

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 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

**Akvaplan-NIVA A/S**

Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

<b>Tittel</b> Enkel resipientundersøkelse i Oslofjorden ved Alnas munning for å belyse eventuelle skader forårsaket av utslipp av akrylamid fra Romeriksporten	Løpenr. (for bestilling) 3747-97	Dato 1997.11.17	
	Prosjektnr. Undernr. O-97192	Sider 27	Pris kr 75,-
<b>Forfatter(e)</b> Rygg, Brage Magnusson, Jan	Fagområde Miljøgifter sjøvann	Distribusjon	
	Geografisk område Oslo	Trykket NIVA	

Oppdragsgiver(e) NSB Gardermobanen A/S	Oppdragsreferanse GMB bestillingsnr. 004906
---	---

**Sammendrag**

Det ble ikke påvist akrylamid i vann og sedimenter i Alnaelvas munning eller sjøområdet utenfor. I selve elvemunningen var bunnen død. Også fjorden utenfor var kraftig forurensningspåvirket, men med en viss bedring i faunatilstanden med økende avstand fra Alnas munning. Dette kan tyde på at de samlede forurensninger fra Alna spiller en betydelig rolle for den dårlige tilstanden. Uavhengig av akrylamidutslippene var det imidlertid forventet å finne en meget dårlig faunatilstand i dette fra før av sterkt forurensete området. Om akrylamidutslippene har bidratt til å ytterligere utarme den allerede svært forurensningspregete faunaen innerst i indre Oslofjord, er ikke mulig å fastslå ved hjelp av den enkle undersøkelsen som her er foretatt. Den observerte tilstand var omtrent som forventet, tatt i betraktning den fra før av sterke forurensningen i området og tidligere beskrivelser av faunatilstanden. Det var ingen ting som spesifikt tydet på at akrylamidforurensning hadde bidratt til en ytterligere forverring.

<b>Fire norske emneord</b> 1. Akrylamid 2. Oslofjorden 3. Bløtbunnsfauna 4. Sediment	<b>Fire engelske emneord</b> 1. Acrylamide 2. Oslofjord 3. Soft-bottom fauna 4. Sediment
--	--

**Enkel resipientundersøkelse i Oslofjorden ved  
Alnas munning for å belyse eventuelle skader  
forårsaket av utslipp av akrylamid fra  
Romeriksporten**

## Forord

Undersøkelsen ble gjennomført etter forepørsel fra Gardermobanen A/S ved Vidar Tveiten. Programmet for undersøkelsen ble laget av Dag Berge. Feltarbeidet ble gjort av Eirik Fjeld og Tone Jøran Oredalen. Artsbestemmelsene av bløtbunnsfauna ble gjort av Brage Rygg og Pirkko Rygg. Jan Magnusson har skrevet avsnittene om hydrografi og oksygen i vann. Rapporten er gjennomlest og kommentert av John Arthur Berge.

Oslo, 17. november 1997

*Brage Rygg*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>7</b>
<b>2. Prøvetakingsprogram</b>	<b>7</b>
<b>3. Analyseprogram</b>	<b>9</b>
3.1 Vannprøver	9
3.2 Sedimentprøver	9
3.3 Bunnfaunaprøver	9
<b>4. Resultater</b>	<b>10</b>
4.1 Vann	10
4.1.1 Siktedyp	10
4.1.2 Salt og temperatur	10
4.1.3 Oksygen	12
4.1.4 Næringssalter, suspendert partikulært materiale og pH i vann	14
4.1.5 Tungmetaller	15
4.1.6 Akrylamid	15
4.2 Sediment	16
4.2.1 Tørrstoff og glødetap	16
4.2.2 Tungmetaller	16
4.2.3 Akrylamid	16
4.3 Dyreliv på bunnen (bløtbunnsfauna)	17
<b>5. Diskusjon</b>	<b>19</b>
<b>6. Referenser</b>	<b>22</b>

---

## Sammendrag

Det ble ikke påvist akrylamid i vann og sedimenter i Alnaelvas munning eller sjøområdet utenfor. I selve elvemunningen var bunnen død. Også fjorden utenfor var kraftig forurensningspåvirket, men med en viss bedring i faunatilstanden med økende avstand fra Alnas munning. Dette kan tyde på at de samlede forurensninger fra Alna spiller en betydelig rolle for den dårlige tilstanden. Uavhengig av akrylamidutslippene var det imidlertid forventet å finne en meget dårlig faunatilstand i dette fra før av sterkt forurensete området. Om akrylamidutslippene har bidratt til å ytterligere utarme den allerede svært forurensningspregete faunaen innerst i indre Oslofjord, er ikke mulig å fastslå ved hjelp av den enkle undersøkelsen som her er foretatt. Den observerte tilstand var omtrent som forventet, tatt i betraktning den fra før av sterke forurensningen i området og tidligere beskrivelser av faunatilstanden. Det var ingen ting som spesifikt tydet på at akrylamidforurensning hadde bidratt til en ytterligere forverring.

## Summary

Title: A simple recipient study in the Oslofjord in the vicinity of the mouth of the river Alna in order to discover possible damage caused by discharges of acrylamide from Romeriksporten.

