

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSNING

Blindern

0-68/77

ORIENTERENDE HYDROKJEMISK OG BIOLOGISK UNDERSØKELSE AV
HELLEFJORDEN, KRAGERØ

Blindern, 6. mars 1978

Saksbehandler: Cand.real. Jarle Molvær

Medarbeider : Cand.mag. Norman Green

Instituttssjef Kjell Baalsrud

ISBN 82-577-0044-4

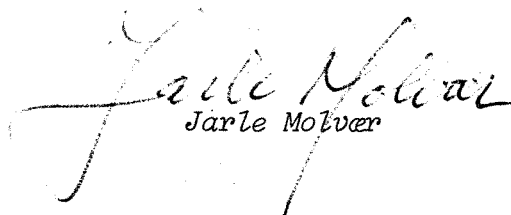
F O R O R D

Foreliggende rapport er utarbeidet ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA) etter oppdrag fra Fylkesmannen i Telemark. Rapporten beskriver resultatene av en orienterende resipientundersøkelse av Hellefjorden, Kragerø kommune, i juli-august 1977 ifølge programforslag av 24.6.1977 fra NIVA.

En vesentlig del av feltarbeidet ble gjennomført i lokal regi, og vi vil takke kommuneveterinær Erling Slettebø og kommuneingeniør J. Solheim for vel utført arbeid.

Ved NIVA har Norman Green hatt hovedansvaret for feltarbeid og de biologiske undersøkelsene og Jarle Molvær har hatt ansvaret for de hydrokjemiske undersøkelsene.

Blindern, 6. mars 1978


Jarle Molvær

INNHOLDSFORTEGNELSE

	Side:
FORORD	2
1. INNLEDNING	6
1.1 Formål med undersøkelsen	6
1.2 Kort beskrivelse av Hellefjordens topografi	6
1.3 Utslipp av forurensende stoff til Hellefjorden	10
2. TIDLIGERE UNDERSØKELSER AV HELLEFJORDEN	15
3. UNDERSØKELSER AV VANNKVALITET OG BIOLOGISKE FORHOLD JULI-AUGUST 1977	16
3.1 Vannkvalitet	16
3.2 Befaring av strandsonen	28
4. SAMMENFATTENDE VURDERING AV RESULTATENE	32
5. LITTERATUR	35
APPENDIKS	36

FIGURFORTEGNELSE

Side:

Fig. 1	Kragerøs fjordområder. Hydrokjemiske stasjoner juli-august 1977	7
Fig. 2	Kragerøs fjordområder. Biologiske stasjoner 20.7.1977	8
Fig. 3	Langsgående bunnprofil av Hellefjorden, Berøfjorden og Kragerøfjorden	9
Fig. 4	Vindstress ved Jomfruland 15.7.-30.8.1977	18
Fig. 5	Siktedypmålinger i Kragerøfjordene 20.7.-25.8.1977	19
Fig. 6	Klorofyll a i Kragerøfjordens overflatelag 20.7.-25.8.1977	21
Fig. 7	Konsentrasjoner av klorofyll (KLF), total fosfor (TotP) og klorofyll a i Kragerøfjordenes overflatelag juli-august 1977	22
Fig. 8	Vertikalprofil på st. OE-1, 20.7.1977	24
Fig. 9	Vertikalprofil på st. OE-1 24.8.1977	25

TABELLFORTEGNELSE

	Side:	
Tabell 1	Karakteristiske data for Hellefjorden (etter NIVA, 1972)	10
Tabell 2	Utvasking av nitrogen og fosfor fra dyrket mark, skog og annet areal (lite produktiv mark) i kg pr. km ² og år (etter Stortingsmelding nr. 71, 1972-73)	12
Tabell 3	Tilførsler av fosfor og nitrogen til Hellefjorden	12
Tabell 4	Anslagsmessige tilførsler av lett nedbrytbart stoff (BOF ₇), fosfor- og nitrogenforbindelser til noen norske fjorder. Belastning i tonn pr. km ² og år (etter Knutzen og Kvalvågnæs, 1977)	13
Tabell 5	Bakteriologiske undersøkelser i Kragerøfjordene 20.7.-17.8.1977	23
Tabell 6	Beskrivelse av stasjoner brukt i undersøkelser av gruntvannssamfunnene i Hellefjordområdet 20.7.1977	29
Tabell 7	Semikvantitative observasjoner av dominerende arter i strand- og gruntvannsområdene i Hellefjordområdet 25.-26.6.1970 og 20.7.1977	30

1. INNLEDNING

1.1 Formål med undersøkelsen

Forurensningssituasjonen i et område som Hellefjorden (se fig. 1) er ikke konstant. Dette skyldes at med unntak for fjordens topografi, vil de faktorer som bestemmer fjordens forurensningsgrad variere med tiden. Dette gjelder såvel utslippene til fjorden som vannutskiftning, vannkvalitet og biologiske forhold som algeproduksjon i vannmassene og i strandsonen. Variasjonene er i stor grad knyttet til klimatiske forhold som vind, nedbør, temperatur og lys, som alle varierer med årstidene og fra det ene året til det annet.

Med denne enkle korttidsundersøkelsen av Hellefjorden var målsettingen begrenset til følgende:

1. Gi en beskrivelse av vannkvalitet og biologiske forhold i fjorden ettersommeren 1977.
2. Såvidt mulig vurdere sammenhengen mellom utslipp og forurensningstilstand av fjorden.

Ved å gi ajourførte opplysninger om forurensningstilstanden i Hellefjorden, kan resultatene av undersøkelsen være til nytte for myndighetene ved planlegging av nye boligfelter og rensetiltak for avløpsvann.

1.2 Kort beskrivelse av Hellefjordens topografi

Hellefjorden er en utpreget terskelfjord (se fig. 3). Fjorden har et største dyp på ca. 75 m og har forbindelse med den utenforliggende Berøfjorden gjennom et relativt smalt sund med største dyp 10.5 m.

Fjorden får det vesentligste av sin ferskvannstilførsel fra Hullvassdraget.

En del karakteristiske data for fjorden er gjengitt i tabell 1.

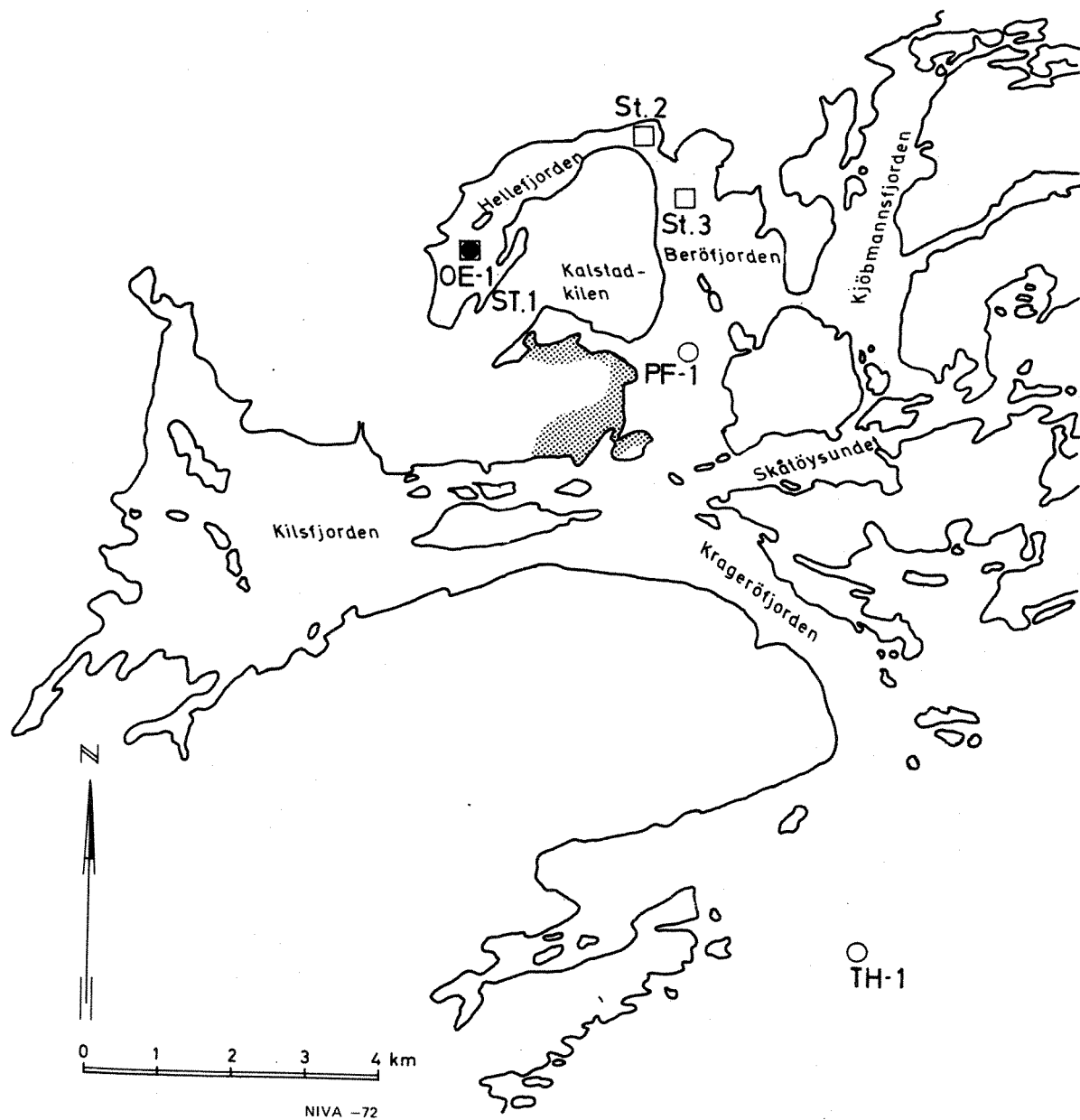


Fig. 1 . Kragerøs fjordområder. Hydrokjemiske stasjoner
juli - august 1977.

