



O-90088

# Overvåking av Kristiansandsfjorden 1990

Hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna  
ved Bredalsholmen og i Fiskåbukta



# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 89	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 43 033	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752 Telefax (065) 78 402	<b>Vestlandsavdelingen</b> Breiviken 5 5035 Bergen-Sandviken Telefon (05) 95 17 00 Telefax (05) 25 78 90
--	---	--	--

Prosjektnr.: 0-90088
Undernummer:
Løpenummer: 2657
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Overvåking av Kristiansandsfjorden 1990. Hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna ved Bredalsholmen og i Fiskåbukta.	Dato: 17. oktober 1991
	Prosjektnummer: 0-90088
Forfatter (e): Eivind Oug Frithjof Moy	Faggruppe: Komm. forurensn.
	Geografisk område: Vest-Agder
	Antall sider (inkl. bilag): 40

Oppdragsgiver: Kristiansand kommune	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Det var gode miljøforhold i fjordområdet mellom Bragdøya og Flekkerøy i vestre Kristiansandsfjorden som blir resipient for Bredalsholmen renseanlegg. Ved Bredalsholmen var strandsonen trolig påvirket av forhøyde næringssaltkonsentrasjoner. Fiskåbukta var markert påvirket av avløpsvann. Strandsonen var belastet av næringssalter og partikkelsedimentering, mens bløtbunnsområdene var artsfattige og preget av høye organiske tilførsler. Det kunne ikke påvises noen vesentlige forandringer i miljøforholdene fra undersøkelser i 1982-83.
--

4 emneord, norske:  
1. Kristiansand  
2. Kommunale forurensninger  
3. Hardbunnsamfunn  
4. Bløtbunnsfauna

4 emneord, engelske:  
1. Kristiansand  
2. Municipal discharges  
3. Hard bottom communities  
4. Soft bottom fauna

Prosjektleder:

*Eivind Oug*

For administrasjonen:

ISBN 82-577-1987-0

O - 90088

## OVERVÅKING AV KRISTIANSANDSFJORDEN 1990

Hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna  
ved Bredalsholmen og i Fiskåbukta

Grimstad, 17. oktober 1991

Prosjektleder: Eivind Oug

Medarbeidere: Frithjof Moy  
Mats Walday  
Pirkko Rygg  
Brage Rygg  
Bodil Ekstrøm

## FORORD

Denne undersøkelsen er gjennomført på oppdrag av Kristiansand kommune. Kommunen har nylig oppført og satt i drift et større renseanlegg for kommunalt avløpsvann på Bredalsholmen utenfor Andøya i Vågsbygd. I utslippstillatelsen for renseanlegget har Fylkesmannen i Vest-Agder stilt krav om overvåking av forurensningssituasjonen i resipienten. Undersøkelsen ble gjennomført like før renseanlegget ble satt i drift.

Et forslag til undersøkelser (hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna) ble gitt av NIVA i en prosjektskisse av 12. januar 1990. Undersøkelsens faglige opplegg ble endelig fastlagt i møte 9. mai 1990 hvor bl.a. Kristiansand kommune, Fylkesmannens miljøvernavdeling og NIVA-Sørlandsavdelingen deltok.

Undersøkelsene på hardbunn (strandsone og dykkerregistreringer) er utført av Mats Walday (zoologi) og Frithjof Moy (botanikk). I opparbeidelse av bunnprøvene har Bodil Ekstrøm, Pirkko Rygg og Brage Rygg deltatt.

Ved prøvetakingen på bløtbunn ble det benyttet en båt (sjark) fra Agder Distriktshøgskole. Som båtmannskap fungerte Dag Olav Andersen og Tom Pedersen ved Vannanalyaselaboratoriet, ADH.

Rapporten er skrevet av Eivind Oug og Frithjof Moy (hardbunnsundersøkelser).

Miljøvernssjef Øystein Holvik i Kristiansand kommune takkes for velvillig samarbeid.

Grimstad, 17. oktober 1991

Eivind Oug  
prosjektleder

INNHOLDSFORTEGNELSE	Side
FORORD	2
1. KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG	4
1.1. Mål og hovedkonklusjoner	4
1.2. Sammendrag	4
2. INNLEDNING	6
2.1. Bakgrunn for undersøkelsen	6
2.2. Formål	6
2.3. Bruk av hardbunns- og bløtbunnsundersøkelser i resipientvurderinger	6
3. OMRÅDEBESKRIVELSE	8
3.1. Undersøkelsesområdet	8
3.2. Forurensningstilførsler	8
3.3. Brukerinteresser	8
3.4. Tidligere undersøkelser	10
4. MATERIALE OG METODER	11
4.1. Hardbunn	11
4.1.1. Valg av stasjoner	11
4.1.2. Prøvetaking	11
4.2. Bløtbunn	12
4.2.1. Valg av stasjoner	12
4.2.2. Prøvetaking	13
4.2.3. Tallbehandling	13
5. UNDERSØKELSER PÅ HARDBUNN OG I STRANDSONEN	15
5.1. Strandsonen	15
5.1.1. Artstall og artssammensetning	15
5.1.2. De enkelte lokalitetene	17
5.2. Dykketransekt	19
5.3. Vurdering av resultatene	21
6. BLØTBUNNSFAUNA	22
6.1. Bunnsedimenter	22
6.2. Fauna	23
6.3. Vurderinger	24
7. DISKUSJON	27
7.1. Generell vurdering av området	27
7.2. Sammenligning med basisundersøkelsen	27
8. LITTERATUR	28
9. VEDLEGG	29

## 1. KONKLUSJONER OG SAMMENDRAG

### 1.1. Mål og hovedkonklusjoner

Undersøkelsen har hatt som mål:

- beskrive miljøtilstanden i sjøområdet ved og utenfor Bredalsholmen før utslippet fra kommunalt renseanlegg settes i verk.
- beskrive miljøtilstanden i områder hvor tidligere utslipp dermed opphører.
- klarlegge eventuelle utviklingstendenser i området med basis i tidligere undersøkelser.
- fremskaffe datagrunnlag for senere overvåking

Hovedkonklusjoner:

Det var gode miljøforhold i området av Kristiansandsfjorden mellom Bragdøya, Skede og Flekkerøya som blir resipient for utslipp fra renseanlegget. Organismesamfunnene i strandsonen indikerte god vannkvalitet i overflatelaget. Det kunne heller ikke påvises noen forurensningseffekter på bløtbunn (62-65 m).

I området nær ved det nye renseanlegget (Andholmen) var det tegn til påvirkning av økte konsentrasjoner av næringssalter i strandsonen. Det var også en betydelig partikkelavsetning på fjell under overflatelaget. Årsaken er ikke klarlagt, men området kan være påvirket av utstrømmende vann fra Fiskåbukta og elvestrømmen i Kristiansandsfjorden.

Fiskåbukta var markert påvirket av utslipp av avløpsvann. Strandsonen og hardbunnsområder på grunt vann var belastet av næringssalter og partikkelsedimentering (organiske partikler, leire). Bløtbunnsområdene var artsfattige og preget av høye organiske tilførsler.

Det kunne ikke påvises noen vesentlige forandringer i miljøforholdene fra basisundersøkelsen av Kristiansandsfjorden i 1982-83.

### 1.2. Sammendrag

Kristiansand kommune har satt i drift et større renseanlegg for kommunalt avløpsvann på Bredalsholmen i Vågsbygd fra desember 1990. Denne undersøkelsen, gjennomført kort tid før anlegget ble satt i drift, skal beskrive miljøforholdene i resipienten, karakterisere tilstanden i indre fjordområder i Vågsbygd hvor tilførsler av avløpsvann opphører og fremskaffe datagrunnlag for senere overvåking. Undersøkelsen ble lagt opp med grunnlag i basisundersøkelsen av Kristiansandsfjorden i 1982-83. Undersøkelsen skal også klarlegge om det har vært noen forandringer i miljøforholdene siden 1982-83.

Undersøkelsene omfatter det nære sjøområdet til Bredalsholmen og områder i vestre del av

Kristiansandsfjorden (strekningen Fiskåbukta - Vestergapet). Den har faglig to hovedelementer:

- registreringer av fastsittende organismer (alger og dyr) på fjell i strandsonen og ned til ca. 20 m
- beskrivelse av fauna i bløte bunnsedimenter

Feltarbeidet ble gjennomført i mai og august 1990.

Undersøkelsene i strandsonen omfattet 8 stasjoner, hvor 7 var tidligere undersøkt. På hver stasjon ble alger og dyr registrert semikvantitativt over en strekning på 50 m i 0-2 m dyp. De ytre stasjonene på Skede (st. 17) og Bragdøya (st. 20) var artsrike og viste god vannkvalitet. I nærområdet til renseanlegget (st. 40 Andholmen) var algevegetasjonen mer lik stasjonene i Fiskåbukta. Lokaliteten kan synes påvirket av næringssalter. I Fiskåbukta var algevegetasjonen tydelig påvirket av næringssalter og flere steder hemmet av partikkelsedimentering.

Dykkerundersøkelsene omfattet to stasjoner, en nær renseanlegget (st. D11 Andholmen) som var tidligere undersøkt, og en på Storeneset i Fiskåbukta (st. D15). Andholmen var svært artsrik ned til 4-5 m dyp, men mot dypet avtok artstallet raskt. Stasjonen var endel påvirket av partikkelsedimentering. Stasjonen på Storeneset var artsfattig og sterkt nedslammet. Det var ikke fast substrat (fjell) dypere enn ca. 10 m.

Prøvetakingen på bløtbunn omfattet tidligere prøvetatte stasjoner ved Flekkerøya (K11, 65 m) og i Fiskåbukta (K16, 17 m). Nær utslippet fra renseanlegget ble det lagt en ny stasjon (K40, 62 m). Prøvene ble tatt med en 'Petersen'-grabb, 4 paralleller på hver stasjon. En delprøve av sediment ble analysert for organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN).

Stasjonene ved Flekkerøya og Bredalsholmen (K11, K40) hadde grått siltig bunnsediment med normalt organisk innhold. Faunaprøvene viste at forholdene var gode. I Fiskåbukta var bunnsedimentet mørkt og hadde høyt organisk innhold. Faunaen hadde nedsatt arts mangfold. Prøvene viser at Fiskåbukta var markert påvirket av organiske tilførsler.

Undersøkelsen har ikke kunnet vise til noen vesentlige endringer i miljøforholdene siden basisundersøkelsen av Kristiansandsfjorden i 1982-83. På flere lokaliteter, spesielt på bløtbunn, var det forskjeller i arts sammensetningen mellom 1982-83 og 1990, men ikke av en slik karakter at dette gir grunnlag for endret vurdering av miljøforholdene.

## 2. INNLEDNING

### 2.1. Bakgrunn for undersøkelsen

I forbindelse med kloakkrammeplanen for Kristiansandsområdet er Kristiansand kommune i ferd med å samle alt avløpsvann til noen få store renseanlegg. Avløpsvannet fra Vågsbygd og boligområdene i Vestheiene/Tinnheia vest for Kristiansand skal ledes til et nyoppført renseanlegg på Bredalsholmen utenfor Andøya. Avløpsvannet blir mekanisk og kjemisk rensset. Anlegget ble satt i drift i desember 1990 og vil være fullt utbygd i løpet av 1991. Anlegget har en kapasitet tilsvarende avløpsvann fra 35.000 personer. Samtidig med at anlegget kommer i drift, vil flere tidligere utslipp til indre fjordområder opphøre.

I utslippstillatelsen for Bredalsholmen renseanlegg har Fylkesmannen stilt krav om overvåkingsundersøkelser. Denne undersøkelsen omfatter det nære sjøområdet til Bredalsholmen og områder i vestre del av Kristiansandsfjorden (strekningen Fiskåbukta - Vestergapet) som berøres av omlegningen.

Forurensningsproblemene i Kristiansandsfjorden og behovene for tiltak har blitt klarlagt gjennom en rekke undersøkelser. Det viktigste grunnlaget ble lagt gjennom basisundersøkelsen i 1982-84 som tok for seg både industriutslipp og kommunale forurensninger (Molvær 1986). Foreliggende undersøkelse bygger direkte på basisundersøkelsen og er dels et tillegg, dels en oppfølging av denne.

Undersøkelsen omfatter biologiske forhold og har faglig to hovedmomenter:

- registreringer av fastsittende organismer (alger og dyr) på fjell i strandsonen og ned til ca. 20 m
- beskrivelse av fauna i bløte bunnsedimenter

### 2.2. Formål

Undersøkelsen skal:

- beskrive miljøtilstanden i området ved Bredalsholmen før utslippet fra renseanlegget settes i verk. De fremlagte data skal danne grunnlag for eventuell senere overvåking.
- beskrive miljøtilstanden i områder hvor utslipp opphører. Dette gir grunnlag for å følge opp og etterkontrollere virkningene av tiltakene i området.
- klarlegge eventuelle utviklingstendenser i området med basis i tidligere undersøkelser.

### 2.3. Bruk av hardbunns- og bløtbunnsundersøkelser i resipientvurderinger

Undersøkelser av naturlig forekommende bunnlevende organismer gir et godt grunnlag for å beskrive tilstand og overvåke utviklingstendenser i et sjøområde. Alle arter stiller bestemte krav til miljøet, de vil enten overleve eller gå til grunne, og dersom miljøet endrer seg vil nye arter komme til. Best informasjon får man ved å betrakte den totale sammensetningen av arter ('samfunn'). Under normale og gode miljøforhold vil mange arter finne livsbetingelser, og samfunnet preges av høy artsrikhet. Ved forurensning eller andre miljøforstyrrelser avtar artsrikheten, men arter som klarer seg, kan finnes i store mengder. Samfunnens sammensetning sammen med kjennskap til de enkelte artenes miljøkrav gir derfor grunnlag for å karakterisere tilstanden i et område.



Bløtbunnsfauna og hardbunnsregistreringer utfyller hverandre i resipientundersøkelser. Hardbunnsregistreringer gjennomføres i strandsonen og på moderate dyp (ned til ca. 20 m) og vil derfor gi informasjon om effekter av forurensninger i de øvre vannlag (overgjødning, flytestoffer). Prøvetakingen på bløtbunn omfatter de dypere områdene av resipienten og vil derfor vise effekter av forurensninger som synker ned i vannmassene (sedimenterende materiale).

### 3. OMRÅDEBESKRIVELSE

#### 3.1. Undersøkelsesområdet

Kristiansandsfjorden (Figur 1) er en dyp fjord (260 m) med åpen forbindelse til Skagerrak i sørøst. I vest er det forbindelse gjennom Vestergapet med dyp til ca. 40 m. Det sentrale havneområdet, Vesterhavnen, har hovedinnløp mellom Odderøya og Dybingen. Midt i Vesterhavnen er bunndypet 35-40 m. Sørøver mot indre deler av Fiskåbukta avtar dypet til 15-20 m. Fiskåbukta har forbindelse til Vestergapet gjennom Steinsundet med dyp til ca. 15 m.

