

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

Øyvind F Tvedten

**Analyse av miljøgifter i sediment ved Piren,
Sandnes Havn**

Rapport RF – 2004/215

Prosjektnummer: 7156007-25
Kvalitetssikrer: Asbjørn Bergheim
Prosjektets tittel: Sedimentundersøkelse ved Piren
Oppdragsgiver(e): Norconsult
ISBN: 82-490-0329-2
Antall sider: 7 + vedlegg
Gradering: Åpen (Konfidensiell frem til: 31.02.2005)

Forord

Oppdraget er utført på oppdrag fra Norconsult / Sandnes Havn KF, i forbindelse med prosjektering av ny kaifront og utbyggingsareal i Sandnes havn. Prøveinnsamling er gjennomført av Anne Helene Solberg Tandberg og Øyvind Tvedten fra RF. Analysene er utført av M-lab (glødetap og kornstørrelse) og Eurofins (metaller, PAH, TBT, PCB, TOC). Asbjørn Bergheim har kvalitetssikret rapporten.

Stavanger, 17.11.04

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.....	5
Oppsummering og konklusjon.....	7
Referanser.....	8
VEDLEGGSOVERSIKT	8
FORKLARING TIL NOEN ORD OG UTTRYKK.....	9

Innledning

Sandnes havn KS planlegger å etablere nytt anlegg for småbåter nord for Piren i Sandnes havn. Dette innebærer rivning av deler av eksisterende kai fronter og sikring av bryggefrontene med blant annet ny steinmasse. Arbeidet vil berøre kai/strand-kant og løsmasser i sjøen og kan dermed føre til noe oppvirvling av sediment. Det kan medføre at eventuell forurensning i sedimentene på sjøbunnen spres i miljøet. Resultatene fra undersøkelsen kan brukes til å dokumentere miljøgiftinnholdet i sjøbunnen slik at skadepotensialet og eventuelle tiltak for å redusere skadeomfanget kan vurderes. Undersøkelsen er også gjennomført etter dokumentasjonskrav 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 Piren, på vestsiden av Gandsfjorden. Tidligere undersøkelser har vist at sjøbunnen i Gandsfjorden og Vågen generelt er forurenset av miljøgifter (Myhrvold m.fl. 1997, Tvedten m.fl. 2003, Fylkesmannen i Rogaland 2004) og det er gitt ut kostholdsråd for sjømat fra området (Gjerstad m.fl. 2001). Prøveinnsamlingsområdet er i et havneområde hvor det har vært trelasthandel/-trelastlager (i dag byggevarer) og en del skipstrafikk.

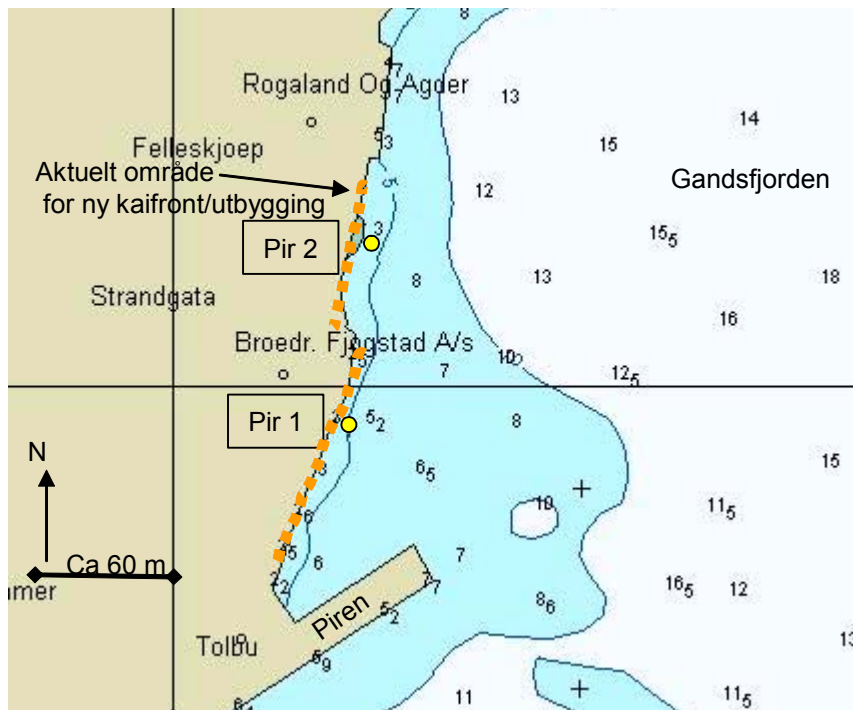
Noen ord og uttrykk er forklart i vedlegg.

