



# Rapport 360|89

Oppdragsgiver

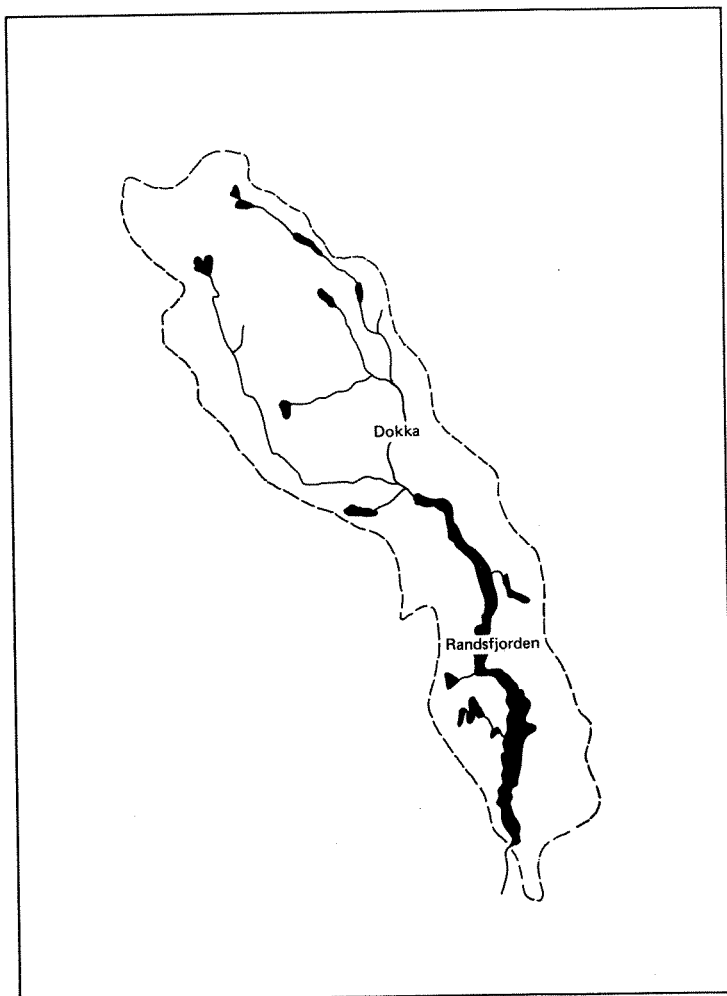
Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjon

NIVA

## Undersøkelser av Randsfjorden og Dokka 1988-92

Årsrapport for  
undersøkelsen i 1988





## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

**gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.**

**registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.**

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

**over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.**

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utlipp og andre aktiviteter.

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter vil bli publisert i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100, Dep. 0032 Oslo 1.  
tlf. 02 - 65 98 10.

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

**Hovedkontor**  
Postboks 33, Blindern  
0313 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80  
Telefax (02) 39 41 29

**Sørlandsavdelingen**  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033  
Telefax (041) 42 709

**Østlandsavdelingen**  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752

**Vestlandsavdelingen**  
Breiviken 5  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 95 17 00  
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.: 0-8000240 0-88103
Undernummer:
Løpenummer: 2256
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  Undersøkelser av Randsfjorden og Dokka 1988-92. Årsrapport for undersøkelsen i 1988. (Overvåkingsrapport nr. 360/89)	Dato:  april 1989
Forfatter (e):  Sigurd Rognerud Pål Brettum Randi Romstad	Rapportnr. 0-8000240 0-88103
	Faggruppe:  limnologi
	Geografisk område:  Oppland
	Antall sider (inkl. bilag):  40

Oppdragsgiver: <b>Statens forurensningstilsyn (SFT)</b> (Statlig program for forurensningsovervåking) Oppland Energiverk og Randsfjordforbundet	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Randsfjorden var generelt lite forurenset av næringssalter i 1988 og situasjonen hadde ikke endret seg siden den forrige undersøkelsen i 1979-81. Dokka var også lite forurenset av næringssalter selv om de nedre deler av elva var noe forurenset. De nordligste delene av Randsfjorden var preget av Dokka's vannkvalitet som til tider hadde stor partikkeltransport som følge av anleggsvirksomhet ved Dokkfløydammen, Kjølja og Torpa kraftverk. Det er registrert negative effekter på viktige deler av økosystemet i Dokka som følge av dette. Randsfjordens vannmasser var lite til moderat påvirket av fekale indikatorbakterier, men etter lengre regnperioder var innsjøens nordligste deler markert forurenset.
---

4 emneord, norske:

1. Forurensningsovervåking
2. Randsfjorden/Dokka
3. Reguleringsundersøkelsen
4. Biologi og vannkjemi

4 emneord, engelske:

1. Pollution Monitoring
2. Randsfjorden/Dokka
3. Water-power regulations
4. Biology and water chemistry

Prosjektleder:

For administrasjonen:

ISBN - 82-577-1553-0

0-8000240

0-88103

Undersøkelser av Randsfjorden og Dokka 1988-92.

Årsrapport for undersøkelsen i 1988.

Prosjektleder: Sigurd Rognerud

Medarbeidere: Gøsta Kjellberg

Jarl Eivind Løvik

Pål Brettum

Randi Romstad

Paul Skjaker(HLKN)

Bjørner Løype(OE)

HLKN: Hadeland & Land Kjøtt og næringsmiddelkontroll

OE: Oppland Energiverk

## FORORD

Randsfjorden ble undersøkt i perioden 1978 - 81. Hensikten var å skaffe en oversikt over innsjøens vannkvalitet og å vurdere mulige skadevirkninger av en utbygging av Etna/Dokka. Disse undersøkelsene ble utført av Norsk Institutt for vannforskning (NIVA). I samme periode gjorde Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI-Oslo) og Direktoratet for Naturforvaltning (DN) undersøkelser av dyreplankton og fisk i Randsfjorden, mens Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer ved Universitetet i Oslo, LFI-Oslo, Fiskerikonsulenten for Øst-Norge og NIVA undersøkte vannkjemi, begroing, bunndyr og fisk i tilløpselvene Etna og Dokka.

Første fase av utbyggingen av Dokkaverkene startet opp i 1986. Det viste seg snart at anleggsvirksomheten førte til uventet stor utvasking fra anleggsområdet ved Dokkfløyvatnet. Slamtransporten fra øvre deler av Dokka preger i lange perioder vannkvaliteten på hele elvestrekningen ned til utløpet i Randsfjorden.

Høsten 1986 ba Oppland Energiverk (OE) NIVA om å vurdere hvordan anleggsarbeidet påvirket vannkvaliteten i Dokka. Det ble også gjennomført en befaring i nordre deler av Randsfjorden for å kartlegge spredningen av partikkelholdig vann (notat NIVA ultimo desember 1986).

Et første utkast til undersøkelsesprogram for perioden 1987-89 ble utarbeidet i desember 1986. I november 1987 ble et nytt programforslag fremlagt og justert til perioden 1988-1991. Statens Forurensningstilsyn (SFT) ba NIVA's Østlandsavdeling om å være ansvarlig for undersøkelsen. Programforslag av november 1988 har vært diskutert mellom Oppland Energiverk (OE), SFT og NIVA's Østlandsavdeling. Det ble enighet mellom partene at programforslaget datert 20-1-88 skulle legges til grunn for undersøkelsen med unntak av pkt. 2.2.1 om Dokkfløymagasinet som utgikk.

Randsfjordforbundet ved O.E.Sand ba i april 1988 NIVA om å utarbeide et program for et utvidet stasjonsnett i Randsfjorden. I kontrakt av 5.5.88 mellom NIVA og Randsfjordforbundet ble det besluttet å øke stasjonsvalget med 4 stasjoner (Flubergfjorden, Hov, Røykenvika og Jevnaker) i perioden 1988-92 og resultatene skulle rapporteres sammen med SFT/OE's undersøkelse i enkle årsrapporter.

Denne årsrapporten omfatter således resultatene av alle NIVA's undersøkelser i Randsfjordens og dens nedbørfelt i 1988.

Kommuneveterinær Paul Skjaker ved Hadeland og Land kjøtt og næringsmiddelkontroll har vært ansvarlig for de bakteriologiske analysene. Bjørner Løype ved Oppland Energiverk har samlet inn vannprøvene ved Kolbjørnshus. Vannanalysene ble utført ved Sør-Gudbrandsdal Kjøtt og Næringsmiddelkontroll på Lillehammer. Bearbeidelser av planteplankton og begroingsanalyser ble utført av Pål Brettum og Randi Romstad (NIVA-Oslo). Det øvrige arbeid, samt rapportering er gjort ved NIVA's Østlandsavdeling.

## INNHALDSFORTEGNELSE

### INNHALDSFORTEGNELSE

FORMÅL - KONKLUSJON - TILRÅDNING .....	1
1. INNLEDNING .....	3
1.1    Bakgrunn for undersøkelsen .....	3
1.2    Måleprogram .....	4
2. RESULTATER .....	6
2.1. Randsfjorden .....	6
2.1.1    Vannkjemi .....	6
2.1.2    Planteplankton .....	10
2.1.3    Zooplankton.....	14
2.1.4    Begroing .....	16
2.1.5    Fekal indikatorbakterier .....	19
2.2    Dokka .....	19
2.2.1    Næringssalter og partikkel- konsentrasjon ved Kolbjørnshus ..	21
2.2.2    Regionale forskjeller i vannkvaliteten i Dokka's nedbørfelt	26
2.2.3    Begroingsundersøkelse i Dokka og Etna .....	26
LITTERATURLISTE .....	29
VEDLEGG .....	30

## FORMÅL - KONKLUSJON - TILRÅDNINGER

### Formål

Hovedmålet med undersøkelsen er å klarlegge eventuelle effekter av kraftutbyggingen i Dokkavassdraget på vannkvaliteten i berørte deler av Dokka og i Randsfjorden. Dernest å følge utviklingen i Randsfjordens hovedvannmasser siden overvåkningsundersøkelsen i 1979-81, og å registrere regionale forskjeller i vannkvaliteten i områder av innsjøen som har store brukerinteresser.

### Konklusjon

Randsfjordens hovedvannmasser hadde en tilnærmet nøytral reaksjon (pH=7), lave fosforverdier og en moderat evne til å motstå forsuring ved tilførsel av surt vann. Nitrogenkonsentrasjonen øker sydover i innsjøen som følge av den økte landbruksaktiviteten og befolkningsmengden i de sydligste delene. De nordligste deler (Flubergfjorden) var i perioder tildels betydelig påvirket av partikkeltransporten i Dokka.

Algemengden var lave og de regionale forskjellene var små. Konsentrasjonen av dyreplankton (zooplankton) var høgest i området rundt Hov vesentlig forårsaket av et betydelig innslag av vannloppen Daphnia cristata. Generelt var mengdene av zooplankton i samsvar med det en kan forvente ut fra de observerte algemengdene. De kvalitative og kvantitative planktonanalysene viser at Randsfjordens hovedvannmasser var lite påvirket av næringssaltforurensninger og innsjøen må karakteriseres som næringsfattig. Dette er i hovedtrekk samme konklusjon som i den forrige undersøkelsen slik at situasjonen ikke synes å ha endret seg siden 1980.

På bakgrunn av begroingsanalysene kan strendene langs Randsfjorden karakteriseres som generelt lite forurenset av næringssalter og organisk stoff. Enkelte områder lokalt i



Røykenvika, Hov og Flubergfjorden var imidlertid moderat forurenset med innslag av arter som indikerer forurensing. Innsjøens hovedvannmasser var lite til moderat påvirket av fekale indikatorbakterier. Etter lengre regnvårsperioder ble imidlertid deler av innsjøen utenfor de største tilløpselvene og befolkningssentrene markert forurenset.

Dokka var i flere perioder i 1988 preget av tildels sterkt turbid vann som følge av anleggsvirksomheten ved Dokkfløydammen, Kjøljuadammen og Torpa kraftverk. Vannkvaliteten må som følge av dette betraktes som betenkelig i store perioder, og den har hatt negative effekter på viktige deler i økosystemet. De nedre deler av Dokka var også moderat påvirket av næringssaltforurensningen sjøl om algebegroingen antagelig ble dempet endel som følge av Dokka's turbide vann.