Det aktuelle undersøkelsesområdet omfatter strekningen fra Fiskåbukta til Vestergapet. Det nye utslippet fra Bredalsholmen renseanlegg vil bli plassert på 45 m dyp sørøst av Bredalsholmen. Utslippets plassering er vist på kartene i Figur 1 og Figur 3.

Vannutskiftningen i Kristiansandsfjorden er god. Midlere oppholdstid for overflatevann synes å være 0.5-1.5 døgn for selve Kristiansandsfjorden og 1-2 døgn for Vesterhavn- Fiskåbukta. Dypvannet skiftes ut over 1-2 uker (Molvær et al. 1986).

#### 3.2. Forurensningstilførsler

Kristiansandsfjorden forurenses av utslipp fra industri og kommunal kloakk. Vesterhavnen er sterkest belastet og må karakteriseres som moderat til sterkt forurenset (Molvær 1986). Tunge industriutslipp har ført til at det er spesielt høye konsentrasjoner av organiske miljøgifter og metaller i Vesterhavnen/Fiskåbukta (Næs 1985, Molvær 1986, Knutzen et al. 1991).

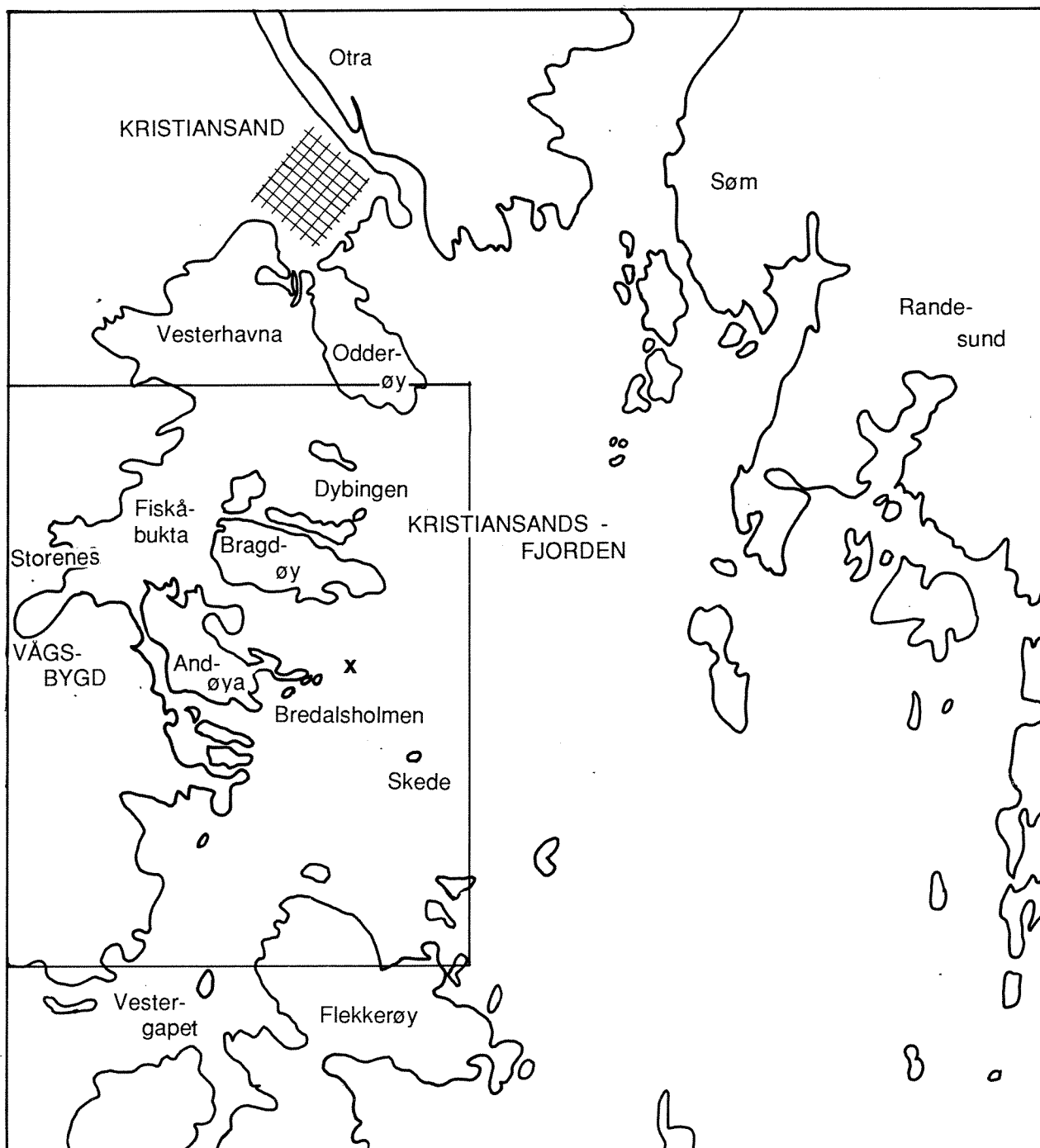
Utslippene av kommunalt avløpsvann til Vesterhavn/Fiskåbukta var i 1990 på ca. 26.000 personekvivalenter (tall fra Kristiansand kommune). Under basisundersøkelsen ble det vist at utslippene påvirket vannmassene i moderat grad, men at det var høyere konsentrasjoner av næringssalter og lavere siktedyp enn i selve Kristiansandsfjorden (Molvær et al. 1986). Utslippene påvirket også organismesamfunnene i strandsonen og på bløtbunn, men de sterkeste effektene på bunnorganismer var fra industriutslippene (Green et al. 1985, Rygg 1985).

I tillegg til de lokale utslippene tilføres Kristiansandsfjorden betydelige mengder næringssalter, spesielt nitrogen, med ellevann. På grunn av rask fortykning i fjorden er gjødslingseffektene av nitrogentilførslene små (Molvær et al. 1986). I Otra transporteres også betydelige mengder organisk stoff fra industrien på Vennesla.

#### 3.3. Brukerinteresser

Undersøkelsesområdet er det naturlige rekreasjonsområdet for befolkningen i Vågsbygd. Ved Fiskåbukta og ved Andøya er det store småbåthavner. Kristiansand kommune har tidligere sikret Bragdøya som friluftsområde for almenheten. Også Bredalsholmen, hvor renseanlegget ligger, har vernestatus.

Ved Storenes i Fiskåbukta er det en offentlig badeplass. Bruken av området til bading etc. har imidlertid vært liten på grunn av forurensningene.



Figur 1. Kart over Kristiansandsfjorden. Det aktuelle undersøkelsesområdet er innrammet. Plassering av utslippet fra Bredalsholmen rensanlegg er vist (x).

### 3.4. Tidligere undersøkelser

Tidligere er det gjort en rekke undersøkelser i Kristiansandsfjorden som omfatter både naturforhold (vannutskiftning, biologi) og forurensninger. Basisundersøkelsen i 1982-84, som ble gjennomført under Statlig program for forurensningsovervåking, omfattet:

- forurensningstilførsler
- vannutskiftning og vannkvalitet
- sedimentenes innhold av forurensninger
- dyreliv på bløtbunn
- plante- og dyrelivet i strandsonen og på grunt vann
- miljøgifter i organismer.

Resultatene er sammenfattet av Molvær (1986). Foreliggende undersøkelse tar utgangspunkt i undersøkelsene på bløtbunn rapportert av Rygg (1985) og strandsonen/gruntvann rapportert av Green et al. (1985).

Undersøkelser gjennomført før basisundersøkelsen er sammenfattet av Molvær (1981).

Senere undersøkelser omfatter betydningen av økte nitrogen- tilførsler i ellevannet (Hindar et al. 1989), vurdering av fjorden som resipient for utslipp fra treindustri (Molvær et al. 1989), miljøgifter i sedimenter og organismer (Knutzen et. al. 1991) og vurdering av innlagring av avløpsvann fra Odderøya renseanlegg (Molvær 1991).

## 4. MATERIALE OG METODER

Metodikk og valg av lokaliteter er gjort i samsvar med basisundersøkelsen i 1982-84 (Green et al. 1985, Rygg 1985). Stasjonsnumre fra basisundersøkelsen er beholdt for stasjoner som er gjenbesøkt.

### 4.1 Hardbunn

#### 4.1.1. Valg av stasjoner

Registrering av organismesamfunn i strandsonen ble foretatt på åtte lokaliteter (Figur 2). Syv av lokalitetene var undersøkt i 1982-83 (stasjon 17 Skede, st. 20 Bragdøya sør, st. 24 Bragdøya vest, st. 25 Andøya, st. 26 Kornholmen, st. 28 Storeneset og st. 30 Kjeholmen) (Green & al. 1985). På Andholmen ble det lagt en ny stasjon like utenfor der renseanlegget bygges. Denne blir her betegnet stasjon 40 Andholmen.

Dykkerregistreringer ble foretatt på to lokaliteter, så nær som mulig sammenfallende med strandsonestasjoner (Figur 2). Stasjon D11 Andholmen var undersøkt ved basisundersøkelsen. I Fiskåbukta ble det plassert en dykkestasjon ved Storeneset, betegnet D15. I forhold til strandstasjonen (st. 28) som var nordvendt, ble dykkertransektet lokalisert til sydsiden av neset da dybdeforhold og trafikk av småbåter vanskeliggjorde et transekt fra nord.

Stasjonene 17, 20 og 40 og dykkestasjonen D11 ligger i nærområdet til det nye utslippet. De andre stasjonene (Fiskåbukta og Kjeholmen) ligger i områder hvor det kan ventes bedre forhold.

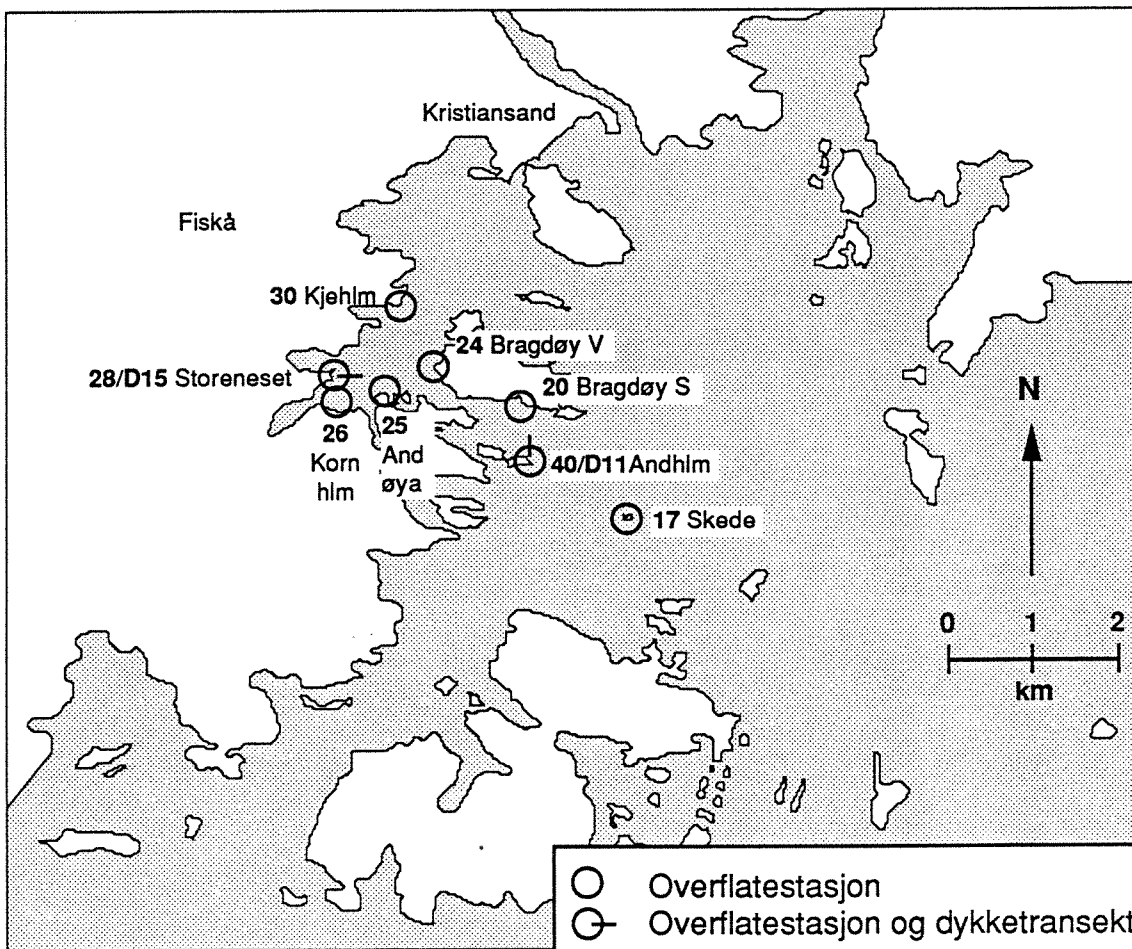
#### 4.1.2. Prøvetaking

Registreringene ble foretatt den 22.-23. august 1990.

1. Strandsonen. Det ble foretatt en tidsavgrenset registrering av makroskopiske alger og dyr over en ca. 50 m bred strandlinje i 0 - 2 m dyp. Metoden innebærer registrering ved fridykking i maksimalt 20 min. Registreringen er kvalitativ og delvis kvantitativ ved at artenes forekomst ble angitt etter en subjektiv skala fra 1 til 4 (1=enkeltpunkt (e), 2=spredt (s), 3=vanlig (v), 4=dominerende (d)). Størrelsen på det undersøkte arealet er valgt for å oppveie artenes ofte flekkvise forekomst.

2. Dykketranspekt. Det dykkes langs en linje rett ut fra stranden ned til maksimalt 20 m dyp. Alger og dyr registreres kvalitativt og kvantitativt ved at forekomst angis etter en subjektiv skala fra 1 til 4 (som ovenfor). Registreringen forgår ved at dykkeren har telefonforbindelse med en assistent på land som fører nøyaktige registreringskjemaer. Transektets startpunkt avmerkes (avfotograferes) og himmelretning noteres, slik at det er mulig å repetere transektdykket ved en senere anledning eller som ledd i en overvåkning.

Ved numerisk behandling er forekomstene representert med tallverdi: d = 16, v = 8, s = 4 og e = 2. Verdien 0 angir ikke registrert.



Figur 2. Stasjonskart for strandsone (= overflate) og dykkeregistreringer 1990.

