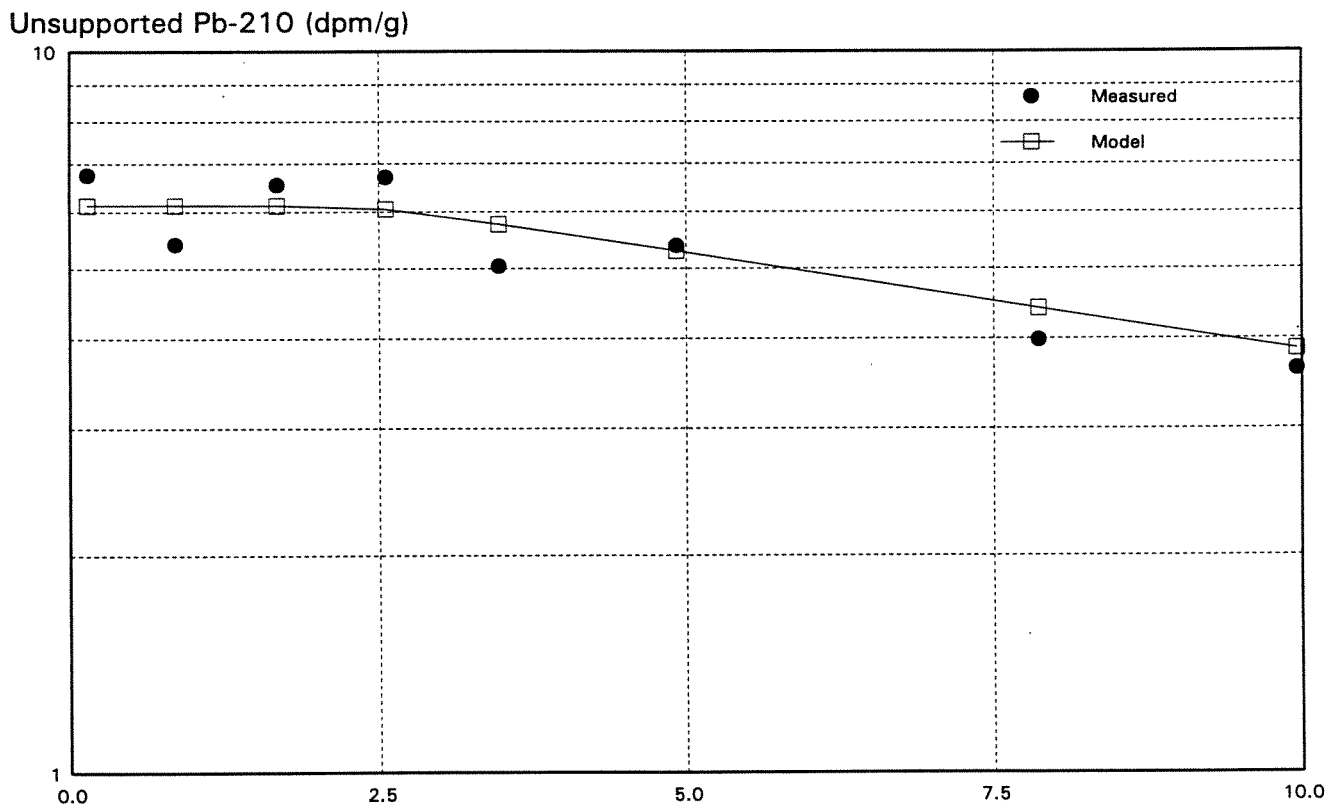


Figure 2. Mass depth (g/cm<sup>2</sup>)

SAG NR 900110-D9540  
 DATO 23. jan. 1996  
 BETEGNELSE Bohus Len, st. no. G2  
 OPERATØR AJE

BILAG 2B

```
*****
I      T      B      TS      GL      TPB      STPB      TRV      TV      MD      LD      UPB      SUPB
cm    cm    cm    % vv  % ts  dpm/g  dpm/g  g/cm3  g/cm2  g/cm2  cm    dpm/g  dpm/g
*****
1      0      1      24.46  IM    9.75    0.35  0.287  0.29   0.14   0.50   6.75   0.37
2      1      2      29.72  IM    IM      IM  0.362  0.36   0.47   1.50   IM     IM
3      2      3      32.61  IM    8.41    0.29  0.405  0.41   0.85   2.50   5.41   0.33
4      3      4      32.92  IM    IM      IM  0.410  0.41   1.26   3.50   IM     IM
5      4      5      33.54  IM    9.54    0.40  0.420  0.42   1.67   4.50   6.54   0.42
6      5      6      34.88  IM    IM      IM  0.441  0.44   2.10   5.50   IM     IM
7      6      7      35.71  IM    9.70    0.37  0.454  0.45   2.55   6.50   6.70   0.40
8      7      8      35.71  IM    IM      IM  0.454  0.45   3.01   7.50   IM     IM
9      8      9      37.05  IM    8.04    0.34  0.476  0.48   3.47   8.50   5.04   0.37
10     9      10     37.25  IM    IM      IM  0.480  0.48   3.95   9.50   IM     IM
11    10     11     38.70  IM    IM      IM  0.504  0.50   4.44  10.50  IM     IM
12    11     12     35.50  IM    8.38    0.28  0.451  0.45   4.92  11.50  5.38   0.32
13    12     13     36.84  IM    IM      IM  0.473  0.47   5.38  12.50  IM     IM
14    13     14     37.56  IM    IM      IM  0.485  0.48   5.86  13.50  IM     IM
15    14     15     37.56  IM    12.02   0.49  0.485  0.48   6.35  14.50  9.02   0.51
16    15     16     38.60  IM    IM      IM  0.502  0.50   6.84  15.50  IM     IM
17    16     17     39.52  IM    IM      IM  0.518  0.52   7.35  16.50  IM     IM
18    17     18     39.42  IM    6.98    0.33  0.516  0.52   7.87  17.50  3.98   0.36
19    18     19     40.35  IM    IM      IM  0.532  0.53   8.39  18.50  IM     IM
20    19     20     40.76  IM    IM      IM  0.540  0.54   8.93  19.50  IM     IM
21    20     22     37.95  IM    6.63    0.26  0.491  0.98   10.18  21.00  3.63   0.29
22    22     24     43.55  IM    IM      IM  0.590  1.18   11.36  23.00  IM     IM
23    24     26     40.56  IM    IM      IM  0.536  1.07   12.43  25.00  IM     IM
24    26     28     40.14  IM    6.66    0.24  0.529  1.06   13.49  27.00  3.66   0.28
*****
```

```
ANTAL LINIER = 24          PRØVEINTERVAL = 1.00 CM (0-20 cm)
SPB          = 3.00 DPM/G  PRØVEINTERVAL = 2.00 CM (20+ cm)
SSPB        = 0.14 DPM/G
PRØVETAGNING = 1995      SEDIMENTATIONSRATE = 5072 G/M2/YEAR
BLANDINGSDYBDE = 1.6 CM  STANDARDAFVIGELSE = 976 G/M2/YEAR
BLANDINGSINT. = 6400 CM**2/YEAR LINEÆR AKK. RATE (TOP) = 14 MM/YEAR
```

```
SPB : SUPPORTED PB-210      SSPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ SPB
IM : IKKE MÅLT             STPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ TPB
DPM : DISINTEGRATIONER/MINUT TRV : TØR RUMVÆGT
I : INDEX                  TV : TØR VÆGT
T , B : DYBDE TOP OG BUND  MD : MASSE DYBDE
TS : TØRSTOF              LD : LINIÆR DYBDE
GL : GLØDETAB             UPB : UNSUPPORTED PB-210
TPB : TOTAL PB-210        SUPB : STANDARDAFVIGELSE PÅ UPB
*****
```



