



Statlig program for
forurensningsovervåking

Rapport nr 66/83

Oppdragsgivere

Statens forurensningstilsyn
Norsk Hydro Glomfjord
fabrikker

Deltakende institusjoner

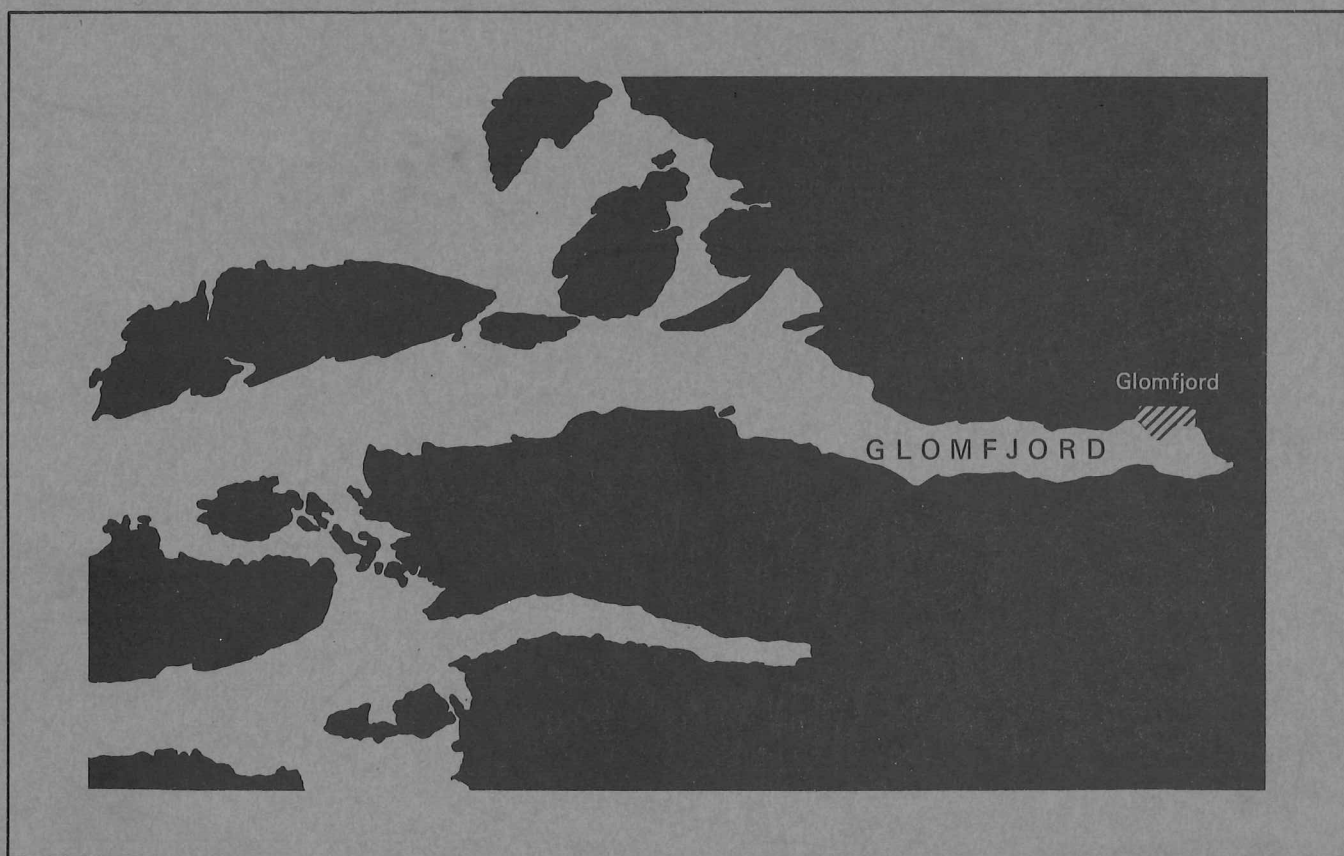
NIVA
Nordland Distrikthøgskole

NIVA'S
siste exemplar
UTLÅN

Delrapport I

Sedimenter,
bløtbunnsfauna og
partikler i vann

Basisundersøkelse i
Glomfjord



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-80003-16
Undernummer:
Løpenummer: 1453
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Basisundersøkelse i Glomfjord. Delrapport I. Sedimenter, bløtbunnfauna og partikler i vann (Overvåkingsrapport nr.66/83)	Dato: 14. desember 1982
	Prosjektnummer: 0-80003-16
Forfatter(e): Kristoffer Næs Brage Rygg Jens Skei	Faggruppe: Hydroøkologi
	Geografisk område: Nordland
	Antall sider (inkl. bilag): 42

Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn, Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking) Norsk Hydro, Glomfjord fabrikker.	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Rapporten beskriver resultater fra undersøkelser av partikler i vannmassen, sedimenter og bløtbunnfauna i Glomfjord. Mengde og sammensetning av suspenderte partikler viser liten og ingen påvirkning av utslipp fra Glomfjord fabrikker. Sedimentene viser forhøyede konsentrasjoner av fosfor, fluor og PAH nær fabrikken. En viss kontaminering av sedimentene med kvikksølv kan tyde på tidligere utslipp av kvikksølv. Bortsett fra en stasjon i indre Glomfjord var bunnfaunaen ikke vesentlig påvirket av forurensede utslipp.
--

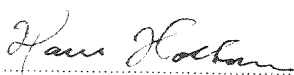
Statlig program
1. Overvåkingsrapport 66/83
2. Partikler i vann
3. Sedimenter
4. Bløtbunnfauna
5. Glomfjord, Nordland

4 emneord, engelske:
1. National monitoring
2. Particles in water
3. Sediments
4. Bottom fauna
5. Glomfjord, Nordland

Prosjektleder:



Div. sjef:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-0584-5





Statlig program for forurensningsovervåking

STATLIG PROGRAM FOR FORURENSNINGSOVERVÅKING

0-8000316

Basisundersøkelse i Glomfjord

Delrapport I

Sedimenter, bløtbunnfauna og partikler i vann

Oslo, 14. desember 1982

Prosjektleder: Jarle Molvær

Forfattere: Kristoffer Næs

Brage Rygg

Jens Skei

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

NIVAs hustrykkeri

INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD	1
INNLEDNING	2
1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	4
2. PRØVETAKING OG METODER	6
3. PARTIKULÆRT MATERIALE I VANNMASSEN	10
3.1 Mengde partikulært materiale	10
3.2 Transmisjonsmålinger	10
3.3 Kjemisk sammensetning av partikulært materiale	14
4. SEDIMENTER	16
4.1 Visuell beskrivelse av sedimentene	16
4.2 Organisk materiale, fosfor og nitrogen i sedimentene	17
4.3 Fluor og metaller i sedimentene	19
4.4 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimentene	20
5. BLØTBUNNFAUNA	22
5.1 Resultater	22
5.1.1 Likhet i faunasammensetningen fra stasjon til stasjon	22
5.1.2 Indikatorarter	24
5.1.3 Diversitet	26
5.1.4 Log-normal fordeling av artenes individantall	29
LITTERATUR	32
APPENDIKS	33-42

FIGURFORTEGNELSE

	Side
1. Hydrografi- og hydrokjemistasjoner i Glomfjord	8
2. Sedimentstasjoner i Glomfjord	9
3. Mengde partikulært materiale i overflatevann på stasjon G4 i perioden mars-september 1981	11
4. Partikulært fosfor i vannmassene i Glomfjord, 18-19.9.1981	12
5. Partikulært aluminium i vannmassene i Glomfjord, 18-19.9.1981	13
6. Fosfor (P), fluor (F), organisk materiale (O.M.) og nitrogen (N) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Glomfjord	18
7. Fordeling av total PAH vertikalt og i overflatesedimentene i indre deler av Glomfjord	21
8. Bløtbunnfaunastasjoner mai 1981	23
9. Stasjonenes innbyrdes likhet, beregnet ved indeksen A	24
10. Diversitetskurver (forholdet mellom artsantall og individantall)	27
11. Sammenheng mellom diversitet, artstetthet og individtetthet i prøvene fra Glomfjord	28
12. Log-normal plotting av antall individer pr. art	30

TABELLFORTEGNELSE

1. Visuell beskrivelse av bunnsedimentene i Glomfjorden	16
2. Antall individer i 4 grabbprøver ($= 0,4 \text{ m}^2$) av de vanligste bløtbunnfaunaartene	25
3. Individ- og artsantall i bløtbunnfaunaprøvene	28
4. Omregning av data for log-normal plotting (stasjon GB3)	29

F o r o r d

Basisundersøkelsen i Glomfjord inngår i Statlig program for forurensningsovervåking og finansieres av Norsk Hydro Glomfjord fabrikk og Statens forurensningstilsyn. Arbeidet som utføres av NIVA i samarbeid med Nordland Distriktshøgskole startet i 1981 og omfatter undersøkelser av vannutskiftning, vannkjemi, sedimenter, organismesamfunn i strandsonen og på bløtbunn samt miljøgifter i organismer. Resultatene vil bli rapportert i form av to delrapporter og en sammenfattende rapport i løpet av 1983.

Feltarbeidet (sedimenter og partikulært materiale) ble utført i tilknytning til Nordland Distriktshøgskoles hydrokjemitokt høsten 1981. I tillegg har Glomfjord fabrikk tatt vannprøver for gravimetrisk analyse av partikulært materiale i perioden mars-september 1981. Kjemiske analyser av partikulært materiale er utført ved Sentralinstitutt for industriell forskning (Sigurd Melsom/Betty Dirdahl). Analyser av sedimenter ble utført ved NIVAs egne laboratorier, bortsett fra fluor som ble analysert ved Glomfjord fabrikk.

Grabbprøver for bløtbunnfaunaundersøkelser ble innsamlet i mai 1981 i regi av Nordland Distriktshøgskole (Per Wikander). Det meste av artsbestemmelsene av bløtbunnfaunaen er gjort av cand. real. Øystein Stokland, Trondheim. Samtlige som har bidratt til innhold og presentasjon av denne delrapporten takkes for sin innsats.

Janne Molvær

INNLEDNING

Glomfjord i Nordland fylke er resipient for industrielt og kommunalt avløpsvann. Norsk Hydro A/S Glomfjord fabrikk, er Norges nest største produsent av kunstgjødsel. Dette medfører blant annet betydelige utslipp av fosfor- og nitrogenforbindelser. Tilførslene av disse stoffene kan sammenlignes med tilførsler via kommunal kloakk fra en befolkning på 450-500.000 mennesker. Det slippes dessuten ut kalilut og små mengder av olje og metaller. Også tidligere har det vært industriell aktivitet i Glomfjord. I perioden 1927-43 produserte således A/S Haugvik Smelteverk aluminium.

Virkningene av utslippene på vannkvalitet og organismesamfunnene i fjorden er lite kjent. Det kan imidlertid nevnes at hydrokjemiske undersøkelser utført av Norsk Hydro i 1971, 1974 og høsten 1980, har påvist høye konsentrasjoner av fosfor i vannmassene. Under en befaring i oktober 1980 viste algebeltet i strandsonen klare tegn på eutrofiering (NIVA 1980).

I forbindelse med den nye kraftsituasjonen som Svartisutbyggingen skaper, vurderer Norsk Hydro blant annet å nedlegge eksisterende ammoniumfabrikk og bygge aluminiumverk i stedet. Elvetilført ferskvann til fjorden (i middel ca. $27 \text{ m}^3/\text{s}$) som nå går gjennom det eksisterende kraftverket innerst i Glomfjord, vil i det vesentlige bli overført til Nordfjord sør for Glomfjord. Dette vil i så fall bety at belastningen på fjorden av forurensende stoff endrer karakter ved at eksisterende utslipp reduseres og nye utslipp kommer til. Samtidig vil nedsatt ferskvannstilførsel medføre at de hydrografiske forhold i overflatelaget (temperatur, saltholdighet, strømforhold, lagdeling osv) endres.

Formålet med denne resipientundersøkelsen er å beskrive den nåværende tilstanden i Glomfjord, og framskaffe referansedata for å bedømme virkningene av framtidige utslipp, samt å knytte sammenhengen mellom belastning, forurensningstilstand og naturgitte hydrofysiske og klimatiske forhold. Undersøkelsen gjennomføres som en basisundersøkelse innenfor det statlige program for forurensningsovervåking som administreres av Statens forurensningstilsyn (SFT). NIVAs oppdragsgivere er Norsk Hydro A/S, Glomfjord Fabrikker og SFT.

Denne rapporten presenterer resultater fra undersøkelser av sedimenter, bløtbunnfauna samt partikler i vannmassene. I en senere delrapport vil den resterende del av undersøkelsene (hydrografi, hydrokjemi, biologiske undersøkelser i strandsonen og på hardbunn, miljøgifter i organismer) bli rapportert.

