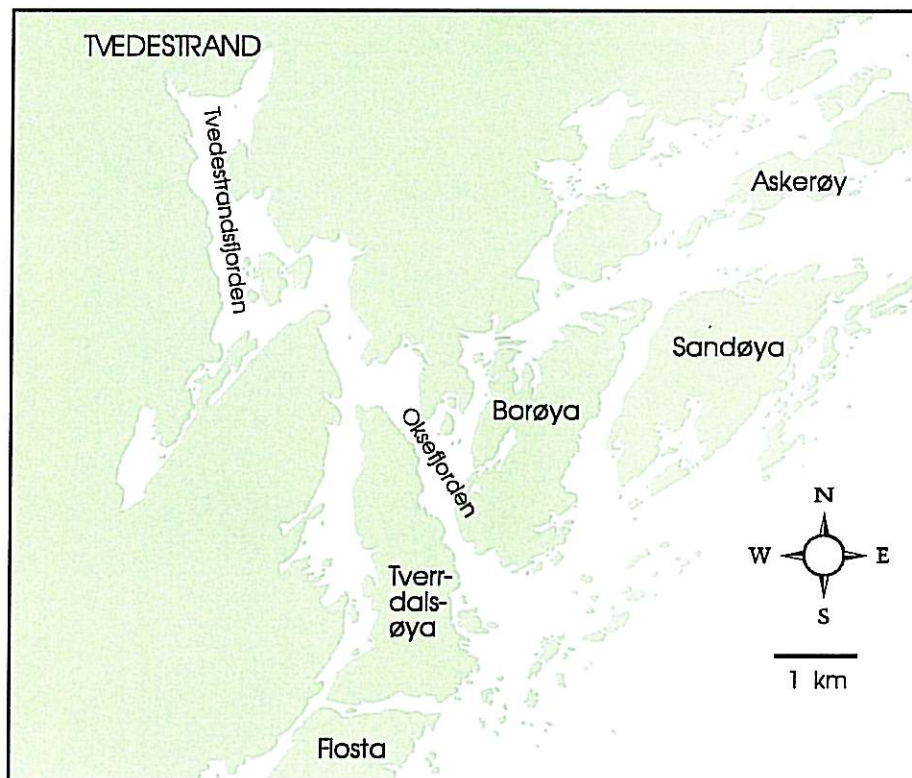




RAPPORT LNR 3967-98

Referanseundersøkelse på oppdrettslokalitet i Oksefjorden, Tvedestrand kommune



Hovedkontor

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

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
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Referanseundersøkelse på oppdrettslokalitet i Oksefjorden, Tvedestrand kommune	Løpenr. (for bestilling) 3967-98	Dato 18. desember 1998
	Prosjektnr. Undernr. O-95123 3	Sider Pris 35
Forfatter(e) Eivind Oug Tone Kroglund Einar Dahl (HFF)	Fagområde Marin eutrofi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Marine Productions AS	Oppdragsreferanse Torjan Bodvin
---	------------------------------------

Sammendrag

Undersøkelsen har omfattet hydrografi og oksygeninnhold i vannmasser, registrering av organismesamfunn i strandsonen, bunnsedimenter og bløtbunnsfauna i Oksefjorden som er lokalitet for Oksefjorden Havbruk. Sedimenter og bløtbunnsfauna ble undersøkt i henhold til MOM-systemets C-undersøkelse. Prøvetakingen ble gjennomført i perioden 1996-1997 før anlegget startet drift. I de øvre vannmassene var det gode oksygenforhold, mens det under terskeldyp (44 m) var dårlige oksygenforhold i måleperioden høsten 1996. Algevegetasjonen i strandområdene var frisk, men indikerte noe næringsanrikning. Bunnsedimentene var svært finkornet og hadde høyt organisk innhold. I anleggets nærsone var bunnsfaunaen artsrik og hadde høyt artsmangfold, mens den i anleggets fjærnsone (fjordens størstedyp, 65 m) var noe artsfattig og hadde nedsatt artsmangfold. Både sedimenter og fauna indikerte at Oksefjorden påvirkes av organisk materiale, men trolig er naturlige tilførsler viktigst. Generelt var tilstanden i Oksefjorden ikke vesensforskjellig fra andre ytre fjordområder på kysten av Sørlandet.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Oppdrettslokalitet	1. Mariculture locality
2. Hydrografi	2. Hydrography
3. Strandsone	3. Littoral zone
4. Sedimenter og bløtbunnsfauna	4. Sediments and soft bottom fauna



Tone Kroglund
Prosjektleder

ISBN 82-577-3561-2



Bjørn Braaten
Forskningsjef

O-951233

**Referanseundersøkelse på oppdrettslokalitet i
Oksefjorden, Tvedestrand kommune**

Forord

Denne undersøkelsen er gjennomført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag av Marine Production A/S, med Torjan Bodvin som kontaktperson.

Undersøkelsen har vært gjennomført samtidig med og koordinert med resipientundersøkelser i Tvedestrandsfjorden for Tvedestrand kommune. Rammen for undersøkelsen ble avtalt i møte mellom Marine Production AS, Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Aust-Agder, Tvedestrand kommune og NIVA den 2.7.1996. Endelig tilsagn for gjennomføring er gitt i brev fra Tvedestrand kommune av 11.7.1996 og Marine Production AS 31.7.1996.

Ansvarlig for hydrografiundersøkelsene har vært Einar Dahl, Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen. Ansvarlig for strandsoneundersøkelsene har vært Tone Kroglund. Ved prøvetakingen av hydrografi og bløtbunnsfauna ble Forskningsstasjonen Flødevigens fartøy F/F 'G.M. Dannevig' benyttet. I feltarbeidet deltok Jarle Håvardstun (strandsone, bløtbunn), Einar Nygård (bløtbunn) og Jan Atle Knutsen (Fylkesmannen, Miljøvernadv.) (strandsone).

I innsamling og analyse av hydrografiske data har Terje Jåvold, Lena Omlie og Anita Reisvaag (alle HFF) deltatt. Analysene av sedimentets finfraksjon, TOC og TN er utført ved NIVAs laboratorium i Oslo, mens analysene av kornfordeling og glødetap er utført ved Geogruppen AS i Tromsø. Prøvene av bløtbunnsfauna er opparbeidet ved NIVAs avdeling i Grimstad. Hovedprosjektleder for undersøkelsene i Tvedestrandsfjorden har vært Tone Kroglund.

Grimstad, 18. desember 1998

Eivind Oug

Innhold

1. INNLEDNING	7
2. MATERIALE OG METODER.....	9
2.1 LOKALITETSBEKRIVELSE.....	9
2.2 HYDROGRAFI.....	10
2.2.1 <i>Feltinnsamling og analyser</i>	10
2.2.2 <i>Beregning av oksygenforbruk</i>	10
2.2.3 <i>Vurdering av tilstand</i>	10
2.3 STRANDSONEUNDERSØKELSER.....	11
2.3.1 <i>Stasjoner</i>	11
2.3.2 <i>Feltinnsamling</i>	11
2.3.3 <i>Tallbehandling</i>	11
2.4 SEDIMENTER OG BLØTBUNNSFAUNA.....	12
2.4.1 <i>Stasjoner</i>	12
2.4.2 <i>Prøvetaking</i>	12
2.4.3 <i>Analysemetoder</i>	12
2.4.4 <i>Tallbehandling</i>	13
3. HYDROGRAFI	14
4. STRANDSONEUNDERSØKELSER	16
5. SEDIMENTER OG BUNNFAUNA.....	18
5.1 PRØVETAKING	18
5.2 BUNNSEDIMENTER.....	18
5.3 BUNNFAUNA	20
5.4 SAMMENLIGNING MED TIDLIGERE PRØVETAKING.....	22
5.5 VURDERING AV RESULTATENE.....	22
6. LITTERATUR.....	24

Sammendrag

Marine Productions AS har i 1996 etablert et flytende lukket anlegg for oppdrett av matfisk i Oksefjorden i Tvedestrand kommune. Foreliggende undersøkelse gir en beskrivelse av miljøtilstanden på lokaliteten og i området omkring like før anlegget ble satt i drift. Undersøkelsen er gjennomført samtidig med kommunale resipientundersøkelser i Tvedestrandsfjorden og har flere fagelementer felles med denne. Undersøkelsen er også gjennomført i henhold til MOM-systemets C-undersøkelse, som kan betraktes som minstekrav til en forundersøkelse for oppdrettsvirksomhet.

Undersøkelsen har bestått av:

- hydrografi og oksygenforhold i vannmasser. Temperatur, saltholdighet og oksygen ble målt i 0-50 m i Oksefjorden fire ganger i perioden 12. august - 14. oktober 1996.
- registrering av organismesamfunn i strandsonen. Registreringene omfattet fem stasjoner som ble undersøkt i august 1996 og august 1997.
- kornfordeling, organisk innhold og bløtbunnsfauna i sedimenter. Prøvene ble tatt på to stasjoner 28. oktober 1996. En stasjon var like ved anlegget og representerer nærsonen, mens en stasjon var på størstedypet i Oksefjorden (65 m) og representerer fjærnsone.

De hydrografiske undersøkelsene viste at dypvannet i Oksefjorden var stagnerende i perioder. Oksygenforholdene under terskeldypet (44 m) var dårlige i hele måleperioden. Laveste målte verdi var 1.6 ml/l den 20. september. Oksygenforbruket ble beregnet til 1.2 ml/l pr. måned. I henhold til SFTs kriterier for klassifisering av miljøtilstand får dypvannet karakteristikken *mindre god* til *dårlig tilstand*. Over terskeldyp var oksygenforholdene gode med laveste registrerte verdi 4.5 ml/l (73% metning) i 40 m dyp. Resultatene indikerer at dypvannet fornyes ca. hvert halvår. Det er indikasjoner på at oksygenforholdene i Oksefjorden har blitt dårligere over de senere årene.

Strandsonen i Oksefjorden var preget av flerårige tangarter og en rik undervegetasjon under tangen. På de fleste stasjonene var det liten andel av forurensningstolerante arter (trådformete, hurtigvoksende brun- og grønnalger). Tilsammen ble det registrert 71 arter, mens antall arter på de enkelte stasjoner varierte mellom 19 og 35. Sammenlignet med data fra kystområder på Sørlandet hadde stasjonene i Oksefjorden middels til høy diversitet. Det var noe forskjell i diversitet og dominansforhold mellom 1996 og 1997, som kan ha sammenheng med unormalt høye sommertemperaturer i 1997. Andelen rød-, brun- og grønnalger var stort sett innenfor normalintervaller for kystområder, men stasjonene på østsiden av fjorden hadde noe høyere andel rødalger og lavere andel brunalger enn "normalt". Generelt indikerer undersøkelsen god tilstand i strandsonen, men tilstedeværelsen av endel hurtigvoksende arter på østsiden av fjorden tyder på at området til tider kan være noe næringsrikt.

Bunnprøvene viste at det var grått normalt fjordsediment med mark, skallfragmenter, slagg og litt plantefragmenter både i anleggets nærsone og i fjærnsone. Sedimentet var svært finkornet (98% silt og leir) og hadde høyt organisk innhold (>50 mg/g TOC, 19% glødetap). Resultatene for de to stasjonene var svært like. I henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet får sedimentene karakteristikken *meget dårlig tilstand* på grunn av det høye organiske innholdet.

Bunnfaunaen på stasjonen i anleggets nærsone var normalt artsrik (62 arter), og hadde normalt artsmangfold, men individtetthetene var høye (ca. 7000 ind/m²). Etter SFTs system får nærsonen karakteristikken *god tilstand*. Faunaen var dominert av vanlige bløtbunnsformer, men alle de mest vanlige artene er meget tolerante for miljøpåvirkninger. Faunaens sammensetning og de høye tetthetene gir inntrykk av at området er noe anrikt av organiske tilførsler. På stasjonen i anleggets fjærnsone (størstedypet i Oksefjorden) var det en noe artsfattig (26 arter), men normalt individrik fauna (2000 ind/m²). Artsmangfoldet var nedsatt med den følge at lokaliteten får karakteristikken

mindre god tilstand etter SFTs kriterier. Alle de mest vanlige artene er moderat til meget tolerante for miljøpåvirkninger. Prøvene gir inntrykk av at lokaliteten er noe organisk anriket og kan ha dårlige oksygenforhold. Tilstanden på lokaliteten synes ikke å ha endret seg vesentlig siden undersøkelser i 1983-86.

