



Statlig program for forurensningsovervåking

Rapport 435|90

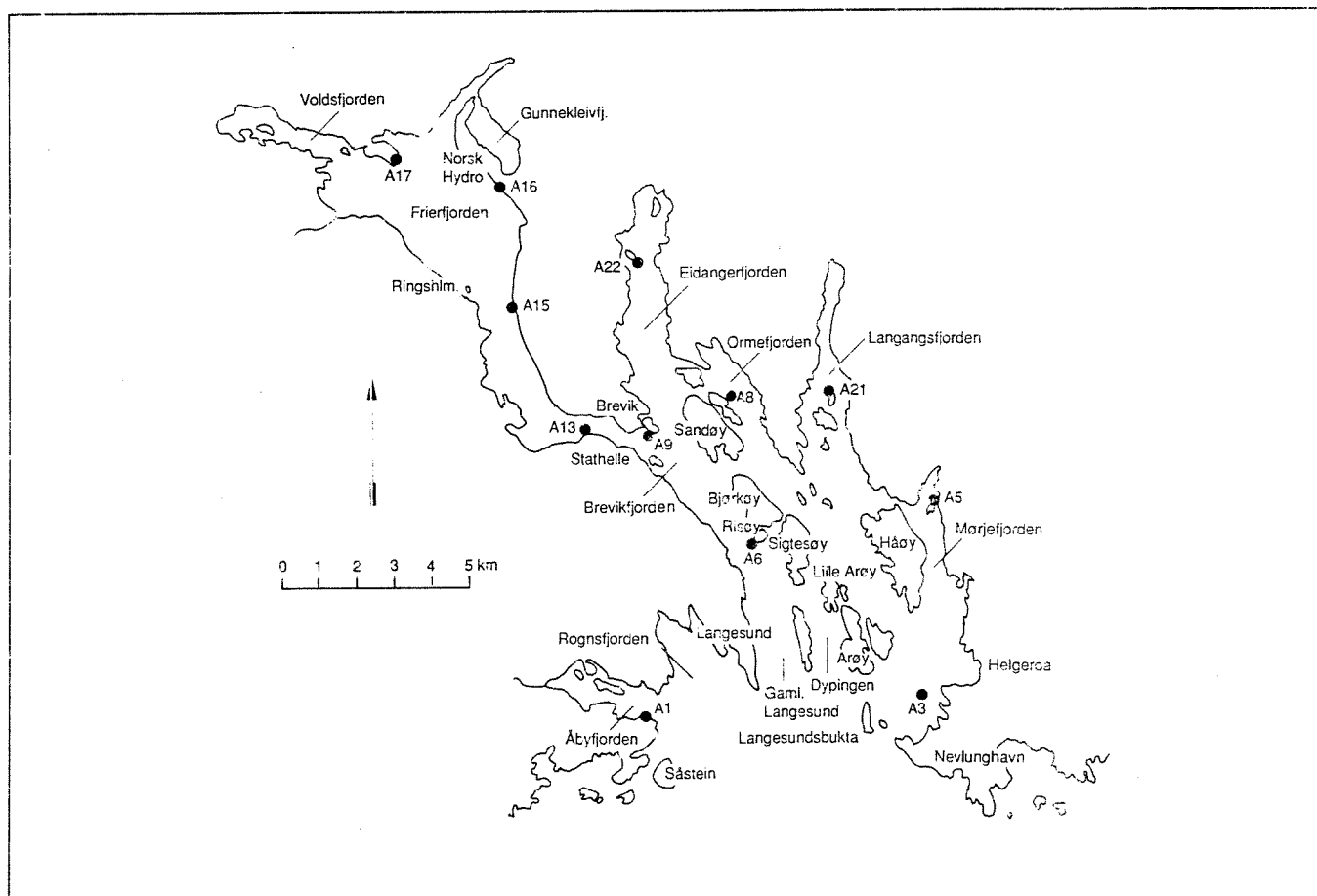
Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjoner

NIVA

Overvåking av gruntvannssamfunn i **Grenlandsfjordene** 1988-1989



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor
Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 89

Sørlandsavdelingen
Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752
Telefax (065) 78 402

Vestlandsavdelingen
Breiviken 5
5035 Bergen-Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.:

0-800375

Undernummer:

Løpenummer:

2516

Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Overvåking av gruntvannssamfunn i Grenlands- fjordene 1988 - 1989. (Overvåkingsrapport nr. 435/90)	Dato: 20/12-90.
	Rapportnr. 0-800375
Forfatter (e): Jon Knutzen	Faggruppe: Marin økologi
	Geografisk område: Telemark.
	Antall sider (inkl. bilag): 43

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

Ekstrakt:

Grenlandsfjordenes strandsamfunn (0 - 2 m) er preget av moderate utslag av over-gjødsling, mest markert i Friertfjorden og avtagende utover. Mest avgjørende for samfunnens sammensetning er graden av påvirkning med ferskvann og ledsagende partikler (nedslamning). Sistnevnte vil ha økende relativ betydning etter hvert som næringssaltbelastningen avtar og aktualiserer tiltak mot virksomhet som medfører økt erosjon, særlig i de lokale nedbørfelter til sidefjorder. Blåretang fra ikke bare Grenlandsfjordene, men også Vestfold- og Telemarkskysten hadde høyere innhold av nitrogen og fosfor enn tang fra mindre påvirkede områder, - et vitnesbyrd om generelt rik tilgang på næringssalter langs hele kyststrekningen ytre Øslofjord - Kragerø.

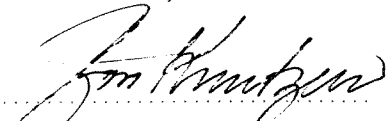
4 emneord, norske:

1. Overvåking
2. Eutrofiering
3. Marin økologi
4. Indikatororganismer

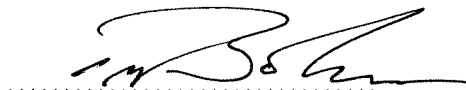
4 emneord, engelske:

1. Monitoring
2. Eutrophication
3. Marine ecology
4. Indicator organisms

Prosjektleder:


Jon Knutzen

For administrasjonen:


Tor Bokn

ISBN 82-577-1826-2

0-800375

**OVERVÅKING AV GRUNTVANNSSAMFUNN
I GRENLANDSFJORDENE 1988 - 1989**

NIVA, 20/12-90.

Prosjektleder: Jon Knutzen

Medarbeidere: *Tone Jacobsen, UiO*

Arne Kjellsen, Vannlab. i

Telemark

Øivind Wiik, Drammen

Handelsgymnasium

Mats Walday

FORORD

Foreliggende rapport omhandler en del av overvåkingen mht. overgjødningseffekter i Frierfjorden med tilgrensende områder. Undersøkelsen er utført som et ledd i Statlig program for forurensningsovervåking, administrert av Statens forurensningstilsyn (SFT), og i henhold til program av 8/2 1989.

Takk rettes til Tone Jacobsen, Biologisk institutt/Avd. for marin botanikk ved Universitetet i Oslo, som på kort varsel påtok seg å utføre feltarbeidet i 1989; videre til Arne Kjellsen, Vannlaboratoriet i Telemark (nå Elkem PEA), som assisterte ved feltarbeidet begge år, til Leif Stige, leder av SFT's kontrollseksjon i Nedre Telemark for opplysninger om næringsstoffbelastning og til lektor Øivind Wiik, Drammen, som har analysert materialet av blågrønnalger. Ved instituttet har Mats Walday vært behjelpelig med beregning av similaritetsindekser og den utførte clusteranalysen.

Underlagsdata er benyttet fra andre deler av eutrofieringsundersøkelsene 1988 - 1989, der Jarle Molvær har vært hovedprosjektleder og ansvarlig for samordning av planlegging og delprosjektene.

Oslo, 20/12 1990.

Jon Knutzen.

INNHold**SIDE**

FORORD	2
1. FORMÅL - KONKLUSJONER - TILRÅDINGER	4
1.1 Formål	4
1.2 Konklusjoner	4
1.2 Tilrådinger	4
2. BAKGRUNN	6
3. MATERIALE OG METODER	8
3.1 Strandobservasjoner	8
3.2 Tanganalyser	11
4. RESULTATER	14
4.1 Hovedkarakteristikk av undersøkte lokaliteter	14
4.2 Jevnføring av algesamfunnenes sammensetning	17
4.2.1 1988 - 89-observasjonene	17
4.2.2 Sammenligning med 1980 - 81	22
4.3 Forurensningstilstand	23
4.4. Fosfor og nitrogen i tang	27
5. AVSLUTTENDE KOMMENTARER	29
6. LITTERATUR	31
VEDLEGG	34

1. FORMÅL - KONKLUSJONER - TILRÅDINGER

1.1 Formål

Det overordnede formål med alle deler av overvåkingen i Grenlandsfjordene er å gi underlag for miljøvernmyndighetenes vurdering av behov for tiltak.

Foreliggende rapport om undersøkelser i 1988 - 89 tilsikter spesielt å holde myndigheter og allmenhet orientert mht. gruntvannssamfunnenes tilstand og utvikling siden 1980 - 81, særlig vedrørende effekter av iverksatte tiltak.

1.2 Konklusjoner

De undersøkte lokaliteter er bare i moderat grad preget av overgjødsling. Algesamfunnene er vesentlig influert av ferskvannspåvirkning og i varierende grad av liten vannutskifting og nedslamming. De sistnevnte to faktorer gjør seg bl.a. gjeldende i et par sidefjorder, muligens bl.a. betinget av erosjonsfremmende aktivitet i lokale nedbørfelter. Etter hvert som næringssaltbelastningen avtar, vil påvirkning fra partikler ved siden av ferskvann bli den viktigste påkjønning for områdets marine organismer.

Forandringene siden 1980 - 81 er små og usikre. Et subjektivt inntrykk av noe redusert biomasse av den hittil dominerende grønnalgeart i området, særlig i Frierfjorden, kan settes i sammenheng med redusert belastning med fosfor- og nitrogenforbindelser.

Sammenlignet med materiale fra antatt lite belastede steder på Sørlandet, Vestlandet og i Nord-Norge, hadde blæretang fra Grenlandsfjordene, Vestfold- og Telemarkskysten et høyt innhold av nitrogen og fosfor. Manglende forskjell i N- og P-innholdet med ulik avstand fra Frierfjorden (kilden) indikerte generelt rikelig tilgang på næringssalter på strekningen ytre Oslofjord - Kragerø.

1.3 Tilrådinger

Fremdeles høy belastning med næringssalter tilsier fortsatte bestrebelser på å redusere tilførslene.

Partikkelstress vil sannsynligvis spille en økende relativ rolle for marine organismers trivsel og bør derfor søkes redusert. Erosjonsbegrensende tiltak kan særlig ha betydning for tilstanden i

sidefjorder.

Fremtidig overvåking bør også omfatte dykkerundersøkelser ned til 15 - 20 m eller nedre grense for vekst av opprette, fastsittende alger. De nåværende opplegg - som gjennomføres med lange mellomrom - bør vurderes supplert med mer jevnligte observasjoner ved lokalt interesserte etter veiledning.

Hvis det er ønskelig med en nøyere gradering av overgjødslings-symptomene, tilrås Grenlandsfjordene benyttet som studieobjekt for en spesialundersøkelser av små dyr og alger i fjærebeltet. Dette vil også gi en i nasjonal sammenheng ønskelig kompetanseutvikling innen generell brakkvannøkologi.

