

0-

80003-09

7.



ARKIV
EKSEMPLAR

1883

Statlig program for forurensningsovervåking

Oppdragsgiver Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjoner NIVA

Rapport 239/86

Delrapport 3
Gruntvannssamfunn i
Sørfjorden 1981-1982

Tiltaksorienterte miljø- undersøkelser i SØRFJORDEN og HARDANGERFJORDEN





Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør
grunnvann
vassdrag og fjorder
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.

registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.

påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.

over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

For å sikre den praktiske koordineringen av overvåkingen av luft, nedbør, grunnvann, vassdrag, fjorder og havområder og for å få en helhetlig tolkning av måleresultatene er det opprettet et arbeidsutvalg.

Følgende institusjoner deltar i arbeidsutvalget:

**Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk (DVF)
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt (FHI)
Norges Geologiske Undersøkelser (NGU)
Norsk institutt for luftforskning (NILU)
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Statens forurensningstilsyn (SFT)**

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter blir publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. Oslo 1, tlf. 02 - 22 98 10.

NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor

Postboks 333
0314 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen

Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen

Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen

Breiviken 2
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:

0-8000309

Undernummer:

7

Løpnummer:

1883

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: TILTAKSORIENTERTE MILJØUNDERSØKELSER I SØRFJORDEN OG HARDANGERFJORDEN. Delrapport 3. Gruntvannssamfunn i Sør fjorden 1981-1982. (Overvåkingsrapport nr. 239/86)	Dato: 20. juni 1986
	Rapportnr. 0-8000309
Forfatter (e): Bokn, Tor Green, Norman Pedersen, Are	Faggruppe: Marinøkologisk avd.
	Geografisk område: Hordaland
	Antall sider (inkl. bilag): 29

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt:

Registreringer av gruntvannsorganismer ved hjelp av dykking ble utført i 1981-1982. Forholdsvis lavt artsantall av fastsittende alger og dyr vitner om dårlige vekstforhold i hele Sør fjorden. Årsaken er trolig en kombinasjon av ugunstige naturlige forhold (lav saltholdighet, turbid vann etc.) og giftvirkninger av metallutslipp.

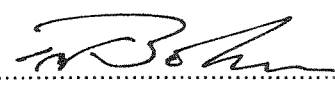
4 emneord, norske:
1. Forurensningsovervåking ; 1981-1982
2. Gruntvannssamfunn
3. Sør fjorden
4.

4 emneord, engelske:
1. Pollution Monitoring ; 1981-1982
2. Rocky Shore Fauna
3. Sør fjorden
4.

Prosjektleder:


.....
Jens Skei

For administrasjonen:


.....
Tor Bokn

ISBN 82-577-1100-4



Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000309

TILTAKSORIENTERTE MILJØUNDERSØKELSER I SØRFJORDEN OG HARDANGERFJORDEN
Delrapport 3: Gruntvannssamfunn i Sørfjorden 1981-1982

Oslo, 20. juni 1986

Prosjektleder: Jens Skei

Medarbeidere: Tor Bokn
Norman Green
Are Pedersen

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	2
SAMMENDRAG	3
Formål	3
Konklusjoner	3
1. INNLEDNING	5
1.1 Forutsetninger.....	5
1.2 Egne og andre undersøkelser	5
2. MÅLSETTING	6
3. MATERIALE OG METODER	6
4. RESULTATER OG DISKUSJON	9
4.1 Beskrivelse av hovedtrekk	9
4.2 Forurensningsbiologiske vurderinger	16
5. LITTERATUR	21
6. APPENDIKS	25

FIGUR- OG TABELLFORTEGNELSE

Figur 1 Stasjoner for undersøkelse av gruntvannssamfunn i Sørfjorden 1981-82	8
Figur 2 Gjennomsnittlig artsantall av fastsittende alger (0-2m dyp) i Sørfjorden, 1981-82.....	10
Figur 3 Kart over gjennomsnittlig artsantall av fastsittende alger med inndeling over eller under 9 arter pr. stasjon	11
Figur 4 Samlet antall arter av rødalger, brunalger og grønnalger og prosentvis fordeling på de tre grupper (symboleksempel) viser 10 arter (=2 cm sirkeldiameter) og en tilnærmet normalfordeling i uforurensede, lite ferskvannspåvirkede områder.	12

Figur 5 Total artsantall bunnlevende dyr registrert på 0-5 og >5-ca. 30 m dyp i Sørfjorden i 1981 og 1982 (aug./sept.). * Kun 1981 data. ** Kun 1982 data.....	14
Figur 6 Øvre grense på sjøpiggsvinbelte (hovedsakelig <u>Strongylocentrotus droebachiensis</u>) i Sørfjorden i 1981 og 1982 (aug./sept.). * Kun 1981 data. ** Kun 1982 data. Spranglaget markerer dypintervallet med betydelig endring i saltholdighet/tetthet i vannet (observert av dykkere).....	15
Tabell A1 Registrerte arter av alger og lav, 0-2m dyp 1981/82..	26
Tabell A2 Registrerte arter av bunnlevende dyr, 0-30m dyp 1981/82..	28

EDA/ARE

20/6 1986

26/8 1986

FORORD

På oppdrag fra Statens forurensningstilsyn og Miljøverndepartementet (brev av 13. juni 1977 og 7. oktober 1977) startet Norsk institutt for vannforskning (NIVA) et pilotprosjekt i Sørfjorden i Hardanger. Dette har resultert i to rapporter:

- 0-75038 Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Pilotprosjekt Sørfjorden (Hardanger) 1978 (12.11.79).
- 0-8000309/0-75038 Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Oversikt over utførte undersøkelser i Sørfjorden, Hardanger (31.10.1980).

I denne forbindelse ble basisundersøkelser utført i 1978, 1981 og 1982. To rapporter er ferdigstillet i denne serien:

Næs, K. & Rygg, B., 1982: Supplerende basisundersøkelse i Sørfjorden (Hardanger) 1981-1982. Metaller, PAH og fluor i organismer (med tillegg av eldre data om PAH i sedimenter). Overvåkningsrapport 114/83. Norsk Institutt for Vannforskning, Blindern. O-80003-09, 1570. 43 s.

Knutzen, J., 1983: Supplerende basisundersøkelser i Sørfjorden (Hardanger) 1981-1982. Metaller, PAH og fluor i organismer (med tillegg av eldre data om PAH i sedimenter). Overvåkningsrapport 114/83. Norsk Institutt for Vannforskning, Blindern O-80003-09, 1570. 43 s.

Foreliggende rapport om gruntvannsorganismer er slutføringen av dykkerundersøkelser gjennomført i Sørfjorden høsten 1981 og 1982.

Resultatene ble besluttet å rapporteres som en delrapport i den Tiltaksorienterte miljøundersøkelsen i Sørfjorden og Hardangerfjorden (1984-1985), selv om undersøkelsen ble utført i 1981-1982.

Under registreringen av gruntvannsorganismer ble våre dykkere assistert av ing. Arne Bakke og hans far Albert Bakke, som også holdt fåt.

Jon Knutzen, Knut Kvalvågnæs og Are Pedersen har hatt ansvaret for dykkertoktene.

Oslo, 20. juni 1986

Jens Skei
Prosjektleder

SAMMENDRAG

Formål

Hovedformålet med undersøkelsen har vært å kartlegge hvilke områder av Sørfjorden som er influert av forurensede utslipp fra industrien i Odda. I tillegg skulle registreringen gi opplysninger om i hvilken grad utslipp har giftvirkninger på marine organismer.

Konklusjoner:

- Forholdsvis lavt artsantall av fastsittende alger og dyr vitner om dårlige vekstforhold i hele Sørfjorden.
- De dårlige vekstvilkår på 0-2m dyp skyldes sannsynligvis:
 - 1) Store tilførsler av elvevann som forårsaker lav saltholdighet. Stor partikkeltransport via ferskvannet medfører turbid vann, nedslamming og partikkelskuring.
 - 2) Metallutslipp som kan forårsake forgiftninger og dermed nedsatt leveevne hos organismene.
- Fraværet av ferskvannstolerante, opportunistiske arter i strandsonen kan være en effekt av forgiftning og/eller partikkelskuring.
- Turbid vann, nedslamming og giftige utslipp samt kråkebollbeiting, har i stor grad redusert forekomsten av alger og dyr mellom 2 og 30m dyp.
- Alge- og dyresamfunn på gruntvann i området fra Holmen (Geitholmen) og innover (st. G1-G3) er mest påvirket av forurensninger.

Gruntvannsorganismer er registrert på 12 ulike stasjoner (fig.1) ned til 15-33m dyp avhengig av siktbarhet i vannet og utbredelsen av de forskjellige organismer. I tabellene A1 og A2 er alle registreringer av organismer fra undersøkelsene i august/september måneder i 1981 og 1982 notert. Totalt er det observert 40 algearter, hvilket er lavt. Artsantallet økte kun i liten grad fra Odda og til munningen av Sørfjorden. Største registrerte voksedyp var på 10-15m dyp, og gjenspeiler turbide vannmasser.

Lite artsantall gjør det vanskelig å bedømme eutrofipåvirkning på algesamfunnene, men stasjonene nær tettstedene Odda og Kinsarvik vitner om en påvirkning fra kommunale utslipp og/eller andre

næringssaltkilder.

Årsaken til de meget fattige algesamfunn i Sørfjorden kan sannsynligvis søkes blant såvel naturlige som sivilisatoriske påvirkninger. Elvene tilfører fjorden store mengder ferskvann, som reduserer mangfoldighet i marine organismesamfunn betydelig.