- Hovedstasjoner
- Overflatestasjoner
- Salinotermstasjoner

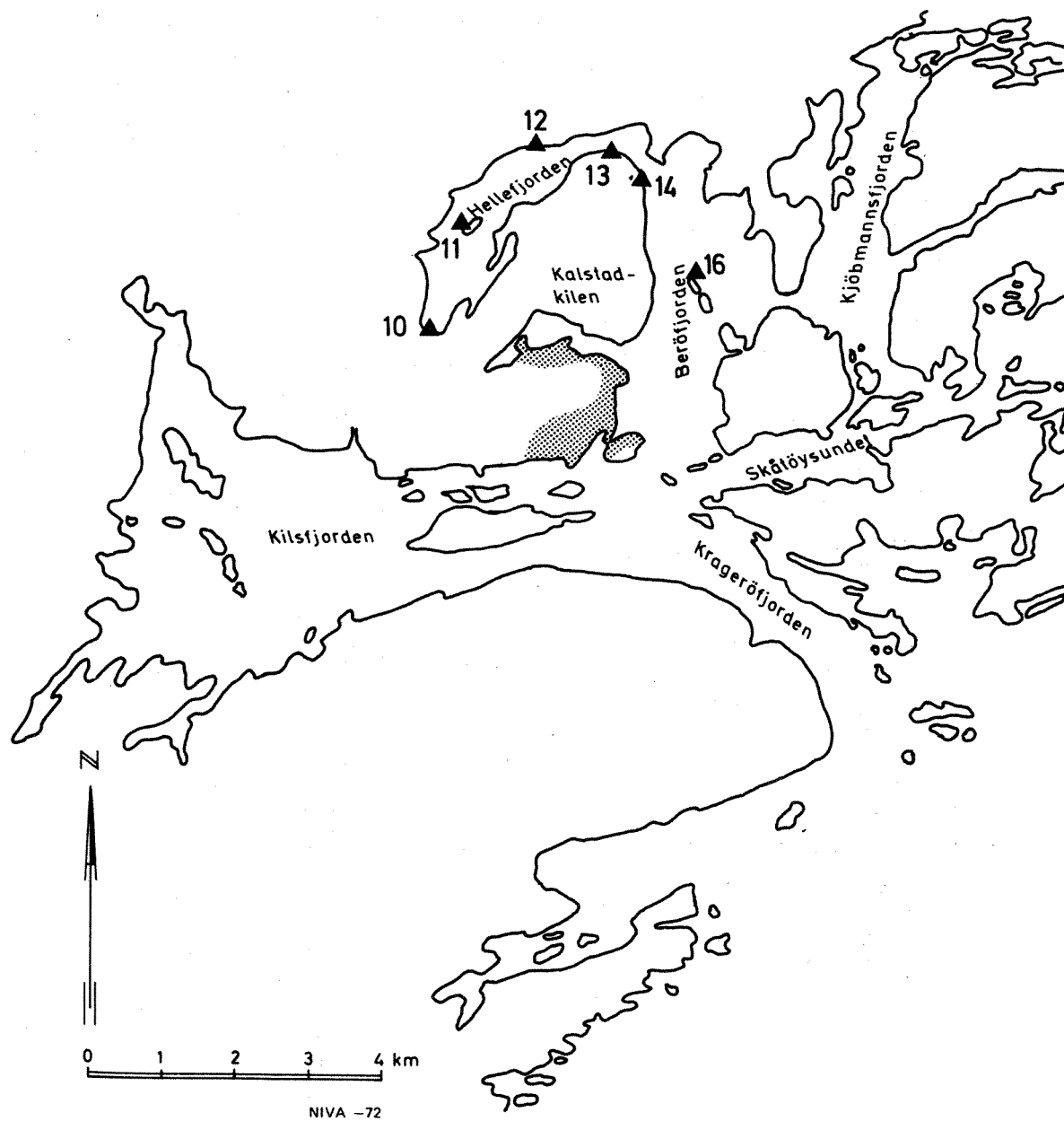


Fig. 2 . Kragerøs fjordområder. Biologiske stasjoner (▲) 20.7.1977

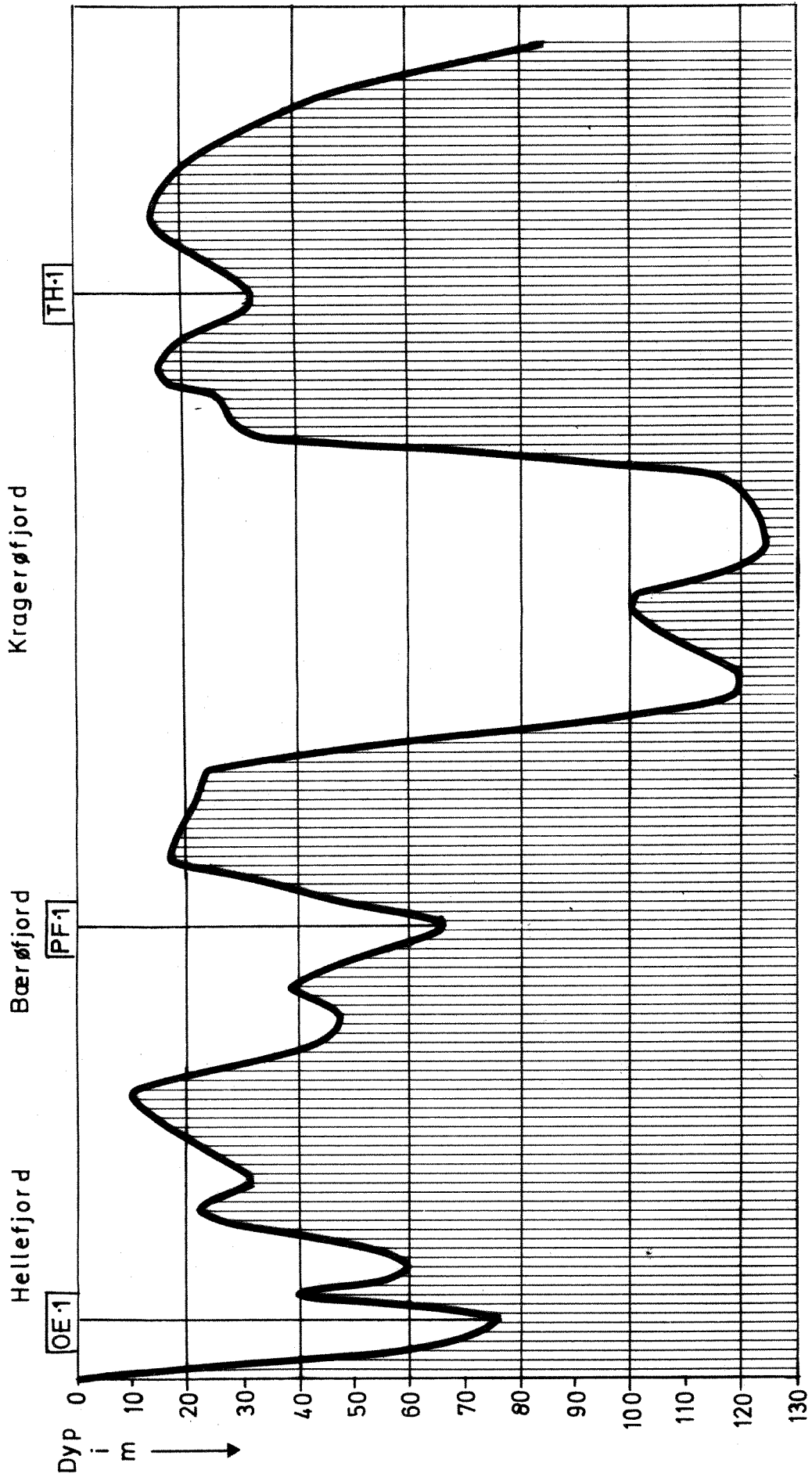


Fig. 3. Langsgående bunnprofil av Hellefjorden, Bærøfjorden og Kragerøfjorden.

Tabell 1. Karakteristiske data for Hellefjorden (etter NIVA 1972)

Lengde (langs de dypeste partier)	ca.	5 km
Midlere bredde	"	540 m
Vannoverflate	"	2,7 km ²
Vannvolum	"	81 mill. m ³
Største dyp	"	75 m
Midlere dyp (volum/overflate)	"	30 m
Terskeldyp utover (ved Lovisenberg)	"	10,4 m
Overflatebredde ved terskel	"	200 m
Tverrsnitt ved terskel	"	1319 m ²
Vannvolum over terskeldyp	"	36 mill. m ³
Vannvolum under terskeldyp	"	45 mill. m ³
Nedbørfelt (inkl. fjordens overfl.)	"	34,8 km ²
Midlere ferskvannstilførsel	"	0,87 m ³ /s
Hullvassdragets nedbørfelt	"	21,8 km ²
Hullvassdragets midlere vannføring	"	0,55 m ³ /s
Midlere tidevannsvariasjon	"	20 cm
Tidevannsvolum	"	0,5 mill. m ³

1.3 Utslipp av forurensende stoff til Hellefjorden

En detaljert kartlegging og kvantifisering av tilførslene av forurensende stoff til Hellefjorden ligger utenfor dette oppdraget.

En del opplysninger om utslipp og utslippstyper er imidlertid innsamlet for å danne grunnlaget for en bedømmelse av sammenhengen mellom utslipp og resipienttilstand.

Ifølge Kragerø kommune, teknisk etat, er det i dag en befolkning på ca. 1.500 mennesker rundt Hellefjorden. Husholdningskloakken fra de fleste av disse er tilknyttet utslipp til fjorden. I tillegg kommer en campingplass med kapasitet på ca. 250 personer, med driften konsentrert om tidsrommet mai-august.

Ca. 400 p.e.var sommeren 1977 tilkopleet et kommunalt renseanlegg ved Hellefjorden. Avløpsvannet skal renses ved simultanfelling, men fungerer inntil videre som et biologisk renseanlegg uten dosering av kjemikalier. Renseeffekten er ikke kjent, men erfaring fra liknende anlegg tilsier en rensegrad på

ca. 10% for fosfor, 20% for nitrogen og 90% for organisk stoff.
Anlegget kom i drift våren 1976 og avløpsvannet ledes ut på ca. 28 m dyp i Hellefjorden.

Utslippene av fosfor-, nitrogenforbindelser og organisk stoff fra befolkning til Hellefjorden kan beregnes når en personekvivalent (p.e.) forutsettes å tilsvare:

70 g O/døgn	som BOF ₇
12 g N/døgn	
2,5 g P/døgn	

Vi forutsetter et utslipp på 200 p.e. fra campingplassen sommeren 1977.

Industribedrifter med utslipp til Hellefjorden er en kjettingfabrikk og et sagbruk. På forespørsel fra NIVA har bedriftene opplyst at de ikke har utslipp av forurensende stoffer fra produksjonen. Mengden av flis og bark på fjordbunnen utenfor sagbruket vil imidlertid utgjøre en viss organisk belastning på fjorden. Likeledes må en vente at avrenningen fra barkhaugene lenger inne i fjorden vil stå for en viss belastning. Denne har vi imidlertid ikke grunnlag for å beregne eller anslå.

Hellefjordens nedbørsfelt er ca. 32 km². Kragerø kommune, teknisk etat, opplyser at ca. 175 dekar av dette er dyrket mark, hovedsakelig grasproduksjon, til dels nokså langt unna fjorden. Storparten av nedbørsfeltet er skogdekt og resten er utmark og fjell. Vi vil her anta at ca. 60% av nedslagsfeltet er skogdekt.

Det er verken siloer eller halmlutingsanlegg i området.

Ut fra erfaringstall (tabell 2) kan vi helt anslagsmessig beregne tilførslene av fosfor- og nitrogenforbindelser til Hellefjorden fra dyrket mark, skog og utmark.

Tabell 2. Utvasking av nitrogen og fosfor fra dyrket mark, skog og annet areal (lite produktiv mark) i kg pr. km² og år (etter Stortingsmelding nr. 71, 1972-73).

Dyrket mark		Skog		Annet areal	
Nitrogen	Fosfor	Nitrogen	Fosfor	Nitrogen	Fosfor
1000	8,0	220	6,5	120	6

Tilførsler av organisk stoff fra dyrket mark, skog og utmark er ikke forsøkt beregnet. Grunnen er for det første at det ikke finnes tilførselskoeffisienter for det, og for det andre at storparten av det organiske stoffet vil være humusstoffer som er relativt tungt nedbrytbare.

Ut fra de nevnte forutsetninger kan de totale tilførsler av fosfor- og nitrogenforbindelser til Hellefjorden beregnes (tabell 3).