## 4.2 Bløtbunn

### 4.2.1. Valg av stasjoner

Det ble tatt bløtbunnsprøver på tre stasjoner (Figur 3). En stasjon ble plassert mellom Bredalsholmen og Skede ca. 300 m utenfor der utslippet vil bli etablert (K40). De to andre stasjonene var innsamlet i forbindelse med basisundersøkelsen av Kristiansandsfjorden i 1983 (K11 og K16) (Rygg 1985).

Stasjon K40 vil tjene som en framtidig referanse for effekter av utslippet. K11 ble samlet spesielt for å avgjøre om det har vært noen vesentlige forandringer i undersøkelsesområdet siden basisundersøkelsen. K16 vil også indikere eventuelle forandringer siden 1983, men denne stasjonen ligger i det området hvor forbedringer kan ventes.

#### 4.2.2. Prøvetaking

Prøvene ble tatt med en 0.1 m<sup>2</sup> 'Petersen'-type bunngrabb. På hver stasjon ble det tatt fire parallelle grabbhugg. Under prøvetakingen ble det gjort en visuell beskrivelse av bunnsedimentet og det ble kontrollert for innhold av hydrogenulfid (H<sub>2</sub>S). Prøvene ble innsamlet 31. mai 1990.

Fra to grabbhugg ble det tatt en liten delprøve av overflatesedimentet til analyse av totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN). For fauna ble grabbhuggene slått sammen, vasket på 5 og 1 mm sifter og siktematerialet konserverert i 4 % nøytralisert formaldehydløsning.

Ved opparbeidingen av faunaprøvene ble dyrene sortert fra siktematerialet, identifisert og telt. På grunnlag av artslistene og de enkelte artenes individtall i prøvene ble mål for samfunnsstruktur beregnet.

#### 4.2.3. Tallbehandling

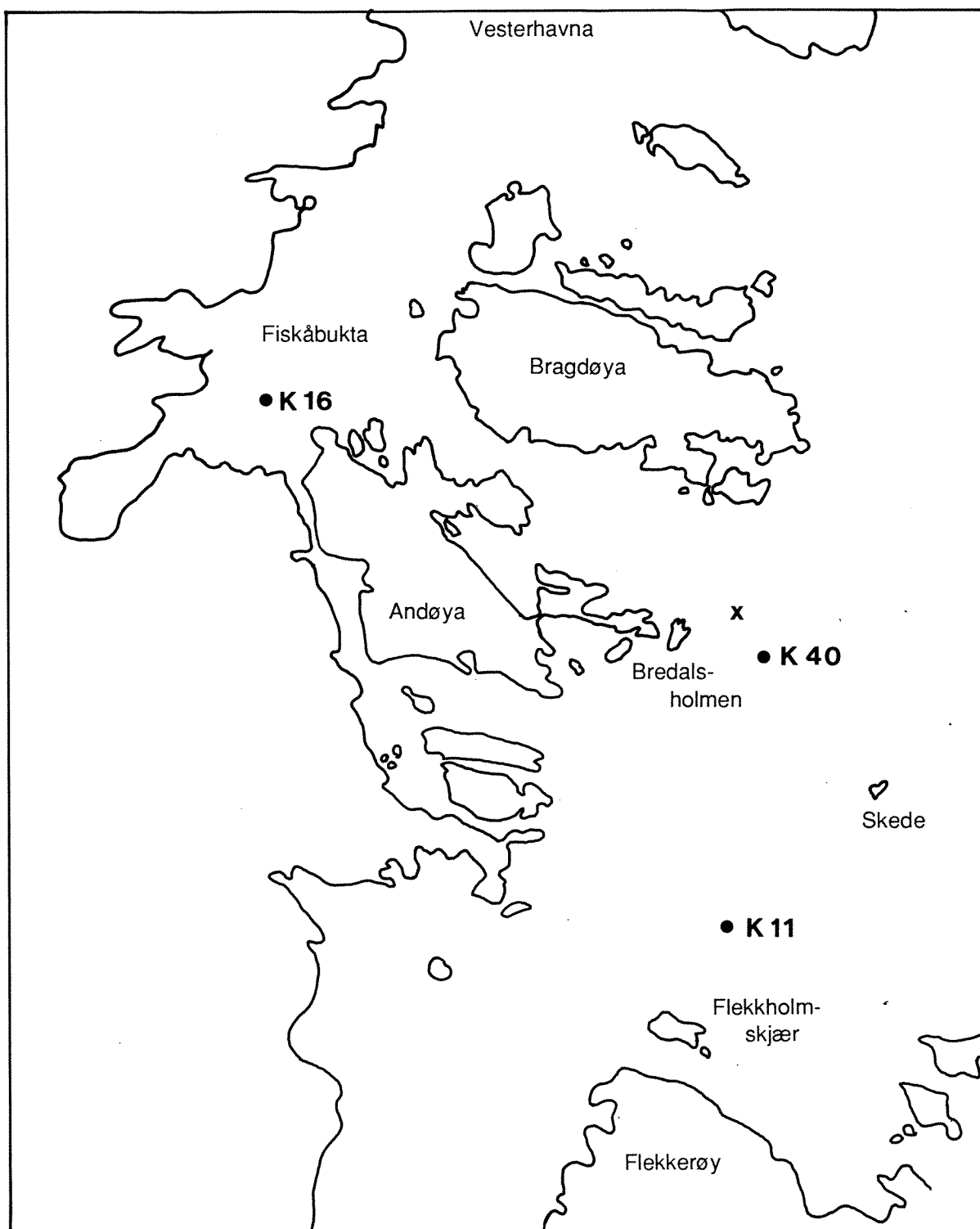
Det er benyttet to mål for å uttrykke artsmangfold. Målene gir en enkeltverdi (indeks) eller beskriver en funksjon for den enkelte stasjon.

Shannon-Wiener indeks (H'). H' er en indeks som øker i tallverdi ved økende antall arter og når individene er jevnt fordelt mellom artene. Normalt artsmangfold, som gjenspeiler gode miljøforhold, representeres ved verdier > 3.1. Indeksens minimumsverdi er null.

Hurlbert's funksjon. Dette er et grafisk mål for artsmangfold hvor antall arter plottes som en kurve mot antall individer. Grovt sett vil lavt artsmangfold (få arter) vises ved flate liggende kurver, mens høyt artsmangfold gir kurver som stiger bratt i diagrammet. Rygg (1984) har utarbeidet et standarddiagram for inndeling av kurvene i klasser basert på undersøkelser i en rekke norske fjorder. Tolkning basert på denne funksjonen kan derfor settes i en større sammenheng. I denne undersøkelsen er endepunktene for kurvene (ikke selve kurvene) plottet i dette diagrammet.

Fra Hurlberts funksjon er det også beregnet en indeks, E(S<sub>100</sub>), som gir forventet antall arter ved 100 individer. Ved gode forhold skal indeksverdien (antall arter) overstige 20.

Metodene for tallbehandling er nærmere beskrevet i Vedlegg hvor også de matematiske formlene er gitt.



Figur 3. Stasjoner for innsamling av bløtbunnsprøver.  
Lokalisering av utslippet fra Bredalsholmen rensanlegg er også vist (x).



## 5. UNDERSØKELSER PÅ HARDBUNN OG I STRANDSONEN

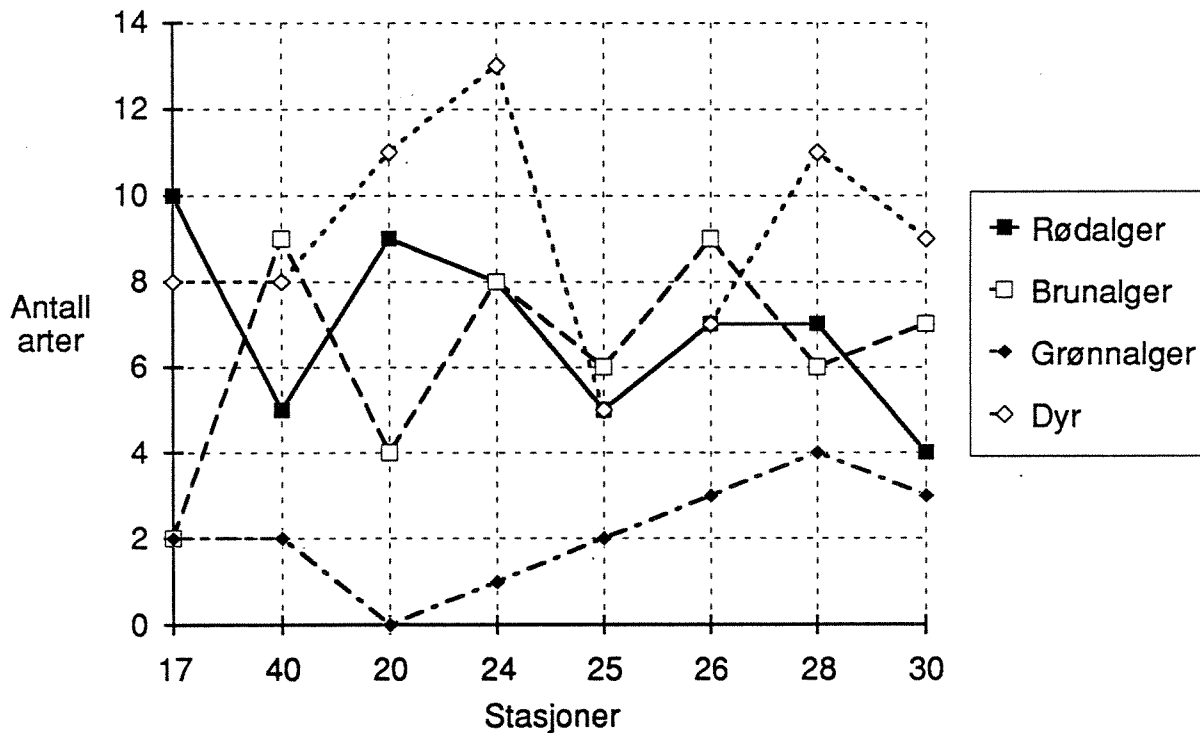
### 5.1. Strandsonen

#### 5.1.1. Artstall og artssammensetning

I alt ble det registrert 52 arter fordelt på 34 alger og 18 dyr ved undersøkelsene i strandsonen. De viktigste artene er vist i Tabell 1. Fullstendige resultater er gitt i Vedleggstabeller hvor også data fra registreringene i 1982-83 er vist.

Det var ganske store forskjeller mellom stasjonene både i antall arter og i artssammensetning. Figur 4 viser antall alger i hovedgruppene (rødalger, brunalger, grønnalger) og antall dyr på stasjonene. De ytre stasjonene 17 Skede og 20 Bragdøya S skilte seg fra de øvrige ved relativt mange rødalger og få brunalger. Generelt avtok rødalgene fra ytre til indre fjordområde. Tallet på grønnalger var lavt, men tiltok mot indre fjordområde.

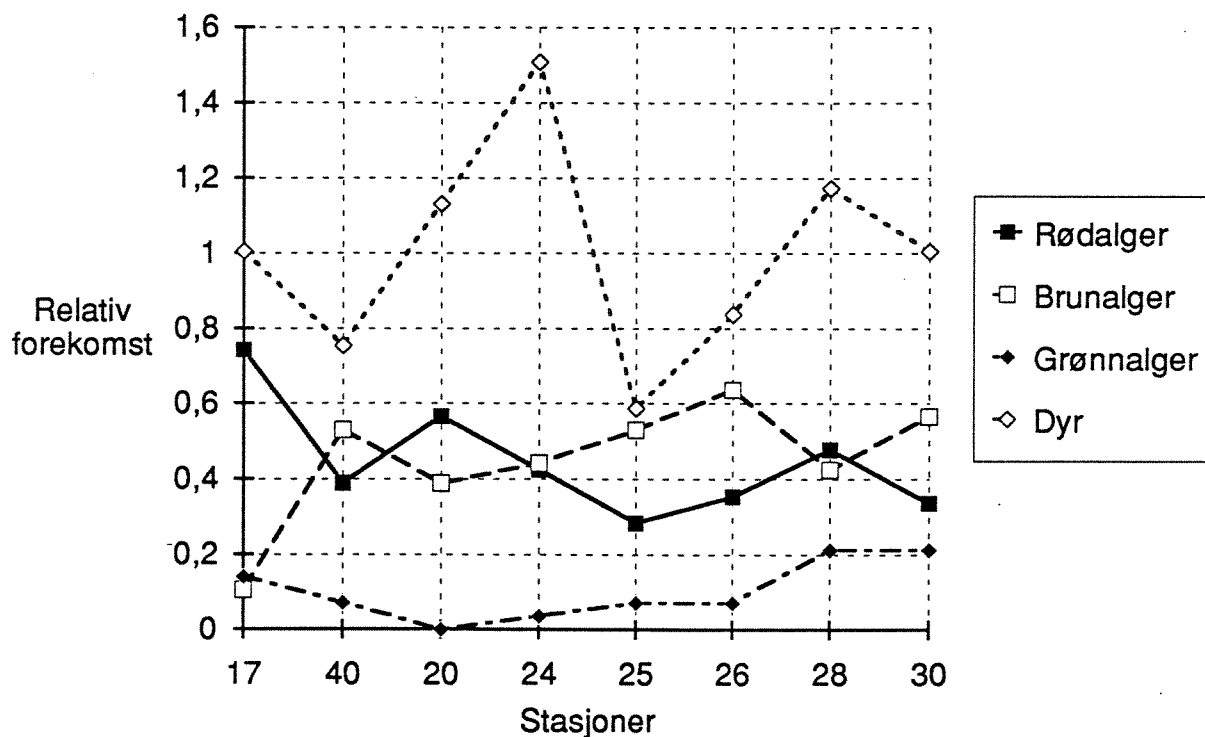
I mengdesammensetning skilte også de ytre stasjonene 17 og 20 seg ut ved at de hadde en høyere andel av rødalger enn brunalger (Figur 5). For de øvrige stasjoner var den relative mengden av brunalger tilnærmet lik eller større enn mengden av rødalger. De to indre stasjonene, st. 28 Storeneset og st. 30 Kjeholmen, hadde et tydelig høyere innslag av grønnalger. Stasjon 24 hadde flest antall dyrearter av de undersøkte strandområdene.



Figur 4. Antall arter (taxa) funnet i strandsonen i Kristiansandsfjorden i 1990.

Tabell 1. Viktigste alger og dyr funnet i strandsonen på 8 lokaliteter i Kristiansandsfjorden. Undersøkelsen ble utført den 22-23/8-1990. Forekomst: e: enkeltfunn, s: spredt forekomst, v: vanlig, d: dominerende.