I tillegg inneholder elvevannet partikulært materiale av ulik kvantitet og kvalitet, som virker negativt på organismene. En flora og fauna som er stresset fra naturens side blir ekstra ømfintlig overfor de store industritilførsler, som slippes ut i Sørfjorden.

Under 2 m dyp vil fra Oalskar og utover i fjorden, all forekomst av alger og dyr være påført et høyt beitepress fra sjøpinnsvin. Dette reduserer forekomst av fastsittende dyr og alger i betydelig grad. Den øvre grense hvor sjøpinnsvin kan beite (1-7 m dyp) vil variere med tykkelsen på overliggende ferskvannslag. At metallutslippene forårsaker gifteffekter på organismene er sannsynlig, men noen kvantifisering av giftigheten kan bare utføres eksperimentelt. Det er spesielt mistanke om gifteffekter på ulike organismer fra tungmetallene kadmium, kvikksølv og bly. Fraværet av sjøpinnsvin innenfor Tyssedal er muligens en gifteffekt (jf. Kirkerud & Knutzen 1986).

Fraværet av de to grønnalgene Cladophora sp. - grønn dusk og Ulva lactuca - havsalat kan heller ikke forklares kun ut fra naturforholdene. Partikkelskuring, dårlig substratstabilitet og industriens metallutslipp er sannsynligvis viktige årsaker til fraværet av disse to opportunistiske arter. De samme faktorer er rimeligvis årsaken til at Fucus serratus - sagtang ikke er observert på de innerste stasjoner nær Eitrheimsvågen (fig.1).

1. INNLEDNING

1.1 Forurensninger

Alvoret i forurensningen av Sørfjorden ble først slått fast i begynnelsen av 70-årene, da Miljøvernkomiteen i Odda la fram sine rapporter fra en 3-årsundersøkelse. Det ble da konstatert at Sørfjorden i sin fulle lengde var betydelig forurenset av tungmetaller både i vann, organismer og bunnsedimenter. I Miljøvernkomiteens konklusjoner og anbefalinger het det at man ikke kunne se bort fra at Hardangerfjorden også var påvirket av forurensninger fra Odda, og anbefalte at undersøkelsesområdet skulle utvides til også å omfatte Hardangerfjorden. Dette ble først realisert 10 år etter at Miljøvernkomiteens arbeid var avsluttet. I mellomperioden er det fremskaffet ytterligere dokumentasjon om forurensningstilstanden i selve Sørfjorden, i regi av Statlig program for forurensningsovervåking (Skei 1979, Næs & Rygg 1982, Knutzen 1983). Likeså er det påvist at diffuse kilder for tungmetallforurensning i Eitrheimsvågen er av så stor betydning at dette kan påvirke vannkvaliteten i Hardangerfjorden (Skei 1985).

På bakgrunn av dette ble undersøkelsen av Hardangerfjorden (og Sørfjorden) igangsatt i 1984, delvis for å beskrive tilstanden, men også som et situasjonsbilde før de planlagte utslippsendringer iverksettes fra 1986. De kommende to år vil bli merkeår i Sørfjordens forurensningshistorie. Siden 1968 har Norzink brukt Sørfjorden som resipient for jarositt. I 1986 vil jarosittavfallet bli deponert i fjellhaller, noe som vil føre til en betydelig avlastning på Sørfjorden med hensyn til tungmetaller. Videre er nå en spuntsvegg under bygging i Eitrheimsvågen. Denne har til hensikt å avskjerme tungmetall-lekkasjen fra gamle deponier. I 1986 vil også ilmenittverket starte sin produksjon i Tyssedal, og et nytt utslipp av partikulært materiale vil bli etablert.

Hva dette bidraget vil bety i det totale forurensningsbilde i Sørfjorden, er vanskelig å forutsi, men bidraget vil trolig være beskjedent med hensyn til metallforurensning, noe mer usikkert hva angår partikkelbelastningen.

1.2 Egne og andre undersøkelser.

Skei et al. (1986) presenterer resultater fra undersøkelsen av sedimentering av tungmetaller (og delvis PAH) og hvilken effekt dette har på bløtbunns-faunaen i Sørfjorden og Hardangerfjorden. (Kirkerud &

Knutzen 1986) tar for seg innholdet av tungmetaller i tang, samt giftighetstester på torske-egg, sjøpinnsvinlarver, rur og blåskjell.

Foreliggende arbeid har omfattet registreringer av organismer knyttet til hardbunn på 12 ulike stasjoner i Sørfjorden. Disse organismene kan ofte fortelle noe om kvaliteten i de øverste vannlag. Artene har forskjellig toleranse overfor endringer i naturlige faktorer som temperatur, saltholdighet og vannbevegelse. Nedslamming, overgjødsling og utslipp av miljøgifter gir som regel en forskyvning av arts- og individantall. Ved stabile naturgitte betingelser (dynamisk likevekt) er regelen større artsrikdom og færre individer. Betingelser som forurensningspåvirkninger og andre forstyrrelser gir oftest motsatt resultat.

Av tidligere undersøkelser i Sørfjorden er det særlig to algologiske arbeider som er av spesiell interesse for foreliggende registreringer av algesamfunnene - Alstadsøter (1954) og Jorde & Klavestad (1963). Det foreligger også en omfattende registrering av den horisontale fordeling av dyr i strandsonen for hele Hardangerfjorden (Brattegard 1966). I tillegg har Apold (1941) sett nærmere på fauna som er forsvunnet i Odda og Indre Hardanger. For en ytterligere oversikt av arbeid utført før 1980 se Skei 1980.

2. MÅLSETTING

I revidert forslag til arbeidsprogram av 30. mars 1984 ble det foreslått at hovedformålet med undersøkelsen skulle være:

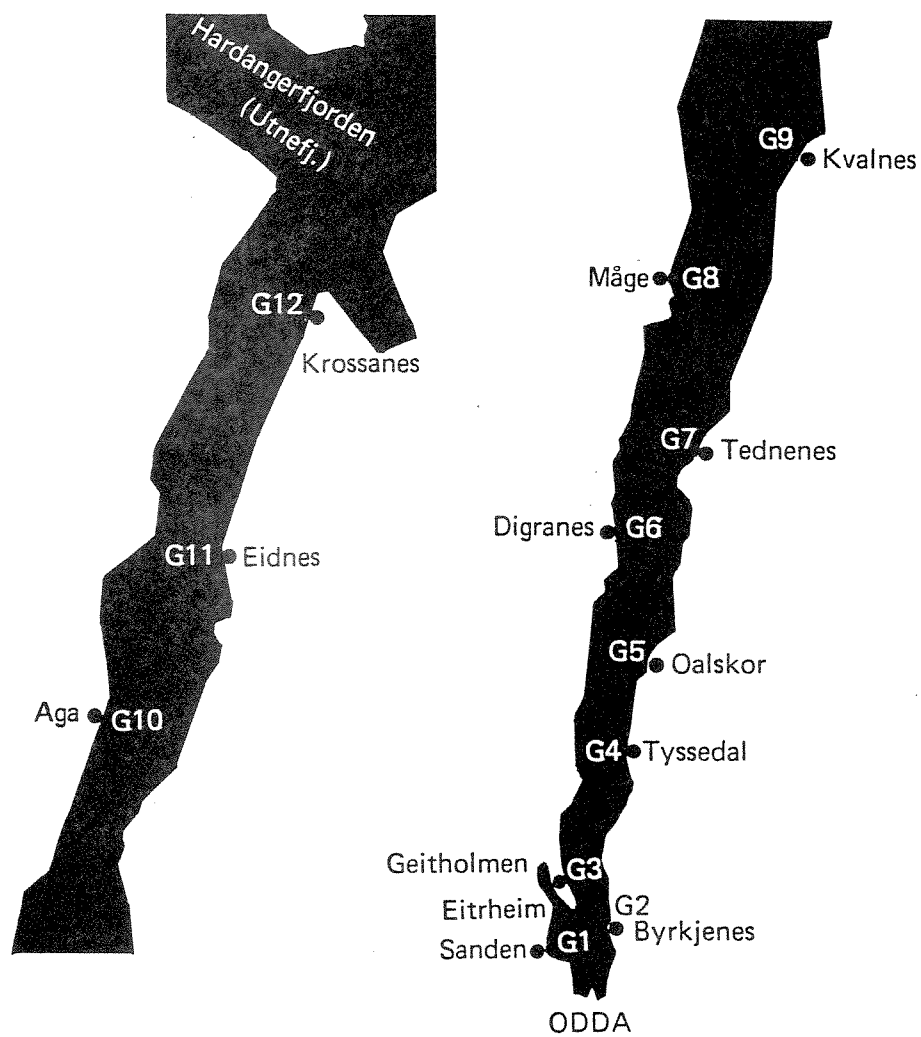
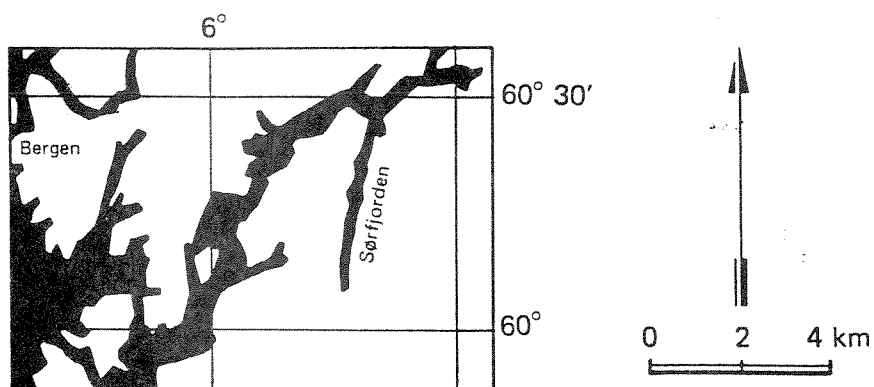
- å kartlegge og avgrense det område av Hardangerfjorden med sidearmer som er influert av forurensede utslipp fra industrien i Odda.

