

**Miljøundersøkelse ved
Gåsholmen Farsund.
Rapport RF-97/148**

Vår referanse: 613/656004-22	Forfatter(e): Stig Westerlund	Versjons nr. / dato: Vers. 1 /05.08.97
Ant. sider: 12	Faglig kvalitetssikrer: Odd Ketil Andersen	Gradering: Åpen
ISBN: 82-7220-825-3	Oppdragsgiver(e): Br Reme AS	Åpen fra (dato):
Forskningsprogram:	Prosjekttittel: Miljøundersøkelse ved Gåsholmen Farsund	

Emne:

I forbindelse med fyllingsarbeid i Farsund havn ble det utført en sedimentundersøkelse før fyllingsarbeidet startet. Sedimentprøver ble tatt med dykker på 9 prøvetakingspunkter. Sedimentprøvene ble analysert for de uorganiske miljøgiftene Cr, Fe, Ni, Cu, As, Cd, Sn og Hg. Tre av prøvene ble analysert for de organiske miljøgiftene THC, PCB, PAH og de organiske Sn-forurensningene tributyltin (TBT), dibutyltin (DBT), monobutyltin (MBT).

Under fyllingsarbeidet ble det satt ut sedimentfeller og målt siktdyp for å kontrollere om vedtatte tiltak for å begrense spredningen av det forurensede sedimentet hadde ønsket effekt. Materialet innsamlet i sedimentfellene ble analysert for de uorganiske miljøgifter Cr, Fe, Ni, Cu, As, Cd, Sn og Hg.

Emne-ord:

Sediment, Cr, Fe, Ni, Cu, As, Cd, Sn, Hg THC, PCB, PAH, TBT, DBT, MBT.

RF - Rogalandforskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS - EN ISO 9001



Prosjektleder

Stig Westerlund



for RF - Miljø og næringsutvikling
Kåre Netland

Innhold

Sammendrag	i
1 INNLEDNING	1
2 METODE	1
2.1 Prøvetaking av sediment	1
2.2 Siktdyp	4
2.3 Sedimentfeller	4
2.4 Analysemetoder	4
2.4.1 Analyse av tungmetaller	4
2.4.2 Organiske miljøgifter	5
2.4.3 Analyse av TBT	5
2.5 SFTs klassifisering av tilstand	5
3 RESULTATER	6
3.1 Sedimentundersøkelse	6
3.1.1 Sedimentbeskrivelse	6
3.1.2 Tungmetallresultat fra sedimentundersøkelsen	6
3.1.3 Organiske miljøgifter	7
3.2 Kontrolltiltak ved fyllingsarbeidet	8
3.2.1 Dykkerinspeksjon av siltkjørtel.	8
3.2.2 Siktdyp	8
3.3 Sedimentfellene	10
4 DISKUSJON	11
5 KONKLUSJON	11
6 REFERANSER	12
VEDLEGG 1	12
Analyserapport med komplette analyseresultat fra de organiske miljøgiftene i sedimentet	12
VEDLEGG 2	12
Dykkerrapporter	12

Sammendrag

I forbindelse med fyllingsarbeidene i Farsund havn ble det utført en sedimentundersøkelse før fyllingsarbeidet startet. Sedimentprøver ble tatt med dykker på 9 prøvetakingspunkter. Sedimentprøvene ble analysert for de uorganiske miljøgiftene Cr, Fe, Ni, Cu, As, Cd, Sn og Hg. Tre av prøvene ble analysert for de organiske miljøgiftene THC, PCB, PAH og de organiske Sn-grupperingene tributyltin (TBT), dibutyltin (DBT), monobutyltin (MBT). Resultatene viser at sedimentet var forurenset m.h.t både tungmetaller og organiske miljøgifter. Den alvorligste forurensningen var av PAH, Cd Pb og Hg i henhold til SFT:s klassifiseringssystem.

Under fyllingsarbeidene ble det satt ut sedimentfeller og målt siktdyp for å kontrollere om vedtatte tiltak for å begrense spredningen av det forurensete sedimentet hadde ønsket effekt. Materialet samlet i sedimentfellene ble analysert for de uorganiske miljøgiftene Cr, Fe, Ni, Cu, As, Cd, Sn og Hg. Resultatene viser at på tross av tiltak skjer det en viss spredning av materiale fra fyllingen. Store deler av innsamlet materiale viser seg å være samme type materiale som fyllingen bestod av, og ikke så mye av sedimentet.

1 Innledning

Miljøundersøkelse: I forbindelse med utfylling i området ved Gåsholmen i Farsund er det foretatt en miljøundersøkelse i området. På oversiktskartet (Fig 1) er området markert. På figur 2 er prøvestasjonene markert. Sedimentprøver ble tatt i 9 prøvetakingspunkter. Sedimentprøvene ble analysert for de uorganiske miljøgiftene Cr, Fe, Ni, Cu, As, Cd, Sn og Hg. Tre av prøvene ble analysert for de organiske miljøgiftene THC, PCB, PAH og de organiske Sn-forurensningene tributyltin (TBT), dibutyltin (DBT), monobutyltin (MBT).

Siktdyp: Under fyllingsarbeidet ble det vedtatt et kontrollprogram, for å kontrollere at vedtatte tiltak med å begrense spredning av forurenset sediment under fyllingsarbeidet fungerte som tiltenkt. Dette omfattet måling av siktdypet ved 2 stasjonene i nærheten av fyllingsområdet (Fig 2) samt 2 stasjoner som rimeligvis skulle være upåvirket av fyllingsarbeidet (Fig 1) om tiltakene for å begrense spredningen av sediment fungerte.

Siltkjørt: De tiltak som ble utført for å minske spredningen av sediment under fyllingsarbeidet var utlegg av siltkjørt. Siltkjørtet bestod av to deler, en del som strekte seg fra bunn og opp og en del som strekte seg fra overflaten og ned. De to segmentene overlappet med det segmentet fra overflaten, liggende på innsiden mot land. Denne siltkjørt ble kontrollert av dykkere 2 ganger under fyllingsarbeidet.

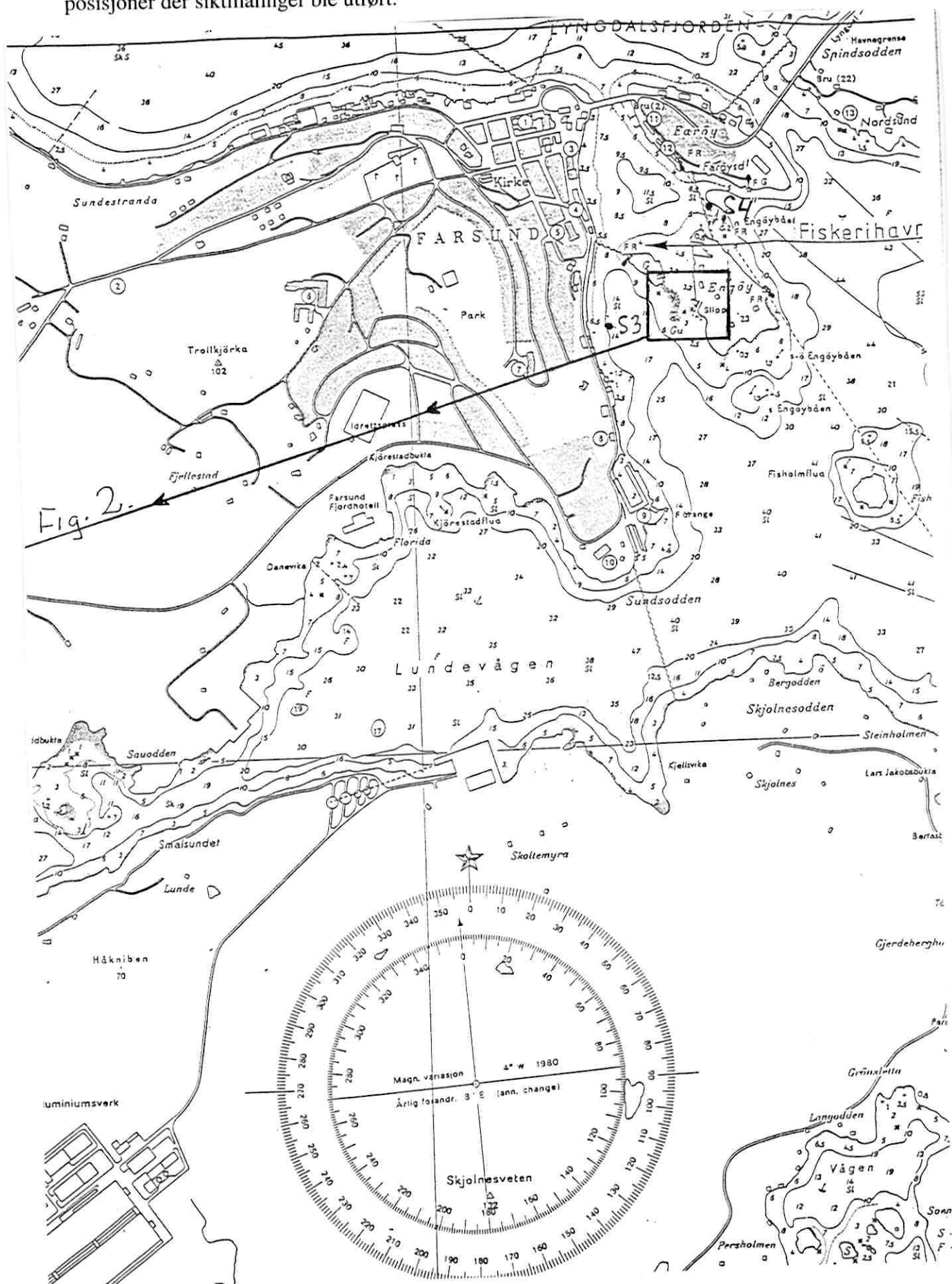
Sedimentfeller: For å kunne konstatere effekten av tiltakene i samband med fyllingsarbeidet og dets miljøpåvirkning ble det lagt ut sedimentfeller ca. 3 m fra siltkjørtelen i tre ulike punkter (Fig. 2) Disse sedimentfeller ble lagt ut før fyllingsarbeidet startet og ble tatt inn når fyllingens ytre avgrensning var avsluttet. Materialet i sedimentfellene ble analysert m. h. t de uorganiske miljøgiftene Cr, Fe, Ni, Cu, As, Cd, Sn og Hg.

