

# Biologiske undersøkelser i Grenlandsfjordene

Av Tor Bokn og Brage Rygg

Tor Bokn og Brage Rygg er begge cand.real. med hovedfag i henholdsvis marin botanikk (1972) og marin zoologi (1969). De arbeider ved fjordseksjonen på NIVA

*Innlegg på seminar i Porsgrunn  
1. juni 1978.*

## **Innledning.**

Forurensninger påvirker miljøet til planter og dyr. I resipientundersøkelser og overvåkningsundersøkelser står biologiske studier derfor sentralt. I Grenlandsfjordene har Norsk institutt for vannforskning (NIVA) bl.a. utført undersøkelser av fastsittende alger (tang og tare), hardbunnsfauna og bløtbunnsfauna (NIVA 1977, 1978). Undersøkelsene er både økologisk og kjemisk rettet. De økologisk rettede undersøkelsene tar for seg sammenhengene mellom organismesamfunnene og de miljøbetingelser de lever under. Hvilke arter som lever i et område, deres individtetthet og innbyrdes mengde, gjenspeiler de totale betingelsene for liv på stedet. Kjemiske analyser av organismer gjøres for å spore forekomsten av mikroforurensninger i resipienten. En rekke stoffer har den egenskap at de akkumuleres sterkt i biologisk materiale, hvor de kan komme opp i mye høyere konsentrasjoner enn i vannmassene. Analyser av miljøgiftkonsentrasjoner i spiselige organismer er primært viktig ut fra et helsemessig synspunkt.

## **Fastsittende alger.**

Algefloraen i Grenlandsfjordene er registrert under seks tokt i tidsrommet juli

1974 — august 1976. I tillegg er det gjort et hovedfagsarbeid i samme område 1973 — 1975 (Holt 1976). Figur 1 gir en oversikt over stasjoner, hvor algevegetasjonen er undersøkt.

Ved å se på forholdet mellom artsantallet av rødalger, brunalger og grønnalger, vil en ofte kunne avgjøre hvilken kvalitet vannmassene i overflatelaget har hatt i den senere tid. I relativt upåvirkede og salte vannmasser er det regnet med en prosentvis fordeling mellom artsantallet av rødalger, brunalger og grønnalger på (35—55): (25—45): (10—20). Dette utgangspunkt er nærmere redegjort for i NIVA (1978) og Bokn (in prep.). I undersøkelsesperioden ble det funnet i alt 77 arter av makroskopiske alger. Algevegetasjonens artssammensetning og mengde endret seg fra de ytre fjordområder via midtre områder til Frierfjorden. Dette ga grunnlag for en inndeling i fire floristiske underområder (figur 1). I de ytre fjordpartiene (underområde I) var algesamfunnene stort sett slik en kunne vente å finne dem i områder med liten påvirkning av forurensninger eller brakkvann. I 1976 var det mindre grønnalger enn i 1974 og 1975. Det er mulig at dette kan settes i sammenheng med minsket tilgang på plantenæringsstoffer mot slutten av undersøkelsesperioden.