1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

- I Undersøkelsene i Glomfjord i 1981 har blant annet omfattet fordeling og sammensetning av partikler i vannmassen, sedimentenes innhold av uorganiske og organiske komponenter samt undersøkelse av bløtbunnfaunasamfunnet.
- II Mengden av partikulært materiale suspendert i vannmassene i Glomfjord i 1981 var ikke unormalt stor sammenlignet med andre fjorder. Variasjoner over tid og fra stasjon til stasjon kan i hovedsak tilskrives ujevn tilførsel av sedimenterende materiale via elver og variasjoner i planktonproduksjonen.
- III Fordelingen av partikulært fosfor viser forhøyede konsentrasjoner i dypvannet nær Glomfjord fabrikker. Dette antas å skyldes utslipp fra fullgjødsselfabrikken.
- IV Konsentrasjonene av partikulært aluminium, som indikator på naturlig mineralsk materiale, var høyest i elvevannet fra kraftstasjonen. Mengdene i overflatelaget avtok raskt utover fjorden, noe som tyder på rask sedimentering av grove partikler innerst i Glomfjord. Vertikalprofiler av partikulært materiale viser en betydelig oppvirvling av bunnsedimenter under toktet i september 1981. Dette antas å henge sammen med en dypvannsutskifting på samme tidspunkt.
- V Fordelingen av partikulært silisium og forholdstallene mellom silisium og aluminium gir indikasjon på mengden av biogent silisium (diatoméer) i vannet. Resultatene viser at det var små mengder biogent silisium i vannet i september 1981, men at mengdene var større ytterst i fjorden.
- VI Sedimentene er grove (sandige) innerst i fjorden og gradvis finere (leirige) lenger utover. Dette gjenspeiler seg i de kjemiske analysene av sedimentene. Innholdet av organisk materiale øker utover i fjorden. Det samme gjør nitrogen i sedimentene, som skyldes at nitrogen er organisk bundet. Dette viser samtidig at utslippene av nitrogen fra ammoniakkfabrikken ikke påvirker sedimentene.

- VII Sedimentenes innhold av fosfor viser forhøyede konsentrasjoner utenfor Glomfjord fabrikker. Dette er i overensstemmelse med analysene av partikulært fosfor i vannmassen. Mest sannsynlig foreligger fosfor som apatitt i sedimentene.
- VIII Et forsøk på å aldersdatere sedimentene ved hjelp av bly-210 mislyktes pga. betydelige mekaniske forstyrrelser i sedimentene forårsaket av organismer (bioturbasjon). Vertikale fordelinger av forskjellige komponenter i sedimentene gir derfor ikke noe enkelt bilde av forurensningshistorien i Glomfjord.
- IX Fordelingen av fluor i overflatesedimentene er nærmest identisk med fosfor. Dette antas å skyldes utslipp fra fullgjødsselfabrikken.
- X Konsentrasjonene av metaller (kvikksølv, bly, kadmium, sink og kopper) er alle normale i sedimentene, bortsett fra kvikksølv som viser noe kontaminering. Fordelingen av konsentrasjonene i fjorden er ellers sterkt avhengig av kornstørrelsesfordelingen. Grove sedimenter inneholder generelt lavere metallkonsentrasjoner enn finkornige sedimenter. Årsaken til forhøyede kvikksølvkonsentrasjoner i sedimentene kan være Glomfjord fabrikkens bruk av kvikksølv i likerettere i perioden 1947-75.
- XI Sedimentenes innhold av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ble også målt. I overflatesedimentene var det en betydelig oppkonsentrering av PAH nær fabrikken. Dette tyder på betydelige utslipp av PAH, selv de siste årene. En sedimentkjerne ble snittet i 15 sjikt for å se på den historiske utviklingen av PAH-belastningen. Med forbehold om mekaniske forstyrrelser forårsaket av bunndyr, viser dette forhøyede konsentrasjoner av PAH i de øvre 12 cm, med et maksimum ved 6-8 cm dyp. Det siste kan muligens skyldes større utslipp under en periode med aluminiumproduksjon (1927-43).
- XII Bløtbunnfaunasamfunnet i indre Glomfjord var noe forskjellig fra det i ytre fjord. På en stasjon i indre fjord var faunaen noe påvirket. Individtettheten var høyere og diversiteten lavere enn på de andre stasjonene, og fordelingen av individer pr. art var ikke log-normal. Selv om trekkene i faunaen på denne stasjonen tydet på påvirkning, var de ikke ubetinget negative. Blant annet hadde den økte individtettheten ført til økt artstetthet.

2. PRØVETAKING OG METODER

Prøvetaking av sedimenter og suspendert partikulært materiale for kjemiske analyser ble foretatt fra F/F Raud den Rame, 18.-19.9.81. Sedimentprøvene ble tatt v.h.a. 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).

På utvalgte stasjoner ble transmisjonsmålinger utført med et transmissiometer i de øvre 100 m.

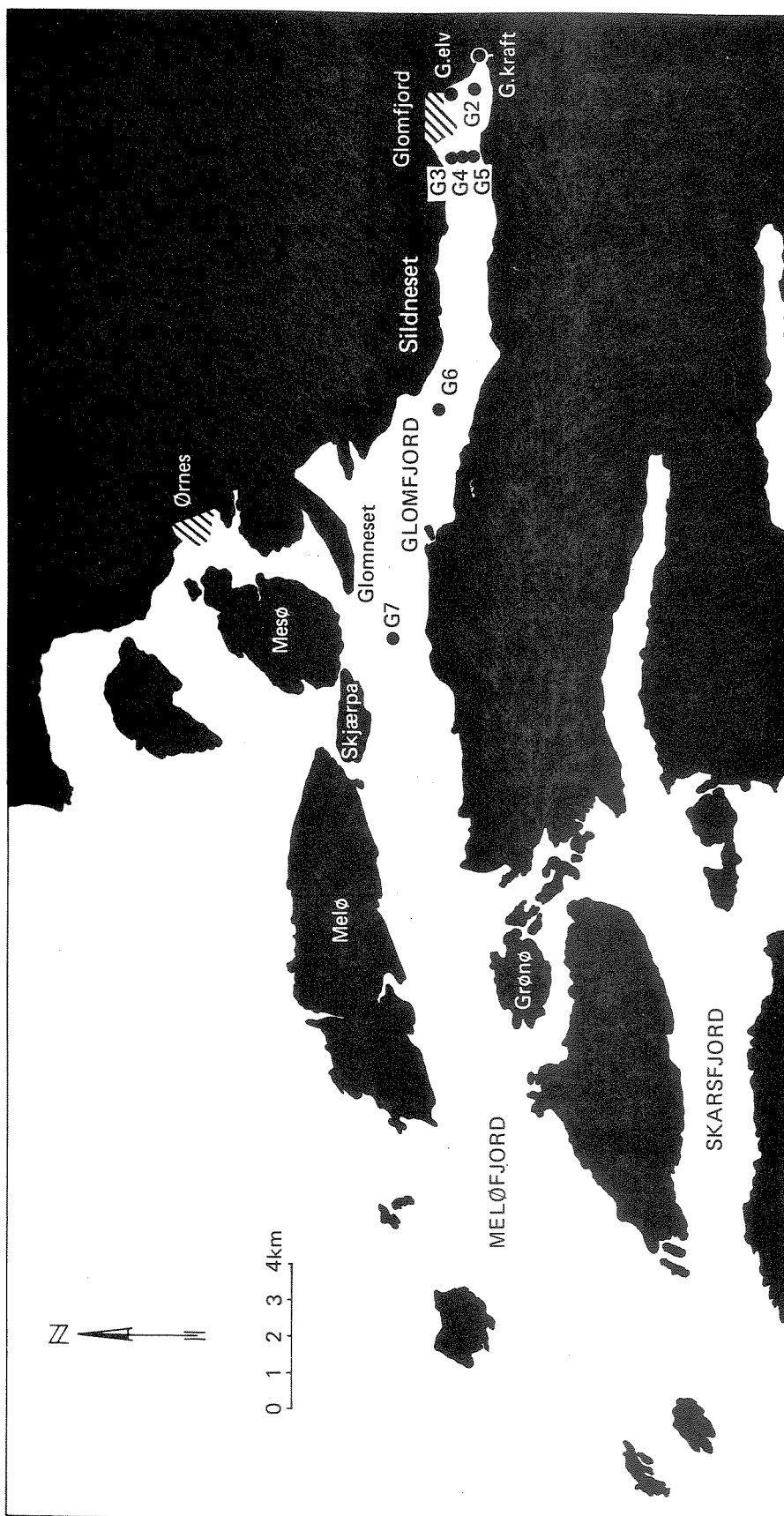
Innsamling av suspendert partikulært materiale ved vakumfiltrering og Millipore-filter for gravimetrisk målinger ble utført av Norsk Hydro, Glomfjord i tidsrommet mars-september 1981.

Analyser av metaller, organisk materiale, fosfor og nitrogen i sedimentene ble utført ved NIVAs laboratorium i henhold til rutinemetoder. Fluor i sedimentene ble bestemt med selektiv elektrode ved Norsk Hydro, Glomfjord. Analyser av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) ved glasskapilargasskromatografi ble utført ved NIVA. En sedimentkjerne ble aldersdatert ved hjelp av bly-210-metoden ved Harwell Environmental and Medical Sciences Division, England.

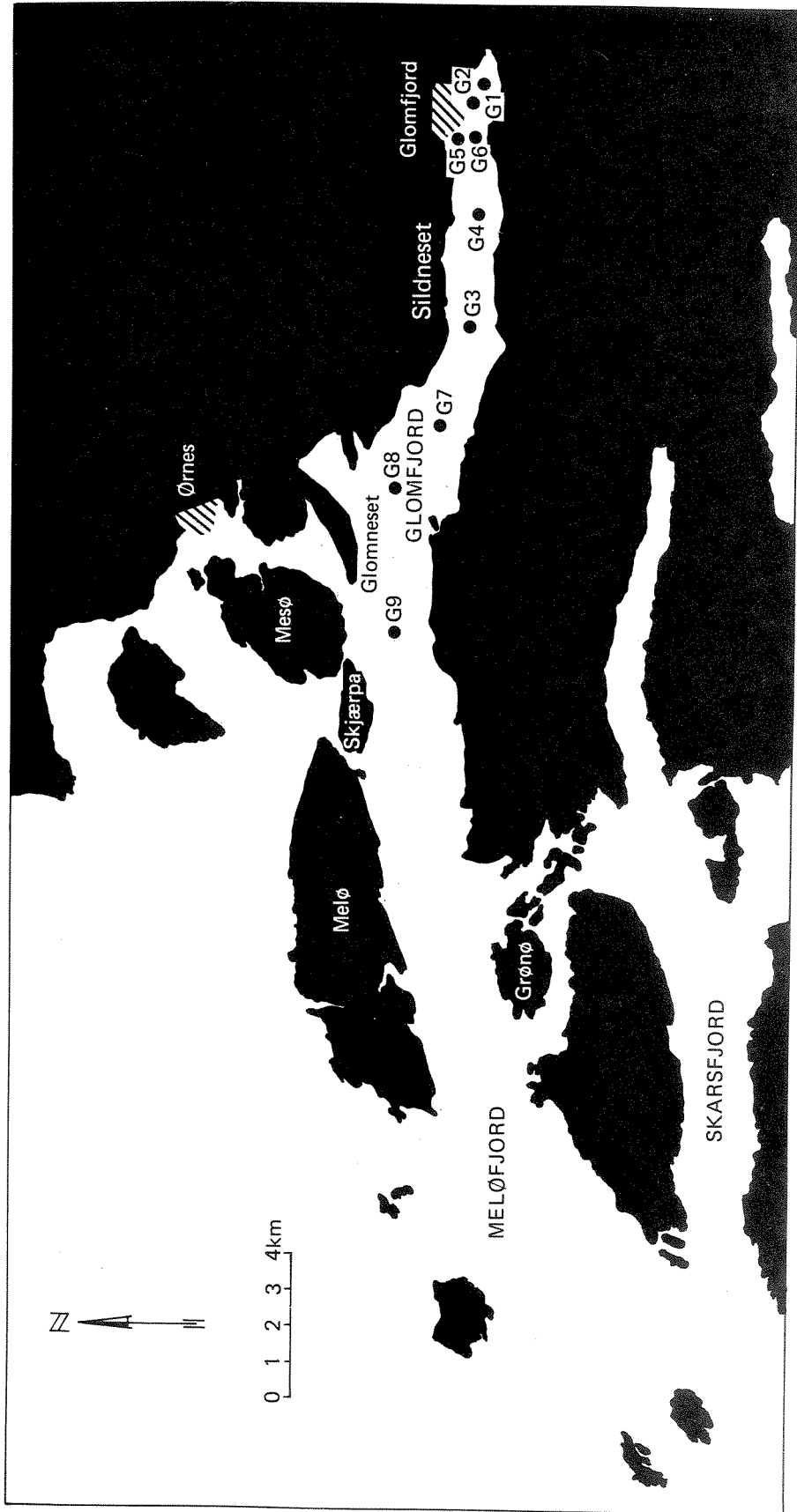
Kjemiske analyser av partikulært materiale ble utført ved Sentralinstituttet for industriell forskning v.h.a. røntgenfluoresensspektrometri (Skei & Melsom, 1981). Stasjonslokalisering for vannprøver og sedimentprøver er vist henholdsvis på Fig. 1 og 2. Det gjøres oppmerksom på at det til dels er brukt samme stasjonsbenevnelse for vann og sedimenter uten at stasjonene er sammenfallende.