Prøvene ble tatt 1. oktober 2004 fra land. Det ble tatt prøver fra to stasjoner (Pir 1 og 2) i det planlagte utbyggingsområdet (se kart i Figur 1, samt vedlegg). Det var mye hard bunn (steiner) langs med kaiene, særlig fra Pir 1 og nordover. Det var vanskelig å få prøver fra ønsket prøvested. Stasjonen Pir 2 ble derfor tatt lenger nord enn planlagt og det ble mange mislykkede forsøk på å få prøver. Det ble tatt tre grabbprøver på Pir 1 og to på Pir 2. Området med steinete bunn strakk seg flere meter ut fra land i prøveområdet. Vi forsøkte å plassere grabben på bunn mellom steiner slik at den samlet prøve.

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 tre/to sedimentprøver med en 225 cm² van Veen grabb. Prøvene ble tatt fra de øverste to cm av sedimentet. Prøvemateriale fra de tre/to grabbprøvene 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 en merket snor 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 med stiplet linje, men den henvises til Byggherre og vedleggskart 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 syreoppløsning av prøven iht. DS259 (tilsvarende NS4770). Målingen foregår med en ekstern kalibrering på en Optima 3000-DV ICP-AES spektrofotometer. For kvikksølv oppløses 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 ristmaskin 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 gaskromatografi 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 ₈	benz(a)pyren-d ₁₂
phenanthren-d ₁₀	dibenz(a,h)anthracen-d ₁₄ *
fluoranthren-d ₁₀	PCB # 77

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

Deteksjonsgrenser: PAH: 5 µg/kg TS for den enkelte komponent.
PCB: 5 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 væskechromatografi med Al₂O₃. 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 PCB₇ 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 Molvær 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 (tørrvekt)	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
	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
	Sølv (mg Ag/kg)	<0,3	0,3-1,3	1,3-5	5-10	>10
	TBT ¹⁾ (µg/kg)	<1	1-5	5-20	20-100	>100
Organiske miljøgifter i sedimenter (tørrvekt)	ΣPAH ²⁾ (µg/kg)	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
	B(a)P ³⁾ (µg/kg)	<10	10-50	50-200	200-500	>500
	HCB ⁴⁾ (µg/kg)	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50
	ΣPCB ₇ ⁵⁾ (µg/kg)	<5	5-25	25-00	100-300	>300
	EPOCI ⁶⁾ (µg/kg)	<100	100-500	500-2000	2000-15000	>15000
	TE _{CDF/D} ⁷⁾ (ng/kg)	<0,01	0,01-0,03	0,03-0,10	0,10-0,5	>0,5
	Σ DDT ⁸⁾ (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

Se forklaringer på neste side

- 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). Σ PAH: 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: Heksaklorbenzen.
- 5) PCB: Polyklorerte bifenyler. Gruppe forbindelser (ulike kommersielle blandinger). Σ PCB₇ = 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) EPOCl: 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 ut fra land og det var grunt slik at bølger vil gi stor utskyllingseffekt. I tillegg kan propellvann ha ført bort de minste partiklene i deler av området.

Tabell 2. Stasjonsopplysninger og sedimentbeskrivelse på de to stasjonene 1. oktober 2004. Posisjoner i WGS-84.