2 Metode

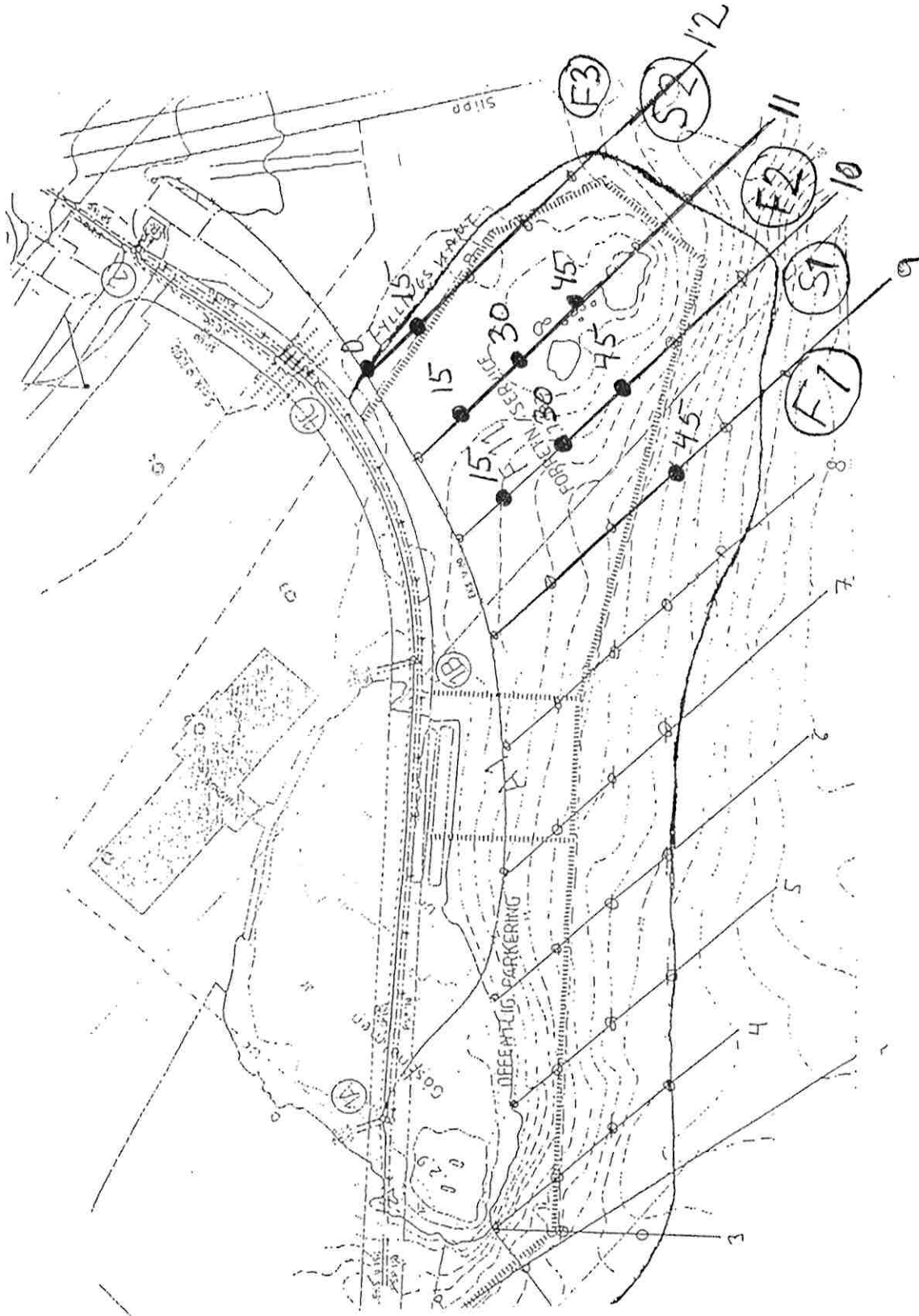
2.1 Prøvetaking av sediment

Prøvetakingen ble utført den 21 april 1997. Prøvene ble tatt med hjelp av dykkere som stakk ned et plexiglassrør i sedimentet og forseglet dette før det ble tatt opp til overflaten. De 9 prøvetakingstasjonene er markert på kartskissen (Fig 2). De øverste 3 cm av sediment ble tatt vare på og pakket før senere analyse. Det ble brukt separate glassrør for hver type de av miljøgifter som ble målt. En prøve for uorganiske miljøgifter, en prøve for organiske miljøgifter og en prøve for uorganiske tinnforurensninger.

Figur 1: Oversiktskart over Farsund havn med fyllingsområdet markert. S4 og S5 utgjør posisjoner der siktmålinger ble utført.



Figur 2: Kartskisse over fyllingsområdet med prøvetakingsstasjoner markert. Sedimentprøvetakingen ble utført ved punktene på diagonalen 9-12. Sedimentfeller ble lagt ut ved punkt F1-F3. Siktdypmålinger ble utført ved punkt S1-S2.



2.2 Siktdyp.

Siktdypet ble målt ved 4 stasjoner markert på kart(Fig1,2) med en hvit sirkelrund skive (Secci-disc.) som ble senket ned til den ikke lenger var synlig fra overflaten. Målingene ble utført av Asbjørn Berntson, kjemiker på Elkem i Farsund. Disse målinger startet ett par dager før fyllingsarbeidet ble påbegynt og ble avsluttet når den ytre begrensningen av fyllingen var avsluttet. Totalt ble det foretatt 6 målinger.

2.3 Sedimentfeller

Under fyllingsarbeidet ble det satt ut 3 sedimentfeller (Fig 2). De benyttede sedimentfellene fra Lingnos bestod av 2 plexiglass rør i hver felle. Fellens tverrsnitt areal var 0.0031 m^2 . Sedimentfellene ble satt ut den 20 mai 1997 når siltskjørtelen var på plass. Fellene ble ankret 2 m ovenfor bunn. De ble samlet inn igjen den 30 mai 1997 når fyllingens ytre begrensning var klar. Siltskjørtet var på plass og uskadet under hele tiden sedimentfellene var på plass. Materialet i som ble samlet inn i sedimentfellene ble overført til $0.45\mu\text{m}$ filter og tørket ved romtemperatur.