Tilstanden i dypområdene karakteriseres som vesentlig dårligere med hensyn på sedimenter enn på fauna når SFTs miljøkvalitetskriterier legges til grunn for vurderingen. Trolig skyldes dette at plantemateriale fra land bidrar sterkt til det organiske innholdet i sedimentene. Dette er i stor grad materiale som brytes langsomt ned og som ikke har samme effekter for bunnfaunaen som lett omsettbar organisk stoff.

1. Innledning

Marine Productions AS har i 1996 etablert et større anlegg for oppdrett av matfisk i Oksefjorden i Tvedestrand kommune (Oksefjorden Havbruk). Anlegget er et flytende lukket anlegg. Inntaksvann til anlegget hentes fra 30-50 m dyp, mens avløpsvann slippes ut på 10-12 m dyp. Avløpsvannet renses i et trommelfilter med lysåpning 160 µm. I forbindelse med etableringen av anlegget har Fylkesmannen i Aust-Agder stilt krav om at det gjennomføres en referanseundersøkelse på lokaliteten før anlegget kommer i drift.

Oksefjorden omfatter ytre del av Tvedestrandsfjorden mellom Borøya, Tverrdalsøy og fastlandet (Fig. 1). Tvedestrandsfjorden er ca. 8 km lang og omfatter flere fjordbassenger med mellomliggende terskler. I fjordbassenget innenfor Furøy/Hestøy er det generelt dårlige oksygenforhold og råttent bunnvann. Bunnsedimentene inneholder store mengder sagflis fra sagbruksvirksomhet i tidligere tider. I Eikelandsfjorden, som har forbindelse til Oksefjorden, er det også råttent bunnvann.

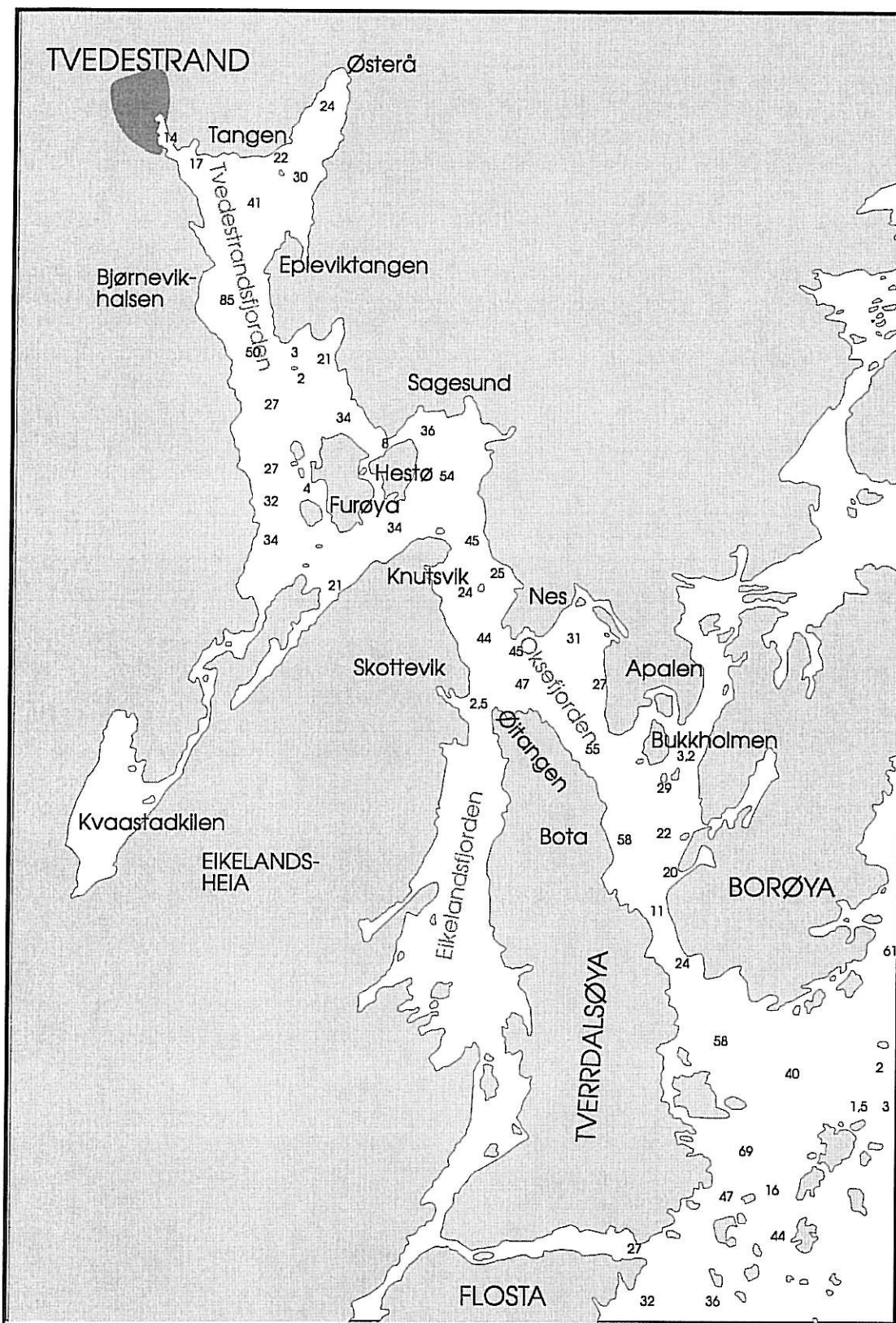
Tvedestrandsfjorden har vært undersøkt flere ganger tidligere. Hydrografiske/-kjemiske undersøkelser ble foretatt i periodene 1976-79 og 1983-85, mens sedimenter og bunnfauna ble undersøkt i perioden 1984-87 (se f.eks. Danielsen 1981, Dahl et al. 1987, Rygg og Wikander 1985, Wikander 1987). En oversikt over alle undersøkelsene er gitt i rapporten Miljøstatus i Aust-Agder (Jacobsen et al. 1994). Eikelandsfjorden ble undersøkt i 1992-94 som ledd i Arendal kommunens overvåking av vannkvalitet i kystområdene (Jacobsen et al. 1996).

I forbindelse med et felles overvåkingsprogram for alle kystkommunene i Aust-Agder (1995-98) ble det gjennomført nye undersøkelser i Tvedestrandsfjorden og Oksefjorden i 1996. Forliggende undersøkelse ble gjennomført samtidig med den kommunale resipientundersøkelsen (Kroglund et al. 1998a) og i samarbeid med denne. Flere fagelementer og prøvetakingsstasjoner er felles. Gjennom dette samarbeidet har det vært mulig å gjennomføre en noe mer omfattende undersøkelse av oppdrettslokaliteten i Oksefjorden enn hva tilfellet ville vært med en enkeltstående undersøkelse.

Målet for undersøkelsen er:

- Gi en beskrivelse av tilstanden på lokaliteten for oppdrettsanlegget og i det umiddelbare nærområdet.
- Danne grunnlag for en senere overvåking av tilstanden i området.

Undersøkelsen er gjennomført i henhold til MOM-systemet som gir et program for overvåking av miljøvirkninger fra marine oppdrettsanlegg (Kupka Hansen et al. 1997). I MOM er det spesifisert krav til undersøkelse av sedimenter og bunnfauna (C-undersøkelse) som kan betraktes som minstekrav til en forundersøkelse for oppdrettsvirksomhet. I foreliggende undersøkelse er det i tillegg gjort studier av strandsonen i området og av vannmassene i fjorden. Disse undersøkelsene bidrar til å gi et mer helhetlig bilde av tilstanden i Oksefjorden.



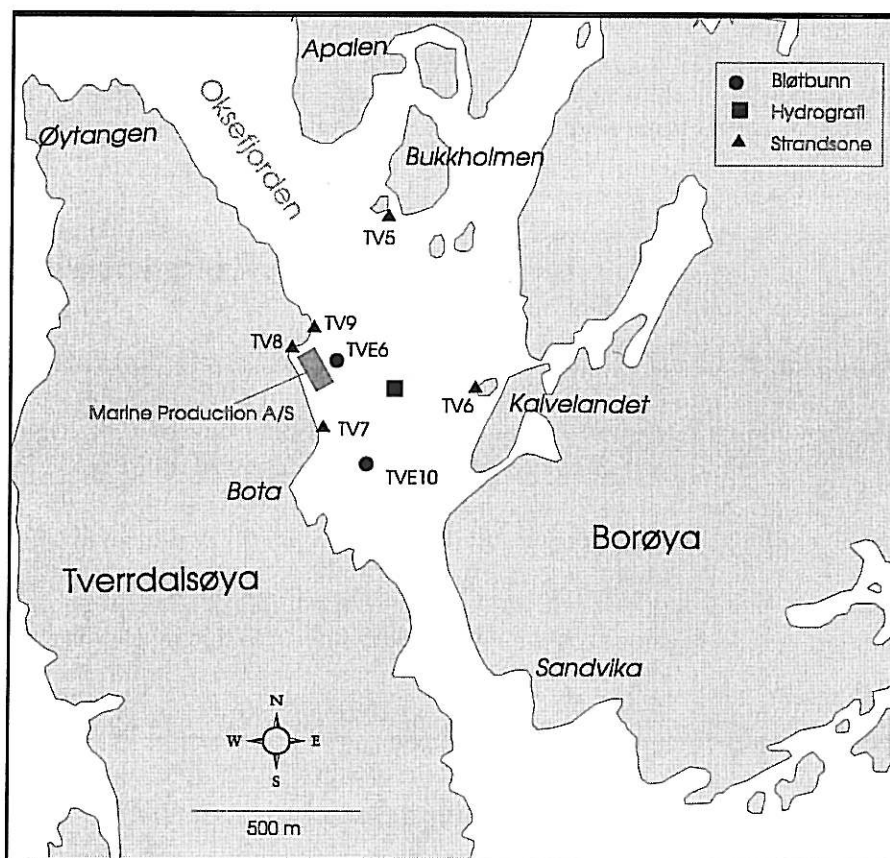
Figur 1. Kart over sjøområdene i Tvedestrand med dybdeangivelser i meter.

2. Materiale og metoder

2.1 Lokalitetsbeskrivelse

Oksefjorden har forholdsvis åpen forbindelse mot Skagerrak i sør med et terskeldyp på 44 m (Fig. 1). Fjorden har også forbindelse til kystvannet i øst mellom Borøya og fastlandet og til Eikelandsfjorden ved Øytangen. Størstedypet i fjorden er på 65 m utenfor Bota. Mot indre Tvedestrandsfjorden er det terskler på 30 og 15 m. Det er noe spredt bebyggelse ved Bota og på Borøya.

Anlegget til Oksefjorden Havbruk er lokalisert nord for bebyggelsen på Bota på vestsiden av Oksefjorden (Fig. 2). Anlegget ligger inntil fjell som går bratt i sjøen. Fra strandsonen og nedover er det bratt klippevegg ned til fjordbunnen på 50-60 m. Sørøver fra anlegget skråner fjordbunnen nedover mot størstedypet. Fjordbunnen består av jevn bløtbunn.



Figur 2. Kart over Oksefjorden med lokalisering av stasjoner for prøvetaking. Firkant = hydrografi, trekant = strandsone, ring = sedimenter og bløtbunnsfauna.

2.2 Hydrografi

2.2.1 Feltinnsamling og analyser

Data for temperatur, saltholdighet og oksygen ble innsamlet fire ganger høsten 1996 (12. august, 11. september, 20. september og 14. oktober) på en stasjon nær størstedypet i Oksefjorden (Fig. 2). Temperatur og saltholdighet ble målt fra overflaten til like over bunnen med en Neil Brown CTD sonde. Vannprøver for måling av oksygeninnhold ble tatt med pøs i overflaten og med Niskin vannhentere på dyp under 5 meter (5, 10, 20, 30, 40, 50 m). Oksygeninnholdet ble bestemt etter vanlig Winkler prosedyre (Strickland og Parson 1968).

