

O~8000316

# Basisundersøkelse i Glomfjord 1981-82

## Sammendragsrapport



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse:  
Postboks 333, Blindern  
Oslo 3

Brekkeveien 19  
Telefon (02) 23 52 80

Rapportnummer: 0-8000316
Undernummer: I
Løpenummer: 1614
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Basisundersøkelse i Glomfjord 1981-82 Sammendragsrapport	Dato: 2.5.1984
	Prosjektnummer: 0-8000316
Forfatter(e): Jarle Molvær Jon Knutzen Brage Rygg Jens Skei	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Nordland
	Antall sider (inkl. bilag): 41

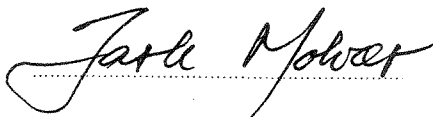
Oppdragsgiver: Norsk Hydro, Glomfjord fabrikker	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt:

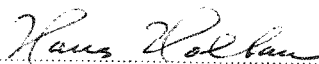
Det er utført en undersøkelse av vannutskiftning, vannkvalitet, bunnsedimenter, bløtbunnfauna, miljøgifter i organismer og av organismesamfunn på grunt vann i Glomfjord. Fjorden er tydelig overbelastet med gjødselstoffer. I fjordens overflatelag medfører dette stor planktonproduksjon og uklart vann i sommerhalvåret. For fjordens dypvann betyr dette stort oksygenforbruk og muligens perioder med kritiske oksygenforhold. I strandsonen viste overbelastningen seg primært ved en massiv begroing av grønnalger og/eller rur vel 1 km innover og ca. 3 km utover fra Glomfjord fabrikker. Bunnsedimentene er noe forurensset av PAH. Bare på en stasjon viste bløtbunnfaunaen tegn på organisk belastning. Analyser av metaller i tang samt PAH og PCB i blåskjell tydet ikke på tilførsler av betydning. Med forbehold om konsekvenser for fisket ved ugunstige oksygenforhold, synes det ikke som de registrerte forurensningseffekter skader andre bruksinteresser i noen særlig grad. Den planlagte reduksjonen i ferskvannstilførsel til fjorden kan forsterke effektene av overgjødningen.

4 emneord, norske:
1. Basisundersøkelse Glomfjord 1981-82
2. Hydrokjemi
3. Littoralsamfunn
4. Bløtbunnfauna
5. Sedimenter
6. Miljøgifter

Prosjektleder:



Divisjonssjef:



4 emneord, engelske:
1. Glomfjord
2. Hydrochemistry
3. Littoral communities
4. Soft bottom fauna
5. Sediments
6. Toxic materials

For administrasjonen:



ISBN 82-577-0775-9

0-8000316

Basisundersøkelse i Glomfjord 1981-82

Sammendragsrapport

Oslo, mai 1984

Prosjektleder: Jarle Molvær

For administrasjonen:

J. E. Samdal

Lars N. Overrein

FORORD

På oppdrag fra Norsk Hydro Glomfjord fabrikk og Statens forurensningstilsyn har NIVA i samarbeid med Nordland Distriktshøgskole, Bodø, gjennomført en undersøkelse av forurensningssituasjonen i Glomfjord. Prøveinnsamlingen foregikk i 1981-82 og resultatene er blitt rapportert av Næs, Rygg og Skei (1982) og Molvær og medarb. (1984).

Denne rapporten er utarbeidet på oppdrag av Norsk Hydro Glomfjord fabrikk, og gir et sammendrag av resultatene og vurderingene i de to forannevnte rapportene.

Jarle Molvær

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	2
KONKLUSJONER	4
1. INNLEDNING	5
1.1 Beskrivelse av fjordområdet	5
1.2 Forurensningstilførsler	5
1.3 Problemstillinger og mål for undersøkelsen	5
2. UNDERSØKELSER AV VANNUTSKIFTNING OG VANNKVALITET	8
2.1 Undersøkelserprogram	8
2.2 Vannutskiftningen i fjorden	10
2.3 Vannkvaliteten i fjorden	13
3. UNDERSØKELSER AV ORGANISMESAMFUNN I STRANDSONEN OG PÅ HARDBUNN	16
3.1 Undersøkelserprogram	16
3.2 Samfunnets sammensetning	18
3.3 Innhold av fosfor og nitrogen i tang.	21
4. UNDERSØKELSER AV ORGANISMESAMFUNN PÅ BLØTBUNN	25
4.1 Undersøkelserprogram	25
4.2 Resultater	26
5. UNDERSØKELSER AV BUNNSEDIMENTER OG PARTIKLER I VANNMASSEN	29
5.1 Undersøkelserprogram	29
5.2 Resultater	30
6. UNDERSØKELSER AV MILJØGIFTER I ORGANISMER	33
6.1 Undersøkelserprogram	33
6.2 Resultater	33
7. KONSEKVENSER FOR BRUKSINTERESSER	35
8. FJORDENS FORURENSNINGSTILSTAND VED ENDRET FERSKVANNSTILFØRSEL	37
9. LITTERATUR	40

## KONKLUSJONER

Glomfjord er tydelig overbelastet med gjødselstoffer. I overflatelaget resulterer gjødslingen i høy planktonproduksjon i sommerhalvåret, noe som medfører farget og uklart vann. Til tider er sikten i vannmassene så dårlig at det er på grensen av det som aksepteres for friluftsbad.

Planktonoppblomstringen om våren kan medføre et svært høyt oksygenforbruk i dypvannet i tiden etter. Man kan ikke se bort fra at det kan inntreffe perioder med kritiske oksygenforhold i dypvannet.

I fjærebeltet viste overgjødslingen seg primært ved en massiv begroing med grønnalger omkring flomålet og i øvre del av fjæra. Det må antas at begroingen over flommålet delvis skyldes nedfall fra fabrikkutslipp til luft.

Det sterkest berørte området er fjærebeltet på fjordens nordside fra fabrikkutslippet til omkring småbåthavnen ved Sætvik. Tydelig overbelastning med gjødselstoffer kunne spores ut til Sildneset, og sannsynlige indikasjoner på overgjødsling ble registrert i hele Glomfjord innenfor Mesøy-Sandviksholmene.

Høye fluorkonsentrasjoner (ca. 10-15 ganger normalinnholdet) i blåskjell ble funnet innenfor en avstand av ca. 0,5 km fra fabrikkutslippet.

Konsentrasjonene av metaller i tang og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og PCB i skjell var lave eller moderate (PAH), og tyder ikke på lokale tilførsler av vesentlig betydning.

Bare på en stasjon i indre Glomfjord viste bløtbunnsfaunaen tegn på organisk belastning.

Det er liten partikkelforurensning i Glomfjord, og i bunnsedimentene er det kun fosfor, fluor og PAH som opptrer i forhøyede konsentrasjoner nær fabrikkområdet.

Med forbehold om og konsekvenser for fiske av periodevis dårlige oksygenforhold i dypvannet, synes det ikke som om de forurensningseffektene som er registrert vil skade andre bruksinteresser i noen særlig grad.

Redusert ferskvannstilførsel vil medføre dårligere vannutskiftning i overflatelaget og kan forsterke effektene av overgjødsling i fjorden.

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Beskrivelse av fjordområdet

Figur 1.1 gir en oversikt over det fjordområdet som inngikk i undersøkelsen, og fig. 1.2 viser fjordens bunnprofil målt langs dypålen. Vi ser at vannmassen under ca. 100 m dyp ikke har fri forbindelse med kystvannet.

Fjordens ferskvannstilførsel er sterkt regulert. Som årsmiddel er den ca.  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , derav ca.  $27 \text{ m}^3/\text{s}$  fra kraftstasjonen innerst i fjorden.

### 1.2 Forurensningstilførsler

Som årsmiddel ble fjorden i 1981 tilført ca. 5,2 tonn nitrogenforbindelser pr. døgn, og ca. 0,73 tonn fosforforbindelser pr. døgn. Utslippene fra Glomfjord fabrikker utgjorde ca. 95-99% av dette, og stoffene forelå i alt vesentlig som nitrat, ammoniakk og ortofosfat. For sammenligningens skyld nevnes at nitrogentilførslene tilsvarer utslippet fra en befolkning på ca. 430.000 mennesker, og fosforutslippet ca. 290.000 mennesker (1 pe. = 2,5 P/døgn og 12 g N/døgn).

Av øvrige utlipp fra Glomfjord fabrikker nevnes 170-190 kg fluor pr. år og 25-50 kg kopper pr. år. Kopperutslippet ble stoppet høsten 1981.

### 1.3 Problemstillinger og mål for undersøkelsen

Bakgrunnen for undersøkelsen var Norsk Hydro's og myndighetenes behov for kjennskap til virkninger på vannkvalitet, organismsamfunn mv. av de store utslippene av fosfor- og nitrogenforbindelser. I forbindelse med Svartisen-utbyggingen vurderer Norsk Hydro også annen produksjon i Glomfjord. Ved Svartisen-utbyggingen er dessuten storparten av ferskvannet som nå går til fjorden fra Glomfjord kraftstasjon, planlagt overført til Holandsfjord kraftverk lenger sør.

Det er således en mulighet for at den nåværende forurensningstilstand blir endret, både fordi belastningen endres og fordi vannutskiftningsforhold og saltholdighet i overflatelaget blir endret ved redusert ferskvannstilførsel.

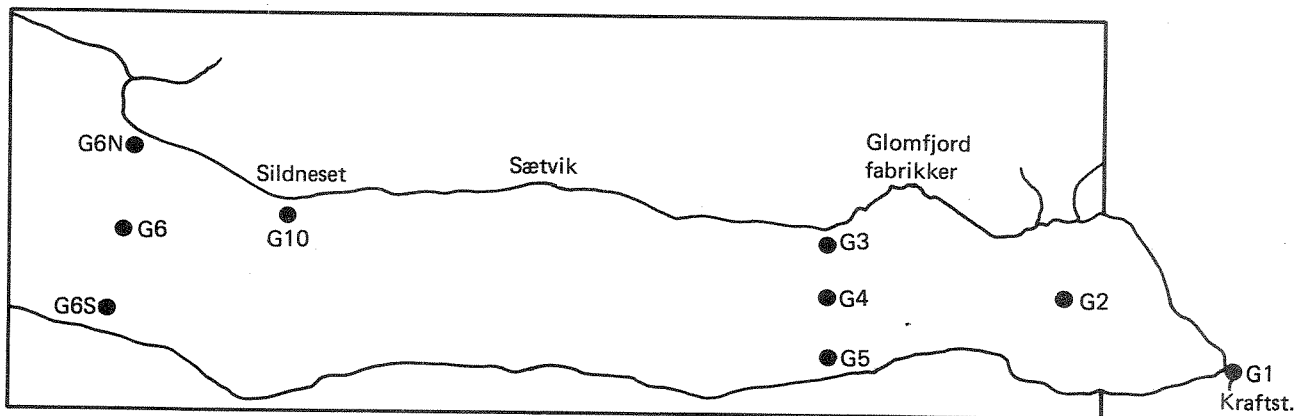
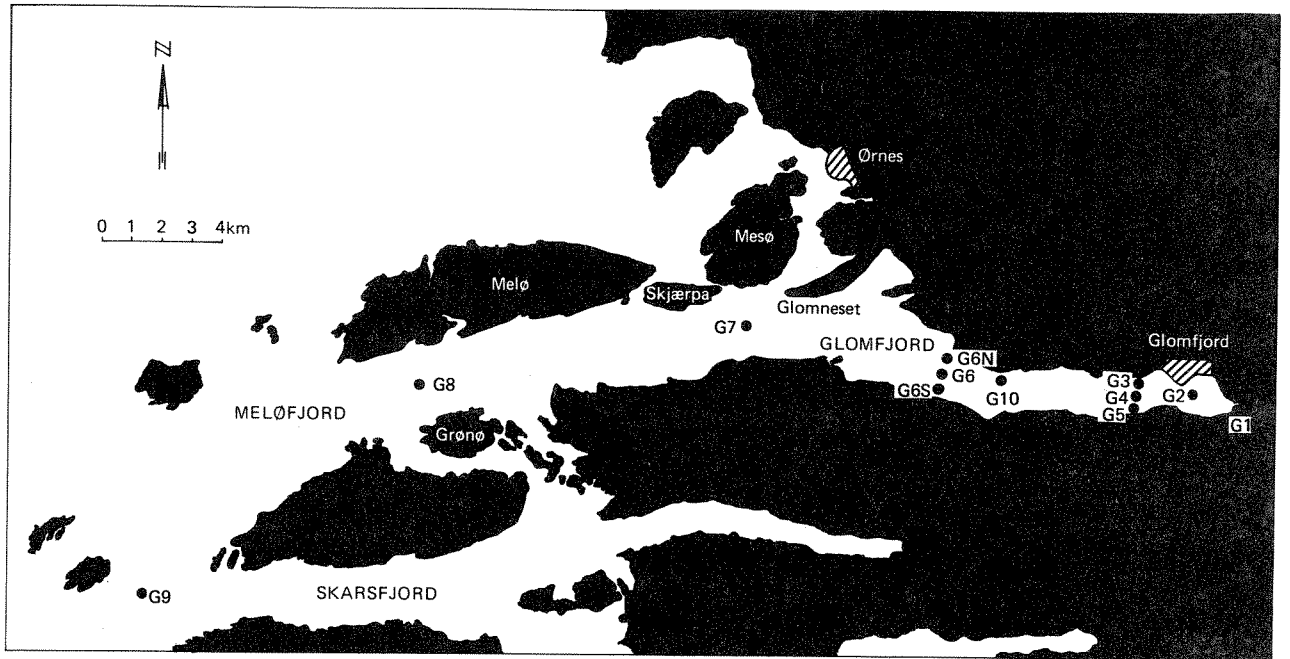


Fig. 1.1 Glomfjord med hydrokjemistasjoner.



