

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

9015 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
| Tittel<br>Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver.<br>Årsrapport for 1998. | Løpenr. (for bestilling)<br>4022-99                  | Dato<br>juni 1999    |
|  | Prosjektnr. Undernr.<br>0-97043<br><br>0-97044       | Sider Pris<br>96     |
| Forfatter(e)<br>Gösta Kjellberg<br>Ola Hegge<br>Eli-Anne Lindstrøm<br>Jarl Eivind Løvik  | Fagområde<br>Vassdrag                                | Distribusjon<br>Åpen |
|  | Geografisk område<br>Oppland, Hedmark<br>og Akershus | Trykket<br>NIVA      |

|   |  |
|---|--|
| Oppdragsgiver(e)<br>Styringsgruppa for interkommunal overvåking av Mjøsa med tilløpselver /ved<br>Fylkesmannen i Hedmark, miljøvernadv. | Oppdragsreferanse<br>Thor A. Nordhagen |
|---|--|

**Sammendrag**

I 1998 var forekomsten og artssammensetningen av planteplankton stort sett akseptabel i hele innsjøen. Konsentrasjonen av fosfor var lav, og i samsvar med satte miljømål. I august var Mjøsas frie vannmasser lite forurenset av fekale indikatorbakterier og bakteriemengder som oversteg målsettingen for badevann ble ikke registrert. Lena, Hunnselva og Svartelva var fortsatt de mest forurensete elvene i nærområdet.

I 1990 årene har vannkvaliteten vært nær akseptabel vurdert ut fra mengder og artssammensetning av planteplankton og bentiske alger samt fekale indikatorbakterier i produksjonssesongen sett under ett. Til enkelte tider, som f.eks. i 1991, 1992 og særlig i 1996, har imidlertid algemengden i de øvre vannlag og langs strendene klart overskredet grensen for akseptabel vannkvalitet. Ved små økninger i tilførsler av fosfor, og/eller gunstige værforhold med hensyn til algevekst, kan disse periodene lett utvides til større deler i den enkelte vegetasjonsperiode/sommer. Den økologiske tilstanden i Mjøsa må derfor fortsatt karakteriseres som ustabil. Større og tilfeldige utslipp av urensset kloakk vil raskt gi en markert øking av mengden tarmbakterier som eksempelvis i regnværperioder og i perioder med stor snøsmelting da mye råkloakk kan gå i overløp. Dette betyr at resipientkapasiteten/selvrensningsevnen i innsjøen til tider kan bli overskredet. Det må kontinuerlig foretas effektivt vedlikeholdsarbeid og forbedringstiltak for ytterligere å begrense forurensningstilførselen såvel til Mjøsa som til de tilrennende vassdragene. Dette gjelder særlig med hensyn til fosfor og tarmbakterier. Det brepartikkelholdige vannet fra Gudbrandsdalslågen har en dempende effekt på algeveksten særlig i den nordlige del av innsjøen. Det er derfor viktig at det ikke foretas reguleringer i Lågenvassdraget som reduserer brevannstilførselen i vegetasjonsperioden.

|                                   |                                |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Fire norske emneord               | Fire engelske emneord          |
| 1. Forurensningsovervåking        | 1. Pollution monitoring        |
| 2. Mjøsa                          | 2. Lake Mjøsa                  |
| 3. Eutrofiering                   | 3. Eutrophication              |
| 4. Kjemiske og biologiske forhold | 4. Water chemistry and biology |

  
Prosjektleder

  
Forskningsleder

  
Forskningsjef

# **Tiltaksorientert overvåkning av Mjøsa med tilløpselver.**

Årsrapport for 1998.

**Saksbehandler: Gösta Kjellberg**

**Medarbeidere: Pål Brettum  
*Ola Hegge*  
Eirik Fjeld  
Jarl Eivind Løvik  
Eli-Anne Lindstrøm  
Mette-Gun Nordheim  
Tone Jøran Oredalen  
Sigurd Rognerud**

## Forord

Fra og med 1996 er overvåkingen av Mjøsa et lokalt ansvarsområde og det er "Mjøskommunene" med økonomisk bidrag fra SFT som finansierer og administrerer undersøkelsene. I 1998 har Styringsgruppa for overvåking av Mjøsa med tilløpselver administrert prosjektet. Per Even Johansen og Thor Anders Nordhagen har vært kontaktpersoner for "gruppa".

Rapporten er en årsrapport/datarapport for undersøkelsene i 1998 og er basert på programforslag gitt i kontraktforslag med Styringsgruppa av den 11. juni 1997. Det er lagt spesiell vekt på tidsutviklingen i vannkvaliteten. Programmet for 1997 var stort sett i samsvar med tidligere års undersøkelser. I 1998 har vi også vurdert soppangrepene på Hunderørreten og faren ved å bruke polyakrylamid ved de større renseanleggene.

Arbeidet ble utført av NIVA's Østlandsavdeling med bistand fra Fylkesmannens miljøvernavdelinger i Oppland og Hedmark, NIVA's hovedkontor i Oslo samt næringsmiddelkontrolllaboratoriene på Gjøvik, Hamar og Lillehammer. Gösta Kjellberg ved NIVA's Østlandsavdeling har vært ansvarlig for gjennomføring av prosjektet.

De kjemiske prøver fra innsjøstasjonene og fra Flakstadelva og Svartelva unntatt analyse av klorofyll ble analysert ved Vannlaboratoriet i Hedmark (VLH). Klorofyllanalysene ble utført av NIVA's laboratorium i Oslo. Prøvetaking og analyse av prøvene fra Gausa og Gudbrandsdalslågen ble utført av Næringsmiddeltilsynet for Sør - Gudbrandsdal (NTSG) og prøvetaking og analyse av prøvene fra Lenaelva og Hunnelva ble utført av Næringsmiddeltilsynet for Gjøvik, Vestre Toten og Østre Toten (NoMGT). De kommunale næringsmiddeltilsyn (KNT)-laboratoriene lokalisert ved Gjøvik, Hamar og Lillehammer har utført de hygienisk/bakteriologiske analysene.

Vannføringsdata for beregning av elvetransport ble innhentet fra NVE og Glommens og Laagens Brukseierforening.

Pål Brettum (NIVA, Oslo) har bearbeidet planteplanktonmaterialet og Tone Jøran Oredalen (NIVA, Oslo) har foretatt beregningene av primærproduksjonen. Jarl Eivind Løvik ved NIVA's Østlandskontor har bearbeidet krepsdyrplanktonmaterialet og beregnet elvetransport av næringssalter. Eirik Fjeld (NIVA, Oslo) har bearbeidet foreliggende "Mjøsdata" og utført de statistiske beregninger og produsert de fleste "trendfigurer". Eli-Anne Lindstrøm har vurdert "grønnske"-problematikken. Ola Hegge ved fylkesmannen i Oppland har vurdert soppangrepene på fisk ved Hunderfossen.

Prøveinnsamling, øvrig bearbeidelse, vurdering av innsamlet materiale samt rapportskriving er utført av personalet (Gösta Kjellberg, Jarl Eivind Løvik, Mette-Gun Nordheim og Sigurd Rognerud) ved NIVA's Østlandskontor.

Prosjektlederen vil takke alle for et godt samarbeid.

Ottestad juni 1999.

*Gösta Kjellberg.*

---

# Innhold

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Sammendrag</b>   | <b>5</b>  |
| <b>Summary</b>  | <b>12</b> |
| <b>1. Innledning</b>  | <b>13</b> |
| <b>2. Materiale og metoder</b>  | <b>15</b> |
| 2.1 Undersøkelser i Mjøsa   | 15        |
| 2.2 Undersøkelser i elver   | 18        |
| <b>3. RESULTATER OG DISKUSJON</b>   | <b>20</b> |
| 3.1 Mjøsa   | 20        |
| 3.1.1 Vanntemperatur  | 20        |
| 3.1.2 Siktedyt og visuell vannfarge.  | 21        |
| 3.1.3 Generell vannkjemi  | 21        |
| 3.1.4 Fosfor  | 24        |
| 3.1.5 Nitrogen  | 29        |
| 3.1.6 Planteplankton  | 36        |
| 3.1.7 Primærproduksjon  | 44        |
| 3.1.8 Krepsdyrplankton  | 48        |
| 3.1.9 Hygienisk/bakteriologiske forhold/Generell fekal forurensning                             | 54        |
| 3.2 Tilløpselver  | 60        |
| 3.2.1 Næringssaltkonsentrasjoner og næringssalttransport  | 60        |
| 3.2.2 Biologisk befaringsundersøkelse i Gudbrandsdalslågen inkl. nedre del av Otta              | 65        |
| 3.2.3 Biologisk befaringsundersøkelse i Svartelva.  | 76        |
| 3.3 Soppangrep på storauren som gyter ved Hunderfossen i Gudbrandsdalslågen.                    | 80        |
| 3.4 Tiltakende ”grønskevekst” i tilløpselvene til Gudbrandsdalslågen.                           | 83        |
| 3.5 Biologiske skadeeffekter p.g.a. bruk av polyakrylamider i renseanleggene og i vannverkene ? | 84        |
| <b>4. Litteratur</b>  | <b>87</b> |
| <b>5. Vedlegg</b>   | <b>89</b> |
| <b>6. Appendix</b>  | <b>92</b> |

---

## Sammendrag

### Innledning.

Fra og med 1996 er overvåkingen av Mjøsa med nedbørfelt et lokalt ansvarsområde, og det er "Mjøsokommunene" og kommunene langs Gudbrandsdalslågen med bidrag fra SFT som finansierer og administrerer undersøkelsene. SFT dekker for tiden kostnadene for hovedstasjon ved Skreia. Det er i denne anledning nedsatt en styringsgruppe for interkommunal overvåking av Mjøsa med tilløpselver.

### Mål.

Hovedmålet med en kontinuerlige overvåkningsundersøkelse av Mjøsa med tilløpselver er å følge utviklingen av vannkvaliteten i innsjøen og i tilrennende større vassdrag. Dette innebærer bl.a. å registrere effektene av de forurensningsbegrensende tiltakene som er og kontinuerlig vil bli gjennomført. Enkelte nye tiltak vil også kunne bli aktuelle. På denne måten vil en få økt kunnskap om sammenheng mellom forurensningsbelastning og kjemisk og biologisk virkning. Videre skal overvåkingen være en kontroll på om fastsatte miljømål/kvalitetsmål såvel nasjonale som interkommunale og lokale kan oppfylles. Mjøsa er ifølge Direktoratet for Naturforvaltning av nasjonal verdi dvs. en A<sub>4</sub>-lokalitet.

Nasjonalt miljømål for Mjøsa er at innsjøen skal være en lavproduktiv (oligotrof) klarvannsjø i så nært samsvar som mulig med naturgitt produksjonspotensiale og biodiversitet. Videre at en opprettholder en vannkvalitet som mest mulig tjener alle brukerinteresser. Drikkevannsinteressene og kravene til et godt egnet råvann samt Mjøsa som storørretbiotop og leveområde for rike bestand av ishavsimmigranter vil her stå sentralt. Det naturgitte økosystemet må derfor opprettholdes i så stor grad som mulig så vel i Mjøsa som i de større tilløpselvene.

Det har for Mjøsas vedkommende blitt lagt særlig vekt på å følge utviklingen av næringssaltforurensningen (trofistatus) og de hygieniske aspektene (fekal forurensning) i de frie vannmassene. I elvene vurderes biologisk tilstand med hensyn til overgjødning/eutrofiering, forråtnelse/saprobiering og forsuring (minket alkalitet og senket pH). I Hunnselva vurderes også effekter (gifteffekter) av tungmetallutslipp fra metallbearbeidende industri. Videre blir næringssalttransporten fra de 6 største tilløpselver beregnet. Problematikken omkring miljøgifter som tungmetaller, halvmetallen arsen, hormonhermere (Nynolfenol) og organiske mikroforurensninger blir behandlet i egne rapporter i forbindelse med nasjonale undersøkelser.

Hensikten med overvåkingen av Mjøsa og dens nedbørfelt er ifølge styringsgruppa for overvåking f.o.m 1996 følgende:

- Overvåkingen skal gi signaler om eventuelle endringer i kjemiske, hygienisk/bakteriologiske og biologiske sammenheng - "føre - var - prinsippet".
- Resultatene av de kjemiske og biologiske undersøkelser skal være såvidt representative at de kan inngå i en trendfremstilling over tid (kvalitetssikret).
- Overvåkingen skal gi grunnlag for spesifikk informasjon vedrørende utslipp av boligkloakk, utslipp fra landbruk, industri m.v. samt fjerntransporterte forurensninger (dvs. parametre som fosfor, nitrogen, organisk stoff, fekale bakterier m.v.).

## Resultat og konklusjoner.

### Mjøsa.

#### Vannkjemi.

Den generelle vannkjemien i Mjøsas sentrale del (st. Skreia) i vårsirkulasjonen hadde nær de samme konsentrasjoner og sammensetning som i tidligere år. Det har ikke skjedd større endringer i den generelle vannkjemien i Mjøsas sentrale del i den tiden det foreligger registreringer av disse parametrene (1966 - 1998). I 1998 var samtlige parametre i samsvar med tilstandsklasse I, "God" ifølge SFT's klassifisering av tilstand i ferskvann og mjøsvannet er derfor i utgangspunktet godt egnet for de fleste brukerforemål.

Markerte pH-svingninger i de øvre vannlag grunnet stor algeproduksjon ble ikke registrert i vekstsesongen 1998. Det var små variasjoner i silikatkonsentrasjonen i de øvre vannlag bl.a. som resultat av at vi i 1998 ikke hadde større kiselalgeoppblomstringer, samt at vannføringen i tilløpselvene og herved tilførselen av silikat fra disse var jevnt stor i hele sommerperioden.

Fosforkonsentrasjonen på seinvinteren ("basiskonsentrasjonen") var i 1998 lav (3.8 – 5.8 µg tot-P/l) og i samsvar med satte miljømål, dvs. at "basiskonsentrasjonen" av fosfor beregnet som middelverdi fra en vertikalserie fra overflaten til bunn ikke bør overstige 5.0 µg tot-P/l i Mjøsas sentrale og søndre del. Også ved vårsirkulasjonen i mai ("utgangskonsentrasjonen") og i de øvre vannlag (sjiktet 0-10 meter) i vekstsesongen var fosforkonsentrasjonene lave og i nær samsvar med satte miljømål. I mai varierte konsentrasjonene i området 3.3 til 8.8 µg/l. Det var da høyest konsentrasjon i Mjøsas nordre del som resultat av flompåvirkningen fra Gudbrandsdalslågen inkl. Gausa. I vegetasjonsperioden (mai-oktober) varierte fosfor-konsentrasjonen i de øvre vannlag i området 3.3 til 7.9 µg tot-P/l. Også nå ble de høyeste konsentrasjoner registrert i Mjøsas nordre parti. Tids- og arealveid middelkonsentrasjon i de øvre vannlag for vegetasjonsperioden i 1998 er estimert til 5,2 µg tot-P/l. Miljømål for Mjøsa er at fosforkonsentrasjonen i de øvre vannlag ikke bør overstige 5,5 til 6,5 µg tot-P/l i Mjøsas sentrale og søndre parti. Sannsynlig årsak til de generelt sett lave fosforkonsentrasjonene i 1998 er økt resipientkapasitet p.g.a. jevnt stor vannføring (økte fortynningsmuligheter) og lav vanntemperatur (økte sirkulasjonsmuligheter) i hele sommerperioden. Fosforkonsentrasjonen i Mjøsa i 1998 tilsvarte tilstandsklasse "God" ifølge SFT's klassifisering av tilstand i ferskvann.

Nitrogenkonsentrasjonene var noe høyere på seinvinteren ("basiskonsentrasjonen") og i begynnelsen av vegetasjonsperioden ("utgangskonsentrasjonen") i sommerperioden i 1998 jevnført med forholdene i 1997. Utover sommer og høst medførte jevnt stor tilførsel av nitrogenfattig smeltevann fra Gudbrandsdalslågen til at nitrogenkonsentrasjonen i innsjøen ble redusert. Dette er i samsvar med de forhold som blitt registrert i tidligere år. I vegetasjonsperioden i 1998 varierte nitrogenkonsentrasjonene i de øvre vannlag mellom 230 og 646 µg tot-N/l. Høyest konsentrasjon ble registrert i Furnesfjorden og i Mjøsas sentrale parti og lavest i den nordre del. Dette var i samsvar med tidligere registreringer. Det var noe høyere konsentrasjoner i overflatevannet i sommeren 1998 jevnført med forholdene i 1997. Stort sett har likevel nitrogenkonsentrasjonene i Mjøsa endret seg lite i de siste 10 år (den er nå som middelverdi for innsjøen ca. 500 µg tot-N/l). Nitrogenkonsentrasjonene i Mjøsa faller i tilstandsklasse III, "Nokså dårlig" ifølge SFT's klassifisering av tilstand i ferskvann. Hovedårsaken til det relativt sett høye nitrogenkonsentrasjonene er at innsjøen tilføres avrenningsvann fra store jordbruksarealer.

#### Planteplankton.

Mjøsa hadde i vekstsesongen (mai – oktober) 1998 lave planteplanktonmengder med algebiomasser som ikke vesentlig oversteg 0,70 gram våtvekt / m<sup>3</sup>. Lavest planteplanktonforekomst var det i Mjøsas nordre del med algebiomasser som ikke oversteg 0,25 gram våtvekt/m<sup>3</sup>, mens den største planteplanktonforekomsten ble registrert i Furnesfjorden og ved Gjøvik (st. Kise). Her ble det i juni registrert maksimale algebiomasser på 0,75 respektive 0,74 gram våtvekt / m<sup>3</sup>, dvs. noe i overkant av

satte miljømål som er at maks. algebiomasse ikke bør overstige 0,70 gram våtvekt / m<sup>3</sup>. Midlere algebiomasse i perioden juni – oktober oversteg likevel ikke 0,40 gram våtvekt/m<sup>3</sup>, hvilket er i samsvar med satte miljømål. Klorofyllkonsentrasjonene var også lave med konsentrasjoner som varierte i området 0,19 til 4,57 mg total klorofyll a / m<sup>3</sup>. Høyest klorofyllkonsentrasjoner ble registrert i Furnesfjorden og ved Gjøvik i juni og laveste konsentrasjoner i Mjøsas nordre del. Miljømål for Mjøsa er at total klorofyll a- konsentrasjonen ikke bør overstige 4,0 mg tot. klorofyll a pr. m<sup>3</sup>.

Utviklingen av planteplanktonsamfunnet artsmessig sett var stort sett (biodiversiteten) lik de forhold som er blitt registrert i den seinere år med en artssammensetning og artsdominans i samsvar med oligo- til mesotrofe forhold. Det var i 1998 liten forekomst av mer næringsaltkrevende arter og algesamfunnet bestod i hovedsak av arter og grupper som er vanlig forekommende i mer næringsfattig (oligotrof) miljø. Dvs. et planteplanktonsamfunn dominert av s.k. "monader" tilhørende gruppene gullalger, rekylalger og My-alger. Det ble ikke registrert noen større oppblomstring av stavformete kiselalger og forekomsten av cyanobakterier (blågrønnalger) tilhørende slekten *Anabaena* var også beskjedne.

Registrerte algebiomasser og artssammensetning var sommeren 1998 således i nært samsvar med næringsfattige (oligotrofe) forhold og stort sett også i samsvar med satte/ønskede miljømål. Til tider markert forekomst av alger som gullalgene *Chrysochromulina parva* og *Uroglena americana*, kiselalgen *Cyclotella comta* samt svelgflagellatene *Rhodomonas lacustris* og *Cryptomonas erosa* viser likevel at innsjøen fortsatt er noe påvirket av økt næringsalttilførsel.

Primærproduksjonen i vegetasjonsperioden i 1998 var godt under akseptabel nivå og reell årsproduksjonen er estimert til ca. 25 – 30 gram C/m<sup>2</sup>/år. Størst døgnproduksjon ble registrert i august med en reell dagsproduksjon på ca. 250 mg C/m<sup>2</sup>. Et "miljømål" for Mjøsa er for tiden at den reelle døgnproduksjonen i innsjøens sentrale parti ikke bør overstige 600 - 750 mg C/m<sup>2</sup> og at den reelle årsproduksjonen ikke bør overstige 60 – 70 gram C/m<sup>2</sup>. I Mjøsa får vi som regel uønsket stor og markert forekomst av storvokste kiselalger da døgnproduksjonen overstiger 600-750 mg C/m<sup>2</sup> dvs. at vi går fra oligotrofe til mer mesotrofe forhold.

#### *Siktedyp og visuell vannfarge.*

Siktedypet i Mjøsas sentrale deler var i 1998 tilfredsstillende med siktedyp overstigende 6 meter. I Mjøsas nordre del var det til tider lavt siktedyp p.g.a. flomaktiviteten i Gudbrandsdalslågen. Miljømål for Mjøsa er at siktedypet i Mjøsas midtre og søndre del ikke bør være mindre enn 6 – 7 meter. Vannfargen målt mot sekkeskiven var i hele perioden grønn bl.a. som resultat av brepartikkelpåvirkning.

#### *Krepsdyrplankton.*

Det var middels rik forekomst av krepsdyrplankton i Mjøsas sentrale parti i sommersesongen i 1998 med et midlere individtall på ca. 330000 individ pr. m<sup>2</sup> og en biomasse tilsvarende ca. 1,1 gram tørrvekt pr. m<sup>2</sup>. Dette er i samsvar med de forhold som er blitt registrert i de seineste 7 årene (1991 – 1997) og også i nært samsvar med registreringene fra begynnelsen av 1900-tallet. Det ser ut som om særlig krepsdyrbiomassen har blitt redusert sammenlignet med de forhold som ble registrert i perioden 1972-91. Reduksjonen kan anslås til ca. 30% fra begynnelsen av 1980-åra til idag.

Krepsdyrplanktonets artssammensetning (biodiversiteten) var i samsvar med observasjonene fra de seneste 14 år. Sammenlignes dagens forhold med de forhold som ble registrert i begynnelsen av 1900-tallet så er det små forandringer. De samme arter dominerer og eneste større forskjell er at hoppekrepsen *Mesocyclops leuckarti* og vannloppen *Daphnia cristata* nå er vanlig forekommende i de fri vannmasser. I år med sterk beitepress fra planktonspisende fisk er nå vannloppen *Daphnia cristata* dominerende "dafnia"-art. krepsdyrplanktonet bedømmes i 1998 som sterkt påvirket av fiskepredasjon. Årsaken til dette var sannsynligvis stor forekomst av 1+ lågåsild, dvs. fisk som var født i 1997.

*Istidsinnvandrere.*

Pungreken *Mysis relicta* hadde i 1998 en rik bestand med individantall som varierte i området 47 til 389 ind./m<sup>2</sup> tilsvarende biomasser i området 0,02 til 0,62 gram tørrvekt/m<sup>2</sup>. Det var lav til middels rik forekomst av *Gammaracanthus loricatus*. Ovenfor nevnte skulle tilsi at det fortsatt er lite krøkle i Mjøsa. 1989 synes å være det siste året det har vært rikelig med krøkle i innsjøen.

*Hygienisk/bakteriologiske forhold.*

Resultatet av den bakteriologiske undersøkelsen som ble utført over hele Mjøsa den 10. august i 1998 viste at mesteparten av Mjøsas øvre vannlag i de frie vannmasser da var lite påvirket av ferske tarmbakterier (termotolerante koliforme bakterier) fra mennesker og/eller dyr, med bakterietall i området 1 til 9 st. pr. 100 ml. Mest påvirket var den nordre del, Furnesfjorden samt Tangenvika. Bakteriementger som overstiger målsettingen for badevann (> 100 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml) ble således ikke registrert.

*Miljøinntrykk.*

Den økologiske tilstanden i Mjøsa må fortsatt karakteriseres som ustabil da relativt små belastningsøkninger og/eller spesielle vær-situasjoner kan føre til forringet vannkvalitet og bruksmessige problemer. I regnrrike perioder/år øker belastningen av næringssalter og fekal forurensning fra lokalnedbørfeltet på grunn av økt overløpsdrift i de kommunale kloakksystemer samt økt arealavrenning fra dyrket mark og områder med spredt bosetting. Dersom dette skjer i kombinasjon med lavvannføring i Lågen og/eller varme og vindstille perioder vil konsentrasjonen av forurensninger kunne øke i overflatelageren p.g.a. at resipientkapasiteten/selvrensningsevnen blir redusert. I slike tilfeller er det fortsatt stor risiko for uønskede algeoppblomstringer (særlig av storvokste kiselalger og cyanobakterier tilhørende slekten *Anabaena*) og i perioder høyt innhold av tarmbakterier. Mjøsas resipientkapasitet/tålegrense overskrides således fortsatt til tider og den økologiske tilstand vurderes derfor fortsatt som betenkelig.

Stor planteplanktonforekomst i Mjøsa vil ikke bare påvirke vannkvaliteten i Mjøsa, men også vassdraget nedstrøms, d.v.s. Vorma og nedre del av Glomma inkl. Øyeren. Det skjer en markert drift av planteplankton fra Mjøsa, som kan påvises helt ned til Øyeren, og som påvirker denne innsjø og forholdene nedstrøms. Dette gjelder særlig da algemengden i Mjøsa er stor.

Særlig Gudbrandsdalslågen, men også de andre større tilløpselvene må ha akseptabel vannkvalitet for at vannkvaliteten i Mjøsa skal kunne bringes tilbake til akseptabel tilstand i samsvar med satte og ønskede miljømål, og for at vi skal kunne opprettholde en tilstrekkelig resipientkapasitet i fremtiden. Vi vil her påpeke at resipientkapasiteten i Mjøsa med tilrennende vassdrag må være tilstrekkelig stor slik at det stadig kan tillates en økning av ” menneskelige aktiviteter ” i innsjøens nedbørsområde.

*Tilløpselver.*

Det var mindre næringssalttransport ut i Mjøsa fra Gudbrandsdalslågen i 1998 jevnført med forholdene i 1997, mens det var økt uttransport av næringssalter fra de lokale vassdragene som Lena, Hunnselva, Gausa, Flakstadelva og Svartelva. Total uttransport av fosfor og nitrogen i 1998 er beregnet til 94 respektive 3620 tonn. Størst uttransport var det i perioden mai – juli. Gudbrandsdalslågen svarte for 58 % av uttransporten av fosfor og 40 % av uttransporten av nitrogen.

Hunnselva, Lena, Vikselva, Svartelva og til dels også Flagstadelva var fortsatt markert påvirket av forurensningstilførsler som skaper lokale forurensningsproblemer. Hunnselva, Lena og Svartelva har videre uønsket stor transport av næringssalter. I Hunnselva varierte fosforkonsentrasjonen mellom 10 og 134 µg tot-P/l og Nitrogenkonsentrasjonene mellom 1295 og 4100 µg tot-N/l, i Lena varierte fosforkonsentrasjonen mellom 13 og 331 µg tot-P/l og Nitrogenkonsentrasjonene mellom 1763 og 8900 µg tot-N/l og i Svartelva varierte fosforkonsentrasjonen mellom 8 og 92 µg tot-P/l og Nitrogenkonsentrasjonene mellom 748 og 8753 µg tot-N/l. De til tider høye Nitrogenkonsentrasjonene i Lena og Svartelva er et resultat av at disse elver avvanner store områder med dyrket mark.



Forurensningssituasjonen i Svartelva og Gudbrandsdalslågen er mer inngående vurdert i denne rapporten.

#### *Gudbrandsdalslågen.*

Gudbrandsdalslågen og de større sideelvene var generelt sett lite forurenset høsten 1998. I den øvre del av Lågen har forholdene blitt klart bedre jevnført med situasjonen som ble registrert høsten 1986, mens vannkvaliteten på strekningen Losnavann til utløpet i Mjøsa har blitt noe forverret. Våla var den av sideelvene som var mest påvirket og kan betegnes som moderat forurenset.

#### *Svartelva.*

Svartelvas hovedløp var lite påvirket av forurensninger i 1998. Jevnt stor vannføring har bidratt til økt resipientkapasitet. Enkelte sidebekker var likevel markert til sterkt forurenset. Mest forurenset var Nordre Starelva, Hattemakerbekken (akuttutslipp fra Heggvin avfallsplass), Rothagabekken og Vingerjessa. Det ble i 1998 ikke oppdaget større ansamlinger av kreosotolje i Svartelva og Åkersvika som resultat av kreosotutslippet fra ImpregNor as høsten 1997. Bunndyr og fisk var også i stor grad reetablert langs de påvirkede områdene.

#### *Øvrige vurderinger.*

##### **Sopp på fisk.**

I de senere år har det oppstått en omfattende infeksjon av soppen *Saprolegnia sp.* på ørret og sik i flere vassdrag i nedbørfeltet til Mjøsa. Dette er særlig bekymringsfullt for Gudbrandsdalslågen og Hunderørreten hvor nær all gytefisk som stod ved Hunderfossen var sterkt infisert høsten 1998. Også i 1996 og 1997 var det store soppangrep på "hunderfisken". Soppen finnes naturlig i alle vassdrag, og angriper døde og syke organismer. Normalt angriper den ikke frisk fisk, men kommer som en sekundæreffekt på skadede eller syke individ. Veterinærinstituttet har undersøkt forholdet, men ikke funnet andre sykdomsfremkallende organismer som har vært samvirkende til soppangrepet. Forholdene omkring soppangrepene vil bli nærmere undersøkt av DN (Direktoratet for Naturforvaltning) og Veterinærinstituttet i 1999. Det vil da også bli vurdert om det er mulig med tiltak som kan redusere eventuelt fjerne soppangrepene.

Lokale teorier som har blitt fremlagt før å forklare årsaken til de massive soppangrepene er bl.a. at Mjøsa blitt for ren. Dette har medført til at auren får for lite mat, at den skiftete føde og gått over fra å spise krøkle til å spise lågåsild, samt at den utsettes for økt påvirkning av UV-stråling som resultat av renere og klarere vann (økt siktedyp). Andre teorier er at bruken av polyakrylamid ved de større renseanleggene kan ha ført til redusert immunforsvaret hos fisken. Gift fra giftproduserende planteplankton har også vært vurdert som årsak til at fisken kan ha fått svekket immunforsvar.

##### **Bruk av polyakrylamid ved de større renseanleggene. Kan dette skape miljøproblemer ?**

De godt mediadekte "giftskandalene" som foreligger i forbindelse med bruk av det giftige og karisinogene stoffet **akrylamid** ved tunnelarbeidene i Hallandsåsen i Sverige og i Romerikestunnelen har skapt uro idet man ble klar over at akrylamid også forekommer som reststoff i forbindelse med omfattende bruk av polyakrylamid i renseanlegg. Det er bruken av "polymerer" og spesielt bruken av polyakrylamidbaserte stoffer (syntetisk fremstilte polyakrylamider) som blir benyttet i renseanleggene i forbindelse med slamavvanning og ved drikke- og avløpsvannbehandling som skapt uro, da polyakrylamid inneholder en **restkonsentrasjon av akrylamid** (monomer) som ikke har polymerisert. Akrylamidrester følger som regel vannfasen (rejektvannet) ut i resipienten. Videre har akrylamid blitt benyttet ved tetting av avløpsledninger. Det har derfor blitt reist spørsmål om miljøkonsekvenser relatert til utslippene fra i første rekke kloakkrenseanleggene. Enkelte personer hevder at kjemikalieforbruket ved anleggene medfører skadeeffekter på planteplankton, dyreplankton, bunndyr, fisk og t.o.m. mink og at fiskeforekomsten gått drastisk tilbake i vassdrag som påvirkes av utslipp fra større renseanlegg. Videre at Mjøsa blitt for ren som resultat av giftpåvirkning fra renseanleggene. Det har

også blitt spekulert i at soppangrepene på Hunderauren skulle være en effekt av kjemikalieutslipp fra renseanleggene ved Mjøsa. Mange bønder har også blitt skeptiske i henhold til bruk av slam fra renseanleggene som jordforbedringsmiddel ("biomull"), da slammene kan inneholde giftstoffer.

For tiden er bruken av polyakrylamid meget omfattende, og vi kan her nevne at sentralrenseanleggene ved Lillehammer, Gjøvik og Hamar i 1998 hadde et årlig forbruk av 6,0 ; 2,5 og 13,6 tonn. Det foreligger hit en til ikke noen fullstendig miljøkonsekvensutredning for utslipp fra renseanlegg. Flere spørsmål som dukker opp kan VA-bransjen derfor ikke gi konkrete svar på.

Polyakrylamider anses ikke som spesielt giftige idet de raskt og effektivt bindes til partikler og herved blir lite biologisk tilgjengelige. De er likevel lite nedbrytbare og kan derfor oppkonsentreres i miljøet, bl.a. i åkermark som tilføres slam. Ved nedbrytningen kan det dannes bl.a. kolin ved hydrolyse av polymeren og dette stoff kan muligens gi mer langsiktige miljøeffekter (pers med. Cajsa Wahlberg, Stockholm Vatten AB). Kunnskapen om de biologiske effekter ved tilførsel av polyelektrolyter (polymerer) til mark og vann er lite kjent og da særlig når det gjelder eventuelle langtidseffekter. Laboratorieforsøk foreligger men feltobservasjoner savnes nesten helt. Pågående feltundersøkelser i Sverige har vist at tilsetning av ren polymer og/eller slam med polymerer til mark ikke på kort sikt har bidratt til noen akutte negative effekter på markens mikroorganismer (pers med. Cajsa Wahlberg). De mer langsiktige effekter er likevel fortsatt ikke kjente.

Akrylamid, som ikke har polymerisert, og som forekommer som en restprodukt, er akutt giftig (nervegift) og kreftfremkallende. Til forskjell for polyakrylamidene løses akrylamid lett i vann og har videre liten mulighet og bindes til partikler og sediment. Dette gjør at vannløs akrylamid er lett biotilgjengelig. For tiden anses likevel ikke restutslippene av akrylamid, som noe stort problem innom VA-bransjen da utslippene er små og akrylamid herved forekommer i lave konsentrasjoner og dessuten er biologisk lett nedbrytbart i vann. I våre vannforekomster brytes akrylamid fullstendig ned på ca 5 – 30 døgn (beroende på vanntemperatur og biologiske forhold). I renseanlegg med biologisk trinn og herved stor bakterieaktivitet går det ennå raskere ( ca. et døgn), og her blir derfor utslippene minimale ved normal drift. Ved driftsstørninger vil likevel utslippene av akrylamid kunne bli merkbare. Undersøkelser i Holland og England (Noorthoorn vann der Kruijff 1995 og Murgatroyd et al. 1996) har vist at det generelt sett er liten risiko for skadeeffekter på akvatisk liv p.g.a. restutslippene fra polymerbruken ved renseanleggene og vannverkene under forutsetning at akrylamid-konsentrasjonene er så lave som i dag. Feltundersøkelser av Brown et al. (1982) har likevel vist at lave konsentrasjoner av akrylamid kan lede til biologiske skadeeffekter, og at særlig invertebrater er følsomme. Denne undersøkelse viste også at de konsentrasjonene som gav miljøeffekter i felt var betraktelig lavere enn de konsentrasjoner som gav skadeeffekter ved laboratorieundersøkelser. Ved feltforsøkene ble det registrert skadeeffekter på bunndyr ved konsentrasjoner på 30-50 µg akrylamid/l, mens laboratorietestene gitt skadeeffekter på fisk og krepsdyr ved konsentrasjonsnivåer på 85-410 mg akrylamid/l. Problematikken kring akrylamidutslippene fra spesielt renseanlegg med slamavvanning og der resipientkapasiteten er liten, bør derfor undersøkes og vurderes mer inngående.

#### **Tiltakende "grønskevekst" i tilløpselvene til Gudbrandsdalslågen.**

I de seinere år er det rapportert om økt "grønskevekst" (økt forekomst av fastsittende alger) i de øvre deler av samtlige større tilrennende vassdrag til Gudbrandsdalslågen. Det er spesielt i mindre elver, bekker, små og grunne innsjøer samt i grunne tjern på snaufjellet en har observert dette fenomen, men elver og grunnere partier i større innsjøer er også berørt. Dette er i samsvar med forholdene i mange norske vassdrag (Lindstrøm 1993). Den økende grønnskeforekomsten, som vanligvis utgjøres av trådformete fastsittende grønnskealger, er til sjenanse ved utøvelsen av fisket da algetråder fester i garn, fiskesnører og på krokar. Mange henvendelser fra folk som har observert liknende vekst også den senere tid, tilsier at denne utviklingen har vedvart. Vi mangler for tiden kunnskap om vad som kan være årsaken til dette fenomen, samt kunnskap om hvilken betydelse den økte forekomst av bentiske alger kan ha på vannkvalitet og øvrig organismeliv. Langtransporterte forurensninger synes likevel å være en viktig årsak til den økte grønnskeveksten.

## Summary

Title: Pollution monitoring in Lake Mjøsa, 1998.

Year: 1999.

Author: Gösta Kjellberg.

Source: Norwegian Institute for Water, Research Report No.4022-99, ISBN No.: ISBN 82-577-3623-6

During 1998 the abundance and species composition of phytoplankton showed acceptable conditions throughout the lake. The concentration of phosphorus was low and in accordance with the stated environmental target. During August the lake pollution of faecal indicator bacteria was low and always below the criteria for bathing. The rivers Lena, Hunnselva, and Svartelva still remain the most polluted tributaries.

Since 1990 the water quality for the total season has been close to acceptable conditions as assessed from the abundance and species composition of phytoplankton and benthic algae, as well as from the faecal indicator bacteria. However, in some periods e.g. 1991, 1992 and in particular in 1996, the amount of algae in the surface water and along the shores exceeded the criteria for acceptable water quality. Small increases of added phosphorus, and /or favourable climatic conditions for algae growth, may easily extend these periods. The environmental state of Lake Mjøsa therefor is characterised as labile. Accidental spill of untreated sewage, e.g. overflow of raw sewage in sewage treatment plants following heavy rain and snowmelt, may quickly increase the number of faecal bacteria in the lake. In some periods therefor the self-purifying capacity of the lake may be exceeded. It should continuously be made maintenance work and improvements of measures to further reduce the pollution input to the lake as well as to the tributaries. This is particularly important for the phosphorus and faecal bacteria pollution. The particle rich glacier water fed to the River Gudbrandsdalslågen, the largest tributary, reduces the algae production in particular in the northern part of the lake. Therefor, it is important not to make river regulations in the Gudbrandsdalslågen catchment area that reduce the input of particle rich glacier water during the algae growth season

# 1. Innledning

## Bakgrunn

Mjøsa er fortsatt inne i en ustabil tilstand der relativt små belastningsøkninger av særlig biotilgjengelig fosfor og tarmbakterier og/eller minket resipientkapasitet og gunstige klimasituasjoner for algevekst raskt kan føre til forringet vannkvalitet og bruksmessige problemer. Dette vil ha betydning ikke bare i Mjøsa, men også når det gjelder større algeforekomster i vassdraget nedstrøms (Vorma og nedre Glåma). Videre er fortsatt enkelte bekker og elvestrekninger i de lokale tilløpselver markert forurenset. Det er derfor nødvendig med fortløpende datagrunnlag for å kunne vurdere og følge effektene av de forurensningsbegrensende tiltak som nå har blitt og vil bli utført i Mjøsas nedbørfelt. Videre vil overvåkingen av Mjøsa med tilløpselver være en kontroll på om fastsatte miljømål/kvalitetsmål såvel nasjonale som lokale kan oppfylles. Mjøsa er av Direktoratet for Naturforvaltning vurdert som en lokalitet (A<sub>4</sub>-lokalitet) med nasjonal verdi (DN 1999).

Vannkvaliteten i Mjøsa har kontinuerlig blitt overvåket siden 1972. Fra og med 1996 er overvåkingen av Mjøsa med nedbørfelt et lokalt ansvarsområde, og det er "Mjøskommunene" med bidrag fra SFT som finansierer og administrerer undersøkelsene. Det er i denne anledning nedsatt en styringsgruppe for interkommunal overvåking av Mjøsa og tilløpselver.

Nasjonalt miljømål for vannkvaliteten i Mjøsa er at innsjøen skal være en lavproduktiv (oligotrof) klarvannsjø i så nært samsvar som mulig med naturgitt produksjonspotensiale og biodiversitet. Videre at en opprettholder en vannkvalitet som mest mulig tjener alle brukerinteresser. Drikkevannsinteressene og kravene til et godt egnet råvann samt Mjøsa som storørretbiotop og som leveområde for rike bestander av ishavsimigranter vil her stå sentralt. Det naturgitte økosystemet må derfor så langt som mulig opprettholdes så vel i Mjøsa som i de større tilløpselvene.

