



Statlig program for
forurensningsovervåking

82-1888

Rapport nr 241/86

Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

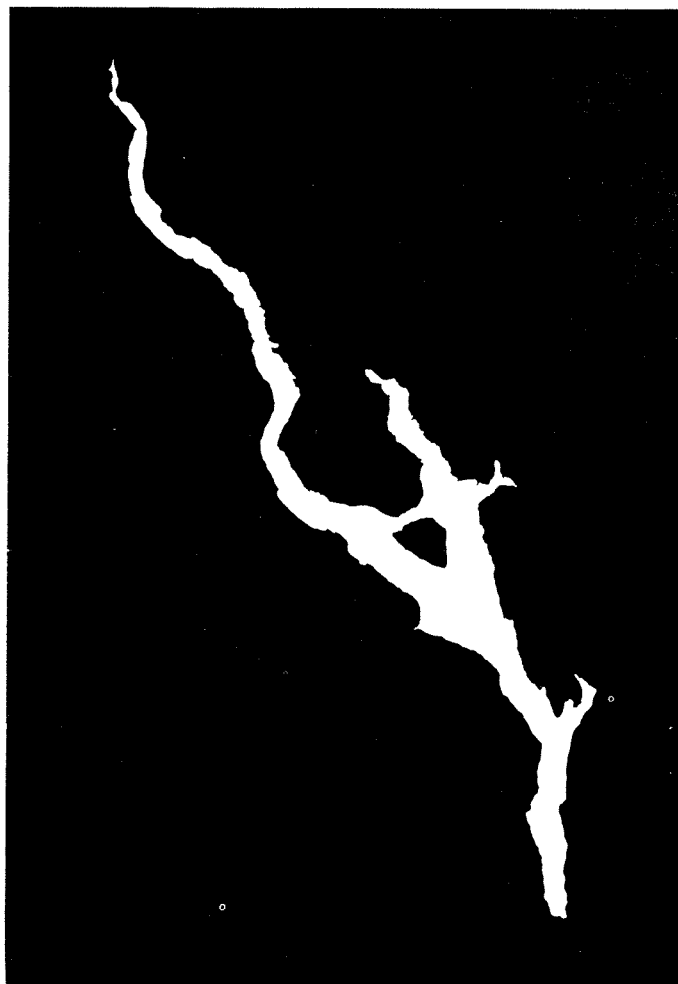
Deltakende institusjon

NIVA

Overvåking av Mjøsa

Sammendrag, trender
og kommentarer
1976-85

Del A



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor
Postboks 333
0314 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen
Breiviken 2
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.: 0-8000203
Undernummer: 7
Løpenummer: 1888
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: OVERVÅKING AV MJØSA Sammendrag, trender og kommentarer til situasjonen 1976-85 (Overvåkingsrapport nr. 241/86)	Dato: 10-4-1986
Forfatter (e): Gøsta Kjellberg	Rapportnr. 0-8000203
	Faggruppe: Niva, s Østlandsavd.
	Geografisk område: Østlandet
	Antall sider (inkl. bilag): 80

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

Ekstrakt:

Mjøsa har siden midten av 50-tallet og frem til midten av 70-årene, gjennomgått en markert overgjødslingsutvikling. Mjøsaksjonen (1976-81) førte til at en uheldig og akselerende overgjødsling av innsjøen ble stanset. Blant annet ble fosfortilførselen fra menneskelige aktiviteter redusert med vel 60% fra ca 300 tonn pr. år til 120-130 tonn. Vannkvaliteten i Mjøsa og tilrennende vassdrag ble radikalt forbedret fra 1977 og frem mot 1983. Siden har denne positive utviklingen stanset og forholdene i de to seneste år har gradvis blitt verre. Dette har kommet til uttrykk som økt algemengde og algevekst. Årsaken til denne utviklingen er at næringssaltbelastningen øker og at den idag klart overstiger innsjøens resipientkapasitet. Det synes også som om overgjødslingen er mest utpreget i nedbørrike perioder med stor vanntilførsel fra nærområdene. Dersom utviklingen de siste to årene fortsetter vil mye av det som ble oppnådd av forbedret vannkvalitet i Mjøsa og tilrennende vassdrag gå tapt. Ytterligere reduksjon av næringssalttilførselen er derfor påkrevet

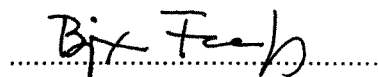
4 emneord, norske:
1. Forurensningsovervåking ; 1976-85
2. Mjøsa
3. Overgjødsling (utvikling)
4. Fysiske forhold
Kjemiske forhold
Biologiske forhold

4 emneord, engelske:
1. Pollution Monitoring ; 1976-85
2. Mjøsa
3. Eutrofication (development)
4. Physical conditions
Chemical conditions
Biology

Prosjektleder:



For administrasjonen:





O-8000203

Overvåking av Mjøsa

Sammendrag, trender og
kommentarer 1976-85

Ottestad, mars 1986

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

FORORD

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 fiskeing etter mjøsaure og lagesild er av største 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).

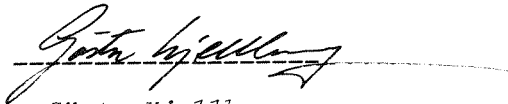
Siden 1973 er det satt i verk betydelige tiltak for å redusere forurensningstilførselen. Dette arbeidet, og da først og fremst via Mjøsaksjonen i perioden 1976-1981, har i alt kostet 1,4 milliarder kroner. Det er bygget 42 nye renseanlegg og 280 km nye kloakkledninger er lagt ved siden av at gamle ledningssystemer 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 à 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 à 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 formålstjenlig.

Ottestad, september 1986


Gösta Kjellberg

INNHALDSFORTEGNELSE

Side	2	Forord
	5	Konklusjon
	7	Sammen drag og kommentarer for situasjonen i 1985
	64	Trender for de viktigste parametre