På denne bakgrunn har formålet med resipientundersøkelsen vært å

1. Beskrive den nåværende tilstand i Glomfjord og dermed fremskaffe referansedata for å bedømme senere utvikling og eventuelle effekter av framtidige industriutslipp.
2. Knytte sammenhengen mellom belastning, forurensningstilstand og naturgitte hydrofysiske og klimatiske forhold, og derved gi Norsk Hydro og miljøvernmyndigheter grunnlag for å vurdere behov og muligheter for alternative forurensningsbegrensende tiltak.

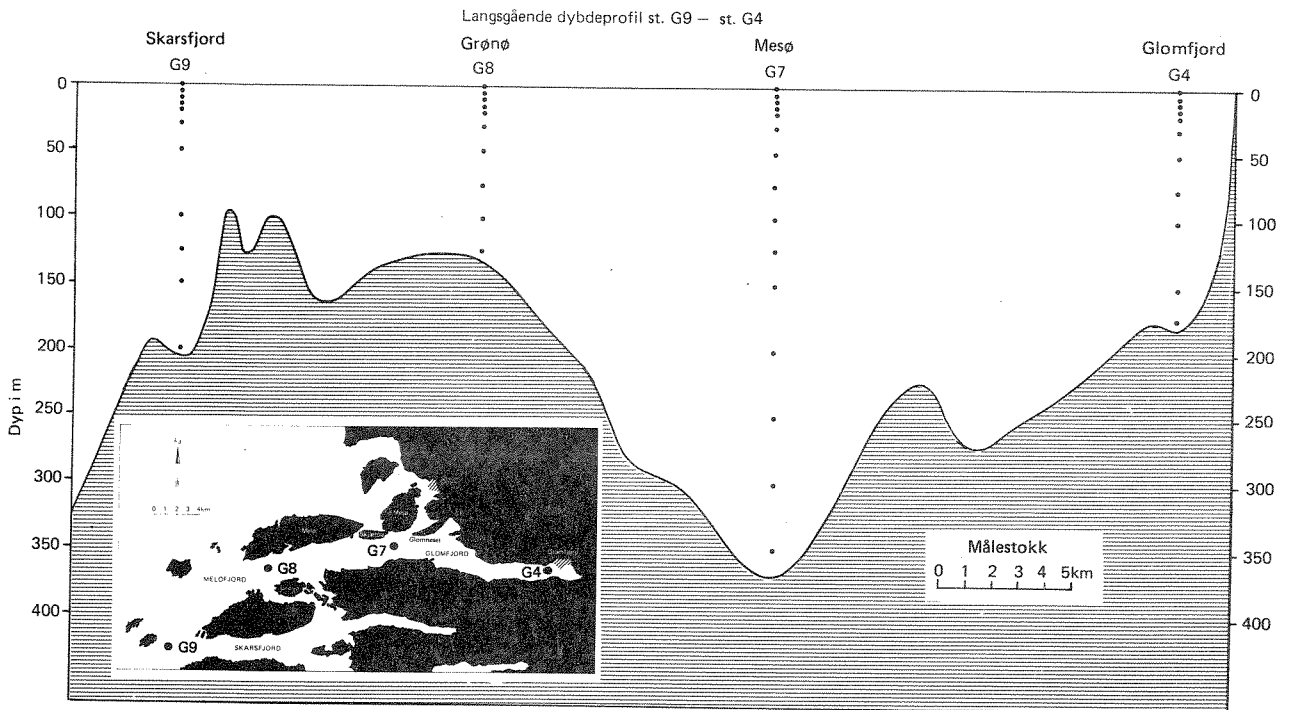


Fig. 1.2 Langsgående bunnprofil.

## 2. UNDERSØKELSER AV VANNUTSKIFTNING OG VANNKVALITET

### 2.1 Undersøkellesprogram

Foruten å gi opplysninger til støtte for undersøkelsene av vannkvalitet og biologiske forhold, tok undersøkelsen av vannutskiftningen sikte på å bestemme vannmassenes oppholdstid og betydningen av de forskjellige vannutskiftningsmekanismene.

De hydrokjemiske undersøkelsene i overflatelaget og ned til ca. 20 m dyp hadde primært som mål å registrere effekter av utslippene av plantenæringsstoffer fra Glomfjord fabrikker. I dypvannet ble oppmerksomheten rettet mot oksygenforholdene.

Det ble utført målinger på i alt 12 stasjoner, se fig. 1.1. Tabell 2.1 gir en skjematisk oversikt over prøver og analyser for de enkelte stasjoner.

I alt 8 ganger i tidsrommet 18.3.81-11.10.82 ble det utført målinger av temperatur, saltholdighet, oksygen og totalfosfor fra overflaten og til bunnen på stasjonene G4, G7, G8 og G9, se figur 1.1.

Prøveinnsamlingen ble utført av Nordland Distriktshøgskole, Bodø.

Med unntak for st. G1, G8, G9 og delvis st. G10, ble temperatur og saltholdighet målt to ganger månedlig på alle stasjoner. Målingenes omfang varierte noe. På de fleste stasjoner ble målt til 20 m dyp, mens på G4 og G7 ble målt til 80 m. Disse målingene ble utført av Glomfjord fabrikker.

Den øvrige delen av måleprogrammet ble konsentrert om overflatelaget (0-2 m dyp). På st. G4 og st. G7 ble målinger av fosfor, nitrogen og klorofyll a gjort ned til 20 m dyp. Prøveinnsamlingen ble utført av Glomfjord fabrikker i tilknytning til målingene av temperatur og saltholdighet.

For detaljer om prøveinnsamlingen henvises til Molvær og medarb. (1984), kapitlene 2 og 3.

Tabell 2.1 Oversikt over hydrografisk/hydrokjemisk måle- og analyseprogram. \*

Stasjon	Prøver fra	Parametre og observasjoner													
		Temp. salt.	Oksygen	Tot.P Ortofosfat	Tot.N, nitrat, ammonium	Klorofyll a	Plante- plankton	Part. materiale	pH	Siktedyp vær, vind					
G1	Overflate			X	X			X	X						
G2	"	X		X	X			X	X			X			X
G3	"	X		X	X			X	X			X			X
G4	"	X	X	X	X	X		X	X		X	X			X
	Intermed. lag	X	X	X	X			X	X						
	Dypvann	X	X	X	X			X	X						
G5	Overflate	X		X	X			X	X			X			X
G6	"	X		X	X			X	X			X			X
G6S	"	X		X	X			X	X			X			X
G6N	"	X		X	X			X	X			X			X
G7	Overflate	X		X	X			X	X		X	X			X
	Intermed. lag	X		X	X			X	X			X			
	Dypvann	X		X	X			X	X			X			
G8	Overflate	X		X	X			X	X			X			
	Intermed. lag	X		X	X			X	X			X			
	Dypvann	X		X	X			X	X			X			
G9	Overflate	X		X	X			X	X			X			
	Intermed. lag	X		X	X			X	X			X			
	Dypvann	X		X	X			X	X			X			
G10	Overflate	X		X	X			X	X			X			X

\* Ortofosfat ble ikke analysert i dypvannet.

## 2.2 Vannutskiftningen i fjorden

Vannmassene i Glomfjord kan inndeles i tre lag:

1. Overflatelaget. Tykkelsen varierte vanligvis mellom ca. 0,5 m og 2 m. Saltholdigheten var vanligvis 25-33 ‰.
2. Intermediært lag. Ligger mellom overflatelaget og fjordens terskeldyp på ca. 100 m. Har åpen forbindelse med kystvannet.
3. Dypvannet. Fra terskeldyp og ned til fjordens største dyp på ca. 370 m. Terskelen hindrer fri forbindelse med havet.

### Overflatelaget

Undersøkelsene viste at vannutskiftningen i overflatelaget domineres av en i middel utgående brakkvannsstrøm, forårsaket av ferskvannstilførselen. Det er ikke utført strømmålinger, men målinger av saltholdigheten på tvers av fjorden tyder på at denne brakkvannsstrømmen er sterkest på nordsiden av fjorden, fig. 2.1.

Andre viktige vannutskiftningsmekanismer er vind og tidevann. Overslagsberegninger tyder på at overflatelagets midlere oppholdstid vil variere mellom ca. 10 timer og 40 timer.

### Intermediært lag

I denne vannmassen ble temperatur og saltholdighet målt ned til 80 m dyp ca. to ganger i måneden. Som fig. 2.2 viser var tidsvariasjonene store. Vannutskiftningen blir styrt av skiftende hydrografiske forhold utenfor fjorden, vindforholdene i fjorden, tidevann og returstrømmer fra den utgående brakkvannsstrømmen i overflatelaget (av betydning for de øverste 15-20 m). Fig. 2.2 viser at oppholdstiden vanligvis ikke er lenger enn 2-6 uker; antakelig iblant en uke eller mindre. Oppholdstiden er kortest i de øverste 10-20 m.

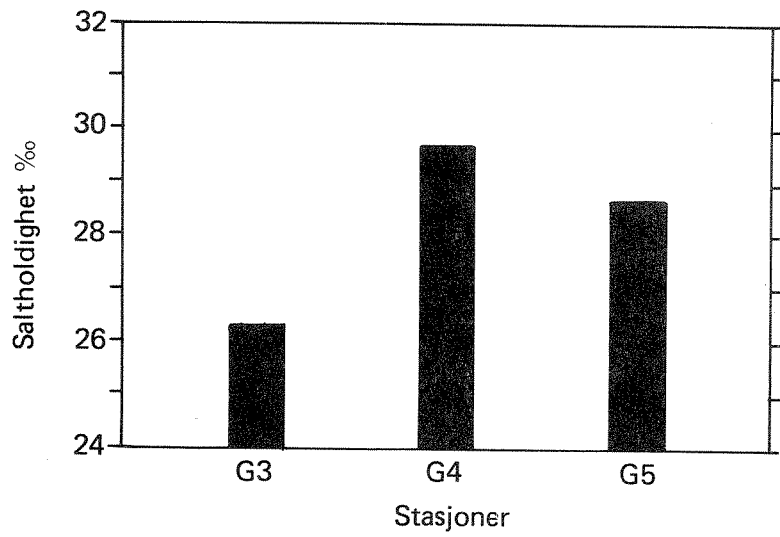


Fig. 2.1 Midlere saltholdighet i 0,5 m dyp for tverrsnittet st. G3 - G5

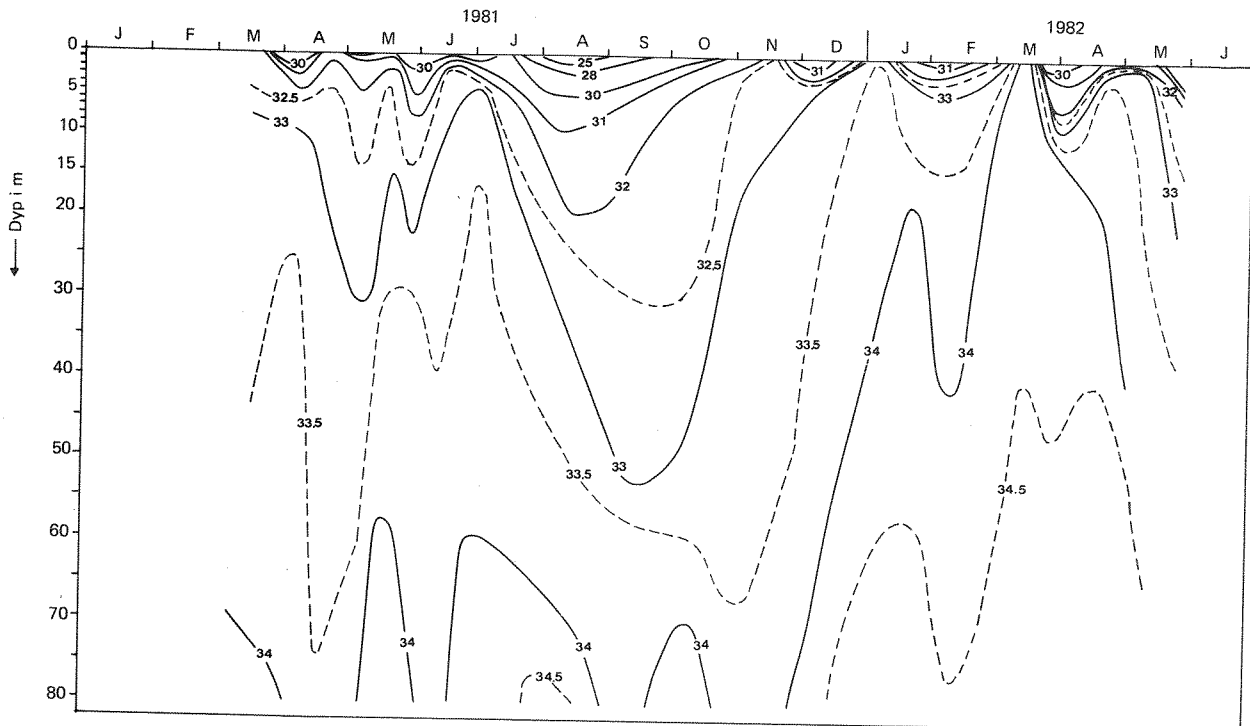


Fig. 2.2 St. G4. Saltholdigheten i 0-80 m dyp framstilt som tidsisoplet.