Lokale myndigheter og Statens forurensningstilsyn har i forbindelse med "Tiltakspakken for Mjøsa" (1990) formulert følgende hovedmålsetting/miljømål for vannkvaliteten i Mjøsa:

- Siktedypet i Mjøsas hovedvannmasser skal være 6-7 meter eller mer i den alt vesentligste tiden av året, og middelverdien av klorofyll *a* i vekstsesongen (juni-oktober) bør ikke overstige 1.8 mg pr. m<sup>3</sup>. D.v.s. at algevekstproblemet i de fri vannmasser er løst fullt ut.
- Vannet skal bli bedre egnet som drikkevannskilde og tilfredsstillende de bakteriologiske krav til badevann, d.v.s. at antall termostabile kolibakterier langs strendene ikke må overstige 100 T.K.B. pr. 100 ml.
- Innhold av miljøgifter og tilførsel av miljøgifter skal reduseres.
- Mjøsa skal være i tilfredsstillende økologisk balanse i samsvar med de naturgitte forhold.

"Styringsgruppe" for interkommunal overvåking av Mjøsa og tilløpselver revurderer/utarbeider for tiden interkommunale miljømål for Mjøsa og tilrennende elver.

### **Målsetting**

Hensikten med overvåkingen av Mjøsa og dess nedbørfelt er ifølge "styringsgruppa for overvåking av Mjøsa" f.o.m. 1996 følgende:

- Overvåkingen skal gi signaler om eventuelle endringer i kjemiske, hygienisk/bakteriologiske og biologiske sammenheng - "føre - var - prinsippet".
- Resultatene av de kjemiske og biologiske undersøkelser skal være såvidt representative at de kan inngå i en trendfremstilling over tid (kvalitetssikret).
- Overvåkingen skal gi grunnlag for spesifikk informasjon vedrørende utslipp av boligkloakk, utslipp fra landbruk, industri m.v. samt fjerntransporterte forurensninger (dvs. parametre som fosfor, nitrogen, organisk stoff, fekale bakterier m.v.).

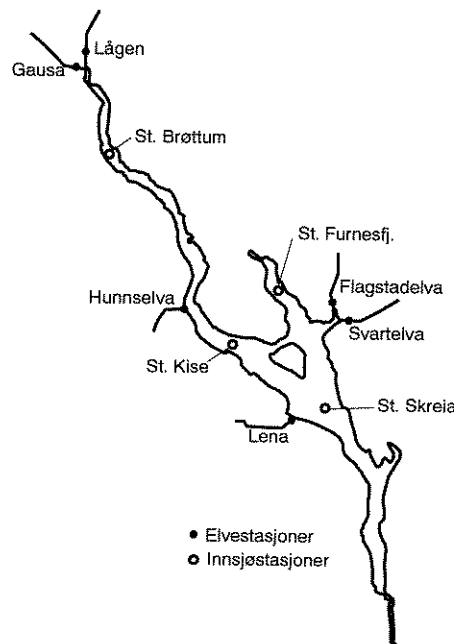
### **Områdesbeskrivelse**

For mer generell informasjon om Mjøsa og dess nedbørfelt henvises til vedleggsdel nr 1 bak i rapporten. En utførlig områdebeskrivelse er videre gitt i NIVA-rapport 54/82, del B. Overvåking av Mjøsa. Bakgrunnsdata, historikk og videreføring (Kjellberg 1982).

## 2. Materiale og metoder

Undersøkelsene i 1998 ble i hovedsak utført etter samme årlige program som i 1991-97, jfr. revidert arbeidsprogram for 1991 datert 25. januar 1991.

Det ble i 1998 samlet inn prøver fra hovedstasjonen i Mjøsas sentrale parti (st. Skreia) samt ved tre supplementstasjoner (st. Brøttum, st. Kise og st. Furnesfjorden). Videre ble det opprettet faste prøvetakingsstasjoner nær innløpet i Mjøsa i følgende tilløpselver: Lena, Hunnselva, Gausa, Gudbrandsdalslågen, Flagstadelva og Svartelva. De ulike prøvetakingsstasjoners plassering er vist i figur 1. Tidligere målinger (Rognerud 1988) har vist at disse 6 elvene står for 90-95 % av elvetransporten til Mjøsa når det gjelder bl.a. fosfor. Utover dette tilkommer i 1998 generelle biologiske befaringsundersøkelser i Svartelva og Gudbrandsdalslågen samt en Hygienisk/bakteriologisk synoptisk undersøkelse av hele Mjøsa den 10 august.



**Figur 1.** Prøvetakingsstasjoner i 1998.

### 2.1 Undersøkelser i Mjøsa

#### *Fysisk - kjemiske undersøkelser.*

I slutten av mars og under vårsirkulasjonen i slutten av mai ble det tatt prøver fra 8 forskjellige dyp i en vertikalserie på hovedstasjonen (st. Skreia). Disse prøver ble analysert på: total fosfor, total nitrogen og nitrat. For maiserien tilkom analyse av generelle kjemiske parametere som: alkalitet, pH, farge, turbiditet, silisium konduktivitet og organisk stoff (TOC). Videre ble konsentrasjonene av næringssaltene fosfor og nitrogen målt i en vertikalserie (5 dyp) ved de tre supplementstasjonene ved nær de samme tidspunktene.

Målsetningen med dette analyseprogrammet er å fastslå "basiskonsentrasjonen" (mars/aprilserien) og "utgangskonsentrasjonen" (maiserien) av stoffer som har betydning for produksjonsforholdene i innsjøen, særlig har "basiskonsentrasjonen" av fosfor og dens tidsmessige utvikling stor betydning for forståelsen av endringer i trofigraden over tid (se kap.3.1.3.).

I tidsrommet mai-oktober (dvs. i vekstsesongen), ble det samlet inn prøver som blandprøver fra sjiktet 0-10 meter ca. annenhver uke (i alt 11 ganger) fra hovedstasjonen. Prøvene ble analysert på: total klorofyll *a*, alkalitet, pH, silisium, total fosfor, total nitrogen og nitrat. Ved supplementstasjonene ble det i den samme tidsperiode samlet inn prøver for analyse av næringssaltene fosfor og nitrogen samt total klorofyll *a* hver måned i alt 6 ganger. Prøvene ble også her tatt som blandprøver fra 0-10 meters sjiktet. Samtidig med prøveinnsamlingen ble også temperatur (i en vertikalserie ned til 50 meters dyp) og siktedyp målt. Ved siktedypmålingene er det brukt vannkikkert.

Målsetningen med dette analyseprogrammet er å få et bilde av næringssaltene variasjonsmønster i de øvre vannmasser i vegetasjonsperioden. Total klorofyll *a*-analysene utføres som supplement til alge volumdataene samt for å kunne bruke beregningsmodeller bl.a. for å kunne estimere årlig fosfortilførsel (Rognerud et al. 1979). Målinger av alkalitet og pH ved hovedstasjonen er nødvendig i forbindelse med målingene av primærproduksjonen, som utføres med C<sub>14</sub>-teknikk.

#### *Biologiske undersøkelser.*

##### *Planteplankton*

I vegetasjonsperioden (mai-oktober) ble det ved samtlige fire stasjoner samlet inn kvantitative planktonprøver som blandprøver fra 0-10 meter (samme blandprøver som det ble tatt kjemi fra). Ved hovedstasjonen ble det tatt prøver i alt 11 ganger og ved supplementstasjonene hver måned i alt 6 ganger. Dette materialet beskriver planteplanktonets sammensetning og volum. Ved hovedstasjonen ble det utført primærproduksjonsmålinger med C<sub>14</sub>-teknikk, samtidig med den øvrige prøvetaking i perioden mai - oktober, d.v.s. i alt 11 ganger.

Målsetningen med dette analyseprogrammet er å få et årlig bilde av planteplaktonsamfunnets størrelse, sammensetning og produksjonskapasitet. Dette er helt sentral informasjon da det gjelder å vurdere trofigraden og trofiutviklingen i innsjøen. Næringsstatus (trofigrad) og grad av overgjødning (eutrofiering) blir vurdert etter vurderingsgrunnlag for innsjøer utarbeidet av Heinonen (1980), Brettum (1989) og Tikkanen og Willen (1992). Her legges det vekt på algebiomasse og forekomst av indikatorarter. Forurensningsgrad (overgjødning) bedømmes som avvik fra forventet naturtilstand.

##### *Krepsdyreplankton*

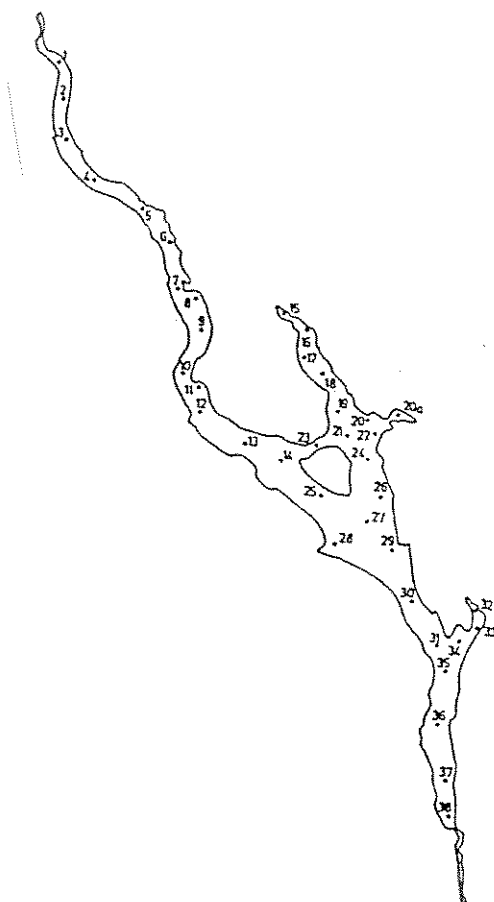
Det ble samlet inn kvantitativt krepsdyrplanktonmateriale ved hjelp av en 25 l's Schindlerfelle, med 60  $\mu$ 's håvduk, fra hovedstasjonen (St. Skreia). I alt ble det tatt prøver ved 11 tidspunkter i perioden mai - oktober fra en vertikalserie fra 0-50 meters dyp. Det er tatt enkeltprøver fra følgende dyp: 0.5, 2, 5, 8, 12, 16, 20, 30, og 50 meter. Data over forekomst av pungreker (*Mysis*) ble samtidig samlet inn via vertikale håvtrekk med en 200 $\mu$ 's håv med en diameter på 1 m (*Mysis* håv). Videre ble det også tatt håvtrekk med en planktonhåv med 60  $\mu$ 's duk og med en åpningsdiameter på 30 cm. De vertikale håvtrekkene er tatt fra 120 meters dyp opp til innsjøoverflaten. Beitepresset på planktonkrepsdyrene fra fisk er vurdert etter vurderingssystem utarbeidet av Løvik (ikke publisert). Dette system tar utgangspunkt i relasjonen mellom middellengden av voksne (egg bærende) hunner av dominerende art av *Daphnia spp.* og *Bosmina spp.* Økt predasjonspress gir minket individstørrelse og overgang mot dominans av mer småvokste arter.

Kunnskap om krepsdyresamfunnet og forekomst av istidsemigranter (hjuldyret *Notolca caudata* og krepsdyrene *Mysis*, *Gammaracanthus*, *Pallasea* og *Limnocalanus* samt fisken Hornulke) gir mulighet å vurdere eventuelle forandringer i beitepress fra planktonspisende fisk samt mer generelt å vurdere de økologiske forhold i innsjøens fri vannmasser bl.a. med tanke på å kunne opprettholde et naturgitt biologisk mangfold og produksjonsnivå der bl.a. vern av ishavsemigrantene (tidligere benevnt som glacialrelikter) bør stå sentralt. Her kan vi også nevne at fisken krøkle regnes som en istidsinnavandrere. Mjøsa er den innsjø i Norge som har størst forekomst av istidsinnavandrere både når det gjelder artsantall og ikke minst individantall. Videre er Mjøsa den eneste innsjøen i Norge som har større forekomst av hoppekrepsen *Cyclops lacustris*.

### *Fekale indikatorbakterier*

Ved den regionale undersøkelsen av forekomst av tarmbakterier (fekal forurensning) og kimtall i Mjøsa den 10 august har vi brukt de samme prøvetakingslokaliteter som ved tidligere bakteriologiske undersøkelser. Prøvetakingsstasjonenes plassering i innsjøen er vist i figur 2. I alt har vi benyttet 39 lokaliteter. Ved hver stasjon, unntatt stasjonene 15, 20a, 23 og 32 som ligger i områdene med dyp mindre enn 30 meter, ble det tatt vannprøver fra 1, 15 og 30 meter. Ved lokalitet 20a ble det innsamlet vannprøver fra 0,5 meter og ved lokalitetene 15, 23 og 32 fra såvel 1 som 15 meter. Innsamlede vannprøver ble fordelt mellom næringsmiddelkontrolllaboratoriene på Hamar, Lillehammer og Gjøvik og er analysert for innhold av termostabile koliforme (44 °C) bakterier (T.K.B.), koliforme (37 °C) bakterier (K.B.) og totalantall bakterier (kimtall). Ved analysene er det benyttet Norsk Standard 4751. Ved undersøkelse på koliforme bakterier er membranfiltermetoden benyttet, og ved undersøkelse på totalantall bakterier er platespredningsmetoden benyttet. Laboratoriet på Gjøvik har hatt ansvaret for prøvene (stasjonene 26 - 38 eksklusiv stasjon 28) fra søndre del av Mjøsa og laboratoriet på Hamar de fra den midtre del (stasjonene 13 - 25 inklusive stasjon 28), mens laboratoriet på Lillehammer analyserte prøvene fra den nordre del (stasjonene 1 - 12).

Gjentatt kontroll over de bakteriologisk/hygieniske forhold i Mjøsas fri vannmasser vil bl.a. gi informasjon om eventuell økt fekal forurensning på et tidlig stadie, da forekomst av termostabile koliforme bakterier er en meget følsom og sikker parameter i denne forbindelse.



**Figur 2.** Stasjonsnettet som ble benyttet ved de synoptiske og regionale undersøkelser av de bakteriologiske/hygieniske forholdene i Mjøsa i 1998.



## 2.2 Undersøkelser i elver

### *Transportberegninger*

I alt ble det i 1998 samlet inn prøver for kjemisk analyse ved 27 tidspunkter fra Lenaelva, Hunnselva, Gausa, Gudbrandsdalslågen, Flagstadelva og Svartelva. Vi tar her hensyn til perioder med økende og høy vannføring med hyppigere prøvetakingsfrekvens, samt mindre prøveuttak i tørkeperioder og perioder med mer stabil lavvannføring som under vinteren. Prøvene ble analysert på total fosfor og total nitrogen. Prøvetaking og analyse av prøvene fra Gausa og Gudbrandsdalslågen er utført av Næringsmiddeltilsynet for Sør - Gudbrandsdal (NTSG) og prøvetaking og analyse av prøvene fra Lenelva og Hunnselva er utført av Næringsmiddeltilsynet for Gjøvik, Vestre Toten og Østre Toten (NoMGT). NIVA's Østlandskontor står for prøvetakingen i Svartelva og Flakstadelva, mens analysene er utført ved Øst-Labb as på Hamar.

Kontinuerlig vannføringsmåling blir utført av NVE (Lena, Flagstadelva og Svartelva) og Glommen og Laagens Brukseierforening (Gudbrandsdalslågen og Gausa). Vannføringen i Hunnselva er av NVE estimert utfra vannføringen i Lena og Vismunda. Den årlige stofftransporten beregnes som produktet av årlig totalvannføring og midlere vannføringsveide konsentrasjoner målt på prøvetakingstidspunktene. Dette er i samsvar med tidligere års beregningsmetoder.

Transportberegningene og registrering av næringssaltkonsentrasjoner vil gi svar på hvilke delområder/nedbørsfelter som belaster innsjøen mest og hvilke elver som fortsatt er mest forurensningsbelastet.

### *Generelle biologiske befaringsundersøkelser*

I 1998 ble det foretatt generelle biologiske befaringsundersøkelser i Svartelva og Gudbrandsdalslågen inkl. Otta. Befaringen av Svartelva ble foretatt i perioden 2 - 4. september ved middels vannføring og befaringen av "Lågen" i perioden 13 - 14. oktober ved lavvannføring. Elvene og tilrennende bekker hadde i 1998 god resipientkapasitet/tålegrense, som resultat av jevnt høy vannføring i hele sommerperioden i 1998. Vi har benyttet oss av samme metodikk som har blitt brukt ved tidligere gjennomførte generelle biologiske befaringsundersøkelser i tilløpselvene til Mjøsa (se appendix og Kjellberg 1993). Metodikken er bare ment å gi en tilnærmet og mer generell vurdering, men gir som regel likevel god informasjon om forurensningsgrad/påvirkning, omfang og kilder. Fordelene med en generell biologisk befaringsundersøkelse er at lange elve-/bekkestrekninger kan undersøkes på kort tid til en rimelig kostnad. Videre viser som regel floraens og faunans produksjonsstruktur dvs. kvantitative og kvalitative sammensetning i et vassdrag et mer nyansert bilde av biodiversitet, produksjonskapasitet og forurensningspåvirkning enn hva som fremkommer bare ved analyser av vannkjemien. Av vekt er også at det er den biologiske responsen (masseutvikling av høyere planter og alger, stor og sjenerende forekomst av heterotrof begroing, vond lukt, artsforskyvning innenfor bunndyr- og fiskepopulasjonene, fiskedød, tap av naturgitt biologisk mangfold osv.) på forurensninger som oftest har størst interesse og som synbart og praktisk gjør seg gjeldende.

Ved generelle eller enklere biologiske befaringsundersøkelser bedømmes vannkvalitet og forurensningsgrad utfra feltobservasjoner av høyere vegetasjon, begroingsorganismer (moser, sopp, bakterier og ciliater) og bunndyr. Det legges særlig vekt på forekomst evt. fravær av gode indikatororganismer, dvs. organismer eller populasjoner som er følsomme ovenfor forurensningstilførsler eller evt. andre inngrep. Avvik fra naturtilstanden (lite eller ikke påvirket referanselokalitet) eller forventet naturtilstand står derfor sentralt ved bedømmelse av forurensningsgrad og klassifisering av vannkvalitet. Vannets utseende, skumdannelse, forekomst av oljefilm, lukt osv. tillegges også vekt. Et stort antall lokaliteter undersøkes og der det er nødvendig (stedfeste større forurensningskilder) gjennomgås hele elve-/bekkestrekninger. Ved behov tas prøver av begroingsorganismer og bunndyr for videre analyse i laboratoriet. For nærmere informasjon henvises til Kjellberg og medarb. (1985) samt appendix bak i rapporten.

For at resultatene skal bli mer oversiktlige og allmennpraktisk anvendbare benyttes fire hovedvannkvalitetsklasser/tilstandsklasser (klasse I til klasse IV) på bakgrunn av den foreliggende biologiske status og forurensningsgrad med hensyn til påvirkning av lettnedbrytbart organisk stoff (saprobiering) og næringssalter (eutrofiering). Det er lagt spesiell vekt på biodiversitet, fiskeforhold og mer hygieniske/estetiske aspekter. De ulike klasser og overgangssoner er markert med farger slik at forurensningssituasjonen generelt kan vises på et fargekart. For mer inngående informasjon vises til Kjellberg og medarbeidere (1985) samt appendix bak i rapporten. Klasseinndelingen er stort sett i samsvar med SFT's klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Holtan og Rosland 1992 og Andersen et al. 1997), som beskriver forurensningsgrad dvs. avvik fra forventet naturtilstand utfra vannkjemi og forekomst av tarmbakterier. SFT's klasse IV og V er i vårt system sammenslått til en klasse IV (rød markering).

Ved vurdering av overskridelse av resipientkapasitet/tålegrense eller ikke har vi satt forurensningsklasse II (grønn markering) som normgivende for større fiskeførende bekker og mindre elver. D.v.s. at klasse I (blå markering), I - II (blågrønn markering) og II (grønn markering) bedømmes som akseptabel tilstand, mens klasse II -III (grønn gul markering) og klassene over anses som ikke akseptabel tilstand. I de større tilløpselvene bør det være et miljømål at en ikke overskrider klasse I - II (blågrønn markering). Dette medfører at naturgitt biodiversitet stort sett kan opprettholdes i både større bekker og i elvene, men at vi kan akseptere en økt produksjonskapasitet (økt forekomst av høyere vegetasjon og til tider økt algeforekomst samt økt forekomst av bunndyr og fisk). Videre at en unnviker sjenerende lukt p.g.a. stor forekomst av heterotrofe organismer og/eller forråtnelsesprosesser.

Gjentatte generelle biologiske befaringsundersøkelser i de større tilløpselvene vil gi en god kunnskap om forurensningsutviklingen i disse vassdrag og kunne synliggjøre lokale forurensningskilder.

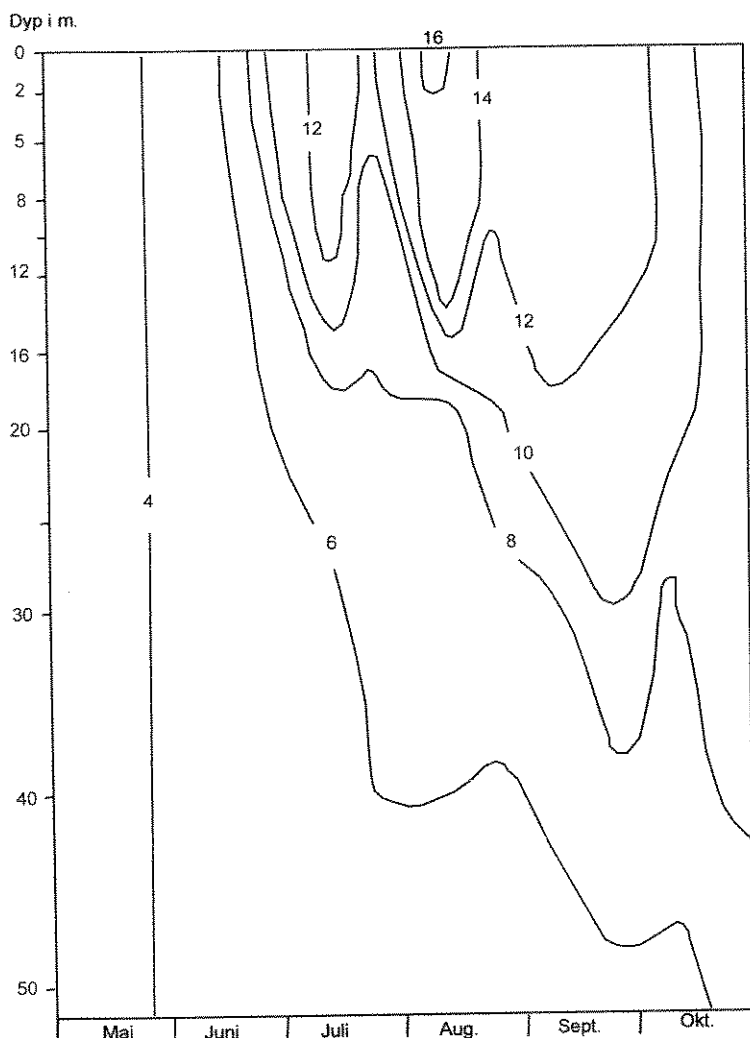
## 3. RESULTATER OG DISKUSJON

### 3.1 Mjøsa

#### 3.1.1 Vanntemperatur

Primærdata for vanntemperaturer ved stasjon Skreia, Brøttum, Kise og Furnesfjorden i 1998 er sammenstilt i tabell II i vedleggsdel Nr.2 bak i rapporten. Isothermdiagram for st. Skreia er vist i figur 3 i teksten.

I 1998/99 var bare Mjøsas nordre del (ned til Kise) og Furnesfjorden helt islagt. En kald og vindrik forsommer førte til en sein oppvarming av vannmassene i 1998 og overflatetemperaturen oversteg ikke 12 °C i hele juni. Også i juli og august var det en kald værtype med få soltimer og mye vind, noe som bidro til at Mjøsa hadde lave vanntemperaturer i hele sommeren. Det var bare i noen få dager i august at overflatevannet hadde en temperatur overstigende 16 °C. Det ble ikke etablert noe markert sprangsjikt i sommeren 1998. Tidligere har vi hatt tilsvarende lave vanntemperaturer på sommeren i følgende år: 1979, 1981, 1993 og 1996.



Figur 3. Isothermdiagram for Mjøsa (stasjon Skreia) sommeren 1998.

### 3.1.5 Nitrogen

Primærdata for de nitrogenanalyser som ble foretatt i 1998 er sammenstilt i tabell III og IV i vedleggsdel Nr.2 bak i rapporten. Resultaten fra fire stasjoner i 1998 er vist i figurene 11, 12, 13 og 14 i teksten. Figur 11 og 12 viser også tidsutviklingen for "basiskonsentrasjonen" av nitrogenforbindelser. Her har vi også tatt med foreliggende resultater fra st. Morskogen. Videre er tidstrenden for tot.-N- og NO<sub>3</sub>-konsentrasjonen i de øvre vannlag (i sjiktet 0-10 meter) vist i figurene 15 og 16 i teksten.

#### *"Basisnitrogenkonsentrasjon"*

Registrering av nitrogenkonsentrasjonen på senvinteren (mars/april) her benevnt som "basisnitrogenkonsentrasjonen" gir muligheter til å mer nøye følge tidsutviklingen i Mjøsas nærings-saltstatus. På senvinteren er det relativt stabile forhold i Mjøsa år fra år og innsjøen er da lite påvirket av flom og arealavrenning. Det er ønskelig at "basisnitrogenkonsentrasjonen", som for tiden er klart høyere enn forventet naturtilstand ikke viser en økende trend, men minker. Naturgitt "basisnitrogenkonsentrasjon" eller s.k. førindustriell konsentrasjonsnivå har sannsynligvis ligget i området rundt 300 µg tot.-N/l i Mjøsas sentrale og søndre deler. Fra 1970 og frem til 1988 har det vært en klar trend mot høyere "basiskonsentrasjoner". F.o.m. 1989 til idag ser det ut som om konsentrasjonsnivået har vært relativt stabilt. Det er ikke vurdert noe konkret miljømål for nitrogenkonsentrasjonen mer en at den ikke bør øke.

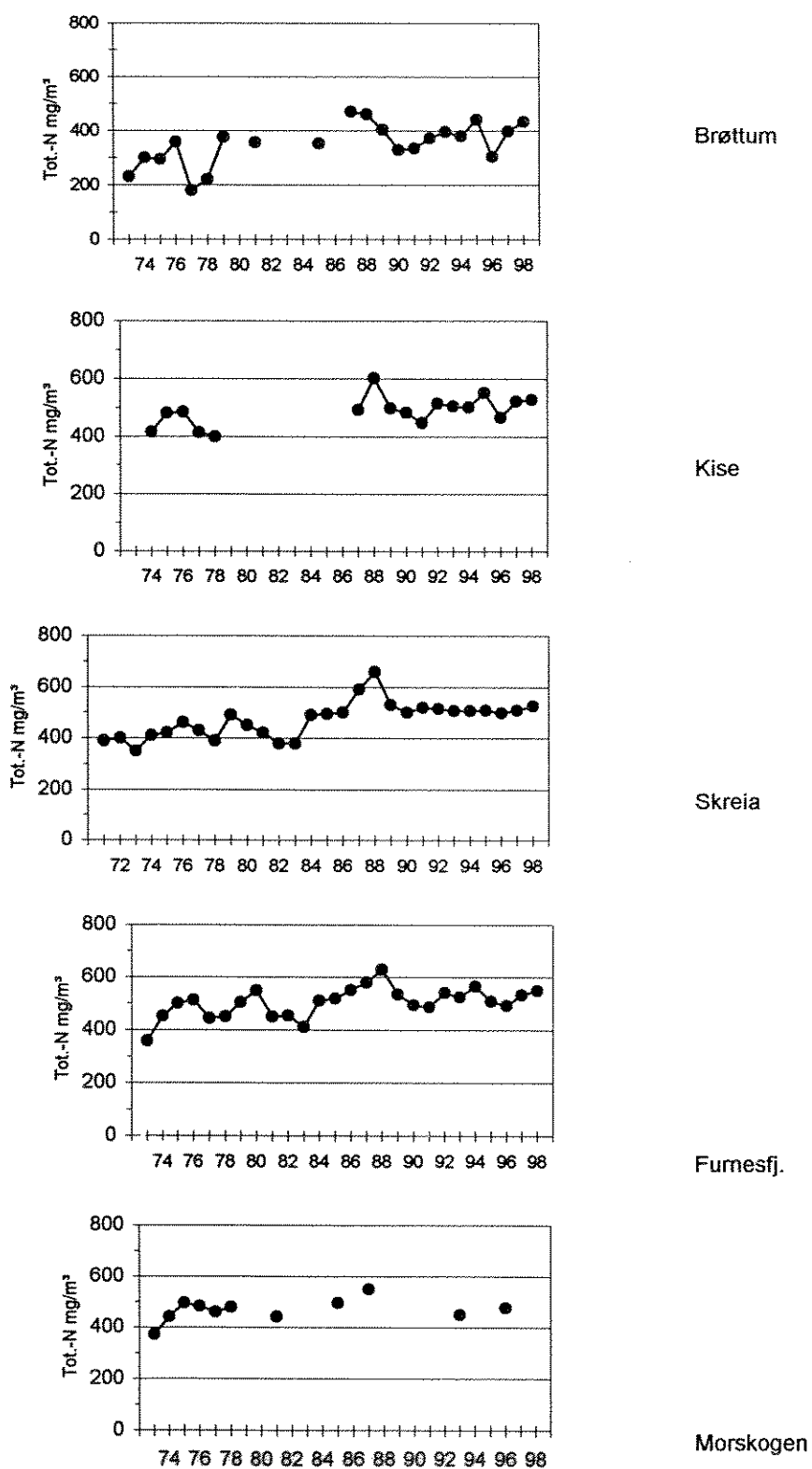
På senvinteren (mars/april) i 1998 ble det ved de fire stasjoner registrert nitrogenkonsentrasjoner i området 350 – 570 µg tot.-N/l i mjøsvannet. "Basiskonsentrasjonen" (veid middelkonsentrasjon fra en vertikalsekvens fra overflaten til bunn) av totalnitrogen varierte i området 433-549 µg tot.-N/m<sup>3</sup> med de laveste konsentrasjoner ved Brøttum og de høyeste i Furnesfjorden. Dette var noe høyere konsentrasjonsnivåer jevnført med forholdene i 1997.

#### *"Utgangskonsentrasjonen"*

I vårsirkulasjonsperioden i slutten av mai i 1998 ble det registrert nitrogenkonsentrasjoner fra 418 til 674 µg tot.-N/l, med de laveste konsentrasjoner i Mjøsas nordre del og de høyeste i Furnesfjorden. Den regionale fordeling var i samsvar med tidligere observasjoner. "Utgangskonsentrasjonen" (veid middelkonsentrasjon fra en vertikalsekvens fra overflaten til bunn i vårsirkulasjonen) varierte i området 456 - 588 µg tot.-N/l ved de fire stasjonene. Også dette er noe høyere konsentrasjoner jevnført med foregående år. Lavest nitrogenkonsentrasjon ble målt ved Brøttum i Mjøsas nordende og høyest i Furnesfjorden. Dette var i samsvar med tidligere registreringer.

Utover sommeren og høsten i 1998 medførte jevnt stor tilførsel av nitrogenfattig smeltevann (med konsentrasjonsnivåer i området 100 - 200 µg tot.-N/l) fra fjellområdene langs Gudbrandsdalslågen til å redusere nitrogenkonsentrasjonen i innsjøen. Dette var i samsvar med de forhold som blitt registrert i tidligere år. I vekstperioden i 1998 varierte nitrogenkonsentrasjonene i overflatevannet (sjiktet 0-10 meter) mellom 230 og 646 µg tot.-N/l. De høyeste konsentrasjonene ble registrert på forsommeren i Furnesfjorden og i Mjøsas sentrale parti og de laveste i den nordre del i august. Det var noe høyere konsentrasjoner i overflatevannet i sommeren 1998 jevnført med forholdene i 1997. Stort sett har likevel nitrogenkonsentrasjonen i Mjøsa endret seg lite i de siste 10 år (den er nå beregnet som middelværdi for hele innsjøen ca. 500 µg tot.-N /l).

Nitrogenkonsentrasjonen i Mjøsas hovedvannmasser faller i tilstandsklasse III, "Mindre god" ifølge SFT's klassifisering av tilstand i ferskvann. Hovedårsaken til den relativt sett høye nitrogenkonsentrasjonen er at innsjøen særlig vår og høst tilføres nitrogenholdig avrenningsvann fra store jordbruksarealer. Lokale større bekker samt elver som Gausa, Hunnselva, Lena, Svartelva og Flakstadelva står her sentralt.



**Figur 11.** Veide middelverdier (fra en vertikalserie fra overflaten til bunn) for totalnitrogen fra observasjoner på senvinteren ved hovedstasjonen (Skreia) og fire supplementstasjoner (Brøttum, Kise, Furnesfjorden og Morskogen) i tidsperioden 1971-98.

sett hadde Mjøsa i 1998 et planteplanktonsamfunn i samsvar med oligotrofe tilstand og således også i samsvar med satte miljømål. Vi kan her påpeke at sommeren 1998 var den første sommeren da vi kunne ta "normale" dyreplanktonhåvtrekk i Mjøsa i den periode Mjøsundersøkelsene har pågått (perioden 1966 – 1998). Med "normal" tilstand menes at håver med maskestørrelse fra 60 til 200  $\mu$  ikke blir fulle av storvokste kiselalger og/eller cyanobakterier.

Det er ønskelig at Mjøsa kan bringes tilbake til å bli en innsjø der planteplanktonet på sommeren i hovedsak blir dominert av monade gullalger, svelgflagellater og My-alger. Spesielt er stor forekomst av småvokste og raskvoksende "monader" ønskelig da disse utgjør ett godt næringspotensiale for de fleste dyreplanktonarter. Storvokste stavformete kiselalger som særlig *Asterionella formosa* og *Tabellaria fenestrata* vil alltid være karaktersarter i Mjøsa, men det er ikke ønskelig at de forekommer i større mengder da de skaper problemer bl. a. ved grønskepåsag på fiskegarn, tauverk osv.

#### Biomasse

Mjøsas øvre vannlag (sjiktet 0-10 meter) hadde i vekstsesongen (juni – oktober) 1998 stort sett lave planteplanktonkonsentrasjoner med algebiomasser som ikke vesentlig oversteg 0,70 gram våtvekt/ $m^3$ . Lavest planteplanktonforekomst ble registrert i Mjøsas nordre del (st. Brøttum) med algebiomasser i området 0,16 - 0,24 gram våtvekt /  $m^3$ . Her var det størst algeforekomst i oktober da vannføringen i Lågen blitt redusert (< 200  $m^3/s$ ). Det var gullalger og svelgflagellater (dvs. s.k. "monader") som utgjorde det meste av algebiomassen ved st. Brøttum. Den nordre del av Mjøsa hadde således i 1998 akseptable algemengder i samsvar med klart næringsfattige (oligotrofe) forhold (se tabell 1) og også i samsvar med satte miljømål. De høyeste algebiomasser i vekstsesongen 1998 ble registrert i Furnesfjorden og i området ved Gjøvik (st. Kise). I Furnesfjorden varierte algebiomassen mellom 0,21 – 0,75 gram våtvekt/ $m^3$  og ved Gjøvik ble det registrert biomasser i området 0,15 – 0,74 gram våtvekt/ $m^3$ . Størst algebiomasse var det på disse lokaliteter i juni og konsentrasjonene som da ble målt var noe i overkant av satte miljømål, som er at maks. algebiomasse ikke bør overstige 0,70 gram våtvekt /  $m^3$ . Det var i juni stor forekomst av gullalgen *Uroglena americana* og svelgflagellaten *Rhodomonas lacustris* ved de to stasjoner, noe som klart indikerte økt tilgang på næringsalter. Ved hovedstasjonen (st. Skreia) i Mjøsas sentrale parti var det gullalger, kiselalger og svelgflagellater som utgjorde det meste av biomassen. Her ble det ikke registrert noen spesielt stor eller mer markert forekomst av mer næringsaltkrevende planteplanktonarter som direkte kunne indikere perioder/episoder med økt næringsalttilgang.

Midlere algebiomasse ved de fire prøvetakingsstasjoner i perioden juni – oktober i 1998 oversteg likevel ikke 0,40 gram våtvekt /  $m^3$ , hvilket er i samsvar med satte miljømål. Miljømål for planteplanktonforekomsten er at Mjøsa skal kunne betegnes som en næringsfattig (oligotrof) innsjø i så nært samsvar med naturgitt tilstand som mulig. Dette innebærer bl.a. at maksimal algebiomasse i sjiktet 0-10 meter som nevnt oven ikke bør overstige 0,70 gram våtvekt /  $m^3$  og at middel biomasse i vekstperioden ikke bør overstige 0,40 gram våtvekt /  $m^3$ . Vi har da tatt utgangspunkt i normer gitt av Brettum (1989). Stort sett var det således akseptable planteplanktonmengder i Mjøsa i 1998.

**Tabell 1.** Maksimum- og middelverdier for planteplanktonmengden ved fire stasjoner i Mjøsa sommeren 1998. Algemengden er uttrykt som gram våtvekt/ferskvekt pr.  $m^3$  i sjiktet 0-10m. Oligotrof tilstand er vurdert etter norm gitt av Brettum (1989).

| Stasjon            | Middelverdi (juni - okt.) | Maksimumsverdier |
|--------------------|---------------------------|------------------|
| Brøttum            | 0,19                      | 0,24             |
| Kise               | 0,38                      | 0,74             |
| Furnesfjorden      | 0,37                      | 0,75             |
| Skreia             | 0,23                      | 0,33             |
| Oligotrof tilstand | $\leq 0,40$               | $\leq 0,70$      |

Konsentrasjonene av total klorofyll-a i Mjøsas øvre vannlag (sjiktet 0 – 10 meter) i vekstsesongen i 1998 var også lave med konsentrasjonsnivåer som varierte fra 0,19 til 4,57 µg tot. kl-a/l. Høyeste klorofyll-a-konsentrasjoner ble registrert i Furnesfjorden og ved Gjøvik i juni og de laveste konsentrasjoner i Mjøsas nordre del. Ved st. Brøttum oversteg ikke klorofyllkonsentrasjonen 2,5 µg tot. kl-a/l. Middel konsentrasjon i vekstsesongen for stasjonene Brøttum, Kise, Furnesfjorden og Skreia er beregnet til 1,81, 2,66, 2,53 resp. 1,81 µg tot. kl-a/l. Middelkonsentrasjonen ved Gjøvik ( st. Kise) og i Furnesfjorden var fortsatt noe høy, mens det var nær akseptable forhold i Mjøsas nordre del og ved hovedstasjonen. Miljømål for Mjøsa er at total klorofyll a- konsentrasjon ikke bør overstige 4,0 µg tot. kl-a/l og at middel klorofyll a-konsentrasjon i perioden juni – oktober ikke skal overstige 1,8 µg tot. kl-a/l.

De registrerte klorofyllkonsentrasjoner i 1998 tilsvarte tilstandsklasse "God" i SFT's klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Andersen et al. 1997).

**Tabell 2.** Maksimum- og middelverdier for total klorofyll a-konsentrasjon ved fire stasjoner i Mjøsa sommeren 1998. Klorofyllkonsentrasjonen er uttrykt som µg tot. kl-a/l. i sjiktet 0-10m. Oligotrof tilstand er vurdert etter norm gitt av Kjellberg (1994). Miljømål for Mjøsa er at total klorofyll a-konsentrasjon i sjiktet 0-10 meter ikke bør overstige 4,0 µg tot. kl-a/l og at middel klorofyll a-konsentrasjon i perioden juni – oktober ikke skal overstige 1,8 µg tot. kl-a/l.

