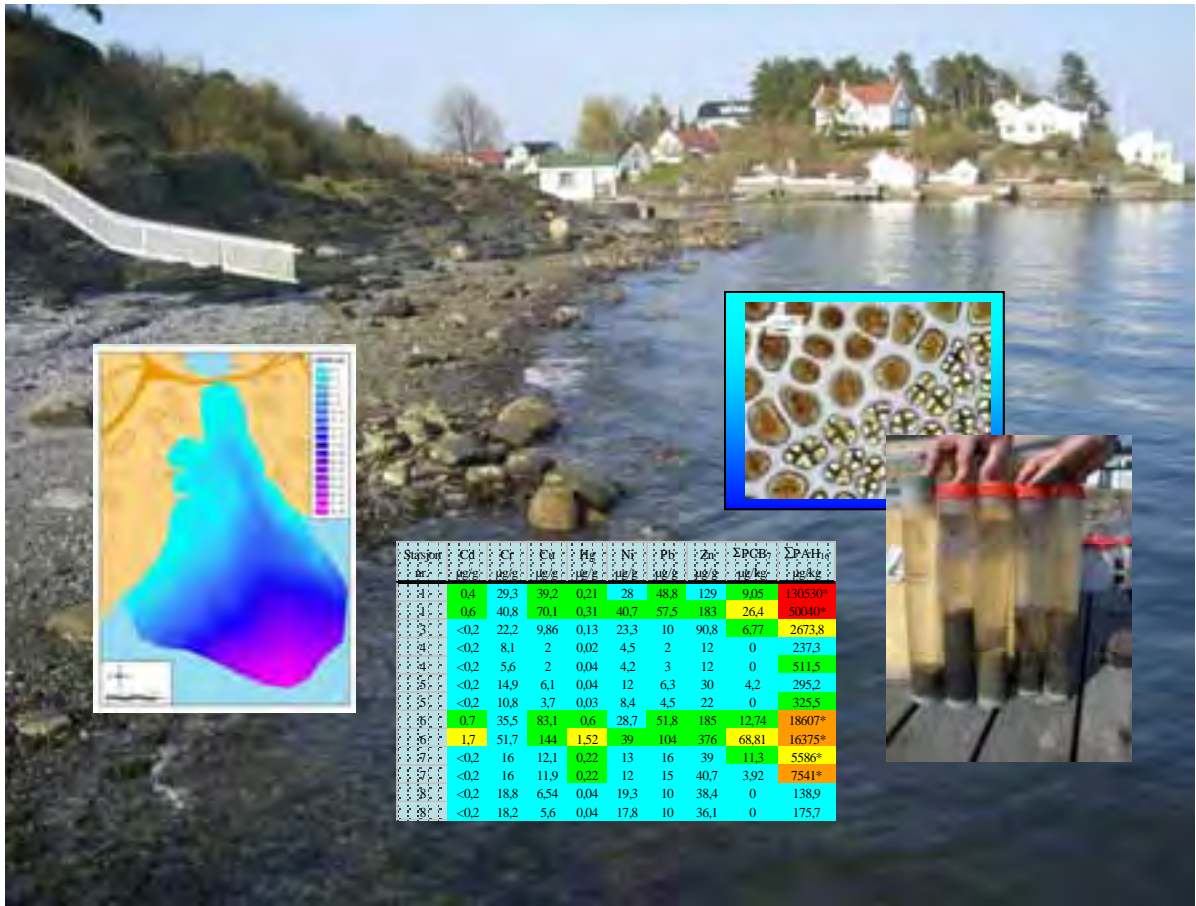




RAPPORT LNR 5241-2006

# Miljøgifter i sedimenter og biologisk status.

Gruntvannssonen ved Konglungen – Konglungøya, Asker



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Midt-Norge**

Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 73 54 63 85 / 86  
Telefax (47) 54 63 87

Tittel Miljøgifter i sedimenter og biologisk status for de nære sjøområdene mellom Konglungen og Konglungøya i Asker.	Løpenr. (for bestilling) 5241-2006	Dato 03.07.2006
	Prosjektnr. Undernr. O-26209	Sider Pris 37
Forfatter(e) Are Pedersen, Brage Rygg, Mats Walday og Robert Abelsen.	Fagområde Marinøkologisk	Distribusjon
	Geografisk område Akershus, Oslofjorden	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Kjell Inge Røkke	Oppdragsreferanse H. Thorbjørnsen
--------------------------------------	--------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Innhold av miljøgifter i bunnsedimentene fra nærområdet mellom Konglungen og Konglungøya er kartlagt. I tillegg er en vurdering av økologisk status basert på biologiske samfunn (fremtidige krav under vannrammedirektivet) utført. Bunnsedimentene sør for brua var i liten eller ubetydelig grad forurenset av tungmetaller. En stasjon, 10m nord for brua og i dyprenna mellom Konglungen og Konglungøya, viste noe forhøyede konsentrasjoner av kadmium (Cd) og kvikksølv (Hg). Forhøyede verdier, ble også funnet for organiske miljøgifter. Overkonsentrasjonene var imidlertid betydelige høyere for PAH (polyaromatiske hydrokarboner dvs. olje og bensin komponenter) og tributyltinn (TBT) enn for metaller.</p> <p>Innholdet av PCB var imidlertid med utgangspunkt i klassifisering av miljøkvalitet mer på nivå med innholdet av tungmetaller i sedimentene enn det en observerte for PAH og TBT.</p> <p>Forekomst av dyr og alger i strandsonen mot sørvest er typisk for delvis bølgeeksponerte områder i indre Oslofjord. Området ved kaianlegget for Konglungveien 48 er mer beskyttet, noe som gjenspeiles i de biologiske samfunn. For algesamfunnet ble det beregnet en indeks for økologisk status i området. Dette er en tentativ indeks som trolig skal benyttes i vannrammedirektivet og området status kom ut som "good" dvs. i nest høyeste klasse. Bløtbunnsamfunn ble også analysert og klassifisert etter SFTs tilstandklassifiseringssystem. Bløtbunnsamfunnene reflekterte tilsvarende belastningsmønster som for miljøgifter i området med unntak av en stasjon som ligger rett ut for kaianlegget. Denne stasjonen ble klassifisert som sterkt forurenset.</p> <p>Bunnen ble også inspisert ved bruk av en liten ROV (remote operated vessel) og video ble tatt opp som dokumentasjon av bunnforholdene i området. I tillegg ble en detaljert bunntopografi for nærområdet beregnet basert på et tett mønster av ekkoloddregistreringer.</p>
---

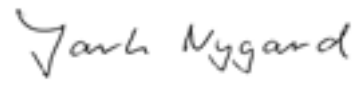
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Miljøgifter</li> <li>Biota</li> <li>Sediment</li> <li>Ekkoloddoppmåling</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Toxic compounds</li> <li>Biota</li> <li>Sediments</li> <li>Ecco sounder mapping</li> </ol>
--	--



Prosjektleder  
Are Pedersen



Fungerende forskningsleder  
Are Pedersen



Fag og Markedsdirektør  
Jarle Nygard

# **Miljøgifter i sedimenter og biologisk status for de nære sjøområdene mellom Konglungen og Konlungøya i Asker.**

Prosjektleder : Are Pedersen  
Medarbeidere: Robert Abelsen  
Brage Rygg  
Merete Skøyen  
Mats Walday

*Alle NIVA.*

## **Forord**

*Denne rapporten gir en beskrivelse av kjemiske og biologiske forhold i sjøområdene utenfor Kjell Inge Røkkes eiendommer på Konglungen. Innhold av miljøgifter i sedimenter og naturforholdene i fjæresonen og på bløtbunnsområdene i nærområdet mellom Konglungen og Konglungøya er vurdert. Oppdraget er bestilt av Kjell Inge Røkke ved prosjektleder Haakon Thorbjørnsen.*

*Oslo, 10. juli 2006*

*Are Pedersen*

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Sonderende undersøkelse</b>	<b>9</b>
1.1 Befaring av området med fjernstyrt undervannsrobot (ROV)	9
<b>2. Innhold av miljøgifter i sedimenter</b>	<b>12</b>
2.1 Stasjonsnett	12
2.2 Metodikk	12
2.3 Sediment	13
2.4 Analyseparametre	14
2.5 Resultater	16
<b>3. Fjæresonen – Alger og dyr</b>	<b>20</b>
3.1 Undersøkelsesområdet	20
3.2 Resultater – Alger	21
3.3 Resultater – Dyr	21
<b>4. Bløtbunnsdyr</b>	<b>23</b>
4.1 Stasjonsnett	23
4.2 Metodikk	23
4.3 Resultater – bløtbunnsdyr.	24
<b>5. Ekstra undersøkelser – Detaljkartlegging av bunndyp</b>	<b>25</b>
5.1 Bakgrunn	25
5.2 Metodikk	25
5.3 Resultater	25
<b>6. Litteratur</b>	<b>29</b>
<b>Vedlegg A. Analyseresultat (vanskelig å lese hva som står)</b>	<b>30</b>
<b>Vedlegg B. Beregning av miljøstatus – Alger</b>	<b>31</b>
<b>Vedlegg C.</b>	<b>36</b>

## Sammendrag

Formålet med prosjektet var primært å kartlegge innholdet av miljøgifter i sedimenter utenfor Konglungveien 48 i Asker. Oppdragsgiver har planer om å mudre utenfor kaianlegget og vil i den forbindelse få klarlagt om sedimentet utenfor bryggen er forurenset. Det ble avtalt å analysere sedimentene for flere metaller og organiske miljøgifter enn det som anses som minimum. Sedimentene ble delt i to fraksjoner, et øvre overflatesjikt 0-2cm og et dypere 2-7cm for å avgjøre om giftene er av nyere opprinnelse eller ikke. Følgende metaller ble analysert; kadmium (Cd), krom (Cr), kopper (Cu), kvikksølv (Hg), nikkel (Ni), bly (Pb) og sink (Zn), mens av organiske miljøgifter ble det analysert for PCB (polyklorerte bifenyler), PAH (polyaromatiske hydrokarboner) samt tributyltin (TBT) og trifenylyttinn (TPhT) begge med nedbrytningsprodukter. Miljøkvalitet ble også bestemt basert på biologiske parametre (krav i det nyinnførte vannrammedirektivet). Det ble i tillegg foretatt analyser av hardbunnssamfunn og bløtbunnssamfunn. I tillegg til biologisk kartlegging ble også bunnforholdene undersøkt med en fjernstyrt undervannsfarkost (ROV). ROVen har innebygd kamera/video slik at bunnforholdene kan dokumenteres med videoopptak. Bunnen ble i tillegg nøye kartlagt med et "single beam" ekkolodd, slik at en mer nøyaktig bunntopografi for nærområdet mellom Konglungen og Konglungøya kunne beregnes.

SFT har utgitt en klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann hvor sedimentene blir inndelt i 5 klasser fra "Ubetydelig forurenset"- klasse I til "Meget sterkt forurenset" klasse V alt etter økende innhold av ulike miljøgifter. Resultatene fra sedimentanalysene ble vurdert i forhold til disse klassene og viste at bunnen ikke var forurenset av metaller i særlig grad. Alle stasjonene ble i følge SFTs miljøklassifisering klassifisert som ubetydelig til lite forurenset (klasse I), unntatt en stasjon nord for brua samt en i dyprenna mellom brygga ved Konglungveien 48 og Konglungøya (st 6) som begge ble karakterisert som "moderat forurenset" (klasse II). I dypere sedimentlag på st 6 (2-7cm) ble det funnet noe høyere konsentrasjoner av Cd og Hg (klasse III), men generelt sett kan en si at sedimentene mellom Konglungen og Konglungøya er lite forurenset av metaller.