2.4 Analysetoder

2.4.1 Analyse av tungmetaller

Sedimentet ble analysert ved RF miljølab. En kortfattet metode-beskrivelse følger. Sedimentet ble tørket til konstant vekt ved 50 grader. Deretter ble sedimentet homogenisert og oppløst med salpetersyre. Metallene Cr, Fe, Ni, Cu, Zn, As, Cd, Sn, Pb analysertes deretter med ICP-MS. Ved Hg-målingene anvendes et cold-vapour atomic absorption spectroscopy (CV-AAS) systemet. Som kontroll ble sertifisert referansemateriale benyttet. Tabell 1 viser kvalitetskontrolldata med oppnådde resultat ved den aktuelle analysen, samt resultater som normalt oppnås med denne RF-sediment-analyse prosedyre. Dessuten vises at de sertifiserte verdiene er noe høyere hvilket er normalt ettersom disse er foretatt etter en totaloppslutning.

Materialet fra sedimentfellene ble analysert på motsatt vis med unntak av tørkingen (se ovenfor).

Tabell 1: Kvalitetskontolldata

	Mess-1 mg/kg	RF-verdi mg/kg	Ref-verdi mg/kg	Best-1 mg/kg	RF-verdi mg/kg	Ref mg/kg
Cr	27,0	26,9	71,0			
Ni	25,9	23,8	29,5			
Cu	22,6	22,0	25,1			
Zn	166,0	165,0	191,0			
As	10,0	10,2	10,6			
Cd	0,60	0,61	0,59			
Sn	0,72	0,80	3,98			
Pb	26,5	26,5	34,0			
Hg				0,09	0,10	0,09
Fe	21960	21974	30520			

Resultatene viser innhold i referansematerialet som er normalt for den benyttede metoden Disse kvalitetskontolldata viser at de fremkomne resultat i denne undersøkelsen er sammenlignbare med andre undersøkelser der Norsk Standard (NS 4770) har vært anvendt som oppslutningsmetode.

Presisjonen basert på oppslutning av dobbelprøver fra noen av sedimentene i undersøkelsen gir en spredning som for de fleste element er bedre en 10%.

2.4.2 Organiske miljøgifter

Sedimentprøvene ble analysert med tanke på PCB, PAH og THC ved Miljøkemi A/S i Oslo. Komplette analyserapport fra disse analysene finnes i vedlegg 1.

2.4.3 Analyse av TBT

Vått materiale (ca. 20g) ble benyttet til analysen. Prøvene ble tilsatt konsentrert HCl. Intern standard ble tilsatt like før ekstraksjon med diklormetan tilsatt en kompleksbinder. Ekstraktene ble konsentrert, overført til dietyler og metylert med Grignards reagens. Deretter ble ekstraktene eluert gjennom silikakolonner, for å fjerne forbindelser som kunne forstyrre analysen.

Analysen av ekstraktene ble utført ved bruk av gasskromatografi med massespektrometrisk detektor (GC/MSD). Identifiseringen ble foretatt ved bruk av retensjonstid og 2 fragment -ion av hver forbindelse. Kvantifiseringen ble utført ved bruk av ekstern og intern standard. Analysene ble utført ved Sintef Kjemi i Oslo.

2.5 SFTs klassifisering av tilstand

SFT klassifiserer miljøgifter i tilstandsklasser etter en skala I-V. **Klasse I betyr God miljø og klasse V betyr Meget dårlig miljø.** (Rygg. og Thélin 1993)

3 Resultater

3.1 Sedimentundersøkelse

3.1.1 Sedimentbeskrivelse

Resultatene nedenfor (Tabell 2) viser visse forskjeller på sedimentet ved de ulike stasjonene.

Tabell 2: Sammenfatning av stasjonsdata.

Stasjon	Sedimentbeskrivelse	Fe(mg/kg)	Tørrstoff (%)
9-45	Sort finkornet , H ₂ S-lukt	19369	19
10-15	Sort finkornet , H ₂ S-lukt	16817	24
10-30	Sort finkornet , H ₂ S-lukt	17462	42
10-45	Sandholdig leire, grå-sort	3183	76
11-15	Sandholdig leire, grå-sort, med skjell	7795	65
11-30	Leire lite sand, sort finkornet , H ₂ S-lukt	8570	57
11-45	Sort finkornet , H ₂ S-lukt, med skjell	17250	37
12-0	Sort finkornet , H ₂ S-lukt	15349	45
12-15	Sort finkornet , H ₂ S-lukt	18872	45

Tørrstoff fra de ulike typer av analysene varierer noe (se vedlegg) med hensyn på at ulike propper er benyttet for de ulike analysene. At tørrstoffinnholdet er noe ulikt beror på variasjoner på prøvetakingsplassen og de variasjoner som oppstår ved håndteringen av sedimentet, hvilket kan bety en del ved håndtering av overflatediment.

3.1.2 Tungmetallresultat fra sedimentundersøkelsen.

Tabellen nedenfor viser målinger av metaller i sedimentet innsamlet ved Gåsholmen før fyllingsarbeidet startet.

Tabell 3: Resultater fra målingene av tungmetaller i sedimentet ved Gåsholmen område F11.

	Cr		Ni		Cu		Zn		As	
	SFT		SFT		SFT		SFT		SFT	
Stasjon	mg/kg	Klasse	mg/kg	Klasse	mg/kg	Klasse	mg/kg	Klasse	mg/kg	Klasse
9-45	22,8	I	20,4	I	133,5	II	360,6	II	34,73	II
10-15	16,1	I	18,3	I	52,6	II	114,7	II	17,84	I
10-30	10,4	I	17,6	I	77,8	II	139,2	I	18,01	I
10-45	4,7	I	5,1	I	7,3	I	20,3	I	2,37	I
11-15	4,7	I	8,7	I	17,6	I	46,2	I	7,10	I
11-30	3,8	I	13,7	I	33,5	I	49,9	I	8,28	I
11-45	13,1	I	37,2	II	121,0	II	343,7	II	18,74	I
12-0	8,6	I	10,1	I	57,9	II	148,9	I	13,05	I
12-15	9,6	I	11,8	I	65,5	II	180,5	II	12,58	I
Medelv.	10,4	I	15,9	I	62,9	II	156,0	II	14,74	I

Tabell 3: Forts

	Cd		Sn	Hg	Pb	
	SFT				SFT	
Stasjon	mg/kg	Klasse	mg/kg	mg/kg	Klasse	Klasse
9-45	1,87	III	8,23	4,11	IV	177,8 III
10-15	0,88	II	2,78	0,59	II	110,8 II
10-30	0,56	II	2,61	0,46	II	145,5 III
10-45	0,05	I	0,26	0,10	I	9,1 I
11-15	0,18	I	0,79	0,11	I	21,2 I
11-30	0,22	I	0,64	0,12	I	15,6 I
11-45	1,64	III	6,78	1,13	III	137,1 III
12-0	0,37	II	2,78	0,69	III	59,4 II
12-15	0,41	II	3,25	0,95	III	78,0 II
Medelv.	0,69	II	3,12	0,92	III	83,8 II

Resultatene viser at området er kraftig påvirket av fremforalt Cd, Hg og Pb i henhold til SFT:s klassifiseringssystem. Derimot virker Hg innholdet noe lavere enn hva forundersøkelsen (Sintef rapport,) viste. Det området som viser mindre forurenset sediment var dessuten av en annen type med lavere Fe innhold og mere sand. Disse stasjoner lå trolig på et sted der sedimentasjonen var mindre.

3.1.3 Organiske miljøgifter

En sammenfatning av de organiske miljøgiftene, PAH, PCB og THC finnes i tabell 4. Samtlige resultat finnes i Vedlegg 1.

Tabell 4: Resultatene fra målingen av de organiske miljøgiftene i sedimentet.

	ΣPAH		ΣPCB		ΣTHC	
		SFT		SFT		Miljøklasse*
Stasjon	µg/kg	Klasse	µg/kg	Klasse	mg/kg	
10-45	9400	II	<5	I	65	god
11-45	38900	V	15,0	II	520	meget dårlig
12-15	82900	V	11,0	II	640	meget dårlig

* Sammenlignet med norske havner fra Narvik til Kragerø (Konieczny & Juliussen 1995)

Temmelig høyt innhold av PAH og THC ble konstatert spesielt på stasjonen nær slippen. Liknende innhold ble målt under forundersøkelsen i området ved stasjon 12-15. (Sintef rapport)

Målingene av organiske tinnforurensninger er vist i tabell 5.