2. BAKGRUNN

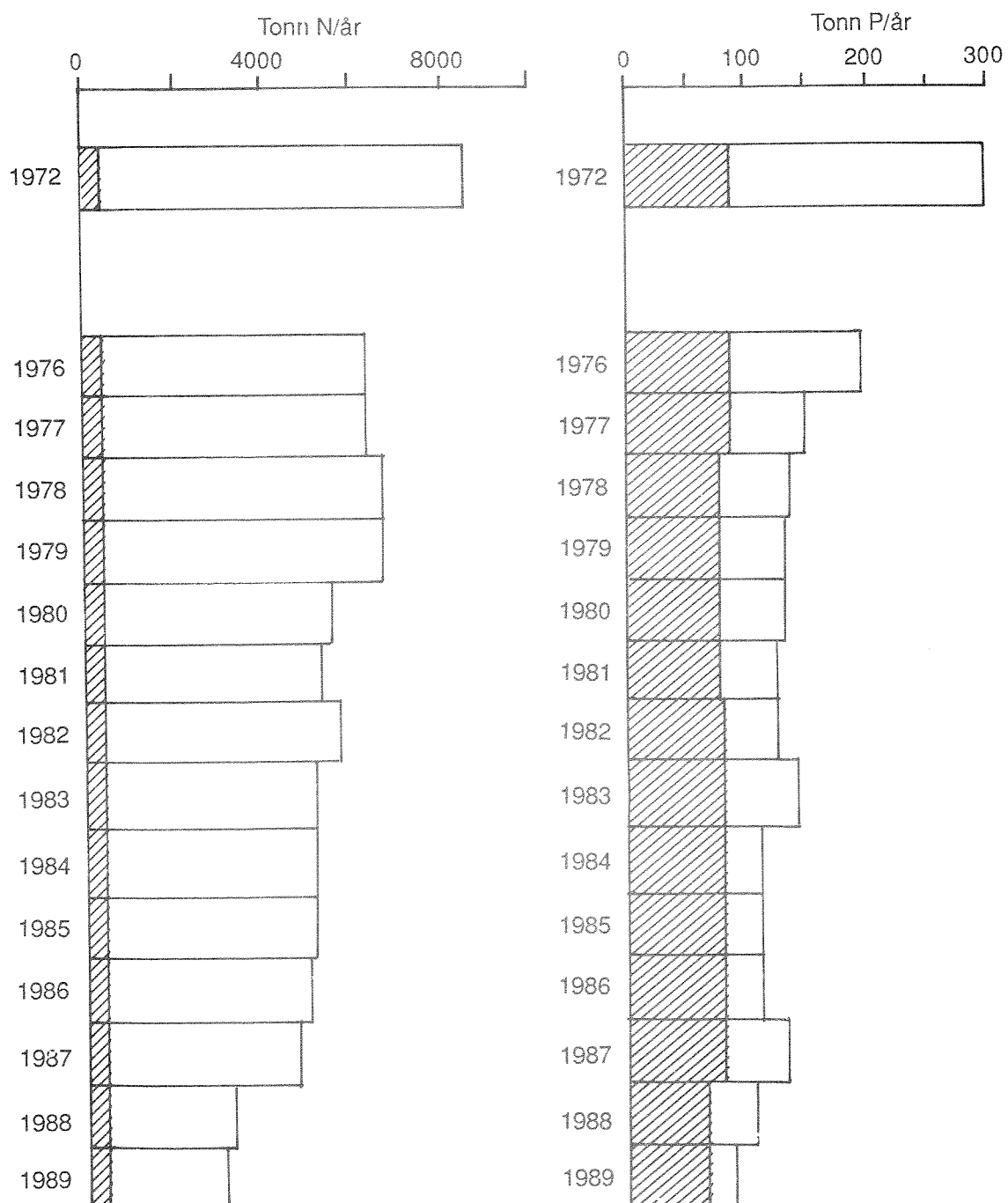
Resultatene fra tidligere observasjoner av fastsittende alger i Grenlandsområdet finnes i rapporter fra grunnlagsundersøkelsene i Frierfjorden med tilgrensende fjorder 1974 - 1976 (Bokn et al., 1977, Mølvær et al, 1979), videre i Holt (1979) og Knutzen et al. (1982).

Ved alle disse undersøkelser ble det funnet klare effekter av overgjødning som resultat av den høye belastningen med fosfor- og nitrogenforbindelser. Imidlertid var det vitnesbyrd om en forbedring fra 1974 - 76 til 1980 - 81 (Knutzen et al., 1982).

Hensikten med foreliggende undersøkelse har vært å karakterisere nåværende tilstand og beskrive eventuell utvikling siden 1981 ut fra hovedtrekkene i strandsamfunnenes sammensetning. Observasjonene er et ledd i arbeidet med å tilveiebringe opplysninger til bruk ved miljøvernmyndighetenes vurdering av behov for ytterligere forurensningsbegrensende tiltak.

Utviklingen i belastning med gjødselsstoffer (fosfor- og nitrogenforbindelser) er vist i fig. 1 (basert på Rygg et al., 1987, SFT, 1989, 1990, Ibrek og Gulbrandsen, 1989). Belastningen er betydelig redusert siden de første undersøkelsene av strand- og gruntvannssamfunn ble foretatt i 1974 - 76. Tilførslene var uendret i 1980-årene frem til 1988 - 89, da en ny runde med reduksjoner fant sted. Særlig for nitrogens vedkommende er det imidlertid fremdeles en høy belastning.

Et annet forhold av betydning for særlig algesamfunnenes trivsel og sammensetning - vannets partikkelinnhold - er det lite med nyere observasjoner av. Dette gjelder både belastningen via ferskvannstilrenning (også mindre vassdrag) og fjordvannets vekslende innhold av suspendert stoff.



Figur 1. Utslipp av fosfor- og nitrogenforbindelser fra befolkning (skravert) og industri til Skienselva og Frierfjorden 1972 - 1989.

3. MATERIALE OG METODER

Undersøkelsen består i to deler. Hovedsaken har vært å beskrive gruntvannssamfunn 0 - 2 m med henblikk på å sammenligne med tidligere observasjoner.

På grunnlag av erfaringer fra den overgjødslede Glomfjord (Molvær og Knutzen, 1987), er det i tillegg forsøkt å få et uttrykk for hvordan overgjødslingen avtar med økende avstand fra Frierfjorden ved å måle innholdet av fosfor og nitrogen i blæretang fra Grenlandsfjordene og ulike steder på Vestfold- og Telemarkkysten.

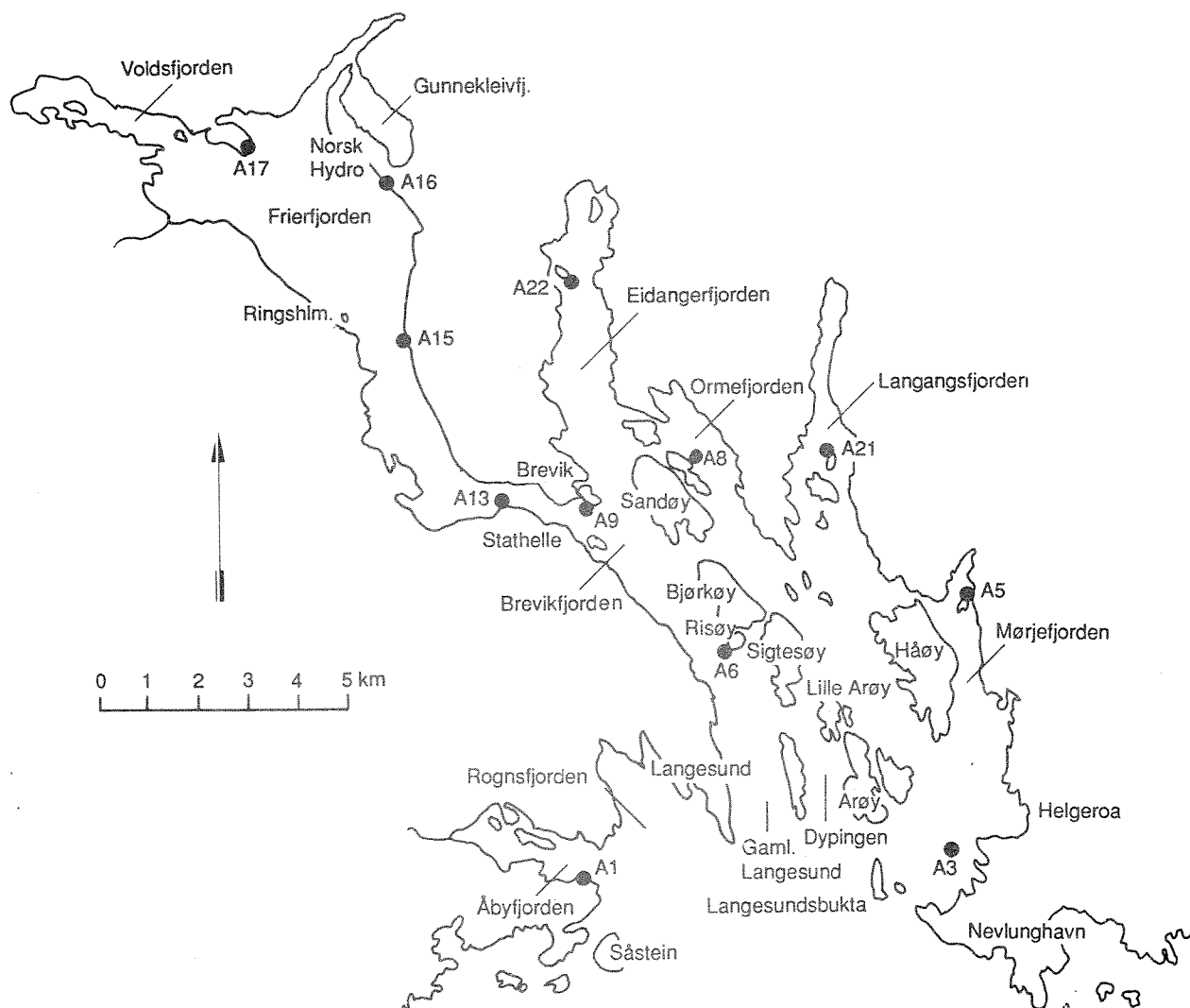
3.1 Strandobservasjoner

Undersøkte lokaliteter er vist i fig. 2 og nærmere angitt mht. beliggenhet i nedenstående tabell 1.

Tabell 1. Stasjoner for observasjon av gruntvannssamfunn i Grenlandsfjordene 22-24/8 1988 og 15-17/8 1989.

Stasjoner	Beliggenhet/adkomst
A1 Åbyfjorden	Innenfor Stangodden, ut for gul og rød hytte.
A3 Helgeroa	Østsiden av Svartskjær.
A5 Maurøy/Mørjefj.	Nordsiden av øya
A6 Risøy, Brevikfj.	Ved grunn bukt på sydvestsiden.
A8 Løvøyhl., Ormefj.	Nær sydspissen.
A9 Øya, Brevik	Bratt steinstrand v/brygge ned for hvitt hus.
A13 Steinhlm., Frierfj	Flate svaberg mot sundet, avløst av storsteinet bunn på 1-2 m.
A15 Saltbua, Frierfj.	Vestsiden av odde mot nordvendt bukt.
A16 Kanalen, Frierfj.	Ut for sydlige del av molo mot båthavn.
A17 Balsøya, Frierfj.	Vest for sydspissen.
A21 Eikhlm., Langangsfj.	Sydøstspissen av liten holmen N for Eikholmene.
A22 Kotøya, Eidangerfjorden	Sydøstspissen.

Med unntak av A5, A8, A21 og A22 ble de samme lokalitetene observert i 1980 - 81.



Figur 2. Stasjonskart for gruntvannssamfunn.

Undersøkelsene er utført ved å observere svabergstrender i en bredde på opp til 5 - 10 m og foreta snorkeldykking ned til et par meter. Samlet observasjonstid på stasjonene har stort sett vært 30 - 45 minutter, noe mindre ved de svært fattige samfunnene i Frierfjorden. Hovedvekten er lagt på sammensetningen av algesamfunnene, som påvirkes direkte av næringsstofftilgangen. Av dyr er det vesentlig tatt med større og fastsittende former som lot seg identifisere i felt, mens algeanalysene også omfatter arter og slekter som må identifiseres med

lupe eller mikroskop.

Værforholdene spiller en rolle for nøyaktigheten i observasjonene og dermed bl.a. for sammenligning av resultatene fra et år til et annet. Regn og bølgebevegelse nedsetter muligheten for å få med mindre fremtredende små arter. Små forskjeller i valg av observasjonssted og ulike observatører kan også gi mindre utslag på listene over registrerte arter.

Mengdemessig forekomst er vurdert skjønsmessig etter en tredelt skala:

- 3: Dominerende hyppig
- 2: Vanlig
- 1: Sparsom/sjelden.

For arter som av en eller annen grunn (bevegelige, små, innblandet i andre på en uoversiktlige måte) unndrar seg en slik bedømmelse, er det bare markert forekomst uten mengdeangivelse.

Metoden vil tendere mot å underestimere forekomsten av små arter, spesielt de som bare opptrer under fjærebeltet (m.a.o. kreve dykking for å bli observert).

For sammenligning av lokalitetene, dels innbyrdes for observasjonene i 1988 - 89, dels med tilsvarende data fra 1980 - 81, er det benyttet en similaritetsindeks (Sørensen, 1948) og cluster analyse etter Bray og Curtis (1957). I forbindelse med cluster (eller klynge-)analysen har tallene for forekomst dels måttet avrundes, dels er de blitt kvadrert (for å vektlegge arter med stor forekomst).

Som et hjelpemiddel til å bedømme forurensningstilstand og -utvikling på de enkelte lokaliteter, er det benyttet samme forurensningsindeks som ved de tidligere undersøkelser (Knutzen et al., 1982). Systemet er utviklet i Finland og i Norge først brukt av Iversen (1981, med ref.)