I underområde II var artsantallet av

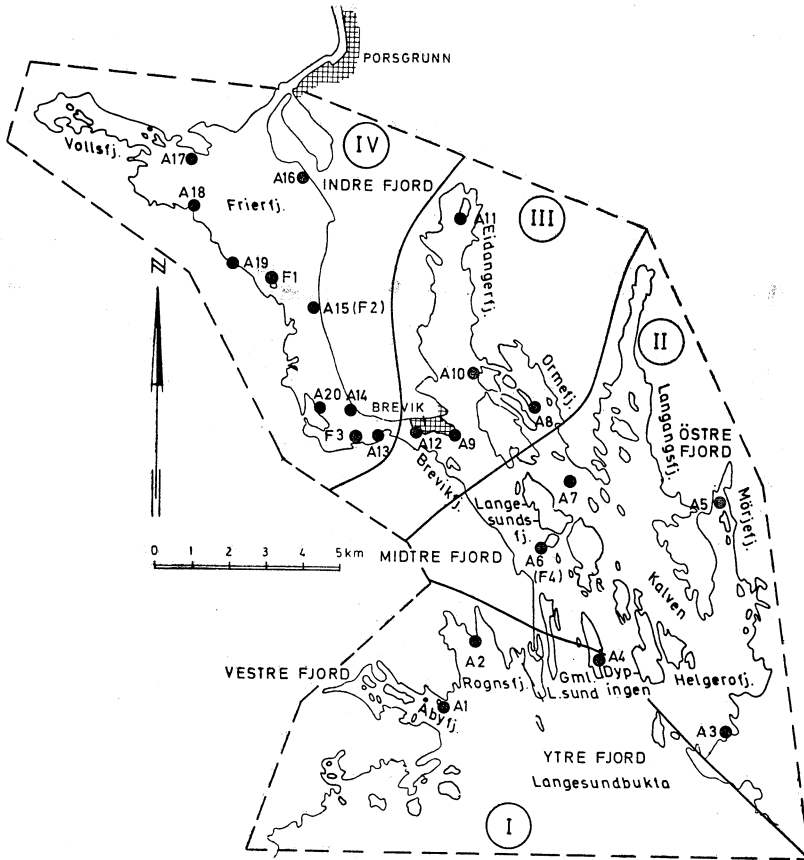


Fig. 1. Området for tang, tare og hardbunnsfauna undersøkelser 1974-76. Fjordsystemet er inndelt i fire underområder (I-IV)  
 ● Algestasjoner (A) og Stereofotostasjoner (F)

rødalger mindre, mens artsantallet av grønnalger var større. Det totale artsantall var som i underområde I. Forskyvningen mot grønnalger antas å skyldes økt brakkevannspåvirkning og tilgang på plantenæringsstoffer.

I underområde III var artsantallet nesten halvert i forhold til de ytre fjordavsnittene. Dette antas i hovedsak å skyldes de næringsrike vannmassene, som har lagt forholdene til rette for de ettårige, hurtigvoksende grønnalgene. Saltholdig-

het og siktedyp var ikke vesentlig redusert i forhold til underområde II. Det lavere artsantallet og forskyvningen mot grønnalgesamfunn er derfor antagelig en direkte og indirekte effekt av økt tilførsel av plantenæringsstoffer og andre forurensende stoffer.

I selve Frierfjorden (underområde IV) var artsantallet sterkt redusert med dominans av ettårige grønnalger. Sommeren 1975 og 1976 var strendene overgrodd med masseforekomster av grønnalgen *Cladophora*. Den sterkt nedsatte salthol-

digheten i de øverste metrene i Frierfjorden hindrer etablering av de fleste alger. Det kan heller ikke sees bort fra giftvirkninger i dette generelt hardt belastede område. Under spranlaget, der saltholdigheten er tilstrekkelig, hemmes algenes vekst bl.a. av nedslamming og for lite lys på grunn av det grumsete overflatevannet. I tabell 1 er de totale artsantall og den prosentvise fordeling mellom rød-, brun- og grønnalger i de fire underområdene vist.

Tabell 1. Prosentvis sammensetning av rødalger, brunalger og grønnalger, samt det samlede artsantall i festsittende algesamfunn gjennom årene 1974—1976.

	% rød- alger	% brun- alger	% grønn- alger	Samlet arts- antall
«Normalt»	35—55	25—45	10—20	
Underområde I	44—47	26—37	17—26	54
—»— II	29—38	29—34	31—37	55
—»— III	29—35	24—25	40—48	29
—»— IV	0—20	0—20	60—100	10

### Bløtbunnsfauna.

I så godt som alle fjorder består størstedelen av bunnarealet av sedimenter. Denne såkalte bløtbunn huser under normale forhold et rikt dyreliv som ernærer seg av og omsetter det organiske materiale som tilføres fra overliggende vannmasser. Flere fiskearter har bløtbunnsdyr som sitt viktigste næringsgrunnlag.

Bløtbunnsfauna omfatter en rekke forskjellige dyregrupper fra encellede protozoer (urdyr) til store sjøpølser. Ved bearbeidelsen av prøver tas det bare hensyn til makrofauna-delen, det vil si de dyr

som holdes tilbake når prøvene vaskes gjennom siler med 1 millimeters hull.

Et ofte forekommende vannkvalitetsproblem i terskelfjorder er oksygenmangel, og det er i dypvannet og ved bunnen at oksygenproblemen først melder seg. Bløtbunnsfaunaen er derfor det organismeresamfunn som først påvirkes ved en utvikling mot dårlige oksygenforhold.

Det en vet om bløtbunnsfaunaen i Frierfjorden baserer seg hovedsakelig på prøver som ble innsamlet med grabb i juli 1974. Langesundsfjordens fauna ble undersøkt ved innsamling med bunnslede i 1975.