Stasjon	Dyp (m)	Posisjon WGS 84	Kommentarer	Prøve
Pir 1	5	58°51,495' N 05°44,735' Ø	Svart, bløtt og finkornet sediment. Svak H ₂ S-lukt. Stein i grabbåpningen i første grabbhugg.	TOC, TBT, PAH og PCB. Metaller, kornfordeling
Pir 2	2	58°51,535' N 05°44,742' Ø	Svart, bløtt og finkornet sediment. Svak H ₂ S-lukt. Mange forsøk uten prøve.	- " -

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 Pir 1 (27%) og minst på Pir 2 (10%). Det var også en god del partikler som tilsvarte størrelse for grov sand og grus.

Innholdet av organisk materiale (TOC) var høyest på Pir 1 og lavt på Pir 2. Som for miljøgiftene korrelerer det organiske innholdet med kornstørrelsen, høyest innhold i det finkornete sedimentet. Til beregning av SFT tilstandsklasse brukes TOC₆₃, det vil si TOC innhold som er standardisert i forhold til andel finfraksjon. På Pir 1 var tilstanden *meget dårlig* og på Pir 2 var den *god*.

Tørrstoffinnholdet var fra 49 og 68%.

Sedimentet var forholdsvis lite forurenset av metaller, men Pir 1 var *moderat forurenset* av fem av de åtte metallene. Pir 2 var *moderat forurenset* av kobber og kvikksølv.

PAH- og B(a)P-innholdet tilsvarte SFT tilstand *sterkt forurenset* på Pir 1, men tilstanden var bedre på Pir 2.

Innholdet av PCB hadde motsatt fordeling mellom stasjonene, det var lavest innhold på Pir 1.

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

Trolig stammer forurensningen fra generell havneaktivitet og småindustri. Vi kjenner ikke til nærliggende utslippspunkt. Forskjellen mellom stasjonene skyldes trolig bunnen var mer finkornet på Pir 1 enn Pir 2, og ikke prøvestedenes nærhet til eventuelle lokale kilder. TBT stammer fra skipsmaling og forurensningen forekommer normalt i havner med anløp av større skip.

Tabell 3. Resultater fra sedimentanalyser fra Piren Sandnes Havn. Analyser på blandprøver av tre/to 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.

Piren, oktober 2004	Pir 1	SFT klasse	Pir 2	SFT klasse
Parameter				
TOC (mg/g)	29,7	-	10,1	-
% < 0,063 mm	27,1	-	10,3	-
TOC ₆₃ mg/g	42,8	V	26,2	II
Glødetap (%)	7,3	-	2,6	-
Tørrestoff %	48,9	-	67,5	-
Arsen (mg/kg)	9,5	I	4,4	I
Bly (mg/kg)	76	II	27	I
Kadmium (mg/kg)	0,41	II	0,13	I
Kobber (mg/kg)	150	II	53	II
Krom (mg/kg)	32	I	17	I
Kvikksølv (mg/kg)	0,29	II	0,16	II
Nikkel (mg/kg)	11	I	9	I
Sink (mg/kg)	270	II	120	I
Sum PAH (µg/kg)	6200	IV	2000	II
B(a)P (µg/kg)	450	IV	170	III
Sum PCB ₇ (µg/kg)	17	-	120	-
Sum PCB (PCB ₇ x2)	34	III	240	IV
TBT (µg/kg)	346	V	110	V

- = ikke målt/oppgett 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 i utbyggingsområdet ved den eksisterende kaifronten var i stor grad dekket av stein. Det var dermed begrenset mulighet å få prøve med grabb. Anleggsarbeidet vil innebære, rivning av deler av eksisterende kai (trebrygger, stålkonstruksjon), og sikring av kaifront ved hjelp av noe graving og utlegging av ny steinmasse. Arbeidet vil dermed kunne føre til oppvirvling og spredning av eksisterende sediment, om enn i begrenset omfang.

Begge stasjonene var forurenset av organiske miljøgifter og metaller. TBT-innholdet tilsvarte den dårligste SFT klassen, mens metallene tilsvarte beste og nest beste tilstandsklasse. TBT stammer fra skipsmaling og de andre stoffene kan komme fra generell havneaktivitet, vi kjenner ikke til lokale utslipp.

Nivået av forurensning og organisk innhold korrelerte med partikkelstørrelsen i sedimentet. Det var størst andel leire og silt på Pir 1 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 forurensete sedimentet, men det var i stor grad steinete bunn.

