

DET KGL. NORSKE VIDENSKABERS SELSKAB, MUSEET

rappport

ZOOLOGISK SERIE 1974 - 9

Resipientundersøkelsen av

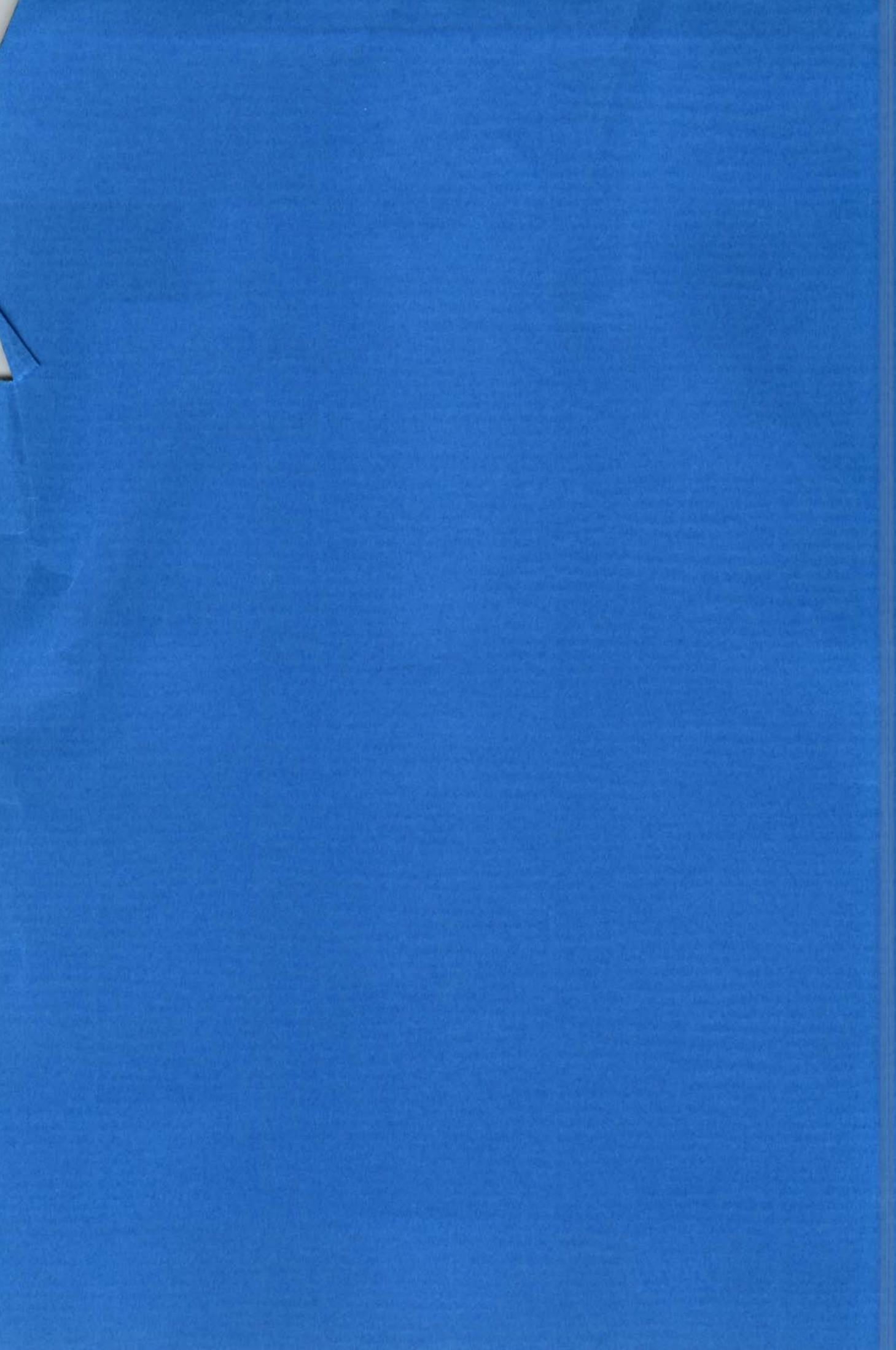
Trondheimsfjorden.

Årsrapport 1972-1973

Eirik Lande



Universitetet i Trondheim



REFERAT

Lande, Eirik 1974. Resipientundersøkelsen av Trondheimsfjorden. Årsrapport 1972 - 1973. K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser. 1974-9.

Siden resipientundersøkelsen av Trondheimsfjorden startet i 1972 er det foretatt innsamling av hydrografiske data fra 19 stasjoner og innsamling av prøver til P- og N- analyser, prøver til klorofyllbestemmelse og zoo-planktonprøver fra 7 stasjoner 15 ganger i året. For å finne ut hva som blir tilført fjorden via elvene innsamles det på 19 stasjoner i de største elvene prøver for bestemmelse av P, N, pH, ledningsevne og turbiditet. I 9 områder innsamles det på 21 lokaliteter 210 bunndyrprøver 2 ganger årlig. Det er også innsamlet prøver av bl.a. blåskjell, albuskjell, grise-tang og blæretang på 24 lokaliteter, forskjellige fiskearter fra 5 lokaliteter og sjøfugl fra 2 lokaliteter.

Resultatene viser at en om høsten har redusert oksygeninnhold i Lofjorden i Åsenfjorden, i Verrabotn, i Stjørdalsfjorden og i Borgenfjorden.

Tilførselen av plantenæringsstoffene P og N ser i hovedfjorden ut til å være så lav at det foreløpig ikke antas å være noen fare for overbelastning. Når det gjelder sidegrener av hovedfjorden og mer avgrensede bassenger f. eks. Borgenfjorden er forholdene en tanke mer eutrofiert.

Tungmetallanalysene viser at Orkdalsfjorden og området rundt Killingdal Grubeselskabs anlegg tydelig skiller seg ut når det gjelder innhold av kop-per og sink. Ved Killingdal Grubeselskabs anlegg er det også funnet høye verdier av bly, sølv og jern. I begge områder er det påvist skadelig inn-flytelse på dyrelivet.

Eirik Lande, Universitetet i Trondheim, Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet, Zoologisk avdeling, N-7000 Trondheim.

Universitetet i Trondheim, Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet, Oppdragsvirksomheten, Resipientundersøkelsen av Trondheimsfjorden (rapport nr. 6).

Undersøkelsen er utført etter oppdrag fra Nord- og Sør-Trøndelag fylker.

ISBN 82-7126-038-3

INNHold

Innledning (Eirik Lande)	3
Opplegg av undersøkelsen (Eirik Lande)	4
Hydrografiske målinger i fjorden	4
Kjemisk analyse av vannprøver fra fjorden	7
Tilførsel av plantenæringsstoffer fra land	7
Måling av strøm og sirkulasjon i fjorden	10
Planktonundersøkelser	10
Plantep plankton	10
Zooplankton	11
Bunndyrundersøkelser	11
Tungmetallundersøkelser	13
Ajourføring av eldre data ved EDB	16
Gjennomføringen av programmet i perioden mai 1972 - desember 1973 (Eirik Lande)	16
Innsamlingsprogram for 1974 (Eirik Lande)	23
Resultater og konklusjoner	24
Plantenæringsstoffer og klorofyll i fjordvannet (Egil Sakshaug)	24
Zooplanktonundersøkelser i Trondheimsfjorden, August 1972 - Desember 1973. Foreløpig rapport (Tor Strømgren)	36
Vannkvaliteten i hovedvassdragene rundt Trondheims- fjorden (Viktor Olsen og Ingvar Korsen)	43
Tungmetaller (Eirik Lande)	48



INNLEDNING

Det er i de senere år registrert en rekke tegn på økende forurensning i Trondheimsfjorden, særlig nær utslipp fra tettsteder, byer, industri og grubedrift. For å kartlegge tilstanden i dag og for å gi et grunnlag for en samlet resipient vurdering av Trondheimsfjorden, var det nødvendig med et omfattende registreringsarbeid.

Etter møte mellom fylkesmennene, fylkeskontorsjefene og fylkesingeniørene i Nord- og Sør-Trøndelag, oppnevnte fylkesutvalgene et arbeidsutvalg for undersøkelse av Trondheimsfjorden. Videre ble det opprettet en styringsgruppe for å lede gjennomføringen av undersøkelsen. Denne styringsgruppe består av siv.ing. A.Nordmark fra fylkenes arbeidsutvalg og representanter fra de institusjoner som samarbeider i undersøkelsen av Trondheimsfjorden.

Det Kgl. Norske Videnskabers Selskab, Museet (DKNVS, Museet).

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt
Norsk institutt for Vannforskning (NIVA)
Vassdrags- og Havnelaboratoriet, NTH.

Resipientundersøkelsen av Trondheimsfjorden har nå pågått siden mai 1972. Opplegget for undersøkelsen som er skissert nedenfor, har stort sett blitt fulgt, bortsett fra enkelte utvidelser av programmet som vil bli omtalt senere i denne rapporten. Samarbeidet mellom de deltagende institusjoner har også fungert tilfredsstillende.

Bearbeidelsen av det innsamlede materialet og vurderingen av resultatene er godt igang. Det er allerede fremkommet resultater som gir grunn til å vise oppmerksomhet når det gjelder belastning av tungmetaller og organiske stoffer i enkelte fjordavsnitt.

OPPLEGG AV UNDERSØKELSEN

Hydrografiske målinger i fjorden

Innsamlingsstasjonenes beliggenhet (Fig. 1) og innsamlingstidspunkt (Tabell 2) for hydrografiske målinger (temperatur, saltholdighet og oksygen) ble bestemt i samarbeid mellom Vassdrags- og Havnelaboratoriet og DKNVS, Museet. Stasjonsnettets representerer et utvalg fra DKNVS, Museets 22 faste stasjoner hvor målinger er mer eller mindre regelmessig utført siden 1963. Målingene utføres på vannprøver fra standardiserte dyp: 0, 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500 og 550 m. I tillegg til de hydrografiske målinger, blir det utført meteorologiske observasjoner (temperatur, skydekke, vindstyrke, vindretning, relativ fuktighet osv.) og siktedyp blir målt på alle stasjoner.

Innsamlingen av hydrografiske data følger tre forskjellige rutiner:

- Plan A: Omfatter st. 1, 31, 32, 34, 6, 7D, 9, 10, 15 og 18 (Fig. 1). På disse stasjonene samles det inn prøver 15 ganger pr. kalenderår.
- Plan B: Omfatter i tillegg til de i Plan A nevnte stasjoner, st. 1A, 4, 7E, 8, 11, 12, 13, 14, og 16 (Fig. 1). På disse stasjonene samles det inn prøver 4 ganger pr. kalenderår.
- Plan C: Omfatter 11 stasjoner (Fig. 2), hvor det samles prøver til oksygenbestemmelse, temperatur og saltholdighetsmåling fra 20 m dyp til bunn. Denne oksygen-survey utføres i september måned hvert år.

Totalt sett samles det prøver fra 10 stasjoner 15 ganger pr. år og i tillegg på 9 supplerende stasjoner 4 ganger pr. år. Stasjonsnettets omfatter pr. år i alt 234 målepunkter i Plan A og B og 49 målepunkter i Plan C. Dette medfører totalt ca. 6600 målinger av temperatur, saltholdighet og oksygeninnhold pr. år.

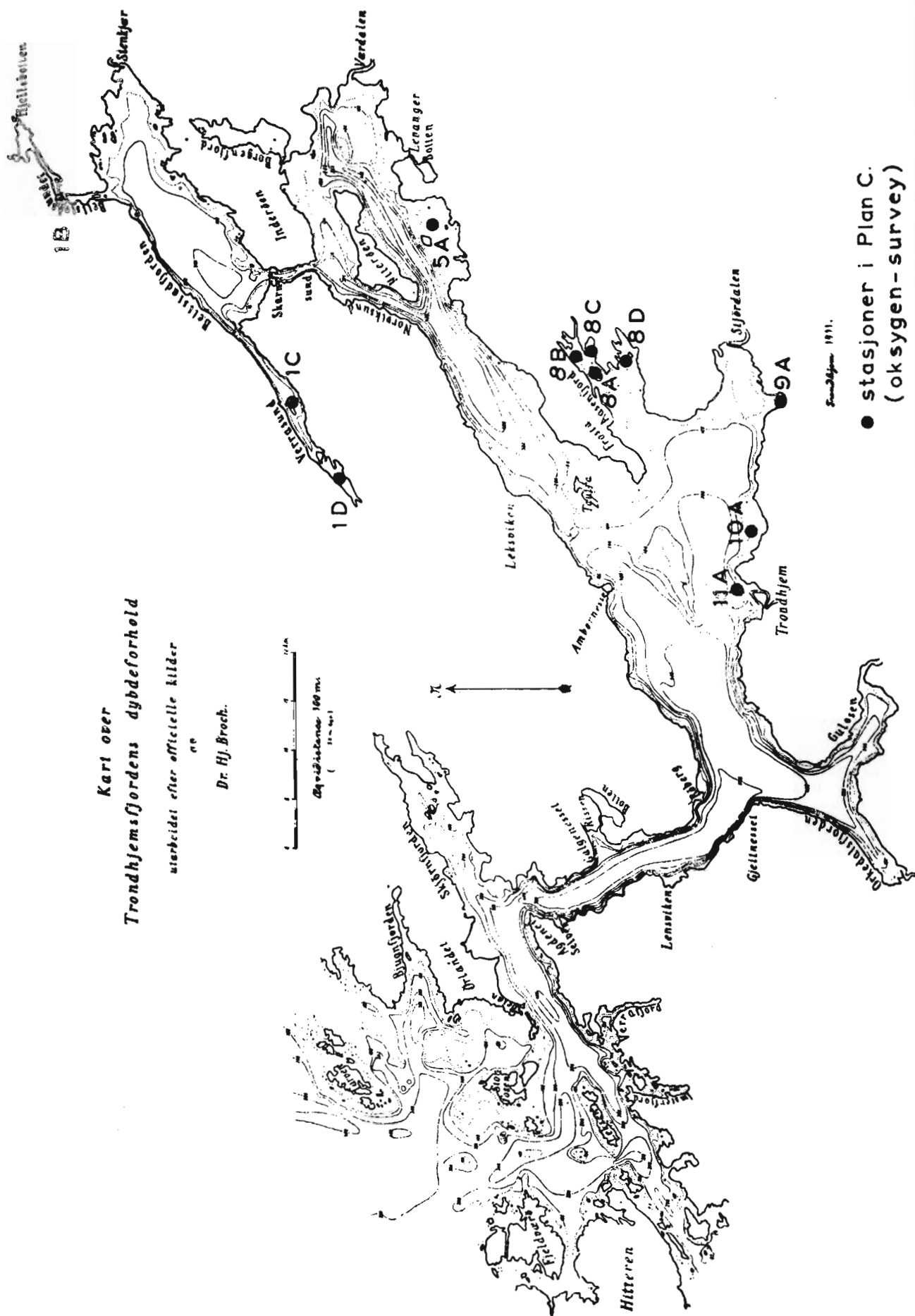


Fig. 2. Beliggenheten av stasjonene innbefattet i O₂-surveyen (Plan C).

De innsamlede prøver blir analysert, data ført på kort, punchet og EDB- kjørt etter program utarbeidet ved Vassdrags- og Havnelaboratoriet. Utskriftene blir overlevert Vassdrags- og Havnelaboratoriet for videre bearbeidelse. De hydrografiske målinger er ajour pr. 31.12.1973.

For vurdering av de innsamlede data vises til rapport fra Vassdrags- og Havnelaboratoriet.

Kjemisk analyse av vannprøver fra fjorden

Det blir foretatt innsamling av vannprøver for analyse av plantenæringsstoffene, ortofosfat, total P, nitrat og total N i filtrert sjøvann, og total P og total N i ufiltrert sjøvann. Prøvene tas på 0, 2, 5, 10 og 20 m dyp på alle de hydrografiske stasjoner som dekkes av Plan A og B og til samme tid (Tabell 2). I tillegg ble det 4.mai 1973 innsamlet 17 vannprøver fra Eidsbotn (Levanger) og fjorden like utenfor innløpet til Eidsbotn.

Analysene av vannprøvene ble i 1972 foretatt av Norsk institutt for vannforskning (NIVA). I løpet av de første månedene i 1973 ble en stadig større del av analysearbeidet overført til SINTEF, som pr. 1. juni 1973 analyserer alle prøvene. For interkalibrering foretas det utveksling av enkelte prøver mellom NIVA og SINTEF. En lignende interkalibrering, men i mindre målestokk, er foretatt av Institutt for marin biokjemi, N.T.H.