Year: 1997

Authors: Rygg, Brage; Magnusson, Jan

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3317-2

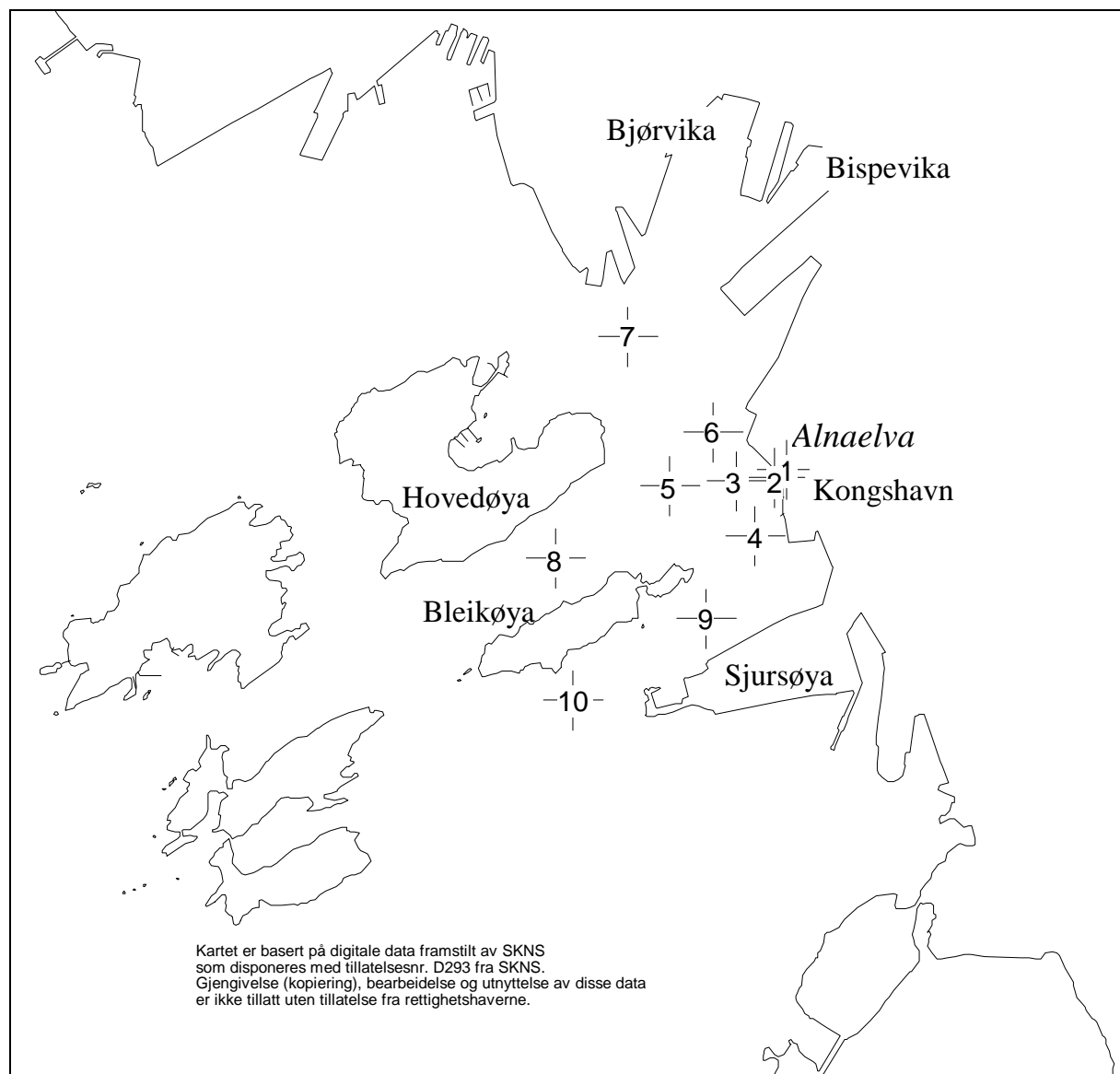
Acrylamide was not detected in water and sediments in the mouth of the Alna river, nor in the Oslofjord adjacent to the river. In the river mouth the bottom was dead. The fjord area was heavily affected by pollution, however improving slightly with increasing distance from the river mouth. This indicates that pollutants from Alna play a significant role for the bad conditions. Independently of the acrylamide discharges, it was expected to find very poor conditions for the fauna in this already strongly polluted area. Whether the acrylamide discharges have contributed to the poor conditions is not possible to assess through the present simple investigation. There is nothing in the observations which indicates that the acrylamide discharges have deteriorated the conditions in the investigated area.

## 1. Innledning

Munningsområdet til Alnaelva (også kalt Loelva) og Oslofjorden like utenfor (ved Kongshavn) skulle undersøkes. Målet var å belyse om utslippene av akrylamid fra Romeriksporten som er sluppet ut til Alna, kunne ha ført til skader på bunndyrsamfunnene (bløtbunnsfaunaen) i fjorden utenfor elvas munning. I tillegg til analysene av faunaen ble det gjort kjemiske analyser av sedimenter og vann. Det er tidligere gjort undersøkelser av sedimenter i området i 1991 (Koniczny 1992) og av bunnfauna i 1993 (Olsgard 1995).

## 2. Prøvetakingsprogram

Feltarbeidet ble utført 27. oktober 1997. Det ble tatt 10 bunnprøver med en 0.015 m<sup>2</sup> Ekman-grabb, hvorav to fra selve elvemunningen og åtte utenfor (Figur 1). Stasjonene ble lagt slik at eventuelle avstandsgradienter ut fra Alnas munning kunne bli registrert. På stasjon 1-6 ble det også tatt sedimentprøver (med et kjernebor) og vannprøver. En sedimentprøve fra stasjon 8 er lagret inntil videre. Temperatur, salt og oksygen ble målt med en sonde. Vannprøver ble tatt så nær bunnen som mulig (ca. én meter over bunnen), slik at de skulle være representative for det vannet som bunnfaunaen påvirkes av.



Figur 1. Kart over prøvetakingsstasjonene, 27. oktober 1997



## 3. Analyseprogram

### 3.1 Vannprøver

Vannprøvene ble analysert for akrylamid, suspendert partikulært materiale, glødetap, pH, næringssaltene Tot-N, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub> og Tot-P, samt tungmetallene kadmium (Cd), kobber (Cu), bly (Pb), sink (Zn), nikkel (Ni) og krom (Cr). Temperatur, salt og oksygen ble målt i felt med sonde, samt oksygen med Winklers metode på vannprøver tatt 1 m over bunnen. Siktedyp ble målt på de fleste stasjonene.

### 3.2 Sedimentprøver

De øverste fem cm av sedimentprøvene ble analysert for akrylamid, vanninnhold, glødetap og tungmetallene kadmium (Cd), kobber (Cu), bly (Pb), sink (Zn), nikkel (Ni) og krom (Cr).

Både for sediment- og vannprøvene var det opprinnelig planlagt å analysere tinn (Sn) og arsen (As). Disse analysene er imidlertid problematiske i sjøvann og ble derfor tatt ut av programmet.

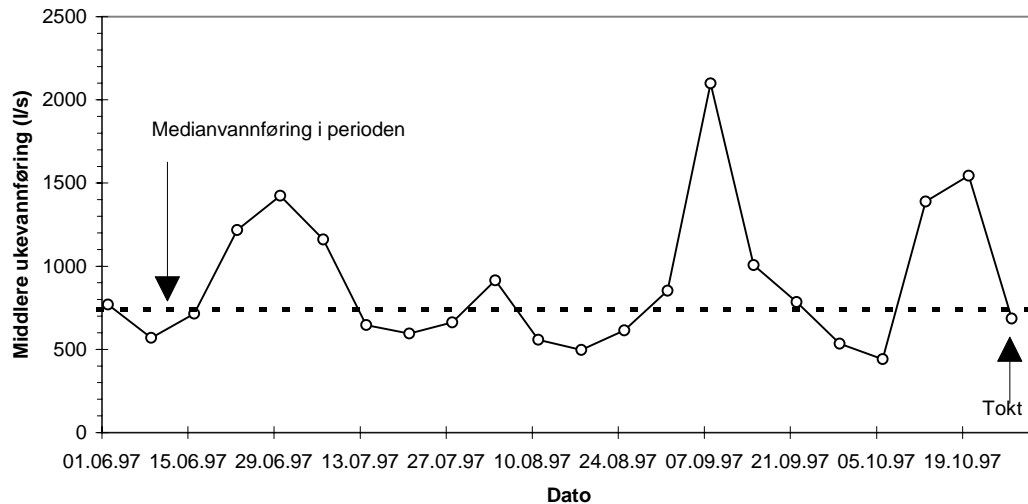
### 3.3 Bunnfaunaprøver

Grabbprøvene ble vasket gjennom 0.5 mm duk for å få bort slam, leire og finpartikler og dyrene artsbestemt og tellet. Det ble beregnet antall arter, individtetthet, artsmangfold (Shannon og Weaver 1963; Hurlbert 1971) og indikatorartsindeks (Rygg 1995). Type bunnmateriale (planterester, grus, etc.) og eventuell unaturlig lukt ble notert. Forekomsten av rundmark (nematoder) ble registrert, men inngikk ikke i beregningen av faunaparametre.