Forurensningsindeksen (F) er gitt ved

$$F = \frac{a_1 r_1 + a_2 r_2 + \dots + a_n r_n}{n}$$

Der $a_1 - a_n$ er ovenstående skjønsmessig mengdeanslag etter en tredelt skala, $r_1 r_2$ osv. de utvalgte indikatorarters reaksjonsindeks, dvs, +0.5/+1/+2/ ved økende grad av stimulans ved eller toleranse for overgjødning og dens konsekvenser eller ÷0.5/÷1 som uttrykk for

ømfintlighet/negativ respons. I foreliggende rapport har det vært aktuelt å bruke følgende arter.

- + 2 : Enteromorpha prolifera gr., Blidingia minima, Fucus evanescens
- + 1 : Ectocarpus sp., Enteromorpha flexuosa gr., E. intestinalis gr.,
Ulva lactuca
- + 0.5: Polysiphonia nigrescens, Pilayella littoralis, Ulothrix spp.,
Cladophora sericea
- 0.5: Furcellaria lumbricalis, Polyides rotundus, Phyllophora pseudoceranoides, Polysiphonia violacea, Fucus vesiculosus, Ela-chista fucicola, Cladophora rupestris

Dette er et utvalg av de samme som Iversen (1981) benyttet, (Fucus evanescens = F. distichus ssp. edenstatus hos Iversen). Antallet benyttede indikatorarter er redusert sammenlignet med i Knutzen et al. (1982), da observasjonene også omfattet alger på dypere vann.

Om grønnaalgen Cladophora cf. sericea kan spesielt bemerkes at det kan være vanskelig å avgjøre - uten nøye observasjoner av materialet fra hver stasjon - hvilken av Cladophora sericea eller Cladophora albida (eller begge?) som opptrer på alle Grenlandslokalitetene. I forbindelse med beregninger av similaritets- og forurensningsindekser er det regnet med at arten oppført som Cladophora sp. er den samme som Cladophora cf. sericea.

3.2 Tanganalyser

Stasjonene for innsamling av blæretang til analyse på innhold av fosfor, nitrogen, karbon og tørrstoff er vist i fig. 3, mens nærmere opplysninger om beliggenheten er gitt i tabell 2.

Observasjonsstedene er søkt lagt utenom åpenbare innflytelse fra lokale punktkilder. (Forbehold for dykkede utslipp må tas for prøveserien fra april 1988 da utvalget av stasjoner begrenset seg til steder med enkel adkomst fra vei).

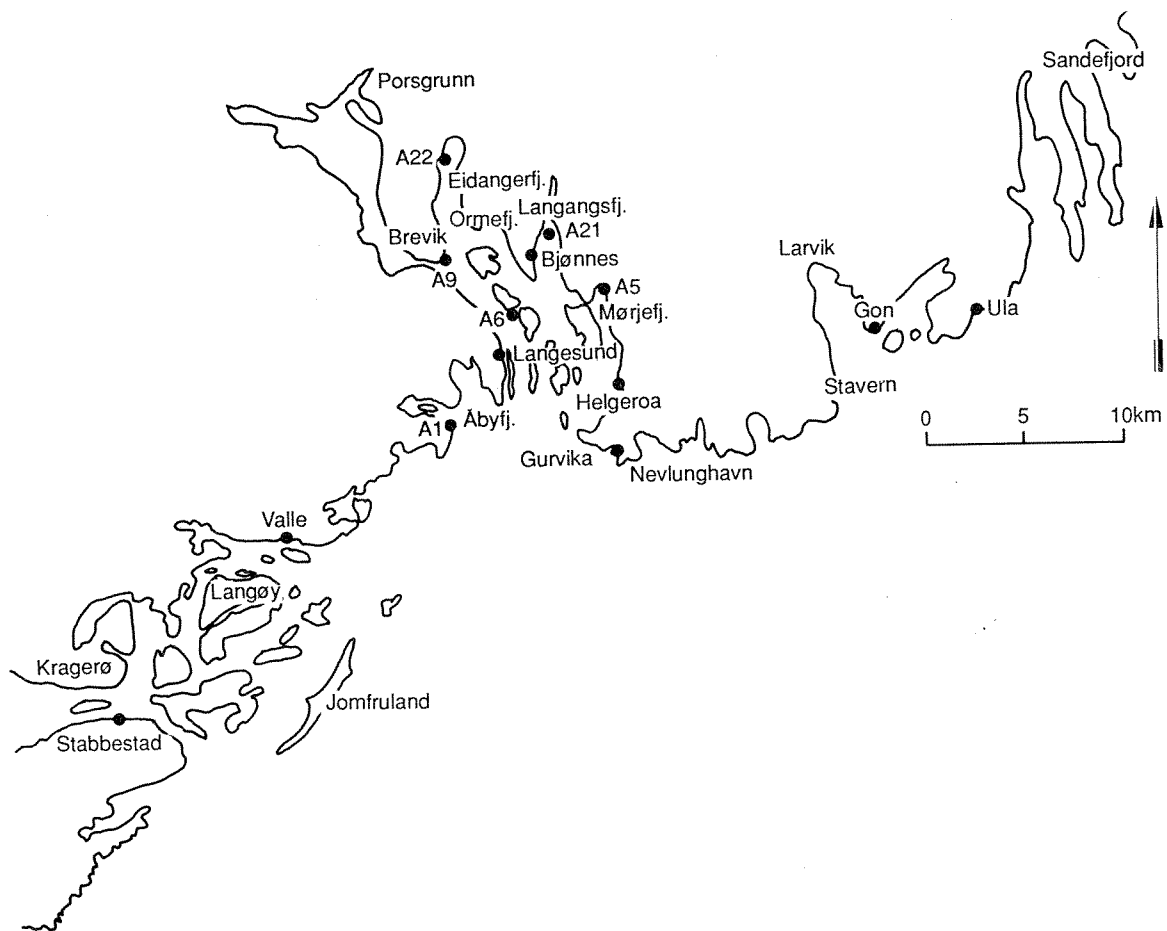
Blandprøvene til analyse har bestått av omlag 100 stk. 3 - 4 (2 - 5) cm lange epifyttfrie skuddspisser fra 10 - 20 individer. Data fra upubliserte grunnlagsstudier viste at de ytre 3 - 5 cm av skuddspissene hadde høyere konsentrasjoner av fosfor og nitrogen enn de innenforliggende 5 cm, mens individuelle variasjoner kunne være av størrelsesordenen 20 - 30% (Knutzen og Molvær, under forberedelse).

Tabell 2. Stasjoner for blæretang (*Fucus vesiculosus*) til kjemisk analyse på P, N, C og tørrstoff ved undersøkelser i Grenlandsfjordene, Vestfold- og Telemarkskysten 22/4 1988 og 22-25/8 1988.

Stasjoner	Beliggenhet/adkomst
Stabbestad brygge	Liten vik nordøst for brygge.
Valle brygge	Ut for brygge ved "Sjøbua".
Elvik, Åbyfj.	Svaberg ned for gml.naust i enden av privat vei
A1 Åbyfj.	Innenfor Stangvikodden.
A3 Helgerofj.	Svartskjær.
Blokkebukta, Helgeroa	Landfast skjær ut for lysegrønn hytte.
A5 Mørjefj.	Nordsiden av Maurøy.
A6 Risøy/Brevikfj.	Ved grunn bukt på sydvestsiden.
A8 Ormefj.	Nær sydspissen av Løvøyholmen.
A9 Øya/Brevik	Privat brygge ned for hvitt hus.
A21 Langangsfj.	SØ-spissen av liten holme N for Eikholmene.
Bjønnes, Langangsfj.	Nær brygge ved veiens endepunkt. Mellom lite skjær og land.
Gurvika/Nevlunghamn	Utover på østsiden, rullesteinstrand.
Gon Camping/Larvikfj	Skjær utenfor campingplassen.
Ula	Skjær ut fra sandstrand lengst i SV.

Analysene er utført ved NIVAs analyselaboratorium som følger:

- karbon og nitrogen med en Carlo Erba elementanalysator etter forbrenning ved ca. 950°C.
- fosfor i henhold til Norsk Standard 4725, dvs. oppslutning av en viss mengde med peroksidisulfat etterfulgt av orthofosfatbestemmelse ved molybdenblåttmetoden.
- tørrstoffbestemmelse etter 42 t ved 105°C.



Figur 3. Stasjonskart for prøver til analyse på nitrogen og fosfor i tang.

4. RESULTATER

Rådata for observasjonene av gruntvannssamfunn er presentert i vedleggstabellene A1 - A4. Resultatene av analysene på innhold av fosfor, nitrogen, karbon og tørrstoff fremgår av vedleggstabell A5.

Tabellene A1 - A3 gjengir data henholdsvis for Åbyfjorden, Helgerofjorden, Mørjefjorden og ytre Brevikfjorden (tabell A1); indre Brevikfjorden, Ormefjorden, Langangsfjorden og Eidangerfjorden (tabell A2) og Frierfjordlokalitetene (tabell A3). Tabell A4 gir en samlet oppstilling av samtlige registreringer på hver av stasjonene og oversikt over antall systematiske enheter innen gruppene blågrønnalger, rødalger, brunalger og grønnalger.

(Registreringene er listet alfabetisk etter latinske navn innen hver gruppe, med norske navn angitt for et skjønnsmessig utvalg av de vanligste eller mest kjente større alger og dyr. I teksten benyttes fortrinnsvis norske navn).

4.1 Hovedkarakteristikk av undersøkte lokaliteter

I det følgende gis en summarisk beskrivelse av hovedtrekkene i strandsamfunnene på det enkelte sted, i rekkefølge fra de indre til ytre områder.

St. A17 Balsøya. Øverst, delvis over vann, flekkvis sleipt belegg av blågrønnalger. Deretter smalt belte av vegetasjonsløst, delvis tilslammet fjell ned til 0.5 - 1 m etterfulgt av et ujevnt teppe med brunlig eller grønn trådformet vekst: Grønnalgen Cladophora cf. sericea, ofte tett bevokst med diatomèer. Litt rur fra 0.5 m, enkelte 1 - 2 cm tette tufser av den stilkede diatomèen Brebissonia boeckii. Mye av den vesle sneglen Hydrobia cf. ventrosa. Artsfattig og brakkvannspreget samfunn og heller ikke spesielt frodig vekst av grønnalger.

St. A16 Kanalen, Herøya. Flekkvis svartgrønt belte av blågrønnalger over vannlinjen, deretter tilnærmet vegetasjonsløst belte ned til ca. 0.5 m. Her dominans av brune og grønne tuster: Cladophora cf. sericeae som til dels var overvokst med diatomèer. Teppe av grønnalgetråder på stein ned til et par meter, havgras på bløtbunn mellom steinene. Mye små snegl på grønnalgene. En del skipsrur fra 0.5 m. Overgjødslingspreget algesamfunn dominert av trådformede grønnalger og diatomèer.

St. A15 Saltbua. Svartgrønt til grålig belegg av blågrønnalger på stein, delvis over vann. Deretter heldekkende, men ikke særlig iøynefallende belte av samme grønnalge som på innenforliggende stasjoner, også her delvis brunlig (dekket av diatomèer). Skipsrur vanlig. Overgjødslingspreg ikke fremtredende.

St. A13 Steinholmen. Sleipt svart-grønt belegg i ca. 1 m bredde omkring vannlinjen. Lenger ned belte av trådformede grønnalger, vesentlig Cladophora cf. sericea, ispedd tarmgrønske Cladophora-teppet ofte karakteristisk grønt ved basis og brunlig (av diatomèer) lenger opp, delvis nedslammet. Vekst av trådformede grønnalger dominerende ned til et par meters dyp, uten å virke særskilt frodig. Rur vanlig, men fremdeles artsfattig, brakkvannspreget samfunn uten f.eks. blåskjell, strandsnegl og fjæremark i øvre 2 m.

St. A9 Øya, Brevik. Lokalitet preget av sterk strøm. Brunlig eller svartgrønt, sleipt belegg omkring vannlinjen. Mer marint preget samfunn: bl.a. vanlig forekomst av blæretang (blæreløs form, sterkt begrodd) og tarmgrønske; på 1 - 2 m dyp havsalat, rekeklo, blåskjell og sukkertare (2 - 3 m). Men fremdeles markert islett av samme Cladophora som i Frierfjorden, også her delvis overgrodd med diatomèer. Bortsett fra rikelig med påvekstalger og delvis storvokst tarmgrønske virket ikke området spesielt overgjødslingspreget.

St. A6 Risøy/Brevikfjorden. Øverst svartgrønt, 2 - 3 mm tykt glatt belegg av blågrønnalger, dernest en del tarmgrønske og et ca. 1 m bredt belte av blæretang og gjelvtang. Blæretangen sterkt begrodd med trådformede grønnalger, Store klaser av blåskjell i nedre del av dette beltet eller sammen med sagtang lenger ned. Mye skipsrur. Normalt samfunn for noe brakkvannspregede marine områder, men med et betydelig innslag av gjelvtang, som anses begunstiget av høy næringstilgang.

