

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

Øyvind F Tvedten

**Analyse av miljøgifter i sediment ved
Somaneset, Sandnes havn**

Rapport RF – 2003/153

Prosjektnummer: 7151684
Kvalitetssikrer: Stig Westerlund
Prosjektets tittel: Analyse av miljøgifter ved Somaneset i
Gandsfjord
Oppdragsgiver(e): Norconsult
ISBN:
Gradering: Konfidensiell (åpen fra: 01.08.2006)

Forord

Oppdraget er utført i henhold til arbeidsbeskrivelse basert på ”utkast til retningslinjer vedrørende mudring og dumping i marine områder” fra Norconsult (3529300/-./jmk2214b.doc) og tilbud fra RF (7156004/oeft, 22.05.03). Sedimentprøver er tatt fra 6 steder i et område hvor det er planlagt å fylle masser ut i sjøen for å utvide kaiområdet. Bunnprøvene er analysert for organiske komponenter og metall.

Prøveinnsamling er gjennomført av Stig Westerlund fra M/S Risøygutt (kaptein, E. Bakkevik). Analysene er utført av M-lab (metaller, tørrstoff og kornstørrelse), Eurofins (PAH, TBT, PCB) og NIVA (TOC).

Stavanger, 04.08. 03

Øyvind F. Tvedten, prosjektleder

Innhold

Innledning	1
Materiale og metoder	1
Analyse av TOC	1
Analyse av metaller	1
Analyse av kornfordeling	2
Analyse av PAH, PCB og TBT	2
SFTs veiledning for miljøkvalitet.....	2
Resultat og diskusjon	4
Referanser	6
VEDLEGGSOVERSIKT.....	6
FORKLARING TIL NOEN ORD OG UTTRYKK	7

Innledning

Det er planlagt å fylle steinmasser ut i sjøen ved Somaneset i Sandnes havn for å utvide kaiområdet, samt å etablere ny kaifront. Slikt arbeid kan føre til oppvirvling av sediment og 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 miljøgiftsinnholdet i sjøbunnen og slik at skadepotensialet og evt. tiltak for å redusere skadeområdet kan vurderes. Undersøkelsen er også gjennomført etter pålegg fra myndighetene.

Materiale og metoder

Prøvene ble tatt 25. juni 2003 fra båten M/S Risøygutt. Det ble tatt prøver fra 6 stasjoner i det planlagte anleggsområdet (se kart i Figur 1 og i vedlegg). Alle stasjonene ligger innen det planlagte utfyllingsområdet. Prøvesteder samt prøve- og analyseområdet var utpekt av Norconsult. Prøvene ble analysert for PAH, PCB, TBT og metallene kvikksølv, bly, krom og kadmium. PAH, PCB og TBT ble analysert av Eurofins i Oslo. TOC ble analysert av NIVA i Oslo. Metallene og kornfordeling ble analysert ved M-lab. Etter prøvetaking ble prøvene frosset før de ble sendt videre for analyse. Resultatene er sammenlignet med STF's grenseverdier for miljøklassifisering (Molvær m.fl. 1997). Noen ord og uttrykk er forklart i vedlegg.

På hver stasjon ble det tatt tre sedimentprøver med en 0,1 m² van Veen grabb. Prøvetakingen ble gjort i samsvar med akkrediterte metodebeskrivelser. Prøvene ble beskrevet visuelt og eventuell uvanlig lukt, registrert. Det ble ført en feltjournal med opplysninger om prøvene og værforhold mm. Prøvematerialet ble delt opp i to sjikt, 0-3cm og 3-18cm (avhengig av dybden på prøven som ble tatt). Prøvemateriale fra de tre grabb-prøvene tatt fra hver stasjon ble slått sammen og analysert som en samleprøve for hvert av overflatesjiktet og bunnsjiktet. En oversikt over prøver samlet inn og analysert er gitt i Tabell 2.