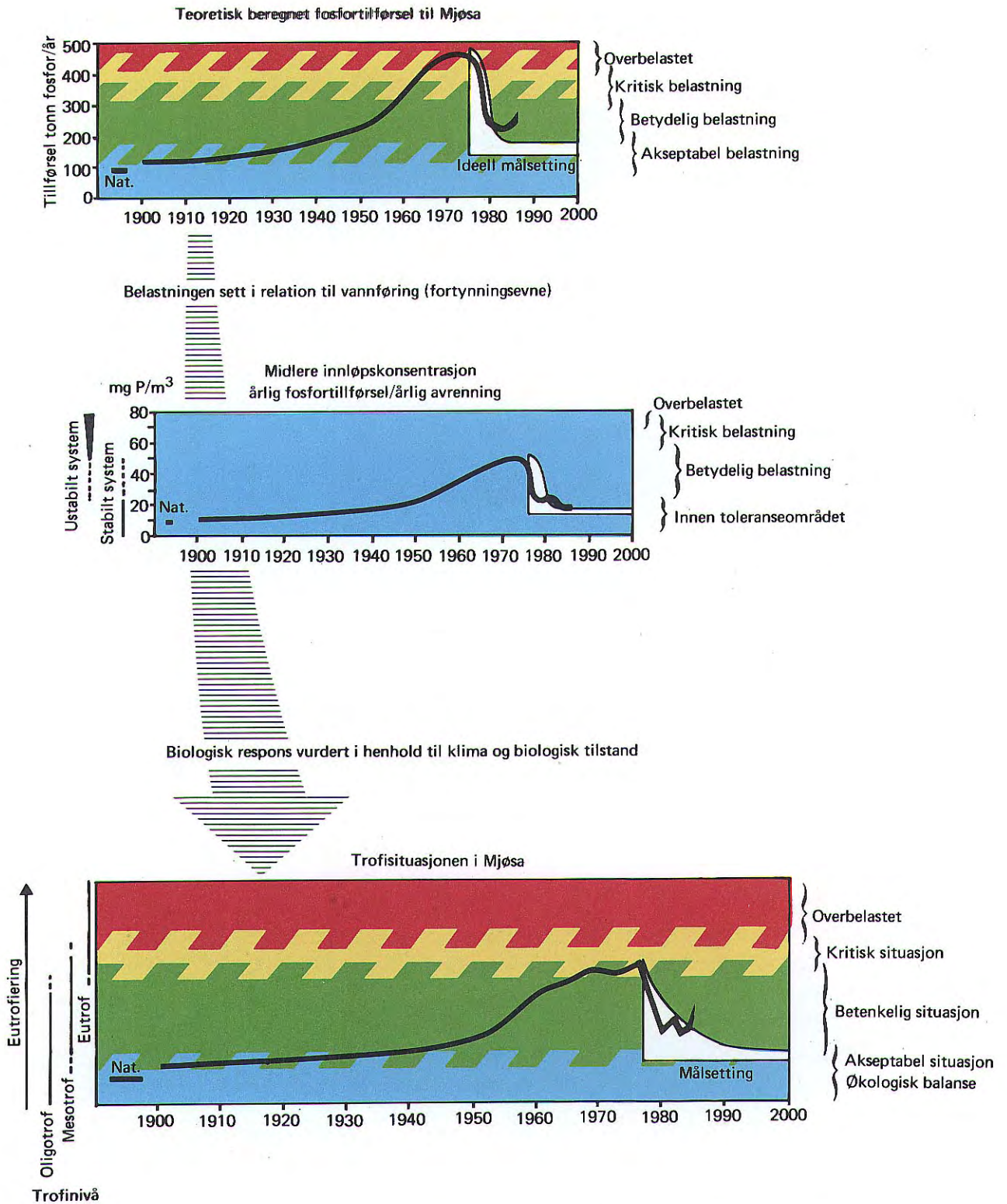
Konklusjon

- Mjøsa er fortsatt markert påvirket av overgjødsling
- Den positive utvikling mot bedre vannkvalitet har stanset
- Forholdene i de to seneste år har gradvis blitt verre
- Ytterligere reduksjon av nærings-salttilførselen er påkrevet.

Algemengden 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 strendene skaper også problemer da bl.a. løsrevne algetråder lett fester seg i fiskegarn, og strandsteiner, båter, tauverk m.m. blir sleipe.

Utviklingen mot en bedre vannkvalitet, mer balanserte økologiske forhold og minsket nærings-salttilgang i vannmassene har stanset, og forholdene i de to seneste år har gradvis blitt verre.

Årsaken til denne utviklingen er at nærings-saltbelastningen øker og at den i dag klart overstiger innsjøens resipientkapasitet. Det synes også som om overgjødslingen er mest utpreget i nedbørrike perioder med stor avrenning fra nærområdene. Dersom utviklingen de siste to årene fortsetter, vil mye av det som ble oppnådd av forbedret vannkvalitet i Mjøsa og tilrennende vassdrag gå tapt. Ytterligere reduksjon av nærings-salttilførselen er derfor påkrevet.



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 karakter. 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 TIL SITUASJONEN I 1985

I 1985 er det utført en mer omfattende undersøkelse ifølge framlagt programforslag for tiltaksorientert overvåking av Mjøsa og dens nedbørfelt 1985. I tillegg til de rutinemessige årlige overvåkingsprogrammer er undersøkelsesopplegget utvidet med to supplementstasjoner (Brøttum i nordre del og Mørskogen i søndre del). Utover dette er det i august utført en synoptisk undersøkelse for analyse av forekomsten av tambakterier på 39 lokaliteter fordelt over hele innsjøen. Videre har SFT (industri) sammen med miljøvernavdelingene i Oppland og Hedmark fylke (landbruk, befolkning) framskaffet grunnlagsmateriale til en teoretisk beregning av fosfortilførselen.

Klimatiske forhold

En kjølig og meget nedbørrik sommer med lite vind og innstråling satte sitt preg på vekstsesongen i 1985. Vårsirkulasjonen kom sent og var kort, mens høstsirkulasjonen var god. Det var generelt høy vannføring og tilløp til flom ved flere tilfeller i tilløpselvene. Dette ga økte forurensningstilførsler og kortere oppholdstid i innsjøen.

Sommeren 1985 var kjølig, solfattig og nedbørrik. Bare oktober hadde en lengre sammenhengende periode med pent vær. En kald vår forårsaket sen avsmelting og sen isgang. Mjøsa's sentrale partier var islagte til midten av mai og vårflommen i småelvene fikk ikke betydelig omfang før i første halvdel av mai. Den sene isgangen i kombinasjon med liten vindaktivitet på forsommeren bidro til en meget kort vårsirkulasjonsperiode. Med unntak av juni og oktober lå månedsmiddeltemperaturen under normalen. Lange perioder med overskyet vær førte til lav innstråling og få soltimer. Unntak er oktober med innstråling betraktelig over normalen. Mai hadde også relativt stor innstråling, mens spesielt juni og august var solfattige (25% under normalen).

Til tross for at nedbørmengden i juni og juli var ubetydelig over normalen, bidro en jevn fordeling over flere dager til at disse månedene virket mer regnfulle enn normalt. De virkelig store nedbørmengdene kom i august og september da det totalt falt 251 mm, hvilket er 87% over normalen.

Lav vindaktivitet i perioden mai til midten av august førte til rask etablering av sprangsjikt og stabile sjiktforhold. Lav innstråling og varmetilførsel gjorde at sprangsjiktet var svakt

utviklet, noe som førte til rask sprangsjiktsreduksjon utover høsten da vindaktiviteten tiltok.

Årlig avrenning til Mjøsa for 1985 var 12187 mill. m³ og ligger 22% over normalen. I løpet av mai-juli ble Mjøsa tilført store vannmengder og i juni var det tilløp til oversvømmelser langs strendene.

Den teoretiske oppholdstid for 1985 var 4,6 år mot 5,6 år i et normalår. Vannføringen i Gudbrandsdalslågen var høy (ca 15% over normalen) med en total årlig vannføring på 9133 mill. m³. Dette utgjorde ca 75% av den totale vanntilførselen til Mjøsa i 1985. Rundt 65% ble tilført Mjøsa i perioden juni-oktober da innsjøen hadde dannet et sprangsjikt.