2.2.2 Beregning av oksygenforbruk

Oksygenforbruket i et fjordbasseng kan beregnes i stagnasjonsperioden om høsten når dypvannet ikke fornyes. Oksygenforbruket finnes ved å beregne middelkonsentrasjonen av oksygen i det aktuelle bassenget tidlig og sent i en stagnasjonsperiode, og regne om nedgangen i perioden til oksygenforbruk pr. måned. Dersom oksygenkonsentrasjonene i utgangspunktet er svært lave (< 2 ml/l) blir beregningene usikre fordi forbruket er hemmet av de lave verdiene.

En annen metode for å beregne oksygenforbruk i et fjordbasseng er å benytte vannkvalitetsmodellen 'Fjordmiljø', en matematisk modell utviklet for terskelfjorder (Stigebrandt 1992, Aure og Danielssen 1993). Modellen gir en teoretisk verdi for oksygenforbruket. I tillegg gir modellen en del informasjon om forventede utskiftningsrater og sannsynlige minimumskonsentrasjoner som kan forventes i det aktuelle bassenget. Modellen beregner gjennomsnittlig oksygenforbruk for hele bassengvannet, ikke de enkelte sjikt, og gir forholdsvis grove estimater.

2.2.3 Vurdering av tilstand

Tilstanden i vannmassene med hensyn på oksygen er karakterisert i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær et al. 1997). Dette systemet opererer med et sett av fem tilstandsklasser som går fra klasse I (*meget god tilstand*) til klasse V (*meget dårlig tilstand*). Grenseverdier for tilstandsklassene er vist i Tabell 1.

Tabell 1. SFTs klassifisering av tilstand for oksygen i dypvann (Molvær et al. 1997).

	Tilstandsklasser				
	I Meget god	II God	III Mindre God	IV Dårlig	V Meget dårlig
Oksygen (ml/l)	> 4,5	4.5 - 3.5	3.5 - 2.5	2.5 - 1.5	< 1.5

2.3 Strandsonundersøkelser

2.3.1 Stasjoner

I alt ble det tatt prøver på fem stasjoner i Oksefjorden (Fig. 2). Tre av stasjonene (TV7, TV8, TV9) ble plassert i umiddelbar nærhet til oppdrettsanlegget, dvs syd, vest og nord for anlegget. To stasjoner ble plassert på motsatt side av fjorden, mot Borøya (TV5, TV6). Stasjonene ble plassert slik at de var mest mulig like med hensyn på eksponering mot bølgeslag og substrat, men det var ikke mulig å plassere stasjonene med lik himmelretning.

2.3.2 Feltinnsamling

Undersøkelser i strandsonen innebærer registrering av alger og dyr (større enn 1 mm) i 0-1 meters dyp og i et ca 50 meter langt belte i fjæra. Undersøkelsen foregår ved fridykking. Registreringen er kvalitativ og delvis kvantitativ (semi-kvantitativ) ved at artenes forekomst blir angitt etter en subjektiv skala:

- 1 = enkeltfunn (e)
- 2 = spredt (s)
- 3 = vanlig (v)
- 4 = dominerende (d)

Arter som var vanskelig å identifisere i felt ble samlet inn og senere mikroskopert i laboratoriet.

Feltinnsamling ble foretatt den 8. august 1996 og 20. august 1997.

2.3.3 Tallbehandling

For å beregne *diversitet* (= mangfold) ble en modifisert Shannon-Wiener indeks (H') brukt. Indeksen øker med økende antall arter og når individene er jevnt fordelt mellom artene. Lave verdier markerer dårlige forhold mens høye verdier markerer normale til gode forhold. Shannon-Wiener indeks er basert på antall (n), men er her brukt på mengde. Indeksen er gitt ved formelen:

$$H = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

hvor n_i = mengdeverdien (forekomstangivelsen) av art i , N = summen av mengdeverdiene for alle artene, og s = antall arter.

Dominansindeks (I) gir et enkelt tall som reflekterer dominansforholdet i et samfunn. Definisjonen på dominans er "I er dominansen av den vanligste arten i prosent av hele prøven." Høye indeksverdier indikerer et fattig samfunn dominert av få arter.

På bakgrunn av flere undersøkelser fra norske fjorder og den svenske vestkyst er det utarbeidet en fordelingsnøkkel for *forholdet mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger* i uforurensede fjorder og kyststrøk. "Normalintervallene" er satt til R : B : G = (45% ± 10%) : (35% ± 10%) : (15% ± 5%). Forholdet mellom de tre algeklassene endres med miljøforholdene (Bokn 1978).

2.4 Sedimenter og bløtbunnsfauna

2.4.1 Stasjoner

Bunnprøver ble tatt på en stasjon i anleggets umiddelbare nærhet (st. TVE 10) og en stasjon i det dypeste området i Oksefjorden (st. TVE 6) (Fig. 2). Det dypeste området blir betraktet som anleggets fjærnsone etter kriteriene i MOM. Stasjon TVE 6 inngår også i den kommunale resipientundersøkelsen av Tvedestrandsfjorden.

Stasjon TVE 6 ble fastlagt og prøvetatt ved undersøkelsene i 1983-86 (Rygg & Wikander 1985, Wikander 1987). Den ble da betegnet som stasjon 6. Stasjonsnumrene i foreliggende undersøkelse samsvarer med de tidligere undersøkelsene og nye stasjoner er gitt fortløpende nummer.

2.4.2 Prøvetaking

Prøvene ble innsamlet 28. november 1996. Under prøvetakingen var det lettskyet pent vær, nordlig svak vind til laber bris, -1°C og smul sjø.

Prøvene ble tatt med 0.1 m^2 van Veen grabb. På TVE 6 ble det tatt fire parallelle prøver for bunnfauna, mens det på TVE 10 ble tatt to prøver. Parallellprøvene fra TVE 6 ble slått sammen og opparbeidet som en samleprøve, mens prøvene fra TVE 10 ble opparbeidet separat. Sedimentet ble siktet på 5 mm og 1 mm sifter og sikterestene ble konserverte i 4-6 % nøytralisert formaldehydløsning.

På begge stasjonene ble det tatt en prøve av overflatesediment (0-2 cm) for analyse av sedimentets finfraksjon og organiske komponenter (TOC, TN). I tillegg ble det på TVE 10 tatt en separat bunnprøve for analyse av kornfordeling og glødetap. Sedimentprøvene ble tatt gjennom en inspeksjonsluke på oversiden av grabben. Under prøvetakingen ble det gjort en visuell beskrivelse av bunnsedimentet og det ble kontrollert for innhold av hydrogensulfid i sedimentet (H_2S).

2.4.3 Analysemetoder

Faunaprøvene ble i laboratoriet opparbeidet ved sortering under 4-6 x forstørrelse. Alle dyr ble identifisert og talt og materialet overført til etanol for oppbevaring.

Sedimentets kornfordelingen ble bestemt ved tørrsifting av partikler $>0.063\text{ mm}$ (sand og grus) og sedigraf analyse av mindre partikler (silt og leir). Sedimentfraksjonene ble innledningsvis splittet ved våtsikting på 1 mm og 0.063 mm sifter. Metodikken er nærmere beskrevet av Bottolfsen (1998) og er gjengitt i Vedlegg C2.

Organisk materiale ble bestemt både ved glødetapsanalyse og ved bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN). Glødetapet ble bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking ved 105°C i 12 timer og brenning ved 550°C i en time (se Bottolfsen 1998, Vedlegg C2). TOC og TN ble analysert i en elementanalysator etter at uorganiske karbonater var fjernet med saltsyre. I SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er det gitt tilstandsklasser for sedimenter basert på TOC (Tabell 2).

2.4.4 Tallbehandling

Bunnfaunaen på hver av stasjonene er karakterisert ved totalt antall arter, individtall for artene, artsmangfold (= diversitet) og artssammensetning. Artsmangfoldet er gitt ved Shannon-Wieners indeks (H') og Hurlberts indeks $E(S_{100})$ som beregnes på grunnlag av antall arter og de enkelte artenes individtall i prøvene. Det ble også beregnet en indeks (AI) som uttrykker innslaget av forurensningsømfintlige arter i bunnfaunaen. Indeksene er veiledende for karakterisering av miljøtilstanden sammen med kunnskap om de enkelte artenes biologi. I SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet benyttes Shannon-Wieners indeks og Hurlberts indeks (Molvær et al. 1997). Grenseverdier for tilstandsklassene er vist i Tabell 2.

Shannon-Wiener indeksen (H') har et verdiområde som varierer fra null til ca. 6. Formelen for indeksen er gitt ovenfor under metodikk for strandsoneregistreringer (kap. 2.3.3). Tallverdien øker ved økende antall arter og når individene er jevnt fordelt mellom artene. Lave verdier markerer dårlige forhold, mens høyere verdier (>3) indikerer *god* til *meget god* tilstand (Tabell 2).

Hurlberts indeks $E(S_{100})$ er en indeks som gir forventet antall arter i prøver med et individtall standardisert til 100 individer. Indeksen beregnes fra en funksjon som relaterer artstall og individtall i prøvene. Verdier >18 (antall arter) representerer *god* til *meget god* tilstand (Tabell 2).

Artsindeksen (AI) beregnes ut fra forekomsten av forurensningstolerante og ømfintlige arter i prøvene (Rygg 1995). Lave verdier ($< ca. 5$) viser dominans av forurensningstolerante arter, mens høyere verdier (> 6) viser innslag av forurensningsømfintlige arter.

Tabell 2. SFTs klassifisering av tilstand for organisk innhold i sedimenter (TOC) og bunnfauna. For organisk karbon normeres verdiene til 100% finstoff i sedimentet (Molvær et al. 1997).

	Tilstandsklasser				
	I Meget god	II God	III Mindre God	IV Dårlig	V Meget dårlig
Organisk karbon (mg/g)	< 20	20-27	27-34	34-41	> 41
Hurlberts indeks (ES_{100})	> 26	26-18	18-11	11-6	< 6
Shannon-Wiener indeks (H')	> 4	4-3	3-2	2-1	< 1

3. Hydrografi

Resultater for temperatur, saltholdighet og oksygen, og beregnede verdier for tetthet er fremstilt i isopletdiagrammer i Fig. 3. Rådata fra målingene er gitt i Vedlegg A.

Resultatene viser at vannmassene under terskeldypet (44 m) i perioder var stagnerende. Oksygeninnholdet falt fra 3.1 ml/l den 12. august til 1.6 ml/l den 20. september, for så å stige til 3.4 ml/l frem til den 14. oktober. På grunnlag av målingene ble oksygenforbruket beregnet til 1.2 ml/l pr. måned (Tabell 3). Resultatene er noe usikre fordi stagnasjonsperioden var kort og oksygenkonsentrasjonene i fjorden var lave (rundt 2 ml/l). Det teoretiske forbruket beregnet i Fjordmodellen ble anslått til 1 ml/l pr. måned. Fjordmodellen indikerer også at dypvannet i Oksefjorden fornyes ca. hvert halvår. De målte oksygenverdiene kan tyde på at dette er riktig.

Oksygenforholdene i dypvannet må betraktes som dårlige i hele måleperioden. I henhold til SFTs kriterier for klassifisering av miljøtilstand (Molvær et al. 1997) får dypvannet karakteristikken *mindre god* til *dårlig tilstand*. I samme periode var det også dårlige oksygenforhold ved Bjørnevikhalsen og Hestø lenger inne i Tvedestrandsfjorden (Kroglund et al. 1998a). Over terskeldyp i Oksefjorden var oksygenforholdene gode. Laveste registrerte verdi var 4.5 ml/l (73% metning) i 40 m dyp den 11. september, som akkurat er grenseverdi mellom *god* og *meget god* tilstand etter SFTs kriterier.

Oksygenforbruk var som for indre del av Tvedestrandsfjorden, ca 1 ml/l pr. måned (Tabell 3). Forholdene i Oksefjorden må imidlertid betraktes som bedre enn i indre Tvedestrandsfjord på grunn av hyppigere vannutskiftingning.

Det er indikasjoner på at oksygenforholdene i Oksefjorden har blitt dårligere over de senere årene. I perioden 1983-85 var alle oksygenmålingene på 50 meter dyp ved Øytangen i Oksefjorden mellom 7 og 3.8 ml/l (se Aure og Danielssen 1993, Dahl et al. 1987). I den foreliggende undersøkelsen var

Tabell 3. Oksygenforbruk i stagnasjonsperioder og andre relevante data for fjordbassengene ved Bjørnevikhalsen og Hestø i indre Tvedestrandsfjorden, og ved Bota i Oksefjorden, august-oktober 1996.

