



RF – Rogalandstorskning <http://www.rf.no>

**Øyvind F. Tvedten**

**Analyse av miljøgifter i sediment i  
Vibrandsøysundet**

Rapport RF – 2004/213

Prosjektnummer: 7156007-27  
Kvalitetssikrer: Asbjørn Bergheim  
Prosjektets tittel: Sedimentundersøkelse ved Skagen Eiendom  
Oppdragsgiver(e): Nordbø & Seglem AS / Skagen Eiendom  
ISBN: 82-490-0327-6  
Antall sider: 9 + vedlegg  
Gradering: Åpen (Konfidensiell frem til: 31.12.2004)

## Forord

Oppdraget er utført på oppdrag fra Nordbø & Seglem AS / Skagen Eiendom, i forbindelse med prosjektering av nybygg sør-vest på Hasseløy ved Haugesund. Det skal foretas noe utfylling i sjø og etableres ny kaifront i forbindelse med nybygg. Prøveinnsamling er gjennomført av Øyvind Tvedten fra RF sammen med kaptein Erik Bakkevik ombord i M/S Risøygutt. Analysene er utført av M-lab (glødetap og kornstørrelse) og Eurofins (metaller, PAH, TBT, PCB, TOC). Asbjørn Bergheim har kvalitetssikret rapporten.

Stavanger, 15.11.04



Øyvind F. Tvedten, prosjektleder

## Innhold

Innledning.....	1
Materiale og metoder.....	1
Områdebeskrivelse og prøveinnsamling .....	1
Analyse av TOC .....	2
Analyse av metaller.....	2
Analyse av kornfordeling og glødetap .....	3
Analyse av PAH, PCB og TBT .....	3
SFTs veiledning for miljøkvalitet .....	4
Resultat og diskusjon.....	6
Oppsummering og konklusjon.....	8
Referanser.....	9
VEDLEGGSOVERSIKT .....	9
FORKLARING TIL NOEN ORD OG UTTRYKK.....	10

## Innledning

Det er planlagt å gjøre noe grunnarbeider i forbindelse med nybygg på Hasseløy. Arbeidet vil berøre strandkant og løsmasser i sjøen og kan føre til noe oppvirvling av sediment. Det kan medføre at eventuell forurensning i sedimentene på sjøbunnen virvles opp i vannfasen og spres i miljøet. Resultatene fra undersøkelsen kan brukes til å dokumentere miljøgiftinnholdet i sjøbunnen slik at skadepotensialet og eventuelle tiltak for å redusere skadeforurensningen kan vurderes. Undersøkelsen er også gjennomført etter krav fra myndighetene og vil være et grunnlag for deres tillatelser og eventuelle pålegg i forbindelse med utbyggingen. RF har laget forslag til prøveplan og analyseparametre, foretatt innsamling og fått utført analyser på basis av SFT veileder (Systad m.fl. 2004), kjennskap til området og tidligere erfaring.

## Materiale og metoder

### Områdebeskrivelse og prøveinnsamling

Utbyggingsområdet ligger ved sør-vest på Hasseløy, vest av Haugesund. Tidligere undersøkelser har vist at sjøbunnen i Karmsundet generelt er forurensset av miljøgifter (særlig tjærestoffer, PAH) (Myhrvold m.fl. 1997, Fylkesmannen i Rogaland 2004) og det er gitt ut kostholdsråd for sjømat fra området (Gjerstad m.fl. 2001). I særlig del av utbyggingsområdet har det vært et tankanlegg (fremdeles noen lagertanker på land).

Noen ord og uttrykk er forklart i vedlegg.

Prøvene ble tatt 20. oktober 2004 fra M/S Risøygutt. Det ble tatt prøver fra tre stasjoner (Karm 4-6) like utenfor det planlagte utbyggingsområdet (se kart i Figur 1). Det var mye hard bunn (steiner) i området og vanskelig å få prøver fra ønsket prøvested. Særlig lenger nord i sundet var det mye stein, men også nærmere land langs med utbyggingsområdet var det ikke mulig å få prøver. På grunn av bunnforholdene ble det akseptert å få to godkjente prøver fra hver stasjon, og ikke tre som planlagt. Prøvestedene ble også konsentrert i et mindre område enn det som var ønskelig.

Prøvene ble analysert for PAH, PCB, TBT og metallene: arsen, kobber, nikkel, sink, kvikksølv, bly, krom og kadmium. Metaller, PAH, PCB, TBT og TOC ble analysert av Eurofins i Oslo. Kornfordeling og glødetap ble analysert ved M-lab. Resultatene er sammenlignet med STF's grenseverdier for miljøklassifisering (Molvær m.fl. 1997), se Tabell 1.

På hver stasjon ble det tatt to sedimentprøver med en 225 cm<sup>2</sup> van Veen grabb. Prøvene ble tatt fra de øverste to cm av sedimentet. Prøvemateriale fra de to grabb-prøvene tatt fra hver stasjon ble slått sammen og analysert som en samleprøve. Prøvene ble pakket i plastemballasje og glassflaske, frosset og holdt nedfrost frem til analyse. Sedimentet ble beskrevet visuelt og eventuell uvanlig lukt ble registrert. Det ble ført en feltjournal med opplysninger om prøvene og værforhold mm. Dyp ble målt med ekkolodd og en GPS registrerte posisjonene. En oversikt over innsamlete prøver og analyser er gitt i Tabell 2.



Figur 1. Kart over innsamlingsområdet. Prøvesteder er markert med gule sirkler og strekning med ny kaifront/utbygging er skissert, men den henvises til Byggherre for korrekt utbyggingsområde.