## 4. Resultater

### 4.1 Vann

Den 27.10.97 var det vindstille da observasjonene ble gjennomført. Vannføringen i Loelva (Alna) var ca. 700 l/s (Figur 2), dvs. noe lavere enn medianvannføringen i perioden juni-toktdato (basert på ukemiddelvannføring).



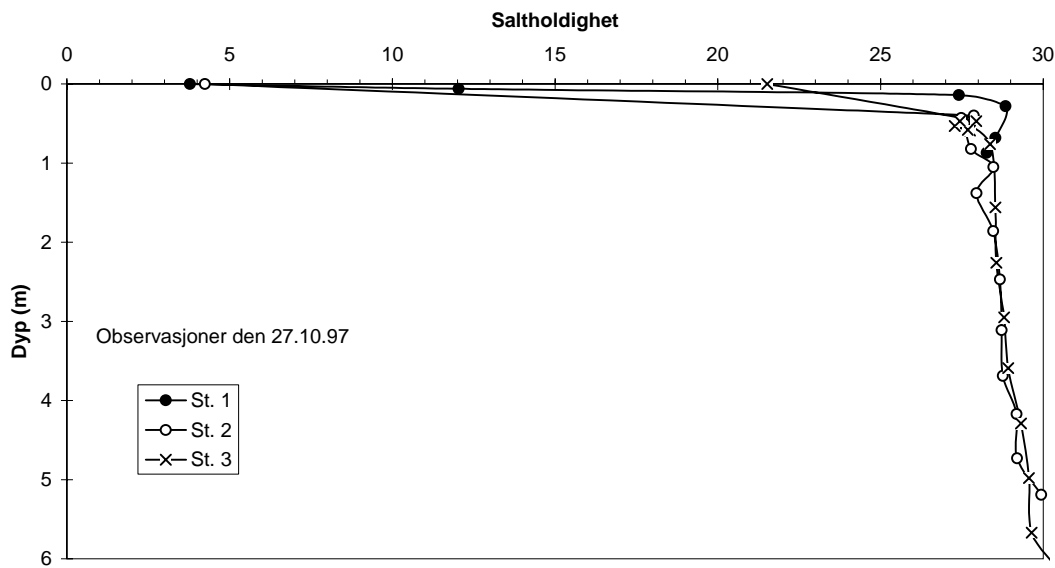
Figur 2. Ukemiddelsvannføringen i Loelva juni-oktober 1997. Data fra OVA.

#### 4.1.1 Siktedyp

Siktedypet var stort sett 7-7.5 m i hele det undersøkte området, unntatt ved munningen av Alna, der siktedypet var 4 m.

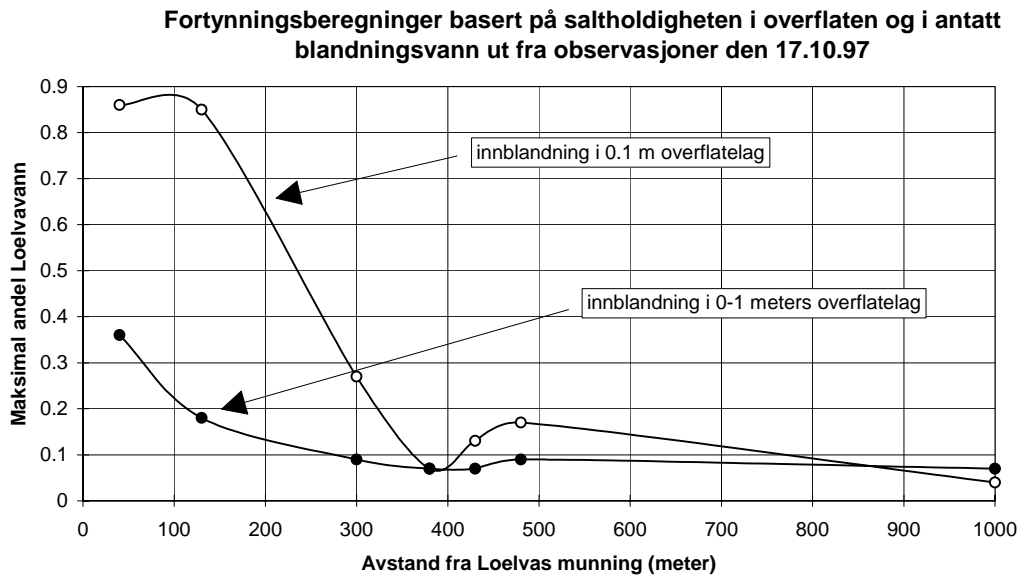
#### 4.1.2 Salt og temperatur

Saltholdigheten i overflatevannet varierte fra 3.7 til 28.4, med den laveste saltholdigheten nærmest utløpet til elva (stasjon 1 og 2) og viser innflytelsen fra Loelva.. Saltholdigheten økte relativt raskt med dypet og var ca. 28 på ca. 1-2 meters dyp på samtlige stasjoner (Figur 3). Vanntemperaturen varierte fra ca 4 °C i overflaten til ca. 10 °C på ca. 8 -15 meters dyp. Samtlige observasjoner er vist i Vedlegg A (Tabell 11).



Figur 3. Saltholdighet på stasjon 1-3 den 27.10.97.