St. no. 24, Fjällbacka

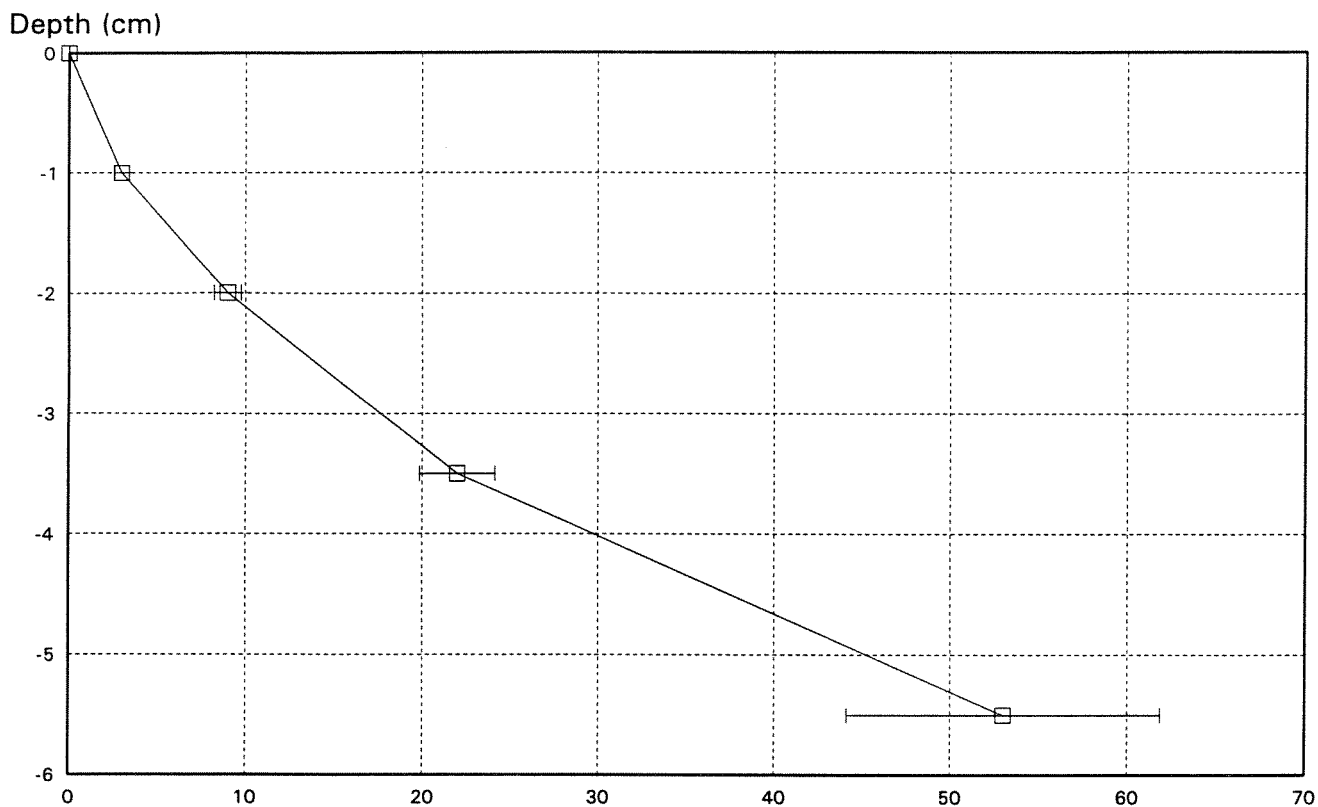


Figure 1. Years from 1995 (including 68% prediction interval)

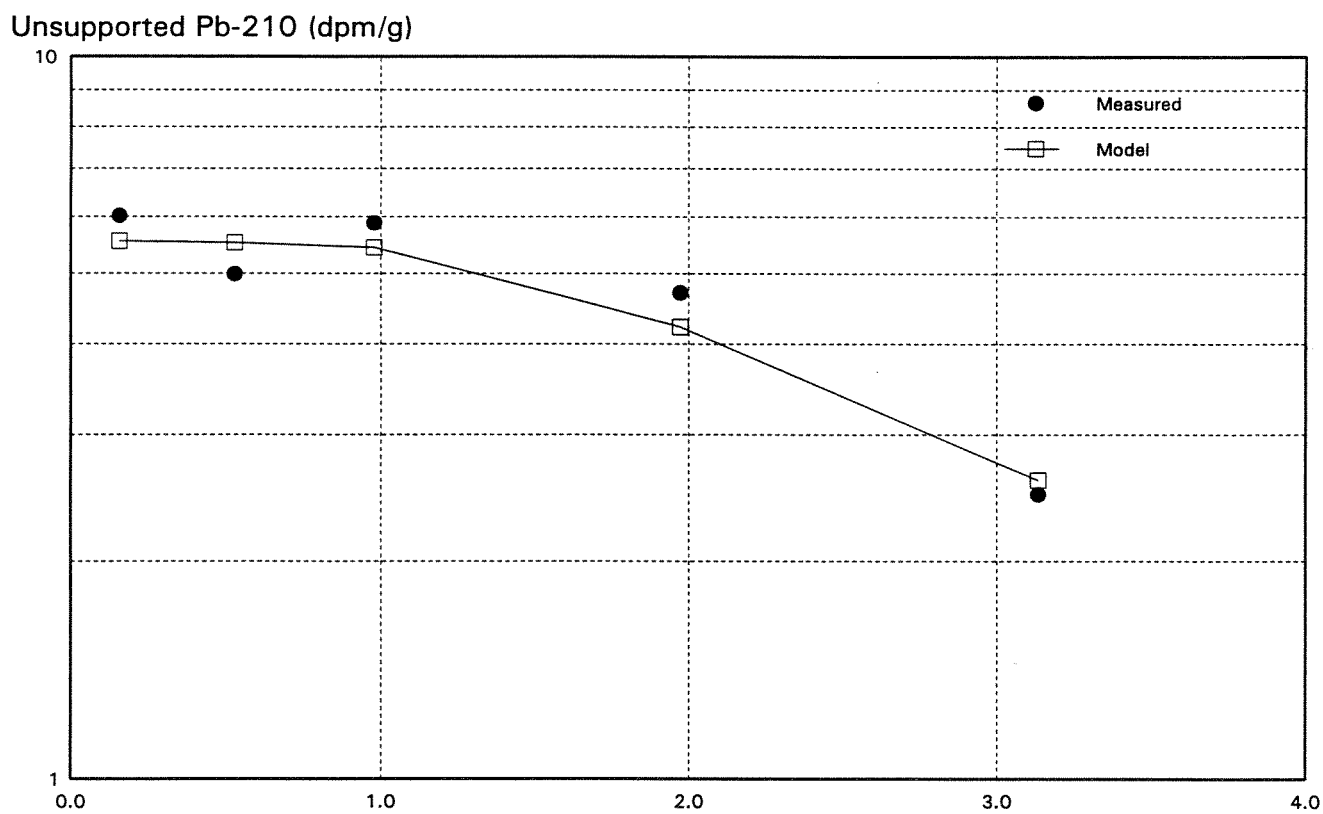


Figure 2. Mass depth (g/cm<sup>2</sup>)

SAG NR 900110-D9541  
 DATO 2. feb. 1996  
 BETEGNELSE St. no. 24, Fjällbacka  
 OPERATØR AJE