### Analyse av TOC

Sedimentet ble ubehandlet oversendt til Eurofins. Analysene ble gjort ved forbrenning i en CHN analysator etter at karbonater var fjernet med saltsyre.

### Analyse av metaller

Analysene ble foretatt av Eurofins i henhold til akkrediterte metoder. Eurofins metodereferanse: MK-1061 og MK-1090.

Analytisk Prinsipp: For tungmetaller utføres det en syreoppslutning av prøven iht. DS259 (tilsvarende NS4770). Målingen foregår med en ekstern kalibrering på en Optima 3000-DV ICP-AES spektrofotometer. For kvikksølv oppsluttes våt prøve med salpetersyre i autoklav, hvor kvikksølv frigjøres. Det oppløste metallet reduseres, og de frigjorte kvikksølv dampene bestemmes ved flammeløs AAS (kalddampsteknikk).

Usikkerhet: RSD 10% for tungmetaller og RSD 15% for kvikksølv.

Deteksjonsgrenser:

<u>Parameter</u>	<u>Det. grense</u>	<u>Parameter</u>	<u>Det. grense</u>
As	2 mg/kg TS	Ni	1 mg/kg TS
Cd	0,1 mg/kg TS	Pb	3 mg/kg TS
Cu	3 mg/kg TS	Zn	5 mg/kg TS
Cr	1 mg/kg TS	Hg	0,01 mg/kg TS

### Analyse av kornfordeling og glødetap

Analysene av kornfordeling ble foretatt ved RF-Miljølab etter intern metode (ikke akkreditert) basert på Buchanan (1984). Sedimentet ble tørket over natten ved 105 °C. 20-30 g prøve ble veid inn til analyse. Det organiske materialet ble fjernet med hydrogenperoksid. Deretter ble prøven splittet i to fraksjoner ved våtsikting (0,063 mm). Den grove fraksjonen (> 63 µm = 0,063 mm) ble analysert ved tørrsikting etter at prøven var tørket over natten ved 105 °C. Det tørre sedimentet ble overført til en siktserie med følgende åpninger; 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125 og 0,063 mm og kjørt i ristemaskin i 15 minutt. Materialet som ble liggende igjen på de ulike siktene ble veid til nærmeste 0,01 g. Andel partikler (vekten) som var mindre enn 0,063 mm ble bestemt ved å trekke summen av vekten til de andre partikkelstørrelsene (> 0,063 mm) fra utgangsvekten til prøven.

Mengden organisk materiale i sedimentet ble analysert som glødetap (vektreduksjon) etter gløding ved 550 °C i minimum 2 timer (NS 4764). På forhånd ble prøven tørket ved 105 °C og det ble innveid ca 5 g.

### Analyse av PAH, PCB og TBT

Analysene av PAH og PCB ble foretatt av Eurofins i henhold til akkrediterte metoder (Eurofins metodereferanse: MK-2060).

Analytisk prinsipp: Prøven oppslemmes i natriumpyrofosfat og ekstraheres med diklormetan. Etter inndampning analyseres ekstraktet ved gasskromatografi med massespektrometrisk detektor GC/MS-SIM. Før GC/MS analyse fjernes den polære fraksjon ved hjelp av søyleopprensning.

Følgende stoffer benyttes som interne standarder:

naphthalen-d <sub>8</sub>	benz(a)pyren-d <sub>12</sub>
phenanthren-d <sub>10</sub>	dibenz(a,h)anthracen-d <sub>14</sub> *
fluoranthren-d <sub>10</sub>	PCB # 77

Usikkerhet: RSD 12% for PAH-forbindelser, RSD 15% for PCB-congenerer.

Deteksjonsgrenser: PAH: 2 µg/kg TS for den enkelte komponent.  
PCB: 1 µg/kg TS for den enkelte komponent.

TBT-prøvene ble analysert av en underleverandør til Eurofins: GfA i Tyskland. Prøvene ble homogenisert og tripopyltinklorid ble tilsatt som indre standard. Deretter følger ekstraksjon av prøven ved hjelp av aceton, n-heksan, og derivatisering med natriumtetraetylborat ved pH 4,5, rensing av ekstraktet ved væskrokromatografi med  $Al_2O_3$ . Analyse av organotin med GC/MS og kvantifisering med tetrapentyltin som indre standard før GC injeksjon.

### **SFTs veiledning for miljøkvalitet**

SFT har gitt ut en veiledning som kan brukes til å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær m.fl. 1997). I veiledningen finnes en del bakgrunnsinformasjon og kommentarer til tabellene med måltall (grenseverdier) for ulike klasser av miljøkvalitet i vann, sedimenter og biologisk materiale. Det kreves en del bakgrunnskunnskap om miljøparametrene og det må gjerne brukes skjønn for å kunne bestemme tilstandsklasse og å tolke resultatene. Nedenfor har vi tatt med en tabell i fra veiledningen som omtaler aktuelle miljøparametre i sedimenter (Tabell 1). I følge Systad m.fl. 2004, skal resultater oppgitt som Sum PCB<sub>7</sub> ganges med to før de sammenlignes med PCB-grenseverdiene for miljøkvalitet.

Tabell 1. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller og organiske forbindelser i sedimenter (se Mulvær m.fl. 1997).