Ut fra saltholdighetsobservasjonene den 27.10.97 er det foretatt en beregning av andelen Loelvavann i overflaten på de ulike stasjonene. Beregningen gjelder kun for de forhold som var under toktet (Loelvas vannføring og vindforholdene). Her er vann fra ca. 2-5 meters dyp brukt som fortynningsvann. Ettersom det var vindstille den 17.10.97 fløt ferskvannet fra Loelva i et tynt overflatesjikt (noen desimeter tykt). For å beregne maksimal andel Loelvavann er de øverste observasjonene brukt, mens det også er brukt midlere saltholdighet i øverste meter for å gi en lavere andel. Figur 4 viser resultatet av beregningene. For begge beregningene avtar andelen Loelvavann i overflaten raskt fra stasjon 1 til stasjon 3- 4. Deretter gir ikke beregningene realistiske resultater, ettersom saltholdigheten nærmer seg områdets generelle overflatesaltholdighet og andre ferskvannskilder i området (som f.eks. Akerselva) kan influere. For videre beregning av fortynningen av Loelvavann må en ta hensyn til diffusjon, vind etc. Hvis det er observert konsentrasjoner i Loelevavann som er større enn antatt effektkonsentrasjon og at denne grense også vil bli overskredet ca. 400 meter fra Loelvas munning, må andre beregninger gjøres for å se på hvor stort område som kan tenkes å bli influert av overkonsentrasjoner f.eks. modeller tilsvarende de som tidligere er blitt brukt i området (Rudberg og medarb. 1994). En slik modell vil kunne brukes for å simulere spredning av Loelvavann under de vannføringer og vindforhold som var i f.eks. august 1997.

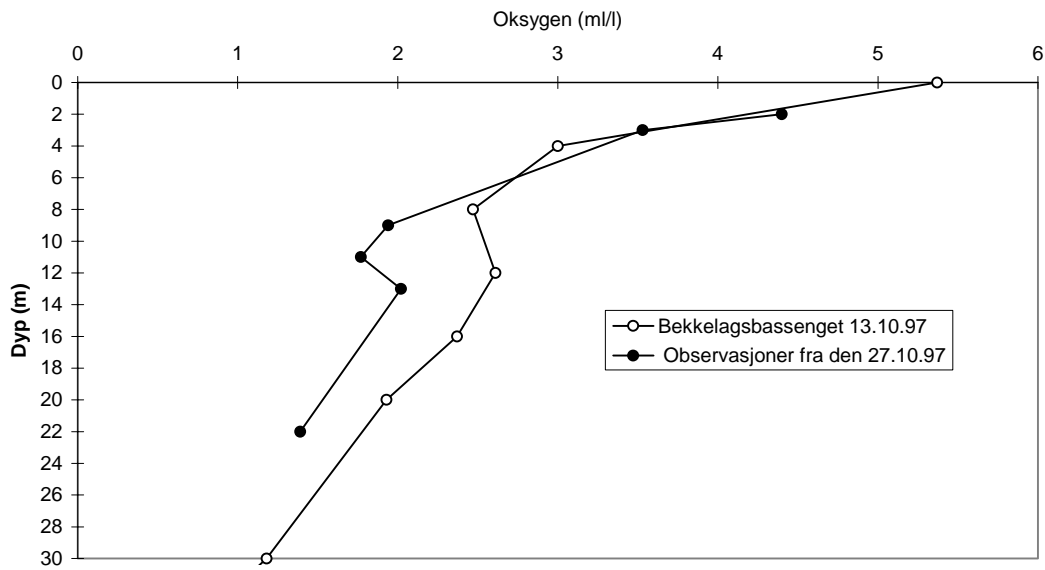


Figur 4. Beregnet andel Loelvavann i overflaten og i 0-1 meters dyp ved innblanding av sjøvann fra 2-5 meters dyp den 27.10.97.

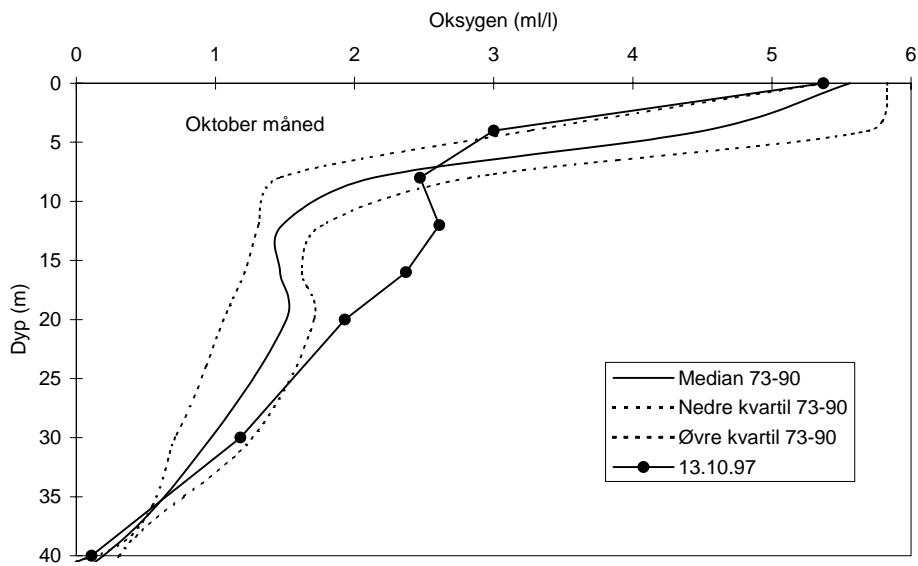
### 4.1.3 Oksygen

Det ble tatt oksygenprøver (Winkler) på stasjonen 1-6, ca. 1 meter over bunnen.

Oksygenkonsentrasjonen varierte mellom 1.4 og 4.4 ml/l (rådata i Tabell 11, Vedlegg A). De høyeste oksygenverdiene ble observert på 2 meters dyp ved utløpet av Loelva (stasjon 1), mens den laveste verdien ble observert på 22 meters dyp på stasjon 5. Oksygenkonsentrasjonen avtok således med økende dyp. Konsentrasjonen var noe lavere fra 8 meters dyp enn på tilsvarende dyp i Bekklagsbassenget den 13.10.97, noe som sannsynligvis skyldtes at prøvene ble innsamlet ca. 1 meter over bunnen (Figur 5). Sammenlignes oksygenforholdene i Bekklagsbassenget med tidligere observasjoner (Figur 6), viser dette at oktoberkonsentrasjonene i 1997 var klart lavere enn tidligere mellom overflaten og 4 meters dyp, mens de var omtrent like eller høyere i 8-20 meters dyp. Dette vil si at de observerte oksygenkonsentrasjonene den 27.10.97 kunne være noe lavere enn normalt i 0-5 meters dyp, men at forholdene dypere var som normalt eller noe bedre. Oksygenforholdene utenfor Loelva den 27.10.97 var således ikke betydelig avvikende fra tidligere oktoberobservasjoner.



Figur 5. Oksygenkonsentrasjonen på de ulike stasjonene som funksjon av dyp den 27.10.97 sammenlignet med oksygenkonsentrasjonen den 13.10.97 i Bekkelagsbassenget.



Figur 6. Oksygenkonsentrasjonen i Bekkelagsbassenget 13.10.97, sammenlignet med oktoberobservasjoner fra 1973-90.