BILAG 3B

```
*****
```

I	T	B	TS	GL	TPB	STPB	TRV	TV	MD	LD	UPB	SUPB
cm	cm	cm	% vv	% ts	dpm/g	dpm/g	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>2</sup>	g/cm <sup>2</sup>	cm	dpm/g	dpm/g
1	0	1	26.52	IM	7.36	0.40	0.315	0.32	0.16	0.50	6.02	0.41
2	1	2	33.95	IM	6.33	0.28	0.426	0.43	0.53	1.50	4.99	0.30
3	2	3	36.84	IM	7.22	0.34	0.473	0.47	0.98	2.50	5.88	0.36
4	3	4	37.98	IM	IM	IM	0.492	0.49	1.46	3.50	IM	IM
5	4	5	40.35	IM	6.04	0.38	0.532	0.53	1.97	4.50	4.70	0.39
6	5	6	42.93	IM	IM	IM	0.578	0.58	2.53	5.50	IM	IM
7	6	7	45.82	IM	3.82	0.24	0.632	0.63	3.13	6.50	2.48	0.26
8	7	8	47.37	IM	IM	IM	0.662	0.66	3.78	7.50	IM	IM
9	8	9	48.71	IM	IM	IM	0.688	0.69	4.46	8.50	IM	IM
10	9	10	49.33	IM	1.38	0.12	0.701	0.70	5.15	9.50	0.04	0.16
11	10	11	49.95	IM	IM	IM	0.713	0.71	5.86	10.50	IM	IM
12	11	12	48.92	IM	IM	IM	0.692	0.69	6.56	11.50	IM	IM
13	12	13	49.64	IM	1.41	0.14	0.707	0.71	7.26	12.50	0.07	0.17
14	13	14	50.26	IM	IM	IM	0.720	0.72	7.97	13.50	IM	IM
15	14	15	49.23	IM	IM	IM	0.699	0.70	8.68	14.50	IM	IM
16	15	16	52.84	IM	1.34	0.10	0.774	0.77	9.42	15.50	-0.00	0.14
17	16	17	50.46	IM	IM	IM	0.724	0.72	10.17	16.50	IM	IM
18	17	18	50.26	IM	IM	IM	0.720	0.72	10.89	17.50	IM	IM
19	18	19	50.05	IM	1.35	0.12	0.715	0.72	11.61	18.50	0.01	0.16
20	19	20	50.67	IM	IM	IM	0.728	0.73	12.33	19.50	IM	IM
21	20	22	51.91	IM	IM	IM	0.754	1.51	14.20	21.00	IM	IM
22	22	24	51.91	IM	1.64	0.14	0.754	1.51	15.71	23.00	0.30	0.17
23	24	26	50.15	IM	IM	IM	0.717	1.43	17.14	25.00	IM	IM
24	26	28	49.64	IM	IM	IM	0.707	1.41	18.56	27.00	IM	IM
25	28	30	51.81	IM	IM	IM	0.752	1.50	20.06	29.00	IM	IM
26	30	32	52.22	IM	IM	IM	0.760	1.52	21.58	31.00	IM	IM
27	32	34	52.53	IM	1.85	0.15	0.767	1.53	23.11	33.00	0.51	0.18

```
*****
```

ANTAL LINIER = 9	PRØVEINTERVAL = 1.00	CM (0-20 cm)
SPB = 1.34 DPM/G	PRØVEINTERVAL = 2.00	CM (20+ cm)
SSPB = 0.10 DPM/G		
PRØVETAGNING = 1995	SEDIMENTATIONSRATE = 769	G/M2/YEAR
BLANDINGSDYBDE = 1.1	STANDARDVIGELSE = 178	G/M2/YEAR
BLANDINGSINT. = 43	LINEÆR AKK. RATE (TOP) = 1.9	MM/YEAR

SPB : SUPPORTED PB-210	SSPB : STANDARDVIGELSE PÅ SPB
IM : IKKE MÅLT	STPB : STANDARDVIGELSE PÅ TPB
DPM : DISINTEGRATIONER/MINUT	TRV : TØR RUMVÆGT
I : INDEX	TV : TØR VÆGT
T, B: DYBDE TOP OG BUND	MD : MASSE DYBDE
TS : TØRSTOF	LD : LINIÆR DYBDE
GL : GLØDETAB	UPB : UNSUPPORTED PB-210
TPB : TOTAL PB-210	SUPB : STANDARDVIGELSE PÅ UPB

```
*****
```



St. Koster

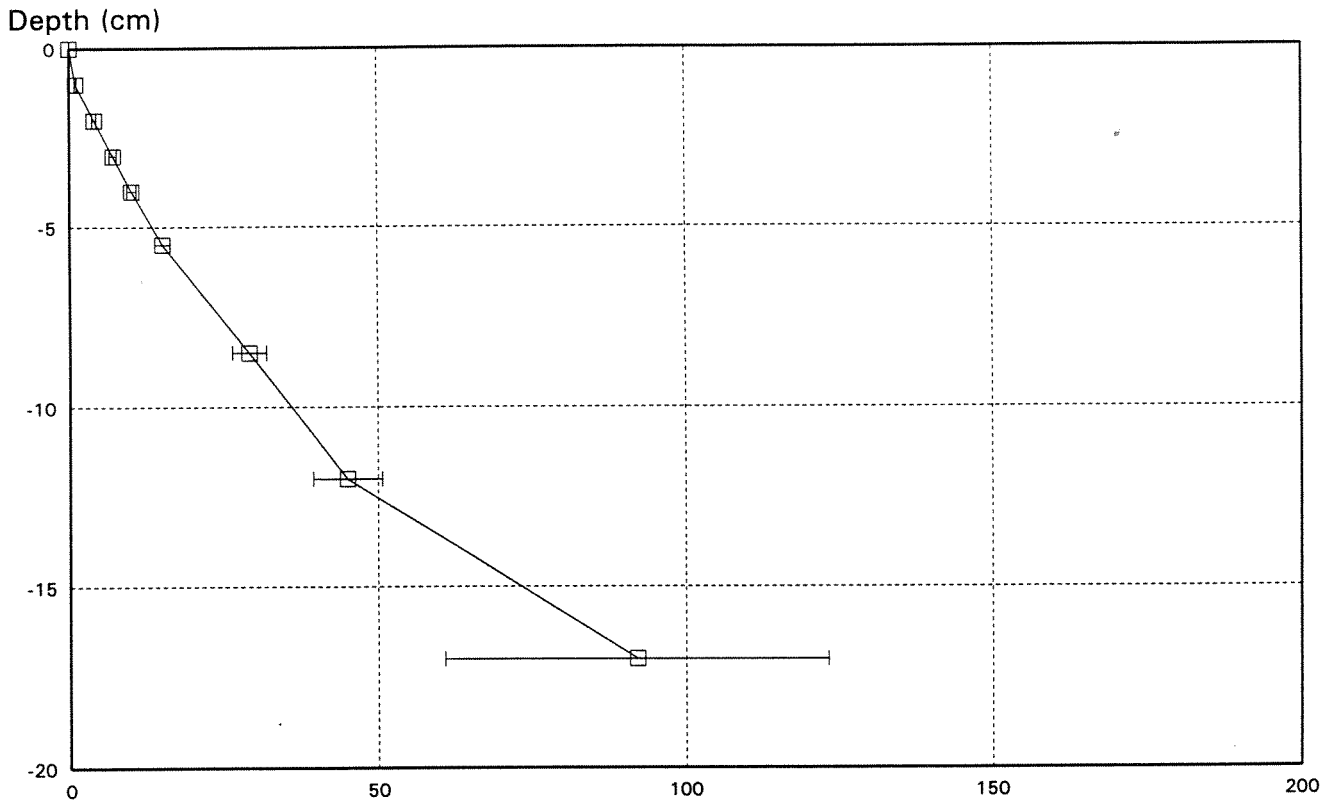


Figure 1. Years from 1995 (including 68% prediction interval)

