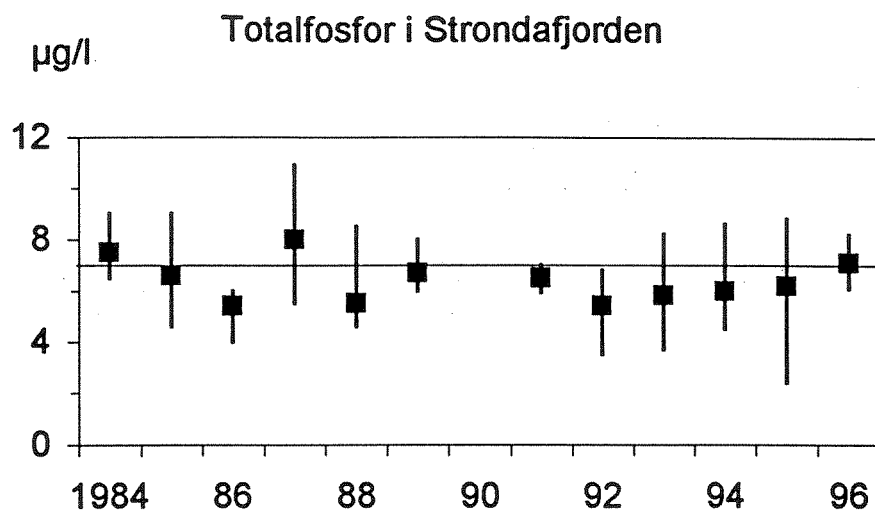


# Overvåking av vannkvaliteten i Strondafjorden i perioden 1984-1996



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 04 30 33  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikavn. 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Thormøhlensgt 55  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 32 56 40  
Telefax (47) 55 32 88 33

**Akvaplan-NIVA A/S**

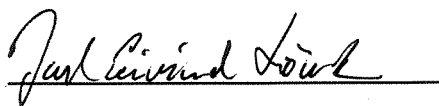
Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Overvåking av vannkvaliteten i Strondafjorden i perioden 1984-1996.	Løpenr. (for bestilling) 3651-97	Dato April 1997
	Prosjektnr. Undernr. O-92055	Sider Pris 22
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik Sigurd Rognerud	Fagområde eutrofi ferskvann	Distribusjon Fri
	Geografisk område Oppland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen	Oppdragsreferanse
---	-------------------

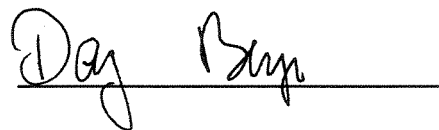
<p><b>Sammendrag</b></p> <p>Strondafjordens vannkvalitet kan betegnes som lite til moderat forurenset av næringssalter, men situasjonen er fortsatt labil. Dette skyldes bl.a. at i slike klare, store innsjøer som Strondafjorden kan små belastningsøkninger i kombinasjon med "gunstige" meteorologiske forhold ofte føre til rask framvekst av planktonalger. Dette skjer særlig på forsommeren når eventuelle utslipp fordeles på et relativt lite vannvolum p.g.a. den termiske sjiktningen. Slike algeoppblomstringer kan i enkelte år skape betydelige problemer for mange brukerinteresser selv om algemengdene eller i vekstsesongen kan være små. I 1996 var konsentrasjonen av alger lav med unntak av en kort periode med noe større algemengder i første halvdel av juni. Algesamfunnet var i hovedsak dominert av arter og grupper som er vanlige i næringsfattige innsjøer. De observerte konsentrasjonene av planktonalger og næringssalter plassert i SFTs klassifiseringssystem viser at vannkvaliteten i 1996 kan karakteriseres som mindre god. Middelkonsentrasjonene av næringssaltene fosfor og nitrogen har ikke endret seg vesentlig i løpet av de siste 13 årene.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Strondafjorden i Oppland</li> <li>2. Overvåking</li> <li>3. Vannkjemi</li> <li>4. Plankton</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lake Strondafjorden</li> <li>2. Monitoring</li> <li>3. Water chemistry</li> <li>4. Plankton</li> </ol>
--	---



Prosjektleder

ISBN 82-577-3212-5



Forskningsjef

**Overvåking av vannkvaliteten i  
Strondafjorden i perioden 1984-1996**

## Forord

Denne rapporten er den femte årsrapporten i en videre overvåking av Strondafjorden. Denne fasen startet med noen få observasjoner i 1991 og fortsatte med mer systematiske observasjoner i 1992-96. Rapporten omhandler vannkvaliteten i Strondafjorden vurdert ut fra konsentrasjoner av næringsalter og plankton.

Fylkesmannen i Oppland, Miljøvernavdelingen har vært oppdragsgiver med avd. ing. Steinar Fossum som kontaktperson. Prosjektet er finansiert av Foreningen til Bægnavassdragets regulering, Nord-Aurdal og Vestre Slidre kommuner samt Fylkesmannen i Oppland. Prosjektet ble kontraktfestet 16. oktober 1996.

Meteorologiske data er stilt til rådighet av Løken forskingsstasjon i Øystre Slidre. Vannføringsdata er innhentet fra Foreningen til Bægnavassdragets Regulering. Vannanalysene er utført av Vannlaboratoriet for Hedmark og NIVAs laboratorium i Oslo. Bakteriologiske analyser er utført av laboratoriene ved næringsmiddeltilsynene for Hadeland og Land, Gjøvik, Vestre Toten og Østre Toten samt Hedmarken. Pål Brettum (NIVA Oslo) har analysert planteplanktonet, mens Jarl Eivind Løvik (NIVAs Østlandsavdeling) har bearbeidet dyreplanktonet. Øvrige medarbeidere har vært: Sigurd Rognerud, Gösta Kjellberg og Mette-Gun Nordheim (alle NIVAs Østlandsavdeling). Prøveinnsamling, databearbeiding forøvrig samt rapporteringen er utført av personalet ved NIVAs Østlandsavdeling.

Ottestad, april 1997

*Jarl Eivind Løvik*

---

## Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2. Resultater</b>	<b>7</b>
2.1 Nedbør- og avrenningsforhold	7
2.2 Generell vannkjemi	8
2.3 Næringsalter og klorofyll	10
2.4 Planktonalger	12
2.5 Planktonkrepsdyr	16
2.6 Fekale indikatorbakterier	17
<b>3. Litteratur</b>	<b>18</b>
<b>4. Vedlegg</b>	<b>19</b>

---

## Sammendrag

Rapporten omhandler resultatene av overvåkingen av Strondafjorden med hensyn til næringssalter og plankton i 1996, samt en vurdering av eventuelle endringer i vannkvaliteten over tid.

Det ble registrert en liten økning av middelkonsentrasjonen av totalfosfor i løpet av den siste femårsperioden. Økningen hadde muligens sammenheng med en samtidig svak økning i konsentrasjonen av humusforbindelser. Forøvrig har ikke middelkonsentrasjonen av næringssaltene fosfor og nitrogen endret seg vesentlig i Strondafjorden i løpet av de siste 12-13 årene. Vurdert ut fra middelkonsentrasjonene av fosfor, nitrogen og klorofyll-a samt siktedyp var vannkvaliteten i 1996 mindre god til god i henhold til SFTs klassifiseringssystem. Sesongmiddel-konsentrasjonene gir imidlertid ofte ikke tilstrekkelig informasjon om de tidsbetingede belastningsøkningene som kan være nok til at det utvikles tidvis store algemengder.

Strondafjordens vannkvalitet kan betegnes som lite til moderat forurenset av næringssalter (forurensningsgrad 1-2), men situasjonen er fortsatt labil. Et typisk trekk ved slike store, klarvannssjøer er at de kan ha relativt små algemengder store deler av vekstsesongen, men de er svært sårbare for forurensninger på sommeren når innsjøen er termisk sjiktet og epilimnion er volummessig liten. Eventuelle utslipp av næringssalter (f. eks. fra kommunale avløpsanlegg, spredt bebyggelse eller fra jordbruket) fordeles da på et relativt lite vannvolum, og enkelte algearter kan ved "gunstige" meteorologiske forhold utvikle store bestander over kort tid. Dette har skjedd i Strondafjorden flere ganger i perioden 1984-96. Det har særlig vært arter innen gruppen gullalger som har stått for disse oppblomstringene.