Prøver for studier av bløtbunndyr ble samlet i mai 1981 på 7 stasjoner med en $0,1 \text{ m}^2$ bunngrabb (Petersengrabb). Grabben er et kvantitativt redskap som muliggjør en relativt nøyaktig bestemmelse av individtettheten av de fleste bunndyrarter. Det totale bunnareal som grabbprøvene dekker er imidlertid forholdsvis lite, selv om flere parallellprøver (4) tas. Arter med lav individtetthet vil derfor ofte ikke komme med i prøvene. Lette og bevegelige dyr vil dessuten kunne bli blåst til side eller flykte før grabben griper i bunnen. Grabb er derfor best egnet til innsamling av dyr med høy individtetthet (flere enn 2-3 pr. kvadratmeter) og fysisk tilknytning til sedimentet. Materialet vil likevel være tilstrekkelig omfattende til å gi en brukbar indikasjon på miljøforholdene og deres utvikling.

Grabbprøvene ble vasket gjennom siler med 1 mm hullstørrelse for å fjerne finfraksjonene av sedimentet (leire, silt, sand og organisk detritus). Det resterende materialet ble konserverert og senere gjennomgått på laboratoriet, hvor organismene ble sortert fra det øvrige materialet, artsbestemt og tallet.



Figur 1. Hydrografi- og hydrokjemistasjoner i Glomfjord 18.-19/9 1981



Figur 2. Sedimentstasjoner i Glomfjord.

3. PARTIKULÆRT MATERIALE I VANNMASSEN

Partikler i sjøvann består vanligvis av følgende hovedkomponenter: uorganiske silt- og leirepartikler, planktonfragmenter og utfellinger. Det partikulære materialet kan karakteriseres i henhold til mengde (vekt) pr. liter (gravimetrisk), indirekte mengdefordeling ved hjelp av transmisjonsmålinger og ved kjemisk sammensetning. Alle disse angrepsmåtene ble brukt i Glomfjord for om mulig å påvise partikulære forurensninger i vannmassen.

3.1 Mengde partikulært materiale

Prøver ble innsamlet og filtrert i perioden mars-september 1981 på hydrografistasjonene i Glomfjord (Fig. 1). Konsentrasjonene i måleperioden varierte mellom 0,2 og 6,4 mg/l, med høyeste konsentrasjoner i juli og laveste i august. Generelt er konsentrasjonene som normale å betrakte, sammenlignet med andre fjorder (ca. 1 mg/l SPM) (Fig. 3). Det ble heller ikke påvist høyere konsentrasjoner på stasjonen nærmest fabrikken som kan tyde på partikulære utslipp. Når konsentrasjonene av partikulært materiale generelt er noe høyere i indre deler av Glomfjord enn i ytre, kan det skyldes tilførsler av sedimenterende materiale via elvene. Den høye konsentrasjonen i juli faller sammen med høye konsentrasjoner av klorofyll a på samme stasjon (7,0 µg/l). Under toktet i september var konsentrasjonen av partikulært materiale 0,73 mg/l i utløpet fra kraftstasjonen. Med en vannføring på 27 m³/s, tilsvarer dette en sedimenttransport på 1,7 tonn pr. dag.

3.2 Transmisjonsmålinger

Transmisjonsmålinger ble gjort på de fem innerste stasjonene i Glomfjord (figur 1) i september 1981.

Det var nesten ingen forskjell i transmisjonen i de øvre 50 m på de ulike stasjonene. På grunn av lengden på kabelen som ble brukt ved målingene, ble transmisjonen i bunnvannet ikke registrert. Den generelle trenden på målingene viste nedsatt sikt i vannet i de øvre 20 m. Dette antas i stor grad å skyldes plankton. Siktedypet på de samme stasjonene varierte mellom 7 og 8 m. Saltholdigheten i overflatevannet i Glomfjord var nær 30 ‰ under prøveinnsamlingen.

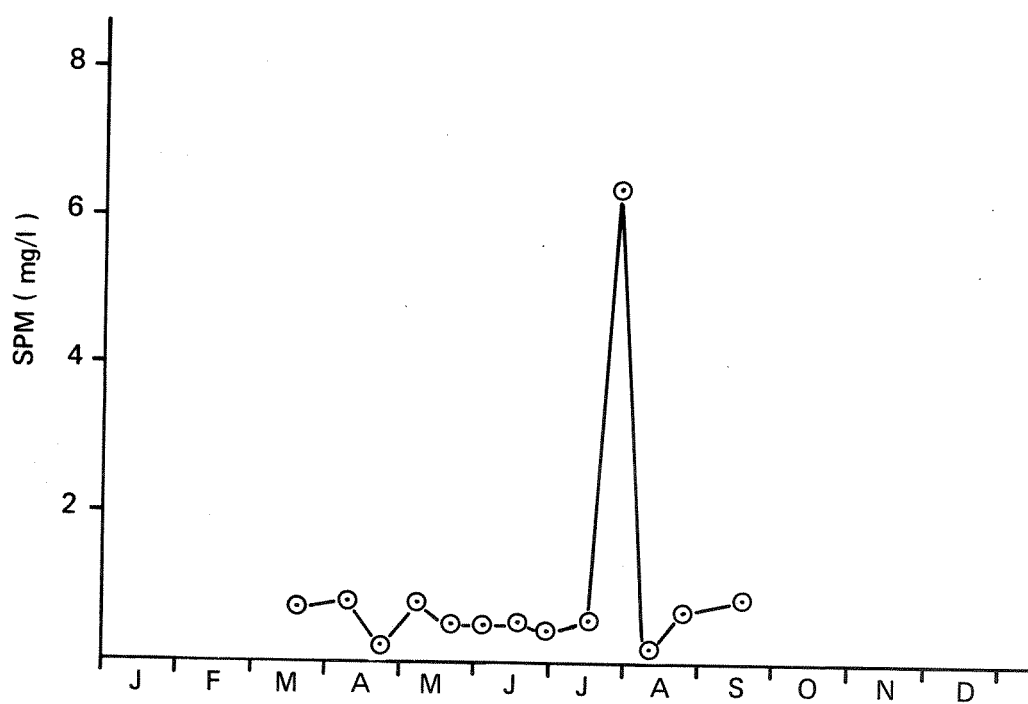
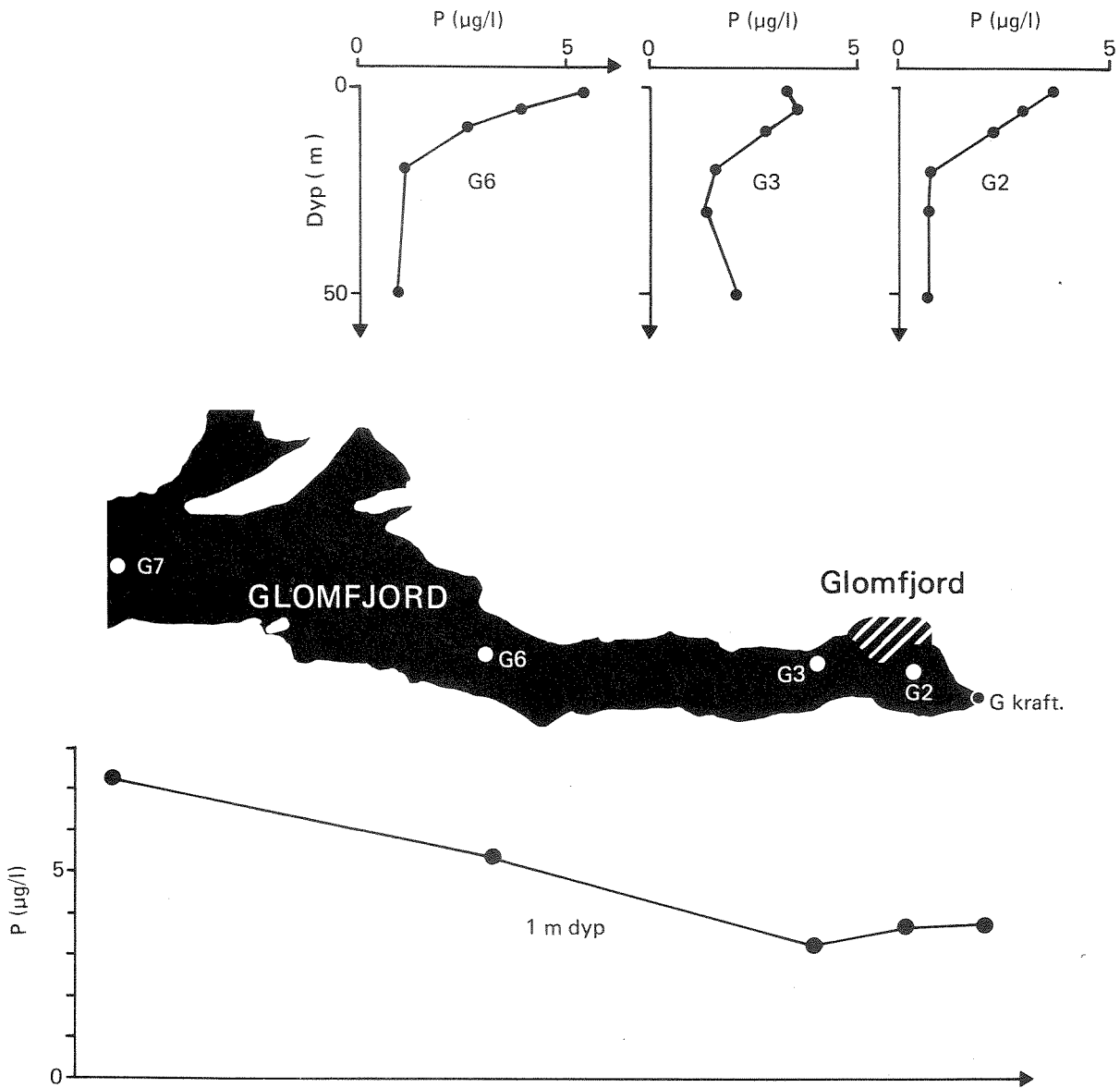
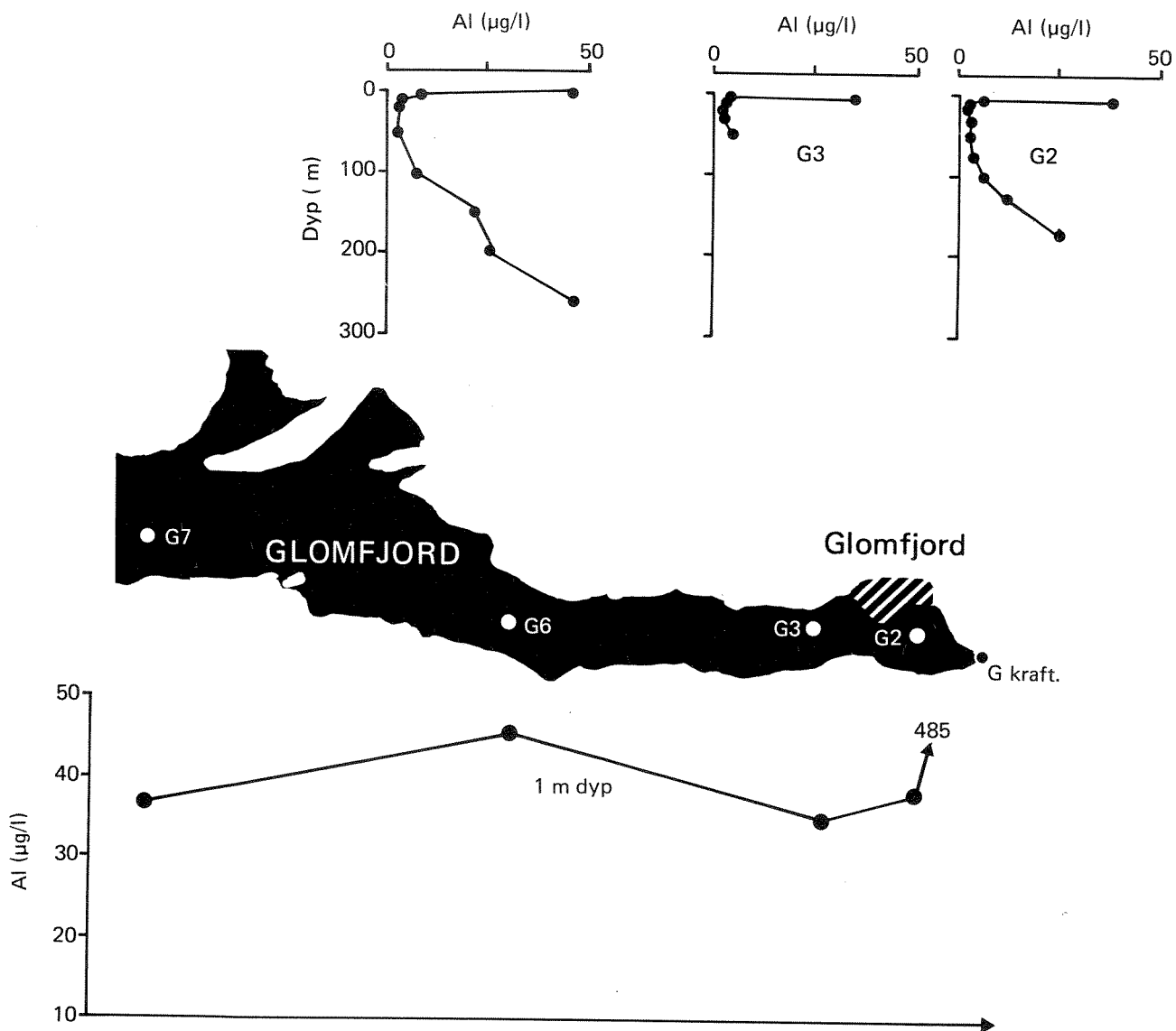


Fig. 3. Mengde partikulært materiale (SPM) i overflaten på stasjon G4 i perioden mars - september 1981



Figur 4. Partikulært fosfor i vannmassene i Glomfjord, 18-19.9.1981.