I tillegg skulle undersøkelsen gi opplysninger om i hvilken grad dagens utslipp har giftvirkninger på marine organismer.

3. MATERIALE OG METODER

Registreringen ble gjennomført på to tokt: 29.8 - 1.9 1981 og 31.8 - 3.9 1982. Beliggenheten av de 12 utvalgte stasjoner for registrering av gruntvannsorganismer fremgår av figur 1. Undersøkelsen omfatter registrering av alle relativt lett identifiserbare alger og dyr på hardbunn ned til 15-33m dyp, avhengig av vannets siktbarhet og utbredelsen av de ulike organismer. Ved registreringen er det brukt froskemannsutstyr med helmaske og telefonkabel for direkte innlesing på mangnetbånd. Det er lagt liten vekt på mengdemessig gradering ved

registreringen. Prøver til identifisering på laboratoriet er bare samlet inn i den grad det har vært nødvendig. Materialet ble konserveret i 2-4% formalinoppløsning.



Figur 1 Stasjoner for undersøkelse av grunntvannssamfunn i Sør fjorden 1981-82.

Algene er inndelt i de tre hovedgruppene rødalger, brunalger og grønnalger. Artsantallet for hver algegruppe samt totalsummen av arter i 0-2m dyp er ført opp for hver stasjon og hvert år (1981/82). 0-2m dyp er valgt for direkte å kunne sammenligne med undersøkelser fra 1950-51 (Alstadsæter 1954).

Fauna Oppdeling av fastsittende dyr i kolonidannende eller solitære (enslige) har vært brukt i andre undersøkelser over sammensetning av dyresamfunn knyttet til bunnen (f.eks. Jackson 1977, Schoener & Schoener 1981). Jackson (1977) mener at kolonidannende arter er mer konkurransedyktige med hensyn på å skaffe seg plass enn solitære arter bl.a. fordi kolonidannende arter kan spre seg lettere horisontalt uten å være avhengig av et planktonisk stadium. Imidlertid, i forurensede resipienter (f.eks. Iddefjorden, Friertfjorden og Oslofjorden) har solitære dyr vært mer dominerende enn kolonidannende dyr (Green, upubliserte data fra gruntvannssamfunn undersøkt ved stereofotografering).

Videre er det funnet hensiktsmessig å ta rovdyr og beitere (her gitt fellesbetegnelsen predatorer) som overordnet kategori, delt i underkategoriene: nakensnegler (Nudibranch), skallus (Polyplacophora), tifoldkreps (Crustacea Decapoda), sjøstjerner (Asteroidea), slangestjerner (Ophiuroidea), og sjøpinnsvin (Echinoidea). Disse organismene har forskjellige ernæringsmåter (se Vedlegg D1) og vil derfor påvirke samfunnet på ulike vis.

4. RESULTATER OG DISKUSJON

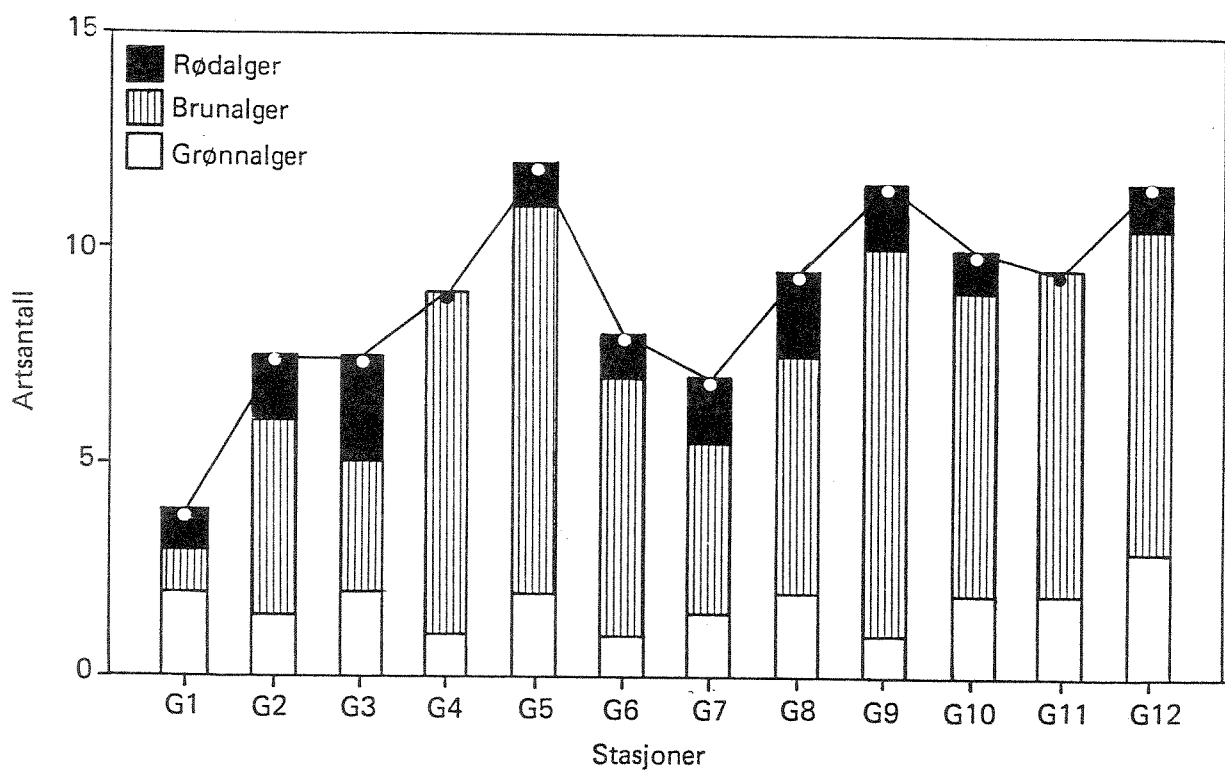
4.1 Beskrivelse av hovedtrekk

Alger

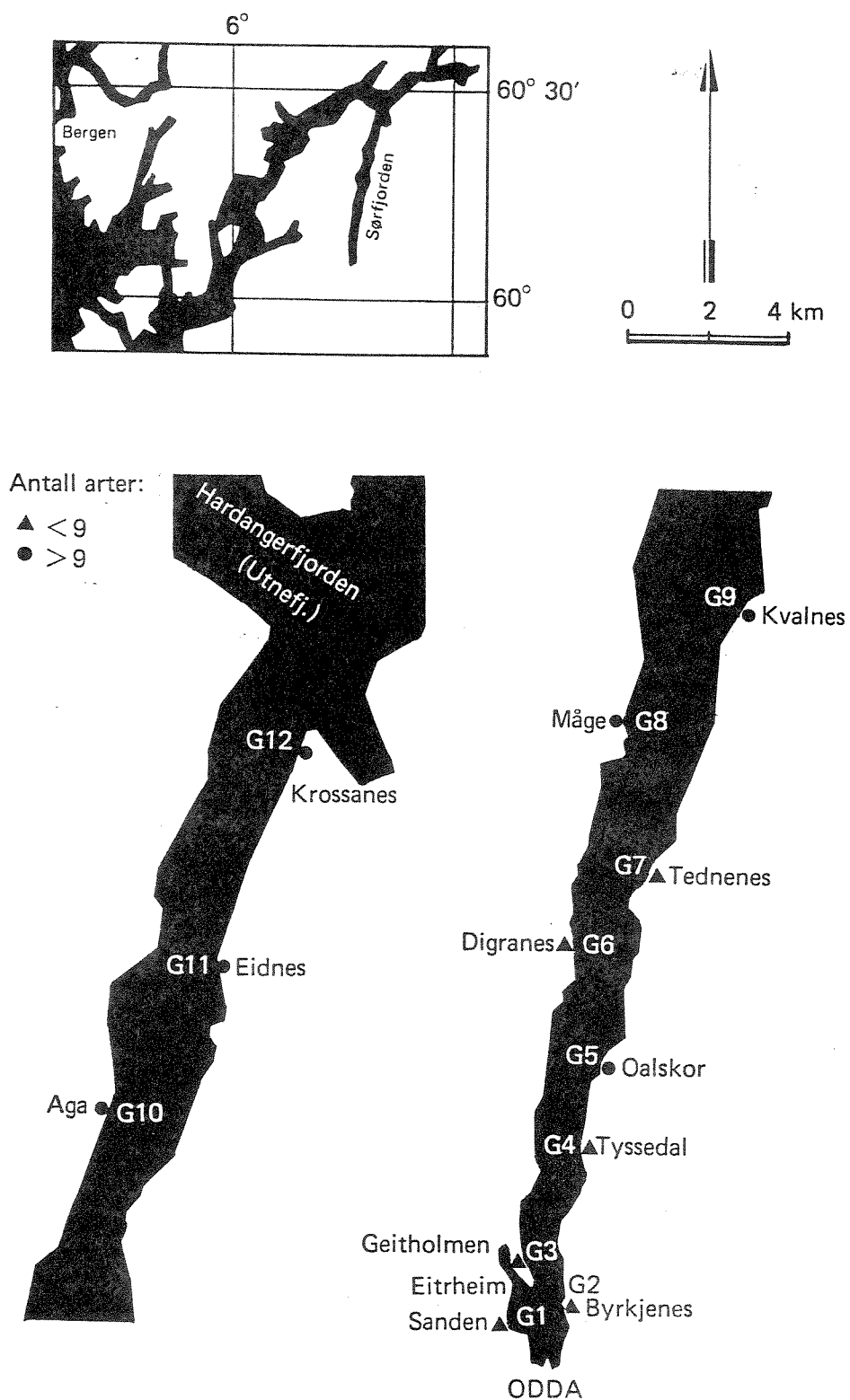
I Sørfjorden ble det totalt observert 40 arter fordelt på 9 rødalge-, 17 brunalge- og 7 grønnalgearter (tabell A1, fig. 2 og 3). Blågrønnalger ble bare registrert på de stasjoner hvor disse mikroskopiske alger var lett iøynefallende. Lav og fastsittende kiselalger ble også registrert.