Raske algeoppblomstringer kan medføre økologiske forstyrrelser som kan skape betydelige problemer for mange brukerinteresser. Ett eksempel på dette er situasjonen sommeren 1991 da en oppblomstring av flagellatene *Uroglana americana* og *Chlamydomonas* sp. gav sterk lukt av fisk/tran i Fagernes-området. Det ble videre påvist at *U. americana* fra Strondafjorden produserte et toksin, og dette var en mulig årsak til fiskedøden dette året. I flere år har det dessuten funnet sted oppblomstringer av kiselalger på sensommeren eller høsten. Oppblomstringer innen ulike algegrupper er årsaken til at den relative fordelingen mellom algegruppene har variert betydelig disse årene, i motsetning til de stabile forholdene som er registrert f.eks. på hovedstasjonen i Randsfjorden.

I 1996 var algemengden lav med unntak av en kort periode med noe større mengder i juni. Algesamfunnet var i hovedsak dominert av arter og grupper som er karakteristiske for næringsfattige innsjøer, og situasjonen var i store trekk lik forholdene i 1994 og -95. Markerte oppblomstringer av kiselalger på sensommeren og høsten har ikke blitt registrert siden 1991, og den relative fordelingen mellom algegruppene har variert mindre i denne 5-årsperioden sammenliknet med forholdene fram t.o.m. 1991. Situasjonen de tre siste årene med hensyn til algevekst kan tyde på at vannkvaliteten utvikler seg i gunstig retning. Undersøkelsene tidligere år har imidlertid vist hvor små belastningsøkninger som skal til før det utvikles store algemengder. Dette forholdet samt den nevnte økningen i middelkonsentrasjonen av totalfosfor i de senere årene gjør at det er all grunn til å fortsette den systematiske overvåkingen av vannkvaliteten i Strondafjorden.

# 1. Innledning

Målsettingen med overvåkingen av Strondafjorden er å registrere forurensningsgraden av næringssalter og følge vannkvaliteten over tid, samt å peke på mulige årsaker til eventuelle endringer. Innsjøen ble undersøkt i 1984-86 i forbindelse med basisundersøkelsen av Begnavassdraget innenfor programmet "Statlig program for forurensningsovervåking" som administreres av SFT (Rognerud et al. 1987). Den ble videre undersøkt i 1987-89 som et ledd i etterundersøkelser ved Lomen-reguleringen (Rognerud & Romstad 1990). Den pågående overvåkingen startet med noen få registreringer i 1991 og fortsatte med månedlige observasjoner i vekstsesongene siden 1992 (Rognerud 1993, Løvik og Rognerud 1994, 1995, 1996).

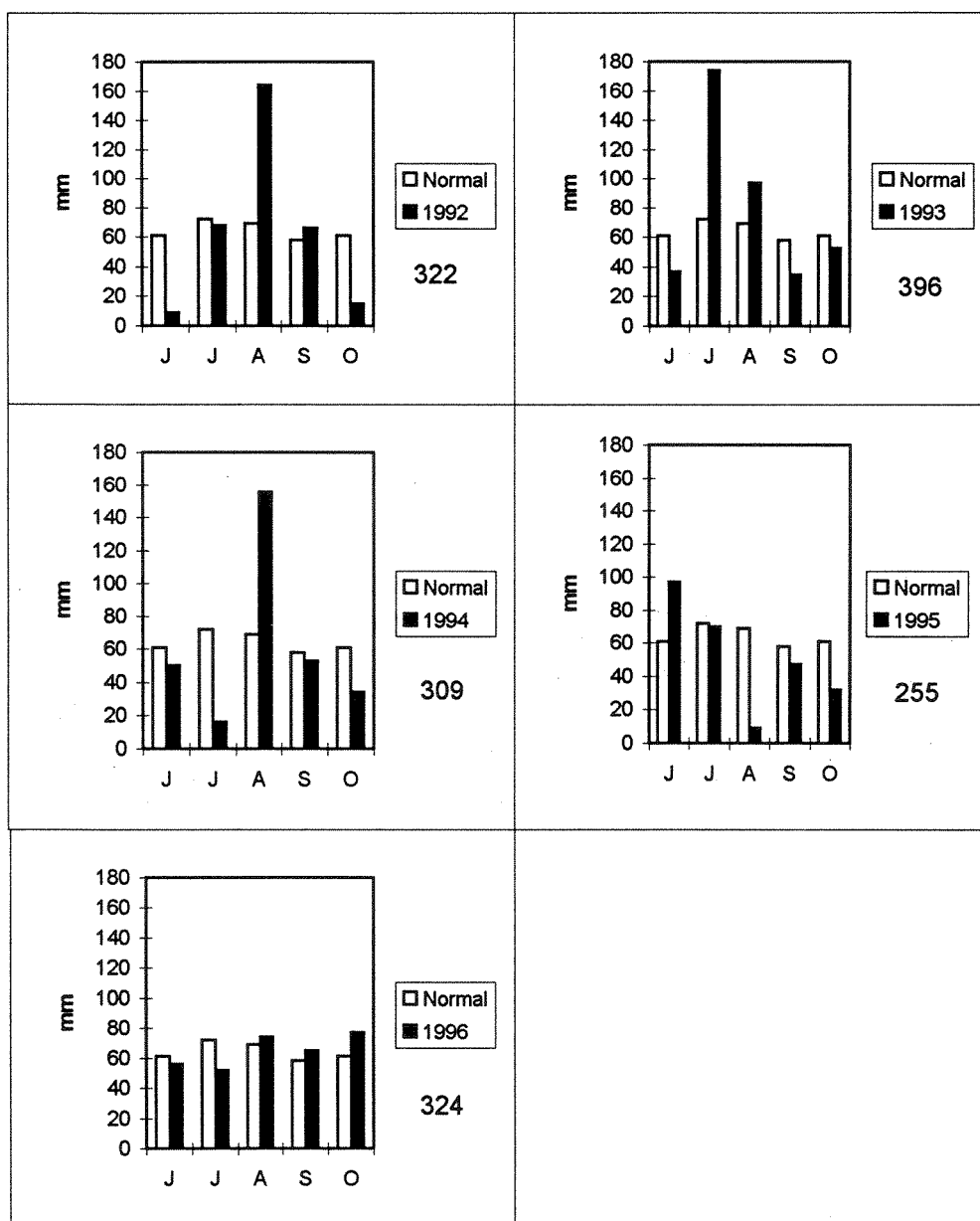
Situasjonen i Strondafjorden har vært labil de senere årene, og små belastningsøkninger i kombinasjon med gunstige meteorologiske forhold har ført til raske oppblomstringer av enkelte arter innen gruppene gullalger (Chrysophyceae) og kiselalger (Bacillariophyceae). Størst oppmerksomhet fikk den store oppblomstringen av *Uroglena* og *Chlamydomonas* forsommeren 1991. Dette førte til luktproblemer, og algene produserte antagelig også toksiner som indirekte var en av årsakene til den senere fiskedøden (se Hegge & Østdahl (red.) 1992). Dette var en av grunnene til at overvåkingen ble tatt opp igjen i mer regelmessige former i 1992. En annen begrunnelse for overvåkingsprogrammet var behovet for resultatkontroll i forbindelse med gjennomføring av rensetiltak ved en rekke fiskeoppdrettsanlegg i vassdraget. I tillegg gjennomføres det miljøltiltak i jordbruket for å begrense forurensningene av vassdraget.

Prøver ble samlet inn månedlig i perioden juni - oktober ved den faste stasjonen i fjordens østre del. Blandprøver fra 0-10 m ble analysert m.h.p. alkalitet, turbiditet, ledningsevne, farge, næringssaltene fosfor og nitrogen samt mengde og sammensetning av planteplankton. Vertikale håvtrekk fra 0-20 m ble benyttet for analyser av krepsdyrplankton. Prøver for analyser av fekale indikatorbakterier (termotolerante koliforme bakterier, TKB) ble samlet inn fra 1 m's dyp (4 ganger). Samtidig med prøveinnsamlingen ble det målt siktedyp og temperatur.