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Ubetydelig- Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Metaller m.m. i sedimenter (torrvækt)	Arsen (mg As/kg)	<20	20-80	80-400	400-1000	>1000
	Bly (mg Pb/kg)	<30	30-120	120-600	600-1500	>1500
	Fluorid (mg F/kg)	<800	800-3000	3000-8000	8000-20000	>20000
	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
	Kvikksolv (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
	Sølv (mg Ag/kg)	<0,3	0,3-1,3	1,3-5	5-10	>10
	TBT <sup>1)</sup> (µg/kg)	<1	1-5	5-20	20-100	>100
Organiske miljøgifter i sedimenter (torrvækt)	ΣPAH <sup>2)</sup> (µg/kg)	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
	B(a)P <sup>3)</sup> (µg/kg)	<10	10-50	50-200	200-500	>500
	HCB <sup>4)</sup> (µg/kg)	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50
	ΣPCB <sub>7</sub> <sup>5)</sup> (µg/kg)	<5	5-25	25-100	100-300	>300
	EPOCI <sup>6)</sup> (µg/kg)	<100	100-500	500-2000	2000-15000	>15000
	TE <sub>TOX</sub> <sup>7)</sup> (ng/kg)	<0,01	0,01-0,03	0,03-0,10	0,10-0,5	>0,5
	Σ DDT <sup>8)</sup> (µg/kg)	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50
Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Sediment	Organisk karbon (mg/g)	<20	20-27	27-34	34-41	>41

- 1) TBT: Tributyltinn (antibegroingsmiddel i skipsmaling).
- 2) PAH: Polysykliske aromatiske hydrokarboner. Gruppe tjærestoffer der en del forbindelser er potensielt kreftfremkallende (KPAH), deriblant benzo(a)pyren (B(a)P). ΣPAH: sum av tri- til heksasykliske forbindelser bestemt ved gasskromatografi med glasskapillarkolonne. Inkluderer de 16 i EPA protokoll 8310 minus naftalen (disyklisk).
- 3) Se under PAH
- 4) HCB: 1 heksaklorbenzen.
- 5) PCB: Polyklorete bifenyler. Gruppe forbindelser (ulike kommersielle blandinger). ΣPCB<sub>7</sub> = sum av de 7 enkeltforbindelsene nr 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180. I den tidligere utgaven av veiledningen er PCB angitt som total PCB ut fra likhet med kommersielle blandinger. Enkelte PCB har dioksinlignende egenskaper (se note 2 til tabell).
- 6) EPOCI: Ekstraherbart persistent organisk bundet klor.
- 7) Toksisitetsekvivalenter, se note 2 til tabell.
- 8) DDT: Diklordifenyiltrikloretan. Σ DDT betegner sum av DDT og nedbrytningsproduktene DDE og DDD.



## Resultat og diskusjon

Tabell 2 viser stasjons- og prøveopplysninger fra feltarbeidet.

Som før nevnt var det mye stein på bunnen og generelt vanskelig å få bunnprøver. Dels skyldes dette skrånende bunn inn mot land og trolig periodevis sterk strøm over bunn, særlig i de grunneste partiene.

**Tabell 2.** Stasjonsopplysninger og sedimentbeskrivelse på de tre stasjonene 20. oktober 2004. Posisjoner i WGS-84.

Stasjon	Dyp (m)	Posisjon WGS 84	Kommentarer	Prove
Karm 4	16	58°24,860' N 05°15,270' Ø	Finkornet skjellsand med mudder.	TOC, TBT, PAH og PCB. Metaller, kornfordeling
Karm 5	16	58°24,868' N 05°15,240' Ø	Grovkornet skjellsand.	- " -
Karm 6	17	58°24,860' N 05°15,223' Ø	Grovkornet skjellsand.	- " -

Analyseresultatene er summert i Tabell 3. Originalresultater er presentert i vedlegg.

Kornfordelingsanalysen viste at det var mest leire og silt (partikler < 0,063 mm) på Karm 4 og minst på Karm 5-6. Det var også en god del partikler som tilsvarte størrelse for grov sand og grus.

Innholdet av organisk materiale (TOC) var høyest på Karm 4 og lavt på de to andre stasjonene. Som for miljøgiftene korrelerer det organiske innholdet med kornstørrelsen, høyest innhold i det finkornete sedimentet. Til beregning av SFT tilstandsklasse brukes TOC<sub>63</sub>, det vil si TOC innhold som er standardisert i forhold til andel finfraksjon. På Karm 4 var tilstanden *dårlig* og på Karm 5 og 6 var den henholdsvis *god* og *meget god*.

Tørrstoffinnholdet var fra 54 til 63%.

Sedimentet var generelt forholdsvis lite forurenset av metaller. Det var bare kobber- og kvikksølvinnholdet på Karm 4 som fikk tilstand *markert forurenset*.

PAH- og B(a)P-innholdet tilsvarte SFT tilstand *markert forurenset til meget sterkt forurenset*. Det var mest av de tyngste PAHene og det tyder på at kilden stammer fra forbrente hydrokarboner og smelteverksindustri. Driften ved tankanlegget kan også ha vært (og er) en kilde til PAH-forurensning. Høy konsentrasjon av B(a)P gjenspeiler dette stoffets lange nedbrytningstid i sjøbunnen.

Det ble ikke funnet PCB i prøvene på Karm 5 og 6, men bunnen var *markert forurenset* på Karm 4.

TBT-innholdet tilsvarte SFT tilstand *sterkt forurenset til meget sterkt forurenset*.

**Tabell 3.** Resultater fra sedimentanalyser fra Vibraudsøysundet. Analyser på blaudprover av tre grabber på hver stasjon. Totalt organisk karbon (TOC). Prosent innhold av leire og silt (< 0,063 mm). Beregnet TOC verdi ut fra innhold av leire og silt. Organisk innhold målt som glødetap. Metaller (mg/kg) og organiske miljøgifter (µg/kg). Tildelt SFT tilstand. Det er gitt beste tilstandsklasse for verdier som ligger på grensen mellom to klasser. Merk at det brukes en annen ordbeskrivelse av tilstanden med hensyn til TOC enn for de miljøskadelige stoffene.