Analyseresultatene er ajour pr. 31.12.1973 og foreligger som datautskrifter.

Tilførsel av plantenæringsstoffer fra land

For å undersøke tilførselen av plantenæringsstoffer (ortofosfat, total P, nitrat og total N) fra land, blir det samlet inn prøver i de største vassdrag som munner ut i Trondheimsfjorden, Orkla, Gaula, Nidelva, Stjørdalselva, Levangerelva, Verdalselva og Steinkjerelva (Fig.3).

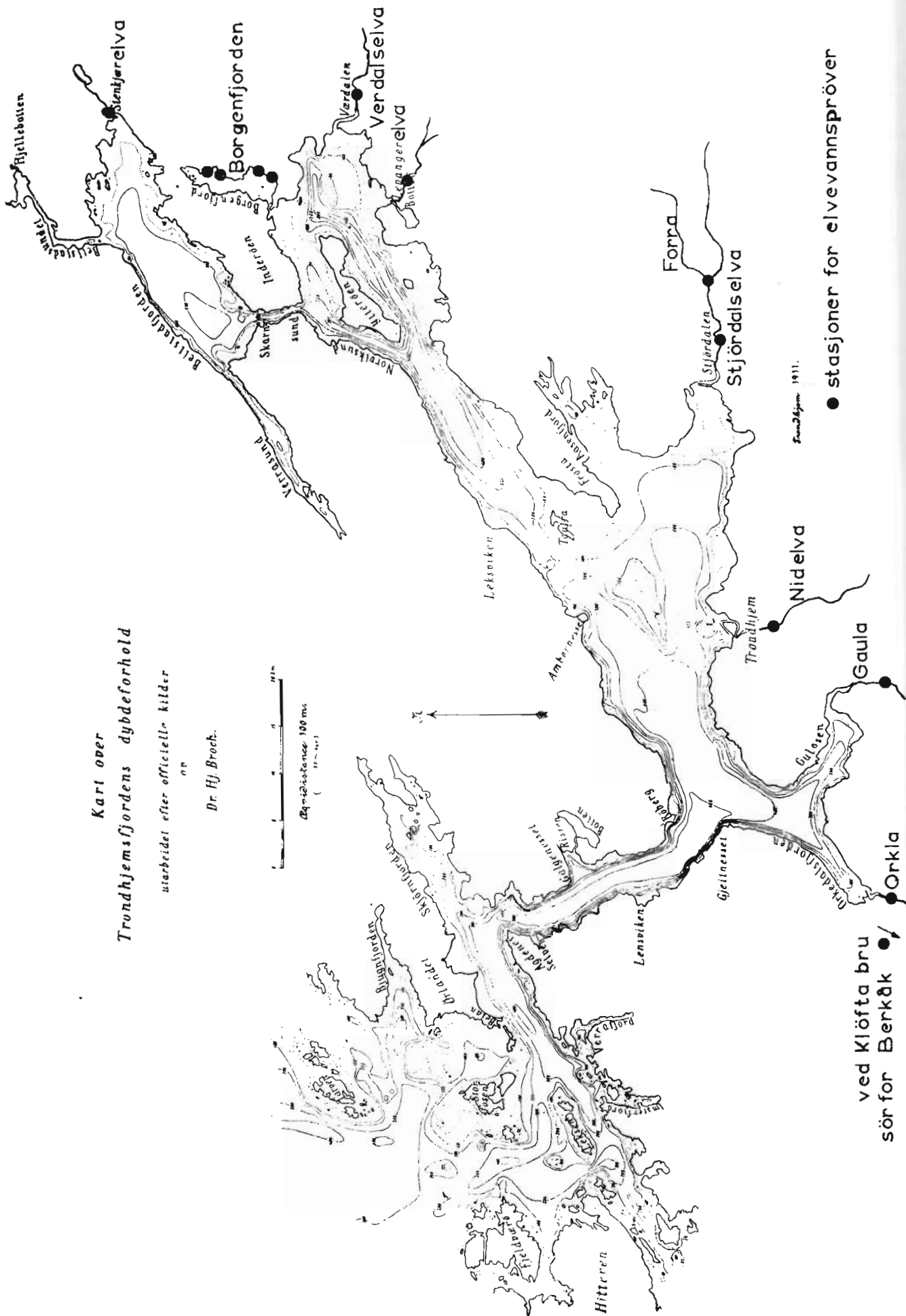


Fig. 3. Beliggenhet av innsamlingsstasjoner for prøver til elvevannsanalyser.

I tillegg tas prøver fra de fire største bekkene som munner ut i Borgenfjorden. Prøvene blir tatt så nær munningen som mulig, men likevel slik at de ikke blir influert av sjøvann. Prøvene blir også tatt ovenfor eventuell bymessig bebyggelse ved munningen. I to av vassdragene, Orkla og Stjørdalselva, tas det i tillegg prøver fra en lokalitet som ligger ovenfor dyrket mark og bebyggelse (i Forra i Stjørdalsvassdraget og ved Kløfta bru sør for Berkåk i Orklavassdraget) (Fig. 3).

I tillegg ble det på grunn av de høye verdier som ble registrert i Levangerelva, innsamlet prøver fra to nye stasjoner lengre oppe i elva fra desember- 72. Fra 29 mars- 73 ble det i samråd med kommuneingeniør Kregnes plusset på ytterligere to innsamlingsstasjoner i Levangerområdet (se: 3. Rapport om pågående og planlagte undersøkelser i Levangerområdet og utvidelse av innsamlingsprogrammet for elvevannsanalyser for Orkla. Preliminærrapport 22. mars 1973). Det innsamles nå prøver fra fire stasjoner i Levangerelva og fra en stasjon i Leirabekken som renner ut i Levangerelva. Leirabekken er ikke under større innflytelse av kloakkutslipp, men har tilsig fra store jordbruksområder.

På møtet i styringsgruppen for resipientundersøkelsen 6/2- 73, ble det fremsatt forslag om utvidelse av stasjonsnettet i Orkla. Fra 15. mars ble det derfor innsamlet vannprøver fra to nye stasjoner, ved Svorkmo bru nedenfor Raubekken fra Løkken, og ved Rønningen ovenfor Raubekken. Tilsammen innsamles det nå vannprøver fra fire stasjoner i Orkla.

Vannføringen i de enkelte vassdrag vil bli beregnet slik at en får budsjett for N- og P- mengden tilført i de forskjellige perioder.

» I tillegg til analysene av plantenæringsstoffer fra filtrert elvevann, omfatter elvevannsanalysene måling av pH, ledningsevne, og turbiditet.

Tidspunkt for innsamling av elvevannsprøver er lagt opp slik at prøver i elvene tas to-tre dager før prøver blir tatt i Trondheimsfjorden på hydrograferingstokt (Tabell 2). I tillegg innsamles det prøver oftere i vår-, sommer- og høstmånedene, slik at det årlig blir 20 prøveserier.

Tilsammen samles det inn prøver av elvevann fra 19 stasjoner i 20 prøveserier pr. kalenderår. Dette medfører totalt ca. 2880 analyser av P og N og 1440 målinger av pH, ledningsevne og turbiditet.

Når det gjelder analysene av P og N i de innsamlede elvevannsprøver, vises til avsnittet "Kjemiske analyser av vannprøver fra fjorden".

For vurdering av analyseresultatene av P og N, vises til rapport fra siv.ing. S.Heines, Norsk institutt for vannforskning.

Målinger av strøm og sirkulasjon i fjorden

For opplegg av denne delen av undersøkelsene og vurdering av de foreliggende resultater, vises til rapport fra Vassdrags- og Havnelaboratoriet.

Planktonundersøkelser

Planteplankton

For å undersøke den årlige variasjon i phytoplanktonbestanden blir det tatt prøver 15 ganger pr. år på stasjonene 1, 6, 7D, 9, 10, 15, og 18 (Fig. 1). Prøvene tas i 0, 2, 5 og 10 m dyp samtidig med at hydrografiske målinger utføres på stasjonene. Fra hvert dyp innsamles 7-10 l vann.

De årlige variasjoner i phytoplanktonbestanden, som er en funksjon av tilførte plantenæringsstoffer, måles som variasjon i total klorofyll. Gjennomføringen av dette programmet medfører ca. 420 analyser pr. år.

Institutt for marin biokjemi har vært behjelpelig med opplæring av personell, lån av utstyr og praktisk og teoretisk veiledning.

Zooplankton

For å kunne beregne produksjonen av planteplankton, er det nødvendig å ha kjennskap til den årlige variasjon innen zooplanktonbestanden og dens innvirkning på planteplanktonet. Dessuten tyder tidligere undersøkelser på at zooplanktonbestanden reduseres vesentlig ved forhøyet ferskvannstilførsel om vinteren.

De årlige variasjoner i zooplanktonets volum og sammensetning registreres på alle stasjoner innbefattet i Plan A og B, og zooplanktonprøver tas på disse stasjoner til samme tider som hydrografiske målinger utføres (Tabell 2). På st. 1, 6, 15 og 18 (Fig. 1) tas det vertikale håvtrekk fra 100 til 0 m og ett fra bunn til 0 m som fikseres på formalin. I tillegg tas det på samtlige stasjoner ett vertikal fra 100 til 0 m hvor prøvene fryses.

Totalt medfører dette ca. 300 analyser pr. år.

Bunndyrundersøkelser

På enkelte områder i Trondheimsfjorden, som må antas å være eller å bli utsatt for forurensning, er det av stor interesse å få kunnskap om det eksisterende dyreliv på bunnen. Resultatene vil kunne indikere eventuell skadevirkning av forurensninger eller for stor organisk belastning og vil også være av stor verdi som referansemålinger.

Bunndyrbestanden undersøkes derfor på 9 områder i Trondheimsfjorden (Fig. 4). Innen hvert område er det tatt bunnprøver med grabb (o.1 m²) fra standardiserte dyp (20, 50, 100 og 200 m). Tidligere undersøkelser har vist at det er nødvendig med ca. 10 bunnprøver fra hvert dyp for å få et tilstrekkelig, kvantitativt materiale. Oversikt over områdene hvor bunndyrundersøkelsene utføres, i hvilke dyp og antall prøver fra de forskjellige områder, er vist i Tabell 1 og Fig. 4.

Tabell 1. Oversikt over hvor bunndyrundersøkelser utføres, og antall prøver fra de forskjellige områder

	Dyp (m) hvor 10 bunnprøver tas				Antall bunnprøver
Orkdalsfjorden	20	50	100	200	40
Buvika	20	50	100		30
Korsvika		50			10
Strindfjorden			100	200	20
Stjørdalsfjorden	20	50			20
Utenfor Fiborgtangen	20	50	100		30
S.Ø. av Ytterøya		50			10
Kirknesvågen, Beitstadfjorden		50	100	200	30
Utenfor Steinkjer	20	50			20
	Sum				210

I tillegg til den kvantitative innsamling av bunndyr med grabb, er det også foretatt innsamlinger av bunndyr med andre redskapstyper som gir en kvalitativ oversikt over dyrelivet i området. Det er også samlet inn sedimentprøver fra alle de undersøkte stasjoner.

Innsamlingsprogrammet blir gjennomført to ganger pr. år, om våren og om høsten. Totalt vil dette programmet medføre ca. 600 analyser pr. år. (For resultater se K.norske Vidensk.Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser. 1974-7 av T.Holthe).

Tungmetallundersøkelser

Innhold av tungmetaller i planter og dyr i Trondheimsfjorden er lite kjent. Tidligere har kvikksølvinnholdet i fisk sporadisk blitt undersøkt. Det foreligger også data ved Institutt for marin biokjemi (Dr. A.Haug) for Zn- og Cu-innhold i grisetang (Ascophyllum nodosum) fra utvalgte lokaliteter rundt fjorden. Noen data foreligger også hos Byveterinæren.

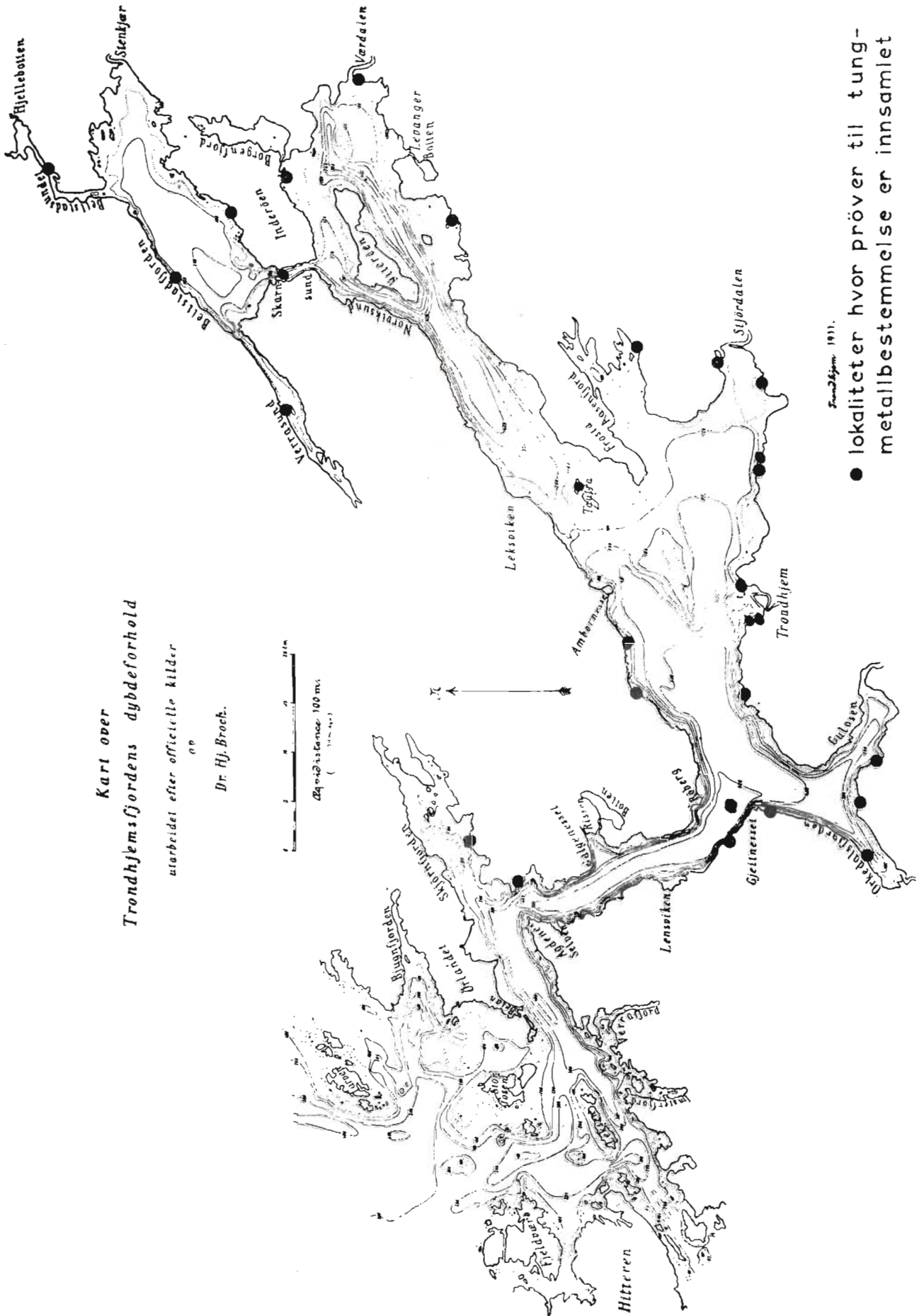


Fig. 5. Beliggenhet av innsamlingsstasjonene for prøver til tungmetall-analyser.

En må anta at visse deler av Trondheimsfjorden tilføres tungmetaller fra f.eks. industri og gruvedrift. Det er derfor nødvendig å samle de eksisterende data, og dessuten foreta systematiske undersøkelser i hele fjordsystemet for registrering av tungmetallinnholdet i marine planter og dyr. Når kartleggingsfasen er over må en vurdere om resultatene tilsier videregående undersøkelser i spesielle områder for å avgjøre om det nivå en eventuelt har registrert er akseptabelt eller ikke.

I Trondheimsfjorden er det siden resipientundersøkelsen startet samlet inn prøver for tungmetallanalyse fra 24 lokaliteter rundt fjorden (Fig. 5). På disse lokalitetene er det samlet inn prøver av følgende arter: blåskjell (Mytilus edulis) albuskjell (Patella vulgata), strandkrabbe (Carcinus maenas), tangloppe (Amphipoda), strandsnegl (Littorina littorea), grisetang (Ascophyllum nodosum), blåretang (Fucus vesiculosus) og sauetang (Pelvetia canaliculata). På hver lokalitet ble det primært tatt prøver av blåskjell, albuskjell og grisetang. Dersom disse artene fantes i tilstrekkelig mengde, ble det tatt prøver av noen av de andre artene.