## 2. Resultater

### 2.1 Nedbør- og avrenningsforhold

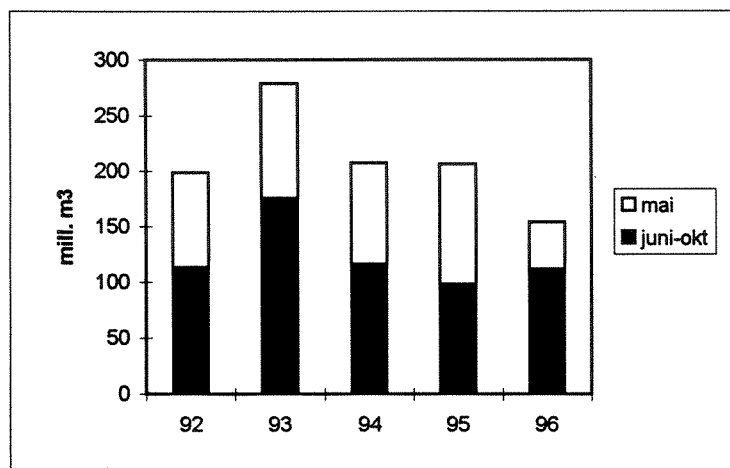
I mange innsjøer påvirkes vannkvaliteten relativt raskt av lokal avrenning i regnrrike perioder, spesielt i sommerperioden når sjøene er termisk sjiktet. Fig. 1 viser månedsnedbørssum for perioden juni-oktober i de siste fem årene ved Løken forskingsstasjon i Øystre Slidre (530 m.o.h.).



**Figur 1.** Månedsnedbør ved Løken forskingsstasjon i perioden juni-oktober årene 1992-96. Normalnedbørssummer (1961-90) samt totalsum for hele perioden juni-oktober er også vist.



Fig. 2 viser avrenningen fra Volbufjorden i Øystre Slidre-vassdraget i perioden mai-oktober de siste fem årene. Denne vannføringsstasjonen er representativ for ett av de tre store tilløpsvassdragene til Strondafjorden.

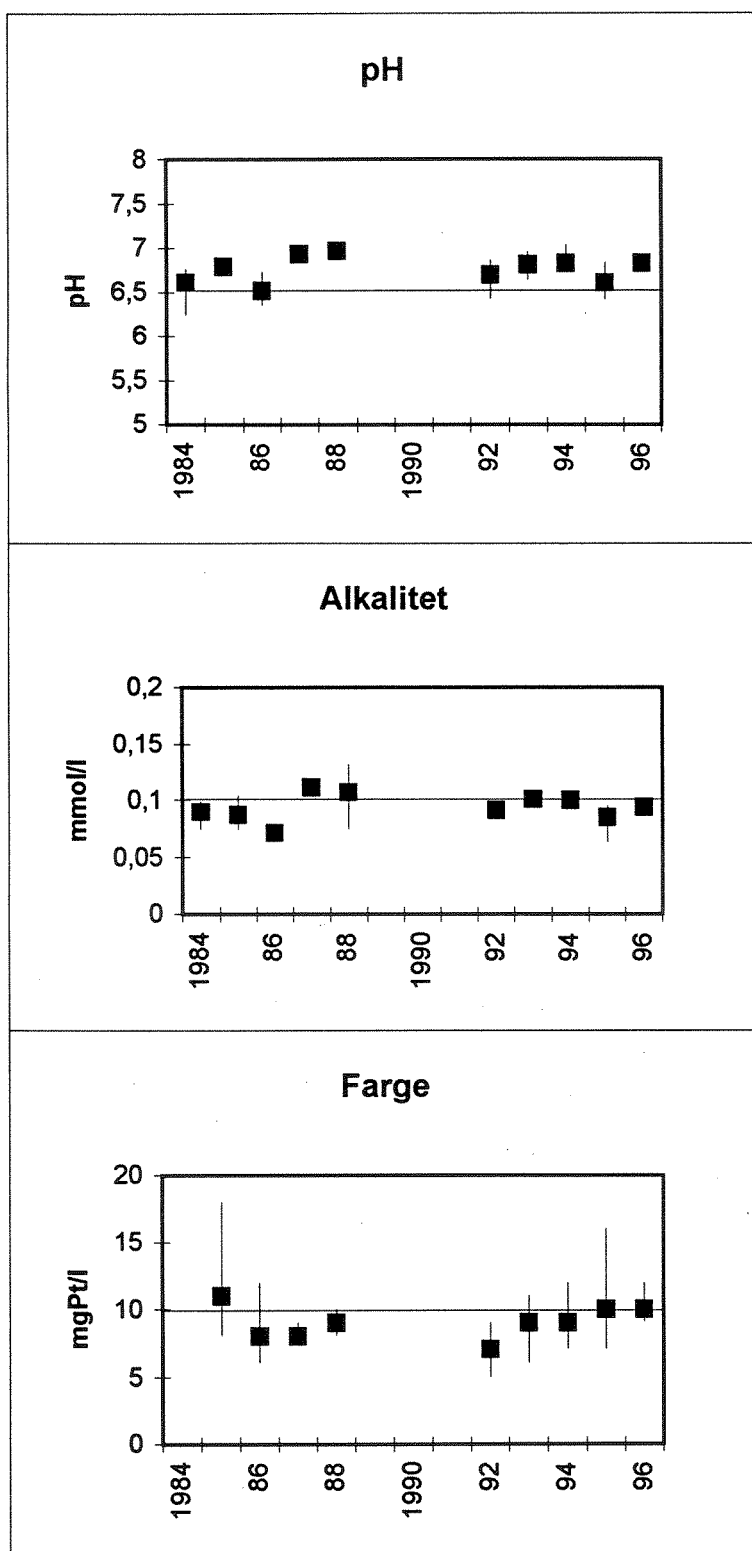


Figur 2. Totalavrenning ved utløpet av Volbufjorden, Øystre Slidre i sommerhalvåret (uke 18-43), fordelt på periodene uke 18-22 ("mai") og 23-43 ("juni-oktober"), årene 1992-96.

Vekstsesongen 1996 var preget av en nedbørfattig juli og litt mer regn enn normalt i oktober. Forøvrig var nedbørmengden nær normalen sesongen sett under ett. Lite snø i nedbørfeltet førte til en moderat vårflom i Øystre Slidre-vassdraget dette året. Sammen med relativt små nedbørmengder utover sommeren førte dette til liten totalavrenning for hele perioden.

## 2.2 Generell vannkjemi

Resultatene av de kjemiske målingene er gitt i tabell I i vedlegget. I figur 3 er sesongmiddelverdiene og variasjonsbredden vist for pH, alkalitet og farge for årene 1984-96 (unntatt årene 1989-91). Alkaliteten er et mål på vannets evne til å motstå pH-endringer ved f.eks. tilførsel av surt vann (bufferevnen). Strondafjorden hadde tilnærmet nøytral pH og rimelig god bufferevne. Dette er betinget av geologien i nedbørfeltet som inneholder en del kalkholdige bergarter. Vurdert ut fra sesongmiddelverdiene synes det ikke å være noen tendens til systematisk endring av pH og alkalitet i Strondafjorden. Noe lavere pH og alkalitet i 1995 enn de 3 foregående årene skyldes trolig tilførsler av store mengder smeltevann og stor vannutskifting i forbindelse med den markerte vårflommen dette året. Humuspåvirkningen målt som vannets farge var generelt liten. Høyere maksimalverdier enkelte år (1985 og -95) skyldes betydelige tilførsler av humøst vann fra nedbørfeltet i forbindelse med flommer. Det ble registrert en økning av sesongmiddelverdien i perioden 1992-96 som skyldes større utlekking og transport av humussyrer fra myr- og skogområdene i denne perioden. En liknende utvikling ble også registrert i Dokkfløymagasinet og på hovedstasjonen i Randsfjorden (Løvik & Rognerud 1997).



Figur 3. Middelerdi og variasjonsbredde for pH, alkalitet og vannets farge for sjiktet 0-10 m.