Karmsund, oktober 2004						
Parameter	Karm 4	SFT klasse	Karm 5	SFT klasse	Karm 6	SFT klasse
TOC (mg/g)	24,8		3,9		2,3	
% < 0,063 mm	20,1		4,5		4,2	
TOC <sub>org</sub> (mg/g)	39,2	IV	21,1	II	19,5	I
Glødetap (%)	8,3		4,7		4,2	
Tørrestoff %	54,2		63,4		60,9	
Arsen (mg/kg)	7,7	I	6	I	5,4	I
Bly (mg/kg)	120	II	73	II	34	II
Kadmium (mg/kg)	0,6	II	0,13	I	0,19	I
Kobber (mg/kg)	180	III	26	I	12	I
Krom (mg/kg)	20	I	5,4	I	6	I
Kvikksølv (mg/kg)	1,5	III	0,22	II	0,12	I
Nikkel (mg/kg)	16	I	6,3	I	5,6	I
Sink (mg/kg)	190	II	45	I	37	I
Sum PAH (µg/kg)	9400	IV	5700	III	2200	III
B(a)P (µg/kg)	970	V	500	IV	140	III
Sum PCB <sub>7</sub> (µg/kg)	44		<5		<5	
Sum PCB (PCB <sub>7</sub> x2)	88	III	-	I	-	I
TBT (µg/kg)	512	V	287	V	99,8	IV

- = ikke målt/oppført i rapport

i.p. = ikke påvist

Kl. V, Meget sterkt forurenset

Kl. IV, Sterkt forurenset

Kl. III, Markert forurenset

Kl. II, Moderat forurenset

Kl. I, Ubetydelig - lite forurenset

## Oppsummering og konklusjon

Sjøbunnen utenfor utbyggingsområdet var til dels sterkt forurensset av PAH og TBT. Det var mindre metallforurensning og PCB-forurensning ble bare påvist på den sørligste stasjonen, nærmest tankanlegget. PAH-forurensningen stammer trolig hovedsakelig fra ulike kilder lenger borte fra utbyggingsområdet, smelteverk, skipstrafikk og annen industri, men tankanlegget var (og er?) også en mulig kilde. TBT stammer fra skipsmaling.

På de tre undersøkte stasjonene var det en avtagende forurensningsgradient fra Karm 4 til Karm 6. Det var mest forurensning på stasjonen nærmest tankanlegget. Nivået av forurensning og organisk innhold korrelerte med partikkelstørrelsen i sedimentet. Det var størst andel leire og silt på Karm 4 og det gir størst partikkeloverflate som forurensningen kan binde seg til.

Ved utbygging av området kan anleggsarbeidet forventes å føre til noe oppvirvling av det forurensede sedimentet. Dette kan dermed spres i miljøet og eventuell skadelige effekter i vannmassene kan ikke utelukkes. Tiltak for å forhindre dette bør vurderes opp mot omfanget av arbeidet.

-Bruk av siltskjørt vil kunne redusere spredning av partikler.

-Tildekking av bunnen med fiberduk og ren masse kan forsegle forurensningen i grunnen.

-Ved eventuell mudring eller fjerning av masser kan det forventes at det må foretas en forsvarlig deponering/behandling av massene.

## Referanser

- Buchanan, J. B. 1984. Sediment analysis. Side 41-65 i N. A. Holme and A. D. McIntyre (eds) *Methods for the study of marine benthos*. Oxford. Blackwell Scientific Publications.
- Fylkesmannen i Rogaland 2004. *Fylkesvise tiltaksplaner, Miljøstatus i Rogaland. Karmsundet*. Lastet ned fra SFT's hjemmeside i oktober 2004. 42 s.
- Gjerstad, K.O., Aas, E. & J. Frydenlund 2001. *Miljøgifter i fisk, skalldyr og sediment i havneområder og fjorder i Rogaland 1999-2000*. NMT rapport nr. 2001/5. SFT rapport nr. 839/01. Rapport RF-2001/294. (Åpen).
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. SFT Veiledning 97:03. Statens Forurensningstilsyn, TA-1467/1997. Oslo. 36 s.
- Myhrvold, A. U., O. I. Forsberg & Å. Molversmyr 1997. *Samlerapport for Rogaland 1996. Forurensningsundersøkelser i sjoområder*. RF-Rogalandforskning. RF-96/245. Versjon 2, datert 14.10.97. 138 s.
- Systad, I.M., J. Laugesen, T. Møskeland, T. Winther-Larsen, A. Philstrøm & A. K. Arnesen 2004. *Veileder for håndtering av forurensede sedimenter*. Statens Forurensningstilsyn, TA-1979/2004, ISBN82-7655-474-1, Oslo. 58 s.

## Vedleggsoversikt

Vedlegg 1. Ord og uttrykk

Vedlegg 2. Analyserapporter. NB!! i analyserapportene er resultater fra andre prøver som ikke inngår i denne undersøkelsen strøket over av Øyvind Tvedten RF.