Senere er det også samlet inn prøver av flere fiske- slag, bl.a. torsk, hyse, steinbit, hvitting, sild og noen arter fra dypere vann. Dessuten er det tatt prøver av sildemåke ærfugl og egg av ærfugl som har forskjellige næringsvaner, og som befinner seg på et høyt nivå i næringskjeden. Prøvene av sjøfugl er innsamlet sommeren 1973 når en med sikkerhet vet at en ikke har overvintrende fugler fra andre områder sammen med fjordens egen bestand. I det innsamlede fugle- materialet er det foruten fra muskulatur også tatt prøver av lever og nyre.

De innsamlede prøver er analysert for innhold av Hg, Pb, Cd, Cu, Fe, Ni, Cr, Ag og Zn, bortsett fra de sist innleverte prøver av fisk, fugl og egg hvor analysedata for Hg mangler.

Ajourføring av eldre data ved EDB

Foreliggende hydrografisk materiale var da undersøkelsen startet i mai- 72, systematisert, punchet og listet ut frem til desember 1970. For å kunne nyttiggjøre seg materialet som forelå fra 1971 og frem til resipientundersøkelsen startet, er også dette materialet blitt systematisert, punchet og listet ut. Ajourføringer av eldre data av hydrografisk materiale er dermed gjennomført.

GJENNOMFØRINGEN AV PROGRAMMET I PERIODEN mai 1972- desember 1973

Programmet har med få unntak blitt gjennomført som planlagt. I tabell 2. er gitt en oversikt over innsamlingene av sjø- og elvevannsprøver og de analyser disse har medført.

Tabell 2. Oversikt over innsamlingene av sjø- og elvevannsprøver og de analyser disse har medført i perioden 30.5.72- 31.12.73.

Antall analyser de enkelte innsamlingstokt har medført

	Bunndyr- prøver	S ^o /oo	T ^o	O ₂	Plante- plankton	Zoo- plank- nærings- ton	Plante- pH, led- ningssevne, logiske stoffer	Meteoro- logiske turbiditet observasj.
1972								
30/5-13/6	Bunndyrundersøkelser	300						
14/8-17/8	Hydrografi. Plan A. Plantenæringsstoffer Plantep plankton Zooplankton	112	112	112	26	21	206	49
18/9-26/9	Hydrografi. Plan B. Plantenæringsstoffer Plantep plankton Zooplankton O ₂ -survey. Plan C.	228	277	277	28	30	616	69
2/10-14/10	Bunndyrundersøkelser	300						
17/10-18/10	Hydrografi. Plan A. Plantenæringsstoffer Plantep plankton Zooplankton	70	70	70	16	10	256	46
	forts.							7

	Bunndyr- prøver	S ^o /oo	T ^o	O ₂	Plante- plankton	Zoo- plank- ton	Plante- nærings- stoffer	pH, led- ningsevne, turbiditet	Meteoro- logiske observasj.
forts.									
28/11-30/11	Hydrografi. Plan A.								
	Plantenæringsstoffer	112	112	112	26	21	346	49	10
	Planteplankton								
	Zooplankton								
18/12-20/12	Hydrografi. Plan A.								
	Plantenæringsstoffer	113	113	33		19	360	45	9
	Planteplankton								
	Zooplankton								
1973									
15/1-17/1	Hydrografi. Plan A.								
	Plantenæringsstoffer	112	112	112	28	21	384	55	10
	Planteplankton								
	Zooplankton								
19/2-21/2	Hydrografi. Plan A.								
	Plantenæringsstoffer	112	112	112	28	21	385	55	10
	Planteplankton								
	Zooplankton								
19/3-23/3	Hydrografi. Plan B.								
	Plantenæringsstoffer	214	214	214	24	27	612	71	14
	Planteplankton								
	Zooplankton								
forts.									

Bunndyr-
prøver S^o/oo T^o O₂ Plante-
plankton Zoo-
plank-
ton Plante-
nærings-
stoffer pH, led-
ningsevne, Meteor-
logiske
observasj.

1973

forts.

2/4-4/4

Hydrografi. Plan A.

Plantenæringsstoffer

18

378

66

9

Plantep plankton

24

18

378

66

9

Zooplankton

98

18

378

66

9

25/4-27/4

Hydrografi. Plan A.

Plantenæringsstoffer

21

408

66

10

Plantep plankton

28

21

408

66

10

Zooplankton

112

21

408

66

10

2/5-3/5

Innsamling av

elvevannsprøver

114

57

4/5

Hydrografi (Eidsbotn)

Plantep plankton

18

108

7/5-11/5

Hydrografi. Plan B.

Plantenæringsstoffer

30

648

61

19

Plantep plankton

28

30

648

61

19

Zooplankton

243

30

648

61

19

forts.

	Bunndyr- prøver	S ^o /oo	T ^o	O ₂	Plante- plankton	Zoo- plank- ton	Plante- nærings- stoffer	pH, led- ningsevne, turbiditet	Meteoro- logiske observasj.
forts.									
3/7-10/7		234	234	234	28	30	672	54	19
	Hydrografi. Plan B.								
	Plantenæringsstoffer								
	Plantep plankton								
	Zooplankton								
7/8-9/8		112	112	112	28	21	378	42	10
	Hydrografi. Plan A.								
	Plantenæringsstoffer								
	Plantep plankton								
	Zooplankton								
29/8-31/8		112	112	112	28	21	408	57	10
	Hydrografi. Plan A.								
	Plantenæringsstoffer								
	Plantep plankton								
	Zooplankton								
17/9-27/9		283	283	283	28	30	678	57	30
	Hydrografi. Plan B.								
	Plantenæringsstoffer								
	Plantep plankton								
	Zooplankton								
	O ₂ -survey. Plan C.								
forts.									

1973	Bunndyr- prøver	S ^o /oo	T ^o	O ₂	Plante- plankton	Zoo- plank- ton	Plante- nærings- stoffer	pH, led- ningsevne turbiditet	Meteoro- logiske observasj.
	forts.								
1/10-2/10	Innsamling av elve- vannsprøver						114	57	
16/10-18/10	Hydrografi. Plan A. Plantenæringsstoffer Plantep plankton Zooplankton	96	96	96	28	15	306	57	7
22/10-31/10	Bunndyrundersøkelser	300							
12/11-16/11	Hydrografi. Plan A. Plantenæringsstoffer Plantep plankton Zooplankton	96	96	96	28	15	324	57	7
10/12-12/12	Hydrografi. Plan A. Plantenæringsstoffer Plantep plankton Zooplankton	98	98	98	24	18	372	54	9
	Totalt.	1.200	2.776	2.825	2.745	428	9.152	1.395	249

INNSAMLINGSPROGRAM FOR 1974

Innsamling av sjøvannsprøver

14-16 januar	Plan A	1-5 juli	Plan B
11-13 februar	Plan A	7-9 august	Plan A
11-15 mars	Plan B	26-28 august	Plan A
1-3 april	Plan A	16-24 september	Plan B + C
22-24 april	Plan A	14-16 oktober	Plan A
6-10 mai	Plan B	11-13 november	Plan A
20-22 mai	Plan A	9-11 desember	Plan A
12-15 juni	Plan A		

Innsamling av elvevannsprøver

10-11 januar	15-16 mai	1-2 august
7-8 februar	24-25 mai	22-23 august
7-8 mars	30-31 mai	12-13 september
28-29 mars	4-5 juni	26-27 september
18-19 april	10-11 juni	10-11 oktober
2-3 mai	27-28 juni	7-8 november
8-9 mai		5-6 desember

Innsamling av bunndyr

17-27 juni
21-31 oktober

RESULTATER OG KONKLUSJONER

Plantenæringsstoffer og klorofyll i fjordvannet

Egil Sakshaug.

Målinger av løste plantenæringsstoffer, dvs. nitrogen- og fosforforbindelser, har vært foretatt i september 1972-oktober 1973 over 17 tokt på 7 stasjoner (st.1, 6, 7D, 9, 10, 15, 18). På de samme stasjoner og under de samme tokt har det blitt tatt klorofyllprøver. I tillegg fins målinger av løste nitrogen- og fosforforbindelser for 4 tokt på stasjonene 1A, 4, 7E, 8, 11, 12, 13, 14 og 16. De løste nitrogenforbindelsene er analysert som nitrat-N (inkluderer nitrit) og total-N, og fosforforbindelsene som orthofosfat-P og total P, hvorav nitrat-N og orthofosfat-P er inkludert i de respektive totalanalyser. Alle mengder er oppgitt som $\mu\text{gat/l}$, ifølge sedvane for marine studier. Tallene kan regnes om til $\mu\text{g/l}$ ved å multiplisere med atomvekten for N resp.P (14 resp.30.97). Klorofyll er angitt som $\mu\text{g/l}$.

Analysemetodene følger:

Nitrat, nitrit: Armstrong, Stearns & Strickland (1967)

orthofosfat: Murphy & Riley (1962)

total-N, total-P Henriksen (1970)

klorofyll: Strickland & Parsons (1968)

Et komplett sett av data er gitt i hydrografitabellene som er utgitt av VHL for prosjektet. I herværende rapport er derfor kun oppgitt behandlede data i samletabellsform for å gi en kort oversikt over karakteristiske trekk for Trondheimsfjorden m.h.p. plantenæringsstoffer og klorofyll. Kun data for stasjonene 1, 6, 7D, 9, 10, 15 og 18 er gitt her; Data fra de andre stasjonene synes kun å reflektere hovedtrekkene for de nevnte hovedstasjoner.

Konklusjonene av datamaterialet er foreløpig sterkt begrenset da oversikt over ferskvannstilførsel og nitrogen- og fosforforbindelser i ellevann hittil ikke har vært tilgjengelig. Det dynamiske bildet er derfor uklart.

Imidlertid antas det at den beskrivelse som er gitt tidligere (Sakshaug & Myklestad 1973) er stort sett gyldig, da det herværende datasett føyer seg pent inn i det bilde man allerede da hadde av fjorden.

Nitrogen- og fosforforbindelser er ikke blant de "konservative" parametre i sjøvann, da de små tilgjengelige mengder av disse stoffene varierer sterkt som en følge av biologisk aktivitet i sjøvannet. For å kunne gi et inntrykk av fjordvannets egen vekstkapasitet (under forutsening av at N eller P er minimumsfaktor for vekst av alger), er valgt å bruke data for januar- februar, da den biologiske aktivitet er minst. Disse data er presentert som et integrert gjennomsnitt for de øverste 20 m (tabell 1). Tallene for N og P i tabell 1 skal derfor representere maksimale verdier for fjordens øvre vannmasser, siden praktisk talt intet er brukt til algevekst. En alternativ presentasjonsform er gitt i tabell 2 som viser N- og P- verdier for indre, midtre og ytre fjord som et gjennomsnitt av alle observasjoner i 20 m dyp for perioden desember- primo august og høstsituasjonen, ultimo august- oktober. I disse gjennomsnittene er kun tatt med observasjoner fra vannmasser som på grunnlag av hydrografiske data ikke synes å være særlig influert av de N- og P- fattige dagene over. Tabell 2 gir derfor også et estimat av fjordens maksimale N- og P- verdier ved minimal biologisk aktivitet. Tabell 3 viser molare tallforhold for de verdier som er gitt i tabell 2.

Fjordvannet er en blanding av kystvann og tilført ferskvann. Disse to vanntypene har i Trøndelag karakteristisk forskjellige molare nitrat/fosfat- forhold, oftest over 40 for ellevann og under 16 for sjøvann. Tilført kloakk har et forhold nede på ca. 7,5 og vil delvis kompensere for det høye tallet for ellevannet. Det tallforholdet man observerer i biologisk inaktivt sjøvann (dvs. vintervann el. dypvann) vil være en funksjon av hver N- og P-kildes relative innflytelse. Tabell 1 og 3 viser at nitrat/fosfat- forholdet øker svakt innover i fjorden, mens saltholdigheten går noe ned, Dette indikerer at ferskvannet svakt øker sin betydning som N- kilde innover i fjorden.

De absolutte verdiene for nitrat og orthofosfat i biologisk inaktivt vann med unntak av høsten varierer mellom 6-9 $\mu\text{g}/\text{l}$ for nitrat og 0,55- 0,77 $\mu\text{g}/\text{l}$ for fosfat, med en tendens mot de høye verdier innerst i fjorden.

Det er viktig å merke seg at disse verdier kommer fra vannmasser med en salinitet på over 30^o/oo stort sett, og gir følgelig et bilde av forholdene i fjordvann som er minimalt påvirket av landeffekter. De funne verdier er lave f.eks. i forhold til indre Oslofjord (maksimalverdier 14-35 µgat/l nitrat, 1.5-2.5 µgat/l fosfat) og samsvarer noenlunde med eldre målinger i den engelske kanal.

Av interesse er de lave tall for august- oktober i tabell 2. Dette er en periode preget av innstrømming av vannmasser i midlere dyp (Wendelbo 1970), og samtidig foregår en viss nedbrytning av sprangskiktet slik at vann i 20 m blir blandet med de N- og P- fattige lagene over. Dog er verdiene om høsten i 20 m også såvidt lave (særlig for nitrat) i relativt ublandete vannmasser, at det er grunn til å anta at man har med en innstrømming av "biologisk gammelt" vann å gjøre.

Forløpet av den biologiske vekstsesong følger de hovedtrekk som tidligere beskrevet av Sakshaug & Myklestad (1973). Klorofyllobservasjonene (tabell 4) viser at vårblomstringen begynner i slutten av mars og kulminerer i første uke av april, og følges av den 2. vårblomstring i mai- juni. Et høstmaksimum kan spores i begynnelsen av august. Tilsvarende får man en nedgang i nitrat i de øverste 5 m i begynnelsen av april (tabell 5). Hele den påfølgende vekstsesong ligger nitrat stort sett på eller under følsomhetsgrensen for analysen, og først i løpet av september, når nedgangen i lysstyrke begrenser algeveksten, vil nitrat igjen akkumuleres i overflatelagene. Den samme utvikling skjer parallelt for orthofosfat (tabell 5), dog synes verdiene sjelden eller aldri å gå under følsomhetsgrensen for denne analysen. Av dette kan forsiktig antydes generelt at nitrat er mer begrensende for algevekst enn fosfat i samsvar med tidligere konklusjoner. N/P- forholdet i planteplankton i Trondheimsfjorden ligger på 13-19 (Haug, Myklestad & Sakshaug 1973), og denne verdi sammenlignet med nitrat/fosfat forholdene i tabell 2 skulle tilsi samme konklusjon.

Resultatene viser at under vintersituasjonen er P og N verdiene henholdsvis ca 10 og 15% høyere i Borgenfjorden enn i hovedfjorden. Det økte N/P forholdet antyder at avrenning fra land er mer utslagsgivende enn tilførsel av kloakk. Dette går også fram av analysedata fra de største bekkene som renner ut i Borgenfjorden hvor N verdier er meget høye. Generelt kan en si at Borgenfjorden er en tanke mer eutrofiert enn hovedfjorden.

Tabell 5 viser også differansen mellom total-N og nitrat, som representerer summen av alt bundet N, organisk som uorganisk, med unntak av nitrat. Tabellen viser ingen tydelig gradient for summen av disse komponentene, hverken geografisk eller sesongmessig, og det er nærliggende å antyde at denne delen av det totale N er praktisk talt biologisk inert. Sannsynligvis er en veldig liten del av dette nitrogenet komponenter som ammonium, urea, eller enkle aminosyrer, da disse tas lett opp av planteplanktonet, og en tydelig sesongveksling, ville ha blitt resultatet. Det vil være av en viss interesse å se nærmere på denne fraksjonen, siden den er så stor for å bestemme hva slags forbindelser det dreier seg om og eventuelt hva som er deres opprinnelse. Forholdstallene for total-N over nitrat-N i tabell 1 og 2 representerer minimumsverdier og ligger med unntak av høstsituasjonen rundt 1.4-1.7, det vil si at løstbundet N unntatt nitrat alltid representerer minst 30% av det totale løste bundne nitrogen. I vekstsesongen vil dette tallet gå raskt mot 100, da nitrat går mot null. Tilsvarende synes den løste P-fraksjonen minus orthofosfat ikke å ha tydelig års- eller stasjonsvariasjoner, heller. Imidlertid representerer denne fraksjonen en relativt beskjeden del av det totale løste P så lenge orthofosfat ikke er konsumert.