## 2.3 Næringsalter og klorofyll

Resultatene av de vannkjemiske analysene er gitt i tabell I i vedlegget. I figur 4 er middelveidene og variasjonsbredden over vekstsesongen i perioden 1984-96 (unntatt 1990) vist for næringssaltene og klorofyll a. I tabell 1 er beregnede forurensningsgrader og tilstandsklasser vist for total-fosfor, total-nitrogen, klorofyll a og siktedyp. Disse er beregnet på grunnlag av observerte middelveidier i 1996, forventet naturtilstand (Rognerud & Romstad 1990) samt SFT's system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Holtan & Rosland 1992).

**Tabell 1.** Observerte middelveidier i 1996, forventet naturtilstand (Rognerud & Romstad 1990) samt beregnede tilstandsklasser og forurensningsgrader (Holtan & Rosland 1992) for Tot-P, Tot-N, klorofyll a og siktedyp.

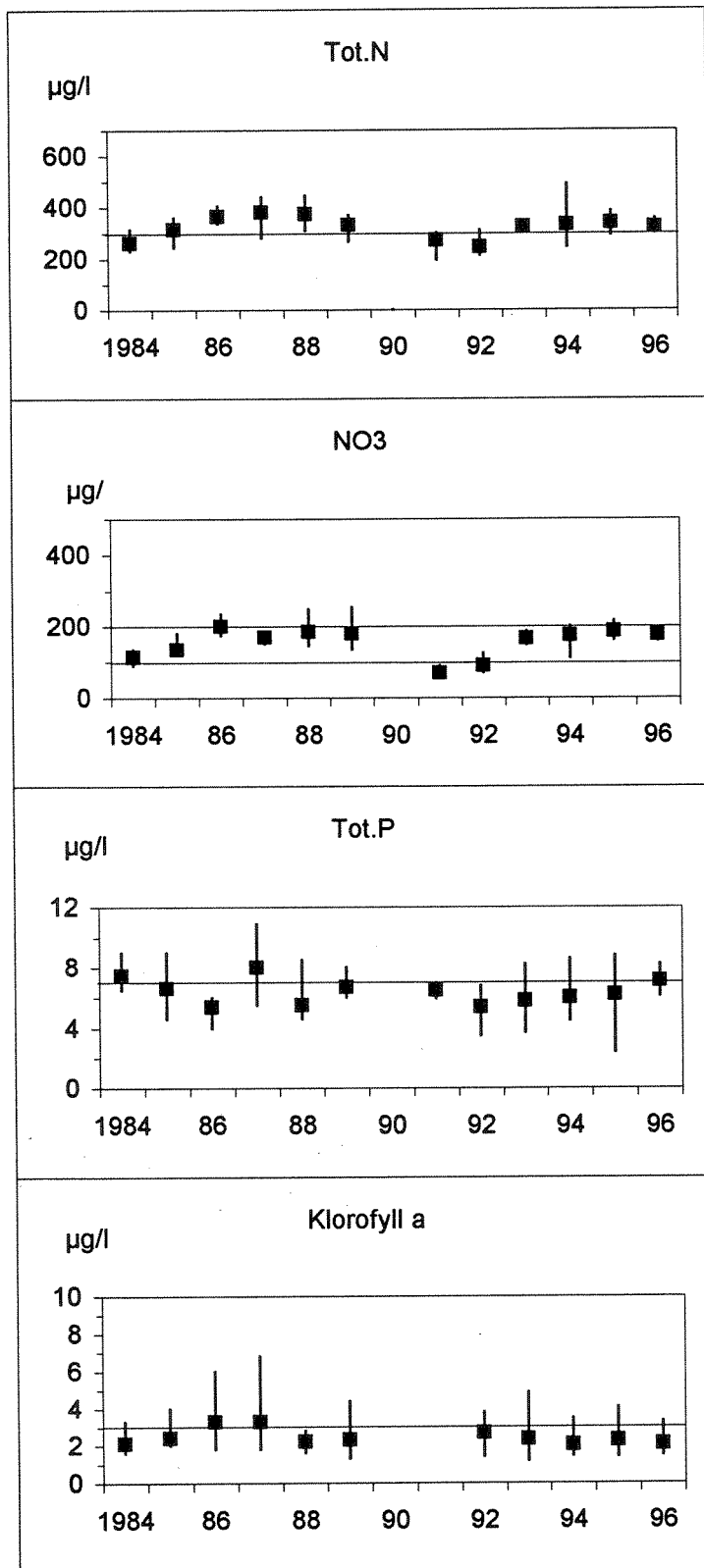
Tilstandsklasser: I=God, II=Mindre god, III=Nokså dårlig, IV=Dårlig, V=Meget dårlig

Forurensningsgrader: 1=Lite, 2=Moderat, 3=Markert, 4=Sterkt, 5=Meget sterkt forurenset

	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Kl-a µg/l	Siktedyp m
Middelveidier 1996, O	7,1	321	2,09	8,8
Tilstandsklasser	II	II	II	I
Forventet nat. tilstand, N	~5	~200	<1,5	>8
O/N	1,4	1,6	1,4	1,1
Forurensningsgrader	2	2	1	1

Konsentrasjonen av nitrat varierte i 1996 stort sett mellom 160 og 220 µg/l og total nitrogen mellom 300 og 350 µg/l. Høye nitrogenverdier har ofte sammenheng med stor avrenning fra bl.a. jordbruksområder. I tillegg til dette har det også vært en tendens til at innholdet av nitrat i nedbøren over Sør-Norge har økt. Dette er sannsynligvis den viktigste årsaken til at konsentrasjonen av nitrogenforbindelser har økt betydelig i flere større innsjøer og vassdrag på Østlandet de siste 20-30 årene. I perioden etter ca. 1950 har det dessuten innen jordbruket vært gjødslet med mer nitrogen og fosfor enn det som er blitt tatt ut i avlinger, og dette har ført til økt avrenning av disse stoffene. Perioder med mye nedbør innebærer også større nitrogentilførsler direkte på innsjøoverflater og fra skogområder. I tillegg øker belastningen på det kommunale avløpsnett slik at sjansene for lekkasjer og overløp blir større. Slike forhold vil også bidra til å øke tilførslene av nitrogenforbindelser.

I Strondafjorden økte konsentrasjonen av nitrogenforbindelser en del utover 1980-tallet. De var noe lavere rundt 1991-92 for så å øke en del igjen i 1993-95. Det ble ikke registrert noen ytterligere økning i 1996, heller en svak nedgang. Et liknende forløp er også registrert på hovedstasjonen i Randsfjorden (Løvik & Rognerud 1997). Resultatene viser bl.a. viktigheten av årlige systematiske målinger for å kunne foreta vurderinger med hensyn til en langtidsutvikling.



Figur 4. Middelerverdier og variasjonsbreidde for næringsalter og klorofyll a over vekstsesongen (juni - oktober) for sjiktet 0-10 m.