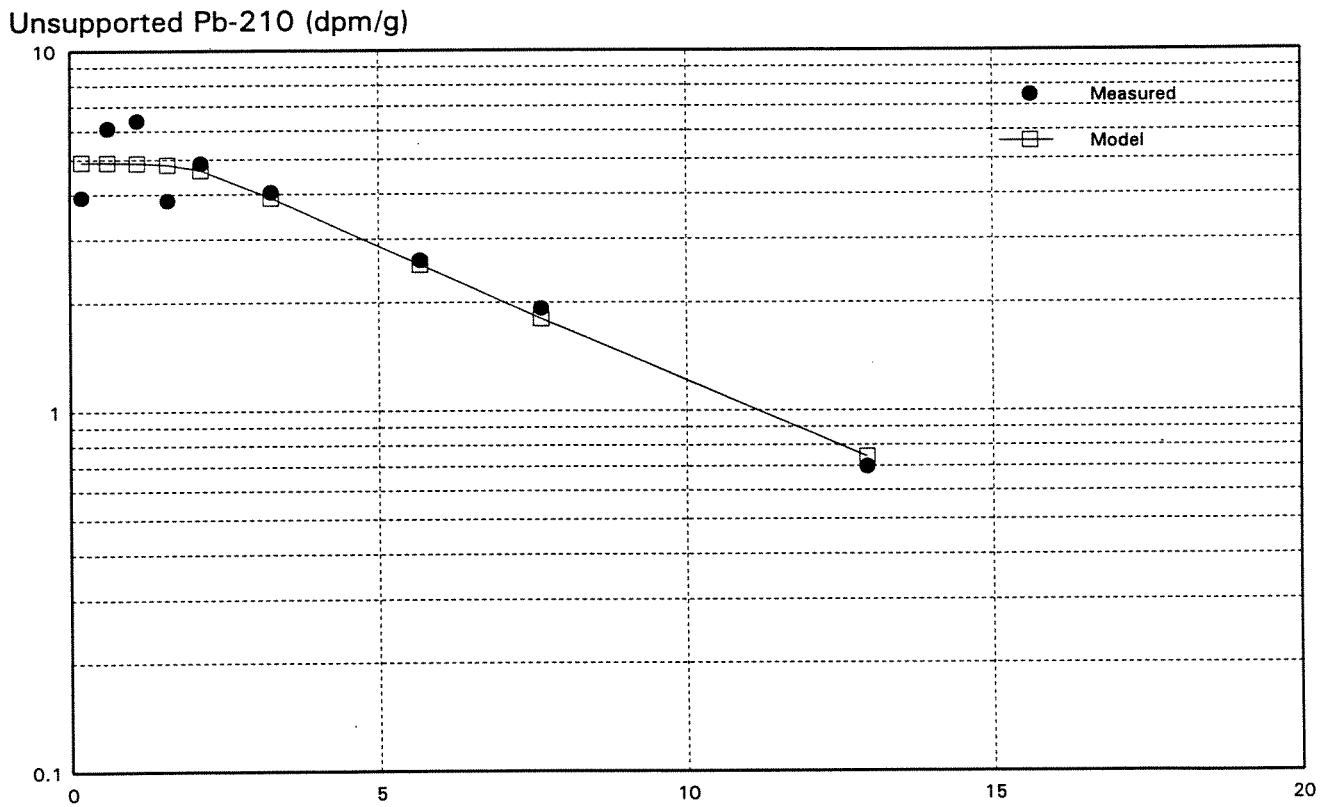


Figure 2. Mass depth (g/cm<sup>2</sup>)

SAG NR 900110-D9540  
 DATO 2. feb. 1996  
 BETEGNELSE St. Koster, Bohus Len  
 OPERATØR AJE

BILAG 4B

```
*****
```

I	T	B	TS	GL	TPB	STPB	TRV	TV	MD	LD	UPB	SUPB
cm	cm	cm	% vv	% ts	dpm/g	dpm/g	g/cm3	g/cm2	g/cm2	cm	dpm/g	dpm/g
1	0	1	30.13	IM	5.17	0.26	0.368	0.37	0.18	0.50	3.92	0.29
2	1	2	37.05	IM	7.34	0.37	0.476	0.48	0.61	1.50	6.09	0.39
3	2	3	36.74	IM	7.65	0.49	0.471	0.47	1.08	2.50	6.40	0.51
4	3	4	39.94	IM	5.09	0.28	0.525	0.53	1.58	3.50	3.84	0.30
5	4	5	41.59	IM	6.12	0.42	0.554	0.55	2.12	4.50	4.87	0.43
6	5	6	41.69	IM	IM	IM	0.556	0.56	2.67	5.50	IM	IM
7	6	7	43.55	IM	5.30	0.25	0.590	0.59	3.25	6.50	4.05	0.27
8	7	8	43.96	IM	IM	IM	0.597	0.60	3.84	7.50	IM	IM
9	8	9	44.68	IM	7.35	0.45	0.611	0.61	4.44	8.50	6.10	0.46
10	9	10	44.79	IM	IM	IM	0.612	0.61	5.05	9.50	IM	IM
11	10	11	44.58	IM	3.87	0.19	0.609	0.61	5.66	10.50	2.62	0.23
12	11	12	45.92	IM	IM	IM	0.634	0.63	6.29	11.50	IM	IM
13	12	13	49.23	IM	IM	IM	0.699	0.70	6.95	12.50	IM	IM
14	13	14	47.88	IM	3.17	0.19	0.672	0.67	7.64	13.50	1.92	0.23
15	14	15	50.36	IM	IM	IM	0.722	0.72	8.33	14.50	IM	IM
16	15	16	51.39	IM	IM	IM	0.743	0.74	9.07	15.50	IM	IM
17	16	17	50.46	IM	3.23	0.16	0.724	0.72	9.80	16.50	1.98	0.20
18	17	18	53.04	IM	IM	IM	0.778	0.78	10.55	17.50	IM	IM
19	18	19	53.77	IM	IM	IM	0.794	0.79	11.34	18.50	IM	IM
20	19	20	55.21	IM	IM	IM	0.826	0.83	12.15	19.50	IM	IM
21	20	21	53.40	IM	1.95	0.14	0.786	0.79	12.95	20.50	0.70	0.18

```
*****
```

ANTAL LINIER = 21	PRØVEINTERVAL = 1.00	CM (0-20 cm)
SPB = 1.25 DPM/G	PRØVEINTERVAL = 2.00	CM (20+ cm)
SSPB = 0.12 DPM/G		
PRØVETAGNING = 1995	SEDIMENTATIONSRATE = 1.823	G/M2/YEAR
BLANDINGSDYBDE = 1.3	STANDARDADFVIGELSE = 153	G/M2/YEAR
BLANDINGSINT. = 150	LINEÆR AKK. RATE (TOP) = 4.2	MM/YEAR