Stasjon	Terskel- dyp (m)	Midlere basseng- dyp (m)	Oksygenforbruk målte verdier (ml/l/måned)	Oksygenforbruk Fjordmiljø- modellen (ml/l/måned)	Tid mellom utskiftingninger (måned)	Oksygen- kapasitet (måned)
Bjørnevikhalsen	15	18		0.95	33.8	6.8
Hestø	30	12		1.11	19.3	5.9
Bota	44	10	1.21	1.00	6.0	5.4

Tabellforklaring:

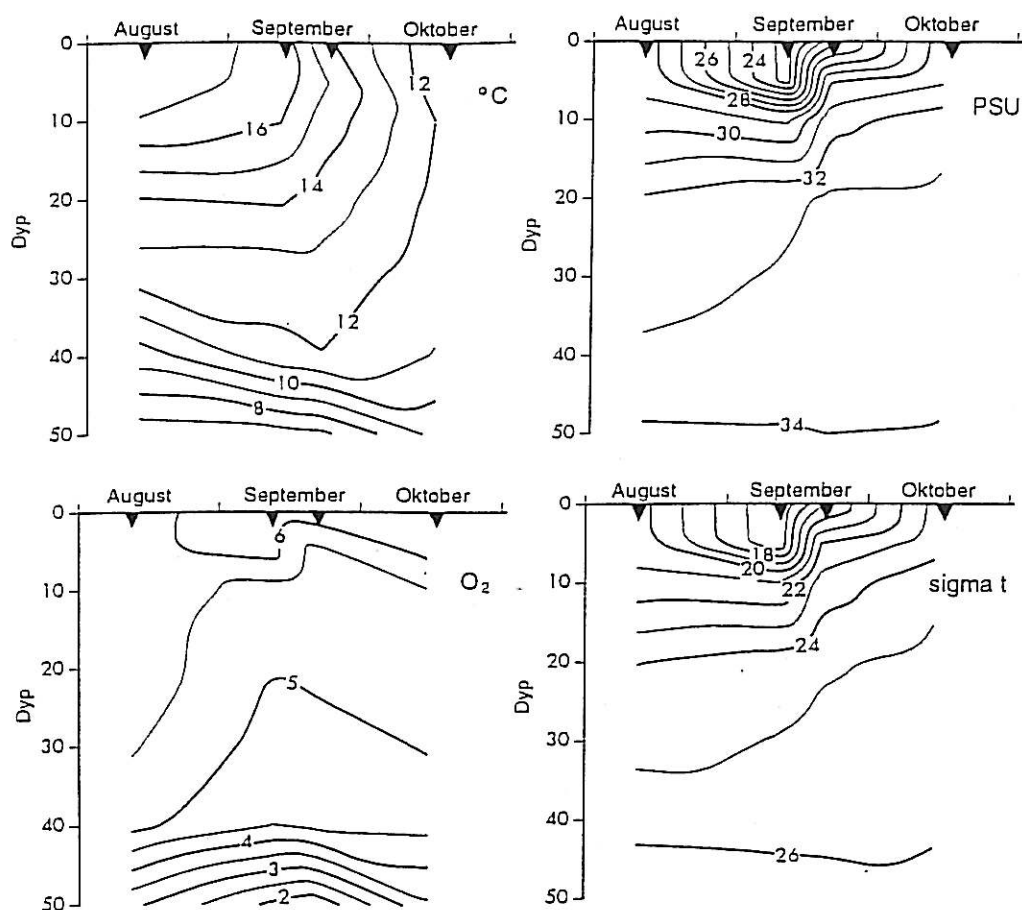
Midlere bassengdyp: volumet av bassenget dividert med fjordarealet i terskeldyp

Oksygenforbruk - målte verdier: differansen mellom oksygenkonsentrasjoner ved starten og slutten av en stagnasjonsperiode.

Oksygenforbruk - Fjordmiljømodellen: Oksygenforbruk beregnet ved bruk av en forenklet fjordmodell (Aure og Danielssen 1993).

Tid mellom utskiftingninger: teoretisk tid mellom hver dypvannutskiftingning

Oksygenkapasitet: tiden det vil ta å redusere oksygeninnholdet i bassengvannet etter en utskiftingning til null oksygeninnhold, uten ny utskiftingning.



Figur 3. Isopleter for temperatur ($^{\circ}\text{C}$), saltholdighet (PSU), oksygen ($\text{ml O}_2/\text{l}$) og tetthet (sigma t) i Oksefjorden høsten 1996. De svarte pilene viser tidspunktene for prøvetaking: 28. august, 11. september, 20. september og 14. oktober.

oksygenkonsentrasjonene ved Bota mellom 1.6 og 3.4 ml/l . Det antyder at tilstanden er redusert fra *meget god - god* tilstand ($> 3.5 \text{ ml/l}$) til *mindre god - dårlig* siden målingene på 80-tallet. Prøvene ble tatt på litt forskjellig sted (Øytangen og Bota), men i samme fjordbasseng og på samme dyp og må derfor kunne sammenlignes direkte. Ved Bjørnevikhalsen og Hestø i indre Tvedestrandsfjord ble oksygenforhold og oksygenforbruk funnet å være på samme nivå som på 80-tallet (Kroglund et al. 1998a). Det synes derfor som at oksygenforbruket i fjorden har økt mest i ytre fjord (Oksefjorden). Det kan trolig forklares med at oksygenforbruket i kystområdene på Skagerrak generelt har økt (se Aure et al. 1997, Kroglund et al. 1998a).

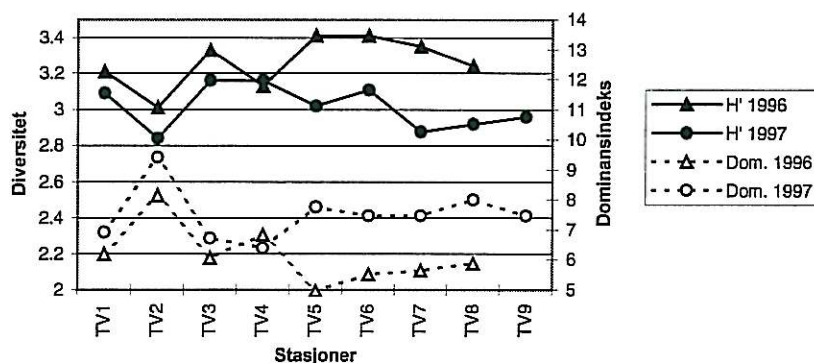
4. Strandsonundersøkelser

Strandsonen i Oksefjorden var preget av flerårige tangarter og en rik undervegetasjon under tangen. På de fleste stasjonene var det liten andel av forurensningstolerante arter (trådformete, hurtigvoksende brun- og grønnalger). Tilsammen ble det registrert 71 arter, mens antall arter på de enkelte stasjoner varierte mellom 19 og 35. Det ble registrert flest arter på TV5 og TV6, og færrest arter ved TV8 på vestsiden av Oksefjorden. Artsantallet kan karakteriseres som normalt. Hovedresultatene er vist i Figurene 4-6 med vekt på diversitet og fordeling mellom algegrupper. Fullstendige resultater for stasjonene er gitt i Vedlegg B.

Det noe lavere artstallet på stasjon TV8 kan skyldes at stasjonen lå ved en loddrett fjellskråning med lite lys. På stasjonene TV5 og TV6 var det et noe større innslag av hurtigvoksende arter enn ellers i fjorden. Slike arter har høye opptakrater for næringssalter og dermed et konkurransefortrinn over sentvoksende arter i næringsrike områder (Kautsky 1991, Hardy et al. 1993, Phil et al. 1996). Over tid kan mange flerårige arter bli utkonkurrert av de hurtigvoksende artene på grunn av lite lys og substrat. Områder med mange forurensningstolerante arter indikerer gjerne næringsanrikede områder.

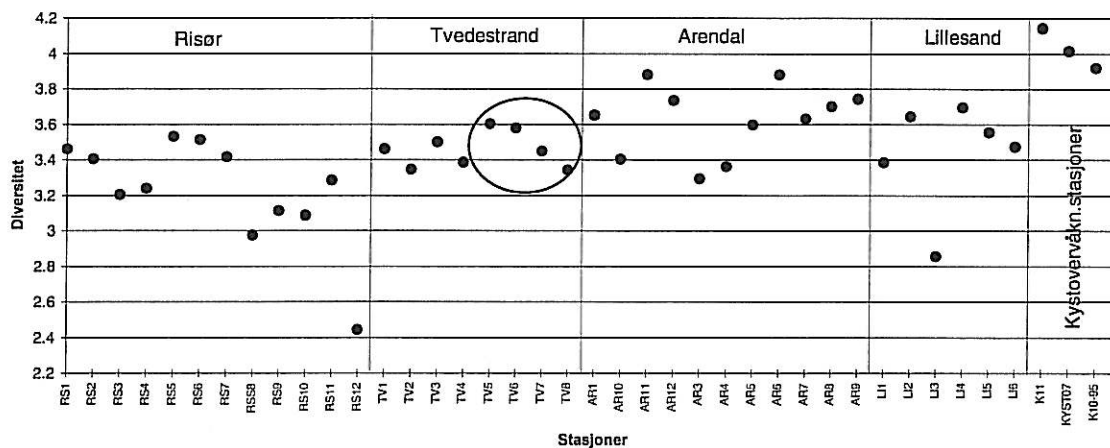
Alle stasjonene hadde høy *diversitet* og lav *dominans*, spesielt i 1996 (Fig. 4). Høy diversitet og lav dominans indikerer god tilstand med jevn fordeling mellom de ulike artene. Årsaken til forskjellene mellom 1996 og 1997 er ikke kjent, men kan ha sammenheng med unormalt høye sommertemperaturer i 1997. Det ble registrert høyest diversitet for stasjonene på østsiden av Oksefjorden (TV5 og TV6). Sammenlignet med data fra Risør (Kroglund et al. 1998b), indre Tvedestrandsfjord (Kroglund et al. 1998a), Arendal (Jacobsen et al. 1996, 1997) og Lillesand (in prep.), hadde stasjonene i Oksefjorden stort sett middels til høy diversitet (Fig. 5). Alle undersøkelser er gjennomført med tilsvarende to-års registreringer. Diversiteten er beregnet som gjennomsnitt av to år.

Andelen rød-, brun- og grønnalger varierte noe fra stasjon til stasjon, men var stort sett innenfor de antatte normalintervallene (Fig. 6). Stasjonene TV5 og TV6 hadde noe høyere andel rødalger og lavere andel brunalger enn "normalt".

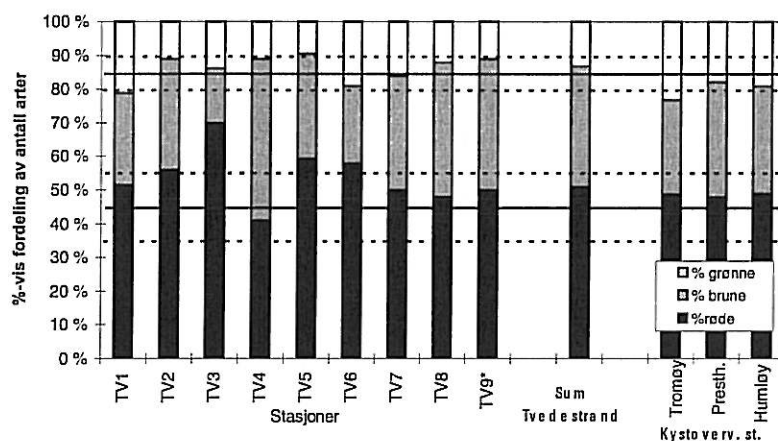


Figur 4. *Diversitet og dominans beregnet for de enkelte stasjonene. Høy diversitet og lav dominans karakteriserer upåvirket områder. Stasjonene TV1 til TV4 er fra indre Tvedestrandsfjorden og er rapportert av Kroglund et al (1998a).*

Generelt viser undersøkelsen at området rundt Bota er preget av frisk tangvegetasjon og god tilstand i strandsonen, men tilstedeværelsen av endel hurtigvoksende arter på østsiden av fjorden indikerer at området til tider kan være noe næringsrikt.