### Dypvannet

Målingene viste en omfattende dypvannsfornyelse i tidsrommet mai-juli 1981. Målinger som Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt har utført i september/oktober siden 1975 (upublisert materiale) kan tyde på at dypvannsutskiftninger foregår hvert år i løpet av våren - eller tidlig på sommeren. Dette er i samsvar med resultater fra andre lignende terskelfjorder.

Som grunnlag for å beskrive omfang og tidspunkt for dypvannsfornyelser er en måleserie over ca. 1,5 år i korteste laget. Kombinert med erfaring fra andre fjordområder og faglig skjønn, tyder imidlertid dataene på at den nedre halvdel av dypvannet (ca. 250-370 m dyp) har en oppholdstid på størrelsesorden 8-12 måneder. Oppholdstiden for vannmassen mellom ca. 100 m til 250 m vil i middel være fra ca. tre til 6-8 måneder.

### Konklusjon

*Vannutskiftningen i fjordens overflatelag og intermediære lag må karakteriseres som god (kort oppholdstid og store vannvolum). Vannutskiftningen i dypvannet er mindre bra, spesielt i den nederste del. Oppholdstiden der er i størrelsesorden ett år.*

### 2.3 Vannkvaliteten i fjorden

#### Overflatelaget

Vannkvaliteten i overflatelaget bar preg av utslippene fra Glomfjord fabrikker, ved høye konsentrasjoner av fosfor- og nitrogenforbindelser og markerte gradienter på tvers og delvis også på langs av fjorden. Konsentrasjonen av fosfor midtfjords i indre del av Glomfjord var i middel 2-3 ganger høyere enn på referansestasjonen G9. På fjordens nordside, vest for Glomfjord fabrikker, var konsentrasjonene av fosfor og nitrogen i middel 2-3 ganger høyere enn på motsatt side, se fig. 2.3.

Denne gjødslingen av overflatelaget medfører høy planktonproduksjon i fjordens øverste 10-20 m i sommerhalvåret. Den umiddelbare virkningen er farget og uklart vann. Sommerhalvåret 1981 var sikten i vannmassen ved tre anledninger så dårlig at det lå på grensen av hva som aksepteres for friluftsbad (2-3 m, SIFF 1976), se fig. 2.4.

#### Dypvannet

Fjordens terskel på ca. 100 m dyp medfører at fjordens dypvann er avstengt fra kystvannet og periodevis er stagnant. Hovedutskiftningen av dypvannet skjer sannsynligvis i løpet av våren eller forsommeren, men tidspunkt og omfang vil kunne variere fra år til år.

Våroppblomstringen av planteplankton kan medføre en høy belastning på dypvannet av organisk materiale, noe som resulterer i et tilsvarende stort oksygenforbruk. Oksygenmålinger fra juli 1981 viste at dette kan medføre betenkelig lave oksygenkonsentrasjoner, fig. 2.5. Datamaterialet gir ikke grunnlag for å avgjøre om dette var en situasjon som intreffer hvert år. Upubliserte data fra Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt tyder på at det kritiske tidsrommet er begrenset til mars-juli.

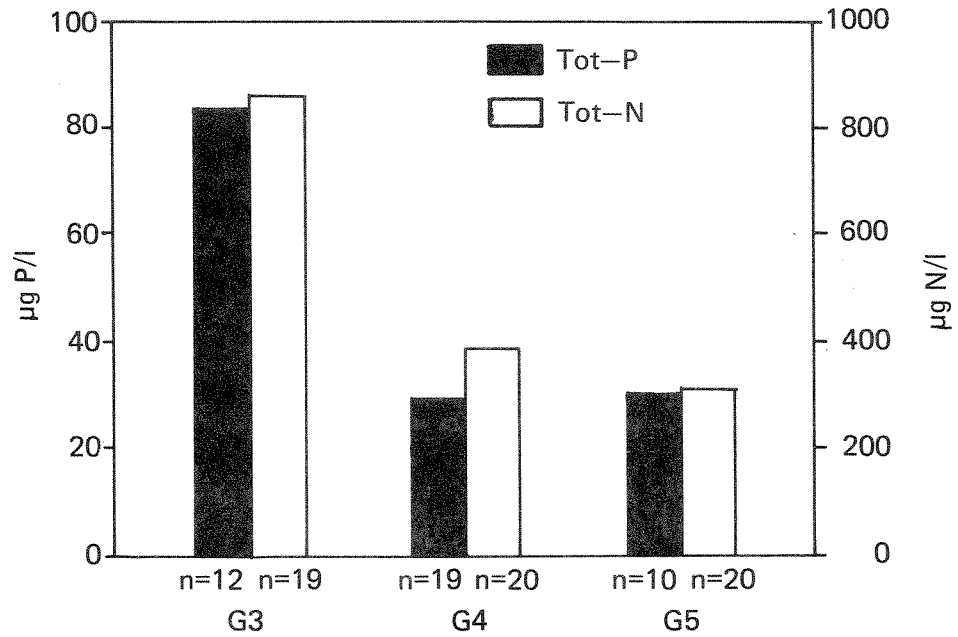


Fig. 2.3. Aritmetisk middel av totalfosfor og totalnitrogen i 0-2 m dyp for tverrsnittet st. G3-G5.

GLOMFJORD ST. G4 — ST. G7 ----  
SIKTEDYP

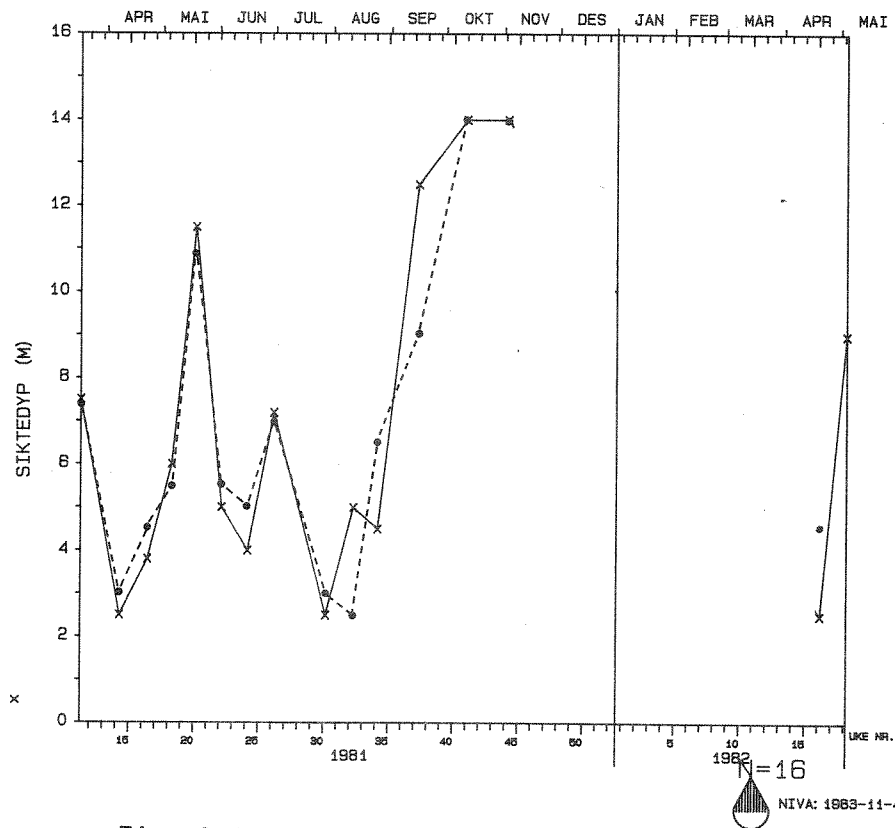


Fig. 2.4 Siktedyb på st. G4 og G7.



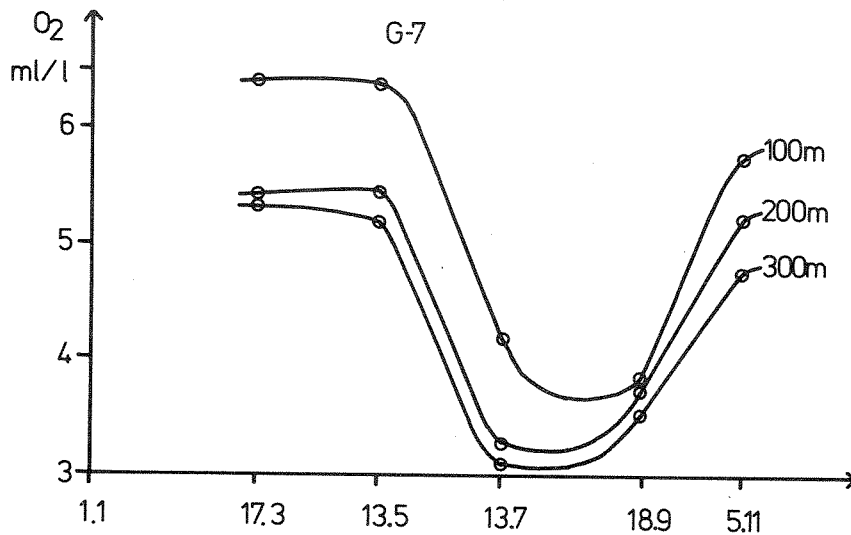


Fig. 2.5. Oksygenforhold i utvalgte dyp på st. G7 i 1981.

### Konklusjon

Store utslipp av fosfor og nitrogen fra Glomfjord fabrikker gir høye konsentrasjoner i fjordens overflatelag, særlig på nordsiden. I sommerhalvåret medfører denne gjødslingen høy planktonproduksjon og dermed uklart og farget vann. Til tider er sikten i vannmassene så dårlig at det er på grensen av det som aksepteres for friluftsbad.

Denne planktonproduksjonen kan medføre et svært høyt oksygenforbruk. Man kan ikke se bort fra at det kan inntreffe perioder med kritiske oksygenforhold i dypvannet.

### 3. UNDERSØKELSER AV ORGANISMESAMFUNN I STRANDSONEN OG PÅ HARDBUNN

#### 3.1 Undersøkellesprogram

Undersøkelsene av gruntvannssamfunn 1981-1982 tok sikte på å

- dokumentere eventuelle effekter av utslippet på sammensetningen av samfunnet fra fjærebeltet til nedre grense for vekst av fastsittende alger (25-35 m).
- beskrive disse effektens geografiske utbredelse og på den måten spore rekkevidden av utslippets innflytelse.

De biologiske observasjonene har bestått i kvalitative observasjoner kombinert med en subjektiv skala for mengdemessig forekomst av alger og dyr knyttet til bunnen. Ved siden av at vurderingene er basert på fravær/tilstedeværelse av arter, er det benyttet antatte "normale forholdstall" mellom antall arter av gruppene grønnalger, brunalger og rødalger (Bokn, 1979) og en overgjødslingsindeks basert på indikatorarter blant fastsittende alger (Lindgren, 1978 referert hos Wallentinus, 1979, Iversen 1981).

For en mer kvantitativ sporing av utslippets innflytelse er det analysert på grisetangs og blæretangs innhold av fosfor og nitrogen.