Karakteristisk for Lågens vannføringsmønster gjennom sommerperioden var flere markerte flomtopper i perioden mai-juli med vannføring over 1000 m³/sek ved et par anledninger. Laveste vannføring omkring 200 m³/sek ble registrert i slutten av september. Mildt og solrikt vær i oktober førte til snøsmelting (nysnø i fjelltraktene) og kraftig økt vannføring i denne måneden med en markert flomtopp på over 800 m³/sek.

Avrenningsforholdene i det lokale nedbørfelt var karakterisert av en sen, men markert vårflom i småelvene i perioden 7-13 mai etterfulgt av en kortere periode med lavvannføring i midten av juni. Resten av sommeren var vannføringen temmelig høy med hyppige mindre flomperioder. Utover høsten var vannføringen betydelig med flere store flomtopper. En må forvente at den nedbørrike sommerperioden økte forurensningstilførselen fra spesielt nærområdene betydelig i 1985 i likhet med de forhold en hadde utover høsten i 1984.

Fosfortilførsel

Fosforbelastningen til Mjøsa synes å ha steget ytterligere i 1985 i forhold til de tre foregående år. Nivået er indirekte bestemt ved teoretiske beregninger og erfaringsmodeller, og er estimert til ca 265 tonn pr. år. Det betyr at belastningen fra menneskelige aktiviteter må reduseres med ytterligere 90-95 tonn fosfor pr. år for å nå tolererbart nivå.

Det foreligger ingen målte verdier for fosfortilførselen i 1985, men det er utført en teoretisk beregning. Denne er basert på arealbruk, bosetting, industri, rensetiltak etc. gjennom et normalår slik det er gjort i tidligere framlagte teoretiske beregninger. Videre er det

forsøkt å kvantifisere innsjøens fosforbelastning i 1985 ut i fra den erfaringsmodell som tidligere er brukt. Teoretisk beregnet årlig fosfortilførsel fordelt på de ulike kilder, er fremstilt i fig. 1. Beregningene og vurderingene bak figuren bygger på datagrunnlag fra følgende kilder:

- Industri med egne utslipp: munt. med. fra SFT's industri-seksjon.
- Jordbruksaktiviteter: rapport 0.71.3200, GEFO, Institutt for Georessurs- og Forurensningsforskning.
- Befolkning: rapport 3030 og 3031. Elliot Strømme A/S.

Resultatene er av foreløpig karakter og beheftet med store usikkerheter. Mer utførlige data kommer til å fremlegges i en senere rapport da supplerende data, samt transportmålinger i seks av tilløpselvene foreligger.

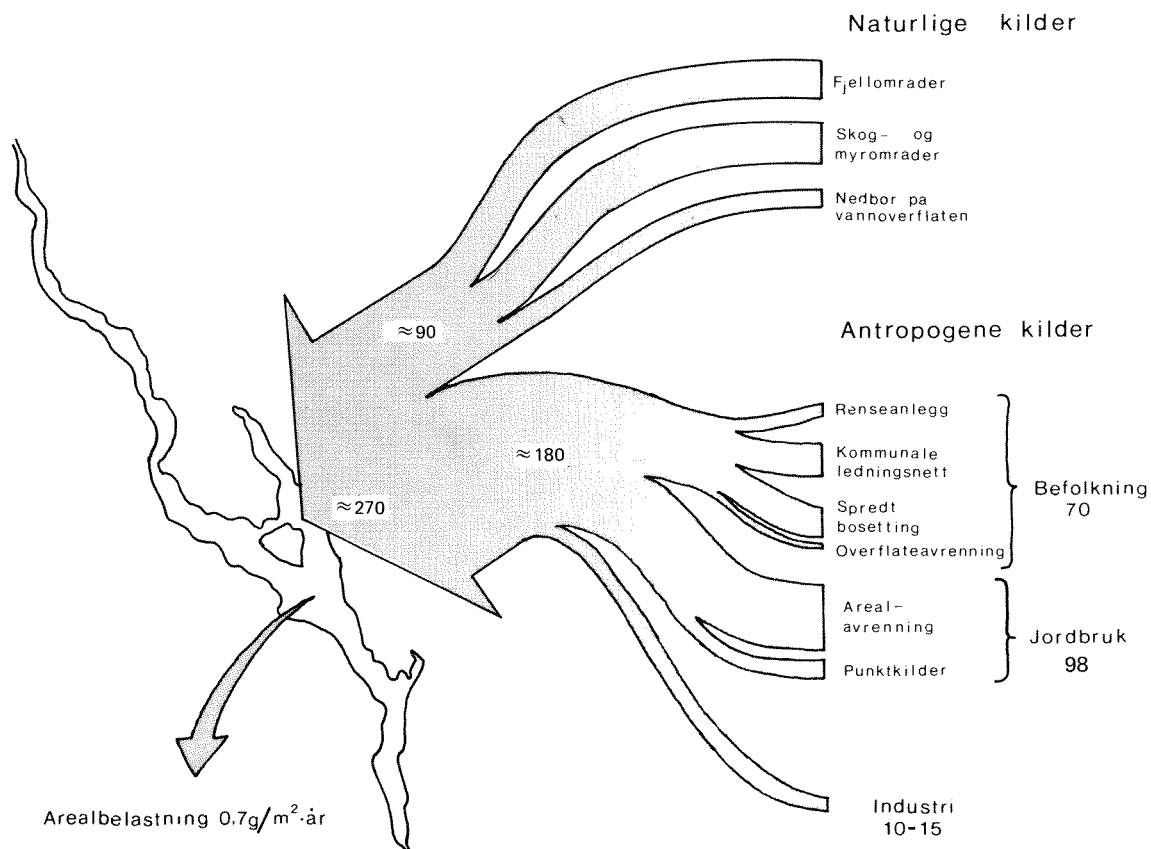


Fig. 1. Teoretisk beregnet fosforbudsjett (tonn totalfosfor) for Mjøsa på datagrunnlag for 1985.

Ifølge de ovennevnte teoretiske beregningene tilføres Mjøsa nå 265-270 tonn fosfor pr. år tilsvarende en arealbelastning på rundt 0,7 g pr. m² innsjøoverflate. Dette gir for 1985 en midlere innløpskonsentrasjon på ca 21 mg/m³, og for et normalår ca 26 mg/m³. Målsettingen er at innløpskonsentrasjonen i nedbørrike år ikke må overstige 15 mg/m³, tørre år 25 mg/m³ og i et normalår 17,5 mg/m³.

Nær 2/3 av den tilførte fosfor kommer fra menneskelige kilder fordelt på 98 tonn fra jordbruksaktiviteter, rundt 70 tonn via avløpsvann fra husholdninger og industri tilknyttet renseanlegg samt 10-15 tonn fra industri med egne utslipp. Mesteparten, ca 3/4, kommer fra Mjøsa's nærområder.

Arealrenning fra dyrket mark utgjør den klart største kilden blant jordbruksaktivitetene (ca 80%), mens spredt bosetting og lekkasje/overløp i de kommunale ledningssystemene gir de største bidragene innen kloakksektoren (77%).