Det ble registrert 32 av de i alt 40 registrerte algearter i 0-2m dyp (tabell A1). En liten gradient ble funnet fra indre stasjon (4 arter) til ytre stasjon (12 arter), basert på gjennomsnittet fra undersøkelsene i 1981 og 1982 (fig. 2). Største registrerte voksedyp var på 10 - 15m dyp (Polysiphonia urceolata). Det lave artsantall og grunt nedre voksedyp kan skyldes ulike faktorer.

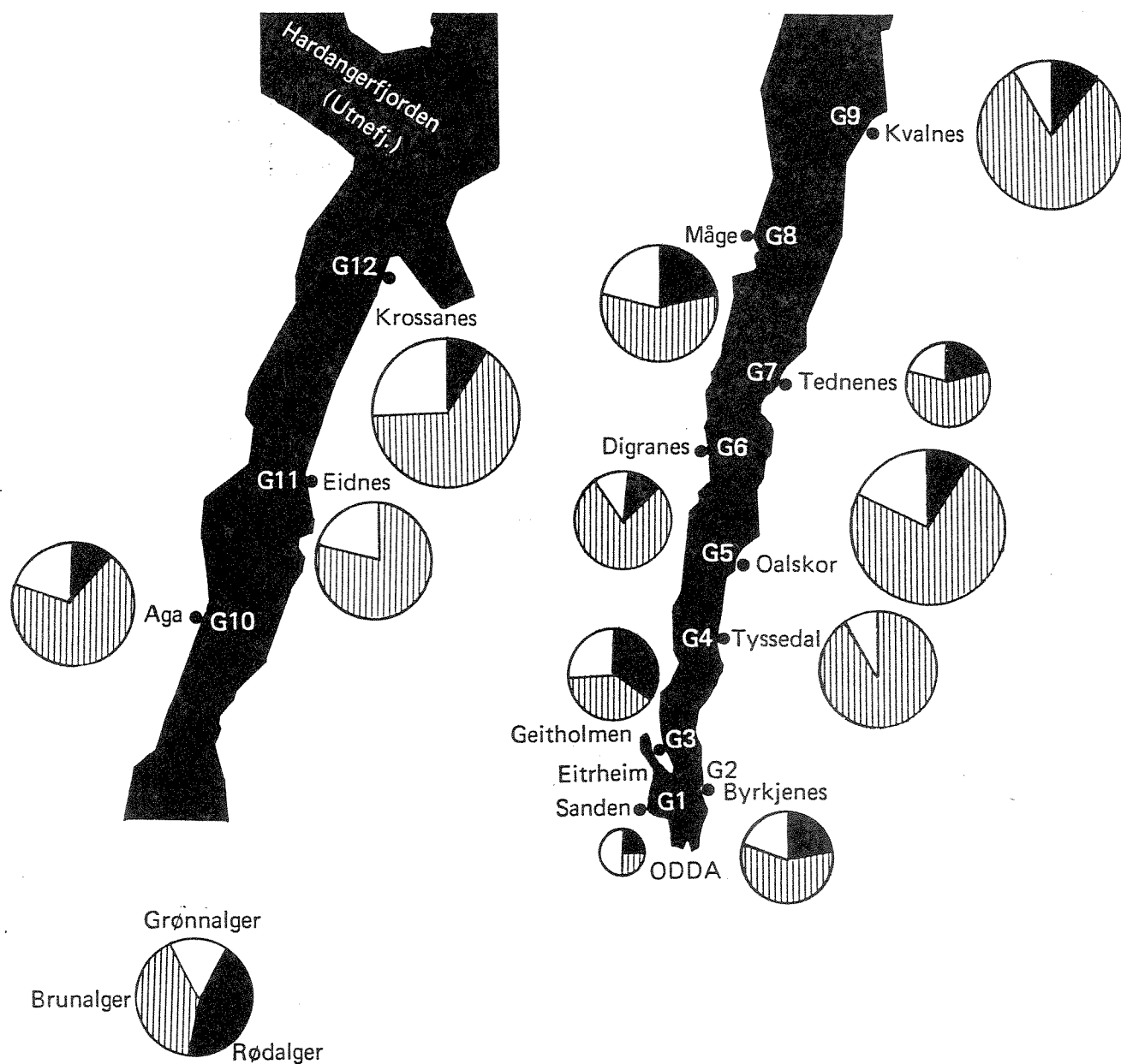
Flere arter og slekter av grønnalgene favoriseres under miljøforhold som økt ferskvannstilrenning og/eller forurensningsbelastning i form av organisk stoff og/eller næringsalter. Erfaringsmessig vil rene kystfarvann langs norskekysten med saltholdighetsnivåer over 25-30 o/oo oppvise forholdstall mellom rød, brun- og grønnalgearter som normalt er $45 \pm 10 : 35 \pm 10 : 15 \pm 5$ (Bokn 1979). Ved ferskvannstilførsler og /eller kloakkvannsutslipp kan brunalgene ofte vise størst konstans i ovennevnte relasjon, mens grønnalgene relativt hurtig utkonkurrerer rødalgene og overtar som den største algegruppe. For å kunne gi en kvalitativ vurdering av stasjonenes algesamfunn, er det i tabell A1 angitt den prosentvise fordeling av de tre nevnte algegrupper. I figur 4 er det forsøkt å anskueliggjøre artsantallet av fastsittende alger og prosentfordelingen mellom rød-, brun- og grønnalger for hver stasjon.



Figur 2 Gjennomsnittlig artsantall av fastsittende alger (0-2m dyp) i Sørkjøya, 1981-82.



Figur 3 Kart over gjennomsnittlig artsantall av fastsittende alger, med inndeling over eller under 9 arter pr. stasjon.



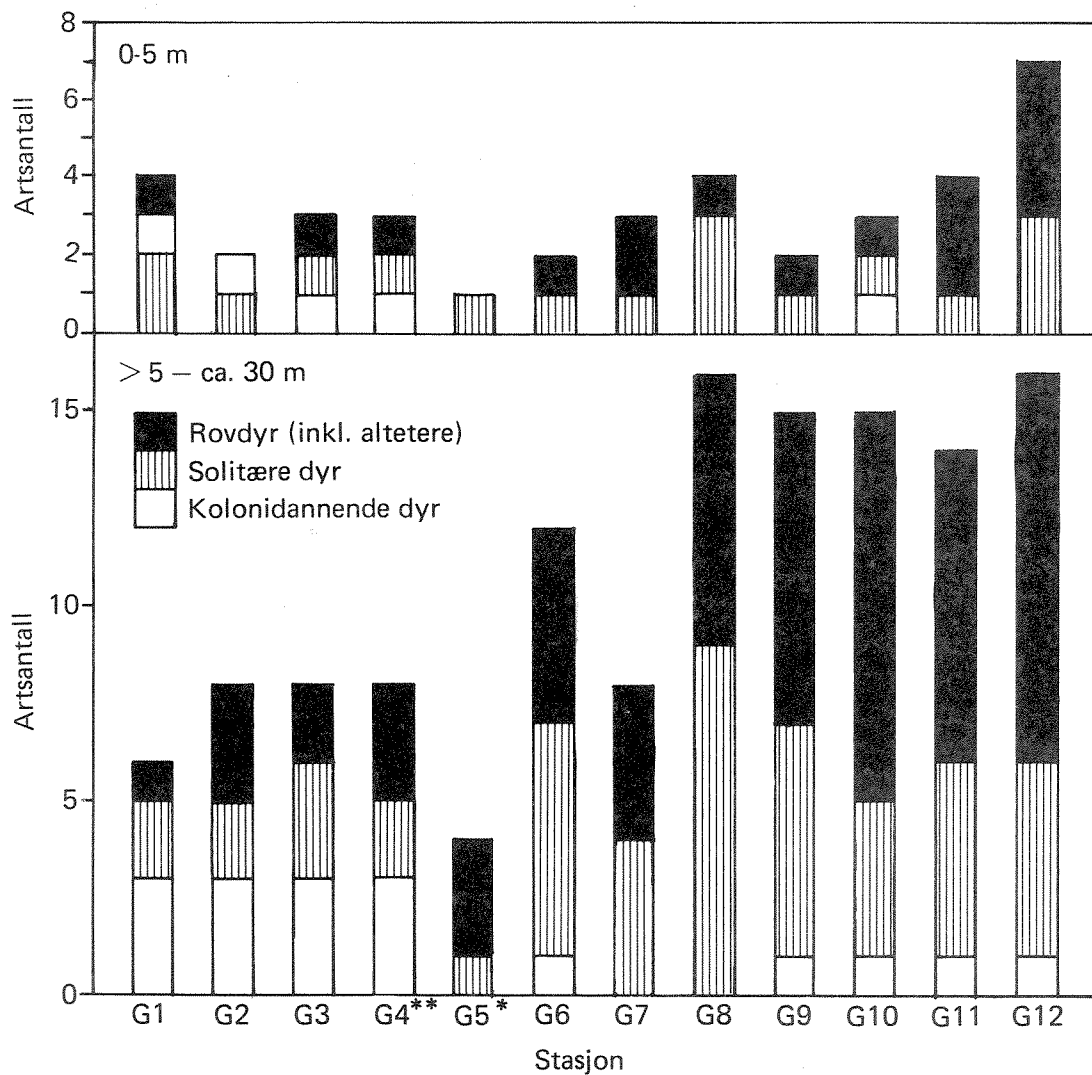
Figur 4 Samlet antall arter av rødalger, brunalger og grønnalger og prosentvis fordeling på de tre grupper (symboleksempel) viser 10 arter (=2 cm sirkeldiameter) og en tilnærmet normalfordeling i uforurensede, lite ferskvannspåvirkede områder.