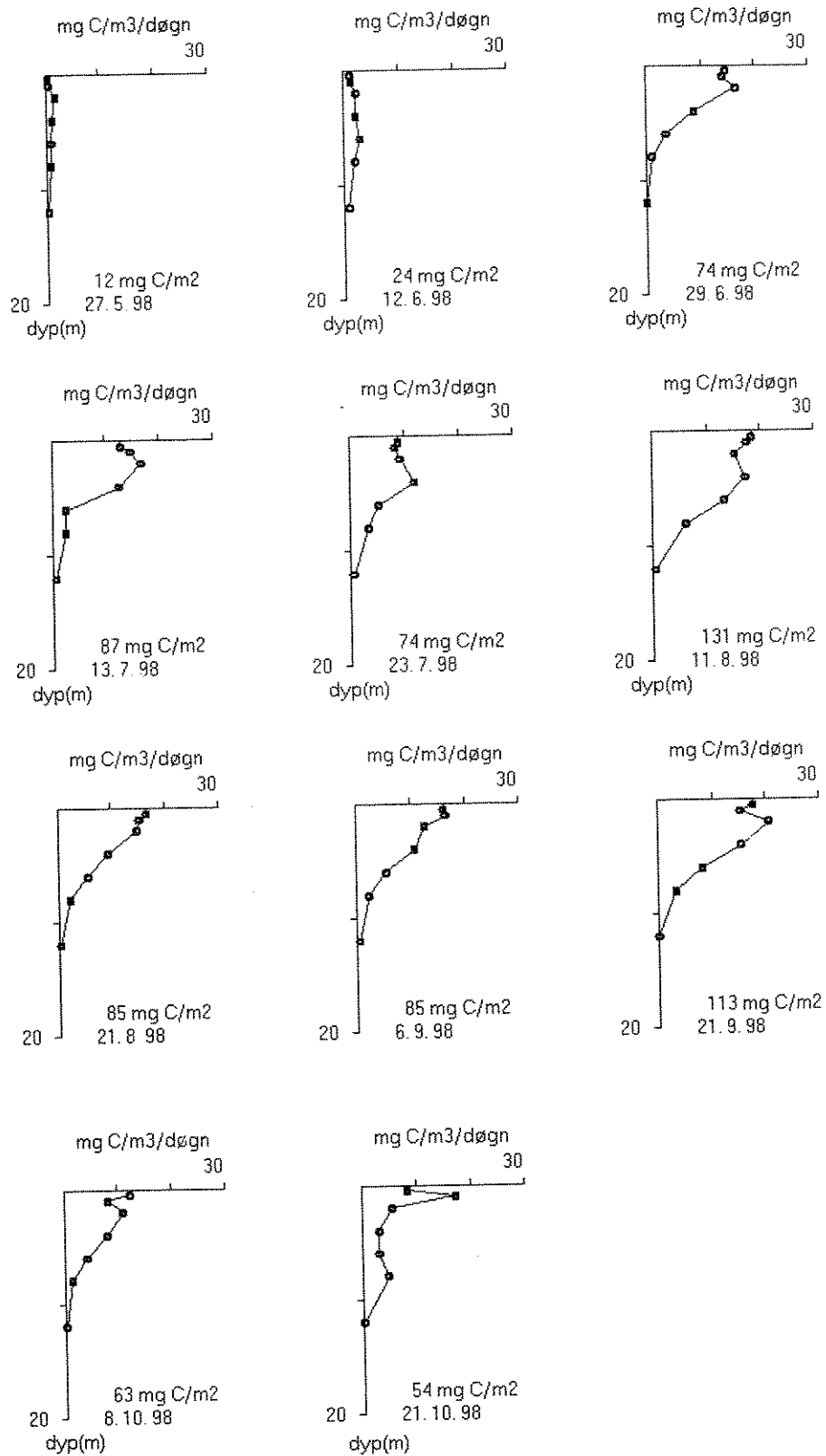
| Stasjon            | Middelverdi (juni - okt.) | Maksimumsverdier |
|--------------------|---------------------------|------------------|
| Brøttum            | 1,8                       | 2,2              |
| Kise               | 2,7                       | 4,6              |
| Furnesfjorden      | 2,5                       | 4,3              |
| Skreia             | 1,8                       | 3,0              |
| Oligotrof tilstand | <2,0                      | ≤ 4,0            |

#### Miljøtilstand

Registrerte algebiomasser og artssammensetting var sommeren 1998 i nært samsvar med næringsfattige (oligotrofe) forhold og således stort sett også i samsvar med satte/ønskede miljømål. Cyanobakterier hadde ikke noen mengdemessig betydelse i de frie vannmasser i 1998. Det var heller ikke noen oppblomstring av storvokste kiselalger og dermed heller ikke noe unormalt stort algepåslog på fiskegarn. Videre kan vi her nevne at det i sommeren 1998 var første gangen vi kunne ta normale dyreplanktonhåvtrekk i Mjøsa i den periode Mjøsundersøkelsene har pågått, dvs. fra og med 1966 til 1998. Med normale håvtrekk menes her at håvene med maskestørrelser ikke blir fulle av storvokste kiselalger og/eller trådformete cyanobakterier.

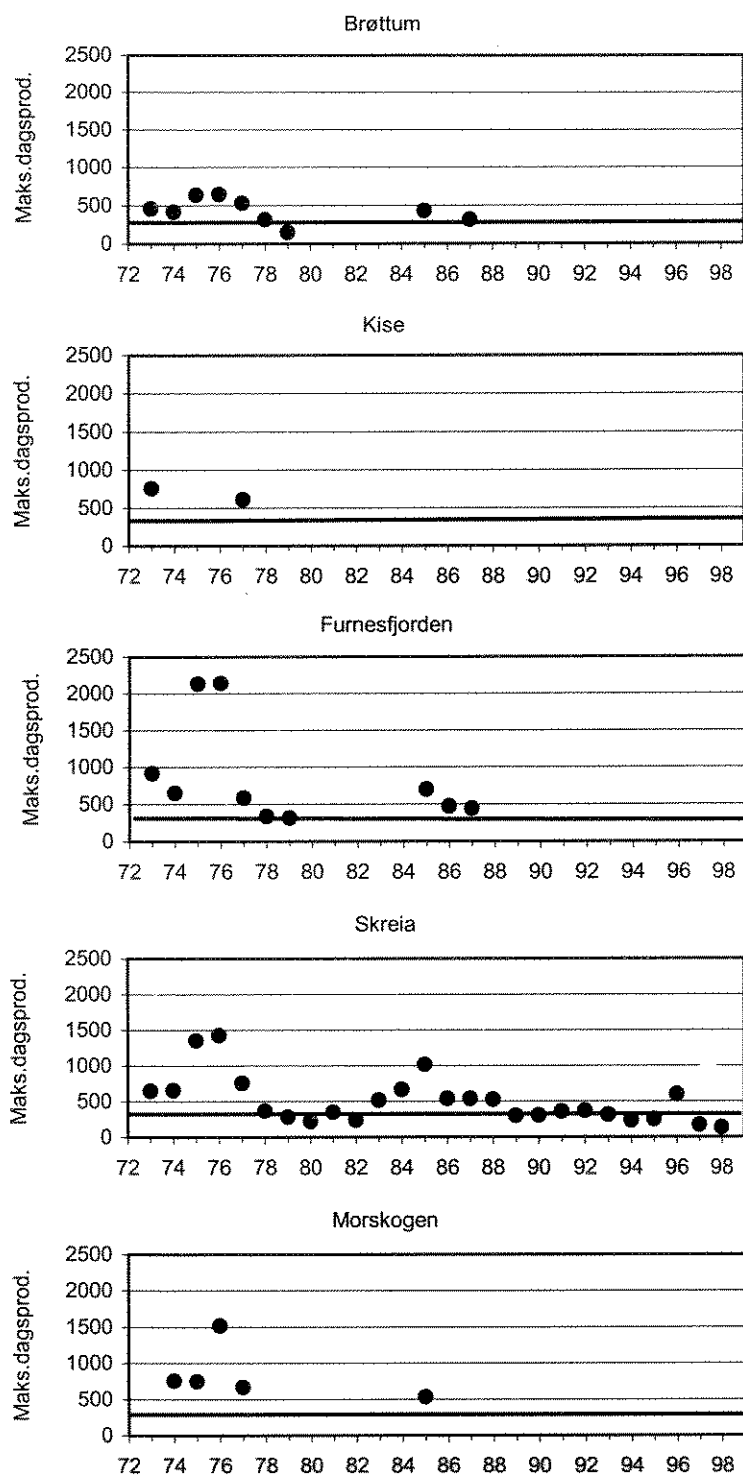
Innslaget av storvokste s.k. stavformete (pennate) kiselalger som *Asterionella*, *Diatoma*, *Fragilaria*, *Melosira* og *Tabellaria* bør i vekstsesongen ikke overstige 30% av den totale algebiomasse. Denne vurdering bygger på erfaringer fra andre store norske innsjøer (normalsituasjon) samt at de ofte skaper direkte bruksmessige ulemper i Mjøsa da de forekommer i mengder som overstiger 0.2 gram våtvekt (ferskvekt) per m<sup>3</sup>. Vad gjelder trådformete cyanobakterier bør disse ikke forekomme i så store mengder at de får betydning for algebiomassen. Dette innebærer at de ikke skal finnes på telleskjemaene.

Til tider markert stor forekomst av alger som gullalgen *Chrysochromulina parva* og *Uroglena americana*, kiselalgen *Cyclotella comta* samt svelgflagellatene *Rhodomonas lacustris* og *Cryptomonas erosa* indikerte likevel at innsjøen fortsatt var noe påvirket av økt næringsalttilførsel.

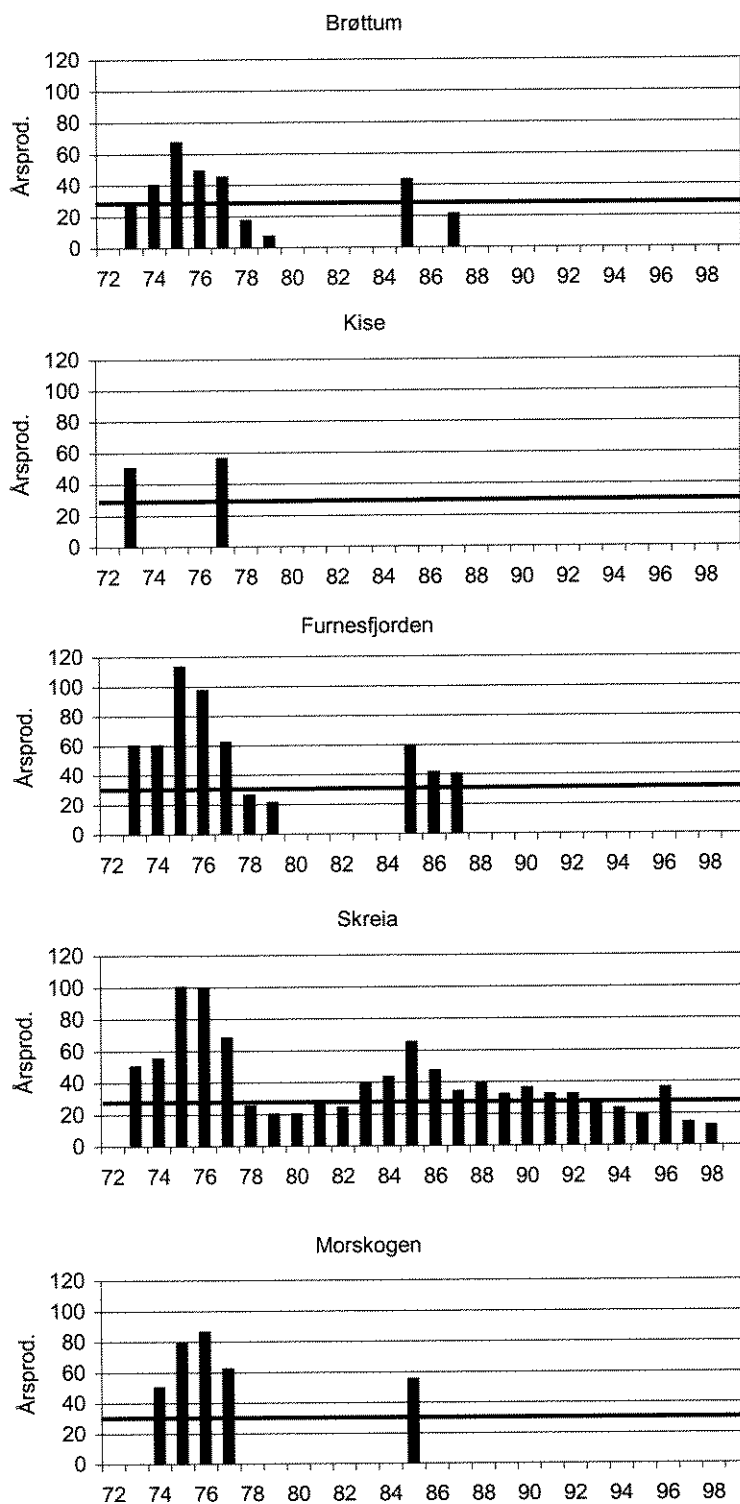


Figur 23. Primærproduksjon Skreia, Mjøsa 1998.





**Figur 24.** Maks. døgnproduksjon uttrykt som mg C/m<sup>2</sup> ved fem stasjoner i Mjøsa i perioden 1973-98. Kontinuerlige målinger utføres bare ved st. Skreia. Faglig/empirisk sett bør ikke maks. døgnproduksjon (beregnet utifra C<sub>14</sub>-metodikken) i Mjøsa overstige 300 mg C/m<sup>2</sup> og døgn (markert med linje i figuren).



**Figur 25.** Årsproduksjon av planteplankton uttrykt som gram C/m<sup>2</sup> ved fem stasjoner i Mjøsa i perioden 1973-98. Kontinuerlige målinger utføres bare ved st. Skreia. Faglig/empirisk sett bør ikke årsproduksjonen (beregnet utifra C<sub>14</sub>-metodikken) i Mjøsa overstige 30-35 gram C/m<sup>2</sup> (markert med linje i figuren).

### 3.1.8 Krepsdyrplankton

Primærdata for krepsdyrplanktonforekomsten (sjiktet 0 - 50 m) og forekomst av istidsinnvandrere som pungreke (*Mysis relicta*), *Gammaracanthus loricatus* og *Pallasea quadrispinosa* (sjiktet 0 - 120 m) ved st. Skreia i 1998 er gitt i tabell X i vedleggsdel Nr.2 bak i rapporten. Resultatene for krepsdyrplanktonet er vist i figur 26, 27 og 28 og resultatene for pungreke i figur 29 i teksten. I figurene 26, 27 og 28 har vi også tatt med resultater fra Huitfeldt-Kaas undersøkelser i 1900-01 (Lid et al. 1946).

Fra Mjøsas sentrale parti (st. Skreia) foreligger det dyreplanktondata fra begynnelsen av 1900-tallet (Lid et al. 1946), enkelte håvtrekk fra 1960-tallet og årlige data fra 1972 (unntatt 1975). Det er derfor mulig å følge tidsutviklingen i krepsdyresamfunnet. Tidligere undersøkelser av krepsdyrplanktonet i Mjøsa ved 4-8 regionale stasjoner i 7 ulike år viste at biomassen ved hovedstasjonen var representativ for hele innsjøen fordi verdiene lå nær den arealveide middelverdien (Rognerud og Kjellberg 1990). Det observeres imidlertid tidvis betydelige regionale variasjoner. Større dyreplanktonmengde enn i de øvrige deler av Mjøsa ble registrert særlig i Furnesfjorden men også til tider (særlig seinsommer og høst) i den nordligste delen av Mjøsa.

#### Biodiversitet.

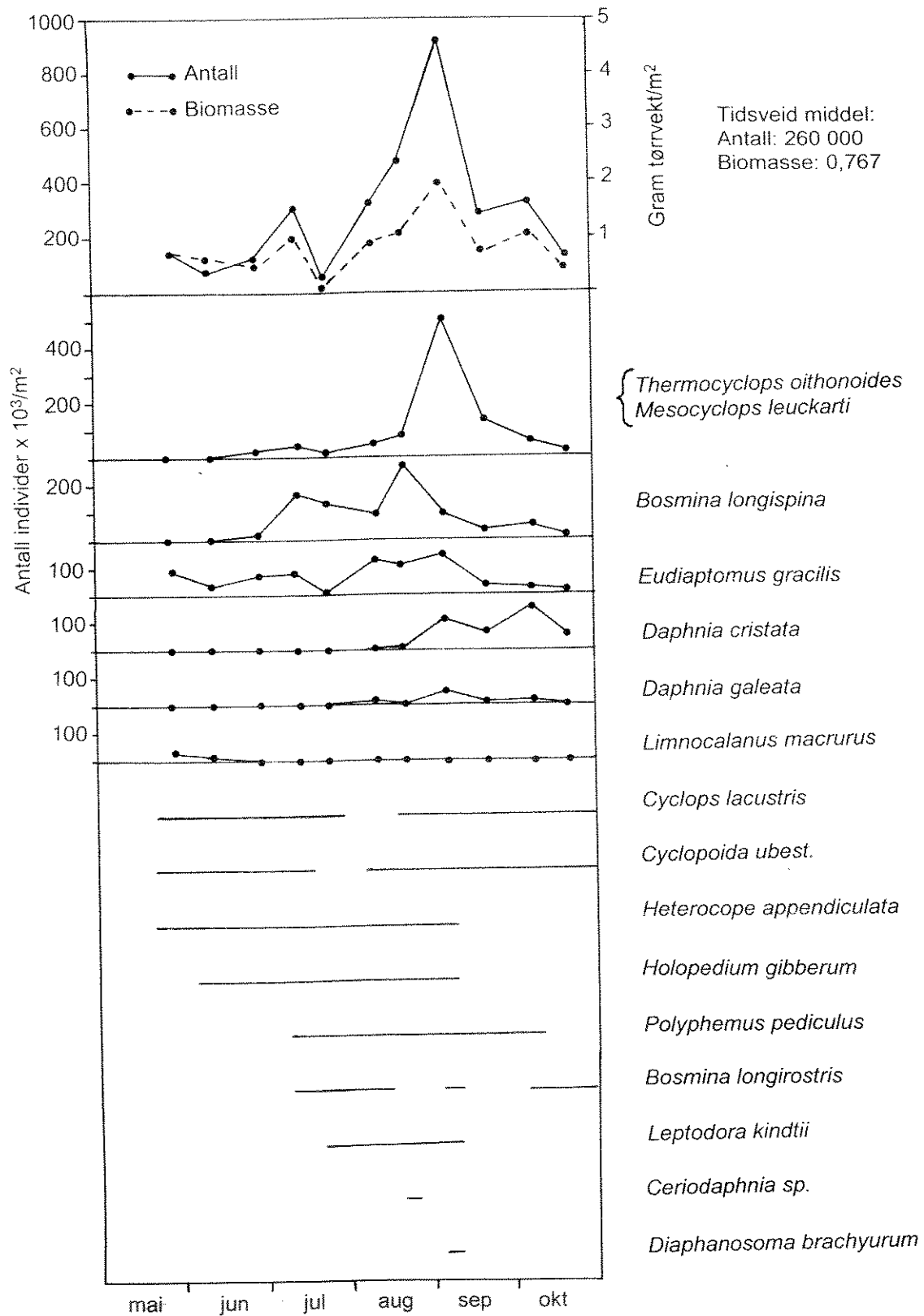
Krepsdyrplanktonet ved hovedstasjonen (st. Skreia) var i 1998 dominert av følgende arter: hoppekrepsene *Eudiaptomus gracilis* og *Thermocyclops oithonoides*, samt vannloppene *Bosmina longispina*, *Daphnia cristata* og *Daphnia galeata* (fig.25). Ved siden av ovennevnte arter var følgende arter også vanlig forekommende: hoppekrepsene *Heterocope appendiculata*, *Cyclops lacustris*, *Mesocyclops leuckarti* og *Limnocalanus macrurus*, vannloppen *Holopedium gibberum* samt de rovlevende vannloppene *Leptodora kindtii* og *Polyphemus pediculus*. Hoppekrepsen *Acanthocyclops* sp. samt vannloppene, *Bythotrephes longimanus*, *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia* sp. og *Diaphanosoma brachyurum* ble også registrert men i mindre antall. Krepsdyrplanktonets sammensetting (biodiversiteten) var stort sett i samsvar med observasjoner fra de seneste 14 år. Sammenlignes dagens forhold med de forhold som ble registrert i 1990-91 så er det små forandringer. De samme arter dominerer og eneste større forskjell er at hoppekrepsen *Mesocyclops leuckarti* og vannloppen *Daphnia cristata* nå er vanlig forekommende i de fri vannmasser.

#### Individantall og biomasse.

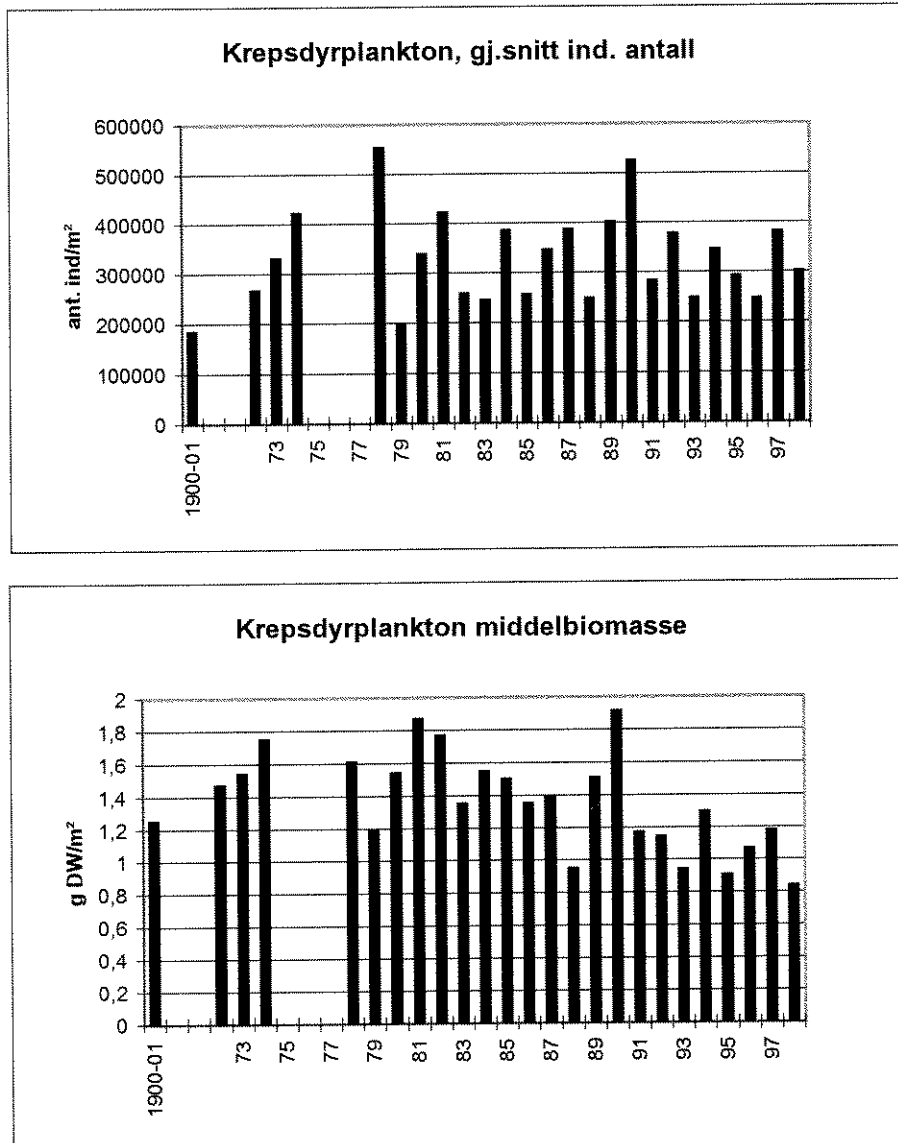
Det var middels rik forekomst av krepsdyrplankton i Mjøsa i 1998. Middel individantall er beregnet til 260000 individ per m<sup>2</sup> og biomassen til ca. 0,8 gram tørrvekt (D.W.) (tilsvarende ca 8 gram våtvekt (ferskvekt) (W.W.)) per m<sup>2</sup>. Dette er i samsvar med de forhold som blitt registrert i de seineste 7 årene (1991 - 1997) og også i nært samsvar med registreringer fra 1900-01. Det ser ut som om særlig krepsdyrbiomassen blitt noe redusert sammenlignet med de forhold som ble registrert i perioden 1972 - 1991. Reduksjonen kan anslås til ca. 30 % fra begynnelsen av 1980 åra til i dag. Bedømt utfra biomassen kan krepsdyrforekomsten i Mjøsa nå betegnes som middels høy (se tabell 2).

**Tabell 2.** Vurderingsgrunnlag for krepsdyrplanktonbiomasse. Vurderingen er basert på beregnet middelbiomasse (gram tørrvekt (T.W.)/m<sup>2</sup>) i vegetasjonsperioden (mai/juni - oktober) og bygger på foreliggende resultater fra innsjøer i østlandsområdet (Løvik og Kjellberg in prep.) (se vedlegg Nr. 2). Videre at tørrvekten utgjør 10 % av våtvekten (W.W.).

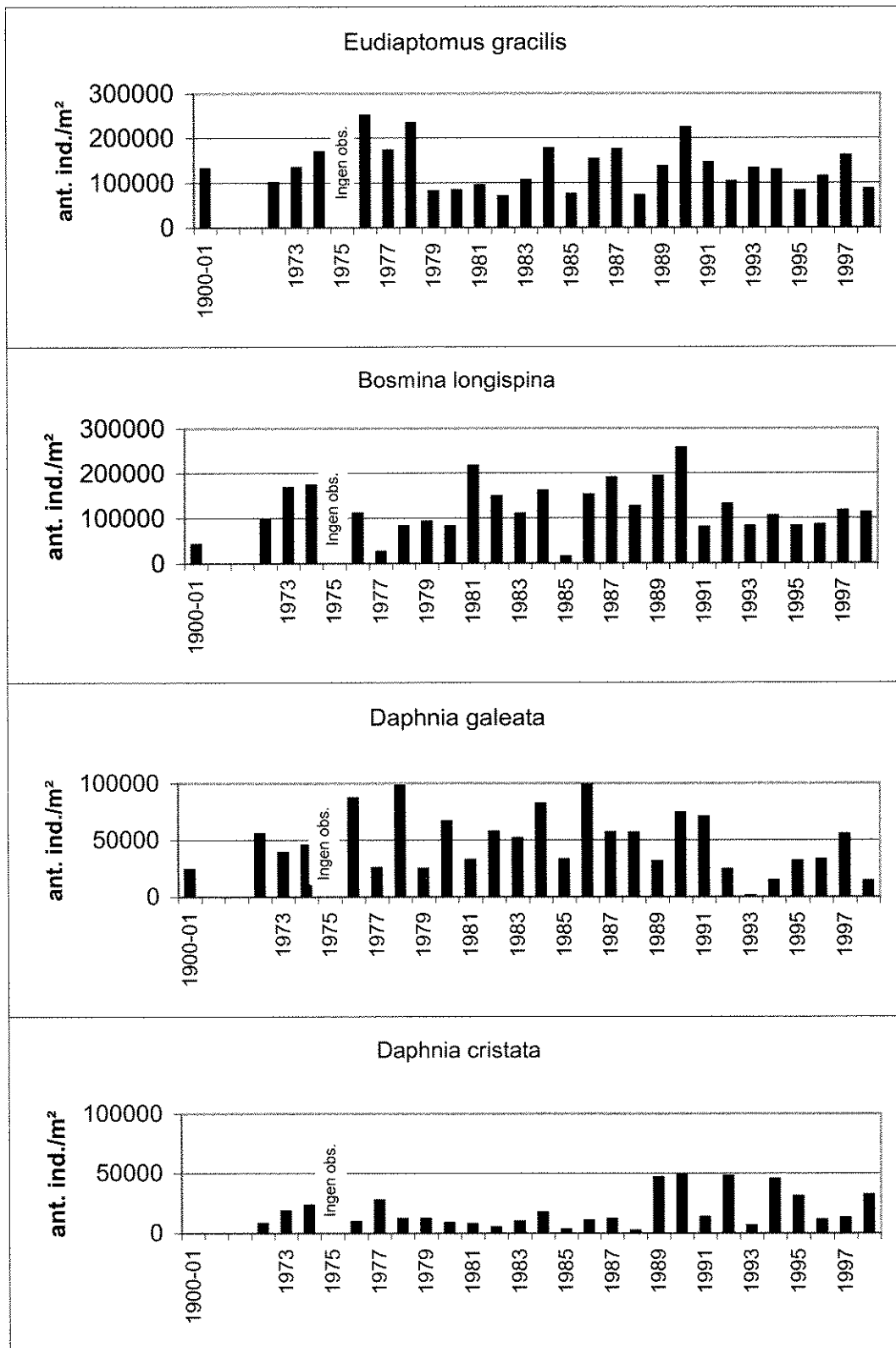
|           |             |                            |             |                            |
|-----------|-------------|----------------------------|-------------|----------------------------|
| Svært høy | > 2,00      | gram (T.W.)/m <sup>2</sup> | > 20,0      | gram (W.W.)/m <sup>2</sup> |
| Høy       | 1,01 - 2,00 | gram (T.W.)/m <sup>2</sup> | 10,1 - 20,0 | gram (W.W.)/m <sup>2</sup> |
| Middels   | 0,51 - 1,00 | gram (T.W.)/m <sup>2</sup> | 5,10 - 10,0 | gram (W.W.)/m <sup>2</sup> |
| Lav       | 0,26 - 0,50 | gram (T.W.)/m <sup>2</sup> | 2,60 - 5,00 | gram (W.W.)/m <sup>2</sup> |
| Svært lav | < 0,25      | gram (T.W.)/m <sup>2</sup> | < 2,50      | gram (W.W.)/m <sup>2</sup> |



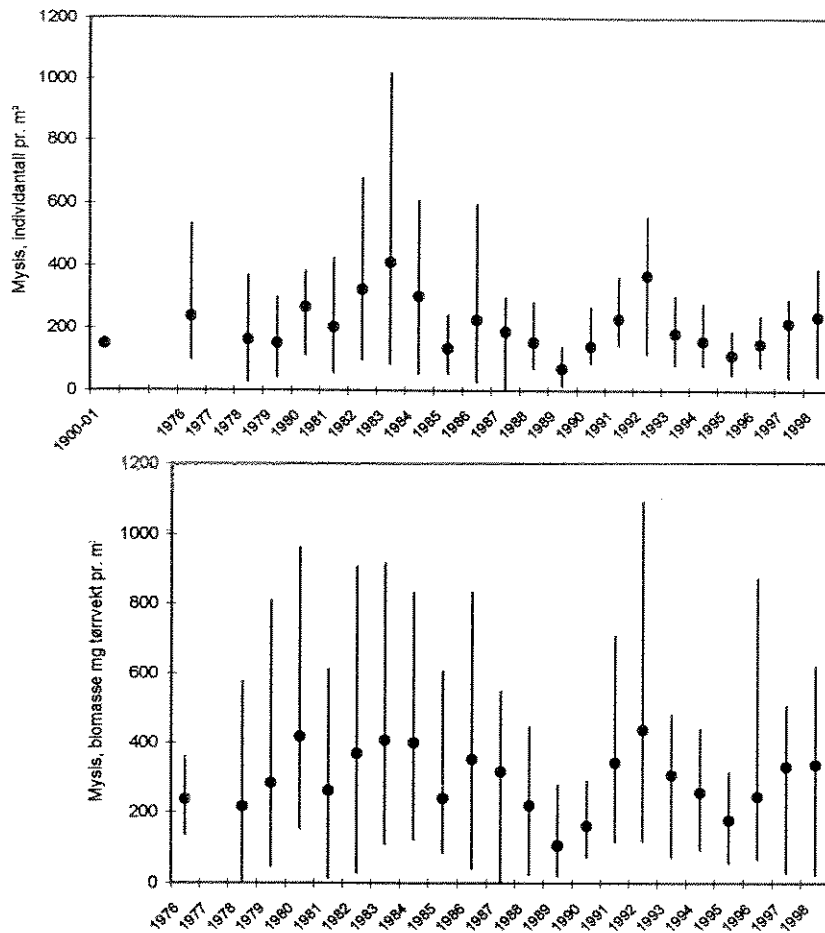
**Figur 26.** Mengde og biomasse av krepsdyrplankton i sjiktet 0-50 meter ved hovedstasjonen (Skreia) i 1998.



**Figur 27.** Tidsutvikling av forekomst av krepsdyrplankton i sjiktet 0-50 meter uttrykt som middel antall og middel biomasse i juni-oktober ved st. Skreia i tidsperioden 1972-98. Registreringer fra 1900-01 er også tatt med.



**Figur 28.** Tidsutvikling av forekomst av *Eudiaptomus gracilis*, *Bosmina longispina*, *Daphnia galeata* og *Daphnia cristata* uttrykt som middel antall individ i juli-september ved st. Skreia i tidsperioden 1972-98. Disse arter er de viktigste fødeobjekter for den planktonspisende fisken i Mjøsa. Registreringer fra 1900-01 er også tatt med.



**Figur 29.** Tidsutvikling av forekomsten av pungreke (*Mysis relicta*) i sjiktet 0-120 meter uttrykt som individantall og biomasse i mai-oktober ved st. Skreia i tidsperioden 1976-98. Resultatene fra de ulike år er gitt som middelerverdier og variasjonsbredde. Individantall fra registreringer i 1900-01 er også tatt med.

#### *Istidsinnvandrere.*

Pungreken *Mysis relicta* hadde i 1997 en rik bestand (se tabell 3) med et individantall som varierte i området 47 – 389 ind./m<sup>2</sup> tilsvarende biomasser i området 0,02 - 0,62 gram tørrvekt (D.W.)/m<sup>2</sup> ved hovedstasjonen (St. Skreia). Middels individantall er beregnet til 236 ind./m<sup>2</sup> og middels biomasse til 0,34 gram tørrvekt (D.W.)/m<sup>2</sup>. Dette var i nært samsvar med forholdene i 1997. I 1900-01 ble det registrert noe mindre *Mysis* (middels rik forekomst) men generelt sett så synes det ikke å ha skjedd store forandringer i mysisbestanden i denne tidsperiode. Forekomsten av arten *Gammaracanthus loricatus* bedømmes som lav. Det ble ikke registrert eksemplarer av arten *Pallasea quadrispinosa* i håvdragene i 1998.

**Tabell 3.** Vurderingsgrunnlag for forekomst av *Mysis relicta* (pungreke) basert på erfaringer fra undersøkelser i Skandinavia og Nord-Amerika. Vurderingsgrunnlaget for forekomst av *Gammaracanthus loricatus* er utarbeidet på bakgrunn av egne erfaringer fra Mjøsa og Rødnessjøen. Vurderingene er basert på middel antall ind./m<sup>2</sup> fra sjiktet 0 – 120 meter i vegetasjonsperioden (mai - oktober).

|                       |          |                            |
|-----------------------|----------|----------------------------|
| Rik forekomst         | > 200    | individ pr. m <sup>2</sup> |
| Middels rik forekomst | 50 - 200 | individ pr. m <sup>2</sup> |
| Lav forekomst         | < 50     | individ pr. m <sup>2</sup> |

### *Næringssalttransport*

Elvetransport av fosfor og nitrogen varierer først og fremst i takt med vannføringen og i flomperioder er det stor næringssalttransport. Årstiden har også en viss betydning da arealavrenningen som regel er størst når mye dyrket mark ligger bar vår og høst. Lavest næringssalttransport er det på vinteren som resultat av begrenset arealavrenning og lav vannføring. Størst årlig tilførsel av næringssalter til Mjøsa kommer via Gudbrandsdalslågen som herved får stort innflytende og i stor grad også styrer de årlige variasjoner. Dette gjelder særlig i sommerperioden da de lokale elvene som regel har lange perioder med lavvannførings og liten stofftransport. Gudbrandsdalslågen har derfor stor betydelse for økosystemet i Mjøsa.

I 1998 var næringssalttransporten ut i Mjøsa fra Gudbrandsdalslågen mindre jevnført med forholdene i 1997, mens det var økt uttransport av næringssalter fra de lokale vassdragene som Lena, Hunnselva, Gausa, Flakstadelva og Svartelva. Jevnt stor vannføring i hele sommerperioden er sannsynligvis hovedårsaken til den økte transporten av næringssalter i de lokale elvene. Samlet årlig elvetransport av fosfor og nitrogen til Mjøsa fra de seks største tilløpselvene er i 1998 beregnet til 94 respektive 3620 tonn. Gudbrandsdalslågen svarte for 58 % av uttransporten av fosfor og 40 % av uttransporten av nitrogen. Størst næringssalttransport i Lågen var det i perioden mai – juli da også vannføringen var størst. De lokale elvene hadde størst næringssalttransport i forbindelse med våravsmeltingen i mars og april unntatt Gausa som hadde størst transport i mai og juni. I Hunnselva og Svartelva var det også relativt stor fosfortransport på høsten. Total elvetransport av næringssalter til Mjøsa i 1998 er estimert til ca. 103 tonn fosfor og ca. 4000 tonn nitrogen, Dette er noe lavere jevnført med transporten i 1997.

### *Næringssaltkonsentrasjoner*

I Gudbrandsdalslågen varierte fosforkonsentrasjonen i området fra 2 til 21 µg tot-P/l og nitrogenkonsentrasjonen fra 102 til 320 µg tot-N/l. Konsentrasjonen av fosfor i Lågen vannet var til tider lavere enn konsentrasjonen i Mjøsa. I tillegg er Lågen påvirket av breslam i en stor del av vekstsesongen. Fosfor bundet til brepartikler er lite biologisk tilgjengelig (Berge & Källqvist 1988), og laboratorieforsøk med breslamrikt vann fra Lågen har vist at dette gir reduserende effekt på algeveksten (Holtan et al. 1975). Alle disse forhold gjør at Lågen har en gunstig virkning på vannkvaliteten i Mjøsa. Den senker til tider fosforkonsentrasjonen i innsjøen og breslammet adsorberer fosfor (gjør det lite biotilgjengelig) slik at effekten blir ekstra gunstig med hensyn til å hindre uønsket algevekst.

De lokale elvene hadde fosforkonsentrasjoner som varierte i området 2 til 331 µg tot-P/l. Høyest konsentrasjon ble registrert i Lena. Nitrogenkonsentrasjonene varierte i området 290 til 8900 µg tot-N/l med de laveste konsentrasjoner i Gausa og de høyeste i Lena. Høyest konsentrasjon var det i begynnelsen av vårflommen samt i perioder med økt vannføring utover høsten. Variasjonsbredde og årlig middelkonsentrasjon for de enkelte elver er vist i tabell 5.

Middelkonsentrasjonen av fosfor i samlet elvetilførsel er i 1998 beregnet til ca 10 mg tot-P/m<sup>3</sup> hvilket er nær verdien i 1991 og således en av de laveste konsentrasjoner som er målt i perioden 1979 til 1998. Hovedårsaken til dette er jevnt over lave fosforkonsentrasjoner i Lågen. Det var bare i forbindelse med vårflommen i mai vi her registrerte konsentrasjoner høyere en 10 µg tot-P/l.

Hunnselva, Lena og Svartelva var mest forurenset av næringssalter av de lokale elver med volumveide årsmiddelkonsentrasjoner av fosfor på henholdsvis 45,6, 33,1 og 31,6 µg tot-P/l. Flagstadelva kan betegnes som moderat forurenset (24,2 µg tot-P/l), Gausa som lite til moderat (11,0 µg tot-P/l) og Lågen som lite forurenset (6,0 µg tot-P/l). Høyest nitrogenkonsentrasjon ble registrert i Lena, Flakstadelva, Svartelva og Hunnselva med årsmiddelverdier på henholdsvis 4217, 2191, 2133 og 1806 µg tot-N/l. Lena, Svartelva og Flakstadelva er de elver som har størst andel dyrket mark (> 20 %) i sine nedbørfelt. Gausa hadde også relativt høy konsentrasjon (1010 µg tot-N/l), mens konsentrasjonen i Gudbrandsdalslågen var lav med en verdi på 197 µg tot-N/l. Vannet fra Gudbrandsdalslågen har



derfor enn fortynnende effekt på nitrogenkonsentrasjonen i Mjøsa , mens de lokale elvene bidrar til økt nitrogenkonsentrasjon og da særlig de elver som avvanner jordbruksområder.