#### 4.1.4 Næringsalter, suspendert partikulært materiale og pH i vann

Konsentrasjonene av ammonium ( $\text{NH}_4$ ) var lave (tilstandsklasse I, meget god) på stasjonene utenfor elvemunningen. Det foreligger ikke klassifisering for ammonium i brakkvann (stasjon 1 og 2 i elvemunningen). Konsentrasjonene av nitrat ( $\text{NO}_3$ ) var høye (tilstandsklasse III-IV, mindre god til dårlig). Konsentrasjonene av totalnitrogen (Tot-N) var moderat forhøyet (tilstandsklasse II-III, god til mindre god). Konsentrasjonene av totalfosfor (Tot-P) var moderat forhøyet (tilstandsklasse III, mindre god). Verdiene for TSM og pH var normale (Tabell 1).

Tabell 1. Konsentrasjoner av næringsalter og partikler, samt pH, i vannprøver

Stasjon	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\text{NO}_3\text{-N}$	Tot-N	Tot-P	TSM	pH
1	248	270	725	44	2.15	7.57
2	150	185	505	20	2.71	7.65
3	17	215	335	34	1.23	7.67
4	16	215	340	35	0.74	7.70
5	12	235	340	35	0.47	7.61
6	12	215	325	29	0.95	7.70

### 4.1.5 Tungmetaller

Konsentrasjonene av tungmetaller i vannprøver tatt 1 m over bunnen er vist i Tabell 2 og tilstandsklasser basert på konsentrasjonene (Molvær og medarb. 1997) i Tabell 3.

Tabell 2. Tungmetaller i vannprøvene ( $\mu\text{g/l}$ )

Stasjon	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
1	0.025	<5.0	1.55	0.79	0.630	5.35
2	0.025	<5.0	1.25	0.68	0.230	5.20
3	0.023	<5.0	0.58	0.45	0.210	2.70
4	0.020	<5.0	0.57	0.45	0.250	2.80
5	0.020	<5.0	0.44	0.43	0.035	2.60
6	0.020	<5.0	0.51	0.43	0.150	9.65

Tabell 3. Tilstandsklasser for tungmetaller i vannprøvene

Stasjon	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
1	I	?	IV	II	IV	III
2	I	?	III	II	III	III
3	I	?	II	I	III	II
4	I	?	II	I	III	II
5	I	?	II	I	I	II
6	I	?	II	I	II	III

I=Lite forurenset; II=Moderat forurenset; III=Markert forurenset; IV=Sterkt forurenset; V=Meget sterkt forurenset

### 4.1.6 Akrylamid

Det ble ikke påvist akrylamid eller N-hydroksymetylakrylamid i vannprøvene (Tabell 4).

Tabell 4. Akrylamid og N-hydroksymetylakrylamid i vannprøvene

Stasjon	Akrylamid ( $\mu\text{g/l}$ )	N-hydroksymetyl- akrylamid ( $\mu\text{g/l}$ )
1	<5	<5
2	<5	<5
3	<5	<5
4	<5	<5
5	<5	<5
6	<5	<5

## 4.2 Sediment

### 4.2.1 Tørrstoff og glødetap

Tørrstoff og glødetap i sedimentene er vist i Tabell 5.

Tabell 5. Tørrstoff og glødetap i sedimentprøvene

Stasjon	Tørrstoff (mg/g)	Glødetap (mg/g tørrstoff)
1	630	43
2	292	116
3	408	96
4	426	86
5	265	115
6	452	89

### 4.2.2 Tungmetaller

Konsentrasjonene av tungmetaller i sedimentene er vist i Tabell 6 og tilstandsklasser basert på konsentrasjonene (Molvær og medarb. 1997) i Tabell 7.

Tabell 6. Tungmetaller i sedimentprøvene (mg/kg)

Stasjon	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
1	0.58	18.8	38.7	16.6	15.2	120
2	0.62	14.4	38.2	11.1	20.5	150
3	1.50	27.4	97.7	19.3	99.5	240
4	1.85	39.3	243.0	21.3	92.1	300
5	1.13	21.5	73.5	10.7	44.6	150
6	2.21	40.4	127.0	20.0	81.1	270

Tabell 7. Tilstandsklasser for tungmetaller i sedimentprøvene

Stasjon	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
1	II	I	II	I	I	I
2	II	I	II	I	I	II
3	III	I	II	I	II	II
4	III	I	III	I	II	II
5	III	I	II	I	II	II
6	III	I	II	I	II	II

I=Lite forurenset; II=Moderat forurenset; III=Markert forurenset; IV=Sterkt forurenset; V=Meget sterkt forurenset

### 4.2.3 Akrylamid

Det ble ikke påvist akrylamid eller N-hydroksymetylakrylamid i sedimentprøvene Tabell 8. De ulike deteksjonsgrensene kommer av at analysene gjøres på porevannet i sedimentet. Prosent tørrstoff i sedimentet kan variere mye fra prøve til prøve (Tabell 5), og dermed også deteksjonsgrensene.



Tabell 8. Akrylamid og N-hydroksymetylakrylamid i sedimentprøvene

Stasjon	Akrylamid (µg/kg tørrvekt)	N-hydroksymetylakrylamid (µg/kg tørrvekt)
1	<2.9	<2.9
2	<12.1	<12.1
3	<7.3	<7.3
4	<6.7	<6.7
5	<13.9	<13.9
6	<6.1	<6.1

### 4.3 Dyreliv på bunnen (bløtbunnsfauna)

Sedimentet på de to stasjonene innefor elveutløpet (stasjon 1 og 2) var beksvart med en kraftig olje-/kreosotlignende lukt og lukt av hydrogen sulfid (råtten bunn). Dypet var 2-3 m. Det siktede bunnmaterialet besto av organiske partikler og noe grus. Det ble ikke funnet dyr på de to stasjonene.

På stasjonene utenfor elveutløpet var dypet stort sett 10-20 m. Lukt av hydrogen sulfid fra grabbprøvene og oljelignende lukt ble registrert på noen av de nærmeste stasjonene utenfor elveutløpet.

På stasjon 3 var ikke sedimentet fullt så svart og den oljelignende lukten var svakere enn på stasjon 1 og 2. Grabbprøven fra stasjon 3 viste at det var en del finfordelt organisk materiale på bunnen, trolig brakt ut med elvevannet. Dyrelivet var svært fattig (Tabell 12, Vedlegg B). Det ble funnet et moderat antall av børstemarken *Capitella capitata*, samt mange små rundmark (nematoder).

På stasjon 4 var den oljelignende lukten tydelig. Bunnmaterialet var mørkfarget og inneholdt organiske partikler og noe grus. Dyrelivet var svært fattig og besto stort sett bare av rundmark.

På stasjon 5 var det ingen merkbar oljelignende lukt og bunnmaterialet hadde en mer normal farge. Det fantes en del organisk detritus og tomme rør av børstemarkslekten *Polydora*. Det var svært få levende dyr.

På stasjon 6 var bunnmaterialet nokså likt det på stasjon 3. Faunaen var også nokså lik, med *Capitella* og rundmark, men med et betydelig høyere antall rundmark og dessuten forholdsvis mange fåbørstemark (oligochaeter).

