



# Statlig program for forurensningsovervåking

## Rapport nr 192|85

---

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

---

Deltakende institusjon

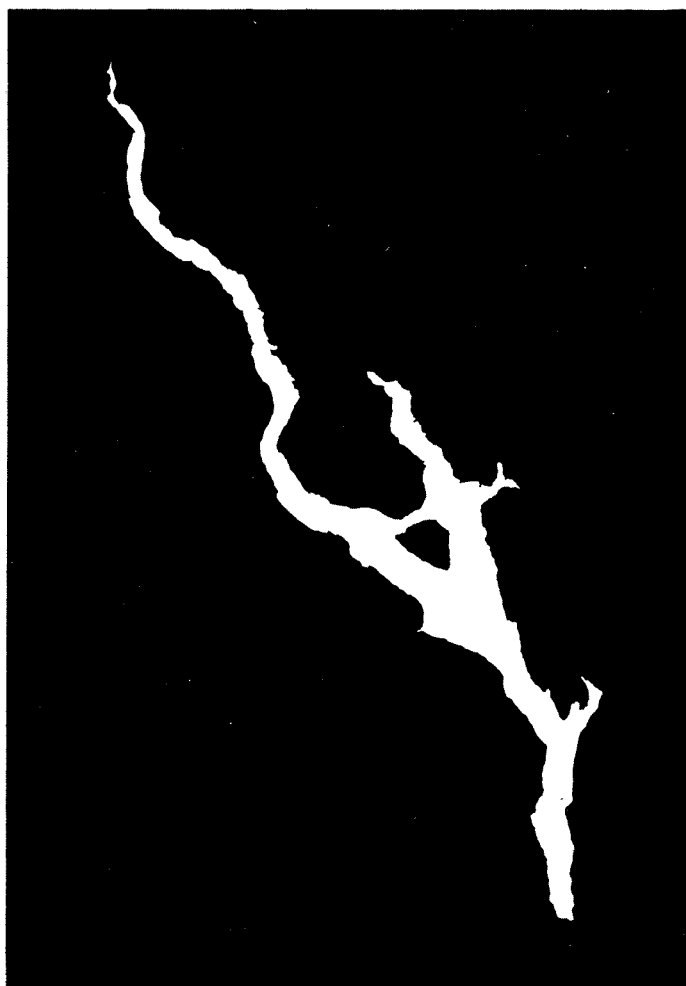
NIVA

---

## Overvåking av Mjøsa

Sammendrag, trender  
og kommentarer  
1976-85

### Del A



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor      Sørlandsavdelingen      Østlandsavdelingen      Vestlandsavdelingen  
Postboks 333      Grooseveien 36      Rute 866      Breiviken 2  
0314 Oslo 3      4890 Grimstad      2312 Ottestad      5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (02)23 52 80      Telefon (041)43 033      Telefon (065)76 752      Telefon (05)25 53 20

Prosjektnr.:	0-8000203
Undernummer:	VI
Løpenummer:	1759
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel: <b>OVERVAKING AV MJØSA</b> Sammendrag, trender og kommentarer til situasjonen 1976-1984 (Overvåkingsrapport nr. 192 /85 )	Dato: 20. mai 1985
Forfatter (e):  Gösta Kjellberg	Rapportnr. 0-8000203
	Faggruppe: NIVA-Østlandsavd.
	Geografisk område: Østlandet
	Antall sider (inkl. bilag): 60

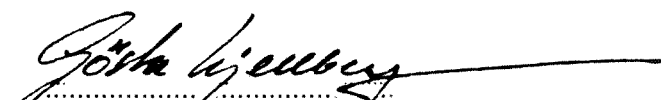
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn (SFT) (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: <p>Mjøsa har siden midten av 50-tallet og frem til midten av 1970-årene gjennomgått en markert eutrofiering (overgjødning). Forurensningsbidraget er siden blitt betydelig redusert, hovedsakelig som et resultat av Mjøs-aksjonen (1976-1981). Vannkvaliteten i innsjøen er blitt betraktelig bedre i de senere år og i perioden 1977-1983 er det registrert en utvikling mot bedre forhold. Innsjøen er likevel fortsatt klart påvirket med til tider stor algeforekomst som er til sjenanse for flere av de brukerinteresser som knytter seg til innsjøen. Resultatet i 1984 tyder på at en ikke lenger kan registrere en utvikling mot stadig bedre forhold. I løpet av sensommer og høstperioder var det stor forekomst av kiselalger og forekomsten av blågrønnalger <i>Oscillatoria</i> var større enn de registreringer en har gjort de foregående 5 årene. Det er videre usikkert om næringsssaltkonsentrasjonen har stabilisert seg eller om det på sikt er en tendens til økte konsentrasjoner. Dagens næringsssaltbelastning er fortsatt for høy og utviklingen av algenmengder og sammensetning er betenkelig slik at ytterligere reduksjon av næringsssaltbelastningen er nødvendig.</p>
---

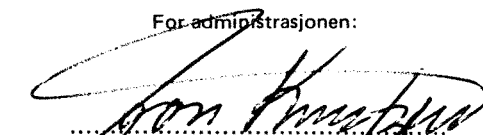
4 emneord, norske:
1. Forurensningsovervåking; 1976-84
2. Mjøsa
3. Overgjødning
4. Fysiske forhold
Kjemiske forhold
Biologiske forhold


4 emneord, engelske:
1. Pollution Monitoring; 1976-84
2. Mjoesa
3. Eutrofication
4. Physical conditions
Chemical conditions
Biology

Prosjektleder:

  
Gösta Kjellberg

For administrasjonen:

  
Jon Knutzen

  
Programleder, overvåking  
R.T. Arnesen

ISBN 82-577-0950-6

O-8000203

# Overvåking av Mjøsa

Sammendrag, trender og  
kommentarer 1976-85

Ottestad, mars 1985

Saksbehandler:	Gøsta Kjellberg
Medarbeidere:	Brynjar Hals Gjertrud Holtan Hans Holtan Gerd Justås Sigurd Rognerud Else-Øyvor Sahlqvist
For administrasjonen:	John E. Samdal
Illustrasjoner:	Iren Halvorsen og Petter Wang, NIVA
Trykk:	Reclamo

## F O R O R D

Totalt bor ca. 200.000 personer i nedbørfeltet til Mjøsa som berører deler av Oppland, Hedmark og Akershus fylke, hvorav 150.000 bor i innsjøens umiddelbare nærhet. Ca. 55.000 mennesker får i dag sitt drikkevann fra Mjøsa. Vassdraget nedstrøms Mjøsa blir brukt som drikkevannskilde for ca. 150.000 mennesker. Betydelige rekreasjons- (bading, båtsport, hytter og campingplasser) og fiskeinteresser foreligger. Dagens fiskeavkastning er anslått til 4-7 kg/ha og fisking etter mjøsaure og lagesild er av størst betydning. En antar dog at avkastningen kan økes betydelig ved et mer rasjonelt fiske, noe en for tiden arbeider med.

I likhet med flere større innsjøer i den industrialiserte delen av verden har Mjøsa i de siste tiår gjennomgått en markert eutrofiering via i første hånd en økt algevekst i de frie vannmasser, som biologisk respons på en stadig økende næringssalttilførsel. Det er i første rekke økt tilførsel av fosfor- og nitrogenforbindelser på grunn av menneskelige aktiviteter som utslipp av kloakkvann, jordbruksaktiviteter samt utslipp fra visse industribedrifter i innsjøens nedbørfelt som er den direkte årsaken til utviklingen.

I samsvar med situasjonen for mange andre innsjøer som har gjennomgått en kulturbetinget eutrofiering har utviklingen gått raskt, spesielt siden midten av 50-tallet og fosfortilførselen ved kontinuerlig utstrømmende kloakkvann har stått sentralt. Hygieniske problemer er først og fremst knyttet til drikkevannsforsyningen og i noen grad bading. Lokal belastning av organisk stoff, bl.a. ved fiberutslipp fra treforedlings- og næringsmiddelindustri, samt høyt kvikksølvinnhold hos eldre rovlevende fisk som aure, gjedde, lake og abbor skaper også problemer i Mjøsa. Dette er til sjenanse for de mange interesser som er knyttet til innsjøen og vassdraget nedstrøms (Vorma, Glåma).


Siden 1973 er det satt i verk betydelige tiltak for å redusere forurensningstilførselen. Dette arbeidet og da først og fremst via Mjøsaksjonen i perioden 1976-1981, har i alt kostet 1,4 milliarder kroner. Det er bygget 42 nye renseanlegg og 280 km nye kloakkledninger er lagt ved siden av at gamle ledningssystemer er forbedret. Tiltak er også utført for å redusere forurensningstilførsler fra industri, jordbruk og spredt bebyggelse. Som følge

av disse tiltak har forholdene i Mjøsa og dens tilløp forbedret seg betydelig. Om tiltakene på litt lenger sikt får den forventede effekt dvs. å stoppe eutrofiutviklingen og få Mjøsa i økologisk balanse igjen kan bare fremtiden vise. Det er derfor av stor betydning å følge de virkninger som Mjøsaksjonen har ført med seg og eventuelt vurdere om tiltakene er tilstrekkelige. Det foreliggende overvåkingsprogram tar derfor utgangspunkt i dette.

Fra og med 1981 skjer overvåkingen av Mjøsa innenfor Statlig program for forurensningsovervåking som administreres av Statens forurensningstilsyn (SFT), mens NIVA med bistand fra omkringliggende fylker står ansvarlig for gjennomføringen. Hovedundersøkelsen av Mjøsa tok til i 1971 og ble finansiert av Oppland, Hedmark og Akershus fylker og Staten. Fra dette tidsrom foreligger et noenlunde kontinuerlig datamateriale. Overvåkingen har som formål å å jour-føre en del av disse data for derved å kunne følge opp og beskrive mer langsiktige utviklingstrender.

En har valgt å oppdele overvåkingsrapporten i to deler, del A og del B. Del A inneholder konklusjon og beskrivelse av situasjonen samtidig med at de viktigste data å jour-føres i oversiktlige figurer med vekt på utviklingstrender. Del B omfatter bakgrunnsdata slik som områdebeskrivelse, Mjøsaksjonen, målsetting for Mjøsa, overvåkingsprogram og liste over tidligere publikasjoner. Kapitlene om: Målsetting for Mjøsa og Generelt om eutrofiering i del B er viktig for forståelsen av del A. Del A kommer til å fornyes årlig, mens del B bare blir revidert etter behov. En håper at denne form for rapportering vil være formålstjenelig.

Ottestad,

  
Gösta Kjellberg

### **Innholdsfortegnelse**

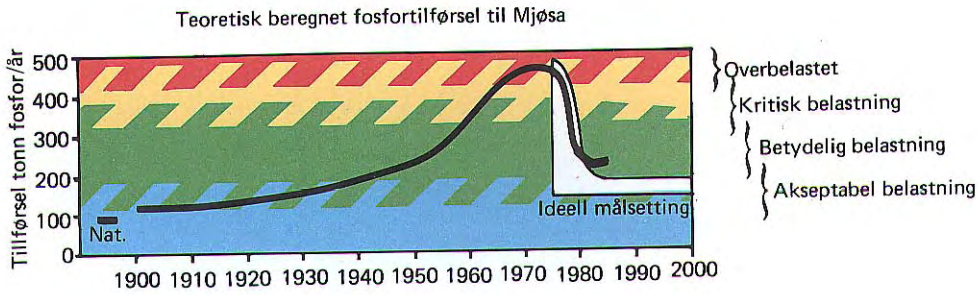
Side 2	<b>Forord</b>
5	<b>Konklusjon</b>
7	<b>Sammendrag og kommentarer for situasjonen 1976-1982</b>
45	<b>Trender for de viktigste parametre</b>

# Konklusjon

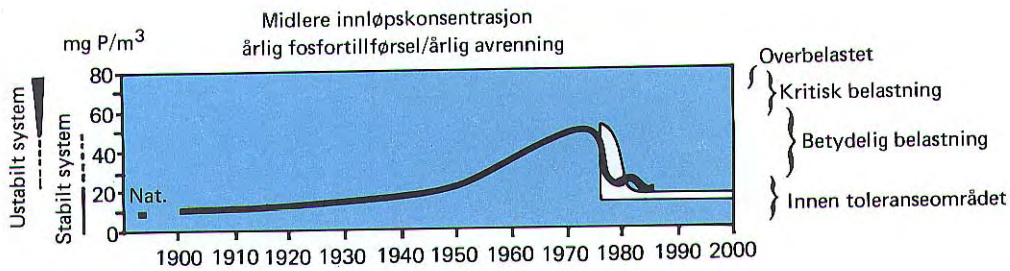
- Innsjøen fortsatt merkbart påvirket
- Ytterligere reduksjon av nærings-salttilførselen påkrevet

Algemengden og forekomsten av blågrønnalger i de frie vannmasser er til tider høy sett i relasjon til de eksisterende brukerinteresser. Planteplanktonet domineres fortsatt av store kiselalger med innslag av blågrønnalger utover sensommer og høst. Periodevis stor forekomst av fastsittende alger langs stredene skaper også problemer da bl.a. løsevegne algetråder lett fester seg i fiskegarn, og strandsteiner, båter, tauverk m.m. blir sleipe.

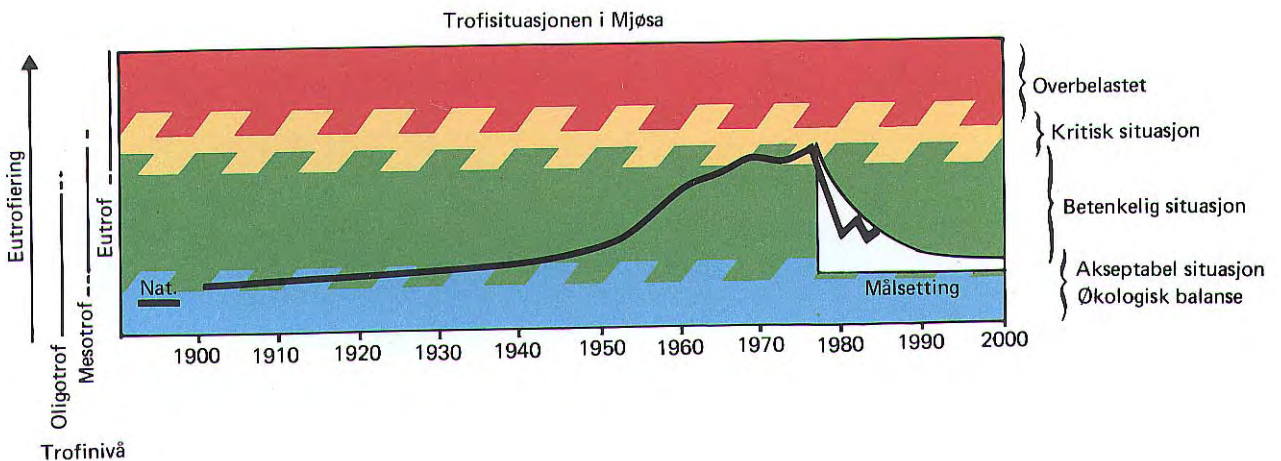
Utviklingen synes fortsatt å gå i riktig retning dvs. mot bedre vannkvalitet, mer balanserte økologiske forhold og minsket næringssalttilgang i vannmassene, men næringssaltbelastningen såvel som innsjøens økologiske tilstand må likevel betegnes som betenkelig og ytterligere reduksjon i næringssaltbelastninger er nødvendig.



Belastningen sett i relation til vannføring (fortynningsevne)



Biologisk respons vurdert i henhold til klima og biologisk tilstand



Framstillingen er bare ment å gi en grov oversikt over trofiutviklingen i Mjøsa. Det er lagt hovedvekt på den biologiske responsen som i dette tilfellet må være normgivende for brukerinteressene. Beregningsgrunnlaget for fosfortilførslene er usikre og er tildels av skjønnsmessig karakterer. Ved en vurdering av den biologiske tilstand må en også ta hensyn til faktorer som klima, vannføring og økologisk tilstand ved en helhetsvurdering.



## SAMMENDRAG OG KOMMENTAR FOR SITUASJONEN I 1984

### Klimatiske forhold

Sommeren 1984 må i likhet med forholdene i 1983 betegnes som nær normalen når det gjelder temperaturforhold, men avviker betraktelig fra normalen når det gjelder innstråling (soltimer), nedbørfordeling og nedbørmengde. Juli og august hadde nedbørmengder noe under normalen, men lange perioder med overskyet vær førte til lav innstråling. Det var kun i august og begynnelsen av september en hadde mer sammenhengende perioder med pent vær og stor innstråling.

Sommerperioden 1984 karakteriseres videre av liten vindaktivitet med derpå følgende stabile sjiktningsforhold i de øvre vannmassene som førte til begrenset tilførsel av næringsalter fra dypere vannlag. Det var først i slutten av oktober at vindeffektene ble så store at sirkulasjonen i de øvre vannlag ble mer markert.

### Avrenningsforhold

Vannføringsmønstrer i Gudbrandsdalslågen gjennom sommerperioden i 1984 karakteriseres av flere små flomtopper samt en markert flomtopp med maksimal vannføring i overkant av  $1500 \text{ m}^3/\text{sek}$ . i månedskiftet mai-juni. Lavest vannføring hadde en i perioden fra midten av august til begynnelsen av oktober. Betydelige nedbørmengder i kombinasjon med en mild værtype utover høsten førte til relativt høy vannføring i oktober og november. Årlig avrenning i 1984 er beregnet til 11 202 mill.  $\text{m}^3$  som er ca. 12 % over normalen.

De mindre vassdragene hadde en tidlig og markert vårflom og relativt sett høy vannføring hele forsommeren. I august - september var det lavvannføring hvoretter en hadde betydelig vannføring med flere større flomtopper utover høsten og forvinteren. En må forvente at den nedbørrike sommerperioden økte forurensningstilførselen fra nærområdene betraktelig i 1984.

### Fosfortilførsel

Det foreligger ingen målte eller beregnede verdier for fosfortilførselen i 1984. En skjønsmessig vurdering basert på teoretiske overslag og

antagelser etter opplysninger fra SFT (industri) og aktuelle fylker (boligkloakk og jordbruk) antyder at den totale fosfortilførsel kan ha ligget på ca. 230 tonn, dvs. noe høyere enn det som ble anslått for 1983. Dette skulle tilsvare en spesifikk årlig arealbelastning på ca. 0,65 gram fosfor pr. m<sup>2</sup> og en midlere innløpskonsentrasjon på ca. 21 mg/m<sup>3</sup>.

Når det gjelder den menneskelige (antropogene) belastningen synes den å ha økt noe i 1984 og da spesielt i sensommer- og høstperioden på grunn av store nedbørmengder (bl.a. økt overløp). Dessuten ble kloakkrensaneanlegget på Nes satt ut av drift. Brannen på Nes-renseanlegg har ført til at ca. 0,8 tonn fosfor har gått ut i Mjøsa. Dette skulle under normal drift ha blitt holdt tilbake i rensaneanlegget og skulle ikke belaste innsjøen.

I likhet med i 1983 har store nedbørmengder bidratt til økt naturlig fosfortilførsel. En stor del av det økte fosforbidraget fra naturlige kilder antas i likhet med forholdene i 1983 og 1979 å være lite biologisk tilgjengelig da det i stor utstrekning tilføres via Lågen som uorganisk partikulært materiale.

#### Kjemiske forhold

Oksygenforholdene i de dypere vannmassene i Furnesfjorden og i hovedbasenget var fortsatt gode med en metning på over 80 % over hele året.

Basisinnholdet eller utgangskonsentrasjonen (middelkons. under vårsirkulasjonen) av fosfor (6,8 µg/l) og nitrogen (448 µg/l) ved hovedstasjonen var noe høyere enn i 1983, men det er tvilsomt om økningen er signifikant. Silisiumkonsentrasjonen (1,44 mg SiO<sub>2</sub>/l) hadde også økt.

Vannets surhetsgrad (pH) og bufferevne var i overensstemmelse med tidligere observasjoner der pH-verdiene er nær nøytralpunktet 7,0 og alkaliteten er på ca. 0,2 mekv./l. Verdiene for konduktivitet (3,5 mS/m), turbiditet (0,35 N.T.U.) og farge (21,5 mgPt/l) var noe høyere enn i 1984 jevnført med forholdene i 1983, mens innholdet av organisk stoff (7,6 mg KMnO<sub>4</sub>/l) minket noe.

Noen tendens til forsuring eller andre direkte forandringer i Mjøsas hovedvannmasser er ikke registrert utfra foreliggende data. Større pH-svingninger i overflatevannet i forbindelse med evt. større algeproduksjon forekom ikke i 1984. Vannets generelle kjemiske kvalitet var i god overensstemmelse med forholdene fra tidligere år.