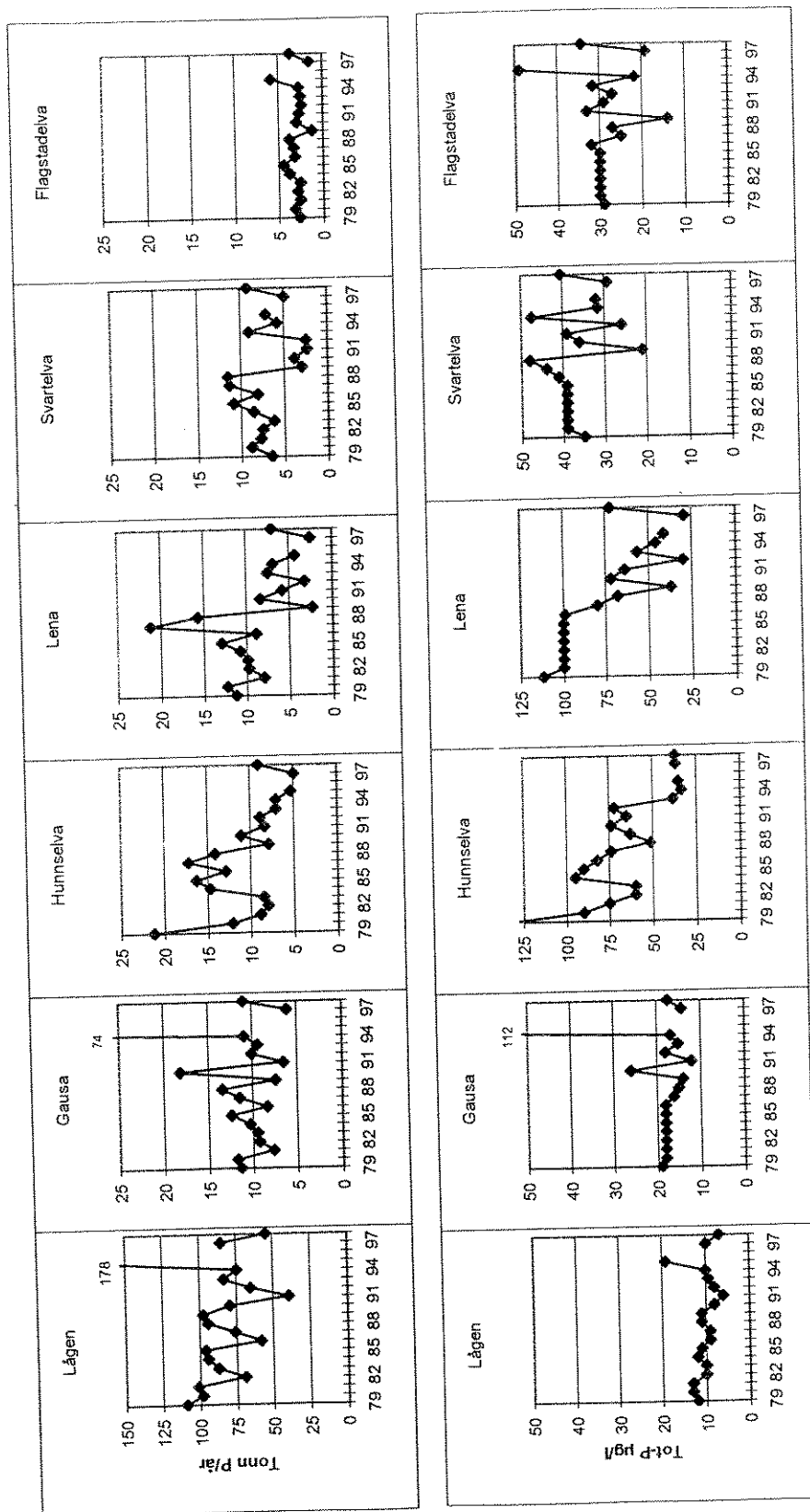
**Tabell 5.** Næringssaltkonsentrasjoner i de større tilløpselver til Mjøsa i 1998.

**FOSFOR**

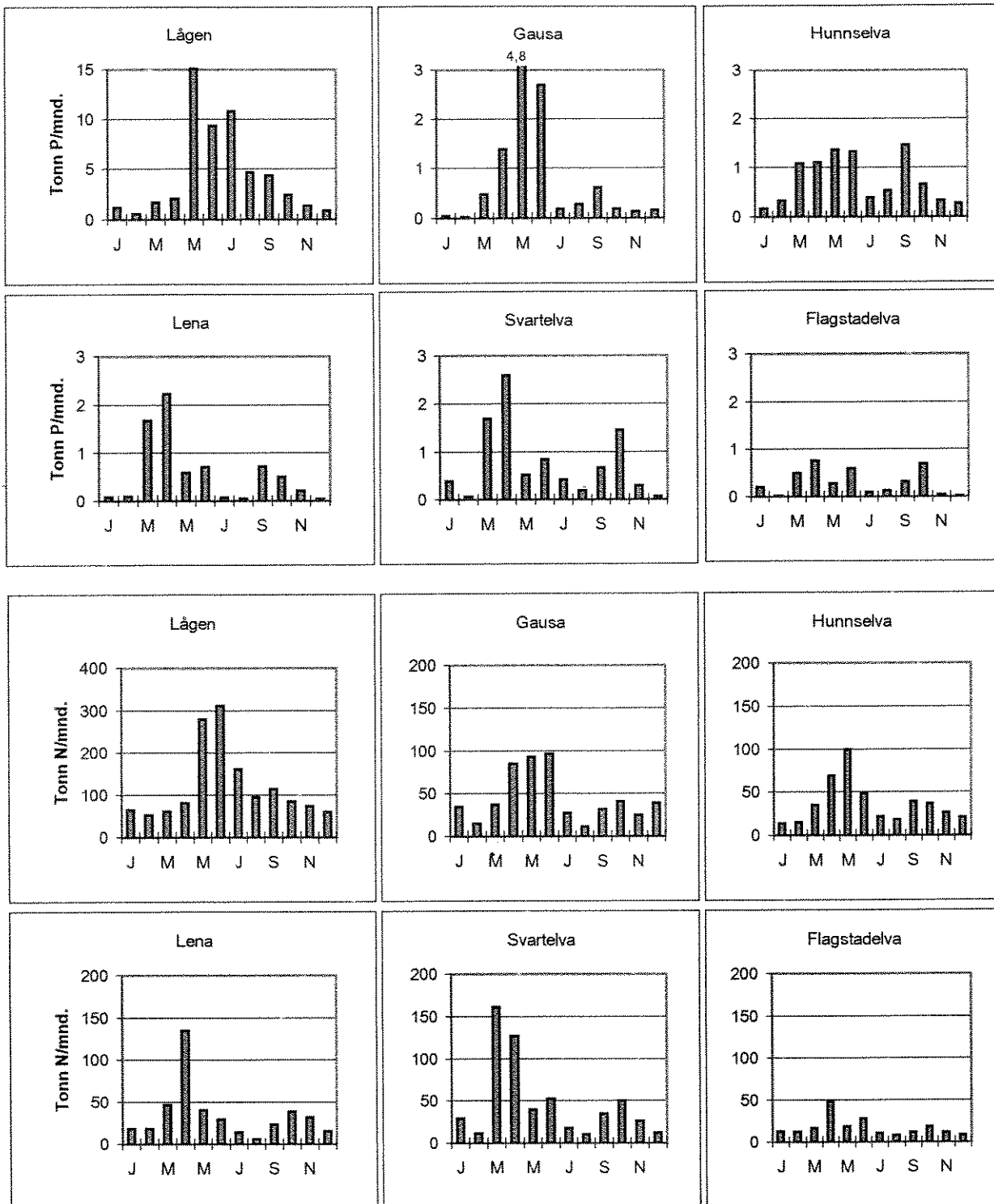
| Elv                | Nedbørfelt<br>km <sup>2</sup> | volumveide<br>årsmiddelkonsentrasjon<br>µg tot-P/l | Variasjonsbredde for<br>konsentrasjonsnivå<br>µg tot-P/l |
|--------------------|-------------------------------|--|--|
| Gudbrandsdalslågen | 11 439                        | 6  | 2 – 21   |
| Gausa              | 934                           | 11   | 2 – 46   |
| Svartelva          | 489                           | 28   | 9 – 92   |
| Hunnselva          | 378                           | 33   | 10 – 134   |
| Lena               | 292                           | 42   | 13 – 331   |
| Flakstadelva       | 177                           | 24   | 6 - 138  |

**NITROGEN**

| Elv                | Nedbørfelt<br>km <sup>2</sup> | Volumveid<br>Årsmiddelkonsentrasjon<br>µg tot-N/l | Variasjonsbredde for<br>konsentrasjonsnivå<br>µg tot-N/l |
|--------------------|-------------------------------|---|--|
| Gudbrandsdalslågen | 11 439                        | 197   | 102 – 320  |
| Gausa              | 934                           | 1010  | 290 – 2440   |
| Svartelva          | 489                           | 1806  | 1295 – 4100  |
| Hunnselva          | 378                           | 2133  | 748 – 8753   |
| Lena               | 292                           | 4217  | 1763 – 8900  |
| Flakstadelva       | 177                           | 2191  | 601 - 4346   |



Figur 36. Månedstransport i tonn av total fosfor og total nitrogen i Mjøsas 6 største tilløpselver i 1998.



**Figur 37.** Årlig transport av fosfor samt volumveid midlere årskonsentrasjon av total fosfor i de 6 største tilløpselver til Mjøsa i 1979-98. Verdiene for Gausa, Svartelva, Flagstadelva. fra 1980 t.o.m. 1985 er estimert. Dette gjelder også for perioden 1981 t.o.m. 1985 i Lena, årene 1980 og 1981 i Hunnselva og år 1982 i Gudbrandsdalslågen (Rognerud 1988).

### 3.2.2 Biologisk befaringsundersøkelse i Gudbrandsdalslågen inkl. nedre del av Otta

Forurensningssituasjonen i Gudbrandsdalslågen og Ottas hovedvassfar samt i den nedre del av tilrennende større elver som Bøvra, Finna, Lora, Jori, Sjoa, Veikleåa, Vinstra, Frya, Våla, Tromsa, Moksa og Mosåa i begynnelsen av oktober i 1998 er vist i figur 38. Figur 39 viser utviklingen for 1974, 1986 og 1998. Påvirkninger som var av sterkt begrenset lokal karakter og forurensningssituasjonen i mindre sidevassdrag er ikke angitt på figuren. Det har tidligere blitt utført biologiske befaringsundersøkelser i Gudbrandsdalslågen høsten 1974, våren 1985 og høsten 1986.

Potensielle forurensningskilder langs Gudbrandsdalslågen-vassdraget er utsig av boligkloakk og gråvann fra overløpsdrift og lekkasjer i de kommunale avløpsanleggene samt fra lekkasjer i separatanlegg i spredt bebyggelse, lekkasje av oljeprodukter fra bensinstasjoner og verksteder/industribedrifter, lekkasje av diverse stoffer fra avfallsplasser (bl.a. miljøgifter), utsig av melk og vaskemiddel fra melkerom, utsig av silopressaft fra siloer, utsig av husdyrgjødsel fra gjødselkjellere samt avrenning (jord- og siltpartikler, næringssalter, husdyrgjødsel og sprøytemiddelrester) fra dyrket mark.

Forurensningseffekter som resultat av økt tilførsel av næringssalter (overgjødsling), lettredbrytbart organisk stoff (forråtnelse/saprobiering), tilslamming og tarmbakterier (fekal forurensning) står derfor sentralt. Videre kommer muligheten for utslipp som kan gi gifteffekter.

Gudbrandsdalslågen og de større sideelvene var ved befaringsstidspunktet høsten 1998 generelt sett lite forurenset (tilsvarende påvirkningsgrad I, I-II og II). Det var da biologisk vurdert tilnærmet rentvannsforhold i elvene og flora og fauna var stort sett i samsvar med forventet naturtilstand. Våla var den av sidevassdragene som var mest forurensningspåvirket (stor forekomst av mer næringssaltkrevende trådformete grønnalger) og kan betegnes som moderat forurenset av næringssalter. Den mest påvirkete del av hovedvassdraget var området like nedstrøms "Hunderdammen" som var klart påvirket av økt tilførsel av næringssalter og lettredbrytbart organisk stoff. I senere tid har det blitt registrert markert økt forekomst av "grønske" i den øvre delen av tilrennende elver. Det er både elver, bekker, tjern og mindre innsjøer som er berørt.

*Miljøtilstand langs de enkelte strekninger.*

#### **Gudbrandsdalslågen på strekningen Lesjaskogvatn – samløp Lora.**

Elvestrekningen mellom Lesjaskogvatn og ned til samløpet med Lora ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert tilnærmet rentvannsforhold i elva og flora og fauna var stort sett i samsvar med forventet naturtilstand. Et spesielt individrikt bunndyringsfunn på strekningens nedre del (fra Leirom ned til Lora) kan være en indikasjon på økt tilførsel av næringssalter og organisk stoff. Dette har ført til økt produksjonspotensiale men ikke til større forandringer av naturgitt biodiversitet.

#### **Miljøtilstand.**

Gudbrandsdalslågen på strekningen Lesjaskogvatn – samløp Lora (Lesja) var ved befaringsstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor næringssalttilførsel, tilførsel av lettredbrytbart organisk stoff, surt vann som gir forsureningsskader og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden ble derfor utfra de biologiske forhold vurdert som akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er likevel ikke vurdert ved denne undersøkelse.

#### **Gudbrandsdalslågen på strekningen samløp Lora (Lesja) – Brustugu (Kjöremsgrendi).**

Gudbrandsdalslågen på strekningen fra samløp med Lora ned til brua ved Brustugu ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert tilnærmet rentvannsforhold i elva og flora og fauna var stort sett i samsvar med forventet naturtilstand. En viss påvirkning av økt tilførsel av

næringssalter og organisk stoff forelå likevel. Dette hadde bidratt til økt produksjonskapasitet og et individrikere flora- og bunndyrsamfunn.

#### **Miljøtilstand.**

Gudbrandsdalslågen på strekningen fra samløpet med Lora ned til Brustugu (Kjöremsgrendi) var ved befaringsstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor næringssalttilførsel, tilførsel av lettnekbrytbart organisk stoff, surt vann som gir forurensningsskader og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold derfor vurdert som nær akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I-II. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter ble likevel ikke vurdert i forbindelse med denne undersøkelse.

#### **Gudbrandsdalslågen på strekningen Brustugu ( Kjöremsgrendi) - Dombås.**

Gudbrandsdalslågen på elvestrekningen fra brua ved Brustugu og ned til Dombås ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Elven var da biologisk vurdert oppstrøms sammenløpet med Jori klart påvirket av økt tilførsel av næringsalter (eutrofiert) og det var langs enkelte strekninger markert stor forekomst av bl.a. trådformete grønnalger og kiselalger. Stor mengdemessig betydning hadde arter som den storvokste kiselalgen *Didymosphenia geminata* samt arter tilhørende grønnalgeslekten *Microspora*. Det var også rik forekomst av bunndyr og særlig av døgnfluer som bl.a. artene *Baetis rhodani* og *Ephemerella aurivillii*. Et spesielt individrikt bunndyrsamfunn på strekningen var sannsynligvis en indikasjon på økt tilførsel av næringssalter og organisk stoff. Bunnfaunaen var likevel stort sett i samsvar med forventet naturtilstand. Fra samløpet med Jori og ned til brua ved Dombås var det tilnærmet rentvannstilstand med stort sett en flora og fauna i samsvar med forventet naturtilstand.

#### **Miljøtilstand.**

Gudbrandsdalslågen på strekningen Brustugu (Kjöremsgrendi) – samløp Jori var ved befaringsstidspunktet moderat påvirket av uønsket stor næringssalttilførsel og noe tilførsel av lettnekbrytbart organisk stoff. Effekter av forurensninger som surt vann som gir forurensningsskader og miljøgifter med akutteffekter ble ikke registrert. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som nær akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse II. Strekningen samløp Jori – Dombås var lite påvirket av forurensninger og ble vurdert som akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er ikke vurdert.

#### **Gudbrandsdalslågen på strekningen Dombås - Dovre.**

Elvestrekningen mellom Dombås - Dovre ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Denne elvestrekning var da biologisk vurdert klart påvirket av økt tilførsel av næringsalter (eutrofiert) og det var langs enkelte strekninger markert stor forekomst av bl.a. trådformete grønnalger som f.eks. *Ulothrix zonata* (bred form). Dette gjaldt spesielt langs strekningen like nedstrøms Dombås. Det var også her rik forekomst av bunndyr og særlig av døgnfluer som bl.a. arten *Baetis rhodani*. Et spesielt individrikt bunndyrsamfunn var sannsynligvis en indikasjon på økt tilførsel av næringssalter og noe lettnekbrytbart organisk stoff. Bunnfaunaen var likevel stort sett i samsvar med forventet naturtilstand.

#### **Miljøtilstand.**

Merparten av Gudbrandsdalslågen på strekningen Dombås – Dovre var ved befaringsstidspunktet moderat påvirket av uønsket stor næringssalttilførsel og noe tilførsel av lettnekbrytbart organisk stoff. Effekter av forurensninger som surt vann som gir forurensningsskader og miljøgifter med akutteffekter ble ikke registrert. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som nær akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse II. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter ble ikke vurdert.

**Gudbrandsdalslågen på strekningen Dovre – Nord Sel.**

Elvestrekningen mellom Dovre og Nord Sel ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert stort sett rentvannsforhold i elva og flora og fauna var i samsvar med forventet naturtilstand.

**Miljøtilstand.**

Gudbrandsdalslågen på strekningen Dovre – Nord Sel var ved befaringsstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor næringssalttilførsel, tilførsel av lettnedbrytbart organisk stoff, surt vann som gir forsureningsskader og miljøgifter med akutteffekter. Et spesielt individrikt bunndyr-samfunn på strekningens like nedstrøms Dovre bør likevel nevnes da dette kan være en indikasjon på økt tilførsel av næringssalter og organisk stoff. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I-II like nedstrøms Dovre og påvirkningsgrad klasse I i øvrige del av elva langs denne strekning. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er ikke vurdert.

**Gudbrandsdalslågen på strekningen Nord Sel – Otta.**

Elvestrekningen mellom Nord Sel og ned til samløpet med sidevassdraget Otta ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Elvestrekning var da biologisk vurdert klart påvirket av økt tilførsel av næringssalter (eutrofiert) og det var langs enkelte strekninger stor forekomst av den trådformete grønnalgen *Ulothrix zonata* (bred form). Dette gjaldt spesielt langs strekningen like nedstrøms Nord Sel. Det var også her rik forekomst av bunndyr og særlig av døgnfluer som bl.a. arten *Baetis rhodani*. Et spesielt individrikt bunndyr-samfunn var sannsynligvis en indikasjon på økt tilførsel av næringssalter og noe lettnedbrytbart organisk stoff. Bunnfaunaen var likevel stort sett i samsvar med forventet naturtilstand.

**Miljøtilstand.**

Gudbrandsdalslågen på strekningen Nord Sel – Otta var ved befaringsstidspunktet moderat påvirket av i første rekke næringssalttilførsel. Forurensningseffekter fra tilførsel av lettnedbrytbart organisk stoff, surt vann som gir forsureningsskader og miljøgifter med akutteffekter ble ikke registrert. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som nær akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse II. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter ble ikke vurdert.

**Gudbrandsdalslågen på strekningen Otta – Kvam.**

Elvestrekningen mellom Otta og Kvam ble undersøkt 13. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert stort sett rentvannsforhold langs denne elvestrekning og flora og fauna var i samsvar med forventet naturtilstand.

**Miljøtilstand.**

Gudbrandsdalslågen på strekningen Otta – Kvam var ved befaringsstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor næringssalttilførsel, tilførsel av lettnedbrytbart organisk stoff, surt vann som gir forsureningsskader og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er ikke vurdert.

**Gudbrandsdalslågen på strekningen Kvam – Ringebru.**

Elvestrekningen mellom Kvam og Ringebru ble undersøkt 13. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert stort sett rentvannsforhold i elva og flora og fauna var i samsvar med forventet naturtilstand. Økt forekomst av trådformete grønnalger bl.a. tilhørende slekten *Oedogonium*, samt rik forekomst av bunndyr på strekningen like nedstrøms Kvam og langs elva på strekningen fra Hundorp til Ringebru kan være en indikasjon på økt tilførsel av næringssalter og noe organisk stoff.

**Miljøtilstand.**

Gudbrandsdalslågen på strekningen Kvam – Ringebru var ved befaringsstidspunktet generelt sett lite påvirket av forurensninger som uønsket stor næringssalttilførsel, tilførsel av lettnedbrytbart organisk stoff, surt vann som gir forsurende effekter og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som akseptabel og på enkelte strekninger som nær akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I og klasse I-II. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter ble ikke vurdert.

**Gudbrandsdalslågen på strekningen Ringebru – Fåberg.**

Elvestrekningen mellom Ringebru og ned til utløpet i Mjøsa ble undersøkt 13. oktober ved middels høy vannføring. Elvestrekningen var da biologisk vurdert klart påvirket av i første rekke økt næringssalttilførsel, men også i noen grad av økt tilførsel av lettnedbrytbart organisk stoff. Dette hadde bidratt til økt forekomst av trådformete grønnalger som *Ulothrix zonata* og arter tilhørende slekten *Oedogonium* samt kiselalgen *Didymosphenia geminata*. Videre til økt individantall av bunndyr. Forurensningseffekter fra tilførsel av surt vann som gir forsurende effekter og miljøgifter med akutteffekter ble ikke registrert. I kulpen like nedstrøms "Hunderdammen" var det en hel del synlig forekomst av heterotrofe organismer bl.a. soppen ... som resultat av markert økt tilgang på lettnedbrytbart organisk stoff. Det ble videre observert død og kraftig soppangrepet storørret langs hele elvestrekningen nedstrøms "Hunderdammen". Flest fisk ble funnet i kulpen like nedstrøms dammen. Ved Fåberg (strekningen fra veibrua ned til sammenflødet med Gausa) ble det også observert soppangrepet sik og enkelte lågåsild. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter ble ikke vurdert.

**Miljøtilstand.**

Gudbrandsdalslågen på strekningen Ringebru – utløp i Mjøsa var ved befaringsstidspunktet moderat påvirket av økt næringssalttilførsel og mer lokalt også av tilførsel av lettnedbrytbart organisk stoff. Effekter av tilførsel av surt vann som gir forsurende effekter og miljøgifter med akutteffekter ble ikke observert. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som nær akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse II. Like nedstrøms "Hunderdammen" ble forholdene vurdert som ikke akseptable tilsvarende påvirkningsgrad klasse II-III. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er ikke vurdert.

**Otta på strekningen Pollfoss – Dønfossen.**

Elvestrekningen fra Pollfoss ned til Dønfossen ble undersøkt 13. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert rentvannsforhold i elva og flora og fauna var i samsvar med forventet naturtilstand.

**Miljøtilstand.**

Otta på strekningen Pollfoss – Dønfossen var ved befaringsstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor næringssalttilførsel, tilførsel av lettnedbrytbart organisk stoff, surt vann som gir forsurende effekter og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter ble ikke vurdert.

**Otta på strekningen Dønfossen - Vågåmo.**

Elvestrekningen mellom Dønfossen og Vågåmo ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert nær rentvannsforhold i elva og flora og fauna var stort sett i samsvar med forventet naturtilstand. Dette gjaldt også Ottavan og Vågåvann. Rik forekomst av vannmoser og relativt sett individrikt bunndyrsamfunn langs hele denne strekning er sannsynligvis en indikasjon på økt tilførsel av næringssalter og muligens også noe organisk stoff. Videre kan vi nevne at det til tider er sjenerende påslag av "grønske" på fiskegam i disse innsjøer. Unormalt rik forekomst av påvekstalger ble likevel ikke registrert.

**Miljøtilstand.**

Otta på strekningen Dønfossen – Vågåmo var ved befaringstidspunktet lite til moderat påvirket av økt tilførsel av nærinssalter, og muligens også av noe lettredbrytbart organisk stoff. Effekter av tilførsel av surt vann som gir forsureningsskader og miljøgifter med akutteffekter ble ikke registrert. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som stort sett akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I-II. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter har likevel ikke blitt vurdert.

**Otta på strekningen Vågomo – Otta (samløp med Gudbrandsdalslågen).**

Elvestrekningen mellom Vågåmo og ned til samløpet med Gudbrandsdalslågen ble undersøkt 13. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert stort sett rentvannsforhold i elva og flora og fauna var i samsvar med forventet naturtilstand. Et spesielt individrikt bunndyrsfunn på strekningen like nedstrøms Vågåvann kan være en indikasjon på noe økt tilførsel av næringsalter og organisk stoff. Vi har da tatt hensyn til foreliggende utløpseffekt som naturlig bidrar til økt bunndyrforekomst.

**Miljøtilstand.**

Otta på strekningen Vågåmo – samløp Gudbrandsdalslågen var ved befaringstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor næringsalttilførsel, tilførsel av lettredbrytbart organisk stoff, surt vann som gir forsureningsskader og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I og påvirkningsgrad klasse I-II. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter ble ikke vurdert.

**Lora.**

Nedre del av Lora ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert klart rentvannsforhold i elva og flora og fauna var i samsvar med forventet naturtilstand. Til tider er det mye ”grønske” i elva og forekomsten av denne algevekst har økt i omfang i de senere år (pers med. fra lokalbefolkningen i området). Ved befaringstidspunktet var det likevel ikke unormalt stor algeforekomst i elvens nederste del.

**Miljøtilstand.**

Nedre del av Lora var ved befaringstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor tilførsel av nærinssalter, tilførsel av lettredbrytbart organisk stoff, surt vann som gir forsureningsskader og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er ikke vurdert. ”Grønske”-problematikken må vurderes og klarlegges som egen sak.

**Jora.**

Nedre del av Jora ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert klart rentvannsforhold i elva og flora og fauna var i samsvar med forventet naturtilstand. Til tider er det også her mye ”grønske” i elva og forekomsten av denne algevekst har økt i omfang i de senere år (pers med. fra lokalbefolkningen i området). Ved befaringstidspunktet var det likevel ikke unormalt stor algeforekomst i elvens nederste del.

**Miljøtilstand.**

Nedre del av Jora var ved befaringstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor tilførsel av nærinssalter, tilførsel av lettredbrytbart organisk stoff, surt vann som bidrar til forsureningsskader og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er likevel ikke vurdert. . ”Grønske”-problematikken må vurderes og klarlegges som egen sak.



**Bøvra.**

Nedre del av Bøvra ble undersøkt 13. oktober ved middels til høy vannføring. Det var da biologisk vurdert rentvannsforhold i elva og flora og fauna var i samsvar med forventet naturtilstand. Det er ikke rapportert om noen økt ”grønseforekomst i selve Bøvra , men i flere av de tilrennende mindre bekker inkl. tjern og småsjøer har det ifølge lokalbefolkningen blitt mye mer ”grønse” i senere tid.

**Miljøtilstand.**

Nedre del av Bøvra var ved befaringstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor tilførsel av nærinssalter, tilførsel av lettredbrytbart organisk stoff , surt vann som bidrar til forsurende skader og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er likevel ikke vurdert. Den økte forekomsten av ”grønse” i avrenningsområdet må vurderes og klarlegges som egen sak.

**Finna.**

Nedre del av Finna ble undersøkt 13. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert tilnærmet rentvannsforhold i elva og flora og fauna var stort sett i samsvar med forventet naturtilstand. Til tider er det også her mye ”grønse” i elva og forekomsten av denne algevekst har økt i omfang i de senere år (pers med. fra lokalbefolkningen i området). Ved befaringstidspunktet var det likevel ikke unormalt stor algeforekomst i elvens nederste del.

**Miljøtilstand.**

Nedre del av Finna var ved befaringstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor tilførsel av nærinssalter, tilførsel av lettredbrytbart organisk stoff , surt vann som bidrar til forsurende skader og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden vurderes derfor utfra de biologiske forhold som akseptabel. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er likevel ikke vurdert.

**Sjoa.**

Nedre del av Sjoa ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert klart rentvannsforhold i elva og flora og fauna var i samsvar med forventet naturtilstand. Til tider er det også her en hel del ”grønse” i elva og forekomsten av denne algevekst synes å ha økt i omfang i de senere år (pers med. fra lokalbefolkningen i området). Ved befaringstidspunktet var det likevel ikke unormalt stor algeforekomst i elvens nederste del.

**Miljøtilstand.**

Nedre del av Sjoa var ved befaringstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor tilførsel av nærinssalter, tilførsel av lettredbrytbart organisk stoff, surt vann som gir forsurende skader og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden vurderes derfor utfra de biologiske forhold som akseptabel. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er likevel ikke vurdert.

**Veikleåa.**

Nedre del av Veikleåa (fra like oppstrøms E-6 brua ned til utløpet i Gudbrandsdalslågen) ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert tilnærmet rentvannsforhold i elva og flora og fauna var stort sett i samsvar med forventet naturtilstand. Til tider, og da særlig i lavvannsperioder på sensommeren, er det mye ”grønsevekst” i elva og forekomsten av denne algevekst har kraftig økt i omfang i de senere år (pers med. fra lokalbefolkningen i området). Ved befaringstidspunktet var det likevel ikke unormalt stor algeforekomst i elvens nederste del.

**Miljøtilstand.**

Nedre del av Veikleåa var ved befaringstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor tilførsel av nærinssalter, tilførsel av lettredbrytbart organisk stoff, surt vann som bidrar til

forsuringsskader og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er likevel ikke vurdert.

#### **Vinstra.**

Nedre del av Vinstra ble undersøkt 14. oktober ved lavvannføring. Nedre del av vassdraget er regulert og har restvassføring. Elva var da biologisk vurdert klart påvirket av næringssaltforurensning med stor forekomst av bl.a. den trådformete grønnalgen *Ulothrix zonata* som resultat. Bunndyrfaunaen var likevel i samsvar med forventet naturtilstand og således ikke påvirket i noen større grad. Også i Vinstravassdraget har en i den senere tid registrert økt "grønske"-forekomst i såvel bekker, tjern og mindre innsjøer. Det foreligger også indikasjon på økt forekomst an "grønske" i grunnere viker i de større innsjøene.

#### **Miljøtilstand.**

Nedre del av Vinstra var ved befaringsstidspunktet klart overgjødlet (eutrofiert) og bedømmes utfra de biologiske forhold som moderat påvirket av økt næringssalttilførsel og da spesielt av fosfor. Påvirkningsgraden tilsvarte klasse II. Sannsynligvis var årsaken til dette mer eller mindre kontinuerlig utsig av næringsalter fra separate avløpsanlegg og dyrket mark. Effekten forsterkes ved at Vinstra er regulert i forbindelse med kraftproduksjon og herved har lav vannføring og således redusert resipientkapasitet i lange perioder. Direkte skadeeffekter på naturgitt biodiversitet foreligger likevel ikke. Økt næringssaltbelastning kan likevel gi forandringer av såvel fauna som flora og herved endret biologisk mangfold.

#### **Frya.**

Nedre del av Frya (fra like oppstrøms E-6 brua ned til utløpet i Gudbrandsdalslågen) ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert tilnærmet rentvannsforhold i elva og flora og fauna var stort sett i samsvar med forventet naturtilstand. Til tider er det mye "grønske" i elvas øvre deler inkl. i her forekommende tjern og mindre innsjøer. Algeveksten har økt kraftig i omfang i de senere år (pers med. fra lokalbefolkningen i området). Ved befaringsstidspunktet var det likevel ikke unormalt stor algeforekomst i elvens nederste del.

#### **Miljøtilstand.**

Nedre del av Frya var ved befaringsstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor tilførsel av næringsalter, tilførsel av lett nedbrytbart organisk stoff, surt vann som gir forsuringsskader og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er likevel ikke vurdert.

#### **Våla.**

Nedre del av Våla (fra like oppstrøms E-6 brua ned til utløpet i Gudbrandsdalslågen) ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Det meste av elvebunnen var da dekket av en tett "matte" av trådformete grønnalger. Størst forekomst hadde arten *Ulothrix zonata* bred form. Stor forekomst av denne alge er som regel en god indikator på økt og kontinuerlig tilgang på næringsalter og da spesielt av biotilgjengelige fosforforbindelser. *U. zonata* trives videre ved lave vanntemperaturer og i ionefattig vann. Effekten (muligheten for å masseutvikles) forsterkes da vi i lengre perioder har jevn vannføring som f.eks. i forbindelse med lengre lavvannføringsperioder eller der vi har vannreguleringer. Vi kan videre nevne at nedre del av Våla var den lokalitet som hadde klart størst algeforekomst av samtlige av de undersøkte lokalitetene ved befaringsstidspunktet. Det ble ikke registrert noe forandringer av bunndyrfaunaen som i hovedsak var i samsvar med forventet naturtilstand. I Vålas øvre del er det rapportert om økt forekomst av "grønskevekst" i såvel bekker, tjern og mindre innsjøer (pers med. fra lokalbefolkningen i området). Ved befaringsstidspunktet var det likevel ikke unormalt stor algeforekomst i elvens nederste del.

**Miljøtilstand.**

Nedre del av Våla var ved befaringstidspunktet klart overgjødset (eutrofiert) og ble utfra de biologiske forhold karakterisert som moderat påvirket av økt næringssalttilførsel og da spesielt av fosfor. Påvirkningsgraden tilsvarte klasse II. Sannsynligvis var årsaken til dette mer eller mindre kontinuerlig utsig av råkloakk fra det kommunale kloakkledningsnett i Ringebru tettsted. Effekten forsterkes av at Våla er regulert i forbindelse med kraftproduksjon. Noe akutt problem i forhold til skadeeffekter på naturgitt biodiversitet foreligger likevel ikke. Ytterligere økt overgjødning vil likevel kunne gi direkte skadeeffekter på både flora og fauna. Videre vil reproduksjonsmulighetene for ørret forringes. Vi vil her nevne at Våla er reproduksjonslokalitet for storørretstammer som Hunderørret og storørret fra Losnavann. Det er derfor ønskelig at særlig tilførselen av mer kontinuerlige utslipp av fosfor reduseres mest mulig. Påvirkning av forurensninger som tilførsel av lettnedbrytbart organisk stoff, surt vann som bidrar til forsuringsskader og miljøgifter med akutteffekter ble ikke registrert. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er ikke vurdert.

**Tromsa.**

Nedre del av Tromsa (fra like oppstrøms E-6 brua ned til utløpet i Gudbrandsdalslågen) ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert tilnærmet rentvannsforhold i elva og flora og fauna var i samsvar med forventet naturtilstand. Også i Tromsas øvre del er det registrert økt forekomst av "grønske" i den senere tid. Også her er både bekker, tjern og grunnere partier i innsjøer berørt (pers med. fra lokalbefolkningen i området). Ved befaringstidspunktet var det likevel ikke unormalt stor algeforekomst i elvens nederste del.

**Miljøtilstand.**

Nedre del av Tromsa var ved befaringstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor tilførsel av næringsalter, tilførsel av lettnedbrytbart organisk stoff, surt vann som bidrar til forsuringsskader og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold vurdert som akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er likevel ikke vurdert.

**Moksa.**

Nedre del av Moksa (fra like oppstrøms E-6 brua ned til utløpet i Gudbrandsdalslågen) ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert tilnærmet rentvannsforhold i elva og flora og fauna var stort sett i samsvar med forventet naturtilstand. I den øvre delen av elva er det i den senere tid blitt registrert økt forekomst av "grønskevekst" i bekker, tjern og mindre innsjøer (pers med. fra lokalbefolkningen i området). Ved befaringstidspunktet var det likevel ikke unormalt stor algeforekomst i elvens nederste del.

**Miljøtilstand.**

Nedre del av Moksa var ved befaringstidspunktet lite påvirket av forurensninger som uønsket stor tilførsel av næringsalter, tilførsel av lettnedbrytbart organisk stoff, surt vann som gir forsuringsskader og miljøgifter med akutteffekter. Miljøtilstanden ble utfra de biologiske forhold derfor vurdert som akseptabel tilsvarende påvirkningsgrad klasse I. Fekal forurensning og effekt av eventuelle miljøgifter med langtidseffekter er likevel ikke vurdert.

**Mosåa.**

Nedre del av Mosåa (fra like oppstrøms E-6 brua ned til utløpet i Gudbrandsdalslågen) ble undersøkt 14. oktober ved middels høy vannføring. Det var da biologisk vurdert rentvannsforhold i elva og flora og fauna var i samsvar med forventet naturtilstand. Også i Mosåa er det rapportert om økt forekomst av "grønske" (pers med. fra lokalbefolkningen i området). Ved befaringstidspunktet var det likevel ikke unormalt stor algeforekomst i elvens nederste del.

Normalt skal ikke soppen angripe frisk fisk, men det er ganske vanlig å observere noe sopp på enkelte gytefisk. Dette skyldes dels at gytefisk generelt har nedsatt motstandskraft (sveket immunforsvar). Auren utkjemper dessuten voldsomme slagsmål under gytingen, og pådrar seg hudsår som det lett setter seg sopp i. Det er derfor ofte store hanner av ørret og laks som er mest angrepne. Så omfattende soppangrep som det som har vært registrert enkelte steder i vassdraget de siste 3 år er ikke normalt, og vi er ikke kjent med at det skal ha forekommet lignende episoder noe sted i vassdraget tidligere. Veterinærinstituttet har undersøkt en rekke prøver, uten at det er påvist andre sykdomsfremkallende organismer som kan være årsaken til soppangrepene. Soppangrepene er videre registrert i lokaliteter med svært ulike temperaturforhold og vannkvaliteter. Så langt har det ikke vært mulig å finne noen god forklaring på problemet. I flere lokaliteter hvor det i den senere tid har vært lignende soppangrep med stor dødelighet på fisk har problemet forsvunnet like plutselig som det har oppstått. Det er derfor grunn til å håpe at det også kan skje i Mjøsa og dens tilløpselver, men sikker kan en ikke være.

Det har blant lokale fiskintresserte personer blitt spekulert i hva årsaken til de massive soppangrepene på Hunderørreten kan være og en rekke hypoteser har blitt fremlagt som alle tar utgangspunkt i årsaker som kan nedsette aurens immunforsvar og/eller bidra til sårskader på auren. Vi kan her nevne hypoteser som:

1. Fisk som forsøker å passere dammen utsettes lett for skader p.g.a. byggkonstruksjoner like under dammen. Dette gir sårskader og kan også medføre at enkelte fisk dør. Dette gir i sin tur mulighet for soppangrep som kan sprede seg til øvrige fisker som samles og til tider går tett like nedenfor Hunderdammen.
2. Stor ansamling av fisk nedstrøms Hunderfossen. Ved minstevannføring går fisken tettere (trengning) og slagsmålene spesielt mellom de større hannene øker i voldsomhet og omfang. Dette gir stor skadefrekvens (fysiske hudskader) og gir økte muligheter for soppangrep. I det en terskelnivå overskrides blir det masseutvikling.
3. Det utvikles spesielt aggressiv *Saprolegnia* i fiskeoppdrettsanleggene som resultat av medikamentbruk. Utslipet fra settefiskanlegget ved Hunderfossen skulle da være en smittekilde og da særlig i perioder med minstevassføring, gunstig vanntemperatur og tett ansamling av gytemoden fisk. Dette er forhold som vi får like nedstrøms kraftverksdammen på høsten når en går over til minstevassføringslipp over dammen.
4. Mjøsa har blitt "for rein". Dette har medført til at auren får for lite mat og herved får svekket immunforsvar.
5. Auren har skiftet føde og gått over fra å spise krøkle til å spise lågåsild. Årsaken til dette tar også utgangspunkt i at Mjøsa blitt "for rein", derav mindre krøkle, samt at lågåsild er et kvalitetsmessig dårligere næringsobjekt som bidrar til at auren får svekket immunforsvar.
6. Auren har blitt utsatt for økt påvirkning av UV-stråling som resultat av hull i ozonlaget og reinere og klarere vann (økt siktedyp) i Mjøsa. Dette har ført til at auren fått hudskader ("solbrenthet") og svekket immunforsvar.
7. Bruk av særlig av polyakrylamid som medfører restutslipp av akrylamid ved de større renseanleggene kan føre til skadeeffekter på fisken så at den får minket immunforsvar.
8. Gift fra giftproduserende planteplankton gir auren minket immunforsvar. Giftstoffene lagres i fisken og utløses når fisken utsettes for økt stress i forbindelse med gytingen. Aktuelle alger er her først og fremst gullalger som arten *Uroglena americana* og arter tilhørende slekten *Ochromonas*. Arter tilhørende grønnalgeslekten *Chlamydomonas* kan også være aktuelle. Nevnte alger må forekomme i masseforekomst for å gi direkte gifteffekter.
9. Kunstsøproduksjonen ved Hafell og Hvittfjell bidrar med giftstoffer som nedsetter aurens immunforsvar.
10. Den primære årsaken til soppangrepet er at auren er syk p.g.a. noen sykdomsfremkallende organisme som skaper hudsår og/eller svekker immunforsvaret og her står mistanken om UDN (Ulcerativ Dermal Nekrose), virus og bakterielle hudsjukdommer sentralt.
11. De unormalt kraftige soppangrepene er av rent tilfeldig karakter og årsaken av naturgitte forhold. Situasjonen vil normalisere seg etter kort tid. D.v.s. at soppangrepene vil kunne være i 2 til 3 år.

Hypotesene 1,2, 10 og 11 synes her mest relevante, mens øvrige hypoteser er lite troverdige. Forhåpentligvis er hypotese 11 den rette.