Dokka er den største tilløpselva til Randsfjorden og transporten i Dokka ved Kolbjørnshus viser at en betydelig mengde nærings-salter tilføres innsjøen. De største effektene av dette fås i de nordligste delene Flubergfjorden og områdene utenfor Hov.

### Tilrådnings

Det er lite aktuelt å komme med endelige tilrådnings etter første året av denne 4 års-undersøkelsen. Arbeidet i 1988 tok i hovedsak sikte på å skaffe bakgrunnsdata fra perioden like før Dokkaverkene settes igang. Den høge slamtransporten i Dokka bør kunne reduseres betydelig slik at viktige deler av økosystemet i elva ikke blir permanent ødelagt. Anleggsområder som drenerer til Dokka bør sikres etter reguleringen slik at partikkeltransporten blir betydeligt redusert etter at vannføringsreduksjonen gjennomføres.

## 1. INNLEDNING

### 1.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Randsfjorden ble undersøkt av NIVA på slutten av 1960-tallet (Holtan 1970) og rundt 1980 (Faafeng et.al. 1979, 1981 og 1982). Dokka ble undersøkt av NIVA i 1977-78 (Lingsten 1981) og i 1986-87 (Faafeng et.al. 1987). Hovedkonklusjonen fra disse undersøkelsene beskrev Randsfjordens hovedvannmasser som næringsfattige med lav produksjon av planktonalger, men at det forekom lokal forurensning i enkelte områder. Konsentrasjonen av næringssalter i Dokka var generelt lav, men nedre del av elva var preget av økte mengder fekale indikatorbakterier fra bebyggelsen i Dokka og jordbruksområdene rundt. Etter at anleggsvirksomheten i forbindelse med Dokkaverkene startet opp, ble Dokka periodevis påvirket av betydelig mengder partikler fra tunnelspregninger og dambyggingen ved Dokkfløymagasinet og Kjølja.

Hovedhensikter med undersøkelsen i perioden 1988-92 er å:

- klarlegge hvilke effekter kraftutbyggingen i Dokkavassdraget har for vannkvaliteten i berørte deler av Dokka og Randsfjorden.
- følge utviklingen i Randsfjordens hovedvannmasser siden overvåkningsundersøkelsen i 1979-81
- registrere eventuelle regionale forskjeller i vannkvalitet i Randsfjordens vannmasser i områder med store bruksinteresser.

Av andre delmål som undersøkelsen tar sikte på å klarlegge kan nevnes:

- kvantifisering av næringssalt-transporten til Randsfjorden fra Dokka før og etter regulering. Dernest å registrere vannkvaliteten i utløpstunnelen fra Dokka kraftverk og beregne næringssalt-transporten når anlegget settes i drift.
- klarlegge eventuelle endringer i forurensingssituasjonen i den

delen av Dokka som får konsesjonsbetinget minstevannføring.

Randsfjordens og Dokka/Etna's nedbørfelter med stasjonsangivelser er gitt i fig.1 der det er også gitt en del morfometriske og hydrologiske data om Randsfjorden.

## 1.2 Måleprogram

Det samles inn vannkjemiske prøver fra 3 stasjoner i Dokka, og en i Etna månedlig i den isfri delen av året (fig.1). Den nederste stasjonen i Dokka (Kolbjørnshus) måles ukentlig. Prøvene analyseres m.h.p. tot.P, tot.N,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ , turb, pH, alk, farge og ledn.evne. I 1989 måles kun stasjonen ved Kolbjørnshus. På de samme stasjonene undersøkes begroings situasjonen på høstparten hvert år.

Fra det øyeblikk som Dokka-kraftverk settes igang måles vannkvaliteten i utløpstunnelen etter samme program og hyppighet som for stasjonen ved Kolbjørnshus.

Randsfjorden undersøkes på 6 stasjoner (se fig.1) m.h.p. planteplankton, klorofyll og fekal indikatorbakterier. Dyreplankton undersøkes på st.1 og 2. Prøvetakningsfrekvensen er 8 ganger i produksjonsesongen (juni-oktober). Den kjemiske vannkvaliteten undersøkes som blandprøven 0-10m m.h.p. ledn.evne, pH, alk, turb, farge, tot.P, tot.N,  $\text{NO}_3$  og silisium.

Undersøkelsen skal gjennomføres i perioden 1988-1991.

## Randsfjorden og Dokka

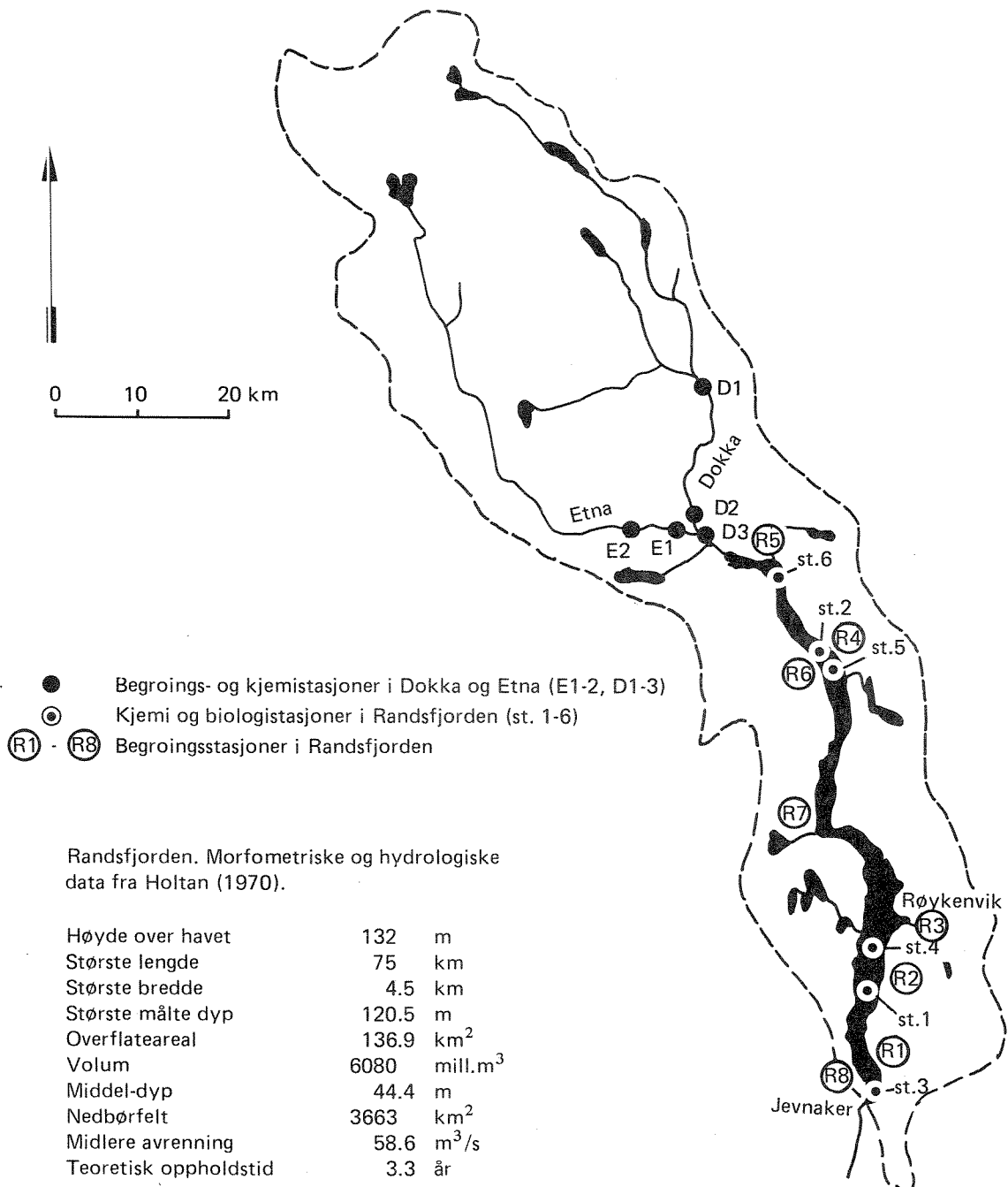


Fig.1 Randsfjorden og Dokka/Etna's nedbørfelter med stasjonsplassering for undersøkelsen i 1988.

## 2. RESULTATER

### 2.1. Randsfjorden

#### 2.1.1 Vannkjemi

Resultatene av de vannkjemiske undersøkelsene er gitt i fig.2, 3 og 4.

Fosfor er det næringssaltet som begrenser algeveksten i innsjøen. Konsentrasjonen varierte mellom 6 og 8 µg/l i Randsfjordens hovedvannmasser. Det er en tendens til noe høyere verdier i Flubergfjorden som har sammenheng med partikkelbelastningen fra Dokka. Konsentrasjonen er såvidt lave at de ikke gir grunnlag for betydelig algevekst i noen deler av innsjøens hovedvannmasser. Verdiene var på samme nivå som ved de tidligere undersøkelsene. Det synes derfor ikke å være noen utviklingstrend mot høyere verdier de siste 7-8 årene. Undersøkelsen over de kommende 3 år vil gi svar på om dette bildet endrer seg etter at Dokka-verkene settes igang.

Konsentrasjonen av nitrogenforbindelser øker sydover i innsjøen. Dette gjelder både nitrat og total nitrogen. Dette har sammenheng med den økte landbruksaktiviteten og befolkningsmengden i områdene rundt den sydligste delen av innsjøen. Nitratavtaket i produksjonsperioden var beskjedent som følge av at algeproduksjonen var relativt liten.

Silikat er et annet viktig næringssalt spesielt for kiselalgene. I mange forurensende innsjøer blir innslaget av kiselalger stort i sommerperioden og silikat-konsentrasjonen avtar betydelig i overflateskiktet. I Randsfjorden var silikat-konsentrasjonen relativt stabil (2,3 -3,6 mg/l) og viste intet markert avtak i produksjonsesongen. Dette viser at innslaget av kiselalger i planktonet var lite noe som også ble dokumentert ved algetellingene.

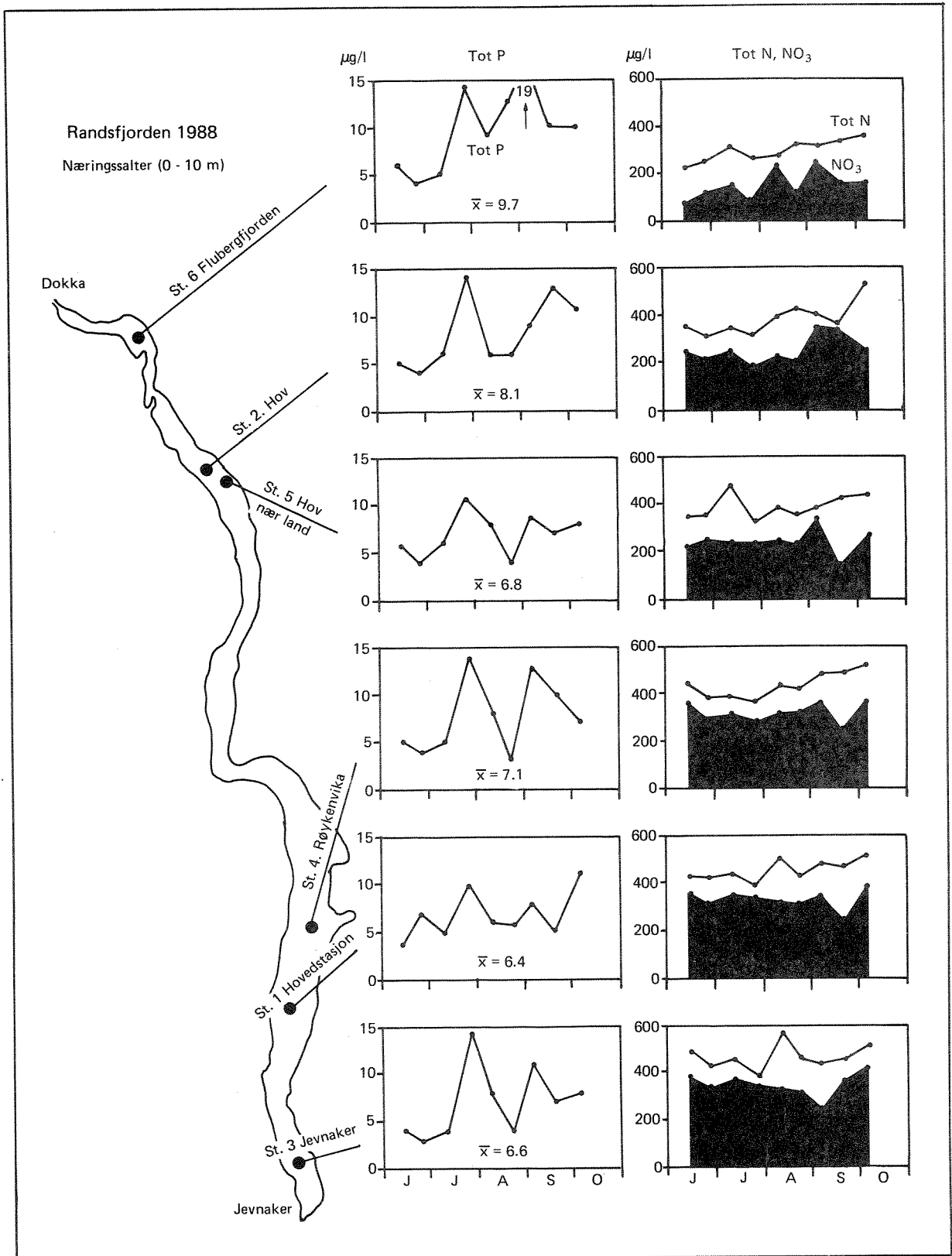


Fig.2 Konsentrasjonen av næringsalter på ulike stasjoner i Randsfjorden i vekstperioden 1988 (blandprøve 0-10m)

