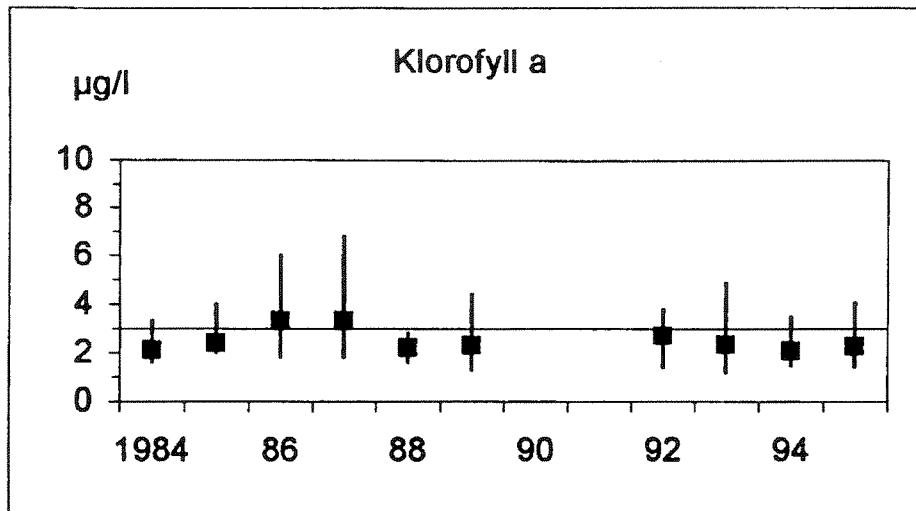


Overvåking av vannkvaliteten i Strondafjorden i 1995



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

Rute 866
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

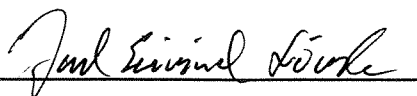
Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Overvåking av vannkvaliteten i Strondafjorden i 1995	Løpenr. (for bestilling) 3402/96	Dato Februar 1996
	Prosjektnr. Undernr. O-92055	Sider Pris 20
Forfatter(e) Jarl Eivind Løvik Sigurd Rognerud	Fagområde eutrofi ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Oppland	Trykket NIVA

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

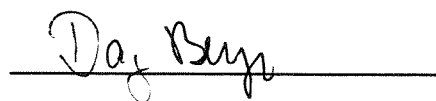
<p>Sammendrag</p> <p>Strondafjordens vannkvalitet kan betegnes som lite til moderat forurenset av næringssalter, men situasjonen er fortsatt labil. Dette skyldes bl.a. at i slike klare, store innsjøer som Strondafjorden kan små belastningsøkninger i kombinasjon med "gunstige" meteorologiske forhold ofte føre til rask vekst 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 ellers i vekstsesongen kan være små. I 1995 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 1995 kan karakteriseres som god til mindre god. Konsentrasjonene av næringssaltene fosfor og nitrogen har ikke endret seg vesentlig i løpet av de siste 12 årene.</p>

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



Prosjektleder

ISBN 82-577-2933-7



Forskningsjef

Overvåking av vannkvaliteten i

Strondafjorden i 1995

Forord

Denne rapporten er fjerde årsrapport i en videre overvåking av Strondafjorden . Denne fasen startet med noen få observasjoner i 1991 og fortsatte med mer systematiske observasjoner i 1992-95. Rapporten omhandler vannkvaliteten i Strondafjorden vurdert ut fra konsentrasjoner av næringssalter 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 6. juni 1995.

Vannanalysene er utført av Vannlaboratoriet for Hedmark og NIVAs laboratorium i Oslo. 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, februar 1996

Jarl Eivind Løvik

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Resultater	7
2.1 Generell vannkjemi	7
2.2 Næringsalter og klorofyll	8
2.3 Planktonalger	10
2.4 Planktonkrepsdyr	14
3. Litteratur	16
4. Vedlegg	17

Sammendrag

Rapporten omhandler resultatene av overvåkingen av Strondafjorden med hensyn til næringsalter og plankton i 1995, samt en vurdering av eventuelle endringer i vannkvaliteten over tid.

Middelkonsentrasjonen av næringsaltene fosfor og nitrogen har ikke endret seg vesentlig i Strondafjorden i løpet av de siste 10-12 årene. Vurdert ut fra middelkonsentrasjonene av fosfor, nitrogen og klorofyll-a samt siktedyp var vannkvaliteten i 1995 god til mindre god i henhold til SFTs klassifiseringssystem. Årsmiddel-konsentrasjonene gir imidlertid ofte ikke tilstrekkelig informasjon om de tidsbetingede belastningsøkningene som kan være nok til at det utvikles tidvis store algemengder. I 1995 ble de høyeste konsentrasjonene registrert i midten av juni i etterkant av vårflommen og i tilknytning til store nedbørmengder i juli. Den markerte vårflommen særlig i Øystre Slidre-vassdraget førte imidlertid ikke til spesielt høye konsentrasjoner av f.eks. fosfor.

Strondafjordens vannkvalitet kan betegnes som lite til moderat forurenset av næringsalter (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 forsommeren når innsjøen er termisk sjiktet og epilimnion er volummessig liten. Eventuelle utslipp av næringsalter (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 1984-95, spesielt i månedsskiftet juni/juli. Det har særlig vært arter innen gruppen gullalger som har stått for disse oppblomstringene.