Stasjoner	17 Skede								Norske navn
	40 Andholmen							30 Kjeholmen	
Organismer	20 Bragdøy S						28 Storeneset		
	24 Bragdøy V					26 Kornholmen			
Organismer	25 Andøya				26 Kornholmen				
	28 Storeneset			26 Kornholmen		28 Storeneset			
Organismer								30 Kjeholmen	Norske navn
<b>Cyanophyceae</b> <i>Spirulina</i> sp.							v		Blågrønnalger
<b>Rhodophyceae</b>									<b>Rødalger</b>
<i>Ahnfeltia plicata</i>		v	v	v			v	e	sjøris
<i>Ceramium rubrum</i>	d	v	v			s	s	d	rekeklo
<i>Ceramium strictum</i>		v		s	v	s	v	v	leddet rekeklo
<i>Chondrus crispus</i>	v	s	v	s	s	s	e		krusflik
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	s								svartkluft
<i>Hildenbrandia rubra</i>	d	d	d	v	v	v	d	d	fjæreblood
<i>Mastocarpus stellata</i>	d		v						vorteflik
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	s		s	s		s	s		flatrugl
<i>Polysiphonia brodieai</i>	v			s					penseldokke
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	s		s	s	v	v	v		svartdokke
<i>Polysiphonia urceolata</i>	v		s	s	s	v			røddokke
<b>Phaeophyceae</b>									<b>Brunalger</b>
<i>Ascophyllum nodosum</i>		v		s	d	v	v		grisetang
<i>Chordaria flagelliformis</i>	v	s		v	v	s		v	strandtagl
<i>Dictyosiphon foeniculaeus</i>		s			v	s		v	finsveig
<i>Ectocarpus</i> sp.		v			v	v	v	v	brunslie
<i>Fucus serratus</i>	s	v	d	s					sagtang
<i>Fucus vesiculosus</i>		v	d	d	d	d	d	d	blæretang
<i>Pilayella littoralis</i>		v		e	s	v	v	v	perlesli
<i>Ralfsia</i> sp.		v		s		v	s	v	fjæreskorpe
<b>Chlorophyceae</b>									<b>Grønnalger</b>
<i>Chaetomorpha linum</i>				s		s	v		krøllhårsalge
<i>Chaetomorpha melagonium</i>	s								laksesnøre
<i>Cladophora</i> sp.	v	s			s		s	v	lys grønn dusk
<i>Enteromorpha</i> spp.		s			s	s	v	v	tarmgrønnske
<i>Ulva lactuca</i>								v	havsalat
<b>Fauna</b>									<b>Dyr</b>
<i>Acmaea</i> sp.				s			e		liten albusnegl
<i>Asterias rubens</i>	v	s	d	v	v	v	s	v	korstroll
<i>Balanus</i> spp.	s	v	v	v	s	s	s	v	sur
<i>Carcinus maenas</i>			v	e					strandkrabbe
<i>Electra pilosa</i>	s	s	v	v	s	s	s	s	mosdyr
<i>Laomedea</i> sp.	v	s	v	v		s	s	v	hydroide
<i>Littorina littorea</i>	e	s	d	v	s	v	v	v	strandsnegl
<i>Littorina saxatilis</i>	e		v						spiss strandsnegl
<i>Mytilus edulis</i>	d	v	d	v	v	v	d	v	blåskjell
<i>Sagartiogeton</i> sp.							s		muddersjørose



Figur 5. Relativ forekomst av alger og dyr i strandsonen i Kristiansandsfjorden august 1990. Forekomst av hhv. rød-, brun- og grønnalger er angitt relativt til den gjennomsnittlige totale mengden av alger funnet på stasjonene. Forekomst av dyr er angitt relativt til gjennomsnittlig mengde av dyr funnet på stasjonene.

#### 5.1.2. De enkelte lokalitetene

Stasjon 17 Skede. Lokaliteten var vestvendt og lå utsatt til for bølgeeksponering. Strømrrike forhold medvirket til god vannbevegelse i overflatelaget. Det var ingen tangbevoksning i strandsonen, men sagtang vokste dypere nede. Strandsonen var dominert av rødalger, som vorteflik (d) og rekeklo (d). Det ble registrert et middels antall dyr (8). Små blåskjell og sjøstjerner var vanlig til dominerende. Stasjonen hadde en artsammensetning som var typisk for bølgeutsatte lokaliteter.

Sammenliknet med tidligere års undersøkelser, var det ingen store forskjeller. Rødalgen vorteflik var dominerende i 1990, men ble ikke registrert i 1982/83. Forholdene må betegnes som gode.

St. 40 Andholmen. Stasjonen var middels eksponert, og lå vendt mot nordøst. Brunalgene grisetang, blæretang og sagtang dominerte strandsonen. De trådformede brunalgene brun- og perlesli var vanlige påvekstalger. I undervegetasjonen vokste sjøris, rekeklo-arter, krusflik, strandtagl, tarmgrønske og lys grønndusk. Vanlige dyrearter var rur, blåskjell, strandsnegl og sjøstjerner.

Spesielt for denne lokaliteten var et relativt lavt antall rødalger i forhold til høyt antall brunalger. Det var også mye påvekstalger. Ut fra dette og en vurdering av den totale artssammensetningen, karakteriseres lokaliteten som moderat påvirket av næringssalter.

St. D11 Andholmen var opprinnelig (1982-83) kun en dykkestasjon. Overflateregistreringen i 1990 er

derfor sammenliknet med 0 til 2 m registreringene fra dykkerundersøkelsen i 1982-83. Stasjonen ble da karakterisert som lite påvirket med en normal algevegetasjon. Med forbehold om at ulike metoder er blitt benyttet, synes andelen av næringssalt-kjære arter å ha øket. Endringen ligger likevel innenfor naturlige årlige variasjoner, slik at ytterligere dokumentasjon er nødvendig for å kunne fastslå om det har vært en reell endring i miljøforholdene.

St. 20 Bragdøy S. Lokaliteten var sydvendt og middels eksponert. Standsonen var rikt bevest med blæretang og sagtang, med undervegetasjon av rødalgene rekeklo, krusflik, svart- og røddokke. Spesielt for stasjonen var rødalgen vorteflik som vokste vanlig i strandsonen. Av dyr i strandsonen var blåskjell, små sjøstjerner og strandsnegl vanlige, mens store sjøstjerner, rur og strandkrabber forekom spredt.

Det kan ikke påvises vesentlige forskjeller fra undersøkelsen i 1982-83. Tilstanden på lokaliteten var god.

St. 24 Bragdøy V. Lokaliteten var vestvendt og middels eksponert. Blæretang dominerte strandsonen, mens sagtang og grisetang forekom spredt. Vanlige arter i undervegetasjonen var strandtagl, sjøris, rekeklo og krusflik. Strandsnegl, blåskjell, sjøstjerner, rur, hydroider og mosdyr var vanlige i strandsonen.

Sammenliknet med undersøkelsen i 1982-83 var artssammensetningen noe endret. Antall rødalger var doblet samtidig som andre arter var borte eller mindre framtrædende. Ut fra denne undersøkelsen synes forholdene noe bedret i 1990.

St. 25 Andøya. Lokaliteten var nordvendt middels beskyttet. Stasjonen var sterkt nedslammet og hadde en fattig flora og fauna. Blæretang og grisetang, med påvekst av grønnalger og trådformede brunalger, dominerte strandsonen. I undervegetasjonen vokste rekeklo, rød-, svartdokke, krusflik, strandtagl, finsveig, brunsl, perlesli, lys grønn dusk og tarmgrønnske.

Det ble ikke påvist vesentlige forskjeller sammenliknet med undersøkelsen i 1982-83. Lokaliteten karakteriseres som moderat overgjødslet og partikkelbelastet.

St. 26 Kornholmen. Stasjonen ble lagt til en liten holme rett nord av selve Kornholmen, og strandsonen rundt hele holmen ble undersøkt. Lokaliteten lå beskyttet og var endel nedslammet. Strandsonen var dominert av blæretang, mens grisetang var vanlig. Brunsl, perlesli, strandtagl, finsveig, tarmgrønnske, krusflik, rekeklo- og tangdokke-arter var vanlige i undervegetasjonen eller som påvekst på tangen. Vanlige dyr var strandsnegl, blåskjell og sjøstjerner, mens rur, mosdyr og hydroider vokste spredt.

Det ble ikke påvist vesentlige forskjeller fra undersøkelsen i 1982-83. Artssammensetningen kan indikere en forbedring, men lokaliteten karakteriseres fortsatt som moderat påvirket av næringssalter.

St. 28 Storeneset. Lokaliteten var nordvendt, beskyttet og var sterkt nedslammet. Blæretang og grisetang som var rikelig bevest med påvekstorganismer, var vanlige i strandsonen. Vanlig forekom også brunsl og perlesli, tarmgrønnske, lys grønn dusk, krøllhårstang, sjøris, svartdokke og leddet rekeklo. Antall dyrearter var relativt høyt i forhold til andre lokaliteter. Små blåskjell dominerte faunabildet, strandsnegl var vanlige, mens øvrige arter forekom spredt.

Spesielt for stasjonen var store, grønne flekker dannet av blågrønnalgen Spirulina, og muddersjørosen Sagartiogeton som vokste spredt rundt 1-2 m dyp. Fra et par meters dyp var bunnen stort sett bløtbunn.

Sammenliknet med undersøkelsen i 1982-83 var det bare små endringer. Lokaliteten må karakteriseres som overgjødset og belastet med partikkelsedimentasjon.

St 30 Kjeholmen. Lokaliteten var østvendt og middels beskyttet. Blæretang (blæreløs form) dominerte strandsonen, ellers var det ingen tangbevoksning. Vanlige arter i undervegetasjonen var strandtagl, finsveig, brunsl, perlesli, lys grønn dusk, tarmgrønske og havsalat. I 1-2 m dyp dominerte rekeklo-arter sammen med havsalat. Av dyrearter var strandsnegl, blåskjell, rur og hydroider vanlige, mens sjøstjerner ble funnet spredt.

Karakteristisk for stasjonen var store 'nakne' sublittorale flater hvor lite eller ingenting vokste.

Sammenlignet med undersøkelsen i 1982-83 var artssammensetningen noe, men ikke vesentlig endret. Stasjonen karakteriseres som påvirket av flere typer forurensninger (industri, næringssalter).

## 5.2. Dykkertransekt.

Stasjonene D11 Andholmen og D15 Storeneset ble undersøkt ved dykking ned til hhv. 22 m dyp og 11 m dyp. Detaljerte resultater av undersøkelsen er vist i transektdiagrammene i Vedleggsfigurer.

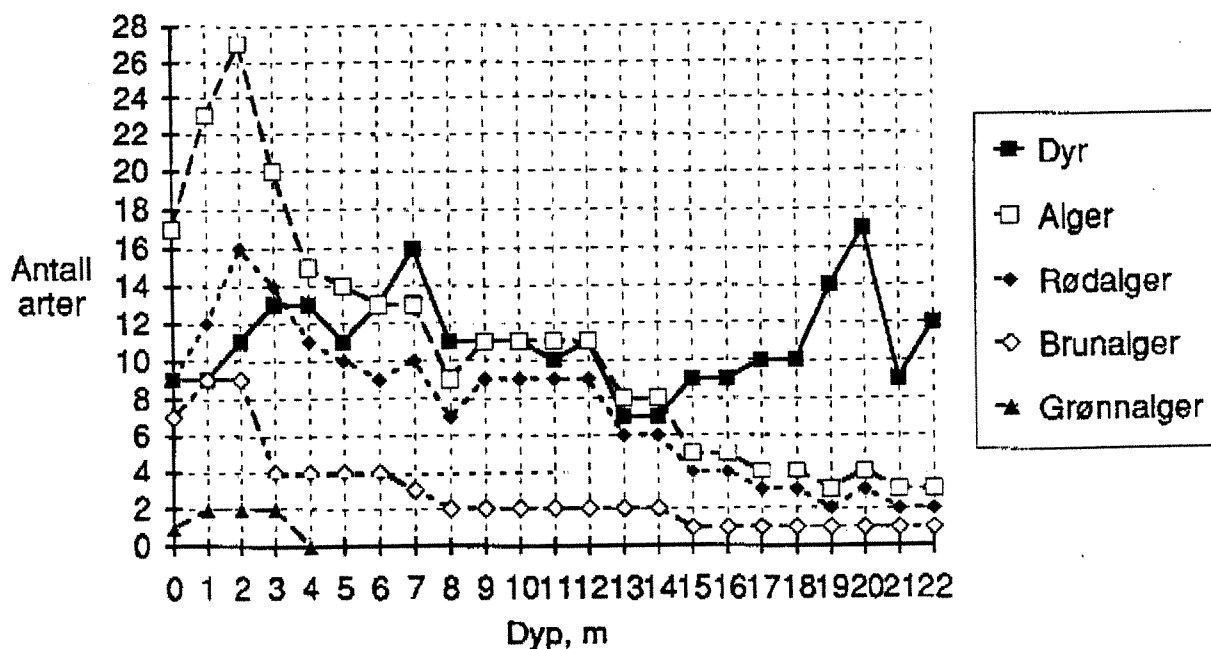
D11 Andholmen. På stasjonen ble det registrert 34 alger og 39 dyrearter. Figur 6 viser antall arter funnet på de ulike dyp langs transektet. Det var høy artsrikhet fra strandsonen og ned til 3-4 m dyp. Dypere enn 5 m avtok artstallet for alger sterkt, og ved 15 m ble bare 4 arter registrert. Antall og mengde dyr avtok dypere enn 10 m. De fleste arter ble bare observert spredt eller som enkeltfunn. Unntak var sekkedyret Ascidella sp. og trekantormen Pomatoceros triqueter.

Høyest antall rødalger ble funnet rundt 2 m dyp. Ved dette dypet finner en både typiske 'strandsonerarter' og arter mer tilpasset vekstmiljøet på dypere vann. Høyest antall brunalger ble funnet i de øvre 2 metrene. Under 2 m ble antallet brunalger mer enn halvert. De store tareartene (stortare og sukkertare) var likevel dominerende arter ned til ca. 8 m dyp.

Ved 10 m dyp ble det observert sterk sedimentavsetning (leire/organiske partikler) på alger og substrat. Dette må ansees som naturlig i og med at stasjonen ligger i munningen av Steinsundet og samtidig nært opptil influensområdet for strømmen av ellevann ut Vestergapet.