Det samme mønster som for metaller gjelder også for PCBer hvor det på de samme stasjonene, dvs. st.1 og st.6, og i dypere sedimentlag, ble registrert overkonsentrasjoner av PCBer (klasse III). Dette tyder på at det tidligere har vært en PCB belastning i området. Når det gjelder de polyaromatiske hydrokarbonene (PAH, som blant annet finns i olje, diesel og bensinprodukter), ble det som forventet ut fra diverse aktiviteter i området observert forhøyete konsentrasjoner. Stasjon 1 nord for brua, skilte seg spesielt ut og kunne karakteriseres som meget sterkt forurenset (klasse V), mens stasjonene i dyprenna (st.6 og st. 7) falt i klasse III og IV. Overflatesedimentene på stasjon 4, 5 og 8 inneholdt imidlertid betydelig mindre PAH og kunne klassifiseres som ubetydelig til lite forurenset (klasse I). Området har mye småbåttrafikk og mange moringer. Det er trolig tilførsler av oljeprodukter fra denne form for aktivitet, muligens også fra tidligere slippvirksomhet, som har ført til de høye PAH konsentrasjoner som er observert i sedimentene.

Det ble også undersøkt innhold av tinnorganiske forbindelser i sedimentene. Områder med stor båt trafikk og et stort antall moringer får erfaringsmessig en viss tilførsel av slike forbindelser. Analyseresultatene viste at st.1 nord for brua og st.6 i dyprenna rett øst for brygga, var "meget sterkt forurenset" (klasse V) med TBT i henhold til SFT klassifisering.

De eneste stasjonene som ikke var forurenset av TBT var overflatesedimentet (0-2cm) på stasjon 4 og referansestasjonen (stasjon 8).

Dersom det skal utføres mudring som begrenses til de grunne områdene rundt stasjon 3, 4 og 5 antas det at miljømyndighetene vil stille begrensede krav med hensyn til gjennomføring av mudringsoperasjonen. Skal det derimot mudres i dyprenna ved stasjon 6 og 7 kan en forvente at det stilles spesielle krav med hensyn til både hvordan mudringen gjennomføres og til deponering av sedimentene som skal mudres.

Indeksene beregnet ut fra bløtbunnsprøvene klassifiserte stasjonene 1, 2, 6 og 7 i klasse III, mens stasjon 3, 5 og 8 havnet i klasse II. Ulikt den kjemiske klassifiseringen ble bløtbunnsfaunaen på stasjon 4 klassifisert i klasse IV som virker noe underlig ettersom det ikke stemmer med førsteinntrykket av sedimentet og heller ikke harmonerer med klassifiseringen basert på miljøgifter.

Biologien i strandområdet var typisk for delvis bølgeeksponerte områder i indre Oslofjord. Algevegetasjonen ble karakterisert etter en tentativ indeks som er foreslått innen vannrammedirektivet. Karakteriseringen resulterte i at vannforekomster ble karakterisert som "GOOD", dvs. nest høyeste klasse (tilsvarer anslagsvis klasse II i SFT klassifisering av miljøkvalitet).

## Summary

Title: Ecological status of the shallow waters in the vicinity of Konglungen-Konglungøya, Asker .

Year: 2005

Author: Are Pedersen, Brage Rygg, Mats Walday and Robert Abelsen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4965-6

To determine the environmental quality of the shallow water in the vicinity of Konglungen and Konglungøya a sampling strategy for sediments and biota was designed, discussed and approved by the contractor's representative. It was decided to expand the list of metals to 7 from the 4-5 elements usually included in these kinds of investigations as well as including organotins (tributyltin and triphenyltin with its degradation products) Sediments from 7 stations were sampled and analyzed for Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, PCB's (Polychlorinated biphenyls), PAH's (Polyaromatic hydrocarbons) and organotins . The sediment core samples were divided in two fractions, surface sediment (0-2 cm) and deep and older sediment (2-7 cm). The two fractions were analyzed separately.

Norwegian Pollution Control Authority (SFT) has published a guide for classification of environmental quality in fjords and coastal waters, where the recipients or water bodies are divided into 5 classes – I to V, according to the degree of contamination. These guidelines were used to classify the sediment in the area. The metal analysis shows that the environmental status of the sediments in the area is in general of good quality i.e. the sediments classifies within the two best classes - insignificantly polluted (class I) and moderately polluted (class II), respectively. Only mercury (Hg) and cadmium (Cd) shows some elevated concentrations at two stations, one north of the bridge (st.1) and one in the channel between Konglungøya and the pier at Konglungen 48 - st 6. As the elevated concentration were found in the deepest fraction, it is likely that the contamination happened years ago.

Contaminations of PCBs were minor (class I-II), except for st. 1 and 6 where the sediments in the deepest fractions, were markedly polluted (class III). As expected, contamination of PAH, however, showed a higher degree of contamination. Again it was station 1 and 6 which showed elevated concentration with the highest contamination at station 1 which could be classified as extremely polluted (class V). In the channel between Konglungøya and the pier at Konglungen 48, the sediments were classed as markedly polluted (class II) and severely polluted (class IV) by PAHs.

The situation was worse for tributyltin (TBT) as both station 1 and 6 were classified in the worst category – class V. Only surface sediment at station 4 and 8 showed no sign of contamination of TBT.

Heavy small boat traffic and dense mooring facilities substantiate pollution of PAH (from diesel, oil and petrol products) and TBT (used previously as an antifouling agent in hull coating on boats). The contamination seems to be restricted to certain accumulation bottoms i.e., channels and depressions on the sea floor.

The new water frame directive (WFD) requires that water quality in the future, are to be classified by biological parameters as opposed to chemical components used today. Hence, a survey of the soft bottom fauna and the biota in the littoral zone was performed. The soft bottom fauna classified st.1, 2, 6 and 7 as markedly polluted as did SFTs chemical classification system. Station 4, however, was classified as severely polluted. This does not



coincide with the chemical components and the visible appearance of the sediment and might have other natural plausible explanations like sampling error.

An index based on the algal composition on the shoreline which is proposed as a biological quality element in the WFD, was calculated for the area and classified the water body in the area as GOOD i.e. next to the best quality class.

# 1. Sonderende undersøkelse

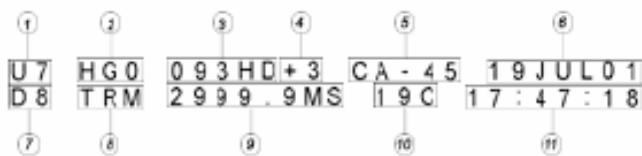
## 1.1 Befaring av området med fjernstyrt undervannsrobot (ROV)

På en befaring i området foretatt 23/4/2006, ble det enighet om at det skulle foretas en sonderende undersøkelse før utvelgelse av stasjonsnett for sedimentprøvetaking. Under den sonderende undersøkelsen ble området utenfor bryggen ved Konglungen 48 undersøkt med en fjernstyrt undervannsrobot (Figur 1 A). Roboten gir informasjon om dybde, temperatur, tid, kameravinkel for begge kameraene (ett sort hvitt og ett fargekamera), samt indikasjoner på hvordan enheten manøvreres. I tillegg ble enheten utstyrt med en GPS svinger som ga signal inn til en annen GPS-link som var festet under vann til en av bryggestolpene. Hensikten var å registrert eksakt hvor ROVen ble manøvrert på kartet. Dessverre virket ikke denne enheten tilfredsstillende ettersom området var for grunt slik at signalene fra GPS-svingeren på ROVen ikke ble mottatt av mottakeren på brygga.

A



B

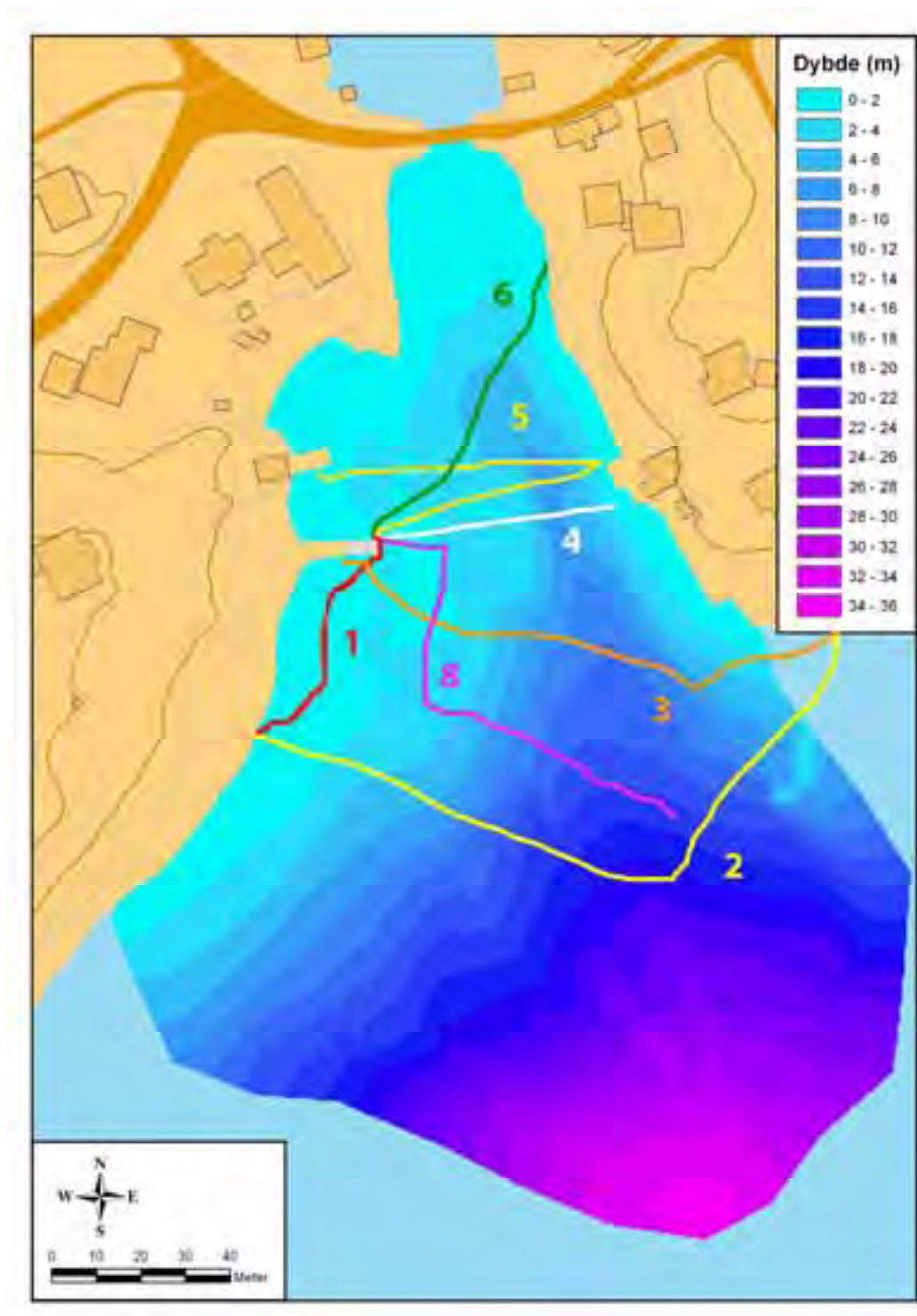


### Video Overlay

- |                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1. Vertical thruster UP GAIN | 7. Vertical thruster DOWN GAIN |
| 2. Horizontal thruster GAIN  | 8. Trim ON/OFF – Light Level   |
| 3. Heading                   | 9. Depth                       |
| 4. Turns Counter             | 10. Temperature                |
| 5. Camera Angle              | 11. Time                       |
| 6. Date                      |                                |

**Figur 1.** Fjernstyrt undervannsrobot LBV 150 – SeaBotix. A) Selve enheten med kabel, styrekonsole og strømforsyning. B) Forklaring på hva som legges på videoen som "overlay" (Bilder fra manualen).