Figur 5. Diversitet (H') i strandsonen for ulike områder av Aust-Agder. Alle stasjonene er undersøkt to år på rad, og diversitet er beregnet for de to årene samlet. Stasjonene i Oksefjorden er markert. Data fra Jacobsen et al. 1996, 1997, Kroglund et al. 1998a, b, Pedersen et al. 1995.



Figur 6. Prosentvis fordeling av antall arter av rødalger, brunalger og grønnealger på stasjoner i Oksefjorden (TV5-TV9), indre Tvedestrandsfjord (TV1-TV4) og ytre kystområder på strekningen Arendal-Lillesand. Normalintervaller er markert med horisontale linjer. Data fra indre Tvedestrandsfjord og ytre kystområder fra henholdsvis Kroglund et al. 1998a og Pedersen et al. 1995.

5. Sedimenter og bunnfauna

5.1 Prøvetaking

På begge stasjonene var det grått normalt fjordsediment med mark, mudderrør og skallfragmenter i prøvene (Tabell 4). Sedimentet inneholdt litt plantefragmenter, småpinner og slagg. Stive pergamentaktige rør av børstemarken *Spiochaetopterus typicus* var et meget synlig innslag i prøvene. Det var svak lukt av hydrogensulfid i en prøve fra stasjonen i fjærnsone, men ellers var prøvene uten spesiell lukt. Alle grabbprøver var fulle av bunnsediment. Detaljer ved prøvetakingen er gitt i Vedleggstabell C1.

5.2 Bunnsedimenter

Sedimentet på begge stasjonene var svært finkornet. Analysene av finfraksjonen, som ble foretatt samtidig med TOC og TN-analysene, viste begge 98% silt og leir (Tabell 5).

Prøven fra stasjonen ved anlegget (TVE 10) som ble tatt til analyse av full kornfordeling, besto av nærmere 90% finmateriale. Silt var den dominerende komponenten, men det var også et betydelig innslag av fin leir (Fig. 7). Fullstendige resultater for kornfordelingsanalysen er presentert i en egen analyserapport (Bottolfsen 1998) og er gjengitt i Vedlegg C2.

Tabell 4. Prøvetaking av bunnfauna og bunnsedimenter i Oksefjorden 28. november 1996. Alle prøvene ble tatt med 0.1 m² van Veen bunngrabb.

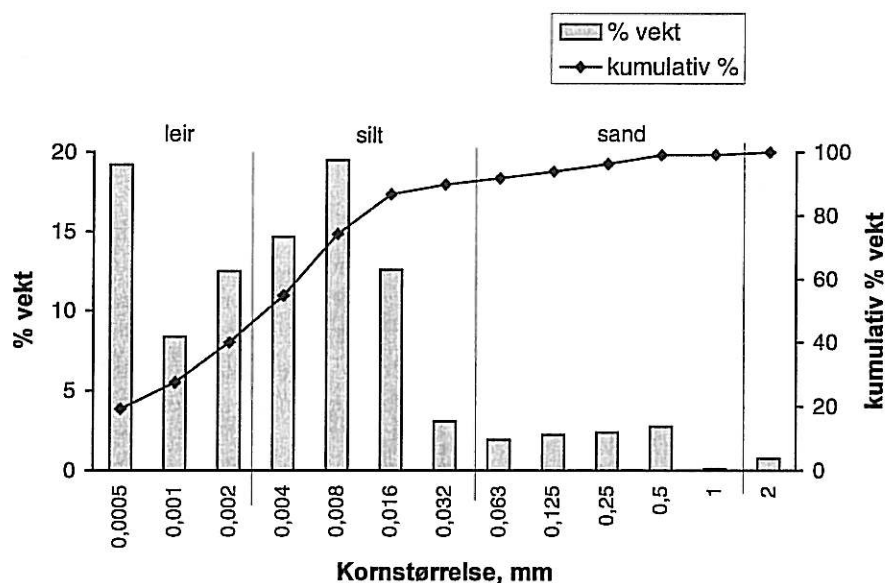
Stasjon	Dyp	Antall prøver	Fyll.-grad	Observasjoner	Sikterest (materiale > 1 mm)
TVE 6 Bota	62-65	4	1/1	Grå mudder med mørkere topplag. Svak lukt av hydrogensulfid i en prøve, ellers ingen lukt. Synlige mark, mudderrør og små skjell. Like parallellprøver.	0.5 liter: Skallrester av muslinger (<i>Thyasira</i> , <i>Leda</i> , <i>Corbula</i>). Litt slagg, pinner og plantefragmenter. Mudderrør og biter av rør av <i>Spiochaetopterus</i> .
TVE 10 Oksefjorden	52	2	1/1	Grå mudder. Mark og slangestjerner. Ingen lukt. Like parallellprøver.	0.4 liter: Skjellsand, skallrester av muslinger (<i>Thyasira</i> , <i>Myrtea</i> , <i>Nuculoma</i>) og småsnegl. Rester av rør av <i>Rhodine</i> og <i>Spiochaetopterus</i> . Litt plantefragmenter, småpinner og slagg.

Tabell 5. Resultater for bunnsedimenter i Oksefjorden 28. november 1996. Finfr. = andel finstoff (partikler <0.063 mm), TTS = totalt tørrstoff, TOC = totalt organisk karbon, TN = totalt nitrogen. Tilstandsklasser for TOC i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er vist (Molvær et al. 1997).

St.	Dyp m	Finfr. %	TTS %	Gl.tap %	TOC mg/g	TN mg/g	C/N- forhold	Normert TOC	SFT Klasse
TVE 6	62-65	98.2	-	-	53.6	4.7	11.4	53.9	V
TVE 10	52	98.5	38	19.3	54.6	5.3	10.3	54.9	V

Det var høyt innhold av organisk materiale i sedimentet (Tabell 5). På begge stasjonene var konsentrasjonen av organisk karbon mer enn 50 mg/g (5%) og nitrogen omkring 5 mg/g (0.5%). På grunnlag av disse verdiene faller stasjonene i klasse V *meget dårlig* tilstand med hensyn på organisk innhold etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Ved dette systemet omregnes (normeres) TOC-verdiene til teoretisk 100% finstoff i sedimentet (Molvær et al. 1997). For finkornede sedimenter fører ikke omregningen til noen særlige forandringer i forhold til målte verdier.

På stasjonen ved anlegget ble det målt 19.3% glødetap. Dette er også en høy verdi. Glødetapsmålingen er i samsvarer med TOC-målingene. Det finnes ingen entydig omregning mellom glødetap og TOC, men i de fleste kystprøver vil TOC utgjøre 1/3-1/4 av glødetapet. Moy et al. (1996) omregnet fra glødetap til TOC ved å dividere på 4.5 (prosentbasis) for kyst- og fjordområder på Vestlandet.



Figur 7. Partikkelfordeling i overflatesediment fra stasjon TVE 10 i nærheten til oppdrettsanlegget i Oksefjorden.

Forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) var forholdsvis høyt (Tabell 5). C/N-forholdet kan indikere noe om materialets art. I sedimenter hvor det organiske materialet i hovedsak stammer fra naturlig produksjon i sjøen (f. eks. plankton) vil forholdstallet være 6-8, mens det i sedimenter som tilføres betydelige mengder materiale fra land overstiger 10. Dette gjenspeiler at plantemateriale fra land er relativt nitrogenfattig. Resultatene viser at Oksefjorden påvirkes av materiale tilført fra land. I indre fjordområder på Sørlandet er C/N-forholdet vanligvis > 10.

5.3 Bunnfauna

I Tabell 6 er det gitt en oversikt over artstall, individtettheter og beregnede verdier for arts mangfold på stasjonene. De viktigste artene er listet i Tabell 7. Fullstendige arts lister for prøvene er gitt i Vedlegg C3.

På stasjonen ved anlegget (TVE 10) ble det funnet en normalt artsrik bunnfauna (Tabell 6). Individtetthetene var høye. Arts mangfoldet var normalt og stasjonen faller i klasse II *god* tilstand i SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Bunnfaunaen var dominert av vanlige bløtbunnsformer, men flere av artene er kjent for å opptre i organisk belastede sedimenter, f.eks. muslingen *Thyasira flexuosa* og børstemarkene *Heteromastus filiformis* og *Pseudopolydora paucibranchiata*. Alle de ti mest vanlige artene klassiferes som moderat til meget tolerante for miljøpåvirkninger (Rygg 1995). Faunaens sammensetning og de høye tetthetene gir inntrykk av at området er noe anrikt av organiske tilførsler.

Tabell 6. *Antall arter, individtall, individtettheter og arts mangfold i prøvene av bunnfauna fra Oksefjorden 28. november 1996. Resultater fra tidligere prøvetaking på st. TVE 6 er også vist (Wikander 1987). Arts mangfoldet er gitt ved Shannon-Wiener indeksen (H') og indeksen E(S₁₀₀). Indeksen AI (artsindeks) gir et mål for forekomst av forurensningsømfnlige arter i prøven. Tilstandsklasser i henhold til SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet er også vist (Molvær et al. 1997).*

Stasjon		Areal	Artstall	Ind.	Ind/m ²	H'	E(S ₁₀₀)	AI	SFT Klasse
TVE 6	1996	0.4	26	802	2005	2.68	13.0	6.0	III
	1983	0.5	20	169	338	3.49	17.6	5.5	II/III
	1984	0.5	9	49	98	2.64	-	6.9	III
	1986	0.5	53	1202	2404	3.45	18.8	6.2	II
TVE 10	grabb 1	0.1	46	755					
	grabb 2	0.1	49	639					
	sum	0.2	62	1394	6970	3.99	23.5	6.7	II

Tabell 7. De viktigste artene i prøvene av bunnfauna fra Oksefjorden 28. november 1996. De ti mest individrike artene på hver stasjon er vist.

St. TVE 6

Art	Gruppe	Ind /0.4 m ²
<i>Maldane sarsi</i>	Mangebørstemark	372
<i>Thyasira flexuosa</i>	Skjell	137
<i>Nuculoma tenuis</i>	Skjell	84
<i>Chaetozone setosa</i>	Mangebørstemark	54
<i>Melinna cristata</i>	Mangebørstemark	31
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	Mangebørstemark	29
<i>Myriochele oculata</i>	Mangebørstemark	24
<i>Caudofoveata ind.</i>	Markbløtdyr	13
<i>Heteromastus filiformis</i>	Mangebørstemark	12
<i>Corbula gibba</i>	Skjell	10

St. TVE 10

Art	Gruppe	Ind /0.2 m ²
<i>Myriochele oculata</i>	Mangebørstemark	390
<i>Thyasira flexuosa</i>	Skjell	186
<i>Mediomastus fragilis</i>	Mangebørstemark	127
<i>Heteromastus filiformis</i>	Mangebørstemark	68
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	Mangebørstemark	65
<i>Maldane sarsi</i>	Mangebørstemark	65
<i>Prionospio fallax</i>	Mangebørstemark	57
<i>Nuculoma tenuis</i>	Skjell	53
<i>Melinna cristata</i>	Mangebørstemark	50
<i>Typosyllis cornuta</i>	Mangebørstemark	41

På stasjonen i fjærnsone til anlegget (TVE 6) ble det funnet en noe artsfattig, men normalt individrik fauna. Artsmangfoldet var nedsatt med den følge at stasjonen faller i klasse III *mindre god* tilstand i SFTs system. Stasjonen var dominert av små børstemark og muslinger som alle har toleranse for organisk anrikning (Rygg 1995). Prøvene var særlig preget av rørbyggende børstemark, spesielt *Maldane sarsi* og *Melinna cristata* som lager store kraftige mudderrør. Stasjonen var også endel preget av børstemarken *Spiochaetopterus typicus* som lager stive pergamentaktige rør i sedimentet. Dette er en art som godt kan klare seg i oksygen svake områder og ofte finnes i sorte bunnsedimenter på grensen mot døde dypområder med hydrogensulfid. Alle de ti mest vanlige artene klassiferes som moderat til meget tolerante for miljøpåvirkninger (Rygg 1995). Prøvene gir inntrykk av at området er noe organisk anrikt og kan ha dårlige oksygenforhold.