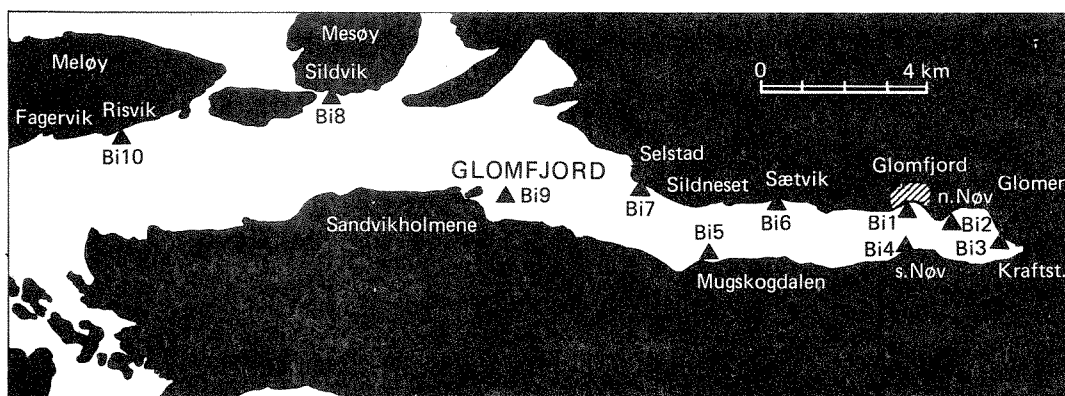


Fig. 3.1 Stasjoner for biologiske undersøkelser i fjærebeltet og på hardbunn. St. Bi11 i Storviken, Nordfjord, ligger utenfor figuren.

Tabell 3.1. Stasjonsliste, kartreferanse og observasjoner.

D: Dykkerundersøkelse, F : Fjærelteobservasjoner.

P/N: Fosfor og nitrogen i tang. B: Blåskjell, G : Griselang,

O : Oskjell.

Stasjon	Kart- referanser	D	F	P/N	Miljøgifter i organismer	
Bi 1a	Ca. 3-400 m V for fabrikk, ved ruin av naust. Overgang mellom fjell og rullesteinstrand.	66 <sup>0</sup> 48' 30" N 13 <sup>0</sup> 56' 0" E	x	x		Fluor: B PCB: B PAH: B
Bi 1b	50-100 V for fabrikk- utslipp. Svaberg			x		Fluor: B
Bi 2	Mellom Glomen og N. Nøv, skrånende fjell/rullestein	66 <sup>0</sup> 48' 30" N 13 <sup>0</sup> 58' 15" E		x	x	Fluor: B, G PAH: B
Bi 3	Ned for vegtunnelåpning ved Fykan kraftstasjon. Sterkt skrånende fjell/sprengstein	66 <sup>0</sup> 48' 0" N 13 <sup>0</sup> 59' 0" E	x	x	x	PAH: B Metaller: G
Bi 4	Ved 3-4 vannslør V for S.Nøv. Overgang bratt fjell/rullestein	66 <sup>0</sup> 47' 45" N 13 <sup>0</sup> 56' 30" E	x	x		PAH: O Metaller: G
Bi 5	Mugskogdalen like øst for foss	66 <sup>0</sup> 47' 45" N 13 <sup>0</sup> 50' 30" E		x		
Bi 6a	Sætvik, like Ø for småbåthavn. Skrånende svaberg ved siden av rullesteinstrand	66 <sup>0</sup> 48' 30" N 13 <sup>0</sup> 53' 30" E		x		
Bi 6b	Sætvik. Sprengstein like V for molo for småbåthavn			x	x	Fluor: B, G PAH: B PCB: B
Bi 7	Ca. 0,5 km V for Sildeneset. Mest sprengstein, litt fjell	66 <sup>0</sup> 48' 45" N 13 <sup>0</sup> 49' 30" E	x	x	x	Fluor: G PAH: O
Bi 8	Ø for Sildvik, Mesøy. I bukt med grønnmalt hytte på mot- stående nes. Overgang rulle- stein/fjell	66 <sup>0</sup> 50' 0" N 13 <sup>0</sup> 38' 30" E	x	x	x	Fluor: B, G PAH: B Metaller: G
Bi 9	Nest innerste av Sandvik- holmene mot Sandvikvågen. Overgang rullestein/svaberg	66 <sup>0</sup> 48' 45" N 13 <sup>0</sup> 44' 0" E		x		
Bi 10	Området Fagervik-Risvik, Meløy	66 <sup>0</sup> 49' 30" N 13 <sup>0</sup> 31' 30" E			x	
Bi 11	Storviken, Nordfjord	66 <sup>0</sup> 44' 30" N 13 <sup>0</sup> 47' 30" E	x	x		PAH: O

De biologiske observasjonene fant sted i juni 1981 (dykkerundersøkelse) og august 1982 (bare fjæreltestudier). Innholdet av fosfor og nitrogen i tang ble observert 5 ganger fra sept. 1981 til nov. 1982. Metodikk er nærmere redegjort for i undersøkelsens delrapport II (Molvær og medarb., 1984). Observasjonsstedenes beliggenhet fremgår av tabell 3.1 og fig. 3.1. Stasjonsfotografier er tatt med som appendiks til ovennevnte rapport (originaler i 3 eks. oppbevart ved SFT, Glomfjord fabrikk og NIVA).

### 3.2 Samfunnets sammensetning

Glomfjords fjæreltestesamfunn viste sannsynlige overgjødslingssymptomer fra Sandviksholmene-Mesøy (fig. 3.1) og innover. De sterkeste effektene ble registrert på fjordens nordside fra utslippet og utover mot st. Bi6, Sætvik.

Beregningen av den nevnte forurensningsindeks (F) basert på indikatorarter blant fastsittende alger ga følgende resultat:

St.	Bi1a	Bi1b	Bi2	Bi3	Bi4	Bi5	Bi6a	Bi7	Bi8	Bi9	Bi11
F:	+1.6	+2.9	+0.6	+0.7	+0.6	+0.3	+1.7	+0.6	+0.2	+0.6	+0.1

Siden graden av forurensningseffekt er gitt ved størrelsen av F ses at:

- De utslippsnære stasjonene Bi1a, Bi1b og Bi6a skiller seg markert ut.
- Referansestasjonen i Nordfjord lå lavere enn de øvrige.
- Utover på nordsiden av fjorden fremkom et tydelig skille i graden av overgjødslingseffekt mellom st. Bi6 og st. Bi7.
- En avstandsgradient mht. overgjødsling syntes å være sporbar helt utover mot st. Bi8.

Det siste må tas med forbehold, da forskjeller mindre enn 0,5 på indekskaalen trenger et noe mer solid grunnlag for konklusjoner enn det som fås av bare 2 års observasjoner. Foruten at det foreløpig er sparsom erfaring med

bruk av metoden, er det dessuten nødvendig å utvise forsiktighet på grunn av flere prinsipielle forhold. Disse er redegjort for i delrapport II (Molvær og medarb., 1984).

Masseforekomst av grønnalger, særlig ettårige, hurtigvoksende arter var meget markert fra fabrikkutslippet og utover på nordsiden av fjorden til omkring st. Bi7 (fig. 3.1), men sterkest fremtredende på strekningen til Bi 6A. Også innover på nordsiden kunne enkelte steder være sterkt preget av grønnalgebegroing, men noe mer flekkvis. Det var i hovedsaken betydelig forskjell mellom den mest forurensningsutsatte del av fjordens nordside og de øvrige deler av Glomfjord innenfor Mesøy-Sandviksholmene. Generelt syntes biomassen av grønnalger å være mindre på sydsiden enn nordsiden av fjorden. Det er imidlertid verd å merke seg den rike forekomsten av grønnalger på Sandviksholmene (st. Bi9), som samsvarer med indikasjoner fra de fysisk/kjemiske undersøkelsene på at forskjellen i næringssaltbelastning mellom nordsiden og sydsiden utjevnes mot munningen av fjorden.

Gjødsling via tørravsetning og nedbør må sannsynligvis også tas i betraktning for å forklare noe av grønnalgeveksten. At massebegroingen med måsegrønske fantes til dels over flomålet, og mest på stasjonene nærmest fabrikk (Bi 1, 2, 6, 7), tyder på en effekt av støvnedfall (slik dette også kommer til uttrykk ved bl.a. svære neslebevoksninger i landvegetasjonen). Utbredelsesmønsteret for Prasiola er med på å gi et bilde av avstandsgradienten i utslaget av gjødselstoffbelastningen. Også andre alger som vokser høyt i fjærebeltet (Ulothrix spp. og Blidingia minima) kan begunstiges ved støv og sigevann rikt på næringsalter. Imidlertid viste bare Ulothrix spp. et utbredelsesmønster som i hvert fall delvis utpeker fjordens nordside som mest belastet.

Grønnalgers andel av det samlede antall observerte algearter i Glomfjord er høyere enn det har vært vanlig å finne på lite forurensede og moderat ferskvannspåvirkede lokaliteter i Norge (Bokn, 1979). Mens det prosentvise midlere forhold angis av Bokn til  $15 \pm 5 : 35 \pm 10 : 45 \pm 10$ , henholdsvis for grønnalger, brunalger og rødalger, var det i Glomfjord totalt: 32 : 29 : 39 og for fjærebeltet: 42 : 29 : 29. På basis av erfaringer fra andre områder synes en forrykning av forholdstallene mot større relativt innslag av grønnalger å tyde på en overgjødslingseffekt (Bokn 1979, Knutzen 1984).

Slik sett synes alle de undersøkte stasjoner i Glomfjord å være påvirket. På de enkelte stasjonene varierer forholdstallene (alle registrerte arter) fra 26 : 37 : 37 : (G : B : R) på st. Bi 4 til 56 : 24 : 20 på stasjon Bi 6a. I motsetning til dette var forholdstallene på lokaliteten i Nordfjord 10 : 50 : 40.

Det knytter seg imidlertid en del usikkerhet til den vekt som kan tillegges overrepresentasjonen av grønnalger. Disse usikkerhetene er det redegjort nærmere for i undersøkelsens delrapport II, og kan stikkordmessig gis ved: utilstrekkelig erfaringsgrunnlag (særlig fra Nordnorske lokaliteter), det delvis manglende samsvar med øvrige overgjødningssymptomers variasjon med avstanden fra utslippet i Glomfjord, og innflytelsen av biologiske faktorer.

Fravær av de ellers vanlig forekommende fjæreltearter blæretang og grisetang ble observert på strekningen N. Nøv - st. Bi 6a (fig. 3.1). Dette er i samsvar med at øvrige overgjødningssymptomer er mest markert på denne strekningen (se ovenfor og kap. 3.3). At disse flerårige tangarter erstattes av ettårige hurtigvoksende alger i overbelastede områder, er observert flere steder både i Norge og utlandet (For litteraturreferanse, se Knutzen, 1984). Mekanismen bak må antas bl.a. å være en konkurranseforvridning til gunst for de ettårige former med kort generasjonstid, dessuten stimulans av påvekstorganismer og beitedyr (Kangas og medarb., 1982).

Heller ikke spiraltang eller sagtang ble observert på den nevnte strekningen, men sagtangs fravær har ikke latt seg dokumentere med samme sikkerhet som for blæretang og grisetang.

En massiv begroing med blågrønnalger ble i 1982 observert fra utslippet og vestover i 3-400 meter. Algene dekket fjæreltets berggrunn, rur og blåskjell i et mer enn en meter bredt og flere mm tykt geléaktig lag. Tilfellet kan vanskelig forklares som annet enn en virkning av overgjødning. Fenoménet fortjener oppmerksomhet som nærsoneeffekt i overvåkingssammenheng.

Generelt meget rike bestander av blåskjell og rur tyder på god tilgang på næringspartikler i vannet, hvilket etter all sannsynlighet har sammenheng med økt forekomst av planteplankton. De betydelige mengdene av rur gir grunnlag for purpursnegl, som til dels opptrådte i meget tette bestander.

Som et alminnelig forbehold bør nevnes at det ikke er uvanlig at både rur og blåskjell opptrer i stor forekomst på steder uten kunstig belastning med næringsstoffer. Om rikelighet av rur og blåskjell kan være forårsaket av at utslippet virker gjennom flere ledd i næringskjeden, er det derfor vanskelig å uttale noe helt bestemt om uten mer data enn observasjoner over bare to år. Konklusjonen er likevel at det dreier seg om et sannsynlig overgjødslingssymptom.

Nedre grenser for algevekst ble i 1981 observert til 24-32 m på de forskjellige stasjonene i Glomfjord og viste seg uegnet til å skille mellom stasjonene mht. belastning med gjødselstoffer. Nedre grense må anses bemerkelsesverdig høy i betraktning av den periodisk lave gjennomskinnelighet på grunn av høye konsentrasjoner av planteplankton.