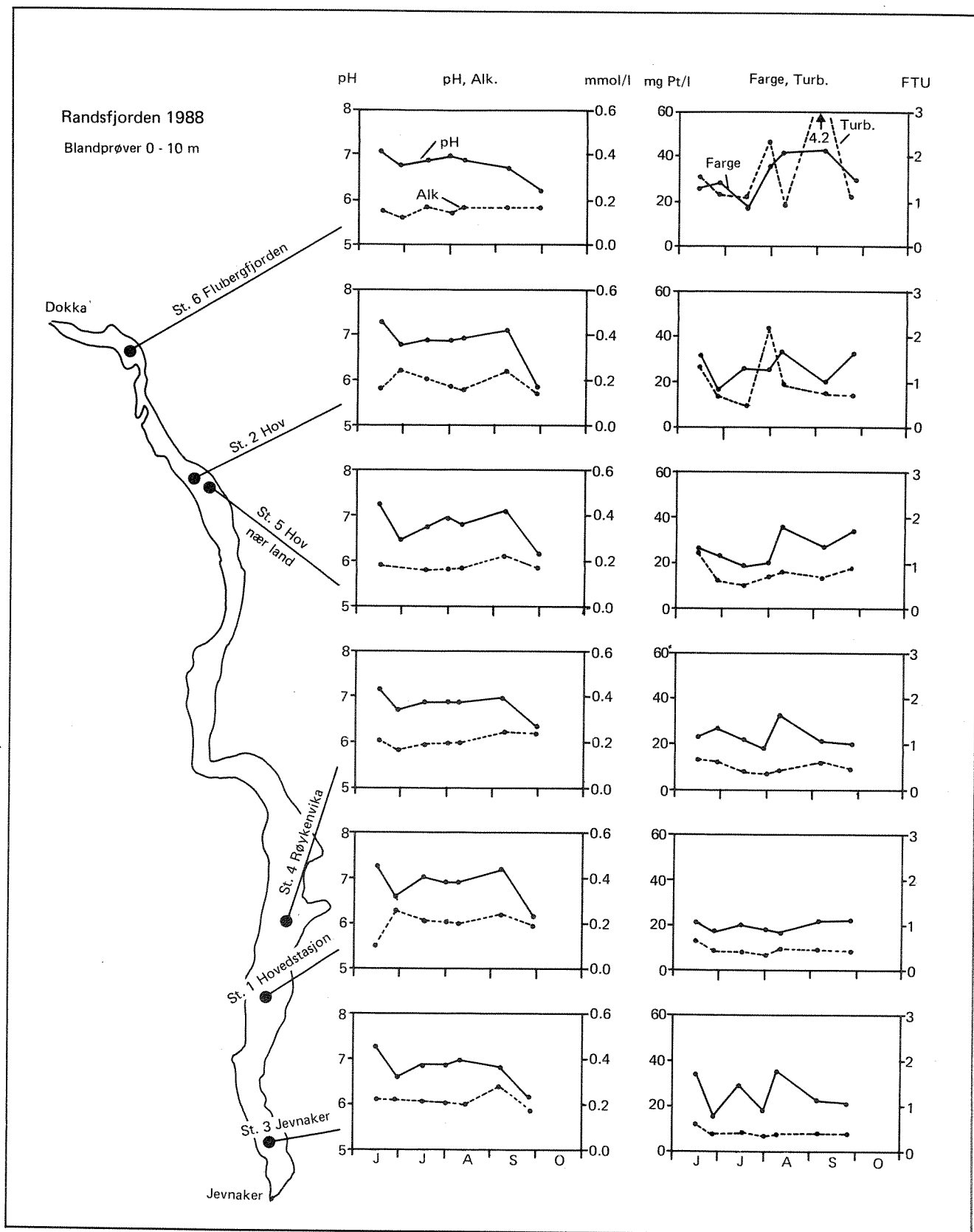


Fig.3 Surhetsgrad, bufferevne, turbiditet og farge på ulike stasjoner i Randsfjorden i vekstsesongen 1988 (blandprøver 0-10 m).

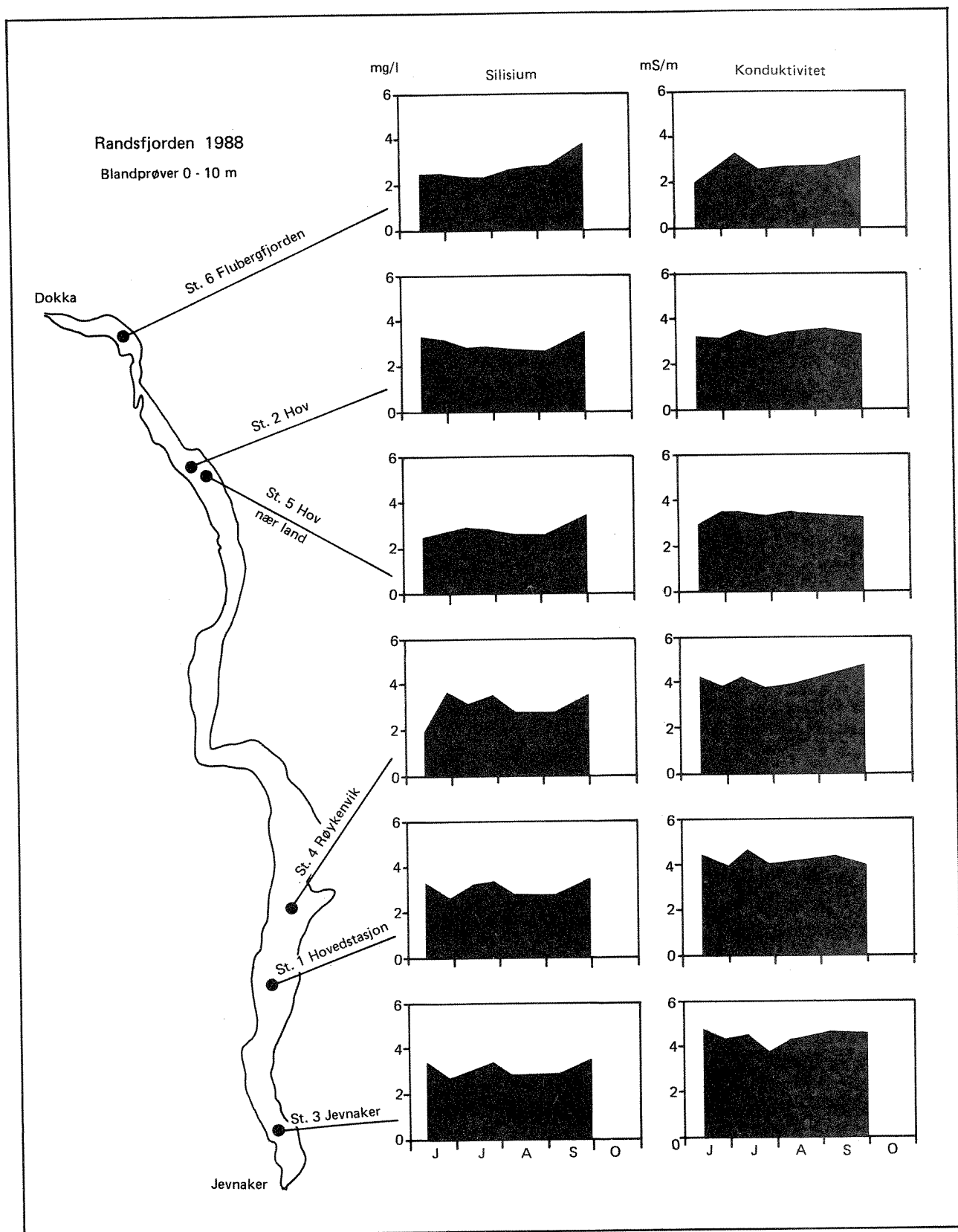


Fig.4 Konsentrasjonen av silikat og ledningsevne på ulike stasjoner i Randsfjorden i vekstsesongen 1988. Blandprøver 0-10m.



Surhetsgraden (pH) lå nær nøytralpunktet i hele innsjøen over største delen av sesongen, men i forbindelse med den store nedbøraktiviteten på høsten sank pH ned mot 6 i de øvre vannlag. Alkalitetsverdiene viser at innsjøen har en liten til moderat evne til å motstå pH-endringer ved tilførsel av surt vann.

Den nordlige delen av innsjøen har gjennomgående høyere verdier for turbiditet og farge. Dette viser at partikkeltransporten i Dokka sammen med avvanningen av myrområdene i nedbørfeltets nordlige del setter sitt preg på vannmassene i Randsfjordens nordligste del. Mest påvirket var Flubergfjorden som tidvis hadde såvidt høge turbiditetsverdier at vannkvaliteten kan karakteriseres som betenkelig. Den økte partikkeltransporten i forbindelse med anleggsvirksomheten i Dokkaverkene er hovedårsaken til dette.

#### 2.1.2. Planteplankton

Planteplanktonmengden kan måles med to ulike metoder.

Klorofyll-konsentrasjonen er den enkleste måten. Den baserer seg på at en viss andel av algene inneholder klorofyll. Selv om denne andelen varierer noe for de ulike algegruppene gir metoden et brukbart mål på den totale planteplanktonmengden på en enkel måte. Resultatene fra disse målingene i 1988 er vist i fig.5 og tidsutviklingen i fig.7.

Den andre metoden er mer omfattende og baseres på identifikasjon i mikroskop og telling av antallet celler. Volumet av de ulike arter blir beregnet og følgelig også for hele planteplanktonsamfunnet. Fordelene med denne metoden er at den er mer nøyaktig og gir mulighet for å beregne andelen av de ulike planktongruppene. Resultatene fra disse registreringene i 1988 er vist i fig.6 og artslistene er gitt i vedlegget.