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. Rapport fra Fase 1 i arbeid med fylkesvise tiltaksplaner, Miljøstatus i Rogaland. Forurensede sedimenter i Sandnes Havn*. Lastet ned fra SFTs hjemmeside i oktober 2004. 36s.
- 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 sjøområder*, RF-Rogalandsforskning. 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.
- Tvedten, Ø.F, V. Eriksen, J. Kongsrud & N. Brattenborg 2003. *Miljøundersøkelse av marine resipienter i Sandnes kommune, 2001-02*. Rogalandsforskning. Rapport RF-2003/082. 50 s. + vedlegg.

Vedleggsoversikt

Vedlegg 1. Ord og uttrykk

Vedlegg 2. Kart over utbyggingsområde, det er skissert flere seksjoner.

Vedlegg 3. Analyserapporter.

Vedlegg 1

Forklaring til noen ord og uttrykk

Aromater – organiske forbindelser hvor karbonatomene er bundet til hverandre i ring(er) og annenhver 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.

H₂S – se hydrogensulfid.

Hydrogensulfid – (dihydrogensulfid, H₂S). Farveløs og meget giftig gass. Dannes ved reduksjon av sulfat til sulfid, i fravær eller mangel på oksygen. H₂S tyder på at miljøet er uten oksygen.

Hydrokarboner – organiske stoffer som består utelukkende av karbon- og hydrogenatomer. Det enkleste er metan, CH₄. 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 næringssalt.

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 fasing, i havet bunntopografi.

Uorganisk – inneholder ikke karbon (unntak karbonoksider), ”ikke biologisk”.

RF-Rogalandforskning
PB. 8046
4068 STAVANGER
Attn: Øyvind Fridtjov Tveten

Ordre: 141004
Dato: 141004
Lab.nr: ST04-04281
Kundenr: 11065

SVARBREV

Prøvemottak: 011004 Analyseperiode: 011004-141004 Uttaksprosedyre: Prøvetaker: Uttat av oppdragsgiver

ST04-04281-1	Miljø-sedimenter				Tatt ut: 011004
Sted:					
Behandling:		Merket:	Pir 1		
Analyse		Enhet	Metode	Resultat	Grenseverdi
Totalt glødetap		%	NS 4764	7,3	
* Kornfordeling			INTERN	Se vedleg	

ST04-04281-2	Miljø-sedimenter				Tatt ut: 011004
Sted:					
Behandling:		Merket:	Pir 2		
Analyse		Enhet	Metode	Resultat	Grenseverdi
Totalt glødetap		%	NS 4764	2,6	
* Kornfordeling			INTERN	se vedleg	

*) 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.

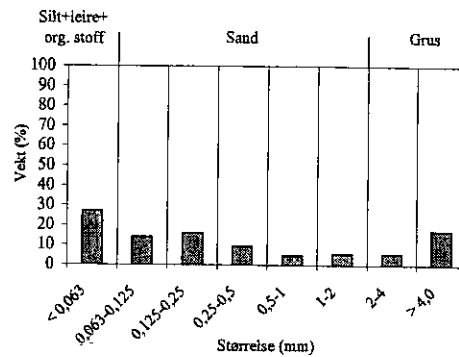
Måleusikkerhet for kjemiske analyser fås oppgitt ved henvendelse til laboratoriet.

Med hilsen

Inger Lisa Andersen
Inger Lisa Andersen

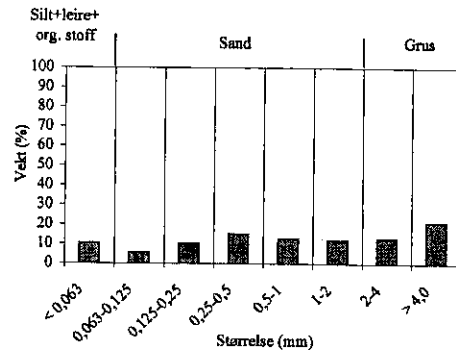
Stasjon: Pir 1
 Prøveinnsamling:
 Ref.nr.: ST04-4281-1
 Analysedato: 01.10.-13.10.04