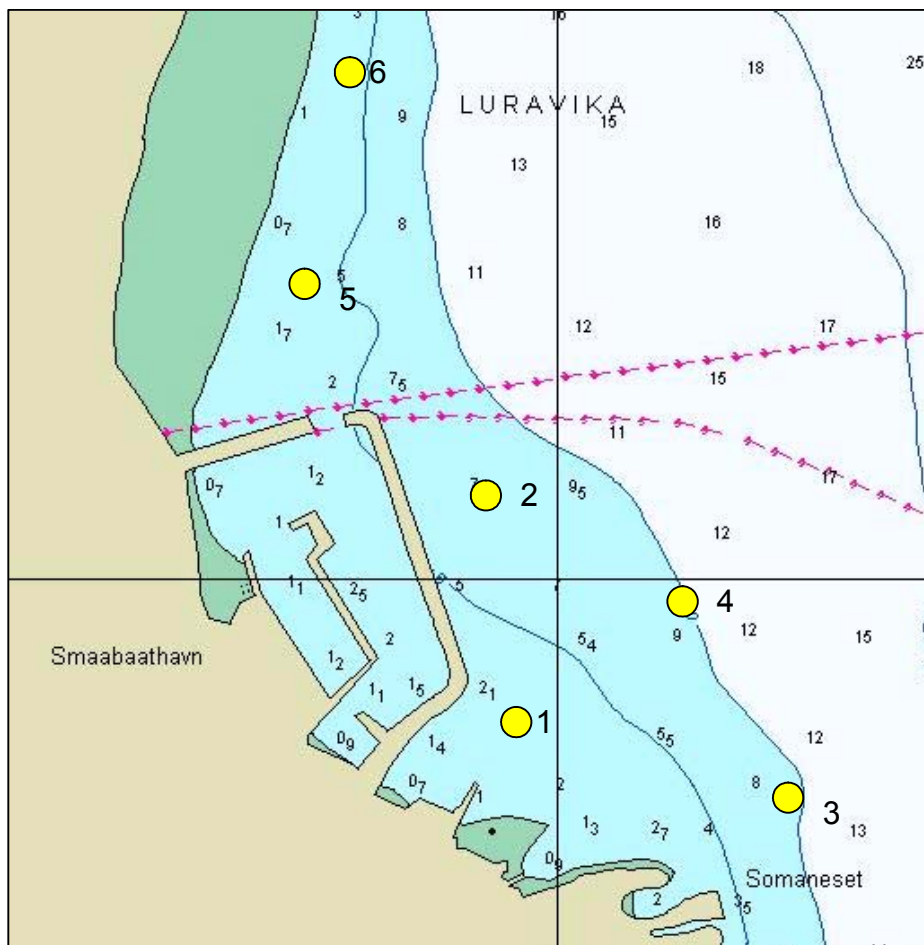
Analyse av TOC

Sedimentet ble ubehandlet analysert ved Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) sitt laboratorium i Oslo. Analysene ble gjort ved forbrenning ved 1800 °C etter at karbonater var fjernet ved hjelp av saltsyre. NIVA metode G6 (akkreditert), CHN analysator.

Analyse av metaller

Analysene ble foretatt hos M-lab i henhold til akkrediterte metoder. Prøvene ble tørket ved 50 °C og oppløst i 7M salpetersyre i autoklav ved 120 °C i 30 minutt. (NS 4770). Kvikksølv ble analysert med CVAAS og de andre metallene med ICP-MS. I dette prosjektet ble resultatene fra metallene: kadmium (Cd), krom (Cr), bly (Pb) og kvikksølv (Hg) rapportert. Flere metaller er analysert i prøvene og resultater kan skaffes

ved forespørsel til M-lab. Deteksjonsgrensen for de aktuelle metallene var: Hg (0,04 mg/kg TS), Pb og Cr (0,1 mg/kg TS) og Cd (0,01 mg/kg TS).



Figur 1. Kart over innsamlingsområdet. Stasjonene er omtrentlig plassert. Se kart i vedlegg for detaljer og plan for anleggsområde.

Analyse av kornfordeling

Analysene av kornfordeling ble foretatt ved M-lab etter intern metode basert på Buchanan (1984). Sedimentet ble splittet i to fraksjoner (partikler større eller mindre enn 0,063 mm) ved våtsikting. Prøvene ble tørket over natten ved 105 °C og veid.

Analyse av PAH, PCB og TBT

Analysene ved foretatt hos Eurofins i henhold til akkrediterte metoder. PAH og PCB ble bestemt ved GC/MS etter opparbeiding og ekstraksjon av prøvene. TBT ble også analysert med GC/MS, men oppslutning- og ekstraksjonsprosedyrene er forskjellige.

SFTs veiledning for miljøkvalitet

SFT har gitt ut en veiledning som kan brukes til å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær *et. al.* 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 ofte brukes skjønn for å kunne bestemme rett tilstandsklasse og å tolke resultatene. Nedenfor har vi tatt med en tabell i fra veiledningen som omtaler aktuelle miljøparametre.

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	25-100	100-300	>300
	EPOCl ⁶⁾ (µg/kg)	<100	100-500	500-2000	2000-15000	>15000
	TE _{CDFD} 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

- 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: Polyklorete 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 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) EPOCl: Ekstraherbart persistent organisk bundet klor.
- 7) Toksisitetsekvivalenter, se note 2 til tabell.
- 8) DDT: Diklordifenyltrikloretan. Σ DDT betegner sum av DDT og nedbrytningsproduktene DDE og DDD.