Ruten for ROVen er derfor tegnet inn for hånd (se Figur 2) og er ikke eksakte posisjoner. Hensikten med å benytte ROV var å få et førsteinntrykk av området undervann. Mens roboten ble manøvrert lang strekningene i Figur 2, ble registreringene fra fargekameraet på ROVen tatt opp på en videospiller. Utdrag fra video-opptakene vil bli sammenstilt på en CD/DVD.



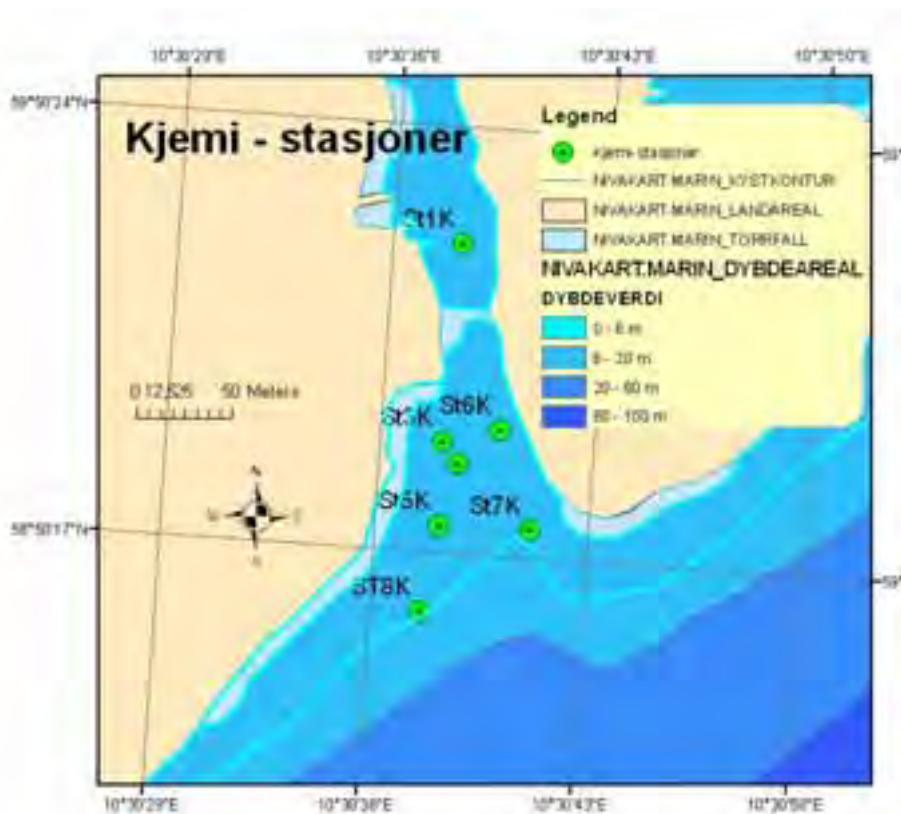
**Figur 2.** Strekningene som ble dekket av ROV- kjøring.

Strekning 1 (rødt) ble kjørt to ganger for å stabilisere ROVen med blylodd i forhold til vannets tetthet. Alle strekningene som ble kjørt dekket til sammen området utenfor kaianlegget på en måte som er tilstrekkelig til å kunne vurdere hvor en skulle ta prøver for bløtbunnsfauna og sediment kjemi.

## 2. Innhold av miljøgifter i sedimenter

### 2.1 Stasjonsnett

Etter å ha foretatt den sonderende undersøkelsen utenfor bryggen ved Konglongen 48, ble stasjonsnettet for den kjemiske prøvetakingen av sedimenter samt stasjonsnett for bløtbunnsprøvetaking fastsatt. Figur 3 viser stasjonsnettet for innsamling av sediment til analyser av metaller og organiske miljøgifter.



**Figur 3.** Stasjonsnett for prøvetaking av sedimenter til analyse av metaller og organiske miljøgifter.

### 2.2 Metodikk

Innsamlingen til av prøver til sedimentanalyser ble foretatt med en kjerneprøvetaker fra en lettboat. Prøvetakeren fires ned til like over bunnen, hvor den slippes raskt ned i sedimentet. Et plexiglassrør penetrerer ned i sedimentet. Hvor langt ned røret kommer avhenger av sedimentes beskaffenhet. Et finkornig sediment med høyt vanninnhold vil gi bedre/større prøver enn et grovt sediment med lite vanninnhold. Etter at røret berører bunnen vil en gummikork automatisk stenge toppen av røret. Vannet kan strøkke ut, men når coreren trekkes ut av sedimentet vil sedimentkjernen inne i røret forbli i røret da gummiproppen forårsaker et undertrykk. Prøvene ble tatt forsiktig opp i båten og snittet på land. Prøver ble tatt fra overflatesedimentet ned til 2cm (0- 2cm) og fra 2cm og ned til 7cm (2-7cm). Sedimentet på stasjon 3 var vanskelig å ta med prøvetakeren og det ble bare tatt prøve fra 0-

2cm intervallet på denne stasjonen. På stasjon 5 og 8 var også sedimentet av en slik beskaffenhet at det ikke lot seg gjøre å ta prøve med kjerneprøvetakeren. Dermed ble prøvene her tatt med en Van Veen grabb.

### 2.3 Sediment

Sedimentene var noe grovere på de grunnere og mer eksponerte steder (St. 4, 5, 7 og 8), mens på mer beskyttete steder som på stasjon 1 og 6 samt til dels også på stasjon 3, var sedimentet finere og inneholdt mer vann. En kan tydelig se forskjellen mellom prøvesylindrene (Figur 4). Sedimentene fra stasjon 1 og 6 luktet av hydrogensulfid ( $H_2S$ ) noe som tyder på mye organisk innhold, mens sedimentet fra de andre stasjonene virket forholdsvis friske og gråaktig.



**Figur 4.** Sediment fra 5 stasjoner fra Konglungen. Fra høyre mot venstre sees kjerneprøve fra stasjon 1, 3, 4, 6 og 8.

Tabellen (Tabell 1) viser posisjoner og vanddyb for de stasjonene hvor det ble tatt sedimentprøver.

**Tabell 1.** Prøvedyp og posisjon for sedimentprøvetaking.

Stasjon	Posisjon N	Posisjon Ø	Dyp
St 1	59 50.356	10 30.639	2 m
St 3	59 50.311	10 30.631	2.6 m
St 4	59 50.305	10 30.642	2.6 m
St 5	59 50.288	10 30.634	3 m
St 6	59 50.314	10 30.670	7.2 m
St 7	59 50.289	10 30.686	11.2 m
St 8	59 50.254	10 30.606	10m

## 2.4 Analyseparametre

Det ble valg å analysere sedimentene for de stoffene som har vært skissert i SFTs "Veileder for håndtering av forurensede sedimenter" (Systad et al. 2003) og SFTs "Risikovurdering av forurenset sediment. Bakgrunnsdokument til veileder" (Breedveld et al. 2005.). Ut fra disse dokumentene samt en gjennomgang av flere tillatelser til mudring av forurensete sedimenter, ble alle standard parametrene av metaller og organiske miljøgifter inkludert i denne undersøkelsen. I tillegg ble 4 ekstra metaller og tinnorganiske forbindelser inkludert, da disse også er relevante for vurdering av tillatelse for mudring, spesielt i områder som har mye båttaktivitet som marina og i nærheten av eldre båtslipp/båtbyggeri. Alle elementer/forbindelser som ble inkludert i analysene er listet i Tabell 2. I tillegg er totalt tørrstoff analysert

**Tabell 2.** Metaller og organiske miljøgifter som er analysert. Alle analysene er akkreditert.

Forbindelser	Forkortelse	NIVA-kode i resultatskjema	Deteksjonsgrense i µg/g tørrstoff
Cadmium	Cd	Cd/ICP-Sm	0.2
Krom	Cr	Cr/ICP-Sm	0.3
Kopper	Cu	Cu/ICP-Sm	0.2
Kvikksølv	Hg	Hg-Sm	0.005
Nikkel	Ni	Ni/ICP-Sm	0,4
Bly	Pb	Pb/ICP-Sm	2
Sink	Zn	Zn/ICP-Sm	1
Polykorerte Bifenylar*	PCB <sub>7</sub>	ΣPCB <sub>7</sub>	
Polyaromatiske Hydrokarboner**	PAH <sub>16</sub>	ΣPAH <sub>16</sub>	

\* De 7 viktigste

\*\* De 16 viktigste

De 7 polyklorerte bifenylar (PCB<sub>7</sub>) og de 16 polyaromatiske hydrokarboner som til sammen danner utgangspunktet for beregning av PCB<sub>7</sub> og PAH<sub>16</sub> er listet i Tabell 3 under.

**Tabell 3.** Forbindelser som inngår i PCB<sub>7</sub> og PAH<sub>16</sub>. Alle analysene er akkreditert.

Forbindelser	Forkortelse	Forbindelser som inngår i PBC <sub>7</sub>	NIVA-kode i resultatskjema	Deteksjonsgrense i µg/kg tørrstoff
Polykloretebifenyl	PCB <sub>7</sub>	PCB 28	CB28-Sm	0.5
		PCB 52	CB52-Sm	0.5
		PCB 101	CB101-Sm	0.5
		PCB 118	CB118-Sm	0.5
		PCB 138	CB138-Sm	0.5
		PCB 153	CB153-Sm	0.5
		PCB 180	CB180-Sm	0.5

Fortsettelse Tabell 3

Forbindelser	Forkortelse	Forbindelser som inngår i PAH <sub>16</sub>	Inngår i PAH <sub>16</sub>	NIVA-kode i resultatskjema	Deteksjonsgrense i µg/kg tørrstoff
Polyaromatisk e Hydrokarboner	PAH <sub>16</sub>	Acenaften	X	ACNE-Sm	1
		Acenaftyle	X	ACNLE-Sm	1
		Antracen	X	ANT-Sm	1
		Benzo(a)antracen	X	BAA-Sm	1
		Benzo(a)pyren	X	BAP-Sm	1
		Benzo(ghi)perylene	X	BGHIP-Sm	1
		Benzo(k)fluoranten	X	BKF-Sm	1
		Dibenz(a,c+a,h)anthracen	X	DBA3A-Sm	1
		Dibenzotiofen	X	DBTHI-Sm	1
		Fenanthren	X	PA-Sm	
		Fluorene	X	FLE-Sm	1
		Fluoranten	X	FLU-Sm	1
		Indeno(1,2,3-cd)pyren	X	ICDP-Sm	1
		Naftalen	X	NAP-Sm	1
		Perylen	X	PER-Sm	1
		Pyren	X	PYR-Sm	1
Chrysen	-	CHR-Sm	1		
Benzo(b+j)fluoranten	-	BBJF-Sm	1		



I Tabell 4 ses de tinnorganiske forbindelser som er analysert.