På stasjon 7-10 var faunaen ikke fullt så artsfattig som på stasjon 1-6. Antall arter var høyere. Det var særlig slektene *Polydora* og *Pseudopolydora* (børstemarkfamilien Spionidae) som dominerte.

På stasjon 7 var bunnmaterialet nokså mørkfarget og hadde en moderat oljelignende lukt. Det var lite organisk materiale, men noe grus. *Polydora*, *Pseudopolydora*, *Capitella* og fåbørstemark var vanligst. Det ble også funnet to små muslinger (*Corbula gibba*) i prøven.

På stasjon 8 fantes noe organisk detritus, og en god del tomme rørfragmenter av *Polydora*. Den levende faunaen var dominert av *Polydora caulleryi* og i noen grad av *Capitella*.

Stasjon 9 og 10 var nokså like, både med hensyn til bunnmateriale og fauna. Det var mye tomme rør av *Polydora*. De vanligste slektene var *Polydora* og *Capitella*, men det fantes også et betydelig innslag av børstemarkfamilien Phyllodoceidae. Rundmarkene var tallrike på stasjon 10.

Verdier for de viktigste faunaparametre er vist i Tabell 9. Komplette artsliste og individtall for hver art er vist i Tabell 12 (Vedlegg B). Verdier lavere enn 1.0 for artsmangfold (H), 6.0 for artsmangfold ( $ES_{100}$ ) og 4.0 for indikatorartsindeks (AI) viser meget dårlig tilstand.

Figur 7 viser klassifisering av tilstand hos bunndyrsamfunnene i området (klassifisering etter Molvær og medarb. (1997)).

Tabell 9. Antall arter, individer, artsmangfold, indikatorartsindeks og antall av de vanligste taksa i grabbprøvene

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Antall arter *	0	0	2	1	1	2	9	6	11	14
Antall individer *	0	0	36	3	5	86	140	287	89	287
Artsmangfold (H) *	0	0	0.2	0.0	0.0	0.5	2.4	1.1	1.9	2.3
Artsmangfold ( $ES_{100}$ ) *	0	0	?	?	?	?	8.3	4.4	?	10.5
Indikatorartsindeks (AI) *	0	0	2.5	2.4	?	2.5	3.8	3.8	3.2	4.7
Antall Phyllodoceidae	0	0	0	0	0	0	3	0	11	16
Antall Spionidae	0	0	0	0	5	0	94	239	65	181
Antall Capitella	0	0	35	0	0	10	30	44	8	76
Antall Oligochaeta	0	0	1	3	0	76	11	0	1	0
Antall Nematoda (ca.)	0	0	150	290	2	3500	8	4	28	250

\* ekskl. Nematoda

? manglende verdi

## 5. Diskusjon

Det ble ikke påvist akrylamid i vann og sedimenter i Alnaelvas munning og sjøområdet utenfor.

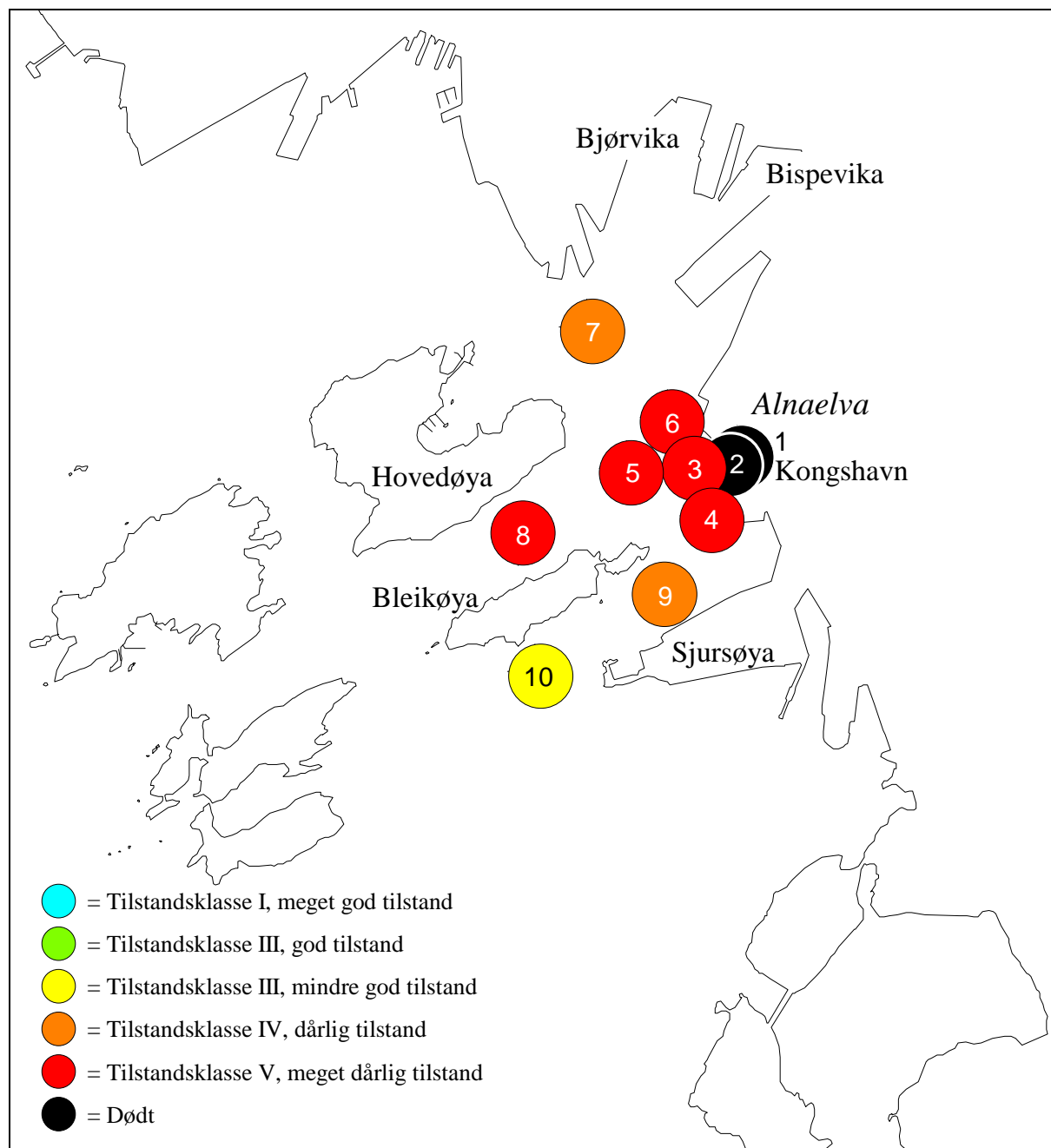
Tungmetallkonsentrasjonene i vannprøvene viste varierende grad av forurensning. Det var en tendens til høyere verdier i elvemunningen enn i sjøen utenfor. Høyeste forurensningsgrad (IV=sterkt forurenset) viste kobber (Cu) og bly (Pb) i elvemunningen (Tabell 3).