Resultat og diskusjon

Tabell 2 viser stasjons- og prøveopplysninger fra feltarbeidet. Sjøbunnen inneholdt mest sand på stasjon Sandnes 1-4 og var mer finkornet med mudder på 5 og 6. Dette viser også igjen på hvor dypt grabben har trengt ned i sjøbunnen. Den trenger dårligst ned i sediment med mye sand og stein. Samtidig betyr den forholdsvis grove kornstørrelsen at det ville vært vanskelig å benytte kjerneprøvetaker på de fleste stasjonene. Ut fra kornstørrelsen kan en si at det er perioder med sterkeste strøm over bunnen på stasjon Sandnes 1-4. Finkornet sediment har ofte høyest innhold av forurensning siden det har større partikkeloverflate som forurensning kan binde seg til enn i grovkornet sediment.

Tabell 2. Stasjonsopplysninger og sedimentbeskrivelse på de fem stasjonene 25. juni 2003. Posisjoner i WGS-84. Full grabb tar 19 liter prøve og graver ned til maksimalt ca 19 cm i sjøbunnen. 3-12,14 betyr at de tre dypsjiktprøvene fra stasjonen er tatt fra 3 cm og ned til 12-14 cm i sedimentet.

Stasjon	Cm ned i sediment	Prøve id-nr	Posisjon-N	Posisjon-Ø	Vann-dyp	Sediment-farge	Sedimenttype
Sandnes 1	0-3	03/11153-1	-	-	5	Grå-sort	Sand
	3-12	03/11153-2					
Sandnes 2	0-3	03/11153-3	58 51,22	5 44,76	6	Sort	Grov sand
	3-12,14	03/11153-4					
Sandnes 3	0-3	03/11153-5	58 51,349	5 44,857	10	Grå	Sand litt stein
	3-10,15	03/11153-6					
Sandnes 4	0-3	03/11153-7	58 51,53	5 44,81	12	Grå	Sand
	3-10	03/11153-8					
Sandnes 5	0-3	03/11153-9	58 51,13	5 44,85	4	Sort	Mudder og sjøgress
	3-16,18	03/11153-10					
Sandnes 6	0-3	03/11153-11	58 51,119	5 44,775	3	Sort	Mudder og sjøgress
	3-14,16	03/11153-12					

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

Generelt var sedimentet uforurensset av metaller, og de fleste prøvene fikk tildelt beste tilstandsklasse. Det var likevel noen forhøyede verdier av kadmium, kvikksølv og bly. Det var generelt liten forskjell mellom sedimentlagene fra samme stasjon. Metallinnholdet var høyest på Sandnes 5 og 6.

PAH- og B(a)P-innholdet tilsvarte SFT tilstand *ubetydelig, lite forurensset* til *markert forurensset*. Innen samme stasjon var det liten forskjell mellom sjiktene. Det var mest av disse organiske miljøgiftene på Sandnes 5 og 6.

PCB ble ikke påvist i noen av prøvene.

TBT-innholdet tilsvarte SFT tilstand *sterkt forurensset* eller *meget sterkt forurensset*. Igjen var det høyest innhold på Sandnes 5 og 6, men også i overflatesedimentet på Sandnes 3 var det mye.

Også i tidligere undersøkelser av dette området og Gandsfjorden er det funnet et tilsvarende miljøgiftsinnhold (Gjerstad m.fl. 2001, Tvedten m.fl. 2003).

Kornfordelingsanalysen viste at det var mest leire og silt (partikler < 0,063 mm) på Sandnes 5 og 6, noe som passer godt med sedimentbeskrivelsen fra feltarbeidet. På Sandnes 1-3 var sedimentet grovest i det dypeste sjiktet.

Innholdet av organisk materiale (TOC) var høyest på stasjon 5 og 6. Til beregning av SFT tilstandsklasse brukes TOC₆₃, det vil si TOC innhold som er standardisert i forhold til andel finfraksjon. På Sandnes 5 og 6 var tilstanden *dårlig*, og i de andre prøvene varierte tilstanden fra *meget god* til *mindre god*.

Tørrstoffinnholdet var rundt 50 % på Sandnes 5 og 6 og 60-80% på de andre stasjonene.

Tabell 3. Resultater fra sedimentanalyser fra Somaneset, Gandsfjorden. Resultatene (pr kg tørrvekt og %) er inndelt i tilstandsklasser etter grenseverdier i SFT's veiledning. i.p. betyr ikke påvist.