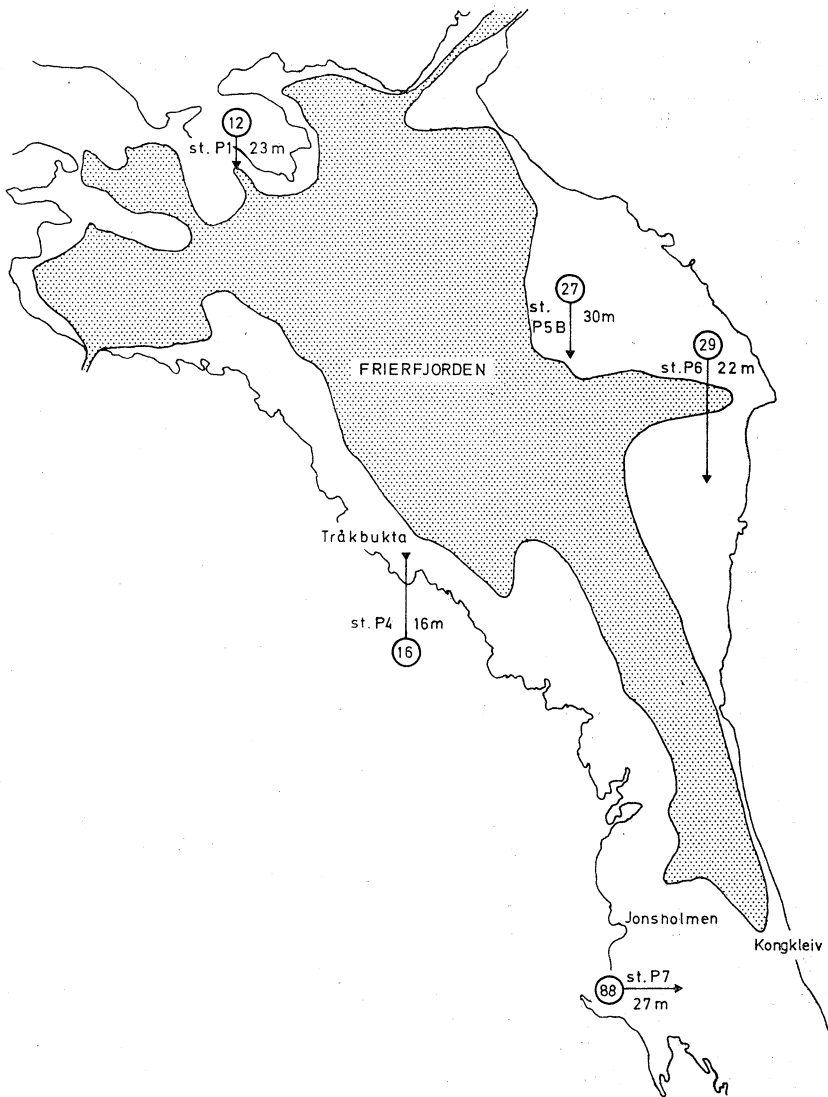


Fig. 2. Artsantall (O) i bløtbunnsfaunapróver fra fem stasjoner (▼) og utbredelsesområdet for råtten bunn (.....) i Frierfjorden

De registrerte artsantall på fem grabbstasjoner i Frierfjorden er vist på figur 2. Det skraverte området viser bunnarealet hvor det periodevis råder anoksiske (råtne) forhold. Artsantallet på stasjonene innerst i Frierfjorden var lite. Stasjonene på fjordens østside hadde en noe rikere fauna enn stasjonene på fjordens nord- og vestside. Overgangen fra artsfattig til artsrik fauna var svært markert fra indre til ytre Frierfjord.

Det kan tenkes flere årsaker til den reduserte bløtbunnsfaunaen i indre Frierfjord, men fra ca. 20 meters dyp og nedover har redusert oksygeninnhold vært en tilstrekkelig utslagsgivende faktor. Pakker med råttent vann kan dessuten opptre høyere opp i forbindelse med de periodiske dypvannsutskiftninger. Dypere enn 30—40 meter er det flere ganger observert anoksiske vannmasser. Det må derfor antas at størstedelen av fjordens bunnarealer innenfor Jonsholmen — Kongleiv (figur 2), med unntak for spesialiserte mikrober, i lange perioder er uten liv. Noen grabbprøver tatt på forskjellige dyp i Tråkbukta, viste tydelige biologiske forskjeller forårsaket av den vertikale oksygengradienten. En prøve fra 35 m inneholdt hydrogensulfidholdig og tilsynelatende dødt bunnmateriale. På 24 m fantes et fåtall levende individer av én muslingart (*Thyasira* sp.) og én børstemark-art (*Synelmis klatti*). I prøver tatt mellom 18 og 15 m dyp fantes 3 muslingarter og 12 børstemarkarter, foruten at individtettheten var betydelig større enn på 24 m dyp. I tillegg til dårlige oksygenforhold i dypvannet kan det ikke utelukkes at giftstoffer som er ført ut i Frierfjorden kan ha redusert livsbetingelsene betydelig. Materialet fra innsamlingen i Langesundsfjorden med bunnslede had-