Slike algeoppblomstringer kan medføre økologiske forstyrrelser som kan skape betydelige problemer for mange brukerinteresser. Situasjonen sommeren 1991 da en oppblomstring av flagellatene *Uroglena americana* og *Chlamydomonas* sp. gav sterk lukt av fisk/tran i området, er eksempel på dette. Det ble videre påvist at *U. americana* fra Strondafjorden produserte et toksin, og dette var en mulig årsak til fiskedøden i innsjøen dette året. Flere år har det dessuten funnet sted oppblomstringer av kiselalger på sensommeren eller høsten. Oppblomstringer innen flere 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 1995 var algemengden lav med unntak av en kort periode med noe større mengder i juni. Sammen med erosjonspartikler fra vårflommen og store mengder granpollen førte dette til redusert sikt i vannet i første halvdel av 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. Markerte oppblomstringer av kiselalger på sensommeren og høsten har ikke blitt registrert siden 1991. Forholdene de to siste årene kan tyde på at vannkvaliteten utvikler seg i gunstig retning. Undersøkelser tidligere år har imidlertid vist hvor små belastningsøkninger som skal til før det utvikles store algemengder. Det er derfor 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).

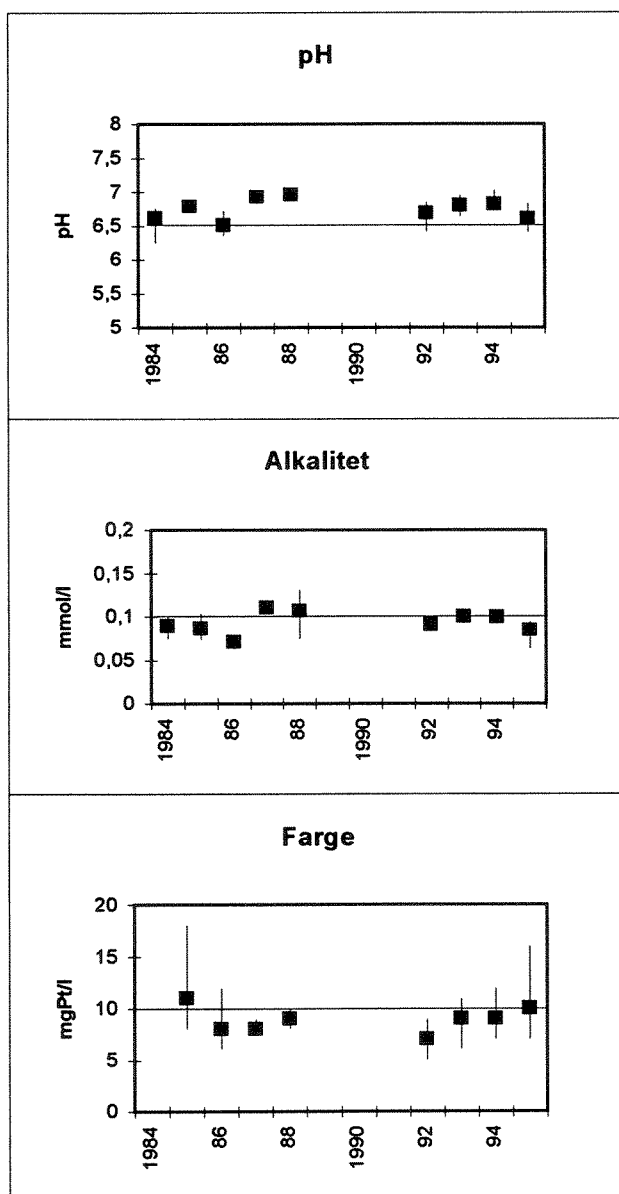
Situasjonen i Strondafjorden har vært labil de senere årene, og små belastningsøkninger i kombinasjon med gunstige meteorologiske forhold har ført til raske oppblomstringer av enkelte arter innen gruppen gullalger (Chrysophyceae) og kiselalger (Bacillariophyceae). Størst oppmerksomhet fikk den store 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 rensertiltak ved en rekke fiskeoppdrettsanlegg i vassdraget. I tillegg gjennomføres det miljøltiltak i jordbruket for å begrense forurensningene av vassdrag.

Prøver ble samlet inn to ganger i juni og månedlig i perioden juli - 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. Dyreplankton-prøver (vertikale håvtrekk, 0-20 m) ble samlet inn i juli, august, september og oktober. Samtidig med prøveinnsamlingen ble det målt siktedyp og temperatur.

2. Resultater

2.1 Generell vannkjemi

Resultatene av de kjemiske målingene er gitt i tabell I i vedlegget. I figur 1 er sesongmiddelverdiene og variasjonsbredden vist for pH, alkalitet og farge for årene 1984-95 (unntatt årene 1989-91).



Figur 1. Middelerverdi og variasjonsbredde for pH, alkalitet og vannets farge for sjiktet 0-10 m.

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. 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 vårflommen (se nedenfor). Vurdert ut fra sesongmiddelverdiene synes det ikke å være noen tendens til systematisk endring av pH og alkalitet i Strondafjorden. Humuspåvirkningen målt som vannets farge var generelt liten, men maksimalverdien i midten av juni var noe høyere i 1995 enn i de senere årene p.g.a. betydelige tilførsler av humøst vann fra nedbørfeltet med vårflommen.

2.2 Næringsalter og klorofyll

Resultatene av de vannkjemiske analysene er gitt i tabell I i vedlegget. I figur 2 er middelverdiene og variasjonsbredden over vekstsesongen i perioden 1984-95 (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 middelverdier i 1995, forventet naturtilstand (Rognerud & Romstad 1990) samt SFT's system for klassifisering av miljökvalitet i ferskvann (Holtan & Rosland 1992).