Parameter	St 1		St 1		St 2		St 2		St 3		St 3	
	(0-3cm)	SFT	(3- cm)	SFT	(0-3cm)	SFT	(3- cm)	SFT	(0-3cm)	SFT	(3- cm)	SFT
Bly (mg Pb/kg)	10,98	I	10,30	I	24,31	I	16,96	I	21,50	I	10,93	I
Krom (mg Cr/kg)	7,83	I	8,23	I	17,45	I	12,93	I	6,00	I	8,24	I
Kadmium (mg Cd/kg)	0,149	I	0,177	I	0,861	II	0,291	II	0,069	I	0,123	I
Kvikksølv (mg Hg/kg)	0,093	I	0,026	I	0,085	I	0,050	I	0,018	I	0,022	I
Σ PAH (mg/kg)	0,220	I	0,220	I	0,36	II	0,280	I	0,110	I	0,200	I
B(a)P (mg/kg)	0,02	II	0,01	I	0,02	II	0,02	II	0,008	I	0,015	III
Σ PCB7 (µg/kg)	i.p.	I	i.p.	I	i.p.	I	i.p.	I	i.p.	I	i.p.	I
TBT (µg/kg)	130	V	160	V	200	V	130	V	520	V	140	V
TOC %	0,78		0,59		2,28		1,19		0,45		0,53	
% > 0,063 mm	69,0	-	76,6	-	54,7	-	73,6	-	76,1	-	96,0	-
TOC ₆₃ mg/g	20	II	20	II	33	III	25	II	18	I	23	II
Tørrstoff %	73,0	-	75,0	-	63,0	-	62,0	-	82,0	-	82,0	-

Parameter	St 4		St 4		St 5		St 5		St 6		St 6	
	(0-3cm)	SFT	(3- cm)	SFT	(0-3cm)	SFT	(3- cm)	SFT	(0-3cm)	SFT	(3- cm)	SFT
Bly (mg Pb/kg)	7,75	I	9,74	I	55,00	II	69,22	II	42,96	II	53,33	II
Krom (mg Cr/kg)	5,69	I	8,58	I	30,30	I	41,30	I	23,78	I	27,33	I
Kadmium (mg Cd/kg)	0,057	I	0,228	I	0,943	II	1,269	III	1,021	III	1,022	III
Kvikksølv (mg Hg/kg)	0,318	II	0,059	I	0,123	I	0,158	II	0,105	I	0,158	II
Σ PAH (µg/kg)	0,110	I	0,100	I	0,79	II	0,89	II	0,72	II	0,96	II
B(a)P (µg/kg)	0,010	I	0,008	I	0,05	I	0,065	III	0,054	III	0,076	III
Σ PCB7 (µg/kg)	i.p.	I	i.p.	I	i.p.	I	i.p.	I	i.p.	I	i.p.	I
TBT (µg/kg)	110	V	45	IV	400	V	400	V	350	V	580	V
TOC %	0,57	-	0,72	-	3,01	-	3,44	-	3,13	-	3,36	-
% > 0,063 mm	86,5		57,5		23,8		23,9		30,4		22,1	
TOC ₆₃ mg/g	21	II	18	I	34	IV	39	IV	37	IV	38	IV
Tørrstoff %	81,0	-	81,0	-	50,0	-	56,0	-	50,0	-	52,0	-

Oppsummert:

Området ved stasjon 5 og 6 var mest forurenset og hadde det mest finkornete sedimentet. De to stasjonene fikk tilstand III–V for flere av miljøgiftene. På de andre stasjonene var det litt grovere sediment og bortsett fra TBT-innholdet tilsvarte miljøgiftkonsentrasjonene stort sett beste eller nest beste tilstandsklasse. Undersøkelsen viste et miljøgiftinnhold på linje med det som er funnet i Luravika tidligere, og andre steder i Gandsfjorden. Det er dermed lite trolig at anleggsarbeidet vil føre til merkbar økt forurensning i nærområdet.

Referanser

- Buchanan, J. B. 1984. Sediment analysis. Methods for the study of marine benthos. N. A. Holme and A. D. Mc Intyre. Oxford, Blackwell Scientific Publications: 41-65.
- Gjerstad, K.O., Aas, E. & J. Frydenlund 2001. *Miljøgifter i fisk, skalldyr og sediment I havneområder og fjorder i Rogaland 1999-2000*. NMT report no. 2001/5. SFT rapport nr. 839/01. RF rapport nr. 2001/294. (Open).
- 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.
- NS 4770:1994. *Vannundersøkelse - Bestemmelse av metaller ved atomabsorpsjons- spektrofotometri i flamme - Generelle prinsipper og retningslinjer*. 2.utg, Norsk Standard 1994.
- Tvedten, Ø.F, V. Eriksen, J. Kongsrud & N. Brattenborg 2003. *Miljøundersøkelse av marine resipienter i Sandnes kommune, 2001-02*. Rogalandforskning. Rapport RF-2003/082. 50 s. + vedlegg.

Vedleggsoversikt

Vedlegg 1. Ord og uttrykk

Vedlegg 2. Kart.

Vedlegg 2. 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 (polyklorete bifenyler). Dette er forbindelser som har blitt brukt i blant annet transformatorer, kjøleapparat, 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, det 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).

THC – (Total hydrokarbon) 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”.