## Vedlegg 1

### Forklaring til noen ord og uttrykk

- Aromater** – organiske forbindelser hvor karbonatomene er bundet til hverandre i ring(er) og azznenhver binding er en dobbeltbinding.
- BaP** – Benzo (a) pyren, fem ring struktur av PAH.
- Deteksjonsgrense** – den laveste verdien som kan påvises med metoden.
- Finfraksjon** – brukes her om partikler som er mindre enn 0,063 mm, det vil si leire og silt.
- Glødetap** – vektreduksjon av en prøve etter forbrenning. Et mål på innhold av organisk materiale.
- H<sub>2</sub>S** – se hydrogensulfid.
- Hydrogensulfid** – (dihydrogensulfid, H<sub>2</sub>S). Farvelos og meget giftig gass. Dannes ved reduksjon av sulfat til sulfid, i fravær eller mangel på oksygen. H<sub>2</sub>S tyder på at miljøet er uten oksygen.
- Hydrokarboner** – organiske stoffer som består utelukkende av karbon- og hydrogenatomer. Det enkleste er metan, CH<sub>4</sub>. De viktigste finnes i jordolje.
- Leire** – uorganiske partikler som er mindre enn 0,002 mm (< 2 µm)
- Marin** – det som har med havet å gjøre, Latin *mare*, havet.
- Organisk** – av biologisk opprinnelse, eller biologisk materiale. Inneholder karbon.
- Organisk materiale** – organisk stoff, av biologisk opprinnelse.
- PAH** – (Polyaromatiske hydrokarboner), eller tjærestoffer, er en gruppe forbindelser som består av 2 til 6 aromatiske benzen ringer.
- Parameter** – konstant i en ligning (se koeffisient). Representerer ofte variable som man velger en konstant verdi for som ledd i en forenkling av en matematisk modell. Brukes her også som en betegnelse på en type egenskap som kan observeres, måles eller beregnes, for eksempel nærings salt.
- PCB** (polyklorerte bifenyler). Dette er forbindelser som har blitt brukt i blant annet transformatorer, kjøle( apparat), maling. På grunn av ekstrem lav nedbrytbarhet og giftighet overfor organismer, er PCB regnet som en av de verste miljøgiftene. De er nå mer eller mindre faset ut av bruk i Norge.
- Resipient** – vannforekomst som mottar tilførsler av antropogen (menneskeskapt) opprinnelse. Begrepet brukes ofte i forbindelse med forurensninger, f. eks. ved utslipp av kommunalt avløpsvann eller prosessvann fra industri.
- Salinitet** – saltholdighet.
- Sediment** – bunnslam, løsmasser som ligger på sjøbunnen
- Sedimenter/sedimentasjon** – partikler som synker ut fra vannmasse og til bunn
- Silt** – uorganiske partikler som er større enn 0,002 mm (< 2 µm) og mindre enn 0,063 mm (<63 µm).
- TBT** – Tributyltinn, antibegroingsmiddel i skipsmaling
- THC** – (Total Hydrocarbon Content) et mål på det totale innhold av hydrokarboner, uten å skille mellom hvilke komponenter som inngår.
- TN** – total nitrogen, et mål på mengde nitrogen i en prøve.
- TOC** – totalt organisk karbon, et mål på innhold av organisk materiale
- Toksisk** – giftig
- Topografi** – beskrivelse av terrengets fasong, i havet bunntopografi.
- Uorganisk** – inneholder ikke karbon (unntak karbonoksider), "ikke biologisk".



Ordre: 051104  
Dato: 051104  
Lab.nr: ST04-04853  
Kundenr: 10808

ST04-04853-6 Miljø-sedimenter Tatt ut: 251004

Sted:

Behandling:

Merket: Karm 6

Analyse	Enhet	Metode	Resultat	Grenseverdi
* Kornfordeling		INTERN	se vedleg	
Totalt glødetap	%	NS 4764	4,2	

ST04-04853-7 Miljø-sedimenter Tatt ut: 251004

Sted:

Behandling:

Merket: ---

Analyse	Enhet	Metode	Resultat	Grenseverdi
* Kornfordeling		INTERN	se vedleg	
Totalt glødetap	%	NS 4764		

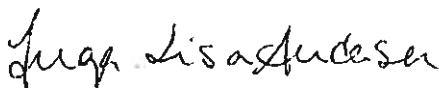
\*) Laboratoriet er ikke akkreditert for denne analysen

Resultatene gjelder kun for de undersøkte prøver. Kopiering av rapporten er bare tillatt når den kopieres i sin helhet.

Målesikkerhet for kjemiske analyser fås oppgitt ved henvendelse til laboratoriet.

< betyr mindre enn. > betyr større enn.

Med hilsen



Inger Lisa Andersen

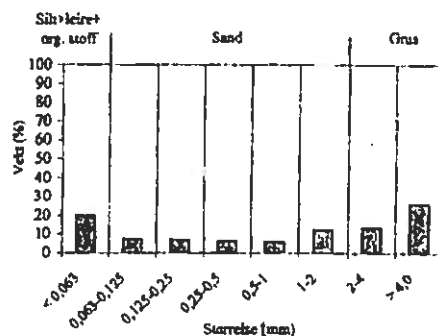
Stasjon: Karm 4  
 Provetidsmåling: 25.10.04  
 Ref.nr.: ST04-4853-4  
 Analyse dato: 28.10.-02.11.04

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - silteanalyse

Størrelse (mm)	Phi $\phi$	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> -1	7.39	26.5	100.0
2-4	-1 - -2	1.70	11.4	73.5
1-1	0 - -1	1.45	11.5	60.1
0,5-1	1-0	1.70	6.2	47.5
0,25-0,5	2-1	1.81	6.6	41.4
0,125-0,25	3-2	1.00	7.3	34.7
0,063-0,125	4-3	1.04	7.4	27.5
< 0,063	< 4	5.53	20.1	20.1