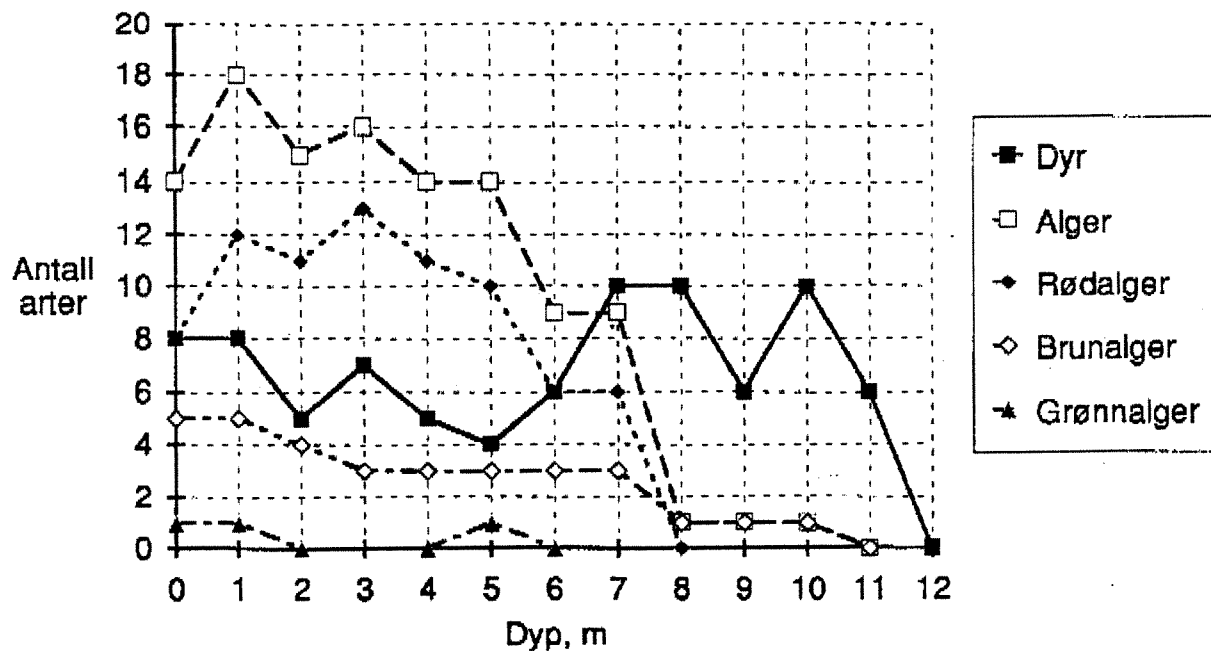
Det ble ikke påvist vesentlige forskjeller sammenliknet med undersøkelsen i 1982-83. Konklusjonen den gang var at stasjonen ikke var påviselig forurensningspreget, men at nedre grense for algevegetasjonen syntes noe grunt for en så eksponert stasjon. Også i denne undersøkelsen syntes nedre voksegrense for mange av artene noe grunt i forhold til forventet. Mange arter er følsomme overfor partikkelbelastning slik at det der kan være en sammenheng.

## D11 Andholmen



Figur 6. Antall arter av alger (rød-/brun-/grønnalger og totalt) og dyr funnet på ulike dyp på stasjon D11 Andholmen august 1990.

## D15 Storeneset



Figur 7. Antall arter av alger (rød-/brun-/grønnalger og totalt) og dyr funnet på ulike dyp på stasjon D15 Storeneset august 1990.

D15 Storeneset. Stasjonen var fattig (Figur 7) og bar preg av tildels sterk nedslamming. Dypere enn 5 m var substratet for det meste bløtbunn med oppstikkende stein. Ved 10-11 m dyp gikk bunnen over til ren mudderbunn. Det var lite å se av liv på mudderbunnen, men bunnen var ikke råttent eller død.

Lokaliteten manglet først og fremst arter som foretrekker miljøer med god vannbevegelse og lite partikkelsedimentering. Brunt vann de øvre 3 meterne ga et dårlig lysklima som reduserte både antall og mengden av alger. Begrenset tilgang på egnet hardbunn førte naturlig også til reduserte vekstmuligheter for hardbunnsorganismer. Artssammensetning og mengdefordeling tydet likevel på at miljøet led av overgjødsling.

### 5.3. Vurdering av resultatene

Resultatene indikerer at stasjonene ligger langs en gradient med økende belastning fra stasjon 17 Skede ytterst til stasjon 30 Kjeholmen innerst. Forholdene var gode på stasjon 17 Skede og stasjon 20 Bragdøya S.

Strandsamfunnet på Andholmen var mer likt samfunnene i Fiskåbukta enn de mer nærliggende stasjonene 17 og 20. Det kan henge sammen med at den undersøkte delen av strandlinjen på Andholmen lå noe mer beskyttet med hensyn til vannbevegelse enn på de to andre stasjonene. Artssammensetningen kan likevel tyde på at stasjonen var lettere belastet med næringssalter, men det er ikke grunnlag for å fastslå dette ut fra ett års undersøkelser.

Lokalitetene på sør- og vestsiden av Fiskåbukta (st. 25 Andøya, st. 26 Kornholmen og st. 28 Storeneset) var middels til sterkt nedslammet av leirpartikler og organisk stoff. På st. 28 Storeneset var det dessuten store grønne, malinglignende flak av blågrønnalgen Spirulina. Stasjonene hadde et høyt antall trådformede ettårige brunalger, og grønnalgen tarmgrønnske forekom fra spredt til vanlig. Disse tre stasjonene var tydelig påvirket av næringssalter.

Strandsamfunnet på stasjon 30 Kjeholmen var fattig. Stasjonen manglet mange arter en kunne forvente å finne ut fra bølgeeksponering, himmelretning og bunntype. Fravær av mange arter sammen med store ' nakne' partier eller flekker dominert av 'hardføre' arter (havsalat og rekeklo), kan tyde på at vannet inneholder veksthemmende stoffer. Det må imidlertid utføres andre typer av undersøkelser for å kunne klarlegge en slik årsakssammenheng.

## 6. BLØTBUNNSUNDERSØKELSER

### 6.1. Bunnsedimenter

Stasjonene utenfor Bredalsholmen og ved Flekkerøya hadde friskt normalt bunnsediment (Tabell 2). Ved Flekkerøya (Flekkholmskjær st. K11) var det lys grå silt med noe innslag av koks og trefliser, mens sedimentet utenfor Bredalsholmen (st. K40) var grovere med betydelig mer småstein sammen med koksbitar. I noen prøver (ikke godtatt til analyse av fauna) fra K40 var det blåleire eller stor stein i grabben. Dette tyder på at området utenfor Bredalsholmen preges av strøm helt ned mot bunnoverflaten. Sedimentet på K11 var tilsvarende som beskrevet fra undersøkelsen i 1983 (Rygg 1985).

Tabell 2. Data for bunnprøvene, gjennomsnittlig fyllingsgrad i grabbhuggene og beskrivelse av bunnsediment.

Stasjon	Dyp	Antall prøver	Fyllingsgrad	Sedimentbeskrivelse
K 11	65-69	4	1:1	Lys grå silt med noe innslag av sand. Litt koks og trebiter.
K 16	17	4	1:1	Mørk gråsort silt, på toppen et tynt brunt lag, under grå silt og leire. Endel koksbitar, planterester og treflis. Emmen lukt av sedimentet med en svak antydning av H <sub>2</sub> S.
K 40	62	4	1:2	Lys grå sandblandet silt med grus og småstein, litt koksbitar. Litt fast leire i noen av prøvene.

Verdiene for organisk innhold var også normale (Tabell 3). På stasjon K11 var det nær samme verdier som i 1983 og 1988. C/N- forholdet var omkring 10. Undersøkelsen av bunnsedimenter i 1983 viste at dette er normale verdier i Kristiansandsfjorden med unntak for de lokalt belastede områdene (Næs 1985). Verdiene fra 10-15 indikerer at det organiske materialet i moderat grad tilføres ved avrenning fra land.

I Fiskåbukta (st. K16) var sedimentet mørkt grått til sort med et tynt lys brunt lag på toppen (Tabell 2). Sedimentet inneholdt synlige fragmenter av planter, treflis og noe koksbitar og hadde en ubestemmelig litt emmen lukt. Det har ikke vært synlige forandringer i sedimentet sammenholdt med undersøkelsen i 1983, men da ble det notert tydelig lukt av hydrogenulfid (Rygg 1985). Verdiene for organisk karbon og C/N-forhold var noe forskjellige mellom parallellene (Tabell 3). Dette tyder på at det var variasjoner i sedimentet over korte avstander, noe som ikke er unormalt i et belastet område. Verdiene var tilsvarende som i 1988.



Tabell 3. Organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN) i bunnsedimentet. På hver stasjon er det målt på prøver fra to parallelle grabbhugg. Målinger på stasjonene fra 1988 (Knutzen et al. 1991) og 1983 (Næs 1985) er vist for sammenligning.

Stasjon				1988		1983	
	TOC mg/g	TN mg/g	C/N	TOC mg/g	TN mg/g	TOC mg/g	TN mg/g
K 11	21.6	2.2	9.8	15.0	1.6	19.0	1.7
	18.3	2.0	9.2				
K 16	65.5	5.3	12.4	68.0	5.4		
	99.2	5.2	19.1				
K 40	13.7	1.2	11.4				
	11.6	1.1	10.5				

## 6.2. Fauna

Tabell 4 gir en oversikt på artstall, individtall og beregnede verdier for arts mangfold for stasjonene. Verdiene for undersøkelsen i 1983 er tatt med for sammenligning. Stasjonene ved Flekkerøya (K11) og Bredalsholmen (K40) hadde normale artstall, men lave individtall. Sammenlignet med 1983 var artstallet på st. 11 litt lavere og individtallet bare en tredjepart. Trolig er slike endringer i individtall innenfor en normal variasjon i tid. Arts mangfoldet var høyt på begge stasjonene, noe som indikerer gode forhold.

I Fiskåbukta (st. K16) var det moderate arts- og individtall. Verdiene var tydelig redusert sammenlignet med 1983. Det var nedsatt arts mangfold, men dette var ikke vesentlig endret, indeksene ga henholdsvis litt høyere (H') og litt lavere (S<sub>100</sub>) verdier enn i 1983. Stasjonen var tydelig belastet. Nedgangen i artstall kan tyde på at forholdene var dårligere enn i 1983, men noen betydelig forandring er det ikke tale om.

Arts mangfoldet er også vist i Figur 8 hvor resultatene er plottet etter Hurlberts funksjon. Resultatene er her lagt inn i en figur fra undersøkelsen i 1983. Både st. 11 og st. 40 plasseres nær til en gruppe stasjoner med normalt og høyt arts mangfold. Disse stasjonene var nesten alle beliggende i fjordområdet mellom Søm/Randesund og Andøya/Flekkerøy. St. 16 faller i klassen lavt arts mangfold hvor flere stasjoner fra Vesterhavn ble plassert i 1983. Etter denne klassifikasjonen har stasjon 16 skiftet fra moderat til lavt arts mangfold siden 1983.

Tabell 5 gir en oversikt på de viktigste artene i prøvene. På K11 og K40 var det en normalt sammensatt fauna. Det var flest mangelbørstemark, men også rikt innslag av muslinger og slangestjerner. Faktisk var det på K11 i 1983 et noe sterkere innslag av arter som trives i organisk anrikede sedimenter, f.eks. børstemarken *Chaetozone setosa* og muslingen *Thyasira*. Disse var blant de dominerende artene på K16 i 1990. Stasjon K16 var helt preget av forurensningstolerante arter.

Arts sammensetningen både på K11 og K16 var noe endret fra 1983 (se også vedleggstabeller). Trolig var endringene ikke større enn hva som kan forventes over en periode på flere år, men det er lite kjent om langperiodiske variasjoner i bløtbunnsfauna på Sørlandskysten.

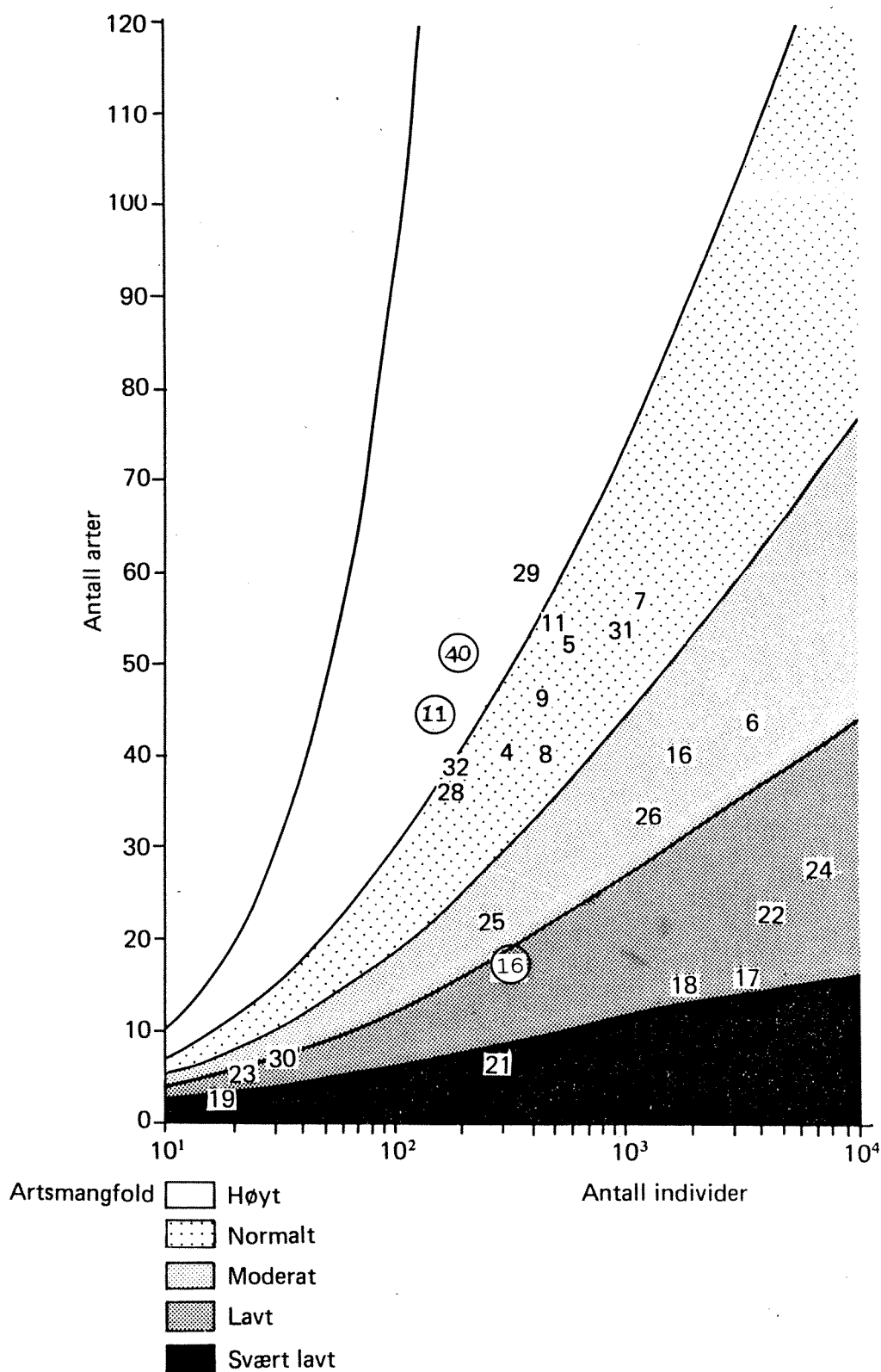
Tabell 4. Prøveareal, antall arter, individtall og individtettheter på stasjonene. Diversitetsindekser:  $H'$  = Shannon-Wiener indeks ( $\log_2$ ),  $E(S_{100})$  = Hurlberts funksjon. Resultater fra basisunder- søkelsen i 1983 (Rygg 1985) er vist for sammenligning.