Tabell 3. Tilførsler av fosfor- og nitrogenforbindelser til Hellefjorden.

Kilde	Belastning	Fosfor kg/år	Nitrogen kg/år	Organisk stoff BOF ₇
Befolkning		1400	6600	33000
Dyrket mark		-	100	-
Skog		100	3300	-
Utmark		100	1800	-
		1600	11800	33000

For campingplassen har en for tidsrommet mai-august da regnet med et utslipp på 200 p.e. tilsvarende

1800 kg O som BOF₇
 340 kg N
 60 kg P

Vi vil understreke at dette må oppfattes som veiledende tall, men de antyder at befolkningen står for 80-90% av fosforutslippene og 50-60% av nitrogenutslippene.

Med hensyn til organisk stoff er den beregnede belastning trolig for lav idet både en uspesifisert tilførsel fra nedslagsfeltet og via sagflis og barkhaugene ved og i fjorden ikke er tatt med. Det er likevel temmelig klart at befolkningen står for den overveiende delen av utslippet av organisk stoff til Hellefjorden.

Ved å beregne overflatebelastning av organisk stoff, fosfor- og nitrogenforbindelser kan Hellefjorden grovt sammenliknes med andre fjorder. For Hellefjorden gir dette:

Overflateareal	2,7 km ²
Lett nedbrytbart organisk stoff (BOF ₇)	12,2 tonn/km ² ·år
Nitrogenforbindelser	4,4 " "
Fosforforbindelser	0,6 " "

Tabell 4 angir tilsvarende tall for noen andre norske fjorder.

Tabell 4. Anslagsmessige tilførsler av lett nedbrytbart organisk stoff (BOF₇), fosfor- og nitrogenforbindelser til noen norske fjorder. Belastning i tonn pr. km² og år (etter Knutzen og Kvalvågnes, 1977).

Fjordområde	Areal (km ²)	Overflatebelastning med		
		Lett nedbrytbart org.stoff målt som BOF ₇ t/km ²	Nitrogenforbindelser t/km ²	Fosforforbindelser t/km ²
Ulvikpollen	1,7	45	18	1,6
Storfjorden	14	3	7	0,3
Viksefjorden	2,3	20	7	0,6
Skjoldafjorden	26	8	2	0,2
Frierfjorden	20	520	430	13
Indre Oslofjord	194	140	20	3,6
Trondheimsfjorden	1420	10	5	0,4
Grisefj./Tjørnvågbukta/Flekkefjorden	4,3	61	10	1,3
Rossfjordvatnet	8,2	7	8	0,4
Gratangbotn	5,5	9	5	0,4
Straumsbotn	2,2	2	6	0,6

En sammenlikning må av flere grunner gjøres med forsiktighet. Grunnlaget og beregningsmåten er delvis noe forskjellig for fjordene. Det kan også ha skjedd endringer i belastningen siden beregningene ble utført. Viktigst er det imidlertid at begrepet overflatebelastning strengt tatt bare kan benyttes som sammenlikningsbasis for tilnærmet like fjordbassenger. En sammenlikning vil imidlertid gi visse holdepunkter når forskjellene er betydelige.

Vi ser at Hellefjorden kan anses som relativt lavt belastet.

2. TIDLIGERE UNDERSØKELSER AV HELLEFJORDEN

Siden århundreskiftet og fram til 1970 ble det utført en rekke undersøkelser av vitenskapelig og praktisk art i Kragerøfjordene. De hydrokjemiske måleresultatene fra disse undersøkelsene er presentert i NIVA (1972).

Etter oppdrag fra Kragerø kommune utførte NIVA i tidsrommet 1970-71 en innledende resipientundersøkelse av Kragerøfjordene (NIVA, 1972). Hovedvekten ble lagt på:

- kartlegging av oksygenforhold og konsentrasjoner av plantenæringsstoffer i vannmassene
- siktedypsmålinger
- en undersøkelse av algesamfunnene i strand- og gruntvannsområder

Av resultatene fra de nevnte undersøkelser skal kort nevnes følgende:

1. De naturgitte forhold med mange avgrensede bassenger, trange sund og øyer, resulterer for de fleste av Kragerøfjordene i dårlig vannutskiftning og gjør dem dermed til følsomme resipienter for avløpsvann. Dette gjelder i særlig grad for Hellefjorden som har tre terskler mellom seg og åpent hav (se fig. 3).
2. Det finnes vanligvis oksygenfritt/råttent bunnvann i Hellefjorden. Dette er muligens også tilfelle for Kalstadkilen og Kilsfjorden. Sannsynligvis har også Berøfjorden ofte kritisk lave oksygenkonsentrasjoner i bunnvannet. Dette skyldes kombinasjonen av ugunstige naturgitte forhold og utslipp av avløpsvann.
3. Det øvre vannlag og strandsonen bar, spesielt i de indre fjordområdene, preg av overproduksjon av organismer. Dette ga overflatevannet og strendene en uestetisk karakter. Siktedypsmålinger viste at overflatevannets utseende er sterkt avhengig av vindforholdene, med unntak av Hellefjorden.

For en mer detaljert beskrivelse av resipientforholdene i Kragerøfjordene henvises til NIVA (1972) og de andre rapportene.

3. UNDERSØKELSER AV VANNKVALITET OG BIOLOGISKE FORHOLDS JULI-AUGUST 1977

3.1 Vannkvalitet

Metodikk

Vannprøver ble innsamlet på tre stasjoner (se fig. 1) den 20.7., 3.8. og 24.8.1977. På st. OE-1 ble prøvene innsamlet fra overflaten (0-2 m), 4, 8, 12, 16, 20, 30, 40, 50 og 60 m dyp under første og siste måleserie. Den 3.8. ble det bare tatt overflateprøve. På de andre to stasjonene ble det bare tatt overflateprøver.

Med unntak av overflateprøvene ble prøvene innsamlet med Nansen og Hydro-Bios vannhentere med vendetermometre.

Overflateprøvene ble samlet inn med et 2 m langt plexiglassrør som tok en blandingsprøve av de to øverste metrene. På dette vannet er det utført kjemiske og biologiske analyser.

Denne prøvetakingsmetoden ble valgt av praktiske og økonomiske grunner. Dens styrke ligger i at den er rask og enkel å utføre - også fra små båter. Svakheten er at forholdene i de to øverste metrene kan skille seg fra resten av overflatevannet.

Alle prøver ble analysert mht. temperatur, saltholdighet, oksygen/hydrogensulfid og næringssaltene fosfor og nitrogen. Næringssaltene er viktige for plantenes vekst og kan forekomme i så små mengder at veksten hemmes. Ortofosfat (PO_4^{3-}) er den viktigste fosforforbindelsen som brukes av plantene, og nitrat (NO_3^-) og ammonium (NH_4^+) de viktigste nitrogenforbindelsene. En kan imidlertid ikke se bort fra at andre fosfor- og nitrogenforbindelser kan bli tilgjengelig for plantene. Den totale mengden fosfor (P) og nitrogen (N) i vannprøven inkluderer slike andre forbindelser samt fosfor og nitrogen som er bundet i levende og dødt organisk materiale.

Omtrent én gang pr. uke, 6 ganger i alt, ble overflateprøver innsamlet for analyse av klorofyll a på de tre faste stasjonene. Klorofyll er et pigment som finnes i alle planter med fotosyntese. Det er nødvendig for å ta opp sollysets energi og overføre denne energien til kjemisk energi som plantene kan bruke. Mengden klorofyll a gir altså et mål på vannets innhold av planteplankton.

Den 11.8., 17.8. og 24.-25.8. ble vannmassenes temperatur og saltholdighet mellom overflate og bunn målt med feltinstrumentet salinoterm. Dette registrerer med en nøyaktighet på ca. $\pm 0.2^{\circ}/\text{oo}$ for saltholdighet og ca. $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$.

På alle stasjoner ble vær, vind og bølgehøyde notert og siktedypet målt. Siktedyp måles ved at en senker en horisontal hvit skive ned i vannmassene til det dyp hvor den akkurat forsvinner for øyet. Dette gir et uttrykk for vannets gjennomsjennelighet, og er stort sett et resultat av forekomst av ulike partikler og oppløste stoffer i vannet.

Resultatene av de hydrografiske, hydrokjemiske og biologiske vannanalysene er gjengitt i APPENDIKS. Med vårt begrensede prøvemateriale er det hensiktsmessig å konsentrere oppmerksomheten om to vannmasser: Overflatelaget hvor vi spesielt ser på kjemiske og biologiske prøver fra 0-2 m dyp og siktedypet på de tre stasjonene, og Hellefjordens dypvann. Med dypvann mener vi da vannmassen under terskeldypet på ca. 10 m.

Overflatelaget

Ved en vurdering av vannkvaliteten av overflatelaget, er kjennskap til vindforholdene viktig fordi vindens drag på havoverflaten setter opp strømmer som kan transportere forurensninger ut eller inn av fjordområdene.

Fig. 4 viser resultater av vindmålinger på Jomfruland i måleperioden. Vindens drag på havoverflaten (vindstresset) er der fremstilt ved kvadratet av vindhastigheten og dekomponert i nord-sør og øst-vest retning. Vindstresset er brukt i stedet for vindhastigheten, fordi en dermed får bedre fram betydningen av relativt kortvarig, men sterk vind. Tidspunktene for prøvetaking i fjorden angitt ved vertikale piler. Vi ser at vindet stort sett har variert mellom sør-sørvest og nord-nordøst. Dette er vanlig for årstiden.

Siktedypsmålingene varierte for Hellefjorden mellom 4,5 og 8,5 m, se fig. 5. Dette er samme variasjonsbredden som ble funnet i tidsrommet juli-september 1971 (NIVA, 1972).