SPB : SUPPORTED PB-210	SSPB : STANDARDADFVIGELSE PÅ SPB
IM : IKKE MÅLT	STPB : STANDARDADFVIGELSE PÅ TPB
DPM : DISINTEGRATIONER/MINUT	TRV : TØR RUMVÆGT
I : INDEX	TV : TØR VÆGT
T , B: DYBDE TOP OG BUND	MD : MASSE DYBDE
TS : TØRSTOF	LD : LINIÆR DYBDE
GL : GLØDETAB	UPB : UNSUPPORTED PB-210
TPB : TOTAL PB-210	SUPB : STANDARDADFVIGELSE PÅ UPB

```
*****
```



## **BILAG 5**

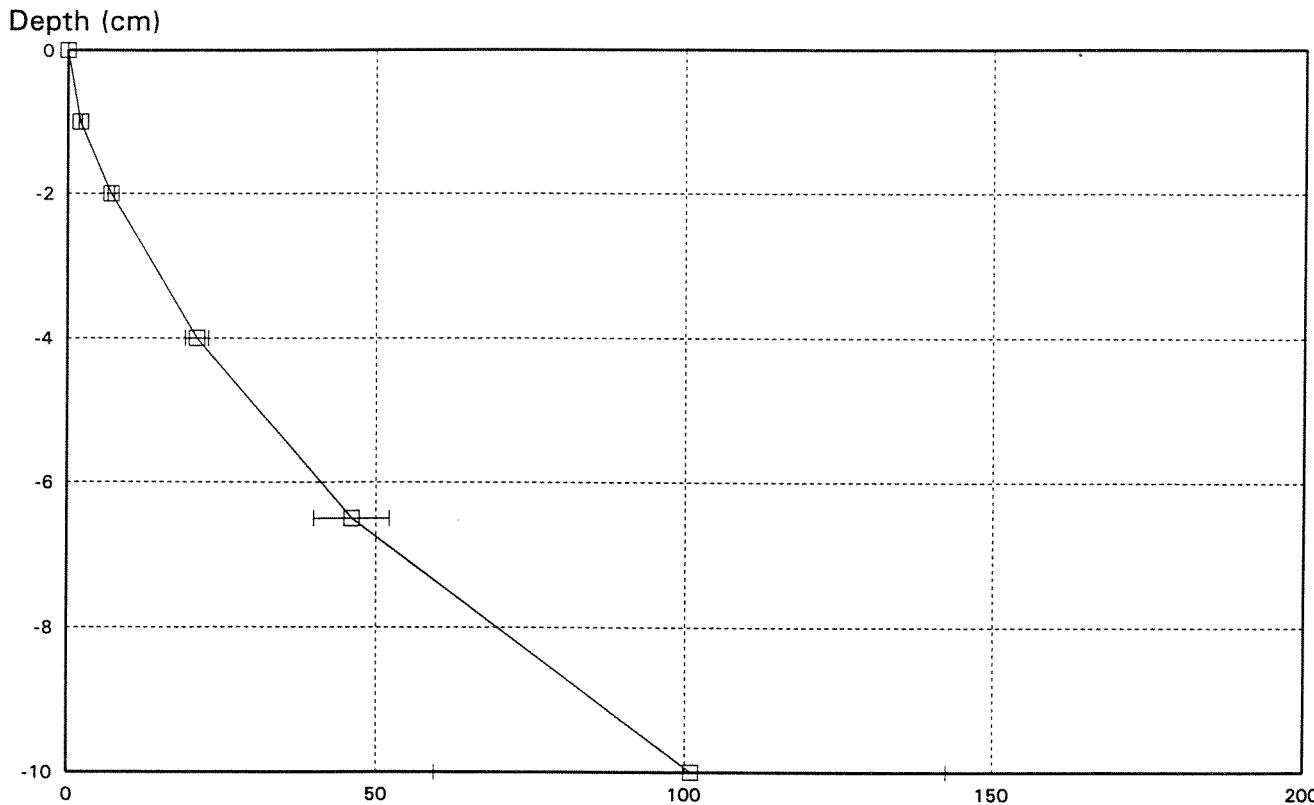


Figure 1. Years from 1995 (including 68% prediction interval)

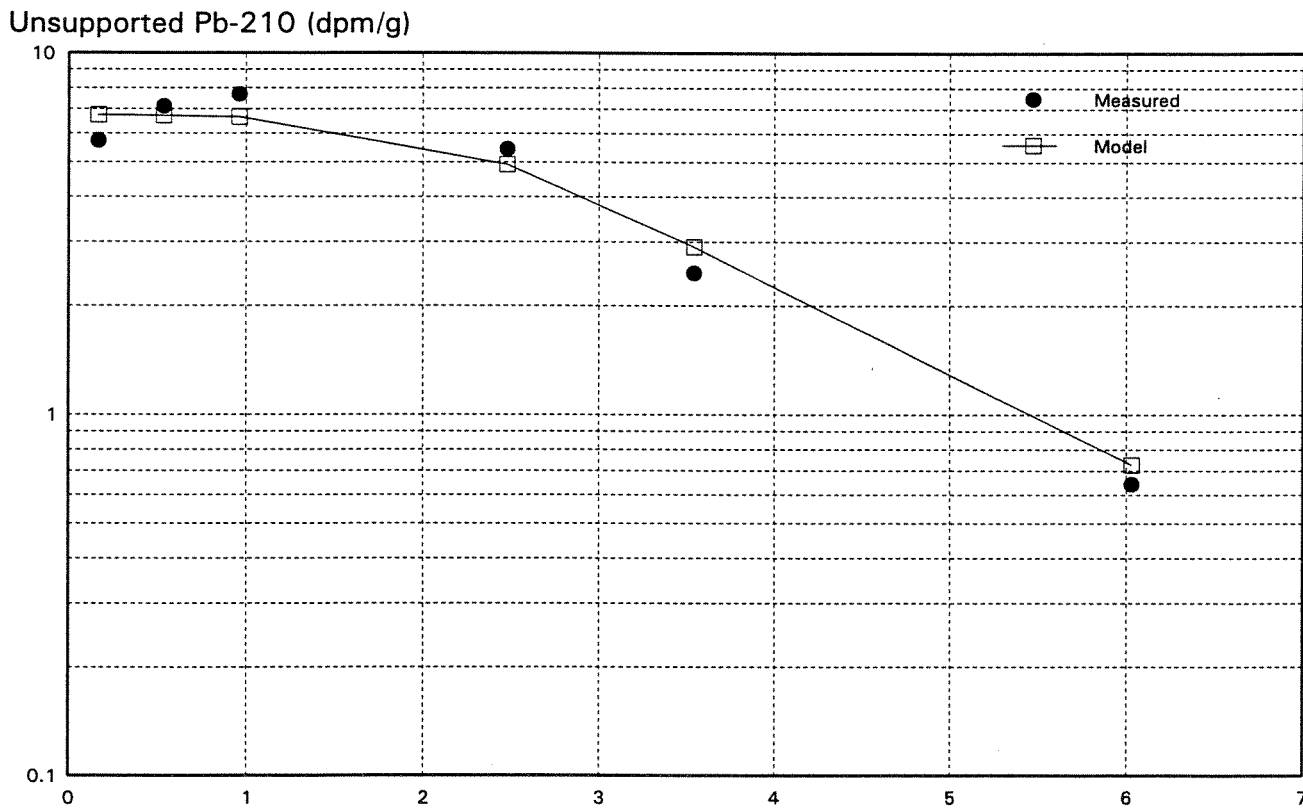


Figure 2. Mass depth (g/cm²)

SAG NR 900110-D9543  
 DATO 2. feb. 1996  
 BETEGNELSE St. Danafjord  
 OPERATØR AJE