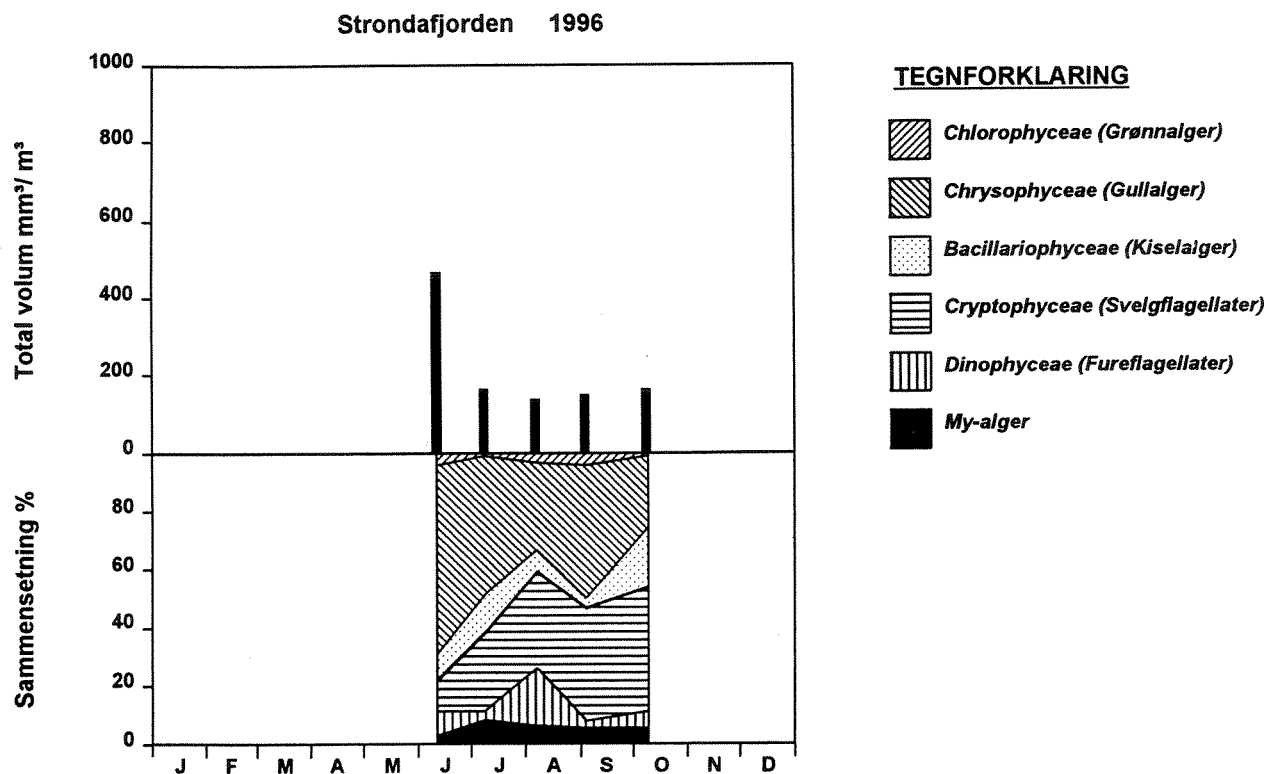
I 1996 varierte konsentrasjonene av total-fosfor mellom ca. 6 og 8  $\mu\text{g/l}$ , med en middelvei på 7,1  $\mu\text{g/l}$  (tilstandsklasse II). Konsentrasjonene av totalfosfor har i 1990-årene stort sett variert innenefor samme intervall som i perioden 1984-89 (unntatt -87), men det har vært en tendens til økning i sesongmiddelveiene i løpet av de siste 5 årene. Årsakene til dette er ikke kjente, men det er verdt å merke seg at konsentrasjonen av humusforbindelser (målt som vannets farge) også har økt i den samme perioden (se fig 3). En betydelig del av det fosforet som tilføres innsjøen i forbindelse med flommer er partikkelbundet eller knyttet til humusforbindelser og er mindre tilgjengelig for algevekst enn fosfor fra f.eks. urensset kloakk eller sig fra gjødselkjellere (Berge & Källqvist 1990). Flomavrenning om høsten fra jorder med høstspredd møkk vil også kunne gi betydelige tilførsler av algetilgjengelig fosfor. I perioder med liten erosjon og rolig vær skjer det en sedimentasjon ut av de øvre vannsjikt, og fosfor-konsentrasjonen kan gå ned mot 2-4  $\mu\text{g/l}$ .

Konsentrasjonene av klorofyll a, som er et indirekte mål på algemengden, varierte mellom 1,5 og 3,3  $\mu\text{g/l}$  med en sesongmiddelvei på 2,1  $\mu\text{g/l}$  (tilstandsklasse II). Den høyeste verdien ble registrert i begynnelsen av juni i forbindelse med en våroppblomstring av alger vesentlig innen gruppen Chrysophyceae (gullalger). Resten av sesongen var klorofyllverdiene stort sett mindre enn 2  $\mu\text{g/l}$  som ofte observeres i næringsfattige innsjøer. Utviklingen av sesongmiddelveiene for klorofyll a har vist en motsatt tendens sammenliknet med fosfor. Dvs. klorofyll-middelveiene har avtatt i femårsperioden 1992-96, mens fosfor-middelveiene har økt i samme perioden. Ettersom det i de fleste tilfeller er fosfor som er begrensende for algeveksten, skulle en forvente en økning i algemengden når fosforkonsentrasjonen øker. Det er grunn til å være forsiktig med å tolke de observerte trendene ettersom middelveiene er basert på tildels få enkeltmålinger (5-8 pr. sesong) og derfor kan være beheftet med relativt stor usikkerhet. For både totalfosfor og klorofyll a har dessuten verdiene i denne perioden stort sett variert innenfor et intervall som er karakteristisk for næringsfattige innsjøer. En mulig forklaring på at klorofyll-middelveiene har avtatt parallelt med økningen i fosfor-middelveiene, kan være at konsentrasjonen av humusforbindelser har økt i samme perioden. Dvs. at en stadig større del av fosforet har vært bundet til humus og dermed ikke tilgjengelig for algevekst.

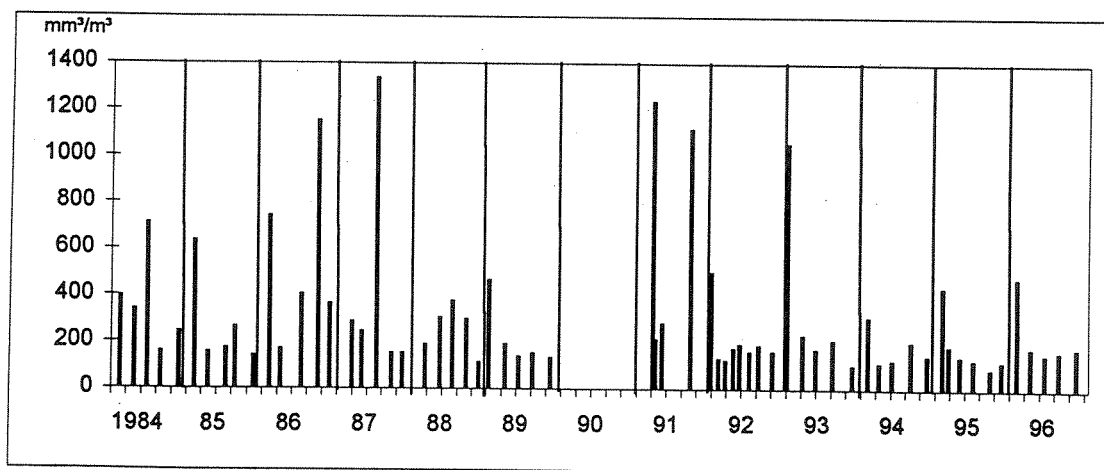
## 2.4 Planktonalger

Resultatene av algetellingene for 1996 er gitt som artslistene i vedlegget (Tabell II). Totalvolumene og fordelingen på hovedgrupper i 1996 er vist i figur 5. Tidsutviklingen i algevolumet pr.  $\text{m}^3$  i perioden 1984-96 og den relative sammensetningen av planktonalger fordelt på hovedgrupper i den samme perioden er vist i figur 6-8.

Algemengden var i 1996 stort sett lav med verdier mindre enn 200  $\text{mm}^3/\text{m}^3$  ved alle observasjonene unntatt i begynnelsen av juni (ca. 470  $\text{mm}^3/\text{m}^3$ ). På forsommeren var algesamfunnet dominert av små og store chrysomonader (gullalger) samt fureflagellaten *Gymnodinium cf. lacustre* som er karakteristisk for næringsfattige innsjøer. Et noe større innslag av cryptophyceen *Rhodomonas lacustris* og fureflagellaten *Peridinium umbatum* senere utover i sesongen tydet likevel på litt mer næringsrike forhold.



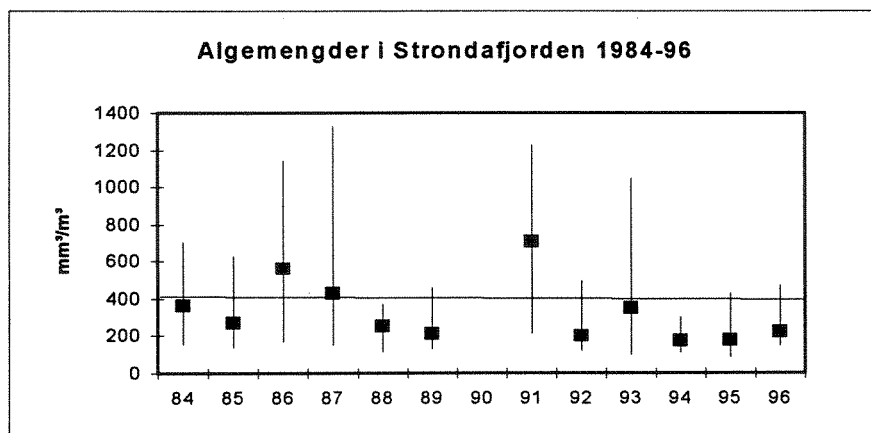
**Figur 5.** Algemengde og sammensetning i Strondafjorden i 1996 for blandprøver i sjiktet 0-10 m. Totalvolum gitt i  $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$  våtvekt.