5.4 Sammenligning med tidligere prøvetaking

Stasjonen i fjærnsone (TVE 6) er tidligere prøvetatt i 1983, 1984 og 1986 (Rygg & Wikander 1985, Wikander 1987). Stasjonen ble karakterisert som svakt til moderat påvirket av organiske tilførsler, men resultatene varierte en god del mellom årene (Wikander 1987). I 1984 ble det funnet svært lave arts- og individtall, mens det i 1986 ble funnet et normalt antall arter og individer. De viktigste parametre for faunaen er gitt i Tabell 6, som også viser at resultatene for disse årene med hensyn på artsmangfold tilsvarer *god* til *mindre god* tilstand etter SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet.

Bare noen få arter som var blant de ti vanligste ved de tidligere innsamlingene, har lav toleranse for miljøpåvirkninger (se Kroglund et al. 1998a). Ingen av artene er klassifisert som ømfintlige overfor dårlige miljøforhold. Ved alle undersøkelsene besto sedimentet av grå silt uten lukt av hydrogensulfid. Prøvene ble tatt i litt ulike dyp, og ble i 1984 tatt noe dypere (62 m) enn i de andre årene (56-58 m). Dette kan gi en forklaring til den fattige faunaen i 1984 fordi det nær bunnen i dypbassenger kan være markerte gradienter i oksygen (Wikander 1987).

5.5 Vurdering av resultatene

Bunnsedimentene i Oksefjorden hadde høyt organisk innhold. Med hensyn på innholdet av organisk karbon (TOC), faller begge stasjonene i dårligste tilstandsklasse (klasse V) i SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet. Hele Tvedestrandsfjorden har høyt organisk innhold i sedimentene. I indre fjord, som er sterkt påvirket av gamle avsetninger av sagflis, ble det målt enda høyere verdier (Kroglund et al. 1998a).

Sedimentene i Oksefjorden kan sammenlignes med andre indre fjordområder på Sørlandet. For eksempel var TOC-verdiene (54 mg/g) helt på nivå med TOC i Nordfjorden ved Risør og Skallefjorden ved Lillesand, hvor prøvene ble tatt samtidig med Tvedestrandsfjorden (hhv. 53 og 63 mg/g) (Kroglund et al. 1998b, Kroglund et al. in prep). Lignende verdier er tidligere funnet ved Strengereid og Kilsund i Arendal kommune (Jacobsen et al. 1996). I mer åpne kyst- og fjordområder på Sørlandet kan verdier på 20-40 mg/g betraktes som normale (se Moy et al. 1996). Generelt synes det som fjordområdene på Sørlandet naturlig har forholdsvis høyt organisk innhold, noe som fører til at sedimentene ofte får dårlig karakteristikk i henhold til SFTs kriterier.

Det organiske materialet består i stor grad av plantemateriale fra land. Mesteparten av dette består av løv, gress og pinner som naturlig havner ut i fjorden. I tillegg påvirkes sedimentene av tilførsler fra avløpsvann og lokal planteplanktonproduksjon i fjorden, men størrelsen på disse bidragene er det vanskelig å skille ut med grunnlag i sedimentanalysene. Det er også vanskelig å anslå hvor mye som er lokalt tilført til Oksefjorden og hvor mye som er transport ut fra indre Tvedestrandsfjorden, men det var lite sagflis og andre synlige komponenter i sedimentene som kunne stamme fra indre fjord.

Undersøkelsene av bunnfauna viser at Oksefjorden var organisk påvirket. I nærsonen til havbruksanlegget (st. TVE 10) var miljøtilstanden generelt god, vist ved at bunnfaunaen var artsrik og hadde normalt artsmangfold, men faunaen var klart dominert av tolerante arter som også kan klare seg under mindre gode forhold. På det dypeste punktet i fjorden, som representerer det mest følsomme og utsatte området av fjorden (st. TVE 6), hadde faunaen moderat artsmangfold. Tilstanden må karakteriseres som rimelig god, men det må forutsettes at faunaen i perioder utsettes for vann av dårlig kvalitet. Tilstanden i fjorden synes ikke å ha endret seg vesentlig siden undersøkelsene i 1983-

1986. Det har imidlertid vært variasjoner mellom årene, som trolig kan relateres til variasjoner i vannutskiftning og oksygenforhold (Wikander 1987).

Begge stasjonene i Oksefjorden får karakteristikken *god* til *mindre god* tilstand med hensyn på fauna, men *meget dårlig* tilstand med hensyn på sedimenter når SFTs miljøkvalitetskriterier legges til grunn. Tilsvarende ulike karakteristikker har etterhvert blitt observert for en rekke steder i kystområder på Sørlandet, f.eks. Narestø og Strengereid (Jacobsen et al. 1996) og Tromøysund og Galtesund (Oug 1998). Trolig utgjør plantemateriale fra land, og i noen tilfeller treflis fra sagbruksvirksomhet, viktige komponenter til TOC-innholdet i sedimentene. Dette er i stor grad materiale som brytes langsomt ned og som ikke har samme effekter for bunnfaunaen som lett omsettbart organisk stoff. Generelt kan det derfor se ut til at sedimentene i kystområdene blir karakterisert som dårligere enn de egentlig er. I realiteten er nok kvalitetskriteriene med hensyn på TOC mer et uttrykk for mengden av organiske komponenter i miljøet, enn en generell miljøtilstand. Til sammenligning representerer faunaen mer et mål for tilstand, men det er flere forhold som tyder på at artsmangfoldet ikke alltid er en tilstrekkelig følsom parameter for menneskebetenget påvirkning. I flere tilfeller synes artssammensetning og innslag av karakteristiske arter å være bedre (se f.eks. Aschan & Skullerud 1990, Elliott 1994, Olsgard & Gray 1995). Det bør derfor legges en samlet vurdering av alle forhold til grunn for vurdering av tilstanden på lokalitetene.

6. Litteratur

- Aschan, M.M. & A. Skullerud 1990. Effects of changes in sewage pollution on soft-bottom macrofauna communities in the inner Oslofjord, Norway. *Sarsia* 75: 169-190.
- Aure, J., F.E. Dahl, L.G. Golmen, T. Johannessen & J. Molvær 1997. Vurdering av oksygenutvikling og organisk belastning på kyststrekningen Jomfruland – Stavanger. NIVA rapport nr. 3555. Oslo. 36 s.
- Aure, J. & D.S. Danielsen 1993. Terskelbasseng på Sørlandskysten. Organisk belastning og vannutskifting. *Fisken og Havet* 1993 (1): 1-16.
- Bokn, T. 1978. Klasser av fastsittende alger brukt som indikatorer på eutrofiering i estuarine og marine vannmasser. Norsk institutt for vannforskning. Årbok 1978, s. 53-59.
- Bottolfsen, I. 1998. Kornfordelingsanalyse Tvedestrandsfjorden 1998. Geogruppen as, rapport nr. 9809.01.01. Tromsø. 7 s.
- Dahl, E., F.E. Dahl & D.S. Danielsen 1987. Resipientundersøkelser i Tvedestrandsfjorden 1985. *Flødevigen meldinger* 1987 (1): 1-55.
- Danielsen, D. 1981. Rapport angående resipientundersøkelser i Risør/Tvedestrandsområdet i 1979. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt. Statens Biologiske Stasjon Flødevigen. 43 s.
- Elliott, M. 1994. The analysis of macrobenthic community data. *Mar. Poll. Bull.* 28: 62-64.
- Hardy, F.G., S.M. Evans, M.A. Treemayne. 1993. Long-term changes in the macroalgae of three polluted estuaries in north-east England. *J.Exp. Biol. Ecol.* 172 (1993), 81-92.
- Jacobsen, T., Dahl, E., Oug, E. 1994. Miljøstatus i vannforekomster i Aust-Agder. Del II. Marine resipienter. NIVA-rapport nr. 3154, 115 s. + vedlegg. ISBN82-577-2627-3.
- Jacobsen, T., E. Oug, J. Magnusson 1996. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal kommune 1992-1994. NIVA rapport nr. 3378. 100 s.
- Jacobsen, T., L. Golmen, E. Nygaard, E. Oug 1997. Undersøkelse av resipientforholdene ved Narestø, Arendal kommune. NIVA-rapport nr. 3721-97. 65 s. ISBN 82-577-3289-3.
- Kautsky, H. 1991. Influence of eutrophication on the distribution of phytobenthic plant and animal communities. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 76, 423-432.
- Kroglund, T., E. Dahl og E. Oug 1998a. Miljøtilstanden i Tvedestrand kystområder før igangsetting av nytt renseanlegg. Oksygenforhold, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna. NIVA-rapport 3907-98. 57 s.
- Kroglund, T., E. Dahl og E. Oug 1998b. Miljøtilstanden i Risørs kystområder før igangsetting av nytt renseanlegg. NIVA-rapport 3908-98. 55 s.

- Kupka Hansen, P., A. Ervik, J. Aure, P. Johannessen, T. Jahnsen, A. Stigebrandt og M. Schaanning 1997. MOM - konsept og revidert utgave av overvåkingsprogrammet 1997. Fisker og Havet nr. 5-1997. 55 s.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. SFT Veiledning 97:03. SFT. 36 s.
- Moy, F.E., S. Fredriksen, J. Gjørseter, S. Hjøhlman, T. Jacobsen, T. Johannessen, T.E. Lein, E. Oug & Ø.F. Tvedten 1996. Utredning om benthos-samfunnene på kyststrekningen Fulehuk - Stad. NIVA rapport, nr. 3551. 84 s.
- Olsgard F. & J.S. Gray 1995. A comprehensive analysis of the effects of offshore oil and gas exploration and production of the benthic communities of the Norwegian continental shelf. Mar. Ecol. Prog. Ser. 122: 277-306.
- Oug, E. 1998. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal. Bløtbunnsfauna i Tromøysund og Galtesund 1994. NIVA rapport nr. 3829. 34 s.
- Phil, L., G. Magnusson, I. Isaksson, I. Wallentinus 1996. Distribution and growth dynamics of ephemeral macroalgae in shallow bays on the Swedish west coast. Journal of Sea Research 35 (1-3): 169-180.
- Pedersen, A., J.Aure, E. Dahl, N.W.Green, T. Johnsen, J. Magnusson, F. Moy, B. Rygg, M. Walday 1995. Langtidsovervåking i kystområdene av Norge. Fem års undersøkelser: 1990-1994. Hovedrapport. NIVA rapport nr. 3332. 117 s. (Statlig program for forurensningsovervåking. Overvåkingsrapport nr. 624a/95. TA-nr. 1264/1995.)
- Rygg, B. 1995. Indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. Klassifisering av 73 arter/taxa. En ny indeks for miljøtilstand, basert på innslag av tolerante og ømfintlige arter på lokaliteten. NIVA rapport, nr. 3347. 68 s.
- Rygg, B. & P.B. Wikander 1985. Bunnfaunaundersøkelser i Tvedestrandsfjorden. NIVA rapport nr. 1795. 33 s.
- Stigebrandt, A. 1992. Beregning av miljøeffekter av menneskelige aktiviteter. Lærebok for brukere av vannkvalitetsmodellen Fjordmiljø. Ancylus/SFT rapport nr. 9201. 58 s.
- Strickland, J.D.H. & T.R. Parson 1968. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Bd Can. 167: 1-311.
- Wikander, P.B. 1987. Bløtbunnsfaunaen i Tvedestrandsfjorden. Resultatene fra 1983, 1984 og 1986. NIVA rapport nr. 1978. 72 s.

Vedlegg A. Hydrografi

Vedleggstabell A1. Temperatur, saltholdighet, tetthet, oksygenkonsentrasjon, oksygenmetning og sikt målt ved Bota i Oksefjorden i 1996.

