



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

Anne Helene S. Tandberg

Analyse av miljøgifter i sediment ved Dale kai

Rapport RF – 2004/168

Prosjektnummer: 7156007-20
Kvalitetssikrer: Øyvind F. Tvedten
Prosjektets tittel: Analyse av miljøgifter ved utbygging av småbåthavn ved Dale kai
Oppdragsgiver(e): Norconsult
ISBN: 82-490-0321-7
Antall sider: 8 + vedlegg
Gradering: Åpen (Konfidensiell frem til: 1.januar 2005)

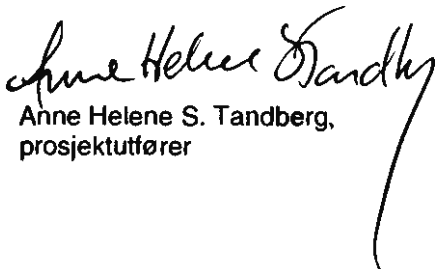
Forord

Oppdraget er utført på oppdrag fra Norconsult, John Sverre Frøyland, i forbindelse med prosjektering av ny småbåthavn ved Dale kai. Det skal foretas noe utfylling i sjø og etableres ny kaifront i forbindelse med byggingen. På forespørsel fra Norconsult (juni, 2004) laget RF et forslag til prøveprogram (telefonisk, juni 2004, Øyvind F. Tvedten).

Sedimentprøver er tatt fra 1 sted i utbyggingsområde og 1 utenfor. Bunnprøvene er analysert for organiske komponenter og metall.

Prøveinnsamling er gjennomført av Anne Helene S. Tandberg fra RF sammen med John Sverre Frøyland fra Norconsult og utført av dykkere fra Proffdykk a/s. Analysene er utført av M-lab (glødetap og kornstørrelse) og Eurofins (metaller, PAH, TBT, PCB, TOC). Øyvind F. Tvedten har kvalitetssikret rapporten.

Stavanger, 04.10.04



Anne Helene S. Tandberg,
prosjektutfører

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	7
Referanser.....	8
VEDLEGGSOVERSIKT.....	8
FORKLARING TIL NOEN ORD OG UTTRYKK	9

Innledning

Det er planlagt å uthedre eksisterende kai ved Dale, samt å bygge en ny småbåthavn i bukten rett sør for kaien, (se kart, figur 1.) Byggingen av småbåthavnen vil trolig medføre noe utfylling av løsmasse samt en del feste-konstruksjoner på bunnen, selve havneanleggene vil bestå av flytebrygger. Eksisterende strandsoner vil bli avrettet. Dette arbeidet vil kunne føre til noe oppvirvling av sediment, noe som eventuelt kan føre til spredning av forurensing. Denne undersøkelsen er en grunnlagsundersøkelse både for å finne ut om sedimentene er forurenset før utbygging, og for å ha en bakgrunn å kunne gå tilbake til etter utbygging. Resultatene fra undersøkelsen kan brukes til å dokumentere miljøgiftsinnholdet i sjøbunnen slik at skadepotensialet og eventuelle tiltak for å redusere skadeomfanget kan vurderes. Undersøkelsen er også gjennomført etter pålegg fra myndighetene. 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