Stasjon		Areal	Arter	Ind.	Ind/m <sup>2</sup>	$H'$	$E(S_{100})$
1990							
K 11	Flekkholmskjær	0.4	42	136	340	4.29	35.30
K 40	Bredalsholmen	0.4	50	193	483	4.95	37.60
K 16	Fiskåbukta	0.4	17	303	758	2.38	11.55
1983							
K 11	Flekkholmskjær	0.4	55	466	1165	4.64	30.70
K 16	Fiskåbukta	0.4	40	1624	4060	1.89	12.20

### 6.3. Vurderinger

Undersøkelsen har vist at det var gode forhold i området utenfor Bredalsholmen hvor utslippet fra renseanlegget føres ut. Bunnforholdene nær utslippsstedet tyder på god strøm helt ned til bunnoverflaten.

Fiskåbukta var markert påvirket av organiske tilførsler. Bunnfaunaprøvene kan tyde på at forholdene var noe dårligere enn i 1983, men sedimentene indikerte ikke noen forverring. Trolig var variasjonene innen hva man må regne med fra år til år. Prøvetakingen indikerte dessuten at det var variasjoner i sedimentet over korte avstander.



Figur 8. Artsmangfoldet for bunnfaunaprøvene - forholdet mellom artsantall og individantall plottet i et generelt klassifiseringssystem basert på Hurlbert's funksjon. Diagrammet er etter Rygg (1984). Innringede stasjoner er foreliggende undersøkelse, øvrige prøver er fra basisundersøkelsen i 1983 (Rygg 1985).

Tabell 5. Individtettheter (ind/m<sup>2</sup>) for de vanligste artene i bløtbunnsprøvene. Resultatene fra basisundersøkelsen i 1983 (Rygg 1985) er vist for sammenligning.

Stasjon	1990			1983	
	11	16	40	11	16
<b>NEMERTINEA (båndmark)</b>					
Nemertinea ind.	-	45	-	143	128
<b>POLYCHAETA (mangebørstemark)</b>					
Caulleriella sp.	-	108	-	-	-
Chaetozone setosa	3	390	25	180	2910
Diplocirrus glaucus	10	-	33	40	-
Euclymene sp.	23	-	23	-	-
Glycera rouxii	13	-	33	3	-
Lumbrineris scopa	20	-	40	18	-
Nephtys incisa	15	-	10	-	-
Paramphinome jeffreysii	-	15	-	-	-
Polyphysia crassa	8	-	30	30	-
Terebellides stroemi	13	-	13	53	-
Tharyx sp	8	108	23	-	-
Trichobranchus roseus	3	-	13	3	-
<b>GASTROPODA (snegl)</b>					
Philine quadrata	-	23	-	-	-
<b>BIVALVIA (muslinger)</b>					
Nucula sulcata	10	-	18	28	-
Parvicardium minimum	3	-	15	5	-
Thyasira flexuosa/sarsi	8	25	10	50	-
<b>OPHIUROIDEA (slangestjerner)</b>					
Amphiura chiajei	105	-	53	75	3

## 7. DISKUSJON

### 7.1. Generell vurdering av området

Undersøkelsene har vist gode miljøforhold i området av Kristiansandsfjorden mellom Bragdøya, Skede og Flekkerøya som vil være resipient for avløpsvannet fra Bredalsholmen renseanlegg. Både bløtbunnsprøvene (st. K11, K40) og strandsoneregistreringene (Skede st. 17, Bragdøya S st. 20) viste gode forhold og god vannkvalitet. Dette gjenspeiler at resipienten er åpen og har god vanngjennomstrømming.

På Andholmen like ved Bredalsholmen, var det tegn til påvirkning av økte konsentrasjoner av næringssalter i strandsonen. Algefloraen på stasjonen hadde større likhet til stasjonene i Fiskåbukta enn til Skede og Bragdøya S. Dykkertransektet viste at området er utsatt for partikkelsedimentering. Bredalsholmen har en beliggenhet som gjør at området kan påvirkes både av utstrømmende vann fra Fiskåbukta og av elvestrømmen i Kristiansandsfjorden. Indikasjonene på næringssaltpåvirkning i strandsonen var imidlertid ikke sterke. Det må også tas i betraktning en viss naturlig variasjon i artssammensetning. For å fastslå med sikkerhet om strandsonen i Bredalsholmens nærområde er påvirket, vil det være nødvendig med oppfølgende undersøkelser.

Forholdene i Fiskåbukta var typiske for områder belastet av avløpsvann. Algevegetasjon og fauna i strandsonen var påvirket av næringssalter og partikkelsedimentering, mens det på bløtbunn var tydelige effekter av organiske tilførsler. Det er grunn til å vente bedre forhold etter at området avlastes.

### 7.2. Sammenligning med basisundersøkelsen

Undersøkelsen har ikke kunnet vise til noen vesentlige endringer i miljøforholdene siden basisundersøkelsen i 1982-83. På flere lokaliteter, spesielt på bløtbunn, var det forskjeller i artsammensetningen i 1982-83 og 1990, men ikke av en slik karakter at dette gir grunnlag for endret vurdering av miljøforholdene. Konklusjonene i basisundersøkelsen må derfor regnes å være representative også for dagens forhold.

I strandsonen kan det være store naturlige variasjoner fra år til år. Det er derfor ikke mulig på grunnlag av et års undersøkelser å gjøre en presis karakterisering av belastning på hver enkelt lokalitet. Der dette er ønskelig, anbefales å gjøre undersøkelser i to påfølgende år. Større endringer i miljøforholdene vil imidlertid klart komme til uttrykk.

## 8. LITTERATUR

- Green, N., J. Knutzen og P.A. Åsen 1985. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport 3. Gruntvannssamfunn 1982-1983. Statlig prog. forurensningsovervåk. nr. 189/85. SFT/NIVA. Oslo. 135 sider.
- Hindar, A., K. Næs og J. Molvær 1989. Betydning av sur nedbør for økte nitrogen-tilførsler til fjordområder. Forprosjekt. O-88035, NIVA. 45 s.
- Knutzen, J., K. Martinsen, K. Næs, M. Oehme og E. Oug 1991. Tiltaksorientert overvåking av miljøgifter i organismer og sedimenter fra Kristiansandsfjorden i 1988 og 1990. Statlig prog. forurensningsovervåk. nr. 443/91. SFT/NIVA. Oslo. 183 s.
- Molvær, J. 1981. Resipientundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Litteraturoversikt over tidligere undersøkelser. NIVA rapport nr. 1297. 18 s.
- Molvær, J. 1986. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden 1982-84. Delrapport 6. Konklusjoner. Statlig prog. forurensningsovervåk. 237/86. SFT/NIVA. Oslo. 36 s.
- Molvær, J. 1991. Utslipp fra Odderøya renseanlegg. Vurdering av innlagring, spredning og miljøeffekter. NIVA rapport nr. 2530. 26 s.
- Molvær, J., H.I. Solheim og T. Kallqvist 1986. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport V. Vannutskiftning og vannkvalitet. Statlig prog. forurensningsovervåk. nr. 260/86. SFT/NIVA. Oslo. 78 s.
- Molvær, J., S.T. Källqvist og T.S. Traaen 1989. Resipientvurdering av Otra og Kristiansandsfjorden for utslipp fra treforedlingsindustri. NIVA rapport nr. 2218. 42 s.
- Næs, K. 1985. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport 2. Metaller i vannmassene, metaller og organiske miljøgifter i sedimentene, 1983. Statlig prog. forurensningsovervåk. nr. 193/85. SFT/NIVA. 62 s.
- Pedersen, A., E. Oug og N.W. Green 1989. Oppblomstring av planktonalgen Chrysochromulina polylepis. Gjenvekst av organismesamfunn langs kysten. NIVA's undersøkelser i juni 1989. Statlig prog. forurensningsovervåk. nr. 403/90. SFT/NIVA. Oslo. 228s (2 vols).
- Rygg, B. 1984. Bløtbunnfaunaundersøkelser. Et godt verktøy ved marine resipientvurderinger. NIVA-rapport F.481, OF-80612 II. Oslo.
- Rygg, B. 1985. Basisundersøkelse av Kristiansandsfjorden. Delrapport I. Bløtbunnfaunaundersøkelser 1983. Statlig prog. forurensningsovervåk., nr. 176/85. SFT/NIVA (rapport nr. 1711). Oslo. 60 s.

## 9. VEDLEGG

- A. Tallbehandling nærmere beskrivelse av mål for artsmangfold
- B. Fullstendige resultater fra undersøkelsene i strandsonen og dykkerregistreringer
- C. Fullstendige artslister for bløtbunnsprøvene

## VEDLEGG A: Tallbehandling bløtbunnsundersøkelser

## ARTSMANGFOLD

Artsmangfold (diversitet) er et begrep som søker å uttrykke struktur og mangfold i samfunn av arter. Jo flere arter det finnes i samfunnet og jo jevnere individfordelingen mellom artene er, jo høyere er diversiteten. Mål for diversitet beregnes ved relasjoner mellom antall arter og antall individer for artene. Målene tar ikke hensyn til hvilke arter som finnes, men opererer utelukkende på tallmessige forhold.

Høy diversitet preger samfunn som finnes i stabile og upåvirkede miljøer. Ved enkelte former for forurensning, spesielt organisk overbelastning, reduseres antallet arter samtidig som individmengden av tolerante arter kan øke kraftig. Dette kommer til uttrykk ved lavere verdier for diversitetsmålene. Bruk av diversitetsmål må betraktes som standard ved miljøundersøkelser.

Shannon-Wiener indeks (H')

Indeksen er gitt ved formelen:

$$H' = - \sum_{i=1}^s n_i/N \log_2 ( n_i/N )$$

hvor  $n_i$  er antall individer av art  $i$ ,  $N$  er totalt antall individer og  $s$  er antall arter. Indeksens minimumsverdi er null, mens verdiområdet 3-5 indikerer gode forhold. Nedenfor er gitt grenseverdier som er anvendt bl.a. av Pedersen et al. (1989) for kysten av Skagerrak.

H'	Klassifikasjon
< 1.3	Svært lavt
1.3-2.1	Lavt
2.1-3.1	Moderat
3.1-4.3	Normalt
4.3-4.8	Høyt
> 4.8	Svært høyt



### Hurlbert's funksjon

Dette er en metode hvor diversiteten uttrykkes grafisk som en funksjon mellom antall arter og antall individer. Med utgangspunkt i totaltallet arter og individer i en prøve beregnes hvor mange arter man ville vente å finne i delprøver med færre individer. Forventet artsantall plottes så (ordinat) mot individantall (absisse). Diversiteten vises derved ved kurvens form og plassering i diagrammet, høy diversitet gir kurver som stiger bratt. Diversitetsmålet er uavhengig av prøvestørrelse og er derfor godt egnet for sammenligning av ulike lokaliteter. Beregningene bygger på sannsynlighetsregning og utføres etter formelen:

$$E(s) = \sum_{i=1}^s \left[ 1 - \frac{\binom{N-n_i}{N_d}}{\binom{N}{N_d}} \right]$$

der  $E(s)$  er forventet antall arter i en delprøve på  $N_d$  individer, og hele prøven består av  $N$  individer,  $s$  arter og  $n_i$  individer av hver art.

Basert på undersøkelser i en rekke norske fjorder har Rygg (1984) utarbeidet et standarddiagram for klassifisering av diversitet basert på Hurlbert's funksjon. I diagrammet er det markert sektorer som følger normale forløp for diversitetskurver. I dette diagrammet plottes normalt bare endepunktet for diversitetskurvene (dvs. antall arter mot antall individer).

**Vedleggstabell B 1.** Resultater fra strandsonundersøkelsen i 1990 sammenlikning med tidligere strandsonundersøkelse utført i 1982 - 1983. Tabellforklaring: Undersøkelse 1 2 3: undersøkelser utført hhv. den 28/6-1/7-1982, 17-29/8-1983 og 22-23/8-1990. Forekomst: -: ikke registrert, e: enkeltfunn, s: spredt forekomst, v: vanlig, d: dominerende.