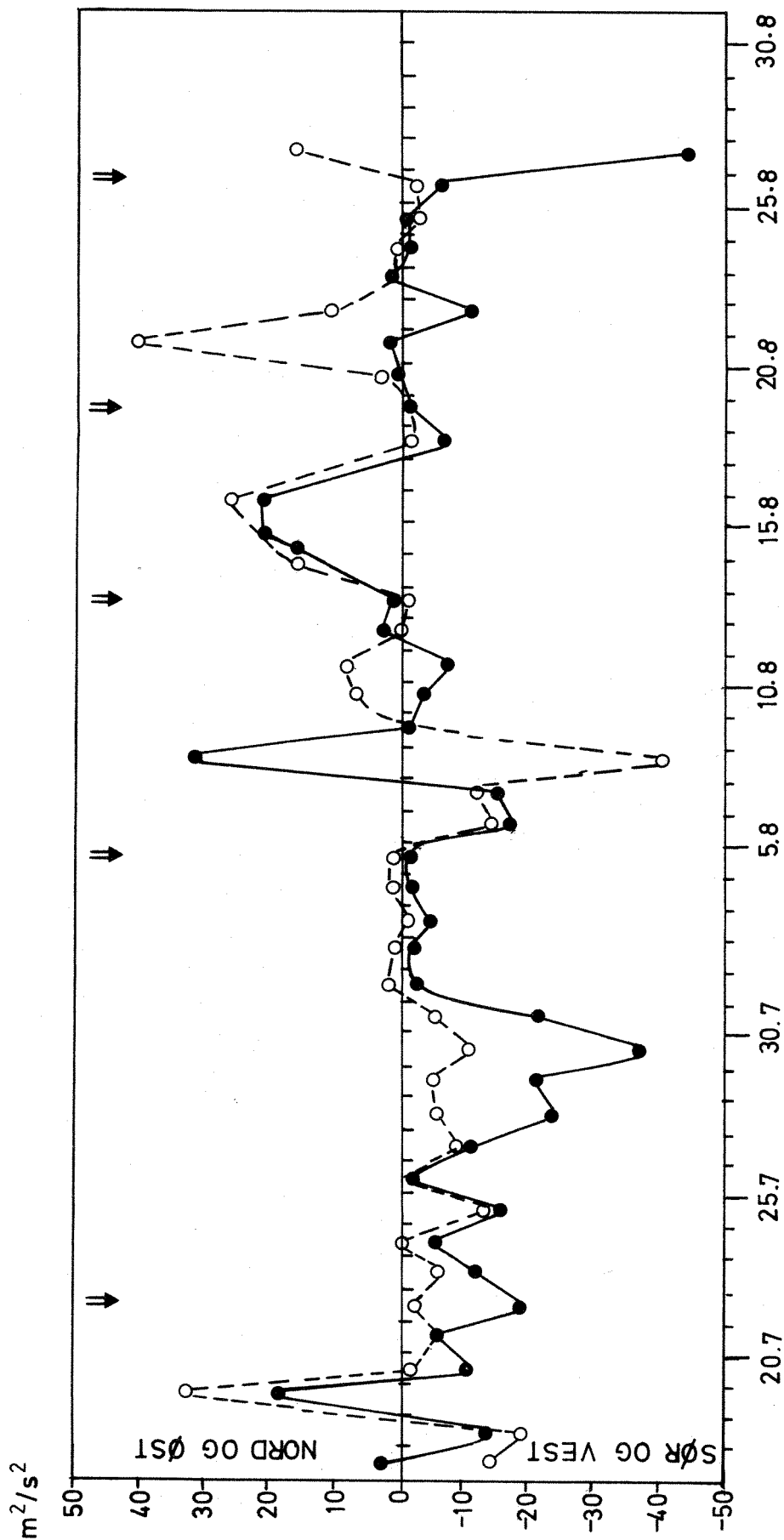


Fig. 4. Vindstress ved Jomfruland 15.7 - 30.8.1977

O---O : Nord-sør komponent

●---● : Øst-vest komponent

Pilene angir tidspunktet for prøveinnsamling

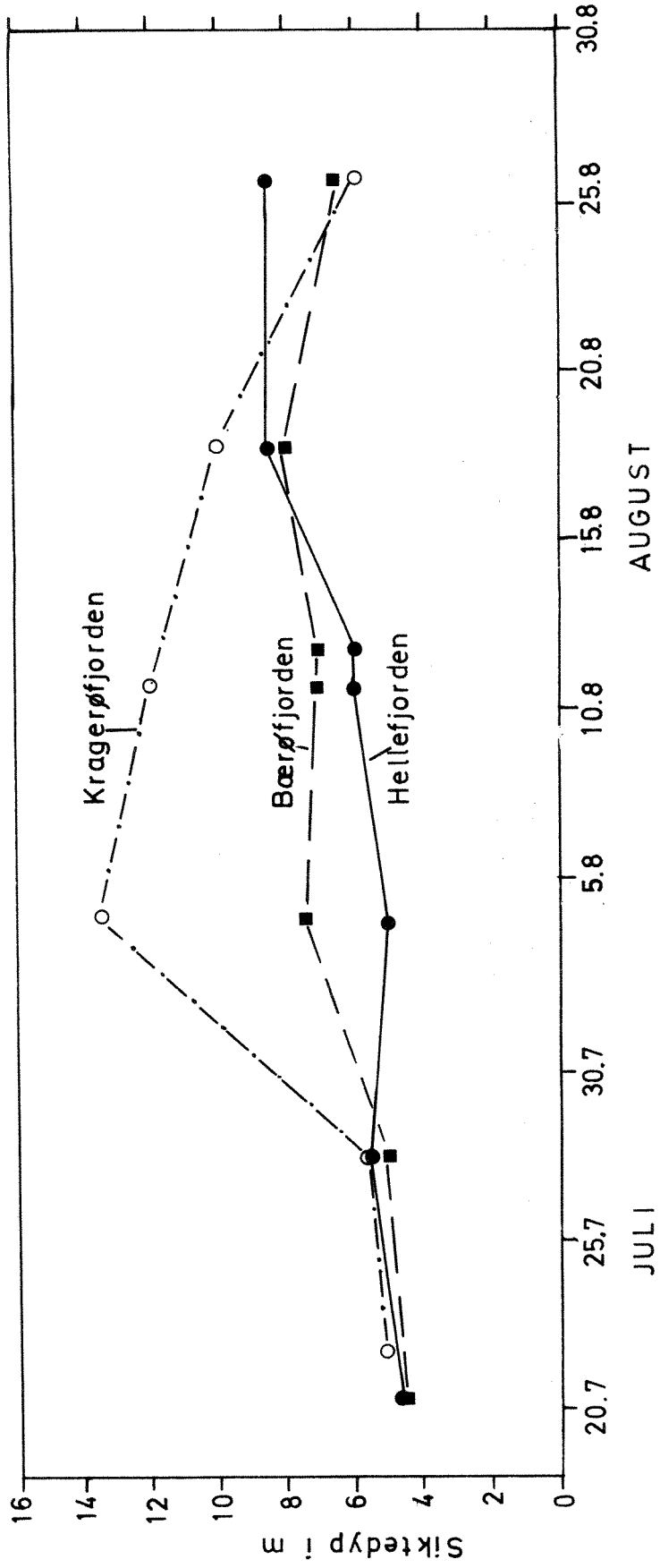


Fig. 5. Siktedypmålinger i Kragerøfjordene 20.7 - 25.8.1977

Storparten av målingene viser noenlunde det samme eller dårligere siktedyp i Hellefjorden enn for Berøfjorden og Kragerøfjorden. Ved siste måleserie 24.-25.8. var siktedypet størst i Hellefjorden, noe som bl.a. kan skyldes økning i planteplanktonbestanden i fjordområdene utenfor. Av fig. 5 fremgår at siktedypet jevnt over økte i måleperioden, og det er derfor mulig at forholdene var dårligere tidligere på sommeren.

Alle de målte klorofyllverdier var under 2 µg/l (fig. 6). Dette er lavt, og tilsvarer f.eks. verdier fra ytre Oslofjord på denne årstiden.

Forskjellen mellom stasjonene er meget liten, men for det tidsrommet prøvene dekker, var klorofyllmengdene i Hellefjorden like lave eller lavere enn i Berøfjorden og Kragerøfjorden.

De målte konsentrasjoner av fosfor- og nitrogenforbindelser var jevnt over lave på alle stasjoner (fig. 7 a-c). Fosforkonsentrasjonen på st. PF-1 20.7. er et unntak idet 58 µg P/l som total fosfor og 48 µg P/l som ortofosfat er meget høyt. Årsaken til denne høye verdien er uviss. Det kan skyldes påvirkning av avløpsvann fra Kragerø, men en kan heller ikke se bort fra muligheten for feilanalyse.

En sammenlikning mellom total fosfor og total nitrogen i Hellefjorden og Kragerøfjorden viser temmelig like konsentrasjoner. For ortofosfat fant vi litt høyere verdier i Kragerøfjorden enn i Hellefjorden. For nitritt+ nitrat var det ingen klare forskjeller.

I forbindelse med Hellefjordundersøkelsen tok byveterinær Slettebø i Kragerø to prøveserier til bakteriologisk analyse i orienterende øyemed. Prøvene ble tatt fra 0.5 m dyp og resultatene fremgår av tabell 5.