Lite artsantall og stort beitepress fra sjøpinnsvin gjør det vanskeligere å bedømme prosentfordelingen. Men relativt sikre effekter synes å være påvirket på stasjonene G1, G3 og G12. Da det er liten forskjell i saltholdighet mellom midtre og ytre Sørfjorden (Svendsen 1973), kan disse effektene skyldes sivilisatorisk påvirkning som kommunale utslipp og annen tilførsel av næringssalter. Dette gjelder spesielt stasjonene G1 og G3 ettersom det også på disse manglet sjøpinnsvin.

Sammenlignet med undersøkelser i 1950/51 (Alstadsæter 1954) og 1955-60 (Jorde og Klavestad 1963) var artsantallet på 40 funnet i 1981/82 for fastsittende alger redusert. Alle tre undersøkelser har avdekket at svært få rødalger kan trives i Sørfjorden. I indre del finnes stort sett bare kalkformer av denne algeklassen.

Dyr

I hele Sørfjorden ble det funnet 44 makroskopiske bunnlevende dyrearter, 7-23 på hver av 12 undersøkte stasjoner (tabell A2). De fleste arter ble registrert dypere enn 5 m dyp (fig. 5). På dette dypintervallet økte artsantallet utover fjorden særlig med hensyn til solitære dyr og rovdyr. Antall kolonidannende dyr var for lavt (0-3) for å registrere noen gradient.

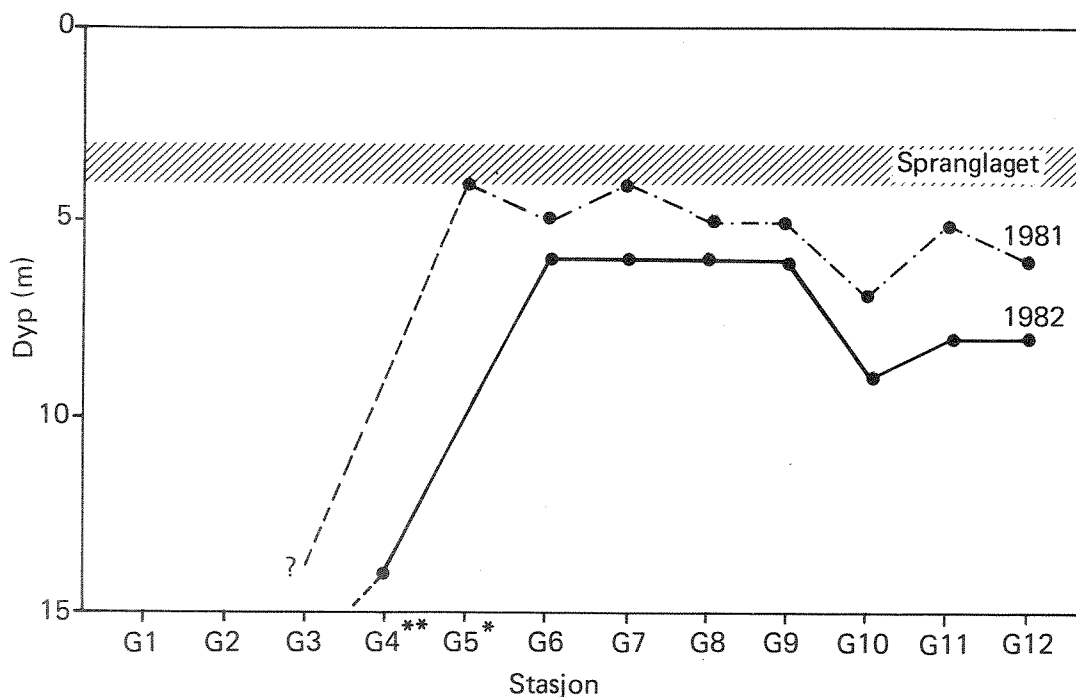


Figur 5 Total artsantall bunnlevende dyr registrert på 0-5 og >5-ca. 30 m dyp i Sør fjorden i 1981 og 1982 (aug./sept.).
* Kun 1981 data. ** Kun 1982 data.

Begge årene ble det registrert masseforekomst av sjøpiggsvin (spesielt *Strongylocentrotus droebachiensis*) anslått til 50-100 individer/m². Disse altetende rovdyr (jfr Lawrence 1975) kan holde et område omtrent fritt for alger og dyr (unntatt noen skorpeformede alge- og kalkomsmarker, f.eks. i Nova Scotia, Chapman 1981). Belte av sjøpiggsvin kan ha vært en vesentlig årsak til hvorfor det ikke fantes flere arter mellom 5 og 30m dyp.

Begge årene lå øvre grense på sjøpinnsvinbelte mellom 4 og 9m dyp

utenfor St. G4 og under spranlaget (registrert av dykkere (fig. 6)). *S. droebachiensis* har liten toleranse for lav saltholdighet. Nedre grensen ligger antagelig mellom 12 o/oo (Sabourin og Stickle 1981) og 21 o/oo (Lang 1964). Dette betyr at ferskvannstilførsel begrenser beiteområdet og at med middels/stor tilførsel har saltholdigheten neppe vært høy nok til å tillate ekstensiv beiteeffekt på 0-2m dyp.



Figur 6 Øvre grense for sjøpinnsvinbelte (hovedsakelig *Strongylocentrotus droebachiensis*) i Sør fjorden i 1981 og 1982 (aug./sept.).

* Kun 1981 data. ** Kun 1982 data. Spranlaget markerer dypintervallet med betydelig endring i saltholdighet/tetthet i vannet (observert av dykkere).

Masseforekomst av sjøpinnsvin ble ikke registrert på st. G3 (Geitholmen) eller innenfor (fig. 6) og dermed kan dette tyde på at andre faktorer forårsaker de lave artsantall som er funnet her (6-8 arter). Nedslamming av partikulært materiale gjør bunnen uegnet for fastsittende organismer. I tillegg kan man ikke se bort fra mulige giftvirkninger på grunn av metaller kan ha vært grunnen til sjøpinnsvinenes fravær, noe som giftighetstester av Sør fjordvann på sjøpinnsvinlarver kan tyde på (Kirkerud & Knutzen 1986).

4.2. Forurensningsbiologiske vurderinger

Årsaken til de noe fattige algesamfunn på 0-2m dyp i Sørfjorden kan sannsynligvis søkes blant flere faktorer. Blant de viktigste er de store tilførsler til fjorden av naturlig og sivilisatorisk opprinnelse. Elvene tilfører fjorden store mengder ferskvann (Svendsen 1973), som inneholder partikulært materiale av ulik kvantitet og kvalitet (Skei 1975). Men dypere enn 2m hadde partikulært materiale og sjøpinnsvinbeiting antagelig betydelig negativ innflytelse på forekomst av alger og dyr.

Disse tilførslene virker stort sett negativt på de fleste marine organismer, og gjør dem mer ømfintlige for andre endringer i livsmiljøet enn organismer som lever i vann med høyere saltholdighet. De fleste marine alger har et visst minstekrav til saltholdigheten i vannmassene. Det er derfor rimelig at artsantallet av fastsittende alger reduseres når innflytelsen av ferskvann blir stor. Saltholdighetsdata fra Sørfjorden (Svendsen 1973, Skei 1975), skulle også tilsi stort prosentvis innslag av grønne alger i strandsonen. Ifølge figur 4, var ikke dette tilfelle.