Sitert litteratur

- Armstrong, F.A.J., C.R. Stearns & J.D.H. Strickland 1967. Deep-Sea Res. 14, 381-389.
- Haug, A. S. Myklestad & E. Sakshaug 1973. J. exp. mar. Biol. Ecol. 11, 15-26.
- Henriksen, A. 1970. Analyst 95, 601-608.
- Murphy, J. & J.P. Riley 1962. Analyt.chem. Acta 27, 31-36.
- Sakshaug, E. & S. Myklestad 1973. J. exp. mar. Biol. Ecol. 11, 157-188.
- Strickland, J.D.H. & T.R. Parsons 1968. Bull. Fish. Res. Bd Can. (167), 311 pp.

Tabell 1.

Vintersituasjonen januar- februar 1972. Plantenæringsstoffer, gj. snitt 0-20 m (trapesformelen) for de to måneder, µgat/l.

St.	S ^o /oo	NO ₃ -N	tot.N	løst	PO ₄ -P	tot. P	løst	NO ₃ -N/PO ₄ -P	molare forhold			
									tot N	tot P	tot N/NO ₃ -N	tot P/PO ₄ -P
1	25.73	9.70	14.81	.56	.57	17.3	26.0	1.59	1.14			
6	27.20	9.65	15.44	.58	.61	16.6	25.3	1.60	1.05			
7D	27.70	8.91	14.01	.57	.61	15.6	23.0	1.58	1.07			
9	30.99	9.11	14.45	.57	.61	16.0	23.7	1.59	1.07			
10	31.50	9.02	14.73	.58	.66	15.6	22.3	1.63	1.14		1	
15	30.53	9.05	14.22	.55	.64	16.5	22.2	1.57	1.16		28	
18	31.89	8.35	14.03	.56	.63	14.9	22.2	1.68	1.12		1	

Tabell 2.

Plantenæringsstoffer i 20 m dyp, gj.snitt av alle observasjoner

I. Vinter- vår- sommer (desember- primo august)

		µgat/l				
		S ^o /oo	NO ₃ - N	tot. N løst	PO ₄ - P	tot. P løst
Indre fjord	\bar{x}	32.67	9.80	13.37	.77	.86
	S _x	.47	1.06	2.15	.16	.18
St. 1-6	S _x	.095	.21	.43	.032	.036
25 obs.	range	31.28-33.16	7.14-11.78	9.28-15.71	.48-1.29	.48-1.32
Midtre fjord	\bar{x}	32.80	8.11	12.19	.64	.75
	S _x	.63	1.12	2.44	.10	.12
St. 7-15	S _x	.083	.15	.32	.013	.016
58 obs.	range	30.74-33.40	5.00-10.71	6.07-22.49	.39-.84	.45-1.00
Ytre fjord	\bar{x}	33.09	6.01	10.35	.55	.68
	S _x	.36	1.30	1.95	.09	.17
St. 16-18	S _x	.10	.37	.56	.025	.050
12 obs.	range	32.14-33.45	3.57-8.21	7.14-13.56	.39-.68	.42-1.00

forts.

Tabell 2 forts.

II. Høst, ultimo august- oktober

		µgat/l			
S°/oo		NO ₃ - N	tot.N løst	PO ₄ - P	tot. P løst
Indre fjord	\bar{x}	3.90	8.69	0.40	0.55
St. 1-6	S _x	1.61	1.21	.15	.18
12 obs.	S _x	.47	.35	.043	.052
	range	1.43-6.07	6.78-10.71	.16-.65	.29-.81
Midtre fjord	\bar{x}	3.06	8.70	.37	.44
St. 7-15	S _x	1.31	1.38	.13	.15
30 obs.	S _x	.24	.25	.024	.027
	range	1.43-5.71	5.71-11.07	.16-.65	.19-.68
Ytre fjord	\bar{x}	2.97	8.57	.42	.47
St. 16-18	S _x	1.76	1.62	.16	.14
4 obs.	S _x	.88	.81	.08	.07
	range	1.78-5.00	6.43-10.35	.23-.61	.32-.65

Tabell 3.

Molare forhold mellom plantenæringsstoffer i 20 m dyp, basert på tall i tabell 2.

	molare tallforhold.			
	$\text{NO}_3\text{-N}/\text{PO}_4\text{-P}$	(løst) $\text{tot.N}/\text{tot P}$	$\text{tot.N}/\text{NO}_3\text{-N}$	$\text{tot.P}/\text{PO}_4\text{-P}$
Vinter- vår- sommer!				
Indre fjord	12.7	15.6	1.36	1.12
Midtre fjord	12.7	16.3	1.50	1.17
Ytre fjord	10.9	15.2	1.72	1.24
Høst:				
Indre fjord	9.75	15.8	2.23	1.38
Midtre fjord	8.27	19.8	2.84	1.19
Ytre fjord	7.07	18.2	2.89	1.12

Tabell 4.

Klorofyll, gj.snitt 0-10 m (trapesformelen), $\mu\text{g/l}$

St.	1	6	7D	9	10	15	18
15-17 jan. 1973	.18	.13	.24	.10	.29	.54	.13
19-21 feb. 1973	.19	.17	.20	.29	.19	.28	.23
20-23 mars 1973	1.57	1.73	1.62		1.53	1.45	
2-4 april 1973	6.45	4.77	2.05	4.29	5.59	2.70	
25-27 april 1973	.55	2.12	.71	1.25	.73	1.34	2.41
7-11 mai 1973	.63	.59	.58	.89	.76	1.02	.98
21-23 mai 1973	.71	2.89	1.00	1.55	.82	1.23	1.05
12-15 juni	.80	1.23	1.58	1.04	.72	.64	
3-10 juli	1.81	.54	.74	.77	88	.39	.52
8-10 aug. 1973	3.32	2.04	.98	1.09		1.52	1.57
29-31 aug. 1973	1.05	1.15	.52	.34	.52	.98	.87
20-27 sept. 1973	1.01	1.34	1.32	.29	.70	.72	1.12
16-18 okt. 1973	.35	.22	.17	.07	.26	.01	.12

Tabell 5.

Plantenæringsstoffer, gj. snitt $\mu\text{g}/\text{l}$ i 0-5 m (trapesformelen).Nedre grense for analyse-følsomhet N:0,71 $\mu\text{g}/\text{l}$ (sept.72)0.36 $\mu\text{g}/\text{l}$ (ellers)

x markerer verdier på eller under følsomhetsgrensen for analysen

St.	1	6	7D	9	10	15	18
<u>Nitrat</u>							
18-25 sept.-72	x	x	x	x	x	1.00	x
17-18 okt.- 72			2.86	3.28	2.36	5.00	
28-30 nov.- 72	6.64	7.71	7.85	7.85	7.85	7.85	7.14
18-20 des.- 72	7.78	8.21	8.21	7.85	7.99	7.85	7.14
15-17 jan.- 73	9.64	9.68	8.94	9.06	8.76	8.70	7.98
19-21 feb.- 73	9.76	9.62	8.88	9.16	9.28	9.40	8.72
20-23 mars -73	7.43	5.35	6.78		6.78	7.25	5.80
2-4 april - 73	x		3.70	x	.57	4.75	
25-27 april-73	.71	x	1.93	x	x	1.75	3.64
7-11 mai -73	.57	.68	0.54	.54	.86	1.50	3.11
21-23 mai - 73	.68	x	x	.89	1.14	x	1.64
12-15 juni- 73	x	.47	x	x	x	8.21	
3-10 juli - 73	x	x	x	x	x	x	.82
8-10 aug. - 73	x	x	1.32	x	x	5.21	1.43
29-31 aug.- 73	x	x	x	x	x	x	.71
20-27 sept- 73	.47	x	.50	1.78	.96	x	.47
16-18 okt.- 73	4.28	4.28	3.14	2.50	2.50	3.57	1.85
<u>Total-N, løst</u>							
18-25 sept.-72	7.07	6.10	6.86	6.78	7.71	6.00	5.89
17-18 okt. -72			9.75	10.00	10.03	11.14	
28-30 nov. -72	11.64	12.32	11.64	12.39	11.89	11.60	12.10
18-20 des. -72	14.75	11.89	15.35	14.21	13.78	13.21	12.35
15-17 jan. -73	15.38	16.22	14.88	15.02	15.60	15.22	14.82
19-21 feb. -73	14.24	14.66	13.14	13.88	13.86	13.22	13.24
20-23 mars -73	12.21	11.28	12.24		12.00	12.60	12.42
2-4 april -73	7.14		9.04	6.18	6.82	11.11	
25-27 april-73	6.79	5.07	8.07	7.11	6.04	6.96	8.04
7-11 mai -73	3.79	4.61	4.71	4.75	5.04	4.14	6.29
21-23 mai -73	7.61	7.46	5.54	6.82	13.14	8.46	7.43
12-15 juni -73	7.32	7.50	.72	6.78	6.57	12.17	
3-10 juli -73	6.46	9.18	8.46	10.25	6.07	6.79	6.71
8-10 aug. -73	5.03	2.79	7.00	6.96	8.46	11.10	7.17
29-31 aug. -73	8.57	6.07	7.78	8.07	6.96	6.11	6.68
20-27 sept.-73	8.32	7.85	6.50	6.00	7.82	6.46	7.21
16-18 okt. -73	8.21	8.00	7.64	7.03	7.99	8.60	7.03

forts.

Tabell 5. forts.

Nedre grense for analyse-følsomhet: 0,06 µg/l

St.	1	6	7D	9	10	15	18
<u>Fosfat</u>							
18-25 sept.-72	.11	.12	.08	.09	.08	.06	0.06
17-18 okt.- 72			.17	.12	.14	.32	
28-30 nov.- 72	.30	.36	.39	.29	.33	.36	.36
18-20 des.- 72	.34	.41	.45	.46	.67	.45	.45
15-17 jan.- 72	.42	.47	.49	.54	.52	.48	.51
19-21 feb.- 72	.69	.68	.65	.59	.64	.61	.60
20-23 mars- 72	.52	.38	.52		.38	.54	.55
2-4 april - 72	.15		.45	.19	.17	.38	
25-27 april-72	.12	.11	.23	.12	.13	.17	.32
7-11 mai -72	.11	.15	.14	.17	.22	.23	.36
21-23 mai -72	.13	.15	.18	.18	.18	.18	.23
12-15 juni -72	.15	.17.	.18	.14	.18	.64	
3-10 juli -72	.15	.14	.16	.12	.15	.15	.26
8-10 aug. -72	.18	.22	.21	.12	.22	.46	.29
29-31 aug. -72	.19	.14	.16	.15	.22	.23	.28
20-27 sept.-72	.15	.18	.17	.40	.23	.19	.19
16-18 okt. -72	.32	.47	.39	.37	.40	.51	.40
<u>Total- P, løst</u>							
18-25 sept.-72	.13	.17	.17	.15	.17	.13	.15
17-18 okt. -72			.25	.19	.20	.41	
28-30 nov. -72	.33	.43	.44	.33	.37	.44	.44
18-20 des. -72	.36	.43	.45	.50	.81	.47	.50
15-17 jan. -72	.48	.54	.56	.61	.60	.62	.59
19-21 feb. -72	.66	.68	.66	.60	.72	.66	.67
20-23 mars -72	.67	.59	.67		.67	.67	.68
2-4 april -72	.30		.60	.29	.23	.45	
25-27 april-72	.28	.28	.34	.25	.25	.30	.47
7-11 mai -72	.20	.32	.34	.31	.36	.41	.56
21-23 mai -72	.36	.30	.37	.37	.21	.25	.31
12-15 juni -72	.15	.17	.17	.20	.17	.67	
3-10 juli -72	.31	.35	.27	.29	.42	.33	.30
8-10 aug. -72	.19	.35	.33	.19	.25	.60	.33
29-31 aug. -72	.29	.27	.30	.41	.47	.34	.51
20-27 sept.-72	.47	.28	.30	.40	.32	.28	.33
16-18 okt. -72	.44	.62	.47	.46	.53	.58	.44

forts.

Tabell 5 forts.

Differens total- N (løst) og NO₃-N: µgat/l gj.snitt 0-5 m

St.	1	6	7D	9	10	15	18
18-25 sept.-72	6.36	5.39	6.15	6.07	7.00	5.00	5.18
17-18 okt. -72			6.89	6.72	7.67	6.14	
28-30 nov. -72	5.00	4.61	3.79	4.54	4.04	3.75	4.96
18-20 des. -72	6.97	3.68	7.14	6.36	5.79	5.36	5.21
15-17 jan. -73	5.74	6.54	5.94	5.96	6.84	6.52	6.84
19-21 feb. -73	4.48	5.04	4.26	4.72	4.58	3.82	4.52
20-23 mars -73	4.78	5.93	5.46		5.22	5.35	6.62
2-4 april -73	6.78		5.34	5.82	6.25	6.36	
25-27 april-73	6.08	4.71	6.14	6.75	5.68	5.21	4.40
7-11 mai -73	3.22	3.93	4.17	4.21	4.18	2.64	3.18
21-23 mai -73	6.93	7.10	5.18	5.93	12.00	8.10	5.79
12-15 juni -73	6.96	7.03	.36	6.42	6.21	3.96	
3-10 juli -73	6.10	8.82	8.10	9.89	5.71	6.43	5.89
8-10 aug. -73	4.67	2.43	5.68	6.60	8.10	5.89	5.74
29-31 aug. -73	8.21	5.71	7.42	7.71	6.60	5.75	5.97
20-27 sept.-73	7.85	7.49	6.00	4.22	6.86	6.10	6.47
16-18 okt. -73	3.93	3.72	4.50	4.53	5.49	5.03	5.18

Zooplanktonundersøkelser i Trondheimsfjorden, August 1972 -

Desember 1973. Foreløpig rapport

Tor Strømgren

Innledning

Tidligere undersøkelser vedrørende zooplankton i Trondheimsfjorden har vist en sammenheng mellom utbredelse og mengde av forskjellige arter eller populasjoner av zooplankton og vannbevegelser i fjordens overflate og bunnlag. Zooplanktonundersøkelsene gir på denne måten et verdifullt supplement til de hydrografiske målinger. Dessuten vil beiting av zooplankton til dels meget sterkt påvirke bestanden av planteplankton. Ved estimering av fjordens produksjonstilstand, er derfor zooplankton en nødvendig parameter.

I denne rapporten er det lagt spesiell vekt på de indikasjoner zooplanktonet har gitt for vannutskiftning i bunn og overflatelag. Kommentarene gir konklusjoner for innsamlingsperioden. I den endelige rapport vil resultatene fra denne perioden bli satt inn i en større sammenheng.

Metodikk

Zooplanktonet som behandles i denne rapporten er innsamlet i tidsrommet august 1972 til desember 1973, fra St. 18, 15, 6 og 1, i samsvar med det oppsatte program. Innsamlingen er utført med vertikale håvtrekk, 100-0 m og bunn-0 m. Maskevidde i håvens filtrerende deler er 180 μ . Materialet er fiksert i 4% formalin og oppbevart i 70% ethylalkohol. Metodikken er den samme som er benyttet i Trondheimsfjorden tidligere, slik at sammenligninger er relevante.

Zooplanktonet er sortert til art, og de viktigste arter er delt opp i forskjellige utviklingsstadier.

Resultater og konklusjoner

Calanus finmarchicus

Hoppekrepsen, Calanus finmarchicus, rauåten, er meget viktig i fjordens husholdning. I gjennomsnitt utgjør den ca. 70-80% av den samlede biomasse av zooplanktonet i Trondheimsfjorden. C. finmarchicus viser betydelige variasjoner i Trondheimsfjorden, i enkelte år kan bestanden gå ned under 20% av et gjennomsnittsår.

Vårsituasjonen: I perioden mars - mai er det variasjonene i de øvre vannlag som er av størst betydning. C. finmarchicus har sin hovedgyting nær overflaten i mars-april og er i de første 2-3 ukene stort sett henvist til å oppholde seg i de øvre vannlag. Eldre utviklingsstadier vandrer normalt ned mot dypere vannlag. Mens de oppholder seg nært overflaten, vil overflatestrømmer ha maksimal effekt på C. finmarchicus, og det er grunn til å anta at brakkvannsavrenningen, særlig i mars-april, kan føre yngre stadier ut av fjorden. I perioden 1963-1972 er det påvist en meget signifikant sammenheng mellom antall C. finmarchicus og salinitet i 5 meters dyp. Saliniteten anvendes i dette tilfellet som indikator på ferskvannstilførselens størrelse. Inngrep i fjordens vannhusholdning som øket vintervannsføring i elvene, kan etter dette antas å medføre reduksjon av bestanden av C. finmarchicus.