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse				
Størrelse (mm)	Phi ϕ	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> +2	4.78	17.3	100.0
2-4	+1 - +2	1.57	5.7	82.7
1-2	0 - +1	1.55	5.6	77.0
0,5-1	1-0	1.34	4.8	71.4
0,25-0,5	2-1	2.59	9.4	66.6
0,125-0,25	3-2	4.45	16.1	57.2
0,063-0,125	4-3	3.85	13.9	41.1
< 0,063	< 4	7.50	27.1	27.1
Innveiet prøve inkl. org. stoff		27.63		
			Glødetap	7.3 %



Stasjon: Pir 2
 Prøveinnsamling:
 Ref.nr.: ST04-4281-2
 Analyse dato: 01.10.-13.10.04

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse				
Størrelse (mm)	Phi ϕ	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> +2	7.87	21.2	100.0
2-4	+1 - +2	4.82	13.0	78.8
1-2	0 - +1	4.44	12.0	65.8
0,5-1	1-0	4.74	12.8	53.8
0,25-0,5	2-1	5.61	15.1	41.0
0,125-0,25	3-2	3.75	10.1	25.9
0,063-0,125	4-3	2.03	5.5	15.8
< 0,063	< 4	3.83	10.3	10.3
Innveiet prøve inkl. org. stoff		37.09		
			Glødetap	2.6 %



02534 807110



GfA

Date: November 10, 2004

Page 1 of 2

Test report

63724-249 P01 139

Client: RF-Akvamilja
Mekjarvik 12
N-4070 Randaberg
Norway

Order dated: October 27, 2004

Sample:

Client's sample No.	Eurofins sample No.	Sample characterization	GfA sample No.
Pir 1	354231-01	Sediment	4N374101
Pir 2	354231-02	Sediment	4N374102

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_2O_3 ; 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.

02534 807110

GfA Test report No. 83724-249 P01 139

Date: November 10, 2004

Page 2 of 2

Tab. 01: Results of the analysis of two sediment samples for organotin compounds; the results refer to the dry mass (m_D) of the sample material

Client's sample No.	Pir 1	Pir 2
Eurofins sample No.	354231-01	354231-02
GfA sample No.	4N374101	4N374102
Unit	$\mu\text{g}/\text{kg } m_D$	$\mu\text{g}/\text{kg } m_D$
Organotin cation		
Monobutyltin (MBT)	17,2	3,4
Dibutyltin (DBT)	173	59,0
Tributyltin (TBT)	340	110
Tetrabutyltin (TTBT)	1,8	0,8
Monooctyltin (MOT)	1,5	0,6
Dioctyltin (DOT)	2,3	1,7
Tricyclohexyltin (TCyT)	< 1,2	< 1,0
Triphenyltin (TPhT)	4,9	1,1
Unit	$\mu\text{g Sn} / \text{kg } m_D$	$\mu\text{g Sn} / \text{kg } m_D$
Organotin cation		
Monobutyltin (MBT)	11,6	2,3
Dibutyltin (DBT)	88,3	27,0
Tributyltin (TBT)	142	45,1
Tetrabutyltin (TTBT)	0,6	0,3
Monooctyltin (MOT)	0,8	0,3
Dioctyltin (DOT)	0,8	0,8
Tricyclohexyltin (TCyT)	< 0,4	< 0,3
Triphenyltin (TPhT)	1,7	0,4
Dry mass [%]	53,9	71,4

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.