Tabell 1. Observerte middelverdier i 1995, 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

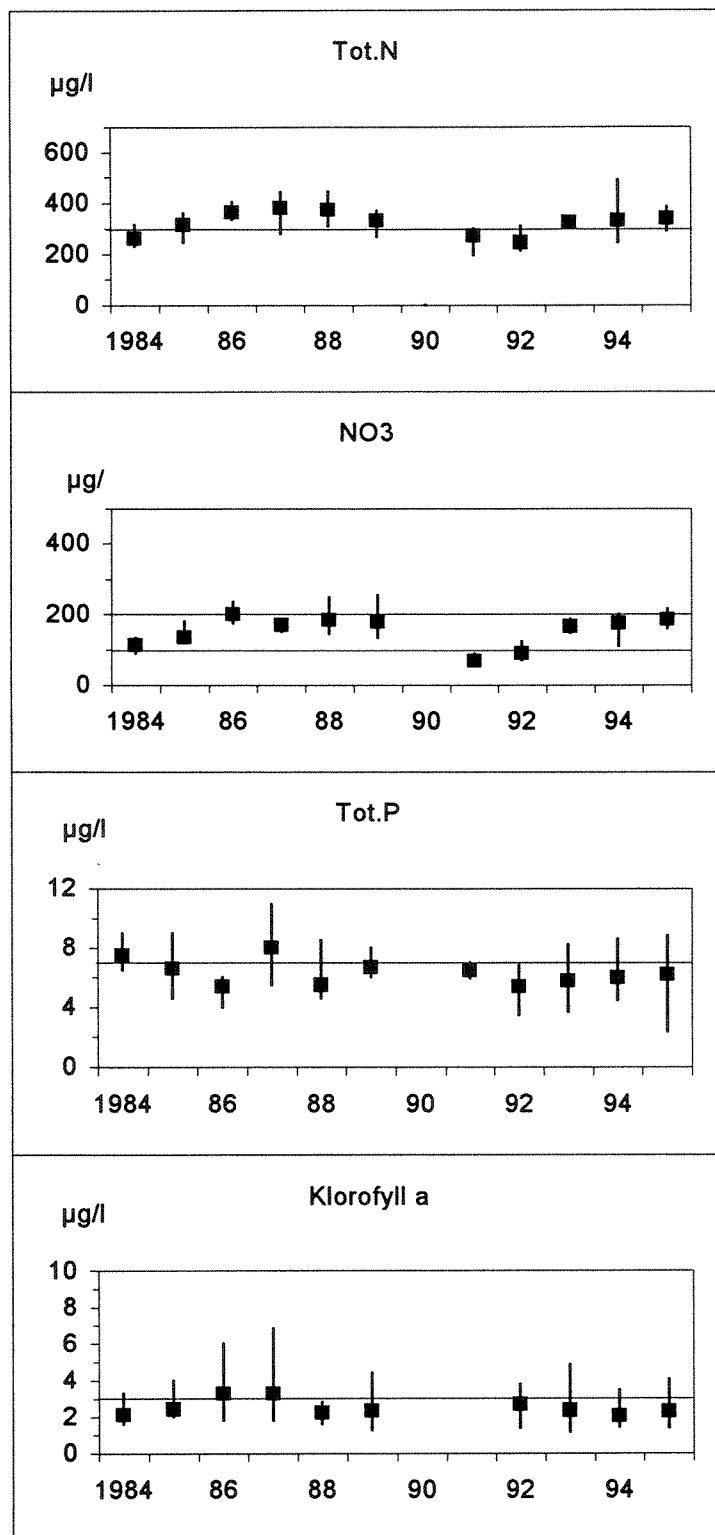
Forurensningsgrader: 1=Lite, 2=Moderat, 3=Markert, 4=Sterkt, 5=Meget sterkt forurenset

	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	Kl-a µg/l	Siktedyp m
Middelverdier 1995, O	6,2	337	2,27	7,6
Tilstandsklasser	I	II	II	I
Forventet nat. tilstand, N	~5	~200	<1,5	>8
O/N	1,2	1,7	1,5	0,9
Forurensningsgrader	1	2	2	1

Konsentrasjonen av nitrat varierte i 1995 stort sett mellom 160 og 220 µg/l og total nitrogen mellom 290 og 380 µg/l. Høye nitrogenverdier har ofte sammenheng med stor avrenning fra bl.a. jordbruksområder. I tillegg til dette er det også en tendens til at innholdet av nitrat i nedbøren over Sør-Norge øker. Dette er sannsynligvis den viktigste årsaken til at konsentrasjonen av nitrogenforbindelser har økt betydelig i flere større innsjøer og vassdrag på Østlandet den seinere tid. 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.

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 de tre siste årene. Et liknende forløp er også registrert på hovedstasjonen i Randsfjorden (Løvik & Rognerud, under utarbeidelse). I 1995 ble de høyeste verdiene registrert i juni i begge innsjøene. Dette kan skyldes betydelig transport av nitrogen særlig fra dyrket mark i forbindelse med sen våravsmelting. Mye snø i nedbørfeltet kombinert med kjølig vær utover våren og store nedbørsmengder i månedsskiftet mai/juni førte til en markert vårflom særlig i Øystre Slidre-vassdraget. På det meste gikk det 242 m³/s ut fra

Strondafjorden og vannstanden var 1,16 m over H.R.V. på det høyeste den 4. juni (Jon Friis, Foreningen til Bægnavassdragets regulering pers. oppl.).