### Biologiske forhold

Vekstsesongen (mai - oktober) i 1984 ligner i hovedtrekk på forholdene i 1983, med lave algemengder vår og forsommer. I perioden mai til midten av august var algebiomassen (middelverdien fra 0 - 10 meterskiktet) lavere enn 0,5 gram våtvekt pr. m<sup>3</sup> og tot. klorofyll a-innholdet mindre enn 4 mg pr. m<sup>3</sup> i Mjøsas sentrale parti. Algesamfunnet var i denne periode dominert av gulalger (Chrysophyceae), kiselalger (Bacillariophyceae) og cryptomonader (Cryptophyceae). Blant vanlig forekommende arter/slekter kan nevnes blågrønnalgen Oscillatoria sp., gulalgene Chrysochromulina parva, Dinobryon divergens, Mallomonas spp. samt små og store chrysomonader. Kiselalgene var representert av Asterionella formosa, Cyclotella sp., Diatoma elongata, Fragilaria crotonensis, Melosira italica, Rhizosolenia spp., Stephanodiscus spp., Synedra spp. og Tabellaria fenestrata, mens cryptomonadesamfunnet var dominert av Cryptomonas spp., Kalablepharis ovalis og Rhodomonas lacustris.

I slutten av august startet en markert kiselalgeoppblomstring der algemengden raskt økte. Høyest algebiomasse (ca. 2,7 g/m<sup>3</sup>) ble registrert ved hovedstasjonen i begynnelsen av september da en også registrerte det høyeste klorofyllinnholdet, 10,5 mg/m<sup>3</sup>. Furnesfjorden hadde også størst algeforekomst i september. Det var i hovedsak kiselalgene F.crotonensis og T.fenestrata som forårsaket denne oppblomstringen og som videre satte sitt preg på algesamfunnet utover sensommeren og høsten. Dette skapte en del problemer for garnfisket (grønnske i garnene) og vannforsyningen (igjentetting av filter), noe som var merkbart helt ut i november. Luktproblemer langs Mjøsstranda har av og til også forekommet.

Blågrønnalgene hadde i 1984 noe større andel i totalalgemengden jevnført med de seneste 5 årene. Mengdemessig hadde de likevel beskjedne betydning (0,15 gram våtvekt pr. m<sup>3</sup> på det meste). Dette er en høyere verdi enn i

1983 og en må tilbake til 1978 for å finne større mengder. Til forskjell fra perioden 1979 - 1983 var Oscillatoria tilstede i vannmassen i hele vegetasjonsperioden i 1984 og hadde sannsynligvis overvinteret i vannmassen. I likhet med de to seneste år opptrådte Oscillatoria på høsten med lange trikomer (tråder). Dårlig lukt og smak på drikkevannet ble registrert ved Hamar og Gjøvik vannverk fra september til langt ut i oktober og dette var mer påtakelig (flere abonnenter berørt) enn i 1983. Til forskjell fra tidligere år var det sparsomt forekomst av Anabaena flos-aquae i 1984. Algeproduksjonen (primærproduksjonen) i de frie vannmasser i innsjøens sentrale parti var stort sett i samsvar med forholdene i 1983. Størst dagsproduksjon ( $661 \text{ mg C/m}^2$ ) ble registrert i samband med størst algemengde og klorofyllinnhold i begynnelsen av september. Årsproduksjonen for 1984 er beregnet til  $43 \text{ g C/m}^3$ . En må gå tilbake til 1977 for å finne høyere produksjonsverdier.

Begroingen langs Mjøsas strender var i 1984 i likhet med forholdene i 1983 mer markert jevnført med de seneste årene (1977 - 1982). I likhet med tidligere forhold var den såkalte "grønske" mest fremtredende under tidlig vår samt utover sensommer og høst. Den visuelt fremtredende begroingen bestod i hovedsak av den trådformede grønnalgen Ulothrix zonata. Dette er i samsvar med tidligere forhold.

Krepsdyreplanktonets mengde og sammensetning i Mjøsas sentrale parti lignet i store trekk forholdene slik de ble observert i tidligere år.

Stor forekomst av vannloppen Daphnia galeata og pungreken Mysis relicta i 1984 bør likevel nevnes.

### Konklusjon

Algemengden (spesielt stavformede kiselalger) og forekomsten av blågrønnalgen Oscillatoria i de frie vannmasser var sensommeren og høsten 1984 høy sett i forhold til de eksisterende brukerinteresser. Forekomsten av også små mengder (i område  $\geq 0,1 \text{ gram våtvekt pr. m}^3$ ) Oscillatoria gir lukt- og smaksproblemer med drikkevannet, og stor forekomst av stavformede (pennate) kiselalger tetter igjen fiskegarn og filter. Til tider stor forekomst av fastsittende (bentiske) kiselalger og grønnalger (spes. U.-zonata) langs stredene skapte også problemer da løsrevne algetråder lett

fester seg i fiskegarn. Strandsteiner, båter, tauverk m.m. blir dessuten sleipe.

Innsjøen må fortsatt betegnes som merkbart påvirket av overgjødning og i likhet med tidligere konklusjoner må nåværende næringssaltbelastning (0,65 gram/m<sup>2</sup> år) såvel som innsjøens økologiske tilstand (fortsatt risiko for betydelig algeoppblomstring) betegnes som betenkelig. En kan her nevne at det er antatt at den spesifikke arealbelastning ikke må overstige 0,5 gram pr. m<sup>2</sup> år. Ytterligere reduksjon i næringssaltbelastningen er således påkrevet, ikke minst fordi den positive utvikling mot bedre vannkvalitet som en har kunnet registrere siden Mjøsaksjonen nå synes å ha stoppet opp. En mer omfattende undersøkelse av Mjøsa i 1985 vil nærmere kunne belyse realiteten i dette.

#### Forurensningsbegrensende tiltak

I jordbrukssektoren, boligkloakksektoren eller industrien har det i 1984 ikke skjedd noen store forandringer. I likhet med forholdene i 1983 viste silokontroll og annen kontroll av jordbruksaktiviteter i 1984 at forholdene stort sett var akseptable, men enkelte unntak finnes fortsatt. Med hensyn til renseanleggene synes de større anleggene å fungere bra, mens mange av de mindre fortsatt fungerer dårlig. Utette ledningsnett og overløp skaper fortsatt problemer og da særlig i et nedbørrikt år som 1984. En bør videre nevne at renseanlegget på Nes på grunn av brann ble satt ut av drift i august. En regner med å ha anlegget i drift igjen på forsommeren 1985.

Industrien har i følge SFT stort sett holdt sine utslipp innen konsesjonskravene. Enkelte driftsproblemer har likevel forekommet.

I 1985 skal det foretas en mer grundig undersøkelse over forurensningstilførselen til Mjøsa.

## SAMMENDRAG OG KOMMENTAR FOR SITUASJONEN I 1983

### Klimatiske forhold.

Sommeren 1983 må betegnes som normal når det gjelder temperaturforhold, men avviker fra normalen når det gjelder innstråling (soltimer) og framfor alt nedbørfordeling. Mai hadde lav innstråling og store nedbørmengder i likhet med september og oktober. Perioden juni til slutten av august var ekstremt nedbørfattig med nedbørmengder betydelig under normalen. I juni og juli var det en del overskyet vær og redusert innstråling, mens august hadde høy innstråling (mange soltimer) i likhet med forholdene i 1976.

Perioden juni til slutten av august karakteriseres videre av liten vindaktivitet med derpå følgende stabile sjiktningsforhold i vannmassene som igjen førte til en begrenset tilførsel av næringssalter fra dypere vannlag. Det var først i slutten av august at vindeffektene ble større og sirkulasjonen i de øvre vannlag ble mer markert. Dette ble forsterket utover høsten i kombinasjon med avkjøling av de øvre vannmasser og påfølgende sprangsjikt-reduksjon. Det var derfor først i slutten av august og utover høsten det ble tilført større næringssaltmengder fra de dypere vannlag til Mjøsas overflatelag i produksjonssesongen 1983.

### Avrenningsforhold

Årlig avrenning i 1983 var noe over normalen. Avrenningen er beregnet til 10.975 mill. m<sup>3</sup> som er ca 23% høyere enn i 1982 og 9,8% over normalen. I perioden 1976-83 er det bare 1979 (10% over normalen) som har hatt høyere avrenningstall.

Vannføringsmønsteret i Gudbrandsdalslågen viste et normalt forløp med lavvannsføring (< 100 m<sup>3</sup>/s) i vinterperioden og flere flomtopper under vår og forsommer. Noen ekstremt store flomtopper forekom ikke, men på grunn av sen avsmelting og store snømengder i fjellområdene var vannføringen forholdsvis høy (> 400 m<sup>2</sup>/s) helt ut i begynnelsen av august.

Høyeste vannføring var i likhet med 1982 i overkant av 1000 m<sup>3</sup>/s. En mer markert høstflom i likhet med forholdene de to foregående år forekom ikke.

De mindre vassdragene hadde en sen, men markert flomtopp i mai, etterfulgt av en ekstremt lav vannføring i perioden juni til første halvdel av august. Dette bidro til en sterk reduksjon av forurensningstilførslene fra nærområdene under høysommeren. En del flomtopper forekom siden utover høsten.

### Fosfortilførsel

I likhet med 1981 og 1982 foreligger ingen målte eller beregnede verdier for fosfortilførselen i 1983, men skjønnsmessig vurdert via teoretiske overslag og antagelser basert på opplysninger fra SFT (industri) og aktuelle fylker (boligkloakk og jordbruk) synes den totale fosfortilførsel å ligge i området 220-230 tonn, dvs. noe høyere enn det som ble anslått for 1982. Dette skulle tilsvare en spesifikk arealbelastning i overkant av 0,6 g/m<sup>2</sup>år.

Når det gjelder den menneskelige (antropogene) belastningen synes den å være noe redusert (se kap. om forurensningsbegrensende tiltak) mens fosfortransporten via Gudbrandsdalslågen er høyere (ca 40%) på grunn av større vannføring. Tar en hensyn til avrenningsforholdene synes det likevel som at "fosforbelastningen" biologisk vurdert eller rettere konsentrasjonen er redusert noe jevnført med 1982 på grunn av stor vannføring og gjennomspyling, dvs. økte fortynningsmuligheter. De antropogene tilførslene var dessuten lavere enn vanlig på høysommeren når vekstpotensialet til algene er størst. En stor del av det økte fosforbidraget i 1983 antas i likhet med forholdene i 1979 å være lite biologisk tilgjengelig da det i stor utstrekning tilføres via Lågen som uorganisk partikulært materiale.

### Kjemiske forhold

Basisinnholdet (middelkons. under vårsirkulasjonen) av fosfor (6,3 µg/l) og nitrogen (359 µg/l) var noe lavere enn i 1982, mens Silisiumkonsentrasjonen har økt noe. Oksygenforholdene i de dypere vannmassene var fortsatt gode med en metningsprosent på over 80% over hele året. Med unntak av lavere konduktivitetstall under vårsirkulasjonen er de øvrige kjemiske parametere i samsvar med forholdene året før og noen tendens til forsuring eller andre forandringer i Mjøsas hovedvannmasser har en ikke kunnet spore utfra foreliggende data.

## Biologiske forhold

Vekstsesongen (mai-oktober) i 1983 avviker fra forholdene i tidligere år ved at den tidligere så karakteristiske kiselalgeoppblomstringen med Asterionella formosa i juni-juli uteble i 1983. Algebiomassen ( $<0,5 \text{ g/m}^3$ ) og klorofyllinnholdet ( $<4 \text{ mg/m}^3$ ) var lav under vår og forsommeren. Algesamfunnet var dominert av grupper som gullalger (Chrysophyceae), kiselalger (Bacillariophyceae) og cryptomonader (Cryptophyceae). Blant vanlig forekommende arter/slekter kan nevnes kiselalgene Melosira islandica og Stephanodiscus hantzschii som hadde størst forekomst på våren. De vanligste arter i sommerplanktonet var kiselalgen A. formosa, gullalgene Mallomonas spp. samt store og små chrysomonader og blant kryptomonadene Chryptomonas spp. og Rhodomonas lacustris.

Utover sensommer og høst økte både algemengden og andelen av kiselalger. Høyest algebiomasse ( $1,4 \text{ g/m}^3$ ) ble registrert ved hovedstasjonen i september, mens klorofyllinnholdet nådde høyeste verdi ( $5,8 \text{ mg/m}^3$ ) i oktober. Stasjonen i Furnesfjorden hadde størst algeforekomst ( $2,1 \text{ g/m}^3$ ) i august. Forøvrig har algemengde og algesammensetting vært like ved de to stasjoner. Tidligere år har som regel Furnesfjorden hatt større algemengde. Ved siden av kiselalgen A. formosa var det kiselalgene Tabellaria fenestrata og Fragilaria crotonensis som satte sitt preg på algesamfunnet utover høsten, noe som bl.a. skapte en del problemer for garnfisket (grønske i garnene).

Blågrønnalgene hadde i likhet med forholdene de seneste årene beskjeden mengdemessig betydning. Rent visuelt var det i likhet med i 1982 en mindre oppblomstring av Anabaena flos-aquae i slutten av juli. Algene flyter i overflatelaget og driver inn mot badestrendene slik at det blir til genanse for denne brukergruppen.

Oscillatoria var tilstede i vannmassen fra og med slutten av juni, men i beskjedent antall. Det var først i slutten av september at den fikk mengdemessig betydning. I likhet med i 1982 opptrådte Oscillatoria på høsten med lange trikomer (tråder). Tendens til drikkevannsproblemer (dårlig lukt og smak) ble registrert ved Hamar vannverk den 27/9-1/10, men var ikke så påtagelig som i 1982. I 1983 ble det utført en spesiell undersøkelse over Oscillatoria-forekomsten og dennes muligheter til å utvikle geosminproduserende kloner. Undersøkelsen viste at det forelå slike kloner. Forøvrig henvises til spesiell rapport som er under utarbeidelse.



Algeproduksjonen (primærproduksjonen) i de fri vannmasser var noe høyere i 1983 enn i 1982 med en årsproduksjon på ca 40 g/m<sup>2</sup>·år. Størst dagsproduksjon ble registrert i samband med størst algemengde og klorofyllinnhold i månedskiftet september-oktober. Det synes som om algesamfunnet har hatt større produksjonsevne dvs. produksjon pr. biomasseenhet i 1983 jevnført med tidligere år og såvel dagsproduksjon som årsproduksjon er noe større enn det som har vært tilfelle de seneste fem årene. Dette kan muligens indikere en bedre økologisk balanse i 1983.

Begroingen langs Mjøsas strender var mer markert i 1983 jevnført med de seneste årene (1977-82). I likhet med tidligere forhold utgjorde denne visuelt fremtredende s.k. "grønske" av den trådformede grønnalgen Ulothrix zonata.

Påtagelig forandring fra tidligere år i sammensetning og mengde av krepsdyrplankton er ikke registrert i Mjøsa i 1983. Muligens har forekomsten av hoppekrepsen Cyclops lacustris blitt mindre i de tre seneste årene. Populasjonen av Mysis relicta var i likhet med forholdene i 1982 stor i innsjøens sentrale deler, mens observasjoner i sydenden skulle tyde på at det her har skjedd en merkbar tilbakegang.

### Konklusjon

Algemengden og forekomsten av blågrønnalger som Anabaena og Oscillatoria i de fri vannmasser er til tider fortsatt høy sett i relasjon til de eksisterende brukerinteresser. Forekomsten av Anabaena er fortsatt til sjenanse for de badende, små mengder Oscillatoria kan gi drikkevannet lukt- og smaksproblemer, og stor forekomst av kiselalger tetter igjen fiskegarn og filter. Periodevis stor forekomst av fastsittende (bentiske) kiselalger og grønnalger (spes. U. zonata) langs stredene skaper også problemer da bl.a. løsrevne algetråder lett fester seg i fiskegarn og strandsteiner, båter, tauverk m.m. blir sleipe.

I likhet med situasjonen i 1981 og 1982 må derfor næringssaltbelastningen såvel som innsjøens økologiske tilstand fortsatt betegnes som betenkelig og ytterligere reduksjon i næringssaltbelastningen er nødvendig.

En samlet vurdering utifra de meteorologiske, hydrologiske og biologiske forhold i 1983 tyder likevel på at utviklingen fortsatt går i riktig retning, dvs. mot bedre vannkvalitet, mer balanserte økologiske forhold og minsket næringssalttilgang i vannmassene.

En mer omfattende undersøkelse av Mjøsa er programfestet til 1986. Da innsjøen synes å være inne i en viktig utviklingsfase, bør en vurdere muligheten av å utføre denne undersøkelsen allerede i 1985, samt at en da utvider programmet med mer konkrete målinger av forurensningstilførselen. Derved vil en få bedre informasjon om den relative betydning av de ulike fosforkilder. En bør også ta hensyn til de planer som foreligger om samlet vannbruksplan for Gudbrandsdalslågen så disse undersøkelser kan samordnes, hvilket er en forutsetning for å kunne gjøre en helhetsvurdering.

### Forurensningsbegrensende tiltak

#### Jordbruk

De forurensningsbegrensende tiltak som ble planlagt under Mjøsaksjonen er slutført. Silokontroll og annen kontroll over jordbruksaktiviteten viste at forholdene stort sett var gode til akseptable i 1983 og klart bedre enn foregående år. Enkelte unntak foreligger likevel og her kan Østre Toten (Lenavassdraget) og Gausdal nevnes hvor forholdene fortsatt må betegnes som dårlige.

Noen tallverdier over bidraget fra jordbruket foreligger ikke, men en må anta at bl.a. bidraget av næringsalter ytterligere har blitt redusert jevnført med 1982.

#### Bebyggelse

Noen større forandringer på boligkloakksektoren har ikke skjedd i 1983. Det er fortsatt behov for sanering av ledningsnett. Utslippskontrollen i 1983 viste i likhet med i 1982 at de større renseanleggene hadde "gode" driftsresultater, mens mange av de mindre (spesielt biologiske anlegg og anlegg med simultanfelling) fungerte dårlig. Hoveddelen av befolkningen i

regulerte strøk er likevel tilkoblet de større anleggene og bare ca 5-7 % er tilknyttet anlegg med "dårlige" resultater. Sammenlignet med driftsåret 1982 var det en viss bedring i driftsresultatene.

Konkrete tallverdier over bidraget fra befolkningen foreligger ikke.

## Industri

Slakterier/meierier ingen endringer siden 1982.

### Potetbearbeidende industri

- Holmen Potetindustrier  
Fabrikken ble bygget om sommeren 1982 til en større kapasitet. Vannforbruket og produktspill ble redusert. Videre ble renseanlegget bygget ut med et anaerobt trinn. Her produseres metangass som benyttes i bedriftens fyringsanlegg. Fosforfellingen har fungert bra og P-utslippet antas å ligge under 500 kg for 1983 mot ca 1 tonn i 1982.
- Potetmelfabrikkene hadde i sesongen 1982/83 (faller hovedsaklig i 1982) et samlet utslipp på ca 4,5 tonn P. På grunn av litt lavere produksjon og bedre oppsamling av fruktvannet var P-utslippet i 1983 ca 20% lavere; altså ca 3,5 tonn P.
- Brenneriene - ingen endringer
- Oppland Chips - Ingen endringer

### NORA matprodukter/Hedmark Tørrmelk

Ingen vesentlige endringer siden 1982. Renseanlegget er til tider sterkt overbelastet. INDRENS undersøker for tiden aktuelle utbyggingstiltak.

### Treforedling

Ingen endringer.

## Sammendrag og kommentarer for situasjonen i 1982

### Klimatiske forhold

Sommeren 1982 må til tross for en nokså kjølig og periodevis vindrik for- og sensommer, betegnes som spesielt varm, solrik og vindfattig. Fra begynnelsen av juli til midten av august var det en lengre og sammenhengende varmebølge som medførte at Mjøsas overflatetemperatur steg til over 21°C også i innsjøens sentrale partier. Dette er de høyeste overflatetemperaturen som er blitt målt i løpet av den tid Mjøsundersøkelsene har pågått. Dette førte til stabile sjiktningsforhold i vannmassene som bidro til at algene i mindre grad kunne utnytte næringssaltene fra dyplagene. For- og høysommeren var solrik og nedbørfattig, mens nedbørmengden lå rundt det normale sensommer og høst.

### Avrenningsforhold

Den årlige avrenning i 1982 var lav og under det normale. Avrenningen er beregnet til 8862 mill. m<sup>3</sup> som er ca 10% mindre enn foregående år og ca 11% under normalen. Vannføringsregimet i Gudbrandsdalslågen viste et normalt forløp med lavvannføring i vinterperioden og flomaktivitet med flere flomtopper under vår, forsommer og høst. Noen spesielle store flomtopper forekom ikke. Høyeste vannføring var i overkant av 1000 m<sup>3</sup>/s. En kald vår med snøsmelting over lengre tid begrenset flomaktiviteten.

### Fosfortilførsel

Målte verdier av fosfortilførselen til Mjøsa foreligger ikke for 1982. Utifra data innsamlet av SFT (industri) og Fylkene (boligkloakk og jordbruk) samt mer teoretiske vurderinger, synes det å være små forandringer å spore når det gjelder den menneskelige (antropogene) belastningen. Denne synes å være noe lavere enn i 1981 og sannsynligvis i området 120-130 tonn. I tillegg kommer så den naturlige tilførsel som jevnført med foregående år har vært noe lavere på grunn av mindre avrenning. Fosfortransporten i Gudbrandsdalslågen var i 1982 ca 30% lavere enn i 1981. Den totale fosfortilførsel i 1982 synes derfor å ha vært i området 200-220 tonn. Dette tilsvarer en spesifikk belastning på ca 0,6 g P/m<sup>2</sup>·år. Det har således kun skjedd en ubetydelig fosforreduksjon siden 1980.