BILAG 5B

```
*****
```

I	T	B	TS	GL	TPB	STPB	TRV	TV	MD	LD	UPB	SUPB
cm	cm	cm	% vv	% ts	dpm/g	dpm/g	g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>2</sup>	g/cm <sup>2</sup>	cm	dpm/g	dpm/g
1	0	1	27.66	IM	6.73	0.34	0.332	0.33	0.17	0.50	5.73	0.35
2	1	2	32.51	IM	8.12	0.36	0.404	0.40	0.53	1.50	7.12	0.38
3	2	3	35.60	IM	8.68	0.40	0.453	0.45	0.96	2.50	7.68	0.41
4	3	4	38.60	IM	IM	IM	0.502	0.50	1.44	3.50	IM	IM
5	4	5	40.45	IM	IM	IM	0.534	0.53	1.96	4.50	IM	IM
6	5	6	38.70	IM	6.44	0.33	0.504	0.50	2.48	5.50	5.44	0.35
7	6	7	40.66	IM	IM	IM	0.538	0.54	3.00	6.50	IM	IM
8	7	8	41.07	IM	3.46	0.21	0.545	0.55	3.54	7.50	2.46	0.24
9	8	9	43.34	IM	IM	IM	0.586	0.59	4.10	8.50	IM	IM
10	9	10	32.09	IM	3.97	0.27	0.397	0.40	4.60	9.50	2.97	0.29
11	10	11	36.43	IM	IM	IM	0.466	0.47	5.03	10.50	IM	IM
12	11	12	40.76	IM	IM	IM	0.540	0.54	5.53	11.50	IM	IM
13	12	13	35.91	IM	1.64	0.14	0.458	0.46	6.03	12.50	0.64	0.17
14	13	14	37.67	IM	IM	IM	0.487	0.49	6.50	13.50	IM	IM
15	14	15	42.62	IM	IM	IM	0.573	0.57	7.03	14.50	IM	IM
16	15	16	41.07	IM	1.47	0.12	0.545	0.55	7.59	15.50	0.47	0.16
17	16	17	42.21	IM	IM	IM	0.565	0.57	8.15	16.50	IM	IM
18	17	18	43.24	IM	IM	IM	0.584	0.58	8.72	17.50	IM	IM
19	18	19	43.24	IM	1.53	0.17	0.584	0.58	9.30	18.50	0.53	0.20
20	19	20	43.24	IM	IM	IM	0.584	0.58	9.89	19.50	IM	IM
21	20	22	43.68	IM	IM	IM	0.592	1.18	11.36	21.00	IM	IM
22	22	24	44.48	IM	1.44	0.10	0.607	1.21	12.58	23.00	0.44	0.14

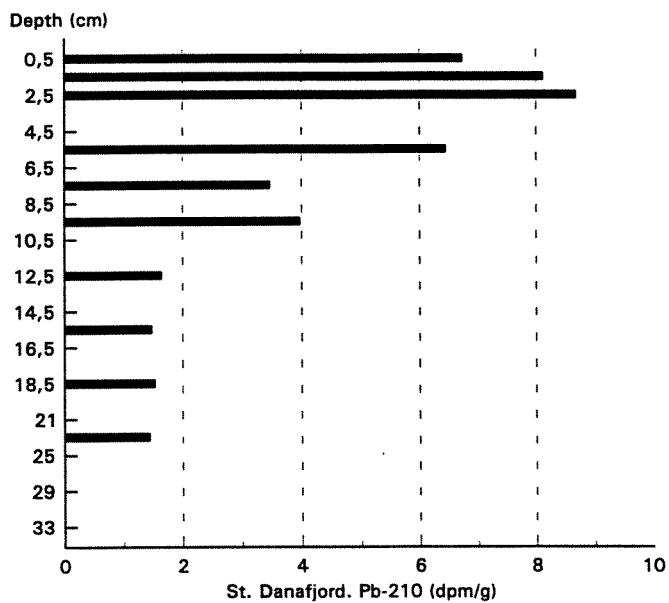
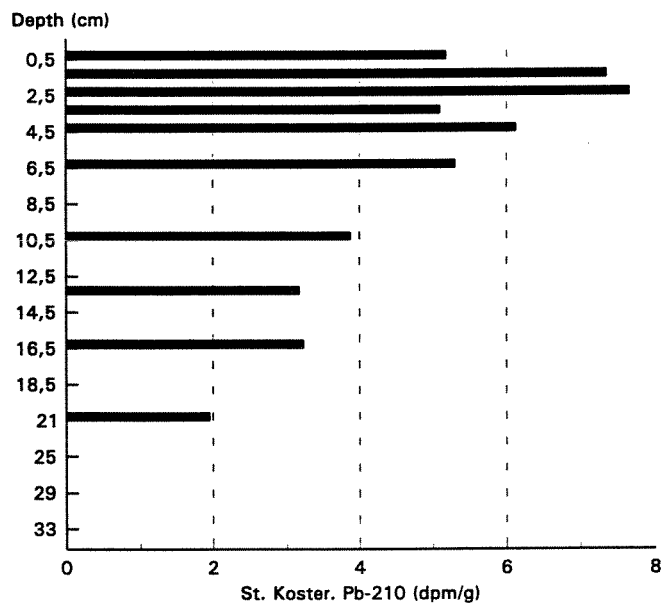
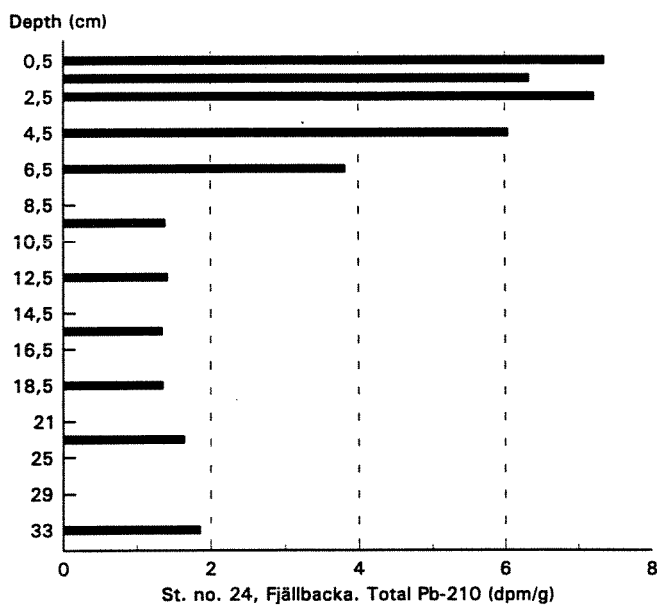
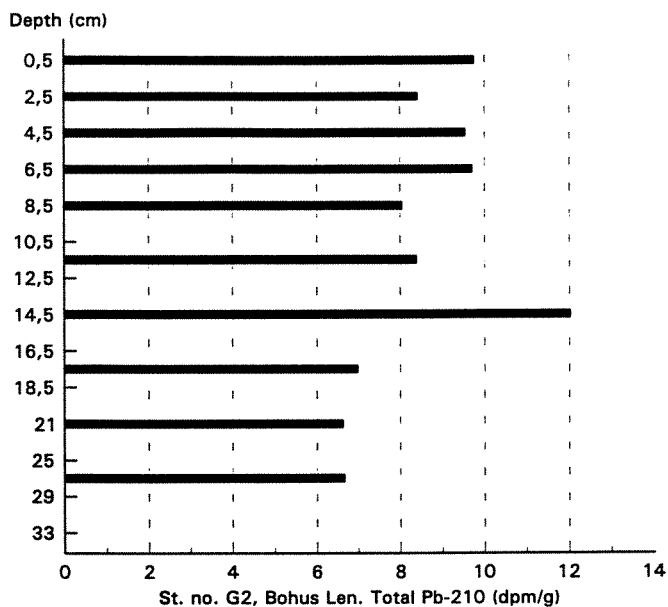
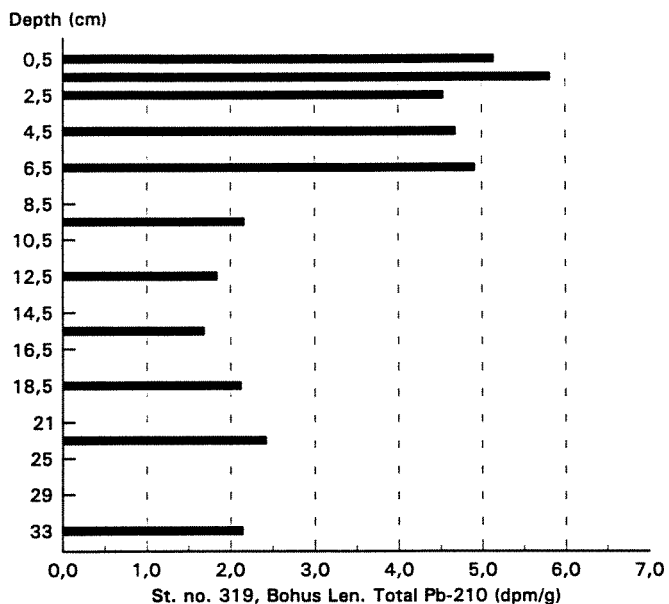
```
*****
```