Middelverdien av mengden planteplankton i de ulike områdene av Randsfjorden viste svært små regionale forskjeller i 1988. Mengdene kan betegnes som lave og variasjonene små slik at vannkvaliteten kan klassifiseres som akseptabel på samtlige stasjoner. Algesamfunnet besto hovedsakelig av algegrupper som Crysophyceae (gullalger) og Cryptophyceae med et visst innslag

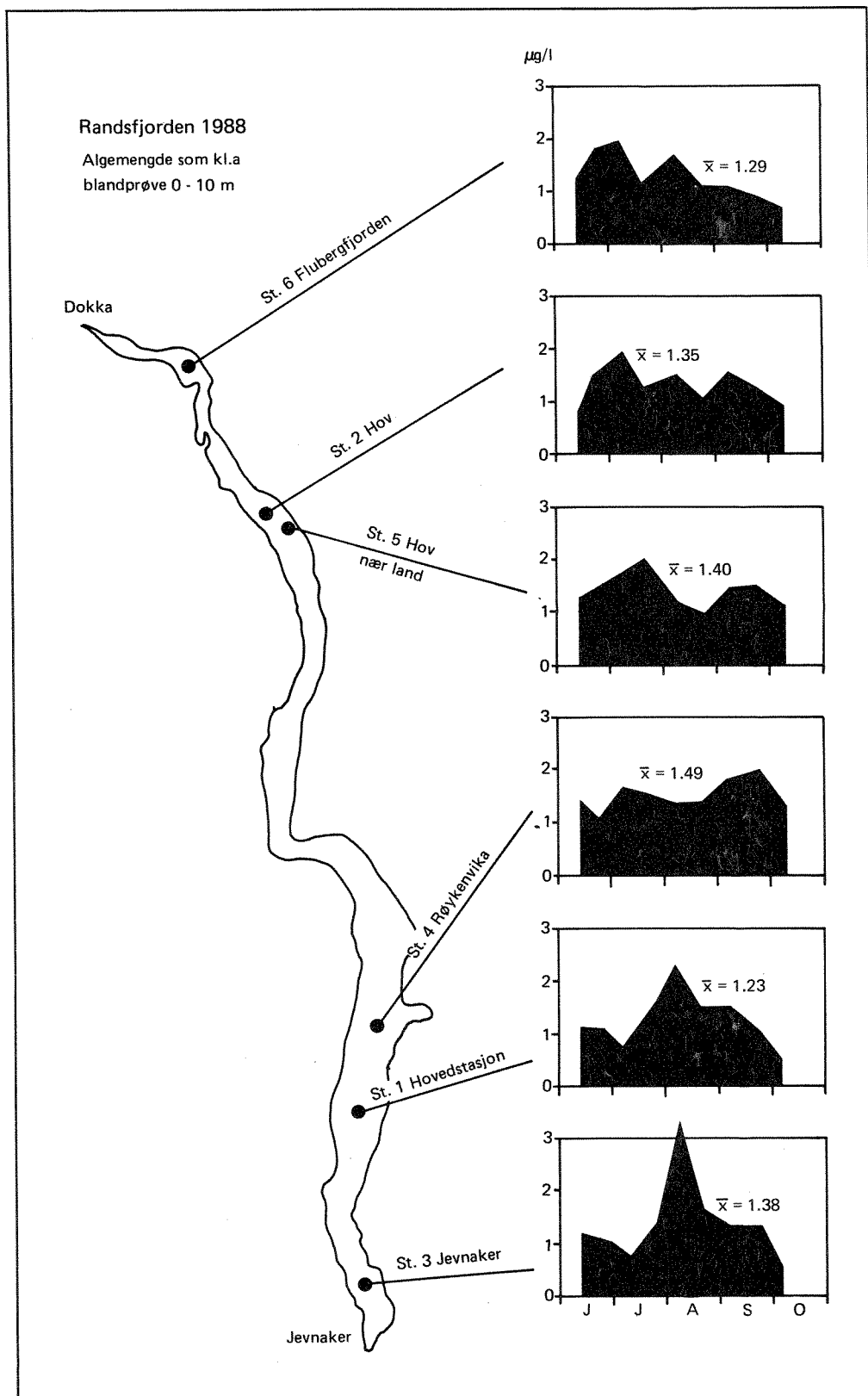


Fig.5 Klorofyll a-konsentrasjonen i Randsfjorden 1988 (blandprøver 0-10m). Middelerdien for vekstsesongen er også gitt.

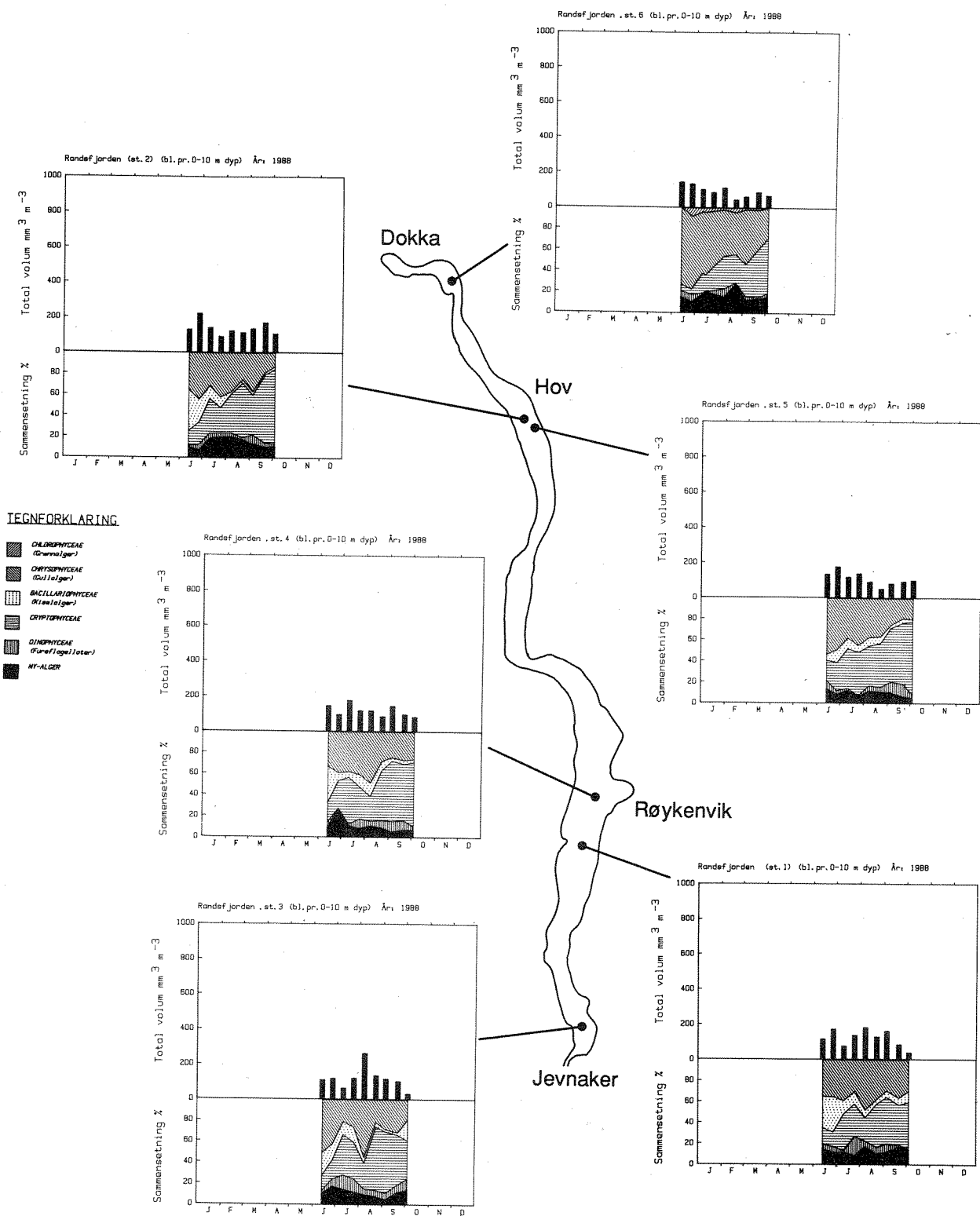


Fig.6 Variasjon i totalvolum og sammensetning av planteplankton i ulike deler av Randsfjorden i 1988. Blandprøver 0-10m.

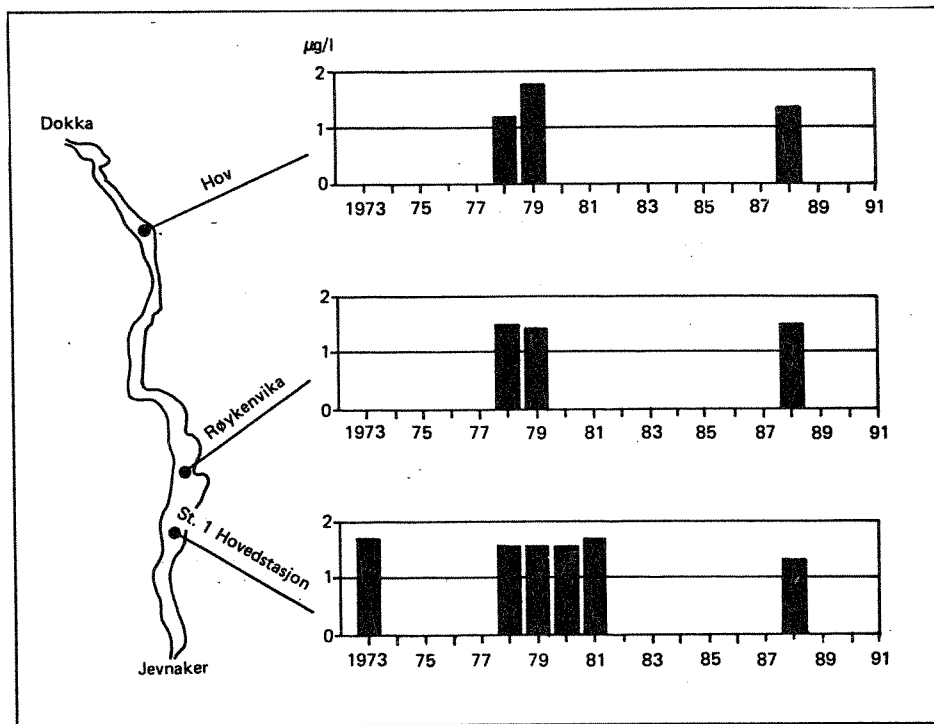


Fig.7 Tidsutviklingen i middelkonsentrasjonen av klorofyll  $a$  0-10m, 1.juni-31.okt.i Randsfjorden.

av kiselalger. Ingen spesielle arter skilte seg ut, men ulike chrysomonader sammen med gullalgene *Rhodomonas lacustris* (+v. nannoplantica) og *Cryptomonas* spp. samt kiselalgen *Tabellaria fenestrata* var de vanligste artene. Denne sammensetningen av planteplanktonet er typisk for store innsjøer i Østlandsregionen som er lite til moderat påvirket av næringssaltforurensninger.

Utviklingen fra tidligere undersøkelser er vist i fig.7. Det er de tre områdene utenfor Hov, utenfor Røykenvika og på hovedstasjonen ved Grymyr som gir muligheter for en tidsanalyse. Konsentrasjonen av planteplankton målt som middelvei over vekstsesongen synes ikke å ha endret seg signifikant de siste 10 årene. Et lite forbehold må tas da de meteorologiske forhold i 1988 var meget spesielle med store nedbørmengder i visse perioder i vekstsesongen. De følgende tre års undersøkelser vil gi et statistisk godt materiale for diskusjon av tidsutviklingen.

### 2.1.3. Zooplankton

Zooplanktonbiomassen for de ulike artene under vekstsesongen er vist i fig.8. Undersøkelsen omfatter sjiktet 0-20m som vanligvis utgjør ca 65% av biomassen i sjiktet 0-50m i slike dype innsjøer målt som middel over vekstsesongen (Rognerud & Kjellberg 1984). Primærdata er gitt i vedlegget.

Zooplanktonbiomassen under vekstsesongen juni-oktober var dominert av arten Eudiaptomus gracilis i den sydligste delen av innsjøen, mens betydningen av vannloppen Daphnia cristata økte nordover mot dominans i biomassen i Flubergfjorden.

Totalbiomassen var størst utenfor Hov (st.2) der verdien i gjennomsnitt over sesongen var dobbelt så stor som på de andre stasjonene. Årsaken til dette var at Hov-stasjonen hadde betydelig innslag av begge de overnevnte artene mens bare en dominerte ved de andre to stasjonene.

Andre forskjeller på artsnivå var et noe større innslag av Daphnia galeata og Mesocyclops leuckarti i den sydligere delen av innsjøen. Forøvrig var det små regionale forskjeller i biomassen av de resterende artene Holopedium gibberum, Bosmina longispina og Heterocope appendiculata. Spredte observasjoner ble også gjort av Limnocalanus macrurus, Polyphemus pediculus og Cyclops abyssorum. Biomassen av dyreplankton i Randsfjorden var relativt lav og dette samme med artssammensetningen viser at Randsfjorden er en næringsfattig eller oligotrof innsjø.