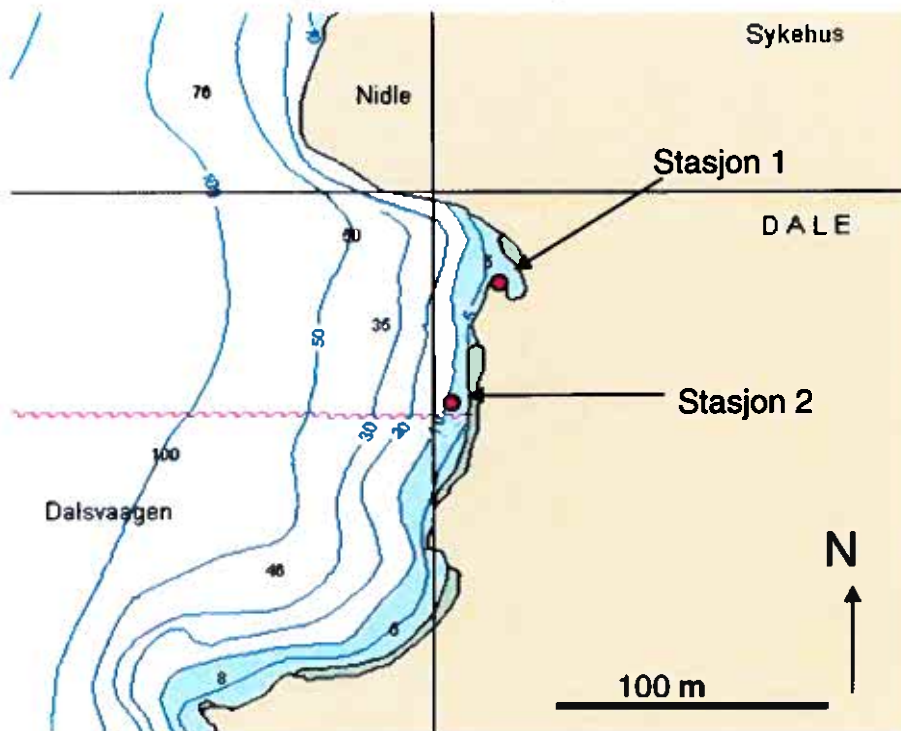
Dale kai ligger ved Dale på østsiden av Gandsfjorden nord av Sandnes. Det har lenge vært et lite kaianlegg her, samt et gammelt naust. En bekk renner ut i bukten rett sør av dette kaianlegget – med avrenning fra jordbruk ovenfor Dale. Bunnen skråner forholdsvis bratt ned i Gandsfjorden, allerede 4-5 m fra land er dypet 15-20 meter. Det er ikke tidligere utført miljøundersøkelser i dette området, men vannet i Gandsfjorden er undersøkt midt i fjorden og det er utført sedimentundersøkelser på den andre siden av Gandsfjorden for Dale. Vannkvaliteten inne ved kaianleggene kan ikke beregnes ut fra undersøkelsene på fjordvannet alene.

Prøvene ble tatt 21. juli 2004 ved hjelp av dykkere fra Proffdykk a/s. Det ble tatt 2 stasjoner (se kart, figur 1), en i bukten rett sør for eksisterende kaianlegg og en ved kabel fra land omtrent 60m sør for kaianlegget.

Prøvene ble analysert for PAH, PCB, TBT og metallene: arsen, kobber, nikkel, sink, kvikksølv, bly, krom og kadmium 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 3 prøver til organisk analyse, 2 til kornfordeling, 2 til metallanalyser og 2 ekstraprøver som kjerner. Alle prøvene ble tatt av dykker, og pakket inn i aluminiumsfolie (for organisk analyse) eller plastposer (for metallanalyser og til kornfordelingsanalyser) med en gang, før de ble fraktet til overflaten og satt i kjølebagg for transport til laboratoriet og en fryser fram til analyse. Hele prøvetagningen ble videofilmet. Sedimentet ble beskrevet visuelt og eventuell uvanlig lukt ble registrert i en

feltlogg (se tabell 2). Dyp ble målt av dykker (dykkecomputer) og prøvested ble i samarbeid med oppdragsgiver beskrevet og inntegnet på kart.



Figur 1. Kart over innsamlingsområdet. (se også vedlegg)

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:

Parameter	Det. grense	Parameter	Det. grense
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 M-lab 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 sikt-serie 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 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: 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 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. I følge Systad m.fl. 2004, skal resultater oppgitt som Sum PCB₇ ganges med 2 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)	∑PAH 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
	∑PCB ₇ ⁵⁾ (µg/kg)	<5	5-25	25-100	100-300	>300
	EPOCI ⁶⁾ (µg/kg)	<100	100-500	500-2000	2000-15000	>15000
	TE _{TDN} ⁷⁾ (ng/kg)	<0,01	0,01-0,03	0,03-0,10	0,10-0,5	>0,5
	∑ 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

- 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). ∑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 bifenyl. Gruppe forbindelser (ulike kommersielle blandinger). ∑PCB₇ = sum av de 7 enkeltforbindelsene nr 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180. I den tidligere utgave 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) Toksisitetskvivalenter, se note 2 til tabell.
- 8) DDT: Diklordifenyltrikloretan. ∑ DDT betegner sum av DDT og nedbrytningsproduktene DDE og DDD.

Resultat og diskusjon

Tabell 2 viser stasjons- og prøveopplysninger fra feltarbeidet. Det var grei bunn å ta prøve av med dykker. Sedimentet var sandaktig med en del småstein, men bunnen var godt bevokst med tang, sjøgress og en del skjell og anemoner. SFTs klassifisering av sediment er basert på at det er finkornet med høy andel silt og leire.