Imvævet prøve inkl. org. stoff 27.33

Gledetap 8.3 %



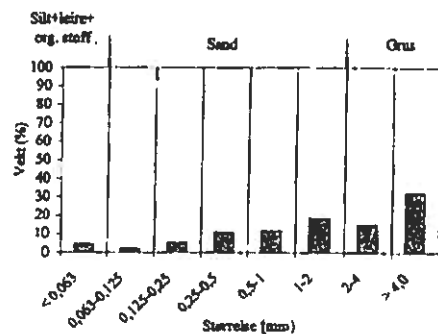
Stasjon: Karm 5  
 Provetidsmåling: 25.10.04  
 Ref.nr.: ST04-4853-5  
 Analyse dato: 28.10.-02.11.04

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - silteanalyse

Størrelse (mm)	Phi $\phi$	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> -1	10.69	32.2	100.0
2-4	-1 - -2	4.97	15.0	67.8
1-1	0 - -1	6.15	18.6	52.8
0,5-1	1-0	3.85	11.6	34.2
0,25-0,5	2-1	3.57	10.8	22.6
0,125-0,25	3-2	1.75	5.3	11.8
0,063-0,125	4-3	0.68	1.1	6.5
< 0,063	< 4	1.49	4.5	4.5

Imvævet prøve inkl. org. stoff 33.15

Gledetap 4.7 %



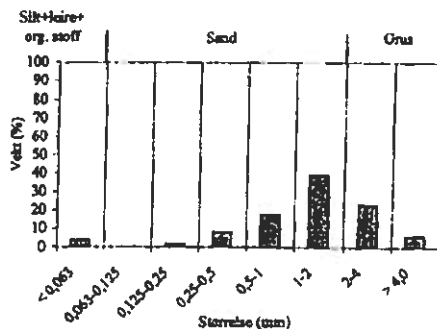
Stasjon: Karm 6  
 Provetidsmåling: 25.10.04  
 Ref.nr.: ST04-4853-6  
 Analyse dato: 28.10.-02.11.04

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - silteanalyse

Størrelse (mm)	Phi $\phi$	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> -1	1.95	6.0	100.0
2-4	-1 - -2	7.46	22.9	94.0
1-1	0 - -1	12.71	39.0	71.1
0,5-1	1-0	5.79	17.8	32.1
0,25-0,5	2-1	1.71	8.3	14.3
0,125-0,25	3-2	0.58	1.8	6.0
0,063-0,125	4-3	0.11	0.3	4.2
< 0,063	< 4	1.27	3.9	3.9

Imvævet prøve inkl. org. stoff 12.58

Gledetap 4.2 %





RF-Akvamiljø  
Mekjarvik 12  
4070 Randaberg

Registrernr.: 354232  
Kundenr.: 50986  
Ordrenr.: 350338

att.: Øyvind Fridtjov Tvedten

Modt dato.: 2004.10.27  
sidenr.: 1 af 4

**FAX-ANALYSERAPPORT**

Rekvirent: RF-Akvamiljø  
Mekjarvik 12, 4070 Randaberg,  
Provested.: P7156007 akt 27. Sedimentprøver Karmsundet.  
Provetype: Sediment, 7 prøver  
Prøveudtagning: 2004.10.20 - 2004.10.20  
Prøvetager: Øyvind Tvedten  
Kundeoplysninger:  
Analyseperiode: 2004.10.27 - 2004.11.10

Prøvemærke	FA	1	Karm 4 Enheder	Detekt. granse	Metoder	RSD (%)
Frasort. stein, metallanalyse			41 % i ts.			
Tørrestoff			54.2 %	0.0020	MK1011	5
TOC, totalt organisk karbon			24800 mg/kg ts.	2.0	ISO 10654	10
Arsen (As)			7,7 mg/kg ts.	2.0	MK1061-ICP	15
Bly (Pb)			120 mg/kg ts.	1.0	MK1061-ICP	15
Kadmium (Cd)			0.60 mg/kg ts.	0.10	MK1061-ICP	15
Krom (Cr)			20 mg/kg ts.	1.0	MK1061-ICP	15
Kobber (Cu)			180 mg/kg ts.	1.0	MK1061-ICP	15
Svikksølv (Hg)			1.5 mg/kg ts.	0.010	MK1090-Coldvap.	15
Nikkel (Ni)			16 mg/kg ts.	1.0	MK1061-ICP	15
Sink (Zn)			190 mg/kg ts.	5.0	MK1061-ICP	15
<b>PAH</b>						
Naftalen	0		0.097 mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Acenatilen	0		0.056 mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Acenafte:			0.064 mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Fluoren			0.067 mg/kg ts.	0.0050	MK1004-GC/MS	12
Fenantren			0.64 mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Antrafen		0	0.17 mg/kg ts.	0.0050	MK1004-GC/MS	12
Fluoranten			1.4 mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Pyren			1,2 mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Benzo(a)antrafen			0.78 mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Krysen/Trifenylen			0.85 mg/kg ts.	0.0050	MK1004-GC/MS	12
Benzo(b,j,k)fluoranten			1.8 mg/kg ts.	0.0050	MK1004-GC/MS	12
Benzo(a)pyren			0.97 mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Indano(1,1,3-cd)pyren			0.60 mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Dibenz(a,h)antrafen	0	0	0.18 mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Benzo(g,h,i)perylene			0.62 mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Sum 16 PAH [16 EPA]			9.4 mg/kg ts.			

Teanforklaring. RSD = Relativ Analysesikkerhed.

<: mindre end. i.p.: ikke påvist

>: større end. i.m.: ikke målelig.

#: ingen af parametrene er påvist.