Tabell 5: Resultatene fra målingen av de organiske tinnforurensninger i sedimentet.

	TBT	DBT	MBT
	µg/kg	µg/kg	µg/kg
10-45	7	<15	<17
11-45	18	<15	<17
12-15	50	43	32

Samtlige sediment hvor tinn ble målt viste seg å inneholde TBT. Høyest innhold av organiske tinnforurensninger kunne man finne ved stasjon 12-15 hvilket var den stasjon som lå nærmest slippen. I forundersøkelsen (Sintef rapport) fant man noe høyere innhold men dog i samme størrelsesorden.

3.2 Kontrolltiltak ved fyllingsarbeidet.

3.2.1 Dykkerinspeksjon av siltkjørtel.

Inspeksjon av siltkjørtelen ble foretatt ved 2 tilfeller, den 21.05.97 og 27.05.97. Under 1.e inspeksjonen ble det foretatt en mindre justering. Dette for at tetting mot bunn skulle være så god som mulig. Ved den andre inspeksjonen som ble utført i fyllingens avslutning ble det ikke oppdaget noen skader. Siltskjørtet har sannsynligvis fungert så bra man kan forvente av denne type av tiltak. Dykkerrapportene finnes i vedlegg 2.

3.2.2 Siktdyp.

Siktdypet ble målt før og under hele fyllingsperioden. I tabellen nedenfor er resultatene fra siktdypmålingene oppsummert. Sluttverdien på siktdypet vil variere noe beroende på lysforholdene når målingene er utført. Stasjon 1 og 2 var plassert (Fig 1,2) ca. 5 m fra siltkjørtelen i den del av området der det var forventet størst påvirkning fra

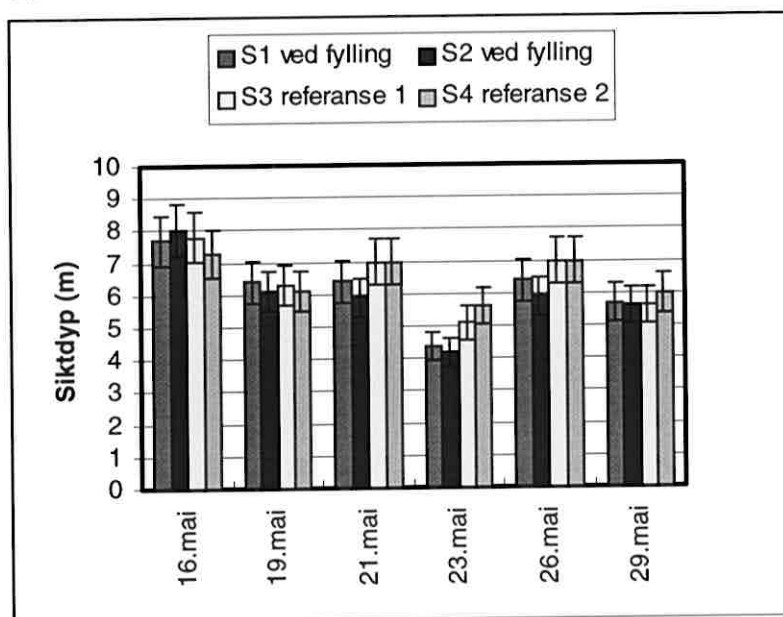
fyllingsarbeidet. Stasjon 3 var plassert ca. 100 m fra fyllingen og kunne forventes å ha en viss påvirkning av fyllingsarbeidet. Plasseringen av stasjon 4 ble valgt ut fra størst mulig sannsynlighet for ikke å bli påvirket av fyllingsarbeidet..

Tabell 5: Siktdypsmålinger under fyllingsarbeidet.

Datum	16/5 kl 11:00	19/5 kl 19:00	21/5 kl 18:30	23/5 kl 19:00	26/5 kl 10:00	29/5 kl 10:30
Stasjon	Siktdyp m	Siktdyp m	Siktdyp m	Siktdyp m	Siktdyp m	Siktdyp m
S1	7,7	6,4	6,4	4,4	6,4	5,7
S2	8	6,1	5,9	4,2	5,9	5,6
S3	7,8	6,3	7	5,1	7	5,6
S4	7,3	6,1	7	5,6	7	6
Vær	Sol	Overskyet	Sol	Skiftande	Regn	Sol
Fylling status	Føre	Føre	Børjan	Under	Under	Slutkede

I figur 3 nedenfor viser resultatene i form av stolpediagram.

Figur 3: Siktdypsmålinger fra de 4 stasjonene under fyllingsarbeidet.



Ettersom visse variasjoner av siktdypet fremkom med denne målemetode, avhengig av vær og lysforhold og algeoppblomstringer er det mest relevant å sammenligne resultatene under samme måletilfelle med referansestasjonen. Figuren ovenfor viser at man har en liten minskning i siktdypet ved stasjonene som lå nær fyllingen. Ved stasjonen som var plassert ca. 100 meter fra fyllingen var der ingen merkbar endring i siktdypet.

Dette innebærer at den spredning av partikler fra fyllingsarbeidet avtar raskt med større avstand fra fyllingsarbeidet. Det beror til stor del på strømforholdene i området.

3.3 Sedimentfellene

Sedimentfellene ble utplassert den 20.05.97. Ved dette tilfellet hadde siltskjørtet kommet på plass og fyllingen var ikke startet. Sedimentfellene ble tatt opp den 30.5.97. Ved dette tilfellet var fyllingens ytre begrensninger ferdige. Resultatet er vist i tabell 4.

Tabell 4. Resultat av målingen av sedimentstasjonen og tungmetaller i materialet innsamlet i sedimentfellene. I tabellen finnes sammenligning med sedimentanalysene og forekomst av disse metaller i jordskorpen.

Felle	Rør	Sedimentasjon	Fe	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Cd	Sn	Hg	Pb
Stasjon		g/m ² dygn	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
F1	1	14,6	34251	22,0	13,3	56,6	254	11,40	0,50	1,41	0,42	66,1
F1	2	13,8	35334	27,0	14,0	56,7	310	11,30	0,38	1,17	0,88	69,4
F2	1	13,4	30711	22,5	13,8	47,1	203	10,96	0,26	1,07	0,33	53,0
F2	2	13,4	40428	22,3	13,7	45,2	199	10,23	0,26	1,02	0,40	62,8
F3	1	2,5	35084	31,2	15,4	66,7	328	9,18	1,03	1,60	0,20	45,1
F3	2	2,6	34583	36,7	11,8	120,6	414	8,74	0,43	1,48	0,17	42,2
Sedimentfeller medelv.			35065	27,0	13,7	65,5	285	10,30	0,48	1,29	0,40	56,4
Sedimentanalyser medelv.			13862	10,2	17,2	65,2	161	14,71	0,71	3,19	0,83	88,2
Forekomst i jordskorpen			62000	122,0	99,0	68,0	76	1,80	0,16	2,10	0,08	13,0

Resultatene fra sedimentfellene viser stort sett samme sammensetting på materialet i samtlige feller med unntak av at Hg viser en større spredning og noe lavere innhold i felle 3. Felle 1 og 2 hvor man forventet størst påvirkning fra fyllingsarbeidet viser avgjort større sedimentasjon. Dette stemmer til stor del med resultatene fra siktmålingene der man kunne se en liten minskning av siktdypet nærmast fyllingen når fyllingsarbeidene pågikk. Tilgangen på data på hva som er normal sedimentasjon i dette området er svært begrenset. En oppsummering basert på sedimentfelle-resultat fra Framvaren (Skei 1985) som har en sedimentasjon på ca. 0.4 g/m² døgn er det rimelig å anta at sedimentasjonen ved Farsund skal være noe høyere, størrelsesorden 1 g/m² døgn.

Sedimentasjon: Ettersom det bare var plassert sedimentfeller i området nærmest fyllingen er det vanskelig å beregne hvor store mengder tungmetaller som har spredt seg i området. Om man derimot går ut fra at den sedimentasjon som er målt ved felle 1 og 2 utgjør en puls under fyllingsarbeidet i området og om man beregner hva denne puls utgjør på årsbasis så innebærer det at sedimentasjonen i det mest utsatte området knapt fordobles.