Tabell 2. Stasjonsopplysninger og sedimentbeskrivelse på de to stasjonene 21. juli 2004.

Stasjon	Dyp (m)	Prøvevolum	Kommentarer	Prøve
St.1 v/bryggen ved utløp av bekk	2-3	3 folieprøver, 4 poseprøver, 1 rør	.Grått sandaktig sediment, H ₂ S-lukt. Bra bevokst på bunn.	TOC, TBT, PAH og PCB, Metaller, kornfordeling
St.2 1/2 m nord for kabel	4	3 folieprøver, 4 poseprøver, 2 rør	Grått sandaktig sediment med noen små steiner. Ikke spesiell lukt, godt bevokst bunn.	-

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

Kornfordelingsanalysen viser at sedimentet på begge stasjonene for det meste består av sand, men med mer finkornet sand på stasjon 1 (hvor mest vekt var av sand med størrelse mellom 0,25 og 0,5mm) enn stasjon 2 (hvor mesteparten av vekten til sedimentet var av sand med størrelse 0,5 til 1 mm). Dette er logisk ettersom stasjon 1 var like ved et bekkeutløp, mens stasjon 2 var trolig mer eksponert mot bølger. Det passer også bra med den visuelle beskrivelsen fra innsamlingen.

Innholdet av TOC var litt høyere på Stasjon 1 enn Stasjon 2, noe som skyldes tilførsel fra den lille bekken. Sen nedbrytning er også en grunn, dette avspeiles i den svake H₂S-lukten av sedimentet – når det er like oksygen i bunnen blir nedbrytningshastigheten lav. Til beregning av SFT tilstandsklasse brukes TOC₆₃, det vil si TOC-innhold som er standardisert i forhold til andel finfraksjon. På Stasjon 1 er tilstanden marginalt innenfor den nedre grensen av *Moderat forurenset*, mens Stasjon 2 er *Ubetydelig – lite forurenset*.

Tørrstoffinnholdet var litt over 80% på begge stasjonene.

Sedimentet var *ubetydelig – lite forurenset* av metaller.

PAH- og B(a)P-innholdet tilsvarte SFT tilstand *moderat* på Stasjon 1, og *ubetydelig – lite forurenset* på Stasjon 2. Mye av B(a)P i bunnen gjenspeiler dette stoffets lange nedbrytningstid.

Sjøbunnen var *moderat forurenset* av PCB på Stasjon 2, mens PCB ikke kunne påvises på Stasjon 1.

TBT-innholdet tilsvarte SFT tilstand *moderat forurenset*.

Tabell 3. Resultater fra sedimentanalyser fra Dalevågen. 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. Merk at det brukes en annen ordbeskrivelse av tilstanden med hensyn til TOC enn for de miljøskadelige stoffene.

Parameter	Stasjon 1	Stasjon 2
TOC (mg/g)	3,16	1,86
% < 0,063 mm	2,6	3,2
TOC _{org} (mg/g)	20,7	19,3
Glødetap (%)	1,4	1,5
Tørrestoff %	81,6	83,7
Arsen (mg/kg)	<2,0	<2,0
Bly (mg/kg)	8	7,8
Kadmium (mg/kg)	<0,10	<0,10
Kobber (mg/kg)	<3,0	16
Krom (mg/kg)	1,9	2,9
Kvikksølv (mg/kg)	0,014	0,022
Nikkel (mg/kg)	2	1,8
Sink (mg/kg)	25	23
Sum PAH (µg/kg)	310	290
B(a)P (µg/kg)	20	3
Sum PCB ₇ (µg/kg)	i.p.	19
Sum PCB (PCB ₇ x2)(µg/kg)	i.p.	38
TBT (µg/kg)	1,5	2,6

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 Dalevågen er ikke forurenset i noe betydelig grad. Det er ikke funnet noen tidligere undersøkelser som kan gi noen historisk oversikt, men området har vært ubetydelig brukt til nå, og vi kan regne med at den ubetydelige forurensingen av Dalevågen representerer normalen for dette området.

Anleggsarbeidet kan forventes å føre til noe oppvirvling av sedimentet. Siden tilstanden er god, trengs det trolig ikke noe tiltak for å forhindre spredning.

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.
- 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.
- 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. Kart over stasjonsplassering
- 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). Fargeløs 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 næringsstoff.