Figur 2. Middelerverdier og variasjonsbredde for næringsalter og klorofyll a over vekstsesongen (juni - oktober for sjiktet 0-10 m.

Perioder med mye nedbør innebærer også større nitrogentilførsler direkte på innsjøoverflater og fra fjell- og 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. Resultatene viser bl.a. viktigheten av årlige systematiske målinger for å kunne foreta vurderinger med hensyn til en langtidsutvikling.

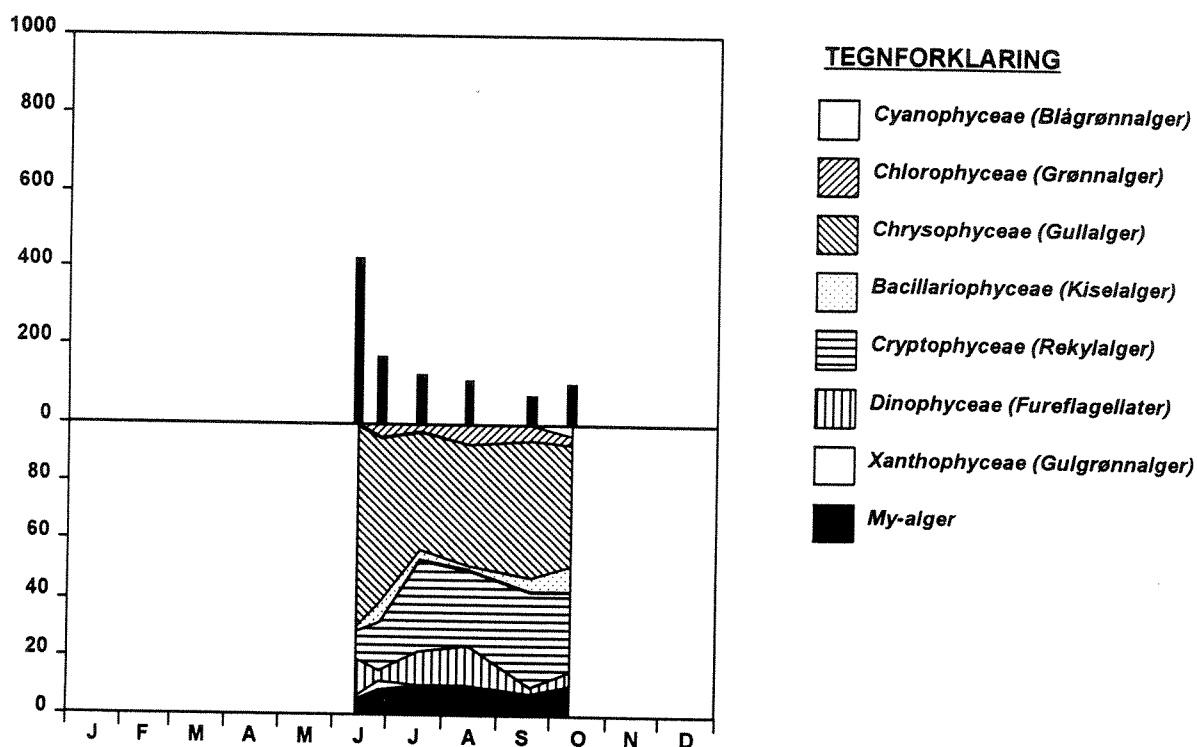
I 1995 varierte konsentrasjonene av total-fosfor mellom ca. 2 og 9 $\mu\text{g/l}$, med en middelvei på 6,2 $\mu\text{g/l}$. De høyeste verdiene ble registrert i juni og juli. Det er rimelig å anta at dette skyldes betydelige tilførsler i forbindelse med vårfloppen og store nedbørmengder i midten av juli. En betydelig del av det fosforet som tilføres innsjøen i forbindelse med flommer er partikkelbundet og mindre tilgjengelig for algevekst enn fosfor fra f.eks. urensset kloakk eller sig fra gjødselkjellere (Berge & Kjellqvist 1990). I den forbindelsen kan det nevnes at Næringsmiddeltilsynet for Valdres ikke har registrert problemer med tarmbakterier i råvannet til Fagernes vannverk i 1995 (veterinær T. Wang pers. oppl.). Vannverket har sitt inntak på 40 m dyp og vil p.g.a. den termiske sjiktningen være skjermet fra utslipp i overflatelaget utenom sirkulasjonsperiodene. 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 $\mu\text{g/l}$ som tilfellet var i august-september -95. Det har ikke skjedd noen signifikant økning i konsentrasjonene av totalfosfor over tid i de 11 årene målingene har foregått i Strondafjorden.

Konsentrasjonene av klorofyll a, som er et indirekte mål på algemengden, varierte mellom 1,4 og 4,1 $\mu\text{g/l}$. Den høyeste verdien ble registrert i midten av juni i forbindelse med en våroppblomstring av alger vesentlig innen gruppen Chrysophyceae (gullalger). De betydelige algemengdene kombinert med erosjonspartikler fra vårfloppen og store mengder granpollen førte til at sikten i vannet ble markert redusert (ned til 3,2 m) på denne tida. Resten av sesongen var klorofyllverdiene stort sett mindre enn 2 $\mu\text{g/l}$ som ofte observeres i næringsfattige innsjøer.