Stasjon:	17	40	20	24	25	26	28	30
Undersøkelse:	123	123	123	123	123	123	123	123
Organismer:								
<b>Cyanophyceae</b>								
<i>Spirulina</i> sp.							--v	
<b>Rhodophyceae</b>								
<i>Ahnfeltia plicata</i>	v--	-sv	ddv	v v v	vd-	v v -	vdv	--e
<i>Antithamnion boreale</i>								s--
<i>Antithamnion plumula</i>								-s-
<i>Audouinella</i> sp.		-s-						-d-
<i>Ceramium rubrum</i>	ddd	ssv	-dv			--s	--s	--d
<i>Ceramium strictum</i>		--v		--s	--v	--s	--v	ddv
<i>Chondrus crispus</i>	vdv	--s	--v	--s	--s	--ss	-se	
<i>Corallina officinalis</i>	d--							
<i>Delesseria sanguinea</i> **	v--							
<i>Dumontia incrassata</i>		-e-	v v -	v--		v--	v--	
<i>Furcellaria lumbricalis</i> *	--s							
<i>Hildenbrandia rubra</i>	ddd	-vd	ddd	ddv	ddv	ddv	vdd	-dd
<i>Lithothamnion</i> sp.		e--						
<i>Mastocarpus stellata</i>	--d		--v					
<i>Nemalion helmintoides</i>	-ds							-d-
<i>Phycodrys rubens</i> **	s--							
<i>Phyllophora</i> sp.	v--		d-s					
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	dds	-e-	-ds	-vs		v-s	sss	
<i>Polyides rotundus</i> *	v v -							
<i>Polysiphonia brodieai</i>	ddv			--s				
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	--s		--s	--s	--v	--v	--v	
<i>Polysiphonia urceolata</i>	--v		--s	--s	--s	--v		
<i>Polysiphonia violaceae</i>				-v-				
<i>Porphyra umbilicalis</i>								-v-
<i>Rhodomela confervoides</i> **	-d-		v--					
<i>Rhodophysema elegans</i>							-s-	
<i>Trailliella intricata</i>	d--							
<b>Phaeophyceae</b>								
<i>Ascophyllum nodosum</i>		--v		vvs	ddd	-dv	svv	
<i>Chorda filum</i>				dd-	dv-	vv-		
<i>Chorda tomentosa</i>	d--	ve-						
<i>Chordaria flagelliformis</i>	--v	ses	vd-	d-v	v-v	d-s		ddv
<i>Dictyosiphon foeniculaeus</i>		--s	v--	d--	v v v	dds		-v v
<i>Ectocarpus</i> sp.		-sv	v v -	-d-	ddv	ddv	ddv	-dv
<i>Elachista fucicola</i>	-s-	--s	d-s	-dv	-d-	--v	-vs	--v
<i>Fucus</i> sp.			v v -					
<i>Fucus serratus</i>	-ss	vdv	vdd	--s				
<i>Fucus vesiculosus</i>	-s-	v-v	ddd	ddd	ddd	ddd	ddd	svd

Tabellen fortsetter på neste side

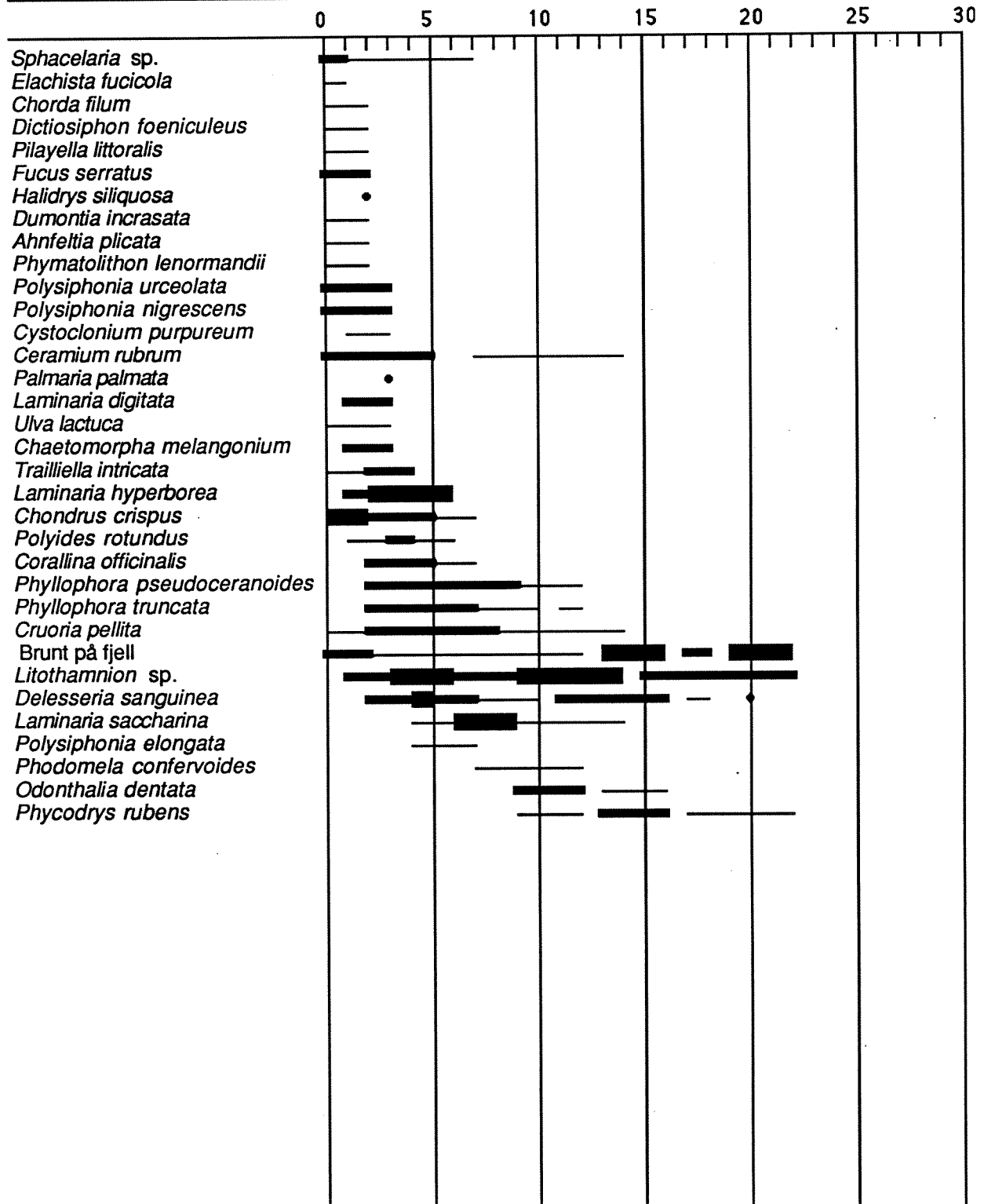
Vedleggstabell B1 forts.

Stasjon:	17	40	20	24	25	26	28	30
<i>Laminaria digitata</i> **	dd-		dd-					
<i>Laminaria saccharina</i> **	d--							v--
<i>Petalonia fascia</i>					v--			
<i>Pilayella littoralis</i>		-ev		--e	-ds	-dv	--v	--v
<i>Ralfsia</i> sp.		--v		-vs		d-v	dds	--v
<i>Scytosiphon lomentaria</i>		-v-						
<i>Stictyosiphon tortilis</i>				-v-				
<b>Chlorophyceae</b>								
<i>Acrosiphonia</i> sp.	d--	ss-						v--
<i>Blidingia minima</i>			v--					
<i>Bryopsis hypnoides</i> **	d--							s--
<i>Chaetomorpha linum</i>				--s		--s	-vv	
<i>Chaetomorpha melagonium</i>	dds	-e-						
<i>Cladophora rupestris</i>	v--	s--	d--					
<i>Cladophora</i> sp.	--v	--s		d--	dds	dd-	vds	ddv
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	-v-			vs-	dd-	dd-	ddv	-d-
<i>Enteromorpha prolifera</i>							--s	
<i>Enteromorpha</i> sp.		--s			d-s	--s		--v
<i>Prasiola stipitata</i>						dds		
<i>Ulva lactuca</i>								--v
<b>Fauna</b>								
<i>Acmaea</i> sp.				--s			--e	
<i>Alcyonidium hirsutum</i>		--s	--v					
<i>Asterias rubens</i>	ddv	s-s	ddd	-dv	-dv	-dv	--s	-dv
<i>Balanus balanoides</i>		--v			--s		--s	--v
<i>Balanus</i> cf. <i>crenatus</i>				--s				
<i>Balanus</i> cf. <i>improvisus</i>		-v-						
<i>Balanus</i> sp.	-ds		ddv	ddv	dd-	dds	dd-	-d-
Bryozoa på fjell						dd-		
<i>Campanularia</i> sp.								--s
<i>Carcinus maenas</i>			-vv	s-e		-v-	-v-	s--
<i>Electra pilosa</i>	--s	--s	--v	--v	--s	--s	--s	--s
<i>Facelina auriculata</i>							--e	
<i>Halichondria panicea</i>	d--							
<b>Hydrozoa</b>				--s				
<i>Laomedea</i> sp.	--v	--s	--v	--v		--s	--s	--v
<i>Littorina littorea</i>	--e	--ss	ddd	-dv	dds	ddv	ddv	vdv
<i>Littorina saxatilis</i>	--e		--v					
<i>Membranipora membranacea</i>				--s				
<i>Mytilus edulis</i>	ddd	vdv	d-d	ddv	ddv	ddv	d-d	ddv
<i>Pomatoceros triqueter</i>			--s	--e				
<i>Sagartiogheton</i> sp.							--s	

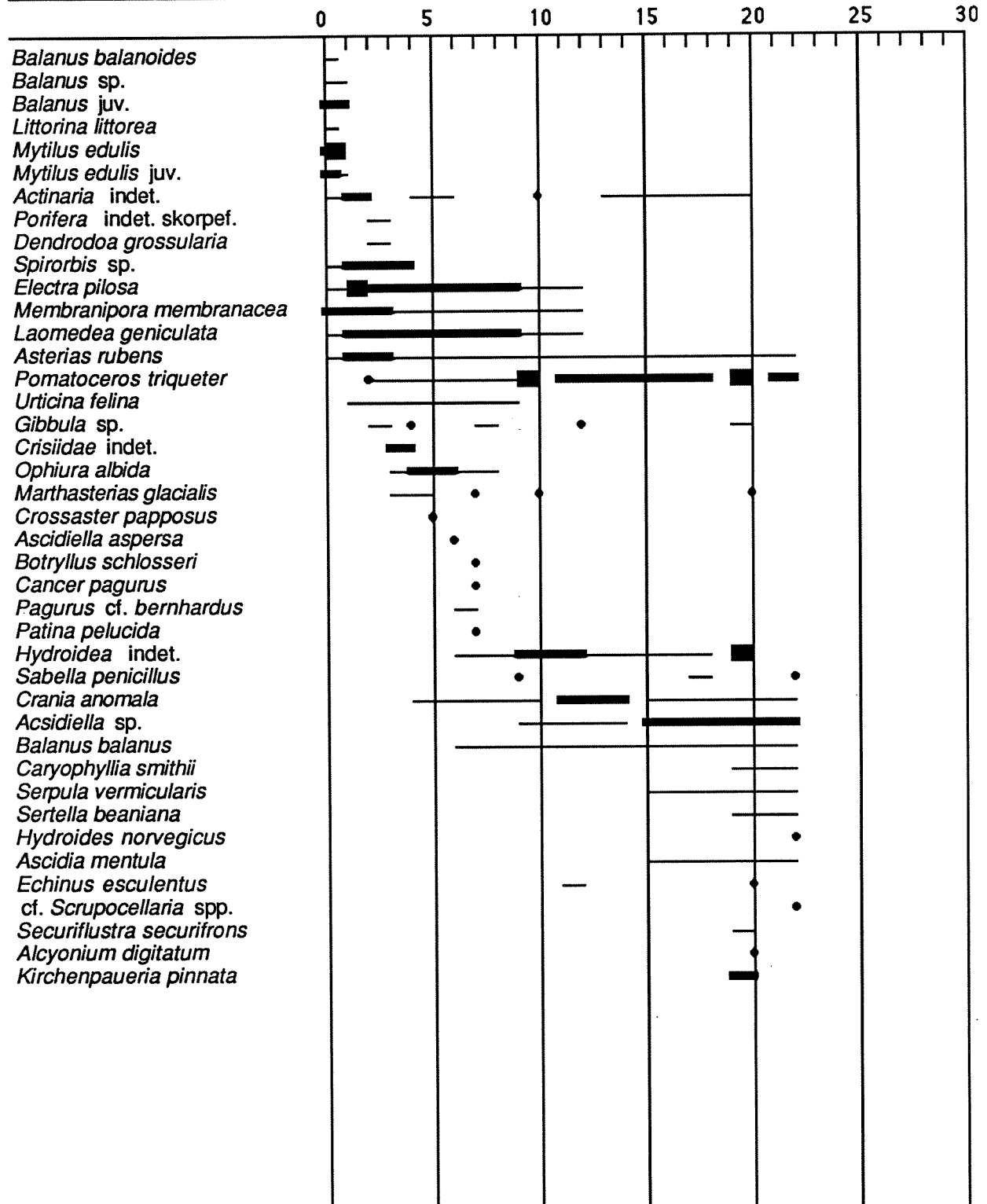
\*) Artene er svært like hverandre, og registreringen kan med stor sannsynlighet referere til samme art.

\*\*) Arten vokser vanligvis under nedre grense for 1990 undersøkelsen (2m dyp). I 1982 og 83 ble registrering foretatt ned til 3 m dyp.

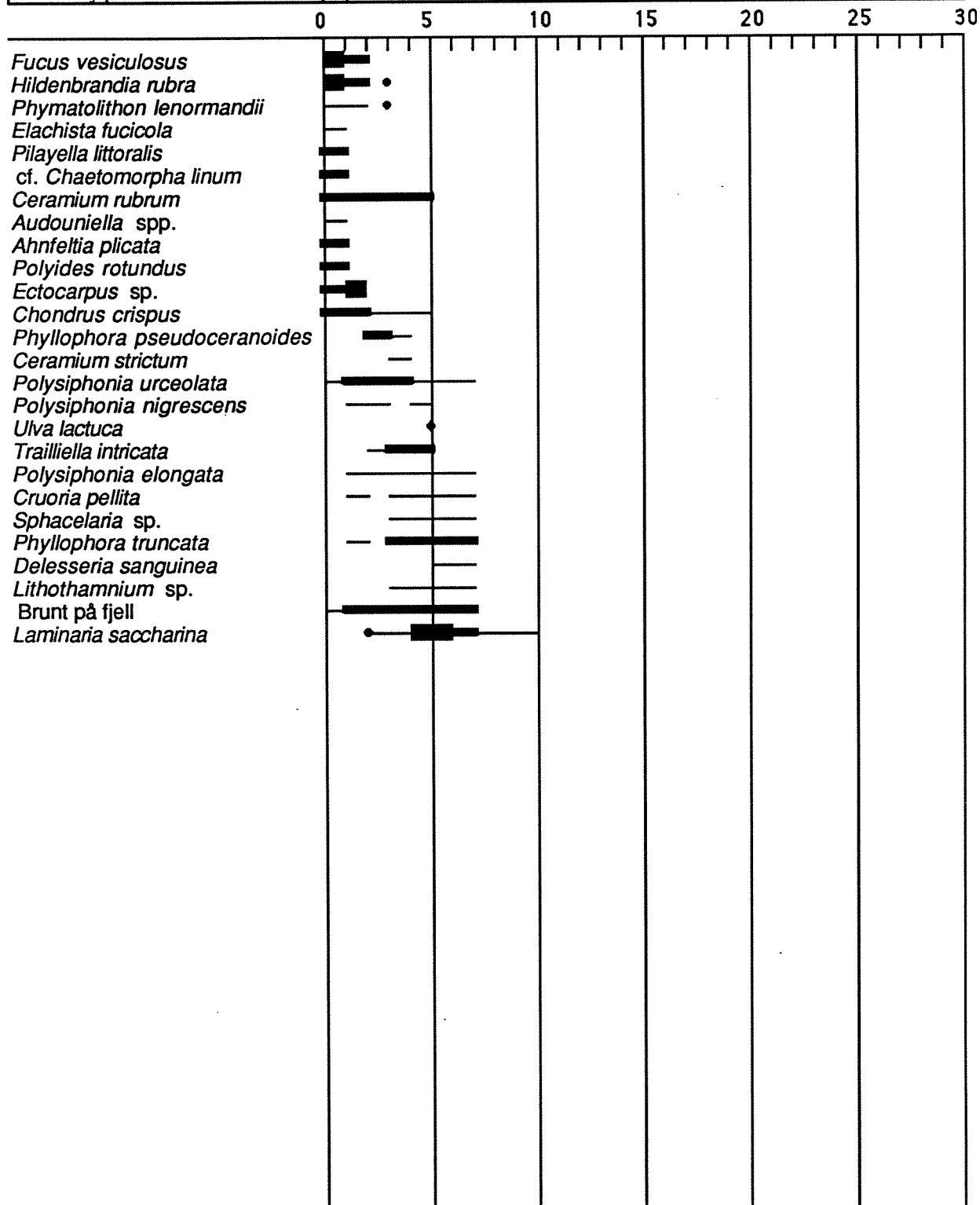
<b>Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer</b>		Observatør: MOY
		Skriver: MAT
Tegnforklaring:	= bestemt fra prøve	# Død
• Enkeltfunn	— Spredt	█ Vanlig
		█ Dominerende
Sted, dato:	D11 Andholmen	90-08-22
Helning (°):	25 45	80
Bunntype:	Fjell	Sand/skjellbunn