PCB (polyklorerte bifenyler). Dette er forbindelser som har blitt brukt i blant annet transformatorer, kjøle(apparater), 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

Sedimentere/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.

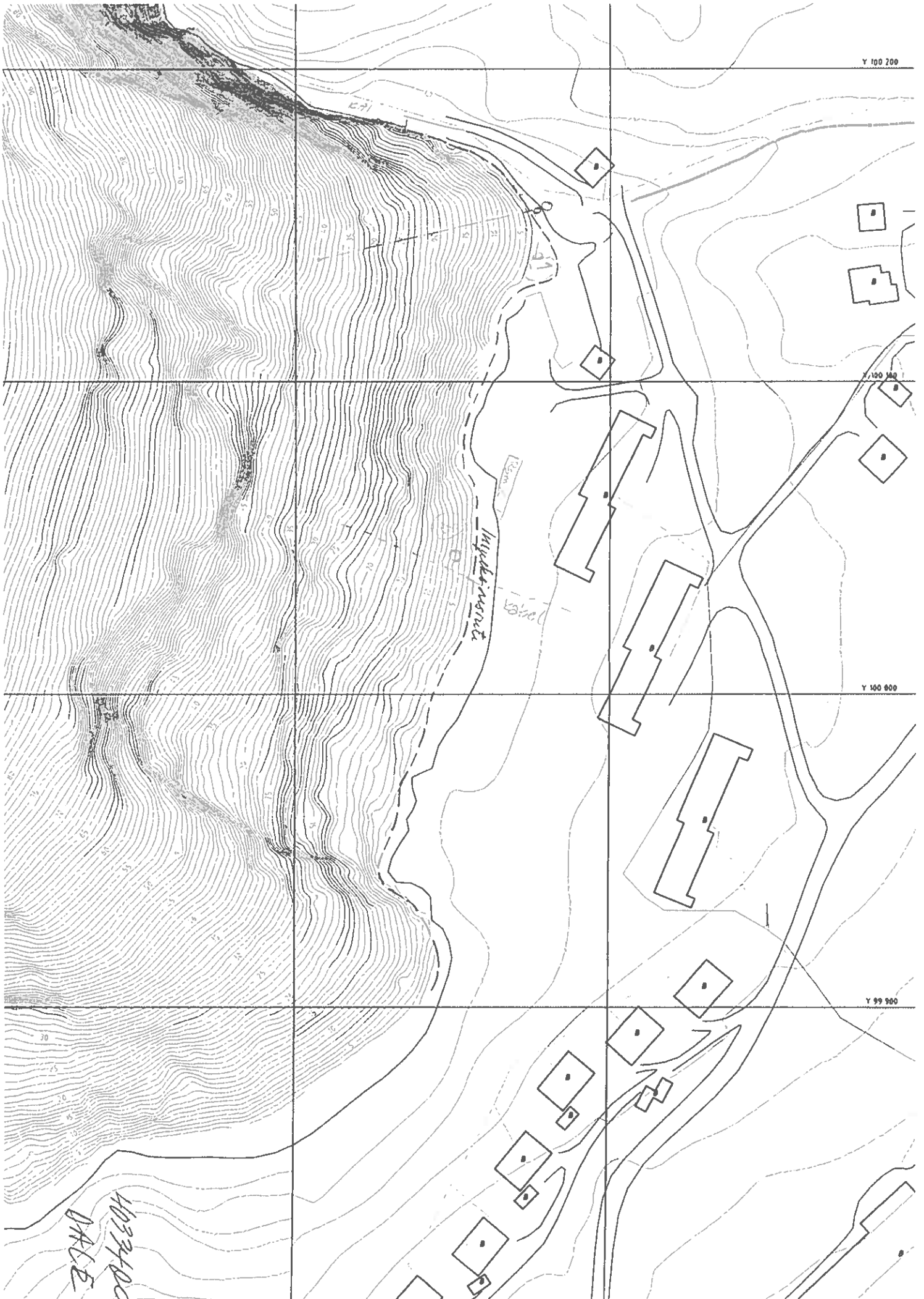
TOC – totalt organisk karbon, et mål på innhold av organisk materiale

Toksisk – giftig

Topografi – beskrivelse av terrengets faset, i havet bunntopografi.