Høstsituasjonen: I løpet av sensommeren og høsten søker eldre utviklingsstadier av C. finmarchicus mot dypt vann. Kystfarvannene utenfor Trondheimsfjorden er normalt rike på C. finmarchicus. Vanninnstrømninger i de dype lagene vil bringe med seg C. finmarchicus inn i fjorden, og det er i perioden 1963-1971 påvist en meget signifikant sammenheng mellom styrken av disse dypvannsinnstrømningene og mengden av C. finmarchicus i fjordens hovedbassenger.

Variasjonene av C. finmarchicus i perioden august 1972 til desember 1973 på St. 18, 15, 6 og 1 er gjengitt i Fig. 1-4. Stadiefordelingen av C. finmarchicus våren 1973 er gjengitt i Fig. 5.

Høsten 1972: Antallet C. finmarchicus i 100 m - bunn antyder en meget markert dypvannsinnstrømning til alle hovedbassenger i august-september 1972, til en viss grad også i november-desember samme år. Høsten 1973 er mengden av C. finmarchicus i de to ytre bassengene (St. 18 og 15) av samme størrelsesorden som i 1972,

mens de to indre stasjonene (St. 6 og 1) viser lavere verdier enn i 1972. Dette kan tyde på en markert dypvannsinnstrømning til ytre fjord, mens innstrømningen til indre fjord var mer moderat.

Våren 1973: Utviklingen av vårgenerasjonen forløper gunstig. Gytingen i begynnelsen av april etterfølges av relativt store bestander av eldre stadier i begynnelsen av mai. Dette tyder på at avrenningen har vært relativt moderat.

Tempererte sommerarter

Om sommeren og høsten opptrer regelmessig tallrike individ av 7-8 zooplanktonarter som begunstiges av høye temperaturer. Denne oppblomstringen er delvis av lokal opprinnelse, men det er grunn til å anta at innvandring kan spille en stor rolle. Fjorden mottar i september-oktober en tilskudd av varme i de øvre 100 m, noe som må skyldes innstrømning av varmere vann i de øvre lag. Det er påvist en klar sammenheng mellom mengden av det tempererte sommerplankton og varmtvannsinnstrømningen.

Høsten 1972: Ingen klar tendens har gjort seg gjeldende. Trolig har den lokale oppvarming gitt så gode betingelser for det lokale plankton i 1972 at zooplanktongradienter som følge av innvandring ikke er synlige.

Høsten 1973: Gradienten innover fjorden indikerer innstrømning i september-oktober.

Indikatorarter

I samband med høstinnstrømningene tilføres fjorden fremmede arter. Disse kan derfor anvendes som indikatorer på innstrømning. De spesifikke arter, og i noen grad mengden av hver art, kan delvis anvendes som mål for innstrømningens styrke. Imidlertid kan store variasjoner i de potensielle tilførselsområdene også bidra til variasjoner. Fig. 6 og 7 viser forekomsten av to slike arter, Paracalanus parvus og Acartia clausi høsten 1972 og 1973. Forekomsten av disse artene antyder innstrømninger i perioden august-oktober 1972, til alle hovedbassenger,

trolig med maksimum i september. De to artene er omtrent årvisse i Trondheimsfjorden og indikerer en normal innstrømning. En rekke andre arter som kan indikere sterkere innstrømning er ikke observert i 1972. Konklusjonen er derfor at en høsten 1972 hadde en moderat innstrømning i overflatelagene.

I 1973 forekom både P. parvus og A. clausi i store mengder på den ytterste stasjonen i august og i oktober-november. De sørlige artene Centropages typicus og Candacea armata opptrer i oktober-november særlig på den ytterste stasjonen. Indikatorartene antyder en markert innstrømning av kystvann til fjorden, muligens i to perioder, august og oktober-november.

FIG 1.

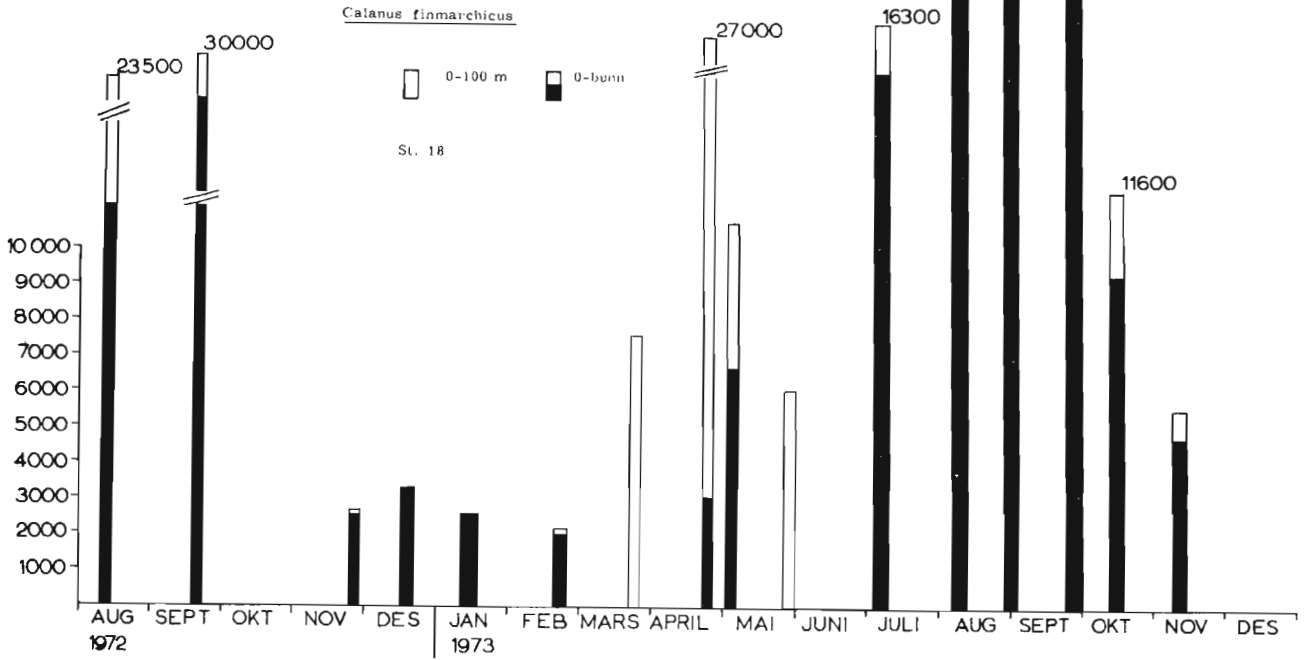


FIG 2.

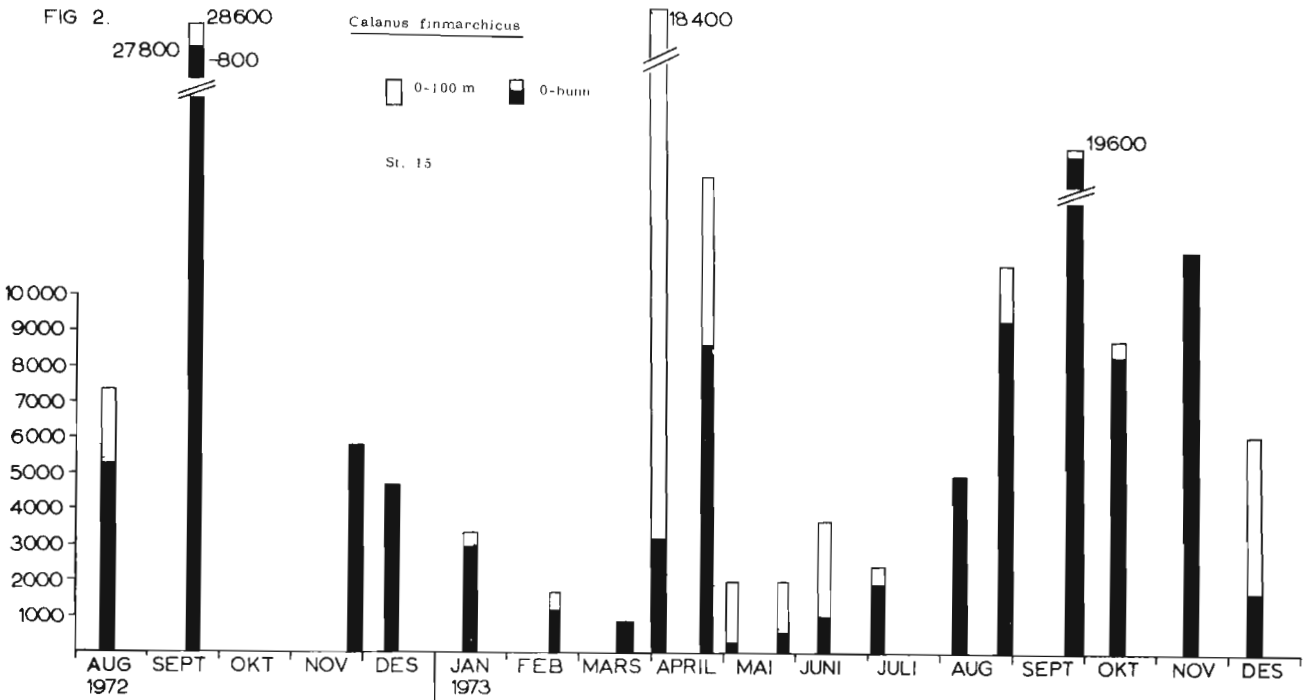


FIG 3.

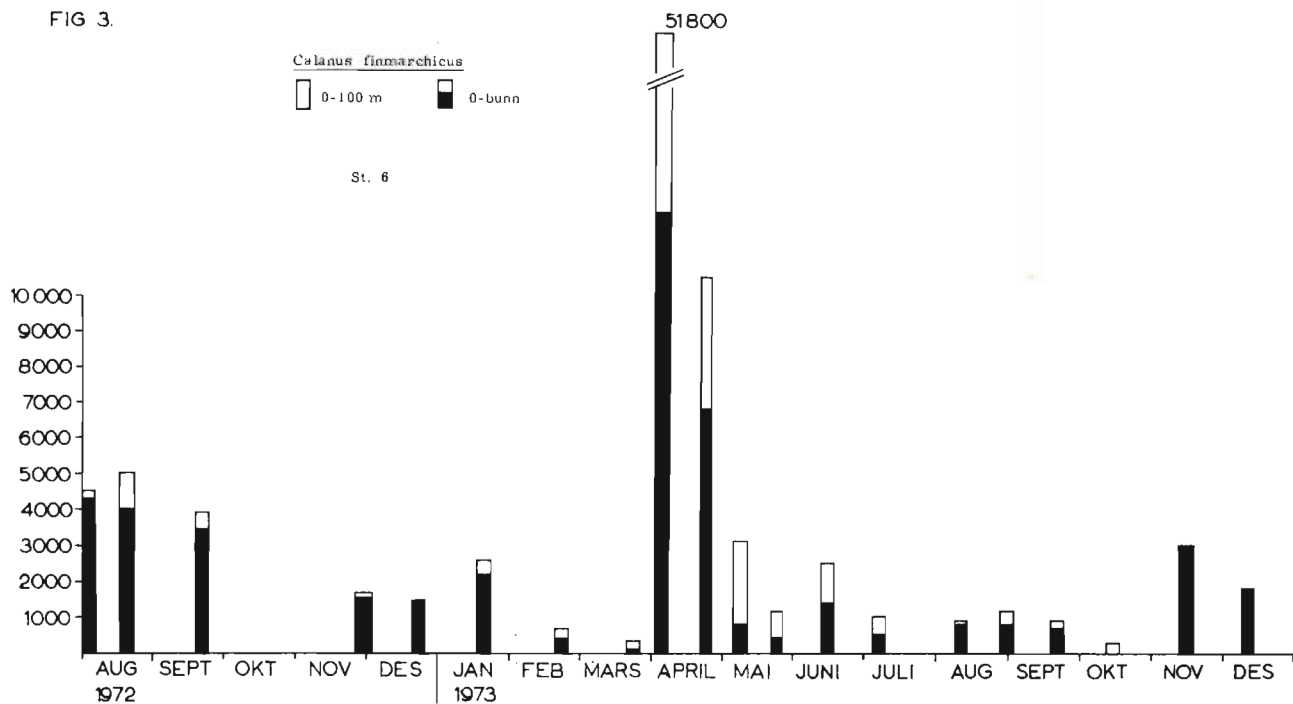
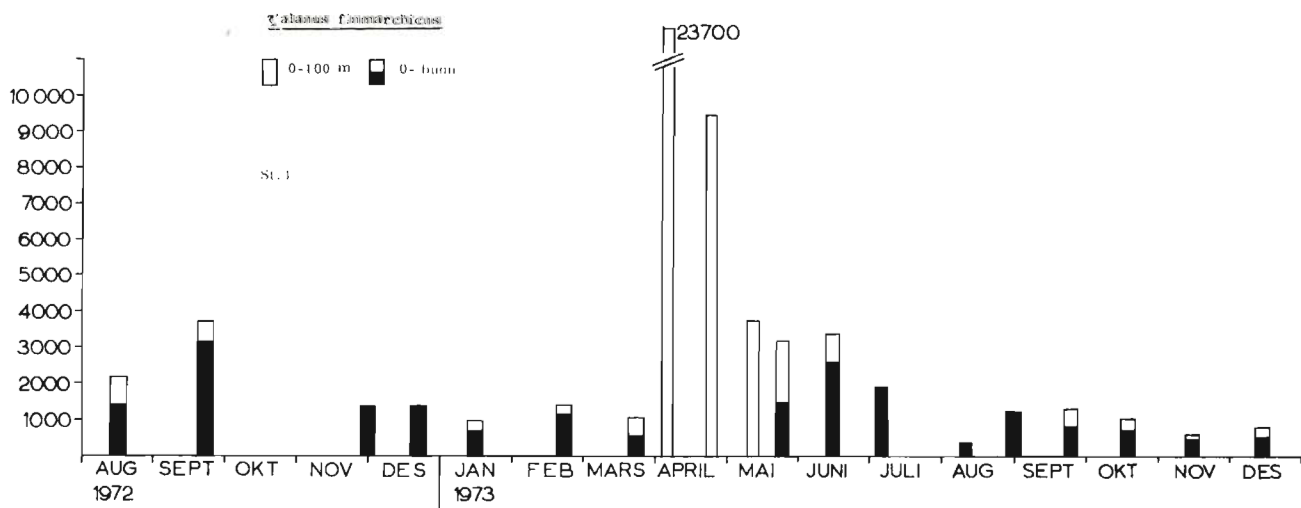


FIG 4.



Vannkvaliteten i hovedvassdragene rundt Trondheimsfjorden

Viktor Olsen og Ingvar Korsen

Rapporten bygger på vannprøver som er tatt månedlig fra august 1972 til januar 1974 i de større vassdragene som munner ut i Trondheimsfjorden på SØ-siden, samt i en del mindre elver og bekker i det samme området. Regnet sørfra gjelder dette Orkla, Gaula, Nidelva, Stjørdalselva, Levangerelva, Verdalselva og Steinkjerelva. I tillegg kommer fire bekker som renner ut i Borgenfjorden.

I denne rapporten er bare vannets surhetsgrad, ledningsevne og turbiditet vurdert. I det følgende er gjennomsnittet av samtlige prøver anført, samt min. og max. verdien.

Orkla

Prøvested	pH			$\mu\text{S}/\text{cm}$			JTU		
Kløfta bru	6,3	7,1	7,6	27,3	63,7	100,7	0,77	2,53	5,2
Rønningen (ovenfor Raubekken)	6,6	7,2	7,9	27,3	61,7	124,2	0,9	5,07	28,0
Svorkmo bru (nedenfor Raubekken)	6,6	7,0	7,8	26,7	66,4	105,0	2,3	8,41	29,0
Bårdshaug bru	5,5	7,0	7,8	32,5	94,0	200,0	1,6	8,9	29,0

De nedre delene av vassdraget er merkbart påvirket av grubeforurensninger, idet Orkla Grubers anlegg på Løkken har ført til at elva får et tilsig av tungmetaller. Sideelven Skauma, som munner ut i Orkla ved Ulsberg, kommer fra det nedlagte Undal Verk, men forurensningen er her ubetydelig. Orkla er uregulert, men det foreligger søknad fra Trondheim Elektrisitetsverk om regulering av sidevassdraget Grana, og Sør-Trøndelag kraftselskap vil i samarbeid med Hedmark kraftselskap legge fram reguleringsplaer for ovre Orkla i løpet av kort tid. Dette vil føre til at mønstret i vannføringen blir forandret, og forurensningen fra Løkken Verk vil derfor til sine tider kunne få større virkning.