**Tabell 4.** Tinnorganiske forbindelser som er analysert.

Forbindelser	Forkortelse	NIVA-kode i resultatskjema	Deteksjonsgrense i $\mu\text{g}/\text{kg}$ tørrstoff
Monobutylltinn	MBT	MBT-Sm	1
Dibutylltinn	DBT	DBT-Sm	1
Tributylltinn	TBT	TBT-Sm	1
Monofenylltinn	MFT	MFT-Sm	1
Difenylltinn	DFT	DFT-Sm	1
Trifenylltinn	TFT	TFT-Sm	1

## 2.5 Resultater

Resultatene fra analysene er gjengitt i Tabell 5. Analyseresultatene fra de enkelte sedimentprøver er klassifisert i hht.SFTs miljøklassifisering for fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997). I denne klassifiseringen deles miljøkvalitetene inn i 5 klasser etter innhold av miljøgifter.

**Tabell 5.** Resultater fra analyser av metaller og organiske tinnforbindelser i sedimentprøver fra grunt vann mellom Konglungen og Konglungøya (stasjonsnett se Figur 3). Analyseresultatene fra de enkelte sedimentprøver er klassifisert i hht.SFTs miljøklassifisering for fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997). Klasse I = Blå "Ubetydelig forurenset", Klasse II = Grønn "moderat forurenset", Klasse III = Gul "Markert forurenset", Klasse IV = Orange "Sterkt forurenset" og Klasse V = Rød "Meget sterkt forurenset".

Stasjon nr.	Sediment-dyp(cm)	TTS	Cd $\mu\text{g}/\text{g}$	Cr $\mu\text{g}/\text{g}$	Cu $\mu\text{g}/\text{g}$	Hg $\mu\text{g}/\text{g}$	Ni $\mu\text{g}/\text{g}$	Pb $\mu\text{g}/\text{g}$	Zn $\mu\text{g}/\text{g}$	$\Sigma\text{PCB}_7$ $\mu\text{g}/\text{kg}$	$\Sigma\text{PAH}_{16}$ $\mu\text{g}/\text{kg}$
1	0-2	45	0,4	29,3	39,2	0,21	28	48,8	129	9,05	130530*
1	>2	38	0,6	40,8	70,1	0,31	40,7	57,5	183	26,4	50040*
3	0-2	49	<0,2	22,2	9,86	0,13	23,3	10	90,8	6,77	2673,8
4	0-2	77	<0,2	8,1	2	0,02	4,5	2	12	0	237,3
4	>2	79	<0,2	5,6	2	0,04	4,2	3	12	0	511,5
5	0-2	67	<0,2	14,9	6,1	0,04	12	6,3	30	4,2	295,2
5	>2	76	<0,2	10,8	3,7	0,03	8,4	4,5	22	0	325,5
6	0-2	41	0,7	35,5	83,1	0,6	28,7	51,8	185	12,74	18607*
6	>2	35	1,7	51,7	144	1,52	39	104	376	68,81	16375*
7	0-2	73	<0,2	16	12,1	0,22	13	16	39	11,3	5586*
7	>2	74	<0,2	16	11,9	0,22	12	15	40,7	3,92	7541*
8	0-2	82	<0,2	18,8	6,54	0,04	19,3	10	38,4	0	138,9
8	>2	80	<0,2	18,2	5,6	0,04	17,8	10	36,1	0	175,7

## Metaller

Resultatene viser at området lite belastet av metaller. Stasjon 6 og 1 er de stasjonene som er noe belastet. Sediment dypere enn 2cm er mer belastet enn overflatesedimentet. Dette tyder på at belastningen har vært større tidligere år, men selv i dag kan det spores moderat forurensing av metaller i øvre lag av sedimentene (vist med grønt). Det er i hovedsak kadmium (Cd) og kvikksølv (Hg) som utgjør den markerte forurensingen av dypere sedimentlag, med hhv. 7 og 10 ganger høyere enn antatt bakgrunnsnivå. I området hvor det sannsynligvis er aktuelt å foreta mudring dvs. avgrenset av stasjonene 3, 4 og 5 er ikke sedimentene forurenset av metaller. Alle verdier ligger på bakgrunnsnivå.

## PAH<sub>16</sub>

Høye konsentrasjoner av PAH<sub>16</sub> indikerer oljeforurensning. Det foregår mye småbåttraffik i sundet og det har visstnok vært en slipp/båtverksted på nordsiden av sundet i tidligere år. En kunne derfor i utgangspunktet forvente en viss forurensning av PAH<sub>16</sub> i området. Resultatene viser også at dette er tilfelle. Området er lokalt sterkt belastet med PAH<sub>16</sub> og igjen er det stasjon 1 og 6 som er hhv. ”Meget sterkt forurenset” og ”Sterkt forurenset”. I tillegg er stasjon 7 også noe mer belastet (Markert forurenset i øvre sedimentlag og Sterkt forurenset i dypere lag). Stasjon 7 ligger like utenfor og noe dypere enn stasjon 6. Oljeforurensede partikler vil naturlig transporteres ned mot dype groper og grøfter i sjøen med akkumulasjonsbunn. Ved stasjon 8, som ligger like dypt som stasjon 7, er innholdet av PAH<sub>16</sub> i sedimentet lik antatt bakgrunnsnivå. Relativt høye PAH-konsentrasjoner på sør-siden av broen mellom Konglungen og Konglungøya, ser derfor ut til å være begrenset til dyprenna som faller fra stasjon 6 og utover mot og muligens noe forbi stasjon 7.

## PCB<sub>7</sub>

Belastningen av PCB<sub>7</sub> viser tilsvarende mønster som for metaller med en ”Markert forurensning” i de dypere sedimentlag på stasjon 1 og 6. På de andre stasjonene er konsentrasjonene av PCB<sub>7</sub> så lave at de er lik eller tenderer mot bakgrunnsnivå.

## TBT

Tributyltinn ble tidligere benyttet i stort omfang i bunnstoff på små og store båter. Det er nå totalforbud mot bruk av tinnorganiske forbindelser på småbåter ettersom det påvirker forplantningsevnen til enkelte organismer, spesielt bløtdyr som snegler. I regi av FNs skipsfartsorganisasjon IMO (International Maritime Organisation) har det også vært arbeidet for å få et forbud mot bruk av slike forbindelser på skip. Dette forbudet antas å bli fullt operativt først i 2008

Området som her er undersøkt har vært benyttet som ankringsplass og som ferdslåre for småbåter. Det er derfor ikke unaturlig at en finner høye konsentrasjoner av TBT og dens nedbrytningsprodukter i sedimentene som er undersøkt (Tabell 6). Det er særlig sedimenter med lavt tørrstoffinnhold <50% (akkumulasjonsbunn) som inneholder de høyeste konsentrasjoner av TBT og dens nedbrytningsprodukter. Tabell 6 viser at det er stasjon 1 og 6 som igjen skiller seg ut. Innholdet i dypere sedimentlag på stasjon 6 er spesielt høyt, men det

foreligger høyere usikkerhet ved denne prøven enn de andre.. Sedimentet fra stasjon 4 og 8 viser ingen spesiell belastning. Overflatesedimentet på stasjon 3 som ligger noe i en bakevje er også ”Sterkt forurenset” av TBT.

**Tabell 6.** Innhold av tinnorganiske forbindelser i sedimenter utenfor Konglungen (Stasjonplassering sees på Figur 3). Analyseresultatene fra de enkelte sedimentprøver er klassifisert i hht. SFTs miljøklassifisering for fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997). Klasse I = Blå ”Ubetydelig forurenset”, Klasse II = Grønn ”moderat forurenset”, Klasse III = Gul ”Markert forurenset”, Klasse IV = Orange ”Sterkt forurenset” og Klasse V = Rød ”Meget sterkt forurenset”. MBT = Monobutyltinn, DBT = Dibutyltinn, TBT = Tributyltinn, MPHT = Monofenyltinn, DPHT = Difenyltinn og TPHT = Trifenyltinn. Det må noteres at disse prøvene ikke er akkrediterte ved NIVAs laboratorium.

Stasjon nr.	Sediment-dyp(cm)	TTS	MBT µg/g	DBT µg/g	TBT µg/g	MPHT µg/g	DPHT µg/g	TPHT µg/g
1	0-2	45	49,0	45,0	160,0	12,0	5,6	5,3
1	>2	38	14,0	16,0	54,0	4,5	i	2,0
3	0-2	49	6,9	10,0	60,0	2,1	i	<1
4	0-2	<b>77</b>	2,2	<1	<1	<1	i	<1
4	>2	<b>79</b>	1,3	<1	1,9	<1	i	<1
5	0-2	<b>67</b>	3,6	2,9	5,4	2,3	i	3,7
5	>2	<b>76</b>	3,3	3,3	8,1	1,8	i	<1
6	0-2	41	73,0	86,0	170,0	15,0	8,3	6,1
6	>2	35	500,0	12000*	19000*	54,0	27,0	21,0
7	0-2	<b>73</b>	6,4	6,8	13,0	1,6	3,7	<1
7	>2	<b>74</b>	10,0	9,5	11,0	1,2	1,7	<1
8	0-2	<b>82</b>	3,4	<1	<1	<1	<1	<1
8	>2	<b>80</b>	3,2	3,1	1,9	<1	<1	<1

i - Forbindelsen er dekket av en interferens i komatogrammet

\* - Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen

### Konklusjon – miljøgifter i sediment:

Innholder av metaller i sedimentene var svært lave tatt i betraktning tidligere bruk av området og de fleste prøvene inneholdt konsentrasjoner av metaller på bakgrunnsnivå. Området var imidlertid lokalt sterkt til meget sterkt forurenset av organiske miljøgifter. Av de organiske miljøgiftene var det hovedsakelig oljeforurensing (PAH<sub>16</sub>) og tinnorganiske forbindelser dvs. gamle synder fra bunnstoff brukt til båter (Tinnorganiske forbindelser) som ble observert i til dels meget høye overkonsentrasjoner. Det var særlig prøver fra akkumulasjonsbunn (stasjon 1, 6 og til dels 7) som viste seg å være mest forurenset. Ett unntak var den sterkt forhøyete konsentrasjoner av TBT i overflatesedimentet på stasjon 3. Det foreligger ingen prøver fra dypere sedimentlag på denne stasjonen. Sedimentet fra denne stasjonen hadde et lavt tørrstoffinnhold slik som stasjon 1 og 6, og kan mest sannsynligvis tilskrives at stasjonen ligger i en bakevje bak brygga og danner en liten lokal fordypning i området. Stasjonen ligger også like ved moringer for flere småbåter, noe som kan forklare det høye innholdet av TBT.