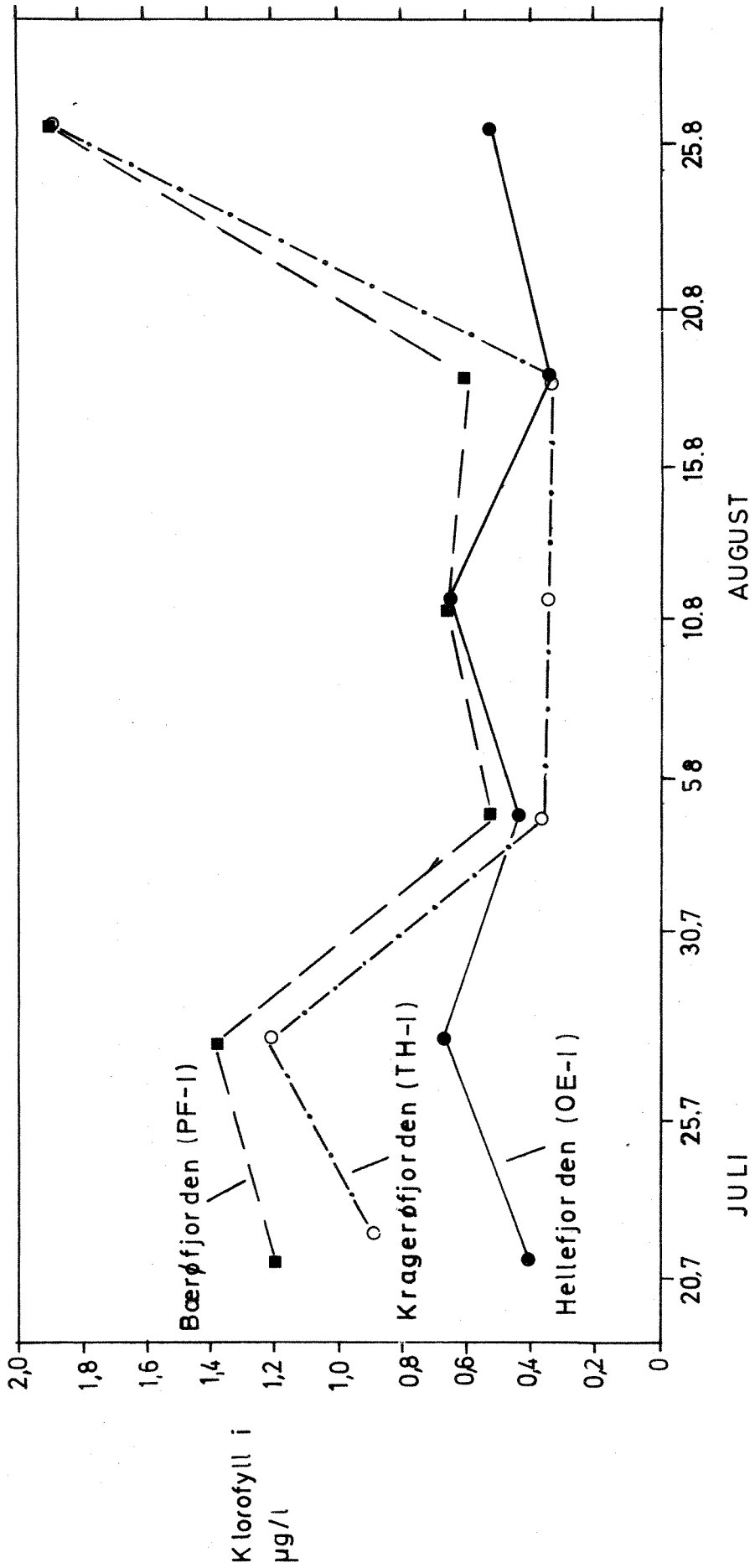


Fig. 6. Klorofyll a i Kragerøfjordenes overflatelag 20.7 - 25.8.1977

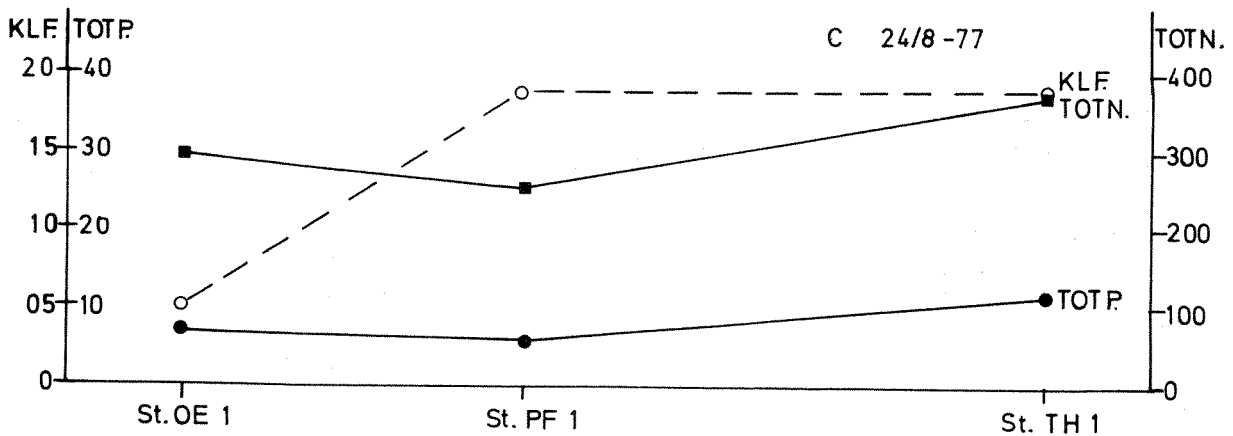
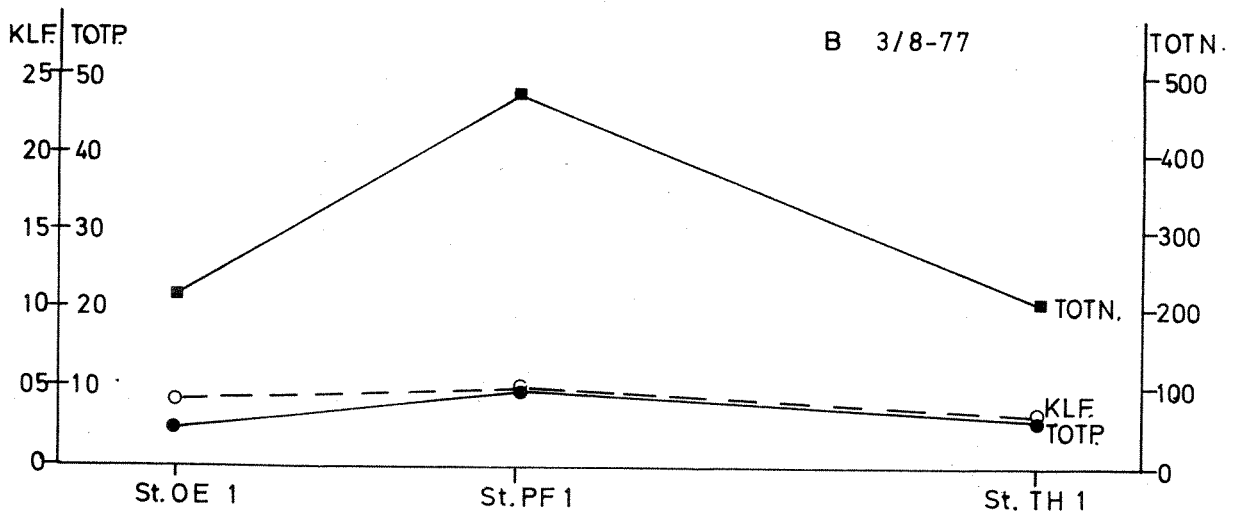
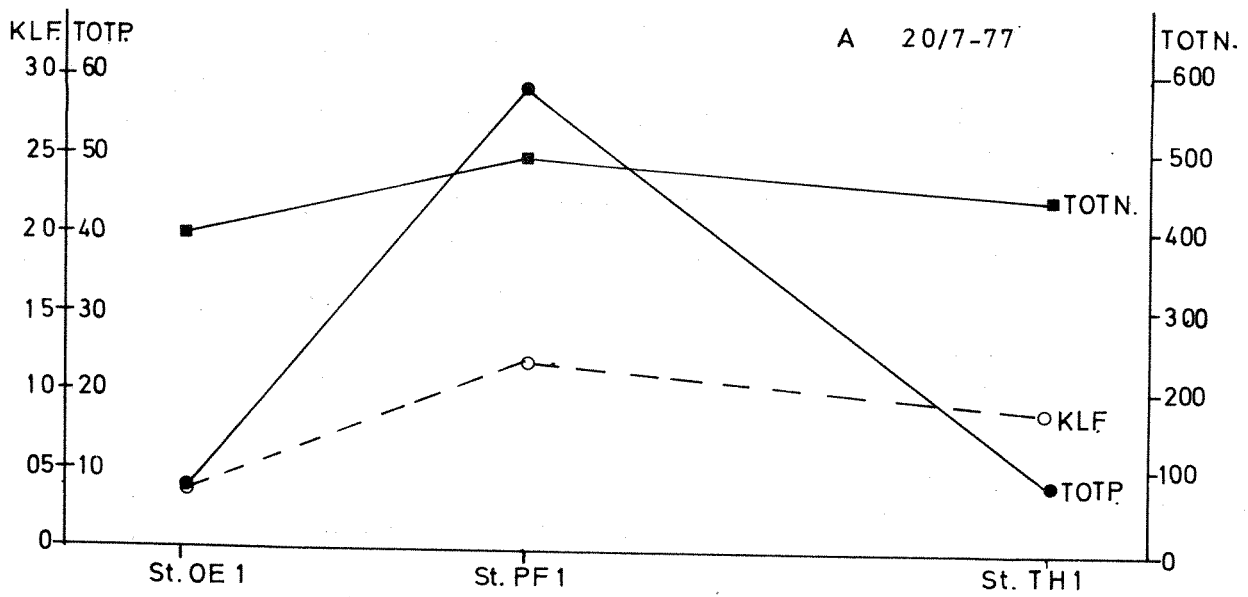


Fig. 7 A-C. Konsentrasjoner av klorofyll ($\mu\text{g KLF/l}$), total fosfor ($\mu\text{g TOTP/l}$) og total nitrogen ($\mu\text{g TOTN/l}$) i Kragerøfjordenes overflatelag juli-august 1977.

Tabell 5. Bakteriologiske undersøkelser i Kragerøfjordene 20.7.-17.8.1977.

Dato	Sted	Stasjon	Coliforme bakt./100 ml	Termostabile coli/100 ml	Tot.kim./ml/ 37°	Tot.kim./ml/ 20°
20.7	Berøfjord	PF-1	13	4	4	75
"	Hellefjord	OE-1	2	0	14	100
21.7	Kragerøfjord	TH-1	2	0	7	8
17.8	Berøfjord	PF-1	0	0	7	8
"	Hellefjord	OE-1	0	0	4	3
"	Kragerøfjord	TH-1	8	7	7	80

I en rapport fra Verdens Helseorganisasjon (WHO 1975) om kvalitetskriterier for badevann anbefales følgende retningslinjer for bedømmelse av kystbadevann:

For å få betegnelsen "meget tilfredsstillende" må alle analyserte prøver av badevannet inneholde mindre enn 100 termostabile (fecale) coli (E.coli) pr. 100 ml.

For at badestranden skal graderes som "akseptabel", må de fleste analyserte vannprøver inneholde mindre enn 1.000 termostabile (fecale) coli (E.coli) pr. 100 ml.

I sjøvann dør E. coli relativt raskt. Konsentrasjonene i overflatelaget vil variere med bl.a. strømforholdene, bølgehøyde, vindretning og tid på dagen for prøvetakingen. To prøveserier er således ikke tilstrekkelig grunnlag for å vurdere i hvilken grad overflatelaget er forurenset med coliforme bakterier.

Resultatene er likevel en indikasjon på at Kragerøfjordenes overflatelag er lite påvirket av bakteriell forurensning.

Dypvannet

Som tidligere nevnt ligger naturgitte forhold til grunn for Hellefjordens dårlige vannutskiftning. Det primære er at fjorden ved innløpet har en grunn

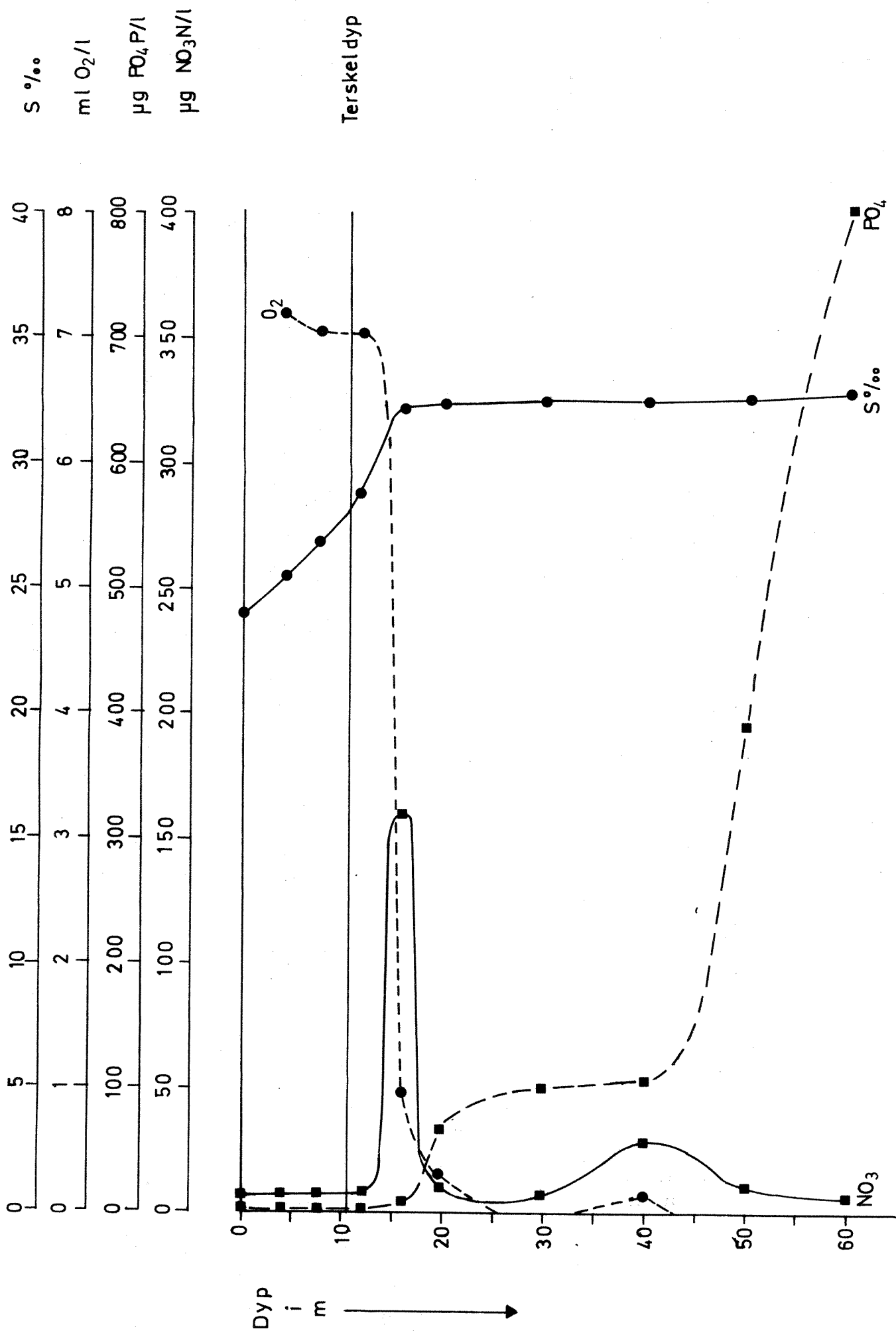


Fig. 8. Vertikalprofil på st. OE-1, 20.7.1977.