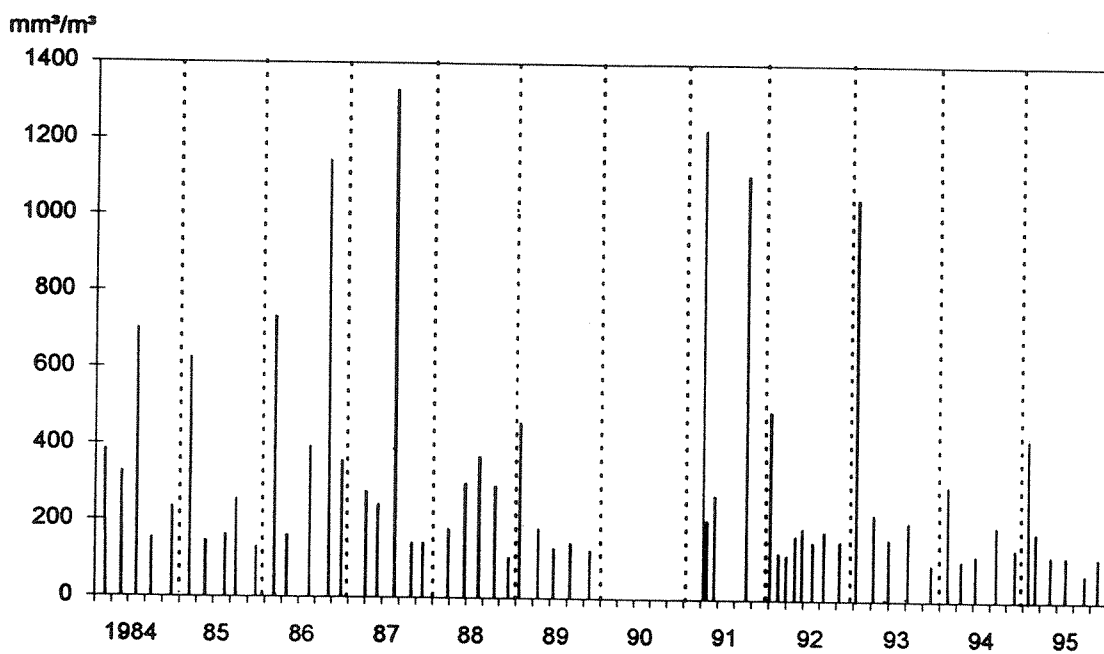
2.3 Planktonalger

Resultatene av algetellingene for 1995 er gitt som artslistene i vedlegget (Tabell II). Totalvolumene og fordelingen på hovedgrupper i 1995 er vist i figur 3. Tidsutviklingen i algevolumet pr. m^3 i perioden 1984-95 og den relative sammensetningen av planktonalger fordelt på hovedgrupper i den samme perioden er vist i figur 4-6.

Algemengden var i 1995 stort sett lav med verdier mindre enn 200 mm^3/m^3 ved alle observasjonene unntatt i midten av juni (ca. 430 mm^3/m^3). På forsommeren var algesamfunnet dominert av arter innen gruppen gullalger samt fureflagellaten *Gymnodinium cf. lacustre* som er karakteristisk for næringsfattige innsjøer. Et noe større innslag av cryptophyceen *Rhodomonas lacustris* særlig i juli tydet likevel på litt mer næringsrike forhold.



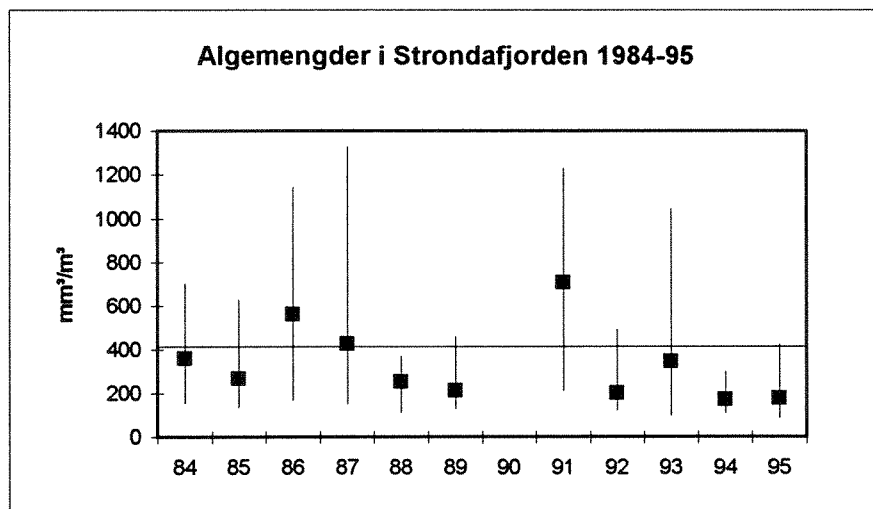
Figur 3. Algemengde og sammensetning i Strondafjorden i 1995 for blandprøver i sjiktet 0-10 m. Totalvolum gitt i $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt.