Dato	Dyp	Temp °C	Salt PSU	Tetthet Sigma t	O ₂ ml/l	O ₂ %	H ₂ S ml/l	Sikt m
12.08.96	0	17.654	28.523	20.401	5.92	105		10
	5	17.614	28.529	20.415	5.91	105		
	10	16.938	29.560	21.359	5.84	103		
	20	13.950	32.119	23.972	5.83	99		
	30	12.413	32.614	24.659	5.55	91		
	40	9.481	33.163	25.604	5.16	80		
	50	6.382	34.160	26.840	3.10	45		
11.09.96	0	16.735	22.479	15.988	6.15	104		7
	5	16.662	22.553	16.061	6.18	104		
	10	16.080	28.821	20.984	5.30	92		
	20	14.154	32.776	24.438	5.00	85		
	30	12.378	33.104	25.045	4.82	79		
	40	11.729	33.449	25.435	4.49	73		
	50	6.635	34.096	26.756	1.89	27		
20.09.96	0	14.356	25.558	18.836	6.26	103		8
	5	15.200	29.889	21.994	5.34	91		
	10	14.611	31.693	23.507	5.22	89		
	20	13.502	33.178	24.882	5.17	87		
	30	12.551	33.420	25.258	4.70	78		
	40	11.967	33.508	25.437	4.59	75		
	50	6.788	34.001	26.661	1.61	24		
14.10.96	0	11.294	30.574	23.281	6.20	98		11
	5	11.415	30.860	23.482	6.11	97		
	10	12.007	32.582	24.711	5.46	89		
	20	11.757	33.213	25.247	5.34	87		
	30	11.476	33.425	25.464	5.04	81		
	40	10.942	33.750	25.813	4.64	74		
	50	9.288	34.053	26.331	3.40	53		

Vedlegg B. Strandsone

Vedleggstabell B1. Alle arter registrert i Oksefjorden i 1996 og 1997. Tegnforklaringer: e = enkeltfunn, s = spredt, v = vanlig, d = dominerende, * = ikke mengdevurdert

Stasjonsnr	Bukkhlm		Borøy vest		Bota S		Bota		Bota N
	TV5		TV6		TV7		TV8		TV9
År	96	97	96	97	96	97	96	97	97
<i>Ahnfeltia plicata</i>	-	-	s	s	-	-	-	-	-
<i>Audouiniella</i> sp.	-	*	e	*	e	-	-	-	-
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> : sporp.	-	s-v	e	*	v	v-d	v	v-d	v
<i>Broggiartella byssoides</i>	-	*	-	-	s	*	-	-	-
<i>Callithamnion corymbosum</i>	e	-	-	-	-	s	-	-	-
<i>Ceramium nodulosum</i>	s-v	v	s	v-d	d	v-d	d	v	d
<i>Ceramium</i> spp.	s	-	s	*	-	v	-	-	-
<i>Ceramium diaphanum</i>	*	-	-	*	-	*	-	-	-
<i>Chondrus crispus</i>	v	v	v	v	s	-	s	-	s
<i>Corallina officinalis</i>	s	s	s	s-v	s	s	v	s	s
Corrallinaceae (skorpeformet):	d	d	d	d	v	d	v	v	v
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	*	-	*	-	*	-	*	-	*
<i>Lithothamnion glaciale</i>	*	-	-	-	*	-	*	-	*
<i>Cruoria pellita</i>	-	-	s	-	s	-	s	-	-
<i>Cystoclonium purpureum</i>	s-v	-	s-v	-	v	-	s	-	-
<i>Erythrotrichia carnea</i>	-	*	-	*	-	-	-	-	-
<i>Furcellaria lumbicalis</i>	v	-	v	-	v	v	v	v	d
<i>Hildenbrandia rubra</i>	v	v	v	v	s	-	v	d	v
<i>Laurencia pinnatifida</i>	s	*	-	s	-	-	-	-	-
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>	s	-	-	*	-	-	s	s	-
<i>Phyllophora truncata</i>	-	-	e-s	-	-	s	-	-	-
<i>Polyides rotundus</i>	e	-	-	-	-	*	-	-	-
<i>Polysiphonia elongata</i>	s	-	s	s	-	-	e	-	-
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	v	s	s	-	s	-	v	s	s
<i>Rhodomela confervoides</i>	-	s	-	s	-	-	-	-	s
<i>Rhodophyllis divaricata</i>	-	-	-	-	e	-	-	-	-
<i>Ectocarpus</i> sp.	d	-	s	-	s	-	-	-	-
<i>Pilayella littoralis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	s
<i>Spongonema tomentosum</i>	-	-	-	-	-	e	-	-	-
<i>Asperococcus turneri</i>	-	-	-	-	v	-	v	-	-
<i>Chorda filum</i>	v	v	v-d	s	v	v	v	v	v-d
<i>Desmarestia viridis</i>	-	-	s	-	-	-	-	-	-
<i>Mesogloia vermiculata</i>	s	-	-	-	-	-	e	-	-
<i>Ascophyllum nodosum</i>	d	v	v	v	v	v	v	v	v
<i>Fucus serratus</i>	d	d	d	d	s	d	d		d
<i>Fucus vesiculosus</i>	s	s	s	v	s	v	s	v	s
<i>Halidrys siliquosa</i>	-	-	-	-	e	-	-	-	-
<i>Laminaria saccharina</i>	-	s	-	-	v	d	-	s	-
<i>Sargassum muticum</i>	e	-	-	-	-	-	s	-	-
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	s	v	s	s-v	e	-	e	-	*
<i>Feldmannia</i> sp	-	-	-	*	-	-	-	-	-

Vedleggstabell B1 fortsatt.

Stasjonsnr	Bukkhlm		Borøy vest		Bota S		Bota		Bota N
	TV5	TV6	TV7	TV8	TV9	96	97	97	
Ar	96	97	96	97	96	97	96	97	97
<i>Spermatochnus paradoxus</i>	-	-	-	-	s	-	s	-	-
<i>Stilophora rhizoides</i>	s	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cladophora rupestris</i>	s	s	-	e	v	-	s	s	-
<i>Cladophora</i> sp.	v	s	v	d	v	v-d	d	v	s
<i>Enteromorpha</i> sp.	s	-	s	s	s	*	-	s	*
<i>Enteromorpha</i> cf. <i>flexulosa</i>	-	-	-	-	-	*	-	-	*
<i>Rhizoclonium</i> sp.	-	-	-	*	-	-	-	-	-
<i>Spongomorpha</i> sp.	-	-	e	*	-	s	-	-	-
<i>Ulothrix/Urospora</i> sp.	-	-	-	*	-	-	-	-	-
<i>Ulva lactuca</i>	-	-	-	-	s	-	-	-	-
diatome-kjede på fjell	-	-	-	*	-	-	-	-	-
epifyttiske diatomeer	-	-	-	*	-	-	-	-	-
<i>Asterias rubens</i>	v	s	s	-	v	v	v	s	-
<i>Balanus balanoides</i>	-	v	-	-	-	-	-	-	-
<i>Balanus</i> sp.	s	e	s	-	-	-	-	-	-
<i>Dynamena pumila</i>	-	-	-	-	-	-	-	s	v
Echinoidea indet.	-	s	-	-	-	-	-	-	-
<i>Electra pilosa</i>	-	-	-	-	s	s	s	-	-
<i>Halichondria panicea</i>	v	-	s	-	v	v	v	s-v	s-v
<i>Littorina littorea</i>	s	-	s	-	-	-	-	-	-
<i>Membranipora membranacea</i>	-	v	-	s	-	-	-	-	s
<i>Mytilus edulis</i>	s	-	s	s	-	-	-	-	-
<i>Pomatoceros triqueter</i>	-	-	s	-	-	-	-	-	-
<i>Spirorbis</i> sp.	v-d	v	v	v	s	v-d	s	v	v

Vedleggstabell B2. Antall arter, forekomst, diversitet, dominans og jevnhet på stasjoner i Oksefjorden 1996 og 1997.

Stasjonsnr	TV5		TV6		TV7		TV8		TV9
	96	97	96	97	96	97	96	97	97
Sum antall arter(taxa)	35	24	32	31	32	21	28	19	22
Rødalger	17	11	15	12	14	9	13	8	10
Brunalger	9	6	7	6	10	6	9	4	6
Grønnalger	3	2	3	8	4	3	2	3	2
Fauna	6	5	7	3	4	3	4	4	4
Diverse (bl.gr, diat., planter)	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Forekomst alger	70	41.5	57.5	47	64	45	60	41	44.5
Dominansindeks	4.7	6.8	5.5	6.8	5.4	6.7	5.7	8.0	7.3
Diversitet (H')	3.5	3.1	3.4	3.3	3.4	3.0	3.3	2.9	3.0
Jevnhet	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9


Vedlegg C. Sedimenter og bunnfauna

Vedleggstabell C1. Lokalisering av stasjoner og program for innsamling av bunnprøver i Tvedestrandsfjorden 28. november 1996. Stasjonene TVE 6 og TVE 10 inngår i foreliggende referanseundersøkelse for Oksefjorden Havbruk, mens stasjonene TVE 3 til TVE 9 inngår i den kommunale resipientundersøkelsen av fjorden. Stasjon TVE 10 (havbruksanleggets nærsone) var lokalisert ca. 30 m fra midtpunktet av merdanlegget.

St.		Dyp (m)	koordinater	Prøvetaking	Fyll.-grad
TVE 3	Bjørnevikhalsen	85	58° 36.68' N 8° 56.57' Ø	1 TOC/korn	1/1
TVE 4	Hestøy	59	58° 35.08' N 8° 58.14' Ø	1 TOC/korn	1/1
TVE 6	Bota	62-65	58° 34.57' N 8° 59.53' Ø	4 samf. fauna 1 TOC/korn	1/1
TVE 8	Tangen	31	58° 37.13' N 8° 56.56' Ø	4 samf. fauna 1 TOC/korn	1/1
TVE 9	Sagesund	40	58° 36.20' N 8° 58.12' Ø	4 samf. fauna 1 TOC/korn	1/1
TVE 10	Oksefjorden	52	58° 34.74' N 8° 59.49' Ø	2 sep. fauna 1 TOC/korn 1 korn/gl.tap*	1/1

* egen grabbprøve for sedimenter

Vedlegg C2. Analyse av kornfordeling og glødetap. Rapport fra Geogruppen AS, Tromsø.

 N-9005 Tromsø Telefon/Phone: (+47) 77 61 26 80 Telefax/Fax: (+47) 77 68 05 09	Prosjekt nr./Project no.: 98114	Rapport nr./Report no.: 9809.01.01
	Referanse nr./Referenc no.: J:\GG\Prosjekt\analyser\korn\kyst\98114*. *	
Rapporttittel/Report title: <p style="text-align: center;">KORNFORDELINGSANALYSE Tvedestrandsfjorden 1998</p>		
Forfatter(e)/Author(s): Ilka Bottolfsen, GeoGruppen as	Dato/Date: 21. april, 1998	
Medforfatter(e)/Co author(s):	Antall sider/No. of pages: <p style="text-align: center;">-- 7 --</p>	
Prosjektleder/Project manager:	Distribusjon/Distribution:	
Oppdragsgiver/Client: NIVA Sørlandsavdelingen	Oppdragsgivers ref./ Client ref. v/ E. Oug	
Sammendrag/Abstract: <i>TVE 10: Bimodal, veldig dårlig sortert, skjevhet-nesten symmetrisk, dominert av silt: relativt lavt strømregime Glødetap: 19,29 %</i>		
Nøkkelord: Kornfordelingsanalyse	Key words: Grainsize distribution	
Prosjekt leder/ Project manager: Ilka Bottolfsen	Kontrollert av/ Control manager: Kurt Roger Fredriksen	

Vedlegg C2. Analyse av kornfordeling og glødetap. Rapport fra Geogruppen AS, Tromsø.**1. METODER****1.1 KORNFORDELING****VÅTSIKTING**

Prøven ble våtsiktet gjennom 1 mm og 0.063 mm sikt for å splitte grus og sand fraksjonene (større enn 0.063 mm) fra silt og leir fraksjonene (mindre enn 0.063 mm). Sedimentet ble deretter plassert i tørkeskap med temperatur på 40 °C inntil de var tørre. For de grove fraksjoner tar det ca 2-3 dager, for de finere fraksjonene opptil en uke.

TØRR SIKTING

Den tørkede prøven større enn 0.063 mm ble veiet og ristet i 10 minutter på ristemaskin gjennom sikter følgende intervaller:

2 mm, 1 mm, 0.5 mm, 0.250 mm, 0.125 mm, 0.063 mm.

Materialet på hver sikt ble veiet med 0.01g nøyaktighet og registrert på data-ark (4-4 skjema).