Orkla er lakseførende opp til Tosetfossen i Rennebu. Forurensningene fra Løkken Verk har etter alt å dømme hatt innflytelse på laksefisket, men Orkla er fremdeles en god lakseelv.

Analysene viser at vatnet forandres noe fra Rønningen ovenfor utløpet av Raubekken og ned til Svorkmo bru, som ligger ca. 1 km nedenfor utløpet. Forurensningene fra Raubekken varierer mye, og de undersøkelser som er foretatt av Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske viser til dels betydelige tungmetallkonsentrasjoner i Raubekken (S-verdier over 100).

Lengre nede skifter elva karakter og blir bredere og mer eroderende, og dette samt eventuell sandgraving kan forklare den generelle økningen av JTU-verdiene.

Gaula

Prøvestedet ligger ved Gimse bru i Melhus sentrum.

pH			$\mu\text{S/cm}$			JTU		
5,2	7,0	7,6	21,9	54,5	130,0	2,8	8,8	22

I de øverste delene er Gaula forurenset av tungmetaller fra de nå nedlagte Kjøli gruber, og fra Killingdal gruber i Holtålen, og forurensningene gjør seg gjeldende helt ned til Haltdalen sentrum. I Singsås er virkningen av grubeforurensningene opphørt, og elva er her normal. Lenger nede kommer det til boligkloakk fra tettbebyggelser som Støren, Lundamo, Ler og Kvål, samt utslipp fra en del mindre industribedrifter. Sandgraving drives i de nedre delene av elva, også ovenfor prøvestedet. Elva er ubetydelig regulert.

Gaula er lakseførende opp til Eggafossen i Holtålen, men det foregår ingen reproduksjon fra Haltdalen og oppover.

Som et helhetsinntrykk må elva sies å være lite forurenset nedenfor Holtålen, og analysene fra 1972-1974 bekrefter dette.

Nidelva

Prøvestedet ligger ved Nedre Leirfoss.

pH			$\mu\text{S/cm}$			JTU		
5,1	6,9	7,6	28,5	37,7	77,1	0,7	3,1	12,3

Nidelva kommer fra Selbusjøen, som har pH-verdi 6,8-7,0, ledningsevne på 24-26 og turbiditet på 1-3 (Holtan 1961). Verdiene ved Nedre Leirfoss ligger ubetydelig over disse og viser ikke tegn til

forurensning. Målestasjonen ligger ovenfor det området hvor forurensningene fra kloakk og industri begynner. Ovenfor målestasjonen ligger fire elvekraftverk: Øvre Leirfoss, Fjæremsfossen, Svean og Hyttfossen, som har stor betydning for vannføringen i elva.

Nidelva er lakseførende opp til under Nedre Leirfoss.

Stjørdalselva

Prøvested	pH			µS/cm			JTU		
1 km fra utløpet	7,4	7,0	6,4	21,9	37,9	108	1,5	6,2	13,5
Ved Forra	6,3	7,1	7,0	19,4	36,7	71	0,8	2,1	7,0

Stjørdalselva må regnes for å være lite forurenset både når det gjelder utslipp fra industri og jordbruk. Meråker Smelteverk (produksjon av ferrosilisium, silisiummetall, ferrokrom og kalsiumkarbid) forårsaker ubetydelig forurensning i elva, og jordbruksområdene blir først betydelige nedenfor Sona. De øvre delene av Stjørdalselva er regulert med én kraftstasjon i Nustadfoss, og dette gir relativt høy vintervannføring. Det foreligger planer om å overføre store deler av nedslagsfeltet på nordsiden av elva (bl. a. Forravassdraget og de eldre reguleringsmagasinene) over til Verdalen, med en kraftstasjon i Vuku. Dette vil føre til betydelig reduksjon av vannføringen i Stjørdalselva (ca. 30%).

Stjørdalselva er lakseførende til Nustadfoss.

Analyseverdiene viser liten forandring fra Forras utløp og ned til Stjørdal sentrum. De nedre delene av Stjørdalselva går gjennom jordbruksområde med løse sandavleiringer, og dette samt høy vannstand forårsaker høye verdier for turbiditet. Unormalt høye verdier for ledningsevne på den nederste målestasjonen er etter alt å dømme forårsaket av sjøvann.

Levangerelva

Prøvested	pH			µS/cm			JTU		
Fjellveien	6,6	7,0	7,4	27	43,7	86,5	0,35	1,15	3,7(1,15)
Feltet	6,6	7,1	7,8	29,8	59,7	84	1,3	10,7	43,0(3,2)
Trafostasjonen	6,7	7,1	7,8	36	69,4	99,1	1,4	15,5	95 (3,2)
E6	6,9	7,2	7,7	72	764	5800	2,1	14,5	47 (3,6)

Av måleverdiene går det fram at pH og ledningsevne øker svakt nedover i vassdraget. Den nederste stasjonen ligger i flomålet og får derfor høye verdier for ledningsevne. Økningen i turbiditet nedover vassdraget skyldes enkelte høye verdier tatt ved flomvannsføring. Holdes disse utenfor blir økningen atskillig mer normal (verdiene i parentes).

Fiskerikonsulenten i Trøndelag undersøkte i 1972 Levangerelva med hensyn til forurensning fra siloutslipp, og konkluderte med at elva ikke var vesentlig forurenset. Elva går gjennom et typisk jordbruksområde, og det er ingen forurensning fra industri før på den nederste kilometeren.

Elva er lakseførende.

Leirabekken

Leirabekken er en sideelv til Levangerelva og renner ut i denne ved Røsta skole.

pH			$\mu\text{S/cm}$			JTU		
6,9	7,35	7,8	372	418	485	13	43	210

De høye verdiene for ledningsevne i Leirabekken indikerer forurensning.

Verdalselva

Prøvestedet ligger ca. 300 m ovenfor jernbanebrua.

pH			$\mu\text{S/cm}$			JTU		
6,1	7,0	7,6	31	68,2	190	2,8	32,7	190

Verdalselva går gjennom et typisk jordbruksområde med leire og løse avsetninger, og skiller seg ut fra de fleste større elver i Trøndelag ved høy turbiditet, noe som går fram av målingene. Elva har ingen industriell forurensning før på den nederste kilometeren, da den går gjennom Verdalsøra.

Analyseverdiene viser ikke noe unormalt.

Elva er lakseførende opp til Grunnfossen.

Steinkjerelva

Prøvestedet ligger nedenfor samløpet med Byaelva og Oгна.

pH			μS/cm			JTU		
6,1	6,9	7,6	22,7	35,9	55	1,2	5,5	13

Undersøkelser som ble foretatt av fiskerikonsulenten i Trøndelag i 1972 viser at Oгна er ubetydelig forurenset, men at et par av sideelvene viser tegn til forurensning fra siloutslipp.

Byaelva blir periodevis forurenset fra A/S Helge Rein By Brug, som ligger ved utløpet av Reinsvatnet. Ved flere anledninger er det registrert fiskedød i Byaelva, og det later til at dette har stått i forbindelse med utpumping av massevelling under rengjøring. Deler av elva har bunnen dekket av fibermasse. Driften av By Brug fører til store vannstandsvariasjoner i Byaelva, med lav vannføring i helgene og i ferietiden.

Vannanalysene viser ikke noe unormalt.

Borgenfjordområdet

Det er tatt vannprøver fra fire av bekkene som renner ut i Borgenfjorden fra øst.

Prøvested	pH			μS/cm			JTU		
Rødfoss	7,6	7,35	7,9	149	207	496	6,2	53,3	305
Lorvik	6,3	7,29	7,8	103	209	408	6,4	40,9	195
Nord for Tønne	6,2	7,06	7,8	7,9	200	295	5,2	30,9	140
Sør for Tønne	6,4	6,97	7,7	106	136	231	5,6	43,7	297

Samtlige av de fire bekkene har unormalt høye og varierende verdier for ledningsevne, noe som sterkt indikerer forurensning. Det ble registrert kraftig lukt fra bekkene. Det ble også påvist høye verdier for turbiditet, vesentlig i forbindelse med flom og sandgraving. Verdiene for pH viser intet unormalt hverken i størrelse eller variasjon.

Konklusjon

I tidsrommet fra august 1972 til januar 1974 er det i de undersøkte større vassdragene ikke funnet forurensning som kan påvises ved pH, ledningsevne og turbiditet. I disse elvene har verdiene en variasjon som ligger innenfor det normale. Leirabekken som renner ut i Levangerelva, og de små elvene som renner ut i Borgenfjorden viser alle tydelige tegn på forurensning.

Tungmetaller

Eirik Lande

Rapporten omfatter resultatene av tungmetallanalyser utført ved atomabsorpsjon (Perkin - Elmer 303) ved SINTEF. Analyseresultatene er oppgitt i ppm tørrvekt (mg/kg) for alle tungmetaller unntatt for kvikksølv som gis i ppb ^{våt}vekt ($\mu\text{g}/\text{kg}$). Prøvene ble tørket i 105°C til konstant tørrvekt ble oppnådd, minimalt i 3 døgn. Analysene er utført for metallene Hg (kvikksølv), Pb (bly), Cu (kopper), Fe (jern), Ni (nikkel), Cr (krom), Ag (sølv), og Zn (sink). For prøver av blant annet fisk og fugl vil data for Hg-innhold foreligge senere. Prøver ble innsamlet i september 1972 fra følgende lokaliteter:

Frengen i Stjørnfjorden	albuskjell og grisetang
Hårberg ved Hysnes	albuskjell og grisetang
Vanvikan	blåskjell, albuskjell og grisetang
Aksnes, mellom Vanvikan og Amborneset	albuskjell og grisetang
Verrasundet	grisetang
Follafoss	grisetang
Beitstadsundet ved Malm	blæretang og sauetang
Kirknesvågen på Inderøya	strandkrabbe
Sundnes på Inderøya	grisetang
Verdalsøra	blåskjell og grisetang
Fiborgtangen	albuskjell og grisetang
Langstein i Åsenfjorden	blåskjell og grisetang
Storvika, nordsiden av Stjørdalsfjorden	blåskjell og grisetang
Muruvik, sørsiden av Stjørdalsfjorden	grisetang
Vikhammer, øst for Trondheim	albuskjell og grisetang
Flakk, vest for Trondheim	blåskjell og grisetang
Børsa	blåskjell og grisetang
Viggja, vest for Børsa	grisetang
Orkdalsfjorden	tanglopper, strandkrabbe, strandsnegl, grisetang, blæretang og blåskjell
Geitastranda ved Geitneset	albuskjell, blåskjell og grisetang
Ingdalen, norvest av Geitneset	albuskjell, grisetang og sauetang

I 1973 ble det innsamlet prøver fra følgende lokaliteter:

Korsvika	grisetang og blåskjell
Biologisk stasjon, Heggdalen	grisetang
Ved Killingdal Grubeselskabs anlegg vest for Trondheim	blæretang
Malvik	torsk, hyse, hvitting og sild
Kirknesvågen, Beitstadfjorden	torsk
Skarnsundet	hyse
Tautra	steinbit
Geitneset (500 m dyp)	skolest, sjømus, smørflyndre, hågjel, svarthå og vassild
Tautra	ærfugl (brystmuskulatur, lever, nyrer og egg)
Tarva	sildemåke (brystmuskulatur, lever og nyrer)

Når det gjelder innholdet av tungmetaller i alger og bunnlevende dyr er det Orkdalsfjorden og området rundt Killingdal Grubeselskabs anlegg nordvest i Ilsvika som tydelig skiller seg ut.

Prøver av blåskjell, albuskjell, grisetang og strandkrabbe fra Orkdalsfjorden inneholder spesielt store mengder av kopper og sink. Noe høye verdier for en del andre metaller er også funnet, f. eks. cadmiuminnholdet i albuskjell fra Geitneset og bly- og nikkelinholdet i blåskjell samlet innerst i fjorden (se Resipientundersøkelsen av Trondheimsfjorden. 2. Tungmetallundersøkelsene - preliminær rapport 20. mars 1973).

Som ventet finner en de største konsentrasjoner av kopper og sink innerst i fjorden, men det ble også funnet relativt høye verdier ved Geitneset, Børsa og Viggja. At de registrerte verdiene fra Viggja er lavere enn verdiene fra Børsa kan skyldes lokale strømforhold. De foreliggende resultater gir ingen indikasjoner på om forurensningene fra Orkdalsfjorden transporteres innover fjorden langs Byneslandet, eller utover. Forøvrig bør det også bemerkes at det under innsamlingen av prøver fra innerste del av Orkdalsfjorden var vanskelig å finne en lokalitet hvor det var tilstrekkelig mengde prøvemateriale.

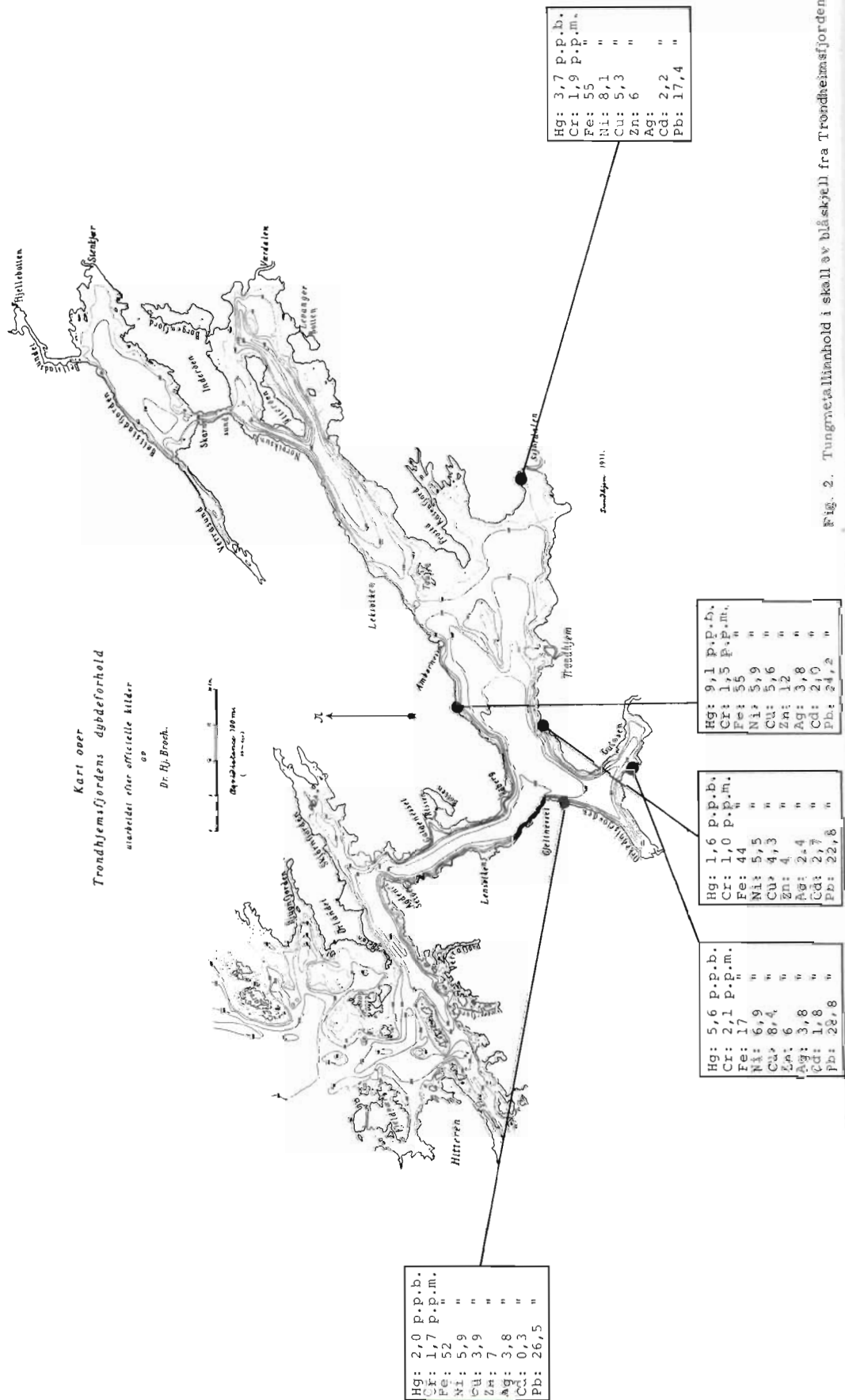
Prøvene av blæretang fra området omkring Killingdal Grubeselskabs anlegg nordvest i Ilsvika inneholder meget høye konsentrasjoner av kopper, sink, bly, sølv og jern. Det bør også bemerkes at i dette området var det ikke mulig å finne tilstrekkelig mengde prøvemateriale av blåskjell, albuskjell og grisetang.