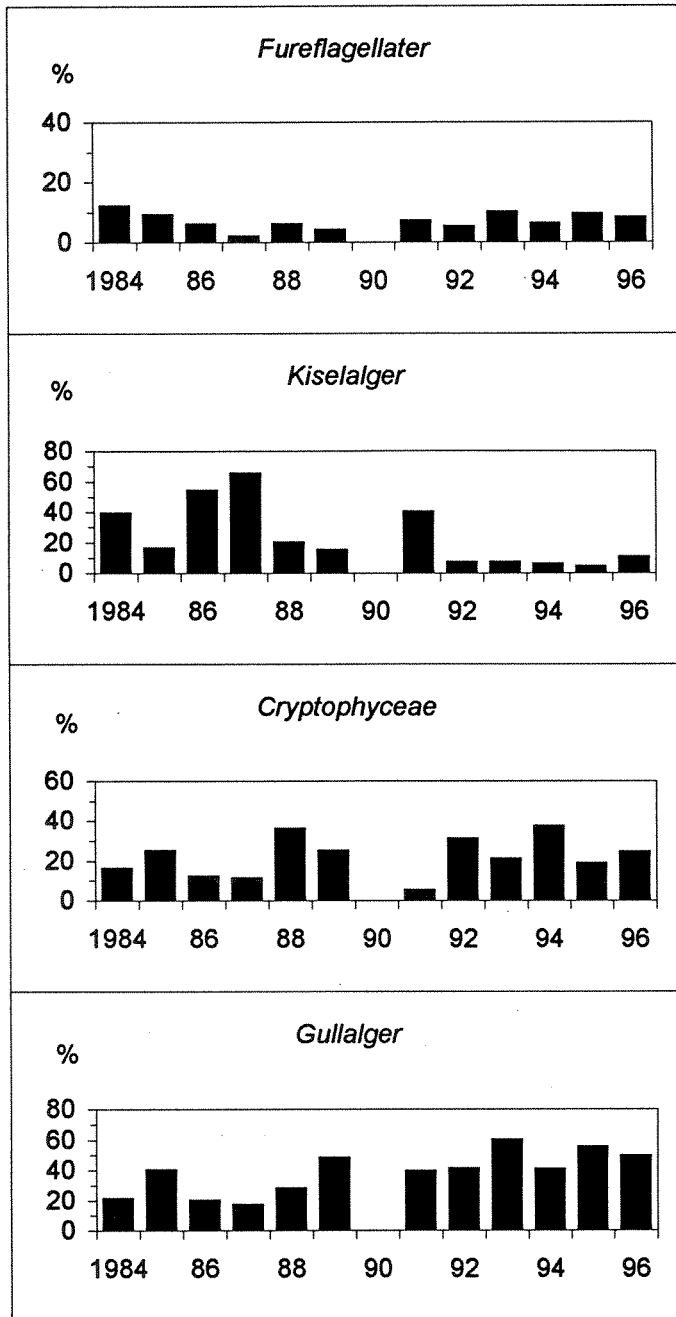
**Figur 6.** Algemengden ( $\text{mm}^3/\text{m}^3$ ) i Strondafjorden i sjiktet 0-10 m i perioden 1984-96 (unntatt 1990).

Tidligere år har også algeutviklingen vært karakterisert ved lave til moderate algemengder i størrelsesorden  $<200-400 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  i store deler av vekstsesongen (Fig. 6). Enkelte år har det imidlertid skjedd markerte oppblomstringer av forholdsvis kort varighet med topper på over  $1000 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ . Det kan ikke utelukkes at det også i 1996 kan ha vært større algemengder enn det som ble registrert, f.eks. tidlig i juni, men dette må i såfall ha vært svært kortvarig. I årene 1984, -86, -87 og -91 utviklet det seg betydelige bestander av kiselalger på sensommeren eller høsten, mens det i 1991 og -93 først og fremst var arter innen gruppen gullalger som gav opphav til algeoppblomstringene på forsommeren. Oppblomstringene av forskjellige arter gjør at forholdet mellom de ulike algegruppene har variert betydelig fra år til år om en ser hele perioden 1984-96 under ett (Fig. 8). Dette har ikke skjedd f.eks. på hovedstasjonen i Randsfjorden hvor fordelingen mellom hovedgruppene av alger har vært temmelig konstant i de årene innsjøen har vært undersøkt (Løvik & Rognerud 1997). Strondafjorden synes derfor å være mer ømfintlig med hensyn til muligheten for algeoppblomstringer enn Randsfjorden ved hovedstasjonen. I Strondafjorden har fordelingen mellom hovedgruppene likevel vært mer stabil de siste 5 årene enn tidligere, og typiske kiselalgeoppblomstringer har ikke forekommet disse årene, noe som kan indikere mer stabile forhold.

Basert på mengden og sammensetningen av planktonalger de siste 5-6 årene så har Strondafjordens vannkvalitet ligget nær overgangssonen mellom en næringsfattig og en middels næringsrik tilstand (jfr. Brettum 1989). Dette plasserer innsjøen i gruppen sammen med andre klart påvirkede innsjøer. Det er kjent fra litteraturen at i klarvannssjøer (som Strondafjorden) kan enkelte arter utnytte små næringssalttilførsler svært effektivt og derved raskt produsere masseoppblomstringer. Disse er som regel kortvarige da reservene av næringssalter brukes raskt opp, og algene dør ut et par uker etter toppen. I en del tilfeller produserer algene toksiner for å hindre konkurranse fra andre arter. Slike toksiner kan også være giftige for fisk, pattedyr og i enkelte tilfeller mennesker. Oppblomstringen av *Uroglena americana* i 1991 i Strondafjorden produserte antagelig algetoksiner (Skulberg et al. 1992). Situasjonen i 1994, -95 og 1996 var gunstig med hensyn til planktonalger sammenliknet med f. eks. 1991 og 1993. De lave algemengdene utover sensommeren og høsten skyldes sannsynligvis liten tilgang på næringssalter, spesielt fosfor, f.eks. fra punktkilder. En annen viktig faktor er fortyningseffekten ettersom algene fordeles på et stadig større vannvolum utover høsten etterhvert som temperatursprangsjiktet brytes ned. Forholdene de siste 3 årene kan være et tegn på en bedring (jfr. fordelingen mellom hovedgruppene), men undersøkelsene av algesamfunnet tidligere år viser hvor labil situasjonen er og hvor viktig det er å overvåke vannkvaliteten med en systematisk og relativt hyppig prøvetaking.



Figur 7. Sesongmiddelverdier (juni-oktober) og variasjonsbredder av algemengdene ( $\text{mm}^3/\text{m}^3$ ) i Strondafjorden i årene 1984-96 (unntatt 1990).



Figur 8. Den relative fordeling (prosent) av ulike algegrupper i Strondafjorden (0-10 m) beregnet som middelværdi av algevolumet over vekstsesongen (juni-oktober).



## 2.5 Planktonkrepsdyr

Det ble samlet inn prøver av planktonkrepsdyr som vertikale håvtrekk månedlig i perioden juli-oktober. Resultatene er gitt i tabell 2.