Sammensetting av det sedimenterte materialet. Om man sammenligner det sedimenterte materialet med sammensettingen i sedimentet i målingene før fyllingsarbeidet startet ser man store likheter med sedimentet samtidig som det skiller seg ut på 2 viktige punkter. Innholdet av Fe og Zn er betydelig høyere i sedimentfelle materialet enn i sedimentet.

Dette innebærer at store deler av materialet som ble samlet inn i sedimentfellene sannsynligvis kommer fra fyllingsmaterialet som steinstøv og ikke fra det sediment som ligger under fyllingen. Fyllingsmaterialet er et terrestrisk materiale og bør sannsynligvis ikke sammenlignes med SFT guidelines for marine sediment. I tabellen finnes som sammenligning, middelverdier for elementer i jordskorpen. Det er en sterk indikasjon at den høye Zn-innholdet i sedimentfelle-materialet kommer fra det terrestrisk fyllingsmateriale ettersom berggrunnen rundt Farsund er Zn-rik. Det høye As innholdet i sedimentfellene sammenlignet med hva man skulle forvente seg om den dominerende delen er terrestriske kan bero på at berggrunnen er As rik, men mest sannsynlig er at As som ble funnet i sedimenfellene kommer fra den delen av materialet som stammer fra naturlig sedimentert biologisk materiale.

4 Diskusjon

Sedimentundersøkelsen viste at store deler av sedimentet i fyllingsområdet var kraftig forurenset m.h.t. både tungmetaller og organiske miljøgifter. For å minske risikoen for spredning av dette forurensete sediment under fyllingsarbeidet ble det lagt ut et siltskjørt som bestod av presenninger både fra overflaten og fra bunnen. Tanken var at eventuelt oppvirvlet sediment skulle stanse i det avskjermede området.

Kontrolltiltakene bestod av siktdypmålinger og innsamling av sedimentert materiale med hjelp av sedimentfeller. Tydelig visuell effekt av fyllingsarbeidet ved å studere havområdet rundt fyllingen. Dette indikerte at vedtatte tiltak rimeligvis fungerte bra.

Kontrolltiltakene med sedimentfeller og siktdypmålinger viste til en viss grad noe annet. Man kan dels, på siktdypmålingene, se at man har en liten påvirkning gjennom en minskning av siktdypet under fyllingsarbeidet. At denne endring i siktdypet har noe å gjøre med økning av antallet partikler i vannet kan man konstatere ettersom sedimentasjonen i området nærmest fyllingen var klart høyere en hva som man kan betrakte som normalt.

Ved å analysere materialet i sedimentfellene kan man konstatere at mellom 50-75% av dette materiale sannsynligvis kommer fra fyllmassene og ikke det forurensete sedimentet i området. Med siltskjørt viser det seg at spredning av partikler fra fyllingsområdet virker geografisk begrenset til kanskje høyst 50 m fra siltskjørtets kant. Dette området fikk ved fyllingsarbeidet en økt miljøbelastning som kan tilsvare en punktbelastning på ca. 25 % av årlig normalbelastning.

5 Konklusjon

Sedimentundersøkelsen viste at sedimentet i fyllingsområdet var forurenset m.h.t. både tungmetaller og organiske miljøgifter. Med de kontrolltiltak som gjennomført ved fyllingsarbeidet skapte man seg en viss kontroll over spredning av sediment fra det forurensete området.

Rent visuelt virket det som om man ikke hadde noen merkbar spredning fra fyllingsområdet, allikevel viste målingene fra både sedimentfeller og siktdypsmålinger at en viss spredning av materiale i forbindelse med fyllingsarbeidet skjedde. Hoveddelen av materiale i fellene ser sannsynligvis steinstøv fra fyllingsmaterialet, men noe av materialet kan komme fra det forurensede sedimentet.

Bare et begrenset lite område i nærheten av fyllingen, ca. 200 m² stort fikk en økt belastning. Det skulle være helt urimelig å tro at man ved denne type av fyllingsarbeid helt kan hindre spredning fra fyllingsområdet. Vi betrakter kontrolltiltakene som vel fungerende. Muligens skulle man ville ha et større kontrollprogram for å få en bedre kunnskap om den spredning som skjer ved denne type av arbeid.

6 Referanser

Konieczny, R. M. og A. Juliussen 1995. *Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Fase I. Miljøgifter i sedimenter på strekningen Narvik-Kragerø*. NIVA. løpenr. 3275. ISBN 82-577-2780-6.

Rygg, B. og I. Théliin 1993. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Generell del*. SFT. SFT. 93:01. ISBN 82-7655-101-7.

Skei, J. 1986. *The Biogeochemistry of Framvaren*. NIVA report F 80400. ISBN 82-577-1140-3.

Sintef rapport .1995. *Bestemmelse av PAH, PCB, THC, og Hg i tre sedimentprøver fra Farsund*. Till Notaby Box 188 6001 Ålesund

Vedlegg 1

Analyserapport med komplette analyseresultat fra de organiske miljøgiftene i sedimentet.

Vedlegg 2

Dykkerrapporter

VEDLEGG 1

RAPPORT

MILJØ-KJEMI

Norsk Miljø Senter

Nils Hansens vei 13 N 0667 Oslo
Foretaksregisteret NO 967 996 955 MVA

Saksnr. 12531-12-5

Side 1 av 3

RAPPORT

ANALYSE AV SEDIMENTPRØVER

Ders ref. 65.4438/sw Gåsholmen

Rekvirent: RF - Rogaland Research
Pb 2503 Ullandhaug
4004 Stavanger

Att.: Stig Westerlund

Oslo, 15.05.1997/hm

MILJØ-KJEMI, Norsk Miljø Senter


Henning Mohn
sivilingeniør


Eli N. Ruud Olsen
sivilingeniør

MILJØ-KJEMI, Norsk Miljø Senter har foretatt analyse av 3 sedimentprøver.

Analysene rekvirert av RF - Rogaland Research ved Stig Westerlund.

PRØVEMATERIALE OG ANALYSEOMFANG

Laboratoriet mottok den 23.04.1997 3 sedimentprøver til analyse av PAH og PCB ved GC/MS, THC ved GC/FID, samt tørrstoffinnhold.

Sedimentprøvene er merket:

10 - 45

11 - 45

12 - 45

Prøvene ble mottatt i aluminiumsfolie og plastposer.

Prøvene ble holdt nedfrosset etter mottak på laboratoriet og fram til analyse.

Sedimentprøvene ble analysert i perioden 28.04.1997 til 13.05.1997.

ANALYSEMETODER

THC i sedimenter ved GC/FID: MK-2020

Prøven homogeniseres og forsåpes i 2 timer med KOH + metanol. Etter avkjøling ekstraheres 3 ganger med diklormetan og den polare fraksjonen fjernes ved søjlekromatografi. Etter inndamping analyseres ekstraktet ved gasskromatografi med flammeionisasjonsdetektor (GC/FID). Totale hydrokarboner bestemmes.

PAH og PCB i sedimenter ved GC/MS: MK-2020

Prøven homogeniseres og forsåpes i 2 timer med KOH + metanol. Etter avkjøling ekstraheres 3 ganger med diklormetan og den polare fraksjonen fjernes ved søjlekromatografi. Etter inndamping analyseres ekstraktet ved gasskromatografi med massespesifikk detektor (GC/MS-SIM).

Tørrvekt i sediment: MK-4031

Sedimentprøven tørkes ved 105 °C til konstant vekt. Vektdifferansen bestemmes.

RAPPORT

MILJØ-KJEMI

Norsk Miljø Sentral

Nils Hansens vei 13 N 0667 Oslo
Foretaksregisteret NO 967 996 955 MVA

Saksnr. 12531-12-5

Side 3 av 3

RESULTATER

Resultatene er oppført i vedlagte akkrediterte analyserapport, se vedlegg I.

GC/FID kromatogrammer av sedimentprøver, bindprøve og standard følger i vedlegg II.