Tidligere undersøkelser av zooplankton i Randsfjorden har ikke lagt vekt på det kvantitative aspektet slik at en direkte sammeligning er vanskelig å gjennomføre. På bakgrunn av artsanalyser og mengder i hovtrekk kan det imidlertid slås fast at det er de samme artene som finnes nå som tidligere. Dessuten har det relative forholdet mellom antall individer av de ulike artene ikke endret seg nevneverdig de siste 10 årene. Dette støtter andre konklusjoner i denne rapporten om at betydelige endringer i vannkvaliteten ikke har funnet sted i Randsfjordens vannmasser i 1980 årene.

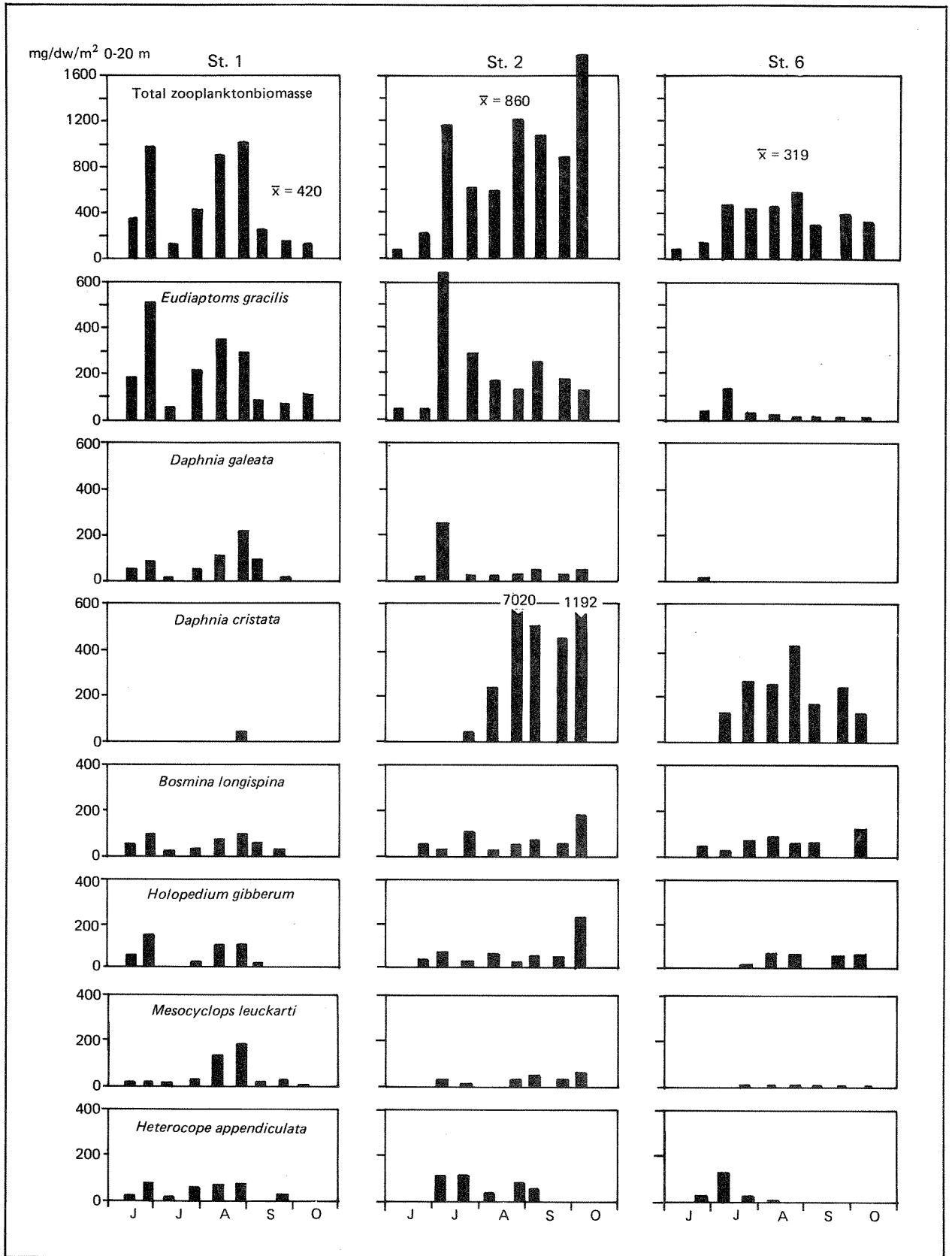


Fig.8 Zooplanktonbiomassen i Randsfjorden i 1988.

Det synes derfor også rimelig å anta at de observasjoner som ble gjort over zooplanktonet i Randsfjorden i 1988 vil være et brukbart utgangspunkt for å vurdere eventuelle effekter som Dokka-reguleringen vil få på vannkvaliteten og videre på dyreplanktonet både på arts- og biomassenivå.

#### 2.1.4 Begroing

Begroing er en fellesbetegnelse for alger, moser, sopp og bakterier som er festet på bunnen. Begroingen spiller stor rolle ved opptak og omsetning av løste næringssalter og lett nedbrytbart organisk stoff. Ved å være bundet til et voksested vil begroingen avspeile voksestedets fysiske/kjemiske karakter og integrere denne påvirkningen over tid.

Ved feltobservasjonen innsamles ulike begroingstyper (begroings-elementer) hver for seg og mengdemessig forekomst av hvert element angis visuelt i form av dekningsgrad. Dekningsgraden vurderes subjektivt ut fra hvor stor prosentdel av bunnen som dekkes av hvert element. Skalaen som benyttes er logaritmisk:

5.	100-50%	av observert bunnareal dekket
4.	50-25%	----- " -----
3.	25-12%	----- " -----
2.	12-5 %	----- " -----
1.	< 5%	----- " -----

Til undersøkelse av kiselalgesamfunnet børstes 10 tilfeldig valgte stener rene for begroing. Materialet fra alle stenene blandes og delprøve tas ut.

Det innsamlede materiale fikseres i formalin og bringes til laboratoriet for videre analyse. Begroingsprøvene undersøkes i mikroskop. Organismene identifiseres så langt mulig, fortrinnsvis til art. Hver arts mengdemessige betydning innen begroingselementet bedømmes etter følgende skala:

- XXX = tallrik
- XX = vanlig
- X = få eksemplarer

Det ble samlet inn prøver fra 8 stasjoner (R1-R8) i Randsfjorden. Artslistene og mengdeangivelser er gitt i vedlegget og stasjonsangivelse i fig.1. Et kort sammendrag av observasjonene gis som følgende:

#### R1 Sløvika

Substrat av sand og mellomstore stein. Begroing var dominert av kiselalger. Rentvannsformer som grønnalgen Binuclearia tectorum, Bulbochaete sp. og Mougeotia sp. (6-8u bred) var tilstede i små mengder.

#### R2 Jøvika på Tønnerudtangen.

Substrat av mellomstore stein. Blågrønnalgen Tolypothrix distorta dominerte begroingen. Grønnalgen Spirogyra sp. (29-32 u bred) vokste som et grønt sløraktig belegg over mange av stenene. Rentvannsformene Bulbochaete sp. og Binuclearia tectorum var tilstede.

#### R3 Røyenvika, utenfor badeplass ved tange sør i vika.

Substrat av mellomstore stein, eksponert område. Begroingen var dominert av forskjellige kiselalger. Spirogyra sp. (29-32u bred) vokste noe ujevnt fordelt. Rentvannsformene Bulbochaete sp. og Mougeotia sp. (6-8u bred) var tilstede.

#### R4 Søndre Land, ved brygge i enden av Fjordveien.

Substrat av store og mellomstore stein, eksponert område. Begroingen var dominert av forskjellige kiselalger. Nær bryggen var det en del trådformet begroing av grønnalgen Spirogyra sp. (29-32u bred). Blågrønnalgen Phormidium sp. (6-7u bred) dannet et skorpeformet belegg på stenen. Typiske rentvannsformer ble ikke observert.

#### R5 Odnes st. I området ved trevarefabrikk og utløp fra kraftverket.

Substrat av sand, mudder og mellomstore stein. Stasjonen var dårlig egnet for innsamling av begroing. Det ble tatt en prøve som bestod i avskrap fra sten. Prøven var dominert av forskjellige kiselalger. Rentvannsformer ble ikke funnet.



Forekomsten av blågrønnalgen Oscillatoria splendida som indikerer god tilgang på plantenæringssalter, var tilstede.

R6 Engelia, ved båtplassen.

Substrat av mellomstore stein. Forskjellige kiselalger dominerte begroingen. Spirogyra sp. (29-32u bred) vokste som et tynt grønt slør nær land. Rentvannsformer som Bulbochaete sp., Mougeotia spp. og Zygnema b var tilstede. Blågrønnalgen Phormidium sp. (4-6u bred) dannet et svart skorpeformet belegg på mange av stenene.

R7 Bjoneroa, ved båtrampe sør for Bjoneroa.

Substrat av store og mellomstore stein. Begroingen var dominert av grønnalgen Bulbochaete sp. som er rentvannsindikator. Bålgrønnalgen Stigonema mamillosum (rentvannsform) var tilstede.

R8 Brørby (nær Jevnaker) tange i enden av liten vei v. sandtak.

Substrat av mellomstore stein og sand. Begroingen var dominert av forskjellige kiselalger. Rentvannsindikatorer Bulbochaete sp. var tilstede.

En skjematisk sammenfatning er som følger:

Stasjon	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Rentvannsformer	x	x	x	-		x	x	x
Forurensnings indikatorer					x			

Som en konklusjon på undersøkelsene i 1988 kan en si at strendene langs Randsfjorden generelt var lite forurenset av næringssalter og organisk stoff, men at enkelte områder i den nordlige delen fra Hov og inn i Flubergfjorden var moderat forurenset med innslag av forurensningsindikatorer.

### 2.1.5 Fekale indikatorbakterier.

Forekomsten av fekale indikatorbakterier (=termostabile koliforme bakterier) på 1m's dyp på 6 stasjoner under vekstperioden er vist i fig.9.

Fekale indikatorbakterier er et følsomt mål når det gjelder påvisning av kloakk og utsig fra husdyrgjødsel.

I juni og halve juli var det liten forurensning i Randsfjorden, men med de økte nedbørmengdene fra midten av juli og ut september var innsjøene preget av en moderat til stor forurensning av fekale indikatorbakterier. Markert til stor forurensningsgrad ble registrert spesielt i den nordlige delen og utenfor Røykenvika. Dette forløpet har sammenheng med den store arealavrenning og antagelig en god del lekkasjer i kloakknettene i tettstedene.

Med bakgrunn i observasjonene i 1988 kan Randsfjorden generelt sies å være lite til moderat forurenset av fekale indikatorbakterier, men under lengre regnperioder ble deler av innsjøen utenfor de større tilløpene markert forurenset.

### 2.2. Dokka

Undersøkelsene i Dokka i 1988 var delt i 3 områder med delvis ulik målsetning.

1. Ukentlige målinger av næringssalter ved Kolbjørnshus skal gi bakgrunnsdata for beregninger av Dokka's årlige næringssaltbelastning av Randsfjorden før regulering. Det ble også foretatt ukentlige målinger av partikkelmengden for å få et begrep om effektene av anleggsvirksomheten i forbindelse med dambygging ved Dokkfløy og Kjøljua samt tunnelspregninger.
2. I perioden juni-oktober ble det gjort kjemiske målinger ved 3 stasjoner i Dokka og en i Etna for å sammenligne utviklingen i vannkvaliteten nedover i vassdraget under vekstsesongen.