### Kjemiske forhold

Basisinnholdet av fosfor synes å ha økt noe. En årsak til dette kan være de analysetekniske vanskeligheter som en hadde i 1982. Nitrogeninnholdet har ikke forandret seg nevneverdig. En fortsatt nedgang av silisiumkonsentrasjonen kan spores. Noen større pH-svingninger i overflatevannet forekom ikke. Oksygenforholdene i de dypere vannmassene var fortsatt gode, men det foreligger tendens til større oksygenforbruk under senvinteren jevnført med året før. Noen tendens til forsurening har ikke kunnet spores.

### Biologiske forhold

Største algemengde ble registrert under kiselalgeoppblomstringen i månedsskiftet juni-juli med algemengder over  $2 \text{ g/m}^2$  uttrykt som våtvekt. I Furnesfjorden ble ca  $6 \text{ g/m}^2$  registrert ved en prøvetakingsdato. Maksimum algemengde ved hovedstasjonen (Skreia) var  $2,4 \text{ g/m}^2$ . Utover sensommer og høst avtok algemengden suksessivt.

I likhet med de seneste årene var det kiselalgen Asterionella formosa som dominerte algesamfunnet på vår- og forsommeren. Utover sensommer og høst var det kiselalgene Tabellaria fenestrata og Fragilaria crotonensis sammen med gruppen Cryptophyceae med arter inne slektene Cryptomonas og Rhodomonas som var mest fremtredende. Visuelt sett var det stor forekomst av blågrønnalgen Anabaena flos-aquae i Mjøsas overflatesjikt i ca 14 dagers tid i månedsskiftet juli-august. Blågrønnalgen Oscillatoria var tilstede i vannmassene, men i beskjedent antall og det var først i oktober den fikk en viss mengdemessig betydning da den som mest utgjorde 2% av algemengden. Etter at den i flere år kun har opptrått med korte trikomer (tråder) hadde den i 1982 lange trikomer i likhet med forholdene i 1975 og 1976 da den hadde masseoppblomstring og skapte drikkevannsproblemer. Tendens til drikkevannsproblem (dårlig lukt og smak) var merkbart ved Hamar vannverk den 7.-11. oktober. Det var allikevel bare abonnentene nærmest vannverket som ble berørt.

Algeproduksjonen (primærproduksjonen) var i likhet med de foregående år (1978-81) fortsatt lav. Årsproduksjonen ble beregnet til  $23 \text{ g C/m}^2$  og maksimum dagsproduksjon var  $236 \text{ mg C/m}^2$ .

Dyreplanktonets mengde og sammensetning lignet i store trekk forholdene slik de ble observert i tidligere år. Stor forekomst av vannloppen Daphnia galeata og pungreken Mysis relicta kan nevnes.

### Konklusjon

Til tross for den klare forbedring som en har kunnet registrere helt fra 1977 er algemengden og til tider forekomsten av blågrønnalger fortsatt for høye sett i relasjon til de brukerinteresser som knytter seg til innsjøen. Visuelt stor forekomst av blågrønnalgen Anabaena under høysommeren er til sjenanse for de badende. Selv små mengder Oscillatoria synes å kunne influere negativt på drikkevannet der en ikke har dypvannsinntak og da spesielt når de forekommer med lange trikomer (tråder). Antagelig anrikes de lett i vannverkets filter der de kan konsentreres i større mengder og derved sette lukt og smak på vannet. Utfra foreliggende observasjoner synes varme og solrike somrer å forsterke denne effekten, da Oscillatoria synes å utvikle stammer som produserer geosmin, et organisk stoff med vennelig lukt og smak.

I likhet med situasjonen for 1981 må derfor næringssaltbelastningen såvel som Mjøsas økologiske tilstand fortsatt betegnes som betenkelig og ytterligere næringssaltreduksjon er nødvendig. Tar en imidlertid hensyn til de spesielle klimatiske forhold i 1982 med den varme sommeren synes utviklingen fortsatt å gå i riktig retning. Sammenligner en med det utviklingsforløp en forventet etter Mjøsaksjonen så er utviklingen av de biologiske forhold i samsvar med disse forventninger.

### Forurensningsbegrensende tiltak

#### Jordbruk:

I 1982 ble mesteparten av det som stod igjen av istandsetting av gjødsellager sluttført og en kan derfor regne med en ytterligere næringssaltreduksjon. Noen konkrete tallverdier har det ikke vært mulig å frembringe. Det mangler fortsatt en del på silosiden og her kan spesielt Gausdal nevnes der forholdene synes spesielt dårlige og der fortsatt store silopressaftmengder nådde vassdragene i 1982.

### Bebyggelse:

Ytterligere tilknytning og sanering av ledningsnettene har skjedd i 1982. Når det gjelder kloakkrensingsanlegg, var det fortsatt problem på driftsiden for enkelte anlegg. Noen større forandringer på boligkloakksektoren synes ikke å ha skjedd i 1982 jevnført med 1981.

### Industri

Samlet fosforutslipp fra industri med egne utslipp er beregnet til ca 16 tonn i 1982. De vesentligste endringene har foregått innen potetindustrien der det regnes med en merkbar bedring for sesongen 1982-83. For den øvrige industri er det små endringer i 1982.

## Sammendrag og kommentarer for situasjonen i 1981

### Klimatiske forhold

Sommeren 1981 var spesiell med ekstremt lav temperatur på forsommeren. Dette bidrog til at Mjøsa hadde lave temperaturer (under 10°C) helt ut i juli. Sen-sommeren ble solrik og temmelig varm og i august og september var temperatur-situasjonen i Mjøsa mer normal igjen. Når det gjelder nedbør og soltimer må sommeren 1981 betegnes som temmelig normal. Muligens må ettersommeren i så måte betegnes som noe over normal.

### Avrenningsforhold

I likhet med i 1980 var den årlige avrenningen mindre enn i 1979. I slutten av mai var det en markert flomtopp med vannføring opp mot 1400 m<sup>3</sup>/s. I juli og oktober var det mindre flomtopper mens vannføringen viste en jevn nedgang i perioden slutten av juli - slutten av september i forbindelse med den varmeste sommerperioden 1980.

### Fosfortilførsel

Det foreligger ingen beregnede verdier for fosfortilførselen i 1981, men skjønsmessig vurdert via teoretiske overslag og antakelser synes belastningen å være i området 200-230 tonn, dvs. i samsvar med forholdene i 1980. Dette skulle innebære at fosfortilførselen til Mjøsa via Mjøsaksjonen er redusert med ca. 60% når det gjelder de menneskelige bidrag, og dette er fordelt omtrent som følger:

	1972	1981	Red. i %
Kommunale utslipp :	92	25	70
Spredt bebyggelse :	50	30	40
Gjødselkjellere :	36	15	60
Gjødselspredning :	24	8	70
Dyrket mark (bakgrunnsavrenning) :	34	34	0 x)
Surforsiloer :	11	1	90
Industri :	115	20	80
Overflateavrenning fra tettsteder :	7	2	30
	369	135	63

x) Viss økning via nydyrking foreligger.



### Kjemiske forhold

1981 synes det å foreligge en viss reduksjon av basisinnholdet av fosfor. For øvrig er vannets fysisk-kjemiske kvalitet i god overensstemmelse med situasjonen i 1980. En viss reduksjon av silisiuminnholdet jevnført med 1980 kan imidlertid spores.

### Biologiske forhold

Vekstsesongen 1981 var helt dominert av kiselalger og i juli var det en kraftig kiselalgeoppblomstring med algemengder opp mot  $4 \text{ g/m}^3$ . I likhet med tidligere år (1976, 1979 og 1980) var det *Asterionella formosa* som dominerte algesamfunnet. Etter at kiselalgesamfunnet brøt sammen i løpet av få dager i slutten av juli, opptrådte betydelige mengder av blågrønnalgen *Anabaena flos-aquae* i Mjøsas overflatesjikt i ca. 14 dagers tid. Betydelig forekomst av *Euglena* spp. i forbindelse med kiselalgeoppblomstringen og spes. når denne avtok bør også fremheves.

Den spesielle klimatiske situasjon på forsommeren har antakelig favorisert kiselalgene som gjennom en lang periode med god sirkulasjon og kjølig vann fikk tid til å bygge opp store populasjoner (mengder). I likhet med situasjonen 1979 og 1980 ble bare enkelte individer av blågrønnalgen *Oscillatoria bormetii* f. *tenuis* registrert i prøvene i juli/august.

Algeproduksjonen (primærproduksjonen) var fortsatt lav og årsproduksjonen lå på omkring  $30 \text{ g C/m}^2 \cdot \text{år}$ . Den produksjonsøkning som inntraff jevnført med tidligere år har først og fremst sin forklaring i den spesielle klimatiske situasjon i 1981.

Foruten at dyreplanktonsamfunnet hadde uvanlig sen utvikling sommeren 1981 forelå det ingen markerte forandringer eller utviklingstrender jevnført med tidligere år.

### Kvikksølv i fisk

Ved et samarb.progr. mellom SFT, DVF, Mjøsutvalget, NIVA og Veterinærinstituttet ble det samlet inn fisk for kvikksølvanalyser i perioden mai 1979 - oktober 1980. Hensikten med dette var å finne ut om det var blitt noen reduksjon i fiskens kvikksølvinnhold jevnført med tidligere (1969) innsamlet materiale. Større utslipp av kvikksølv til Mjøsa opphørte for omlag 10 år siden. Denne undersøkelse konkluderte med at det ikke var skjedd noen nevneverdig forbedring og at kvikksølvinnholdet i flere fiskearter fortsatt var høyt. I eldre fisk av ørret, abbor, lake og gjedde var innholdet av kvikksølv over  $1 \text{ mg/kg}$ .

## Konklusjon

Algemengdene er fortsatt for høye i Mjøsa sett i relasjon til brukerinteresser som knytter seg til innsjøen. At det fortsatt er fare for større kiselalgeforekomster hvis disse gis gode vekstbetingelser gjennom gunstige klimatiske forhold er dokumentert ved situasjonen i 1981.

I likhet med foregående år må nærings saltbelastningen såvel som innsjøens økologiske tilstand betegnes som betenkelig og ytterligere nærings salt (fosfor)-reduksjon synes nødvendig. Ses vegetasjonsperioden under ett og tar en hensyn til de spesielle klimatiske forhold på forsommeren 1981, viser situasjonen imidlertid fortsatt utvikling i riktig retning.

På grunnlag av kvikksølvundersøkelsen i fisk har Helsedirektoratet tilrådd et begrenset forbruk av enkelte fiskearter fra Mjøsa. Direktoratet tilrår at ørret bare benyttes rent sporadisk. Forbruket av gjedde begrenses til 1 måltid pr. uke, mens stor gjedde bare benyttes sporadisk. Forbruket av lake bør begrenses til 1 måltid pr. uke, mens stor lake bare benyttes sporadisk. Forbruket av abbor begrenses til 2 måltider pr. uke.

## Forurensningsbegrensende tiltak

### Jordbruk:

Fristen for istandsetting av gjødsellager gikk ut 1/1 1982.

Det er ikke innhentet data for tiltak ved gjødsellager for 1981, men søknader om frist-utsettelse viser at det fortsatt er endel ugjort.

### Bebyggelse:

Istandsetting av noen mindre renseanlegg samt noe ytterligere tilknytning (lite omfang).

Utbedring av enkelte anlegg fortsatte for fullt og vil også pågå i 1982.

### Industri:

Toten Cellulosefabrik og Mesna Kartongfabrik ble nedlagt i 1981.

Norsk Wallboard, Gjøvik hadde et utslipp på ca. 1,8 tonn P (fosfor) pr. år og i underkant av 30 kg  $\text{BOF}_7$  pr. tonn plater.

Berger Langmoen hadde et utslipp på ca. 30 kg  $\text{BOF}_7$  pr. tonn plater. I tillegg kommer et utslipp fra sliperi og tømmerrenseri. Samlet var det et P-utslipp på ca. 2,8 tonn pr. år fra denne bedrift.

Potetmelfabrikkene oppnådde 50-70% reduksjon av frukt vannutslippene. Ved Holmen Potetindustrier er det fortsatt problemer med renseanlegget. Ved Oppland Chips ble vaskevannet ført over til renseanlegget. Ved Nora-Sunrose var det tildels overbelastning av renseanlegget.

## Sammendrag og kommentarer for situasjonen i 1980

### Klimatiske forhold

Sommeren 1980 må betegnes som normal både når det gjelder temperatur, innstråling (soltimer) og nedbør. Kraftig bygeaktivitet om ettermiddagen førte likevel lokalt til store nedbørmengder.

Når det gjelder vindaktivitet i perioden mai-oktober var denne spesielt lav og dette førte til uvanlig stabile forhold i vannmassene. Dette førte bl.a. til at algene i mindre grad kunne utnytte næringssaltene fra dyplagene.

### Avrenningsforhold

Den årlige avrenningen var noe mindre i 1980 enn foregående år (1979). Mer markerte flomsituasjoner forekom bare i juni måned hvoretter vannføringen avtok utover sommer og høst.

### Fosfortilførsel

Målte verdier av fosfortilførselen til Mjøsa foreligger ikke for 1980, men en teoretisk beregning skulle tyde på at belastningen ligger i området 230-220 tonn fosfor. Dette skulle gi en spesifikk belastning på ca.  $0,6 \text{ g/m}^2 \cdot \text{år}$ .

### Kjemiske forhold

Basisinnholdet av fosfor og nitrogen har ikke forandret seg nevneverdig i 1980, men ligger i det samme nivået som tidligere år.

Noen større pH-svingninger i overflatevannet forekom ikke. Oksygenforholdene i de dypere vannmasser var gode, > 80% metning.

### Biologiske forhold

Den positive utviklingen som ble registrert i tidligere år når det gjelder algeproduksjon og algemengde, fortsatte i 1980. Dette år var algemengden mindre enn i noen andre år i hele undersøkelsesperioden (1970-1980). De største algemengdene forekom i juli og da var også algeproduksjonen (primærproduksjonen) høyest. I likhet med tidligere år var algemengden størst i de

sentrale delene og da spesielt i Furnesfjorden. Lavest var verdiene i den nordre delen av Mjøsa. Det var i hovedtrekk kiselalgene som dominerte algesamfunnet, *Asterionella* på forsommeren og *Tabellaria* på sensommeren og høsten. Blågrønnalgen *Oscillatoria* var tilstede i vannmassene, men hadde ingen større betydning mengdemessig. Drikkevannsproblemer på grunn av algevekst forekom ikke i 1980.

Påtagelig forandring i sammensetning og mengde av dyreplanktonet kunne ikke registreres i Mjøsa i 1980 sammenlignet med forholdene i tidligere år.

### Hygieniske forhold

Rent hygienisk bedømt ut fra koliforme bakterier, hadde den sydlige delen av Mjøsa tilfredsstillende vannkvalitet.

Overflatelaget i området utenfor Hamar og Furnesfjorden hadde dårligere kvalitet med et høyt innhold av koliforme bakterier. I dyplagene under 15 meter med unntak av et område utenfor Brumunddal, var forholdene betydelig bedre. Fra Helgøya og nordover til Lillehammer var forholdene dårlige, og her synes det som om forholdene ikke var blitt noe bedre siden 1978.

### Konklusjon

Selv om algeproduksjonen i 1980 i likhet med 1978 og 1979 var akseptabel var algemengden fortsatt for høy og førte til praktiske problem slik som nedsatt siktbarhet og tilgroing av garn.

Videre er det fortsatt uklart om Mjøsa er i økologisk balanse bl.a. når det gjelder fosfor-omsetningen i innsjøen.

Næringssalttilførselen til Mjøsa og selve den biologiske situasjonen må fortsatt betraktes som betenkelig. Fortsatt fare for store kiselalgeforekomster og en viss fare for blågrønnalgeoppblomstring er det ennå grunn til å regne med, spesielt hvis disse gis gode vekstbetingelser gjennom gunstige klimatiske forhold.

Hygienisk sett må situasjonen i den nordre del samt i Hamarområdet og Furnesfjorden fortsatt betegnes som betenkelig.

### Forurensningsbegrensende tiltak

Jordbruk:

Høsten 1980 var utbedring og utvidelse av gjødselkjellere kommet så langt at behovet for vinterspredning av husdyrgjødsel var minimal.

I Hedmarkskommunene var lagerkapasiteten økt med ca. 60.000 m<sup>3</sup> og det var fullført tiltak for ca. 35% av registrert antall dyreenheter. Når aksjonen er fullført regner en med å komme opp i 80%. Kontroll med og utbedring av siloer fortsatte dette året og registreringer tyder på at fosforbidraget herfra nå er minimalt.

#### Bebyggelse:

Hovedtyngden av de kommunale investeringer ble utført i 1980. Store investeringer i sanering av gammelt ledningsnett bidrar til å øke fosfortilførselen til renseanleggene og derved redusere belastningen på Mjøsa.

Tiltakene i spredt bebyggelse gikk for fullt dette året og ved utgangen var det utbedret anlegg ved ca. 3.000 boliger.

#### Industri:

Toten Potetmelfabrikk ble bygget om slik at forholdene ble lagt til rette for 90% oppsamling av fruktvannet. Ved Brumunddal Potetmelfabrikk fortsatte driftsproblemene. De siste av brenneriene satte igang kalkfelling for potetvaskevannet. Holmen Potetindustrier hadde store driftsproblemer med renseanlegget som viste seg å være underdimensjonert. Store "skjulte" utslipp ble oppdaget og stoppet. Ved Oppland Chips ble renseanlegget bygget ut med kjemisk felling (simultanfelling). Det ga bedre driftsforhold.

## Sammendrag og kommentar for situasjonen i 1979

### Klimatiske forhold

I likhet med forholdene i 1977 og 1978 var sommeren 1979 kjølig, solfattig og nedbørrik. Såvel forsommer som sensommer var spes. vindrike og skapte kraftig strømsetting og oppvelling i Mjøsas vannmasser hvilket gav gode fortynningsmuligheter.

### Avrenningsforhold

Den årlige avrenning i 1979 var betydelig høyere enn foregående år. Flere flomtopper forekom og foruten flomtoppen på forsommeren var det høy vannføring også i juni og i august. En mindre flomtopp forekom også i oktober. Sommeren 1979 var således preget av gode gjennomstrømningsforhold som sammen med stor vindaktivitet gav ekstra gode fortynnings- og fordelingsforhold.

### Fosfortilførsel

En teoretisk beregning skulle tyde på at fosforbelastningen i 1979 lå omkring ca. 220 tonn. Målte data antyder imidlertid at denne verdi er undervurdert og årsaken til dette er i første rekke stor vannføring og dermed relativt stor fosfortransport i Gudbrandsdalslågen, men en våt og regnfull sommer medførte også betydelig erosjon i nedbørområdet og dermed transport av partikulært fosfor til innsjøen. Den spesifikke fosforbelastning kunne derfor ha ligget i området  $0,7 \text{ g/m}^2 \cdot \text{år}$ , dvs. i samme område som foregående år. På grunn av stor vannføring og gjennomspyling var fortynningsmulighetene gode. En stor del av det økte fosforbidrag 1979 antas å være lite biologisk tilgjengelig da det i stor utstrekning tilførtes som partikulært materiale.

### Kjemiske forhold

Vannets fysisk-kjemiske kvalitet var i god overensstemmelse med tidligere års tilstand. Dette gjelder også vannets innhold av oksygen.

Vannets nitrogeninnhold i overflatelagene var av samme størrelsesorden i 1979 som i 1978, men sett i et lengre tidsperspektiv har vannets nitrogeninnhold økt betydelig, særlig i Furnesfjorden.

Vannets innhold av fosfor (total fosfor) var under sommersituasjonen noe lavere i 1979 enn i 1978, men konsentrasjonsverdiene var begge disse år noe høyere

enn i de forutgående år, særlig i 1976 og 1977. I de senere år har konsentrasjonsverdiene, spesielt orthofosfatverdiene, vært noe lavere om vinteren og våren enn i tidligere år. Orthofosfatfraksjonen om våren utgjør forøvrig ca. halvparten av den totale fosformengde.

### Biologiske forhold

På samme måte som i 1977 og 1978 var det kiselalgene som dominerte planteplanktonet i 1979 hele vekstsesongen sett under ett, først og fremst representert ved *Asterionella formosa* som var dominerende i juni, juli og august med en topp i månedsskiftet juni-juli. *Tabellaria fenestrata* og i ennå større grad *Fragilaria crotonensis* var av underordnet betydning i 1979.

Gruppen Cryptophyceae med arter innen slekten *Cryptomonas* og *Rhodomonas lacustris* hadde en prosentuell stor andel av det samlede planteplankton høsten 1979, men algebiomassen var totalt sett liten på denne tiden.

Det mest fremtredende trekk i analyseresultatene fra 1979 var at blågrønnalgene så å si helt var borte fra planteplanktonet. Bare enkelte individer av *Oscillatoria bornetii* f. *tenuis* ble registrert i prøvene i juli/august. Ytterligere reduksjon av algeproduksjonen kunne også spores. Årsproduksjonen lå i området  $20 \text{ g C/m}^2 \cdot \text{år}$ .