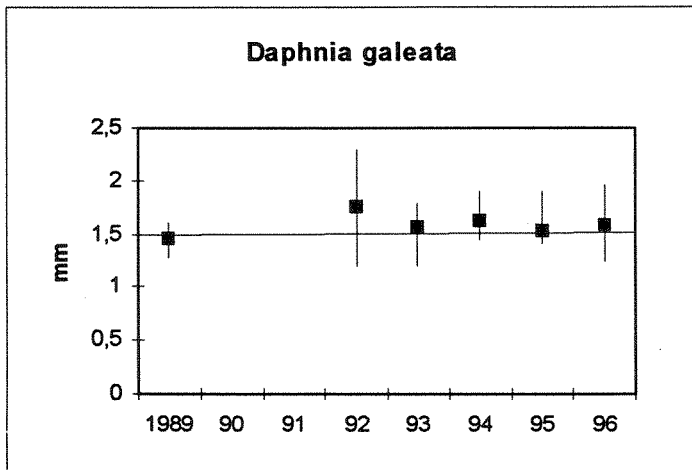
Tabell 2. Kvalitativ forekomst av planktonkrepsdyr i Strondafjorden i 1996, basert på vertikale håvtrekk fra sjiktet 0-20 m, maskevidde 60 µm. +++=rikelig/dominerende, ++=vanlig, +=få individer.

Arter	11.6	8.7	6.8	3.9	8.10
HOPPEKREPS (Copepoda)					
<i>Heterocope appendiculata</i>	+	++	+	++	++
<i>Acanthodiptomus denticornis</i>	+	+	++	+++	++
<i>Cyclops scutifer</i>	+++	++	+++	++	+++
<i>Mesocyclops leuckarti</i>			+	+	
VANNLOPPER (Cladocera)					
<i>Holopedium gibberum</i>	++	++	+	++	++
<i>Daphnia galeata</i>	++	++	+++	+++	+++
<i>Daphnia longispina</i>			+	+	
<i>Daphnia cristata</i>					+
<i>Bosmina longispina</i>	+	++	++	+	+++
<i>Bythotrephes longimanus</i>			+	+	
<i>Polyphemus pediculus</i>			+		+

Krepsdyrplanktonet var i 1996 i, likhet med de senere årene dominert av hoppekrepsene *Cyclops scutifer*, *Heterocope appendiculata* og *Acanthodiptomus denticornis* samt vannloppene *Holopedium gibberum*, *Daphnia galeata* og *Bosmina longispina*. Artssammensetningen i Strondafjorden

påvirkes bl.a. av tilførsler av planktonkrepsdyr fra de ovenforliggende innsjøene Slidrefjorden og Sæbufjorden. Mengdene som utvikles i sjøen, er først og fremst avhengig av tilgangen på egnet næring (i første rekke alger og bakterier), men forhold som vanntemperatur og gjennomstrømning er også viktige. Graden av predasjon (beiting) fra planktonspisende fisk (først og fremst sik) er dessuten en viktig faktor for størrelsesfordelingen innen planktonet. Økt predasjonspress fører ofte til en forskyvning i krepsdyrplanktonet i retning av mer småvokste arter og mindre individer av de artene som er mest utsatte for å bli spist av fisken. Middellengden av voksne hunner av *Daphnia galeata* og *Bosmina longispina* på henholdsvis 1,58 og 0,80 mm i 1996 tydet på at predasjonspresset fra fisk fortsatt var moderat i Strondafjorden.

Relativt store daphnier og et betydelig innslag av den store calanoide hoppekrepsen *H. saliens* i 1992 sammenliknet med i 1989 (se figur 9 og Rognerud & Romstad 1990) kan være et utslag av at sikbestanden var noe redusert i 1992 etter fiskedøden året før. På bakgrunn av størrelsen på den dominerende *Daphnia*-arten (*D. galeata*) kan det synes som predasjonspresset har økt igjen i 1993, men ikke har endret seg vesentlig de siste 3 årene.



Figur 9. Middellengder og variasjonsbredder av *Daphnia galeata* (voksne hunner) i 1989 og 1992-96.

## 2.6 Fekale indikatorbakterier

Forekomsten av fekale indikatorbakterier (=termostabile koliforme bakterier) er et følsomt mål for påvisning av kloakk og tilførsler av avføring fra varmblodige dyr (f.eks. sig fra gjødselkjellere). Det ble i 1996 tatt stikkprøver av fekale indikatorbakterier på 1 m's dyp ved 4 tidspunkter. Analyseresultatene er gitt i tabell I i vedlegget.

Resultatene viste at Strondafjordens overflatevann var lite forurenset av tarmbakterier (<5/100 ml) i henhold til SFT's kriterier for klassifisering av vannkvalitet (Holtan & Rosland 1992). I den forbindelse kan det nevnes at Fagernes vannverk heller ikke har hatt problemer med råvannskvaliteten i 1996 (Laboratorieleder A.M. Helle, Næringsmiddeltilsynet for Valdres, pers. oppl.). Vannverket har sitt inntak på 40 m's dyp og vil p.g.a. den termiske sjiktningen være skjermet fra utslipp i overflatelaget utenom sirkulasjonsperiodene. I mars 1996 oppstod det imidlertid en mage/tarm-epidemi på Leira som høyst sannsynlig skyldes vannbåren smitte (Næringsmiddel-tilsynet for Valdres 1996). Abbonentene på Leira fikk på den tiden ekstraordinær vannforsyning fra et midlertidig inntak på grunt vann ved Tingnesodden i Strondafjorden. Dette var satt i verk p.g.a. den sterke nedtappingen av fjorden utover vinteren 1995/96. Moderat fekal forurensning ble først påvist i råvannet etter at det hadde gått ut på nettet i flere dager uten tilstrekkelig klorering.

### 3. Litteratur

- Berge, D. & T. Källqvist 1990. Biotilgjengelighet av fosfor i jordbruksavrenning. Sammenliknet med andre forurensningskilder. Sluttrapport. NIVA-rapport. Løpenr. 2367. 130 s.
- Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet. Planteplankton. NIVA-rapport. Løpenr. 2344. 111 s.
- Hegge, O. & T. Østdahl (red.) 1992. Fiskedød i Begnavassdraget. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapport nr. 14/92, 30 s.
- Holtan, H. & D.S. Rosland 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning nr. 92:06. TA-905/1992. 32 s.
- Løvik, J.E. & S. Rognerud 1994. Overvåkning av vannkvaliteten i Strondafjorden i 1993. NIVA-rapport. Løpenr. 3016. 16 s.
- Løvik, J.E. & S. Rognerud 1995. Overvåking av vannkvaliteten i Strondafjorden i 1994. NIVA-rapport. Løpenr. 3204. 17 s.
- Løvik, J.E. & S. Rognerud 1996. Overvåking av vannkvaliteten i Strondafjorden i 1995. NIVA-rapport. Løpenr. 3402. 20 s.
- Løvik, J.E. & S. Rognerud 1997. Overvåking av vannkvaliteten i Randsfjorden og Dokkfløymagasinet. Datarapport for 1996. NIVA-rapport.
- Næringsmiddeltilsynet for Valdres 1996. Rapport. Ekstraordinær vannforsyning til Leira. Mai 1996. Epidemologisk spørreundersøkelse.
- Rognerud, S., R. Romstad, P. Brettum, og M. Mjelde 1987. Undersøkelser av Begna. Sluttrapport for undersøkelsen 1984-86. NIVA-rapport. Løpenr. 2005. 80 s.
- Rognerud, S. & R. Romstad 1990. Undersøkelser i Øystre Slidre vassdraget og Strondafjorden 1987-89. NIVA-rapport. Løpenr. 2392. 73 s.
- Rognerud, S. 1993. Overvåkning av vannkvaliteten i Strondafjorden 1992. NIVA-rapport. Løpenr. 2885. 9 s.
- Skulberg, O., T. Aune og T. Wang 1992. Produksjon av giftstoffer hos alger i Strondafjorden. I Hegge, O. & T. Østdahl (red.). Fiskedød i Begnavassdraget. Fylkesmannen i Oppland, miljøvernavdelingen. Rapport nr. 14/92, s. 19-21.

## 4. Vedlegg

Tabell I. Vannkjemiske analyseresultater fra blandprøver (0-10 m) samt totalt plantep planktonvolum og siktedyp i Strondafjorden i 1996.