de et dominerende innslag av krepsdyr, og ga inntrykk av et sunt organismesamfunn og gode miljøbetingelser for et variert dyreliv. En rik krepsdyrfauna ble også registrert av Hjort & Dahl (1900) i tråltrekk fra Brevikfjorden. På bløtbunn i Frierfjorden er det ikke funnet krepsdyr. Mange arter innenfor denne gruppen er kjent for å være ømtålige overfor forurensninger.

### Hardbunnsfauna.

På fjell- og steinbunn der det er for bratt eller for mye bølger eller strøm til at sedimenter kan bygge seg opp, finnes andre dyrearter enn på bløtbunn. Noen former sitter fast til underlaget, mens andre er frittlevende.

Hardbunnsfaunaen i Grenlandsfjordene er undersøkt ved flere dykkertokt. Formålet med registreringene er å kartlegge forekomst og dybdeutbredelse av artene i de forskjellige deler av området. I den utstrekning de vanligste artenes miljøkrav er kjent, kan deres forekomst eller fravær brukes som indikasjon på miljøforholdene, deriblant eventuelle forurensningspåvirkninger.

Resultatene viser stort sett et normalt faunabilde i forhold til de naturgitte miljøbetingelser på lokalitetene. I indre Frierfjord har virkninger av oksygenmangel gjort seg gjeldende fra 25—30 meters dyp på samme måte som for bløtbunnsfaunaen. For øvrig kan forekomst eller mangel av de forskjellige arter på stasjonene forklares ut fra bl.a. brakkvannspåvirkning, næringstilgang, tilgrumming og sedimentering av partikler, substrattyppe, eller eksponering for strøm og bølger. På de ytre stasjonene er faunaen ikke påvirket av brakkvann. Nærmere Frierfjorden og Skiensselvas utløp blir

brakkvannspåvirkningen tydeligere. I midtre og indre områder er faunaen også preget av stor næringstilgang som følge av overgjødningen av Frierfjorden.

Selv om de ovennevnte faktorer kan synes å være tilstrekkelige som forklaring på reduserte marine organismesamfunn, kan man heller ikke se bort fra at de varierte forurensningspåvirkningene (kvikksølv, organiske mikroforurensninger, ammoniakk o.a.) har betydd en tilleggpåkjenning og bidratt til artsfattigdommen (Rygg & Bokn 1976, NIVA 1978).

Den langsiktige overvåkingen som etterfølger hovedundersøkelsen, har som formål å påvise endringer i tilstanden fra ett tidspunkt til et annet. Fra og med hardbunnsfaunatoktet i september 1976 er det derfor tatt i bruk en registreringsmetode som er spesielt egnet for dette formålet. Den består i å stereofotografere fast oppmerkete felter på bunnen. Organismene forstyrres lite, og nøyaktig de samme feltene kan siden besøkes og fotografere med kortere eller lengre mellomrom for å følge med i eventuelle forandringer i organismesamfunnene.

På hvert dyp blir det tatt bildepar av seks kvadrater langs et felt på 0,5 x 3 m. Hvert bildepar blir senere betraktet i en stereokomparator, hvor det er mulig å se tredimensjonale strukturer i opptil 40 gangers forstørrelse. Dette gjør det mulig å artsbestemme dyr ned til 1 mm's størrelse. Artenes individtall og dekningsgrad, dyrenes størrelse m.m. kan bestemmes. I og med at samme kvadrat kan sammenlignes med seg selv ved forskjellige tidspunkter, vil til og med ganske små endringer over tid være lette å påvise.

Plasseringen av stereofotostasjonene er vist på fig. 1.