Med unntak av den nordre del der algebiomassen hele vekstsesongen var lavere enn i 1978 og også tidligere år, var algebiomassen og variasjonene like i 1978 og 1979. Selv om maksimal algebiomasse (ca.  $3 \text{ g/m}^3$ ) i løpet av vekstsesongen ikke gikk drastisk ned, var tendensen de tre siste årene (1977, 1978 og 1979) at algebiomassen (etter maksimum i juni/juli) lå på et lavt nivå hele ettersommeren og høsten, sammenlignet med 1976. Dette skyldes i første rekke fraværet av blågrønnalger i større mengder i vannmassene disse årene.

Foruten at vannloppen *H. gibberum* igjen ble funnet i Mjøsas frie vannmasser, var det ikke mulig å spore mer markerte forandringer eller utviklingstrender i dyreplanktonet.

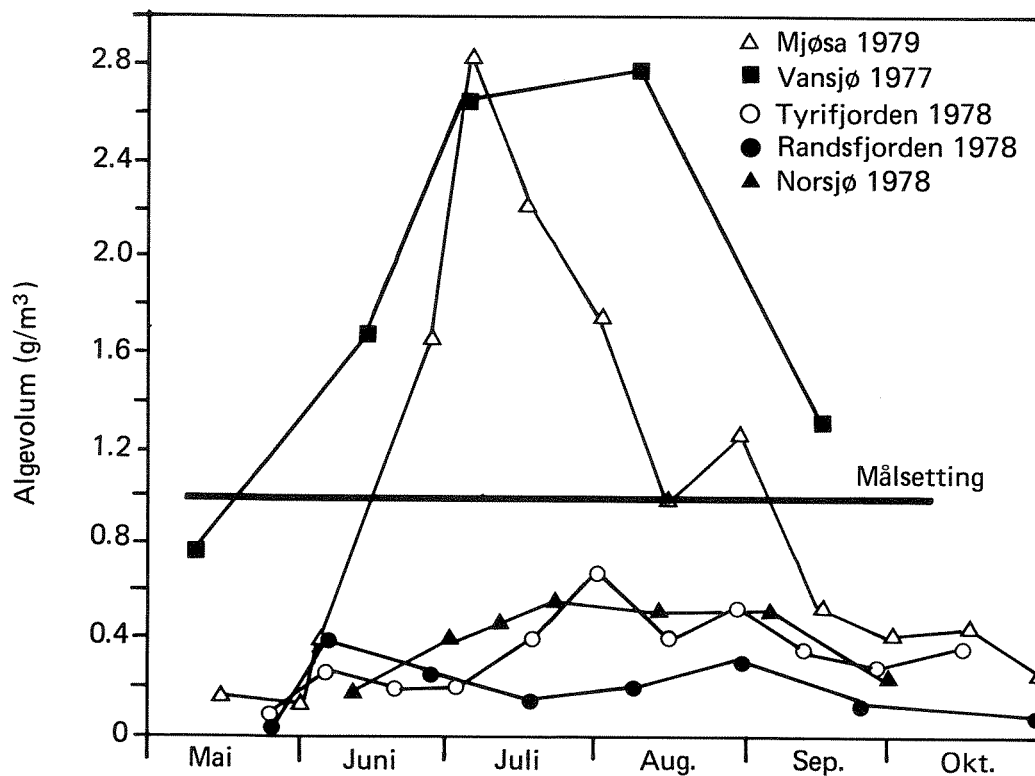
### Konklusjon

Siden 1976 har det vært en klar forbedring av forurensningssituasjonen i Mjøsa. Den totale fosfortilførselen teoretisk beregnet, var således vel 35-40% lavere i 1979 enn i årene frem til 1976 da det var varme, tørre somrer. Fosfortilførselen som skyldes menneskelige aktiviteter (kloakk, industri og jordbruk), er blitt reduisert med vel 50%.

Som nevnt ble det bare registrert enkelte spredte individer av blågrønnalgen *Oscillatoria bormetii* f. *tenuis* i planteplanktonet i vekstsesongen 1979. Om dette skyldes tiltak i nedbørfeltet eller de relativt dårlige vekstbetingelsene for alger i Mjøsa på grunn av de klimatiske forhold de siste årene, er vanskelig å si. Sannsynligvis er det en kombinert effekt av begge.

Årsaken til den markerte nedgang i primærproduksjonen som er dokumentert i løpet av de senere år, er trolig en kombinasjon av dårligere vekstvilkår på grunn av klimaforholdene (kalde, vindrike og solfattige somrer) og redusert næringssalttilførsel (spesielt fosfor). Utviklingen som sådan, med lavere primærproduksjon er i overensstemmelse med det man kan vente seg ved en reduksjon av fosforbelastningen.

Algemengden i Mjøsa var fortsatt høy sammenlignet med de andre store innsjøer på Østlandet. Bortsett fra at blågrønnalgene nå praktisk talt var borte, var det liten reduksjon å spore i algemengden fra 1977 til 1979.





### Akseptabel fosforbelastning

Med støtte i empiriske modellbetraktninger har en fosfortilførsel på 175 tonn total fosfor pr. år tidligere vært lansert som grensen for akseptabel belastning hva eutrofisituasjonen i Mjøsa angår. I den senere tid er det gjort betydelige fremskritt med hensyn til å tilpasse slike modeller til norske forhold (Rognerud, Berge, Johannessen 1979), og på bakgrunn av dette arbeid synes nevnte verdi å være noe for høy. De biologiske forhold i Mjøsa sammenlignet med andre store norske innsjøer tilsier at en verdi i området

150 tonn total fosfor pr. år

synes mer ønskelig som norm for fosforbelastning for Mjøsa. Dvs. at innsjøen skulle tåle en belastningsøkning ("RESIPIENTKAPASITET") på 40% via bidrag fra menneskelige aktiviteter sett i relasjon til den naturlige tilførsel. En må imidlertid her ta hensyn til de ulike bidrags biologiske tilgjengelighet.

### Forurensningsbegrensende tiltak

#### Jordbruk:

Aktiviteten som beskrevet for foregående år fortsatte trolig med noe større tempo.

#### Bebyggelse:

Ca. 40% av de kommunale investeringene ble utført i 1979. Sanering av gammelt ledningsnett og ytterligere tilknytning ble forsert. Hoved-tettstedene i Gudbrandsdalen fikk satt sine renseanlegg i drift.

Utbedring av enkelt-anlegg var nå i full gang.

#### Industri:

Potetmelfabrikkene hadde fortsatt driftsproblemer. Utslippsreduksjonene ved Brumunddal Potetmelfabrikk var ca. 40% og ved Toten Potetmelfabrikk ca. 60% mot forutsatt 90%. Ved Toten Potetmelfabrikk ble det startet kalkfelling for potetvaskevannet. Ved Holmen Potetindustrier ble renseanlegget startet opp med biorotorer og simultanfelling. Anlegget hadde store driftsproblemer.

Hedmark Tørrmelk og Nora-Sunrose fikk ferdigstilt sitt renseanlegg med 2 biologiske trinn og etterfelling. Resultatene var gode.

## Sammendrag og kommentar for situasjonen i 1978

### Klimatiske forhold

I likhet med 1977 må sommeren 1978 betegnes som kjølig, regnrik og solfattig. Betydelig vindpåvirkning særlig på forsommeren bidrog til gode fortynningsmuligheter.

### Avrenningsforhold

I likhet med foregående år var avrenningen liten under sommerperioden sett som helhet. En markert flomtopp med vannføring over  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$  forelå i månedsskiftet mai-juni, hvoretter vannføringen avtok suksessivt utover sommer og høst. Vannføringen på sensommeren var noe høyere enn for foregående år.

### Fosfortilførsel

Selv om det knytter seg store usikkerheter til beregningene synes fosfortilførslen å være betydelig redusert som følge av den igangværende Mjøsaksjon. Den teoretisk beregnede fosfortilførslen lå i området omkring 250 tonn hvilket skulle gi en spesifikk belastning på ca.  $0,7 \text{ g/m}^2 \cdot \text{år}$ .

### Kjemiske forhold

Vannets generelle kjemiske kvalitet var i god overensstemmelse med forholdene fra året før. En viss forbedring kunne spores når det gjelder oksygeninnholdet i bunnvannet. Ortofosfatverdiene om våren ( $2-3 \text{ } \mu\text{g/l}$ ) syntes å være noe lavere enn hva som ble observert tidligere ( $4-5 \text{ } \mu\text{g/l}$ ).

### Biologiske forhold

Algebiomassens variasjonsmønster over sommersesongen var i store trekk som i 1977, med den største algemengde ( $2-3 \text{ g/m}^3$ ) rundt månedsskiftet i juni-juli og gradvis minskning utover sommeren. De mest dominerende algearter først på sommeren var kiselalgen *Asterionella formosa* og til en viss grad *Tabellaria fenestrata*. Den mer forurensningsindikerende kiselslagen *Fragilaria crotonensis* var av mer underordnet betydning i 1978. Selv om innslaget av blågrønnalger på sensommeren var noe større i 1978 enn i 1977, var imidlertid forekomsten beskjeden sammenlignet med forholdene i 1976. Den mest fremtredende blågrønn-

algen var som tidligere *Oscillatoria* cf. *bornetii* f. *tenuis*. foruten ovenfornevnte arter hadde cryptomonadene med arter som *Rhodomonas lacustris* og *Cryptomonas* spp. til tider en viss betydning. Det skjedde en betydelig reduksjon av algeproduksjonen i 1978 og årsproduksjonen er beregnet til ca. 25 g C/m<sup>2</sup>·år og høyeste målte dagproduksjon oversteg ikke 400 mg C/m<sup>2</sup>·dag.

Dyreplanktonets mengde og sammensetning lignet i store trekk forholdene slik de er observert i tidligere år, og noen store eller drastiske endringer synes ikke å ha funnet sted i tidsperioden 1972-1978.

I likhet med forholdene i 1976 var det spes. stor forekomst av vannloppen *Daphnia galeata* sensommeren 1978. Opp til 100 ind./l ble observert da forekomsten var størst.

### Hygieniske forhold

De bakteriologiske undersøkelser som ble utført i 1978, viser at vannets kvalitet hygienisk-bakteriologisk sett var klart bedre dette år enn i 1972 da en tilsvarende undersøkelse ble gjennomført. Dette gjelder spesielt de koliforme bakterier. De rutinemessige undersøkelser utført av byveterinæren i Lillehammer, Gjøvik og Hamar viser også samme tendens. Som tidligere er forholdene utenfor byer og tettsteder, dvs. utenfor større kloakkutslipp, dårligst i hygienisk sammenheng.

### Konklusjon

Selv om det knytter seg store usikkerheter til beregningene synes fosfortilførslene å være betydelig redusert (over 100 tonn fosfor fra 1976 til 1978) som følge av den igangværende Mjøsaksjon.

Den generelle forurensningssituasjon i Mjøsa i 1977 og 1978 synes også å være klart bedre sammenlignet med tidligere år. Det er nærliggende i betydelig grad å tilskrive dette "Mjøsaksjonens" oppryddingsarbeide. Imidlertid er det nødvendig å være klar over at forholdene i en innsjø kan variere betydelig fra år til år avhengig av bl.a. klimatiske faktorer. Det skal i denne sammenheng bemerkes at mens sommeren 1976 var unormal varm, var sommere 1977 og 1978 preget av en mer kjølig værtype. Dessuten var sommeren 1976 i større grad preget av sydlige og sydøstlige vinder sammenlignet med forholdene i 1977 og 1978. Dette betydde bl.a. at overflatevannmassene som var sterkest berørt av forurensninger, i større grad ble holdt tilbake i Mjøsa om sommeren dette år (1976) enn i de to etterfølgende.

Det er selvfølgelig vanskelig på bakgrunn av de føreliggende observasjonsresultater å separere de forskjellige effekter fra hverandre.

De hygieniske forbedringer som synes å kunne spores, må derimot ha direkte sammenheng med effekten av de nyetablerte renseanlegg, men på grunn av anleggenes begrensning, lekkasjer på ledningsnettets osv. tilføres innsjøen fortsatt betydelige kloakkvannsmengder - noe som indikeres ved de fremkomne resultater.

#### Forurensningsbegrensende tiltak

##### Jordbruk:

Tetting og utvidelse av gjødselkjellere og sanering av melkeromsavløp kom for fullt igang i 1978. Som følge av dette ble også behovet for vinterspredning av husdyrgjødsel redusert. I løpet av året ble også fosforutslippet som følge av melkeromsavløp sterkt redusert fordi Lilleborg reduserte fosforinnholdet i vaskemiddelet MIM Combi fra 9,6% til 2,4%. Utbedring av dårlige siloanlegg fortsatte.

##### Bebyggelse:

Arbeidet med tilknytning av bebyggelse til renseanleggene ble forsert betydelig. Renseanlegg for mindre tettsteder er under planlegging og bygging. I løpet av 1978 sendte kommunene ut en rekke pålegg om utbedring av avløpsanlegg i spredte bebyggelser, og en rekke anlegg ble utbedret. I februar 1978 fastsatte Miljøverndepartementet forskrifter om omsetning av tøyvaskemidler som må antas å ha hatt en vesentlig virkning med hensyn til å redusere fosforutslippene fra boliger.

##### Industri:

Mesna Kartongfabrik kjørte i 1978 igang sluttrensetrinnet. Sammen med andre interne tiltak ble fiberutslippet redusert fra ca. 2700 til 700 tonn pr. år. Brumunddal Potetmel og Sagofabrik satte igang inndampingsanlegget for frukt vann. To av brenneriene startet med kalkfelling for potetvaskevannet. Oppland Chips fikk ferdig sitt biologiske renseanlegg.

Raufoss Ammunisjonsfabrikker gjennomførte rensing av avløpsvannet fra fjellanlegget.

## Sammendrag og kommentar for situasjonen i 1977

### Klimatiske forhold

Sommeren 1977 var kjølig, regnfull og vindrik, og det var bare kortere perioder med godt vær. Vindpåvirkningen førte til betydelig strømpåvirkning og dermed omveltning i vannmassene, dvs. gode fortynningsforhold.

### Avrenningsforhold

Den kalde sommeren førte til lav vannføring i Gudbrandsdalslågen mens vannføringen i de mindre tilløpselvene var spesielt høy på grunn av store nedbørmengder. Avrenningen i sin helhet må betegnes som lav og dette gjelder særlig sensommeren og høsten da vannføringen i lange tidsperioder var lavere enn  $200 \text{ m}^3/\text{s}$ . Mindre flomtopper omkring  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$  forekom i mai og juni.

### Fosfortilførsel

Den igangsatte Mjøsaksjonen har reduisert fosforbelastningen. Observasjoner i elvene (transportverdier) skulle tilsvare en reduksjon på ca. 20%. Dette skulle motsvare en teoretisk beregnet fosfortilførsel på ca. 300 tonn eller uttrykt som spesifikk belastning på ca.  $0,8 \text{ g/m}^2 \cdot \text{år}$ .

### Kjemiske forhold

Bortsett fra noe lavere saltholdighet var den generelle vannkvalitet våren 1977 i god overensstemmelse med forholdene på tilsvarende tidspunkt i 1976. Middelverdiene for total fosfor var imidlertid lavere i 1977 sammenlignet med tidligere år, mens nitrogeninnholdet var større. En reduksjon av silisiuminnholdet kunne også spores. Noen større pH-svingninger i de øvre vannmasser på grunn av algeproduksjon forekom ikke i vegetasjonsperioden 1977. Den oksygenreduksjon i bunnvannet som kunne spores det foregående år (<80% metning) forelå også i 1977.

### Biologiske forhold

Algemengden var lav ( $< 1 \text{ g/m}^3$ ) frem til månedsskiftet mai-juni da det spes. i Furnesfjorden skjedde en kraftig oppblomstreing med algemengder omkring  $3 \text{ g/m}^3$  i løpet av kort tid. Denne algeblomsten varte et par måneder frem til månedsskiftet juli-august, hvoretter algebiomassen igjen avtok sterkt.

"Algeblomsten" var hovedsakelig forårsaket av kiselalgen *Asterionella formosa*, men gulalger (chrysophyceae), bl.a. *Uroglena americana*, hadde også store forekomster i vannmassene på denne tiden. Forøvrig var det noe mindre forekomster av flagellater som *Cryptomonas* spp., *Rhodomonas lacustris* og *Katablepharis ovalis*.

En mindre økning av algebiomassen i september-oktober etter et minimum i august skyldtes en økning av mengdene av to andre kiselalgearter: *Fragilaria crotonensis* og *Tabellaria fenestrata*, men mengdene av disse var relativt moderate.

Mengdene av blågrønnalger i 1977 var minimale(selv om det ble registrert en del blågrønnalger i dypere vannlag tidlig på året) og en unngikk dermed til dels de problemene som blågrønnalgene skapte i 1976.

Som helhet kan en si at algesamfunnet i 1977 hadde en sammensetning og utvikling som minnet om tilstandene slik de ble registrert i 1972-1973 med kiselalgene, og da spesielt *Asterionella formosa* som de dominerende og chrysophyceane og cryptophyceane som viktige grupper i tillegg, men med beskjedne mengder av blågrønnalger.

Årsproduksjonen er for 1977 beregnet til ca. 60-70 g C/m<sup>2</sup>·år i de sentrale deler og ca. 47 g C/m<sup>2</sup>·år i de nordlige deler, dvs. en betydelig senkning i forhold til året før.

Artssammensetning og mengde av krepssdyrplanktonet i 1977 var stort sett i overensstemmelse med tidligere observasjoner. Mindre forekomst av vannloppen *Daphnia galeata* og større forekomst av *Daphnia cristata* jevnført med året forut forelå imidlertid.

### Konklusjon

Forhold både når det gjelder algemengde og suksesjonsforhold skulle tyde på at vekstforholdene i 1977 var mindre gunstige enn i 1976, og bl.a. ved siden av mindre gunstige værforhold kan næringssalttilgangen og da spesielt fosfattilgangen ha hatt avgjørende betydning. *Fragilaria crotonensis* og *Oscillatoria* spp. er algearter med større næringssaltkrav enn f.eks. *Asterionella formosa*.

Dette skulle kunne tyde på at tilgangen på næringsalter var mindre i sommerperioden 1977 enn i 1976. Særlig gjelder dette forsommeren og høysommeren, mens næringssalttilgangen utover høsten tydeligvis ble bedre. Det var først under den tidsperioden *Fragilaria crotonensis* og *Oscillatoria* spp. forekom i størst mengde i 1977.

Årsakene til den dokumenterte forskjellen mellom de to siste år er sikkert en kombinasjon av flere faktorer.

Blant faktorer som har nedsatt algeproduksjon, kan nevnes:

- Mindre tilførsler av næringssalter som resultat av de forurensningsbegrensende tiltak som er iverksatt.
- Sommeren 1977 var kjølig, regnfull og vindrik. Vindpåvirkningen kan ha bidratt til større fortykning - jevnfør den mer homogene algedelingen 1977 sammenlignet med 1976. Bare korte perioder med godt vær har bl.a. redusert produksjonskapasiteten osv. Dvs. det var klimatisk mindre gunstige forhold

Selv om de iverksatte forurensningsbegrensende tiltak har hatt betydning for forurensningstilførslene til Mjøsa (fosfortilførselen via tilløpselvene synes å være ca. 30% redusert fra 1976 til 1977), er belastningen fortsatt for stor.

#### Forurensningsbegrensende tiltak

Jordbruk:

I løpet av 1977 kom utbedringen av gjødsellager igang, samt sanering av melkeromsavløp, og forbedring av siloanlegg ble foretatt som følge av kontrollarbeidet året før. Parallelt med dette ble det foretatt en registrering av avrenningssituasjonen ved alle driftsbygninger med husdyr.

Bebyggelse:

I løpet av 1977 ble de største renseanleggene satt i drift, men manglende tilknytning og dårlig ledningsnett medførte at mye av kloakken ikke kom frem til renseanleggene.

All spredt bebyggelse ble registrert og gruppert dette året og behovet for utbedring vurdert, men det ble ikke utført konkrete tiltak ved de enkelte anlegg.

Industri:

Ved Toten Cellulosefabrik er det gjort betydelige investeringer for å øke lutgjenvinningen. Ved utgangen av året hadde begge wallboardfabrikkene på nærmeste nådd utslippskravet på 30 kg BOF<sub>7</sub> pr. tonn plater. Langmoen hadde i tillegg utslipp fra tømmerrenseri og sliperi.

De tre potetmelfabrikkene på østsiden av Mjøsa vedtok å samle produksjonen i en bedrift i Brumunddal (Brumuddal Potetmelfabrikk). Det ble gjort forsøk med kalkfelling av vaskevann og det prosessvann som ikke dampes inn. Toten Potetindustrier startet inndampingsanlegget for fruktvann. Resterende drankutslipp ved brenneriene ble stoppet.



## Sammendrag og kommentar for situasjonen i 1976

### Klimatiske forhold

Sommeren 1976 må betegnes som spes. varm. Dette gjelder i første rekke etter-sommeren som hadde stor innstråling og lite nedbør. Periodevis kraftig vind-aktivitet bidrog til strømsetting og oppvelling. En stormperiode i august kan nevnes spesielt.

### Avrenningsforhold

I likhet med de to foregående år var avrenningen noe under det normale og spesielt store flomtopper forekom ikke. Vannføringsmønsteret var omtrent normalt med flomtopper opp mot vannføring omkring  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$  i slutten av mai og i månedskiftet juni-juli, hvoretter vannføringen avtok jevnt utover sensommer og høst. Høstflommen uteble helt.