Samfunnenes sammensetning under fjærebeltet viste ingen tydelige utslag av overgjødsling. Mens algesamfunnet hadde vanlig artsrikdom utenom overgjødslingssymptomene, var det til dels lite med alger på dypere vann. Tegn på nedbeiting ved sjøpinnsvin ble bare funnet på enkelte stasjoner, men kan ha vært en bidragende faktor også andre steder.

### 3.3 Innholdet av fosfor og nitrogen i tang

Middelverdiene av de funne næringsemnekoncentrasjoner i tang fra ulike stasjoner er gjengitt i fig. 3.2 og 3.3.

Materialet fra stasjonene Bi6 og Bi7 skilte seg markert ut ved omkring 40-80% høyere nivå enn de øvrige stasjonene; i samsvar med stasjonenes beliggenhet i forhold til utslippet. To forskjellige statistiske bearbeidelsesmåter (t-test og Mann-Whitney) viste at forskjellene mellom disse to stasjonene og de øvrige var signifikante, dvs. sannsynligvis reelle (ikke tilfeldige) (Molvær og medarb., 1984). Dette gjaldt både ved jevnføring av middelverdier for st. Bi6/Bi7 sammen med middelverdiene for alle de øvrige stasjoner (Bi2, Bi3, Bi8, Bi10) slått sammen, og i majoriteten av tilfellene ved sammenligning mellom henholdsvis Bi6 og Bi7 enkeltvis med stasjonene Bi3 og Bi10.

Selv om det var betydelige årstidsvariasjoner, var tangens fosfor- og nitrogeninnhold til alle tidspunkter høyere på stasjonene Bi6 og Bi7 enn på de øvrige innsamlingsstedene.

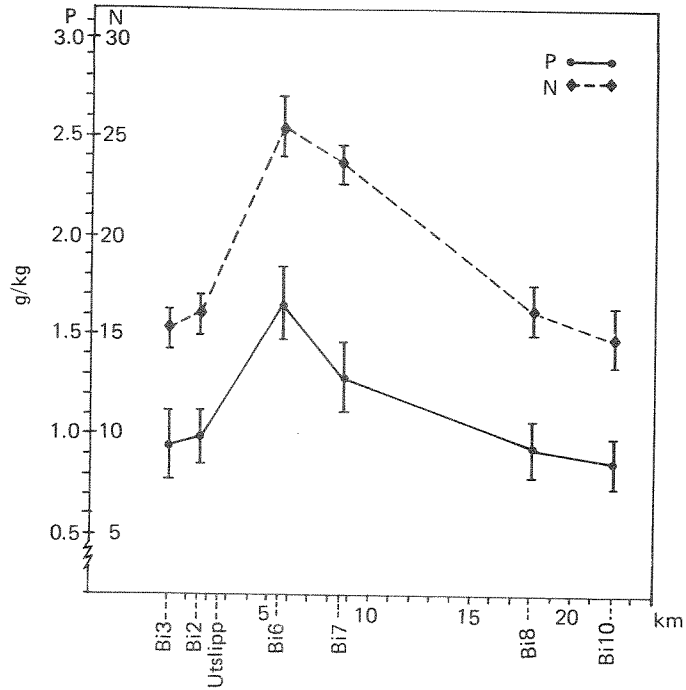


Fig. 3.2 Innhold av fosfor og nitrogen i grisetang fra Glomfjord sept. 1981 - nov. 1982, g/kg tørrvekt. Middell og standardavvik for 5 prøver. (4 pr. st. 10).

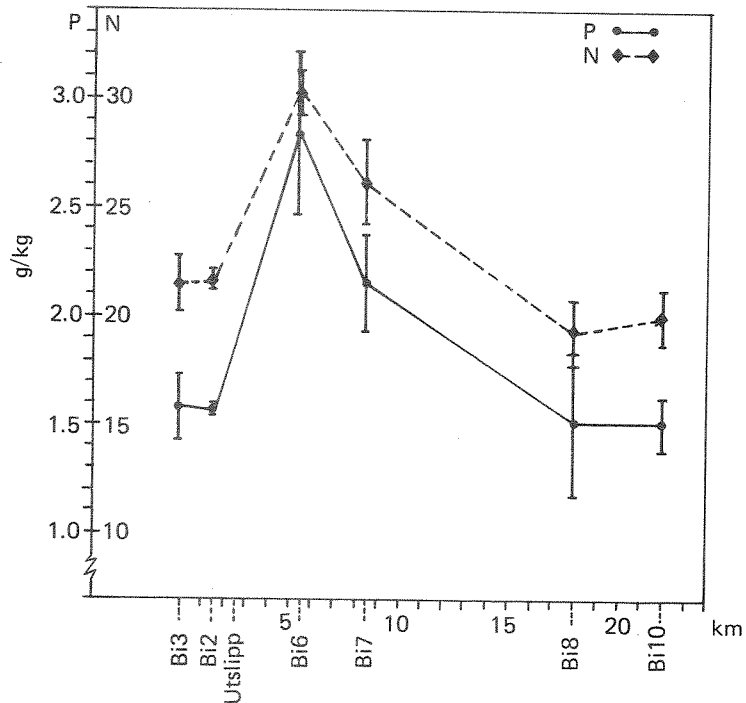
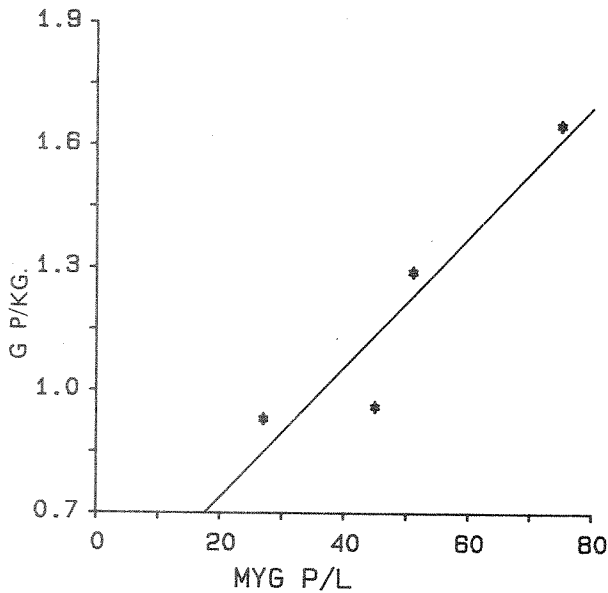


Fig. 3.3 Innhold av fosfor og nitrogen i blæretang fra Glomfjord febr. - nov. 1982, g/kg tørrvekt. Middell og standardavvik for 3-4 prøver.



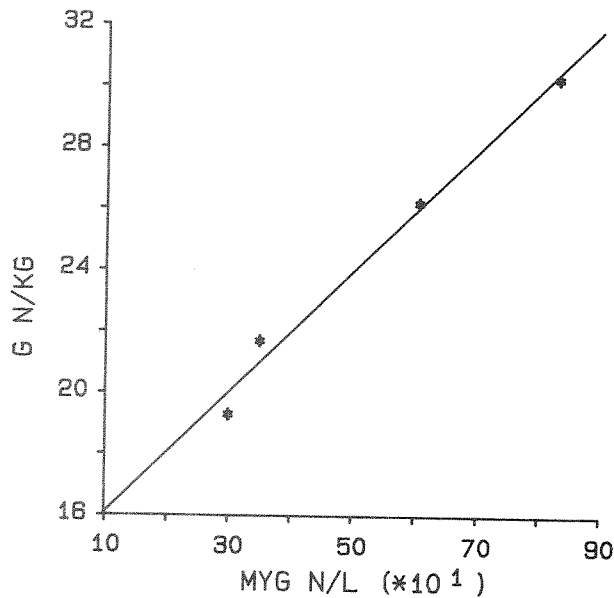
# GLOMFJORD



N=4

$$Y = 0.02X + 0.42 \quad R=0.94 \quad P_{\leq} 0.100 \quad SD=0.01$$

Fig. 3.4 Midlere fosforinnhold (tørrvekt) i griselang på st. Bi2, Bi6, Bi7 og Bi8 plottet mot midlere konsentrasjoner i overflaten på nærliggende hydrokjemistasjoner.



N=4

$$Y = 0.02X + 14.09 \quad R=0.99 \quad P_{\leq} 0.010 \quad SD=0.02$$

Fig. 3.5 Midlere nitrogeninnhold (tørrvekt) i griselang på st. Bi2, Bi6, Bi7 og Bi8 plottet mot midlere konsentrasjoner i overflaten på nærliggende hydrokjemistasjoner.

Det ble påvist en sterk sammenheng mellom fosfor- og nitrogeninnhold i henholdsvis tang og vann, som vist i fig. 3.4 og 3.5. (Samme forhold ble konstatert for blæretangs vedkommende).

Sammenligningen er basert på aritmetiske middelveier av konsentrasjonene i tang og overflatevann fra de næmeste hydrokjemiske stasjoner (st. Bi7 mot st. G6N, Bi6 mot G10/G3, Bi2 mot G2 og Bi8 mot G7; kfr. fig. 1.1 og fig. 3.1). Selv om observasjonstidspunktene for vann- og tanganalyser ikke var fullt overlappende, må den påviste sammenheng antas å gi en brukbar beskrivelse av den midlere næringsaltilgang for alger.

#### *Konklusjon*

*Fjærelteltesamfunnet i Glomfjord viser tydelige tegn på overgjødsling. Symptomene er mest markert i den øvre del av strandsonen. Effektene må betegnes som sterke i et område fra vel 1 km østenfor fabrikkutslippet og 6-7 km utover på fjordens nordside (ca. N. Nøv - Sætvik/Sildneset). På denne strekning preges strandsonen av massiv begroing med grønnaalger (delvis blågrønnaalger) og fravær av et par ellers meget vanlige tangarter, dessuten av forhøyet fosfor- og nitrogeninnhold i tang (der denne var til stede). På de øvrige strender innenfor Mesøy - Sandviksholmene var det ofte uvanlig frodige forekomster av grønnaalger, og/eller mur, blåskjell, strand-snegl og purpursnegl. Samfunnene på dypere vann hadde derimot ingen åpenbare trekk som kunne knyttes til overgjødsling.*

#### 4. UNDERSØKELSER AV ORGANISMESAMFUNN PÅ BLØTBUNN

##### 4.1 Undersøkellesprogram

Bløtbunnfaunaen har stor betydning for omsetningen av sedimenterende organisk materiale. Sjøbunnen på dypt vann har ingen egen primærproduksjon fordi det er for lite lys til fotosyntese, men mottar organisk materiale produsert av alger i overliggende vannmasser eller tilført sjøen fra land. Faunaen tar til seg det organiske materialet og omdanner det til ny biomasse som blir tilgjengelig som føde for bl.a. fisk.

Bløtbunnfaunastudier har i den senere tid inngått i en rekke resipientundersøkelser, og har vist seg å gi gode beskrivelser av forurensningens virkninger og influensområde (Rygg 1984a, b).

Prøver for studier av bløtbunnfauna ble samlet i mai 1981 på 6 stasjoner i Glomfjord (figur 4.1). En 0,1 m<sup>2</sup> bunngrabb (Petersengrabb) ble brukt.