Det er behov for å klarlegge årsaksforholdene både for sikkert å sjekke ut om det kan eksistere en sykdomsfremkallende organisme i vassdragene som medfører risiko for viderespredning av problemet til andre vassdrag, og for om mulig å kunne finne fram til tiltak som kan redusere problemet på spesielt utsatte steder F. eks. gyteområdet for storaure på minstevannstrekningen nedenfor Hunderfossen Kraftverk. Det foreligger for tiden et klart informasjonsproblem da denne sak opptar folk flest og media. Veterinærinstituttet skal i 1999 gjennomføre en undersøkelse av storauren som gyter ved Hunderfossen og DN skal i samarbeid med Dyrehelsetilsynet nedsette en ekspertgruppe for å arbeide med den videre oppfølging av problemet. DN mener at de mange episodene med massive soppangrep på fisk som har vært registrert på 1990-tallet er et nasjonalt problem, som de sentrale forvaltningsnivåene må ta ansvar for å følge opp.

Norges veterinærhøgskole (Tryggve T. Poppe) mener at det i de fleste tilfeller er summen av uheldige faktorer som samlet gir sykdom og dødelighet ved angrep med soppen *Saprolegnia parasitica*. Det er derfor av betydning å så snart som mulig å forsøke å redusere slike faktorer. Ifølge Poppe er følgende **tiltak** aktuelle å vurdere på kortere og lengre sikt:

- Redusere forurensning.
- Flytte avløpet fra settefiskanlegget ved Hunderfossen til kraftverkstunnelen.
- Redusere tettheten av gytefisk.
- Øke minstevannføringen over dammen om høsten.
- Fange stamfisk under Hunderfossen, behandle den jevnlig og sette den ut i elva umiddelbart før gyting.
- Kontrollere om det skades/drepes mye fisk i Hunderfossen som samles nedenfor fossen og skaper grobunn for sopp.
- Initiere forskning for å utvikle vaksine.

### 3.4 Tiltakende ”grønskevekst” i tilløpselvene til Gudbrandsdalslågen.

I de seinere år er det fra lokalbefolkningen og forvaltningspersonale (fjelloppsynspersonale m.v.) rapportert om økt ”grønskevekst” (økt forekomst av særlig fastsittende trådformete grønnalger) i de øvre deler av samtlige større tilrennende vassdrag til Gudbrandsdalslågen. En har også observert økt utbredelse av sivbelter. Det er spesielt i mindre elver, bekker, små og grunne innsjøer samt i grunne tjern på snaufjellet og i bjørkeskogbeltet en har observert dette fenomenen, men elver og grunnere partier i større innsjøer er også berørt. Dette er i samsvar med de forhold som blitt registrert i mange andre norske vassdrag (Lindstrøm 1993) og i samsvar med situasjonen i mange svenske fjellområden (Per Erik Lingdell pers med.). Den økende grønnskeforekomsten, som vanligvis utgjøres av trådformete fastsittende grønnalger, er til sjenanse ved utøvelsen av fisket da algetråder fester i garn, fiskesnører og på kroker. Mange henvendelser fra folk som har observert liknende vekst også den senere tid, tilsier at denne utviklingen har vedvart. Vi mangler for tiden kunnskap om hva som kan være årsaken til dette fenomenen, samt kunnskap om hvilken betydelse den økte forekomst av bentiske alger kan ha på vannkvalitet og øvrig organismeliv. En har mistanke om at gyteplassene til aure kan skades, men for tiden finnes det ikke noen dokumentasjon på at det har blitt mindre fiskeforekomst i de vassdrag som blitt utsatt for øket ”grønnskeforekomst”.

Følgende hypoteser foreligger som mulige forklaringer til den økte ”grønnskeforekomsten”:

- økt tilførsel av fosfor via langtransporterte forurensninger (biotilgjengelig P er begrensende vekstfaktor).
- etablering av arter som er spesialister på å klare seg med lite P.
- økt tilførsel av nitrogen via langtransporterte forurensning ( $\text{NO}_3$  er begrensende vekstfaktor).
- minket beiting fra bunndyr p.g.a. forsuringsskader.
- generell effekt ved forsuring av vassdrag (bl.a. p.g.a. minket beiting fra bunndyr). Den økte grønnskeveksten ser ut til å virke som en form for ”early warning” som opptrer tidlig i forsuringprosessen.
- $\text{CO}_2$  realterte forhold med årsak i klima/avrenning/ $\text{CO}_2$ -økning.
- økt forekomst av vannmoser som skapt et svært godt utgangspunkt for etablering og vekst av trådformete grønnalger.
- økt UV-instråling.
- klimaendringer med noe høyere temperaturer og mindre snø/isdekke.
- større forekomst av trådformete grønnalger gir mindre beitetrykk som i sin tur gir ytterligere økt forekomst av grønnalger (forsterkende effekt).

Langtransporterte forurensninger synes likevel å være den viktigste årsak til den økte grønnskeveksten.

**Det er viktig at ”grønnskeproblematikken” tas alvorlig og at årsakssammenheng og eventuelle miljøforandringer kan dokumenteres med mer omfattende undersøkelser. Problemet må ses som et nasjonalt problem, som de sentrale forvaltningsnivåene må ta ansvar for å følge opp.** NIVA har i denne forbindelse søkt Direktoratet for Naturforvaltning (DN) om forskningsmidler for 1999 for å kunne komme videre med denne problematikk. Denne undersøkelsen vil bl.a. omfatte Rondane med elver som tilrenner Gudbrandsdalslågen. Videre kan vi nevne at NIVA i 1992 på eget initiativ har utført en landsomfattende spørreundersøkelse vedrørende grønnskevekst i våre vassdrag (Lindstrøm 1993). Initiativet til undersøkelsen ble tatt etter at NIVA fått en rekke henvendelser fra folk, som i seinere år har observert og fått problemer med økende grønnskevekst. Denne undersøkelse viste at det pågår en omfattende økning av ”grønnskeveksten” i mange norske vassdrag. Mest utbredt er dette i høyereliggende områder. Mindre vassdrag, små innsjøer og tjern er mest berørt. Den økte grønnskeveksten ser ut til å virke som en form for ”early warning” som opptrer tidlig i forsuringprosessen, dvs. før fisken blir skadelidende. Langtransporterte forurensninger synes å være en viktig årsak til den økte grønnskeveksten. Dette prosjekt vil videreføres i 1999 med mer inngående spørreundersøkelse i Oppland og Hedmark.

### 3.5 Biologiske skadeeffekter p.g.a. bruk av polyakrylamider i renseanleggene og i vannverkene ?

#### Bakgrunn.

De godt mediadekte "giftskandalene" som foreligger i forbindelse med bruk av det giftige og kasinogene stoffet **akrylamid** ved tunnelarbeidene i Hallandsåsen i Svergie og i Romerikestunnelen her i landet har skapt uro da folk flest blitt klar over at akrylamid også forekommer som reststoff i forbindelse med omfattende bruk av polyakrylamid særlig i renseanlegg men også i vannverk. Det har derfor blitt satt spørsmål om miljøkonsekvenser relatert til utslippene fra i første rekke kloakkrenseanleggene og enkelte personer hevder at kjemikalieforbruket ved anleggene medfører skadeeffekter på planteplankton, dyreplankton, bunndyr, fisk og t.o.m. mink og at fiskeforekomsten gått drastisk tilbake i vassdrag som påvirkes av utslipp fra større renseanlegg. Vi kan her bl.a. vise til avisartikkel i Oppland Arbeiderblad av den 24.oktober 1998. Det har også blitt spekulert i at soppangreppene på Hunderauren skulle være en effekt av kjemikalieutslipp fra renseanleggene ved Mjøsa. Mange bønder har også blitt skeptiske i henhold til bruk av slam fra renseanleggene som jordforbedringsmiddel ("biomull"), da slammet kan inneholde giftstoffer. Det er bruken av "polymerer" og spesielt bruken av polyakrylamidbaserte stoffer (syntetisk fremstilte polyakrylamider) som blir benyttet i renseanleggene i forbindelse med slamavvanning og ved drikke- og avløpsvannbehandling som skapt uro, da polyakrylamid inneholder en **rest av akrylamid** (monomer) som ikke har polymeriser. Selve polyakrylamidene er likevel ikke akutt giftig. Akrylamidrester følger som regel vannfasen (rejektvannet) ut i resipienten. Videre har akrylamid blitt benyttet ved tetting av avløpsledninger. Det bør her nevnes at akrylamider for tiden har et stort anvendingsområde bl.a. i bransjer som papirproduksjon, oljeutvinning, bryggerier, sukkerproduksjon, gruvedrift og som superabsorbanter da polyakrylamider har stor evne til å oppta fuktighet. Produktet ble utviklet på 1960-tallet og det har siden vært en meget omfattende og stadig økende bruk av polyakrylamider.

#### Bruk av polyakrylamider i VA-bransjen.

VA-bransjen har benyttet "polymerer" siden sluttet av 60-tallet og mest brukt er syntetisk fremstilt polyakrylamid. Et polyakrylamid er en langkjedet organisk forbindelse der akrylamidmonomer utgjør hoveddelen. Akrylamid er bygget opp av karbon, hydrogen oksygen og nitrogen. Polyakrylamidkjeden kan lages på ulike måte og en kan hekte på andre polymere stoffer. En kan således fremstille polyakrylaminkjeder med ulike molekylvekt og ulik ladning. Produktet kan derfor stort sett skreddersys til hver enkelte bruksområde. For tiden er bruken av polyakrylamid meget omfattende, og i 1998 ble det i VA-bransjen brukt ca. .... tonn på landsbasis. Videre kan vi nevne at sentralrenseanleggene ved Lillehammer, Gjøvik og Hamar har et årlig forbruk av ....., ..... respektive .... tonn.

#### Drikke- og avløpsbehandling.

"Polymerer" tilsettes kloakkvannet i renseanleggene og råvannet i vannverkene som hjelpekoagulanter ved kjemisk felling for å effektivisere vannbehandlingen at kapasiteten på anleggene kan økes. "Polymerene" bidrar bl.a. til å øke flokkstabiliteten, øke avskilling av små partikler samt å redusere slik restaluminium. Disse effektene oppstår ved ladningsnøytralisasjon og brobyggingsmekanismer mellom partiklene. Det er polyakrylamid som er mest brukt som hjelpekoagulant i VA-bransjen. Den tilsatte polyakrylamidene bindes effektivt til partikler havner i slammet, mens akrylamidresten som utgjør < 0,1% av polyakrylamiden følger vannfasen og går ut i resipienten.

#### Slambehandling.

"Polymerer" tilsettes slammet, som utvinnes i renseanleggene, som hjelpestoff for å underlette slamavvanningen og det er i forbindelse med denne prosess det blir brukt mest "polymerer" i VA-bransjen. Tilsetningen av polyakrylamid ved slambehandling er ca. 2000-5000 ppm på TS-basis, hvilket bidrar til relativt høye konsentrasjoner i slammet. Da hoveddelen av Polyakrylamidkjeden dessuten er tungt nedbrytbar vil slammet som kommer fra renseanleggene ha nokså høye

konsentrasjoner av disse stoffer. Sannsynligvis gjennomstår det ikke akrylamid idet polyakrylamidene på sikt brytes ned, men det bildes trilogi kolin, og muligens også andre nedbrytningsprodukter som på sikt kan få miljøkonsekvenser.

Der det blir brukt store mengder av polyakrylamider er det også størst risiko for utslipp av akutt giftige og kreftfremkallende akrylamidmonomerer, da de polyakrylamider som benyttes i renseanleggene også inneholder små restkonsentrasjoner (<0,1%) av akrylamid. De polyakrylamider som for tiden blir brukt i renseanleggene her i landet inneholder 0,01-0,02 % akrylamid som monomer. Akrylamiden er lettløslig i vann og kan derfor følge med rejeftvannet tilbake inn i renseanlegget og videre ut i resipienten. Da akrylamiden er biologisk lett nedbrytbar vil likevel utslippet fra et renseanlegg i normal drift bli minimal. Størst risiko for utslipp av akrylamid og miljøkonsekvenser ved bruk av polyakrylamider vil det derfor være fra større renseanlegg som har slamavvanning.

### **Miljøeffekter.**

Det foreligger for tiden ikke noen fullstendig miljøkonsekvensutredning for utslipp fra renseanlegg. Flere spørsmål som dukker opp kan VA-bransjen derfor ikke gi konkrete svare på. Dette er lite tilfredsstillende og gir svekket tillit og økt mulighet for spekulasjoner om hvilke skadeeffekter som utslipp fra renseanleggene har eller på sikt vil kunne medføre. Kunnskapen om de biologiske effekter ved tilførsel av polyelektrolyter (polymerer) til mark og vann er lite kjent og da særlig når det gjelder eventuelle langtidseffekter. Laboratorieforsøk foreligger men feltobservasjoner savnes nesten helt. Undersøkelser fra Sverige har vist at tilsetning av ren polymer og/eller slam med polymerer til mark ikke på kort sikt har bidratt til noen akutte negative effekter på markens mikroorganismer (pers med. Cajsa Wahlberg, Stockholm Vatten AB). De mer langsiktige effekter er likevel ikke kjente.

Polyakrylamider anses ikke som spesielt giftige da de raskt og effektivt bindes til partikler og herved blir lite biologisk tilgjengelige. De er likevel vanskelig nedbrytbare og kan derfor oppkonsentreres i miljøen. Ved nedbrytningen kan det dannes bl.a. kolin ved hydrolyse av polymeren og dette stoff kan muligens gi mer langsiktige miljøeffekter. I Sverige pågår for tiden omfattende undersøkelser for bedre å kunne vurdere eventuelle miljøeffekter i forbindelse med polymerbruken ved slambehandling i renseanleggene og videre bruk som jordforbedringsmiddel (pers med. Cajsa Wahlberg).

Akrylamid, som ikke har polymerisert, og som forekommer som et restprodukt, er akutt giftig (nervegift) og kreftfremkallende. Til forskjell for polyakrylamidene løses akrylamid lett i vann og bindes i liten grad til partikler og sediment. Dette gjør at vannløst akrylamid er lett biotilgjengelig. For tiden anses likevel ikke restutslippet av akrylamid, som noe stort problem innem VA-bransjen da utslippene er små og akrylamiden herved forekommer i små konsentrasjoner og dessuten er biologisk lett nedbrytbar i vann. I våre vannforekomster brytes akrylamid fullstendig ned på ca 5 – 30 døgn (avhengig av vanntemperatur og biologiske forhold). I renseanlegg med biologisk trinn og herved stor bakterieaktivitet går det ennå raskere (ca. et døgn), og her blir derfor utslippene minimale ved normal drift. Ved driftsuhell vil likevel utslippene av akrylamid kunne bli merkbare. Undersøkelser i Holland og England (Noorthoorn vann der Kruijff 1995 og Murgatroyd et al. 1996) har vist at det generelt sett er liten risiko for skadeeffekter på akvatisk liv p.g.a. restutslippet fra polymerbruken ved renseanleggene og vannverkene så lenge akrylamidkonsentrasjonene er så lave som i dag. Feltundersøkelser av Brown et al. (1982) har likevel vist at lave konsentrasjoner av akrylamid kan forårsake biologiske skadeeffekter, og at særlig invertebrater er følsomme. Denne undersøkelse viste også at de konsentrasjonene som gav miljøeffekter i felt var betraktelig lavere enn de konsentrasjoner som gav skadeeffekter ved laboratorieundersøkelser. Ved feltforsøkene ble det registrert skadeeffekter på bunndyr ved konsentrasjoner på 30-50 µg akrylamid/l, mens laboratorietestene ga skadeeffekter på fisk og krepsdyr ved konsentrasjonsnivåer på 85-410 mg akrylamid/l. Problematikken omkring akrylamidutslippene fra spesielt renseanlegg med slamavvanning og der resipientkapasiteten er liten, bør derfor undersøkes og vurderes mer inngående.



**Tiltak.**

Det er viktig å forebygge overdosering av polymerer, og da særlig i de tilfeller resipienten er liten. Problemet må ses som et eventuelt nasjonalt problem, som de sentrale forvaltningsnivåene og særlig VA-bransjen må ta ansvar for å følge opp. Vi vil her foreslå at det utføres biologiske registreringer oppstrøms og nedstrøms et flertal renseanlegg med og uten slambehandling som har mindre elver eller bekker som resipient. En vil da raskt og konkret få svar på om det foreligger konkrete biologiske skadeeffekter nedstrøms renseanleggene. Om effekten blir påvist må omfang, miljøkonsekvens, årsak og tiltak klarlegges. NIVA har i denne forbindelse i 1999 søkt Norges forskningsråd om middel til et prosjekt for å nærmere kunne belyse eventuelle effekter av utslipp fra renseanlegg og vannverk.

## 4. Litteratur

- Andersen, J.R., J.L.Bratli, E.Fjeld, B.Faafeng, M.Grande, L.Hem, H.Holtan, T.Krogh, V.Lund, D.Rosland, B.O.Rosseland og K.J.Aanes, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning. Nr.97:04. TA-1468/1997. 31 s.
- Berge, D. og Källqvist, T. 1988. Algetilgjengelighet av fosfor i jordbruksavrenning. NIVA-rapp. 0-87064, 0-87079, E-88431
- Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet. Planteplankton. NIVA-rapp. Løpenr. 2344. 111 s.
- Brown, L., M.M.Rhead, D.Hill and K.C.C. Brancroft, 1982. Qualitative and quantitative studies on the in situ adsorption, degradation and toxicity of acrylamide by the spiking of the waters of two sewage works and a river, Water Research, 16, 579-591.
- Christiansen, P.B. 1993. Vannbruksplan for Vikselv-vassdraget. Stange kommune. 38 s.
- DN. Kartlegging av naturtyper – verdisetting av biologisk mangfold. Direktoratet for naturforvaltning Handbok 13 – 1999.
- Heinonen, P. 1980. Quantity and composition of phytoplankton in Finnish inland waters. Vesientutkimuslaitoksen julkaisuja 37, 1-91.
- Holtan, H., R.T.Arnese, P.Brettum, G.Kjellberg, T.Källqvist, E.A.Lindstrøm, L.Malme og O.Skulberg, 1975. Gudbrandsdalsvassdraget, Mjøsa, Vormå. Resipientundersøkelser i forbindelse med planlagte vassdragsreguleringer. 1974-1975. Del A. NIVA-rapport O-151/73. 389s.
- Holtan, H. 1977. Mjøsprosjektet. Fremdriftsrapport nr. 7. Undersøkelser i 1976.
- Holtan, H. og D.S. Rosland. 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning. Nr. 92:06. TA-905/1992.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1946. The plankton in Mjøsa. Nytt Mag. Naturvid. 85: 161-221.
- Hynes, H.B.N. 1963. The biology of polluted waters. Liverpool University Press. 202 s.
- Kjellberg, G. 1982. Overvåkning av Mjøsa. Bakgrunnsdata, historikk og videreføring, del B. Statlig program for forurensnings overvåkning (SFT). Rapp.nr. 54/82. NIVA 0-8000203.
- Kjellberg, G., S. Rognerud og O. Gillund. 1985. Basisundersøkelse i Trysilva 1981-1984. NIVA-rapp., løpenr. 1816. 103 s.
- Kjellberg, G. L.Hessen, A.Kjelden og B.Melhuus, 1989. Hygienisk/bakteriologisk undersøkelse av Mjøsa og tilrennende vassdrag i oktober 1988. NOTAT. 17 s.
- Kjellberg, G. 1993. Tiltaksorientert overvåkning av Moelva, Brumunda, Flakstadelva, Svartelva og Vikselva. Generell vurdering av forurensningsgrad basert på de biologiske forhold, juli 1992. NIVA-rapp., løpenr. 2943. 31 s.

- Kjellberg, G. 1994. Tiltaksorientert overvåkning i 1993 av Mjøsa. Rapp.nr. 558/94. NIVA 0-93032. 55s.
- Kjellberg, G. 1994. Biologisk befaringsundersøkelse av Hunnselva i 1993. Rapp.nr. 3050. NIVA 0-93086. 29s.
- Kjellberg, G. 1997. Tiltaksorientert overvåkning av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport for 1996. NIVA-rapp., løpenr. 3667-97. 99 s.
- Lid, J., T. Braarud, G. Ruud og A. Wollebæk. 1946. The plankton in Mjøsa. *Nytt Mag. Naturvid.* Bind 85: 161-221.
- Lindstrøm, E-A. 1993. Økende grønske i norske vassdrag. Resultater av en spørreundersøkelse. NIVA-rapp., løpenr. 2859. 28s.
- Murgatroyd, M.B., Bailey, K. and Whitehouse, P. 1996. A review of polyelectrolytes to identify priorities for EQS development. Technical Report P21. Environment Agency, Bristol. 69 s.
- Noorthoorn van der Kruijff, J.F. 1995. Onderzoek naar de milieubezwaarlijkheid van polyelectrolyten in rwzi's. Stowa-rapport 95-17. Hageman Verpakkings BV. 45 s.
- Rognerud, S., D. Berge, og M. Johannessen. 1979. Telemarkvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-79. NIVA-rapp. Løpenr. 1147. 82s.
- Rognerud, S. 1988. Fosfortransport til Mjøsa i perioden 1973-87. Statlig program for forurensningsovervåkning (SFT). Rapp.nr. 336/88. NIVA 0-86053. 42s.
- Rognerud, S. og G. Kjellberg. 1990. Long-term dynamics of zooplankton community in Lake Mjøsa, the largest lake in Norway. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24: 580-585.
- Stensby, T. 1994. Vassdragsplan for Otta. Status mål tiltak. Høyringsdokument, Skjåk, Lom, Vågå, Sel kommunar.
- Tikkanen, T. og T. Willen. 1992. Växtplanktonflora. Naturvårdsverket Förlag. ISBN91-620-1115-4. 280 s.
- Østrem, G., N. Flagstad og J.M. Santha. 1984. Dybdekart over norske innsjøer. Meddelelse nr. 48 fra Hydrologisk avdeling. 128 s.
- Anon. 1989. "Tiltakspakke for Mjøsa" 1990. Mjøsa kan bli ren. Avsluttende forslag til tiltak som vil føre til en mer tilfredsstillende vannkvalitet for alle bruksformer. Avsluttende fagrappport fra et sam-arbeidsprosjekt mellom Fylkesmennene og Fylkesland-bruuskontorene i Hedmark og Oppland, kommunene i Mjøsa's nedbørfelt og Statens forurensningstilsyn. Desember 1989. 53 s.

## 5. Vedlegg

### VEDLEGG NR. 1. - Generell informasjon om Mjøsa -

For informasjon om geografisk og administrativ avgrensning, tidligere undersøkelser, brukerinteresser, forurensningstilførsler og brukerkonflikter/problemer i resipienten for de enkelte problemområder henvises til: Programforslag for tiltaksorientert overvåking av Mjøsa og dens nedbørfelt i 1987, datert 22.10.1986.

En utførlig områdebeskrivelse er gitt i NIVA-rapport 54/82, del B. (Kjellberg 1982) (Overvåking av Mjøsa. Bakgrunnsdata, historikk og videreføring). Nedenfor er noen viktige data sammenstilt i tabell A og B. Videre er det tatt med et dybdekart for Mjøsa.

Tabell A. Arealfordeling i Mjøsas nedbørfelt.

| Arealtype               | Areal           |     | Dyrket mark     |    | Skog            |    | Myr             |   | Uprod.          |    | Vann            |   | Tettsted        |     |
|-------------------------|-----------------|-----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|---|-----------------|----|-----------------|---|-----------------|-----|
|                         | km <sup>2</sup> | %   | km <sup>2</sup> | %  | km <sup>2</sup> | %  | km <sup>2</sup> | % | km <sup>2</sup> | %  | km <sup>2</sup> | % | km <sup>2</sup> | %   |
| Område                  | 11459           | 100 | 233             | 2  | 3198            | 28 | 246             | 2 | 7372            | 64 | 461             | 4 | -               | -   |
| Gudbr.lågen             | 11459           | 100 | 233             | 2  | 3198            | 28 | 246             | 2 | 7372            | 64 | 461             | 4 | -               | -   |
| Nedb.felt nedstr.Fåberg | 4904            | 100 | 807             | 16 | 3065            | 63 | 391             | 8 | 191             | 4  | 450             | 9 | -               | -   |
| Totalt                  | 16363           | 100 | 1040            | 6  | 6263            | 38 | 637             | 4 | 7563            | 46 | 911             | 6 | 39              | 0,2 |

Tabell B. Data for Mjøsa.

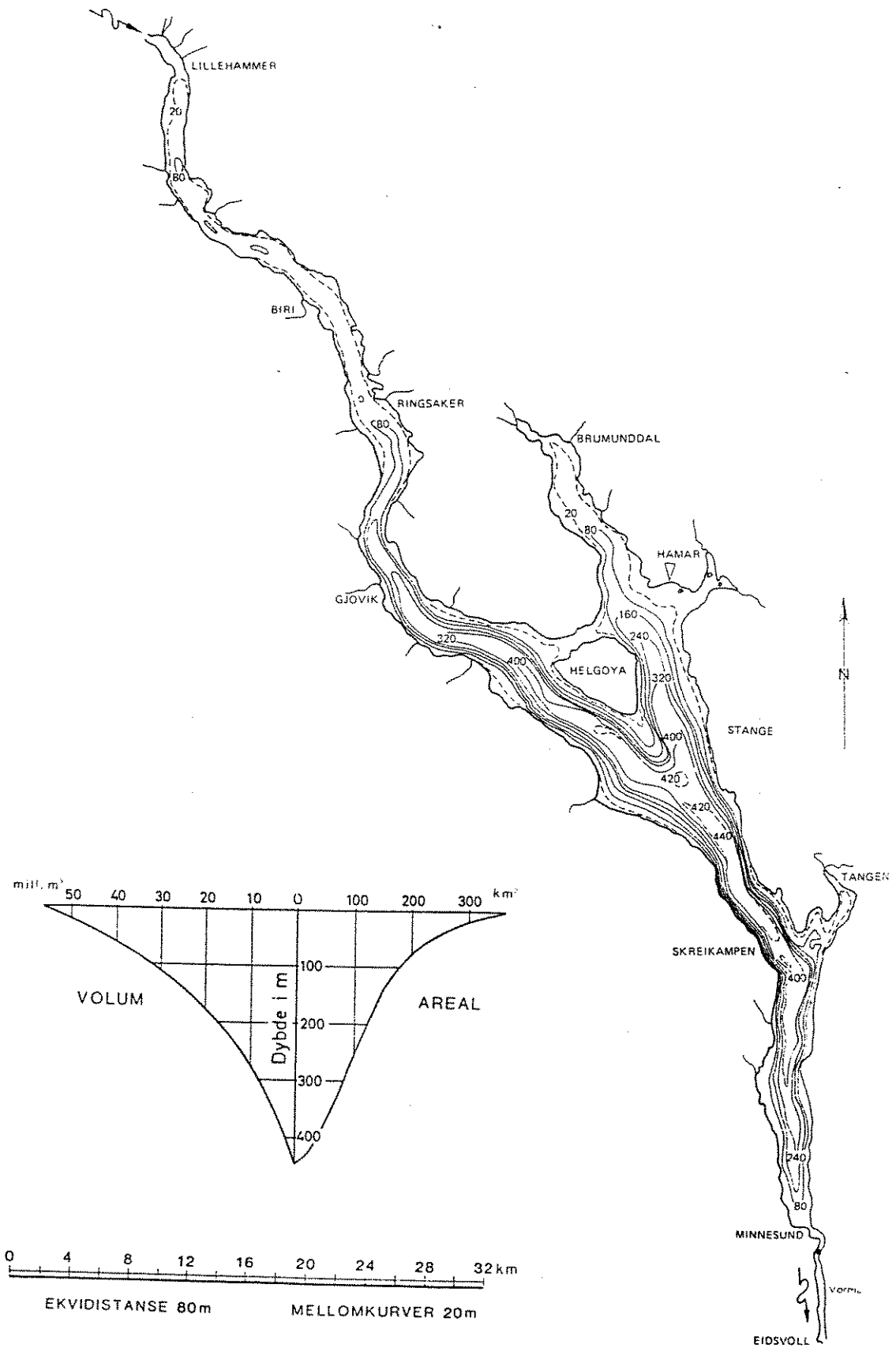
|                      |                       |                     |                            |                   |                          |
|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|--------------------------|
| Nedbørfelt           | 16420 km <sup>2</sup> | Største målte dybde | 449 m                      | Teor.oppholdstid  | 5,6 år                   |
| Høyde over havet     | 122 m                 | Midlere dybde       | 153 m                      | Reguleringsampl.  | 3,61 m                   |
| Lengde               | 117 km                | Volum               | 56,244 mill.m <sup>3</sup> | Reguleringsmagas. | 1312 mill.m <sup>3</sup> |
| Største bredde       | 14 km                 | Årlig midlere avløp | 10,000 mill.m <sup>3</sup> | H.R.V.            | 123,19 m                 |
| Strandlinjeutvikling | 43,8                  | Midl.avrenn. tot.   | 320 m <sup>3</sup> /s      | L.R.V.            | 119,58 m                 |
| Overflate            | 362 km <sup>2</sup>   | Midl.avrenn.v.Lågen | 256 m <sup>3</sup> /s      |                   |                          |

I alt bor ca. 200 000 personer i Mjøsas nedbørfelt, hvorav 150.000 i innsjøens umiddelbare nærhet. Ca. 120.000 personer er tilknyttet off. kloakksystem og i alt er det bygget 84 høygradige avløpsrenseanlegg i nedbørfeltet. Ca. 80.000 personer bor i spredt bebyggelse og det er anslått at minst 75% av disse husstander har vannklosett. Ca. 80.000 mennesker får idag sitt drikkevann fra dypvannsinntak i Mjøsa. Vassdraget nedstrøms Mjøsa (nedre del av Glåma) blir brukt som drikkevannskilde for ca. 150.000 mennesker. I alt er derfor ca. 230.000 personer, d.v.s. ca. 5 % av Norges befolkning, direkte eller indirekte avhengig av vannkvaliteten i Mjøsa. Vannkvaliteten i Mjøsa og da særlig algemengde og algesammensetning har direkte betydning for vassdraget nedstrøms.

Mjøsa brukes til vanning av ca. 90.000 dekar jordbruksareal, og 8 industribedrifter har eget vanninntak i Mjøsa. Betydelige rekreasjons- og fiskeinteresser er knyttet til innsjøen. På en varm sommerdag er det anslått at ca. 4.000 personer bader i Mjøsa. Antall båter er anslått til ca. 5.000 og dagens fiskeavkastning er anslått til 4-7 kg/ha og år. Fisket etter mjøsaure og lågåsild er av størst økonomisk betydning. For tiden pågår et prosjekt for innsjøbeiting i Mjøsa som tar utgangspunkt i å øke produksjonen og avkastningen av ørret i Mjøsa og tilløpselvene. Prosjektet er kalt "Operasjon Mjøsørret" og startet i september 1988. Målsettingen for prosjektet har variert noe når det gjelder fangstmulighetene, men for tiden er målet at avkastningen skal fordobles fra dagens nivå på ca. 10 tonn i året til 20 tonn. Dette tilsvarer en arealavkastning på ca. 0,5 kg/ha år og er i samsvar med forholdene i andre store innsjøer med storvokste laksefiskebestander som f.eks. Vättern i Sverige. En forutsetning er da at det opprettholdes store bestander av småvokst lågåsild og krøkle i Mjøsa, så Mjøsørreten til en hver tid har en god førtilgang.

Rundt de sentrale deler av innsjøen - på Hedmarken og Totenbygdene - ligger noen av Norges viktigste jordbruksområder. Korn dyrking er den dominerende driftsform og det er stort, økende uttak av vann til jordbruksvanning fra de tilrennende elver og bekker noe som skaper konflikter med øvrige brukerinteresser. I ekstreme tørkeperioder tørlegges lange elve- og bekkestrekninger. I alt finnes det ca. 55 industribedrifter med konsesjonskrav til utslipp i Mjøsas nedbørfelt. De fleste vannforurensende bedrifter finnes innen bransjene treforedlingsindustri, næringsmiddelindustri og metallbearbeidende industri. 16 bedrifter har utslipp via eget renseanlegg, mens de resterende 39 bedriftene har utslipp til Mjøsa eller tilløpsbekker via kommunalt renseanlegg.

MJØSA 123 mo.h.



**VEDLEGG NR. 2.**  
**- Primærdata for Mjøsa i 1997 -**

**Anmerkninger:**

Siktedyp er oppgitt i meter og det er brukt vannkikkert.

Klorofyll og næringssalter er oppgitt i  $\mu\text{g/l} = \text{mg/m}^3$ .

Ledn. evne i mS/m.

Turbiditet i NTU.

Farge i mg Pt/l.

Alkalitet i mekv./l.

TOC i mgC/l.

Silisium i mg  $\text{SiO}_2$ /l.

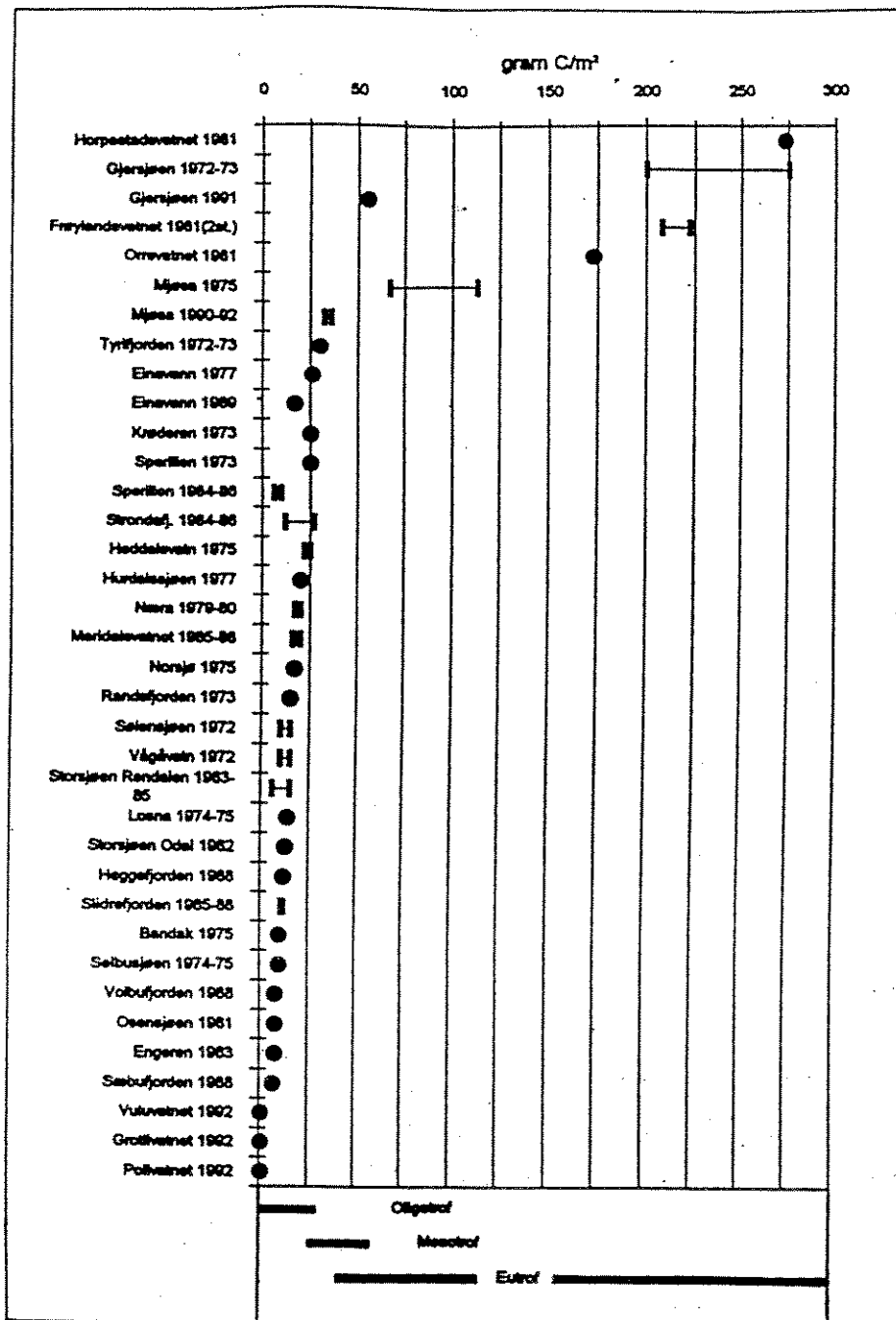


Fig.B. Algeproduksjon, målt som årlig nettoproduksjon, fra 32 norske innsjøer sett i relasjon til trofinivå.



Middelbiomasse av krepsdyrplankton i vegetasjonsperioden (mai/juni – oktober) i noen oligotrofe og oligomesotrofe innsjøer i østlandsområdet. Store innsjøer er markert med utheving. Materialet er fra NIVA-undersøkelser.

|                             | gram (T.W.)/m <sup>2</sup> | Årsproduksjon                                |
|-----------------------------|----------------------------|--|
| <b>Einavann</b>             | <b>1,6 – 2,5</b>           |  |
| <b>Mjøsa</b>                | <b>0,9 – 1,9</b>           | <b>20 gram (T.W.)/m<sup>2</sup> P/B=6-7</b>  |
| <b>Randsfjorden</b>         | <b>0,3 – 1,0</b>           |  |
| Strondafjorden              | 0,6 – 0,9                  |  |
| <b>Osensjøen</b>            | <b>1,0</b>                 | <b>5,2 gram (T.W.)/m<sup>2</sup> P/B=5-6</b> |
| <b>Storsjøen i Odal</b>     | <b>0,8</b>                 |  |
| <b>Hurdalssjøen</b>         | <b>0,8</b>                 |  |
| <b>Storsjøen i Rendalen</b> | <b>0,6 – 0,9</b>           |  |
| Vågåvatn                    | 0,3                        |  |
| Losna                       | 0,2 – 0,3                  |  |
| <b>Femunden</b>             | <b>0,5</b>                 |  |
| Synnfjorden                 | 0,9                        |  |
| Hedalsfjorden               | 0,7                        |  |
| Heggefjorden                | 1,0                        |  |
| Volbufjorden                | 1,6                        |  |
| Sæbufjorden                 | 1,8                        |  |
| <b>Engeren</b>              | <b>0,2</b>                 |  |
| Vangsmjøsa                  | 0,6                        |  |
| <b>Sperillen</b>            | <b>0,3 – 0,5</b>           |  |
| Slidrefjorden               | 0,6 – 0,8                  |  |
| Næra                        | 0,7                        |  |

VARIASJONSBREDDE: 0,2 – 2,5 gram (T.W.)/m<sup>2</sup>  
 MIDDELVERDI: 0,9 gram (T.W.)/m<sup>2</sup>

Tabell I. Meteorologiske observasjoner ved Kise (forsøksstasjon på Nes), i 1998.  
 N= Normalen (1931-60) N<sub>1</sub>= Normalen (1961-1990)

| Måned     | Middel temp °C |      |                | Nedbør mm |     |                | Soltimer |      |                |
|-----------|----------------|------|----------------|-----------|-----|----------------|----------|------|----------------|
|           | 1998           | N    | N <sub>1</sub> | 1998      | N   | N <sub>1</sub> | 1998     | N    | N <sub>1</sub> |
| Januar    | -3,0           | -6,5 | -7,4           | 38        | 35  | 36             | 34       | 31   | 31             |
| Februar   | -1,4           | -6,8 | -8,1           | 19        | 24  | 29             | 68       | 70   | 70             |
| Mars      | -1,7           | -3,5 | -3,1           | 47        | 19  | 27             | 151      | 147  | 130            |
| April     | 2,1            | 2,8  | 2,2            | 73        | 31  | 34             | 76       | 180  | 171            |
| Mai       | 9,2            | 8,6  | 8,5            | 7         | 38  | 44             | 289      | 217  | 216            |
| Juni      | 11,6           | 13,2 | 13,6           | 118       | 63  | 59             | 146      | 265  | 250            |
| Juli      | 14,1           | 15,9 | 15,2           | 54        | 82  | 66             | 158      | 235  | 242            |
| August    | 13,1           | 14,6 | 14,0           | 48        | 70  | 76             | 161      | 208  | 199            |
| September | 10,7           | 10,1 | 9,6            | 71        | 64  | 64             | 92       | 139  | 139            |
| Oktober   | 4,0            | 5,0  | 5,1            | 79        | 50  | 63             | 80       | 83   | 85             |
| November  | -2,2           | 0,2  | -0,8           | 25        | 47  | 50             | 27       | 42   | 48             |
| Desember  | -2,9           | -3,1 | -5,3           | 23        | 40  | 37             | 32       | 21   | 20             |
| Årsmiddel | 4,5            | 4,2  | 3,6            | -         | -   | -              | -        | -    | -              |
| Årssum    | -              | -    | -              | 602       | 563 | 585            | 1314     | 1638 | 1601           |

Tabell II. Vanntemperaturobservasjoner (°C) ved fire stasjoner i Mjøsa, 1998.