### Fosfortilførsel

Teoretisk beregnet fosfortilførsel tilsvarte en årsbelastning på ca. 380 tonn, hvilket gir en spesifikk belastning i området på  $1 \text{ g/m}^2 \cdot \text{år}$ . Det må her understrekes at det knytter seg til dels stor usikkerhet til beregningene, som må ses som cirkatall.

### Kjemiske forhold

Basinnholdet av næringsalter før produksjonsperiodens start var ikke særlig avvikende fra tidligere år. I forbindelse med stor algevekst var pH-svingningene i de øverste vannmasser betydelig og verdier opp mot pH 10 ble notert da algeproduksjonen var som størst. Oksygen-reduksjon kunne spores i bunnvannet i slutten av året (underkant av 80% oksygenmetning).

### Biologiske forhold

På forsommeren var algemengden lav med en biomasse mindre enn  $1 \text{ g/m}^3$ .

Algesamfunnet var i denne tidsperiode biomassemessig dominert av gruppen *Cryptophyceae* med *Rhodomonas lacustris*, *R. pusilla*, *Cryptomonas* sp. og *Katablepharis ovalis*, som mengdemessig var de viktigste artsinnslag ved siden av mer sparsom forekomst av kiselalgen *Stephanodiscus hantschii*

samt en del mindre monader tilhørende gruppene *Chlorophyta* og *Chrysophyta*. Den største algeforekomsten ble notert i Furnesfjorden hvor det også var størst forekomst av den eutrofiindikerende kiselalgen *S. hantzschii*.

I løpet av juli måned og da særlig mot slutten av måneden, økte algemengden betydelig samtidig som kiselalgenes (bl.a. *Asterionella formosa*) biomasse stadig ble mer dominerende. I slutten av måneden var ca. 80% av biomassen kiselalger. Blant kiselalgene var det nå den mer næringskrevende arten *Fragilaria crotonensis* som hadde stor forekomst. Blågrønnalgen *Oscillatoria bornetii* fa. *tenuis* opptrådte nå for første gang i så stort antall at den fikk betydning for biomassen. Videre var det nå en økt forekomst av arter tilhørende gruppen *Chlorophyceae* og visuelt en markert forekomst av blågrønnalgen *Anabaena flous-aque*. Den største algemengden forekom i Furnesfjorden hvor biomassen var ca.  $4 \text{ g/m}^3$ .

Også i august dominerte kiselalgefloraen algesamfunnet. Blant vanlig forekommende kiselalger kan nevnes: *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Tabellaria fenestrata* og *Rhizosolenia eriensis*. I likhet med i juli var det *F. crotonensis* som dominerte, men *T. fenestrata* økte mot slutten av måneden. Blågrønnalgen *Oscillatoria bornetii* økte suksessivt og utgjorde etter hvert en betydelig del av algevolument. Algemengden var fortsatt stor.

I perioden september-oktober økte mengden av *Oscillatoria bornetii* ytterligere og nådde nå sin største forekomst med en biomasse av ca.  $2 \text{ g/m}^3$  i Furnesfjorden og utenfor Skreia. Samtidig viste de andre algegruppene tilbakegang. I november og desember besto henimot 100% av den totale algebio-masse av *Oscillatoria*. Denne algen forekom i betydelige mengder til helt ut i mars det påfølgende år.

Regionalt sett forekom de største algemengder under vegetasjonsperioden 1976 i Mjøsas sentrale deler, mens de laveste verdier ble notert i den nordlige delen. Den høyeste dagsproduksjonen ble på alle stasjoner målt i juli. I Furnesfjorden ble det i denne tidsperioden målt verdier på over  $2000 \text{ mg C/m}^2 \cdot \text{døgn}$ .

Årsproduksjonen for 1976 er anslått til ca.  $100 \text{ g C/m}^2$  for Mjøsas sentrale del, mens årsproduksjonen for den søndre delen er anslått til ca.  $80 \text{ g C/m}^2$  og for den nordre til ca.  $50 \text{ g C/m}^2$ . Både dagsproduksjonen og årsproduksjonen er i samsvar med verdiene som ble notert i 1975.

Krepsdyrplanktonsamfunnet var på prøvetakingsdagen (20/9) dominert av hoppekrepse *Eudiaptomus gracilis* og *Cyclops lucustris* samt vannloppene *Daphnia galeata* og *Bosmina longispina*. Totalantallet er beregnet til 1.158.530 individer/m<sup>2</sup> fordelt på 829.660 hoppekrepser og 328.870 vannlopper. Det synes ikke å foreligge noen større forandring av krepsdyrsamfunnet hverken når det gjelder sammensetningen eller størrelsen jevnført med de forhold som ble observert i 1972-1973. Vannloppen *Daphnia galeata* opptrådte imidlertid i større mengder enn i tidligere år.

### Konklusjon

Etter klart å ha markert sin tilstedeværelse sommeren 1975, slo blågrønnalgen *Oscillatoria bormetii* fa. *tenuis* ut i full blomst på sensommeren og høsten 1976.

Under oppblomstringen i Mjøsa avslørte *O. bormetii* sin spesielle evne til å danne organisk stoff med vennelig lukt og smak. Dette stoffet er senere blitt isolert og bestemt som geosmin - et stoff som også har medført problemer for vannverk i utlandet hvor eutrofierte innsjøer er benyttet som vannkilder. Stoffet passerte gjennom vannverkenes filter, og smak- og lukteegenskapene blir forsterket ved tilsetning av klor. Smak- og luktelempene gjorde seg gjeldende for alle vannverk som benyttet Mjøsa og vassdraget nedenfor som råvannskilde. Problemer i forbindelse med organiske mikroforurensninger ved bruk av vann som drikkevann er ennå ikke avklart og bør undersøkes videre.

Denne situasjon, ved siden av at det både i 1975 og spesielt 1976 generelt sett var betydelig større algeproduksjon enn i foregående år, ble funnet meget alvorlig. Det ble derfor i brev av 11. oktober 1976 fra NIVA til sentrale og lokale administrative myndigheter (stat, fylker) redegjort for tilstanden og at det nå hastet med iverksettelse av forurensningsbegrensende tiltak for bl.a. å unngå irreversible tilstander i innsjøen. Det ble pekt på at masseforekomst av blågrønnalger kunne medføre en endring i livsmiljøet til de forskjellige organismsamfunn, slik at den naturlige økologiske balanse brøt sammen. Dette ville bety en radikal endring i dyreplankton og bunndyrfaunaen som bl.a. kunne få alvorlige konsekvenser for fiskens livsmiljø, slik at edlere fiskearter som aure, lagesild, sik o.l. etterhvert ville avta til fordel for mindreverdige fiskearter som abbor, brasme, gjedde o.l. Det ble også antydnet hvilke praktiske og hygieniske problemer blågrønnalgene forårsaket ved bruk av vannforekomsten som råvannskilde for vannverk.

Brevet konkluderte med at for å kunne endre den uheldige utvikling Mjøsa var inne i, var det nødvendig i enda sterkere grad enn tidligere å iverksette forurensningsbegrensende tiltak både i Mjøsområdet så vel som i Gudbrandsdalen. Videre ble det anbefalt at utviklingen ble nøye overvåket og undersøkt.

#### OPPBLOMSTRING AV BLAGRØNNALGER I MJØSA

Da det siste sommer har vært en kraftig oppblomstring av blågrønnalger i Mjøsa, vil vi avgi en kort redegjørelse for den praktiske og økologiske virkning dette har/vil kunne få for innsjøsystemet og vassdraget nedstrøms.

Siden slutten av juni har det vært en tildeels kraftig oppblomstring av alger i Mjøsa. I den første del av perioden var det kiselalger som dominerte algefloreen, men utover vekstperioden (juli-september) ble blågrønnalgen *Oscillatoria* cf. *borneti* stadig mer dominerende, og fra slutten av august har denne algeart dannet en kraftig algeblomst i Mjøsa.

Den kraftige oppblomstringen av *Oscillatoria* cf. *borneti* viser at Mjøsa nå er kommet inn i en ny og alvorlig fase i eutrofiutviklingen. Denne algeart vil nemlig ikke kunne utnyttes direkte av sekundærproducentene, men synker til bunns hvor de bakteriologiske nedbrytningsprosessene fører til at oksygeninnholdet i bunnsedimentene og i dypvannsmassene avtar. En slik utvikling kan lett føre til anaerobe tilstander i de dypere lag av innsjøen samt i sedimentene.

Det er dette som nå er situasjonen i en rekke store innsjøer verden over, som i for stor grad er blitt belastet med avløpsvann og som av den grunn har fått kraftig oppblomstring av blågrønnalger først og fremst *Oscillatoria* spp. (f.eks. Zürichsee, Bodensee, Lago Maggiore, Lake Ontario, Lake Erie m.fl.). Dette er også utviklingsforløpet i Gjersjøen, Kolbotnvatn, Årungen og flere andre norske innsjøer.

Oppblomstringen av blågrønnalger vil kunne medføre en endring i livsmiljøet til de øvrige organismesamfunn slik at den naturlige økologiske balanse bryter sammen. Dette betyr at zooplankton- og bunndyrfaunaen endres radikalt. Dette kan bl.a. få alvorlige konsekvenser for fiskens livsmiljø slik at edlere fiskearter som aure, lagesild, sik o.l. etterhvert vil forsvinne til fordel for mindreverdige fiskearter som abbor, brasme, gjedde o.l.

Sommeren 1976 hadde algen *Oscillatoria* cf. *borneti* sin største forekomst i 12-16 meters dyp, men etter hvert som høstsirkulasjonen gjorde seg gjeldende, ble algene noenlunde likelig fordelt i vannmassene over sprangsjiktet. Dette fenomen har muligens sammenheng med at den optimale temperatur for denne alges vekst synes å ligge i området 10 til 12 °C, men algen kan også vokse ved lavere temperatur. Det er derfor sannsynlig at det kan bli en betydelig produksjon av denne alge selv ved en temperatur på f.eks. 4 °C. Dette betyr at man i Mjøsa faktisk kan vente en produksjon av nevnte alge hele året, også i vintermånedene. De gunstigste vekstvikår vil imidlertid foreligge i sommerhalvåret.

Oppblomstringen av *Oscillatoria* cf. *borneti* i Mjøsa inneværende vegetasjonsperiode har medført store smaks- og luktuemper ved bruk av vannet som drikkevann og husholdningsvann. Dette gjelder såvel vannverkene rundt Mjøsa (Gjøvik, Hamar, Stange m.fl.) som vannverkene langs vassdraget nedstrøms Mjøsa, som bruker vassdraget som råvannskilde, f.eks. Eidsberg, Askim, Sarpsborg og Fredrikstad vannverk. Den nevnte alge er i transport og utvikling i Vormo og Glåma helt ned til estuaret ved Fredrikstad. Hvis algeveksten i Mjøsa varer ved utover høsten og vinteren vil dette selvsagt fortsatt få store konsekvenser for drikkevannskvaliteten. Tilsetning av klor forsterker smaks- og luktuemper. Algeoppblomstringer av denne type forårsaker derfor store hygieniske ulemper, og gir praktiske problemer for den tekniske behandling av drikkevann. Den helsemessige risiko forbundet med å bruke slikt vann i husholdningen har medisinsk oppmerksomhet.

På grunn av den nye situasjon som nå har oppstått i Mjøsa er det vanskelig å vurdere i hvilken grad de planlagte renseanlegg vil forbedre forholdene i innsjøen. For eventuelt å kunne vende den uheldige utvikling Mjøsa er inne i er det nødvendig i enda sterkere grad enn hittil å forsere utbyggingen av renetekniske tiltak for kommunalt og industrielt avløpsvann rundt Mjøsa såvel som i Gudbrandsdalen.

Videre er det nødvendig umiddelbart å iverksette forurensningsbegrensende tiltak for spredt bebyggelse og visse jordbruksaktiviteter (silo, utette gjødselkjellere, uheldig gjødslingsrutiner, jorderosjon o.l.). Gudbrandsdalslågens høye sommervannføring er i denne sammenheng av stor betydning, idet den medvirker til en utspyling og relativt hurtig utskifting av Mjøsas overflatevannmasser. Vi vil henstille om at *Oscillatoria*-oppblomstringen i Mjøsa kan bli nøye overvåket og undersøkt. Dette er spesielt nødvendig på grunn av at *Oscillatoria* cf. *borneti* fysiologisk er meget forskjellig fra de arter som forekommer i Gjersjøen (*Oscillatoria agardii*) og i Steinsfjorden (*Oscillatoria rubescens*) og som man både her i landet og i utlandet har god kjennskap til. *Oscillatoria* cf. *borneti* medfører blant annet en markert sterkere ubehagelig lukt og smak på vannet enn de to sistnevnte arter, dessuten synes det som den ved henstand lettere lar seg bryte ned (oksydere). Dette er egenskaper som har stor praktisk betydning og som bør undersøkes nærmere.

Videre vil vi anbefale at det så snart som mulig settes i gang undersøkelser som kan fremskaffe sikrere holdepunkter om jordbruksaktivitetens- og den spredte bebyggelsens betydning i forurensningssammenheng samt om hvordan man eventuelt kan redusere forurensningstilførslene fra denne type aktiviteter.

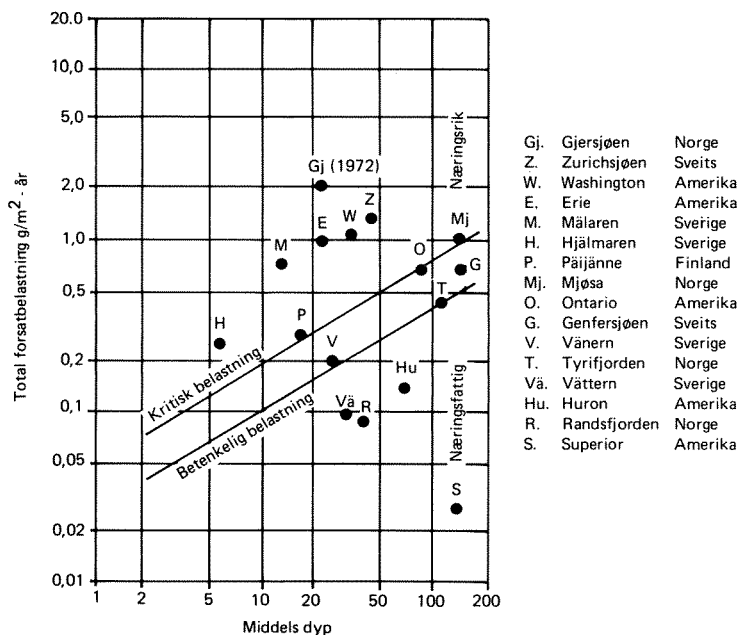
11. oktober 1976

Med hilsen  
NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Hans Holtan

Hvis vi fører Mjøsa inn i Vollenweiders trofidiagram, der også noen andre større innsjøer er tatt med for sammenlikningens skyld, ser vi at Mjøsa har nådd og delvis har overskredet den fosforbelastningen som i diagrammet anses som den kritiske, dvs. risiko for aksellererende eutrofiering av mer alvorlig art (oppblomstring av blågrønnalger, redusert O<sub>2</sub>-gehalt i de dypere vannmasser osv.). På grunn av viktige faktorer som gjennomstrømning, topografi, Lågens innflytelse o.l., er det mulig at Mjøsa (i hvert fall deler av den) kan tåle en større belastning enn det diagrammets kritiske linje tilsier. Ellers synes diagrammet som bygger på empirisk grunnlag, å egne seg godt for Mjøsa, idet de biologiske observasjonene som her er de avgjørende, stemmer godt overens med Mjøsas plassering i diagrammet ut fra beregnet fosforbelastning.

Hvis man ut fra Volleweiders diagram setter seg det mål å få Mjøsa ned til akseptabelt nivå når det gjelder eutrofiering (betenkelig belastning i diagrammet), skulle dette teoretisk tilsa en fosforbelastning på ca. 0.5 g/m<sup>2</sup>·år tilsvarende en total fosfortilførsel på ca. 175 tonn/år. Dette vil igjen si at den fosforbelastning vi har i dag må reduseres med ca. 50%. Med akseptabelt nivå menes her at innsjøen skal komme i økologisk balanse eller mer konkret at volumet av alger ikke vesentlig overstiger 1 mm<sup>3</sup>/l, dagsproduksjonen ikke overstiger 300-350 mg C/m<sup>2</sup> pr. dag, og at årsproduksjonen helst ikke når nivåer større enn 30 g C/m<sup>2</sup> pr. år. Dette tilsvarer de forhold som antakelig forelå i Mjøsa i årene 1940-1950. Å få tilbake Mjøsa til de tilstander som rådde i den perioden må derfor ses som en mer praktisk målsetting.



## Forurensningsbegrensende tiltak

### Jordbruk:

Forskrifter for avrenning fra silo for gras og andre grønnforvekster tråtte i kraft 2. august 1973 med frist til 1. juli 1975 for bruk med samlet silovolum over 100 m<sup>3</sup> og 1. juni 1976 for bruk med mindre silovolum. Bruk i Mjøsas nær-område med avrenning direkte til vassdrag fikk forkortet frist til 1. juli 1974. Tilsynets silokontroll i Hedmark fylke 1976 viste at ca. 50% av bruk med silo fortsatt ledet større eller mindre mengder pressaft til vassdrag. Ved årsskiftet 1976/77 var det ikke foretatt særlige tiltak for å begrense utslipp fra gjødselkjellere, melkeromsavløp og som følge av vinterspredning.

### Bebyggelse:

Ved årsskiftet 1976/77 var en bebyggelse på bare ca. 22.000 personer tilknyttet renseanlegg. Kloakken fra de fleste tettsteder og minitettsteder ble derfor ledet urensset til Mjøsa eller vassdrag som leder til Mjøsa. Dessuten fungerte ca. halvparten av kloakkrenseanleggene meget dårlig.

Det var ikke foretatt særlige tiltak for å begrense utslipp fra spredt bebyggelse.

### Industri:

Behandlingen av industrien i området startet med bransjevis behandling i 1974-75.

### 1976

Toten Cellulosefabrik bygget ferdig sedimenteringsanlegget. Arbeidene for å øke lutgjenvinningen fra 70 til ca. 90% var påbegynt.

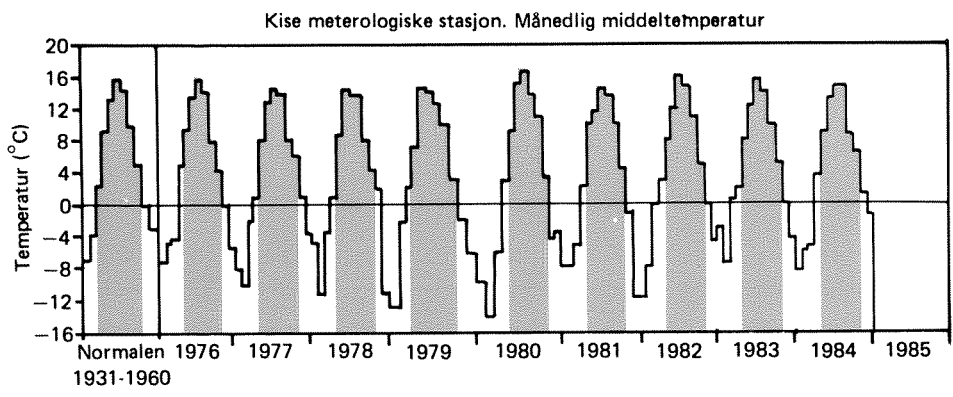
Norsk Wallboard, Gjøvik og Berger Langmoen gjennomførte interne tiltak i samsvar med utslippstillatelsene, 60 kg BOF<sub>7</sub> og 8 kg suspendert stoff pr. tonn plater.

Forsøkene med inndamping av frukt vannet ved Toten Potetindustrier fortsatte. Nora-Sunrose og Hedmark Tørrmelk gjennomførte interne tiltak.

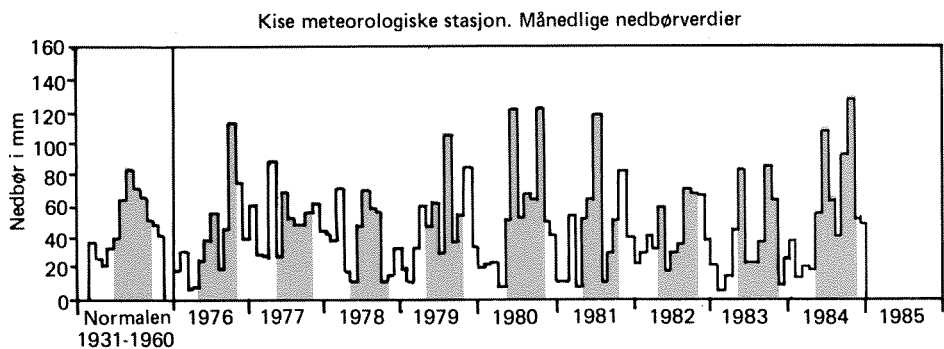
Raufoss Ammunisjonsfabrikker gjennomførte rensing av avløpsvannet fra kanonhylseverkstedet. Mustad, Brusveen Fabrikker kjørte igang renseanlegget. Det ble også gjennomført rensing av skyllevannet fra Trådtrekkeriet.