Tungmetallkonsentrasjonene i sedimentene viste også varierende grad av forurensning. I motsetning til vannprøvene var det for sedimentene en tendens til høyere verdier i fjorden enn i elvemunningen. Høyeste forurensningsgrad (III=markert forurenset) viste kadmium (Cd) og til dels kobber (Cu) (Tabell 7).

Alle bløtbunnsfaunaartene som var vanlige på stasjonene i undersøkelsesområdet er kjent for å kunne tåle svært dårlige miljøforhold. Når én eller flere av disse dominerer på en lokalitet, og andre arter stort sett mangler, tyder det på et kraftig forurenset eller forstyrret miljø.

I selve elvemunningen var bunnen død. Også fjorden utenfor var kraftig forurensningspåvirket, men med en viss bedring i faunatilstanden med økende avstand fra Alnas munning, særlig sør for Bleikøya (Figur 7). Dette kan tyde på at de samlede forurensninger fra Alna spiller en betydelig rolle for den dårlige tilstanden i fjorden ved Kongshavn. Også tidligere undersøkelser har vist dårlig tilstand i området. I indre del av indre Oslofjord ble det i 1993 registrert en moderat til meget sterk forurensningspåvirkning (Olsgard 1995). Innerst i Oslo havn var det dødt. Stasjoner som var felles i 1993 og 1997 (7=Aq4.1 og 8=Bq1.2) hadde samme dårlige eller meget dårlige tilstand begge år (Tabell 10). Resultatene fra 1993 tydet på at faunaen i indre del av indre Oslofjord var påvirket av forurensning, både høye konsentrasjoner av miljøgifter og dårlige oksygenforhold (Olsgard 1995). Konieczny (1992) fant stedvis meget sterk forurensning av bl.a. kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), oljehydrokarboner (THC), polyklorerte bifenyler (PCB) og polisykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i bunnsedimenter fra Oslo havneområde, inklusive området ved Kongshavn utenfor Alnaelva (kalt Loelva). Kilden(e) til den ekstreme forurensningen med svart oljelignende stoff i og utenfor Alnaelvas munningsområde kan være å finne langs Alnaelva. Oljeforurensning fra Sjursøya bidrar også. Alna er blant de mest forurensete vassdragene i Oslo (Berge og medarb. 1995). Det er registrert en klar økning av visse tungmetaller (kvikksølv, kobber og bly) nedover langs elva. Det har vært målt svært forhøyede konsentrasjoner av organiske miljøgifter (PAH og PCB) i nedre deler av elva.

Uavhengig av akrylamidutslippene var derfor forventet å finne en meget dårlig faunatilstand. Om akrylamidutslippene har bidratt til å utarme den allerede svært forurensningspregete (og dermed fattige, men tolerante) faunaen innerst i indre Oslofjord, eller hvilket potensiale akrylamidutslippene kan ha hatt til å skade en mer ømfintlig fauna, er ikke mulig å fastslå ved hjelp av den enkle undersøkelsen som her er foretatt.



Figur 7. Klassifisering av tilstand basert på artsmangfold i bløtbunnsfauna

Tabell 10. Sammenligning av faunaen på felles bløtbunnsstasjoner i 1993 (Olsgard 1995) og 1997 (NIVA)

Stasjonskode	1993		1997	
	Aq4.1	7	Bq1.2	8
Antall arter	18	9	2	6
Antall individer	2050	140	56	287
Artsmangfold (H)	2.1	2.4	0.6	1.1
Artsmangfold (ES <sub>100</sub> )	8.0	8.3	*	4.4
Indikatorartsindeks (AI)	4.1	3.8	2.5	3.8
Antall Phyllodoceidae	8	3	0	0
Antall Spionidae	114	94	0	239
Antall Cirratulidae	250	0	0	0
Antall Capitella	1148	30	8	44
Antall Mediomastus	130	0	0	1
Antall Oligochaeta	386	11	48	0
Tilstandsklasse	IV= Dårlig	IV= Dårlig	V= Meget dårlig	V= Meget dårlig

## 6. Referenser

- Berge D, Fjeld E, Holtan G, 1995. Massestrømsbalanse for miljøgifter i et nedbørsområde. Forprosjekt. Norsk institutt for vannforskning, 44 s. (NIVA-rapport 3288)
- Hurlbert S N, 1971. The non-concept of species diversity. *Ecology* 53, 577-586.
- Konieczny R, 1992. Kartlegging og vurdering av forurensningssituasjonen i bunnsedimenter fra Oslo havneområde. Norsk institutt for vannforskning, 52 s. (NIVA-rapport 2696)
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT-veiledning nr. 97:03, 36 s.
- Olsgard F, 1995. Overvåking av forurensningssituasjonen i Indre Oslofjord. Undersøkelser av bløtbunnsfauna 1993. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 622/95. TA nr. 1258/1995. Biologisk Institutt, Universitetet i Oslo, 106 s.
- Rudberg, A., Hackett, B og Røed, L.P., 1994. Miljøgifter i indre Oslofjord. Simulering av partikkelspredning fra Oslo havnebasseng. Nansen Senter for Miljø og Fjernmåling. Norsk institutt for vannforskning. (NIVA-rapport 2991).
- Rygg B, 1995. Indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. Klassifisering av 73 arter/taksa. En ny indeks for miljøtilstand, basert på innslag av tolerante og ømfintlige arter på lokaliteten. 68 s. (NIVA-rapport 3347-95)
- Shannon C E, Weaver W, 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana.

## Vedlegg A.

Tabell 11. Hydrografiske observasjoner den 27.10.97.