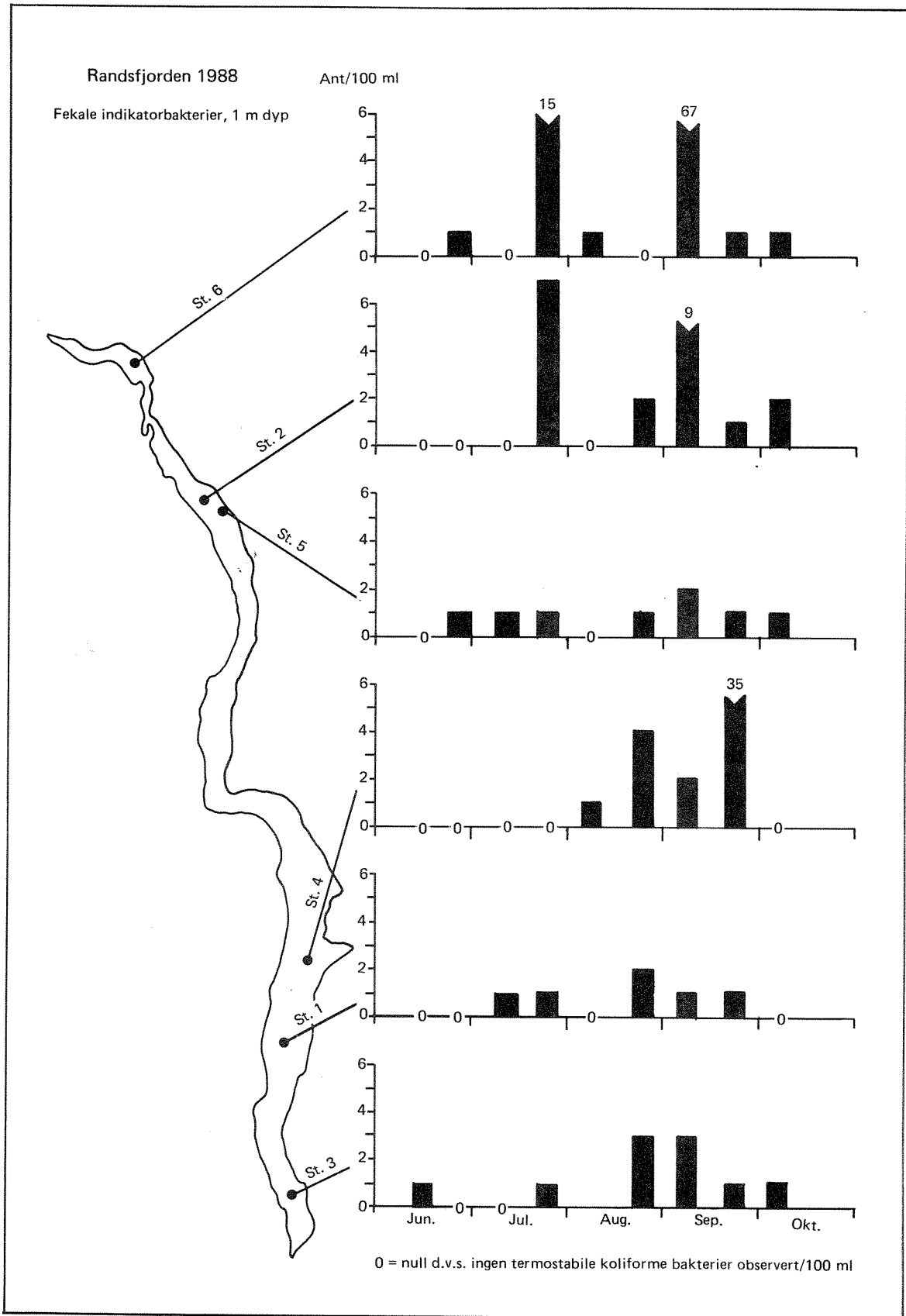


Fig.9 Mengden fekale indikatorbakterier (termotabile koliforme) på 1 m's dyp i Randsfjorden i 1988.

3. Forurensnings situasjonen med hensyn til næringssalter ble estimert ved en undersøkelse av begroing på ulike stasjoner på ettersommeren.

### 2.2.1. Næringssalter og partikkelkonsentrasjon ved Kolbjørnshus.

Turbiditetsmålingene i 1988 er vist sammen med spredte målinger fra 1986 og 1987 i fig.10. Fra april til desember 1988 ble det registrert en betenkelig vannkvalitet med hensyn til partikkeltransport ved 8 tidsperioder og direkte dårlig vannkvalitet i forbindelse med de store vannføringene i mai og juni. Både høsten 1986 og våren 1987 ble det registrert høge turbiditetsverdier med følgende dårlig vannkvalitet i perioder med høg vannføring.

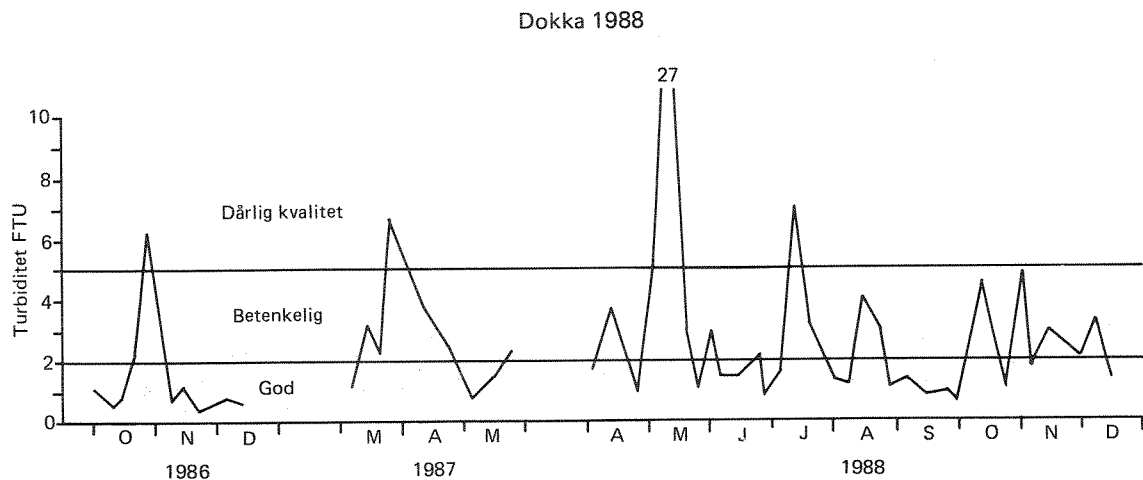


Fig.10 Turbiditetsmålinger (FTU) ved Kolbjørnshus i 1988. Noen observasjoner fra 1986 og 1987 er også vist. Grensene for vannkvalitetsklassene er også vist.

Konsentrasjonen av partikulært materiale er vist i fig.11. Ved flere observasjoner i løpet av året ble det registrert høge konsentrasjoner av partikulært materiale som kan forventes å ha betydning for fisk og bunndyr i elva. Ved tre tilfeller i mai, august og desember var konsentrasjonene meget høge (8-15 mg/l) som har ført til betydelige forstyrrelser i elva's økosystem.

Det er verdt å merke seg at hoveddelen av det partikulære materiale består av uorganisk materiale som i hovedsak stammer fra erosjon av landjord og tunnelsprengninger.

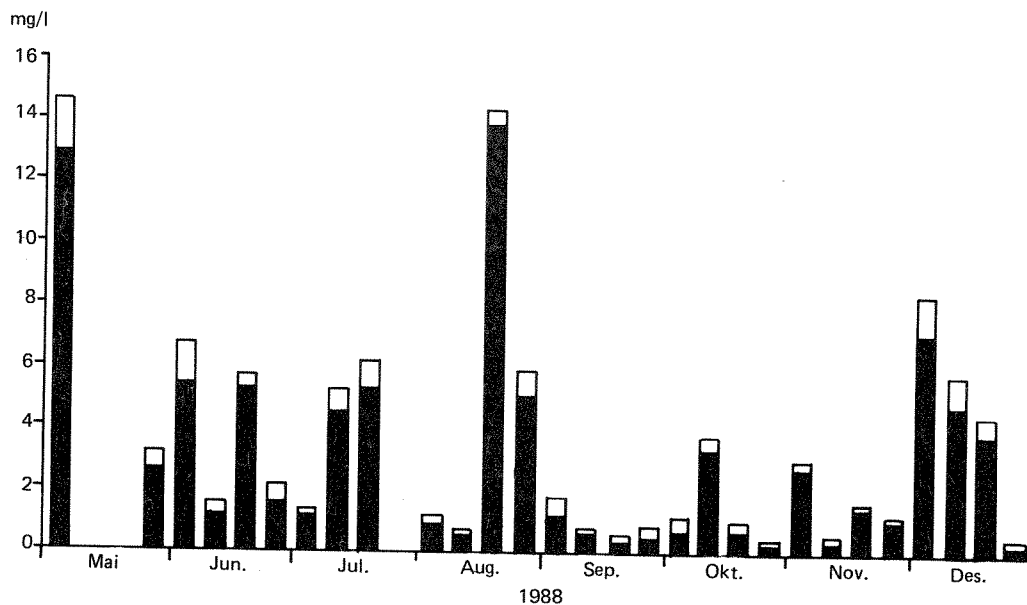


Fig.11 Konsentrasjonen av partikulære materiale (PM) og den uorganiske andelen (=PUM, svart) i Dokka ved Kolbjørnshus i 1988.

Den 3/5-88 gjorde vi en befarings av Dokka fra Dokkfløymagasinet og ned til Randsfjorden. Ved dette tidspunktet var det også at de høyeste målingene av partikkulært materiale ble gjort ved Kolbjørnshus. I feltboka står følgende:

"Like før Dokkfløydammen er elva brungrå på grunn av stor moreneavdekking i området rundt dammen. Nedenfor dammen er det diesellukt av vannet og stedvis oljefilm og betydelig stofftransport. Ved Torpa kraftverk fører tunneldriften til at blågrått prossesvann med olje/fettrester renner direkte ut i Dokka via et "sedimentasjonsbasseng" som er altfor lite og uten virkning. Prossesvannet er blågrått av farge og setter sitt tydelige preg på Dokka som er brungrå før samløpet som følge av aktiviteten ved Dokkfløydammen. Ved Torpa bru er turbiditeten meget høy og en nedsenket skive forsvinner 5-6 cm under overflaten. Nedstrøms Kjølja og ved Dokka sentrum er turbiditeten avtatt noe p.g.a. tilrenning av mindre turbid vann fra Synna, Kjølja og til sist Etna".

Så langt fra feltobservasjonene. Prøveuttak som ble gjort under denne befaringsen viste konsentrasjoner av partikulært materiale (PM) på 30 mg/l ved Dokkfløydammen og 40 mg/l ved Torpa bru. Den nedre del av elva hadde verdier fra 15-20 mg/l. Over 95% av PM besto av uorganisk materiale fra erosjon p.g.a. dambygging og tunnelsprengning.

LFI's undersøkelser av bunnfauna og fiskefauna i Dokka har vist at begge deler var berørt av den høye turbiditeten (Brabrand et.al. 1989).

For bunndyrenes vedkommende førte økt turbiditet og tilslamming til store endringer i sammensetningen. Døgnfluenes antall ble redusert, mens fåbørstemark og fjærmygg økte. Da de fleste fåbørstemark og fjærmygg er små førte denne endringen antagelig til en nedgang i biomassen. Økt dødelighet av ørretunger som følge av tilslamming ga mindre tettheter i nedre deler av Dokka. LFI's undersøkelser var vesentlig var konsentrert rundt nedre deler av Dokka. Det synes imidlertid innlysende at enda større effekter må forventes i Dokka nedstrøms Torpa kraftverk og nedenfor Dokkfløy. Prossesvann fra sprengningsarbeider i

forbindelse med Forsvarets forhåndslagringshaller i Trøndelag hadde drastiske konsekvenser for økosystemet i den berørte elvestrekningen (Jacobsen et.al. 1987) Lignende effekter må også forventes å ha gjort seg gjeldende på spesielt utsatte steder i Dokka.

Beregninger av næringssalt-transporten i Dokka er vist i fig.12. De høyeste verdiene for både nitrogenforbindelser og totalfosfor ble registrert i mai da elva transporterte ca. halvparten av den årlige transport av disse forbindelsene. Beregnede verdier er gitt i tab.1.

Tab.1 Årlige transporter og volumveide middelverdier ved Kolbjørnshus.

	tonn/år	ug/l
tot.P	17.9	10.6
tot.N	627	370
NO <sub>3</sub>	258	152
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	28	16.8

Utviklingen i de månedlige middelverdiene viser at nitrogenforbindelsene var lavest under vekstsesongen der de løste forbindelsene NO<sub>3</sub> og NH<sub>4</sub><sup>+</sup> får lave verdier som følge av opptak i vegetasjonen i nedbørfeltet og i elveleiet. Verdiene for totalfosfor derimot er høgest i vekstsesongen. Størstedelen av dette fosforet er partikulært fosfor som transporteres til elva i forbindelse med perioder med høg arealavrenning fra jordbruksområder og tettsteder samt utette kloakkledninger.