Dersom det skal utføres mudring og denne begrenses til de grunne områdene rundt stasjon 3, 4 og 5 vil en i hovedsak ikke berøre sedimenter med høye miljøgiftkonsentrasjoner, og det

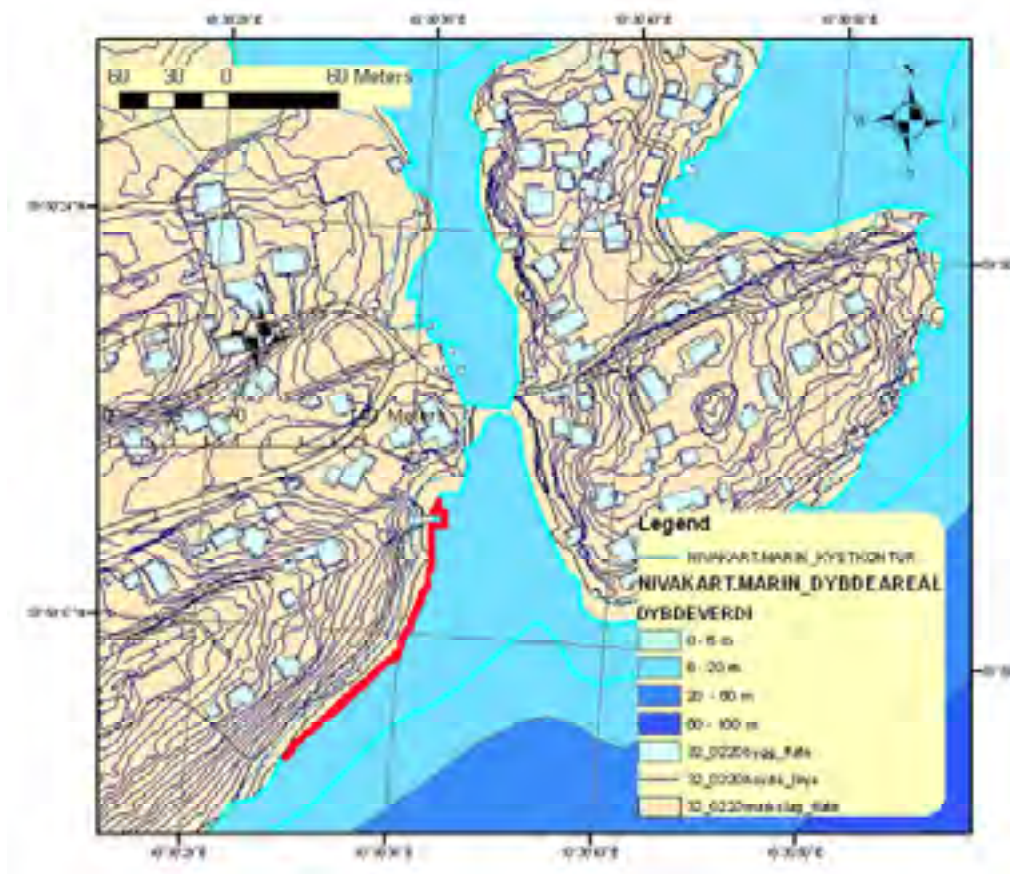
antas at miljømyndighetene vil stille begrensede krav med hensyn til gjennomføring av mudringsoperasjonen. Skal det derimot mudres i dyprenna ved stasjon 6 og 7 vil sedimenter med relativt høye miljøgiftkonsentrasjoner bli berørt. Med utgangspunkt i SFTs retningslinjer vedrørende mudring og dumping, kan en derfor ikke utelukke at myndighetene vil stille spesielle krav med hensyn til både hvordan mudringsoperasjonen gjennomføres og til deponering av disse sedimentene som skal mudres.

### 3. Fjæresonen – Alger og dyr

#### 3.1 Undersøkellesområdet

Strandlinjen som ble undersøkt strekker seg over alle tre eiendommene som eies av Kjell Inge Røkke (rødt på Figur 5). Det ble foretatt en enkel inventering av alger og dyr av hhv. en marine botaniker og en marin zoolog, først ved å gå i fjæresonen, deretter svømmende langs strandkanten.

Ved den vestligste del av eiendommene bestod fjæra av en blanding grus og grov steinstrand, den midtre er en steinstrand med litt større stein og fjell, og den østligste er karakterisert ved grus og sandstrand. Området er relativt åpent mot sør-sørøst og ved sterke vinder fra sør-sørøst vil det kunne dannes ganske store bølger. Området kan defineres som moderat eksponert av bølger unntatt nord for bryggen ved stasjon 3 som er mer beskyttet.



**Figur 5.** Området som ble undersøkt for fastsittende alger og dyr (rød strek).

### 3.2 Resultater – Alger

Generelt sett var forholdene i fjæra god. Algesamfunnene var dominert av tangarter og rødalger mens forekomsten av forurensingsindikerende grønnalger var liten. Sannsynligvis var det noe tidlig på året for at masseforekomster av grønnalger skulle opptre, men forkomst av flere tangarter samt mange andre flerårige arter, indikerte gode forhold. Algesamfunnene endret seg noe fra den sørvestge del av den undersøkte strandstrekningen med tydelig mer eksponerte forhold, til beskyttete forhold nord for bryggen lengst øst. Artslistene er vedlagt i Vedlegg B.

Strandområdet er forsøkt klassifisert etter et nytt system som er under utvikling innen EUs Vannrammedirektiv (Vedlegg B). Vannrammedirektivet pålegger alle land å typifisere og karakterisere kvaliteten av alle sine vanntyper. Myndighetene skal nå basere sine karakteriseringssystem mest på biologiske elementer og ikke, som tidligere, på innhold av miljøgifter i resipienten. Kvalitetsskalaen er inndelt i 5 klasser analogt med Statens Forurensningstilsyns 5 klasser fra dårlig til høy vannkvalitet. Vannmasser (water-bodies) som faller innen de to høyeste klassene – god og høy kvalitet, tilfredstiller kravene til akseptabel tilstand og ingen tiltak er nødvendig. Skulle derimot en vannmasse karakteriseres som moderat, vil en måtte iverksette tiltak for å tilbakeføre vannmassen til minimum god kvalitet. Algevegetasjonen som ble observert er benyttet til å karakterisere vannkvaliteten på Konglungen. Det må sies at indeksen som her er benyttet ikke er en offisiell indeks ennå, men er under utvikling og harmonisering med andre land innen EU. Beregning av den multimetriske algeindeksen resulterte i at området ble klassifisert som GOD, dvs. i nest høyeste klasse.

### 3.3 Resultater – Dyr

Det ble gjort en enkel registrering av marine dyr i strandkanten og på grunt vann, ned til ca. 1 meters dyp, i området nedenfor de tre eiendommene. Det ble fokusert på fastsittende og langsomt bevegelige dyr og det ble ikke registrert under steinene.

Biologien i strandområdet var typisk for bølgeeksponerte områder i indre Oslofjord (Tabell 7). Det rikeste dyrelivet ble registrert nedenfor den midterste eiendommen, hvor det også var best tilgang på leveområder (variasjon i substrat). Stort sett var miljøtilstanden god, men noe redusert helt vest i området, og i øst bak den store bryggen.

Øverst i strandkanten var det spredte forekomster av liten strandsnegl og fjærerur. Det var også store forekomster av juvenile (unge) rur, sannsynligvis fjærerur det også. Forekomstene av blåskjell var vanlige til dominerende, med de største forekomster rundt 0 meters dyp. De tre nevnte arter er tilpasset bølgepåvirkning og perioder med uttørring, og vil derfor ofte dominere øverst på moderat bølgeeksponerte strender. Der var også ganske mye tomme blåskjellskall som bølger har skylt opp på stranden.

Ved 0-metern og litt dypere nede var det mye av den store strandsneglen, og fortsatt ganske mye blåskjell. Under vannflaten, på alger og stein, vokste den lille posthornmarken og på stein var det gode forekomster av trekantmark. Det ble observert en del små kutlinger av ulike slag, samt en skrubbe. Inn i mellom tang og stein svømte reker, de fleste var sannsynligvis strandreker. Små hydroider av artene *Laomedea geniculata* og *Dynamena pumila* ble funnet

sporadisk på tang. Senere i sommersesongen vil disse ha vokst seg til og en vil sannsynligvis finne større forekomster. På skyggesiden av litt større stein var det forekomster av brødsvamp, dette er et tegn på at vannutskiftningen i området er god.

Det var få pigghuder, noen få små kråkeboller og et stort dødt korstroll var de eneste som ble funnet. Antageligvis er det litt for bølgepåvirket, og muligens for mye ferskvannspåvirket, til at pigghuder liker seg på grunt vann i dette området.

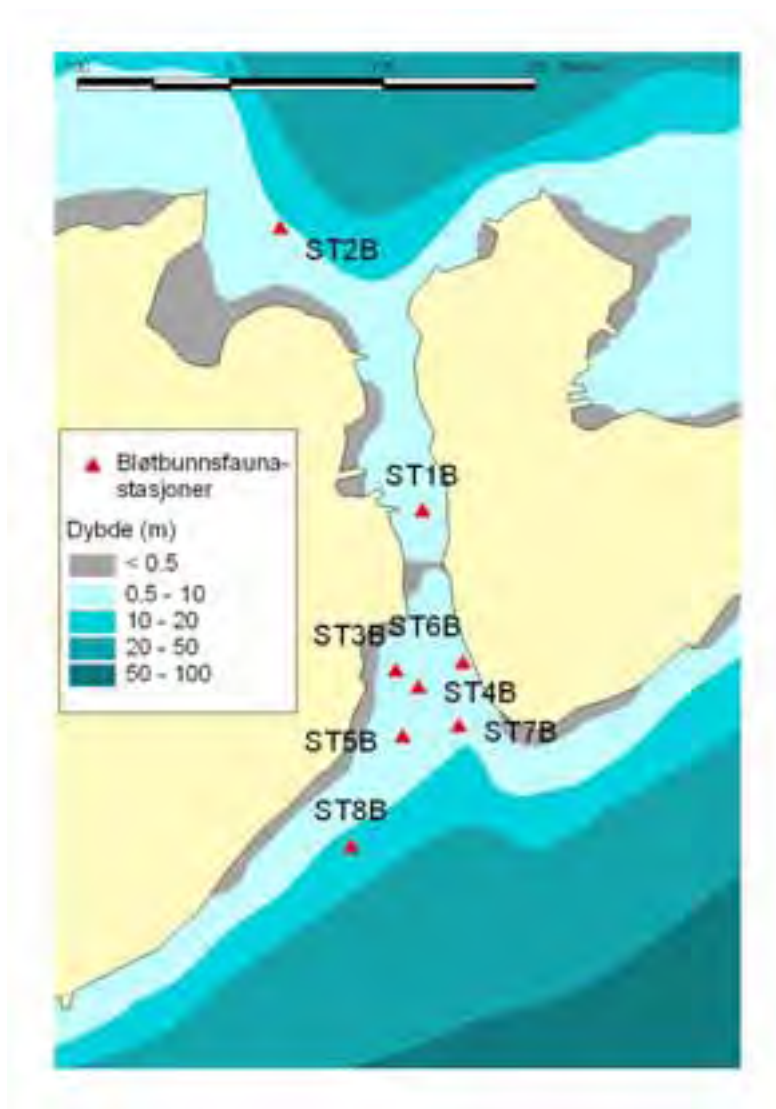
**Tabell 7.** Konglungen. Dyr registrert ved befaring langs strandkanten og ned til ca. 1 m dyp ved de tre eiendommene (se Figur 5). (+) = enkeltfunn, + = spredte forekomster, ++ = vanlig forekommende, +++ = stor forekomst; dominerende.