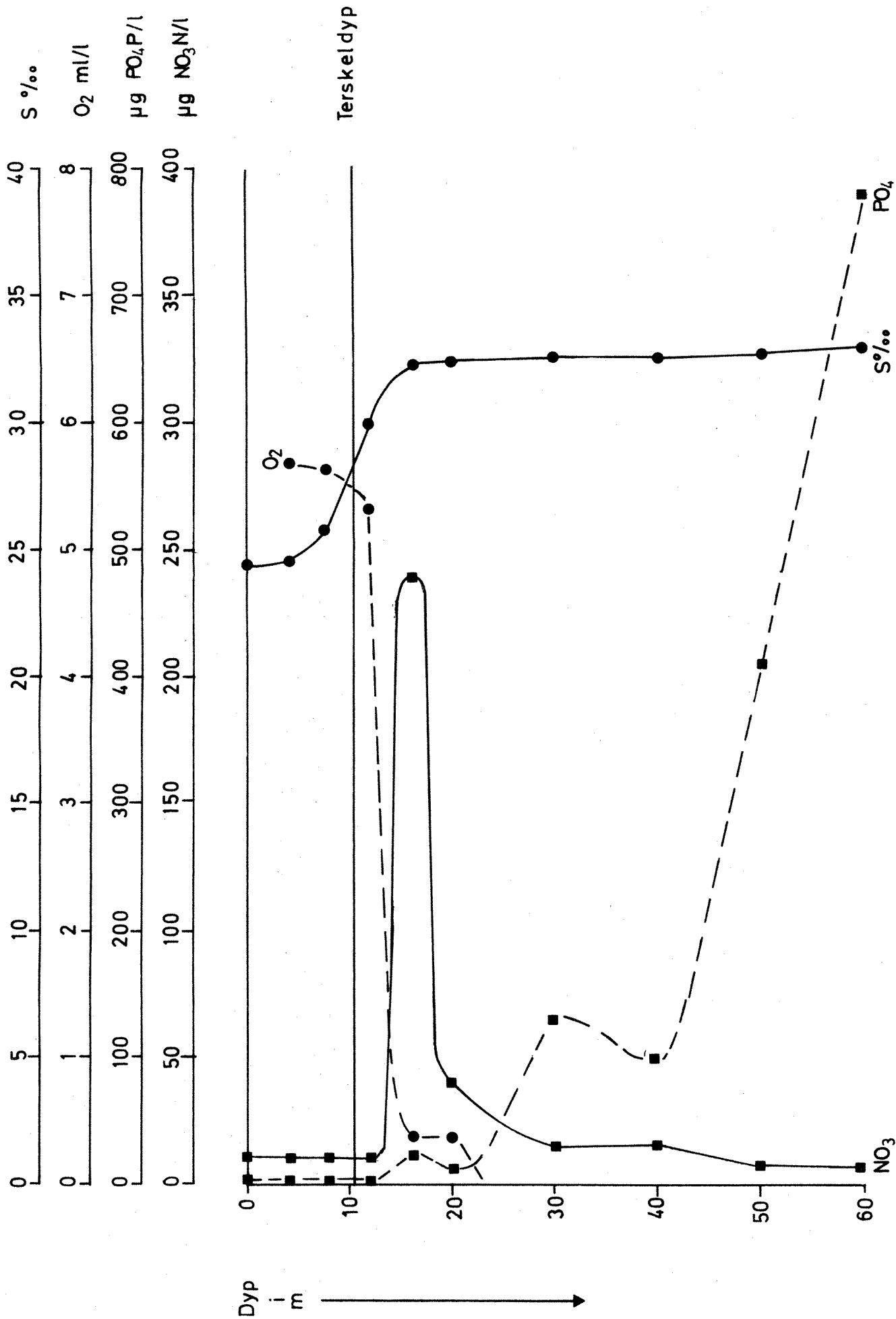


Fig. 9. Vertikalprofil på st. OE-1. 24.8.1977

terskel på ca. 10 m dyp, men betydelig vekt må også legges på det forhold at Hellefjorden er den innerste av tre terskelfjorder. De to utenforliggende er Berøfjorden og Kragerøfjorden. Totalt sett resulterer dette i at Hellefjordens dypvann bare fornyes med meget lange mellomrom. For tidsrommene 1925-38 og 1945-62 viser målinger at delvise dypvannsfornyelser trolig har funnet sted omkring år 1935, 1950, 1956 og 1960. Graden av fornyelse de enkelte år har vært relativt liten (NIVA, 1972). Målingene er tatt med tildels lange mellomrom og det er grunn til å tro at dypvannsfornyelsen skjer noe oftere enn ovenfor angitt.

Målingene av oksygen/hydrogensulfid og fosfor- og nitrogenforbindelser i Hellefjordens dypvann fra juli og august 1977 er presentert på figurene 8-9. Som den etterfølgende diskusjon vil vise fremstår to hovedtrekk:

- Forut for målingene 20.7.1977 hadde det foregått en innstrømning av nytt vann over terskelen med en delvis utskiftning av vannmassene ned til 50-55 m dyp.
- Målingene bekrefter at fjordens dypvann fornyes med meget lange mellomrom.

Resultatet av innstrømningen i 1977 fremtrer særlig klart på fig. 8, hvor en i 40 m dyp ser en "lomme" med oksygenholdig vann samt et lokalt maksimum i konsentrasjonen av nitritt+nitrat. I 30 m dyp ble det funnet hydrogensulfid, og nitritt+nitrat-verdiene var under deteksjonsgrensen. Det sistnevnte skyldes denitrifiseringsprosesser hvorved nitrogenet reduseres til ammonium og nitrogen-gass og det frigjorte oksygenet forbrukes. Tilsvarende forhold ble funnet i 50 m og 60 m dyp.

Dypvannsfornyelsen har også redusert vannmassenes innhold av ortofosfat mellom ca. 20 m og 40 m dyp.

Uten opplysninger om dypvannets tilstand før innstrømningen har vi ikke mulighet for å beregne den prosentvise fornyelsen ved denne utskiftningen.

Ut fra tidligere målinger av bl.a. oksygen i Hellefjorden er det imidlertid grunn til å anta at dette har vært en relativt stor innstrømming som bare gjentas med flere års mellomrom. Dette understøttes av det faktum at dypvannet i Frierfjorden i Telemark og Bunnefjorden ved Oslo ble nærmest fullstendig utskiftet i løpet av våren 1977. I disse fjordene skjer slike store dypvannsutskiftninger med 2-3 års mellomrom, når forholdene ligger godt tilrette.

Den dårlige fornyelsen av fjordens dypvann gjenspeilet seg klart i vannkvaliteten. Oksygenforholdene var ekstremt dårlige. Under ca. 25 m dyp var vannmassene fri for oksygen (unntatt ved 40 m dyp 20.7.1977). Under 50 m dyp ble funnet ca. 6.5-25 ml H_2S/l , noe som er særdeles høye verdier.

Konsentrasjonene av fosfor- og nitrogenforbindelser viser stor akkumulasjon av disse stoffene i de stagnante periodene. Under 50 m dyp opptrer konsentrasjoner i området ca. 400-800 $\mu g P/l$ for total fosfor og ca. 1800-7200 $\mu g N/l$ for total nitrogen. Dette er eksepsjonelt høye verdier til sjøvann å være, og finnes nærmest utelukkende i råtne vannmasser.

Et spesielt trekk ved de to måleseriene fra juli og august 1977 var det markerte maksimum i nitrat+nitritt og tildels også total nitrogen og fosfor i 16 m dyp. Det er nærliggende å tenke seg to årsaker til dette:

- a) Det kan være rester av gammelt dypvann som har blitt løftet opp under innstrømmingen. Da skulle man imidlertid også ha ventet et mer markert maksimum i fosforkonsentrasjonene enn tilfellet var.
- b) Det er innlagret avløpsvann fra renseanlegget ved Helle. Kommuneingeniøren, Kragerø, opplyser at avløpsvannet ledes ut på 27-28 m dyp og det er ikke usannsynlig at det vil innlagres rundt 14-16 m hvor vannmassenes egenvekt begynner å avta raskt mot overflaten.

Hvilke av disse to forklaringer som er den riktige, eller om det er en kombinasjon, kan ikke avgjøres ut fra det foreliggende datamateriale.

3.2 Befaring av strandsonen

De biologiske forhold i strandsonen i Hellefjorden ble studert i de samme utvalgte områdene som ble brukt den 25.-26. juni 1970 (NIVA, 1972). Stasjonsplasseringen fremgår av fig. 2. Hver stasjon ble fotografert, og det ble gjort en subjektiv vurdering av de dominerende artene. En beskrivelse av stasjonene er gitt i tabell 6, og en sammenstilling av resultatene fra 1970 og 1977 er gjort i tabell 7. Den kvantitative skala som ble brukt, er følgende.

- | | |
|------------|-------------------|
| 1. Sjelden | 4. Hyppig |
| 2. Sparsom | 5. Dominerende |
| 3. Vanlig | - Ikke registrert |

Resultater og diskusjon

Generelt sett er det biologiske samfunnet i fjæra i Hellefjorden typisk for innelukkede bukter. Smale, regelmessige soner med alger og dyr er vanlig hvor det er lite bølgeslag og tidevann. Stasjonene 14 og 16 i Berøfjorden er mer utsatt for bølger og man vil vente å finne bredere fjærebelter av alge- og dyresamfunn.

Ved den metodikken som ble brukt, kan vi ikke med sikkerhet gjøre en sammenlikning mellom resultatene fra befaringsene fra 1970 og 1977. Dette skyldes bl.a. manglende kjennskap til forholdene under den mellomliggende syvårsperioden og at den nøyaktige fremgangsmåte som ble brukt i 1970 ikke kunne gjentas innenfor rammen av 1977-programmet.