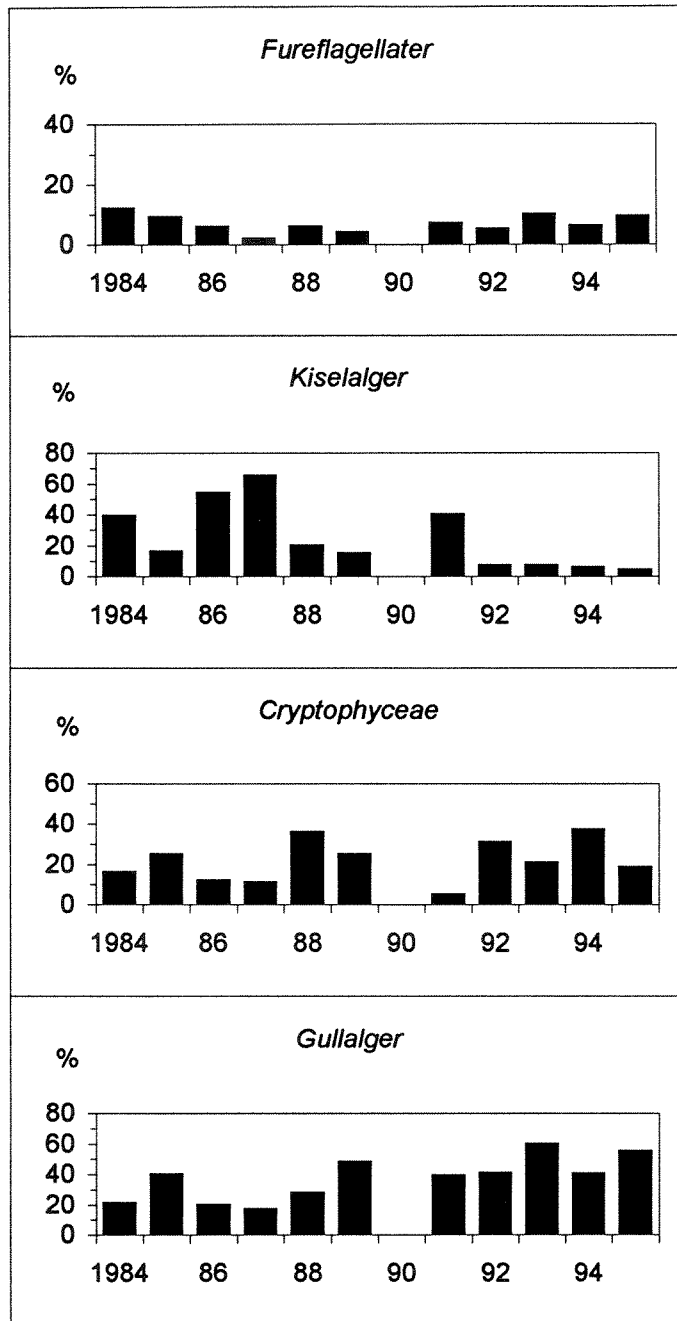
Figur 4. Algemengden (mm^3/m^3) i Strondafjorden i sjiktet 0-10 m i perioden 1984-95 (unntatt 1990).

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. 4). 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 1995 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, mens det i 1991 og -93 først og fremst var arter innen gruppen gullalger som gav opphav til algeoppblomstringene. Typiske kiselalgeoppblomstringer har ikke forekommet de siste 4 årene. Oppblomstringene av forskjellige arter gjør at forholdet mellom de ulike algegruppene har variert betydelig fra år til år (Fig. 6). Dette står i kontrast til forholdene f.eks. på hovedstasjonen i Randsfjorden der fordelingen mellom hovedgruppene av alger har vært temmelig konstant i de årene innsjøen har vært undersøkt (Løvik & Rognerud 1996).

Basert på mengden og sammensetningen av planktonalger de siste 4-5 årene så har Strondafjordens vannkvalitet ligget nær overgangssonen mellom en næringsfattig og en middels næringsrik tilstand (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. Denne er som regel kortvarig 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 produserte antagelig algetoksiner (Skulberg et al. 1992). Situasjonen i 1994 og 1995 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. Dette kan være et tegn på en varig bedring, men undersøkelser av algesamfunnet tidligere år viser hvor labil situasjonen er og hvor viktig det er å overvåke vannkvaliteten med en systematisk og relativt hyppig prøvetaking. En varslet sterk nedtapping av innsjøen utover vinteren 1995-96 p.g.a. lite vanntilførsel vil kunne føre til dårligere vannutskifting enn vanlig og økt risiko for algeoppblomstringer i 1996.



Figur 5. Sesongmiddelverdier (juni-oktober) og variasjonsbredder av algemengdene (mm^3/m^3) i Strondafjorden i årene 1984-94 (unntatt 1990).



Figur 6. Den relative fordeling (prosent) av ulike algegrupper i Strondafjorden (0-10 m) beregnet som middelværdi av algevolumet over vekstsesongen (juni-oktober).

2.4 Planktonkrepsdyr

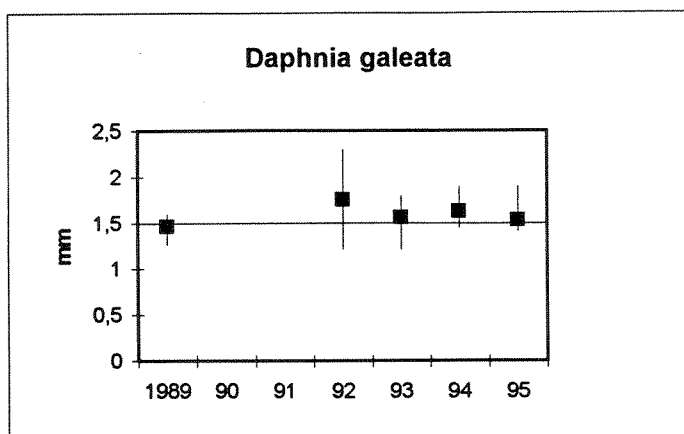
Det ble samlet inn prøver av planktonkrepsdyr som vertikale håvtrekk månedlig i perioden juli-oktober. Resultatene er gitt i tabell 2.