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

Y 100 200



Y 100 100

Y 100 000

Y 99 900

103340c
DACE

RF-Akvamiljø
Mekjarvik 12
4070 Randaberg

Registernr.: 353710
Kundenr.: 50986
Ordrenr.: 350338
Prøvenr.: 35371001

att.: Øyvind Fridtjov Tvedten

Modt. dato: 2004.08.27
Sidennr.: 1 af 4

ANALYSERAPPORT

Rekvirent..... RF-Akvamiljø
Mekjarvik 12, 4070 Randaberg,
Prøvested..... **P7156007 akt 20. Sedimentprøver Dale.**
Prøvetype..... Sediment, 2 prøver
Prøvemærke..... **Dale kai St 1, 21.07.04**
Prøvedatføring... 2004.07.21 - 2004.07.21
Prøvetager..... Ikke oplyst
Kundeoplysninger:
Analyseperiode... 2004.08.27 - 2004.09.17

Prøveforberedelse: Den anvendte prøveemballasjen kan medføre tap av svært flyktige komponenter.

	Enheder	Detekt. grænse	Metoder	RSD (%)
Tørrstoff	81.6 %	0.0020	MK3001-DS204	5
TOC, totalt organisk karbon	3160 mg/kg ts.	2.0	*ISO 10694	10
Arsen (As)	<2.0 mg/kg ts.	2.0	*MK1061-ICP	15
Bly (Pb)	8.0 mg/kg ts.	3.0	MK1061-ICP	15
Kadmium (Cd)	<0.10 mg/kg ts.	0.10	MK1061-ICP	15
Krom (Cr)	1.9 mg/kg ts.	1.0	MK1061-ICP	15
Kobber (Cu)	<3.0 mg/kg ts.	3.0	MK1061-ICP	15
Kvikksølv (Hg)	0.014 mg/kg ts.	0.010	MK1090-Coldvap.	15
Nikkel (Ni)	2.0 mg/kg ts.	1.0	MK1061-ICP	15
Sink (Zn)	25 mg/kg ts.	5.0	MK1061-ICP	15
Totale hydrokarboner (THC)				
Benzen - n-C10	7.0 mg/kg ts.	5.0	MK2001-GC/FID	12
>n-C10 - n-C12	<10 mg/kg ts.	10	MK2001-GC/FID	12
>n-C12 - n-C35	<25 mg/kg ts.	25	MK2001-GC/FID	12
Sum (Benzen-C35)	7.0 mg/kg ts.		MK2001-GC/FID	12
PAH- forbindelser				
Naftalen	0.003 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Acenaftylen	0.004 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Acenaften	0.002 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Fluoren	0.005 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Fenantren	0.043 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Antracen	0.012 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Fluoranten	0.052 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Pyren	0.035 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Benzo(a)antracen	0.028 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Krysen/Trifenylen	0.030 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12

Se kommentarer på side 4

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

 Registernr.: 353710
 Kundnr.: 50986
 Ordrenr.: 350338
 Prøvenr.: 35371001

att.: Øyvind Fridtjov Tvedten

 Modt. dato.: 2004.08.27
 Sidenr.: 2 af 4

ANALYSERAPPORT

 Rekvirent..... RF-Akvamiljø
 Mekjarvik 12, 4070 Randaberg,
 Prøvested..... **P7156007 akt 20. Sedimentprøver Dale.**
 Prøvetype..... Sediment, 2 prøver
 Prøvemærke..... **Dale kai St 1, 21.07.04**
 Prøveudtagning.. 2004.07.21 - 2004.07.21
 Prøvetager..... Ikke oplyst
 Kundeoplysninger
 Analyseperiode.. 2004.08.27 - 2004.09.17

	Enheder	Detekt. grænse	Metoder	RSD (%)
Benzo (b+j+k) fluoranten	0.045 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Benzo (a) pyren	0.020 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Indeno (1,2,3-cd) pyren	0.015 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Dibenzo (a,h) antracen	0.005 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Benzo (g,h,i) perylen	0.013 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Sum 16 PAH (16 EPA)	0.31 mg/kg ts.			
Polyklorerte bifenyler (PCB)				
PCB nr. 28	<0.001 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
PCB nr. 52	<0.001 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
PCB nr. 101	<0.001 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
PCB nr. 118	<0.001 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
PCB nr. 138	<0.001 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
PCB nr. 153	<0.001 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
PCB nr. 180	<0.001 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
Sum 7 PCB	# mg/kg ts.		MK2060-GC/MS	15