Station: 1 Date:27.10.97 Time: 1255  
 Echodepth: 3 m Secchidepth: m

Depth (m)	Temp. (°)	Salinity	Oxygen (ml/l)
0.00	4.36	3.78	
.06	4.39	12.04	
.14	5.34	27.41	
.28	6.67	28.84	
.68	7.50	28.53	
.83	7.89	28.19	
.87	7.79	28.26	
.88	7.94	28.15	
.89	7.96	28.14	
2.00			4.40

Station: 2 Date:27.10.97 Time: 1325  
 Echodepth: 4 m Secchidepth: 4.0 m

Depth (m)	Temp. (°)	Salinity	Oxygen (ml/l)
0.00	3.85	4.24	
.40	5.55	27.87	
.43	6.22	27.48	
.50	6.39	27.59	
.82	6.45	27.78	
1.05	6.54	28.47	
1.38	6.75	27.95	
1.86	7.04	28.46	
2.47	7.65	28.67	
3.00	8.13	28.72	3.53
3.69	8.32	28.76	
4.17	8.48	29.18	

Station: 3 Date:27.10.97 Time: 1358  
 Echodepth: 12 m Secchidepth: 7.5 m

Depth (m)	Temp. (°)	Salinity	Oxygen (ml/l)
0.00	3.76	21.52	
.47	4.84	27.94	
.53	5.57	27.28	
.58	5.46	27.68	
.59	5.33	27.75	
.76	5.54	28.37	
1.56	6.58	28.53	
2.26	7.20	28.56	
2.95	7.49	28.80	
3.59	7.81	28.92	
4.29	8.19	29.32	
4.98	8.64	29.56	
5.67	9.01	29.64	
6.23	9.27	30.49	
6.94	9.64	30.28	
7.66	9.82	30.85	
8.41	10.26	31.01	
9.36	10.39	31.20	
10.07	10.47	31.29	
11.00	10.43	31.33	1.77
11.50	10.42	31.45	

Station: 4 Date:27.10.97 Time: 1427  
Echodepth: 10 m Secchidepth: 7.5 m

Depth (m)	Temp. (°)	Salinity	Oxygen (ml/l)
.01	4.49	25.94	
.35	6.02	27.62	
.39	5.50	27.87	
.48	6.08	27.95	
.96	6.36	28.02	
1.76	6.82	28.28	
2.50	7.19	28.48	
3.47	7.56	28.69	
4.22	7.84	28.84	
4.48	7.95	28.85	
5.28	8.58	29.77	
6.08	9.16	30.21	
7.01	9.98	31.13	
7.73	10.46	30.88	
9.00	10.58	31.22	1.94
9.67	10.64	31.22	
10.37	10.56	31.22	
10.54	10.46	31.30	

Station: 5 Date:27.10.97 Time: 1455  
Echodepth: 23 m Secchidepth: 7.5 m

Depth (m)	Temp. (°)	Salinity	Oxygen (ml/l)
.03	4.13	24.60	
.33	4.43	27.44	
.39	4.97	26.96	
.81	5.51	28.41	
1.28	6.29	28.36	
2.05	6.81	28.52	
2.93	7.29	28.64	
3.79	7.62	28.80	
4.59	7.99	29.11	
5.46	8.53	29.66	
6.03	8.91	30.18	
7.12	9.62	30.49	
7.78	10.08	30.67	
8.47	10.14	30.73	
9.41	10.36	31.19	
10.42	10.38	31.16	
11.39	10.24	31.41	
12.45	10.21	31.48	
13.51	10.23	31.43	
14.50	10.09	31.52	
15.43	9.99	31.43	
16.25	9.78	31.65	
17.26	9.73	31.65	
18.39	9.63	31.64	
19.37	9.35	31.57	
20.31	9.03	31.74	
21.39	8.87	31.76	
22.00	8.73	31.84	1.39
22.81	8.63	31.87	



Station: 6 Date:27.10.97 Time: 1522  
Echodepth: 14 m Secchidepth: 7.0 m

Depth (m)	Temp. (°)	Salinity	Oxygen (ml/l)
.14	4.02	27.89	
.35	4.90	27.69	
.38	5.28	27.35	
.40	5.21	27.27	
.41	5.21	27.49	
.45	5.30	27.46	
1.00	5.75	28.48	
1.88	6.70	28.70	
2.77	7.13	28.49	
3.58	7.36	29.04	
4.37	7.90	29.22	
5.11	8.51	29.67	
5.96	9.03	30.01	
6.79	9.33	30.10	
7.64	9.50	30.36	
8.35	9.78	30.86	
8.98	10.17	31.09	
9.73	10.31	31.21	
10.58	10.34	31.34	
11.38	10.31	31.48	
12.16	10.37	31.52	
13.00	10.35	31.50	2.02
13.61	10.27	31.53	

Station: 8 Date:27.10.97 Time: 1600  
Echodepth: 24 m Secchidepth: m

Depth (m)	Temp. (°)	Salinity	Oxygen (ml/l)
0.00	4.41	28.35	
.31	5.46	27.79	
.43	5.78	27.66	
1.34	5.99	28.08	
2.06	6.64	28.75	
2.82	7.34	28.76	
3.63	7.83	29.07	
4.33	8.27	29.29	
4.95	8.66	29.54	
5.75	9.19	29.80	
6.42	9.79	30.69	
7.09	10.27	30.39	
7.69	10.39	31.10	
8.45	10.69	31.04	
9.25	10.52	31.09	
9.90	10.37	31.25	
10.62	10.30	31.34	
11.26	10.33	31.47	
11.82	10.35	31.43	
12.53	10.29	31.43	
13.20	10.22	31.49	
13.84	10.15	31.52	
14.55	10.11	31.58	
15.12	10.06	31.52	
15.73	9.90	31.66	
16.34	9.87	31.68	
16.93	9.80	31.58	
17.41	9.66	31.66	
17.96	9.53	31.61	
18.51	9.35	31.63	
19.01	9.07	31.70	
19.58	8.90	31.81	

20.14	8.83	31.86
20.69	8.81	31.87
21.26	8.80	31.89
21.80	8.77	31.83
22.33	8.64	31.85
22.87	8.54	31.92
23.35	8.46	31.95
23.92	8.41	31.98

## Vedlegg B.

Tabell 12. Arter og deres individtall på (pr. 0.015 m<sup>2</sup>) stasjonene

GRUPPE	FAMILIE	ART	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NEMERTINEA		Nemertinea indet									1	
NEMATODA		Nematoda indet			150	290	2	3500	8	4	28	250
POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp										1
POLYCHAETA	Pisionidae	Pisione sp										2
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce groenlandica (Oersted 1842)										1
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce maculata (Linne 1767)							2		8	6
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce sp									2	6
POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodocidae indet							1		1	3
POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata (O.F.Mueller 1788)										4
POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera sp									1	
POLYCHAETA	Dorvilleidae	Ophryotrocha sp								3		
POLYCHAETA	Spionidae	Malacoceros sp										10
POLYCHAETA	Spionidae	Polydora caulleryi Mesnil 1897							46	220	58	121
POLYCHAETA	Spionidae	Polydora sp							28	18	7	48
POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cf. cirrifera Wiren 1883							1			
POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora sp							19			2
POLYCHAETA	Spionidae	Spionidae indet					5			1		
POLYCHAETA	Capitellidae	Capitella capitata (Fabricius 1780)			35			10	30	44	8	76
POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus sp								1		6
POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria sp									1	
OLIGOCHAETA		Oligochaeta indet			1	3		76	11		1	
NUDIBRANCHIA		Nudibranchia indet										1
BIVVIA	Corbulidae	Corbula gibba (Olivi 1792)							2			
ASTEROIDEA		Asteroidea indet									1	