Figur 5. Partikulært aluminium i vannmassene i Glomfjord, 18-19.9.1981.

3.3 Kjemisk sammensetning av partikulært materiale

Partikulært materiale i vannet (fracfiltrert v.h.a. membranfilter pore-diameter 0,4 μm) ble analysert for fosfor (P), aluminium (Al), silisium (Si) og jern (Fe) (Appendiks Tabell 1). Disse elementene er naturlige komponenter i uorganiske partikler som tilføres fjorder via ellevann. Fosfor er i tillegg en viktig bestanddel i organiske partikler og i Glomfjord tilføres også fjorden fosfor i form av kalsiumfosfat fra Glomfjord fabrikker. Partikulært silisium vil være til stede både i mineralpartikler og i biogent materiale (diatomer). Forholdstallet Si/Al vil derfor si noe om diatomeer-mengden i vannmassen under prøvetakingen.

Basert på målinger av partikulært fosfor i utløpet fra kraftstasjonen og en gjennomsnittlig vannføring på 26 m³/s, tilsvarer dette en årlig tilførsel av partikulært fosfor på ca. 3 tonn. Dette er meget lavt og tyder på at lite organisk materiale tilføres fjorden fra land, noe som er rimelig med tanke på den sparsomme vegetasjonen i nedbørfeltet. Til sammenligning var det totale fosforutslippet (løst og partikulært) fra fabrikkene ca. 260 tonn i 1981. Mengden av fosfor som tilføres fjorden via elver vil variere med årstiden, men beregningen gir et bilde av størrelsesordenen.

Fordelingen av partikulært fosfor i fjorden, horisontalt og vertikalt, er vist på figur 4. Konsentrasjonene økte jevnt utover fjorden i overflatevannet med høyeste konsentrasjon på den ytterste stasjonen (G7). Den vertikale fordelingen av partikulært fosfor viser høyeste konsentrasjoner i den mest aktive delen av den produktive sonen (0-10 m). Det var ingen ting som tydet på en økt konsentrasjon av partikulært fosfor i overflatevannet nærmest Glomfjord fabrikker (G3), mens konsentrasjonene på dypere vann var noe høyere nær fabrikkene (Fig. 4). Det er åpenbart at fosformengden i vannet i september i hovedsak bestemmes av planktonets opptreden.

Partikulært aluminium, som er den beste indikatoren på mineralsk materiale i vannet, viser en fordeling både horisontalt og vertikalt (Fig. 5) som er noe forskjellig fra fosfor. Konsentrasjonen av aluminium i kraftstasjonsutløpet var høy (485 $\mu\text{g/l}$) og tilsvarer en årlig naturlig tilførsel på ca. 400 tonn aluminium. Overflatevannets innhold av aluminium

avtok raskt fra elvemunningen og allerede ved stasjon G2, som ligger ca. 1,5 km fra utløpet, var konsentrasjonen i overflatevannet nede i 38 $\mu\text{g/l}$ (ca. 8 % av konsentrasjonen i kraftstasjonsutløpet). Dette betyr at det skjer en umiddelbar sedimentering utenfor elvemunningen og at dette materialet er nokså grovt. Dette er i overensstemmelse med sedimentundersøkelsen som viste grove sedimenter med lavt organisk innhold fra fabrikk og østover. Konsentrasjonene av partikulært aluminium i overflatevannet (0-1 m) varierte lite utover i fjorden (Fig. 5), noe som tyder på liten sedimentering av mineralsk materiale i ytre deler av Glomfjord. En betydelig økning i aluminiumkonsentrasjonen på stasjon G6 (Sildneset) tyder på påvirkning fra andre elver.

Vertikalt i vannmassene (Fig. 5) viser aluminium en fordeling som henger sammen med sjiktingen i vannmassen og bunnstrømmer som virvler opp bunnsedimentene (resuspensjon). Brakkvannslaget var i denne perioden ca. 2 m tykt, og dette førte til at sedimenttransporten i hovedsak skjedde i de øvre par meter. Partikulært aluminium viser derfor et karakteristisk overflatemaksimum i hele fjorden (Fig. 5). Det andre karakteristiske trekket er økning av aluminium mot bunnen. Dette kan bare forklares som et resultat av oppvirvling av bunnsedimenter, som igjen mest sannsynlig skyldes en dypvannsutskifting. Dette kan imidlertid ikke bekreftes på grunn av manglende strømmålerdata, men oksygenmålinger tyder på at en slik utskifting fant sted høsten 1981.

Partikulært jern fulgte i stor grad fordelingen av aluminium i vannmassene i Glomfjord (Tabell 1). Forholdstallet Fe/Al er på 0,5-0,7 og indikerer at mengden av jern i det partikulære materialet er knyttet til mineralsk materiale tilført fjorden via elvene. Eneste unntak er partikler i elva som renner ut i fjorden like øst for fabrikk og som har noe høyere jerninnhold.

Partikulært silisium er som nevnt tilstede både i mineralsk og i biogent materiale (diatomeskall) Forholdstallet Si/Al vil gi et indirekte mål på mengden av diatomer i vannet (høyt Si/Al-forhold = mye biogent Si). I Glomfjorden var forholdstallene (Si/Al) generelt lave i september 1981. Av dette kan sluttet at diatomeproduksjonen var lav på dette tidspunktet. De høyeste Si/Al-forholdstallene ble påvist i vannmassen mellom 5 og 50 m i fjorden. Dessuten var det tilsynelatende mere biogent silisium lenger ute i fjorden enn helt innerst.

4. SEDIMENTER

Fjordforurensing påvirker vanligvis sedimentenes sammensetning, forutsatt at sedimenteringen er større enn erosjonen på bunnen. Forurensede sedimenter avsettes på toppen av uforurensede sedimenter avsatt i forhistorisk tid. En analyse av sedimentlagene vil gi et bilde av forurensingshistorien og i de tilfeller hvor aldersdatering lar seg gjøre kan utviklingstendensen tidfestes. Analyser av bunnsedimenter er derfor et nyttig redskap i forurensingskartlegging og overvåking av resipienter.

4.1 Visuell beskrivelse av sedimentene

En beskrivelse av sedimentenes utseende og karakteristika er gitt i tabellen nedenfor. Stasjonsplasseringen er gitt på Fig. 2.

Tabell 1. Visuell beskrivelse av bunnsedimentene i Glomfjorden.

Stasjon nr.	Bunndyp (m)	Kjernelengde(cm)	Beskrivelse
G1	132	13	Sand. Ikke analysert
G2	181	25	Sandig sediment, men mere siltig enn G1. Rent sandlag ved 20-25 cm dyp.
G3	261	40	Siltig leire
G4	210	33	Homogen sandig silt
G5	112	13	Sandig sediment. Mye glimmer og kvarts. Skjellfragmenter.
G6	162	16	Siltig sand
G7	277	36	Fin siltig leire. Svak lukt av H ₂ S i bunnen av kjerfien.
G8	224	47	Sjømus ble observert i sedimentet. Siltig leire med litt sand.
G9	375	27	Fin siltig leire.

4.2 Organisk materiale, fosfor og nitrogen i sedimentene

Analyseresultatene er gjengitt i Appendiks (Tabell 2).

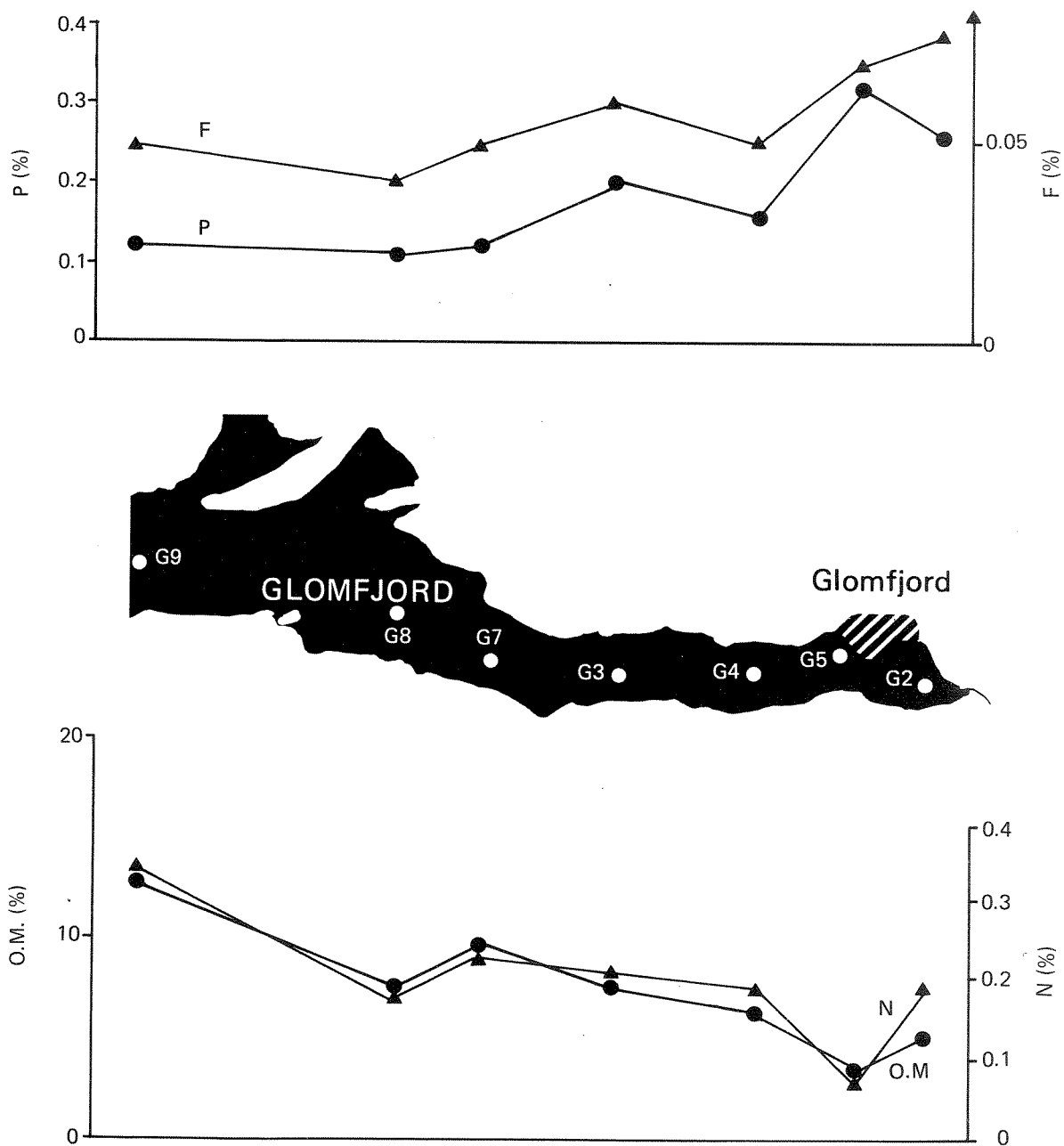
Fjordsedimenter består av en organisk del og en uorganisk del. I det organiske materialet utgjør karbon, fosfor og nitrogen hovedbestanddelene. Mengden av organisk materiale i sedimenter bestemmes av tilførselene av organisk materiale fra land, produksjon av organisk materiale i vannmassene og graden av nedbrytning som delvis skjer i vannmassene under sedimentering og delvis etter at materialet er avsatt på bunnen. Nedbrytningen (mineraliseringen) av organisk materiale er i stor grad avhengig av tilgjengelig oksygen og bakteriell virksomhet.

I Glomfjorden er det rikelig med oksygen i vannet, slik at dette er ikke begrensende faktor for nedbrytningen av organisk materiale.

Målinger av glødetap i sedimentene, som gir et mål på organisk materiale, viser en generell økning utover fjorden (Fig. 6), samtidig som kornstørrelsen i sedimentene avtar utover. Organisk materiale er vanligvis knyttet til leirfraksjonen og dette forklarer økningen utover i fjorden. Vertikalt i sedimentet er det små variasjoner i organisk materiale.

Fordelingen av fosfor i overflatesedimentene (0-2 cm) viser i motsetning til organisk materiale en økning innover fjorden med et maksimum like utenfor fabrikken (G5, Fig.6). Fosfor ser ikke ut til å være knyttet til organisk materiale, men opptrer derimot i en uorganisk form. Med de store utslippene av kalsiumfosfat fra Glomfjord Fabrikker er det ikke vanskelig å tenke seg at området øst for Sildneset er influert av disse utslippene. Sannsynligvis foreligger fosfor som apatitt i sedimentene. Analyser vertikalt i sedimentet viser en klar økning av fosforinnholdet mot overflaten, noe som ganske sikkert skyldes utslipp fra fullgjødselsfabrikken i løpet av de siste 25 år.

I motsetning til fosfor viser nitrogen en fordeling i sedimentene som tilsvarer organisk materiale (Fig.6). Det er således ingen ting som tyder på at sedimentene får tilført nitrogenforbindelser utover det som er knyttet til organisk materiale. Når de store nitrogenutslippene fra ammoniakk- og fullgjødselsfabrikken ikke påvirker bunnsedimentene, må dette skyldes at nitrogen slippes ut som løste forbindelser.