## Dokka - Kolbjørnshus

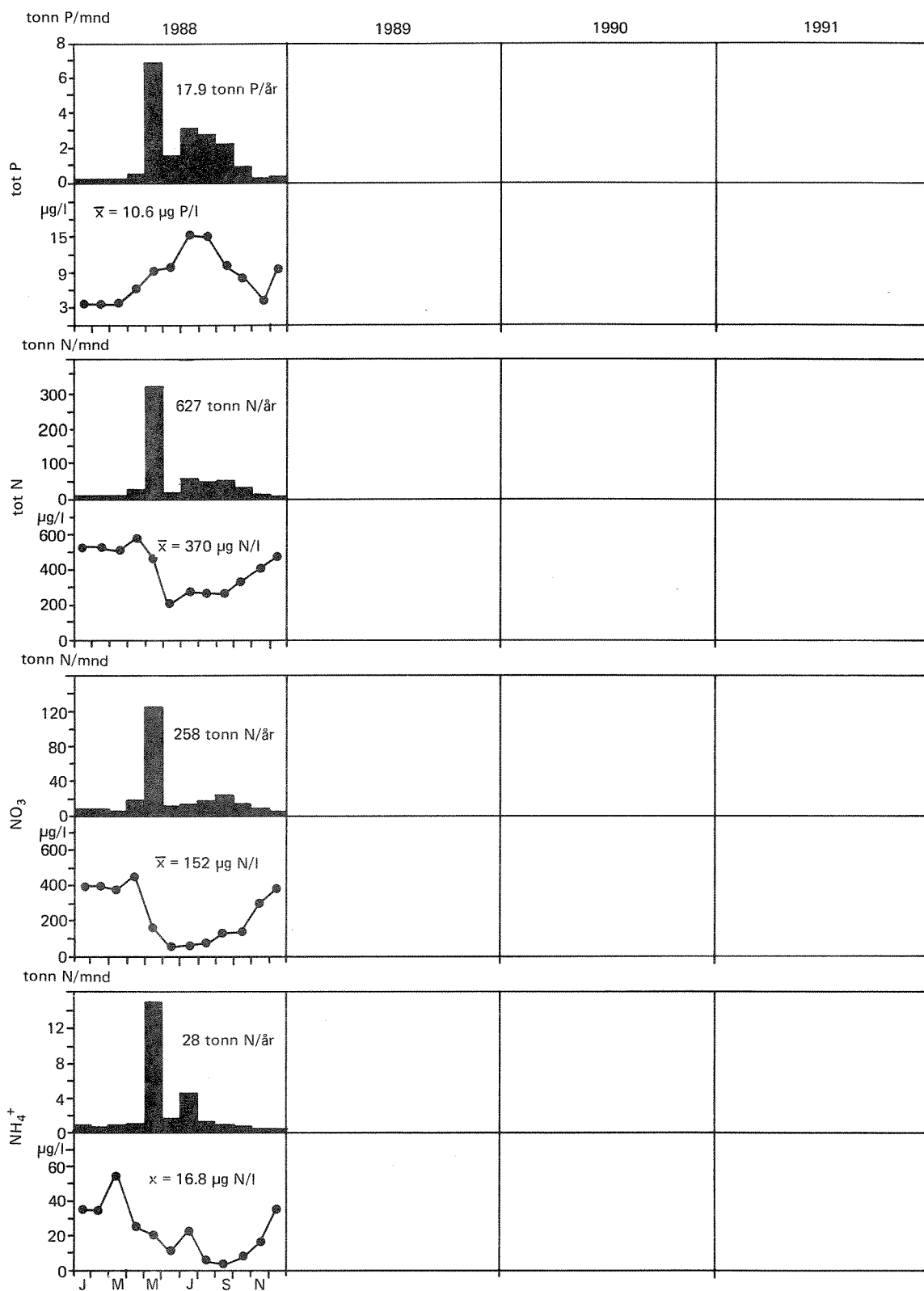


Fig.12 Næringssaltkonsentrasjoner og transporter i Dokka ved Kolbjørnshus i 1988.



### 2.2.2 Regionale forskjeller i vannkvaliteten i Dokka's nedbørfelt.

Variasjonene i konsentrasjonene av næringssalter og endel andre parametre ved 3 stasjoner i Dokka og en i Etna i vekstsesongen i 1988 er vist i fig.13.

Generelt var det små forskjeller på vannkvaliteten i Dokka og Etna bortsett fra turbiditeten som var høyere i Dokka som en følge av anleggsvirksomheten i forbindelse med Dokkaverkene. Dokka har også et noe høyere innhold av næringssalter som sannsynligvis har samme årsak. Forøvrig kan vannet karakteriseres som bløtt, nøytralt og liten til moderat evne til å motstå forsurening ved tilførsel av surt vann.

### 2.2.3. Begroingsundersøkelse på Dokka og Etna.

Begroingssamfunnet ble studert ved de samme stasjonene som nevnt under de kjemiske undersøkelser gitt i kap. 2.2.2. I tillegg ble en stasjon i Etna ved Øyom bru undersøkt (se fig.13). Detaljerte artslistene er gitt i vedlegget. Befaringen ble foretatt på ettersommeren og forholdene ved de ulike stasjonene kan kort beskrives på følgende måte:

#### Stasjon E1, Etna v. Dokka sentrum før samløp m. Dokka.

Prøvene ble tatt ved gammel hengebru nær Dokka sentrum. Stilleflytende parti med substrat av mudder og mellomstore stein. Høy vannstand. Begroing var dominert av rødalgen Batrachospermum sp.. Rentvannsalgen Bulbochaete sp. var tilstede. Bakterien Sphaerotilus natans ble observert.

#### Stasjon E2 Etna v. Øyom bru

Substrat av mellomstore stein. Jevnt hurtigstrømmende vann. Ingen synlig begroing av betydning. Rentvannsformer som grønnalgen Zygnema b og Bolbochaete sp. samt blågrønnalgene Cyanophanon mirabile og Stigonema mamillosum var tilstede.

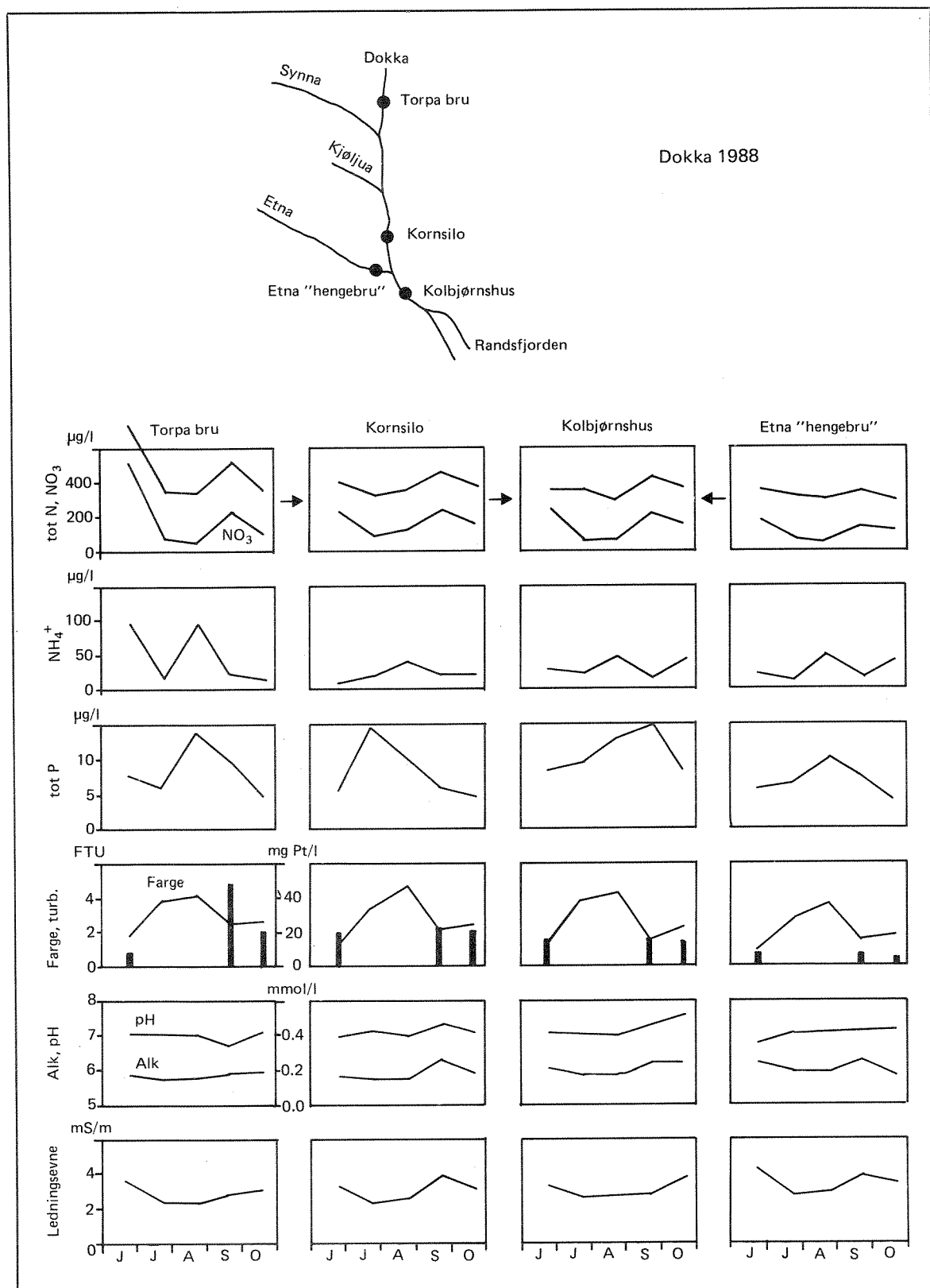


Fig.13 Kjemisk/fysiske målinger i Dokka og Etna's nedbørfelt i vekstperioden 1988.

Stasjon D1 Dokka v. Grønvoll bru ved nedlagt sagbruk.

Substrat av fjell og store stein. Svært turbid vann, høy vannstand og kraftig stryk gjorde det umulig å komme ut til eventuell begroing. Det ble tatt avbørste fra stein. Svakt utviklet begroing - få arter, lite representativ prøve.

Stasjon D2 Dokka v. kornsilo

Substrat av store stener. Kraftig strykende parti. Svært turbid vann og relativt stor vannføring og høy vannstand gjorde prøvetagningen vanskelig. Begroingen var dominert av grønnalgen Ulothrix zonata, store mengder av denne algen kan indikere økt tilgang på plantenæringssalter. Bakterier Sphaerotilus natans ble observert. Typiske rentvannsformer ble ikke funnet.

Stasjon D3 etter samløp Dokka, Etna

Substrat av store og mellomstore stener. Jevnt strykende vann. Begroingen var dominert av Ulothrix zonata. Blågrønnalgen Phormidium sp. (6-7 u bred) dannet et mørkt belegg på de fleste stenene. Kiselalgen Didymosiphonia geminata vokste noe ujevnt fordelt. Typiske rentvannsformer ble ikke funnet. Etna var moderat påvirket av næringssalter før samløpet med Dokka, men elva var lite forurenset lenger opp ved Øyom bru. Fra-været av rentvannsindikatorer og forekomsten av bakterien Sphaerotilus natans gjør at Dokka må karakteriseres som moderat påvirket av næringssalter. Forurensningseffektene av næringssaltutslipp fra menneskelig aktivitet ble mindre enn vanlig i Dokka i 1988 på grunn av unormalt stor turbiditet. Det kan derfor forventes en forsterket effekt av næringssaltforurensningen når anleggsarbeidet er ferdig og turbiditeten ventelig avtar. I tillegg kommer effekten av en nedsatt vannføring etter reguleringen.