Grunnlagsdata for fjordens saltholdighet er ikke så gode som ønskelig. Det er særlig data fra mai til august som er spinkle. Alstadsæter (1954) skriver at laveste saltholdighet om sommeren er ca 10 o/oo. Hun hevder også at dette sannsynligvis er hovedgrunnen til den fattige vegetasjonen. Svendsen (1973) har imidlertid funnet minimum saltholdighet på 5.8 o/oo i ytre fjord. I en tre års basisundersøkelse i Hvaler-området (Bokn 1984) ble det også funnet et artsantall på 40 (her var mindre arter utelatt). Saltholdigheten i Hvalerestuaret kan med rimelighet sammenlignes med oppgitte data fra Sørfjorden. Bokn (1984) konkluderte med at det neppe var naturlige miljøfaktorer alene som forårsaket fravær av flere arter i Hvalerestuaret. Konsentrasjoner av partikulært materiale fra industrien og ulike former for annen sivilisatorisk påvirkning ble påpekt som sannsynlige årsaker til de bemerkelsesverdige observasjoner. Også dette kan overføres til Sørfjorden.

Største voksedyp for fastsittende alger (kalkalger ikke medregnet) ble funnet å være 10-15m. Selv i en fjordarm innerst i et fjordsystem på Vestlandet, er dette en uvanlig grunn nedre grense sammenlignet med andre Vestlandsfjorder, f.eks. Lysefjorden i Rogaland (Breivik 1958), men tilsvarer industripåvirket område som f.eks. Årdalsfjord (7-24m, Baalsrud et al. 1986 (under trykking) og Saudafjord (4-16m, Knutzen et al., 1982). Den grunne nedre grense for forekomst av alger skyldes stort beitepress og store ferskvannsmengder med mye breslam og

partikulært materiale. Slike tilførsler fører til turbide vannmasser, noe som hindrer tiltrekkelig lysgjennomgang til plantene som vokser under overflatelaget og dermed gjør forholdene ugunstig for etablering av alger.

De store metallutslipp fra industrien har utvilsomt sin negative innflytelse på organismesamfunnene i Sørfjorden. For bløtbunnsfauna har dette vært påvist spesielt i området Odda - Tyssedal (Næs og Rygg 1982). Ifølge Knutzen (1983) er det særlig metallene sink (Zn), kadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og bly (Pb) som er målt i store overkonsentrasjoner i forhold til "bakgrunnsnivåer" i blåskjell og tang. Noen kvantifisering av giftighet overfor de ulike arter er ikke mulig ved en resipientundersøkelse. Til dette kreves eksperimentelle undersøkelser med tilnærmet vannstandard fra Sørfjorden uten tilførsler fra industrien (kontroll) og ulike fortyninger av avløpsvann fra de forskjellige industribedrifter ved Sørfjorden. Av de fire ovennevnte metaller er det spesielt mistanke om at de tre tungmetallene Cd, Hg og Pb gir gifteffekter på organismene. En prøveinnsamling av tang fra september 1984 (Miljøplan 1986) har imidlertid vist en mulig reduksjon av kvikksølv og bly. Konsentrasjonene av kadmium derimot har indikert en økning i miljøet.

Detaljerte sammenligninger mellom stasjoner kan bare gjøres under relativt like fysiske betingelser som fast underlag og bølgeeksponering. Strendene langs Sørfjorden er nokså like med få bukter og ingen øyer. (Alstadsæter 1954), hvilket fører til relativt lik bølge- og strømmingseksponering for de fastsittende alger på de ulike stasjoner. Men selv om vanneksponeeringen kan være tilnærmet lik fra stasjon til stasjon, er sannsynligvis vannkvaliteten forskjellig mellom øst- og vestsiden av fjorden. Strømmålinger utført i juni 1972 (Svendsen 1973) har vist at i den øverste 1/2 m av overflatelaget er det en utgående strøm på østsiden av den indre del av fjorden i 85% av tiden. På vestsiden er det en tilsvarende strøm innover. Alstadsæter (1954) observert flere alger på fjordens vestsida enn østsida. Dette forklarte hun ut fra strømningsmønsteret, som hun observert ca 20 år før Svendsen (1973). Noen forskjell i algeantall på fjordens øst- og vestsida ble imidlertid ikke observert hverken av Jorde og Klavestad (1963) eller foreliggende undersøkelse. Ut fra figurene 3 og 4 går det fram at st. G5 hadde et større artsantall enn de fleste andre stasjoner. G5 er den eneste stasjonen innenfor Måge som har et artsantall høyere enn 9 (fig.3). Dette fenomen kan muligens skyldes at Tysso drar med seg ferskvannet mot vestsiden og forårsaker en høyere overflatesaltholdighet nord på G5.

Underlagets (substratets) kvalitet er en viktig del av de fastsittende

algers og dyrs miljøkrav. Bare de færreste algearter trives godt på bløtbunn. Cimberg et al. (1973) påviste at sandbevegelse og substratstabilitet var de to viktigste miljøfaktorene som influerte på hardbunnsorganismer i Sør-California. Ved sandskuring (f.eks. breslam) kloakkutlipp og annen sivilisatorisk påvirkning (f.eks. industriutslipp) er det påvist et skifte til mer stress-tolerante og opportunistiske arter (Seapy & Littler 1982, Littler et al. 1983). Tilsvarende algesamfunn er registrert i Sørfjorden. De opportunistiske børstemarkene Polydora sp. og Capitella capitata ble kun registrert innerst i fjorden (st. G2 og G3). I tillegg til ovennevnte stressfaktor i denne ferskvannpregede fjorden er organismesamfunnene utsatt for isskuring. Da flerårig tang er registrert i nærmest hele fjordavsnittet, er fenomenet isskuring neppe like fremtredende hver vinter.

Ut fra de kunnskapene vi har om saltholdighet i Sørfjordens overflatevann, er det rimelig å forvente en redusert algeflora og fauna på grunt vann. Imidlertid savnes noen opportunistiske arter som normalt burde finnes i Sørfjorden. Cladophora spp. - grønndusk er en art som burde vokse store bestander i denne fjorden. Denne arten var også fraværende i de indre deler av Ulvikpollen (Kvalvågnæs og Knutzen 1976), Årdalsfjord (Baalsrud et al. 1986 (under trykking)) og Sandfjord (Knutzen et al. 1982). Grønndusk er kun observert på ytterste stasjon (G12). Større mengder Enteromorpha burde også forekomme.

Cladophora spp. grønndusk, er en grønналgeslekt som kan vokse i betydelige mengder ved sterk ferskvannspåvirkning og stor belastning med næringsalter og/eller industriprodukter, hvilket er dokumentert for bl.a. Frierfjorden (Bokn et al. 1977). I Frierfjorden ligger overflatesaltholdigheten mellom 0 og 8 o/oo over hele året, og i lange perioder er saltholdigheten ca. 5 o/oo (Molvær et al. 1979). I en større undersøkelse fra Øresund skriver Wachenfeldt (1975) at flere Cladophora-arter finnes i områder med saltholdighet ned til 3-5 o/oo. Fraværet av grønndusk i storparten av området kan således neppe skyldes for lav saltholdighet.

Den sublittorale grønnalgen Ulva lavtuca - havsalat ble ikke registrert i Sørfjorden. I Øresund er toleransen for nedsatt saltholdighet 8 o/oo (Wachenfeldt 1975). På 2m dyp ble laveste saltholdighet i hele fjorden målt til 9.8 o/oo i sommerhalvåret 1972 (Svendsen 1973, Skei 1975). Dersom målingene i juni, august og september på flere steder i fjorden er representative, skulle havsalat kunne vokse fra 2m og dypere. Stort beitepress kan være årsaken til at den ikke finnes.

Fucus serratus - sagtang er en sublittoral art som ikke er registrert på de to indre stasjonene G1 og G3. Dette kan neppe skyldes nedsatt saltholdighet ettersom Wachenfeldt (1975) hevder at nedre toleransegrense i Øresund er 3-5 o/oo.

Mytilus edulis - blåskjell, var ofte vanskelig å observere i det sterkt turbide vannet. Men registreringene i 1981/82 betyr at blåskjell finnes i hele undersøkelsesområdet. Blåskjell vokser i Finskebukta i 4-5 o/oo saltholdighet (Bayne et al. 1976). Populasjonen i Sørfjorden synes således å ha samme toleranse overfor ferskvannspåvirkning.

To vanlige innslag i fjærefaunaen er Littorina littorea - strandsnegl og Balanus balanoides - fjærerur. Disse er ikke funnet i Sørfjorden og heller ikke i de indre deler av Ulvikpollen (Kvalvågnæs og Knutzen 1976), Årdalsfjord (Baalsrud et al. 1986 (under trykking)) og Sandfjord (Knutzen et al. 1982). Deres brakkvannstoleranse ligger sannsynligvis mellom 7 og 8 o/oo saltholdighet (Rosenberg & Rosenberg 1973, Campbell 1976 og Kullenberg 1981). Dette betyr at den nedsatte saltholdigheten kan være hovedårsaken til fraværet av disse to arter. Brattegård (1966) fant heller ikke strandsneg og fjærerur innenfor Utne.

For de ovennevnte algearter er det lite som skulle tilsi at det er ferskvannet som har generelt begrenset deres utbredelse i store deler av det undersøkte området. Andre tenkelige faktorer som kan ha hatt noen innflytelse på en del eller alle artene er: Lystilgang, bunnens beskaffenhet, isskuring, artsavhengighet, artenes forhistorie, nedslamning, partikkelskuring og ulike former for forurensning.