Figur 6. Fosfor (P), fluor (F), organisk materiale (O.M.) og nitrogen (N) i overflatesedimentene (0-2 cm) i Glomfjord.

4.3 Fluor og metaller i sedimentene

Analyseresultatene er gjengitt i Appendiks (Tabell 2).

Når vi skal studere sedimentenes innhold av miljøgifter, ønsker vi oss et sediment som er uforstyrret og hvor informasjon ligger lagret som i en databank. De eldste data ligger lagret nederst i en sedimentkjerne og de ferskeste befinner seg i det øverste sedimentlaget. Hvis vi i tillegg kan aldersdatere sedimentlagene, kan vi knytte datainformasjonen direkte til tid og begivenheter i nedbørfeltet til en fjord. I Glomfjorden ble en sedimentkjerne fra stasjon G3 (Fig. 6) valgt til aldersdatering. Denne dateringen (bly-210 isotop) viste imidlertid at de øvre 7 cm av kjernen var forstyrret av gravende organismer (bioturbasjon). Det er således ikke mulig å fastslå sedimentveksten på grunnlag av bly-210 dateringer i de øvre 10 cm av sedimentene i Glomfjorden.

Konsentrasjonene av fluor i sedimentene kan i noen grad belyse forurensingsutviklingen i Glomfjorden. Fluor har vært tilført fjorden siden fullgjødselabrikken kom i drift i begynnelsen av 50-årene. I tillegg må vi anta at fluor ble sluppet ut fra A/S Haugvik Smelteverk som var i drift i perioden 1927-42.

Fordelingen av fluor i overflatesedimentene i Glomfjorden er grovt sett lik fordelingen til fosfor, med høyeste konsentrasjoner øst for Sildneset (Fig. 6). Det er ikke usannsynlig at fluor er knyttet til apatitt. Den vertikale fordelingen av fluor viser oppkonsentrering mot overflaten av sedimentet, selv om det ikke er noen stor gradient. Det siste kan skyldes at sedimentene er nokså bioturbert (forstyrret av dyr).

Kvikksølv er et metall som tiltrekker seg stor oppmerksomhet i forurensingssammenheng. Glomfjorden ble tilført kvikksølv i perioden 1947-75 i forbindelse med bruk av kvikksølv i likerettere. Overflatesedimentene i Glomfjorden er kontaminert med kvikksølv med konsentrasjoner opp til 0,6 ppm. Det er ellers ingen trender med hensyn til fordeling verken horisontalt eller vertikalt. Det siste kan tyde på at sedimentet er så pass blandet og bioturbert at tidsgradienten er utvisket. Den nåværende produksjonen ved Glomfjord fabrikk skulle ikke tilsi utslipp av kvikksølv.

Konsentrasjonene av bly er helt normale og reflekterer kun forskjellen i kornstørrelse i sedimentene. De sandige sedimentene inneholder mindre bly enn de leirige sedimentene. Det samme kan sies om kadmium, sink og kopper. Bortsett fra kvikksølv er det således ikke påvist metallkontaminering i sedimentene.

4.4 Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimentene

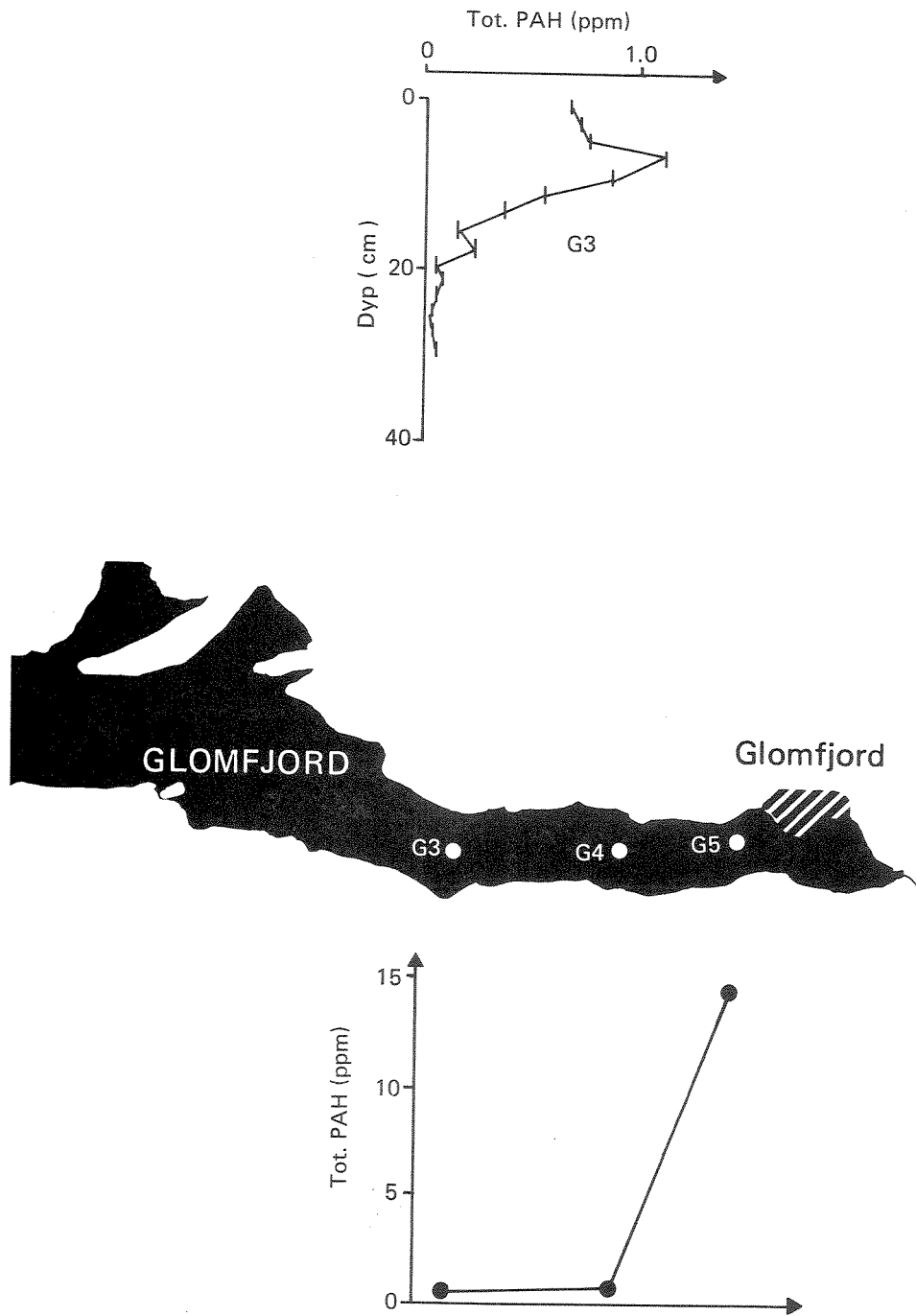
Resultatene er gjengitt i Appendiks (Tabell 3).

Tjærestoffer eller PAH-forbindelser er miljøgifter som spesielt tilføres miljøet i områder hvor industribedrifter bruker Søderbergelektroder. I Glomfjord hadde Norsk Hydro produksjon av aluminium i tidsrommet 1927-43. Det er derfor grunn til å anta at PAH-stoffer ble tilført fjorden i denne perioden.

Analyser av PAH i sedimentene ble utført på stasjonene G3, G4, G5 og G6 (Fig. 7). I tillegg til overflateprøver ble en kjerne på stasjon G3 snittet i 15 sjikt (2 cm tykkelse) for å utrede den historiske belastningen av PAH på sedimentene.

Resultatene av analysene viser at samtlige overflatesedimenter er kontaminert av PAH (> 0,5 ppm, som kan regnes som et bakgrunnsnivå). På stasjonen nærmest fabrikken ble det påvist over 14 ppm total PAH i de øvre 2 cm av sedimentet. Dette tyder på en betydelig tilførsel av PAH fra bedriften i senere tid og videre at avsetningen av PAH skjer meget raskt. Allerede ca. 2 km fra den nærmeste stasjonen (G5) er PAH-konsentrasjonen i overflatesedimentene redusert med over 90 %. De mest fremtredende PAH-komponentene er fluoranthen, fenatren, pyren, trifenylen, chrysen og benzofluoranten.

En vertikalprofil i en kjerne på stasjon G3 (Fig. 7) viser forhøyede konsentrasjoner av PAH i de øvre 12 cm i sedimentet. Vi må anta at PAH er blitt tilført Glomfjord helt siden 1927 da aluminiumproduksjonen startet. Det tyder på en sedimenttilvekst på vel 2 mm/år ved Sildneset. Høyeste konsentrasjon ble påvist ved 6-8 cm dyp i sedimentet som trolig representerer sedimentet avsatt på slutten av andre verdenskrig, da aluminiumproduksjonen var i ferd med å avvikles. I og med at PAH-konsentrasjonene i overflatesedimentene nær fabrikken er såvidt høye, er det åpenbart at det også fra eksisterende fabrikklegg slippes ut betydelige mengder PAH-forbindelser.



Figur 7. Fordeling av total PAH vertikalt (øverst) og i overflate-sedimentene (nederst) i indre deler av Glomfjord.

5. BLØTBUNNFAUNA

På og i bløtbunnen lever det en mengde smådyr som ernærer seg av det organiske materialet som tilføres fra de overliggende vannmassene. Denne faunaen kan indikere hvordan miljøforholdene er på bunnen i fjorden.

5.1 Resultater

For å få et best mulig grunnlag for tolkningen av resultatene, er flere ulike behandlingsmåter for dataene benyttet. Med prøve menes samleprøven av fire grabbprøver fra hver stasjon. Lokaliseringen av stasjoner er vist på figur 8.

5.1.1 Likhet i faunasammensetning fra stasjon til stasjon

Tydelige gradienter i faunaen innenfor et fjordområde kan tyde på lokal forurensning eller annen påvirkning. Omvendt tyder en ensartet fauna på jevne forhold i hele det undersøkte området.

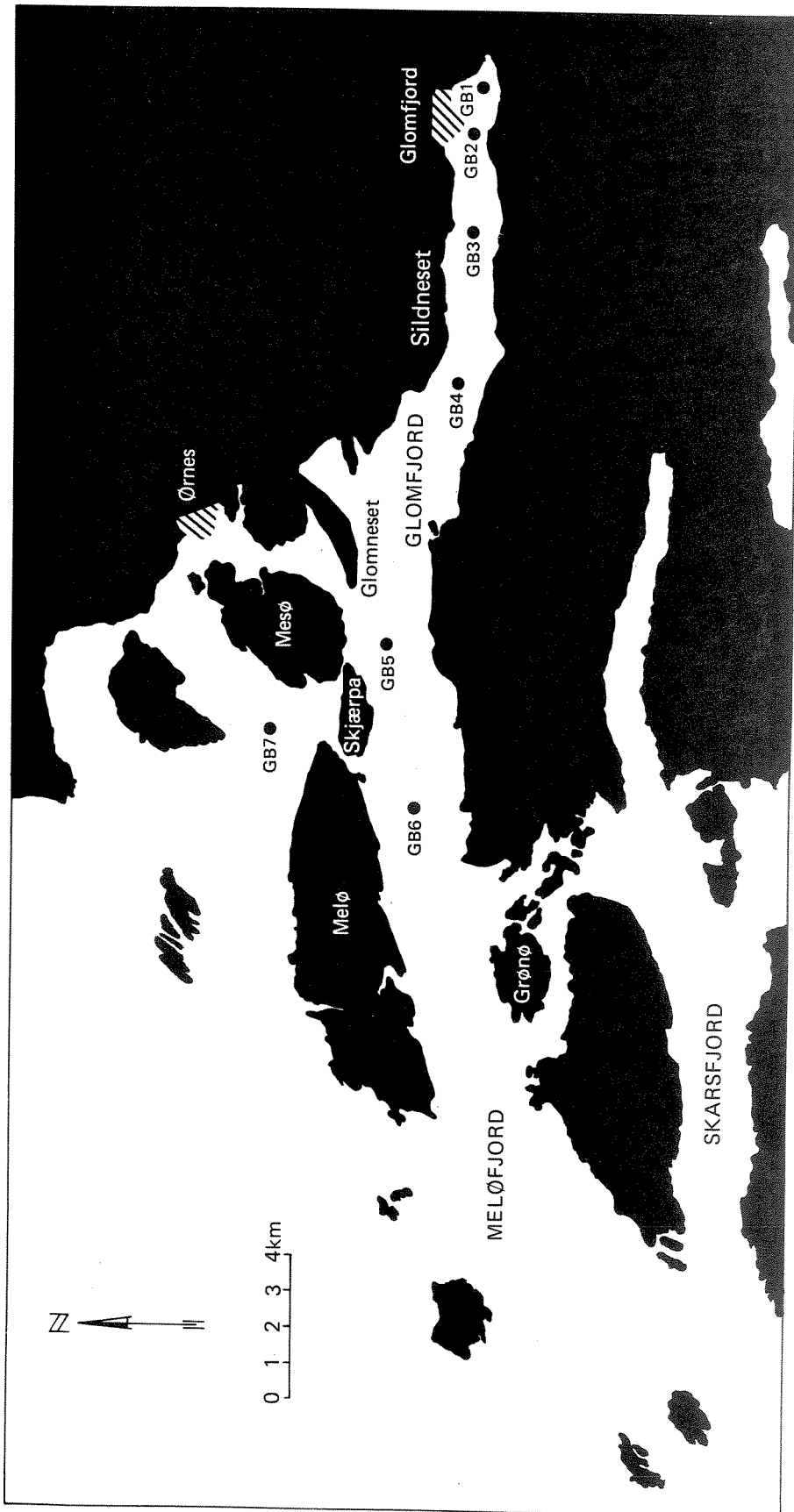
Det er beregnet likhetsindeks for alle par av stasjoner (a, b). Indeksen (A) er lik summen av artenes (1 til S) prosentandel (P_i) av prøvens totale individantall (N) i den av de to prøvene der P_i er minst, diviert med et vekttall som tar hensyn til forskjellen i individantallet i prøvene:

$$A_{a,b} = (|\log N_a - \log N_b| + 1)^{-1} \cdot \sum_{i=1}^S P_i (\min a,b)$$

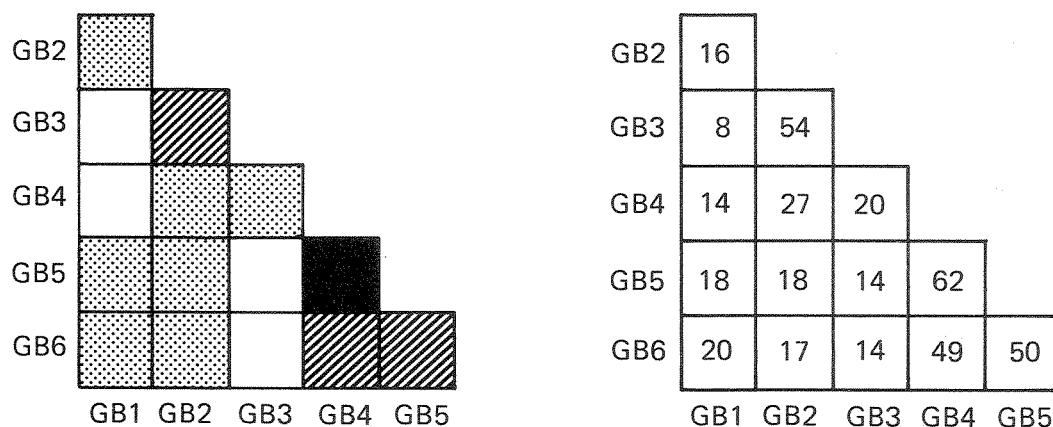
Ved total likhet er indeksen lik 100. Ved total ulikhet er den lik 0. Indeksene er ordnet i et Trellis diagram (figur 9).

Høy innbyrdes likhet fantes mellom stasjon GB2 og GB3, og mellom GB4, GB5 og GB6.

For alle andre par av stasjoner var likheten lav. Dog hadde GB2-GB3 noe større likhet med GB4 enn med GB5-GB6. Stasjon GB1 innerst i fjorden lignet lite på de andre stasjonene. Årsaken til dette



Figur 8. Bløtbunnfaunastasjoner mai 1981.



Figur 9. Stasjonenes innbyrdes likhet, beregnet ved indeksen A (se teksten).

var sannsynligvis sedimentet, som på GB1 besto av grov sand. Lenger ute i fjorden besto sedimentet av finere sand, silt og leire. Forenklet kan vi si at det fantes et indre Glomfjord faunasamfunn, representert ved GB2 og GB3, og et ytre Glomfjord faunasamfunn, representert ved GB4, GB5 og GB6. Før dette resultatet diskuteres i forhold til mulige påvirkninger, skal vi beskrive faunaen nærmere ved dens artssammensetning og tallmessige struktur.

5.1.2 Indikatorarter

Hvilke arter som finnes eller mangler, hvilke som er sjeldne og hvilke som er tallrike, sier naturligvis en hel del om miljøbetingelsene på stedet. Positive forurensningsindikatorer er opportunistiske arter som kan opptre tallrikt i forurensete eller forstyrrete miljøer. Denne gruppen utgjøres av et bemerkelsesverdig konstant utvalg av arter. De går igjen fra det ene forurensete område til det andre. Det motsatte, negative indikatorer, er arter som går tilbake eller forsvinner som følge av forurensningspåvirkninger.

Tabell 2 viser de vanligste artene i materialet fra Glomfjord, og deres individtetthet på de enkelte stasjonene. Børstemarkene *Heteromastus filiformis* og *Myriochele* sp. og muslingen *Thyasira equalis* opptrådte i høyt antall på noen stasjoner, høyest på GB3. Ingen av artene i tabellen er utpregete forurensningsindikatorer, og er vanlige i så godt som alle norske fjorder. Noen av dem tåler

likevel en god del forurensning og kan være opportunister og øke sitt individantall ved økt organisk belastning. Det gjelder særlig for *Heteromastus filiformis*. De høye individantallene på stasjon GB3 og til en viss grad også på GB2 kan tyde på større tilgang på organisk materiale her enn på de andre stasjonene.

Ved dårlige forhold, særlig oksygenSVikt, er det gjerne krepsdyrfaunaen som utarmes mest. Krepsdyra var rikelig representert, særlig i den indre delen av Glomfjord. Det tyder på friske forhold. De hydrokjemiske målingene har også vist tilfredsstillende oksygeninnhold i dypvannet.

Stasjonen i Mesøyfjorden (GB7) skulle være en referanse for stasjonene i Glomfjord. Imidlertid var forholdene på GB7 dårlige, antagelig på grunn av liten vannutskiftning. Faunaen var svært fattig. Krepsdyr manglet helt, og av de få artene av andre grupper som fantes er enkelte kjent for å være nokså forurensningstolerante. Resultatene fra stasjon GB7 kan neppe kaste noe lys over resultatene fra selve Glomfjord, og behandles derfor ikke videre her.

De komplette artlister er vist i tabell 4 i Appendiks.

Tabell 2. Antall individer i 4 grabbprøver (= 0,4 m²) av de vanligste bløtbunnfaunaartene.

	Stasjon						
	GB1	GB2	GB3	GB4	GB5	GB6	GB7
Polychaeta (børstemark)							
Drilonereis filum	1	9	37	3			
Heteromastus filiformis	2	62	113	12	1	4	1
Lumbrineris sp.	1	13	4	5			
Myriochele sp.		168	566	3			
Nephtys spp.	5	13	7	3	5	4	
Spiophanes kroeyeri	2	12	28	26	10	7	
Bivalvia (muslinger)							
Nucula tumidula	1	5	9	7	4	1	
Thyasira equalis		56	172	84	77	34	19
Crustacea (krepser)							
Cypridina norvegica	22	32	29				
Eriopisa elongata	23	25	32	11	19	2	
Harpinia sp.	1	1	6	8	5	1	

5.1.3 Diversitet

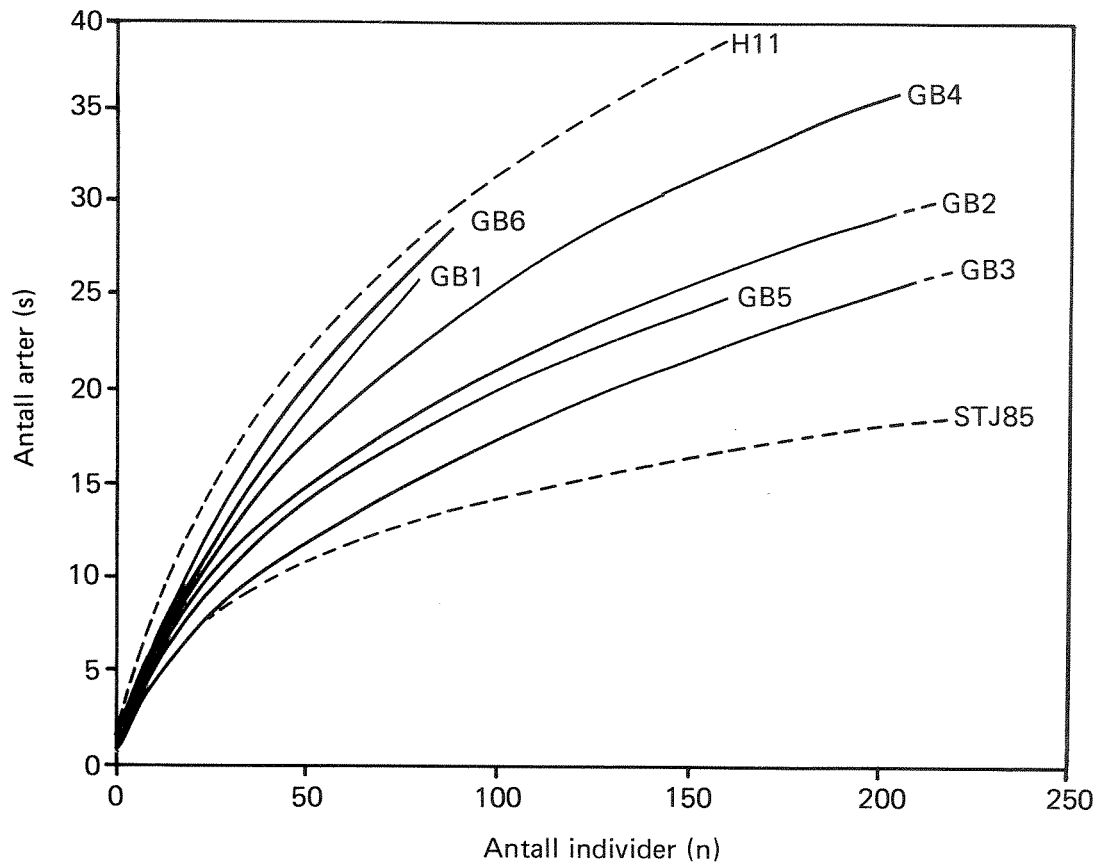
Med diversitet menes her forholdet mellom artsantallet og artenes samlede individantall i prøven. Høy diversitet betyr omtrent det samme som stor variasjon eller mangfold, og henger bl.a. sammen med gunstige miljøforhold og en ikke for stor tilgang på næring. Næringsbelastning fører til at opportunistiske arter øker sine individantall og blir dominerende i samfunnet. Fysiske stressfaktorer kan ha en lignende virkning. Resultatet er at diversiteten blir lavere. Forholdet mellom artsantall og individantall er ikke konstant, men synker når individantallet (prøvestørrelsen) øker. Hvis diversiteten i prøver med ulike totalindividantall skal kunne sammenlignes, må individantallene reduseres til felles størrelse i prøvene, og vi må da også regne ut hvordan artsantallet forandres når individantallet reduseres. Dette gjøres ved formelen:

$$E(S_n) = \sum_i \left[1 - \left(\frac{N - N_i}{N} \right)^n \right] \quad (\text{Hurlbert, 1971})$$

= det forventede antall arter i en delprøve på n individer fra en prøve som inneholder N individer, S arter og N_i individer av i -te art.

Ved å regne ut $E(S_n)$ for flere forskjellige n fremkommer prøvens* diversitetskurve (figur 10). Prøvenes diversitet kan da sammenlignes uavhengig av deres forskjeller i individantall. Av prøvene fra Glomfjord (heltrukne kurver) hadde GB6 høyest, GB3 lavest diversitet. Vi har foreløpig ikke nok erfaringsmateriale til å si hvordan en "normal" diversitetskurve ser ut. For å ha noe å sammenligne Glomfjordkurvene med, har vi tegnet inn en kurve som beskriver en prøve med høy diversitet fra ytre Hvaler (H11), og en kurve som beskriver en prøve med lav diversitet fra en organisk belastet stasjon i Stjørdalsfjorden (STJ 85). Av Glomfjordprøvene hadde GB3 den laveste diversiteten. Sammen med de forhøyete individtallene av opportunistiske arter på denne stasjonen som beskrevet under 5.1.2, tyder den lave diversiteten på noe større organisk belastning her enn på de andre stasjonene. Lav diversitet fantes også på GB2 og GB5.

* Med prøve menes de 4 grabbprøvene slått sammen.



Figur 10. Diversitetskurver (forholdet mellom artsantall og individantall).

Årsaken til at diversiteten på GB5 var lavere enn på GB4 og GB6 kan muligens ha sammenheng med at GB5 lå i det dypeste partiet i fjorden.