Treforedlingsindustrien og potetmelfabrikasjon er de største bidragsyterne innenfor industrien med egne utslipp.

Utifra erfaringsmodellen synes tilførselen i 1985 å ha ligget nær 250 tonn, hvilket gir en midlere innløpskonsentrasjon rundt 20 mg/m³ og en årlig arealbelastning i underkant av 0,7 g pr. m². Fosfortilførselen synes således å ha økt ytterligere sammenlignet med forholdene i 1984, noe som også er i samsvar med den biologiske respons i selve innsjøen. De store nedbørmengdene i 1985 har vesentlig bidratt til at såvel de naturgitte som de menneskelige bidragene har økt.

En stor del av det økte fosforbidraget fra naturlige kilder antas i likhet med forholdene i andre nedbørrike år å være lite biologisk tilgjengelig da de i stor utstrekning tilføres via Gudbrandsdalslågen som uorganisk partikulært materiale.

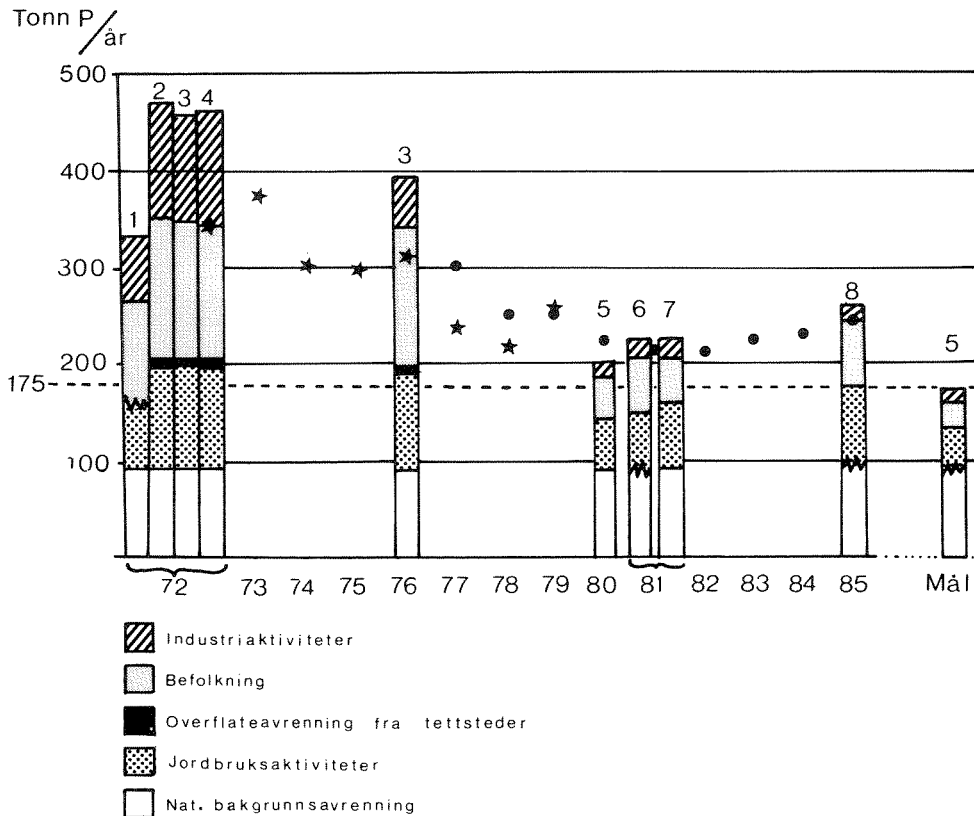


Fig.2 Oversikt over teoretiske beregninger og skjønsmessige vurderinger av fosfortilførselen til Mjøsa 1972-85.

Teoretiske beregninger basert på arelbruk, bosetting, industri, rensetiltak etc. under et normalår når det gjelder vannføring, nedbør og klimaforhold.

1. NIVA O-80098, 1980
2. NIVA O-91/69, 1977
3. NIVA O-69091, 1979
4. NIVA O-80098, 1980
5. Miljøvern dep., 1979 statusrapport
6. NIVA O-54/82, del A, 1982
7. A/S Miljøplan, Fosfor i vaskemidler, 1983
8. GEFO rapp. O-71.3200, 1985
Elliot Strømme A.S rapport 3030 og 3031, 1985
samt data fra industriseksjonen ved SFT.

★ Teoretiske (nærområder) og målte (elvetransport) verdier (NIVA O-69091, 1979 og NIVA O-78012, 1980)

● Skjønsmessig vurdert utifra erfaringsmodeller og de forurensningsbegrensende tiltak som er satt i verk (NIVA O-54/82 del A, 1985).

I fig. 2 er ovennevnte data sammenstilt med tidligere beregninger og anslag over fosfortilførselen til Mjøsa. De teoretiske tilførselsberegningene er som tidligere nevnt beheftet med store usikkerheter og gir som regel betraktelig høyere transporttall enn verdier basert på målinger eller estimater basert på empiriske belastningsmodeller. Via de forurensningsbegrensende tiltak som ble satt i verk er den årlige fosfortilførsel fra menneskelige aktiviteter redusert fra rundt 395 tonn i 1972-73 til ned mot 120-130 tonn i 1982 (ifølge nye beregninger 150 tonn).

Dette utgjør en reduksjon på over 60%. Deretter har tilførselen sannsynligvis økt igjen og ligger i dag ifølge de utførte beregninger i området omkring 180 tonn. Dette skulle tilsvare en økning med ca 20-25% jevnført med situasjonen i 1982.

Målsettingen (se side 81 i del B) som er satt i samband med Mjøsaksjonen innebærer at innsjøen ikke må ha en årlig fosforbelastning som overstiger 0,5 gram pr. m². Dette tilsvarer en totalbelastning på 175 tonn, hvorav halvparten, ca 85 tonn, utgjøres av bidrag fra menneskelige aktiviteter. Dette innebærer at dagens belastning fra de menneskelige aktiviteter må mer enn halveres, dvs. ytterligere ca 90-95 tonn må fjernes. På bakgrunn av senere års erfaring og undersøkelsesresultater er det ikke fremkommet noe som skulle tilsi en endring av denne målsettingen.

Kjemiske forhold

Det er ikke registrert noen direkte forandringer i hovedvannmassens generelle kjemiske kvalitet. Resultater fra 1985 var i samsvar med tidligere observasjoner. Oksygenforholdene i de dypere vannmassene var gode. Konsentrasjonen av næringssaltene fosfor og nitrogen i de øvre vannlag var generelt høy i begynnelsen av vekstsesongen i 1985. Dette hadde sin forklaring i en sen og intens våravsmelting (bl.a. stor utvasking fra dyrket mark) i kombinasjon med kort vårsirkulasjonsperiode. Utover sommeren var konsentrasjonene mer i samsvar med forholdene i 1984. Fosforkonsentrasjonen på senvinteren ved hovedstasjonen viste fortsatt en avtagende trend, men hadde ikke nådd ned i det nivå <5 µg/l en har satt som mål. Nitrogenkonsentrasjonen synes på den andre side å vise en trend mot økte verdier.