## LITTERATURLISTE

- Brabrand et.al. 1989 Konesjonsbetingede undersøkelser i Dokkavassdraget: Bunndyr, tetthet av ørretunger og livssyklusstudier av strømsik, Oppland fylke. LFI-rapport nr.110.
- Faafeng et. al. 1979 Randsfjorden 1979. Årsrapport. NIVA O-78014
- Faafeng et.al. 1981 Randsfjorden. Vurdering av innsjøens status 1978-80 og betydning av planlagt reguleringer i Etna og Dokka. Hovedrapport NIVA 78014
- Faafeng et.al. 1982 Rutineovervåkning av Randsfjorden 1981. NIVA O-8000215
- Faafeng et.al. 1987 Slamtransport i Dokka og nordre del av Randsfjorden høsten 1986 - våren 1987. NIVA O-86206
- Holtan 1970 Randsfjorden - en limnologisk undersøkelse 1967-68 (NIVA O-15/64)
- Jacobsen et.al 1987 Anleggsvirksomhet - fiskedød NIVA-rapport O-87114
- Lingsten, 1981 Dokka - Etna vassdraget NIVA-rapport O-77102
- Rognerud & Kjellberg 1984 Relationships between phytoplankton and zooplankton biomass in large lakes. Vern.int.Verein. Limnol. 22: 666-671

**VEDLEGG**









Tab.7. Zooplanktonbiomasser 0-20m i Randsfjorden 1988

	Randsfjorden st.1 1988 (mgdw/m <sup>2</sup> 0-20m)									
	13/6	27/6	11/7	25/7	8/8	23/8	5/9	21/9	4/10	
<i>Limnocalanus macrurus</i>	4.2	4.0								
<i>Heterocope appendiculata</i>	22.8	77.7	15.6	54.3	78.6	71.0		33.9		
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	180.1	511.9	58.8	213.7	341.4	292.5	77.0	64.3	110.8	
Sum Calanoida	207.1	593.6	74.4	268	420.0	363.5	77.0	98.2	110.8	
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	15.4	12.7	26.0	31.4	137.7	191.5	21.6	34.8	6.4	
<i>Cyclops scutifer</i>	1.1		0.5	1.4		1.1	0.9	0.5	0.5	
<i>Cyclops abyssorum</i>				2.0						
Sum Cyclopoida	116.5	12.7	26.5	34.8	137.7	192.6	22.5	35.3	6.9	
<i>Leptodora kindtii</i>	1.5	27.0		30.0	54.0		30.0			
<i>Holopedium gibberum</i>	50.7	131.6		5.7	94.3	99.6	17.3	2.1		
<i>Daphnia galeata</i>	55.0	97.8	12.2	51.7	111.7	213.7	40.6	6.1	1.5	
<i>Daphnia cristata</i>						34.8	1.1		1.7	
<i>Bosmina longispina</i>	41.2	92.6	13.7	36.3	73.0	99.8	49.8	12.5	4.2	
<i>Polyphemus pediculus</i>										
<i>Bythotrephes longimanus</i>										
Sum Cladocera	148.4	349	25.9	123.7	333.0	447.9	138.8	20.7	7.4	
Sum total biomasse	355.5	955.3	126.8	426.5	890.7	1004.0	238.3	154.4	125.1	

	Randsfjorden st.2 1988 (mgdw/m <sup>2</sup> 0-20m)									
	13/6	27/6	11/7	25/7	8/8	23/8	5/9	21/9	4/10	
<i>Limnocalanus macrurus</i>	20.2	45.5	4.4	21.2	17.0	8.8				
<i>Heterocope appendiculata</i>	2.5	0.9	108.2	110.4	32.9	83.4	68.3		4.1	
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	22.4	40.0	638.1	281.5	155.1	138.2	245.4	237.4	114.1	
Sum Calanoida	45.1	86.4	750.7	413.1	205	230.4	313.7	237.4	118.2	
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	2.1	5.4	26.2	11.0	5.9	22.8	44.5	31.1	47.9	
<i>Cyclops scutifer</i>	14.6*	1.0		1.4	1.7				1.6	
<i>Cyclops abyssorum</i>		0.8		0.6		0.5		1.5	1.2	
Sum Cyclopoida	16.7	7.2	26.2	13.0	7.6	23.3	44.5	32.6	50.7	
<i>Leptodora kindtii</i>	1.4	36.0	30.0			87.0	30.0	24.0	27.0	
<i>Holopedium gibberum</i>		20.8	68.0	19.2	56.0	18.6	44.4	51.8	216.7	
<i>Daphnia galeata</i>		12.0	253.3	18.4	17.8	34.7	53.8	25.7	47.5	
<i>Daphnia cristata</i>		1.7	13.1	27.9	235.8	738.7	498.2	450.0	1196.8	
<i>Bosmina longispina</i>	12.5	44.4	25.7	104.7	23.1	45.1	65.2	42.0	173.3	
<i>Polyphemus pediculus</i>										
<i>Bythotrephes longimanus</i>										
Sum Cladocera	13.9	114.8	390.1	170.3	332.7	924.1	691.6	593.5	1661.5	
Sum total biomasse	75.7	208.4	1167.0	596.3	545.4	1177.8	1049.8	863.4	1830.5	

Randsfjorden st.6 1988 (mgdw/m<sup>2</sup> 0-20m)

	13/6	27/6	11/7	25/7	8/8	23/8	5/9	21/9	4/10
<i>Limnocalanus macrurus</i>	37.0	38.0	0.1	8.2	4.4				
<i>Heterocope appendiculata</i>	0.1		120.8	17.7	0.3	16.4			8.5
<i>Eudiaptomus gracilis</i>		31.2	133.7	22.8	3.1	9.6	0.8	18.3	13.9
Sum Calanoida	37.1	69.2	254.6	48.7	7.8	26.0	0.8	18.3	22.4
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	1.4	4.6	7.0	2.4	3.6	0.8	3.7	6.3	9.7
<i>Cyclops scutifer</i>	14.6	8.1	1.4	13.0	1.6	3.6	4.2		0.6
<i>Cyclops indet.</i>					6.8			7.2	2.3
<i>Cyclops abyssorum</i>				2.2	5.5	5.4	12.4	2.2	
Sum Cyclopoida	16.0	12.7	8.4	17.6	17.5	9.8	20.3	15.7	
<i>Leptodora kindtii</i>				12.0		27.0	27.0	30.0	12.0
<i>Holopedium gibberum</i>		6.2	18.2	11.7	67.8	61.0		49.5	55.5
<i>Daphnia galeata</i>			18.2	1.0	-	-		0.6	-
<i>Daphnia cristata</i>	0.5	4.6	123.3	262.0	253.3	405.4	170.8	242.3	127.6
<i>Bosmina longispina</i>	3.5	40.2	13.7	59.8	88.0	57.4	52.5	12.0	103.6
<i>Cydorus spæricus</i>							0.1		
<i>Polyphemus pediculus</i>									
<i>Bosmina longirostris</i>				0.1	0.1	0.1	0.4		
<i>Bythotrephes longimanus</i>									
Sum Cladocera	4.1	51.0	173.5	346.7	409.3	550.8	250.9	334.5	298.8
Sum total biomasse	57.2	133.0	436.5	413.1	434.6	586.9	272.0	366.4	333.9





RANDSFJORD

		Dekningsgrad				
		1	2	3	4	5
R1	Diverse kiselalger Tabellaria flocculosa	oo	oooooooooooo			
R2	Tolypothrix distorta Diverse kiselalger Spirogyra sp. (29-32u)	xx	oo	gggggggggggg		
R3	Diverse kiselalger Spirogyra sp. (29-32u)	oo	ggggggg			
R4	Diverse kiselalger Phormidium sp. (6-7u) Spirogyra sp. (29-32u)	oo	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	ggggggg		
R5						
R6	Diverse kiselalger Phormidium sp. (4-6 u) Spirogyra sp. (29-32u)	oo	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	gggggggggggg		
R7	Bulbochete sp.		gggggggggggggggggggggggggggggggggggg			
R8	Diverse kiselalger	oo				

DOKKA/ETNA

		1	2	3	4	5
E1	Batrachospermum sp.	zzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzzz				
E2	Phormidium cf. autumnale xxx					
D1						
D2	Ulothrix zonata Phormidium sp. (6-7u) Schistidium agassizii	gggggggggggggggggggggggggggggggggggg	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	//////////		
D3	Ulothrix zonata Phormidium sp. (6-7u) Didymospenia geminata Ubestemt bladmose Fontinalis antipyretica	gggggggggggggggggggggggggggggggggggg	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	oooooooooooooooooooo	////////	////////

blågrønnalger	xxxxxxx	1	<	5%	av bunnarealet dekket
grønnalger	ggggggg	2	:	5-12%	--"--
kiselalger	oooooooo	3	:	12-25%	--"--
rødalger	zzzzzzz	4	:	25-50%	--"--
moser	////////	5	:	50-100%	--"--

Tab.10. Dokka 1988 ved Kolbjørnshus. Målte konsentrasjoner ug/l

## KOLBJØRNSHUS

7,

TID	,NH4	,NO3	,TOT-N	,TOT-P	,Q	,QMANED,
880115	35	400	530	4	7.85	21.50
880215	35	400	530	4	7.40	18.42
880324	56	378	526	4	5.32	14.65
880406	15	400	592	6	11.34	
880412	22	452	530	6	13.59	
880418	40	566	700	5	17.30	
880425	19	410	550	7	18.63	40.62
880502	38	754	896	18	38.77	
880511	14	268	586	12	330.5	
880518	18	120	396	11	424.5	
880525	34	63	386	2	235.4	715.05
880601	14	45	222	13	282.2	
880607	6	62	128	6	104.8	
880614	8	120	256	4	31.62	
880621	9	150	266	4	16.66	
880628	13	158	256	4	10.29	159.17
880705	7	167	282	4	9.77	
880712	11	114	442	15	41.62	
880719	26	52	242	16	211.1	196.89
880802	6	94	224	9	44.56	
880808	4	116	254	10	25.13	
880816	16	140	275	20	51.76	
880822	4	59	264	18	213.7	
880829	8	110	252	10	103.4	185.10
880906	4	118	250	11	162.3	
880913	4	118	266	17	47.59	
880926	4	106	252	7	38.77	
880929	4	148	250	5	36.92	206.69
881004	4	152	294	12	23.61	
881021	8	124	348	8	52.83	
881018	13	153	352	7	36.92	
881024	6	130	288	8	24.36	95.859
881101	4	231	340	4	14.78	
881108	16	324	427	4	11.89	
881115	4	312	406	6	9.77	
881122	43	340	452	5	8.79	
881129	30	341	430	2	7.4	26.568
881206	38	355	442	13	6.11	
881213	28	389	454	5	5.32	14.356

-100

Tab.11. Stofftransport Dokka 1988.

KOLBJØRNSHUS  
1988

MÅNED	NH4 KG	NO3 KG	TOT-N KG	TOT-P KG	QMANED 1000M3
1	752.5	8600.0	11395.0	86.0	21500.0
2	644.7	7368.0	9762.6	73.7	18420.0
3	820.4	5537.7	7705.9	58.6	14650.0
4	1011.2	18760.7	24209.5	244.6	40620.0
5	15108.0	127546.1	338621.6	6811.8	715050.0
6	1827.7	9686.5	32587.5	1618.8	159170.0
7	4511.6	13016.6	54184.2	3031.1	196890.0
8	1214.7	16179.1	47724.6	2772.2	185100.0
9	826.8	24854.3	52279.7	2207.7	206690.0
10	795.7	13193.6	31557.0	806.9	95859.0
11	448.5	7989.5	10714.0	113.1	26568.0
12	478.7	5323.6	6425.5	133.2	14356.0
SUM	28440.	258056.	627167.	17958.	1694873.

MIDDELVERDIER :  $C = S(Q \cdot C) / SQ$ 

MÅNED	NH4 MYG/L	NO3 MYG/L	TOT-N MYG/L	TOT-P MYG/L	QMANED L/S
1	35.0	400.0	530.0	4.0	8185.6
2	35.0	400.0	530.0	4.0	7013.0
3	56.0	378.0	526.0	4.0	5577.6
4	24.9	461.9	596.0	6.0	15465.1
5	21.1	178.4	473.6	9.5	272238.2
6	11.5	60.9	204.7	10.2	60600.2
7	22.9	66.1	275.2	15.4	74961.2
8	6.6	87.4	257.8	15.0	70472.4
9	4.0	120.2	252.9	10.7	78692.3
10	8.3	137.6	329.2	8.4	36496.0
11	16.9	300.7	403.3	4.3	10115.1
12	33.3	370.8	447.6	9.3	5465.7
ÅR	16.8	152.3	370.0	10.6	53744.1