### **Miljøgifter.**

Ved siden av overgjødning og oksygenmangel, utgjør miljøgiftene et alvorlig forurensningsproblem i Frierfjordområdet. De lokale tilførsler har vært store, men for visse stoffer har rensetiltak ført til en betydelig minsking i utslippene i de siste par år. I organismene i fjorden er det funnet betenkelig høye konsentrasjoner av kvikksølv og klorerte organiske forbindelser. Hvilken virkning stoffene kan ha hatt på bestanden av fisk, andre dyr eller alger er det ingen som kan si noe sikkert om. Kvikksølv er imidlertid periodisk påvist i giftige konsentrasjoner, og det samme er sannsynliggjort for ammoniakk. Den helsemessige risikoen ved å spise Frierfjordfisk er heller ikke lett å fastslå, men nivåene av kvikksølv og heksaklorbenzen har i flere tilfeller ligget over det som er akseptabelt. Utslippene av heksaklorbenzen og beslektede stoffer ble betydelig redusert i 1975. Som en konsekvens av dette har innholdet av stoffene i fisk og andre organismer sunket. Men det er fremdeles temmelig stor variasjon fra prøve til prøve. Overvåkingen av miljøgifter i spiselige organismer fra Frierfjorden må derfor fortsette.

### **Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene.**

Etter at NIVA's 3-års hovedundersøkelse av forurensningen i Grenlandsfjordene var slutt våren 1977, ble et program for en langsiktig overvåking utarbeidet og startet etter oppdrag fra Fylkesmannen i Telemark. Målsettingen er å følge utviklingen i fjordene i årene fremover, å påvise eventuelle forverringer eller forbedringer, og å kartlegge årsakssammenhengen mellom resipienttilstand og forurensningstilførsler. Resultatene fra ho-

vedundersøkelsen danner grunnlaget for å vurdere resultatene fra overvåkingen. Overvåkingsprogrammet er derfor bygget opp av utvalgte elementer av hovedprogrammet.

Vannutskiftning og vannkvalitet undersøkes ved fire tokt pr. år, som suppleres med tokt som Statens biologiske stasjon i Arendal utfører. Kjennskap til vannutskiftning, temperatur og hydrokjemiske forhold er nødvendig for tolkningen av resultatene fra de biologiske undersøkelserne.

For å overvåke situasjonen på bunnen i fjordene i årene som kommer, er det foreslått sedimentundersøkelser hvert 5. år. Ved å analysere det materialet som har sedimentert i løpet av en slik periode, kan en få et integrert anslag av de forurensende stoffer som er tilført, og sammenligne dette med underliggende (dvs. eldre) lag i sedimentet.

Også bløtbunnsfaunaundersøkelser gjen-  
tas hvert 5. år på utvalgte stasjoner. Hardbunnsfaunaundersøkelser ved stereo-  
fotografering, samt algeregistreringer, ut-  
føres to år på rad med tre års mellomrom. Studiet av organismesamfunnene er nød-  
vendig fordi det bare er de som gir en  
indikasjon på forandringer i den totale  
forurensningsbelastningen.

Forekomsten av miljøgifter overvåkes  
årlig ved analyser av forskjellige prøver  
fra fjorden. Fiskeundersøkelser og helse-  
messige sider tas hånd om av veterinær-,  
fiskeri- og helseinstitusjonene.

Et viktig ledd i overvåkingen er å  
holde seg ajour med forandringer i for-  
urensetingstilførslene, og å forsøke å finne  
årsakssammenhengen mellom disse og  
eventuelle endringer i resipienten. Dette  
kan gi grunnlag for å kanalisere renssetil-  
takene dit de monner mest.

## LITTERATUR

- Bokn, T.* (in prep.). Use of Benthic Algae Classes as Indicators of Eutrophication in Estuarine and Marine Waters.
- Hjort, J. & Dabl, K.*, 1900. Fishing Experiment in Norwegian fjords. *Rep. Norw. Fish. Mar. Invest.* 1 (1): 1—214.  
Plansjer I—III.
- Holt, G.* 1976. Den litterale algevegetasjonen i Grenland, Nedre Telemark. Manuskript. Universitetet i Oslo.
- NIVA*, 1977: 0-111/70. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Rapp. nr. 6. Fremdriftsrapport fra de biologiske undersøkelsene mars 1974 — mai 1976.  
(T. Bokn, L. Kirkerud, K. Kvalvågnes og B. Rygg).
- NIVA*. 1978: 0-111/70. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder. Sluttrapport. (Saksbehandler: J. Molvær).
- Rygg, B & Bokn, T.*, 1976. Klorerte hydrokarboner i vann, sediment og organismer i Frierfjordområdet. *Organiska Miljøgifter i Vatten*. Tofte nordiska symposiet om vattenforskning. Visby 11.—13. maj 1976. *NORDFORSK* 1976: 2.