<b>SVAMP</b>		
<i>Halichondria panicea</i>	brødsvamp	+
<b>NESLEDYR</b>		
<i>Laomedea geniculata</i>	bjellehydroide	+
<i>Dynamena pumila</i>	hydroide	+
<b>MANGEBØRSTEMARK</b>		
<i>Spirorbis</i> sp.	posthornmark	++
<i>Pomatoceros triqueter</i>	trekantmark	++
<b>KREPSDYR</b>		
<i>Balanus balanoides</i>	fjærerur	+++
<i>Balanus</i> sp. juv. cf. <i>Palaemon elegans</i>	cf. fjærerur, unge individer strandreke	+++ +
<b>BLØTDYR</b>		
<i>Acmaea</i> cf. <i>tessulata</i>	marmorert skilpaddesnegl	+
<i>Littorina littorea</i>	stor strandsnegl	+++
<i>Littorina saxatilis</i>	liten strandsnegl	++
<i>Littorina obtusata</i>	butt strandsnegl	++
<i>Mytilus edulis</i>	blåskjell	+++
muslingskall		++
eggmasse fra snegl		+
<b>PIGGHUDER</b>		
<i>Psammechinus miliaris</i>	tangsjøpiggsvin	+
<i>Asterias rubens</i>	vanlig korstroll	(+)
<b>MOSDYR</b>		
<i>Electra pilosa</i>		++
<i>Alcyonidium hirsutum</i>		+
<b>FISK</b>		
Gobiidae	kutlingfamilien	+
<i>Platichthys flesus</i>	skrubbe	(+)

## 4. Bløtbunnsdyr

### 4.1 Stasjonsnett

Det ble valgt å ta 8 stasjoner til undersøkelse av bløtbunnsorganismer. Stasjonen 3B, 4B og 5B ligger innen det tentative mudringsområdet, mens stasjonen 8B fungerte som en referansestasjon for området.



**Figur 6.** Prøvetakingsstasjoner St1B til St8B for analyser av bløtbunnsfauna.

### 4.2 Metodikk

Det ble tatt grabbprøver (0.025m<sup>2</sup>) på åtte stasjoner (Figur 6). Det ble funnet i alt 48 arter. Fullstendige artslistene er gitt i Vedlegg C.



Basert på artsantall (S) og antall individer (N) funnet på hver stasjon, er det beregnet en indeks for biologisk mangfold – en diversitetsindeks ( $H'$ ) for stasjonene. Denne indeksen er benyttet i SFT's tilstandsklassifiseringssystem (Molvær et al. 1997).

### 4.3 Resultater – bløtbunnsdyr.

**Tabell 8.** Artstall, individtall og artsmangfold av bløtbunnsdyr på stasjonene. Fargekoder i hht. SFTs klassifisering av tilstand for bløtbunnsfauna; Grønn = god, Gul = mindre god og orange = dårlig (Molvær et al. 1997).

Konglungen 5. mai 2006

Stasjon	S	N	$H'$
ST1B	8	21	2.47
ST2B	10	28	2.58
ST3B	17	81	3.50
ST4B	4	5	1.92
ST5B	20	93	3.40
ST6B	7	11	2.66
ST7B	8	11	2.73
ST8B	18	33	3.65

S = antall arter

N = antall individer

$H'$  = artsmangfold (Shannon indeks)

Faunaen var nokså typisk for grunne bløtbunnsområder i indre Oslofjord. Tilstanden var stort sett mindre god eller god, men dårlig på en av stasjonene (ST4B). De mest tallrike artene (*Scoplos armiger*, *Tubificoides benedii*, *Mediomastus fragilis*, *Capitella capitata*, *Eteone sp.*) er alle forurensningstolerante arter.

Sammenlignes klassifiseringen av bløtbunn med klassifiseringen av miljøgifter i sedimenter, er det til dels godt samsvar. Unntaket er stasjon 4 hvor det ikke ble funnet forhøyede konsentrasjoner av metaller og organiske miljøgifter, mens klassifiseringen basert på bløtbunnsfauna resulterte i at stasjonen falt i gruppen "sterkt forurenset". Stasjon 3 var den stasjonen som ble karakterisert som "sterkt forurenset" basert på tinnorganiske forbindelser, men denne stasjonen var lik referansestasjonen og stasjon 5 basert på bløtbunnsfauna. Det var vanskelig å ta sedimentprøver på stasjonene med høyt tørrstoffinnhold slik at selve prøvetakingen på stasjon 4 kan ha vært ufullstendig.

## 5. Ekstra undersøkelser – Detaljkartlegging av bunndyp

### 5.1 Bakgrunn

For å danne seg et bedre bilde av selve området ble det foretatt en detaljert undersøkelse av bunnforholdene med ekkolodd utenfor det aktuelle området. Resultatene fra en slik detaljkartlegging av bunnforholdene ville kunne gjøre en evaluering av resultatene fra sediment og bløtbunnsanalysene lettere. Det vil også forhåpentlig være til nytte for oppdragsgiver i hans videre planer med hensyn til mudring av området.

### 5.2 Metodikk

Det ble benyttet et spesial ”single beam” ekkolodd - EA 400 med 38 og 200kHz ”Dual transducer” fra Kongsberg – Simrad. NIVA samarbeider med Kongsberg – Simrad med utviklingen av dataprogram som skal gjøre det lettere å karakterisere sedimenttypene på bunnen. Klokkene på ekkoloddet og på en GPS om bord i lett båten ble først synkronisert. Data fra ekkoloddet og GPSen ble deretter logget i to bærbare datamaskiner. Dataene ble deretter eksportert til ArcGIS 9.0 og det ble benyttet en funksjon TopoToGrid i Spatial Analyst (ArcGIS Extension) for å lage bunnprofilene.

Data som ble benyttet som inputdata for interpoleringen var z-verdiene fra ekkolodd registreringene. Det ble deretter trukket et polygon rundt det aktuelle området for å kunne avgrense det området som skulle/kunne kartlegges. Lang kystlinjen ble det laget et punktlag med z-verdier lik 0. Cellestrørrelsen for interpoleringsalgoritmen ble satt til 0,5m.

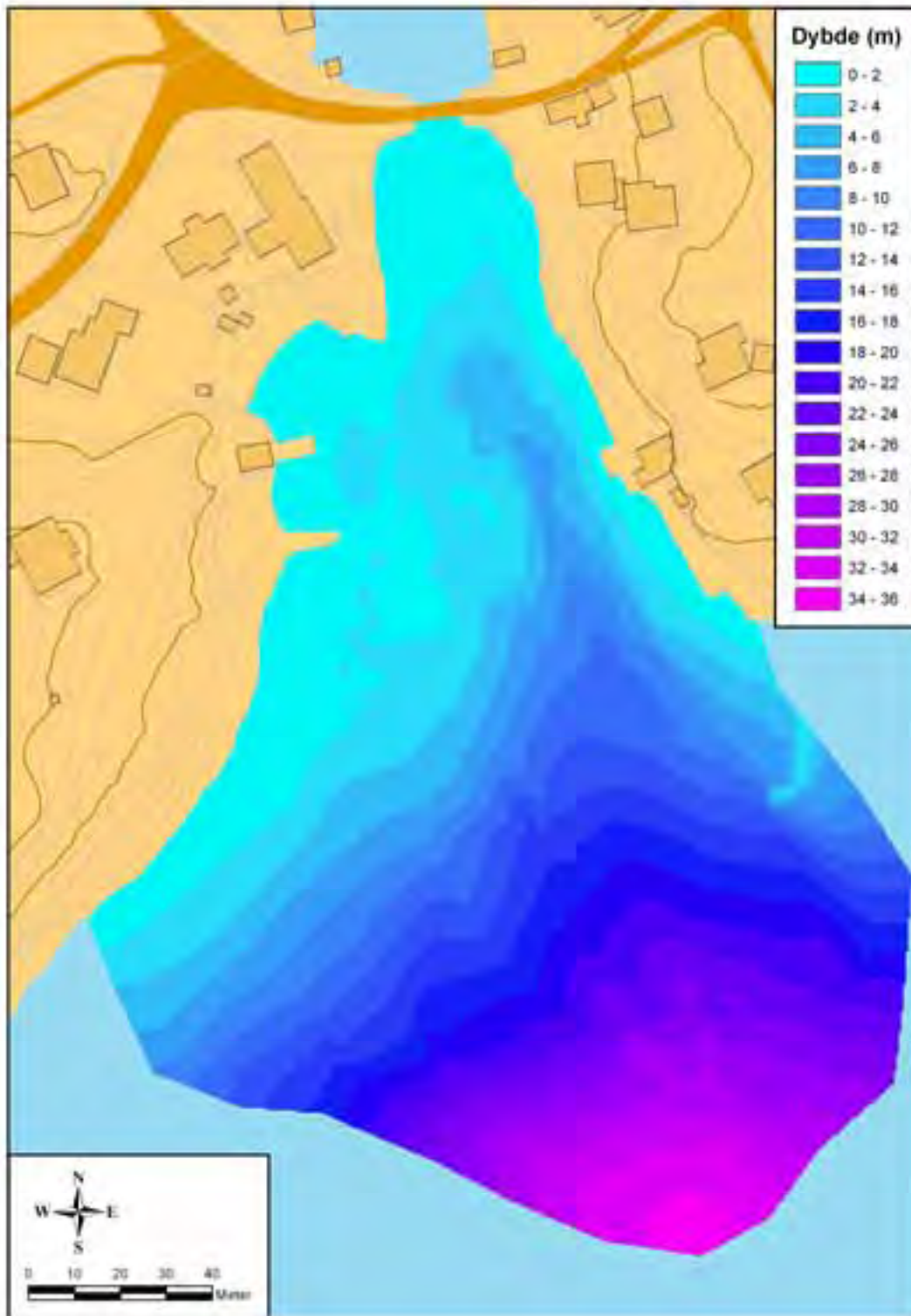
### 5.3 Resultater

Figur 7 viser ruten som ble kjørt med lett båt og ekkolodd, og som ga utgangspunktet for interpoleringen av bunntopografien. Kryssende kurser vil forbedre det endelige resultat. Det ble forsøkt å gå så nært land som mulig under kartleggingen.

Resultatene fra ekkolodd registreringen er gjengitt i Figur 8. Den viser at fra det dypeste område i sør strekker det seg en smal renne opp fra 10-12m dyp nordover mot brua. Kløften breder seg ut i området rett øst for bryggene på bildet (Figur 8). I området rett utenfor bryggen til eiendom er dypet under 2m, mens et større område utenfor dette er dypet mellom 2 og 4m. Det er en forholdsvis bratt helling fra 4m og ned til 6-7m rett øst for bryggen tilhørende eiendom nr. 48. Ut fra videoen kan det også spores fjellformasjoner i denne bratte hellingen. Det kan også sees ut som det stikker ut en grunne øst i det avgrensede kartleggingsareal (rett under tegnforklaringen på Figur 8.) En slik grunne er sannsynligvis et artifakt og skyldes mest sannsynlig at det var på dette punktet at registreringen ble avsluttet. Dette er synliggjort i Figur 9.