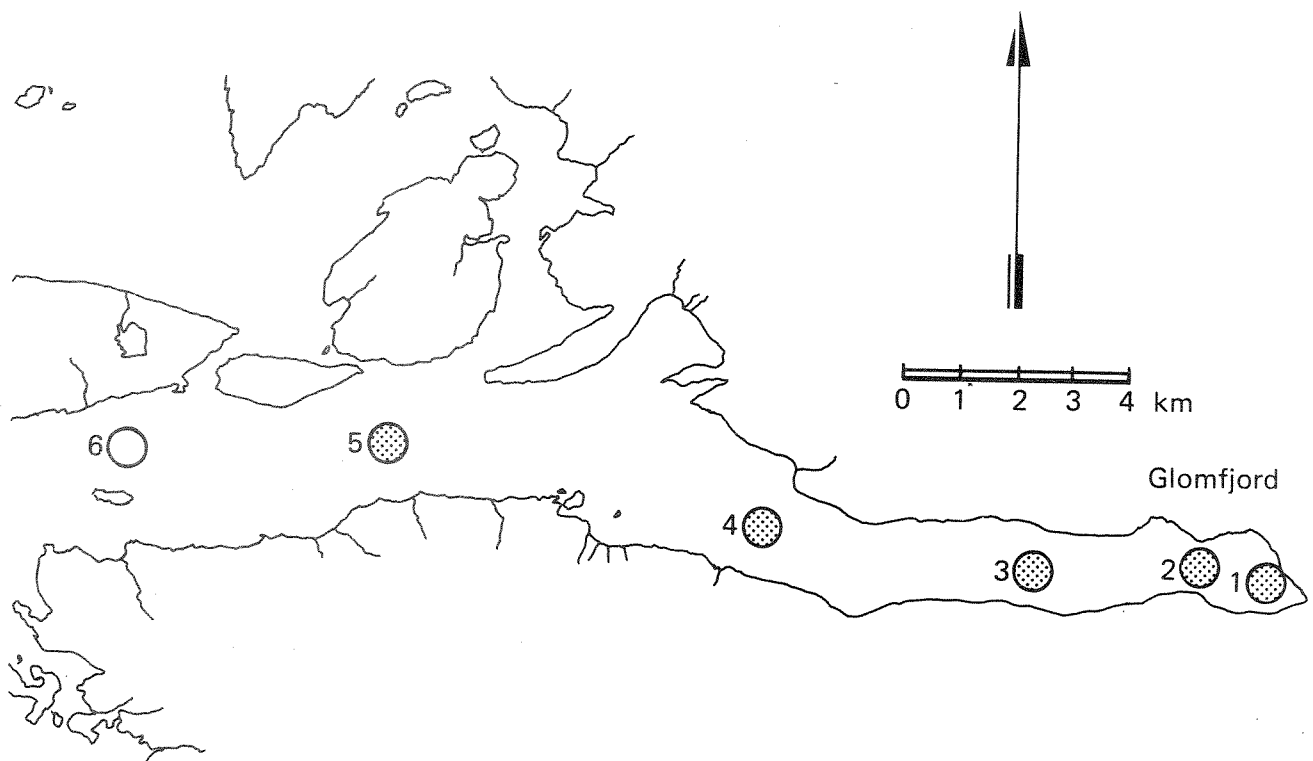


Fig. 4.1 Stasjoner for innsamling av bløtbunnfauna. Stasjonssymbolet (gråskala) samsvarer med symbolet til den diversitetsklassen prøven fra stasjonen tilhørte (se fig. 4.2).

## 4.2 Resultater

Graden av likhet i faunaen mellom de enkelte stasjonene viste at samfunnene i indre og ytre del av fjorden var noe forskjellige, mens høy innbyrdes likhet fantes mellom stasjon 2 og 3, og mellom 4, 5 og 6. Faunaen på stasjon 1 innerst i fjorden lignet lite på de andre stasjonene, antagelig fordi sedimentet var grovere på denne stasjonen.

Børstemarken Myriochele sp. og Heteromastus filiformis opptrådte i høyt antall på stasjon 2 og 3. De er ikke utpregete forurensningsindikatorer, men tåler likevel en god del forurensning og kan være opportuniste og øke sine individantall ved økt næringstilgang. De høye individantallene på stasjon 3 tydet på større tilgang på organisk materiale her enn på de andre stasjonene.

Ved dårlige forhold, særlig oksygensvikt, er det gjerne krepsdyrfaunaen som utarmes mest. Krepsdyrene var rikelig representert, særlig i den indre delen av Glomfjorden. Det tyder på at det i noen tid forut for prøvetakingen hadde vært friske forhold i dypvannet.

Artsdiversiteten er definert som artsantall som funksjon av individantall og framstår som en kurve i et diagram med individantallet langs x-aksen og artsantallet langs y-aksen. Høyt artsantall i forhold til individantallet betyr høy diversitet. Dette gir brattere kurve enn lav diversitet.

Figur 4.2 viser artsantall plottet mot individantall i prøvene fra Glomfjord. Dataene er tegnet inn på en figur som representerer et generelt klassifiseringssystem for bunnfaunadiversitet i norske fjorder (Rygg 1984b). På figuren samsvarer stasjonssymbolene (grå-skala) med symbolet til den diversitetsklasse prøven fra stasjonen tilhører. Diversiteten på alle seks stasjoner lå i det normale området.

I stabile og artsrike organismsamfunn observeres som regel en tilnærmet log-normal frekvensfordeling av individantall blant artene. Avvik fra log-normal fordeling kan tyde på en blanding av flere faunasamfunn på lokaliteten, eller på at samfunnet er under forandring, f.eks. som følge av forurensningspåvirkning. I materialet fra Glomfjord var det bare prøven fra stasjon 3

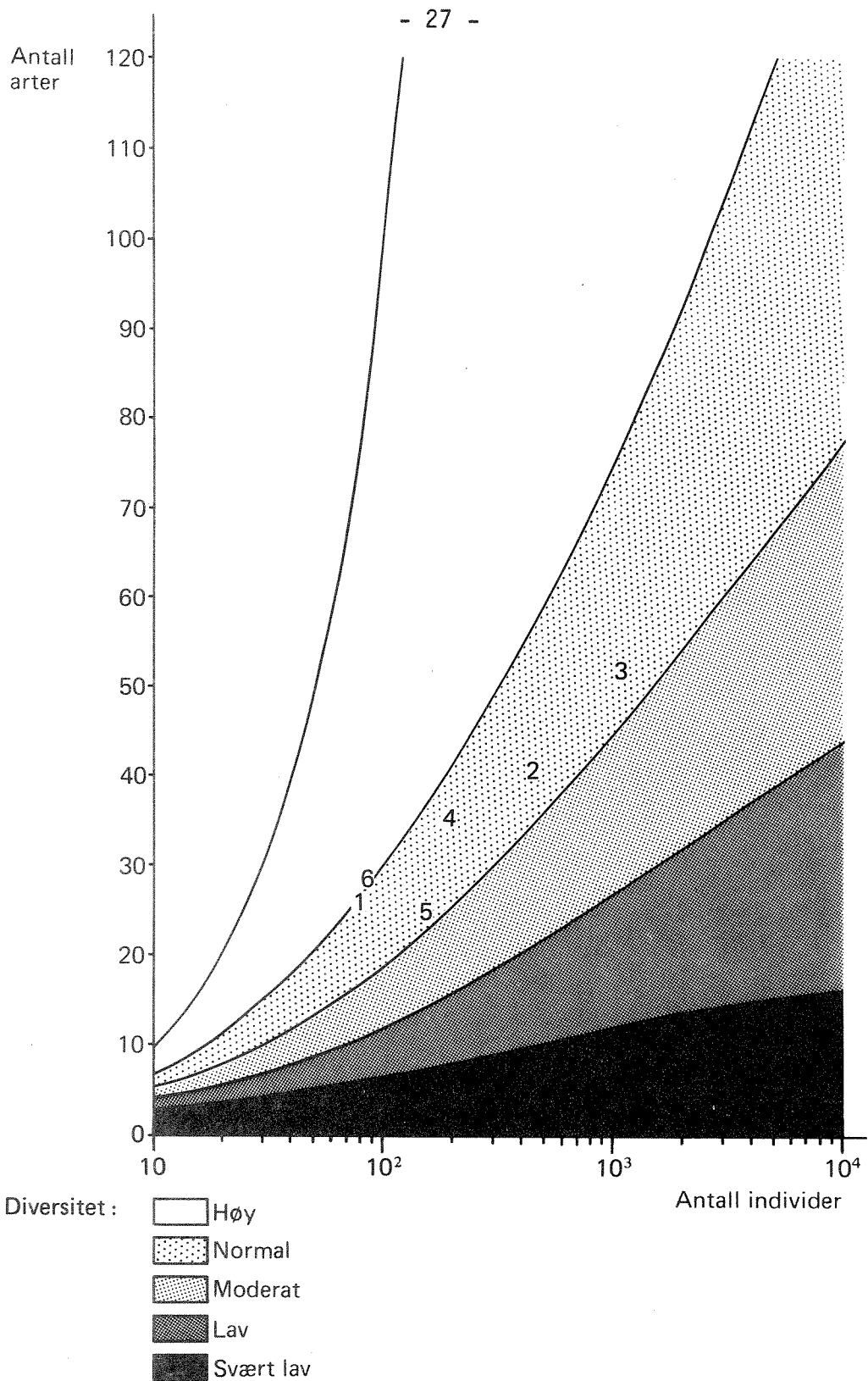


Fig. 4.2 Artsantall plottet mot individantall på en figur som representerer et generelt klassifiseringssystem for bunnsfaunadiversitet i norske fjorder. Figur 4.1 viser plassering i Glomfjord.

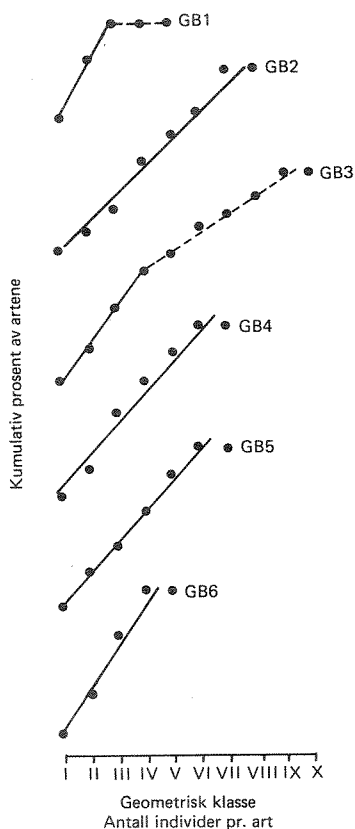


Fig. 4.3 Log-normal plotting av antall individer pr. art.

som viste signifikant avvik fra en log-normal fordeling, fig. 4.3. Den påfallende knekken i kurven for stasjon 1 kan skyldes tilfeldigheter i og med de lave arts- og individantall i prøven.

#### Konklusjon

Resultatene fra bløtbunnfaunaundersøkelsen viser at det var visse trekk ved den ene stasjonen i indre Glomfjord (stasjon 3) som tydet på en begrenset organisk belastning. Virkningene var ikke ubetinget negative. Blant annet ble det her funnet det høyeste antall arter.

## 5. UNDERSØKELSER AV BUNNSEDIMENTER OG PARTIKLER I VANNMASSEN

Hva som avsetter seg på bunnen i en fjord er avhengig av naturlige tilførsler fra elver, produksjon av organisk materiale i fjordens overflatelag (hovedsakelig plankton) og forurensningstilførsler. Det som bestemmer fjord-sedimentenes kjemiske sammensetning er hvilken av disse tre bidragene som mengdemessig er av størst betydning. Er ferskvannstilførelsen og sedimenttransporten stor, vil sedimenttilveksten i fjorden være høy og sedimentene blir typisk uorganiske (leire, silt og sand). Hvis ferskvannstilførselen er liten, og det ligger til rette for en betydelig organisk produksjon i fjorden, vil sedimentene ofte ha et høyt organisk innhold. I enkelte tilfeller blir sedimentene råtne (dannelse av hydrogensulfid) med den konsekvens at det ikke gir grunnlag for en bunnfauna. I det tredje tenkte tilfellet kan direkte tilførsler av partikulære forurensninger dominere bildet med den følge at bunnsedimentene blir sterkt forurenset, som igjen kan påvirke bunnfaunaen og eventuelt vannkvaliteten.

### 5.1 Undersøkellesprogram

Prøvetaking av sedimenter og suspendert partikulært materiale for kjemiske analyser ble foretatt 18.-19.9.81. Sedimentprøvene ble tatt ved hjelp av en Niemistö gravity corer (Niemistö, 1974), som består av et indre rør av plexiglass med diameter 5 cm. Sedimentkjernen ble umiddelbart oppdelt i 2 cm skiver og fraktet tilbake til laboratoriet i petriskåler.

Vannprøver tatt med 1.7 l HydroBios vannhentere ble trykkfiltrert med nitrogen gjennom 0,4 µm Nuclepore membran filtre (diameter = 37 mm).

Innsamling av suspendert partikulært materiale ved vakumfiltrering og Millipore-filter for gravimetrisk målinger ble utført av Glomfjord fabrikk i tidsrommet mars-september 1981.

Stasjonsplassering for vannprøver og sedimentprøver er vist på henholdsvis fig. 1.1 og fig. 5.1. Vi gjør oppmerksom på at det til dels er brukt samme stasjonsbetegnelse på vann og sedimenter uten at stasjonene er sammenfallende.

For omtale av analysemetoder henvises til Næs, Rygg og Skei (1982).