Virkningen av tungmetallforekomstene i området er tidligere registrert ved Trondheim biologiske stasjon. I 1966-1967 ble det

gjennomført vekstundersøkelser på blåskjell utenfor stasjonens kai. Det ble i løpet av de 15 månedene undersøkelsen pågikk registrert ca. 90% dødelighet, nedsatt veksthastighet og andre forurensningssymptomer hos skjellene. Innerst i Trondheimsfjorden var veksten normal og dødeligheten bare ca. 15% i løpet av samme periode. I fjæresonen ved Trondheim biologiske stasjon var det heller ikke mulig å finne tilstrekkelig mengde prøvemateriale av blåskjell til analyse.

Prøver innsamlet fra andre lokaliteter rundt fjorden ser generelt ut til å være stort sett "normale". Likevel bør en påpeke at på noen av de undersøkte lokaliteter er registrert verdier som er noe høye, f. eks. Vanvikan, Vikhammerløkka, Fiborgtangen og Hysnes.

Analysetall for tungmetaller i fisk og fugl (muskulatur, lever og nyrer) er vist i Tabell 1. Ut fra en sammenligning av tallene fra Trondheimsfjorden med tilsvarende analysetall fra Sørfjorden i Hardanger og fra antatt uforurensede kystfarvann, har vi bedt SINTEF om kontrollanalyser. Før disse foreligger kan en ikke kommentere resultatene i Tabell 1.



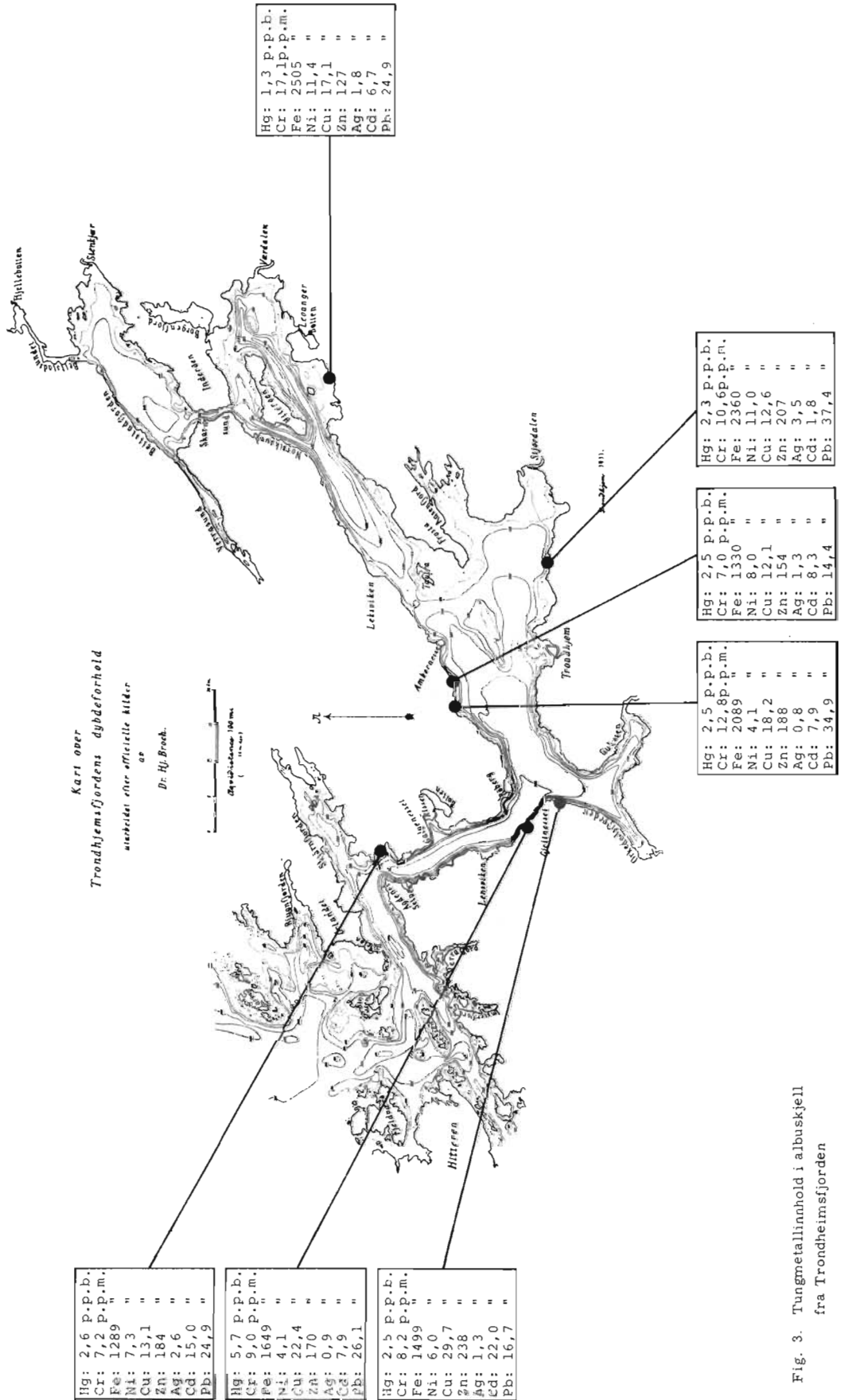
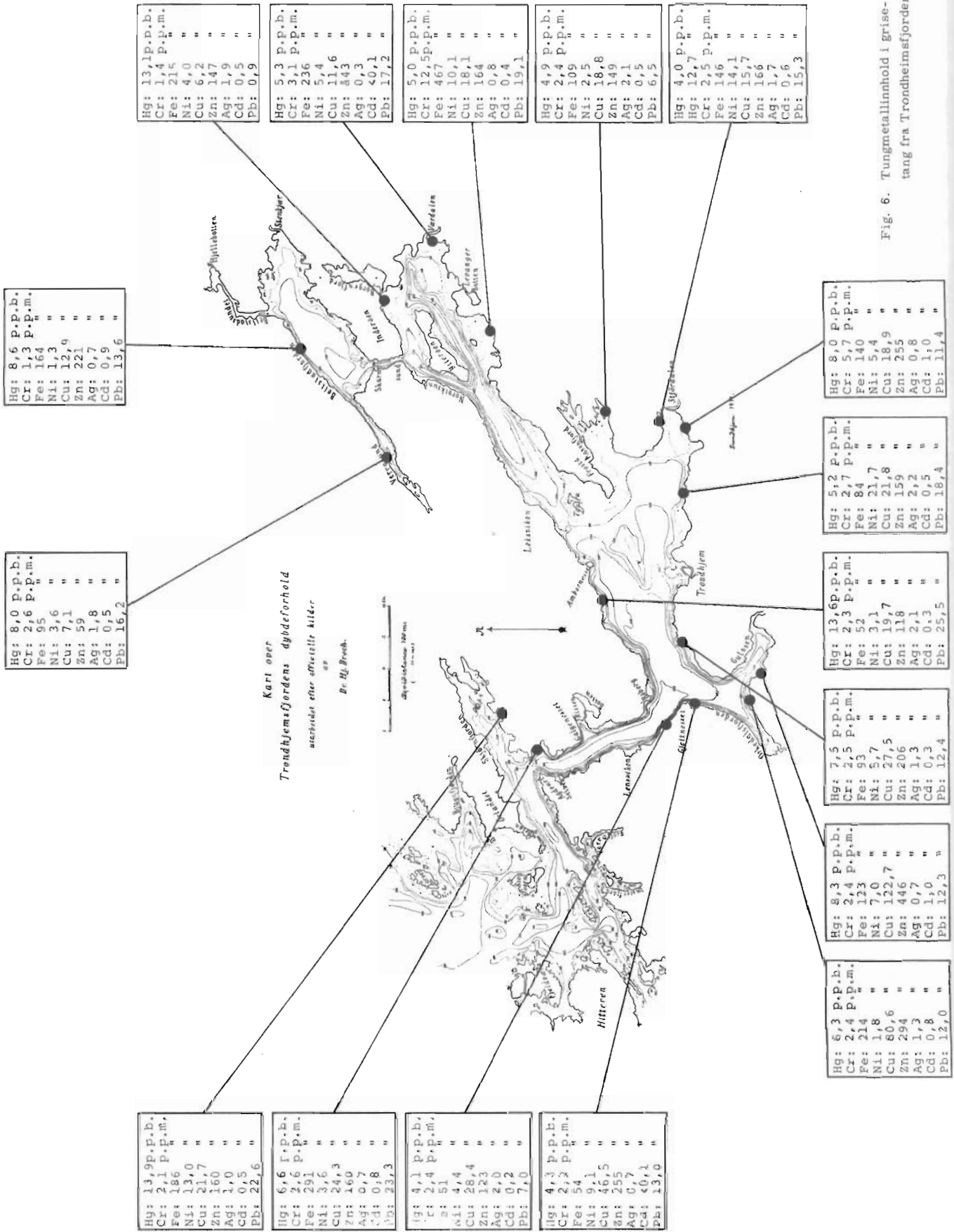


Fig. 3. Tungmetallinnhold i albuskjell fra Trondhjemsfjorden



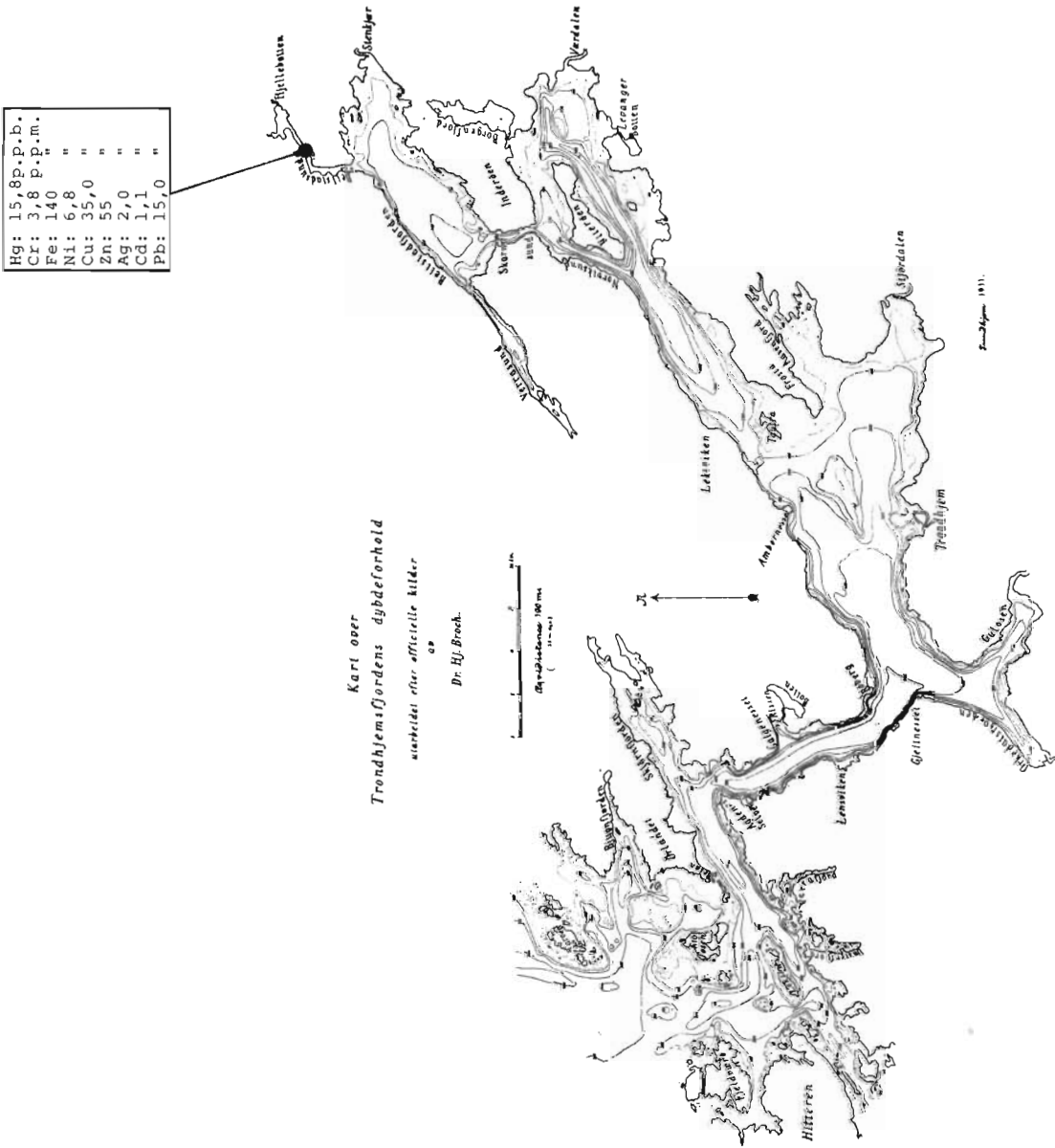


Fig. 7. Tungmetallinnhold i blæretang fra Trondhjemsfjorden

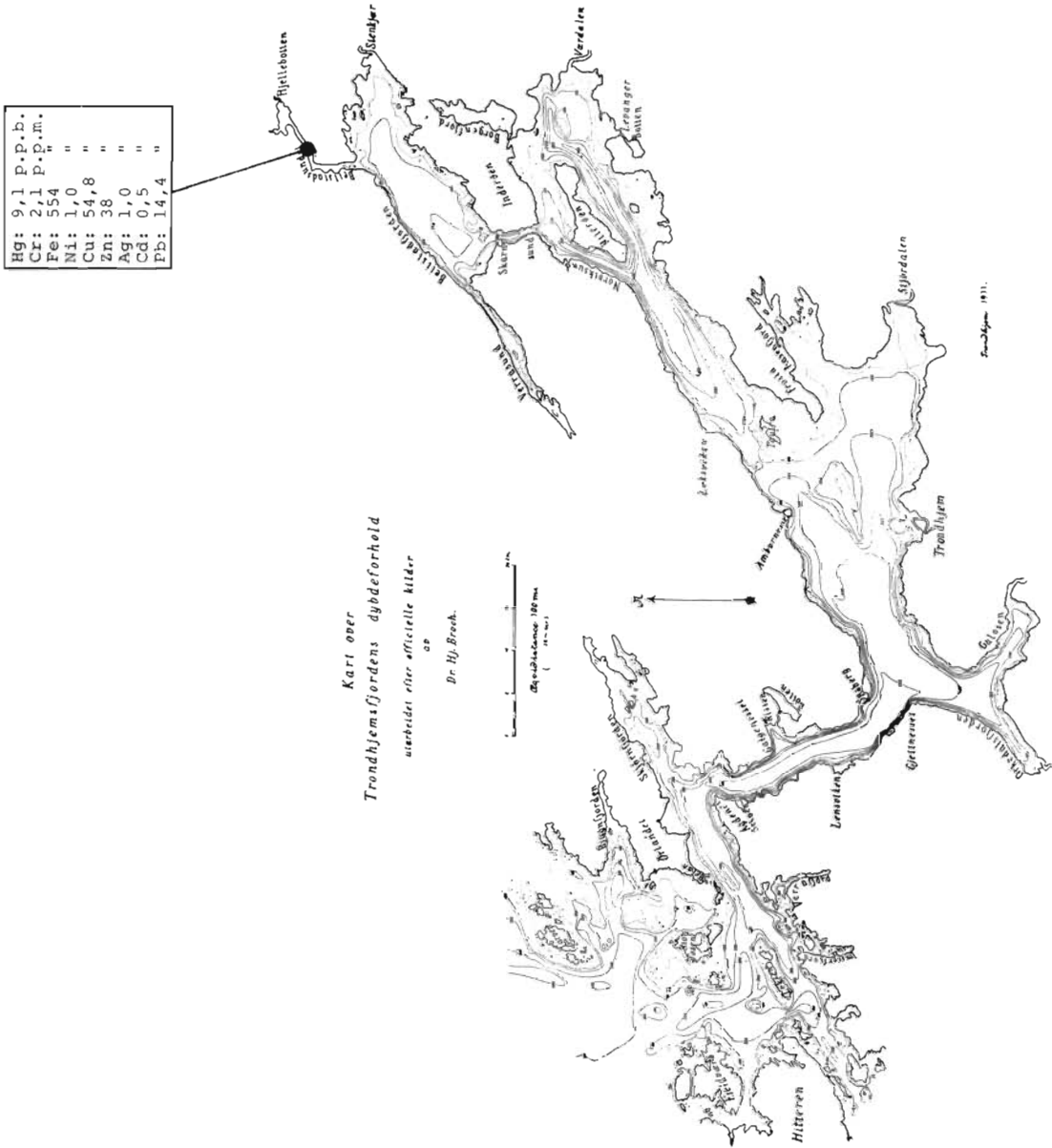


Fig. 8. Tungmetallinnhold i sædetang fra Trondhjemsfjorden

Tabell 1.
Tungmetallinnhold i dyr og alger innsamlet i Trondheimsfjorden (ppm)