St. A3 Svartskjær, Helgerofjorden. Nedenfor brunlig belegg med blågrønnalger omkring vannlinjen: et vanlig sammensatt strandsamfunn med strandsnegl, skipsrur, blæretang, tarmgrønske og blåskjell som mest fremtredende arter, lenger ned også sagtang og rekeklo. De større tangartene var delvis markert begrodd med trådformede brunalger foruten tarmgrønske og rekeklo (selv bevakst med diatomèer). Intet spesielt å bemerke bortsett fra den rike forekomst av påvekstorganismer og flekkvis iøynefallende tilstedeværelse av blågrønnalgen Spirulina subsalsa på blåskjellbanker.

St. A1 Åbyfjorden. Svart belegg av blågrønnalger øverst, i 1989 etterfulgt av først grønt belegg i vannkanten (dominert av trådformede grønnalger innen slektene Ulothrix og Urospora) og deretter et smalt vegetasjonsløst belte. Ellers et normalt sammensatt samfunn av blæretang med en del påvekst, tarmgrønske, sagtang, vanlig forekommende rødalger, strandsnegl og blåskjell.

St. A5 Maurøya, Mørjefjorden. Bare litt blågrønnalger, ellers bart fjell i og omkring vannlinjen i 1988 (isskuring?); et smalt belte av tarmgrønske året etter, da også belte av små blåskjell begrodd med skipsrur. Tarmgrønske og havsalat vanlig, Ufriskt utseende og blæreløs blæretang i belte fra 0.5 - 1 m sammen med blåskjell og etterfulgt av sagtang. For så vidt ikke unormalt sammensatt samfunn, men preget av nedslamming og mye påvekstorganismer. Store banker med delvis gamle eller døde blåskjell, tilslammet og med store flak av blågrønnalgen Spirulina subsalsa. Estetisk lite tiltalende under vann - mest sannsynlig som følge av dårlig vannutskiftning kombinert med en viss belastning med partikkelholdig avrenning fra land.

St. A21 Eikholmene, Langangsfjorden. Øverst omkring vannlinjen delvis observert mest bart fjell (1988), neste år et ca. 30 cm belte av marbek (lav) med grønnalgen Blidingia nederst, lenger ned tarmgrønske. Blæretang med påvekst av rur og trådformede alger var hyppig forekommende begge år, likedan strandsnegl, blåskjell (mange tomme skall øvre meter, store banker 1 - 2 m) og sagtang (også sterkt begrodd med rur og delvis løstliggende). Blåskjellteppet delvis nedslammet og dekket med blågrønne eller mørkerøde hinner av Spirulina (1988).

St. A8 Løvøyholmen, Ormefjorden. Svartgrønt belegg og glatte brunrøde tråder øverst i 1988, påfølgende år 2 - 3 mm tykt mosegrønt belegg like under vannlinjen (i begge tilfeller blågrønnalger). De mest vanlig forekommende større alger var blæretang (nedslammet og begrodd), sagtang, tarmgrønske og havsalat. Også på denne stasjonen forekom rød og grønn Spirulina som overtrekk på noe nedslammede blåskjell. Mye av samme generelle preg av begrenset vannutskiftning som på st. A21.

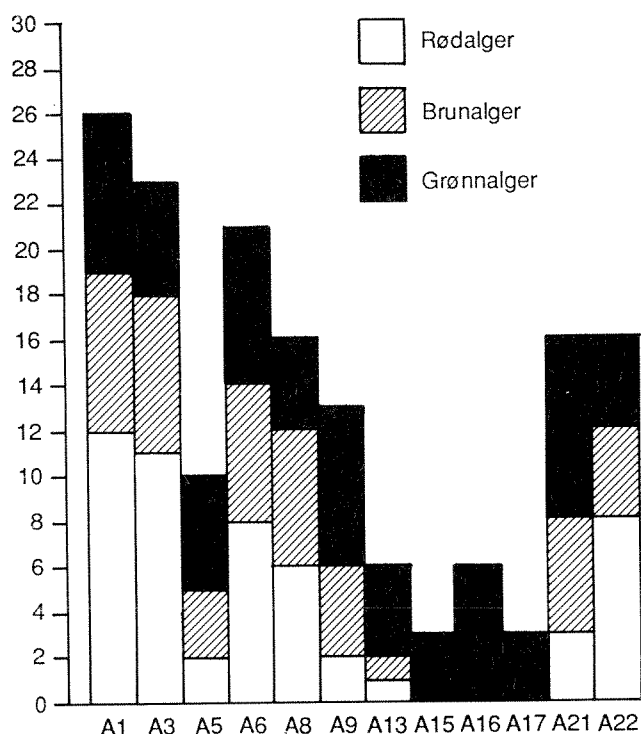
St. A22 Kotøya, Eidangerfjorden. Øverst grågrønt/svartgrønt belegg av blågrønnalger i 20 - 30 cm bredt belte. Nedenfor dette en strime av bart fjell (1988) eller en smal sone med kortvokste grønnalger. Delvis noe nedslammet, alge- og rurbevokst blæretang var vanlig eller hyppig; det samme var gjelvtang og grønnalgen Cladophora cf. sericea (særlig på teppe av blåskjell nedenfor beltet med gjelvtang/blæretang).

4.2 Jevnføring av algesamfunnenes sammensetning

4.2.1 1988 - 89-observasjonene

Fig. 4 viser antall arter registrert begge år til sammen på de enkelte stasjoner, fordelt på gruppene rødalger, brunalger og grønnalger.

Det fremgår at Frierfjordlokalitene (st. A13, A15, A16, A17) skiller seg ut ved bare å omfatte et fåtall arter, og for tre av stasjonene bare grønnalger. Dette må primært tilskrives den sterke ferskvannspåvirkningen i overflatelaget, som gjør de øvre 0 - 2 m generelt uegnet for marine livsformer. De to mest iøynefallende fjærelteorganismer i Frierfjorden er grønnalgen Cladophora cf. sericea og skipsrur, som begge er tilpasset lav saltholdighet.



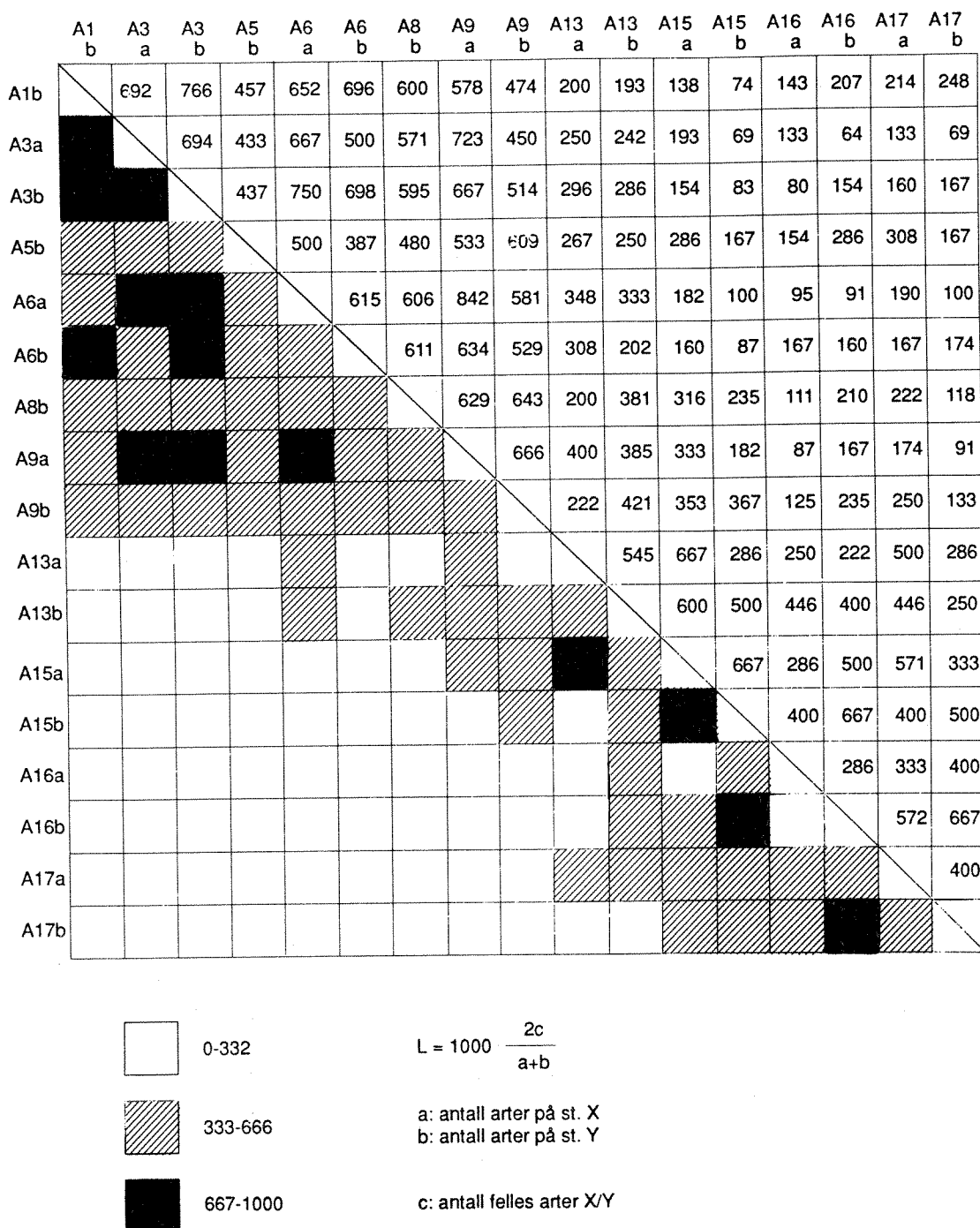
Figur 4. Antall rødalger, brunalger og grønnalger 0 - 2 m i Grelandsfjordene 1988 - 89.

På lokalitetene fra Brevik og utover ses at det opptrådte artsrikere samfunn med en jevnere fordeling mellom algeklassene, i samsvar med mindre grad av ferskvannspåvirkning. At det ble observert såvidt få alger i Mørjefjorden (st. A5) må antas å være et særlig markert utslag av en generell fjordeffekt, dvs. at artsantallet avtar innover i fjordene pga. mindre gunstige livsbetingelser (reduisert vannbevegelse og vannutskifting, nedslamming, eventuelt også isskuring).

Ovenstående likheter og forskjeller er videre illustrert i fig. 5 og fig. 6 - 7. Førstnevnte gjengir resultatene av en parvis sammenligning av stasjonenes samfunn ved en likhetsindeks (Sørensen, 1948, se forklaring i fig. 5).

Det ses at de sorte og skraverte feltene, dvs. likhetsindeks hhv. $L > 666$ og > 333 , vesentlig befinner seg i krysningpunktene enten for Frierfjordstasjoner innbyrdes eller for lokaliteter utenfor Brevikerskelen innbyrdes, sjelden i krysningen mellom en stasjon fra hver av de to gruppene.

Også i dendrogrammene fra klyngeanalyseene (fig. 6 - 7) skiller de samme to hovedgrupperinger seg ut (ned til og med st. 13b på begge figurer). Særlig klart ses dette av fig. 7, der det i analysegrunnlaget også er lagt inn vekttall for artenes mengdemessige forekomst. (Kvadrering av mengdeangivelsene ga ikke noe vesentlig annerledes bilde).



Figur 5. Parvis sammenligning av stasjonenes algesamfunn ved en likhetsindeks (Sørensen, 1948). Stasjoner merket a er fra 1980 - 81, b fra 1988 - 89.