RF-Akvamiljø  
Mekjarvik 12  
4070 Randaberg

Registrernr.: 354232  
Kundenr.: 50986  
Ordrenr.: 350338

att.: Øyvind Fridtjov Tvedten

Modt. dato.: 2004.10.27  
Sidenr.: 2 af 6

### FAX-ANALYSERAPPORT

Rekvirent ..... RF-Akvamiljø  
Mekjarvik 12, 4070 Randaberg,  
Prøvesed..... P7156007 akt 27. Sedimentprøver Karmsundet.  
Prøvetype ..... Sediment, 7 prøver  
Prøveudtagning... 2004.10.20 - 2004.10.20  
Prøvetager..... Øyvind Tvedten  
Kundeoplysninger:  
Analyseperiode... 2004.10.27 - 2004.11.10

Prøvenærke	X	1	Yarm	P	Karm 4 Enheder	Detekt. grense	Metoder	RSD (%)
<b>Polyklorerte bifenyler (PCB)</b>								
PCB nr. 28	<				<0.0050 mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
PCB nr. 52	<				<0.0050 mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
PCB nr. 101	<				0.0061 mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
PCB nr. 118	<				<0.0050 mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
PCB nr. 138	<				0.016 mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
PCB nr. 151	<				0.013 mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
PCB nr. 180	<				0.0093 mg/kg ts.	0.0050	MX2004-GC/MS	15
Sum 7 PCB		#			0.044 mg/kg ts.		MX2004-GC/MS	15

Terminforklaring: RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

<: mindre end. i p: ikke påvist.

>: større end. : m.: ikke målelig.

#: Ingen af parametrene er påvist.

RF-Akvamiljø  
Mekjarvik 12  
4070 Randaberg

Registernr.: 354232  
Kundnr.: 50986  
Ordrenr.: 350338

att.: Øyvind Fridtjov Tvedten

Modt. dato.: 2004.10.27  
Sidonr.: 3 af 4

**FAX-ANALYSERAPPORT**

Køkvirent..... RF-Akvamiljø  
Mekjarvik 12, 4070 Randaberg,  
Prøvested..... P7156007 akt 27. Sedimentprøver Karmsundet.  
Prøvetype..... Sediment, 7 prøver  
Prøvetagning... 2004.10.20 - 2004.10.20  
Prøvetager..... Øyvind Tvedten  
Kundeoplysninger  
Analyseperiode... 2004.10.27 - 2004.11.10

Prøvenavn:	Karm 5	Karm 6	Enheder	Detekt. grænse	Metoder	RSD (%)
Frasort. stein, metallanalyse	44	28	g i ts.			
Tørretofl	63.4	60.9	%	0.0020	MK4031	5
TOC, totalt organisk karbon	3890	2280	mg/kg ts.	2.0	ISO 10694	10
Arsen (As)	6.0	5.4	mg/kg ts.	2.0	MK1061-ICP	15
Bly (Pb)	73	34	mg/kg ts.	3.0	MK1061-ICP	15
Kadmium (Cd)	0.13	0.19	mg/kg ts.	0.10	MK1061-ICP	15
Krom (Cr)	5.4	6.0	mg/kg ts.	1.0	MK1061-ICP	15
Kobber (Cu)	26	12	mg/kg ts.	3.0	MK1061-ICP	15
Kviksølv (Hg)	0.22	0.12	mg/kg ts.	0.010	MK2090-Celdvap.	15
Nikkel (Ni)	6.3	5.6	mg/kg ts.	1.0	MK1061-ICP	15
Sink (Zn)	45	37	mg/kg ts.	5.0	MK1061-ICP	15
<b>PAH</b>						
Naftalen	0.053	0.048	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Acenaflylen	0.029	0.0067	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Acenaftepe	0.034	0.017	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Fluoren	0.033	0.016	mg/kg ts.	0.0050	MK1004-GC/MS	12
Fluorantren	0.42	0.40	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Antraecen	0.092	0.031	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
FluorAnten	1.1	0.45	mg/kg ts.	0.0050	MK2024-GC/MS	12
Pyren	0.91	0.30	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Benzo(a)antraecen	0.48	0.085	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Krysen/Trifenylene	0.48	0.20	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Benzo(b,j,k)fluoranten	0.84	0.33	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Benzo(a)pyren	0.50	0.14	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.29	0.094	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Dibenzo(a,h)antraecen	0.063	0.028	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Benzo(g,h,i)perylene	0.30	0.092	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Sum 16 PAH (16 EPA)	5.7	2.2	mg/kg ts.			

Samforklaring: RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

- <: mindre end. i.p.t ikke påvist.
- >: større end. i.m.: ikke målalt.
- \*: ingen af parametrene er påvist.

RF-Akvamiljø  
Mekjarvik 12  
4070 Randaberg

Registrernr.: 354232  
Kundent.: 50986  
Ordrenr.: 350338

att.: Øyvind Fridtjov Tvedten

Modt. dato.: 2004.10.27  
Sidenr.: 4 af 4

### FAX-ANALYSERAPPORT

Rokvirent.....: RF-Akvamiljø  
Mekjarvik 12, 4070 Randaberg,  
Prøvested.....: P7156007 akt 27. Sedimentprøver Karmsundet.  
Prøvetype.....: Sediment, 7 prøver  
Prøveudtagning...: 2004.10.20 - 2004.10.20  
Prøvetager.....: Øyvind Tvedten  
Kundeoplysninger:  
Analyseperiode...: 2004.10.27 - 2004.11.10

Prøvenummer:	Karm 5	Karm 6	Enheder	Detekt.		RSD
				grænse	Metoder	
<b>Polyklorerede bifenyler (PCB)</b>						
PCB nr. 29	<0.0050	<0.0050	ng/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
PCB nr. 52	<0.0050	<0.0050	ng/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
PCB nr. 102	<0.0050	<0.0050	ng/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
PCB nr. 118	<0.0050	<0.0050	ng/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
PCB nr. 118	<0.0050	<0.0050	ng/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
PCB nr. 153	<0.0050	<0.0050	ng/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
PCB nr. 180	<0.0050	<0.0050	ng/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
Sum 7 PCB	#	#	ng/kg ts.		MK2004-GC/MS	15

Tegnforklaring: RSD : Relativ Analyseusikkerhed

<: mindre end. i.p.: ikke påvist.