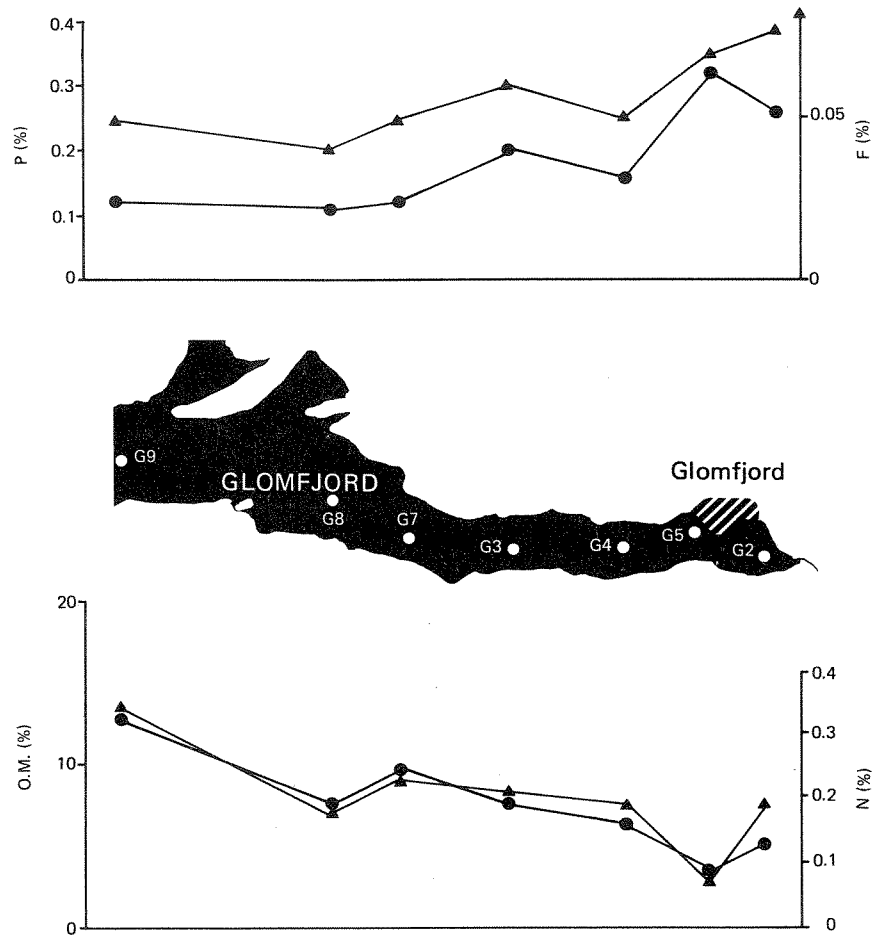


Fig. 5.1 Fosfor (P), fluor (F), organisk materiale (O.M.) og nitrogen (N) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Glomfjord.

## 5.2 Resultater

### Partikulært materiale i vannmassen

I Glomfjord eksisterer alle de tre nevnte kildene for partikulært materiale, uten at noen av dem utpeker seg som utpreget dominerende. Ferskvannstilførselen er moderat (i middel ca  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ ) og mengden partikler i elvevannet er forholdsvis liten på grunn av liten tilgang på erosjonsmateriale i nedbørfeltet. Dette vil variere over året, men fordi hovedvanntilførselen er regulert vil typiske flomtopper med stor sedimenttransport utebli. Målinger av partikulært aluminium, som er en av hovedbestanddelene i silt og leire, viste at i september 1981 fulgte de elvetilførte partiklene overflatelaget (over sprangsjiktet) ut fjorden. Det ser derfor ut til at når vannmassene er lagdelte, er det liten sedimentering av uorganiske sedimenter i Glomfjord, bortsett fra at grov sand avsettes utenfor kraftverksutløpet i den innerste delen.



Når det gjelder sedimentering av organisk materiale, viste analyser av partikulært fosfor (bestanddel i plankton) i vannmassen økende konsentrasjoner utover i fjorden i september 1981, samtidig som sedimentene ble gradvis mer organiske (fig. 5.1). Dette kan ha to forklaringer:

- (i) Plankton produsert i overflatelaget i indre fjord transporteres utover med strømmen. Lenger ute er lagdelingen svakere og dødt organisk materiale sedimenterer.
- (ii) Sedimentene i indre fjord er grovere enn lenger ut. Finkornige sedimenter har et høyere organisk innhold enn grove sedimenter.

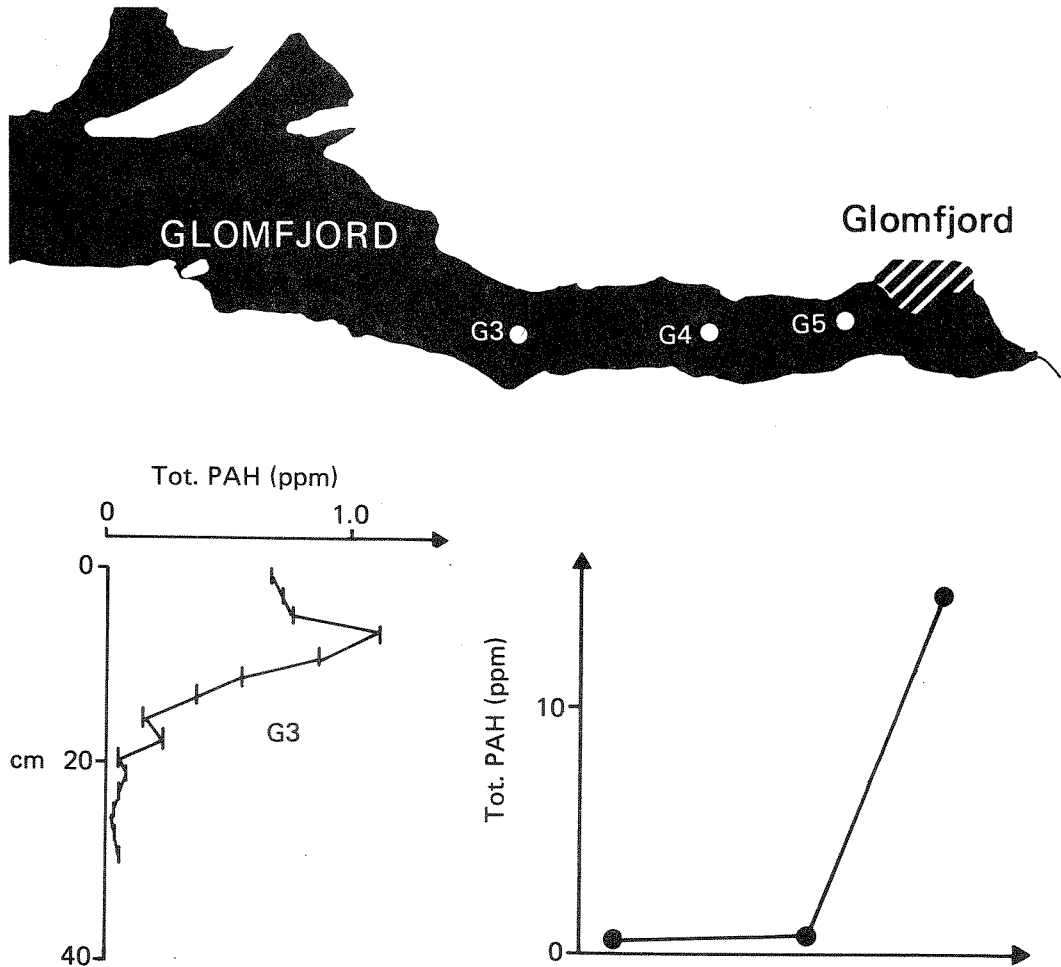
### Sedimentene

Generelt var innholdet av organisk materiale i sedimentene moderat i Glomfjord. Det var ikke tegn til råtne sedimenter bortsett fra på stasjon G7 (fig. 5.1) hvor svak lukt av hydrogensulfid ble registrert et stykke nede i sedimentet. Mesteparten av biomassen som produseres i Glomfjord brytes tilsynelatende ned før materialet når bunnen.

Med hensyn til tilførsler av forurenset partikulært materiale fra fabrikken i Glomfjord, er disse mengdene små i forhold til fjordens naturlige partikkeltilførsel. Dette fører derfor til at forurensningen av bunnen i Glomfjord er moderat. Det var fem komponenter som spesielt var i søkelyset (nitrogen, fosfor, fluor, kvikksølv og PAH). Det ble ikke påvist noe unormalt med hensyn til nitrogen i sedimentene (fig. 5.1). Grunnen er sannsynligvis tilførsler av vannløselige nitrogenforbindelser. Fosfor og fluor derimot viser en økning i sedimentene i indre fjord relativt til ytre fjord som etter all sannsynlighet skyldes utslipp fra fabrikken. Nivåene har imidlertid ingen miljømessig konsekvens. Kvikksølv viser forhøyede konsentrasjoner i sedimentene i hele Glomfjord. Dette kan skyldes tidligere utslipp da likerettere ble brukt i perioden 1947-75. Nivåene er ikke alarmerende høye og det kan neppe være noen stor miljørisiko forbundet med disse nivåene.

Analyser av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimentene i indre fjord viser en klar forurensning som stammer fra fabrikken (fig. 5.2). Datamaterialet er meget spinkelt (kun 3 stasjoner) og det er derfor ikke mulig å si hvor stor del av bunnen av Glomfjord som er forurenset av PAH.

Vertikalprofiler i sedimentene (fig. 5.2) tyder på at PAH-tilførslene var større for noen år tilbake. Hvis trenden reflekterer en gradvis reduksjon i PAH-utslippene er problemet neppe stort, men det må konkluderes med at PAH-problemet i Glomfjord bør holdes under oppsikt (overvåkes).



Figur 5.2. Fordeling av total PAH vertikalt (til venstre) og i overflatesedimentene (til høyre) i indre deler av Gornfjord.

### Konklusjon

1. *Undersøkelse av vannmassenes innhold og sammensetning av partikulært materiale i Glomfjord tyder på liten partikkelforurensning.*
2. *Bunnsedimentene i fjorden er forurenset av tjerestoffer (PAH) i nærheten av Glomfjord fabrikker. Fosfor og fluor opptrer i moderat forhøyede nivåer i sedimentene i indre deler av fjorden.*

## 6. UNDERSØKELSER AV MILJØGIFTER I ORGANISMER

### 6.1 Undersøkellesprogram

Formålet med denne del av undersøkelsen var dels å spore utslippets innflytelsesområde (fluor), dels å etablere en generell basis for overvåking.

En oversikt over stasjoner, organismer og analyser er gitt i tabell 3.1 og fig. 3.1.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i blåskjell og oskjell er analysert ved NIVA ved gasskromatografi. PCB-innholdet i blåskjell er analysert ved gasskromatografi ved Sentralinstitutt for industriell forskning (SI). Metaller i alger er analysert ved atomabsorpsjon ved SI. Fluorbestemmelsene er foretatt spektrofotometrisk ved SI. Analysene av nitrogen og fosfor i tang ble utført ved NIVA ved henholdsvis titrering eller Kjeldal-oppslutning og bruk av autoanalyser.

For nærmere omtale av metoder henvises til Molvær og medarb. (1984), kapittel 4.2.

### 6.2 Resultater

Fluor opptratte i markert forhøyede konsentrasjoner i blåskjell fra de mest utslippsnære stasjonene, mens innholdet var normalt innover og utover i fjorden. (I blåskjell fra stasjonene Bi 1a og Bi 1b (tabell 5) ble det målt 66-178 mg F/kg tørrvekt av bløtdelene, mens konsentrasjonen på de øvrige innsamlingssteder (Bi2, Bi 6b, Bi7, Bi8) varierte mellom 18 og 32 mg F/kg tørrvekt).

Ut fra avløpsvannkonsentrasjoner og fortynningsvurderinger kan Glomfjord-materialet tyde på en mer enn proporsjonal økning i blåskjellenes fluorinnhold (jevnført med sannsynlige konsentrasjoner i fjordvannet). Dette er i samsvar med enkelte tidligere observasjoner (Moore, 1969, Knutzen 1980).

De forhøyede fluorkonsentrasjonene i blåskjell har neppe praktisk betydning så lenge man avholder seg fra skjellsaking i området nær utslippet.

Undersøkelsene av tjærestoffer (PAH)<sup>1)</sup> og PCB i blåskjell og oskjell og metaller i tang viste stort sett lave eller moderat høye verdier. Unntatt var overkonsentrasjoner av PAH i blåskjell fra stasjonenen Bi1 og Bi3 (fig. 3.1) i størrelsesorden 5-10 (20) ganger, men dette ble observert bare på to steder det første året. Fraværet av forhøyet PAH-innhold i blåskjell ved annen gangs observasjon antyder kun kortvarig påvirkning.

PCB-nivået på 0,2-0,3 mg/kg tørrvekt i blåskjell var som normalt i diffust belastede områder, og vitnet bare om en viss, moderat tilførsel uten konkretiserbare lokale konsekvenser.

#### *Konklusjon*

*Innenfor en avstand på ca. 0,5 km fra fabrikkutslippet var det høye fluorkonsentrasjoner i blåskjell.*

*Konsentrasjonene av metaller og organiske miljøgifter tydet ikke på lokale utslipp av vesentlig betydning.*

1)

PAH = Polysykliske aromatiske hydrokarboner, en gruppe tjærestoffer som omfatter enkelte kreftfremkallende forbindelser.