# Trender for de viktigste parametre

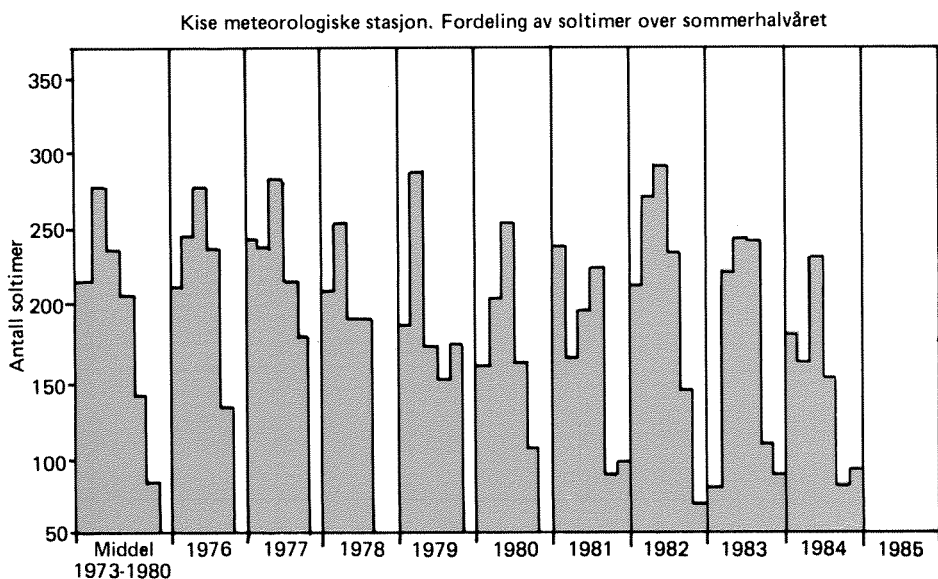
### Temperatur



### Nedbør

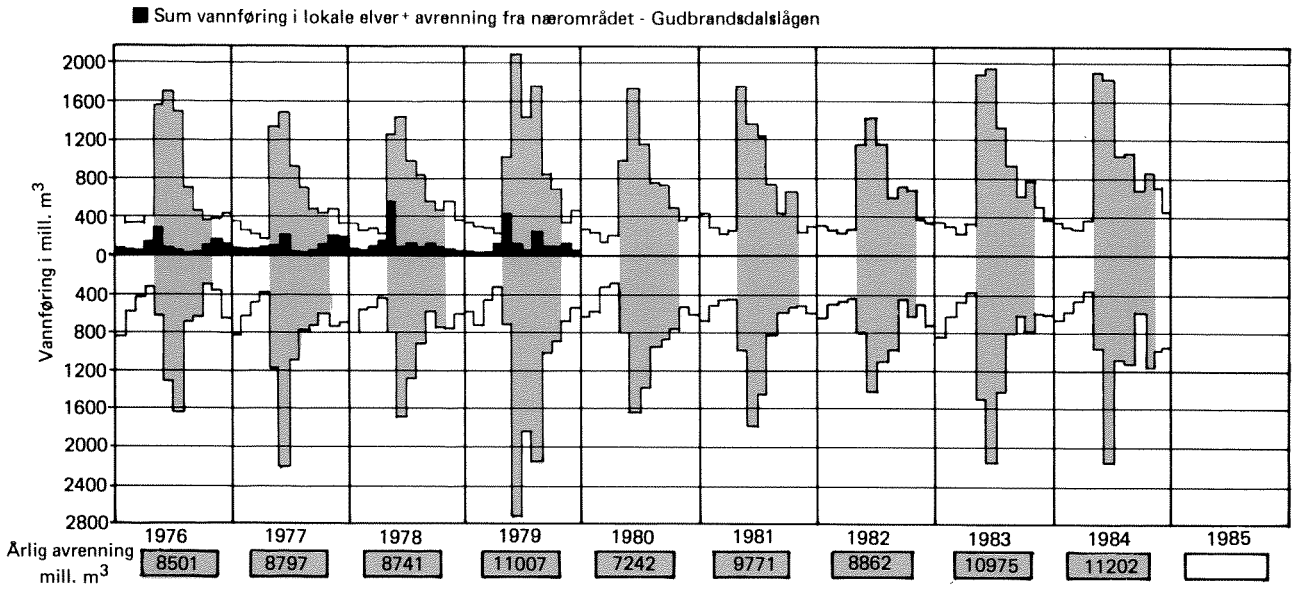


### Soltimer

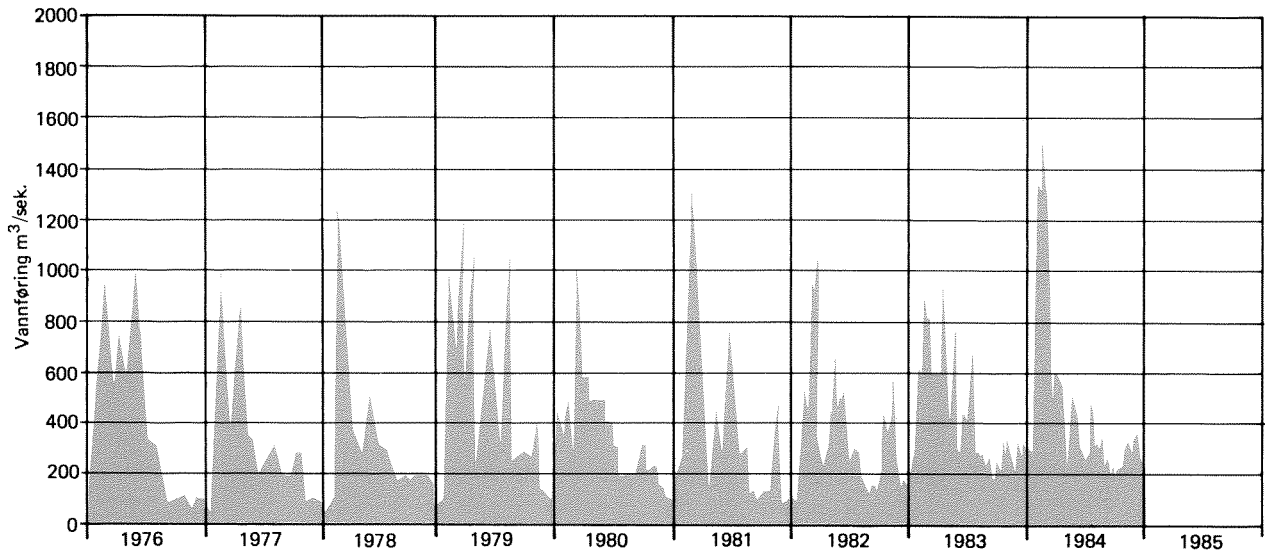




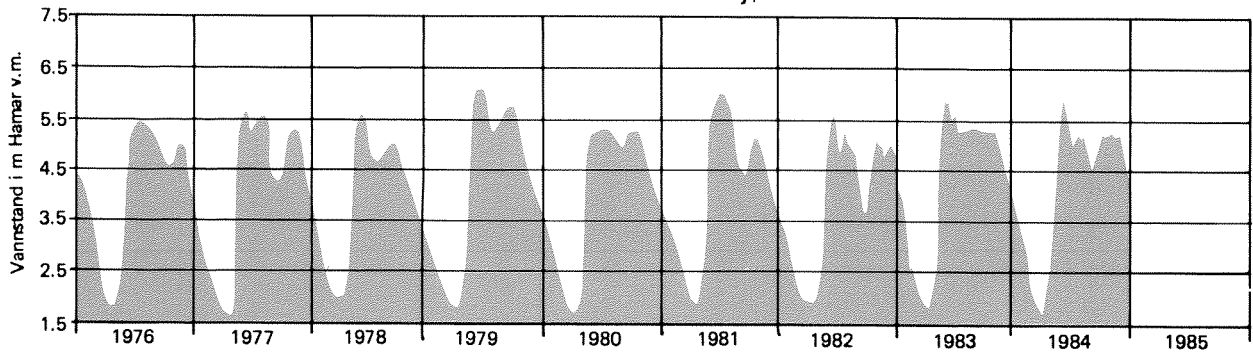
### Vannbalansen i Mjøsa



### Vannføring ved Hunderfossen i perioden mai - oktober



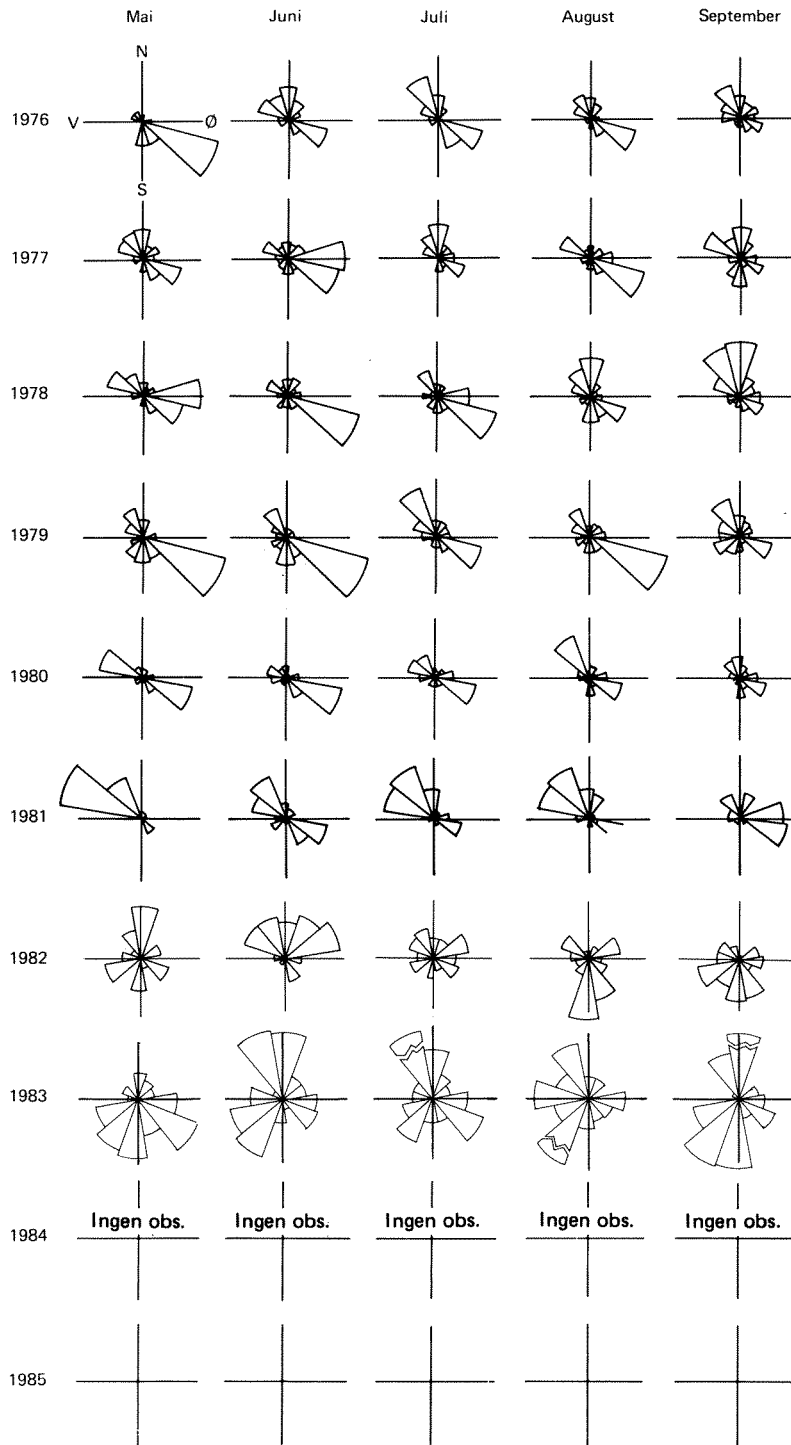
### Vannstanden i Mjøsa



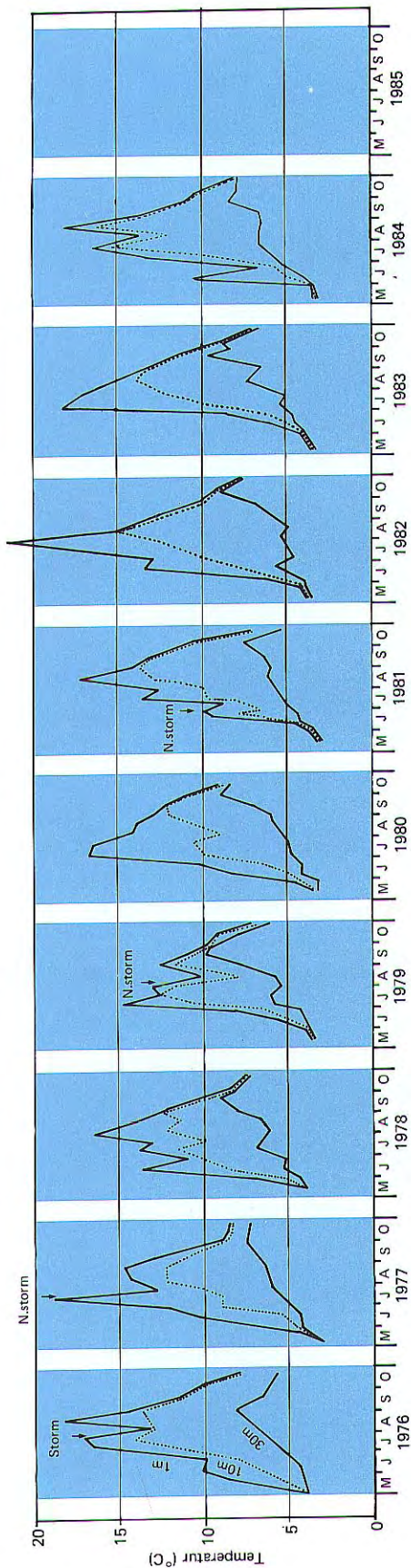
VIND

Kise meteorologiske stasjon.

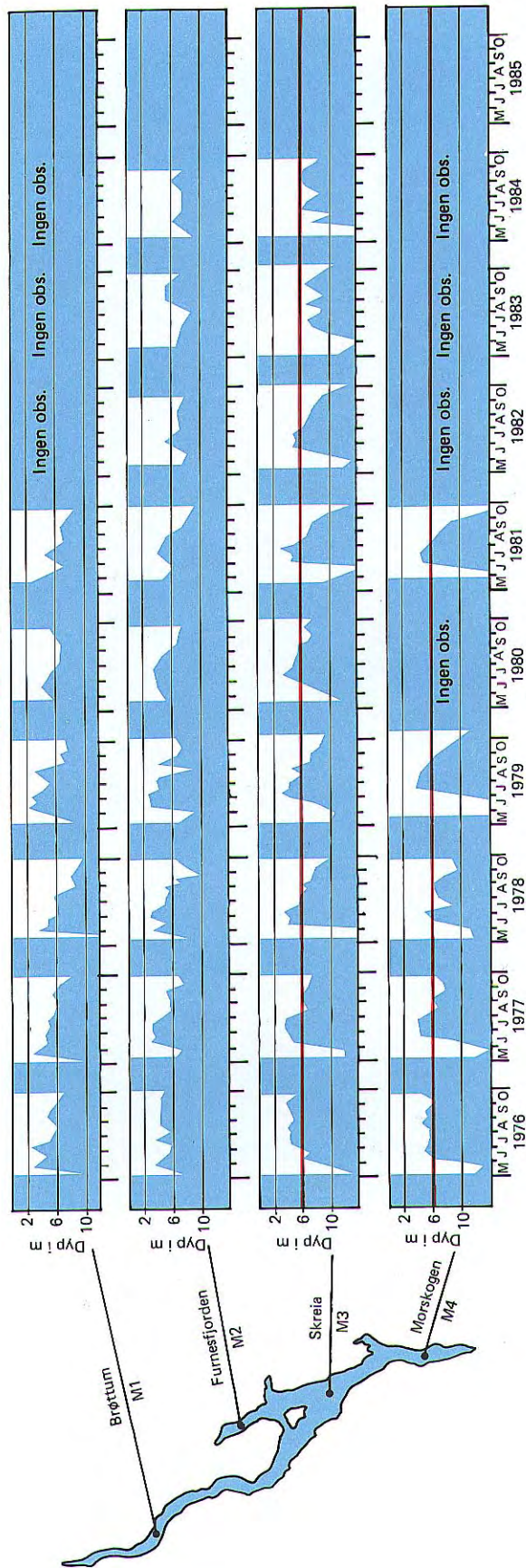
Vindmengde = månedsum av alle Beaufort - verdiene innenfor hver sektor.



### Vanntemperatur på 1m, 10m og 30m dyp ved st. M3 Skreia under sommerhalvåret



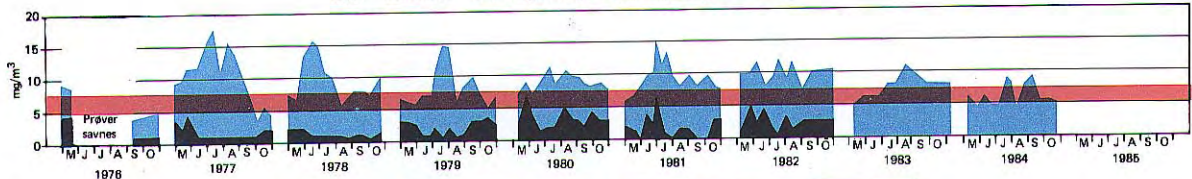
### Siktedyp gjennom sommerperioden



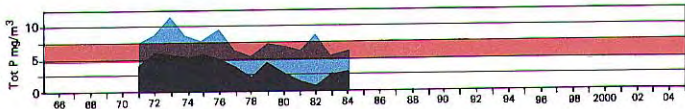
### Stasjon M3 Skreia

#### P (fosfor)

Variasjonsmønsteret i de øvre vannmasser (0-10m) av fosforforbindelser i tidsrommet mai - oktober "den egentlige vegetasjonsperioden"

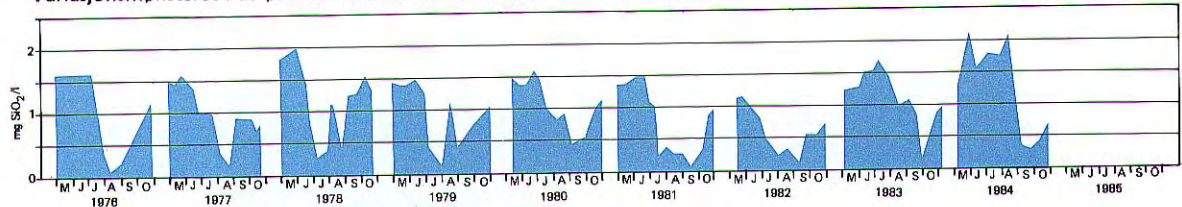


Tidstrend for totalfosfor og ortofosfater under vårsirkulasjonen

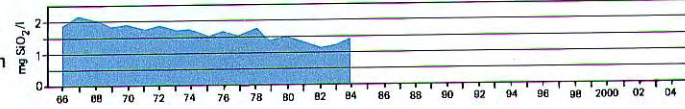


#### SiO<sub>2</sub> (silisium)

Variasjonsmønsteret i de øvre vannmasser (0-10m) av silisium i tidsrommet mai - oktober "den egentlige vegetasjonsperioden"

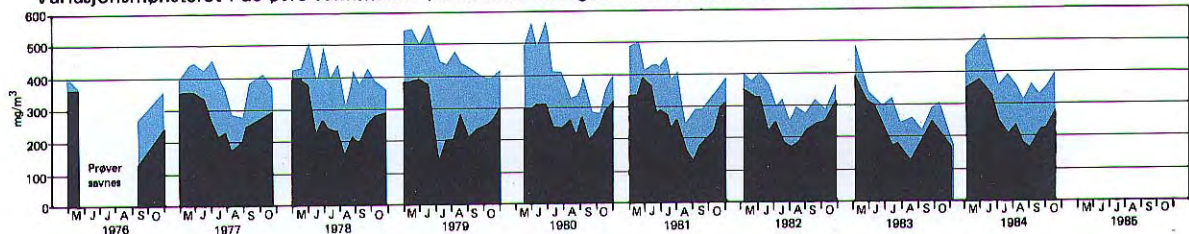


Tidstrend for silisium under vårsirkulasjonen

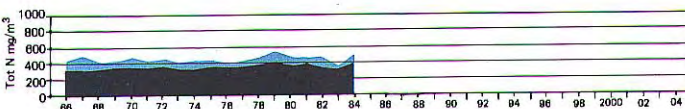


#### N (nitrogen)

Variasjonsmønsteret i de øvre vannmasser (0-10m) av nitrogen i tidsrommet mai - oktober "den egentlige vegetasjonsperioden"