	Cu	Zn	Pb	Cd	Ag	Ni	Cr	Fe
Torsk, 6.6. 72, Kirknesvågen	4.7	44.7	12.5	4.8	1.1	4.1	1.3	31.1
	4.7	38.0	12.4	5.3	1.7	4.1	1.6	32.2
Torsk, 6.6. 72, Kirknesvågen	3.4	35.6	12.2	8.3	1.5	2.9	1.3	30.2
	3.1	34.1	10.4	7.4	1.5	3.5	1.6	25.2
Torsk, Malvik	2.8	48.3	8.3	4.3	1.2	5.5	1.8	27.3
	3.1	45.6	8.3	4.3	1.4	5.6	1.8	27.4
Kontroll, foregående	2.8	50.1	8.1	4.6	1.1	4.0	2.2	30.6
	2.8	47.2	10.0	4.6	1.1	4.0	2.2	28.3
Torsk, Malvik								
Kontroll, foregående	2.7	47.2	12.2	6.0	1.8	6.8	2.4	29.4
	2.4	50.0	10.2	5.6	1.8	6.9	2.1	25.1
Hyse, 7.6.72, Skarnsund	3.4	52.7	10.4	4.8	1.9	2.9	1.9	34.5
	3.2	49.9	10.4	4.4	1.8	2.9	1.7	35.4
Hyse, 7.6. 72, Skarnsund	3.2	46.2	8.3	3.4	1.2	3.3	1.7	27.7
	3.4	43.2	8.3	3.4	1.7	2.9	1.7	31.4
Hyse, Malvik	1.2	29.5	5.1	3.4	1.1	6.4	1.3	22.4
	1.2	31.4	6.0	3.7	1.0	5.8	1.5	22.9
Kontroll, foregående	2.1	47.3	6.2	4.4	1.1	4.6	2.6	23.6
	2.1	44.7	6.0	4.3	1.1	5.1	2.4	25.3
Steinbit, Tautra	2.4	95.4	4.1	3.9	1.5	3.5	1.6	26.0
	2.1	91.0	4.1	3.9	1.5	3.5	1.3	28.4
Kontroll, foregående	1.8	61.3	6.0	3.7	0.7	3.3	1.5	19.4
	1.8	61.6	6.1	3.7	1.0	2.8	1.2	20.6
Steinbit, Tautra	4.0	82.0	6.1	4.6	0.7	5.7	1.5	44.1
	3.4	76.1	8.1	3.7	1.0	5.7	1.3	48.6
Kontroll, foregående	1.3	45.5	4.2	2.4	0.4	4.7	0.9	20.1
	1.3	44.8	4.2	3.3	0.4	4.6	0.9	24.4
Hvitting, Malvik	2.2	15.2	8.3	2.8	0.4	4.4	1.2	25.0
	2.2	36.0	8.1	2.8	0.4	4.8	1.2	23.5
Kontroll, foregående	1.8	31.5	8.1	3.2	0.6	5.0	0.9	16.3
	2.0	31.8	6.1	3.2	0.5	4.6	0.9	14.1
Sild, Malvik	3.9	96.0	6.1	3.7	0.4	4.0	1.2	96.9
	3.8	96.5	6.1	3.7	0.7	4.0	1.2	106.0

Tabell 1 forts.

	Cu	Zn	Pb	Cd	Ag	Ni	Cr	Fe
Sild, Malvik	5.1 4.6	62.1 64.2	6.4 6.3	2.9 2.1	0.5 0.6	4.3 3.6	1.5 1.8	43.2 42.5
Skolest, Geitneset	1.9 1.9	63.3 65.4	6.3 5.9	3.4 3.3	0.7 0.7	4.1 4.5	1.2 1.2	101.0 91.3
Skolest, Geitneset	1.2 2.1	40.8 40.7	8.2 8.2	3.3 3.3	0.4 0.4	3.8 3.4	0.9 1.2	26.0 23.7
Kontroll, foregående	1.9 2.0	50.9 50.1	2.1 4.2	3.2 2.9	0.4 0.4	4.4 4.5	1.2 1.0	23.8 24.2
Skole, Geitneset	1.5 1.2	62.5 65.7	8.4 8.5	2.9 2.9	0.4 0.4	3.6 4.0	1.2 1.2	62.9 56.3
Sjømus, Geitneset	1.5 1.2	21.8 23.7	4.1 3.9	2.4 2.3	0.7 0.7	2.9 2.8	0.6 0.6	18.9 14.0
Smørfllyndre, Geitneset	1.3 1.3	35.7 35.7	5.2 6.4	2.9 3.3	0.4	4.6 4.6	1.2 1.2	33.4 31.1
Smørfllyndre, Geitneset	0.6 0.6	50.1 55.1	6.3 6.4	3.4 3.3	0.4 0.4	3.4 2.9	0.9 1.2	15.6 12.9
Hågjel, Geitneset	3.1 3.7	45.2 47.1	6.0 6.1	2.7 3.2	0.4 0.4	4.7 4.3	1.5 1.5	115.0 114.0
Hågjel, Geitneset	2.4 2.7	48.2 51.6	6.2 6.2	2.4 3.3	1.1 1.5	3.5 3.5	1.6 1.3	63.8 64.4
Svarthå, Geitneset	4.2 3.8	71.1 68.6	8.5 7.4	5.1 4.4	0.6 0.6	4.4 5.0	1.4 1.4	77.5 75.2
Svarthå, Geitneset	7.0 7.0	55.9 55.4	6.3 6.2	5.6 5.2	0.5 0.5	6.8 6.2	1.4 1.4	98.4 99.8
Vassild, Geitneset	0.6 0.6	32.5 30.8	4.2 4.2	2.9 3.4	0.4 0.4	3.5 2.9	1.2 1.0	26.1 24.6
Vassild, Geitneset	0.3 0.3	28.0 31.8	4.2 4.2	3.4 3.8	0.4	2.3 3.4	1.2 1.2	32.4 35.9
Ascophyllum, Korsvika	38.1 38.6	187.0 183.0	3.0 3.1	0.8 0.8	1.5 1.4	2.8 2.6	0.4 0.7	309.0 294.0
Fucus vesiculosus, Killingdal* 7.2.73	86.8 82.7	674.0 657.0	105.0 105.0	2.5 2.1	20.7 19.8	1.9 2.0	0.8 0.9	1145.0 1190.0
Mytilus edulis, Korsvika 7.2.73	7.4 7.2	21.5 23.1	34.7 34.4	2.2 2.4	6.9 6.8	9.7 8.8	1.5 1.5	319.0 295.0

Tabell 1 forts.

Brystmuskulatur	Cu	Zn	Pb	Cd	Ag	Ni	Cr	Fe
Ærfugl, nr.1 ♀, Tautrå 20.5.73	12.1 13.9	31.8 34.7	2.1 3.1	1.0 1.0	1.6 1.9	2.0 2.0	1.1 0.8	247.0 292.0
Ærfugl, nr 2 ♀, Tautrå 20.5.73	15.2 16.4	37.6 37.5	0.5	2.0 2.0	2.3 2.7	1.3 1.3	0.8 0.8	258.0 244.0
Ærfugl, nr.3 ♀, Tautrå 20.5.73	13.3 11.4	29.9 31.3	2.1 2.1	1.0 1.0	3.1 2.0	1.8 2.4	1.2 0.8	246.0 240.0
Ærfugl, nr.4 ♀, Tautrå 20.5.73								
Ærfugl, nr 5 ♀, Tautrå 20.5.73	11.3 11.3	31.5 30.0	1.6 2.0	1.6 1.6	0.8 0.4	1.3 1.3	1.5 1.2	237.0 245.0
Ærfugl, nr 6 ♀, Tautrå 20.5.73	10.2 10.0	33.3 36.3	2.1 2.1	2.0 2.0	2.0 1.6	0.8 1.1	0.8 0.8	321.0 288.0
Sildemåke, nr. 1 ad, Tarva 1973	14.0 15.0	61.4 61.5	2.0 2.0	0.5 0.5	1.9 1.6	0.7 0.7	0.4 0.4	201.0 204.0
Sildemåke, nr. 2 ad, Tarva 1973	18.6 17.6	58.5 58.6	37.4 34.3	1.0 1.0	2.7 2.4	1.3 1.3	1.2 0.8	234.0 244.0
Sildemåke, nr. 3 ad, Tarva 1973	12.5 12.3	48.8 52.9	4.1 4.2	2.0 2.1	2.0 2.9	1.2 1.3	1.2 1.6	226.0 257.0
Sildemåke, nr. 4 ad, Tarva 1973	12.5 11.2	45.9 48.4	3.0 4.2	1.0 1.0	2.0 3.3	1.8 1.9	3.2 2.7	252.0 251.0
Sildemåke, nr. 5 ad, Tarva 1973	13.0 13.0	56.6 56.8	4.1 5.2	1.0 1.0	3.8 5.4	1.8 2.4	1.6 1.6	213.0 205.0
Sildemåke, nr 6 ad, Tarva 1973								

Tabell 1 forts.

Lever	Cu	Zn	Pb	Cd	Ag	Ni	Cr	Fe
Ærfugl, nr. 1 ♀, Tautra 20.5.73	469.0	244.0	2.0	12.0	57.0	2.0	0.7	3824.0
Ærfugl, nr. 2 ♀, Tautra 20.5.73	578.0	211.0	2.9	13.1	63.5	0.8	0.7	3163.0
Ærfugl, nr. 3 ♀, Tautra 20.5.73	573.0	205.0	3.9	13.1	64.0	1.0	0.4	3154.0
Ærfugl, nr. 4 ♀, Tautra 20.5.73	142.0	119.0	2.0	11.4	20.7	2.0	0.7	1680.0
Ærfugl, nr. 5 ♀, Tautra 20.5.73	142.0	118.0	2.0	11.9	20.2	2.0	1.1	1752.0
Ærfugl, nr. 6 ♀, Tautra 20.5.73	681.0	203.0	2.0	12.6	80.1	0.7	1.2	2563.0
Ærfugl, nr. 7 ♀, Tautra 20.5.73	630.0	205.0	2.0	13.6	76.4	1.0	1.2	2590.0
Ærfugl, nr. 8 ♀, Tautra 20.5.73	334.0	154.0	2.0	13.7	41.0	2.0	0.7	2921.0
Ærfugl, nr. 9 ♀, Tautra 20.5.73	304.0	156.0	2.0	12.8	38.5	2.0	0.8	2880.0
Ærfugl, nr. 10 ♀, Tautra 20.5.73	25.5	291.0	2.1	13.6	6.4	0.6	0.4	3220.0
Ærfugl, nr. 11 ♀, Tautra 20.5.73	26.6	296.0	2.1	14.6	7.4	1.2	0.4	3192.0
Sildemåke, nr. 1 ad, Tarva 1973	18.1	92.3	3.1	3.0	3.0	3.0	0.6	1373.0
Sildemåke, nr. 2 ad, Tarva 1973	17.7	94.3	3.1	2.9	3.4	2.9	0.6	1362.0
Sildemåke, nr. 3 ad, Tarva 1973	16.3	87.9	14.3	5.0	3.1	2.6	2.3	1936.0
Sildemåke, nr. 4. ad, Tarva 1973	18.9	102.0	36.9	5.3	3.5	1.9	0.6	2016.0
Sildemåke, nr. 5 ad, Tarva 1973	14.3	74.8	4.0	2.1	0.8	2.0	0.4	1270.0
Sildemåke, nr. 6 ad, Tarva 1973	14.9	76.2	4.0	2.1	0.4	2.0	0.4	1320.0
Sildemåke, nr. 7 ad, Tarva 1973	18.1	90.9	3.1	2.3	2.4	2.2	0.6	821.0
Sildemåke, nr. 8 ad, Tarva 1973	20.0	96.0	3.1	2.3	2.9	2.4	0.6	812.0

Tabell 1 forts.

Nyrer	Cu	Zn	Pb	Cd	Ag	Ni	Cr	Fe
Ærfugl, nr. 1 ♀, Tautra 20.5.73	72.0	121.0	4.3	33.4	10.7	3.6	1.9	1286.0
Ærfugl, nr. 2 ♀, Tautra 20.5.73	68.4	121.0	3.6	32.0	10.3	2.6	2.3	1342.0
Ærfugl, nr. 3 ♀, Tautra 20.5.73	90.2	145.0	47.6	26.0	19.2	3.7	3.1	4089.0
Ærfugl, nr. 4 ♀, Tautra 20.5.73	80.1	152.0	56.4	24.0	17.6	3.6	2.5	4430.0
Ærfugl, nr. 5 ♀, Tautra 20.5.73	16.0	95.9	3.0	21.3	1.3	2.0	0.6	566.0
Ærfugl, nr. 6 ♀, Tautra 20.5.73	17.8	88.5	3.0	25.3	1.3	2.0	0.7	623.0
Ærfugl, nr. 1 ad, Tarva 1973	48.8	132.0	3.0	30.7	5.7	2.0	1.1	817.0
Ærfugl, nr. 2 ad, Tarva 1973	48.0	127.0	3.0	30.4	5.2	2.0	1.2	860.0
Ærfugl, nr. 3 ad, Tarva 1973	10.2	51.1	2.0	2.1	0.4	1.3	0.6	201.0
Ærfugl, nr. 4 ad, Tarva 1973	10.8	54.2	2.0	2.1	0.8	1.3	0.4	209.0
Ærfugl, nr. 5 ad, Tarva 1973	28.4	162.0	3.2	36.6	5.0	2.8	1.2	952.0
Ærfugl, nr. 6 ad, Tarva 1973	28.2	156.0	3.1	36.2	4.4	2.7	1.2	1064.0
Sildemåke, nr. 1 ad, Tarva 1973	18.5	130.0	10.6	10.8	1.9	3.1	0.4	312.0
Sildemåke, nr. 2 ad, Tarva 1973	13.8	139.0	18.8	7.0	1.1	3.7	0.4	375.0
Sildemåke, nr. 3 ad, Tarva 1973	13.3	108.0	900.0	12.7	0.4	7.1	0.4	378.0
Sildemåke, nr. 4 ad, Tarva 1973	13.4	98.3	277.0	15.7	0.4	6.2	0.4	632.0
Sildemåke, nr. 5 ad, Tarva 1973	13.2	129.0	14.3	8.6	1.7	5.7	0.4	793.0
Sildemåke, nr. 6 ad, Tarva 1973	11.2	94.7	5.4	4.9	1.0	4.8	0.4	367.0

Tabell 1 forts.

Egg av ærfugl	Cu	Zn	Pb	Cd	Ag	Ni	Cr	Fe
Egg nr. 1, Tautra	4.3	61.2	1.6	1.0	0.8	1.8	0.4	116.0
	4.4	58.4	2.1	1.0	0.8	1.8	0.4	115.0
Egg nr. 2, Tautra	4.0	52.5	2.1	1.9	0.5	0.6	0.4	128.0
	3.7	56.1	2.2	1.9	0.6	0.6	0.4	126.0
Egg nr. 3, Tautra	4.7	62.2	2.2	1.0	0.4	1.1	0.4	175.0
	3.8	59.6	2.2	1.0	0.4	0.8	0.4	156.0
Egg nr. 4, Tautra	3.1	57.2	2.2	1.4	0.4	1.2	0.4	126.0
	3.6	57.2	2.2	1.9	0.4	1.2	0.4	121.0
Egg nr. 5, Tautra	3.6	54.1	2.2	0.8	0.4	1.2	0.4	120.0
	3.2	57.2	2.2	0.5	0.4	1.2	0.4	119.0
Egg nr. 6, Tautra	3.9	55.7	4.3	2.0	0.4	1.3	0.4	129.0
	4.3	54.2	4.3	2.0	0.4	1.3	0.4	126.0
Egg nr. 7, Tautra	4.9	58.8	2.2	0.9	0.4	0.6	0.4	133.0
	4.3	61.5	2.1	1.4	0.4	0.6	0.4	129.0
Egg nr. 8, Tautra	3.4	45.3	4.3	1.2	0.4	1.3	0.4	120.0
	3.4	45.3	4.3	1.4	0.4	1.3	0.4	106.0