Vannets generelle kjemiske kvalitet var i god overensstemmelse med forholdene fra tidligere år og noen tendens til forsuring eller andre direkte forandringer i Mjøsa's hovedvannmasser er ikke registrert.

Konsentrasjonen av mineralsalter i vårsirkulasjonen på hovedstasjonen (st. 3) er vist i tabell 1 der også data fra tidligere målinger er gitt. Muligens har sulfatkonsentrasjonen økt, og konsentrasjonen av bikarbonat minket noe, men en trenger flere målinger over tid for å kunne fastslå dette. Konsentrasjonen av tungmetaller som bly (1,2-1,9 µg/l), kadmiium (0,1-0,3 µg/l), kobber (6,1-15,5 µg/l) og sink (<10 µg/l) var lave og i samsvar med tidligere målinger. Aluminiumkonsentrasjonen, som tidligere ikke er målt, varierte med verdier fra 22 til 43 µg/l i de fri vannmasser. Konsentrasjonen i selve bunnvannet, på 400 meters dyp, var 145 µg/l.

Tabell 1. Verdier for vannets innhold av mineralsalter ved hovedstasjonen (st. 3). De fleste verdier gjelder vårsirkulasjonen, men år hvor slike mangler er høst og vinterverdiene brukt.

Parameter	Middelverdier og variasjonsbredde i tidsrommet 1966 - 1976.				1985 21/5
mg Ca/l	5.2	4.7	--	5.8	5.4
mg Mg/l	0.7	0.6	--	0.9	0.7
mg Na/l	1.1	0.9	--	1.2	1.0
mg K/l	0.6	0.5	--	0.7	0.7
mgHCO ₃ /l	16.0	13.0	--	18.5	11.8
mg SO ₄ /l	5.8	4.5	--	7.4	9.9
mg Cl/l	1.3	1.0	--	1.7	

Når det gjelder surhetsgrad (pH), alkalitet, konduktivitet, turbiditet og organisk stoff (KMnO₄) er det ikke registrert vesentlige forandringer jevnført med foregående år. Til tross for en til tider høy primærproduksjon i 1985 er det ikke observert spesielt høye pH-verdier i de øvre vannlag. I figur 3 er variasjonsmønsteret for pH, alkalitet og konduktivitet i de øvre vannlag fremstilt for sommerperioden 1985 ved de fire stasjoner.

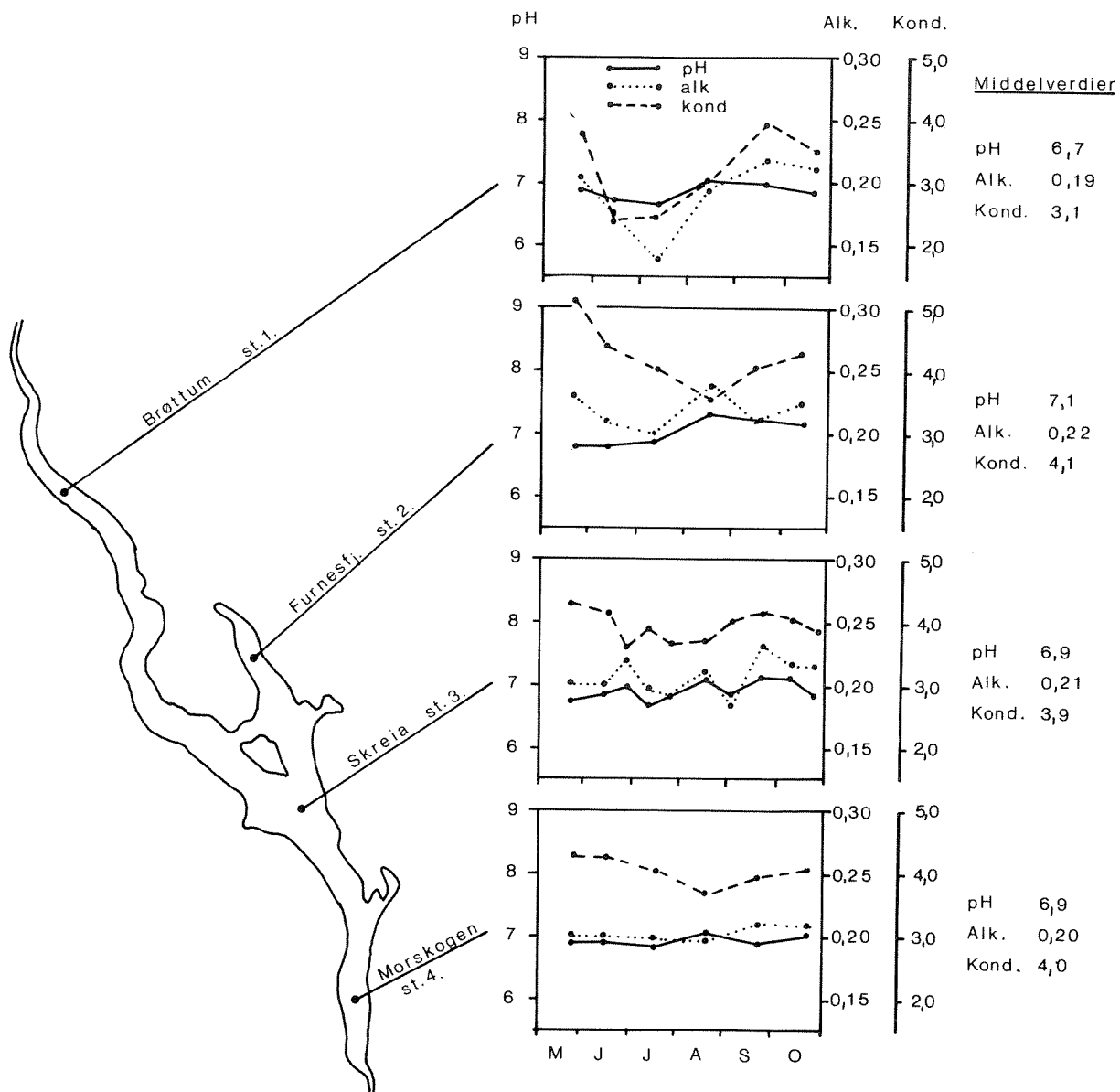


Fig.3 Variasjonsmønster i overflatevannet (0-10m) for pH, alkalitet og konduktivitet i sommerperioden ved fire stasjoner i Mjøsa 1985.

Verdiene var lavest i Mjøsa's nordre del (st. 1) og høyest i Furnesfjorden (st. 2). Dette er i samsvar med tidligere observasjoner. I perioder med snøsmelting i fjellområdene og flom i Lågen går verdiene noe ned, særlig i Mjøsa's nordre deler.

Oksygenforholdene i de dypere vannmassene var i 1985 fortsatt gode med en oksygenmetning over 80% i slutten av stagnasjonsperiodene ved samtlige stasjoner. Laveste verdier ble observert under vinterstagnasjonen. Dypområdet utenfor Brøttum (st. 1) synes noe mer belastet enn de øvrige stasjonene, men hadde i 1985 høyere oksygeninnhold enn det som er observert tidligere da metningen som regel har ligget under 80%. Minst belastet var Mjøsa's sydlige del (st. 4) der metningsprosenten alltid var over 90.