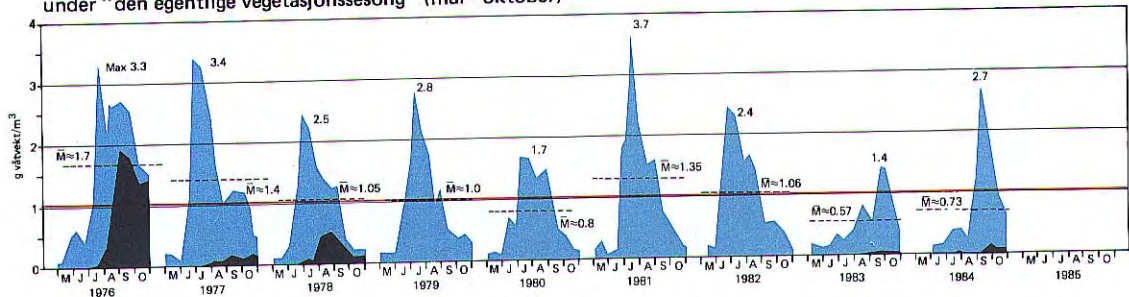


Tidstrend for totalnitrogen og nitrater under vårsirkulasjonen

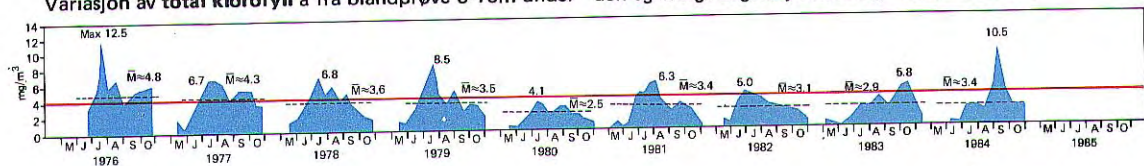


### Stasjon M3 Skreia

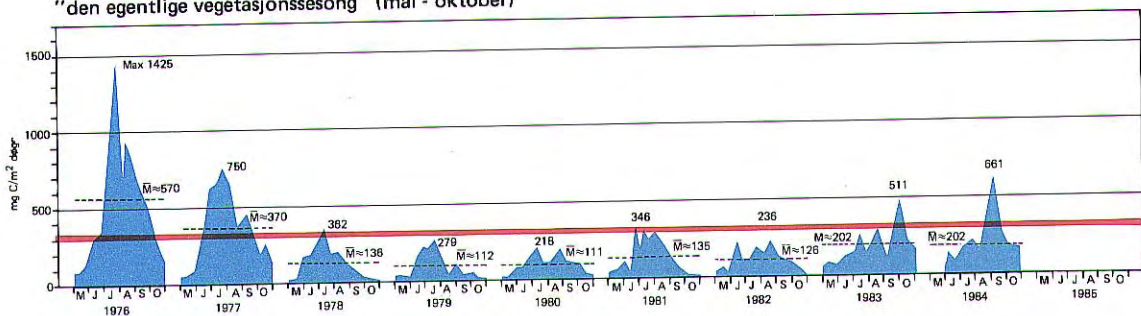
Variasjon av total planteplankton og andel blågrønnalger uttrykt som biomasse fra blandprøve 0-10m under "den egentlige vegetasjonssesong" (mai - oktober)



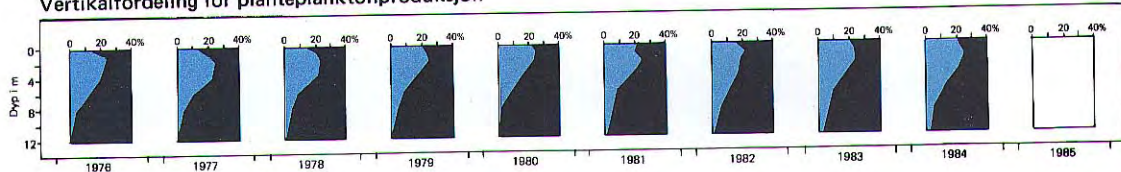
Variasjon av total klorofyll a fra blandprøve 0-10m under "den egentlige vegetasjonssesong" (mai - oktober)

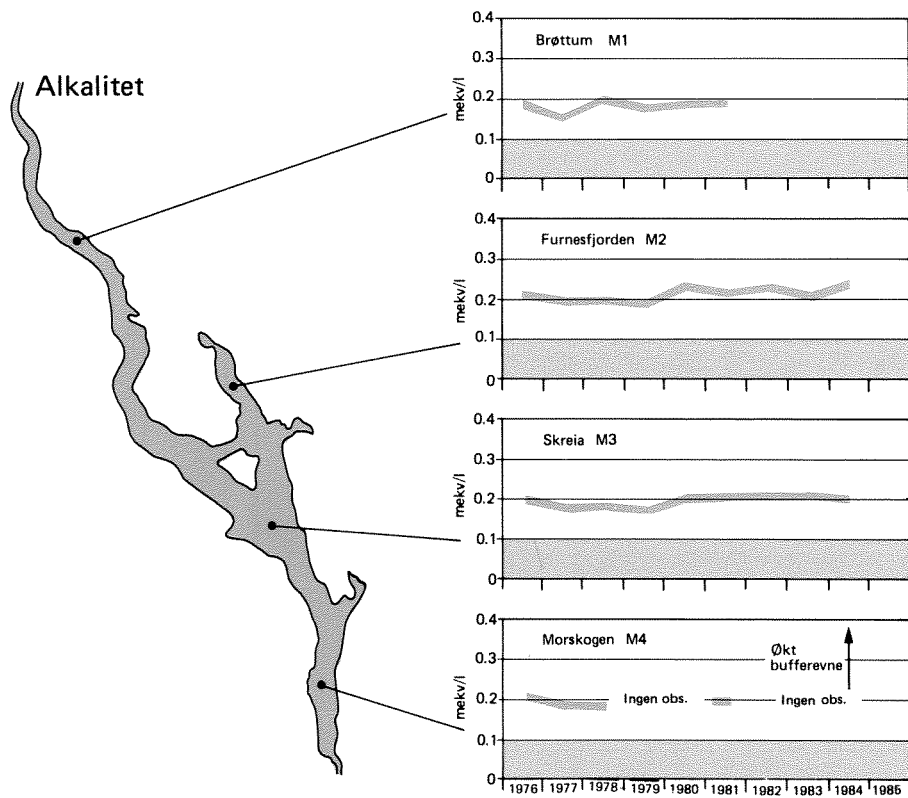
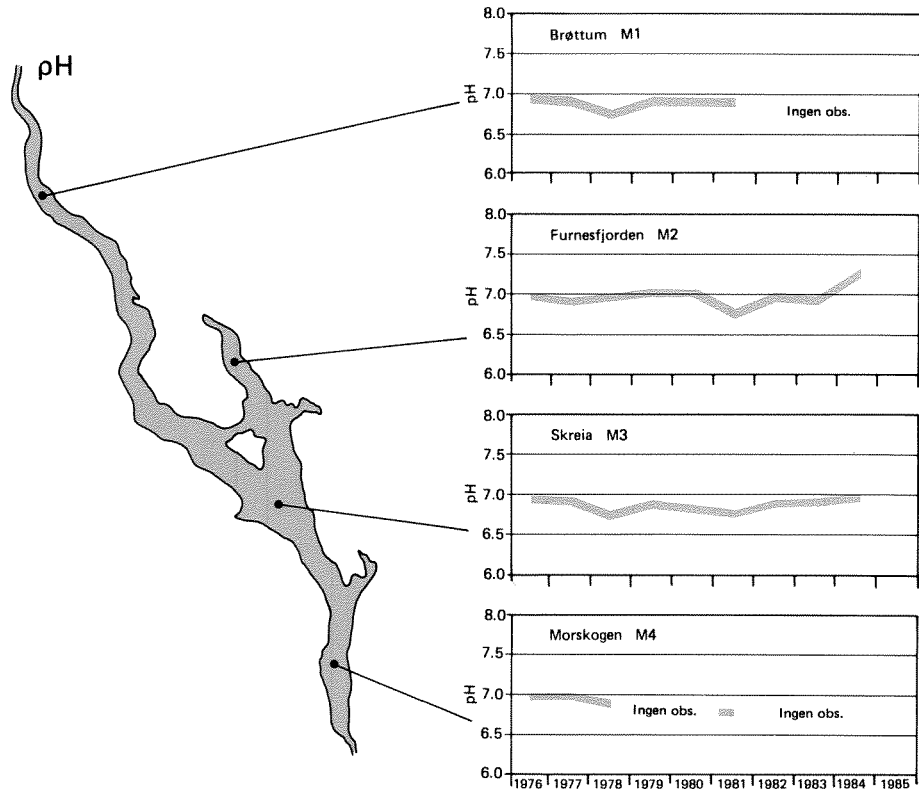


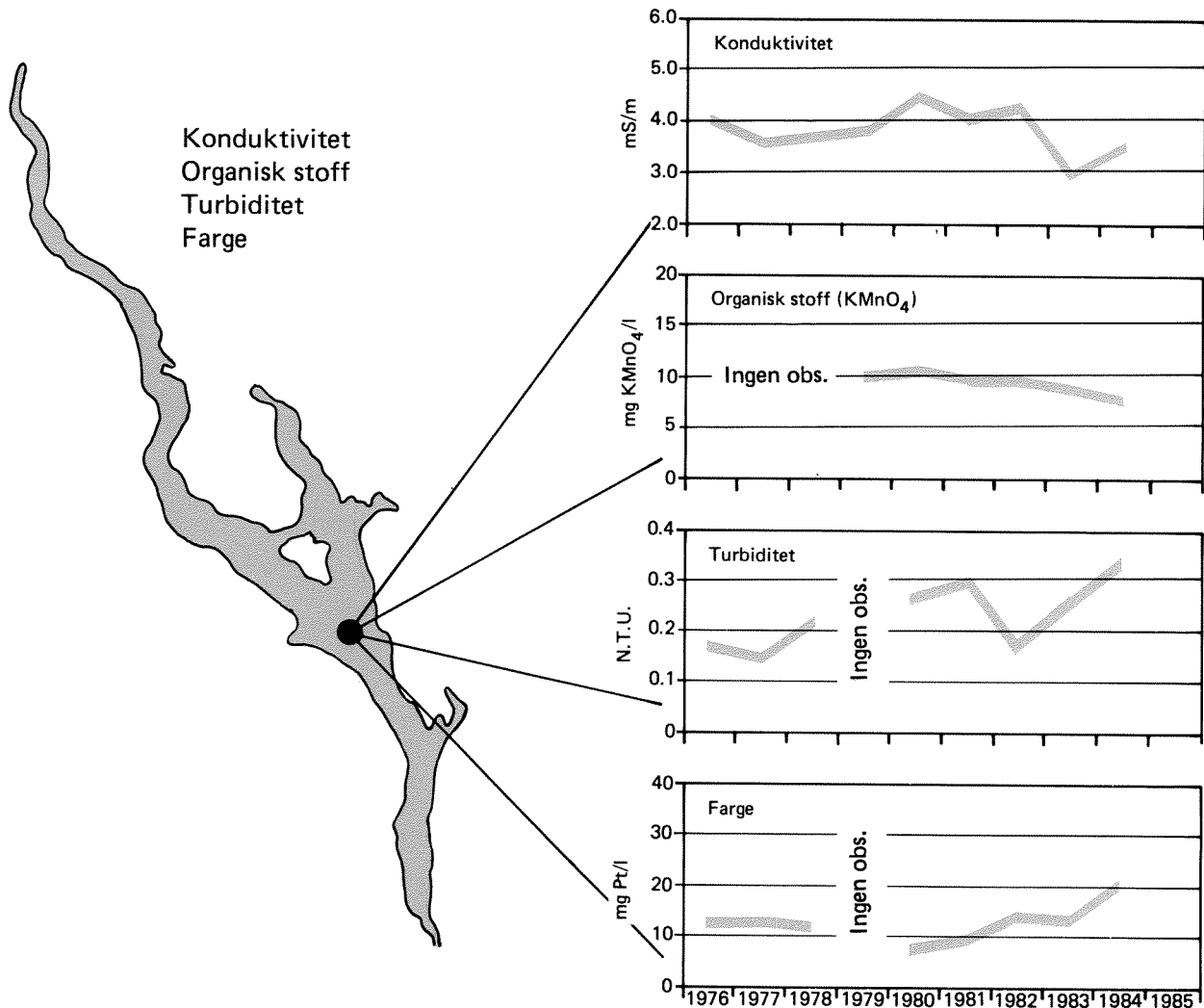
Variasjon av planteplanktonproduksjon uttrykt som dagsproduksjon under "den egentlige vegetasjonssesong" (mai - oktober)



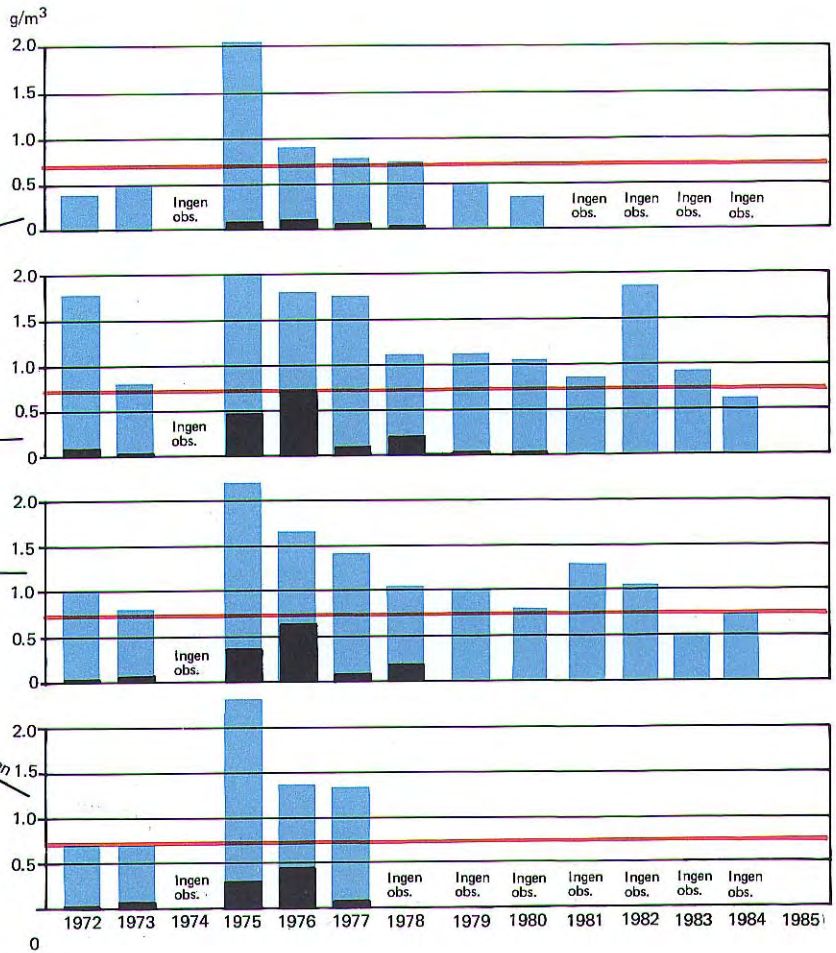
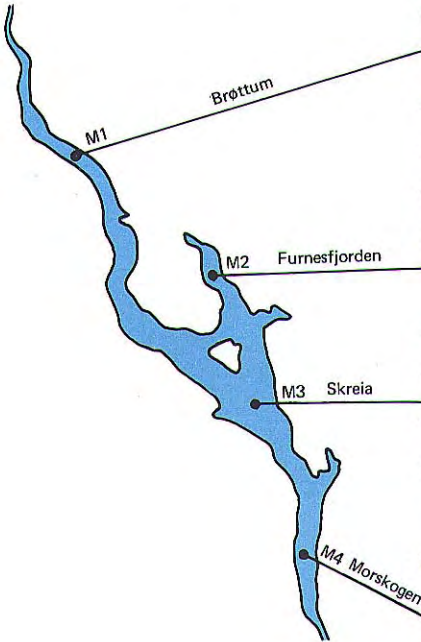
Vertikalfordeling for planteplanktonproduksjon



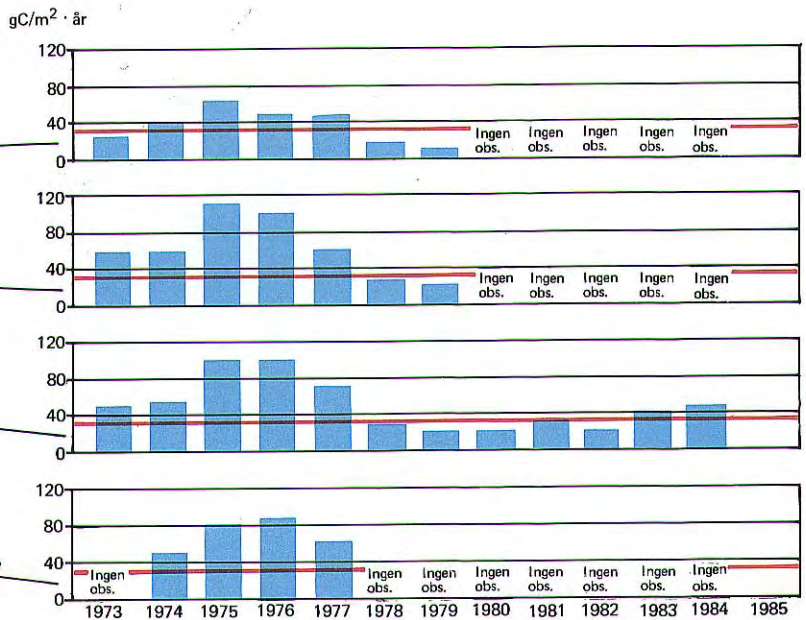
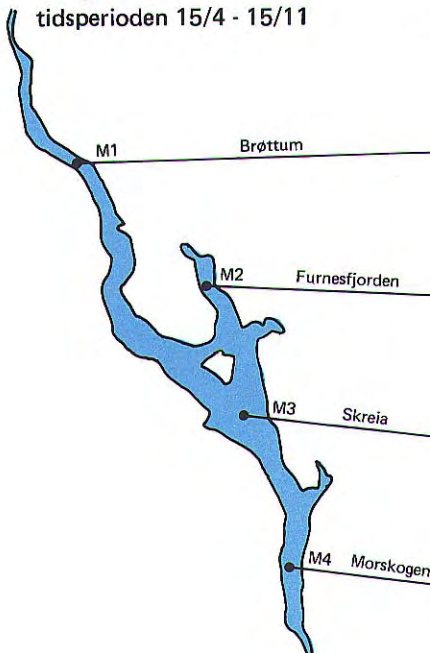




Planteplankton (biomasse) ■  
 og andel blågrønnalger ■  
 uttrykt som middelverdi fra  
 0-10m dyp under vegetasjons-  
 perioden (mai - oktober)



Planteplanktonets  
 årsproduksjon  
 beregnet for  
 tidsperioden 15/4 - 15/11

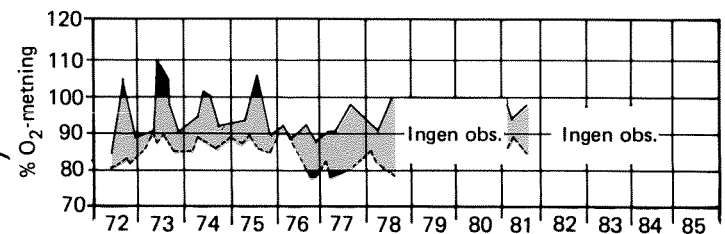
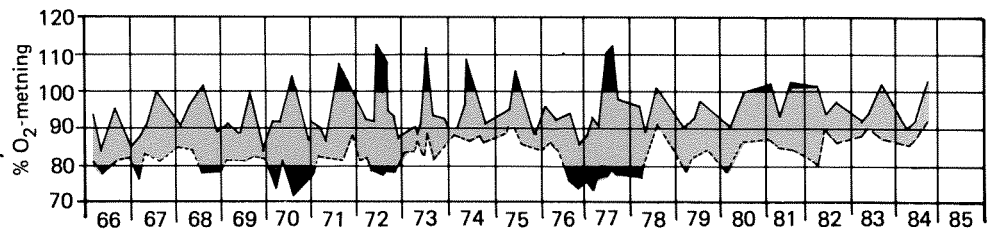
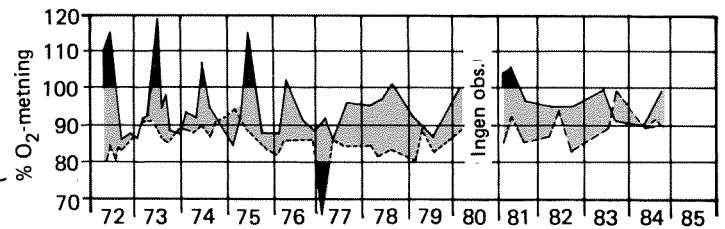
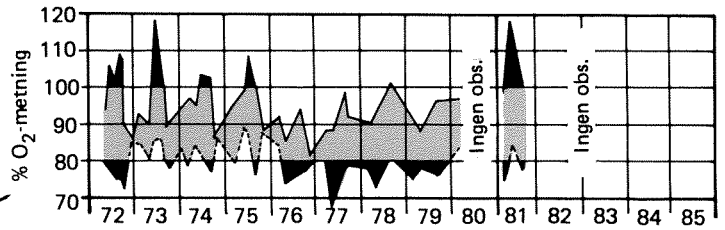
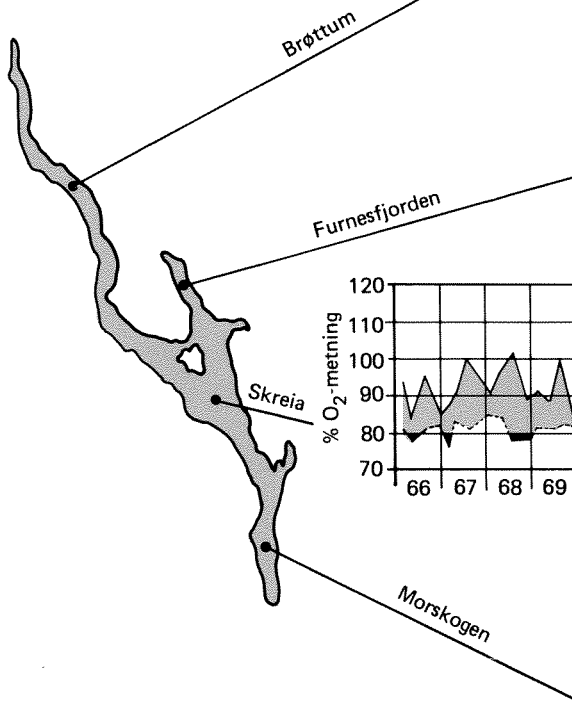