CLUSTERANALYSE 8000375

Arter mengdeangivelse, a:1980-81 b:1988-89

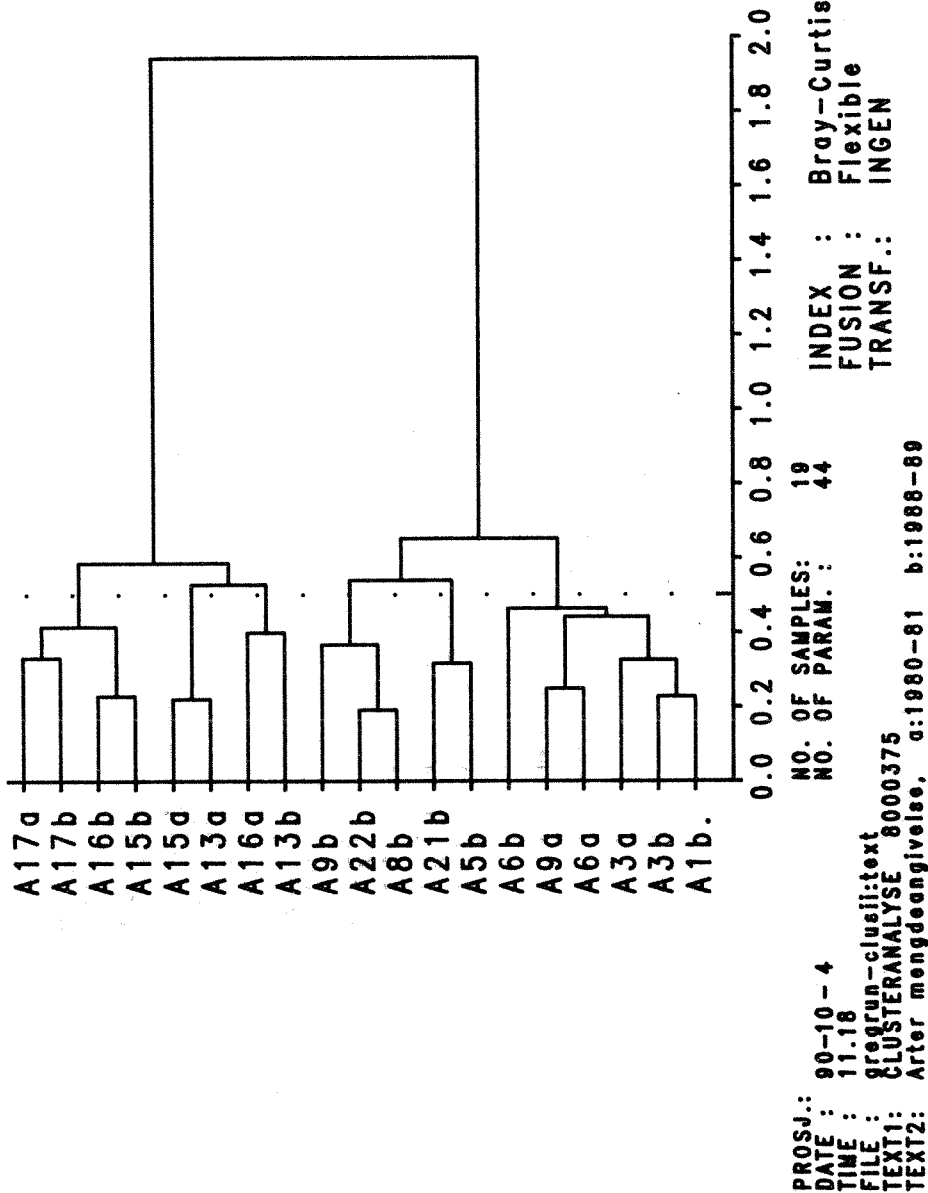


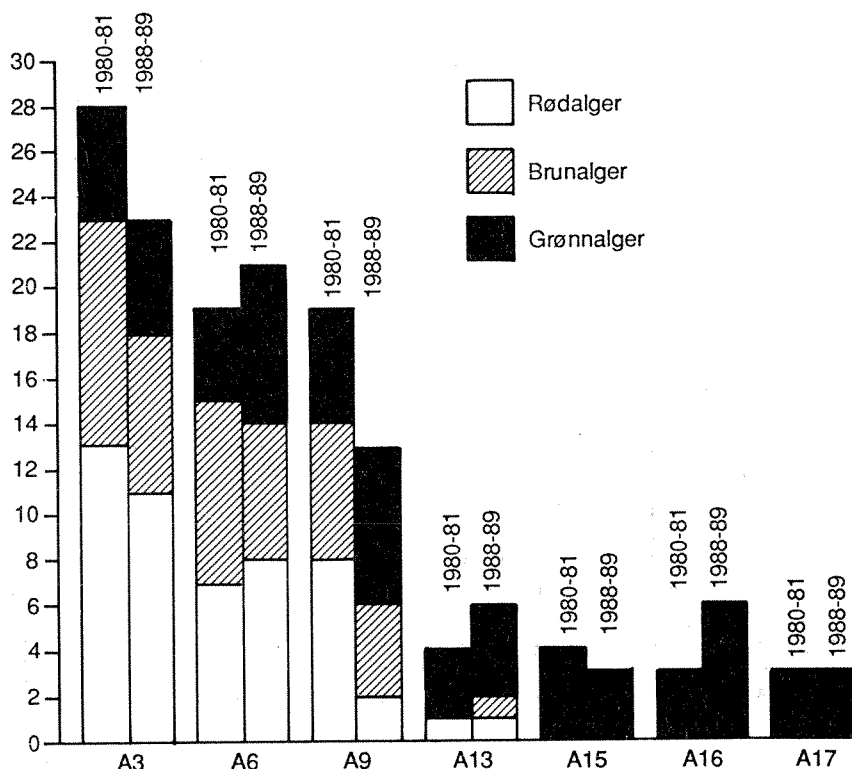
Fig. 7. Klyngeanalyse for grunnvannsstasjoner i Grenlandsfjordene 1980 - 81 (a) og 1988 - 89 (b), basert på subjektiv mengdebedømmelse av fastsittende algers forekomst.

4.2.2 Sammenligning med 1980 - 81

Av det som er nevnt ovenfor fremgår at de to hovedgruppene av stasjoner var de samme i 1980 - 81 som i 1988 - 89 når det gjelder samfunnene i overflatelaget. Undersøkelsene i 1981 - 82 viste at når man også betraktet samfunnene ned til nedre grense for vekst av fastsittende alger, var st. A13 Steinholmen mest lik stasjonene utenfor Frierfjorden.

Figur 8 gir også en illustrasjon av at det ikke har vært noen markert utvikling for gruntvannssamfunn 0 - 2 m siden 1980 - 81. (Det forholdsvis lave artsantallet på st. A9 må vesentlig anses som et utslag av ulike observasjonsmetoder - henholdsvis apparatdykking og snorkeldykking - på en strømrisk og derfor noe vanskelig tilgjengelig lokalitet under 1 m).

En videre sammenligning av forholdene 1988 - 89 med 1980 - 81 er foretatt i forbindelse med en vurdering av forurensningstilstanden (kap. 4.3).



Figur 8. Antall rødalger, brunalger og grønnalger 0 - 2 m på utvalgte stasjoner i Grenlandsfjordene 1980 - 81 og 1988 - 89.

4.3 Forurensningstilstand

Den del av forurensningssituasjonen som algesamfunn primært kan benyttes til å belyse, er spørsmålet om overgjødning.

I fig. 9 er fremstilt resultatene av å beregne en forurensningsindeks (se kap. 3) for hver av stasjonene. Til sammenligning er det også trukket ut data fra undersøkelsene i 1980 - 81. (Bemerk at de tidligere beregnede forurensningsindekser for 1980 - 81 (Knutzen et al., 1982) også omfattet arter registrert dypere enn 2 m og derfor avviker fra de som er vist i fig. 9).

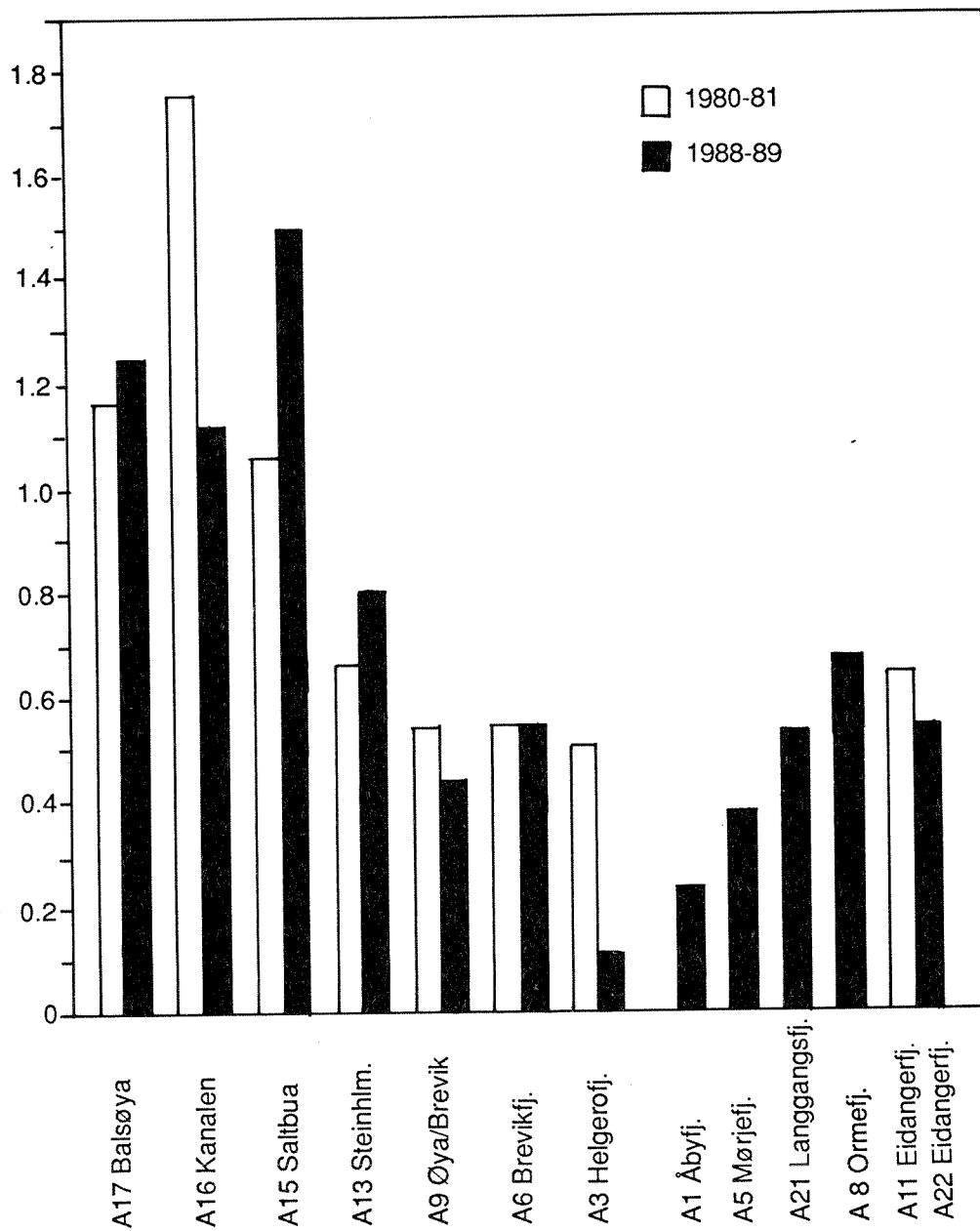
Man ser at de høyeste tallene (mest påvirkede samfunn) opptrer på stasjonene i Frierfjorden (st. A13 - A17). De laveste indekstallene er beregnet for de mest fjerntliggende lokalitetene i Åbyfjorden og Helgerofjorden.

Man må imidlertid være oppmerksom på at en slik forurensningsindeks bare bør brukes som ett av flere vurderingsgrunnlag. Både prinsipielle forhold (kfr. Iversen (1981 med ref.), Knutzen et al. (1982) og Molvær et al. (1984), og de usikkerheter som er knyttet til et hvert observasjonsmateriale og til skjønnsavveininger, gjør at det må utvises forsiktighet ved bruken av resultatene. Små forskjeller i indeksene kan bero på tilfeldigheter og kan først tillegges vekt når det er en konsekvent forskjell over flere år.

Med disse forbehold ses at det av fig. 9 ikke kan trekkes ut noen markert entydig tendens mht. utslag av overgjødning på algesamfunn i 0 - 2 m mellom begynnelsen og slutten av 1980-årene. Tilstanden synes m.a.o. i stor grad uforandret siden 1981 - 82.

Prosentforholdet mellom rødalger : brunalger : grønnalger i lite forurensede og ikke altfor brakkvannspregede områder skal vanligvis variere omkring henholdsvis 45 ± 10 , 35 ± 10 og 15 ± 5 (Bokn, 1979). Overgjødning (og delvis andre sivilisatoriske påvirkninger) medfører ofte en forskyvning av dette forholdet mot en større andel av grønnalger (primært hurtigvoksende, ettårige arter). Av tabell 3 nedenfor ses at Grenlandslokalitetene skiller seg fra disse forholdstall ved en mer eller mindre markert overrepresentasjon av grønnalger.

Imidlertid er det begrenset hva man kan konkludere med fra dette mht. forurensningsbelastning. For det første er Frierfjordens overflatelag så ferskvannspåvirket at de fleste rødalger og brunalger ikke kan vokse der. Forholdstallene på st. A13 - A17 er følgelig diktert av



Figur 9. Forurensningsindeks (se kap. 3) basert på stasjonenes algesamfunn (0 - 2 m) 1980 - 81 og 1988 - 89.

ferskvannspåvirkningen.