Parameter/dato	11.6	8.7	6.8	3.9	8.10	Middel
pH	6,78	6,91	6,81	6,74	6,84	6,82
Ledn. evne (mS/m)	2,29	2,39	2,39	2,51	2,47	2,41
Turb. (NTU)	0,35	0,30	0,30	0,25	0,25	0,29
Farge (mgPt/l)	12	12	10	9	9	10
Alkalitet, 4.5-4.2 (mmol/l)	0,091	0,091	0,096	0,097	0,094	0,094
Tot-P ( $\mu\text{g/l}$ )	6,1	8,2	7,5	7,3	6,4	7,1
Tot-N ( $\mu\text{g/l}$ )	354	310	328	315	298	321
Nitrat ( $\mu\text{g/l}$ )	197	159	175	166	183	176
Klorofyll-a ( $\mu\text{g/l}$ )	3,30	1,81	1,46	1,70	2,18	2,09
Tot. algevol. ( $\text{mm}^3/\text{m}^3$ )	469,1	170,5	142,9	155,4	170,5	222
TKB (ant/100 ml)	<1	3	<1	0	-	-
Siktedyp (m)	5,7	7,0	11,0	11,6	8,9	8,8

## Kvantitative planteplankton analyser: S t r o n d a f j o r d e n

Dato ⇒	960611	960708	960806	960903	961008
<b>Gruppe</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>
<b>Arter</b>					
<b>Cyanophyceae</b> (blågrønnalger)					
Anabaena flos-aquae	.	.	0.3	0.8	1.5
Woronichinia compacta	.	.		0.6	1.0
<b>Sum</b>	.	.	0.3	1.4	2.5
<b>Chlorophyceae</b> (grønnalger)					
Carteria sp. (l=6-7)	.	.	.	0.4	.
Chlamydomonas sp. (l=10)	.	.	0.1	.	.
Chlamydomonas sp. (l=8)	0.7	0.3		0.3	.
Cosmarium depressum	.	0.5	1.0	.	.
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	.	0.3	0.2	.	0.3
Fusola viridis	.	0.1	.	.	.
Gloeotila pulchra	.	.	.	0.8	.
Gyromitus cordiformis	.	0.3	0.1	1.2	0.5
Koliella sp.	12.6	0.2	.	.	.
Monoraphidium dybowskii	.	.	0.9	1.1	0.2
Nephrocitium agardhianum	.	.	0.1	.	.
Nephrocitium lunatum	.	.	.	.	0.2
Oocystis submarina v.variabilis	.	0.3	0.3	.	0.3
Paramastix conifera	2.4	.	.	.	.
Scourfieldia cordiformis	.	.	.	.	0.1
Sphaerocystis schroeteri	.	.	0.2	.	.
Staurastrum gracile	.	.	1.6	.	.
Willea irregularis	.	.	.	2.2	.
<b>Sum</b>	15.6	2.0	4.5	5.9	1.6
<b>Chrysophyceae</b> (gullalger)					
Bitrichia chodatii	.	.	.	0.3	0.3
Chromulina sp.	17.9	.	.	.	.
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	.	0.1	0.6	0.6	.
Chrysochromulina parva	2.4	.	.	0.2	0.2
Chrysolykos planctonicus	.	.	0.1	.	.
Chrysolykos skujai	1.1	0.1	0.1	.	0.4
Craspedomonader	1.0	.	1.3	2.9	1.3
Cyster av chrysophyceer	.	0.1	0.4	.	.
Dinobryon borgei	2.2	1.3	2.0	0.3	0.2
Dinobryon crenulatum	4.8	0.8	.	.	0.4
Dinobryon cylindricum var.alpinum	45.2	.	.	.	.
Dinobryon sociale v.americanum	8.3	8.9	0.9	.	1.2
Dinobryon suecicum	0.3	0.7	.	.	0.1
Kephyrion boreale	.	.	.	.	0.1
Kephyrion litorale	.	0.1	.	.	.
Løse celler Dinobryon spp.	2.2	.	.	.	.
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	1.1	0.9	0.5	5.3	1.9
Mallomonas caudata	.	.	0.7	.	.
Mallomonas cf.maioresis	.	1.3	.	.	.
Mallomonas spp.	10.1	5.3	.	0.2	2.5
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	11.1	3.6	5.7	4.8	6.8
Pseudokephyrion entzii	3.7	1.2	0.2	.	0.2
Pseudokephyrion sp.	.	0.1	.	.	.
Små chrysonomader (<7)	76.8	13.8	11.5	17.1	11.7
Spiniferomonas bourellyi	1.5	0.3	.	0.7	0.3
Stelaxomonas dichotoma	0.7	.	.	.	.
Stichogloea doederleinii	.	.	.	21.9	0.9
Store chrysonomader (>7)	115.4	28.4	15.5	13.8	8.6
Synura sp. (l=9-11 b=8-9)	1.9	.	.	.	.
Ubest.chrysonomade (Ochromonas sp.?)	1.0	.	2.9	1.9	2.9
Ubest.chrysophyceer	0.4	.	0.3	.	0.1
Uroglena americana	.	13.5	.	0.9	0.6
<b>Sum</b>	309.0	80.8	43.0	70.9	40.9
<b>Bacillariophyceae</b> (kiselalger)					
Achnanthes sp. (l=15-25)	.	0.4	0.4	.	.
Asterionella formosa	2.1	0.6	2.6	1.8	16.5
Aulacoseira alpigena	6.4	1.4	3.8	2.1	8.2
Aulacoseira italica	0.5	.	.	.	.
Ceratoneis arcus	1.0	.	.	.	.
Cyclotella cf.comensis	.	5.1	.	.	.
Cyclotella glomerata	.	0.7	2.3	.	.
Cyclotella radiosa	.	3.5	.	.	.
Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)	0.3	9.3	0.5	1.0	8.5
Diatoma tenue	16.4	.	.	.	.
Fragilaria sp. (l=30-40)	.	.	0.6	.	0.6
Fragilaria sp. (l=40-70)	1.8	0.9	0.6	0.5	0.6
Fragilaria ulna (morfortyp"ulna")	4.2	.	.	.	.
Rhizosolenia eriensis	1.3	0.3	.	.	.
Tabellaria flocculosa	8.0	.	.	.	.
<b>Sum</b>	42.0	22.2	10.8	5.4	34.3

## Strondafjorden forts.

Dato ⇒	960611	960708	960806	960903	961008
<b>Gruppe</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>
<b>Arter</b>					
<b>Cryptophyceae</b>					
Cryptaulax vulgaris	-	-	-	-	0.3
Cryptomonas erosa	-	-	-	-	3.6
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	2.9	4.9	4.7	5.9	16.2
Cryptomonas marssonii	0.2	3.6	4.4	3.4	4.8
Cryptomonas sp. (l=20-22)	2.4	2.6	8.2	9.1	4.8
Cryptomonas spp. (l=24-28)	2.4	1.6	5.2	0.4	6.0
Katablepharis ovalis	17.2	4.1	4.1	3.0	0.4
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	19.9	22.7	18.6	35.2	32.8
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	1.6	5.6	1.4	2.2	2.3
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	-	-	0.2	-	-
<b>Sum</b>	<b>46.7</b>	<b>45.1</b>	<b>46.7</b>	<b>59.2</b>	<b>71.2</b>
<b>Dinophyceae (fureflagellater)</b>					
Amphidinium sp.	0.5	-	-	-	-
Gymnodinium cf.lacustre	20.3	0.2	-	0.4	2.8
Gymnodinium helveticum	-	-	2.0	1.6	1.6
Gymnodinium sp. (l=14-16)	3.4	1.9	1.2	0.5	-
Peridinium sp. (l=15-17)	-	-	1.3	-	-
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	5.4	4.5	21.7	1.0	3.5
Ubest. dinoflagellat (l=9-10)	9.5	-	-	-	-
Ubest.dinoflagellat	1.6	-	2.0	0.5	2.3
<b>Sum</b>	<b>40.6</b>	<b>6.6</b>	<b>28.2</b>	<b>4.0</b>	<b>10.2</b>
<b>My-alger</b>					
My-alger	15.3	13.9	9.4	8.6	9.9
<b>Totalsum (mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg våtvekt/m<sup>3</sup>)</b>	<b>469.1</b>	<b>170.5</b>	<b>142.9</b>	<b>155.4</b>	<b>170.5</b>

## **Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3651-97

ISBN 82-577-3212-5