>: større end. i.m.: ikke målslig.

#: ingen af parametrene er påvist.

den 10. november 2004

  
Eva Kristin Løvseth

02534 807110



GfA

Date: November 10, 2004

Page 1 of 3

## Test report

### 63724-250 P01 139

**Client:** RF-Akvamiljø  
Mekjarvik 12  
N-4070 Randaberg  
Norway

**Order dated:** October 27, 2004

**Sample:**

Client Sample No.	Eurofins Sample No.	Sample Description	Reference No.
	354232-01	Sediment	4N374201
	354232-02	Sediment	4N374202
	354232-03	Sediment	4N374203
Karm 4	354232-04	Sediment	4N374204
Karm 5	354232-05	Sediment	4N374205
Karm 6	354232-06	Sediment	4N374206
	354232-07	Sediment	4N374207

**Testing:** Analysis for organotin compounds.

**Sampling:** The samples were sent to GfA by Eurofins, Oslo.

**Sample entry:** October 29, 2004

**Test method:** Homogenisation of the sample material; addition of 4 organotin compounds as internal standards (one standard compound per degree of alkylation); extraction by means of acetone, n-hexane and simultaneous derivatization by means of sodiumtetraethylborate at pH 4.5; clean up of the extract by liquid chromatography using Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; addition of Tetrapentyltin as recovery standard; analysis of the organotin compounds with GC/MS; quantification via the internal standards added prior to the extraction/derivatization (analogous to DIN 38407-13 2001-03; DIN EN ISO/IEC 17025:2000 accredited method).

**Start of testing:** October 29, 2004

**End of testing:** November 10, 2004

**Results:** The results of the analysis of the samples are shown in Table 01 and 02.

Tab. 01: Results of the analysis of sediment samples for organotin compounds; the results refer to the dry mass (m<sub>D</sub>) of the sample material

Client's sample No.				Kamm 4
Eurofins sample No.	354232-01	354232-02	354232-03	354232-04
GfA sample No.	4N374201	4N374202	4N374203	4N374204
Unit	µg/kg m <sub>D</sub>	µg/kg m <sub>D</sub>	µg/kg m <sub>D</sub>	µg/kg m <sub>D</sub>
<b>Organotin cation</b>				
Monobutyltin (MBT)				32,3
Dibutyltin (DBT)				172
Tributyltin (TBT)	1	1		512
Tetrabutyltin (TTBT)		1		7,6
Monooctyltin (MOT)		:	.	0,6
Diocetyl tin (DOT)	:	.	.	2,3
Tricyclohexyltin (TCyT)	:	.	.	< 1,1
Triphenyltin (TPHT)	1			20,2
Unit	µg l	µg S	µg S	µg Sn / kg m <sub>D</sub>
<b>Organotin cation</b>				
Monobutyltin (MBT)				21,8
Dibutyltin (DBT)				87,7
Tributyltin (TBT)				209
Tetrabutyltin (TTBT)				2,6
Monooctyltin (MOT)		<	.	0,3
Diocetyl tin (DOT)		<	.	0,8
Tricyclohexyltin (TCyT)		<	.	< 0,4
Triphenyltin (TPHT)				6,8
Dry mass [%]			3	69,4

The values are rounded to max. three significant digits.  
 < : not detected at the indicated limit of quantification (LOQ)

Tab. 02: Results of the analysis of sediment samples for organotin compounds; the results refer to the dry mass (m<sub>0</sub>) of the sample material

Client's sample No.	Karm 5	Karm 6	Kr
Eurofins sample No.	354232-05	354232-08	354232-07
GfA sample No.	4N374205	4N374206	4N374207
Unit	µg/kg	µg/kg	µg/kg
<b>Organotin cation</b>			
Monobutyltin (MBT)	38,5	8,0	:
Dibutyltin (DBT)	122	24,6	:
Tributyltin (TBT)	287	99,8	:
Tetrabutyltin (TTBT)	6,5	2,7	:
Monooctyltin (MOT)	< 0,7	< 0,7	:
Dioctyltin (DOT)	< 0,7	1,0	:
Tricyclohexyltin (TCyT)	< 1,8	< 1,9	:
Triphenyltin (TPhT)	2,7	0,9	:
Unit	µg Sn / kg	µg Sn / kg	µg
<b>Organotin cation</b>			
Monobutyltin (MBT)	26,0	5,4	:
Dibutyltin (DBT)	62,4	12,5	:
Tributyltin (TBT)	118	40,8	:
Tetrabutyltin (TTBT)	2,2	0,9	:
Monooctyltin (MOT)	< 0,4	< 0,4	:
Dioctyltin (DOT)	< 0,3	0,3	:
Tricyclohexyltin (TCyT)	< 0,8	< 0,6	:
Triphenyltin (TPhT)	0,9	0,3	:
Dry mass [%]	63,7	72,7	:

The values are rounded to max. three significant digits.  
 < : not detected at the indicated limit of quantification (LOQ)

November 10, 2004

  
 Dr. R. Grümping

**Remark:** The test results relate only to the items tested. Extracts of the report shall not be reproduced without written approval of the GfA mbH.