For det andre er ikke de ovennevnte forholdstall fullt anvendelige når undersøkelsene ikke omfatter dyp under 2 m (pga. risiko for en viss underrepresentasjon av arter som ikke opptrer før på 1 - 2 m når registreringen foretas bare ved fridykking).

På denne bakgrunn er det bare stasjonene A5 (Mørjefjorden), st. A9 (Øya/Brevik) og st. A21 (Langangsfjorden) som viser avvik av betydning. På stasjon A5 skyldes dette som nevnt mest sannsynlig fysisk ugunstige betingelser for algevekst, og noe tilsvarende kan gjelde st. A21, mens de nevnte vanskelige observasjonsforhold har spilt inn på st. A9 i Brevikstrømmen. Ved dykkerundersøkelsene i 1980 - 81, ble det her funnet mer "normale" forholdstall, og heller ikke på de øvrige stasjonene observert tilsvarende overrepresentasjon av grønnalger (Knutzen et al., 1982). Når unntas den delvis iøynefallende begroing på særlig st. A16, i noen grad også st. A17, representerer ikke de observerte grønnalgeforekomstene noe vitnesbyrd om overgjødning.

Tabell 3. Prosentvis forhold mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger, registrert i 0 - 2 m ved observasjoner i Grenlandsfjordene 1988 - 89.

	A1	A3	A5	A6	A8	A9	A13	A15	A16	A17	A21	A22
Rødalger	46	48	20	38	38	15	17	0	0	0	19	50
Brunalger	27	30	30	29	38	31	17	0	0	0	31	25
Grønnalger	27	22	50	33	25	54	67	100	100	100	50	25

Blant de arter av blågrønnalger som regnes å bli begunstiget av overgjødning og belastning med lett nedbrytbart organisk stoff er Spirulina subsalsa og Phormidium autumnale (se oversikt med referanser hos Wiik, 1981). Begge opptrådte som vanlige eller hyppige på flere av de undersøkte lokaliteter i Grenlandsfjordene, bl.a. også på stasjoner utenfor Brevikterskelen (tabell 4).

Tabell 4. Forekomst av blågrønnalgene Phormidium autumnale og Spirulina subsalsa på stasjoner utenfor Brevikterskelen i 1988 - 89. 3: Dominerende/hyppig, 2: Vanlig, 1: Spar-som/sjelden. +: Tilstedeværelse uten mengdeangivelse.

	A1 88 89	A3 88 89	A5 88 89	A6 88 89	A8 88 89	A9 88 89	A21 88 89	A22 88 89
Ph.aut.	2	2 2		2-3 2-3	1-2 2	2 1-2		2 2
Spir. sub.		2 2	3	+	2		2-3	

De ujevne registreringene, dvs. tilfellene av tilstedeværelse bare det ene av de to observasjonsårene, kan det ikke trekkes bestemte konklusjoner ut av. Registrering av blågrønnalger har ikke vært noen hovedsak ved undersøkelsene. Det som er observert av blågrønnalger bidrar imidlertid til et inntrykk av at også lokaliteter utenfor Brevikterskelen er preget av nærings saltbelastning, men ikke på noen iøynefallende måte.

Generelle vitnesbyrd i samme retning gir de ofte rike forekomstene av påvekstorganismer, blåskjell og rur. De to sistnevnte begunstiges av høyt innhold av næringspartikler i vannet, et trekk man regelmessig vil finne på overgjødslede steder. Mye påvekstalger, spesielt diatomèer, er vanlig i overgjødslede områder, og produksjon og biomasse av slike alger har vært foreslått som overgjødslingsindikator (Tamminen og Leskinen, 1985, Borum, 1986). For brakkvannsområder er det også forsøkt benyttet et system av indikatorarter (Podelleck og Pankow, 1986).

Hovedkonklusjonen fra det som er nevnt ovenfor og i kap. 4.1, 4.2.1 og 4.2.2 er da:

- Moderate overgjødslingssymptomer, mest utpreget på de innerste lokalitetene (st. A16, A17), men heller ikke her særlig iøynefallende eller generende.
- Muligens noe mindre fremtredende bestander av den mest vanlige og til dels dominerende art blant grønnalgene (Cladophora cf. sericea), men ingen markerte forandringer siden 1980 - 81.

I henhold til data for nærings saltkonsentrasjoner (Källqvist, 1990) er det i Frierfjorden ikke spesielt høye konsentrasjoner av

fosforforbindelser (av og til under 1 µg/l av orthofosfat), mens tilgangen på nitrat/ammonium fremdeles er rikelig. Den forholdsvis moderate fosfertilgangen er i samsvar med siste års nedgang i belastning (fig. 1). Muligens er fosfatinnholdet noen ganger så lavt at det begrenser veksten av fastsittende alger (i hvert fall arter som har et høyt næringsaloptimum).

Den mulige reduksjonen i biomassen av Cladophora sericea kan følgelig ha sammenheng med reduksjonene i P- og N-tilførslene i 1988 - 89. For eventuelt å gi noe mer enn et subjektivt inntrykk av minsket Cladophora biomasse på enkelte stasjoner, vil det trenge tettere observasjoner, slik at også variasjonene gjennom året blir dekket.

4.4 Fosfor og nitrogen i tang

Rådata for disse analyser finnes i vedleggstabell A5. Utvalgte hovedresultater er gitt i tabell 5 nedenfor.

Tabell 5. Hoveddata for innhold av nitrogen og fosfor i 3 - 4 (2 - 5) cm skuddspisser av blæretang (Fucus vesiculosus) fra Grenlandsfjordene, Vestfold- og Telemarkskysten 22/4 og 22-25/8 1988, g/kg tørrvekt. (For lokalitetenes beliggenhet se fig. 3 og for fullstendige data vedleggstabell A5).

Dato Stasjoner	22/4-88			22-25/8-88		
	N	P	N:P	N	P	N:P
Stabbestad brygge	41.7	3.07	13.6			
Valle brygge	41.2	3.22	12.8	25.4	1.12	22.7
Åbyfjorden	49.8	2.88	17.3			
St.A1 Åbyfj.				22.8	1.33	17.2
St.A3 Helgerofj.				23.0	0.78	29.5
Blokkebukta/Helgeroa	39.3	2.41	16.3	23.4	0.97	24.1
Langesund	37.4	3.11	12.0			
Bjønnnes/Langangsfj.	40.1	2.41	16.6			
St.A21 Langangsfj.				18.7	0.75	25.0
St.A6 Risøy/Brevikfj.				29.0	1.58	18.4
St.A9 Øya/Brevik	22.9*	2.52*	9.1	24.7	0.74	33.4
Gurvika/Nevlunghamn	38.6	2.14	18.0	21.1	1.35	15.5
Ula Camping	35.9	2.26	15.9			

* Reanalyse viste hhv. 22.3 og 2.47 g/kg.

Jevnført med data fra en grunnlagsundersøkelse av fosfor og nitrogen i blæretang fra antatt lite belastede områder i Norge (Knutzen og Molvær, under forberedelse) var det i april høyt innhold av nitrogen i tang fra alle prøvesteder, unntatt st. A9 Øya/Brevik. Ved den nevnte grunnlagsundersøkelse var det bare på en Oslofjordlokalitet at det ble konstatert så høyt nitrogeninnhold som 40 g/kg tørrvekt. Tang fra andre lokaliteter hadde nitrogeninnhold i april (som sammen med mars viste høyest verdier i løpet av året) på under 35, delvis godt under 30 g N/kg tørrvekt.

Augustverdiene for nitrogen i tang fra Vestfold, Grenland og lenger syd på Telemarkskysten, lå også forholdsmessig høyt sammenlignet med data fra den upubliserte NIVA-undersøkelsen. Det samme gjaldt innholdet av fosfor, spesielt i april, mer varierende fra stasjon til stasjon i august 1988. Stort sett har det ved andre undersøkelser bare vært Oslofjordstasjoner som har vist like høyt innhold av nitrogen og fosfor i blæretang som vist i tabell 5.

Ut fra ovenstående synes tangens N- og P-innhold å gjenspeile overbelastningen med næringssalter i Grenlandsfjordene.

Imidlertid varierer forekomsten av nitrogen og fosfor i vann annerledes enn det tanganalysene antyder. Mens gjennomsnittlig innhold av total nitrogen og $\text{NO}_3\text{-N}$ i vann i 1988 - 89 avtok til omlag halvparten eller mindre (nitrat) fra Frierfjordens munning til utenfor Langesundsbukta, viste totalfosfor og orthofosfat en viss økning pga. tilblending med dypvann (Källqvist, 1990). Som det ses fra tabell 5 avspeiles ikke denne minskning i tilgangen på nitrogen i tangens nitrogeninnhold, slik man kunne ha forventet på bakgrunn av erfaringene fra Glomfjord (Molvær og Knutzen, 1987).

Ser man bort fra enkelte avvikende verdier, som det ikke er funnet forklaring på (se st. A9 i tabell 5), kan de høye nitrogen- og fosforkonsentrasjonene i tang fra alle prøvesteder best tolkes som et resultat av at det er mer enn tilstrekkelig tilgang på disse næringsstoffer i hele undersøkelsesområdet, ikke bare på lokaliteter nedstrøms Grenlandsfjordene. Imidlertid er det sannsynligvis bare for nitrogens del at dette kan tolkes som symptom på overgjødning.

Den konstaterte forskjell mellom N- og P-nivåene i henholdsvis april og august samsvarer med sesongvariasjoner observert i tang fra andre steder i Norge (Knutzen og Molvær, under forberedelse) og for nitrogens vedkommende også slik som allerede beskrevet av Jacobi (1954).

5. AVSLUTTENDE KOMMENTARER

Forurensningssymptomene på de undersøkte lokaliteter er funnet å være moderate. Sannsynligvis har symptomene på flere steder vel så mye sammenheng med fysiske forhold (ferskvannspåvirkning, nedslamming og dermed mindre egnede bunnforhold) som med overgjødsling.

I noen grad har nedslammingen å gjøre med tilførsler av partikler fra industri (vesentlig treforedling) eller det er en indirekte følge av overgjødsling (sedimentering av plankton). Disse kildene til partikkelbelastning er imidlertid underordnet jord- og leirpartikler tilført via vassdrag.

Dominerende i så måte er Skienselva, men man bør i større grad enn tidligere også være oppmerksom på virksomheter i lokale nedbørfelter som kan føre til partikkelbelastning av kortere eller lengre varighet: jordbruk, flatehugst, anleggsarbeid. Betydningen av slike aktiviteter for forholdene i Eidangerfjorden, Langangsfjorden og Mørjefjorden har man ikke oversikt over. Som støtteinformasjon for gruntvannsundersøkelsene ville det ha vært ønskelig med en overvåking av vannets partikkelinnhold, koblet til informasjon om erosjonsskapende virksomhet.

Etter hvert som det treffes tiltak mot overgjødsling og belastning med oppløst organisk stoff fra treforedlingsindustri vil tilførelse av partikler spille en økende rolle for tilstanden i fjordene. Primært gjelder dette kanskje vannets klarhet og gjennomskinnelighet, men også virkningen på gruntvannssamfunn er viktig. Bl.a. vil kimstadier av algearter utkonkurrert av grønnaelger pga. overgjødsling ha reduserte muligheter for å reetablere seg, dels pga. slamdekket bunn, dels fordi egg og kimplanter slammes ned.

De her anvendte metoder er ikke lenger tilstrekkelige for en pålitelig rangering av de moderate grader av overgjødsling som nå gjør seg gjeldende, spesielt på lokaliteter utenfor Brevikterskelen. Dette vil kreve enten en bedre kjennskap til variasjonene på de enkelte lokaliteter gjennom hyppigere og mer omfattende observasjoner i strandsonen (0 - 2m) og/eller en utvidelse av undersøkelsene til også å omfatte dypere vann (ned til nedre grense for algevekst). Også i Frierfjorden vil det kunne gi verdifull tilleggsinformasjon om utviklingen hvis det, i likhet med i 1980 - 81, ble utført dykkerundersøkelser.

For en mer velfundert karakteristikk av tilstanden, er det ønskelig med bedre beskrivelse av de små og til dels mikroskopiske livsformer

som preger samfunnet i de øvre par meter (små snegl og krepsdyr, hydroider, ciliater, diatomèer, grønnalger og blågrønnalger). Kjennskapet til artssystematikk og økologi for en del av disse grupper er imidlertid lite tilgjengelig i Norge idag, og dekkende undersøkelser derfor betinget av en kompetanseutvikling.