Tabell 2. Kvalitativ forekomst av planktonkrepsdyr i Strondafjorden i 1995, basert på vertikale håvtrekk fra sjiktet 0-20 m, maskevidde 60 µm. +++=rikelig/dominerende, ++=vanlig, +=få individer.

Arter	18.7	14.8	18.9	10.10
HOPPEKREPS (Copepoda)				
Heterocope appendiculata	++	+	+	++
Heterocope sp. naup.		+		
Acanthodiaptomus denticornis	+	++	+	++
Cyclops scutifer	+++	++	+++	+++
Mesocyclops leuckarti			+	+
VANNLOPPER (Cladocera)				
Holopedium gibberum	++	++	++	+++
Daphnia galeata	+++	++	++	+++
Daphnia longispina		+	+	
Daphnia cristata				++
Bosmina longispina	+++	+	++	+++
Bythotrephes longimanus	+			
Polyphemus pediculus			+	

Krepsdyrplanktonet var i likhet med i 1994 dominert av hoppekrepsene *Cyclops scutifer*, *Heterocope appendiculata* og *Acanthodiaptomus 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. 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 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 1,53 og 0,76 mm i 1995 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 7 og Rognerud & Romstad 1990) kan være et utslag av at sikbestanden var noe redusert i 1992 etter fiskedøden året før. Bedømt ut fra størrelsen på dominerende *Daphnia*-art (*D. galeata*) kan det synes som predasjonspresset har økt igjen de senere årene.



Figur 7. Middellengder og variasjonsbredder av *Daphnia galeata* (voksne hunner) i 1989 og 1992-95.

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. Overvåkning av vannkvaliteten i Randsfjorden og Dokkfløymagasinet. Datarapport for 1995. NIVA-rapport.
- 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 planteplanktonvolum og siktedyp i Strondafjorden i 1995.

Parameter/dato	13.6	26.6	18.7	14.8	18.9	10.10	Middel
pH	6,42	6,41	6,83	6,62	6,75	6,59	6,60
Ledn. evne (mS/m)	2,46	2,41	2,31	2,20	2,26	2,26	2,32
Turb. (NTU)	1,2	0,70	0,30	0,25	0,25	0,30	0,95
Farge (mgPt/l)	16	13	10	7	7	7	10
Alkalitet, 4.5-4.2 (mmol/l)	0,087	0,063	0,095	0,086	0,090	0,087	0,085
Alkalitet, 4.5 (mmol/l)	0,115	0,093	0,128	0,113	0,118	0,114	0,114
Tot-P ($\mu\text{g/l}$)	7,7	7,9	8,8	4,2	2,4	6,4	6,2
Tot-N ($\mu\text{g/l}$)	384	384	362	301	290	302	337
Nitrat ($\mu\text{g/l}$)	203	216	194	161	173	167	186
Klorofyll-a ($\mu\text{g/l}$)	4,05	1,97	-	1,42	1,71	2,20	2,27
Tot. algevol. (mm^3/m^3)	429	178	134	118	81	111	175
Siktedyp (m)	3,2	5,5	7,2	7,7	11,7	10,0	7,55

Tabell II.