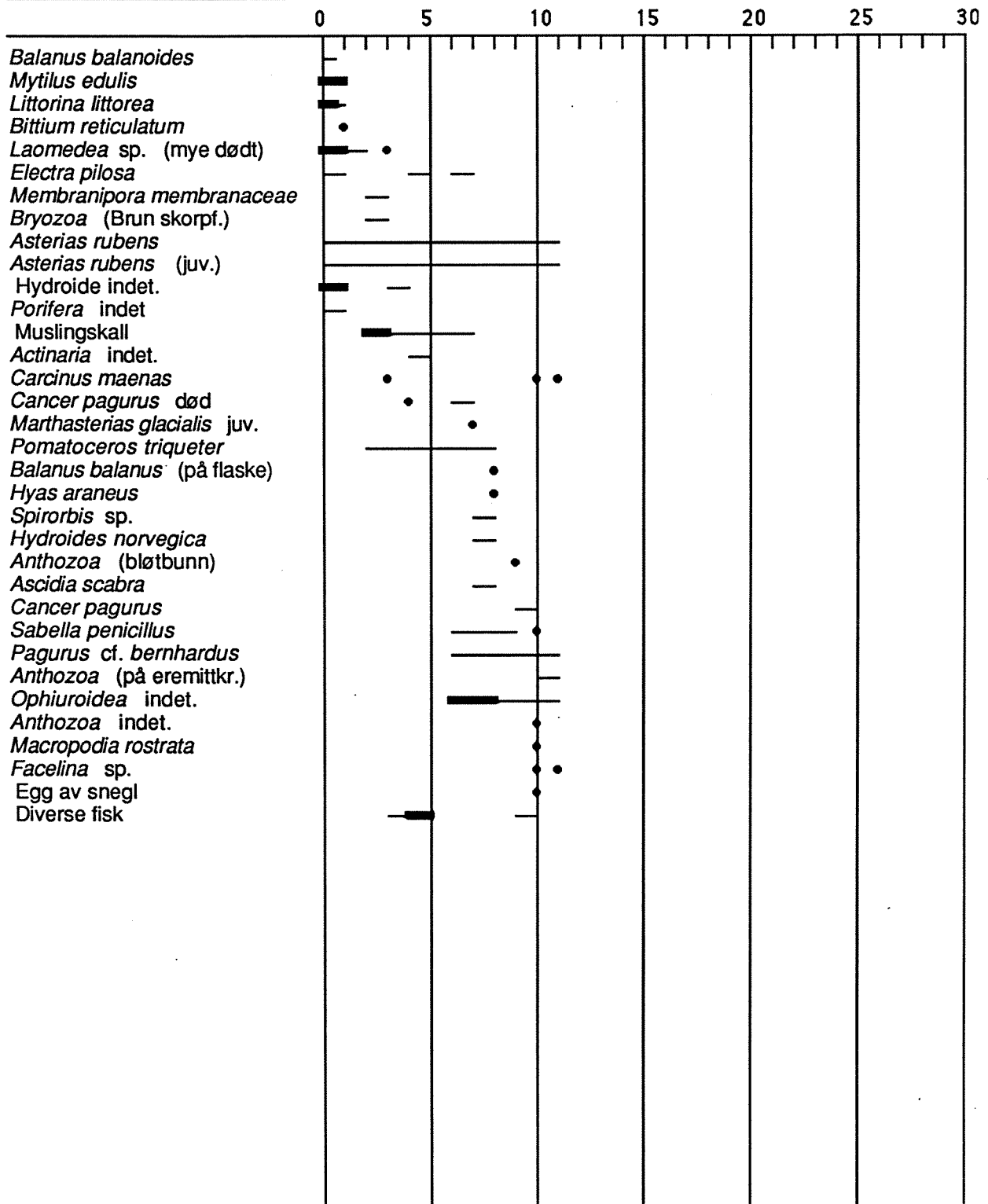
<b>Vertikalutbredelse for gruntnvannsorganismer</b>		Observatør: MAT
		Skriver: MOY
Tegnforklaring:	= bestemt fra prøve	# Død
• Enkeltfunn	— Spredt	█ Vanlig
		█ Dominerende
Sted, dato:	D11 Andholmen	90-08-22
Helning (°):	25 45	80
Bunntype:	Fjell	Sand/skjellbunn



<b>Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer</b>		Observatør: MOY
		Skriver: MAT
Tegnforklaring:	= bestemt fra prøve	# Død
• Enkeltfunn	— Spredt	█ Vanlig
		█ Dominerende
Sted, dato:	D15 Storeneset	90-08-23
Helning (°):	45 80 45 10	
Bunntype:	Fjell steinur/mudderbunn	



<b>Vertikalutbredelse for gruntvannsorganismer</b>		Observatør: MAT
		Skriver: MOY
Tegnforklaring:	= bestemt fra prøve	# Død
• Enkeltfunn	— Spredt	█ Vanlig
		█ Dominerende
Sted, dato:	D15 Storeneset	90-08-23
Helning (°):	45 80 45 10	
Bunntype:	Fjell steinur/mudderbunn	



KRISTIANSANDSFJORDEN	31.5.1990			26.4.1983	
	Stasjon: 11	16	40	11	16
<b>ANTHOZOA</b>					
Edwardsiidae indet	-	-	-	-	3
<b>NEMERTINEA</b>					
Nemertinea indet	-	18	-	57	51
<b>POLYCHAETA</b>					
Ampharete lindstroemi Malmgren 1867	-	-	1	-	-
Amphicteis gunneri (M.Sars 1835)	-	-	1	-	1
Amphitritinae indet	-	-	-	1	-
Anaitides groenlandica (Oersted 1842)	-	-	-	-	4
Anobothrus gracilis (Malmgren 1865)	-	-	1	-	-
Apistobranchnus tullbergi (Theel 1879)	-	-	-	9	-
Asychis biceps (M.Sars 1861)	-	-	-	-	1
Brada villosa (Rathke 1843)	-	-	-	5	-
Caulleriella sp	-	43	-	-	-
Ceratocephale loveni Malmgren 1867	-	-	1	1	-
Chaetopterus variopedatus (Renier 1804)	1	-	-	-	-
Chaetozone setosa Malmgren 1867	1	156	10	72	1164
Cirratulidae indet	-	-	-	-	12
Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	4	-	13	16	-
Eteone flava (Fabricius 1780)	-	-	-	-	1
Eteone longa (Fabricius 1780)	-	-	-	-	2
Euclymene praetermissa (Malmgren 1865)	-	-	-	1	-
Euclymene sp	9	-	9	-	-
Euclymeninae indet	-	-	-	3	-
Eumida bahusiensis Bergstroem 1914	-	-	-	1	-
Eunice pennata (O.F.Mueller 1776)	-	-	-	-	2
Gattyana amondseni (Malmgren 1867)	-	-	-	1	-
Gattyana cirrosa (Pallas 1766)	1	-	-	-	-
Glycera alba (O.F.Mueller 1776)	-	4	-	9	22
Glycera rouxii Audouin & Milne Edwards	5	-	13	1	-
Glycera sp	-	-	-	1	-
Goniada maculata Oersted 1843	1	1	3	5	2
Gyptis rosea (Malm 1874)	-	-	-	1	-
Harmothoe nodosa (M.Sars 1860)	-	-	-	1	-
Harmothoe sp	1	-	-	-	-
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	-	-	2	25	129
Jasmineira elegans Saint-Joseph 1894	-	-	-	-	1
Jasmineira sp	-	1	-	-	-
Laonice cirrata (M.Sars 1851)	1	-	-	1	-
Lumbrineris scopa Fauchald 1974	8	-	16	7	-
Lumbrineris sp	-	1	-	4	1
Melinna cristata (M.Sars 1851)	-	-	-	3	1
Nephtys cirrosa Ehlers 1868	-	-	-	6	-
Nephtys hombergii Savigny 1818	-	-	-	-	3
Nephtys incisa Malmgren 1865	6	-	4	-	-
Nephtys paradoxa Malm 1874	1	-	-	-	-
Nicomache sp	-	-	-	-	1
Notomastus latericeus Sars 1851	-	-	-	-	3
Onuphis quadricuspis M.Sars 1872	-	-	-	-	4



KRISTIANSANDSFJORDEN	31.5.1990			26.4.1983	
	Stasjon:	11	16	40	11
Ophiodromus flexuosus (Delle Chiaje 1822)	1	-	2	2	-
Oweniidae indet	-	-	-	-	2
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	-	6	-	-	-
Paramphitrite tetrabranchiata Holthe 1976	-	-	2	-	-
Paraonis gracilis (Tauber 1879)	1	-	-	6	-
Paraonis lyra (Southern 1914)	-	-	-	5	-
Pectinaria auricoma (O.F.Mueller 1776)	1	4	3	-	-
Pectinaria belgica (Pallas 1766)	1	1	3	-	-
Pherusa sp	-	-	-	3	-
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	-	-	1	1	25
Phyllodoce groenlandica (Oersted 1842)	1	2	-	-	-
Pista cristata (O.F.Mueller 1776)	-	-	-	2	-
Polycirrus plumosus (Wollebaek 1912)	1	-	-	-	-
Polydora socialis (Schmarda 1861)	-	-	-	-	41
Polyphysia crassa (Oersted 1843)	3	-	12	12	-
Prionospio cirrifera Wiren 1883	-	-	-	11	-
Prionospio malmgreni Claparede 1868	-	2	-	25	46
Prionospio multiobranchiata Berkeley 1927	1	-	1	-	-
Protodorvillea kefersteini (McIntosh 1869)	-	-	-	-	38
Rhodine loveni Malmgren 1865	1	-	-	8	-
Rhodine sp	-	-	1	-	-
Samytha sexcirrata M.Sars 1856	1	-	2	-	-
Samythella vanelli (Fauvel 1936)	-	-	-	15	-
Scalibregma inflatum Rathke 1843	-	-	-	31	-
Scolelepis sp	-	-	2	3	-
Sosane gracilis (Malmgren 1865)	-	-	-	1	-
Spio filicornis (O.F.Mueller 1766)	-	-	-	-	1
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	4	-	3	2	1
Synelmis klatti (Friedrich 1950)	-	-	1	-	-
Terebellidae indet	1	-	1	1	-
Terebellides stroemi M.Sars 1835	5	-	5	21	-
Tharyx marioni (Saint-Joseph 1894)	-	-	-	5	4
Tharyx sp	3	43	9	-	-
Trichobranthus roseus (Malm 1874)	1	-	5	1	-
Trichobranthus glacialis Malmgren 1865	-	-	-	1	-
Typosyllis cornuta (Rathke 1843)	1	-	-	-	-
OLIGOCHAETA					
Oligochaeta indet	-	-	-	1	37
OPISTOBRANCHIA					
Philine quadrata (S.Wood)	-	9	-	-	-
Philine scabra (O.F.Mueller 1776)	2	-	-	-	2
CAUDOFOVEATA					
Caudofoveata indet	-	-	-	5	-
Scutopus ventrolineatus Salvini-Plawen	2	-	1	-	-
BIVALVIA					
Abra nitida (Mueller 1789)	4	-	3	-	-
Astarte elliptica Brown 1827	-	-	-	-	2

KRISTIANSANDSFJORDEN	31.5.1990			26.4.1983	
	Stasjon: 11	16	40	11	16
Corbula gibba (Olivi 1792)	1	1	2	-	1
Cuspidaria cuspidata (Olivi)	-	-	1	-	-
Montacuta ferruginosa (Montagu 1803)	-	-	2	-	-
Nucula sulcata (Bronn 1831)	4	-	7	11	-
Nuculoma tenuis (Montagu)	1	-	-	-	-
Parvicardium minimum (Philippi 1836)	1	-	6	2	-
Thracia sp	-	-	2	-	-
Thyasira flexuosa/sarsi (Montagu/Philippi)	3	10	4	20	-
CUMACEA					
Eudorella emarginata Kroeyer	-	-	-	1	-
Leucon nasica (Kroeyer)	1	-	-	1	-
ISOPODA					
Gnathia maxillaris (Milne-Edwards)	-	-	1	-	-
AMPHIPODA					
Ampelisca macrocephala Liljeborg	-	-	2	-	-
Ampelisca sp	-	-	-	-	1
Ampelisca tenuicornis Lilljeborg	-	-	2	-	-
Anonyx lilljeborgi Boeck	-	-	1	-	-
Eriopisa elongata Bruzelius	2	-	1	1	-
Harpinia sp	1	-	2	-	-
Microdeutopus sp	-	1	-	-	-
Podoceroopsis nitida (Stimpson)	-	-	-	-	1
Rhacotropis sp	-	-	1	-	-
Westwoodilla caecula (Sp.Bate)	-	-	1	-	1
DECAPODA					
Calocaris macandreae Bell 1846	2	-	1	1	-
Nephrops norvegicus L.	-	-	1	-	-
SIPUNCULIDA					
Onchnesoma steenstrupi Koren & Danielssen	-	-	-	-	1
OPHIUROIDEA					
Amphiura chiajei Forbes	42	-	21	30	1
Amphiura filiformis (O.F.Mueller)	4	-	2	5	1
Ophiura sp	-	-	-	-	4
ECHINOIDEA					
Brissopsis lyrifera (Forbes)	-	-	2	1	-
Echinocardium cordatum (Pennant)	-	-	-	-	6

---

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, 0808 Oslo  
ISBN 82-577-1987-0