RF-Akvamiljø
Mekjarvik 12
4070 Randaberg

Registernr.: 354231
Kundenr.: 50986
Ordrenr.: 350338

att.: Øyvind Fridtjov Tvedten

Modt. dato.: 2004.10.27
Sidenr.: 1 af 2

FAX-ANALYSERAPPORT

Rekvirent.....: RF-Akvamiljø
Mekjarvik 12, 4070 Randaberg,
Prøvested.....: P7156007 akt 25. Sedimentprøver Piren, Sandnes.
Prøvetype.....: Sediment, 2 prøver
Prøveudtagning...: 2004.10.01 - 2004.10.01
Prøvetager.....: Øyvind Tvedten
Kundeoplysninger:
Analyseperiode...: 2004.10.27 - 2004.11.10

Prøvemærke:	Pir 1	Pir 2	Enheder	Detekt.		RSD (%)
				grænse	Metoder	
Frasort. stein, metallanalyse	11	42	g i ts.			
Tørrestoff	48.9	67.5	%	0.0020	MK4031	5
TOC, totalt organisk karbon	29700	10100	mg/kg ts.	2.0	ISO 10694	10
Arsen (As)	9.5	4.4	mg/kg ts.	2.0	MK1061-ICP	15
Bly (Pb)	76	27	mg/kg ts.	3.0	MK1061-ICP	15
Kadmium (Cd)	0.41	0.13	mg/kg ts.	0.10	MK1061-ICP	15
Krom (Cr)	32	17	mg/kg ts.	1.0	MK1061-ICP	15
Kobber (Cu)	150	53	mg/kg ts.	3.0	MK1061-ICP	15
Kvikksølv (Hg)	0.29	0.16	mg/kg ts.	0.010	MK1090-Coldvap.	15
Nikkel (Ni)	11	9.0	mg/kg ts.	1.0	MK1061-ICP	15
Sink (Zn)	270	120	mg/kg ts.	5.0	MK1061-ICP	15
PAH						
Naftalen	0.080	0.029	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Acenaftylen	0.17	0.034	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Acenaften	0.11	0.011	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Fluoren	0.13	0.015	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Fenantren	0.41	0.11	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Antracen	0.39	0.062	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Fluoranten	0.92	0.27	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Pyren	0.86	0.26	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Benzo(a)antracen	0.41	0.18	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Krysen/Trifenylen	0.69	0.25	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Benzo(b+j+k)fluoranten	1.1	0.37	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Benzo(a)pyren	0.45	0.17	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0.23	0.083	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Dibenzo(a,h)antracen	0.084	0.029	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Benzo(g,h,i)perylene	0.24	0.087	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	12
Sum 16 PAH (15 EPA)	6.2	2.0	mg/kg ts.			

Tegnforklaring: RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

<: mindre end. i.p.: ikke påvist.

>: større end. i.m.: ikke målelig.

#: ingen af parametrene er påvist.

RF-Akvamiljø
Mekjarvik 12
4070 Randaberg

Registrernr.: 354231
Kundenr.: 50986
Ordrenr.: 350338

att.: Øyvind Fridtjov Tvedten

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

FAX-ANALYSERAPPORT

Rekvirent.....: RF-Akvamiljø
Mekjarvik 12, 4070 Randaberg,
Prøvested.....: P7156007 akt 25. Sedimentprøver Piren, Sandnes.
Prøvetype.....: Sediment, 2 prøver
Prøveudtagning..: 2004.10.01 - 2004.10.01
Prøvetager.....: Øyvind Tvedten
Kundeoplysninger:
Analyseperiode..: 2004.10.27 - 2004.11.10

Prøvemærke:	Pir 1	Pir 2	Enheder	Detekt.		RSD
				grænse	Metoder	
Polyklorerte bifenyler (PCB)						
PCB nr. 28	<0.0050	<0.0050	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
PCB nr. 52	<0.0050	0.016	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
PCB nr. 101	<0.0050	0.031	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
PCB nr. 118	<0.0050	0.025	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
PCB nr. 138	0.010	0.028	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
PCB nr. 153	0.0070	0.018	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
PCB nr. 180	<0.0050	0.0051	mg/kg ts.	0.0050	MK2004-GC/MS	15
Sum 7 PCB	0.017	0.12	mg/kg ts.		MK2004-GC/MS	15

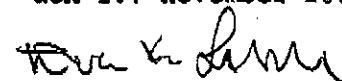
Tegnforklaring: RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

<: mindre end. i.p.: ikke påvist.

>: større end. i.m.: ikke målelig.

#: ingen af parametrene er påvist.

den 10. november 2004


Eva Kristin Løvseth