Med så lange mellomrom som det hittil har vært i observasjonene av gruntvannssamfunn, bør det vurderes å supplere den statlige overvåkingen med enkle observasjoner ved lokale dykkere og andre interesserte etter veiledning. Foruten å gi mer løpende opplysninger, ville dette ha sin misjon ved eventuelle forurensningsepisoder, dertil kunne det gi et korrektiv ved mulige spekulasjoner og ubelagte påstander om fjordenes tilstand.

En annen mulighet som bør overveies, er en samordning med langtidsovervåkingen av trofiutviklingen langs kysten av Sør-Norge.

6. LITTERATUR

- Bokn, T., 1979. Use of Benthic Algae Classes as Indicators of Estuarine and Marine Waters. S. 138-146 i The Use of Ecological Variables in Environmental Monitoring. Rapport PM 1151 (1979) fra Sveriges Naturvårdsverk.
- Bokn, T., L. Kirkerud, K. Kvalvågnes og B. Rygg, 1977. Resipientundersøkelse av Nedre Skienselva, Frierfjorden og tiliggende fjordområder. Rapport nr. 6. Fremdriftsrapport for de biologiske undersøkelsene mars 1974 - mai 1976. NIVA-rapport 0-111/70, 12/9 1977, 234 s.
- Borum, J., 1986. Development of epiphytic communities on eelgrass (Zostera marina) along a nutrient gradient in a Danish estuary. *Mar. Biol.* 87: 211-218.
- Bray, I.R. og J.T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities in southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 325-349.
- Holt, G., 1979. Om algevegetasjonen i Grenland, nedre Telemark og fylkets planer om resipientkontroll. *Blyttia* 37: 51-56.
- Ibrekk, H.O. og R. Gulbrandsen, 1989. Overvåking av Grenlandsfjordene. Delprosjekt: Forurensningstilførsler. Rapport 356/89 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000371 (l.nr. 2253), 36 s.
- Iversen, P.E., 1981. Benthosalgevegetasjon i Sandefjordsfjorden og Mefjorden, Søndre Vestfold. Del I Generell Del, 157 s. og Del II Systematisk og floristisk del, 173 s. Hovedfagsarbeid i marin botanikk. Vårsemesteret 1981. Univ. i Oslo. Upublisert.
- Jacobi, G., 1954. Die Verteilung des Stickstoffs in Fucus vesiculosus und Laminaria saccharina und deren Abhängigkeit vom Jahresrhythmus. *Kieler Meeresforsch.* 10: 37-57.
- Knutzen, J., J. Molvær, G. Norheim og B. Rygg, 1982. Grenlandsfjordene og Skienselva 1981. Rapport 52/82 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport 0-8000312 (l.nr. 1422), 66 s.

- Källqvist, T., 1990. Eutrofiundersøkelse i Grenlandsfjordene. Planteplankton og næringsalter i overflatevannet. Rapport innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport O-800373/800374. Under trykking.
- Molvær, J., T. Bokn, L. Kirkerud, K. Kvalvågnæs, B. Rygg og J. Skei, 1979. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapport nr. 8. Sluttrapport NIVA-rapport O-70111 (l.nr. 1103), 253 s.
- Molvær, J., J. Knutzen, M. Haakstad og K. Tangen, 1984. Basisundersøkelse i Glomfjord 1981 - 1982. Delrapport II. Vannutskiftning, vannkvalitet, miljøgifter i organismer, organismesamfunn på grunt vann. Rapport 128/84 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport O-8000316 (l.nr. 1605), 125 s.
- Molvær, J. og J. Knutzen, 1987. Eutrofiforhold i Glomfjord, Norge. S. 157-168 i Eutrofiering i havs- og kustområden. 22. Nordiska symposiet om vattenforskning, Laugarvatn 1986-08-26-29. NORDFORSK, Miljøvårdsserien Publ. 1987:1.
- Podelleck, R. og H. Pankow, 1986. Saprobologische Untersuchungen der Kiselalgenflora in einem Brackgewässer (Darss-Zingster Boddenhette). Acta hydrochim. hydrobiol., 14: 135-151.
- Rygg, B., N. Green, J. Molvær og K. Næs, 1987. Grenlandsfjordene og Skienselva 1986. Rapport 287/87 innen Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA-rapport O-8000312 (l.nr. 2033), 91 s.
- SFT, 1989. Årsrapport 1988 for industriforurensning i Nedre Telemark. Rapport TA 655 fra Statens forurensningstilsyn, Kontrollseksjonen. 46 s.
- SFT, 1990. Årsrapport 1989 for industriforurensning i Nedre Telemark. Rapport TA 694/1990 fra Statens forurensningstilsyn, (Kontrollseksjonen i Nedre Telemark), 50 s.
- Sørensen, T.A., 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. K dan Vidensk Selsk Biol Skr 5: 1-34.

- Tamminen, T. og E. Leskinen, 1985. Comparison of planktonic and periphytic microalgal parameters as indicators of eutrophication in a Baltic archipelago: Annual succession of community parameters. Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 2195-2202.
- Wiik, Ø., 1981. Supralittorale og littorale blågrønnalgesamfunn i indre Oslofjord. Hovedfagsoppgave i marin botanikk ved Universitetet i Oslo, vårsemesteret 1981. Upublisert, 207 s.

V E D L E G G

Rådatatabeller for registreringer av grunntvannssamfunn (tabell A1 - A4) og for innhold av fosfor og nitrogen i blæretang (tabell A5).

Tabell A1. Gruntvannssamfunn (~ 0-2 m) i Åbyfjorden (st. A1, innenfor Stangodden), Helgerofjorden (st. A3, Svartskjær), Mørjefjorden (st. A5, Maurøy) og Brevikfjorden (st. A6, Risøy), 22-24/8-1988 og 15-17/8-1989.

1: Sjelden/sparsom. 2: Vanlig. 3: Hyppig/dominerende.
+: Forekomst uten mengdevurdering.

Organismer	Stasjon/år		St. A3		St. A5		St. A6	
	1988	1989	1988	1989	1988	1989	1988	1989
CYANOPHYCEA (Blågrønnalger)								
<i>Calothrix scopulorum</i>	1-2	2	1-2	2			2	2
<i>Gloecapsa crepidinum</i>		1-2	1-2	2			2	1-2
<i>Phormidium autumnale</i>	2		2	2			2-3	2-3
" <i>fragile</i>			1					
<i>Plectonema battersii</i>		2	1-2	2			1	1
" <i>norvegicum</i>		1		1-2			1-2	1-2
<i>Spirulina subsalsa</i>			2	2	3			+
Uidentifiserte		+			+	+		
RHODOPHYCEAE (Rødalger)								
<i>Acrochaetium</i> sp.				2				
<i>Ahnfeltia plicata</i>		1-2		1				
<i>Ceramium rubrum</i> (Rekeklo)	2	2	2	2		1-2	1-2	1-2
" <i>strictum</i>	1-2		1-2				+	
<i>Chondrus crispus</i> (Krusflik)	2	2	1-2	1-2			1-2	
<i>Furcellaria lumbricalis</i> (Svartkluff)	1-2							
<i>Hildenbrandia prototypus</i> (Fjæreblod)	2	2	2	2	+	2		
<i>Nemalion helmonthoides</i>	1							
<i>Phycodrys rubens</i> (Eikeving)							1-2	
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>	2		2				+	
<i>Phymatolithon lenormandii</i>		2		1-2				
<i>Polyides rotundus</i>			1					
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	1-2		1-2				1	
" <i>violacea</i>	2		2				+	+
<i>Porphyra</i> sp.	1							+
PHAEOPHYCEAE (Brunalger)								
<i>Chordaria flagelliformis</i>	1-2	1						
<i>Ectocarpus</i> sp.		1	2	+	+			
<i>Elachista fucicola</i>	2		2	2			2	1-2
<i>Fucus evanescens</i> (Gjelvtang)							2	2
" <i>serratus</i> (Sagtang)	2	2-3	2-3	2-3	2	1-2	2	2-3
" <i>vesiculosus</i> (Blæretang)	2-3	1-2	2-3	2-3	2	1-2	2	2-3
<i>Laminaria digitata</i> (Fingertare)	2							
" <i>saccharina</i> (Sukkertare)	1-2	2	2	1-2			2	
<i>Pilayella littoralis</i>				+			2	2
Cf. <i>Ralfsia</i> sp.				1				

forts.

Tabell A1 forts.

Organismer	Stasjon/år		St. A3		St. A5		St. A6	
	1988	1989	1988	1989	1988	1989	1988	1989
CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)								
<i>Cladophora rupestris</i> (Grønndusk)							+	
<i>Cladophora</i> cf. <i>sericea</i>		1-2						
" sp.	2		2	2	2	1-2	+	1-2
<i>Enteromorpha</i> cf. <i>intestinalis</i> gr. (Tarmgrønske)	2	2	2	2		2	2-3	2
" cf. <i>prolifera</i> gr.		+				+		
<i>Prasiola stipitata</i>				2				
<i>Rhizoclonium implexum</i>						+		
<i>Ulothrix</i> cf. <i>flacca</i>		1						
" sp.	1		+	1			+	
<i>Ulva lactuca</i> (Havsalat)	2	1-2		1-2		2	1	2
<i>Urospora penicilliformis</i>		1					+	
BACILLARIOPHYCEAE (Diatomøer)								
<i>Achnanthes</i> sp.	2							
<i>Fragilaria</i> sp.		+						
<i>Licmophora</i> sp.	2	+	2	2				
<i>Schizonemastadium</i>							2	
Uidentifiserte					+		2	2
FAUNA (Dyr)								
<i>Asterias rubens</i> (Korstroll)	1-2	2		1-2	2	2		
<i>Balanus</i> cf. <i>improvisus</i> (Skipsrur)	2	1	2	2	2	2	2-3	2-3
<i>Dynamena pumila</i>	2			2				
<i>Littorina littorea</i> (Stor strandsnegl)	1-2	1-2			+	2	+	1
<i>Littorina saxatilis</i> (Liten strandsnegl)			2	+	+			
<i>Mytilus edulis</i> (Blåskjell)	2-3	2-3	2-3	2-3	3	3	2-3	2-3
Fastsittende ciliater				2				
Hydroider		2		2				
Mosdyr		2		2			+	
Antall rødalger (R)	10	5	8	6	1	2	7	3
" brunalger (B)	6	5	5	7	3	2	6	5
" grønnalger (G)	4	6	3	4	1	5	6	3
SUM R + B + G	20	16	16	17	5	9	19	10

Tabell A2. Gruntvannssamfunn (~ 0-2 m) i Ormefjorden (st. A8, Løvøyholmen) indre Brevikfjorden (st. A9, Øya/Brevik), Langangsfjorden (st. A21, N for Eikholmene) og Eidangerfjorden (st. A22, Kotøy), 22-24/8-1988 og 15-17/8-1989.

1: Sjelden/sparsom. 2: Vanlig. 3: Hyppig/dominerende.
+: Forekomst uten mengdevurdering.

Organismer	Stasjon/år		St. A8		St. A9		St. A21		St. A22	
	1988	1989	1988	1989	1988	1989	1988	1989	1988	1989
CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)										
<i>Calothrix scopulorum</i>	1-2	2	2	1			1		1	2
<i>Gloeocapsa crepidinum</i>	2	1-2	1-2	1-2			2		1	1-2
<i>Lyngbya lutea</i>	2									
<i>Phormidium autumnale</i>	1-2	2	2	1-2					2	2
" <i>gracile</i>		1		1			1			
<i>Plectonema battersii</i>		1	1	1-2						
" <i>norvegicum</i>	1-2	1-2					1-2		1	1
<i>Spirulina subsalsa</i>	2						2-3		2	
RHODOPHYCEAE (Rødalger)										
<i>Ceramium rubrum</i> (Rekeklo)	1	1-2	2						2	+
" <i>strictum</i>		+							+	
<i>Chondrus crispus</i> (Krusflik))	1						1-2		1-2	
<i>Furcellaria lumbricalis</i> (Svartkluft)	2						1-2		2	
<i>Hildenbrandia prototypus</i> (Fjæreblood)	1-2	+	+	1-2			2	2	+	1-2
<i>Phyllophora pseudoceranooides</i>									+	
<i>Polysiphonia nigrescens</i>									+	*
" <i>violacea</i>										1
<i>Porphyra umbilicalis</i> (Fjærehinne)	1									
" sp.										+
PHAEOPHYCEAE (Brunalger)										
<i>Ectocarpus</i> sp.			2				1-2			
<i>Elachista fucicola</i>			2	2-3			2		1-2	1-2
<i>Fucus evanescens</i> (Gjelvtang)	+	1-2							1-2	2
" <i>serratus</i> (Sagtang)	1-2	2					2-3	2		
" <i>vesiculosus</i> (Blæretang)	2	2	1-2	2-3			2	2-3	2	2-3
<i>Laminaria saccharina</i> (Sukkertare)	1-2		+						+	
<i>Sphacelaria</i> sp.							+			
Uident. trådformede	+									

* Under 2 m.

forts.