Resultatene i tabell 7 tyder på at forekomsten av sagtang, skulptetang og rur økte utover i Hellefjorden. For sjøstjerne og strandsnegler var det motsatt, men dette kan skyldes at disse bevegelige dyrene hadde trukket seg nedover mot større dyp, og dermed ikke ble registrert.

Størrelsen og kvaliteten på blæretang-individer var tydelig mindre inne i Hellefjorden (stasjonene 10, 11, 12 og 13) enn utenfor (stasjonene 14 og 16). Dette kan skyldes alders- eller vekstforskjell.

Tabell 6. Beskrivelse av stasjoner brukt i undersøkelsen av grunntvannsamfunnene i Hellefjordområdet 20.7.1977
(se kart, fig. 2 for generell posisjon)

Stasjon	Retning i grader	Substrat type	Strandvinkel i grader	Utstrekning av det undersøkte området i m		Bilder antall	Kommentar
				Langs strand	Maks. dyp		
10	Nord-øst	Fast berg	Mest 70-80	40-50	1	14	
11	Nord-vest	" "	15-30	50-60	2-3	11	
12	Sør-øst	Rullestein m/grus og sand	10-20	Ca. 100	2-3	13	Stasjon i bekkemunning
13	Nord	Fast berg	Delt 70-90 og 15-30	40-50	1-2	16	
14	Øst	" "	15-40	40-50	1-2	37	
16	Nord, vest, øst	" "	40-50	50-60	2-3	11	Stasjon på pynten av øy

Tabell 7. Semikvantitative observasjoner av dominerende arter i strand- og gruntvannsområdene i Hellefjorden 25.-26.6.70 (skrå skrift) og 20.7.77 (normal skrift). Se tekst for tallforklaring.

ARTER	STASJON					
	10	11	12	13	14	16
Flora						
<i>Ascophyllum nodosum</i> (grisetang)	1	3	2	2	3	3
<i>Cladophora</i> sp. (grønndusk)	4 ⁺	3 ⁺	3 ⁺	5 ⁺	4 ⁺	3-5 ⁺
<i>Enteromorpha</i> cf. <i>intestinalis</i> (tarmgrønnske)	3 ^x	3 ^x	4 ^x	3 ^x	3 ^x	2 ^x
<i>Fucus vesiculosus</i> (blæretang)	2	3	2	2	3	4
<i>F. serratus</i> (sagtang)	2	-	-	-	3	2
<i>Halidrys siliquosa</i> (skulptetang)	-	-	-	-	-	2 ^o
Fauna						
<i>Asterias rubens</i> (sjøstjerne)	-	2	-	-	-	1
<i>Balanus</i> cf. <i>improvisus</i> (rur)	-	-	-	-	4	5
<i>Littorina littoralis</i> (strandsnegl)	-	3	-	-	-	2
<i>Mytilus edulis</i> (blåskjell)	-	4	-	-	-	-

+ = Data fra mest dominerende *Cladophora* art i 1970 i.e. *C. dalmatica*.

x = " " " " *Enteromorpha* " " " *E. prolitesa*-gr.

o = Et bestemt område på stasjon 16.

Fra denne undersøkelsen kan man ikke se at de fastsittende dyr og alger er merkbart påvirket av forurensning. Samfunnssammensetningen på de besøkte stasjonene i Hellefjorden og Berøfjorden var omtrent lik. At noen fastsittende alger i Hellefjorden var mindre og blekere har trolig naturlige årsaker.

4. SAMMENFATTENDE VURDERING AV RESULTATENE

Denne undersøkelse har vært av kort varighet, ca. 5 uker, med en begrenset innsamling av prøvemateriale. Ved bruk av resultatene reiser det seg de to hovedspørsmål: Er undersøkelsen gjennomført over et tidsrom som gir et representativt bilde av forholdene i Hellefjorden sommerstid? Har undersøkelsens innhold kunnet gi et dekkende bilde av tilstanden i Hellefjorden sommeren 1977?

Spørsmålet om representativitet er mest knyttet til resultatene de hydrokjemiske og biologiske undersøkelsene i fjordens overflatelag. I dypvannet er tidsvariasjonene mye langsommere og mer oversiktlige. Det materialet som fra tidligere undersøkelser finnes fra fjordens overflatelag er ikke tilstrekkelig som grunnlag for å avgjøre hvorvidt dette har vært en representativ måleperiode. På den annen side gir ikke de meteorologiske forhold sommeren 1977 grunnlag for å tro at forholdene under måleperioden avvek vesentlig fra det en kan vente å finne ved tilsvarende tidspunkt andre år. Tatt i betraktning at en delvis dypvannsfornyelse foregikk våren 1977 og at siktedypsmålingene indikerer mindre siktedyp tidligere på sommeren, ville en tidligere start på undersøkelsen vært en stor fordel.

Med hensyn til undersøkelsens faglige innhold så bør det presiseres at det ble gjennomført et minimumsprogram som med fordel kunne ha vært utvidet til bl.a. å omfatte sedimentundersøkelser. Måleprogrammet synes imidlertid å ha gitt holdepunkter for å karakterisere de vesentlige sider ved Hellefjordens forurensningstilstand i det aktuelle tidsrom.

Med de nevnte forbehold kan resultatene av undersøkelsen oppsummeres som følger:

1. En anslagsmessig kvantifisering av Hellefjordens belastning med nedbrytbart organisk stoff, fosfor- og nitrogenforbindelser tyder på at utslippene fra kommunal kloakk dominerer. Dette gjelder spesielt for tilførselene av fosfor.

Totalt sett synes imidlertid utslippene relativt små, muligens med unntak for organisk stoff.

2. I undersøkelsesperioden var vannkvalitet i Hellefjordens overflatelag og algesamfunnene i strandsonen lite preget av forurensninger. Hva plantenæringsalter og vannmassenes klorofyllinnhold angikk, så var det ingen vesentlig forskjell mellom Hellefjorden og Kragerøfjordens ytre del.

Hellefjordens dypvann bærer preg av meget dårlig vannutskiftning. Dette skyldes at Hellefjorden er en terskelfjord, og forverres ved at fjorden har ytterligere to terskler mellom seg og åpent hav.

Målingene tyder på at det våren 1977 foregikk en delvis fornyelse av dypvannet ned til 50-55 m. Dette endrer imidlertid ikke bildet av at tilstanden i dypvannet er ekstremt dårlig, spesielt med hensyn til oksygenforhold.

3. Totalt sett samsvarer resultatene fra de hydrokjemiske og biologiske undersøkelsene med at Hellefjorden i dag er relativt lite belastet med forurensende stoffer. På den annen side tilsier de naturgitte forhold at Hellefjorden må betraktes som en meget ømfintlig resipient, hvor konsekvensene av enhver ekstra belastning bør vurderes nøye. Særlig hensyn må da tas til den kjemiske og biologiske tilstand i fjordens overflatelag. Det er særlig to forhold som må tas i betraktning:

- a) Man kan ikke se bort fra at ugunstige klimatiske forhold (nedbør, pålandsvind o.a.) kan gi markert dårligere forhold andre somrer eller til andre årstider enn hva tilfellet var sommeren 1977.

- b) Fjordens beliggenhet i forhold til strekningen Berøfjorden-Kragerøfjorden og Hellefjordens innsnevring ved munningen, er hemmende for utskiftningen av overflatelaget og reduserer fjordens kapasitet som resipient. Vi vet ikke hvor stor "ubenyttet" resipientkapasitet fjorden i dag har.

Utslipp av næringssalter til fjordens overflatelag virker stimulerende på planktonproduksjonen og planktonet utgjør sannsynligvis en betydelig del av den organiske belastningen på Hellefjordens dypvann. Det er imidlertid all grunn til å tro at det er naturgitte forhold i form av terskler

og dårlig vannutskiftning som er avgjørende for oksygenforholdene i fjordens dypvann. Kritiske oksygenforhold vil således opptre selv med minimal sivilsatorisk påvirkning.

5. LITTERATUR

Knutzen, K. og Kvalvågnæs, K., 1977:

Eksempel på orienterende resipientundersøkelse Ulvikpollen, Hardanger.
NIVAs årbok 1977, pp. 25-35.

NIVA, 1972:

O-55/69 Undersøkelse av sjøresipienter i Kragerøområdet. Fremdrifts-
rapport nr. 1. Saksbehandler: P. Liseth, S. Kolstad og J. Rueness.
Stensilert 103 s. + vedlegg. 25.8.1972.

Stortingsmelding nr. 71, 1972-73:

Særskilt vedlegg nr. 1. Langtidsprogrammet 1974-1977. Spesialanalyse
1. Forurensninger. 237 pp.

WHO, Copenhagen 1975:

Guide and Criteria for Recreational Quality of Beaches and Coastal Waters.
Report on a Working Group convened by the Regional Office for Europe
of the World Health Organization, Bilthoven 28.10.-1.11.1974. EURO 3125
(1) (Not for sale).

A P P E N D I K S

Hydrokjemiske målinger

Salinotermmålinger

Klorofyllmålinger

MARINE HYDROGRAPHIC DEPTH STATION

CONTROLLED DATA

```

*****
** COUNTRY * NORWAY
** INSTITUTION * HIRSHAN
** SHIP * HELLEFJORD
** PROJECT * 0-68/77
** LOCATION * HELLEFJORD
** STATION * OF-1
** DEPTH * 75
** POSITION * EAST
** MONTH * 58.53.3
** DATE * 770720
** TIME * 13
** WIND * 4.0
** DIRECTION * 18
** WET *
** DRY *
** AIR TEMP. *
** DEG.CELS *
** SECCHI-DISC *
** COLOUR *
** WEATHER *
** PARTLY CLOUDY
** ICE *
** WAVES * 0.0-0.1M
** NO *
** COMMENTS *
** SRF SAP+CHLOROPHYLL 0-2M
*****

```

DEPTH	TEMP.	SAL.	DENS.	SIGMA-T	02	H2S	02-SAT	TOTP	PO4P	ORGP	TOTN	NO3N	NH4N	ORGN	TOC	FE
M	DEG.C	O/00	ML/L	ML/L	ML/L	ML/L	O/O	ML/L	ML/L	ML/L	ML/L	ML/L	ML/L	ML/L	ML/L	ML/L
0	18.60	23.952	16.742		7.19		122.1	8	2	6	400	<10				
4	16.17	25.487	13.458		7.05		115.7	7	2	5	260	<10				
8	14.04	26.947	20.015		7.05		107.9	13	<2	>11	215	<10				
12	10.32	28.581	21.944		.86		12.2	7	2	5	210	<10				
16	6.05	32.281	23.442		.22		3.1	9	8	1	390	<10				
20	5.77	32.370	23.546		.11	.06		77	66	11	380	<10				
30	5.67	32.463	23.647				1.5	130	100	30	400	<10				
40	5.57	32.498	23.670			6.54		110	106	4	360	<10				
50	5.91	32.611	23.719			25.20		390	390	0	1820	10				
60	6.29	32.907	23.906					740	800	-60	7200	<10				

DEPTH	RATIOS	TOC/	TOC/	TOC/	TOC/	TOC/	TOC/	TOC/	TOC/	TOC/	TOC/	TOC/	TOC/	TOC/	TOC/	TOC/	TOC/
M	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/	NO3/
0	<11																
4	<11																
8																	
12	<11																
16	44																
20	<0																
30	<0																
40	1																
50	0																
60	<0																

```

*****
** LESS THAN VALUE <
** GREATER THAN VALUE >
*****