Se kommentarer på side 4

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

 Registrert... 353710
 Klientnr.: 50986
 Ordrenr.: 350338
 Prøvenr.: 35371002

att.: Øyvind Fridtjov Tvedten

 Modt. dato: 2004.08.27
 Sidenr.: 3 af 4

ANALYSERAPPORT

 Rekvirent..... RF-Akvamiljø
 Mekjarvik 12, 4070 Randaberg,
 Prøvested..... **P7156007 akt 20, Sedimentprøver Dale.**
 Prøvetype..... Sediment, 2 prøver
 Prøvenærke..... **Dale kai St 2, 21.07.04**
 Prøvedatning... 2004.07.21 - 2004.07.21
 Prøvetager..... Ikke oplyst
 Kildeoplysninger:
 Analyseperiode... 2004.08.27 - 2004.09.17

	Enheder	Detekt. grænse	Metoder	RSD (%)
Frasort. stein, metallanalyse	27 % i ts.		*	
Tørrstoff	83.7 %	0,0020	MK3001-DS204	5
TOC, totalt organisk karbon	1860 mg/kg ts.	2.0	*ISO 10694	10
Arsen (As)	<2.0 mg/kg ts.	2.0	*MK1061-ICP	15
Bly (Pb)	7.8 mg/kg ts.	3.0	MK1061-ICP	15
Kadmium (Cd)	<0.10 mg/kg ts.	0.10	MK1061-ICP	15
Krom (Cr)	2.9 mg/kg ts.	1.0	MK1061-ICP	15
Kobber (Cu)	16 mg/kg ts.	3.0	MK1061-ICP	15
Kvikksølv (Hg)	0.022 mg/kg ts.	0.010	MK1090-Coldvap.	15
Nikkel (Ni)	1.8 mg/kg ts.	1.0	MK1061-ICP	15
Sink (Zn)	23 mg/kg ts.	5.0	MK1061-ICP	15
Totale hydrokarboner (THC)				
Benzen - n-C10	<5.0 mg/kg ts.	5.0	MK2001-GC/FID	12
>n-C10 - n-C12	<10 mg/kg ts.	10	MK2001-GC/FID	12
>n-C12 - n-C35	<25 mg/kg ts.	25	MK2001-GC/FID	12
Sum (Benzen-C35)	# mg/kg ts.		MK2001-GC/FID	12
PAH- forbindelser				
Naftalen	0.003 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Acenaftylen	<0.002 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Acenaften	<0.002 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Fluoren	<0.002 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Fenantren	0.003 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Antracen	<0.002 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Fluoranten	0.006 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Pyren	0.005 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Benzo(a)antracen	0.003 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Krysen/Trifenylen	0.003 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Benzo(b+j+k)fluoranten	0.005 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12

Se kommentarer på side 4

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

Registernr.: 353710
Kundenr.: 50986
Ordrenr.: 350338
Prøvenr.: 35371002

att.: Øyvind Fridtjov Tvedten

Modt. dato: 2004.08.27
Sidenr.: 4 af 4

ANALYSERAPPORT

Rekvirent..... RF-Akvamiljø
Mekjarvik 12, 4070 Randaberg,
Prøvested..... **P7156007 akt 20. Sedimentprøver Dale.**
Prøvetype..... Sediment, 2 prøver
Prøveperiode..... **Dale kai St 2, 21.07.04**
Prøvedatning... 2004.07.21 - 2004.07.21
Prøvelager..... Ikke oplyst
Kundeoplysninger:
Analyseperiode... 2004.08.27 - 2004.09.17

	Enheder	Detekt. grænse	Metoder	RSD (%)
Benzo(a)pyren	0.003 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<0.002 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Dibenzo(a,h)antracen	<0.002 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Benzo(g,h,i)perylene	<0.002 mg/kg ts.	0.002	MK2060-GC/MS	12
Sum 16 PAH (16 EPA)	0.029 mg/kg ts.			
Polyklorerte bifenyler (PCB)				
PCB nr. 28	<0.001 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
PCB nr. 52	<0.001 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
PCB nr. 101	0.003 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
PCB nr. 118	<0.001 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
PCB nr. 138	0.007 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
PCB nr. 153	0.006 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
PCB nr. 180	0.004 mg/kg ts.	0.001	MK2060-GC/MS	15
Sum 7 PCB	0.019 mg/kg ts.		MK2060-GC/MS	15

***Analysekommentarer:**

Vedlagt er rapporten for bestemmelse av tinnorganiske forbindelser.