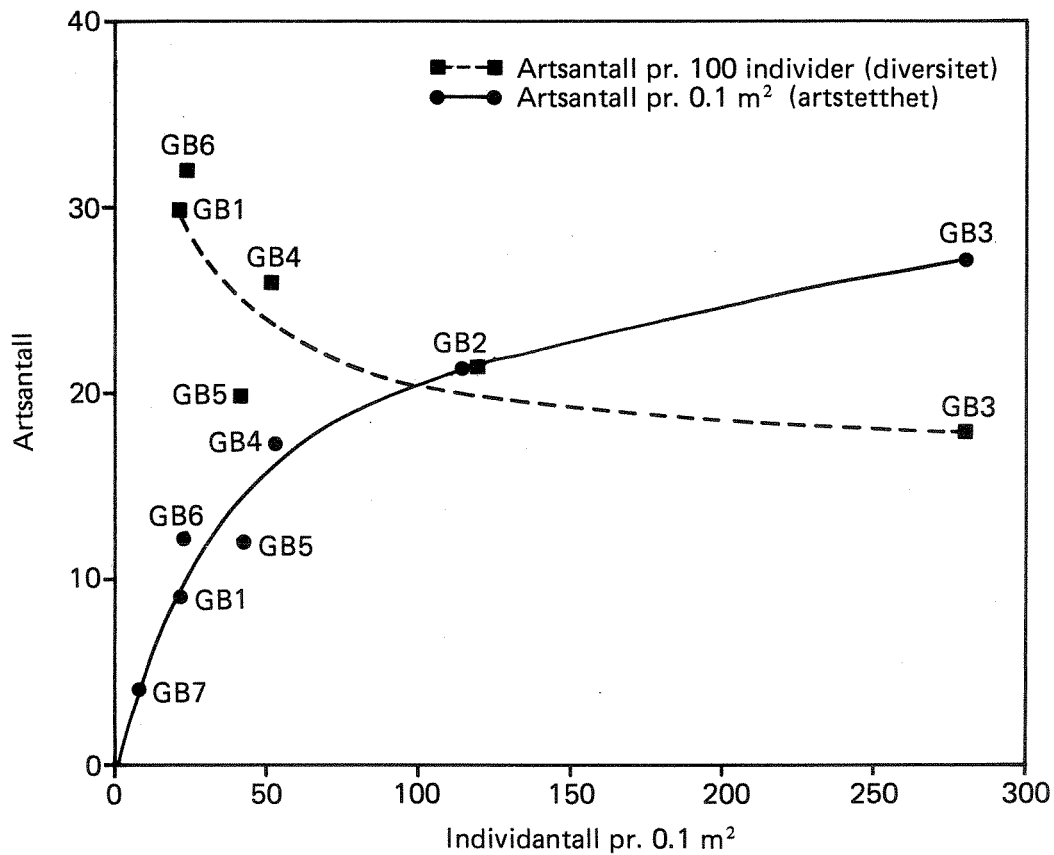
Fordelingen av individer pr. art er vist i tabell 5 i Appendiks.

Foruten forholdet mellom artsantall og individantall er også forholdet mellom artsantall og arealenhet (artstetthet) et uttrykk for faunarikdommen. Fordi antallet grabbprøver kan variere, er det hensiktsmessig å angi artstettheten som artsantall pr. grabbprøve, dvs. som regel pr. $0,1 \text{ m}^3$. Når flere parallellprøver tas, angis det gjennomsnittlige artsantall pr. grabbprøve.

De samlede individ- og artsantall i prøvene, antall arter pr. grabbprøve (artstetthet) og antall arter pr. 100 individer (diversitet) er vist i tabell 3 nedenfor. Vi merker oss at prøvene med høyest diversitet hadde lavest artstetthet, og omvendt. Diversiteten avtok som regel med økende individtetthet, mens artstettheten tiltok (figur 11).

Tabell 3. Individ- og artsantall i bløtbunnfaunaprøvene.

Stasjoner i Glomfjord mai 1981	GB1	GB2	GB3	GB4	GB5	GB6	GB7
Antall individer i 4 grabbprøver (0,4 m ²)	80	462	1121	205	161	91	31
Antall arter i 4 grabbprøver (0,4 m ²)	26	41	52	36	25	29	11
Antall arter pr. grabbprøve (0,1 m ² , middel)	9	21	27	17	12	12	4
Antall arter pr. 100 individer	30	21	18	26	20	31	-



Figur 11. Sammenheng mellom diversitet, artstetthet og individtetthet i prøvene fra Glomfjord.

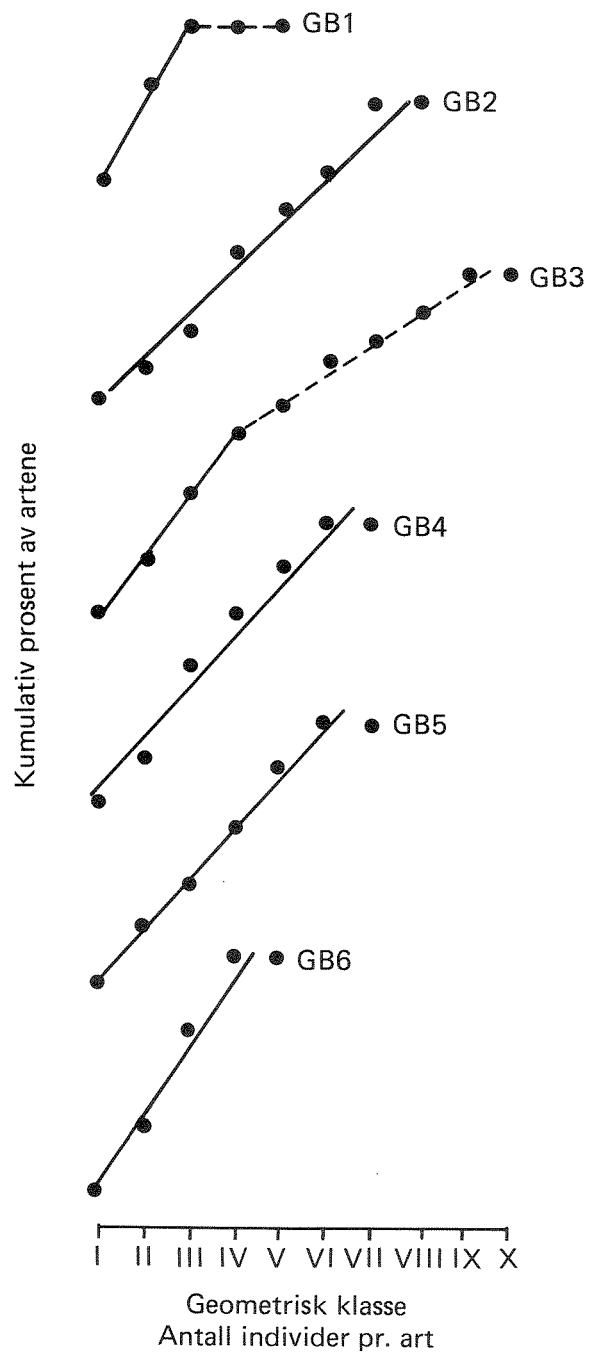
5.1.4 Log-normal fordeling av artenes individantall

Med basis i antall arter og relasjonene mellom de forskjellige artenes individantall, kan den tallmessige strukturen i dyresamfunnet beskrives. I stabile og artsrike organismesamfunn observeres som regel en tilnærmet log-normal fordeling av artenes individantall. Ved forstyrrelser av samfunnet kan opportunistiske arter øke sin individmengde, mens andre arter reduseres eller slås ut. Resultatet kan bli avvik fra den log-normale fordeling (Gray & Mirza 1979). Dette kan enkelt oppdages ved plotting på et log-normal sannsynlighetspapir av den kumulative prosent av antall arter (ordnet etter stigende individantall) mot logaritmen (geometrisk klasse) av individantall pr. art. Hvis fordelingen ikke er log-normal, vil plottingen avvike fra en rett linje. Gray og Mirza påviste slike avvik i flere forurensede områder, og foreslo å benytte metoden til å registrere biologiske forandringer forårsaket av forurensninger. Fordi marine bløtbunn-samfunn vanligvis er svært artsrike og lever i et forholdsvis homogent miljø, er de velegnet for statistisk analyse av denne type.

Resultatet av de log-normale plottingene av dataene fra Glømfjord er vist på figur 12. Artene er gruppert i geometriske klasser etter sine individantall. Et eksempel (stasjon GB3) er vist i tabell 4 nedenfor.

Tabell 4. Omregning av data for log-normal plotting (stasjon GB3).

Antall individer pr. art		Antall arter	Kumulativ %
Aritmetisk klasse	Geometrisk klasse		
1	I	17	33
2	II	8	48
3-4	III	10	67
5-8	IV	7	81
9-16	V	3	86,5
17-32	VI	3	92,3
33-64	VII	1	94,2
65-128	VIII	1	96,2
129-256	IX	1	98,1
257-512	X	0	98,1
513-1024	XI	1	100



Figur 12. Log-normal plotting av antall individer pr. art.

For de fleste stasjonene var prøvestørrelsen i knappeste laget for denne type statistisk behandling. Ved artsantall lavere enn 50-40 og individantall lavere enn 1000-500 kan det opptre avvik fra den log-normale fordeling som ikke er signifikante. Tolkningen må da i en viss grad bli skjønnsmessig. I materialet fra Glomfjord anser vi at bare prøven fra stasjon GB3 viser signifikant avvik fra en log-normal fordeling. Over geometrisk klasse IV har kurven en lavere stigningskoeffisient enn under geometrisk klasse IV.

Den påfallende knekken i kurven for GB1 kan skyldes tilfeldigheter, i og med de lave arts- og individantall i prøven. I alle fall må avviket skyldes andre faktorer enn på GB3, siden det var andre arter som dominerte (s. 23).

Hvert av de to hovedsamfunn i indre og ytre Glomfjord (5.1.1) så ut til å være normale, balanserte samfunn. Forskjellen i de to samfunnene synes derfor å skyldes naturgitte betingelser og ikke forurensningspåvirkninger eller andre forstyrrelser med kort tidskala. Derimot var det visse trekk ved den ene stasjonen i indre Glomfjord (GB3) som tydet på en begrenset organisk belastning. Det fantes forhøyede individantall av noen forurensningstolerante arter, først og fremst børstemarkene *Myriochele* sp. og *Heteromastus filiformis* og muslingen *Thyasira equalis*. Diversiteten i faunaen var lavere og individtettheten høyere enn på de andre stasjonene. Det var tydelig avvik fra log-normal fordeling av individer pr. art. Selv om trekkene ved faunaen på stasjon GB3 tydet på påvirkning, var de ikke ubetinget negative. Blant annet ble det her funnet det høyeste antall arter i 4 grabbprøver av alle stasjoner, se tabell 3 og figur 4.

LITTERATUR

- Gray, J.S. & Mirza, F.B. 1979. A possible method for detecting pollution-induced disturbance on marine benthic communities. *Mar. Poll. Bull.* 10: 142-146.
- Hurlbert, S.H., 1971. The nonconcept of species diversity: a critique and alternative parameters.- *Ecology* 52: 577-586.
- Niemistö, L., 1974. A gravity corer for studies of soft sediments. *Havforskningsinst. Skr., Helsinki*, 238, 33-38.
- NIVA 1980. Resultater fra en befarung i Glomfjord 29/10 - 30/10 1980. Notat ved L. Kirkerud og K. Kvalvågnes.
- Skei, J.M. & Melsom, S., 1981. Seasonal and vertical variations in the chemical composition of suspended particulate matter in an oxygen-deficient fjord. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 14, 61-78.

A P P E N D I K S

Tabell 1. Kjemiske analyser av suspendert partikulært materiale i
Glomfjord, 18.9.81 (µg/l)

Stasjon	Dyp (m)	P	Al	Si	Fe
G 2	1	3,7	38	102	22
"	5	3,0	6,4	28	3,7
"	10	2,3	2,1	9,5	2,0
"	20	0,8	2,1	8,7	2,1
"	30	0,7	2,5	9,7	2,2
"	50	0,7	2,2	7,2	2,0
"	75	0,6	3,2	11	2,6
"	100	2,1	6,5	20,1	5,1
"	125	0,9	12	35	11
"	170	1,2	24	63	17
G elv	1	4,8	25	74	32
G kraft	1	3,7	485	1071	246
G 3	1	3,3	35	94	18
"	5	3,6	3,9	22	2,2
"	10	2,8	2,6	14	2,7
"	20	1,6	2,2	8,8	1,8
"	30	1,3	2,8	12	2,4
"	50	2,1	4,4	16	3,4
G 4	1	4,5	22	66	11
"	5	6,3	5,8	29	4,0
"	10	2,6	2,4	15	1,7
"	20	1,2	3,1	13	2,7
"	30	1,2	2,4	9,1	1,7
"	50	1,0	3,2	12	2,4
"	75	0,9	3,4	11	2,6
"	100	0,9	5,6	19	4,2
"	125	1,1	13	38	8,9
"	150	1,1	6,0	18	4,0
G 5	1	3,8	16	51	8,6
"	5	2,8	3,5	22	1,6
"	10	2,4	2,5	15	1,8
"	20	1,0	1,8	8,6	1,2
"	30	0,9	2,5	11	1,8
"	50	0,8	1,8	9,2	1,5
"	75	0,8	3,3	11	1,3
"	100	0,7	4,4	15	3,2
"	125	0,8	7,8	25	5,7
"	150	1,1	17	46	13
"	180	1,7	25	67	18
G 6	1	5,4	46	119	22
"	5	3,9	8,4	46	4,5
"	10	2,7	3,5	20	2,6
"	20	1,1	3,3	14	2,6
"	50	0,9	2,3	15	3,5
"	100	0,8	6,6	23	5,4
"	150	1,1	21	54	18
"	200	1,3	25	70	20
"	265	1,5	46	123	
G 7	1	7,2	37	128	25

Tabell 2 . Organisk materiale, fosfor, nitrogen, fluor og metaller i sedimenter i Glomfjord.