Basisinnholdet eller utgangskonsentrasjonen (middelkonsentrasjonen i vårsirkulasjonen) av næringssalter (fosfor og nitrogen) var relativt høye våren 1985. Dette hadde sin forklaring i en sen og intens våravsmelting i kombinasjon med en kort sirkulasjonsperiode, bl.a. grunnet sen isgang. Angående nitrogenkonsentrasjonen må en også ta den regnrrike høsten i 1984 i betraktning.

I den nordre del (st. 1) ble det målt en konsentrasjon av totalfosfor på 11 mg/m^3 . Dette er høyere enn tidligere års målinger ved denne stasjonen. Det øverste vannlag var spesielt fosforrikt med verdier helt opp mot 20 mg/m^3 .

Nitrogenkonsentrasjonen var 456 mg/m^3 og denne verdien ligger også høyt i forhold til tidligere målinger. Til forskjell fra fosfor var de høyeste nitrogenverdiene i de dypeste vannlag. Verdiene for totalfosfor ved stasjon 2, 3 og 4 var henholdsvis 9, 8 og 5 mg/m^3 . Dette er mer i samsvar med tidligere års måleresultater, mens nitrogeninnholdet (690, 587 resp. 495 mg tot-N/m^3) var betraktelig høyere. Dette gjelder særlig Furnesfjorden (st. 2) og den sentrale del (st. 3). Høyest næringssaltkonsentrasjon hadde en i likhet med tidligere år i Furnesfjorden.

Variasjonsmønsteret for fosfor og nitrogen i overflatelagene (0-10 m) i perioden mai-oktober er fremstilt i fig. 4. Som informasjon til figuren kan nevnes at konsentrasjonen av totalfosfor ved stasjonene 2-4 ikke bør overstige 6 mg/m^3 i vekstsesongen. Næringssaltkonsentrasjonen var høyest på forsommeren. Ved stasjon 3 og 4 avtok fosforkonsentrasjonen utover sommeren og nådde sitt laveste nivå om høsten. Nitrogenkonsentrasjonen avtok også utover sommeren, men økte så gjennom høsten. Verdiene for Furnesfjorden (st. 2) viste stort sett samme forløp, men her steg også fosforkonsentrasjonen om høsten, noe som til

dels kan skyldes den økte industribelastningen i dette området utover høsten (næringsmiddelindustri). Stasjon 1 er i betydelig grad påvirket av vannføringen i Lågen og her avtok såvel fosfor- som nitrogeninnholdet da Mjøsa ble tilført store mengder saltfattig vann grunnet snøsmeltingen i fjellområdene. Dette var særlig markert i juli og oktober.

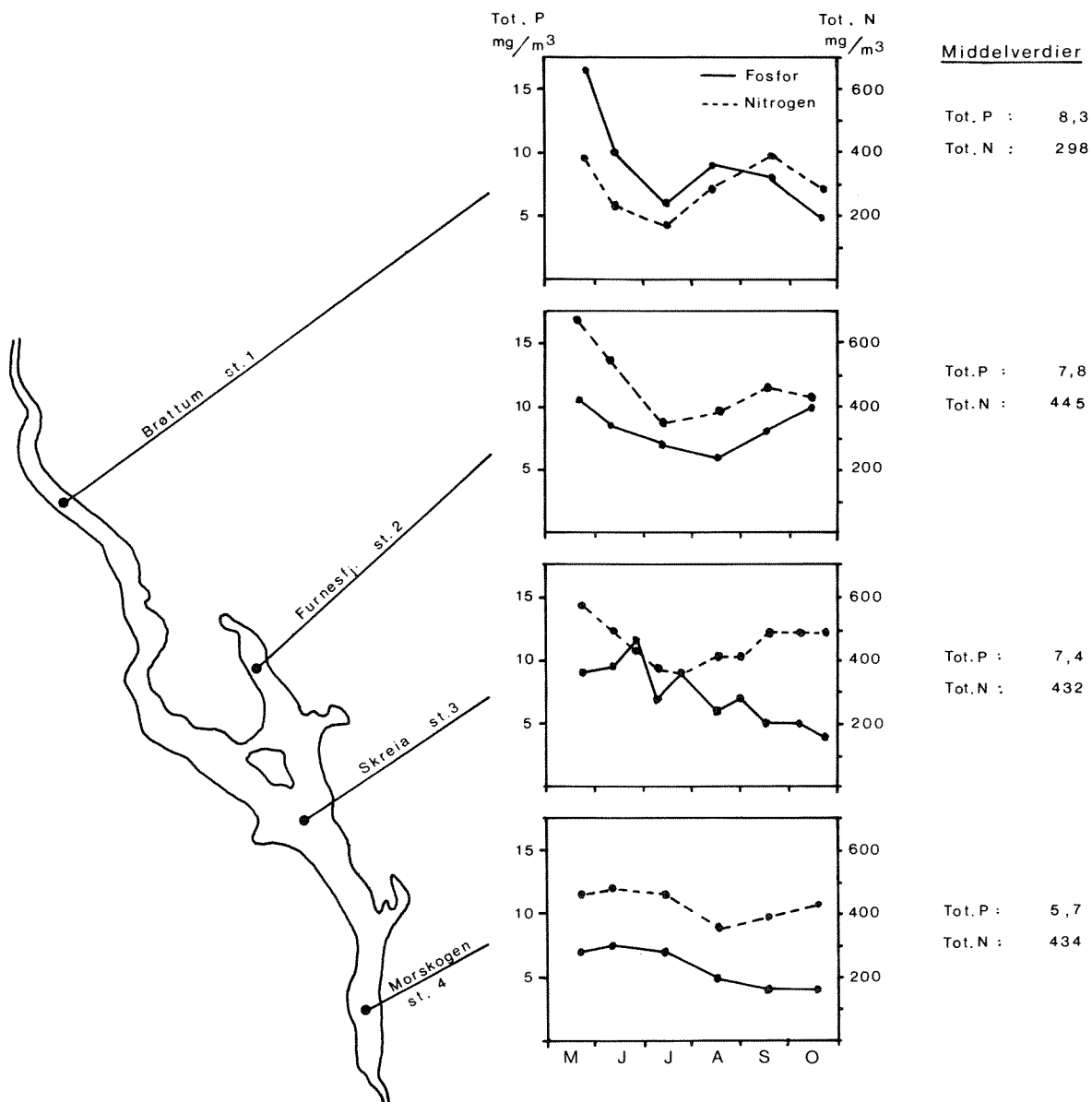


Fig.4 Variasjonsmønstret for total fosfor og total nitrogen i overflatelagene (0-10m) i perioden mai-oktober 1985.