**DANAK**

Reg.nr. 168

MILJØ-KJEMI

Norsk Miljø Sentre

Nils Hansens vei 13 N 0667 Oslo
Foretaksregisteret NO 967 996 955 MVA

Saksnr. 12531-12-5

Side 1 av 2

Kunde: RF-Rogalandsforskning
Postboks 2530 Ullandhaug
4004 Stavanger

Lab. nr. 68098-6-5/ASC

Analyserapport

Prøvemateriale

Mottatt i lab. : 23. april 1997
 Prøvemerkning : 10-45, 11-45 og 12-15
 Prøvetype : sediment
 Emballasje/antall : folie+plastposer/3
 Analyseperiode : 28.04.97-13.05.97

Metoder

Analysene er utført i henhold til Dansk Akkreditering - registreringsnummer 168.

THC : MK-2020 (GC/FID) Analyseusikkerhet (RSD): 10-15% *
 PAH/PCB ** : MK-2020 (GC/MS) Analyseusikkerhet (RSD): 10-15% *
 Tørrvekt : MK-4031 Analyseusikkerhet (RSD): 5% *

* Ved verdier under 10 ganger deteksjonsgrensen, dog opp til 50 %.
 ** Ikke omfattet av akkreditering.

Resultater (i mg/kg tørrvekt)

Parameter	Prøve			det. grense**
	10-45	11-45	12-15	
GC/FID-screening:				
totale hydrokarboner	65	520	640	10
Tørrvekt, %				
	82,5	45,7	61,3	

Tegnforklaring: - mindre enn den anførte deteksjonsgrense ** Enhet mg/kg våtstoff

KOMMENTAR

Teksten i dette felt er ikke omfattet af akkrediteringen

Ved analysen for THC er det identifisert komponenter fra nedbrutt olje, det kan ikke siges hvor stor en del de udgør af THC. Innholdet av THC er dominert av PAH-forbindelser.

**DANAK**

Reg.nr. 168

MILJØ-KJEMI

Norsk Miljø Sentre

Nils Hansens vei 13 N 0667 Oslo
Foretaksregisteret NO 967 996 955 MVA

Saksnr. 12531-12-5

Side 2 av 2

Kunde: RF-Rogalandforskning
Postboks 2530 Ullandhaug
4004 Stavanger

Lab. nr. 68098-6-5/ASC

Analyserapport

Resultater (i µg/kg tørrvekt)

Parameter	Prøve			det. grense**
	10-45	11-45	12-15	
PAH-forbindelser:				
naftalen	50	170	590	2
asenaftylen	14	40	130	1
asenaften	56	130	630	1
fluoren	120	210	1500	1
fenantren	860	2500	9500	1
antrasen	290	1100	3100	1
fluoranten	1600	6500	16000	1
pyren	1400	5900	13400	1
benso (a) antrasen	760	4000	7100	1
krysen/trifenylen	770	4200	7400	1
benso (b/j/k) fluorantener	1200	6300	11000	1
benso (a) pyren	800	3600	6300	1
indeno (1, 2, 3-cd) pyren	620	1700	2500	1
dibenso (a, h) antrasen	230	740	1100	1
benso (ghi) perylen	640	1800	2600	1
PAH, sum +	9400	38900	82900	
PCB-kongenere:				
no. 28	-	< 3 *	< 3 *	1
no. 52	-	< 2 *	2,4	0,5
no. 101	-	3,1	2,3	0,5
no. 118	-	3,0	2,7	0,5
no. 138	-	4,1	1,6	0,5
no. 153	-	4,5	1,7	1
no. 180	-	< 3 *	< 3 *	1
PCB, sum +	-	15	11	

Tegnforklaring: - mindre enn den anførte deteksjonsgrense ** Enhet µg/kg våtstoff
+ omfatter summen av overstående enkeltkomponenter
* Forhøiet deteksjonsgrense pga lav prøvemengde.

Albertslund, den 15. mai 1997

MILJØ-KEMI, Dansk Miljø Center

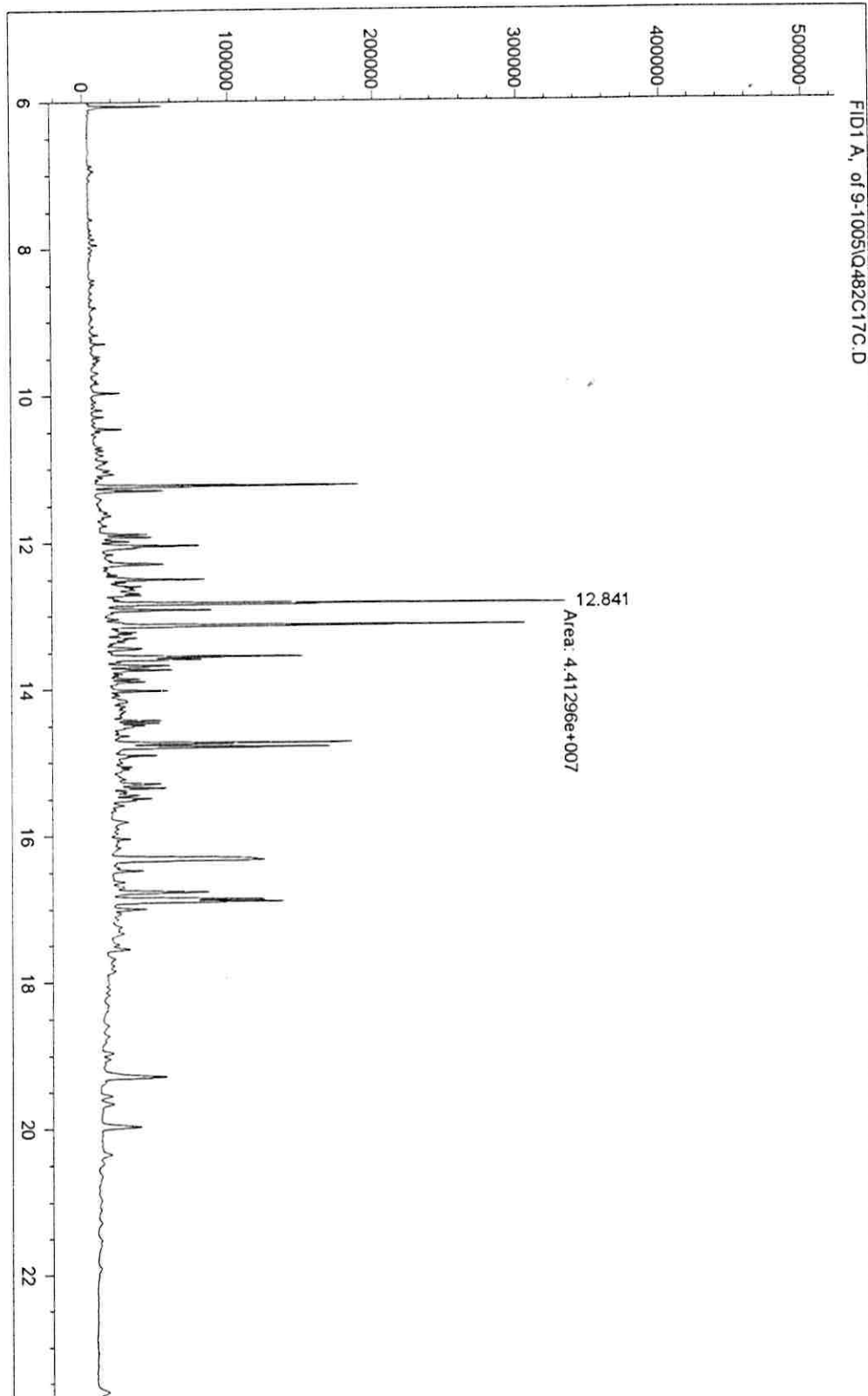
Annette Schäfer
akademiingeniørNils Hansen
laboratoriefjef



GC-FID Kromatogram

Sedimentprøve

" 10 - 45 "