**Stasjon, Brøttum**

| Dato       | 18.5 | 10.6 | 14.7 | 12.8 | 9.9  | 7.10 |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Dyp</b> |      |      |      |      |      |      |
| 0,5        | 8,2  | 10,4 | 12,5 | 14,4 | 12,7 | 10,3 |
| 2          | 7,5  | 10,4 | 12,5 | 14,2 | 12,7 | 10,3 |
| 5          | 5,9  | 10,1 | 12,0 | 13,6 | 12,7 | 10,3 |
| 8          | 5,1  | 9,3  | 11,5 | 12,4 | 12,4 | 10,3 |
| 12         | 4,7  | 7,4  | 10,0 | 9,7  | 11,7 | 10,3 |
| 16         | 4,3  | 5,9  | 9,0  | 8,1  | 11,3 | 10,1 |
| 20         | 4,2  | 5,7  | 6,5  | 7,3  | 9,8  | 8,6  |
| 30         | 4,1  | 5,0  | 5,8  | 6,0  | 7,0  | 6,5  |
| 50         | 4,0  | 4,6  | 5,1  | 5,2  | 5,6  | 5,5  |

Tabell II fort.

**Stasjon, Kisc**

| Dato       | 18.5 | 10.6 | 14.7 | 12.8 | 9.9  | 7.10 |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Dyp</b> |      |      |      |      |      |      |
| 0,5        | 4,0  | 10,5 | 13,8 | 17,0 | 13,5 | 10,8 |
| 2          | 4,0  | 10,3 | 13,8 | 16,1 | 13,5 | 10,8 |
| 5          | 4,0  | 10,2 | 13,3 | 15,7 | 13,5 | 10,8 |
| 8          | 4,0  | 10,0 | 12,0 | 14,8 | 13,5 | 10,8 |
| 12         | 4,0  | 8,3  | 9,9  | 13,6 | 13,5 | 10,8 |
| 16         | 4,0  | 5,8  | 8,8  | 10,6 | 12,5 | 10,8 |
| 20         | 4,0  | 5,0  | 7,7  | 9,0  | 11,9 | 10,8 |
| 30         | 4,0  | 4,0  | 6,7  | 6,4  | 8,0  | 8,2  |
| 50         | 4,0  | 4,0  | 5,1  | 5,0  | 5,2  | 5,4  |

**Stasjon, Furnesfjorden**

| Dato       | 18.5 | 10.6 | 14.7 | 12.8 | 9.9  | 7.10 |
|------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Dyp</b> |      |      |      |      |      |      |
| 0,5        | 10,1 | 10,5 | 13,7 | 17,4 | 13,0 | 11,0 |
| 2          | 7,5  | 10,5 | 13,4 | 16,3 | 13,0 | 11,0 |
| 5          | 5,0  | 10,0 | 12,8 | 15,0 | 13,0 | 11,0 |
| 8          | 4,7  | 9,4  | 12,0 | 13,5 | 13,0 | 11,0 |
| 12         | 4,4  | 8,0  | 11,5 | 12,7 | 12,8 | 10,9 |
| 16         | 4,2  | 7,5  | 10,9 | 11,4 | 12,4 | 10,7 |
| 20         | 4,2  | 7,2  | 10,3 | 10,7 | 12,0 | 10,0 |
| 30         | 4,2  | 6,0  | 7,7  | 8,8  | 10,1 | 7,8  |
| 50         | 4,2  | 5,0  | 5,7  | 6,0  | 6,2  | 6,0  |

**Stasjon, Skreia**

| Dato       | 27.5 | 12.6 | 29.6 | 13.7 | 23.7 | 11.8 | 21.8 | 6.9  | 21.9 | 8.10 | 21.10 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| <b>Dyp</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |
| 0,5        | 4,0  | 4,7  | 10,5 | 13,2 | 11,4 | 16,2 | 13,2 | 13,4 | 13,0 | 11,0 | 8,9   |
| 2          | 4,0  | 4,7  | 10,3 | 13,1 | 11,2 | 16,0 | 13,0 | 13,3 | 13,0 | 11,0 | 8,9   |
| 5          | 4,0  | 4,7  | 9,4  | 13,1 | 10,0 | 16,0 | 12,8 | 13,3 | 13,0 | 11,0 | 8,9   |
| 8          | 4,0  | 4,7  | 8,2  | 13,0 | 9,1  | 15,6 | 12,0 | 13,0 | 13,0 | 11,0 | 8,9   |
| 12         | 4,0  | 4,5  | 7,5  | 11,7 | 9,0  | 15,2 | 11,8 | 12,4 | 12,3 | 11,0 | 8,9   |
| 16         | 4,0  | 4,5  | 6,7  | 9,0  | 8,3  | 10,7 | 11,4 | 12,3 | 11,8 | 11,0 | 8,9   |
| 20         | 4,0  | 4,5  | 6,1  | 7,4  | 7,7  | 8,8  | 9,0  | 11,6 | 11,1 | 10,8 | 8,9   |
| 30         | 4,0  | 4,5  | 4,8  | 5,6  | 6,9  | 6,9  | 6,6  | 7,0  | 9,8  | 7,4  | 8,9   |
| 50         | 4,0  | 4,4  | 4,2  | 5,0  | 5,3  | 5,3  | 5,2  | 5,2  | 5,3  | 5,3  | 7,0   |

Tabell III Kjemiadata fra dybdeprofiler ved fire stasjoner i Mjøsa, 1998.

Stasjon: Brøttum 28/3-98

| Dyp      | Tot.P $\mu\text{g/l}$ | Tot.N $\mu\text{g/l}$ | NO <sub>3</sub> $\mu\text{g/l}$ |
|----------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 2m       | 5,8                   | 347                   | 215                             |
| 10m      | 5,1                   | 349                   | 246                             |
| 20m      | 4,5                   | 434                   | 346                             |
| 30m      | 4,0                   | 463                   | 358                             |
| 60m      | 4,5                   | 466                   | 373                             |
| Middel   | 4,8                   | 412                   | 308                             |
| Dyp.mid. | 4,5                   | 433                   | 333                             |

Stasjon: Brøttum 18/5-98

| Dyp      | Tot.P $\mu\text{g/l}$ | Tot.N $\mu\text{g/l}$ | NO <sub>3</sub> $\mu\text{g/l}$ |
|----------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 2m       | 8,8                   | 418                   | 273                             |
| 10m      | 7,2                   | 474                   | 318                             |
| 20m      | 6,1                   | 461                   | 348                             |
| 30m      | 5,8                   | 451                   | 352                             |
| 60m      | 6,5                   | 459                   | 351                             |
| Middel   | 6,9                   | 453                   | 328                             |
| Dyp.mid. | 6,5                   | 456                   | 340                             |

Stasjon: Kise 3/4-98

| Dyp      | Tot.P $\mu\text{g/l}$ | Tot.N $\mu\text{g/l}$ | NO <sub>3</sub> $\mu\text{g/l}$ |
|----------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 2m       | 4,0                   | 554                   | 445                             |
| 20m      | 4,5                   | 535                   | 478                             |
| 50m      | 3,8                   | 543                   | 449                             |
| 100m     | 4,0                   | 521                   | 448                             |
| 180m     | 4,2                   | 511                   | 445                             |
| Middel   | 4,1                   | 533                   | 453                             |
| Dyp.mid. | 4,1                   | 527                   | 451                             |

Stasjon: Kise 18/5-98

| Dyp      | Tot.P $\mu\text{g/l}$ | Tot.N $\mu\text{g/l}$ | NO <sub>3</sub> $\mu\text{g/l}$ |
|----------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|
| 2m       | 3,3                   | 551                   | 447                             |
| 20m      | 4,2                   | 535                   | 450                             |
| 50m      | 3,5                   | 570                   | 451                             |
| 100m     | 3,8                   | 536                   | 450                             |
| 180m     | 5,1                   | 551                   | 450                             |
| Middel   | 4,0                   | 549                   | 450                             |
| Dyp.mid. | 4,1                   | 548                   | 450                             |

Tabell III fort.

Stasjon: Furnesfjorden 3/4-98

| Dyp      | Tot.P µg/l | Tot.N µg/l | NO <sub>3</sub> µg/l |
|----------|------------|------------|----------------------|
| 2m       | 4,7        | 515        | 440                  |
| 10m      | 4,9        | 568        | 443                  |
| 20m      | 4,9        | 532        | 443                  |
| 30m      | 4,5        | 550        | 445                  |
| 60m      | 4,9        | 558        | 456                  |
| Middel   | 4,8        | 545        | 445                  |
| Dyp.mid. | 4,7        | 549        | 447                  |

Stasjon: Furnesfjorden 18/5-99

| Dyp      | Tot.P µg/l | Tot.N µg/l | NO <sub>3</sub> µg/l |
|----------|------------|------------|----------------------|
| 2m       | 5,6        | 607        | 464                  |
| 10m      | 4,0        | 559        | 444                  |
| 20m      | 4,0        | 531        | 449                  |
| 30m      | 4,2        | 560        | 453                  |
| 60m      | 6,1        | 674        | 551                  |
| Middel   | 4,8        | 586        | 472                  |
| Dyp.mid. | 4,7        | 588        | 477                  |

Stasjon: Skreia 3/4-98

| Dyp     | Tot.P µg/l | Tot.N µg/l | NO <sub>3</sub> µg/l |
|---------|------------|------------|----------------------|
| 0,5 m   | 4,5        | 519        | 441                  |
| 5 m     | 5,6        | 526        | 444                  |
| 20 m    | 4,0        | 496        | 433                  |
| 50 m    | 4,5        | 524        | 436                  |
| 100 m   | 4,0        | 528        | 448                  |
| 200 m   | 4,2        | 514        | 425                  |
| 300 m   | 4,2        | 517        | 496                  |
| 400 m   | 4,2        | 572        | 454                  |
| Middel  | 4,4        | 524        | 447                  |
| Dyp.mid | 4,2        | 525        | 453                  |

Stasjon: Skreia 27/5-98

| Dyp     | pH   | Alk.<br>pH 4,2<br>mmol/l | Kond<br>mS/m | Farge<br>mg<br>Pt/l | TOC<br>mg/l | Tot.P<br>µg/l | Tot.N<br>µg/l | NO <sub>3</sub><br>µg/l | SiO <sub>2</sub><br>mg/l | Turb<br>NTU |
|---------|------|--------------------------|--------------|---------------------|-------------|---------------|---------------|-------------------------|--------------------------|-------------|
| 0,5m    | 7,00 | 0,198                    | 4,41         | 8                   | 2,2         | 4,0           | 536           | 446                     | 1,9                      | 0,39        |
| 5m      | 7,00 | 0,197                    | 4,42         | 8                   | 2,8         | 3,8           | 535           | 440                     | 1,9                      | 0,33        |
| 20m     | 7,00 | 0,195                    | 4,39         | 8                   | 2,5         | 3,8           | 535           | 443                     | 1,9                      | 0,24        |
| 50m     | 7,19 | 0,198                    | 4,39         | 8                   | 1,8         | 3,8           | 555           | 435                     | 2,3                      | 0,18        |
| 100m    | 7,17 | 0,194                    | 4,39         | 8                   | 2,0         | 4,2           | 543           | 441                     | 1,9                      | 0,18        |
| 200m    | 7,17 | 0,197                    | 4,39         | 7                   | 1,6         | 3,5           | 540           | 445                     | 1,9                      | 0,20        |
| 300m    | 7,18 | 0,204                    | 4,50         | 8                   | 2,7         | 3,5           | 548           | 451                     | 1,9                      | 0,20        |
| 400m    | 7,17 | 0,200                    | 4,52         | 9                   | 2,5         | 4,0           | 588           | 465                     | 2,0                      | 0,25        |
| Middel  | 7,11 | 0,198                    | 4,43         | 8                   | 2,3         | 3,8           | 547           | 445                     | 2,0                      | 0,25        |
| Dyp.mid | 7,16 | 0,199                    | 4,44         | 8                   | 2,2         | 3,8           | 548           | 446                     | 2,0                      | 0,21        |

Tabell IV Siktedyp samt kjemidata og tot.klor. a-målinger fra blandprøve fra dybdesjiktet 0-10 meter ved fire stasjoner i Mjøsa, 1998.

Stasjon: Brøttum

| Dato                      | Siktedyp m | Tot.P µg/l | Tot.N µg/l | NO <sub>3</sub> µg/l | Tot.kl.a µg/l |
|---------------------------|------------|------------|------------|----------------------|---------------|
| 18.5                      | 3,5        | 7,9        | 447        | 299                  | 1,50          |
| 10.6                      | 6,1        | 7,2        | 273        | 114                  | 1,58          |
| 14.7                      | 4,4        | 4,2        | 253        | 146                  | 2,18          |
| 12.8                      | 5,1        | 4,7        | 230        | 112                  | 1,43          |
| 9.9                       | 8,5        | 4,1        | 429        | 188                  | 1,97          |
| 7.10                      | 8,3        | 4,1        | 296        | 153                  | 1,82          |
| Middel                    | 6,0        | 5,4        | 321        | 169                  | 1,75          |
| Tid. midd.<br>mai - okt.  | 6,1        | 5,3        | 319        | 167                  | 1,76          |
| Tid. midd.<br>juni - okt. | 6,5        | 4,8        | 297        | 146                  | 1,81          |

Stasjon: Kise

| Dato                      | Siktedyp m | Tot.P µg/l | Tot.N µg/l | NO <sub>3</sub> µg/l | Tot.kl.a µg/l |
|---------------------------|------------|------------|------------|----------------------|---------------|
| 18.5                      | 15,3       | 3,3        | 540        | 447                  | 0,19          |
| 10.6                      | 5,7        | 5,8        | 510        | 346                  | 4,57          |
| 14.7                      | 7,1        | 6,8        | 402        | 277                  | 2,17          |
| 12.8                      | 7,0        | 5,6        | 367        | 232                  | 3,06          |
| 9.9                       | 9,4        | 6,2        | 382        | 233                  | 1,99          |
| 7.10                      | 9,4        | 4,8        | 363        | 245                  | 2,17          |
| Middel                    | 9,0        | 5,4        | 427        | 297                  | 2,36          |
| Tid. midd.<br>mai - okt.  | 9,0        | 5,4        | 424        | 294                  | 2,35          |
| Tid. midd.<br>juni - okt. | 8,0        | 5,8        | 401        | 265                  | 2,66          |

Stasjon: Furnesfjorden

| Dato                      | Siktedyp m | Tot.P µg/l | Tot.N µg/l | NO <sub>3</sub> µg/l | Tot.kl.a µg/l |
|---------------------------|------------|------------|------------|----------------------|---------------|
| 18.5                      | 7,7        | 5,1        | 646        | 467                  | 1,33          |
| 10.6                      | 7,0        | 7,0        | 617        | 460                  | 4,25          |
| 14.7                      | 7,6        | 4,9        | 462        | 330                  | 2,02          |
| 12.8                      | 6,7        | 5,6        | 467        | 317                  | 2,76          |
| 9.9                       | 9,4        | 6,0        | 385        | 265                  | 1,93          |
| 7.10                      | 8,6        | 5,5        | 492        | 339                  | 2,17          |
| Middel                    | 7,8        | 5,7        | 512        | 363                  | 2,41          |
| Tid. midd.<br>mai - okt.  | 7,9        | 5,7        | 510        | 361                  | 2,39          |
| Tid. midd.<br>juni - okt. | 7,9        | 5,7        | 483        | 340                  | 2,53          |

Tabell IV forts.

Stasjon: Skreia

| Dato                  | Siktedyp<br>m | pH   | Alk.<br>pH 4,2<br>mmol/l | Tot.P<br>µg/l | Tot.N<br>µg/l | NO <sub>3</sub><br>µg/l | SiO <sub>2</sub><br>mg/l | Tot.kl.a<br>µg/l |
|-----------------------|---------------|------|--------------------------|---------------|---------------|-------------------------|--------------------------|------------------|
| 27.5                  | 15,7          | 6,90 | 0,195                    | 3,5           | 541           | 447                     | 1,9                      | 0,19             |
| 12.6                  | 13,7          | 7,09 | 0,196                    | 4,2           | 557           | 438                     | 1,9                      | 0,39             |
| 29.6                  | 8,8           | 7,17 | 0,201                    | 5,4           | 507           | 369                     | 2,0                      | 1,44             |
| 13.7                  | 7,9           | 7,12 | 0,190                    | 4,7           | 458           | 310                     | 2,2                      | 1,81             |
| 23.7                  | 9,0           | 7,19 | 0,195                    | 4,2           | 484           | 380                     | 2,0                      | 1,32             |
| 11.8                  | 7,5           | 7,31 | 0,171                    | 4,1           | 342           | 207                     | 2,8                      | 3,03             |
| 21.8                  | 8,5           | 7,30 | 0,190                    | 4,8           | 465           | 321                     | 2,8                      | 2,29             |
| 6.9                   | 8,4           | 7,30 | 0,186                    | 6,2           | 401           | 272                     | 2,7                      | 2,03             |
| 21.9                  | 9,0           | 7,25 | 0,190                    | 5,1           | 438           | 296                     | 2,7                      | 2,15             |
| 8.10                  | 10,3          | 7,11 | 0,187                    | 4,0           | 434           | 304                     | 2,7                      | 2,39             |
| 21.10                 | 11,0          | 7,21 | 0,190                    | 4,4           | 457           | 347                     | 3,0                      | 1,78             |
| Middel                | 10,0          | 7,18 | 0,190                    | 4,6           | 462           | 336                     | 2,4                      | 1,71             |
| Tid.mid.<br>mai-okt.  | 10,7          | 7,1  | 0,190                    | 4,5           | 471           | 349                     | 2,4                      | 1,53             |
| Tid.mid.<br>juni-okt. | 9,6           | 7,2  | 0,189                    | 4,7           | 457           | 329                     | 2,5                      | 1,81             |

Tabell V. Kvantitative planteplanktonprøver fra Mjøsa (st. Brøttum, bl.pr. 0-10m).  
 Volum mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg våtvekt/m<sup>3</sup>.

| Kvantitative planteplankton analyser: Mjøsa (st. Brøttum)                  |              |              |              |              |              |              |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Dato   | 980518       | 980610       | 980714       | 980812       | 980909       | 981007       |
| Gruppe   | Volum        | Volum        | Volum        | Volum        | Volum        | Volum        |
| <b>Arter</b>   |              |              |              |              |              |              |
| <b>Chlorophyceae (grønnalger)</b>  |              |              |              |              |              |              |
| Ankistrodesmus falcatus  | 0.2          | .            | .            | .            | .            | .            |
| Botryococcus braunii   | .            | .            | .            | .            | 0.8          | .            |
| Chlamydomonas sp. (l=8)  | .            | .            | .            | 0.3          | .            | .            |
| Elakatothrix gelatinosa (genevensis)                                       | .            | .            | 0.7          | .            | .            | .            |
| Gloeotila sp.  | .            | .            | 0.8          | .            | .            | .            |
| Gyromitus cordiformis  | .            | .            | .            | 0.2          | 0.2          | 1.4          |
| Koliella sp.   | 0.1          | 0.2          | 0.2          | .            | .            | .            |
| Monoraphidium dybowskii  | .            | .            | 0.2          | .            | 0.2          | 0.2          |
| Oocystis submarina v.variabilis  | 0.1          | .            | .            | .            | .            | .            |
| Paramastix conifera  | .            | 0.9          | .            | .            | .            | .            |
| Paulschulzia pseudovolvox  | .            | .            | .            | .            | .            | 0.6          |
| Platymonas sp.   | 0.7          | .            | .            | .            | .            | .            |
| Sphaerocystis schroeteri   | .            | .            | .            | .            | 0.6          | .            |
| Tetraedron minimum v.tetralobulatum  | .            | 0.3          | .            | 0.2          | .            | .            |
| Ubest.ellipsoidisk gr.alge   | .            | .            | .            | .            | 1.0          | .            |
| Ubest.gr.flagellat   | 0.3          | .            | .            | .            | .            | .            |
| <b>Sum</b>   | <b>1.5</b>   | <b>1.4</b>   | <b>1.9</b>   | <b>0.6</b>   | <b>2.8</b>   | <b>2.2</b>   |
| <b>Chrysophyceae (gullalger)</b>   |              |              |              |              |              |              |
| Automonas purdyi   | .            | 0.1          | .            | .            | .            | .            |
| Bitrichia chodatii   | .            | .            | .            | .            | .            | 0.4          |
| Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)                                      | .            | .            | .            | 0.4          | .            | .            |
| Chrysochromulina parva   | 0.4          | 3.6          | 0.6          | 0.3          | 2.6          | 0.3          |
| Chrysolykos planctonicus   | .            | .            | 0.1          | .            | 0.1          | .            |
| Chrysolykos skujai   | 0.2          | 1.7          | .            | .            | .            | .            |
| Craspedomonader  | 0.6          | 2.0          | 0.3          | 0.1          | .            | 2.4          |
| Cyster av chrysophyceer  | 0.3          | .            | .            | .            | .            | .            |
| Dinobryon bavaricum  | .            | .            | .            | 0.2          | .            | .            |
| Dinobryon borgei   | .            | 1.8          | 0.6          | 0.4          | 0.6          | 0.2          |
| Dinobryon crenulatum   | .            | .            | 3.1          | 1.6          | 0.4          | .            |
| Dinobryon cylindricum var.alpinum  | 0.2          | 0.3          | 0.1          | 0.3          | .            | .            |
| Dinobryon divergens  | .            | .            | 0.1          | .            | 0.6          | .            |
| Dinobryon sertularia   | .            | .            | .            | 1.6          | .            | .            |
| Dinobryon sociale v.americanum   | .            | 1.2          | 0.8          | 3.2          | 0.8          | 0.8          |
| Dinobryon suecicum v.longispinum   | .            | .            | 0.3          | .            | 0.3          | .            |
| Kephyrion sp.  | .            | 1.7          | 1.3          | 0.4          | 0.7          | .            |
| Løse celler Dinobryon spp.   | .            | .            | 0.5          | .            | .            | .            |
| Mallomonas akrokomos (v.pavula)  | .            | .            | 0.5          | 0.5          | 1.1          | 5.3          |
| Mallomonas crassisquama  | .            | .            | .            | 0.3          | .            | .            |
| Mallomonas elongata  | .            | .            | .            | .            | .            | 1.0          |
| Mallomonas punctifera (M.reginae)  | .            | .            | .            | 0.4          | 4.2          | .            |
| Mallomonas spp.  | 2.0          | 1.4          | 4.0          | 2.3          | 6.8          | .            |
| Ochromonas sp. (d=3.5-4)   | 7.8          | 6.6          | 9.0          | 6.3          | 5.4          | 4.7          |
| Pseudokephyrion alaskanum  | .            | 0.2          | .            | .            | 0.6          | .            |
| Små chrysonader (<7)   | 18.4         | 30.8         | 33.4         | 26.9         | 19.3         | 13.3         |
| Spiniferomonas sp.   | .            | 0.7          | 0.7          | .            | 0.4          | .            |
| Stelexomonas dichotoma   | .            | 0.3          | 0.7          | 0.5          | .            | 0.3          |
| Store chrysonader (>7)   | 15.5         | 17.2         | 18.1         | 8.6          | 11.2         | 7.8          |
| Synura sp. (l=9-11 b=8-9)  | .            | 2.4          | 1.0          | .            | 4.2          | .            |
| Ubest.chrysonade (Ochromonas sp.?)   | 1.2          | 1.0          | 0.3          | 1.0          | 0.8          | 0.3          |
| Ubest.chrysophyceer  | .            | 0.8          | 0.4          | 0.3          | 0.1          | .            |
| Uroglena americana   | .            | .            | 6.4          | .            | .            | .            |
| <b>Sum</b>   | <b>46.6</b>  | <b>73.8</b>  | <b>82.4</b>  | <b>55.5</b>  | <b>60.3</b>  | <b>36.7</b>  |
| <b>Bacillariophyceae (kiselalger)</b>                                      |              |              |              |              |              |              |
| Asterionella formosa   | 0.8          | 1.2          | 1.7          | 5.0          | 6.7          | 9.2          |
| Aulacoseira alpigena   | .            | 0.2          | 1.2          | 0.7          | 2.0          | 1.2          |
| Aulacoseira distans  | .            | .            | 1.2          | .            | .            | .            |
| Cyclotella comta v.oligactis   | .            | .            | .            | 4.0          | 4.5          | 3.7          |
| Cyclotella glomerata   | .            | 0.4          | .            | .            | 0.6          | .            |
| Cyclotella radiosa   | .            | .            | .            | 1.2          | 0.5          | 1.0          |
| Diatoma tenuis   | 24.4         | 1.0          | .            | .            | .            | .            |
| Fragilaria crotonensis   | .            | .            | .            | .            | 3.2          | 4.4          |
| Fragilaria sp. (l=30-40)   | .            | 0.6          | 0.6          | 0.6          | 1.1          | 1.7          |
| Fragilaria sp. (l=40-70)   | 0.7          | 2.0          | 1.1          | .            | 0.2          | .            |
| Fragilaria ulna (morfortyp"acus")  | .            | .            | 6.2          | .            | .            | .            |
| Rhizosolenia eriensis  | .            | .            | .            | .            | 0.8          | .            |
| Rhizosolenia longiseta   | .            | .            | 0.8          | .            | 1.2          | 2.4          |
| Stephanodiscus hantzschii  | .            | .            | .            | .            | .            | 0.8          |
| Tabellaria fenestrata  | 9.5          | 4.8          | 3.8          | 1.2          | 53.1         | 9.7          |
| Tabellaria flocculosa  | 0.8          | .            | .            | .            | .            | .            |
| <b>Sum</b>   | <b>36.2</b>  | <b>10.1</b>  | <b>16.4</b>  | <b>12.6</b>  | <b>73.9</b>  | <b>34.1</b>  |
| <b>Cryptophyceae</b>   |              |              |              |              |              |              |
| Cryptaulax vulgaris  | .            | 0.3          | .            | .            | .            | .            |
| Cryptomonas cf.erosa   | 0.2          | 1.5          | 0.7          | 10.3         | 9.2          | 38.0         |
| Cryptomonas curvata  | .            | .            | 0.9          | .            | .            | .            |
| Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)                                    | 0.6          | 0.4          | 5.8          | 15.7         | 9.7          | 18.8         |
| Cryptomonas marssonii  | .            | 0.2          | 0.5          | 0.6          | 0.5          | 8.3          |
| Cryptomonas sp. (l=20-22)  | .            | .            | 1.2          | .            | .            | .            |
| Cryptomonas spp. (l=24-28)   | .            | .            | 3.0          | 1.8          | 15.0         | 40.5         |
| Katablepharis ovalis   | 1.6          | 8.6          | 1.9          | 2.9          | 3.3          | 1.2          |
| Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)                                    | 24.0         | 53.3         | 36.6         | 55.7         | 7.0          | 42.9         |
| Ubest.cryptomonade (Chromonas sp.?)  | 2.1          | 0.8          | 1.1          | 4.7          | 4.4          | 0.8          |
| <b>Sum</b>   | <b>28.6</b>  | <b>65.1</b>  | <b>51.7</b>  | <b>91.6</b>  | <b>49.2</b>  | <b>150.5</b> |
| <b>Dinophyceae (fureflagellater)</b>                                       |              |              |              |              |              |              |
| Amphidinium sp.  | 0.7          | .            | .            | .            | .            | .            |
| Gymnodinium cf.lacustre  | 3.4          | 1.7          | 4.2          | 4.2          | 1.1          | 1.4          |
| Gymnodinium cf.uberrimum   | 12.0         | .            | .            | .            | 6.0          | .            |
| Gymnodinium helveticum   | .            | .            | .            | .            | 6.0          | 6.0          |
| Gymnodinium sp. (l=14-16)  | 3.0          | .            | .            | 7.2          | .            | 0.5          |
| Peridinium sp. (l=15-17)   | .            | .            | 0.7          | .            | .            | .            |
| Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)                                      | 3.6          | 0.7          | 0.7          | 4.2          | 1.0          | 0.4          |
| Ubest.dinoflagellat  | 3.7          | .            | 1.1          | 0.5          | 0.5          | .            |
| <b>Sum</b>   | <b>26.3</b>  | <b>2.4</b>   | <b>6.7</b>   | <b>16.2</b>  | <b>14.6</b>  | <b>8.3</b>   |
| <b>My-alger</b>  |              |              |              |              |              |              |
| My-alger   | 8.3          | 8.8          | 9.6          | 5.9          | 8.6          | 6.9          |
| <b>Total sum (mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg våtvekt/m<sup>3</sup>)</b> | <b>147.4</b> | <b>161.6</b> | <b>168.7</b> | <b>182.5</b> | <b>209.4</b> | <b>238.7</b> |



Tabell VI. Kvantitative planteplanktonprøver fra Mjøsa (st. Kise, bl.pr. 0-10m).  
 Volum mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg våtvekt/m<sup>3</sup>.

| Dato =>   | 980518       | 980610       | 980714       | 980812       | 980909       | 981007       |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>Gruppe</b>   | <b>Volum</b> | <b>Volum</b> | <b>Volum</b> | <b>Volum</b> | <b>Volum</b> | <b>Volum</b> |
| <b>Arter</b>  |              |              |              |              |              |              |
| <b>Cyanophyceae (blågrønnalger)</b>                                       |              |              |              |              |              |              |
| Planktothrix agardhii   | -            | -            | -            | 0.7          | -            | -            |
| <b>Chlorophyceae (grønnalger)</b>   |              |              |              |              |              |              |
| Chlamydomonas sp. (l=12)  | 3.2          | -            | -            | -            | -            | -            |
| Chlamydomonas sp. (l=8)   | -            | 0.3          | 1.3          | 2.1          | 0.5          | 0.3          |
| Cosmarium contractum  | -            | -            | -            | -            | 1.2          | 1.2          |
| Dictyosphaerium subsolitarium   | -            | -            | -            | -            | 0.6          | -            |
| Elakatothrix gelatinosa (genevensis)                                      | 0.7          | 0.8          | 0.4          | -            | 0.8          | -            |
| Gloeotila sp.   | -            | -            | 0.9          | 8.6          | -            | -            |
| Koliella longiseta  | -            | 0.8          | -            | -            | -            | -            |
| Koliella sp.  | 0.3          | -            | -            | -            | -            | -            |
| Monoraphidium contortum   | -            | -            | 0.2          | -            | -            | -            |
| Monoraphidium dybowskii   | -            | -            | 0.7          | 0.8          | -            | -            |
| Nephrocytium lunatum  | -            | -            | -            | -            | 0.2          | -            |
| Oocystis submarina v.variabilis   | -            | -            | 0.5          | -            | 0.6          | -            |
| Paramastix conifera   | 0.8          | -            | -            | -            | -            | -            |
| Paulschulzia pseudovolvox   | -            | -            | -            | 0.4          | -            | -            |
| Platymonas sp.  | 0.7          | -            | -            | -            | -            | -            |
| Scenedesmus opoliensis  | -            | -            | 3.2          | -            | -            | -            |
| Scourfieldia complanata   | -            | -            | 0.2          | -            | -            | -            |
| Selenastrum capricornutum   | -            | -            | -            | 0.2          | -            | -            |
| Tetraedron minimum v.tetralobulatum                                       | -            | -            | 0.1          | 0.3          | -            | 0.1          |
| Ubest.ellipsoidisk gr.alge  | -            | -            | -            | -            | 0.5          | -            |
| Ubest.gr.flagellat  | 2.4          | -            | -            | -            | -            | -            |
| <b>Sum</b>  | <b>8.0</b>   | <b>1.9</b>   | <b>7.6</b>   | <b>12.4</b>  | <b>4.4</b>   | <b>1.6</b>   |
| <b>Chrysophyceae (gullalger)</b>  |              |              |              |              |              |              |
| Aulomonas purdyi  | -            | -            | 0.1          | -            | -            | -            |
| Bitrichia chodatii  | -            | -            | -            | -            | 0.3          | -            |
| Chrysochromulina parva  | 6.0          | 60.1         | 6.3          | 7.4          | 1.3          | 0.5          |
| Craspedomonader   | 0.3          | -            | 1.3          | 3.2          | 0.4          | 0.5          |
| Cyster av Chrysolykos skujai  | 0.3          | -            | -            | -            | -            | -            |
| Cyster av chrysophyceer   | -            | -            | -            | -            | 0.8          | -            |
| Cyster av Dinobryon spp.  | -            | 3.7          | -            | -            | -            | -            |
| Dinobryon bavarium  | 0.1          | 0.8          | 0.6          | -            | -            | -            |
| Dinobryon borgei  | 0.4          | 1.3          | 0.3          | 0.3          | -            | -            |
| Dinobryon crenulatum  | -            | 0.8          | 0.4          | -            | -            | -            |
| Dinobryon divergens   | -            | 0.7          | 1.4          | -            | -            | -            |
| Dinobryon sertularia  | -            | 2.5          | 4.8          | -            | -            | -            |
| Dinobryon sociale   | -            | 2.5          | 10.5         | -            | -            | -            |
| Dinobryon suecicum v.longispinum  | -            | -            | 0.5          | -            | -            | -            |
| Kephyrion sp.   | -            | -            | 0.7          | -            | -            | -            |
| Løse celler Dinobryon spp.  | -            | -            | 3.9          | -            | -            | -            |
| Mallomonas akrokomos (v.parvula)  | 0.7          | 1.2          | 1.2          | 3.2          | 2.1          | 3.7          |
| Mallomonas cf.maiorensis  | -            | 1.3          | -            | -            | -            | -            |
| Mallomonas elongata   | -            | -            | -            | 1.5          | -            | 0.8          |
| Mallomonas punctifera (M.reginae)   | -            | 0.3          | -            | 3.8          | -            | 0.4          |
| Mallomonas spp.   | -            | -            | -            | -            | 1.7          | -            |
| Ochromonas sp. (d=3.5-4)  | 5.3          | 1.4          | 4.4          | 5.7          | 3.4          | 3.6          |
| Pseudokephyrion alaskanum   | -            | -            | 0.3          | 0.2          | -            | -            |
| Små chrysonomader (<7)  | 33.9         | 61.1         | 21.9         | 22.6         | 10.7         | 11.9         |
| Spiniferomonas sp.  | -            | -            | 1.3          | 0.3          | 0.3          | -            |
| Store chrysonomader (>7)  | 8.6          | 17.2         | 6.9          | 12.9         | 7.8          | 13.8         |
| Synura sp. (l=9-11 b=8-9)   | -            | 1.0          | -            | -            | -            | -            |
| Ubest.chrysonomade (Ochromonas sp.?)                                      | -            | -            | -            | 0.3          | 0.7          | 0.3          |
| Ubest.chrysophyceae   | -            | -            | 0.3          | -            | -            | -            |
| Uroglena americana  | -            | 106.1        | 6.1          | -            | -            | -            |
| <b>Sum</b>  | <b>55.5</b>  | <b>261.9</b> | <b>73.1</b>  | <b>61.4</b>  | <b>29.5</b>  | <b>35.6</b>  |
| <b>Bacillariophyceae (kiselalger)</b>                                     |              |              |              |              |              |              |
| Asterionella formosa  | 20.8         | 58.3         | 9.0          | 25.6         | 3.4          | 4.3          |
| Aulacoseira alpigena  | -            | -            | -            | -            | 0.7          | -            |
| Aulacoseira islandica (morf.hevetica)                                     | 21.7         | 9.1          | 3.5          | -            | -            | -            |
| Aulacoseira italica v.tenuissima  | 0.7          | 0.6          | 0.2          | -            | -            | -            |
| Cyclotella comta v.oligactis  | -            | -            | 2.7          | 15.9         | 5.5          | 9.2          |
| Cyclotella glomerata  | -            | -            | -            | 0.9          | 0.4          | 0.4          |
| Cyclotella radiosa  | -            | -            | -            | 12.6         | 0.5          | -            |
| Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)   | -            | -            | -            | -            | 1.3          | -            |
| Diatoma tenuis  | 0.2          | -            | -            | -            | -            | -            |
| Fragilaria crotonensis  | 1.1          | -            | -            | 0.8          | 3.3          | 11.0         |
| Fragilaria sp. (l=30-40)  | 1.7          | 12.8         | 5.0          | 6.7          | 2.2          | 1.1          |
| Fragilaria ulna (morfortyp"acus")   | 20.0         | 67.9         | 3.8          | -            | -            | -            |
| Fragilaria ulna (morfortyp"angustissima")                                 | 0.5          | 0.5          | -            | 1.5          | 0.5          | -            |
| Fragilaria ulna (morfortyp"ulna")   | -            | 2.0          | -            | -            | -            | -            |
| Rhizosolenia eriensis   | -            | 2.4          | 18.3         | 1.2          | 0.4          | 0.4          |
| Rhizosolenia longiseta  | 0.4          | 4.0          | 25.4         | 4.8          | 2.8          | 0.4          |
| Stephanodiscus hantzschii v.pusillus                                      | -            | 1.7          | -            | -            | -            | -            |
| Stephanodiscus hantzschii   | 2.0          | 1.0          | -            | 2.8          | -            | 8.0          |
| Tabellaria fenestrata   | 12.6         | 13.8         | 5.1          | 127.5        | 96.3         | 12.0         |
| <b>Sum</b>  | <b>81.7</b>  | <b>174.1</b> | <b>73.1</b>  | <b>200.3</b> | <b>117.3</b> | <b>46.8</b>  |
| <b>Cryptophyceae</b>  |              |              |              |              |              |              |
| Cryptomonas cf.erosa  | 8.3          | 20.7         | -            | 2.5          | 20.4         | 29.9         |
| Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)                                   | 6.8          | 24.8         | 14.4         | 10.6         | 7.4          | 14.4         |
| Cryptomonas marssonii   | 0.7          | 3.0          | 0.3          | 0.5          | 0.3          | 0.8          |
| Cryptomonas spp. (l=24-28)  | 13.2         | 9.4          | 10.2         | 10.5         | 11.5         | 26.5         |
| Katablepharis ovalis  | 0.6          | 15.9         | 7.2          | 2.4          | 1.9          | 1.7          |
| Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)                                   | 125.8        | 193.5        | 55.7         | 21.1         | 24.5         | 31.0         |
| Rhodomonas lens   | -            | -            | 1.2          | -            | -            | -            |
| Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)                                      | -            | 4.4          | 6.0          | 3.7          | 1.8          | 4.2          |
| <b>Dinophyceae (fureflagellater)</b>                                      |              |              |              |              |              |              |
| Amphidinium sp.   | 0.7          | -            | -            | -            | -            | -            |
| Gymnodinium cf.lacustre   | -            | 3.2          | 1.1          | 2.8          | 0.9          | -            |
| Gymnodinium cf.uberrimum  | -            | -            | -            | 7.2          | 5.6          | -            |
| Gymnodinium helveticum  | 12.0         | 16.0         | -            | 10.0         | 8.0          | 8.0          |
| Gymnodinium sp. (l=14-16)   | 0.7          | -            | -            | 1.2          | -            | 0.5          |
| Peridiniopsis edax  | -            | 1.9          | -            | -            | -            | -            |
| Peridinium palatinum  | -            | -            | -            | 8.0          | -            | -            |
| Peridinium sp. (l=15-17)  | -            | 1.3          | -            | -            | -            | -            |
| Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)                                     | -            | -            | 0.7          | 13.3         | 1.5          | 0.5          |
| Ubest.dinoflagellat   | 0.7          | 2.7          | 1.6          | 1.1          | 0.5          | -            |
| <b>Sum</b>  | <b>14.0</b>  | <b>25.0</b>  | <b>3.4</b>   | <b>43.5</b>  | <b>16.6</b>  | <b>9.0</b>   |
| <b>My-alger</b>   |              |              |              |              |              |              |
| My-alger  | 7.5          | 13.7         | 12.8         | 10.0         | 5.7          | 5.6          |
| <b>Totalsum (mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg våtvekt/m<sup>3</sup>)</b> | <b>322.3</b> | <b>748.1</b> | <b>264.8</b> | <b>379.6</b> | <b>241.2</b> | <b>207.0</b> |

Tabell VII. Kvantitative planteplanktonprøver fra Mjøsa (st. Furnesfjorden, bl.pr. 0-10m).  
 Volum mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg våtvekt/m<sup>3</sup>.