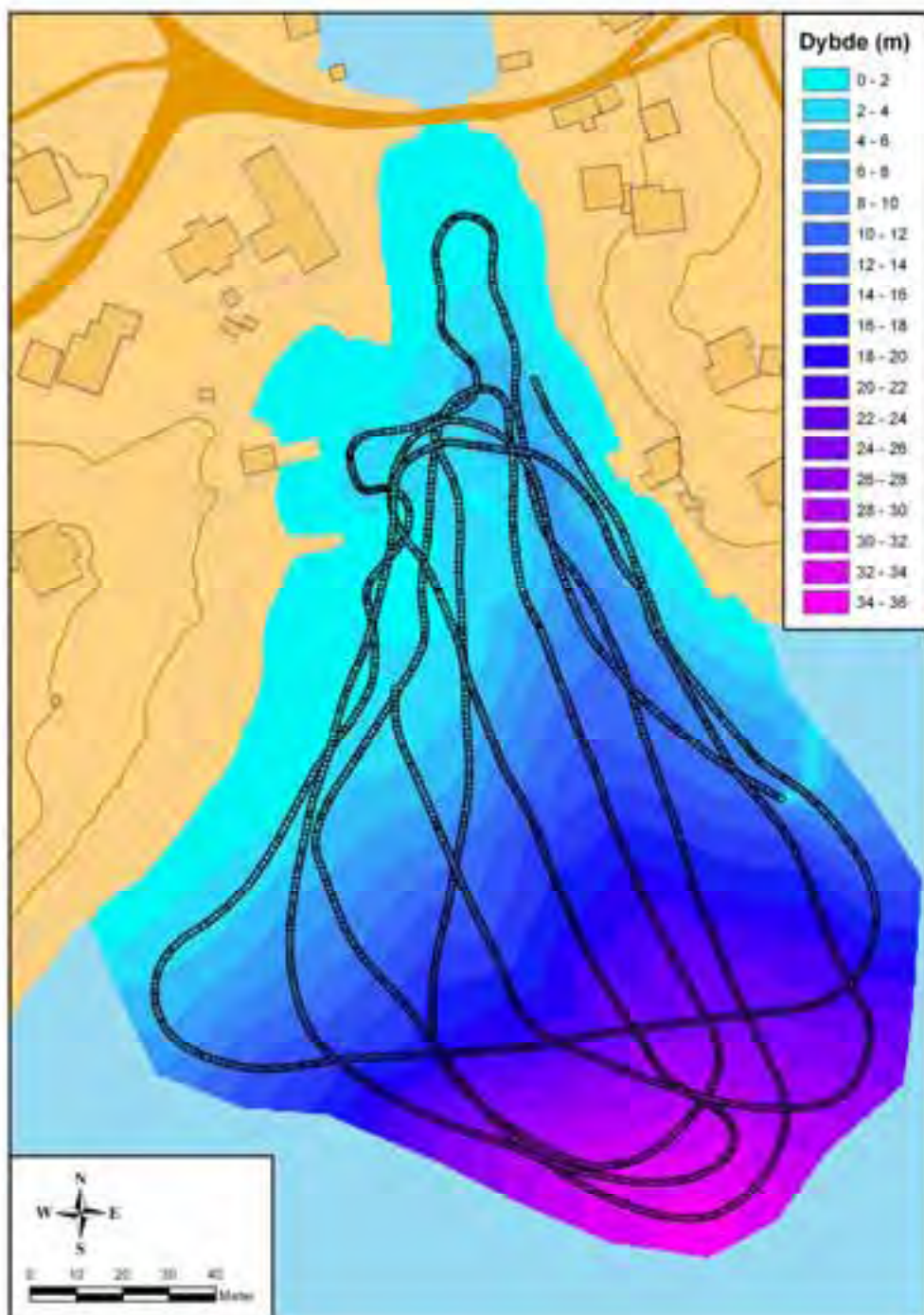


**Figur 7.** Tracing – strekninger som ble kjørt for kartlegging med ekkolodd.



**Figur 8.** Detaljerte dypdeforhold mellom Konglungen og Konglunøya. Foretatt med et "single beam" ekkodd EA 400 (Kongsberg-Simrad).





**Figur 9.** Kartlagte bunntopografi med det registrerte strekninger som overlegg. Noter en sannsynlig feilkalkulering ved avslutning av registreringen (ca. kl. 1400 i det avgrensede arealet.)

## **6. Litteratur**

Molvær et al. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorden og kystvann. Veiledning. 97:03 SFT. TA 1467/1997. 26

Systad et al. 2003. Veileder for håndtering av forurensete sedimenter. SFT. TA 1979/2003. 58ss.

Breedveld et al. 2005. Risikovurdering av forurensete sedimenter. Bakgrunnsdokument til veileder. SFT. TA-2086/2005. 48ss.

## Vedlegg A. Analyseresultat

ARE	O 26209 St. 8 0-2 cm	82	<0,2	18,8	6,54	0,04	19,3	10	38,4	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
ARE	O 26209 St. 8 Dypere enn 2 cm	80	<0,2	18,2	5,6	0,04	17,8	10	36,1	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
ARE	O 26209 St. 1 Dypere enn 2 cm	45	0,4	29,3	39,2	0,21	28	48,8	129	2,8	2,6	1,1	1,3	0,6	0,65
ARE	O 26209 St. 1 0-2 cm	38	0,6	40,8	70,1	0,31	40,7	57,5	183	4,8	4,7	4,3	5,5	2,9	2,8
ARE	O 26209 St. 4 0-2 cm	77	<0,2	8,1	2	0,02	4,5	2	12	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
ARE	O 26209 St. 4 Dypere enn 2 cm	79	<0,2	5,6	2	0,04	4,2	3	12	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
ARE	O 26209 St. 5 Dypere enn 2 cm	67	<0,2	14,9	6,1	0,04	12	6,3	30	<0,5	<0,5	0,65	0,6	1,1	1,1
ARE	O 26209 St. 5 0-2 cm	76	<0,2	10,8	3,7	0,03	8,4	4,5	22	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
ARE	O 26209 St. 3 0-2 cm	49	0,3	22,2	9,86	0,13	23,3	10	90,8	0,84	0,97	1,2	1,5	0,96	1,3
ARE	O 26209 St. 6 Dypere enn 2 cm	35	1,7	51,7	144	1,52	39	104	376	20	19	11	9,6	4,3	4,3
ARE	O 26209 St. 6 0-2 cm	41	0,7	35,5	83,1	0,6	28,7	51,8	185	3,6	2,6	2,2	2,6	0,87	0,87
ARE	O 26209 St. 7 0-2 cm	73	<0,2	16	12,1	0,22	13	16	39	2,9	2,9	1,8	2,3	0,67	0,76
ARE	O 26209 St. 7 Dypere enn 2 cm	74	<0,2	16	11,9	0,22	12	15	40,7	1,3	1	0,7	0,92	<0,5	<0,5

Forts:

Merket	Seven Dutch	NAP-Sm	ACNLE-Sm	NE-Sm	FLE-Sm	DBTHI-Sm	PA-Sm	ANT-Sm	FLU-Sm	PYR-Sm	BAA-Sm	BKF-Sm	BAP-Sm
	µg/kg t.v. Beregnet*	µg/kg t.v. H 2-3	µg/kg t.v. H 2-3	g/kg t.v. H 2-3	µg/kg t.v. H 2-3	µg/kg t.v. H 2-3	µg/kg t.v. H 2-3	µg/kg t.v. H 2-3	µg/kg t.v. H 2-3	µg/kg t.v. H 2-3	µg/kg t.v. H 2-3	µg/kg t.v. H 2-3	µg/kg t.v. H 2-3
St. 8 0-2 cm	0	<3	<2	<2	<2	<2	11	3,6	27	23	13	6,2	9,6
St. 8 Dypere enn 2 cm	0	<3	<2	<2	2,4	<2	19	5,1	33	27	14	7,3	11
St. 1 Dypere enn 2 cm	9,05	s930	s470	s830	s1200	s1400	s8900	s8500	s29000	s21000	s14000	s4800	s8400
St. 1 0-2 cm	26,4	330	190	130	400	380	s3800	s2400	s10000	s7600	s5400	s2000	s3700
St. 4 0-2 cm	0	<3	<2	<2	<2	<2	22	4,4	51	39	19	10	17
St. 4 Dypere enn 2 cm	0	3,3	<2	<2	4,5	3,5	49	12	97	76	46	23	38
St. 5 Dypere enn 2 cm	4,2	9	<2	<2	3	<2	20	6,5	55	49	26	13	20
St. 5 0-2 cm	0	4,4	<2	<2	3,3	2,3	30	7,2	68	54	28	13	21
St. 3 0-2 cm	6,77	23	6	9,8	22	17	190	59	550	430	260	110	190
St. 6 Dypere enn 2 cm	68,81	140	59	30	66	65	830	250	s3100	s2700	s1500	s750	s1300
St. 6 0-2 cm	12,74	170	68	29	110	110	s1600	360	s3900	s3000	s1600	s730	s1300
St. 7 0-2 cm	11,33	59	24	17	46	33	s420	110	s1100	s850	s510	240	s430
St. 7 Dypere enn 2 cm	3,92	66	32	20	65	56	s860	200	s1600	s1200	s610	270	s500

Forts:

Merket	DBA3A-Sm	BGHIP-Sm	Sum PAH	PAH16	Sum KPAH	Sum NPd	MBT-Sm	DBT-Sm	TBT-Sm	MPhT-Sm	DPhT-Sm	TPhT-Sm	9BBJF-Sm
	µg/kg t.v. H 2-3	µg/kg t.v. H 2-3	µg/kg t.v. Beregnet*	g/kg t.v. Beregnet*	µg/kg t.v. Beregnet*	µg/kg t.v. Beregnet*	µg MBT/kg H 14-1*	µg/kg t.v. H 14-1*	µg/kg t.v. H 14-1*	µg/kg t.v. H 14-1*	µg/kg t.v. H 14-1*	µg/kg t.v. H 14-1*	µg/kg t.v. H 2-3
St. 8 0-2 cm	<2	9,8	144,4	138,9	36,5	11	3,4	<1	<1	<1	<1	<1	16
St. 8 Dypere enn 2 cm	2,1	13	182,8	175,7	44,2	19	3,2	3,1	1,9	<1	<1	<1	19
St. 1 Dypere enn 2 cm	s1400	s3800	s133930	s130530	s32900	s11230	14	16	54	4,5	i	2	s12000
St. 1 0-2 cm	s690	s2000	s51400	s50040	s13890	s4510	49	45	160	12	5,6	5,3	s4900
St. 4 0-2 cm	2,9	14	243,7	237,3	60,9	22	2,2	<1	<1	<1	i	<1	26
St. 4 Dypere enn 2 cm	6,7	27	527	511,5	138,7	55,8	1,3	<1	1,9	<1	i	<1	59
St. 5 Dypere enn 2 cm	3,7	17	306,2	295,2	77,7	29	3,3	3,3	8,1	1,8	i	<1	33
St. 5 0-2 cm	3,6	16	338,8	325,5	80,6	36,7	3,6	2,9	5,4	2,3	i	3,7	34
St. 3 0-2 cm	34	140	2759,8	2673,8	734	230	6,9	10	60	2,1	i	<1	280
St. 6 Dypere enn 2 cm	250	s1000	s16870	s16375	s4800	1035	500	s12000	s19000	54	27	21	s2100
St. 6 0-2 cm	240	s1100	s19147	s18607	s4870	s1880	73	86	170	15	8,3	6,1	s1900
St. 7 0-2 cm	80	s320	s5749	s5586	s1570	s512	6,4	6,8	13	1,6	3,7	<1	s610
St. 7 Dypere enn 2 cm	88	s410	s7757	s7541	s1848	s982	10	9,5	11	1,2	1,7	<1	s700

## Vedlegg B. Beregning av miljøstatus – Alger

Artsrikhet av alger – Grønnalger og Brunalger som inngår i utregning av indeks for Miljøstatus. Stasjons 1 er arter funnet på Konglungen.