SEDIGRAF ANALYSER

2.2 g tørrvekt av materialet mindre enn 0.063 mm ble tilsatt 50 ml destillert vann og 1 dråpe (0.06 g) dispergeringsmiddel (Calgon tilsvarende 1-3 % prøvens tørrvekt). Prøvens tetthet er 2.7 g/cm³, væskens tetthet er 0.99 g/cm³ og viskositeten er 0.75 cp. Blandingen behandles i ultralydbad i 10 minutter.

Løsningen analyseres deretter i sedigraf 5100. Analysetemperaturen er 33.3 °C, partikkeltelletiden i analysekammeret er 4 minutter ved målinger ned til 0.005 mm. % volum fra hver fraksjon konverteres til % tørrvekt av den totale sedimentmengden mindre enn 0.063 mm.

RAPPORTERING

Vekten av alle fraksjoner overføres fra data-arkene til et databehandlingsprogram som beregner prosentvis fordeling av sedimentfraksjonene, statistiske parametre, sediment karakteristikk, samt grafisk fremstilling av kummulativ kurve og histogram. Hver analyse presenteres med alle data på et A4 side. Ved analyseserier (mer enn 1 analyse) presenteres analysene i tillegg i oppsummeringstabeller med gjennomsnittsverdier, største og minste verdi samt standard avvik.

1.2 GLØDETAP

Glødetap er bestemt som vekttapet av prøven mellom tørking ved 105°C i ca 12 timer og brenning ved 550°C i 1 time (i hht MOM-kriteriene).

Vedlegg C2. Analyse av kornfordeling og glødetap. Rapport fra Geogruppen AS, Tromsø.

Tvedestrandstjorden98, sample no TVE 10

Grain size distribution

(End point data are cumulative weights/fractions, N/A: Not analyzed)

Size grade	Particle size	Phi (Ø)	Data	Freq.	Cum. freq.
Cobbles	512 mm	-9	0,00 g	0,00%	100,00%
	256 mm	-8	0,00 g	0,00%	100,00%
	128 mm	-7	0,00 g	0,00%	100,00%
	64 mm	-6	0,00 g	0,00%	100,00%
Pebbles	32 mm	-5	0,00 g	0,00%	100,00%
	16 mm	-4	0,00 g	0,00%	100,00%
	8 mm	-3	0,00 g	0,00%	100,00%
	4 mm	-2	0,00 g	0,00%	100,00%
	2 mm	-1	0,19 g	0,77%	100,00%
Very coarse sand	1 mm	0	0,03 g	0,12%	99,23%
Coarse sand	500 µm	1	0,69 g	2,78%	99,11%
Medium sand	250 µm	2	0,59 g	2,38%	96,33%
Fine sand	125 µm	3	0,55 g	2,22%	93,95%
Very fine sand	62,5 µm	4	0,48 g	1,94%	91,73%
Silt	31,3 µm	5	3,40 %	3,05%	89,79%
	15,6 µm	6	14,00 %	12,57%	86,74%
	7,8 µm	7	21,70 %	19,49%	74,17%
	3,9 µm	8	16,30 %	14,64%	54,68%
Clay	2,0 µm	9	13,90 %	12,48%	40,05%
	1,0 µm	10	9,30 %	8,35%	27,57%
	0,5 µm	11	21,40 %	19,22%	19,22%
	0,2 µm	12	N/A	0,00%	0,00%
	0,1 µm	13	N/A	0,00%	0,00%
	Total weight of fraction <63 µm:			22,26 g	

Values from cumulative curve (Interpolated)

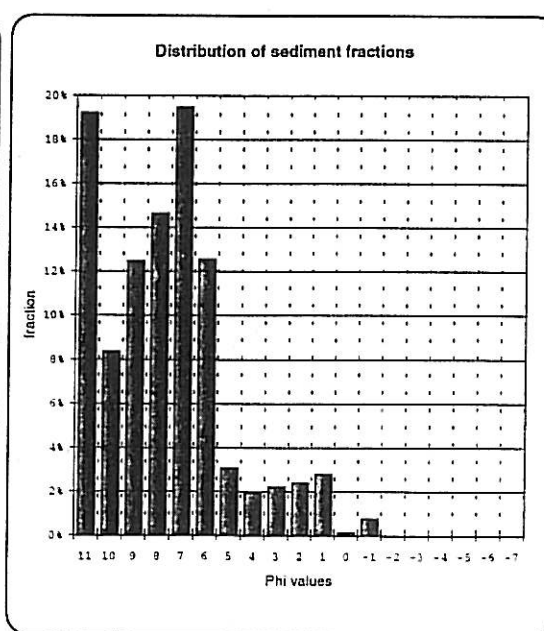
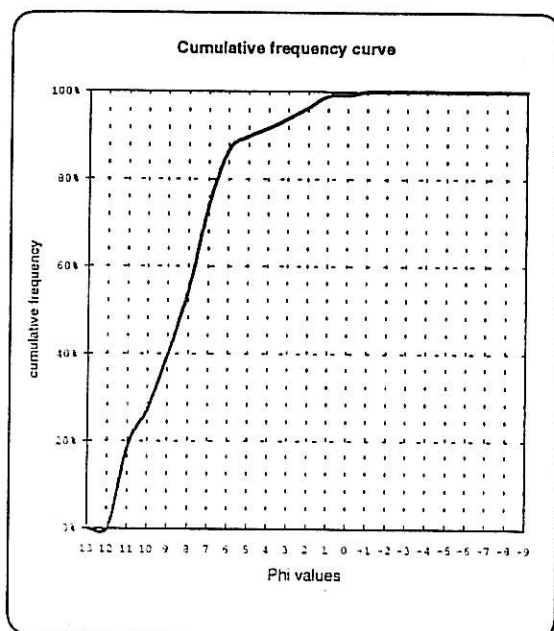
Percentiles	Size (mm)	Phi (Ø)
95	0,1698	2,56
90	0,0336	4,89
84	0,0134	6,22
75	0,0082	6,93
50 (MD)	0,0031	8,32
25	0,0008	10,31
16	0,0004	11,17
10	0,0004	11,48
5	0,0003	11,74

Sediment grain size composition (% Dry weight)

Clay	40,05%
Silt	49,75%
Palite	89,79%
Very fine sand	1,94%
Fine sand	2,22%
Medium sand	2,38%
Coarse sand	2,78%
Very coarse sand	0,12%
Total sand	9,44%
Pebbles	0,77%
Cobbles	0,00%
Gravel	0,77%

Classification (Udden & Wentworth, modified)

Statistical parameter	phi (Ø)	Sediment characteristics
Mean size (M2)	8,57	
Median size (MdØ)	8,32	Silt
Sorting (StØ)	2,63	Very poorly sorted
Skewness (SkØ)	-0,05	Nearly symmetrical
Kurtosis (KØ)	1,12	Leptokurtic



End point data are cumulative fractions.

Vedlegg C2. Analyse av kornfordeling og glødetap. Rapport fra Geogruppen AS, Tromsø.**Glødetap**

Prøvenr	Digel tar	Vekt våtmateriale		Vekt etter tørking ved 105°C		Vekt etter brenning ved 550°C		Differanse	Glødetap
		Tot.vekt	Sed.vekt	Tot.vekt	Sed.vekt	Tot.vekt	Sed.vekt		
TVE 10	11,21 g	26,21 g	15,00 g	16,91 g	5,70 g	15,81 g	4,6 g	1,10 g	19,29 %

Vedleggstabell C3. Fullstendige resultater for bunnfauna i Oksefjorden 28. november 1996.

	Stasjon - prøve Areal (m ²)	TVE 6 0.4	TVE 10-1 0.1	TVE 10-2 0.1
ANTHOZOA	<i>Cerianthus lloydi</i> Gosse		1	1
PLATYHELMINTHES	Platyhelminthes indet			1
NEMERTINEA	Nemertinea indet	2	14	12
POLYCHAETA	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (McIntosh 1868)		6	1
	<i>Harmothoe</i> sp			1
	<i>Pholoe</i> cf. <i>baltica</i>		16	16
	<i>Pholoe</i> sp	4		
	<i>Eteone</i> cf. <i>longa</i> (Fabricius 1780)		3	1
	<i>Eumida bahusiensis</i> Bergstroem 1914			1
	<i>Phyllodoce groenlandica</i> (Oersted 1842)		7	1
	<i>Sige fusigera</i> (Malmgren 1865)		1	
	<i>Kefersteinia cirrata</i> (Keferstein 1862)		1	
	<i>Nereimyra punctata</i> (O.F.Mueller 1788)			1
	<i>Ophiodromus flexuosus</i> (Delle Chiaje 1822)	1		1
	<i>Typosyllis cornuta</i> (Rathke 1843)	7	27	14
	<i>Sphaerodorum gracilis</i> (Rathke 1843)			1
	<i>Glycera alba</i> (O.F.Mueller 1776)	1	4	2
	<i>Goniada maculata</i> Oersted 1843	1	3	5
	<i>Protodorvillea</i> sp	1		
	<i>Paradoneis lyra</i> (Southern 1914)		4	7
	<i>Trochochaeta multisetosa</i> (Oersted 1843)	1		
	<i>Prionospio cirrifera</i> Wiren 1883		5	8
	<i>Prionospio fallax</i> Soederstroem 1920		29	28
	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> Czerniaavsky		53	12
	<i>Spiophanes kroeyeri</i> Grube 1860		1	
	<i>Spiochaetopterus typicus</i> M.Sars 1856	29	3	5
	<i>Chaetozone setosa</i> Malmgren 1867	54	16	15
	<i>Cirratulus cirratus</i> (O.F.Mueller 1776)	1		
	<i>Brada villosa</i> (Rathke 1843)		1	
	<i>Diplocirrus glaucus</i> (Malmgren 1867)	1	5	7
	<i>Polyphysia crassa</i> (Oersted 1843)			1
<i>Scalibregma inflatum</i> Rathke 1843		1		
<i>Heteromastus filiformis</i> (Claparede 1864)	12	51	17	
<i>Mediomastus fragilis</i> Rasmussen 1973		86	41	
<i>Maldane sarsi</i> Malmgren 1865	372	42	23	
<i>Rhodine gracilior</i> Tauber 1879	1			
<i>Rhodine loveni</i> Malmgren 1865		6	6	

Vedleggstabell C3 fortsatt

Stasjon - prøve	TVE 6	TVE 10-1	TVE 10-2
Areal (m ²)	0.4	0.1	0.1
Myriochele heeri Malmgren 1867			1
Myriochele oculata Zaks 1922	24	202	188
Pectinaria koreni Malmgren 1865	1		
Anobothrus gracilis (Malmgren 1865)		2	
Melinna cristata (M.Sars 1851)	31	28	22
Sabellides octocirrata (M.Sars 1835)		1	2
Pista cristata (O.F.Mueller 1776)		1	
Scionella lornensis Pearson 1969		1	
Terebellides stroemi M.Sars 1835		4	1
Trichobranchus roseus (Malm 1874)		1	1
Chone sp		2	
Euchone papillosa (M.Sars 1851)	9	12	12
Sabellidae indet			1
CAUDOFOVEATA			
Caudofoveata indet	13	7	3
BIVALVIA			
Nuculoma tenuis (Montagu)	84	22	31
Thyasira flexuosa (Montagu 1803)	137	68	118
Abra nitida (Mueller 1789)		8	13
Corbula gibba (Olivi 1792)	10		1
Thracia sp		1	
CIRRIPIEDIA			
Verruca stroemi O.F.Mueller	3		
CUMACEA			
Diastylis rathkei Kroeyer			2
Diastylis rostrata Sars	1		
AMPHIPODA			
Microdeutopus sp		1	
Phtisica marina Slabber		1	
Orchomene serratus Boeck	1		
Ampelisca tenuicornis Lilljeborg			1
SIPUNCULIDA			
Phascolion strombi (Montagu 1804)			1
PRIAPULIDA			
Priapulus caudatus Lamarck 1816			3
OPHIUROIDEA			
Ophiuroidea indet		3	4
Amphiura chiajei Forbes		2	1
Amphiura filiformis (O.F.Mueller)		1	1
Ophiura albida Forbes			2
ECHINOIDEA			
Echinocyamus pusillus (O.F.Mueller)			1
HOLOTHUROIDEA			
Labidoplax buski (McIntosh)		1	
Sum arter	26	46	49
Sum indivder	802	755	639