Fosfor- og nitrogenkonsentrasjonen under senvinteren gir viktig informasjon om innsjøens nærings saltstatus over tid. I fig. 5 er det sammenstilt data fra 1971 over middeler verdier for total fosfor og total nitrogen samt N/P-forholdet fra observasjonsserier (overflate - bunn) sent på vinteren ved hovedstasjonen (st. 3).

Fosforkonsentrasjonen viser en avtagende trend, men har ennå ikke nådd ned i det nivå $< 5 \mu\text{g/l}$ (grå markering i figuren) en har satt som mål. En må her likevel bemerke at det knytter seg stor usikkerhet til de utførte fosforanalyser grunnet analysetekniske vanskeligheter, samt at analysene til ulike tider ble utført ved ulike laboratorier. Nitrogeninnholdet såvel som N/P-forholdet synes å vise en trend mot økte verdier. Dette er i samsvar med hva en kan forvente da innsjøen fortsatt tilføres store nitrogenmengder fra menneskelige aktiviteter. Arealavrenning fra dyrket mark utgjør blant annet en stor kilde. En kan her også nevne at omlag 30% av nitrogenet i kloakkvannet blir fjernet i renseanleggene.

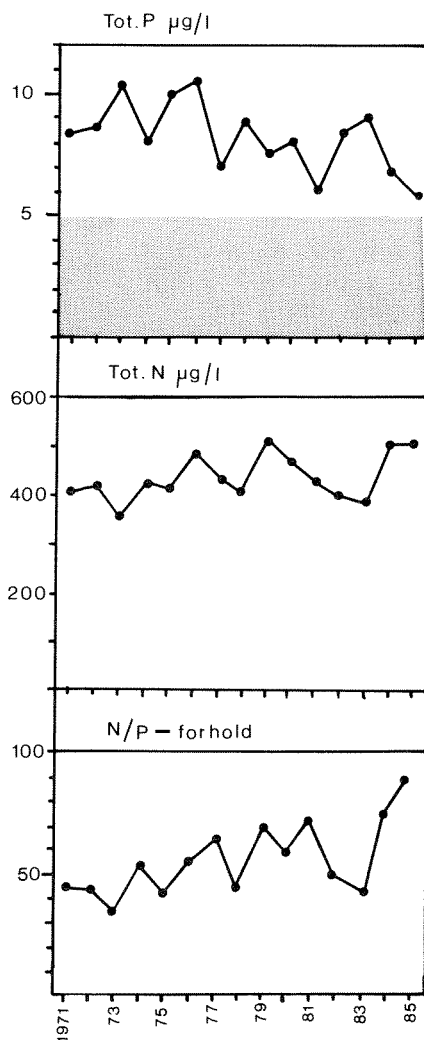


Fig.5 Middeler verdier for total fosfor og total nitrogen samt N/P-forhold fra observasjonsserier (overflate - bunn) i senvinter ved stasjon Skreia i tidsperioden 1971 - 85.

Biologiske forhold

Planteplanktonet var i likhet med tidligere år karakterisert av stor forekomst av stavformete kiselalger (*Asterionella*, *Fragilaria* og *Tabellaria*) som gjorde Mjøsvannet uklart og tydelig vegetasjonsfarget. Blågrønnalgene hadde beskjedne forekomst i 1985. Størst forekomst av *Oscillatoria* var det i august, men arten fikk aldri noen mengdemessig betydning og noen større problemer for drikkevannet skapte den ikke. I månedsskiftet juli-august var det en mindre *Anabena*-oppblomstring i hele innsjøen. I likhet med forholdene i 1983 og 84 så var begroingen, den såkalte "grønske", langs Mjøsa's strender til tider påtagelig. Algeproduksjonen i de fri vannmasser var betraktelig høyere i 1985 jevnført med verdiene i perioden 1978-84. Dette indikerer at nærings-salttilgangen økte i 1985. Grovt anslått ble det i vekstperioden i 1985 produsert ca 110.000-120.000 tonn alger i Mjøsa. Foruten en nedgang i bestanden av pungreken *Mysis relicta* syntes ikke krepsdyrplanktonet å ha gjennomgått noen større forandringer.

I 1985 ble det samlet inn planteplankton fra fire stasjoner. Variasjonsmønsteret for algemengde, algesammensetning og produksjon ved de fire stasjoner er gitt i figur 6. I likhet med tidligere år var planteplanktonet karakterisert av stor forekomst av pennate (stavformete) kiselalger som gjorde Mjøsvannet uklart og tydelig grønnfarget. God tilgang på næringssalter i de øvre vannlag og liten vindaktivitet på forsommeren bidro til at algeveksten kom tidlig igang. Allerede i begynnelsen av juni var det stor algeforekomst med en biomasse omkring 1 g/m^3 og et klorofyllinnholdet omkring 5 mg/m^3 i Furnesfjorden (st. 2) og i de sentrale partier (st. 3). Med unntak av en mindre nedgang i algemengden i slutten av juli var algemengden og klorofyllinnholdet høyere enn 1 g/m^3 resp. 6 mg/m^3 ved disse to stasjoner ut til september.