Tabell A2 forts.

Organismer	Stasjon/år		St. A8		St. A9		St. A21		St. A22	
	1988	1989	1988	1989	1988	1989	1988	1989	1988	1989
CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)										
Blidingia minima	+			1				1-2		2
Cladophora rupestris (Grønndusk)				+						
" cf. sericea				2-3						
" sp.	2	1-2			+		1-2	1-2	2	2
Enteromorpha cf. intestinalis gr. (Tarmgrønske)	2	2		2-3			+		2	
" cf. prolifera gr.							1-2			
" sp.								2		
Ulothrix sp.								+		
Ulva lactuca (Havsalat)	2	2		2				1-2	+	
Cf. Ulvaria obscura				+						
Urospora penicilliformis								+		
BACILLARIOPHYCEAE (Diatomèer)										
Achnanthes sp.								2		
Diatoma elongatum	2			+				2		
Licmophora sp.								2	2	
Rhoicosphenia curvata										
Schizonemastadium	2-3	+		+						
Uidentifiserte	2-3			2				2-3	2	+
FAUNA (Dyr)										
Asterias rubens (Korstroll)	1-2	2						+	1-2	
Balanus cf. improvisus (Skipturr)	2	2		2	2			2-3	2	2
Carcinus maenas (Strandkrabbe)	+	+						+	+	+
Littorina littorea (Stor strandsnegl)	1	2						2	2	+
Metridium senile (Sjønellik) *	2*			2-3*						
Mytilus edulis (Blåskjell)	2-3	2-3		2-3				2-3	2-3	2-3
Spirorbis sp. (Posthornmark)									+	
Uident. ciliater (fastsittende)										+
Antall rødalger (R)	5	3		2	1			3	1	6
" brunalger (B)	5	4		4	2			3	4	4
" grønnalger (G)	4	3		6	2			3	6	3
Sum R + B + G	14	10		12	5			9	11	13

* Under 2 m.

Tabell A3. Gruntvannssamfunn (~ 0-2 m) i Frierfjorden (st. A13 Steinholmen, St. A15 Saltbua, St. A16 Kanalen (Herøya), st. A17 Balsøya), 22-24/8-1988 og 15-17/8-1989.

1: Sjelden/sparsom. 2: Vanlig. 3: Hyppig/dominerende
+: Forekomst uten mengdevurdering.

Organismer	Stasjon/år		St. A13		St. A15		St. A16		St. A17	
	1988	1989	1988	1989	1988	1989	1988	1989	1988	1989
CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)										
<i>Calothrix scopulorum</i>	2-3	1	1	2-3	2	2	1-2	2		
<i>Gloeocapsa crepidinum</i>	1	1		2		1				
<i>Phormidium autumnale</i>	2-3	2	2-3	1-2	2					
" <i>gracile</i>			1	1	1-2	1-2				
<i>Plectonema norvegicum</i>	2	1-2		1	1	1				1-2
<i>Spirulina subsalsa</i>	1-2	+								
Uidentifiserte									1-2	
RHODOPHYCEAE (Rødalger)										
<i>Hildenbrandia prototypus</i> (Fjæreblod)		1								
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>			1-2*							
PHAEOPHYCEAE (Brunalger)										
Cf. <i>Pilayella littoralis</i>	+									
CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)										
<i>Blidingia minima</i>			2			2				
" var. <i>ramifera</i>	+		+							
<i>Cladophora</i> sp.	2-3	2-3	2	2	2-3	3	2-3	2-3	2-3	
<i>Enteromorpha</i> cf. <i>flexuosa</i> gr.	2									
" cf. <i>intestinalis</i> gr. (Tarmgrønske)	+									
" cf. <i>prolifera</i> gr.						+				
<i>Oedogonium</i> sp.						2				
<i>Spirogyra</i> sp.			+			2		+		
<i>Ulothrix</i> sp.						+		+		
BACILLARIOPHYCEAE (Diatomøer)										
<i>Brebissonia boeckii</i>			1-2		2	+	+			2
<i>Cocconeis</i> sp.			2	2						2
<i>Diatoma elongatum</i>	2	2	2	2						2
<i>Melosira</i> sp.	+	+			+		1-2	1-2	1-2	
<i>Rhoicosphenia curvata</i>		+								+
<i>Synedra</i> sp.	2	2		2		2	2	2	2	2
<i>Schizonemastadium</i>										2
Uidentifiserte			+		2					
FAUNA (Dyr)										
<i>Balanus</i> cf. <i>improvisus</i>	2	2	2	2		1-2	1-2	1-2		
<i>Hydrobia</i> cf. <i>ventrosa</i>		+			2		2			
Hydroider	2				+					
Ciliater (fastsittende)					+					
Antall rødalger (R)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
" brunalger (B)	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" grønnalger (G)	4	1	3	1	4	3	3	3	1	
Sum R + B + G	5	2	3	1	4	3	3	3	1	

* På 4-5 m

Tabell A4. Liste over registrerte systematiske enheter i Grenlandsfjordenes
grunntvannssamfunn (~0-2 m), august 1988 og august 1989.
OBS: Stasjonsbetegnelse forkortet (1=A1, 3=A3 osv.).

Organismer	1	3	5	6	8	9	13	15	16	17	21	22
CYANOPHYCEAE (Blågrønnalger)												
<i>Calothrix scopulorum</i>	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Gloeocapsa crepidinum</i>	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lyngbya lutea</i>					x							
<i>Phormidium autumnale</i>	x	x		x	x	x	x	x	x	x		x
" <i>gracile</i>		x			x	x		x	x	x	x	
<i>Plectonema battersii</i>	x	x		x	x	x						
" <i>norvegicum</i>	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x
<i>Spirulina subsalsa</i>		x	x	x	x		x				x	x
Uidentifiserte	x		x							x		
Antall	5	7	-	6	8	5	5	5	5	5	5	5
RHODOPHYCEAE (Rødalger)												
<i>Acrochaetium</i> sp.		x										
<i>Ahnfeltia plicata</i>	x	x										
<i>Ceramium rubrum</i>	x	x	x	x	x	x						x
" <i>strictum</i>	x	x		x								
<i>Chondrus crispus</i>	x	x		x	x						x	x
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	x				x						x	x
<i>Hildenbrandia prototypus</i>	x	x	x		x	x	x				x	x
<i>Nemalion multifidum</i>	x											
<i>Phycodryus rubens</i>				x								
<i>Phyllophora pseudoceranooides</i>	x	x		x								x
<i>Phymatolithon lenormandii</i>	x	x										
<i>Polydides rotundus</i>		x										
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	x	x		x								x
" <i>violacea</i>	x	x		x								x
<i>Porphyra umbilicalis</i>					x							
" sp.	x			x								x
Antall	12	11	2	8	6	2	1	-	-	-	3	9
PHAEOPHYCEAE (Brunalger)												
<i>Chordaria flagelliformis</i>	x											
<i>Ectocarpus</i> sp.	x	x	x			x					x	
<i>Elachista fucicola</i>	x	x		x	x	x					x	x
<i>Fucus evanescens</i>				x	x							x
" <i>serratus</i>	x	x	x	x	x						x	
" <i>vesiculosus</i>	x	x	x	x	x	x					x	x
<i>Laminarie digitata</i>	x											
" <i>saccharina</i>	x	x		x	x	x						x
<i>Pilayella littoralis</i>		x		x			x					
Cf. <i>Ralfsia</i> sp.		x						x				
<i>Sphacelaria</i> sp.											x	
Antall	7	7	3	6	5	4	1	-	-	-	5	4

forts.

Tabell 4 forts.

Organismer	1	3	5	6	8	9	13	15	16	17	21	22
CHLOROPHYCEAE (Grønnalger)												
<i>Blidingia minima</i>					x	x	x	x	x		x	x
<i>Cladophora rupestris</i>				x		x						
<i>Cladophora cf. sericea</i>	x					x						
" sp.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Enteromorpha cf. flexuosa</i> gr.							x					
" cf. <i>intestinalis</i> gr.	x	x		x	x	x	x				x	x
" cf. <i>prolifera</i> gr.	x		x						x		x	
" sp.			x	x		x					x	
<i>Oedogonium</i> sp.									x			
<i>Prasiola stipitata</i>		x										
<i>Rhizoclonium implexum</i>			x									
<i>Spirogyra</i> sp.								x	x	x		
<i>Ulothrix cf. flacca</i>	x											
" sp.	x	x		x					x	x	x	
<i>Ulva lactuca</i>	x	x	x	x	x	x				x	x	
Cf. <i>Ulvaria obscura</i>						x						
<i>Urospora penicilliformis</i>	x			x							x	
Antall	7	5	5	7	4	8	4	3	6	3	8	4
BACILLARIOPHYCEAE (Diatomées)												
<i>Achnanthes</i> sp.	x										x	
<i>Brebissonia boeckii</i>								x	x	x		
<i>Cocconeis</i> sp.								x		x		
<i>Diatoma elongatum</i>					x	x	x	x		x	x	
<i>Fragilaria</i> sp.	x											
<i>Licmophora</i> sp.	x	x									x	
<i>Melosira</i> sp.					x		x	x				
<i>Rhoicosphenia curvata</i>					x		x					
<i>Synedra</i> sp.					x	x	x	x				
<i>Schizonemastadium</i>				x				x				
Div. uidentifiserte			x	x	x	x			x	x		
FAUNA (Dyr)												
<i>Asterias rubens</i>	x	x	x		x						x	
<i>Balanus cf. improvisus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Carcinus maenas</i>					x						x	x
<i>Dynamena pumila</i>	x	x										
<i>Hydrobia cf. ventrosa</i>							x		x	x		
<i>Littorina littorea</i>	x		x	x	x						x	x
" <i>saxatilis</i>		x	x									
<i>Mytilus edulis</i>	x	x	x	x	x	x					x	x
<i>Spirorbis</i> sp.											x	
Uident. hydroider	x	x					x		x			
Fastsittende ciliater						x			x			
Antall rødalger (R)	12	11	2	8	6	2	1	-	-	-	3	9
Antall brunalger (B)	7	7	3	6	5	4	1	-	-	-	5	4
Antall grønnalger (G)	7	5	5	7	4	8	4	3	6	3	8	4
R + B + G 1988-89	26	23	10	21	15	14	6	3	6	3	16	17

Tabell A5. Innhold av fosfor (P), nitrogen (N), karbon (C) og % tørrstoff (TS) i skuddspisser (3-4 cm) av blæretang (*Fucus vericulosus*) fra Grenlandsfjordene og referansestasjoner på kysten av Vestfold og Telemark 22/4 og 22-25/8 1988, mg/kg tørrvekt. (Stasjonene i Grenlandsområdet og nedover Telemark-kysten (Stabbestad - st. A6) i rekkefølge etter minkende avstand fra Frierfjorden.)

Stasjoner	22/4-88				22-25/8-88			
	P	N	C	% TS	P	N	C	% TS
Stabbestad brygge	3.07	41.7	423	19.3				
Valle brygge	3.22	41.2	399	18.0	1.12	25.4	384	18.4
Åbyfjorden	2.88	49.8	426	16.6	0.96	22.2	393	17.1
St. A1 Åbyfjorden					1.33	22.8	403	12.2
St. A3 Helgerofjorden					0.78	23.0	397	17.0
Blokkebukta/Helgerofjorden	2.41	39.3	404	17.7	0.97	23.4	394	17.9
Langesund	3.11	37.4	413	17.3	1.40	32.9	403	14.3
St. A5, Mørefjorden					0.75	24.0	415	14.5
Bjønnes/Langangsfjorden	2.44	40.1	404	17.0				
St. A21/Langangsfjorden					0.75	18.7	399	17.0
St. A8 Ormefjorden					1.11	32.0	397	16.1
St. A22 Eidangefjorden					0.88	29.9	397	15.7
St. A6 Risøy/Brevikfjorden					1.58	29.0	394	15.4
St. A9 Øya/Brevik	2.52*	22.9*	424	20.4	0.74	24.7	411	19.5
Gurvika/Nevlunghamn	2.14	38.6	406	20.4	1.35	21.1	392	17.0
Gon Camp./Larviksfjorden	2.52	36.2	397	18.6				
Ula Camping	2.26	35.9	415	21.3				
Gjennomsnitt	2.66	38.3	411	18.7	1.06	25.3	398	16.3
Std. avvik	0.38	6.7	11	1.6	0.28	4.3	8	1.9

* Reanalyse viste 2.47 mg P/kg og 22.2 mg N/kg.

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8