Lystilgang er en nødvendig faktor for alle klorofyllholdige planter (fotosyntese). Alger som vokser i littoralsonen vil alltid motta tiltrekkelig lysmengder. Ved økende turbiditet i vannet vil nedre grense for algevekst reduseres i takt med turbiditeten. Utbredelsen til grønnalgen Cladophora spp., som oftest vokser i littoralen, kan ikke være influert av vannets turbiditet. I Havnebassenget i indre Oslofjord har midlere siktedyp i 1978-81 vært 1,6 - 2,8m (Magnusson et al. 1982). I dette området er og har Ulva lactuca vært vanlig (Klavestad 1978). Ut fra dette er det urimelig å tro at turbide vannmasser alene skulle kontrollere U. lactuca's vekst i undersøkelsesområdet. Imidlertid foreligger det ikke siktedypmålinger fra Sørfjorden. For de to fucaceene grisetang og sagtang er det sannsynligvis bare sagtang som kan begrenses av turbiditet, fordi denne arten har sitt naturlige voksested øverst i sublittoralsonen. Av siktedypmålinger i Glommaestuaret (Magnusson og Skei 1984) fremgår

det at sagtang er begrenset til de områdene som har hatt et midlere siktedyp på bedre enn 1.3m i sommerhalvåret (Bokn 1984). Vannets turbiditet synes således å være en viktig faktor i utbredelsen av sagtang.

Store deler av bunnen var mer eller mindre nedslammet, og dette er et dårlig underlag for de fleste fastsittende alger og bunlevende dyr. Partikkelskuring er sannsynligvis også et problem ved etablering av nye kimplanter langs strendene i Sørfjorden.

Fra 0-2 m dyp har konkurransen mellom artene om voksested og nedbeiting av fastsittende alger har neppe vært av noen særlig betydning i de fattige gruntvannssamfunn som er registrert i Sørfjorden. Derimot er muligens avhengighet mellom artene av betydning. Få alger gir lite grunnlag for populasjoner av f.eks. beitere. Artenes forhistorie kan ofte være av stor betydning for vurderingen av en arts utbredelse i et område, men tidligere utbredelse før industrien ble etablert er ikke dokumentert. Dypere enn 2m kan virkninger av partikulært materiale og beiting ha stor negativ innflytelse på forekomst av både alger og dyr.

De høye metallkonsentrasjoner i vann, sedimenter (Næs & Rygg 1982) og organismer (Knutzen 1983) kan forårsake giftvirkninger i de fastsittende organismesamfunn. Ytterst få eksperimenter med miljøfremmede stoffer og hele organismesamfunn er utført til nå (Bakke et al. 1985).

Imidlertid har Hagerhall (1973) fra Øresund funnet at Ulva er ømfintlig for metallpåvirkninger, især forhøyede kobberkonsentrasjoner i vannet (Wachenfeldt 1971).

I Lomma, nær Malmø, har Ulva lactuca vært vanlig tidligere (Weibull 1919). I dag er den forsvunnet fra dette området. Algen påvirkes sterkt allerede ved konsentrasjoner fra 5 µg Cu/l (Kylin 1943) og sensitiviteten øker ved synkende saltholdighet.

Riktignok er kobber funnet i noe lavere nivåer i overflatevannet i Sørfjorden (Næs og Rygg 1982), men fraværet av Ulva og andre arter kan således være delvis eller helt en effekt av tungmetallbelastningen generelt. Dette vil ha effekt innerst i fjorden hvor fortynningen er liten.

LITTERATUR

- Alstadsæter, I., 1954: Algological observations in the Hardanger Fjord. - Nytt Mag. Bot. 2: 101-116.
- Apold, J., 1941: Dyr som er sjeldne eller komme heilt bort i Odda og Indre Hardanger. *Naturen* nr. 12. Bergen.
- Baalsrud, K., Green, N.W., Knutzen, J., Næs, K., Rygg, B. (in press), 1986. Overvåking av Årdalsfjorden 1983. En tiltaksorientert undersøkelse av forurensinger fra aluminiumindustri og befolkning. Norsk institutt for vannforskning. Rapport 0-8000318. Overvåkingsrapport ??, (): pp. 125.
- Bakke, T., et al. 1985: Long term effects on marine benthic communities in enclosures. Progress report 1985. Section I: Littoral Rock Community Project Progress report No 6. Section II: Sublittoral Soft Bottom Project Progress report No 3.
- Bayne, B.L., Thompson, R.J. & Widdows, J., 1976: Physiology: I. in "Marine mussels: their ecology and physiology" (ed. B.L. Bayne): 121-206. London. 506 pp.
- Bokn, T., 1979: Use of Benthic Algae Classes as Indicators of Eutrophication in Estuarine and Marine Waters. - Pp. 138-146 in The use of ecological variables in environmental monitoring. (ed. H. Hytteborn) Naturvårdsverket, report 1151.
- Bokn, T., 1984: Basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden. Gruntvannsorganismer 1980-1982. 0-8000303. (Overvåkingsrapport 135/84).
- Bokn, T., Kirkerud, L., Kvalvågnæs, K., & Rygg, B., 1977: Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport nr. 6. Fremdriftsrapport fra de biologiske undersøkelsene mars 1974 - mai 1976. NIVA, 0-70111, 234 s.
- Breivik, K., 1958: Observations on the macroscopic algal vegetation in the fjords near Stavanger, Norway. - Nytt. Mag. Bot. 6: 19-37.
- Campbell, A.C., 1976: The Hamlyn Guide to the Seashore and Shallow Seas of Britain and Europe. Norsk bearbeidelse (red. M. Rueness, I. Gjermundsen & B. Gjermundsen). Planter og dyr i grunne farvann. 1977. Gyldendal Norsk Forlag A/S. 320 s.

- Chapman, A.R.O., 1981. Stability of sea urchin dominated barren grounds following destructive grazing of kelp in St. Margaret's Bay, eastern Canada. Mar. Biol., 62: 307-311.
- Cimberg, R., Mann, S. & Straughan, D. 1973. A reinvestigation of southern California rocky intertidal beaches three and one-half years after the 1969 Santa Barbara oil spill: a preliminary report. In: Proceedings of joint conference on prevention and control of oil spills. American Petroleum Institute, Washington. D.C., 697-702.
- Hägerhäll, B., 1973: Marine Botanical-hydrographical Trace Elements Studies in the Øresund Area. Botanica Marina XVI : 53-64.
- Jackson, J.B.C., 1977. Competition on marine hard substrata: The adaptive significance of solitary and colonial strategies. Amer. Nat., 111(980): 734-767.
- Jorde, I. & Klavestad, N., 1963. The natural history of the Hardangerfjord. 4. The benthonic algal vegetation. Sarsia, 9: 1-99.
- Kirkerud, L. & J. Knutzen, 1986. Tiltaksrettede miljøundersøkelser si Sør fjorden og Hardangerfjorden 1984-1985. Delrapport 2. Metaller i tang. Toksisitetstester. Overvåkningsrapport O-8000309, 57 s. Under trykking.
- Klavestad, N., 1978: The Marine Algae of the Polluted Inner Part of the Oslofjord. A survey carried out 1962-1966. Botanica mar., 21: 71-97.
- Knutzen, J., 1983: Metaller, PAH og fluor i organismer (med tillegg av eldre data om PAH i sedimenter). Overvåkningsrapport 114/83.
- Knutzen, J., Rygg, B. & Skei, J., 1982. Overvåking i Saudafjorden 1981. NIVA-rapport 8000306-II (St. overvåk. rap. 50(82), ()):pp.87.
- Kullenberg, G., 1981: Physical Oceanography in The Baltic Sea (ed. A. Voipio) Elsevier Oceanography Series, 30 : 135-181. Amsterdam. 418 pp.
- Kvalvågnæs, K. & Knutzen, J., 1976. Orienterende resipientundersøkelser av Ulvikpollen, Hardanger, 22-23/6 1976. NIVA-rapport O-55/76, ():pp.33.

- Kylin, A., 1943: The influence of trace elements on the growth of *Ulva lactuca*. Kungliga Fysiologiska sällskapet i Lund förhandlingar. Bd. 13 Nr. 19. Lange, R., 1964. The osmotic adjustment in the echinoderm, *Strongylocentrotus droebachiensis*. Comp. Biochem. Physiol., 13:205-216.
- Lawrence, J.M., 1975. On the relationship between marine plants and sea urchins. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev., 13:213-286.
- Littler, M.M., Martz, D.R. & Littler, D.S. 1983: Effects of recurrent sand deposition on rocky intertidal organisms: importance of substrate heterogeneity in a fluctuating environment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 11: 129-139.
- Magnusson, J. & Skei, J., 1984: Basisundersøkelse i Hvalerområdet og Singlefjorden. Hydrografi, vannutskiftning og hydrokjemii (Overvåkingsrapport 170/84), NIVA O-8000303.
- Magnusson, J., Källqvist, T., Pedersen, A. & Tangen, K., 1982: Overvåking av forurensningssituasjonen i Indre Oslofjord 1981. (Overvåkingsrapport 46/82). NIVA O-71169. 88 s.
- Miljøplan A/S, 1986: Overvåking av Hardangerfjorden og Sørfjorden 1984-1985.
- Molvær, J., Bokn, T., Kirkerud, L., Kvalvågnæs, K., Nilsen, G., Rygg, B. & Skei, J., 1979: Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Sluttrapport. NIVA O-70111, 253 s.
- Næs, K. og Rygg, B., 1982: Supplerende basisundersøkelse i Sørfjorden 1981. Rapport 51/82 i Statlig program for forurensningsovervåking, NIVA-rapport O-8000309, 10/2 1982, 18 s.
- Rosenberg, R. & Rosenberg, K. 1973: Salinity tolerance in three Scandinavian populations of *Littorina littorea* (L.) (Gastropoda). Ophelia, 10: 129.139.
- Schoener, A. & Schoener, T.W., 1981. The dynamics of the species-area relation in marine fouling systems: 1. Biological correlates of changes in the species-area slope. Amer. Nat., 118:339-360.