| Dato  | 980518       | 980610       | 980714       | 980812       | 980909       | 981007       |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Gruppe  | Volum        | Volum        | Volum        | Volum        | Volum        | Volum        |
| <b>Arter</b>  |              |              |              |              |              |              |
| <b>Cyanophyceae (blågrønnalger)</b>                                       |              |              |              |              |              |              |
| Planktothrix agardhii   |              |              |              | 0.7          |              |              |
| <b>Chlorophyceae (grønnalger)</b>   |              |              |              |              |              |              |
| Chlamydomonas sp. (l=12)  | 3.2          |              | 1.3          | 2.1          | 0.5          | 0.3          |
| Chlamydomonas sp. (l=8)   |              | 0.3          |              |              | 1.2          | 1.2          |
| Cosmarium contractum  |              |              |              |              | 0.6          |              |
| Dictyosphaerium subsolitarium   |              |              |              |              | 0.8          |              |
| Elakatothrix gelatinosa (genevensis)                                      | 0.7          | 0.8          | 0.4          |              |              |              |
| Gloetitia sp.   |              |              | 0.9          | 8.6          |              |              |
| Koliella longiseta  |              | 0.8          |              |              |              |              |
| Koliella sp.  | 0.3          |              |              |              |              |              |
| Monoraphidium contortum   |              |              | 0.2          |              |              |              |
| Monoraphidium dybowskii   |              |              | 0.7          | 0.8          |              |              |
| Nephrocytium lunatum  |              |              |              |              | 0.2          |              |
| Oocystis submarina v. variabilis  |              |              | 0.5          |              | 0.6          |              |
| Paramastix conifera   | 0.8          |              |              |              |              |              |
| Paulschulzia pseudovolvox   |              |              |              | 0.4          |              |              |
| Platymonas sp.  | 0.7          |              | 3.2          |              |              |              |
| Scenedesmus opoliensis  |              |              | 0.2          |              |              |              |
| Scourfieldia complanata   |              |              |              |              |              |              |
| Selenastrum capricornutum   |              |              |              | 0.2          |              |              |
| Tetraedron minimum v. tetralobulatum                                      |              |              | 0.1          | 0.3          |              | 0.1          |
| Ubest. ellipsoideisk gr.alge  |              |              |              |              | 0.5          |              |
| Ubest. gr. flagellat  | 2.4          |              |              |              |              |              |
| <b>Sum</b>  | <b>8.0</b>   | <b>1.9</b>   | <b>7.6</b>   | <b>12.4</b>  | <b>4.4</b>   | <b>1.6</b>   |
| <b>Chrysophyceae (gulltalger)</b>   |              |              |              |              |              |              |
| Aulomonas purdyi  |              |              | 0.1          |              |              |              |
| Bitrichia chodatii  |              |              |              |              | 0.3          |              |
| Chrysochromulina parva  | 6.0          | 60.1         | 6.3          | 7.4          | 1.3          | 0.5          |
| Craspedomonader   | 0.3          |              | 1.3          | 3.2          | 0.4          | 0.5          |
| Cyster av Chrysolykos skjui   | 0.3          |              |              |              | 0.8          |              |
| Cyster av chrysophyceer   |              |              |              |              |              |              |
| Cyster av Dinobryon spp.  |              | 3.7          |              |              |              |              |
| Dinobryon bavaricum   | 0.1          | 0.8          | 0.6          |              |              |              |
| Dinobryon borgei  | 0.4          | 1.3          | 0.3          | 0.3          |              |              |
| Dinobryon crenulatum  |              | 0.8          | 0.4          |              |              |              |
| Dinobryon divergens   |              | 0.7          | 1.4          |              |              |              |
| Dinobryon sertularia  |              | 2.5          | 4.8          |              |              |              |
| Dinobryon sociale   |              | 2.5          | 10.5         |              |              |              |
| Dinobryon suecicum v. longispinum   |              |              | 0.5          |              |              |              |
| Kephyron sp.  |              |              | 0.7          |              |              |              |
| Løse celler Dinobryon spp.  |              |              | 3.9          |              |              |              |
| Mallomonas akrokomos (v.parvula)  | 0.7          | 1.2          | 1.2          | 3.2          | 2.1          | 3.7          |
| Mallomonas cf. maiorensis   |              | 1.3          |              |              |              |              |
| Mallomonas elongata   |              |              |              | 1.5          |              | 0.8          |
| Mallomonas punctifera (M.reginae)   |              | 0.3          |              | 3.8          |              | 0.4          |
| Mallomonas spp.   |              |              |              |              | 1.7          |              |
| Ochromonas sp. (d=3.5-4)  | 5.3          | 1.4          | 4.4          | 5.7          | 3.4          | 3.6          |
| Pseudokephryon alaskanum  |              |              | 0.3          | 0.2          |              |              |
| Sms chrysonader (<7)  | 33.9         | 61.1         | 21.9         | 22.6         | 10.7         | 11.9         |
| Spiniferomonas sp.  |              |              | 1.3          | 0.3          | 0.3          |              |
| Store chrysonader (>7)  | 8.6          | 17.2         | 6.9          | 12.9         | 7.8          | 13.8         |
| Synura sp. (l=9-11 b=8-9)   |              | 1.0          |              |              |              |              |
| Ubest. chrysonade (Ochromonas sp.?)                                       |              |              |              | 0.3          | 0.7          | 0.3          |
| Ubest. chrysophyceer  |              |              | 0.3          |              |              |              |
| Uroglena americana  |              | 106.1        | 6.1          |              |              |              |
| <b>Sum</b>  | <b>55.5</b>  | <b>261.9</b> | <b>73.1</b>  | <b>61.4</b>  | <b>29.5</b>  | <b>35.6</b>  |
| <b>Bacillariophyceae (kisetalger)</b>                                     |              |              |              |              |              |              |
| Asterionella formosa  | 20.8         | 58.3         | 9.0          | 25.6         | 3.4          | 4.3          |
| Aulacoseira alpigena  |              |              |              |              | 0.7          |              |
| Aulacoseira islandica (morf. helvetica)                                   | 21.7         | 9.1          | 3.5          |              |              |              |
| Aulacoseira italica v. tenuissima   | 0.7          | 0.6          | 0.2          |              |              |              |
| Cyclotella comta v. oligactis   |              |              | 2.7          | 15.9         | 5.5          | 9.2          |
| Cyclotella glomerata  |              |              |              | 0.9          | 0.4          | 0.4          |
| Cyclotella radiosa  |              |              |              | 12.6         | 0.5          |              |
| Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)   |              |              |              |              | 1.3          |              |
| Diatoma tenuis  | 0.2          |              |              |              |              |              |
| Fragilaria crotonensis  | 1.1          |              |              | 0.8          | 3.3          | 11.0         |
| Fragilaria sp. (l=30-40)  | 1.7          | 12.8         | 5.0          | 6.7          | 2.2          | 1.1          |
| Fragilaria ulna (morfotyp "acus")   | 20.0         | 67.9         | 3.8          |              |              |              |
| Fragilaria ulna (morfotyp "angustissima")                                 | 0.5          | 0.5          |              | 1.5          | 0.5          |              |
| Fragilaria ulna (morfotyp "ulna")   |              | 2.0          |              |              |              |              |
| Rhizosolenia eriensis   |              | 2.4          | 18.3         | 1.2          | 0.4          | 0.4          |
| Rhizosolenia longiseta  | 0.4          | 4.0          | 25.4         | 4.8          | 2.8          | 0.4          |
| Stephanodiscus hantzschii v. pusillus                                     |              | 1.7          |              |              |              |              |
| Stephanodiscus hantzschii   | 2.0          | 1.0          |              | 2.8          |              | 8.0          |
| Tabellaria fenestrata   | 12.6         | 13.8         | 5.1          | 127.5        | 96.3         | 12.0         |
| <b>Sum</b>  | <b>81.7</b>  | <b>174.1</b> | <b>73.1</b>  | <b>200.3</b> | <b>117.3</b> | <b>46.8</b>  |
| <b>Cryptophyceae</b>  |              |              |              |              |              |              |
| Cryptomonas cf. erosa   | 8.3          | 20.7         |              | 2.5          | 20.4         | 29.9         |
| Cryptomonas erosa v. reflexa (Cr.refl.?)                                  | 6.8          | 24.8         | 14.4         | 10.6         | 7.4          | 14.4         |
| Cryptomonas marssonii   | 0.7          | 3.0          | 0.3          | 0.5          | 0.3          | 0.8          |
| Cryptomonas spp. (l=24-28)  | 13.2         | 9.4          | 10.2         | 10.5         | 11.5         | 26.3         |
| Katablepharis ovalis  | 0.6          | 15.9         | 7.2          | 2.4          | 1.9          | 1.7          |
| Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)                                   | 125.8        | 193.5        | 55.7         | 21.1         | 24.5         | 31.0         |
| Rhodomonas lens   |              |              | 1.2          |              |              |              |
| Ubest. cryptomonade (Chroomonas sp.?)                                     |              | 4.4          | 6.0          | 3.7          | 1.8          | 4.2          |
| <b>Dinophyceae (fureflagellater)</b>                                      |              |              |              |              |              |              |
| Amphidinium sp.   | 0.7          |              |              |              |              |              |
| Gymnodinium cf. lacustre  |              | 3.2          | 1.1          | 2.8          | 0.9          |              |
| Gymnodinium cf. uberrimum   |              |              |              | 7.2          | 5.6          |              |
| Gymnodinium helveticum  | 12.0         | 16.0         |              | 10.0         | 8.0          | 8.0          |
| Gymnodinium sp. (l=14-16)   | 0.7          |              |              | 1.2          |              | 0.5          |
| Peridiniopsis edax  |              | 1.9          |              |              |              |              |
| Peridinium palatinum  |              |              |              | 8.0          |              |              |
| Peridinium sp. (l=15-17)  |              | 1.3          |              |              |              |              |
| Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)                                     |              |              | 0.7          | 13.3         | 1.5          | 0.5          |
| Ubest. dinoflagellat  | 0.7          | 2.7          | 1.6          | 1.1          | 0.5          |              |
| <b>Sum</b>  | <b>14.0</b>  | <b>25.0</b>  | <b>3.4</b>   | <b>43.5</b>  | <b>16.6</b>  | <b>9.0</b>   |
| <b>My-alger</b>   |              |              |              |              |              |              |
| My-alger  | 7.5          | 13.7         | 12.8         | 10.0         | 5.7          | 5.6          |
| <b>Totalsum (mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg våtvekt/m<sup>3</sup>)</b> | <b>322.3</b> | <b>748.1</b> | <b>264.8</b> | <b>379.6</b> | <b>241.2</b> | <b>207.0</b> |

Tabell VIII. Kvantitative planteplanktonprøver fra Mjøsa (st. Skreia, bl.pr. 0-10m).  
 Volum mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg våtvekt/m<sup>3</sup>.

| Dato=>   | 980527      | 980612      | 980628       | 980713       | 980723       | 980811       | 980821       | 980906       | 980921       | 981008       | 981021       |
|--|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Gruppe   | Volum       |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Arter  | Volum       |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| <b>Cyanophyceae (blågrønnalger)</b>  |             |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Anabaena lemmermannii  | -           | -           | -            | -            | -            | 0.4          | -            | 0.8          | 0.9          | -            | 0.9          |
| Tychonema bourrellyi   | -           | -           | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Sum  | -           | -           | -            | -            | -            | 0.4          | -            | 0.8          | 0.9          | -            | 0.9          |
| <b>Chlorophyceae (grønnalger)</b>  |             |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Carteria sp. (l=6-7)   | -           | 0.4         | -            | 0.3          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Chlamydomonas sp. (l=12)   | -           | -           | 0.4          | -            | 0.4          | -            | -            | -            | -            | 1.6          | -            |
| Chlamydomonas sp. (l=8)  | -           | -           | 1.3          | 4.3          | 2.3          | 2.1          | 0.3          | 1.0          | -            | -            | -            |
| Coelastrum asterioides   | -           | -           | -            | -            | -            | 0.3          | -            | -            | -            | -            | -            |
| Dictyosphaerium pulchellum   | -           | -           | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 0.7          |
| Dictyosphaerium subsolitarium  | -           | -           | -            | -            | -            | 0.3          | -            | -            | -            | -            | -            |
| Elakatothrix gelatinosa (genevensis)                                       | -           | -           | -            | 0.3          | -            | 0.5          | -            | 0.3          | -            | -            | -            |
| Gloeotila pulchra  | -           | -           | -            | -            | -            | 2.4          | 1.6          | -            | -            | -            | -            |
| Gyromitus cordiformis  | -           | -           | -            | -            | -            | 1.3          | -            | 0.1          | 2.5          | 0.3          | -            |
| Koliella sp.   | 0.3         | 0.1         | -            | -            | -            | 0.1          | 0.1          | -            | -            | 0.4          | -            |
| Monoraphidium contortum  | -           | -           | -            | -            | 0.2          | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Monoraphidium dyboskii   | -           | -           | -            | -            | -            | 0.3          | -            | 0.5          | 0.2          | 0.2          | -            |
| Monoraphidium griffithii   | -           | -           | 0.2          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Nephrocyclium limneticum   | -           | -           | -            | -            | -            | -            | -            | 0.4          | -            | -            | -            |
| Oocystis submarina v. variabilis   | -           | -           | -            | 0.2          | 0.3          | 1.2          | -            | 0.6          | -            | -            | -            |
| Paulschulzia pseudovolvox  | -           | -           | -            | 0.8          | -            | 0.8          | 2.0          | -            | -            | -            | -            |
| Scenedesmus armatus  | -           | -           | -            | -            | 1.1          | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Selenastrum capricornutum  | -           | -           | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 0.2          | -            | -            |
| Sphaerocystis schroeteri   | -           | -           | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 0.5          | -            | -            |
| Tetraedron minimum v. tetralobulatum                                       | -           | -           | -            | 0.3          | -            | 0.3          | -            | 0.3          | -            | -            | -            |
| Ubest. ellipsoidisk gr. alge   | -           | -           | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 1.7          |
| Ubest. gr. flagellat   | 0.6         | 0.1         | 0.2          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Sum  | 0.9         | 0.5         | 2.1          | 6.2          | 4.3          | 9.6          | 4.0          | 3.0          | 3.5          | 2.5          | 2.3          |
| <b>Chrysophyceae (gullalger)</b>   |             |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Aulacomas parvif   | -           | -           | 0.1          | -            | 0.1          | -            | -            | -            | -            | 0.7          | -            |
| Bitridia chodatii  | -           | -           | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 2.0          |
| Chrysochromulina parva   | 0.2         | 0.2         | 4.2          | 10.5         | 3.8          | 14.1         | 3.9          | 2.1          | -            | 1.2          | -            |
| Chrysoykos planctonicus  | -           | -           | -            | -            | -            | 0.2          | 0.2          | 0.1          | -            | -            | -            |
| Chrysoykos skujai  | -           | 0.2         | 0.6          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Craspedomonader  | 0.8         | 1.2         | 0.4          | 0.4          | 1.2          | 1.7          | 2.2          | 0.3          | -            | 1.5          | 0.5          |
| Dinobryon bavarium   | -           | -           | 1.1          | 2.0          | 0.1          | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Dinobryon borgei   | -           | 0.1         | 0.2          | 0.2          | -            | 0.6          | -            | 0.2          | 0.1          | 0.1          | -            |
| Dinobryon crenulatum   | -           | -           | -            | 1.3          | -            | 0.8          | 0.4          | -            | 0.4          | -            | -            |
| Dinobryon cylindricum  | -           | -           | -            | 0.6          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Dinobryon divergens  | -           | -           | 0.8          | 2.5          | 0.7          | 0.9          | 0.4          | -            | -            | -            | -            |
| Dinobryon sertularia   | -           | -           | 1.4          | 2.2          | 0.7          | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Dinobryon sociale  | -           | -           | 0.7          | 8.1          | 1.8          | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Dinobryon sociale v. americanum  | -           | -           | 0.4          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Dinobryon succinctum v. longispinum  | -           | 0.1         | -            | 0.2          | 0.8          | 0.3          | -            | 0.4          | -            | -            | -            |
| Kephyrion boreale  | -           | -           | -            | 0.1          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Lasse celler Dinobryon spp.  | -           | -           | -            | 1.4          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Mallomonas akrokomas (v. parvula)  | -           | -           | 2.0          | 0.5          | -            | 1.6          | 0.5          | 1.2          | 0.9          | 2.7          | 0.5          |
| Mallomonas caudata   | -           | -           | -            | -            | 0.7          | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Mallomonas cf. majonensis  | -           | -           | -            | -            | -            | 1.7          | -            | -            | -            | -            | -            |
| Mallomonas crassiscama   | -           | -           | 2.3          | -            | -            | 1.9          | 2.3          | -            | -            | -            | -            |
| Mallomonas punctifera (M. reginae)   | -           | 0.7         | 1.4          | 1.8          | 11.9         | 1.6          | -            | -            | 6.9          | 2.4          | 2.7          |
| Mallomonas spp.  | -           | -           | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 2.0          | -            |
| Ochromonas sp. (d=3.5-4)   | 1.1         | 2.0         | 4.7          | 7.0          | 4.8          | 7.3          | 4.4          | 5.6          | 5.0          | 3.1          | 3.1          |
| Pseudokephyrion alaskanum  | -           | -           | -            | 0.2          | 0.2          | 0.5          | 0.5          | 0.3          | -            | -            | -            |
| Pseudokephyrion entzii   | -           | -           | 2.9          | 0.5          | 0.3          | 0.3          | -            | -            | -            | -            | -            |
| Snå chrysomonader (<7)   | 3.1         | 5.3         | 27.2         | 20.0         | 15.0         | 29.3         | 15.5         | 11.7         | 7.6          | 6.9          | 5.2          |
| Spiniferomonas sp.   | -           | 0.2         | 1.3          | 0.6          | 0.3          | 4.3          | 0.3          | -            | -            | -            | -            |
| Stelaxomonas dichotoma   | -           | -           | 1.2          | -            | 0.3          | -            | 0.3          | -            | 2.1          | 0.3          | -            |
| Stone chrysomonader (<7)   | 1.3         | 3.4         | 31.9         | 10.3         | 13.8         | 23.3         | 10.3         | 6.9          | 5.2          | 6.0          | 4.3          |
| Synura sp. (l=9-11 b=8-9)  | -           | -           | 0.9          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Ubest. chrysomonade (Ochromonas sp.?)                                      | -           | 1.0         | -            | 1.0          | -            | 0.7          | -            | 0.3          | -            | -            | -            |
| Ubest. chrysophyceae   | -           | -           | -            | 0.7          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Ubest. chrysophyceae (l=8-9)   | -           | -           | 0.4          | -            | -            | -            | 0.1          | -            | -            | -            | -            |
| Uroglena americana   | -           | 2.2         | 10.3         | 8.6          | 0.7          | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Sum  | 6.5         | 16.5        | 96.4         | 80.7         | 57.2         | 91.0         | 41.2         | 29.2         | 28.1         | 26.9         | 18.4         |
| <b>Bacillariophyceae (kiselalger)</b>                                      |             |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Asterionella formosa   | 3.0         | 0.9         | 21.9         | 7.7          | 10.5         | 4.4          | 23.1         | 4.1          | 4.6          | 6.6          | 4.7          |
| Aulacoseira alpicera   | -           | -           | -            | -            | -            | 1.2          | 1.3          | -            | 0.8          | -            | -            |
| Aulacoseira islandica (morf. islandica)                                    | 10.8        | 15.6        | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Cyclotella ocaia v. oligactis  | -           | -           | -            | 2.3          | -            | 13.5         | 9.9          | 4.5          | 9.0          | -            | -            |
| Cyclotella glomerata   | -           | 0.7         | 0.2          | 0.5          | -            | -            | -            | -            | 0.3          | 0.6          | 0.6          |
| Diatoma tenuis   | -           | -           | 1.4          | 1.9          | -            | -            | -            | -            | -            | 0.4          | -            |
| Fragilaria crotonensis   | -           | -           | -            | -            | -            | 1.1          | 1.7          | 2.2          | 10.4         | 23.1         | 6.6          |
| Fragilaria sp. (l=30-40)   | 0.8         | 0.9         | 5.6          | 1.1          | 2.2          | 1.7          | 3.3          | 2.8          | 1.7          | 0.6          | 0.1          |
| Fragilaria sp. (l=60-70)   | -           | -           | -            | -            | -            | -            | -            | 0.2          | 0.2          | -            | -            |
| Fragilaria ulna (morfotypus "acus")  | 4.0         | 8.6         | 15.4         | 3.0          | 6.9          | 3.0          | 1.7          | 0.5          | 0.5          | -            | 0.3          |
| Fragilaria ulna (morfotypus "argustissima")                                | -           | -           | 0.5          | 0.5          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 0.5          |
| Rhizosolenia longiseta   | -           | -           | 2.8          | 13.9         | 23.5         | 4.8          | 4.0          | -            | 6.5          | 1.2          | 0.5          |
| Rhizosolenia eriensis  | -           | -           | 3.2          | 23.5         | 26.6         | 3.2          | 4.8          | 2.0          | 0.8          | 1.2          | 0.4          |
| Stephanodiscus hantzschii  | 1.0         | 0.8         | -            | 1.3          | 1.6          | 12.8         | 10.2         | 103.4        | 2.4          | 14.0         | 14.0         |
| Tabellaria fenestrata  | -           | 8.1         | 0.6          | 4.2          | 10.2         | 64.8         | 84.3         | 51.5         | 19.8         | 2.1          | 7.2          |
| Tabellaria flocculosa v. asterionelloides                                  | -           | -           | -            | -            | -            | -            | 2.6          | -            | -            | -            | -            |
| Sum  | 20.0        | 36.0        | 51.5         | 59.8         | 81.5         | 110.4        | 147.3        | 171.0        | 56.5         | 49.7         | 35.5         |
| <b>Cryptophyceae</b>   |             |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Cryptaulax vulgaris  | 0.3         | 0.3         | 0.3          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 0.3          |
| Cryptomonas cf. erosa  | -           | 1.3         | -            | 2.9          | 4.6          | 6.0          | 7.2          | 5.1          | 68.0         | 11.7         | 8.1          |
| Cryptomonas erosa v. reflexa (Cr. refl.?)                                  | -           | -           | 1.2          | 7.2          | 2.0          | 15.5         | 10.6         | 8.4          | 27.6         | 19.4         | 17.6         |
| Cryptomonas marssonii  | -           | -           | -            | -            | -            | 6.0          | 10.9         | 1.0          | 0.7          | 2.4          | 2.5          |
| Cryptomonas sp. (l=20-22)  | -           | -           | -            | -            | -            | -            | -            | 3.1          | -            | 10.1         | -            |
| Cryptomonas spp. (l=24-28)   | 1.2         | 1.0         | 3.0          | 3.5          | 3.0          | 5.2          | 11.0         | 14.5         | 7.6          | 13.6         | 20.5         |
| Katablepharis ovalis   | 0.5         | 0.4         | 6.7          | 6.2          | 1.2          | 4.8          | 0.7          | 1.7          | 0.2          | 2.7          | 0.5          |
| Rhodomonas lacustris (+v nanoplantica)                                     | 5.8         | 11.1        | 94.7         | 66.9         | 57.6         | 50.9         | 39.1         | 27.0         | 17.9         | 26.0         | 18.6         |
| Rhodomonas lens  | -           | -           | 1.1          | -            | -            | -            | -            | 1.1          | -            | -            | -            |
| Ubest. cryptomonade (Chromonas sp.?)                                       | -           | -           | -            | -            | -            | 3.4          | -            | 2.3          | -            | 0.5          | -            |
| Sum  | 7.7         | 14.1        | 106.9        | 86.7         | 68.4         | 91.8         | 79.6         | 64.1         | 122.0        | 86.3         | 68.1         |
| <b>Dinophyceae (fureflagellater)</b>                                       |             |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| Ceratium hirundinella  | -           | -           | -            | 6.0          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Gymnodinium cf. lacustre   | 0.7         | 1.2         | 3.6          | 2.0          | 1.3          | 4.0          | 5.3          | 0.9          | -            | -            | -            |
| Gymnodinium cf. uberrimum  | -           | -           | -            | -            | -            | 2.4          | -            | -            | -            | 2.8          | -            |
| Gymnodinium helveticum   | 3.2         | 2.0         | 6.0          | 2.0          | -            | -            | 2.0          | 2.0          | 4.0          | 6.0          | -            |
| Peridinium sp. (l=15-17)   | -           | -           | 0.3          | 0.7          | 0.7          | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Peridinium umbonatum (P. inconspicuum)                                     | -           | -           | -            | -            | 0.5          | 6.4          | 3.6          | 1.5          | -            | -            | -            |
| Peridinium willei  | -           | -           | -            | -            | -            | -            | -            | -            | 9.0          | -            | -            |
| Ubest. dinoflagellat   | -           | -           | 0.5          | 1.4          | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Sum  | 3.9         | 3.2         | 10.4         | 12.0         | 2.4          | 12.8         | 10.9         | 4.4          | 13.0         | 8.8          | -            |
| <b>My-alger</b>  |             |             |              |              |              |              |              |              |              |              |              |
| My-alger   | 1.7         | 2.5         | 12.2         | 20.7         | 8.0          | 12.9         | 10.1         | 11.3         | 6.1          | 8.0          | 5.8          |
| <b>Total sum (mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg våtvekt/m<sup>3</sup>)</b> | <b>40.8</b> | <b>72.9</b> | <b>279.5</b> | <b>266.1</b> | <b>221.7</b> | <b>328.9</b> | <b>293.1</b> | <b>284.0</b> | <b>230.0</b> | <b>182.1</b> | <b>131.1</b> |

Tabell IX. Målt primærproduksjon ( $C_{14}$ -teknikk) ved stasjon, Skreia i 1998.

| Dato                                   | 27/5 | 12/6 | 29/6 | 13/7 | 23/7 | 11/8 | 21/8 | 6/9 | 21/9 | 8/10 | 21/10 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-------|
| Dagsprod.<br>mg C/m <sup>2</sup> /døgn | 12   | 24   | 74   | 87   | 74   | 131  | 85   | 85  | 113  | 63   | 54    |

Årsproduksjon (g C/m<sup>2</sup>/år): 12,4  
 Midlere døgnproduksjon (mg C/m<sup>2</sup>/døgn): 68,1  
 Maksimum døgnproduksjon (mg C/m<sup>2</sup>/døgn): 131

|                             |                              |
|-----------------------------|------------------------------|
| Antatt reell årsproduksjon: | 25 - 31 C/m <sup>2</sup> /år |
|-----------------------------|------------------------------|

Tabell X. Forekomst av planktonkrepsdyr i Mjøsas frie vannmasser, stasjon Skreia i 1998, uttrykt som individtall og mg tørrvekt pr. m<sup>2</sup> fra sjiktet 0-50 m. Forekomst av Mysis er uttrykt som individtall og mg tørrvekt og Gammaracanthus som individtall pr. m<sup>2</sup> fra sjiktet 0-120 m.

| Art  | Dato   | 27.5  | 12.6   | 29.6   | 13.7  | 23.7   | 11.8   | 21.8   | 6..9   | 21.9   | 8.10   | 21.10  |
|--|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| <i>Hoppkreps</i>                           |        |       |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |
| <i>Limnocalanus macrurus</i>               | 32940  | 13680 | 1980   | 1320   | 100   | -      | -      | -      | 160    | 280    | -      | 1000   |
| <i>Eudiaptomus gracilis</i>                | 99520  | 35680 | 72700  | 78340  | 13980 | 129100 | 108000 | 147440 | 38480  | 38480  | 26880  | 17920  |
| <i>Heterocope appendiculata</i>            | 2680   | 1420  | 7600   | 4440   | 300   | 2700   | 140    | 860    | -      | -      | -      | -      |
| <i>Cyclops lacustris</i>                   | 15420  | 13280 | 5220   | 2380   | 600   | -      | 10900  | 2660   | 3280   | 8400   | 11460  | 11460  |
| <i>Thermocyclops oithonoides/</i>          |        |       |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |
| <i>Mesocyclops leuckarti</i>               | 6100   | 3300  | 22860  | 40440  | 11440 | 46740  | 75380  | 505540 | 135760 | 55820  | 20140  | 20140  |
| <i>Cyclopoida ubest.</i>                   | 1840   | 420   | 540    | 220    | -     | 1000   | 760    | 1820   | 500    | 2460   | 2520   | 2520   |
| <i>Kamulopper:</i>                         |        |       |        |        |       |        |        |        |        |        |        |        |
| <i>Daphnia galeata</i>                     | -      | 600   | -      | 500    | 280   | 15620  | 2120   | 54660  | 10960  | 17920  | 1900   | 1900   |
| <i>Daphnia cristata</i>                    | -      | 240   | -      | 360    | -     | 5820   | 10340  | 115060 | 60180  | 160160 | 50440  | 50440  |
| <i>Bosmina longispina</i>                  | 880    | 260   | 15060  | 172180 | 13980 | 95060  | 265480 | 92440  | 29940  | 58160  | 17980  | 17980  |
| <i>Bosmina longirostris</i>                | -      | -     | -      | 3800   | 360   | 40     | -      | 300    | -      | 940    | 160    | 160    |
| <i>Holopedium gibberum</i>                 | -      | 280   | 240    | 2380   | 2240  | 8460   | 3340   | 2980   | -      | -      | -      | -      |
| <i>Leptodora kindtii</i>                   | -      | -     | -      | 1040   | 120   | 5500   | 1280   | 1860   | -      | -      | -      | -      |
| <i>Polyphemus pediculus</i>                | -      | -     | -      | 460    | 1000  | 4280   | 3160   | 40     | 80     | 160    | -      | -      |
| <i>Ceriodaphnia sp.</i>                    | -      | -     | -      | -      | -     | -      | 40     | -      | -      | -      | -      | -      |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i>             | -      | -     | -      | -      | -     | -      | -      | 600    | -      | -      | -      | -      |
| Sum krepsdyrplankton                       | 159380 | 69160 | 126200 | 307860 | 44400 | 314320 | 480940 | 926420 | 279460 | 330900 | 123520 | 123520 |
| Biomasse, mg tørrvekt                      | 754,6  | 620,7 | 465,8  | 1047,3 | 124,4 | 896,5  | 1034,2 | 1992,7 | 728,9  | 1039,9 | 457,7  | 457,7  |
| <i>Mysis relicta</i> totalt/m <sup>2</sup> | 47     | 312   | 272    | 295    | 389   | 142    | 284    | 240    | 316    | 167    | 129    | 129    |
| Ettårige                                   | 37     | 264   | 174    | 231    | 312   | 85     | 248    | 179    | 260    | 144    | 97     | 97     |
| Flerårige                                  | 10     | 48    | 98     | 64     | 77    | 57     | 36     | 61     | 56     | 23     | 32     | 32     |
| Biomasse, mg tørrvekt/m <sup>2</sup>       | 24     | 142   | 355    | 303    | 429   | 336    | 361    | 497    | 620    | 314    | 317    | 317    |
| <i>Gammaracanthus loricatus</i>            | -      | -     | -      | -      | 2     | 1      | -      | -      | -      | -      | -      | -      |

Tabell XI Forekomst av koliforme bakterier (37°C) og termostabile koliforme bakterier (44°C) uttrykt som antall/100ml samt kimtall uttrykt som antall/1ml ved den synoptiske undersøkelsen 10.august 1998.

| Dyp<br>Stasjon | 1m   |      | 15m  |      | 30m  |      | 1m      | 15m     | 30m     |
|----------------|------|------|------|------|------|------|---------|---------|---------|
|                | 37°C | 44°C | 37°C | 44°C | 37°C | 44°C | Kimtall | Kimtall | Kimtall |
| 1              | 8    | 0    | 30   | 2    | -    | -    | 120     | 155     | -       |
| 2              | 6    | 3    | 3    | 0    | 28   | 4    | 110     | 138     | 178     |
| 3              | 29   | 3    | 6    | 0    | 1    | 0    | 91      | 43      | 55      |
| 4              | 4    | 3    | 17   | 0    | 5    | 0    | 71      | 40      | 31      |
| 5              | 8    | 1    | 5    | 6    | 7    | 0    | 30      | 68      | 56      |
| 6              | 2    | 0    | 3    | 0    | 0    | 0    | 58      | 27      | 32      |
| 7              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 35      | 17      | 17      |
| 8              | 3    | 0    | 3    | 0    | 2    | 0    | 57      | 27      | 6       |
| 9              | 1    | 1    | 1    | 0    | 1    | 0    | 26      | 22      | 42      |
| 10             | 0    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 24      | 12      | 23      |
| 11             | 1    | 0    | 1    | 0    | 0    | 0    | 16      | 42      | 54      |
| 12             | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 36      | 72      | 126     |
| 13             | 20   | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 27      | 11      | 13      |
| 14             | 0    | 0    | 0    | 0    | 3    | 2    | 11      | 7       | 17      |
| 15             | 42   | 1    | 9    | 0    | -    | -    | 63      | 30      | -       |
| 16             | 30   | 1    | 6    | 5    | 7    | 0    | 150     | 34      | 84      |
| 17             | 42   | 1    | 6    | 0    | 2    | 0    | 30      | 13      | 13      |
| 18             | 3    | 0    | 1    | 2    | 0    | 0    | 10      | 13      | 15      |
| 19             | 0    | 0    | 20   | 5    | 0    | 1    | 18      | 48      | 20      |
| 20             | 4    | 0    | 7    | 0    | -    | -    | 12      | 53      | -       |
| 20a            | 120  | 44   | -    | -    | -    | -    | 1000    | -       | -       |
| 21             | 0    | 2    | 3    | 1    | 11   | 1    | 15      | 14      | 76      |
| 22             | 0    | 0    | 1    | 1    | 0    | 0    | 28      | 35      | 17      |
| 23             | 2    | 0    | 2    | 1    | -    | -    | 18      | 96      | -       |
| 24             | 0    | 0    | 3    | 0    | 1    | 0    | 4       | 22      | 15      |
| 25             | 0    | 0    | 1    | 0    | 1    | 0    | 10      | 10      | 11      |
| 26             | 4    | 2    | 2    | 1    | 1    | 1    | 9       | 3       | 14      |
| 27             | 1    | 0    | 0    | 0    | 1    | 0    | 9       | 9       | 2       |
| 28             | 20   | 1    | 0    | 0    | 2    | 1    | 92      | 10      | 11      |
| 29             | 8    | 2    | 2    | 0    | 0    | 0    | 12      | 13      | 3       |
| 30             | 3    | 1    | 1    | 0    | 3    | 1    | 19      | 15      | 13      |
| 31             | 0    | 0    | 0    | 0    | 14   | 1    | 9       | 6       | 25      |
| 32             | 33   | 9    | 45   | 9    | -    | -    | 126     | 116     | -       |
| 33             | 7    | 3    | 7    | 0    | 17   | 2    | 34      | 6       | 31      |
| 34             | 4    | 1    | 2    | 1    | 2    | 0    | 6       | 7       | 6       |
| 35             | 14   | 3    | 3    | 0    | 1    | 0    | 6       | 7       | 4       |
| 36             | 1    | 0    | 1    | 0    | 2    | 0    | 7       | 3       | 2       |
| 37             | 2    | 2    | 1    | 0    | 1    | 0    | 5       | 8       | 9       |
| 38             | 1    | 1    | 0    | 0    | 1    | 0    | 2       | 11      | 10      |

---

VEDLEGG NR.3  
PRIMÆRDATA FOR TILLØPSELVENE  
OG  
TRANSPORTBEREGNINGER

Anmerkninger:

Benevning næringsalter (C):  $\text{mg/m}^3 = \text{mg/l}$  på prøvetakingsdagen

Q = Vannføring på prøvetakingsdagen,  $\text{m}^3/\text{s}$

Q-mnd. = Vannttransport i måneden, mill.  $\text{m}^3$  (V)