## 7. KONSEKVENSER FOR BRUKSINTERESSER

De forurensningseffektene som denne undersøkelsen har registrert, har i alt vesentlig vært effekter av overgjødning. Generelt sett vil moderate tilførsler av planktenæringsstoffer og organisk stoff øke primærproduksjonen og sannsynligvis også fiskeproduksjonen i et fjordområde. Med andre ord, i hovedsak nøytrale eller positive effekter. Når tilførslene øker, vil negative effekter etterhvert inntreffe.

Vi vil her innskyte at det i utgangspunktet er vanskelig å betegne effekter som positive med mindre de er tilsiktet; dvs, at det er definert visse mål og midler.

Med dette som forbehold kan negative/positive effekter av gjødselstoffbelastning også fremstilles som funksjon av avstanden fra utslippet, figur 7.1.

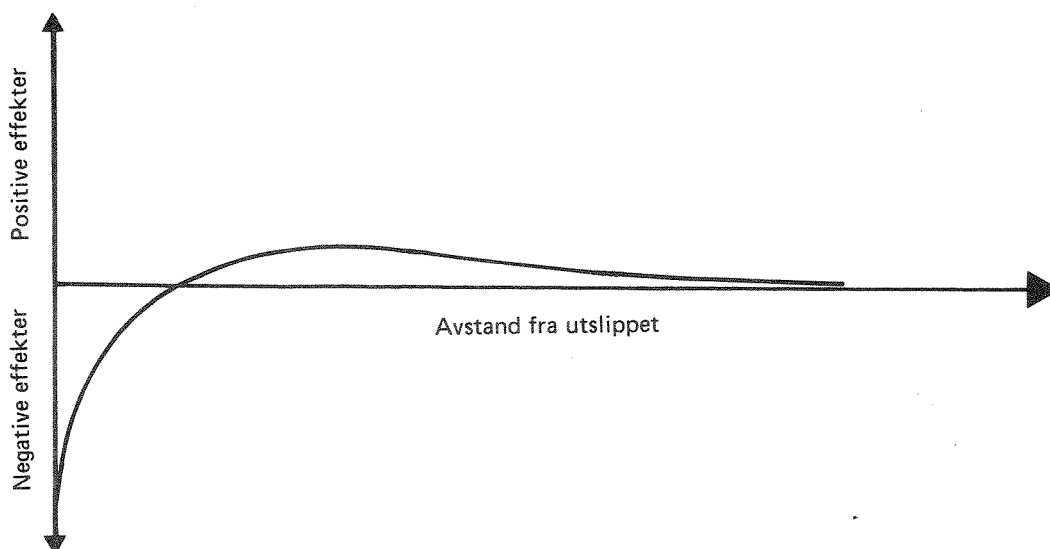


Fig. 7.1 Prinsippskisse av skadelige og gunstige effekter ved tilførsel av næringsalter.

Hvilke konsekvenser har så de registrerte forurensningseffektene for brukerinteressene i området? Dette spørsmålet kan selvsagt best besvares på lokalt hold. Gjødningseffektene i strandsonen (grønnalger mv.) og i fjordens overflatelag (mye alger, misfarging) er i denne sammenheng sannsynligvis mest et estetisk problem. Begroing av tauverk, garn mv. er et praktisk problem, bl.a. av betydning for fiskeredskapenes effektivitet.

Med unntak for muligheten av perioder med dårlige oksygenforhold i fjordens dypvann, er det neppe registrert effekter som kan virke negativt på fjordens fiskebestand. Unntak kan muligens gjelde for områder i Glomfjord fabrikkers umiddelbare nærhet. Oksygenforholdene i Glomfjord bør imidlertid undersøkes bedre med flere prøveserier.

Fiskens innhold av metaller og organiske miljøgifter har ikke blitt undersøkt, men det er ikke registrert utslipp eller forurensningseffekter som skulle tilsi noen forringelse av fiskens kvalitet.

Konsentrasjonene av fluor i blåskjell tilsier at skjellsanking ikke bør skje innenfor en avstand på ca. 1 km fra Glomfjord fabrikker. Enkelte høye konsentrasjoner av PAH i samme område understreker dette.

Ved en betydelig reduksjon av utslippene av fosfor- og nitrogenforbindelser vil vannkvaliteten i overflatelaget bedres i løpet av noen få uker. Oksygenforholdene i dypvannet vil kunne bedres i løpet av ett år.

For strandens og bunnens organismsamfunn vil det i større grad være innlagt biologiske forsinkelsesfaktorer. Rekolonisering av flerårige arter som må antas å være utkonkurrert vil ta minst 2-3 år etter at næringssalttilgangen er blitt redusert til et mer naturlig nivå.

## 8. FJORDENS FORURENSNINGSTILSTAND VED ENDRET FERSKVANNSTILFØRSEL

Fjordens midlere ferskvannstilførsel er ca.  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , hvorav ca.  $27 \text{ m}^3/\text{s}$  nær konstant fra kraftverket i fjordens innerste del. I forbindelse med Svartisen-utbyggingen er det vesentligste av ferskvannet planlagt overført til en ny kraftstasjon ved Holandsfjorden, og ifølge NVE vil fjordens midlere ferskvannstilførsel da avta til  $4-5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

På grunnlag av beskrivelsen av vannutskiftning, vannkvalitet og biologiske forhold foran i rapporten, vil vi kort omtale de viktigste endringer som kan ventes ved redusert ferskvannstilførsel. Omtalen vil i hovedsaken bli kvalitativ. Rammen for dette arbeidet gir ikke rom for utarbeidelse av modeller som eventuelt kan gi sikrere opplysninger om størrelsen av endringene. Vurderingen baserer seg på midlere forhold, mens det er klart at f.eks. vannutskiftning og vannkvalitet fortsatt vil variere mye over året.

### Vannutskiftningen

Midlere saltholdighet i overflatelaget vil sannsynligvis øke med 2-3%, og overflatelagets tykkelse avta. Hyppigheten av situasjoner da vind bryter ned lagdelingen vil øke.

Omfanget av den i middel utgående brakkvannsstrømmen blir kraftig redusert. Sannsynligvis reduseres vannutskiftningen i fjordens overflatelag til omlag det halve. Nordsiden av fjorden blir sterkest berørt. Redusert vannutskiftning vil trolig gjøre seg gjeldende ned til ca. 20 m dyp.

### Vannkvalitet

Generelt sett vil konsentrasjonen av plantenæringsalter øke når vannutskiftningen avtar. Mer konkret kan følgende endringer inntreffe:

- Transporten av plantenæringsalter utover langs fjordens nordside vil avta. Konsentrasjonene i fjordens overflatelag vil øke. Spesielt merkbart blir sannsynligvis økningen i den indre delen (f.eks. innenfor Sætvik).

Grunnen er at transporten utover langs nordsiden og vannutskiftningen generelt avtar, og horisontale blandingsprosesser får virke over relativt lenger tid.

Størrelsen av konsentrasjonsøkningen i overflatelaget vil variere både i tid og i rom, og må beregnes ved bruk av modeller. Men antydningvis kan nevnes 25-40 % økning av konsentrasjonene.

- Eventuelle konsekvenser for planteplanktonsamfunnet og primærproduksjonen i fjorden er det på nåværende stadium ikke grunnlag for å vurdere. Men det er grunn til å merke seg at fjorden sannsynligvis allerede er overgjødset i den forstand at det er mer plantenæringssalter enn de tilstedeværende planteplanktonbestander vanligvis klarer å nyttiggjøre seg.

Hvis den planlagte reduksjon av ferskvannstilførselen skal få konsekvenser for oksygenforholdene i dypvannet, vil det skyldes to forhold - hver for seg eller sammen:

1. Økt primærproduksjon i indre fjords vannmasser.
2. Lenger oppholdstid medfører at biomassen i større grad enn før synker ned i intermediært vannlag og dypvannet før transporten ut av fjorden får virke.

Hva som vil skje kan det nå ikke sies noe om. Det er tvilsomt om datamaterialet for denne resipientundersøkelsen strekker til om man skal forsøke å besvare disse spørsmål. Under alle omstendigheter er det behov for en bedre beskrivelse av oksygenforholdene i fjorden.

#### Organismesamfunnene i strandsonen

Fordi det er uvisst hvordan konsentrasjonene av plantenæringssalter på fjordens nordside vest for Glomfjord fabrikk endres, kan det vanskelig sies noe om eventuelle effekter på organismesamfunnene i dette området.

I resten av fjorden - spesielt på sørsiden i indre del - kan man vente at næringssaltkonsentrasjonene i overflatelaget vil øke. Resultatet kan bli økt forekomst av grønnalger og redusert forekomst av blæretang og grisetang.



Også for gruntvannssamfunnets del er prognosemulighetene begrenset, fordi det ikke er sikkert kjent om vekstbegrensning ved oppbruk av næringsalter kan inntreffe i perioder.

#### Bunnsedimentene

Hvis fjordens ferskvannstilførsel reduseres med over 80 %, blir fjordens naturlige sedimenttilførsel sterkt redusert. Kombinert med redusert lagdeling og lenger oppholdstid i de øverste 10-20 m vil konsekvensen bli:

- Sedimentenes innhold av grovt materiale avtar - de blir mer finkornige.
- Sedimentenes innhold av organisk materiale og av forurensende stoffer vil øke.

#### Bunnfaunaen

Redusert ferskvannstilførsel kan medføre økt oksygenforbruk i vann og sedimenter. Hvorvidt dette i så fall er skadelig, beror på forholdene nå. Viser fortsatte oksygenmålinger at oksygenforholdene gjennomgående er gode, vil en liten forverring neppe ha noen betydning. En eventuell forverring av allerede dårlige oksygenforhold, kan imidlertid få alvorlige konsekvenser for bunnfaunaen.

## 9. 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.
- 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. Hovedfagsarbeide i marin botanikk. Vårsemesteret 1981. Univ. i Oslo. Upublisert.
- Kangas, P., Autio, H., Hällfors, G., Luther, H., Niemi, A, og Salemaa, H. 1982. A general model of the decline of Fucus vesiculosus at Tvärminne, South East coast of Finland in 1977-81. Acta Bot. Fennica 118: 1-27.
- Knutzen, J. 1980. Effekter av fluorid og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) fra et aluminiumsverk med sjøvannsvasking av røykgass. (Effekts of fluorid and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) from the seawater scrubber effluent of an aluminium smelter) S. 69-75 i K. Pedersen (red): Norsk institutt for vannforskning, årbok 1979. Oslo 1980, 109 s.
- Knutzen, J. 1984. Effekter på fastsittende alger. Kap. 6 i NIVA-rapport 0-81006. Vurdering av rensekrav til sjøresipienter. Rapport nr. 7: Effekter av tilførsler av plantenæringsstoffer og organisk stoff. (Prosjektleder: J. Molvær. Forfattere: J. Magnusson og medarb.). Oslo, Januar 1984.
- Lindgren, L. 1978. Algzoneringen på klippiga stränder i Porkkala, Helsingfors och Sikko som bas för fortsatt kontroll av föroreningslaget. Pro-gradu abhandling i botanik 1978. Helsingfors Univ. (Upubl.)
- Molvær, J., Knutzen, J., Haakstad, M. og Tangen, T. 1984. Basisundersøkelse i Glomfjord 1981-82. Delrapport II. Vannutskiftning. Vannkvalitet, Miljøgifter i organismer, Organismesamfunn på grunt vann. NIVA-rapport 0-8000316-I. Oslo.

- Moore, D.J. 1969. A field and laboratory study of fluoride uptake by oysters, Water Resources Research Institute of the Univ. of N. Carolina. Rep. No. 20, 13 s.
- Næs, K., Rygg, B. og Skei, J. 1982. Basisundersøkelse i Glomfjord. Delrapport I. Sedimenter, bløtbunnsfauna og partikler i vann. NIVA-rapport O-8000316. Oslo.
- Niemistö, L. 1974. A gravity corer for studies of soft sediments. Havforskningsinst. Skr., Helsinki, 238, 33-38.
- Rygg, B. 1984a. Bløtbunnfauna som indikatorsystem på miljøkvalitet i fjorder. Bruk av diversitetskurver til å beskrive faunasamfunn og anslå forurensningspåvirkning. NIVA-rapport F-80612. Oslo
- Rygg, B. 1984b. Bløtbunnfaunaundersøkelser. Et godt verktøy ved marine resipientvurderinger. NIVA-rapport F.80612. Oslo.
- Statens institutt for folkehelse (SIFF) 1976. Kvalitetskrav til vann. Drikkevann - Vann for omsetning - Badevann. Revidert utgave nov. 1976, Oslo.
- Wallentinus, I. 1979. Environmental influences on benthic macrovegetation in the Trosa - Askö area, Northern Baltic proper. II. The Ecology of macroalgae and submersed phanerogams. Contrib. Askö Lab. Univ. Stockholm 25: 1-210.