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

Dato ⇒	950613	950626	950718	950814	950918	951010
Gruppe	Volum	Volum	Volum	Volum	Volum	Volum
Arter						
Cyanophyceae (blågrønnalger)						
Anabaena flos-aquae	.	.	.	.	.	2.2
Woronichinia compacta	.	.	.	.	0.3	1.5
Sum	.	.	.	.	0.3	3.7
Chlorophyceae (grønnalger)						
Ankyra lanceolata	.	0.3	.	.	.	.
Botryococcus braunii	.	.	.	0.8	.	.
Carteria sp. (l=6-7)	.	.	.	.	0.8	.
Cosmarium abbreviatum	.	.	.	0.5	.	.
Cosmarium depressum	.	0.5	.	.	.	.
Crucigeniella rectangularis	.	.	.	0.4	0.4	.
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	0.6	0.6	.	.	0.2	.
Euastrum elegans	.	.	.	0.3	.	.
Gyromitus cordiformis	.	.	.	1.2	0.9	.
Koliella sp.	1.3	4.0	0.4	.	.	.
Monoraphidium dybowskii	.	.	.	0.4	0.5	1.4
Monoraphidium griffithii	0.3	0.5	.	.	.	.
Nephrocystium agardhianum	.	.	.	.	0.2	0.2
Nephrocystium lunatum	.	.	.	.	.	0.2
Oocystis submarina v.variabilis	.	.	.	1.1	.	0.1
Paramastix conifera	.	.	0.7	.	.	0.8
Quadrigula pfitzeri	.	.	.	.	.	0.2
Scenedesmus denticulatus v.linearis	.	.	.	.	.	0.1
Scenedesmus dimorphus	.	1.3	.	.	.	.
Scourfieldia cordiformis	0.2	.	0.2	0.2	0.2	.
Sphaerocystis schroeteri	.	.	.	1.4	0.7	0.5
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	.	.	.	0.8	.	.
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	.	.	.	0.5	.	.
Ubest.gr.flagellat	.	.	1.7	.	.	.
Sum	2.4	7.1	3.0	7.6	3.9	3.4
Chrysophyceae (gullalger)						
Aulomonas purdyi	0.1	.	.	.	.	.
Bitrichia chodatii	.	0.3	.	2.0	0.3	.
Chromulina sp.	.	0.5	1.6	.	.	.
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	0.7	0.3	0.4	0.2	.	.
Chrysochromulina parva	1.1	0.3	1.6	.	0.6	.
Chrysococcus sp.	.	.	.	0.2	.	.
Chrysolykos planctonicus	.	0.1	.	.	.	.
Chrysolykos skujai	1.5	0.4	.	.	0.1	0.8
Craspedomonader	0.3	0.8	.	0.3	0.5	0.3
Cyster av Bitrichia chodatii	.	0.3	.	.	.	.
Cyster av Chrysolykos skujai	.	.	.	.	0.1	.
Dinobryon borgei	4.2	4.0	0.4	0.9	0.4	0.4
Dinobryon crenulatum	2.8	1.2	.	0.7	.	1.9
Dinobryon cylindricum var.alpinum	7.3	9.4	.	.	.	.
Dinobryon sociale v.americanum	3.6	14.1	0.4	0.1	0.7	0.7
Dinobryon suecicum	1.0	.	.	0.2	.	.
Kephyrion boreale	.	0.5	0.1	.	.	.
Løse celler Dinobryon spp.	.	0.5	.	.	.	0.4
Mallomonas akrokomos (v.purvula)	1.1	5.3	3.3	.	0.9	0.9
Mallomonas cf.maiorensis	7.8	1.6	0.9	0.9	.	.
Mallomonas spp.	66.8	7.2	.	6.8	2.0	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	24.9	9.9	7.5	10.1	5.3	5.9
Pseudokephyrion alaskanum	.	.	0.2	.	.	.
Pseudokephyrion entzii	4.5	3.3	1.1	.	0.1	.
Pseudokephyrion sp.	.	.	.	0.2	0.3	.
Små chrysomonader (<7)	62.0	20.8	12.2	14.7	13.4	19.9
Spiniiferomonas sp.	3.2	0.7	0.5	0.3	0.3	.
Stelexomonas dichotoma	.	.	.	0.3	0.2	.
Stichogloea doederleinii	.	.	.	.	.	0.6
Store chrysomonader (>7)	98.2	17.2	13.8	10.3	9.5	13.8
Synura sp. (l=9-11 b=8-9)	.	1.1	.	.	.	.
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0.8	.	2.1	.	2.9	0.3
Ubest.chrysophyceae	0.2	.	0.3	0.9	0.1	.
Uroglena americana	3.0	0.9	7.6	.	.	.
Sum	294.8	100.6	53.9	49.0	37.7	45.9
Bacillariophyceae (kiselalger)						
Asterionella formosa	0.3	1.5	0.4	.	0.3	0.3
Aulacoseira alpigena	.	2.4	2.2	2.0	2.8	8.3
Cyclotella comta v.oligactis	.	.	.	.	0.2	.
Cyclotella glomerata	.	0.2	.	.	.	.
Cyclotella radiosa (=C.comta)	.	1.9	0.6	.	.	.
Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)	.	.	1.9	.	1.1	1.1
Diatoma tenue	0.9	.	.	.	.	.
Synedra sp. (l=30-40)	.	1.1	0.2	0.1	.	.
Synedra sp. (l=40-70)	2.4	1.2	.	.	.	.
Synedra ulna	1.4	.	.	.	.	.
Tabellaria fenestrata	.	0.9	.	.	.	.
Tabellaria flocculosa	2.8	4.3	.	.	.	1.0
Sum	7.8	13.5	5.4	2.2	4.3	10.7
Cryptophyceae						
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	.	0.6	1.0	2.2	0.8	0.6
Cryptomonas marssonii	1.0	1.0	1.5	1.8	1.0	2.6
Cryptomonas sp. (l=20-22)	.	.	1.9	7.2	5.5	5.3
Cryptomonas spp. (l=24-28)	0.4	0.4	0.4	.	3.2	3.6
Katablepharis ovalis	12.9	5.7	2.4	5.5	3.1	2.2

Tabell II forts.

Strondafjorden forts.

Dato =>	950613	950626	950718	950814	950918	951010
Gruppe	Volum	Volum	Volum	Volum	Volum	Volum
Arter						
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	23.2	15.9	32.6	12.3	11.6	15.4
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	2.0	5.2	2.0	1.6	1.2	0.4
Sum	39.5	28.7	41.7	30.5	26.4	30.0
Dinophyceae (fureflagellater)						
Amphidinium sp.	2.0	.	.	.	.	.
Gymnodinium cf.lacustre	27.6	.	1.1	6.5	.	2.0
Gymnodinium cf.uberrimum	.	.	8.0	4.0	.	.
Gymnodinium sp. (l=14-16)	8.7	1.0	2.4	2.6	.	0.6
Peridinium sp. (l=15-17)	1.7	0.7	.	.	.	.
Peridinium umbonatum (=P.inconspicuum)	11.2	4.4	1.8	1.4	1.4	1.7
Ubest.dinoflagellat	3.7	.	1.6	1.2	0.4	0.4
Sum	54.9	6.0	14.9	15.7	1.8	4.7
Xanthophyceae (gulgrønnalger)						
Ophiocytium sp.	3.9	6.2	0.8	0.2	.	.
My-alger						
My-alger	25.2	16.0	13.9	12.9	6.6	12.6
Totalsum (mm³/m³ = mg våtvekt/m³)	428.6	178.2	133.5	118.1	81.0	111.1

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 3402-96.

ISBN 82-577-2933-7