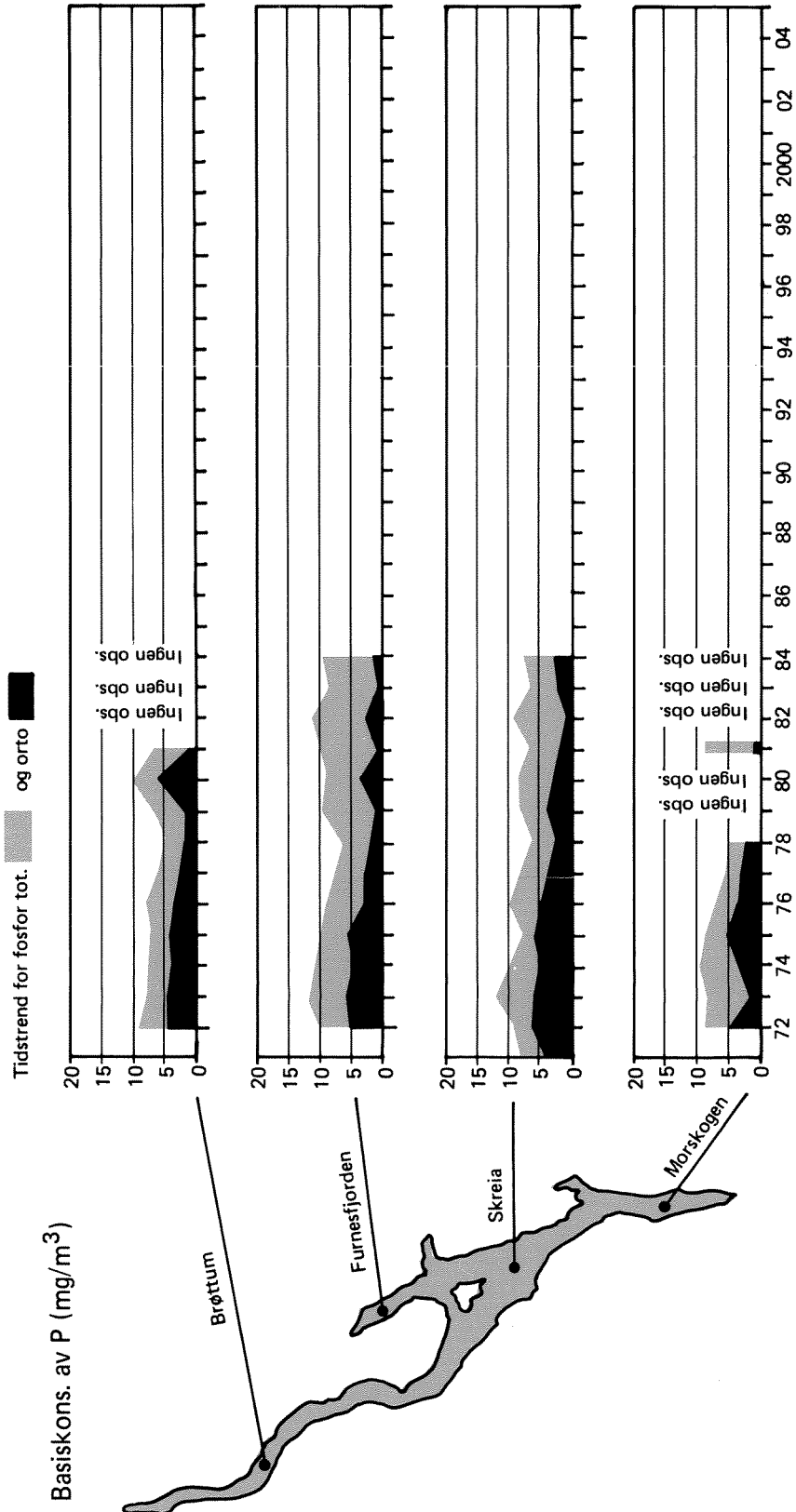


### Oksygenmetning i %

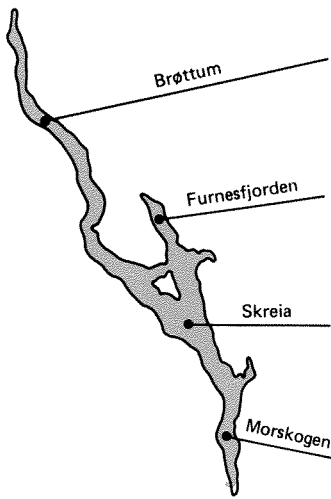
Øverste linje gjelder 0.5 eller 1 m dyp.

Nederste linje gjelder bunnære vannmasser

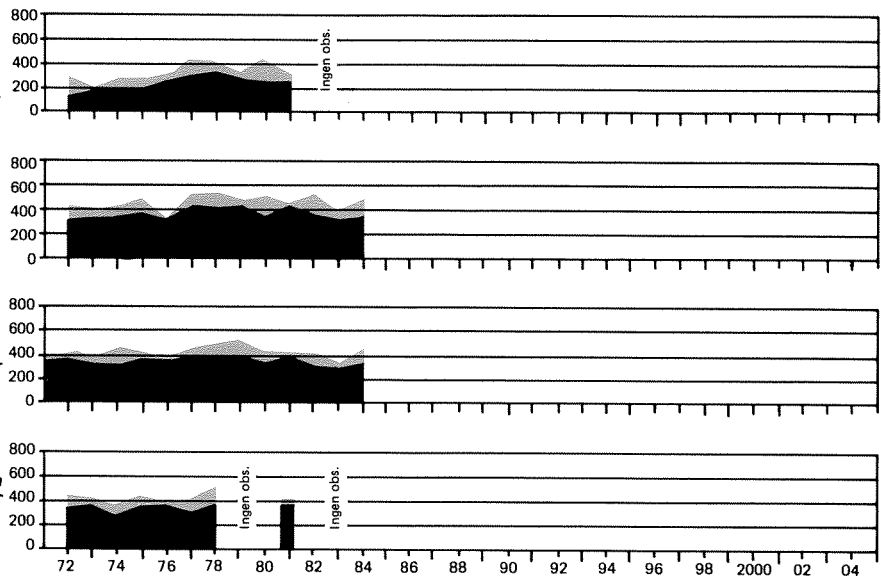




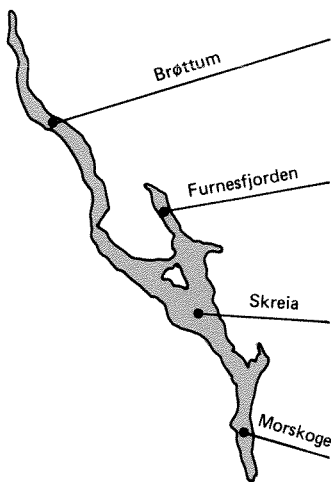
Basiskons. av N  
(g/m<sup>3</sup>)



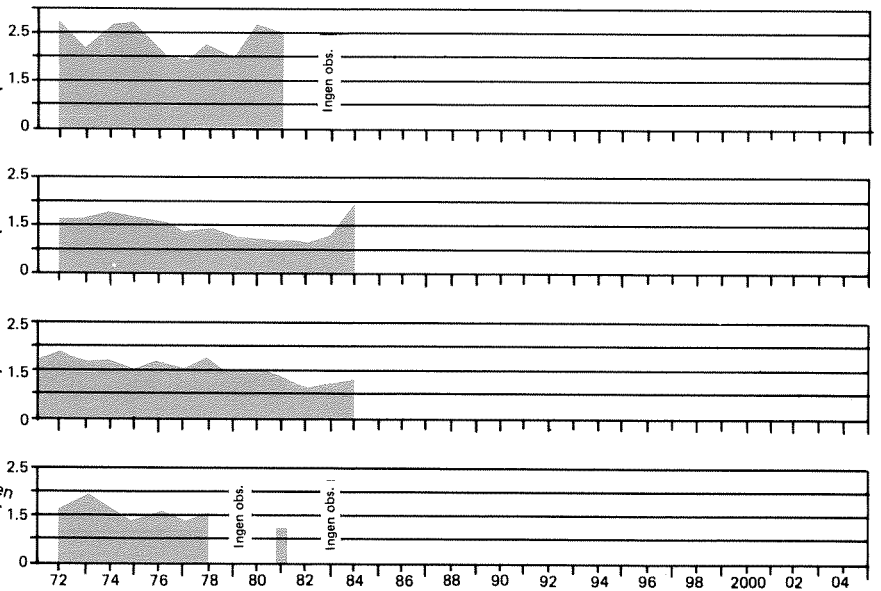
Tidstrend for totalnitrogen og nitrater under vårsirkulasjonen

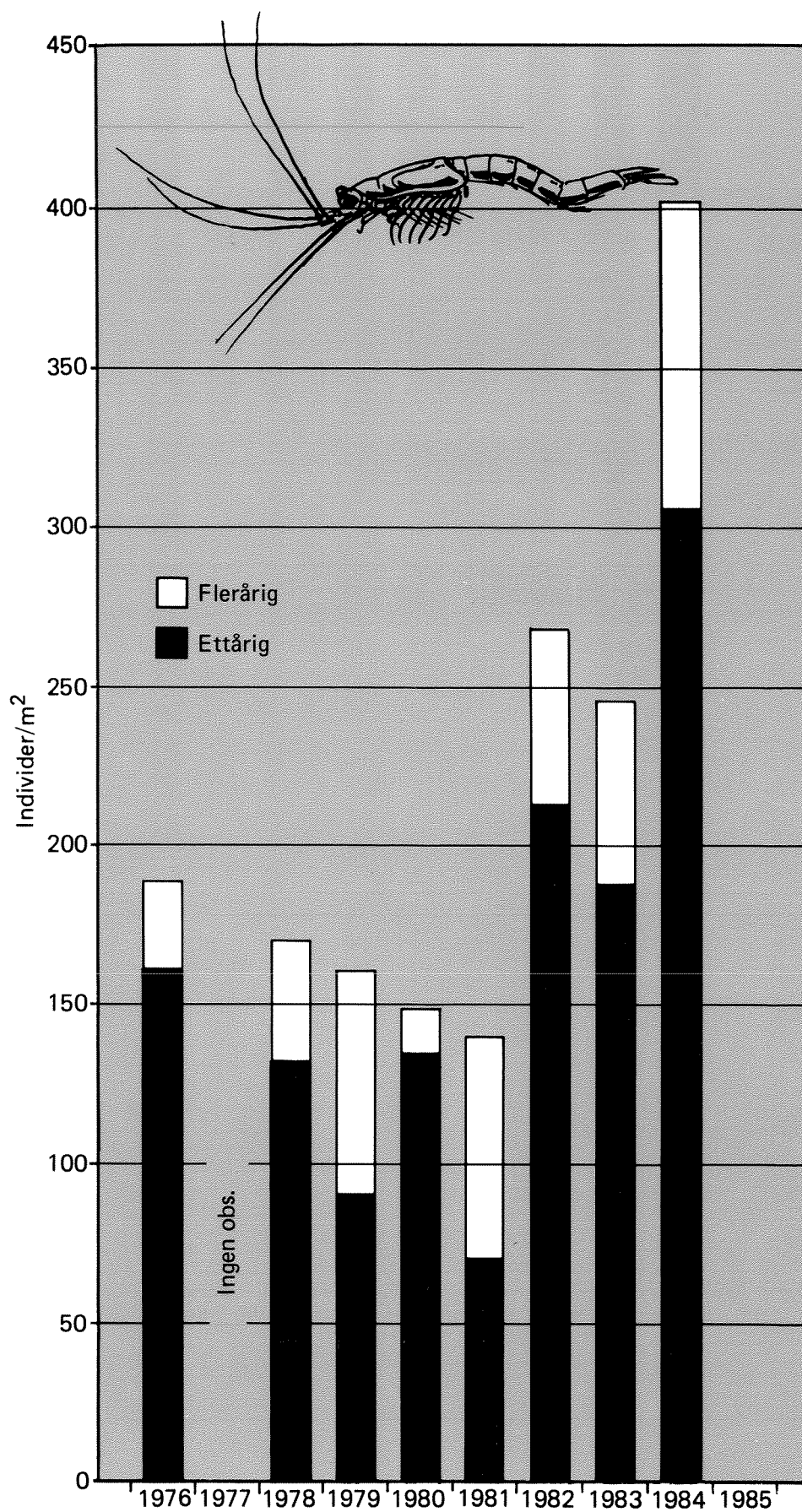


Basiskons. av SiO<sub>2</sub>  
(g/m<sup>3</sup>)

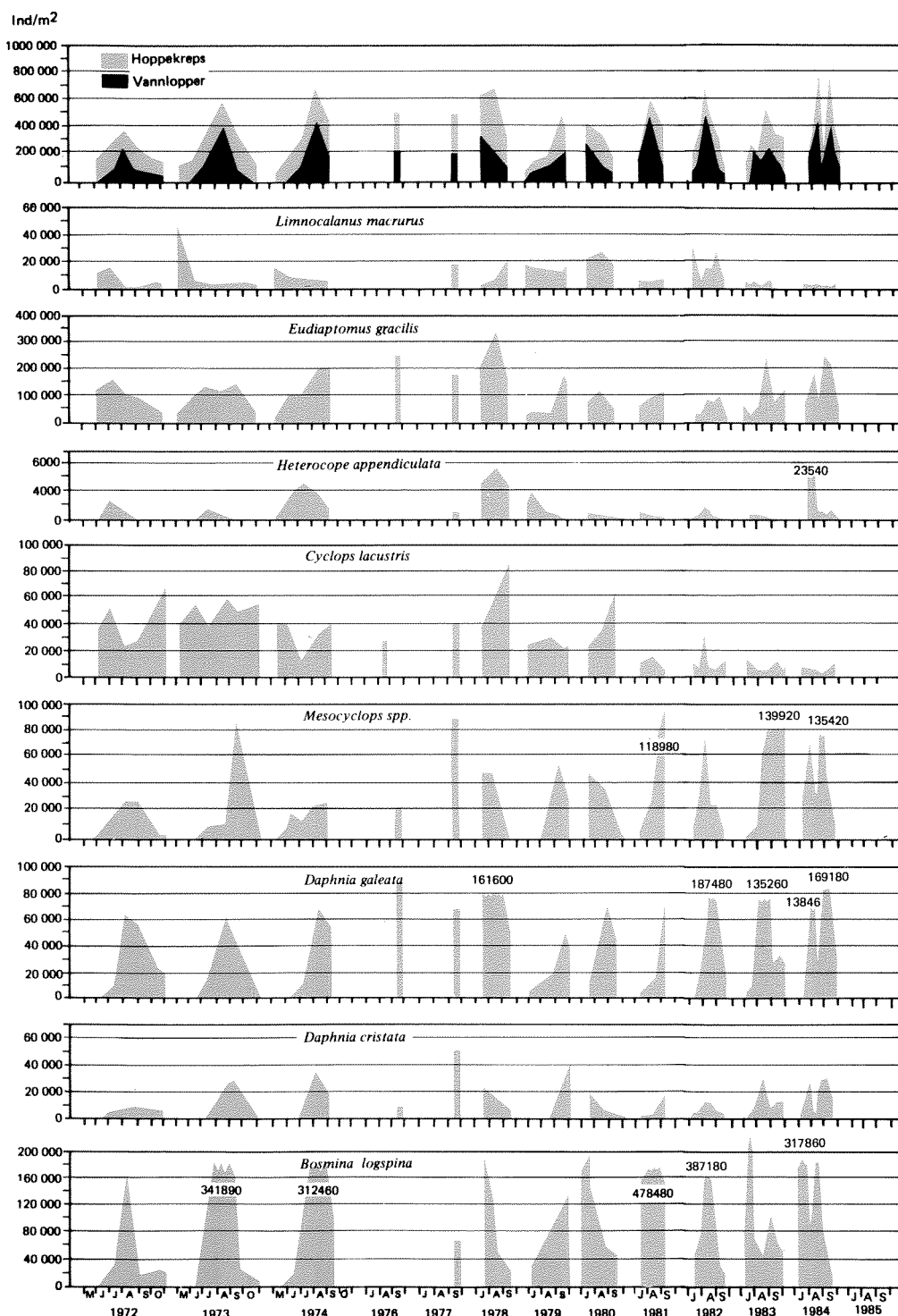


Tidstrend for silisiuminnhold under vårsirkulasjonen

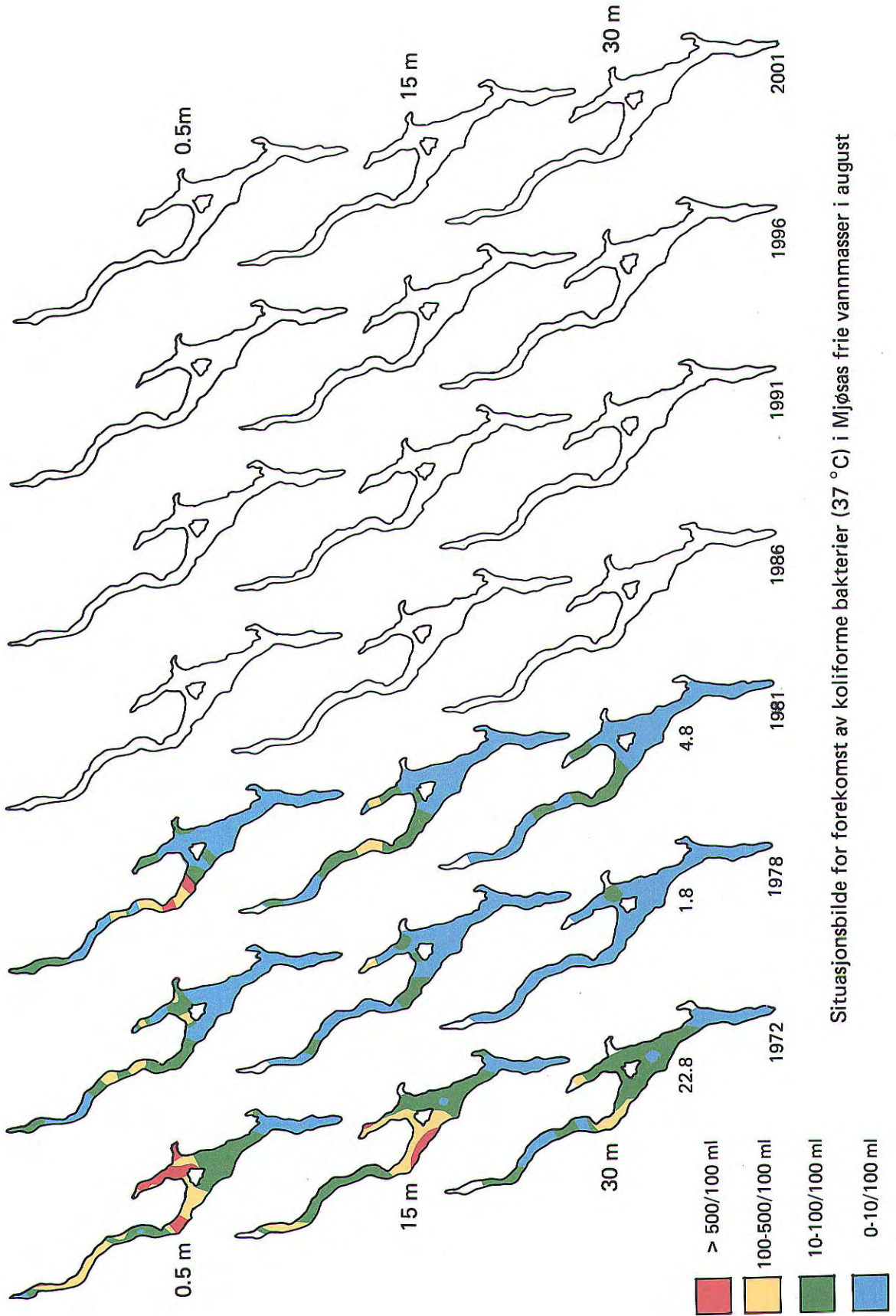




Forekomst av *Mysis relicta* i august ved hovedstasjonen, Skreia.



Total individantall og individantall for de dominerende krepsdyrplanktonarten under 1 m<sup>2</sup> overflate i dypsonen 0-50 m ved st. M3 Skreia



Situasjonsbilde for forekomst av koliforme bakterier (37 °C) i Mjøsas frie vannmasser i august