*): Ikke omfattet af akkrediteringen.

Tegnforklaring: RSD : Relativ Analyseusikkerhed.

<: mindre end. i.p.: ikke påvist.

>: større end. i.m.: ikke målelig.

#: Ingen af parametrene er påvist.

den 17. september 2004


Einar Richter Jordfald

Test report

63724-219 P01 139

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

Order dated: August 31, 2004

Sample:

Client's sample No.	Eurofins sample No.	Sample characterization	GfA sample No.
Dale kai St 1, 21.07.04	353710-01	Sediment	4N300401
Dale kai St 2, 21.07.04	353710-02	Sediment	4N300402

Testing: Analysis for organotin compounds.

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

Sample entry: September 01, 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 Al₂O₃; 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: September 01, 2004

End of testing: September 10, 2004

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

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.	Dale kai St 1 21.07.04	Dale kai St 2 21.07.04
Eurofins sample No.	353710-01	353710-02
GfA sample No.	4N300401	4N300402
Unit	$\mu\text{g}/\text{kg } m_D$	$\mu\text{g}/\text{kg } m_D$
Organotin cation		
Monobutyltin (MBT)	< 0,4	1,0
Dibutyltin (DBT)	< 0,4	1,2
Tributyltin (TBT)	1,5	2,6
Tetrabutyltin (TTBT)	< 0,4	< 0,4
Monooctyltin (MOT)	< 0,4	< 0,4
Diocetyl tin (DOT)	< 0,4	< 0,4
Tricyclohexyltin (TCyT)	< 1,0	< 1,0
Triphenyltin (TPHT)	< 0,4	< 0,4
Unit	$\mu\text{g Sn} / \text{kg } m_D$	$\mu\text{g Sn} / \text{kg } m_D$
Organotin cation		
Monobutyltin (MBT)	< 0,3	0,7
Dibutyltin (DBT)	< 0,2	0,6
Tributyltin (TBT)	0,6	1,1
Tetrabutyltin (TTBT)	< 0,1	< 0,1
Monooctyltin (MOT)	< 0,2	< 0,2
Diocetyl tin (DOT)	< 0,1	< 0,1
Tricyclohexyltin (TCyT)	< 0,3	< 0,3
Triphenyltin (TPHT)	< 0,1	< 0,1
Dry mass [%]	81,8	92,7

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

September 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.

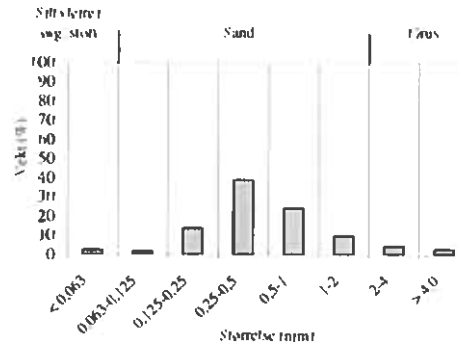
Resultater fra kornfordelingsanalyser

Stasjon Dale Kav St 1
 Provennsantfng
 Ref.no. STD4-3682-1
 Analyse dato 28.08.02/19.04
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - siltanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> +2	1,18	3,0	100,0
2-4	+1 - +2	1,79	4,6	95,0
1-2	0 - +1	3,92	10,1	82,4
0,5-1	1-0	9,51	24,4	57,9
0,25-0,5	2-1	15,38	39,2	18,7
0,125-0,25	3-2	5,45	14,0	4,7
0,063-0,125	4-3	0,84	2,2	2,6
< 0,063	< 4	1,01	2,6	

Innveiet prøve inkl. org. stoff 38,98

Gjødning 1,4 %



Stasjon Dale Kav St 2
 Provennsantfng
 Ref.no. STD4-3682-2
 Analyse dato 28.08.02/19.04
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - siltanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4,0	> +2	2,48	6,3	100,0
2-4	+1 - +2	4,29	10,9	93,7
1-2	0 - +1	7,67	19,6	82,7
0,5-1	1-0	9,42	24,0	63,2
0,25-0,5	2-1	8,85	22,6	39,2
0,125-0,25	3-2	3,77	9,6	16,6
0,063-0,125	4-3	1,49	3,8	7,0
< 0,063	< 4	1,25	3,2	3,2

Innveiet prøve inkl. org. stoff 39,22

Gjødning 1,5 %