ANTAL LINIER = 15	PRØVEINTERVAL = 1.00	CM (0-20 cm)	
SPB = 1.00	DPM/G	PRØVEINTERVAL = 2.00	CM (20+ cm)
SSPB = 0.10	DPM/G		
PRØVETAGNING = 1995	SEDIMENTATIONSRATE = 528	G/M2/YEAR	
BLANDINGSDYBDE = 1.4	CM	STANDARDFAVIGELSE = 43	G/M2/YEAR
BLANDINGSINT. = 43	CM**2/YEAR	LINEÆR AKK. RATE (TOP) = 1.3	MM/YEAR

SPB : SUPPORTED PB-210	SSPB : STANDARDFAVIGELSE PÅ SPB
IM : IKKE MÅLT	STPB : STANDARDFAVIGELSE PÅ TPB
DPM : DISINTEGRATIONER/MINUT	TRV : TØR RUMVÆGT
I : INDEX	TV : TØR VÆGT
T , B: DYBDE TOP OG BUND	MD : MASSE DYBDE
TS : TØRSTOF	LD : LINIÆR DYBDE
GL : GLØDETAB	UPB : UNSUPPORTED PB-210
TPB : TOTAL PB-210	SUPB : STANDARDFAVIGELSE PÅ UPB

```
*****
```





## 7.4 Sedimentbeskrivelser

Sedimentundersøkelser 1995.

Stasjoner	Sedimentbeskrivelse
St. 1 Valø	Brunoliven oksisk overflate med rør av børstemark. 3 øvre cm løs sandig siltig leire, gradvis fastere, over i gråsvart ned til 10cm. Deretter gradvis lysere ned til 20 cm. Skallfragmenter.
St. 2 Skalkorgarna	Brunoliven oksisk overflate. 5 øvre cm løs siltig leire deretter mørkere gråsvart ned til 20 cm. De øvre 20 cm synlig bioturbert. Fra 20-40 cm bløt grå leire (soft-ice konsistens) uten eller lite bioturbasjon. Lukt av H <sub>2</sub> S.
St. 4 Danafjord	Forsøkte prøvetaking på 20 m, bare sand. Flyttet stasjonene til dyphullet (35m). Oksisk overflate med rørt av børstemark, brunoliven øvre 1cm, deretter ren oliven ned til 3cm. Bløt gråsvart noe sandig siltig leire ned til 10 cm. Deretter lysere grå og fastere ned mot bunn 30 cm. Bladlag ved 13 cm.
St. 5 Rävungarna	Brun overflate med matter av blågrønalger ( <i>Spirulina cf. subsalsa</i> ). Bløt siltig leire øvre 3-5cm, deretter homogen siltig lerie ned til 20 cm, bioturbert.
St. 7 Instö Rennan	Stasjonen lå under brua på 7m vanddyp. Flyttet den til største dyp i området (14m). Oksisk brun overflate med mye skjell rester. Leire i blanding med stein, grus, sand og skallfragmenter, tyder på erosjonsområde. Vanskelig å få gode corere, drenerer. Stasjonen bør utgå av overvåkingen.
St. 12 Indre Gullmarn	Stasjonen ble flyttet ut på litt dypere vann. Oksisk brunoliven øvre 2 cm. Deretter svart siltig leire med tydelig innhold av flis fra 7 cm. Fiberinnholdet økte ned til 15-17cm. Her var en horisont av masse flis, grus og sand, ren sand og rus på 16-17 cm. En ekstraprøver ble tatt på 7-10 cm for evt. senere analyse av EOCl.
St. 16 Kosterfjorden	Olivengrønn overflate gikk gradvis over i sandig siltig grå leire ned til 26 cm. Mye bioturbasjon, store hull etter børstemark, flere corere måtte forkastes.
St. 18 Byfjorden	Anoksis svart mudder de øvre 20 cm. Tynne 1/2 - 1 cm sjikt av (lysgrå) dumpede muddermasser. Det øvre sjiktet var 2 cm ned i sedimentet. Mudderet gikk over i grå løs leire som ble fastere mot bunn av kjernene, ca. 40 cm.
St. 19 Havstensfjord	Brunoliven 1 cm oksisk overflate, løs siltig leire de øvre 5 cm, gikk over i mørk grå siltig leire mot bunn (20 cm). Bioturbert, mye skjellrester,

---

	kongesnegl, kuskjell.
St. 23	Olivengrønn oksisk overflate, gikk over i grå sandig siltig leire ned til 40 cm.
Strømstad	Bioturbert, snegl og børstemark, skallfragmenter.
St. 24	Brunoliven oksisk overflate, 5mm, gikk over i grå sandig siltig leire, synes
Fjällbacka	mer finkornet fra 16 cm. Svak H <sub>2</sub> S lukt ved 10 cm. Mye bioturbert.
G2	Brunoliven oksisk overflate, siltig leire, gikk over i noe svart ved 5 cm, gradvis mørkere mot bunn.
319	Brune fnokker i overflaten, oksisk, ellers olivengrønn løs siltig leire med noe skallfragmenter. gradvis fastere og mer grå siltig leire mot bunn.