Stofftransporten er beregnet månedsvis etter formelen:

$$S = \frac{\text{sum (Q. C)}}{\text{sum Q}} \cdot V$$

Vannføringsveide middelverdier er beregnet etter formelen:

$$C = \frac{S}{V} \quad \text{der :}$$

S = stofftransporten i perioden

V = vannttransporten i perioden

---

| Lågen. Målte konsentrasjoner, beregnet månedstransport<br>samt volumveide middelv. i 1998. |               |               |                             |                                  |                |               |                    |               |
|--|---------------|---------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------|---------------|--------------------|---------------|
| Dato   |               |               |                             |                                  | Stofftransport |               | Vol.veide middelv. |               |
|  | Tot-P<br>µg/l | Tot-N<br>µg/l | Vannf.<br>m <sup>3</sup> /s | Vol.mnd.<br>mill. m <sup>3</sup> | Tot-P<br>tonn  | Tot-N<br>tonn | Tot-P<br>µg/l      | Tot-N<br>µg/l |
| 980114   | 4             | 214           | 117,15                      | 302,79                           | 1,211          | 64,8          | 4                  | 214           |
| 980216   | 2             | 188           | 93,13                       | 277,53                           | 0,555          | 52,2          | 2                  | 188           |
| 980316   | 8             | 214           | 100,92                      |                                  |                |               |                    |               |
| 980331   | 4             | 216           | 113,01                      | 287,61                           | 1,693          | 61,9          | 5,9                | 215           |
| 980407   | 4             | 228           | 100,92                      |                                  |                |               |                    |               |
| 980414   | 5             | 212           | 67,61                       |                                  |                |               |                    |               |
| 980421   | 6             | 241           | 93,13                       |                                  |                |               |                    |               |
| 980428   | 9             | 320           | 233,23                      | 299,80                           | 2,059          | 81,4          | 6,9                | 272           |
| 980505   | 21            | 270           | 422,82                      |                                  |                |               |                    |               |
| 980512   | 12            | 307           | 517,28                      |                                  |                |               |                    |               |
| 980519   | 11            | 195           | 688,31                      |                                  |                |               |                    |               |
| 980526   | 8             | 195           | 291,18                      | 1159,09                          | 15,088         | 280,2         | 13,0               | 242           |
| 980609   | 5             | 176           | 470,98                      |                                  |                |               |                    |               |
| 980617   | 7             | 290           | 501,65                      |                                  |                |               |                    |               |
| 980623   | 6             | 141           | 569,38                      | 1558,21                          | 9,380          | 311,9         | 6,0                | 200           |
| 980707   | 9             | 120           | 610,82                      |                                  |                |               |                    |               |
| 980721   | 5             | 102           | 346,14                      | 1428,92                          | 10,793         | 162,2         | 7,6                | 113           |
| 980804   | 6             | 116           | 383,71                      |                                  |                |               |                    |               |
| 980818   | 5             | 104           | 426,45                      | 859,33                           | 4,704          | 94,3          | 5,5                | 110           |
| 980901   | 5             | 138           | 170,60                      |                                  |                |               |                    |               |
| 980915   | 7             | 172           | 444,79                      |                                  |                |               |                    |               |
| 980929   | 5             | 140           | 265,61                      | 731,93                           | 4,399          | 114,0         | 6,0                | 156           |
| 981013   | 4             | 157           | 165,88                      |                                  |                |               |                    |               |
| 981026   | 6             | 193           | 175,35                      | 480,63                           | 2,416          | 84,4          | 5,0                | 175           |
| 981109   | 4             | 263           | 108,93                      |                                  |                |               |                    |               |
| 981124   | 4             | 190           | 132,02                      | 330,48                           | 1,322          | 73,7          | 4,0                | 223           |
| 981214   | 3             | 210           | 91,21                       | 288,14                           | 0,864          | 60,5          | 3,0                | 210           |
| Min  | 2             | 102           |                             |                                  |                |               |                    |               |
| Maks   | 21            | 320           |                             |                                  |                |               |                    |               |
| Middel   | 6             | 197           |                             |                                  |                |               |                    |               |
| St.avvik   | 4             | 59            |                             |                                  |                |               |                    |               |
| Median   | 5             | 195           |                             |                                  |                |               |                    |               |
| Antall pr.   | 27            | 27            |                             |                                  |                |               |                    |               |
| Året   |               |               |                             | 8004                             | 54,5           | 1441          | 6,8                | 180           |



| <b>Gausa. Målte konsentrasjoner, beregnet månedstransport<br/>samt volumveide middelverdier i 1998.</b> |               |               |                |                      |                |               |                    |               |
|---|---------------|---------------|----------------|----------------------|----------------|---------------|--------------------|---------------|
| Dato  |               |               |                |                      | Stofftransport |               | Vol.veide middelv. |               |
|   | Tot-P<br>µg/l | Tot-N<br>µg/l | Vannf.<br>m³/s | Vol.mnd.<br>mill. m³ | Tot-P<br>tonn  | Tot-N<br>tonn | Tot-P<br>µg/l      | Tot-N<br>µg/l |
| 980114  | 2             | 1340          | 7,83           | 26,04                | 0,052          | 34,9          | 2,0                | 1340          |
| 980216  | 2             | 890           | 7,56           | 17,39                | 0,035          | 15,5          | 2,0                | 890           |
| 980316  | 7             | 1500          | 4,50           |                      |                |               |                    |               |
| 980331  | 35            | 2440          | 19,32          | 16,33                | 0,485          | 36,9          | 29,7               | 2262          |
| 980407  | 6             | 1680          | 9,60           |                      |                |               |                    |               |
| 980414  | 4             | 1480          | 6,04           |                      |                |               |                    |               |
| 980421  | 9             | 1950          | 7,03           |                      |                |               |                    |               |
| 980428  | 38            | 1770          | 54,00          | 48,48                | 1,389          | 85,0          | 28,7               | 1752          |
| 980505  | 11            | 750           | 82,28          |                      |                |               |                    |               |
| 980512  | 39            | 385           | 119,31         |                      |                |               |                    |               |
| 980519  | 20            | 290           | 92,42          |                      |                |               |                    |               |
| 980526  | 3             | 460           | 26,71          | 203,80               | 4,757          | 93,2          | 23,3               | 458           |
| 980609  | 6             | 900           | 34,98          |                      |                |               |                    |               |
| 980617  | 46            | 1190          | 123,54         |                      |                |               |                    |               |
| 980623  | 5             | 1700          | 21,74          | 81,08                | 2,699          | 96,9          | 33,3               | 1195          |
| 980707  | 5             | 750           | 14,16          |                      |                |               |                    |               |
| 980721  | 3             | 460           | 11,93          | 44,73                | 0,183          | 27,6          | 4,1                | 617           |
| 980804  | 3             | 410           | 13,77          |                      |                |               |                    |               |
| 980818  | 11            | 300           | 25,97          | 34,13                | 0,281          | 11,5          | 8,2                | 338           |
| 980901  | 5             | 690           | 6,52           |                      |                |               |                    |               |
| 980915  | 15            | 540           | 57,73          |                      |                |               |                    |               |
| 980929  | 6             | 880           | 17,49          | 50,37                | 0,618          | 31,5          | 12,3               | 625           |
| 981013  | 7             | 485           | 10,56          |                      |                |               |                    |               |
| 981026  | 4             | 1020          | 64,35          | 43,45                | 0,192          | 41,0          | 4,4                | 945           |
| 981109  | 4             | 1130          | 10,23          |                      |                |               |                    |               |
| 981124  | 7             | 890           | 8,69           | 24,65                | 0,133          | 25,1          | 5,4                | 1020          |
| 981214  | 4             | 990           | 19,32          | 39,60                | 0,158          | 39,2          | 4,0                | 990           |
| Min   | 2             | 290           |                |                      |                |               |                    |               |
| Maks  | 46            | 2440          |                |                      |                |               |                    |               |
| Middel  | 11            | 1010          |                |                      |                |               |                    |               |
| St.avvik  | 12            | 552           |                |                      |                |               |                    |               |
| Median  | 6             | 890           |                |                      |                |               |                    |               |
| Antall pr.  | 27            | 27            |                |                      |                |               |                    |               |
| Året  |               |               |                | 630,05               | 11,0           | 538           | 17,4               | 855           |

| Hunnselva. Målte konsentrasjoner, beregnet månedstransport |       |      |       |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
|--|-------|------|-------|----------|--------|-------|----------|------|----------------|--|--------------------|--|
| samt volumveide middelveier i 1998.                        |       |      |       |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| Dato   | Tot-P |      | Tot-N |          | Vannf. |       | Vol.mnd. |      | Stofftransport |  | Vol.veide middelv. |  |
|  | µg/l  | µg/l | m³/s  | mill. m³ | tonn   | tonn  | µg/l     | µg/l |                |  |                    |  |
| 980119   | 22    | 1800 | 3,54  | 7,59     | 0,167  | 13,7  | 22       | 1800 |                |  |                    |  |
| 980217   | 37    | 1700 | 3,17  | 8,91     | 0,330  | 15,1  | 37       | 1700 |                |  |                    |  |
| 980316   | 25    | 1600 | 3,44  |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980331   | 134   | 4100 | 9,58  | 10,26    | 1,079  | 35,3  | 105,2    | 3439 |                |  |                    |  |
| 980408   | 20    | 1900 | 5,89  |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980414   | 10    | 1700 | 4,59  |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980421   | 20    | 2300 | 7,61  |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980427   | 54    | 2725 | 25,82 | 28,38    | 1,105  | 69,1  | 38,9     | 2434 |                |  |                    |  |
| 980504   | 21    | 1479 | 29,56 |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980519   | 21    | 1452 | 28,09 |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980525   | 16    | 1372 | 15,65 | 68,73    | 1,370  | 99,4  | 19,9     | 1446 |                |  |                    |  |
| 980608   | 32    | 1400 | 11,93 |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980617   | 54    | 1900 | 31,08 | 27,69    | 1,326  | 48,8  | 47,9     | 1761 |                |  |                    |  |
| 980701   | 26    | 1600 | 11,64 |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980707   | 33    | 1500 | 5,69  |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980721   | 23    | 1390 | 3,59  | 14,21    | 0,389  | 21,8  | 27,4     | 1537 |                |  |                    |  |
| 980803   | 24    | 1295 | 3,61  |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980818   | 45    | 1354 | 13,46 | 13,35    | 0,541  | 17,9  | 40,6     | 1342 |                |  |                    |  |
| 980901   | 21    | 1363 | 1,97  |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980914   | 82    | 2142 | 28,45 | 18,74    | 1,463  | 39,2  | 78,0     | 2092 |                |  |                    |  |
| 981001   | 22    | 1697 | 3,81  |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 981013   | 25    | 1679 | 3,09  |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 981027   | 32    | 1707 | 26,28 | 21,80    | 0,658  | 37,1  | 30,2     | 1703 |                |  |                    |  |
| 981110   | 18    | 1668 | 6,84  |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 981123   | 27    | 1783 | 4,86  | 15,42    | 0,335  | 26,5  | 21,7     | 1716 |                |  |                    |  |
| 981208   | 27    | 1960 | 5,95  |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 981216   | 27    | 2188 | 4,16  | 10,21    | 0,276  | 21,0  | 27,0     | 2054 |                |  |                    |  |
| Min  | 10    | 1295 |       |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| Maks   | 134   | 4100 |       |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| Middel   | 33    | 1806 |       |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| St.avvik   | 24    | 555  |       |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| Median   | 25    | 1697 |       |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| Antall pr.   | 27    | 27   |       |          |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| Året   |       |      |       | 245,29   | 9,040  | 444,8 | 36,9     | 1813 |                |  |                    |  |

| Lena. Målte konsentrasjoner, beregnet månedstransport<br>samt volumveide middelverdier i 1998. |       |      |                   |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
|--|-------|------|-------------------|----------------------|--------|-------|----------|------|----------------|--|--------------------|--|
| Dato   | Tot-P |      | Tot-N             |                      | Vannf. |       | Vol.mnd. |      | Stofftransport |  | Vol.veide middelv. |  |
|  | µg/l  | µg/l | m <sup>3</sup> /s | mill. m <sup>3</sup> | tonn   | tonn  | µg/l     | µg/l |                |  |                    |  |
| 980119   | 20    | 4400 | 2,29              | 4,24                 | 0,085  | 18,7  | 20       | 4400 |                |  |                    |  |
| 980217   | 26    | 5100 | 0,55              | 3,67                 | 0,095  | 18,7  | 26       | 5100 |                |  |                    |  |
| 980316   | 18    | 6300 | 0,88              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980331   | 331   | 8900 | 18,82             | 5,30                 | 1,680  | 46,6  | 317,0    | 8784 |                |  |                    |  |
| 980408   | 20    | 6400 | 3,15              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980414   | 20    | 6300 | 1,92              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980421   | 30    | 7400 | 4,96              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980427   | 114   | 5167 | 31,50             | 24,18                | 2,236  | 134,9 | 92,5     | 5580 |                |  |                    |  |
| 980504   | 47    | 2599 | 11,73             |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980519   | 21    | 3054 | 1,92              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980525   | 14    | 4045 | 1,20              | 14,51                | 0,594  | 40,3  | 41,0     | 2775 |                |  |                    |  |
| 980608   | 21    | 3000 | 1,39              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980617   | 93    | 3700 | 20,67             | 8,03                 | 0,710  | 29,4  | 88,5     | 3656 |                |  |                    |  |
| 980701   | 16    | 3300 | 3,31              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980707   | 18    | 2900 | 1,59              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980721   | 13    | 2314 | 1,59              | 4,73                 | 0,075  | 14,0  | 15,8     | 2960 |                |  |                    |  |
| 980803   | 15    | 2314 | 1,03              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980818   | 20    | 1763 | 1,81              | 3,05                 | 0,055  | 6,0   | 18,2     | 1963 |                |  |                    |  |
| 980901   | 24    | 1938 | 0,67              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 980914   | 86    | 2733 | 21,64             | 8,58                 | 0,722  | 23,2  | 84,1     | 2709 |                |  |                    |  |
| 981001   | 17    | 2348 | 2,04              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 981013   | 15    | 2882 | 1,20              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 981027   | 45    | 3148 | 18,38             | 12,57                | 0,512  | 38,4  | 40,7     | 3058 |                |  |                    |  |
| 981110   | 22    | 4723 | 2,17              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 981123   | 46    | 6164 | 4,00              | 5,66                 | 0,213  | 32,0  | 37,6     | 5657 |                |  |                    |  |
| 981208   | 13    | 6366 | 1,70              |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| 981216   | 18    | 4608 | 1,03              | 2,69                 | 0,040  | 15,3  | 14,9     | 5703 |                |  |                    |  |
| Min  | 13    | 1763 |                   |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| Maks   | 331   | 8900 |                   |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| Middel   | 42    | 4217 |                   |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| St.avvik   | 62    | 1840 |                   |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| Median   | 20    | 3700 |                   |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| Antall pr.   | 27    | 27   |                   |                      |        |       |          |      |                |  |                    |  |
| Året   |       |      |                   | 97,21                | 7,018  | 417,5 | 72,2     | 4295 |                |  |                    |  |

| Svartelva. Målte konsentrasjoner, beregnet månedstransport<br>samt volumveide middelveier i 1998. |               |               |                |                      |                |               |                    |               |
|---|---------------|---------------|----------------|----------------------|----------------|---------------|--------------------|---------------|
| Dato  | Tot-P<br>µg/l | Tot-N<br>µg/l | Vannf.<br>m³/s | Vol.mnd.<br>mill. m³ | Stofftransport |               | Vol.veide middelv. |               |
|   |               |               |                |                      | Tot-P<br>tonn  | Tot-N<br>tonn | Tot-P<br>µg/l      | Tot-N<br>µg/l |
| 980115  | 42,9          | 3179          | 3,11           | 9,14                 | 0,392          | 29,1          | 42,9               | 3179          |
| 980216  | 8,6           | 1619          | 2,75           | 7,13                 | 0,061          | 11,5          | 8,6                | 1619          |
| 980316  | 12,9          | 1255          | 3,24           |                      |                |               |                    |               |
| 980330  | 92,2          | 8753          | 29,68          | 20,12                | 1,698          | 161,3         | 84,4               | 8015          |
| 980406  | 20,7          | 1856          | 11,21          |                      |                |               |                    |               |
| 980415  | 18,0          | 2019          | 5,82           |                      |                |               |                    |               |
| 980421  | 27,1          | 3435          | 14,7           |                      |                |               |                    |               |
| 980427  | 54,2          | 1966          | 68,99          | 58,59                | 2,603          | 127,2         | 44,4               | 2171          |
| 980504  | 18,7          | 1241          | 25,08          |                      |                |               |                    |               |
| 980511  | 16,8          | 1489          | 10,39          |                      |                |               |                    |               |
| 980519  | 18,0          | 1698          | 3,52           |                      |                |               |                    |               |
| 980525  | 11,8          | 1572          | 2,59           | 29,31                | 0,520          | 39,9          | 17,7               | 1362          |
| 980608  | 13,2          | 2278          | 4,23           |                      |                |               |                    |               |
| 980617  | 77,3          | 4005          | 14,47          |                      |                |               |                    |               |
| 980622  | 22,3          | 2089          | 8,97           | 16,92                | 0,840          | 52,8          | 49,7               | 3120          |
| 980706  | 17,7          | 1850          | 3,99           |                      |                |               |                    |               |
| 980720  | 19,7          | 1222          | 4,45           | 11,88                | 0,423          | 18,0          | 35,6               | 1519          |
| 980803  | 18,0          | 997           | 3,38           |                      |                |               |                    |               |
| 980817  | 16,1          | 748           | 6,13           |                      |                |               |                    |               |
| 980831  | 12,2          | 1048          | 2,73           | 12,04                | 0,190          | 10,6          | 15,8               | 884           |
| 980914  | 44,9          | 2187          | 22,16          |                      |                |               |                    |               |
| 980928  | 15,2          | 1551          | 4,37           | 16,74                | 0,670          | 34,9          | 40,0               | 2082          |
| 981015  | 45,7          | 1883          | 8,72           |                      |                |               |                    |               |
| 981026  | 58,2          | 1917          | 37,05          | 26,19                | 1,462          | 50,0          | 55,8               | 1911          |
| 981111  | 18,7          | 1916          | 4,33           |                      |                |               |                    |               |
| 981124  | 26,0          | 2125          | 4,09           | 13,09                | 0,291          | 26,4          | 22,2               | 2018          |
| 981214  | 9,4           | 1686          | 2,87           | 7,25                 | 0,068          | 12,2          | 9,4                | 1686          |
| Min   | 8,6           | 748           |                |                      |                |               |                    |               |
| Maks  | 92,2          | 8753          |                |                      |                |               |                    |               |
| Middel  | 28,0          | 2133          |                |                      |                |               |                    |               |
| St.avvik  | 20,9          | 1478          |                |                      |                |               |                    |               |
| Median  | 18,7          | 1856          |                |                      |                |               |                    |               |
| Antall pr.  | 27            | 27            |                |                      |                |               |                    |               |
| Året  |               |               |                | 228,40               | 9,218          | 574,0         | 40,4               | 2513          |

| Flagstadelva. Målte konsentrasjoner, beregnet månedstransport<br>samt volumveide middelveier i 1998. |               |               |                |                      |                |               |                    |               |
|--|---------------|---------------|----------------|----------------------|----------------|---------------|--------------------|---------------|
| Dato   | Tot-P<br>µg/l | Tot-N<br>µg/l | Vannf.<br>m³/s | Vol.mnd.<br>mill. m³ | Stofftransport |               | Vol.veide middelv. |               |
|  |               |               |                |                      | Tot-P<br>tonn  | Tot-N<br>tonn | Tot-P<br>µg/l      | Tot-N<br>µg/l |
| 980115   | 48,0          | 3033          | 1,48           | 4,21                 | 0,202          | 12,8          | 48                 | 3033          |
| 980216   | 7,4           | 4188          | 1,09           | 2,91                 | 0,022          | 12,2          | 7,4                | 4188          |
| 980316   | 9,3           | 1755          | 0,62           |                      |                |               |                    |               |
| 980330   | 137,6         | 4346          | 5,30           | 4,03                 | 0,500          | 16,4          | 124,2              | 4075          |
| 980406   | 17,3          | 1974          | 4,00           |                      |                |               |                    |               |
| 980415   | 9,7           | 2740          | 2,03           |                      |                |               |                    |               |
| 980421   | 18,2          | 3019          | 3,56           |                      |                |               |                    |               |
| 980427   | 36,8          | 1855          | 33,18          | 23,81                | 0,765          | 47,7          | 32,1               | 2005          |
| 980504   | 15,5          | 847           | 16,29          |                      |                |               |                    |               |
| 980511   | 10,4          | 601           | 11,30          |                      |                |               |                    |               |
| 980519   | 12,7          | 1876          | 1,69           |                      |                |               |                    |               |
| 980525   | 6,1           | 2875          | 0,86           | 21,18                | 0,279          | 18,4          | 13,2               | 870           |
| 980608   | 6,5           | 2177          | 1,88           |                      |                |               |                    |               |
| 980617   | 84,0          | 3305          | 14,89          |                      |                |               |                    |               |
| 980622   | 12,9          | 2631          | 2,59           | 8,93                 | 0,598          | 27,7          | 67,0               | 3105          |
| 980706   | 7,4           | 3024          | 1,59           |                      |                |               |                    |               |
| 980720   | 12,3          | 1095          | 2,55           | 5,65                 | 0,096          | 10,4          | 16,9               | 1836          |
| 980803   | 14,2          | 963           | 2,52           |                      |                |               |                    |               |
| 980817   | 21,8          | 1083          | 5,68           |                      |                |               |                    |               |
| 980831   | 7,5           | 1865          | 0,62           | 7,23                 | 0,135          | 8,0           | 18,6               | 1104          |
| 980914   | 35,6          | 1214          | 26,58          |                      |                |               |                    |               |
| 980928   | 10,1          | 1409          | 1,80           | 9,45                 | 0,321          | 11,6          | 34,0               | 1226          |
| 981015   | 29,6          | 1420          | 4,23           |                      |                |               |                    |               |
| 981026   | 55,7          | 1370          | 34,00          | 13,32                | 0,703          | 18,3          | 52,8               | 1376          |
| 981111   | 8,5           | 2922          | 1,63           |                      |                |               |                    |               |
| 981124   | 11,9          | 2459          | 1,52           | 4,25                 | 0,043          | 11,5          | 10,1               | 2699          |
| 981214   | 6,9           | 3122          | 1,09           | 2,73                 | 0,019          | 8,5           | 6,9                | 3122          |
| Min  | 6,1           | 601           |                |                      |                |               |                    |               |
| Maks   | 137,6         | 4346          |                |                      |                |               |                    |               |
| Middel   | 24,2          | 2191          |                |                      |                |               |                    |               |
| St.avvik   | 28,5          | 982           |                |                      |                |               |                    |               |
| Median   | 12,7          | 1974          |                |                      |                |               |                    |               |
| Antall pr.   | 27            | 27            |                |                      |                |               |                    |               |
| Året   |               |               |                | 107,70               | 3,683          | 203,5         | 34,2               | 1890          |

## 6. Appendix

### FORURENSNINGSGRAD OG KLASSEINNDELING FOR BEKKER, ELVER OG INNSJØER.

#### Bekker og Elver.

##### Generelt.

Inndelingen er fremkommet ved en strengere vurdering og forenkling av saprobiesystemet som er oppstilt av dansken Fjerdingstad (1960). For mer inngående informasjon vises til Kjellberg og medarbeidere (1985). Klasseinndelingen er stort sett i direkte samsvar med SFT,s klassifisering av miljø i ferskvann (Andersen et al. 1997 og Holtan og Rosland 1992) som beskriver forurensningsgrad dvs. avvik fra forventet naturtilstand.

##### Forurensningsgrad og klasseinndeling.

**Klasse I (blå farge):** Elve- eller bekkestrekninger som ikke eller i liten grad er påvirket av forurensningstilførsel. Naturlige eller tilnærmet naturlige forhold, dvs. rentvannsforhold. Flora og fauna er sammensatt av arter som normalt burde foreligge for en slik elvestrekning. Som regel er det stabile biologiske forhold uten større svingninger fra år til år. Høy mineraliseringsgrad av organisk stoff, høyt oksygeninnhold i såvel vannmassene som i bunnsubstratet. Hygienisk sett som regel god vannkvalitet. Benyttes nedbørsfeltet av beitedyr, eller det finnes bever, tilføres vassdraget som regel tarmbakterier som kan påvirke vannkvaliteten, særlig i mindre vassdrag. Det er som regel gode livsvilkår for laksefisker. (Klasse I er nærmest å jevnføre med den katharobe sonen i Fjerdingstads system).

Områder innenfor denne klasse, med høy humuspåvirkning eller markert forsurening, er betegnet med brune tverrstreker. Disse områdene karakteriseres av lav bufferkapasitet (alkalitet < 0,1 mekv/l), til tider lav pH (< 5,5), ikke forekomst av forsuringssømfintelige organismer, lav produksjon, og ved at fiskens reproduksjonsmuligheter er blitt dårligere eller helt umuliggjort (pH < 4,8). I enkelte tilfeller er fisken helt slått ut. I mange tilfeller er det betydelig forekomst av trådformete grønnalger, særlig *Mougeotia spp.* og enkelte arter i slektene *Microspora* og *Binuclearia* langs disse strekninger. Kalkede bekke - og elvestrekninger er markert med brun-blå tverrstreker.

**Klasse I-II (overgangssone):** Forholdene er stort sett som for klasse I, men både flora og fauna er noe rikere (bl.a. økt fiskeproduksjon) på grunn av en viss tilførsel av organisk stoff og næringsalter. Denne tilførsel kan være forårsaket enten av reguleringsinngrepp (utvaskningseffekter s.k. demningseffekter i ovenforliggende magasin og/eller endret vannregime), begrenset jordbruksaktivitet og/eller kloakkutslipp fra spredt bebyggelse og/eller renseanlegg. I direkte tilknytning til utslipp av fekal natur (boligkloakk, husdyrgjødsel) er vannet rent lokalt hygienisk sett som regel utilfredsstillende (> 100 termotabile koliforme bakterier pr. 100 ml), og da spesielt ved lavvannføring. (Denne klasse kan nærmest regnes til den oligosaprobe sone i Fjerdingstads system).

**Klasse II (grønn farge):** Elve- og bekkestrekninger der en moderat og påvisbar påvirkning gjør seg gjeldende. Påvirkningen har for det første ført til økt næringsgrunnlag (tilførsel av organisk materiale og næringsalter) og dermed økt plante- og dyreproduksjon (eutrofiering). Som regel har vi økt algevekst og/eller økt forekomst av moser og høyere vegetasjon langs disse elvestrekninger. Rent

---

lokalt i direkte tilknytning til utslippssteder med lett nedbrytbar organisk stoff (kloakk, næringsmiddelindustri, silo og husdyrgjødsel), kan det være noe synlig fremtredende heterotrof begroing (sopp, bakterier og ciliater). Oksidasjon og mineralisering av organisk stoff er allikevel relativt fullstendig. Som regel er det gode oksygenforhold i såvel bunnssubstratet som i vannmassene. Livsvilkårene for laksefisk (bl.a. økt næringsgrunnlag) er gode og gir økt fiskeavkastning. Dersom det foreligger utslipp av tarmbakterier (fekale utslipp), er vannet hygienisk sett ikke egnet som drikkevann uten omfattende rensing.

Strekninger med markert eller sterk overgjødslingspåvirkning (eutrofiering), er markert med røde tverrstreker. Disse områder kjennetegnes ved at det:

- i strømvassnitt periodevis er masseutvikling av en eller flere algearter og/eller langskuddsplanter (eloider) som danner tette "vegetasjonstepper" over store bunnarealer. Dette gjelder særlig elve- og bekkestrekninger med stor lystilgang.
- i mer stilleflytende partier er markert vekst av høyere vegetasjon (makrofytter), som i visse fall helt dekker elveleiet.

Disse forhold medfører forandringer i de øvrige organismesamfunn, påvirker fiskens gytemuligheter samt medfører vanskeligheter ved utøvelse av fiske og annen bruk av vannforekomsten ( bl.a. risiko for oversvømmelse ved at elve-/bekkeløpet vokser igjen av høyere vegetasjon, luktulempen når liten vannføring medfører tørrleggelse og forråtnelse samt at løsrevet algebegroing fester seg på garn og andre fiskeredskaper). I visse tilfeller kan også algeveksten bidra til vond smak på fiskekjøttet. (Klasse II er nærmest å regne til den oligosaprobe sonen i Fjerdingstads system, men med en mer markert betoning av overgjødslingseffekten).

**Klasse II-III (overgangssone):** Forholdene er som for klasse II, men innslaget av synlig fremtredende heterotrof begroing (s.k. lammehaler og lignende) er mer markert, dvs. økt organisk belastning (saprobieing). Bl.a. kan nedsatt oksygentilgang i bunnssubstratet bidra til noe dårligere reproduksjonsforhold spesielt for laksefisker. (Denne klasse kan nærmest henføres til Fjerdingstads Y-mesosaprobe sone).

**Klasse III (gul farge):** Elve- og bekkestrekninger der en markert forurensningspåvirkning (eutrofiering og saprobieing) forekommer. Her er det blant algebegroing og høyere vegetasjon et rikt innslag av heterotrof begroing (sopp, bakterier og ciliater) som er synlig fremherskende (s.k. "lammehaler") og da spesielt i tilknytning til utslippsstedene. Oksygeninnholdet i bunnlagen kan ved lav vannføring i kombinasjon med høy vanntemperatur være sterkt redusert. Oksygeninnholdet i vannmassene er da vanligvis > 5 mg/l. Flora- og faunasammensetningen er forskjøvet mot mer motstandsdyktige arter (saprofiler og saproxener) og individantallet av enkelte av disse arter er som oftest stort. Ustabile biologiske forhold med store og raske svingninger bl.a. kan sopp- og bakterieveksten bli mer markert om vinteren og i perioder med lav vannføring.

Oksidasjonen og mineraliseringen av nedbrytbar organisk materiale er ikke fullstendig, og det er rikelig med aminosyrer. Vond lukt foreligger av og til. Laksefisk kan oppholde seg innenfor området, men reproduksjonsmulighetene er begrenset. I enkelte tilfeller kan det være meget stor fiskeproduksjon på disse stedene. Av og til kan det være lukt- og smaksforringelser på fiskekjøttet. Da forurensningskilden eller kildene er av fekal art, er det rikelig med tarmbakterier (> 500 termotabile koliforme bakterier pr. 100 ml), og vannet er fra hygienisk synspunkt utilfredsstillende og ikke brukbart til drikkevann eller vaskevann uten omfattende rensing, og det er heller ikke egnet til badevann eller til vanning av grønnsaker og frukt. (Klassen er nærmest å henføre til den a- og b-mesosaprobe sonen i Fjerdingstads system).

---

**Klasse III-IV (overgangssone):** Forholdene er som nevnt ovenfor, men den organiske belastningen medfører tidvis til oksygenbrist og hydrogensulfidutvikling i bunnlagene (sort belegg under steiner). En meget markert oksygenreduksjon kan også oppstå i vannmassene (3 - 5 mg O<sub>2</sub>/l). Som regel foreligger direkte luktulemper. Det er ikke reproduksjonsmuligheter for laksefisk. Der forurensningskildene er av fekal art, er vannet hygienisk sett utilfredsstillende som for klasse III. (Den Y-polysaprobe sonen i Fjerdingstads system er den som nærmest stemmer overens med denne klasse).

**Klasse IV (rød farge):** Sterkt forurenset (saprobiert) elve- eller bekkestrekning med masseutvikling av synlig fremtredende heterotrofe organismer som bakterier, sopp og/eller ciliater. Forråtnelsesprosesser dominerer og gir opphav til påtagelige luktulemper. Som regel er det oksygenfrie tilstander i bunnssubstratet hvor hydrogensulfid og jernsulfid er fremherskende (sort belegg under steiner). Også oksygeninnholdet i de frie vannmasser er som oftest sterkt redusert, ofte < 3 mg O<sub>2</sub>/l, og i visse perioder, spesielt i mer stilleflytende partier, kan det være anarobe forhold, dvs. total oksygenbrist og betydelige luktproblemer. Floraen og faunaen består av et fåtall spesifikke arter (saprobionter) som oftest opptrer i meget stort individantall. Langskuddsplanter (elodeider) og kortskuddsplanter (isoetider) savnes som regel helt. Ustabile biologiske forhold med store svingninger. En visuelt markert begroing av bakterien *Sphaerotilus natans* (kloakk, gjødselsig) og/eller soppen *Leptomitus lacteus* (silopressaft, næringsmiddelindustri), samt i visse tilfeller den rødfargede soppen *Fusarium aquaeductum* (surt miljø som f.eks. ved utslipp fra sulfitfabrikker) er som regel vanlig og setter sitt preg på elve/bekkestrekningen. Laksefisk kan det bare være i disse områder når vannføringen er høy eller når påvirkningen av en eller annen grunn er mindre (lav temperatur, sesongbetont utslipp, osv.). Fiskedød forekommer som regel fra tid til annen. Hygienisk sett er vannkvaliteten høyst utilfredsstillende og dette gjelder også for de fleste andre bruksformål. (Klasse IV tilsvarer nærmest den a- og b-polysaprobe sonen i Fjerdingstads saprobiesystem).

Områder innenfor klasse IV, der høyere organismeliv er mer eller mindre helt utslått, samt der fisk ikke kan overleve, er markert med sorte tverrstreker i det røde feltet. Det kan her dreie seg om kraftig organisk belastning med total oksygenmangel eller utslipp/produksjon av organiske stoffer med direkte giftvirkning (H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>, fenol osv.)

Da det gjelder utslipp (først og fremst fra industri) av uorganisk art, som regel i form av salter, er det betydelig vanskeligere å stille opp noe system, idet utslippets kvalitet i høy grad varierer fra industriaktivitet til industriaktivitet. Det er derfor ikke gjort noe forsøk på mer inngående inndeling i denne sammenheng, men to typer påvirkning kan henføres til følgende hovedkategorier:

**Kategori I:** Område der det høyere organismelivet er helt eller delvis utslått på grunn av utslipp av mer akutt toksisk art (lav pH, cyanid, fenol, visse metallsalter osv.). Områder med direkte toksisk påvirkning er markert med sorte tverrstreker (jevnfør klasse IV ovenfor).

**Kategori II:** Område hvor utslipp ikke medfører til noen større forandring av de herskende tilstander, men der en markert biokonsentrasjon, bioakkumulasjon og eventuelt også biomagnifikasjon av f.eks. visse tungmetaller eller organiske miljøgifter som f.eks. klororganiske mikroforurensninger kan ventes å skje i organismene og som på lengre sikt kan medføre til alvorlige konsekvenser (genetiske skader, konsumrestriksjoner osv.). Disse områder er markert med sorte prikker i fargefeltet.

Endelig er det viktig å understreke at forurensningssituasjonen i et vassdrag ved siden av variasjoner i utslippsmengde, også varierer med både vannføring og årstid (temperatur). Ved høy vannføring blir påvirkningen oftest mindre merkbar, mens selv meget små forurensningsmengder ved ekstremt lavvann kan få betydelige skadevirkninger. Forurensningssituasjonen et år med rikelig nedbør kan derfor være en annen enn et år med sparsom nedbør. En mild vinter eller spesielt varm sommer gir en annen påvirkning enn en kald osv. Videre er flere typer av påvirkning sesongbetont, og her kan vi bl.a. nevne silopressaftutslippene. Mindre vassdrag kan f.eks. under silosongen og umiddelbart etter

---



betegnes som sterkt forurensset (klasse IV), mens de under resten av året kan ha nesten helt upåvirkede tilstander (klasse II). Som eksempel kan vi her nevne tidligere forhold i Steinsengbekken på Nes. (Mjærum 1974).

## **Innsjøer.**

### **Generelt.**

Den klassiske inndelingen for innsjøer har lenge basert seg på innsjøens produksjonsforhold, dvs. biologisk respons på næringstilførselen i forhold til innsjøens morfometri og hydrologi (Naumann 1919, Thienemann 1921, Rodhe 1969 og Brettum 1989).

Produksjonsforandringer, i første rekke masseutvikling av primærprodusenter som planktonalger og høyere vegetasjon forårsaket av økende tilførsel av næringssalter (eutrofi-/øvergjødsling) er ved siden av den økende forurensningen et av de alvorligste problemene for mange av våre innsjøforekomster. Av denne grunn er overgjødslingssituasjonen valgt som hovedgrunnlag for her benyttet klasseinndeling for innsjøer.

### **Forurensningsgrad og klasseinndeling.**

**Klasse I (blå farge):** Innsjøer og tjern med biologisk status og produksjonsnivå i samsvar med de naturgitte forhold tilhører denne kategori. Klassens innsjøer kan karakteriseres som upåvirket eller lite påvirket av næringsaltforurensning og her finner vi oligotrofe, dystrofe såvel som naturlige mesotrofe innsjøer.

Forsurede innsjøer og tjern er markert med brune tverrstreker. Kalkede lokaliteter er markert med brun-blå tverrstreker.

**Klasse I-II (overgangssone):** Innsjøer og tjern, som på grunn av økt næringstilførsel har fått en viss økning av algeproduksjonen og/eller høyere vegetasjon hører til denne klasse. I direkte tilknytning til utslippssteder av fekal natur er vannet i hygienisk sammenheng som regel utilfredsstillende. Fra fiskerisynspunkt er som oftest påvirkningen positiv ved at fiskproduksjonen øker. Innsjøen kan karakteriseres som lite til moderat påvirket.

**Klasse II (grønn farge):** Denne klasse omfatter innsjøer med markert og målbar økning av algemengden, algeproduksjonen og/eller høyere vegetasjon som resultat av økt antropogen næringssaltbelastning. Algefloraen (planteplankton) er forskjøvet mot økt forekomst av kiselalger (større innsjøer) eller grønnalger (mindre innsjøer/tjern) med innslag av mer næringskrevende blågrønnalger. Det er videre særlig i vegetasjonsperioden nedsatt siktedyp, markert begroing "s.k. grønske" langs strendene, begynnende overgjødsling. Masseoppblomstring av alger som gir lukt og smaksproblemer kan forekomme. Enkelte av disse kan også danne toksiner. I områder som er berørt av større utslipp av fekal natur (først og fremst regulert boligkloakk) er vannet hygienisk sett utilfredsstillende. På grunn av høyt bakterieinnhold egner vannet seg ikke til bading. Enkelte områder kan være betydelig belastet med organisk materiale. Tilstanden medfører som regel til en betydelig økt fiskeproduksjon. Innsjøen kan karakteriseres som moderat forurensningspåvirket.

**Klasse II-III (overgangssone):** Innsjøer og tjern i denne klasse har en mer markert artsforskyvning mot mer eutrofiindikerende planteplanktonarter og/eller høyere vegetasjon, samt karpefisk særlig mort og brasme hvis slike forekommer.

**Klasse III (gul farge):** Innsjøer og tjern med betydelig næringsaltbelastning og dermed stor algeproduksjon som i større innsjøer domineres av kiselalger og blågrønnalger, og i mindre innsjøer

---

som oftest av grønnalger ( i grunne innsjøer markert utvikling av høyere vegetasjon) hører til denne klassen. Av og til er det algeblomst og betydelig begroing langs strendene i vegetasjonsperioden. dette fører til perioder med sterkt redusert siktedyp, markerte pH-svingninger i overflatelagene og økt belastning av organisk stoff i bunnlagene. I grunnere innsjøer med liten gjennomstrømning er oksygeninnholdet som regel betydelig redusert i de dypere områdene og i visse tilfeller fullstendig oksygenmangel. Fiskeproduksjonen er stor og det er markert artsforskyvning mot større forekomst av karpfisk der slike forekommer. Utøvelse av fiske er vanskeliggjort bl.a. på grunn av begroinger på fiskeredskaper, tidvis lukt- og smaksforringelser av fiskekjøttet m.m.

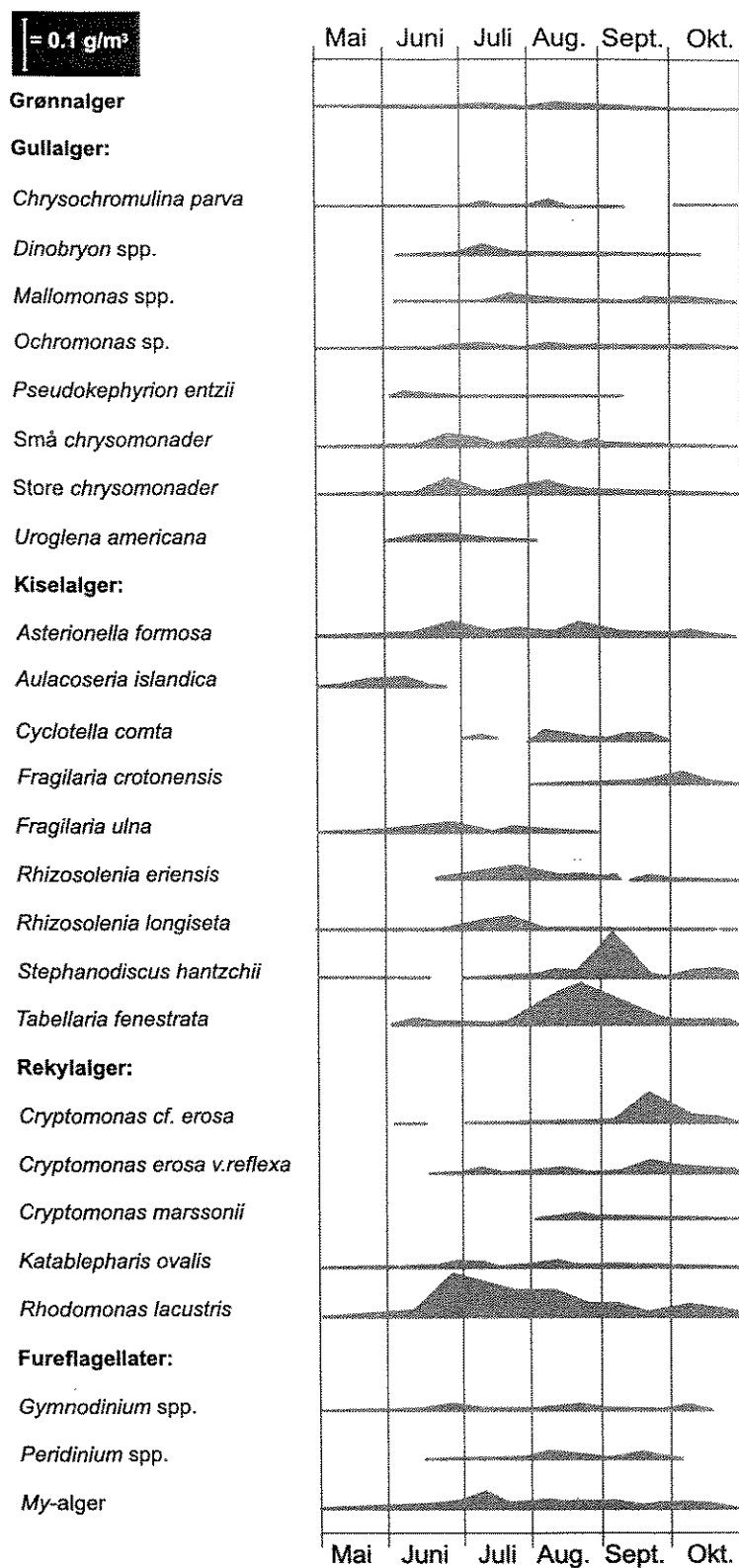
Hygienisk vurdert er forholdene tilnærmet de samme som for klasse II. De øverste vannmassene (i grunne innsjøer hele vannmassen) er som regel i perioder lite egnet som drikkevann på grunn av algesmak, igjentetting av filter o.l. Innsjøen kan karakteriseres som markert overgjødset, dvs. markert forurensningspåvirket.

**Klasse III-IV (overgangssone):** Forholdene er som overfor, men med et mer markert innslag av blågrønnalger og algeblomst, spesielt på sensommeren.

**Klasse IV (rød farge):** Omfatter innsjøer og tjern med betydelig næringssalttilførsel og dermed betydelig algeproduksjon (i grunne innsjøer markert utviklet høyere vegetasjon). Algefloraen domineres av blågrønnalger og/eller når det gjelder små innsjøer grønnalger. Ustabile biologiske forhold med store svingninger. Betydelig algeblomst er vanlig i sommerhalvåret, herved reduseres siktedypet kraftig og vannet blir vegetasjonsfarget, lukt og smaksproblemer på såvel vann som fiskekjøtt kan oppstå. Det er store pH-variasjoner i overflatelagene. Enkelte blågrønnalger kan være giftproduserende samt forårsake hudirritasjon og allergier.

Den organiske belastning i bunnområdene medfører sterk oksygenforbruk, og ofte (sensommer og vinter) er det anarobe (oksygenfrie) forhold i de dypere vannmasser. Det siste gjelder spesielt i innsjøer med liten gjennomstrømning. Det er som oftest kraftig artsforskyvning mot mindre verdifulle fiskearter (mortfisker) hvis slike forekommer. I alle fall er fiskeproduksjonen og fangstutbyttet av mer verdifulle arter sterkt redusert. Til tider vond lukt og smak på fiskekjøttet. I grunnere innsjøer med lite tilsig er det ofte fiskedød i vinterhalvåret. I drikkevannssammenheng og hygienisk sett er forholdene tilsvarende som for klasse III, men sterkere markert. Forholdene for bading og rekreasjon er høyst utilfredsstillende. Innsjøen kan karakteriseres som sterkt overgjødset, dvs. sterkt forurensningspåvirket.

---



**Figur 18.** Forekomst av planteplanktonarter/slekter/grupper som hadde mengdemessig betydning for algebiomassen i de frie vannmasser i vegetasjonsperioden i 1998. Figuren beskriver forhold ved hovedstasjonen (Skreia).