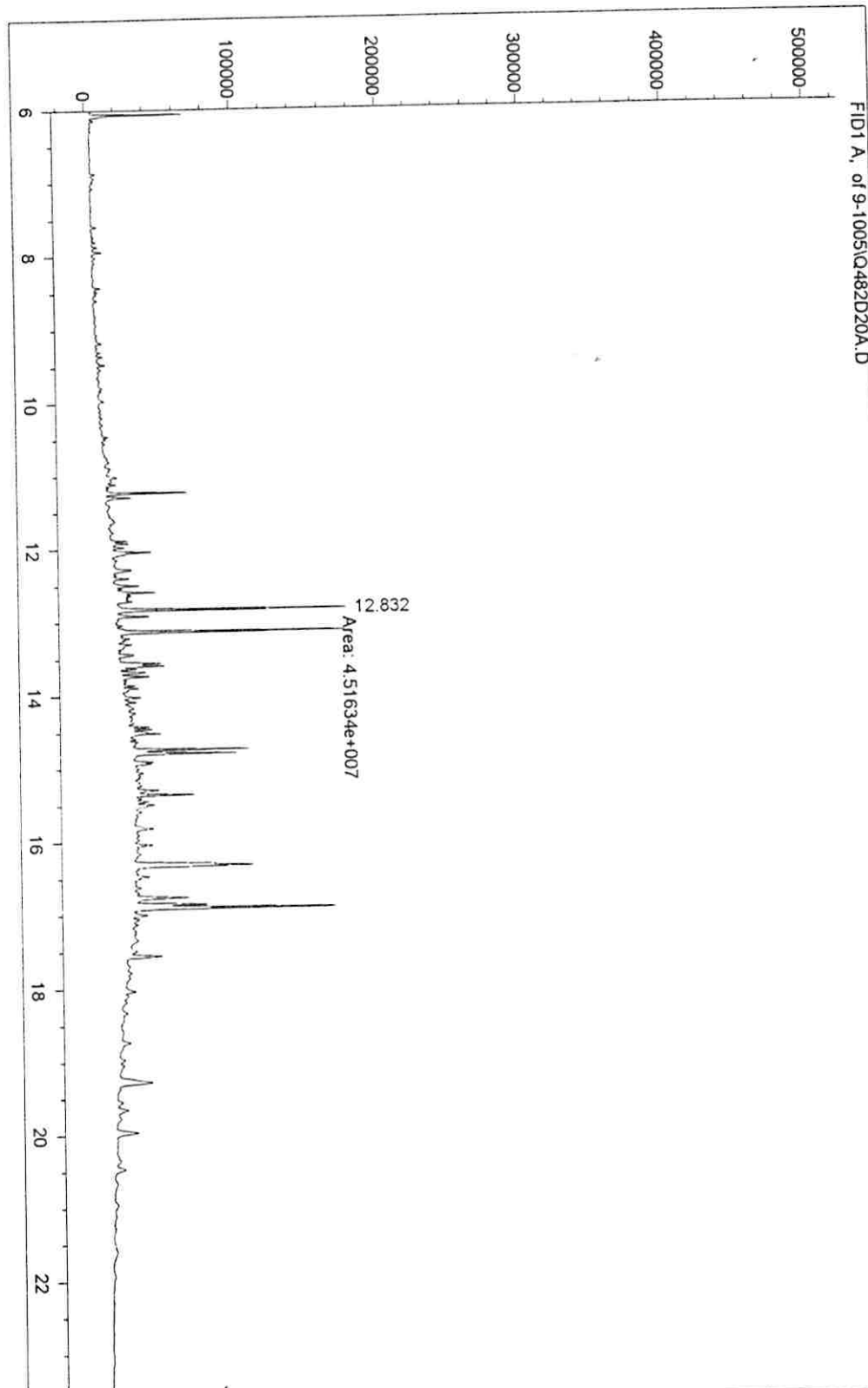




GC-FID Kromatogram

Sedimentprøve

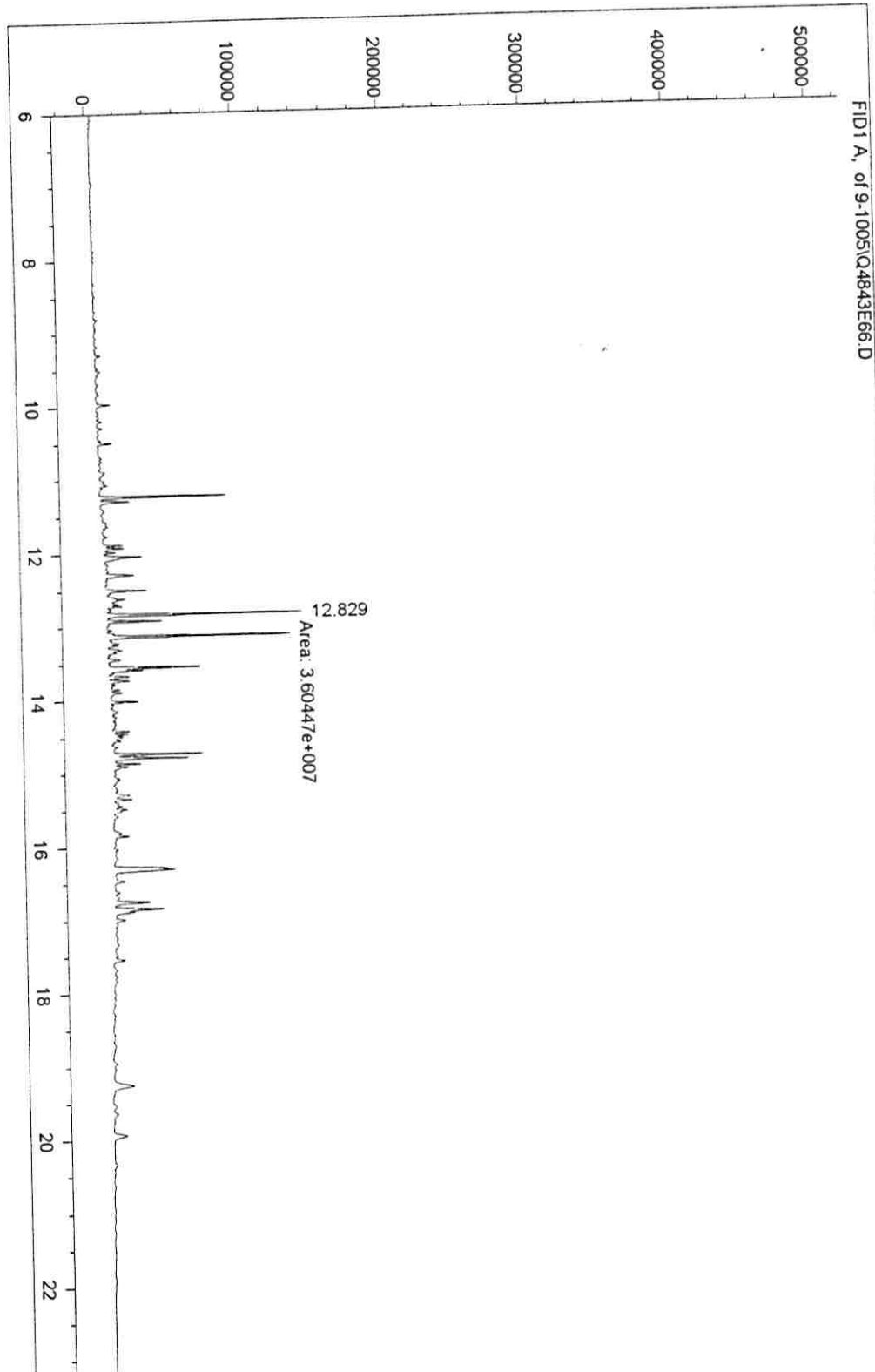
" 11 - 45 "