## Göta Älvs Vattenvårdsförbund

Stasjoner	Sedimentbeskrivelse
GÄV 1	Stasjonen ble flyttet vekk fra skipsleia, der var alt finstoff blåst bort av skipstrafikken. Fant en bakevje med sedimentasjonsbunn. Svært bløte sedimenter, måtte derfor sette oppdrift på bok-coreren ellers ble den for full. Sedimentene hadde oksisk brun overflate, 3 mm, gikk over i lys grå leire (ca. 10 cm), soft-ice konsistens, hele box-coreren full. Sedimentet ble gradvis mørkere grå til svart mot bunn. Luktet olje og bunnstoff av det svarte sedimentet.
GÄV 2	Også her måtte man vekk fra skipsleia for å finne egnede sedimenter, i skipsleia påtreffes bare fast blå-leire. Sedimentet hadde brun oksisk fnokket overflate, ellers sandig leire. Sandinnholdet varierte over korte avstander, dvs. ikke sedimentasjonsbunn. Prøvene ble tatt med Eckman grabb fra lettboat



## SCANRAFF

Stasjoner	Sedimentbeskrivelse
S 111	Olivengrønn oksisk overflate. De øvre 4-5 cm løs siltig leire, grå til mørkere grå nedover i sedimentet, homogen. Skallfragmenter, rør av børstemark.
S112	Oksisk overflate, olivengrønn bløt siltig leire de øvre 3 cm. Gikk over i svart til mørkere grå homogen siltig, noe sandig leire med skallfragmenter. Bioturbert, rør av børstemark.
S119	Oksisk overflate m/slangestjerner ( <i>Amphiura</i> ap.) og gullmus (sannsynligvis <i>Echinocardium</i> sp.) Olivengrønn til grå 5 cm toppsediment. Bløt siltig leire ble gradvis fastere og mer grå nedover i sedimentet. Mye rester av små muslinger (2-3 mm).
S 129	Brunoliven oksisk overflate. Øvre 5 cm bløt, svakt siltig leire. Deretter mørkere grå fastere leire (5-15 cm) som ble lysere ned til ca. 25 cm. Bioturbert, rør av børstemark. Mer leirig her enn lenger inn i Brofjorden.
S 138	Brunoliven oksisk overflate (ca. 5 mm) med slangestjerner og bioturbasjonshull. Siltig noe sandig løs grå leire med skallfragmenter de øvre 5 cm, gradvis fastere grå leire, fast leire ved ca. 25 cm.
S 139	Olivengrønn oksisk overflate (ca. 3 mm) m/ sjøstjerne, deretter siltig grå leire. Skallrester, lukt av H <sub>2</sub> S. Brune fnokker, skimrende fløt på overflaten. Nesten full box-corer (ca. 35 cm)
S 140	Oksisk overflate med slangestjerner, gullmus og rør av børstemark. Olivengrønn siltig leire de øvre 5 cm, gradvis fastere leire. Ikke så fast som på S 138. Mye skjellrestere.
S 141	Som S 140
S 150	Stasjonen ligger så grunt at lettboat måtte benyttes. Svart anoksisk sandblandet mudder med lukt av H <sub>2</sub> S. Nakensnegler på sedimentoverflaten.
305	Oksisk olivengrønn overflate med mye bioturbasjon. Svakt siltig løs leire de øvre 5 cm gikk gradvis over i fastere grå leire. Skjellrester.
310	Oksisk olivengrønn overflate. Svakt siltig løs leire de øvre 5 cm, gikk gradvis over i fastere grå leire, lysere grå ned mot 20 cm sedimentdyp. Sjøstjerne,

---

	kuskjell og mye skjellrester.
316	Brunoliven oksisk overflate (1cm). Ellers oliven til grå løs svakt siltig leire hele veien (35 cm). Svampspikler? i overflaten og sjøfjær.
322	Oksisk olivengrønn overflate. Øvre 5 cm løs svakt siltig lysgrå leire, mørker grå ned til 10 cm for deretter å ble fastere og lysere grå leire videre ned i sedimentet. Skjellrester
324	Brun oksisk overflate (3mm) med små muslinger og snegl. Ellers svart mudder med mye planterester, lukt av H <sub>2</sub> S.

## Stenungsundregionen MUST

Stasjoner	Sedimentbeskrivelse
A 1	Stasjonen lå i bratt skråning på 15 m, ble flyttet til større dyp (32m) og flatere bunn. Oksisk brunoliven overflate (1cm). Deretter lys grå siltig leire (3cm) som gradvis gikk over i mørkere grå leire. Lysere grå fast leire ved 25 cm. Mye skallfragmenter.
A 3	Brunoliven oksisk overflate. Øvre 5 cm brungrå løs svakt siltig leire, gikk gradvis over i mørkere grå fast leire, som igjen ble lysere mot bunn (25 cm). Bioturbert, slangestjerner, levende store kuskjell, rør av børstemark.
B 3	Stasjonen lå i en skråning på 16 m, flyttet til større dyp (30 m) ut på flaten. Som B 3. Bioturbert, mye rør av børstemark i overflaten.
C 2	Oksisk brun overflate (3mm), deretter løs anoksisk svart sandig siltig leire ned til 10 cm H <sub>2</sub> S lukt, planterester. Under 10 cm gradvis fastere mer grå leire. Matter av blågrønnalger ( <i>Spirulina cf. subsalsa</i> ) i box-corer nr. 2
C 4	Oksisk brun til oker i overflaten, sandig siltig leire de øvre 5 cm, deretter løs noe mørk grå leire som ble fastere ned mot 25 cm. Mye skjellrester. Stasjonen ligger i strømrict område, liten sedimentasjon.
D 1	Overflaten heldekket med blågrønnalger ( <i>Spirulina cf. subsalsa</i> ). Under denne 2-3mm oksisk brunt lag, Deretter svart reduserende lag (1cm), videre homogen løs grå siltig leire ned til 25 cm.
E 1	Oksisk oliven til brun overflate med mye slangestjerner (3cm). Videre 5 cm gråsvart siltig leire som ble lysere mot bunn (25 cm). Bioturbert, mye rør av børstemark, tomme skall av kuskjell.
E 2	Oksisk oliven til brun overflate med <u>mye</u> slangestjerner (3cm). Deretter gråsvart homogen siltig leire ned til ca. 20 cm. Svært bioturbert, mye tomme rør og ganger, tomme skjell. Levende små muslinger (2-3mm).
E 3	Oksisk brunoliven overflate som gradvis ble fastere. Homogen mørk grå siltig leire ned til 30 cm. Bioturbert, slangestjerner, små levende muslinger (2-3mm).
F 2	Oksisk brun overflate (3 cm). Svart sandig siltig leire, noe mindre sandig, ble

	lysere mot bunn (20 cm). (Svart mellom 3 og 10 cm). Slangestjerner, bioturbert.
F 3	Brunoliven oksisk overflate, rør av børstemark og slangestjerner. Fastere homogen gråsvart siltig leire ned til 25 cm.
F 4	Brunoliven oksisk overflate (1cm). Lysere grå siltig leire som ble gradvis mørkere ned mot 20 cm. Mye slangestjerner, bioturbert, rør av børstemark.
G 1	Som F 4. Bioturbert, mye rør av børstemark i overflaten.
G 3	Som G1
H 3	Brunoliven oksisk overflate (1cm). Deretter gradvis mer mørk grå siltig leire ned til 20 cm, deretter lyere grå ned til ca. 30 cm. Homogen, jevne fargeoverganger. Bioturbert, slangestjerner.
I 2	Brunoliven oksisk overflate (2-3cm). gikk over i gråsvart fra 5-10cm, deretter fastere lysere grå. Siltig leire. Bioturbert, rør av børstemark.
K 2	Brunoliven oksisk overflate, mye rester av skjell i overflaten. Gradvis over i mørkere grå siltig leire. Rør av børstemark, mye slangestjerner, kongesnegl, sekkedyr.

**Gullmarns kontrollprogram (GK)**

Stasjoner	Sedimentbeskrivelse
GK 1	Oksisk bioturbert olivengrå overflate. Stort antall slangestjerner. Siltig leire grå, homogen ned til 25 cm. Noe skallfragmenter.
GK 2	Mørkbrun fnokket oksisk overflate. Rør av børstemark i overflaten. Ellers bløt siltig grå leire ned til 30 cm, bioturbert.

## **Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3499-96

ISBN 82-577-3040-8