```

MARINE HYDROGRAPHIC DEPTH STATION

CONTROLLED DATA

```

*****
COUNTRY *INSTITUTION *SHIP *PROJECT *LOCATION *STATION *POSITION *DEPTH *DATE *TIME
* * * * *
NORWAY *NIVA *HIGHLAN * 0-68/77 * BAEROFJORD * PF-1 * 58,52.6 9,26.4 * 770720 * 9 *
*****
WIND *DIRECTION * (0-36) * DRY * WET * AIR TEMP. * SECCHI-DISC * WEATHER * CLOUDS
* * * * *
SPEED * * * * *
M/S * * * * *
3.9 * * * * *
*****
SEA *ICE * * * * *
SMOOTH * WAVES 0.1-0.5M * NO * * * * *
*****
COMMENTS * * * * *
SRF STA+CHLOROPHYLL 0-2M * * * * *
*****

```

```

*****
DEPTH * TEMP. * SAL. * DENS. * O2 * H2S * O2-SAT * NUTRIENTS * MICROGR./L * TOC * FE *
* * * * *
M * DEG.C * O/00 * SIGMA-T * ML/L * * ML/L * * * * *
* * * * *
0 17.50 23.115 16.359 * * * * *
*****

```

```

*****
DEPTH * RATIOS * MOL/MOL * HEAVY METALS * * * * *
* * * * *
M * NO3/ * TOC/ * TOTM/ * HG * PB * CU * ZN * MN * NI * CR * F *
* * * * *
0 * * * * *

```


SALINOTERM-DATA FRA HELLEFJORD

LAGRET PA FIL:H-S-P:D

SIGMA = TETTHET-1000 (KG/M3)

TOKT NR.1

```
.....
STASJON : 1 : 2 : 3
.....
DATO,KL : 11/08-77 11 : 11/08-77 10:30 : 11/08-77 10
SIKTEDYP: 6.0M : 5.0M : 7.0M
VIND : SVAK NORD-OST BRIS: SVAK NORD-OST BRIS: SVAK NORD-OST BRIS
.....
DYP : TEMP. SAL. SIGMA : TEMP. SAL. SIGMA : TEMP. SAL. SIGMA
(M) : CELS. 0/00 : CELS. 0/00 : CELS. 0/00
0.0 : 17.50 25.60 18.25 : 16.60 24.90 17.92 : 16.50 24.60 17.71
1.0 : 17.30 25.60 18.30 : 16.50 25.00 18.02 : 16.40 24.60 17.73
2.0 : 17.50 25.90 18.48 : 16.50 25.25 18.21 : 16.20 24.90 18.00
3.0 : 17.50 26.00 18.55 : 16.80 25.75 18.52 : 16.50 25.30 18.24
4.0 : 17.50 25.90 18.48 : 16.80 25.75 18.52 : 16.80 25.80 18.56
5.0 : 17.00 27.20 19.53 : 17.00 26.40 18.97 : 17.00 26.00 18.67
6.0 : 14.40 28.00 20.75 : 16.20 28.10 20.45 : 16.80 26.80 19.32
7.0 : 13.50 28.60 21.39 : 14.00 29.00 21.60 : 16.30 27.90 20.27
8.0 : 12.80 29.00 21.84 : 13.20 29.40 22.07 : 15.20 23.50 20.97
9.0 : 12.00 29.00 21.98 : 12.90 29.40 22.13 : 14.20 29.30 21.79
10.0 : 10.40 29.40 22.57 : 10.70 30.20 23.14 : 13.75 29.60 22.11
12.0 : 7.80 30.60 23.90 : 8.00 31.40 24.49 : 13.20 29.75 22.34
14.0 : 6.20 32.05 25.25 : 6.40 32.24 25.37 : 10.90 30.40 23.26
16.0 : 5.90 32.16 25.36 : 5.70 32.55 25.70 : 9.00 31.00 24.04
18.0 : 5.50 32.25 25.48 : 5.60 32.45 25.63 : 7.00 32.17 25.24
20.0 : 5.60 32.35 25.55 : 5.50 32.72 25.85 : 5.40 32.97 26.06
25.0 : 5.80 32.10 25.33 : 5.40 32.95 26.05 : 4.09 33.05 26.27
30.0 : 5.80 32.13 25.35 : : : 5.00 33.06 26.18
35.0 : 5.80 32.20 25.41 : : :
40.0 : 5.80 32.36 25.54 : : :
45.0 : 6.00 32.50 25.62 : : :
50.0 : 6.40 32.75 25.77 : : :
```

SALINOTERM-DATA FRA HELLEFJORD

LAGRET PA FIL:H-S-P:0

SIGMA = TETTHET-1000 (KG/M3)

TOKT NR.2

```
.....
STASJON :      1              :      2              :      3
.....
DATO, KL : 17/08-77 14      : 17/08-77 13      : 17/08-77 12:15
SIKTEDYP: 8.5M LYS-GRONN   : 7.0M BLALIG-HVIT : 8.5M BLALIG-HVIT
VIND     : SVAK-SOR BRIS     : SVAK SOR BRIS    : SVAK SOR BRIS
.....
DYP      : TEMP. SAL. SIGMA : TEMP. SAL. SIGMA : TEMP. SAL. SIGMA
(M)      : CELS. 0/00          : CELS. 0/00          : CELS. 0/00

0.0 : 19.40 24.50 16.97 : 18.40 23.90 16.75 : 19.00 24.20 16.84
1.0 : 19.30 24.50 16.99 : 18.30 23.90 16.77 : 18.30 24.10 16.93
2.0 : 19.10 24.60 17.12 : 18.20 24.00 16.87 : 18.20 24.60 17.33
3.0 : 18.20 24.90 17.55 : 17.90 24.70 17.47 : 17.80 24.70 17.50
4.0 : 18.00 24.90 17.60 : 17.80 25.00 17.73 : 17.30 24.90 17.76
5.0 : 17.80 24.80 17.57 : 17.80 25.00 17.73 : 17.60 25.00 17.77
6.0 : 18.10 24.70 17.43 : 17.70 25.30 17.98 : 17.50 25.50 18.17
7.0 : 17.90 26.00 18.46 : 17.60 25.80 18.38 : 17.20 26.30 18.85
8.0 : 16.60 27.20 19.67 : 16.90 26.70 19.22 : 17.00 26.60 19.13
9.0 : 13.70 28.70 21.43 : 14.10 28.75 21.39 : 16.70 27.30 19.73
10.0 : 11.20 28.50 21.74 : 12.10 29.50 22.35 : 15.70 27.80 20.33
12.0 : 7.50 30.90 24.17 : 8.50 30.90 24.03 : 13.40 29.50 22.11
14.0 : 6.10 31.90 25.14 : 6.30 32.10 25.27 : 12.20 30.20 22.87
16.0 : 5.80 32.20 25.41 : 5.80 32.15 25.37 : 8.80 31.60 24.53
18.0 : 5.70 32.30 25.50 : 5.70 32.20 25.42 : 6.80 32.30 25.36
20.0 : 5.60 32.35 25.55 : 5.60 32.25 25.47 : 5.40 32.80 25.93
25.0 : 5.90 32.15 25.36 : 5.50 32.45 25.64 : 4.80 33.15 26.27
30.0 : 5.80 32.20 25.41 : : : 4.70 33.20 26.32
35.0 : 5.80 32.25 25.45 : : :
40.0 : 5.80 32.45 25.61 : : :
45.0 : 6.00 32.50 25.62 : : :
50.0 : 6.30 32.85 25.86 : : :
55.0 : 6.50 33.05 25.99 : : :
60.0 : 6.60 33.30 26.18 : : :
```

SALINOTERM-DATA FRA HELLEFJORD

LAGRET PÅ FIL:H-S-P:D

SIGMA = TETTHET-1000 (KG/M3)

TOKT NR.3

```
.....
STASJON : 1 : 2 : 3
.....
DATO, KL : 24/08-77 14 : 25/08-77 11 : 25/08-77 10:30
SIKTEDYP: 8.5M LYS-GRONN : 6.0M GRONN : 6.0M GRONN
VIND : SVAK SOR-VEST BRIS: LABER OSTLIG BRIS : LABER OSTLIG BRIS
.....
DYP : TEMP. SAL. SIGMA : TEMP. SAL. SIGMA : TEMP. SAL. SIGMA
(M) : CELS. 0/00 : CELS. 0/00 : CELS. 0/00
.....
0.0 : 17.90 24.40 17.25 : 16.90 24.40 17.47 : 16.60 24.00 17.23
1.0 : 17.80 24.40 17.27 : 17.00 24.50 17.53 : 16.80 24.00 17.19
2.0 : 17.40 24.40 17.36 : 17.10 24.50 17.50 : 17.00 24.10 17.22
3.0 : 17.70 24.50 17.37 : 17.20 24.50 17.48 : 17.00 24.30 17.37
4.0 : 17.70 24.70 17.52 : 18.10 24.60 17.35 : 17.40 24.60 17.51
5.0 : 18.40 24.90 17.51 : 18.20 25.40 17.94 : 17.20 24.80 17.71
6.0 : 18.40 25.30 17.81 : 18.10 25.40 17.96 : 17.20 24.80 17.71
7.0 : 18.20 26.20 18.54 : 18.10 25.70 18.19 : 17.20 25.20 18.01
8.0 : 17.50 27.00 19.32 : 17.40 26.90 19.26 : 17.30 25.70 18.37
9.0 : 16.10 27.80 20.24 : 15.80 27.60 20.15 : 16.60 26.90 19.44
10.0 : 12.70 28.60 21.55 : 11.80 29.30 22.64 : 14.80 28.60 21.13
12.0 : 8.00 31.20 24.34 : 8.00 32.30 25.20 : 13.70 29.80 22.28
14.0 : 6.10 32.55 25.65 : 6.60 33.02 25.96 : 12.70 29.90 22.55
16.0 : 6.00 32.70 25.78 : 6.80 33.02 25.93 : 9.30 31.60 24.46
18.0 : 6.00 32.40 25.54 : 5.90 33.35 26.30 : 7.50 32.25 25.23
20.0 : 5.90 32.40 25.55 : 5.20 33.23 26.29 : 6.00 32.95 25.98
25.0 : 5.80 32.50 25.65 : 5.60 33.25 26.26 : 5.40 33.55 26.52
30.0 : 5.70 32.50 25.65 : : : 5.30 33.25 26.30
35.0 : 5.70 32.54 25.69 : : :
40.0 : 5.70 32.65 25.78 : : :
45.0 : 5.90 32.82 25.89 : : :
50.0 : 6.15 33.16 26.12 : : :
55.0 : 6.40 33.15 26.08 : : :
60.0 : 6.50 33.15 26.07 : : :
```


Konsentrasjoner av klorofyll a ($\mu\text{g/l}$) i Kragerøfjordenes overflatelag
juli-august 1977.

Dato \ Stasjon	20.7.77	27.7.77	3.8.77	10.8.77	17.8.77	25.8.77
Hellefjord, st. OE-1	0.41	0.66	0.43	0.66	0.35	0.53
Berøfjord, st. PF-1	1.2	1.38	0.52	0.66	0.60	1.9
Kragerøfjord, st. TH-1	0.9	1.2	0.37	0.35	0.34	1.9