GC-FID Kromatogram

Sedimentprøve

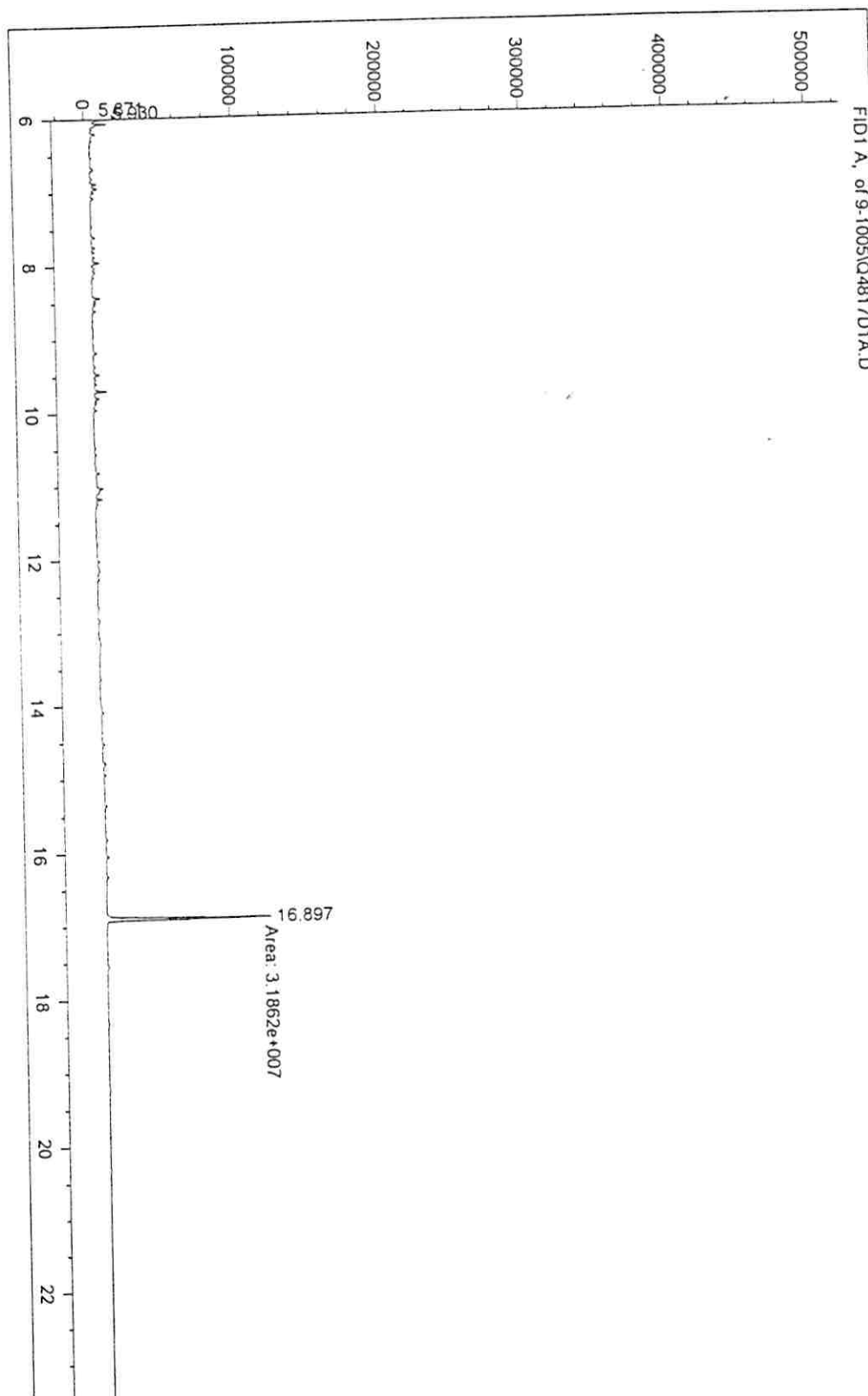
" 12 - 45 "





GC/FID kromatogram

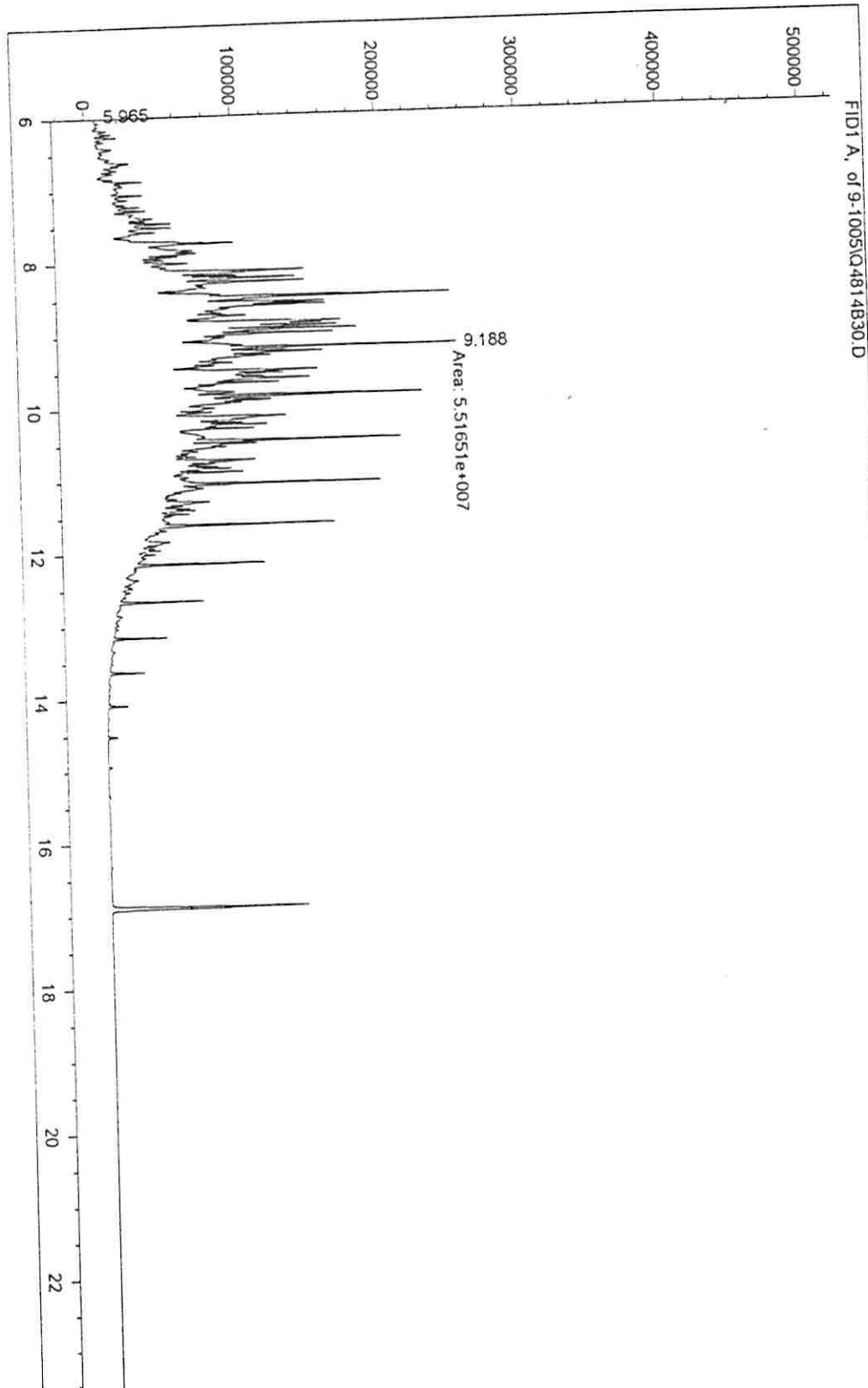
Blindprøve, sediment





GC/FID kromatogram

Standardblanding, sediment



VEDLEGG 2

Kopieres på
farget ark

FARDYKK

MOSVOLDVEIEN 62 - N-4550

FARSUND

UNDERVANNS ENTREPRENØR

TELEFON
38 39 09 58

MOBILTELEFON
901 56 003

Rogalandsforskning A/S
Postboks 2503 Ullanhaug
4004 STAVANGER

TELEFAX

MOBILTELEFON

38 39 09 58

942 93 643

Deres ref. :

Stig Vesterlund

Dato :

28.05.97

DYKKERAPPORT 97-044

OBJEKT : Silt-membran, Gåseholmen Farsund
TID : 27.05.97 Kl. 20:00 - 21:30
SIKT : 2 - 8 m
METODE : Generell visuell inspeksjon.

1 Grunnlag for inspeksjonen

Brødrene Reme A/S har som utbygger av fyllingsområde ved Gåseholmen anbrakt en silt-membran som stenger fyllingområde fra havnebassenget. Dette er gjort for å kapsle inne eventuell oppvirvling av bunnmateriale under utfylling.

2 Inspeksjonens omfang

Silt-membranen ble visuelt inspisert i hele lengden. Spesielt ble innfesting mot land og tetting mot bunnen vektlagt.

3 RAPPORT


3.1 Generell visuell inspeksjon

Det ble ikke funnet mekanisk skade på noen del av installasjonen. Membranen stod tilnærmet vertikalt i vannet og membranen er tett mot bunnen i hele lengden. Også innfestingen og tetting mot land er uten åpninger av noen art.

4 Konklusjon

Silt-membranen er uten skader å slutter godt til bunnen i hele lengden.

Farsund 28.05.97


John Erling Nakkestad

UV-inspektør CSWIP 3.2.U/DNV Letter of Approval