- Seapy, R.R. & Littler, M.M. 1982: Population and species diversity fluctuations in a rocky intertidal community relative to severe aerial exposure and sediment burial. Mar. Biol. 71: 87-96.
- Skei, J.M. 1975: The marine chemistry of Sørfjorden, Vest Norway. Unpubl. Ph.D. thesis, University of Edinburgh, 207 s.
- Skei, J., 1979: Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Pilotprosjekt Sørfjorden (Hardanger) 1978. NIVA-rapport 0-75038. 15/11-1979, 32 s.
- Skei, J., 1980: Nasjonalt program for overvåking av vannressurser. Oversikt over utførte undersøkelser i Sørfjorden, Hardanger. NIVA-rapport 0-75038/0-80003. 30/10 1980, 32 s.
- Skei, J., 1985: Diffuse tilførsler av tungmetaller fra Eitrheimsvågen - Odda. Resultater fra undersøkelser i 1984. NIVA-notat, 0-85111, 22 s. + vedlegg.
- Skei, J., Rygg, B. & K. Næs, 1986: Tiltaksorienterte miljøundersøkelser i Sørfjorden og Hardangerfjorden 1984-85. Delrapport 1: Sedimentfeller, bunnsedimenter og bløtbunnsfauna. Overvåkingsrapport nr. 222/86. Norsk Institutt for Vannforskning 0-8000309, 1851. 62 s.
- Svendsen, H., 1973: Oseanografiske undersøkelser i Sørfjorden 1972. I: Miljøvernkomiten i Odda. Resipientundersøkelser i Sørfjorden 1972.
- Wachenfeldt, T. von, 1971: Alg- og flytplanktonundersøkingar i Øresund. - In Report on the Investigations of the Swedo-Danish Committee on Pollution of the Sound 1965-1970: 139-172.
- Wachenfeldt, T. von, 1975: Marine bentic algae and the environment in the Øresund. - Thesis (mimeographed) 1-3. 328 pp. Lund.
- Weibull, M. 1919: Studier över svensk tang företrädesvis från Øresund. Lunds Univ. Årsskr. N.F. Avd, 2 bd 15. Nr. 7 1919.

6. APPENDIKS

Tabell A1. Registrerte arter av alger og lav.
0-2 m dyp, 1981/82.

	1981		1982		Stasjon (G)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12				
RØDALGER (R)																
Ahnfeltia plicata			x			x	x		x	x						
Ceramium strictum													x			
Chondrus crispus			x													
Gracilaria verrucosa		x														
Hildenbrandia rubra	x	x	x				x	x	xx	xx						
Lithothamnium sp.								x								
Phymatoliton sp.					x			x								
Polysiphonia urceolata	x	x	x				x			x			x			
Polysiphonia sp.			x													
Antall R pr. stasjon 1981	2	2	3	-	1	0	1	3	1	0	0	0	0			
Antall R pr. stasjon 1982	0	1	2	0	-	2	2	1	2	2	0	2	2			
BRUNALGER (B)																
Ascophyllum nodosum				x	x	xx		xx	xx	xx	xx	xx	xx			
Asperococcus sp.					x								x			
Chorda filum				x	x	x	x	x	xx		x	x				
Cladostephus sp.		x							x							
Desmarestia aculeata			x													
Dictyosiphon foeniculaceus	xx	xx		x			x	x		x						
Ectocarpus fasciculatus												x	x			
Ectocarpus siliculosus			x	x					x	x		x				
Elachista fucicola	xx		x	x	x	x		xx	xx	xx	xx					
Fucus serratus		x		x	x		xx	x	xx	x	x	x	xx			
Fucus vesiculosus	xx	x		x	xx	x	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx			
Fucus (kimplanter)													xx			
Halidrys siliquosa						x					x					
Pilayella littoralis	x	x		x	x	xx	x	x	xx	xx	xx	xx	xx			
Sphacelaria cirrosa			x	x												
Sphacelaria plumosa										x		x				
Spongonema tomentosum					x	xx		xx	xx	xx	x	xx				
Stictyosiphon tortilis	x			x	x	x				x	x	x				
Antall B pr. stasjon 1981	2	4	1	-	9	6	4	5	9	8	7	6	6			
Antall B pr. stasjon 1982	0	5	5	8	-	6	4	6	9	6	8	9	9			

Tabell A1 (forts.)

	1981		1982		Stasjon (G)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12				
GRØNNALGER (G)																
Blidingia minima		x	x	x			x	xx	x							
Cladophora sp.													x			
Derbetia marina			x										x			
Enteromorpha compressa					x		x	x	x	x	x					
Enteromorpha intestinalis	xx	xx	x			xx	x	x		x	xx	x				
Enteromorpha linza	x												x			
Enteromorpha sp.	x		x	x						xx	x	xx				
Antall G pr. stasjon 1981	1	2	2	-	2	1	1	2	1	2	2	2	2			
Antall G pr. stasjon 1982	3	1	2	1	-	1	2	2	1	2	2	4				

	1981		1982		Stasjon (G)											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12				
ANNEN VEGETASJON																
Benthiske diatomer (dominerende)			xx													
Blågrønnalger	xx		xx	x				x	x	x		xx				
Verrucaria maura		xx	xx			xx			xx	xx						
Verrucaria mucosa			xx					xx		xx						
Xanthoria parietina		xx							xx							
Stasjon (G)																
Totalt gj.sn.antall pr. stasjon (R+B+G)	4	7.5	7.5	9	12	8	7	9.5	11.5	10	9.5	11.5				
Gj.sn.	R	25	20	33	0	8	12	22	21	13	10	0	9			
% pr. stasjon	B	25	60	40	89	75	75	57	58	78	70	79	65			
	G	50	20	27	11	17	13	21	21	9	20	21	26			

Tabell A2 Registrerte arter av bunnlevende dyr, 0-30 m dyp, 1981/82. L = levevis; K = kolonidannende; S = solitære; R = rovdyr (inkludert beiterere).

Arter:		Stasjon (G)												
		L	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
<i>Dynamena pumila</i>	K		x	x	x		x							
<i>Clava</i> sp.	K	x											x	
<i>Kirchenpauria elegans</i>	K			x	x						x			
Hydroidea indet	K	x	x	x	x		x							x
<i>Mytilus edulis</i>	S	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Gammarus</i> sp.	R	x										x	x	x
<i>Carcinus maenas</i>	R									x	x	x	x	
<i>Pagurus bernhardus</i>	R			x									x	
<i>Asterias rubens</i>	R	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Marthasterias glacialis</i>	R											x	x	x
<i>Stichastrella rosea</i>	R		x		x									x
<i>Teredo</i> sp.	S		x					x		x				x
<i>Polychaet</i> indet	S		x				x					x		
<i>Arenicola marina</i>	S												x	
<i>Ditrupa arietina</i>	S													x
Porifera indet	K				x			x			x			
<i>Neptunia antiqua</i>	R								x				x	
<i>Cliona celata</i>	K		x											x
<i>Polydora</i> sp.	S		x											
<i>Capitella capitata</i>	S			x										
<i>Modiolus modiolus</i>	S			x			x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>	R				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Echinus esculentus</i>	R						x	x	x					x
<i>Echinus acutus</i>	R				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cheptopterus variopedatus</i>	S													x
<i>Ophiopholis aculeata</i>	R								x			x	x	
<i>Ophiotrix fragilis</i>	R			x										x
<i>Facelina auricoma</i>	R	x	x	x										x
<i>Cyprina islandica</i>	S			x					x					

Tabell A2 (forts.)

Arter:	Stasjon (G)												
	L	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Hyas sp.	R												x
Mya arenaria	S					x		x				x	x
Acmaea virginia	R								x	x			
Ophiura albida	R												x
Anapagurus laevis	R									x			
Anomidae indet.	S							x					
Pectinaria auricoma	S				x								
Pomatoceros triqueter	S				x			x	x	x	x	x	x
Placostegus tridentatus	S							x	x	x			
Buccinum undatum	R							x	x	x	x	x	x
Protanthea simplex	S	x					x	x	x	x			
Corella paralellogramma	S						x						
Tealia felina	S						x						
Polyplacophora sp.	R								x	x	x	x	
Ascidacea indet.	S									x			

		sum													
0-5m	kolonidannende	4	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	solitære	4	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	3
	rovdyr	5	1	0	1	1	0	1	2	1	1	1	3	3	
	SUM	13	4	2	3	3	1	2	3	4	2	3	4	6	
5-30m	kolonidannende	6	3	3	3	3	0	1	0	0	1	1	1	1	
	solitære	19	2	2	3	2	1	6	4	9	6	4	5	5	
	rovdyr	17	1	3	2	3	3	5	4	7	8	10	8	14	
	SUM	42	6	8	8	8	4	12	8	16	15	15	14	16	
0-30	kolonidannende	6	2	3	3	4	0	2	1	0	1	2	1	2	
	solitære	19	2	4	4	3	1	7	5	8	7	5	6	7	
	rovdyr	19	3	2	4	4	3	4	4	8	8	10	10	14	
	SUM	44	7	9	11	11	4	13	10	16	16	17	17	23	