Stasjon	Sediment dyp (cm)	%				ppm				
		O.M.	P	N	F	Hg	Pb	Cd	Zn	Cu
G 2	0-2	7,2	0,26	0,19	0,077	0,62	37	0,23	147	34
G 3	0-2	7,8	0,20	0,20	0,064	0,58	31	0,15	152	36
	2-4	6,7	0,17	0,15	0,049	0,35	25	0,08	129	30
	4-6	6,9	0,17	0,19	0,061	0,36	32	0,20	156	36
	6-8	7,3	0,18	0,19	0,060	0,29	34	0,15	162	38
	8-10	6,8	0,15	0,16	0,061	0,28	29	0,09	144	35
	10-12	7,2	0,12	0,14	0,051	0,31	23	0,16	152	30
	12-14	9,1	0,11	0,15	0,047	1,81	23	0,11	129	28
	14-16	5,2	0,11	0,22	0,049	0,39	29	0,11	165	37
	16-18	7,3	0,10	0,23	0,051	0,35	31	0,13	171	39
	18-20	8,6	0,10	0,24	0,057	0,43	34	0,18	162	40
	20-22	8,9	0,10	0,24	0,059	0,35	30	0,16	155	36
	22-24	11,4	0,10	0,21	0,055	0,44	26	0,18	151	37
	24-26	7,7	0,10	0,21	0,058	0,29	25	0,15	139	34
	26-28	8,3	0,10	0,23	0,061	0,24	24	0,18	148	36
28-30	8,7	0,10		0,056	0,20	21	0,16	145	36	
G 4	0-2	6,4	0,16	0,19	0,053	0,55	24	0,13	134	32
G 5	0-2	3,3	0,32	0,07	0,069	0,28	21	0,11	69	21
	2-4	2,6	0,14	0,05	0,052	0,26	17	0,09	65	17
	4-6	2,4	0,08	0,03	0,050	0,19	14	0,12	69	14
	6-8	2,3	0,05	0,04	0,050	0,08	13	0,07	57	12
	8-10	1,5	0,06	0,03	0,042	0,09	8	0,02	41	11
G 6	0-2	3,8	0,18	0,08	0,08	0,18	22	0,09	96	24
G 7	0-2	9,7	0,12	0,23	0,05	0,26	36	0,07	162	38
G 8	0-2	7,4	0,11	0,16	0,04	0,41	41	0,09	118	28
G 9	0-2	13,0	0,12	0,33	0,05	0,18	67	0,10	182	43

Tabell 3. Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimenter fra Glomfjord (ppb = µg/kg)

	G -3 0-2	G -3 2-4	G -3 4-6	G -3 6-8	G -3 8-10	G -3 10-12	G -3 12-14	G -3 14-16
Naftalen								
2-Metylnaftalen								
1-Metylnaftalen								
Bifenyl								
Acenaftalen								
Acenaften								
4-Metylbifenyl								
Dibenzofuran								
Fluoren								
9-Metylfluoren								
9.10-Dihydroantracen								
2-Metylfluoren								
1-Metylfluoren								
Dibenzothiopen			14	15		7		
Fenantren	25	31	44	86	54	19	6	ca. 4
Antracen x)	(1291)	(282)	(244)	(246)	(254)	(218)	(149)	(160)
Acridine								
Carbazole								
2-Metylantracen		26	85	28	43	26	35	
1-Metylfenantren		15	46	89		58	13	
9-Metylantracen								
Fluoranten	73	68	93	146	82	54	23	9
Pyren	36	55	56	107	56	21	12	13
Benzo(a)fluoren		12		16				
Benzo(b)fluoren								
1-Metylpyren								
Benzo(c)fenantren					18	6		
Benzo(a)antracen	29	31	46	61	53	27	28	8
Trifenylen/Chrysen	32	44	50	51	40	20	19	15
Benzo(b)fluoranten	126	86	91	118	114	71	64	9
Benzo(j,k)fluoranten		29	33	40	39	19		
Benzo(e)pyren	55	60	58	75	71	37	41	14
Benzo(a)pyren	49	68	47	76	79	28	39	9
Perylen	88	33	17	28	43	15	23	
O-Phenylenopyren	64	71	39	90	82	63	42	34
Dibenz(a,h)antracen								
Picen								
Benzo(ghi)perylen	87	81	37	90	85	81	33	28
Anthanthrene								
Coronen								
Sum	664	710	756	1116	859	552	378	143

x) En annen ukjent forbindelse faller sammen med antracen (interferens). Konsentrasjonene i parentes er ikke antracen og disse er ikke medregnet i totalsummen.

Tabell 3. (forts.)

	G -3 16-18	G -3 18-20	G -3 20-22	G -3 22-24	G -3 24-26	G -3 26-28	G -3 28-30	G -4 0-2
Naftalen								
2-Metylnaftalen								
1-Metylnaftalen								
Bifenyli								
Acenaftylen								
Acenaften								
4-Metylbifenyli								
Dibenzofuran								
Fluoren								
9-Metylfluoren								
9.10-Dihydroantracen								
2-Metylfluoren								
1-Metylfluoren								
Dibenzothiopen								
Fenantren	9	2	4	5	4	6	12	34
Antracen	(257)	(85)	(213)	(153)	(96)	(100)	(64)	(1088)
Acridine								
Carbazole								
2-Metylantracen								
1-Metylfenantren								
9-Metylantracen								
Fluoranten	40	11	9	13	9	2		144
Pyren	13				4			74
Benzo(a)fluoren								
Benzo(b)fluoren								
1-Metylpyren								
Benzo(c)fenantren								12
Benzo(a)antracen	6	11		7		4		42
Trifenylen/Chrysen		12	26	8	6	6	16	59
Benzo(b)fluoranten	62	13	15	4		11	17	113
Benzo(j,k)fluoranten	16			7				38
Benzo(c)pyren	38		7	4				73
Benzo(a)pyren	39		3	3				82
Perylen								43
0-Phenylenepyren		6	8					92
Dibenz(a,h)antracen								
Picen								
Benzo(ghi)perylen			10					99
Anthanthrene								
Coronen								
Sum	223	55	82	51	23	29	45	905

Tabell 3. (forts.)

	G -5 0-2	G -6 0-2						
Naftalen								
2-Metylnaftalen								
1-Metylnaftalen								
Bifenyl								
Acenaftylen								
Acenaften								
4-Metyl-bifenyl								
Dibenzofuran								
Fluoren								
9-Metylfluoren								
9.10-Dihydroantracen								
2-Metylfluoren								
1-Metylfluoren								
Dibenzothiophen	91							
Fenantren	1517	21						
Antracen	(737)	(177)						
Acridine								
Carbazole								
2-Metylantracen	293							
1-Metylfenantren	150							
9-Metylantracen								
Fluoranten	2447	49						
Pyren	1699	83						
Benzo(a)fluoren	370	70						
Benzo(b)fluoren								
1-Metylpyren								
Benzo(c)fenantren	153							
Benzo(a)antracen	950	57						
Trifenylen/Chrysen	1024	162						
Benzo(b)fluoranten	1274	258						
Benzo(j,k)fluoranten	481							
Benzo(c)pyren	757	40						
Benzo(a)pyren	960	35						
Perylen	240							
0-Phenylencpyren	602	89						
Dibenz(a,h)antracen								
Picen								
Benzo(ghi)perylen	733	53						
Anthanthrene								
Coronen								
Sum	14478	917						

Tabell 4. Bløtubbunnsfauna. Glomfjord - mai 1981.

	G1				G2				G3				G4				G5				G6				G7							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
POLYCHAETA																																
Aneides sp.			1																													
Asychis biceps							1	1			5	1	6	1																		
Ceratocephale loveni																																
Chaetopteridae indet																																
Chaetozone setosa																					1	1										
Cirratulidae indet																																
Diplocirrus glaucus											2	1																				
Drilonereis filum																																
Eteone sp.																																
Euchone papillosa																																
Euchone sp.																																
Euclymeninae indet																																
Eunice sp.																																
Fabriciinae indet																																
Heteromastus filiformis																																
Leanira tetragona																																
Lumbrineris sp.																																
Maldane sarsi																																
Maldanidae indet																																
Melina cristata																																
Myriochele sp.																																
Nephtys ciliata																																
Nephtys cirrosa																																
Nephtys paradoxa																																
Nephtys sp.																																
Notomastus latericus																																
Ophelina norvegica																																
Ophiromus flexuosus																																
Orbinidae indet																																
Owenia fusiformis																																
Oweniidae indet																																
Paraphimone jeffreysii																																
Paranis gracilis																																
Phylo norvegica																																
Polyphysia crassa																																
Praxillella affinis																																
Praxillella gracilis																																
Prionospio cirrifer																																
Sabellidae indet																																
Sabellides cf. borealis																																
Scalibregma inflatum																																
Spionidae indet																																
Spiophanes kroeyeri																																
Terebellides stroemi																																
Trochochaeta multisetosa																																
MOLLUSCA																																
Abra nitida																																
Astarte sulcata																																
Bivalvia indet																																
Chaetoderma nitidulum																																
Cuspidaria lamellosa																																
Cuspidaria obesa																																
Ennucula corticata																																
Ennucula tenuis																																
Kelliella miliaris																																
Lunatia montagui																																
Nucula tumidula																																
Palliolium vitreum																																
Philine sp.																																
Scutopus ventrolineatus																																
Thyasira equalis																																
Thyasira ferruginea																																
Thyasira obsoleta																																
Thyasira sarsi																																
Yoldiella fraterna																																
Yoldiella lenticula																																
Yoldiella lucida																																
CRUSTACEA																																
Andaniexis abyssii																																
Bathymedon longimanus																																
Cypridina norvegica																																
Erlippia elongata																																
Eudorella emarginata																																
Halice abyssii																																
Harpinia sp.																																
Leucon nasica																																
Lysianassidae indet																																
Melita dentata																																
Monoculodes sp.																																
Neohela monstrosa																																
Paraphoxus oculatus																																
Phylomedes liljeborgi																																
ECHINODERMATA																																
Amphilepis norvegica																																
Brisaster fragilis																																

Tabell 5. Fordeling av antall individer pr. art i bløtbunnfaunaprøvene.

Stasjon GB1

16	ARTER HADDE	1	INDIVIDER.	1	ARTER HADDE	22	INDIVIDER.
6	ARTER HADDE	2	INDIVIDER.	1	ARTER HADDE	23	INDIVIDER.
1	ARTER HADDE	3	INDIVIDER.				
1	ARTER HADDE	4	INDIVIDER.				

TOTALT ANTAL ARTER : 26

TOTALT ANTAL INDIVIDER : 80

Stasjon GB2

17	ARTER HADDE	1	INDIVIDER.	1	ARTER HADDE	12	INDIVIDER.
4	ARTER HADDE	2	INDIVIDER.	1	ARTER HADDE	13	INDIVIDER.
3	ARTER HADDE	3	INDIVIDER.	1	ARTER HADDE	25	INDIVIDER.
1	ARTER HADDE	4	INDIVIDER.	1	ARTER HADDE	32	INDIVIDER.
4	ARTER HADDE	5	INDIVIDER.	1	ARTER HADDE	56	INDIVIDER.
2	ARTER HADDE	6	INDIVIDER.	1	ARTER HADDE	62	INDIVIDER.
1	ARTER HADDE	7	INDIVIDER.	1	ARTER HADDE	168	INDIVIDER.
1	ARTER HADDE	8	INDIVIDER.				
1	ARTER HADDE	9	INDIVIDER.				

TOTALT ANTAL ARTER : 41

TOTALT ANTAL INDIVIDER : 462

Tabell 5. (forts.)

Stasjon GB3

17 ARTER HADDE	1 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	12 INDIVIDER.
8 ARTER HADDE	2 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	28 INDIVIDER.
5 ARTER HADDE	3 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	29 INDIVIDER.
5 ARTER HADDE	4 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	32 INDIVIDER.
2 ARTER HADDE	5 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	37 INDIVIDER.
2 ARTER HADDE	6 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	113 INDIVIDER.
1 ARTER HADDE	7 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	172 INDIVIDER.
2 ARTER HADDE	8 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	566 INDIVIDER.
1 ARTER HADDE	9 INDIVIDER.		
1 ARTER HADDE	10 INDIVIDER.		

TOTALT ANTAL ARTER : 52

TOTALT ANTAL INDIVIDER : 1121

Stasjon GB4

16 ARTER HADDE	1 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	8 INDIVIDER.
5 ARTER HADDE	2 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	11 INDIVIDER.
6 ARTER HADDE	3 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	12 INDIVIDER.
2 ARTER HADDE	4 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	26 INDIVIDER.
1 ARTER HADDE	5 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	84 INDIVIDER.
1 ARTER HADDE	7 INDIVIDER.		

TOTALT ANTAL ARTER : 36

TOTALT ANTAL INDIVIDER : 205

Tabell 5. (forts.)

Stasjon GB5

11 ARTER HADDE	1 INDIVIDER.	4 ARTER HADDE	2 INDIVIDER.
2 ARTER HADDE	3 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	4 INDIVIDER.
2 ARTER HADDE	5 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	6 INDIVIDER.
2 ARTER HADDE	10 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	19 INDIVIDER.
1 ARTER HADDE	77 INDIVIDER.		

TOTALT ANTAL ARTER : 25

TOTALT ANTAL INDIVIDER : 161

Stasjon GB6

16 ARTER HADDE	1 INDIVIDER.	2 ARTER HADDE	7 INDIVIDER.
5 ARTER HADDE	2 INDIVIDER.	1 ARTER HADDE	34 INDIVIDER.
3 ARTER HADDE	3 INDIVIDER.		
2 ARTER HADDE	4 INDIVIDER.		

TOTALT ANTAL ARTER : 29

TOTALT ANTAL INDIVIDER : 91