Species	Group	ESG	ESG	Functional Group	Garbary 1976	Sensitive +/-	Opportunistic sp	Stations
								1
Blidingia spp.	G	2	2	2	2	-1	1	
Chaetomorpha spp.	G	2	2	3	2	-1	1	
Cladophora rupestris	G	2	1	3	1	1		
Cladophora spp.	G	2	2	3	1	-1	1	
Codium adherence	G		1		3			
Codium decorticans	G		1		3			
Codium fragile	G	2	1	5	3			
Derbesia tenuissima	G	2	2					
Enteromorpha spp.	G	2	2	2	2	-1	1	1
Spongomorpha/ Acrosiphonia	G	2	2	3	2	-1		
Ullothrix/Urospora	G	2	2	1	2		1	1
Ulva lactuca	G	2	2	2	1		1	1
Alaria esculenta	B	1	1	6	3			
Ascophyllum nodosum	B	1	1	6	3	1		
Asperococcus fistulosus	B	2	1	5	2			
Bifurcaria bifurcata	B		1					
Cladostephus spongiosus	B	2	1	5	5			
Chordaria flagelliformis	B	2	1	5	5	1		
Colpomenia peregrina	B	2	2	2				
Colpomenia sinuosa	B		2		2			
Cystoceira baccata	B		1		5			
Cystoceira tomariscifolia	B		1		5			
Dictyota dichotoma	B	2	2	2	1			
Elachista fucicola	B	2	1	1	5	1		1
Filamentous brown	B	2	2	1	2	-1	1	1
Fucus evanescens	B	1	1	6	3	-1	1	1
Fucus serratus	B	1	1	6	3	1		1
Fucus spiralis	B	1	1	6	3	1		
Fucus vesiculosus	B	1	1	6	3	1		1
Halidryia siliquosa	B	1	1	6	3	1		
Halopteris scoparia	B	2	1	4	3			
Himanthalia elongata	B	1	1	6	3	1		
Laminaria digitata	B	1	1	6	3	1		1
Laminaria saccharina	B	1	1	6	3	1		
Leathesia difformis	B	2	2	5	2			
Mesogloea vermiculata	B	2	2	5	2			
Pelvetia canaliculata	B	1	1	6	3	1		
Petalonia fascia	B	2	2	2	2			1
Saccorhizza dermatodea	B	1	1	6	3	1		
Scytosiphon spp.	B	2	2	2	2			1
Sphacelaria spp.	B	2	2	4	5			1
Taonia atomaria	B		1					
Zanardinia prototypus	B		1					



Artsrikhet av alger – Rødalger som inngår i utregning av indeks for Miljøstatus. Stasjons 1 er arter funnet på Konglungen.

Species	Group	ESG	ESG	Functional Group	Garbary 1976	Sensitive +/-	Opportunistic sp	Stations
								1
Aglaothamnion/Callithamnion	R	2	2	4	2			
Ahnfeltia plicata	R	2	1	5	3	1		1
Apoglossum/Membranoptera/Hypogloss	R	2	1	4	2			
Asparagopsis / Falkenbergia	R	2	2	4				
Audoinella / Acrochaetium	R	2	2	1	1			
Bonnemaisonia hamifera/Trailliella	R	2	2	1	2			1
Brogmatella byssoides	R	2	2	4	2			
Calcareous encrusters	R	1	1	8	3	1		1
Catenella caespitosa	R	2	2	5	2		1	
Caulacanthus ustulatus	R		1					
Ceramium spp.	R	2	2	4	2	-1	1	1
Chondria coerulescens	R		1					
Chondrus crispus	R	2	1	4	3	1		1
Corralina/Jania spp	R	1	1	7	3	1		
Cryptopleura/Callophyllis/Nitophyllum/ Rhodomenia	R	2	1	5	1			
Cystoclonium purpureum	R	2	1	4	2	1		
Devaleraea ramentacea	R		1		5	1		
Dumontia contorta	R	2	2	4	2	1		1
Furcellaria / Polyides	R	2	1	5	3	1		1
Gelidium sp.	R	2	1	5	3			
Gigartin/Matocarpus	R	2	1	5	3	1		
Gymnogrongus sp.	R		1		5			
Halopithys incurva	R		1					
Hildenbrandia rubra	R	1	1	8	4			1
<b>Lomentaria sp</b>	R	2	1	5	3			
Osmundea/Laurensia sp	R	2	1	5	3	1		
Palmaria palmata	R	2	1	5	3			
Plocamium cartilagineum	R	2	2	5				
Polysiphonia sp.	R	2	2	4		-1	1	1
Porphyra sp.	R	2	2	2		-1	1	1
Ptilota/Plumaria sp.	R	2	1	4	3			
Pterosiphonia complanta	R		1					
Rhodomela confervoides	R	2	1	4	1	1		1

Klassifisering av stasjonen.

**General Information**

<b>Shore Name</b>	Konglungen
<b>Water Body</b>	NEA-GIG 9
<b>Grid Ref.</b>	
<b>Date</b>	05.05.2006
<b>Tidal Height</b>	0.4m men svært høyt høytrykk = ekstremt lavvann
<b>Time of Low Tide</b>	06:59

**Shore Descriptions**

<b>Presence of Turbidity (known to be non-anthropogenic)</b>	Yes=1	
	No=2	2
<b>Sand Scour</b>	Yes=1	
	No=2	2
<b>Chalk Shore</b>	Yes=1	
	No=2	2
<b>Ice Score</b>	Yes=1	
	No=2	2

**Dominant Shore Type**

Rock Ridges/Outcrops/Platforms	4	
Irregular Rock	3	
Boulders large, medium and small	3	
Steep/Vertical Rock	2	
Non-specific hard substrate	2	
Pebbles/Stones/SmallRocks	1	
Shingle/Gravel	0	
<b>Result</b>		1

**Dominant Biota**

Ascophyllum	
Fucoid	4
Rhodophyta mosaics	3
Chlorophyta	2
Mussels	3
Barnacles	1
Limpets	1
Periwinkles	1
General Comments	Midtre del best

**Subhabitats**

<b>Subhabitat Type</b>		2
Wide Shallow Rock Pools (>3m wide and <50cm deep)	4	
Large Rockpools (>6m long)	4	
Deep Rockpools (50% >100cm deep)	4	
Basic Rockpools	3	
Large Crevices	3	
Large Overhangs and Vertical Rock	2	
Others habitats (please specify): below*	2	2
Caves	1	
None	0	

\* other types

Delvis oppsprukket fjell

**Total Number of Subhabitats**

2

Scoring scale for nr.of subhabitats

>4	0
3	0
2	2
1	0
0	0

**SCORE**

2

Klassifisering av fjæra/habitater

Shore Type	0	0
	1	1
	2	0
	3	0
	4	0
Subhabitat Type	0	0
	1	0
	2	1
	3	0
	4	0
No. of Subhabitats	0	0
	1	0
	2	1
	3	0
	4	0
Turbidity	0	0
	1	N/A
	2	1
	3	N/A
	4	N/A
Sand Scour	0	0
	1	N/A
	2	1
	3	N/A
	4	N/A
Chalk Shore	0	0
	1	N/A
	2	1
	3	N/A
	4	N/A
Ice Score	0	0
	1	N/A
	2	1
	3	N/A
	4	N/A
Total Score		13
Shore Description values		
	N/A	0
	15-18	1
	12 - 14	2
	8 - 11	3
	1 - 7	4
<b>Final Score</b>		
<b>SUM</b>		13
<b>Result Shore Description</b>		2

Indeksen er under utarbeidelse/interkalibrering innen Vannrammedirektivet og må derfor behandles deretter).

Number of green species	3
Number of brown species	9
Number of red species	11
Number of opportunists	8
ESG1	6
ESG2	17
<b>STATIONS</b>	<b>1,0</b>
Species Richness	23
Proportion of Greens	13,0
Proportion of Reds	47,8
ESG Ratio	0,4
Proportion of Opportunists	34,8
<b>SCORES</b>	
Species Richness	3,0
Proportion of Greens	4,0
Proportion of Reds	4,0
ESG Ratio	3,0
Proportion of Opportunists	2,0
Shore Descriptions	2
<b>FINAL SCORE With shorediscript.</b>	<b>18</b>
<b>FINAL CLASSIFICATION</b>	<b>Good</b>
<b>FINAL SCORE NO shorediscript.</b>	<b>16,0</b>
<b>FINAL CLASSIFICATION</b>	<b>Good</b>

## Vedlegg C.

### Bløtbunnsfauna: Arter og deres individtall på stasjonene 1B til 8B

Gruppe	Familie	Art	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B
ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydi								1
ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsiidae indet								3
NEMERTINEA		Nemertinea indet			3		6			
POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp			3		1			
POLYCHAETA	Sigalionidae	Pholoe minuta		3			1			1
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone flava	3							
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone longa			3		3			
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone sp		1						
POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata		1			1			
POLYCHAETA	Nereidae	Platynereis dumerilii					4			
POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys kersivalensis		3		2	1	2		
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba								1
POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata								2
POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos armiger		13	11	1	17		4	10
POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra								1
POLYCHAETA	Spionidae	Polydora cornuta	1							
POLYCHAETA	Spionidae	Polydora socialis					1	2	1	
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera		1						
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax		1						
POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp			1					1
POLYCHAETA	Spionidae	Pygospio elegans			3		3			
POLYCHAETA	Spionidae	Spio filicornis							1	1
POLYCHAETA	Spionidae	Spio sp			1					
POLYCHAETA	Capitellidae	Capitella capitata	8		2					
POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis	1	1	7		12	3		1
POLYCHAETA	Arenicolidae	Arenicola marina			5					
POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele oculata							1	2
POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete balthica								1
POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus gracilis								2
POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet								1
OLIGOCHAETA		Tubificoides benedii	5		22	1	26	1		
PROSOBRANCHIA	Nassariidae	Nassarius reticulatus			8	1				
OPISTHOBANCHIA	Philineidae	Philine scabra	1							
POLYPLACOPHORA		Polyplacophora indet					1			
BIVALVIA	Mytilidae	Mytilus edulis					1			
BIVALVIA	Lucinidae	Lucinoma borealis								1
BIVALVIA	Lasaeidae	Mysella bidentata					6			
BIVALVIA	Cardiidae	Cerastoderma exiguum			1		2		1	
BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium ovale			3		3			2
BIVALVIA	Solenidae	Cultellus pellucidus							1	
BIVALVIA	Tellinidae	Macoma balthica	1	3					1	
BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra alba			1		2	1		
BIVALVIA	Thraciidae	Thracia phaseolina							1	1
AMPHIPODA	Melitidae	Cheirocratus sp						1		

Forts.

Gruppe	Familie	Art	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B
AMPHIPODA	Aoridae	Microdeutopus propinquus			4					
AMPHIPODA	Corophiidae	Corophium sp	1		3		1			
OPHIUROIDEA		Ophiuroidea indet						1		
OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura albida		1			1			1