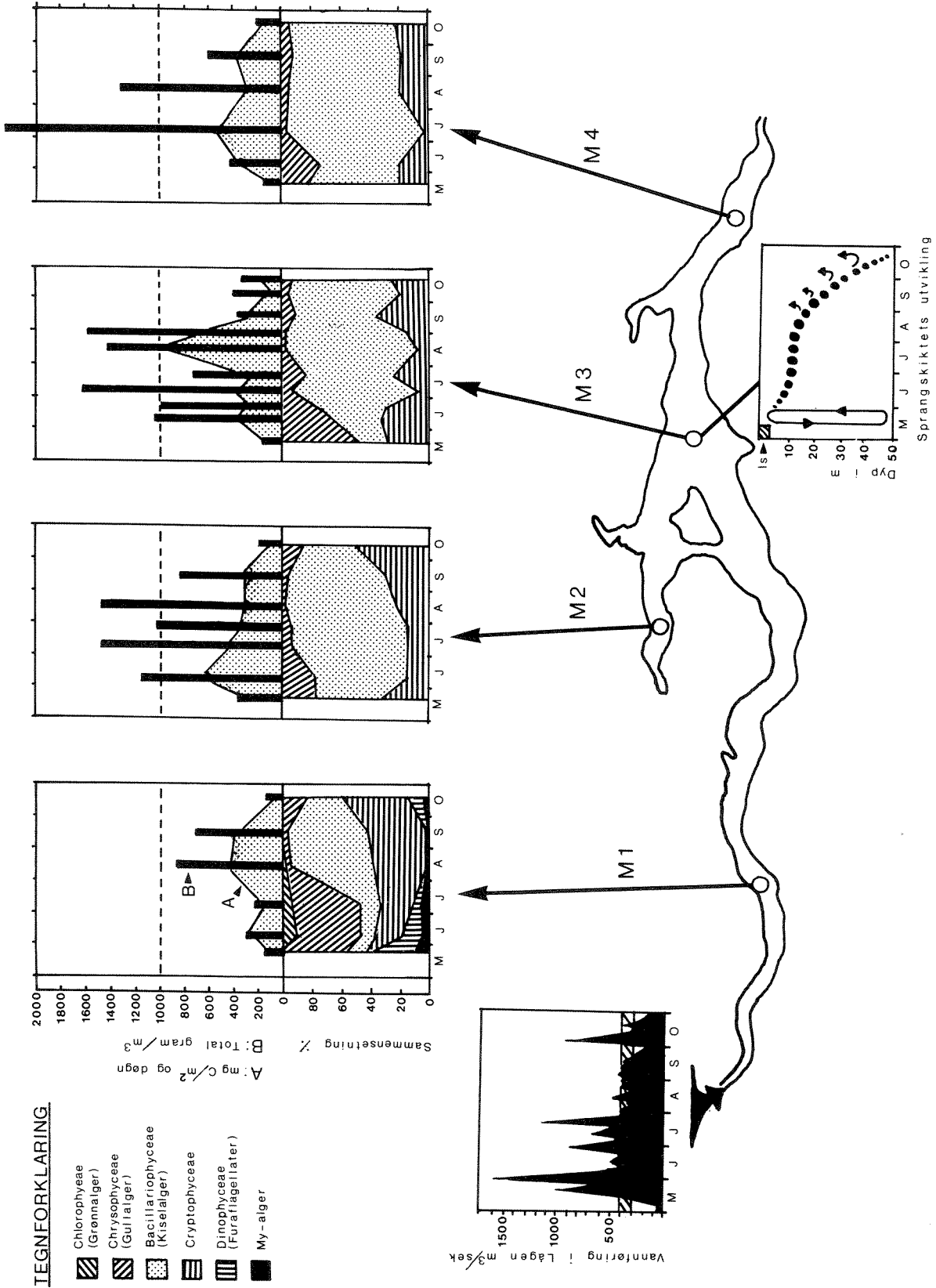


Fig. 6. Algemengde (B), sammensetning i % av større grupper og primærproduksjon (A) ved fire lokaliteter i Mjøsa sommeren 1985.

Deretter skjedde en rask nedgang i en periode med større vindaktivitet og rask erosjon av sprangsjiktet utover høsten. Søndre del (st. 4) hadde stort sett et lignende forløp, men utviklingen gjennom forsommeren gikk noe langsommere. Betydelig algeforekomst med biomasseverdier over 1 g/m^3 og et klorofyllinnhold over 4 mg/m^3 ble registrert i juli og august. Størst algemengde ($>2 \text{ g/m}^3$) ble observert ved stasjon 4 i begynnelsen av juli. Algemengden i Furnesfjorden og i den sentrale del har på det høyeste vært ca $1,5 \text{ g/m}^3$.

Den nordre delen (st. 1) skiller seg fra de øvrige. Her var algemengden og klorofyllinnholdet lavt hele forsommeren på grunn av flomaktiviteten i Lågen. Det var først i august og september, da en hadde en lengre periode uten flomtopper, at det utviklet seg større algemengder ($>0,4 \text{ g/m}^3$). Høyest algeforekomst med en biomasse opp mot 1 g/m^3 ble observert i august. Høyest klorofyllinnhold ($5,9 \text{ mg/m}^3$) ble målt i september.

Algesamfunnets sammensetting var i overensstemmelse med senere års observasjoner med dominans av gruppen gullalger (Chrysophyceae), kiselalger (Bacillariophyceae) og kryptomonader (Cryptophyceae).

I Mjøsa's nordre del (st. 1) hadde også grupper som grønnalger, fureflagellater og my-alger en viss betydning. De vanligste forekommende slekter/arter var blant gullalgene Chrysochromulina parva, Dinobryon divergens, Mallomonas spp. samt store og små chrysomonader. Størst forekomst hadde gullalgene om våren og forsommeren da det var mye monader. Kiselalgesamfunnet var dominert av Asterionella formosa, Diatoma elongata og Stephanodiscus spp. Forekomsten av Fragilaria crotonensis, Melosira italica og spesielt Tabellaria fenestrata tiltok utover sensommer og høst. Blant kryptomonadene var det Cryptomonas spp., Katablepharis ovalis og Rhodomonas lacustris som dominerte.

Blågrønnalgene hadde beskjeden forekomst i 1985. Trolig hadde Oscillatoria overvintret i vannmassen i innsjøens sentrale parti. Størst forekomst av Oscillatoria var det i august, men arten fikk aldri noen mengdemessig betydning. Til forskjell fra de tre seneste årene hadde Oscillatoria hovedsakelig korte trikomer (tråder) i 1985. Noen større drikkevannsproblemer ble ikke registrert. Fig. 7 viser forekomsten av Oscillatoria i slutten av vegetasjonsperioden i tidsperioden 1972-85. Perioder med drikkevannsproblemer og trikumlengde av Oscillatoria er også angitt. I slutten av juli og i begynnelsen av august var det en mindre oppblomstring av Anabaena i hele innsjøen.

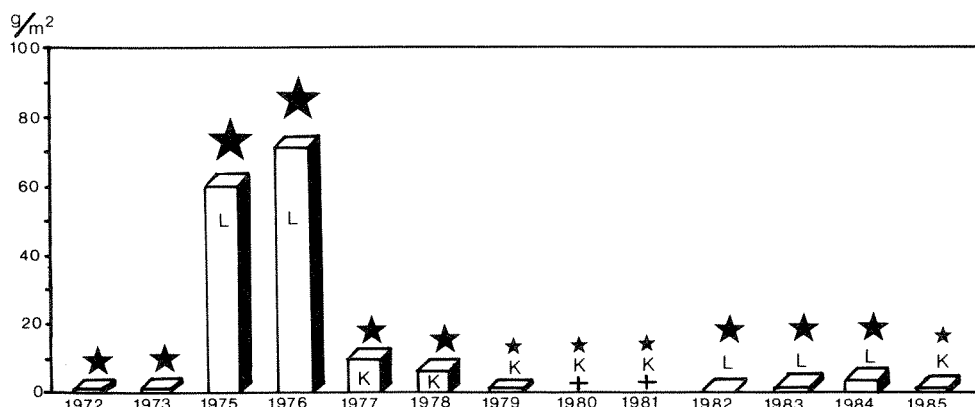


Fig.7 Mengde *Oscillatoria* målt som våtvekt i Mjøsa's sentrale parti (Skreia) i slutten av oktober årene 1972-85 (data for 1974 mangler).

+ Til stede, men hadde ikke noen mengdemessig betydning
Drikkevannsproblemer

★ Store ★ Middels ★ Små

Trikomlengde L Lange K Korte

Vurderes næringssalttilgangen i Mjøsa's sentrale del utifra algesamfunnets sammensetning så tyder dette på gode forhold om våren, en viss næringssaltbegrensning under juni og begynnelsen av juli. Videre god næringssalttilgang i slutten av juli og begynnelsen av august.

Algeproduksjonen var betraktelig høyere i 1985 jevnført med verdiene i perioden 1978-84. Dette indikerer at næringssalttilgangen har ytterligere økt i 1985. Størst produksjon ble målt ved stasjon 3 med maks. dagsproduksjon i august på over 1 gram C pr. m². En må helt tilbake til tiden før Mjøsaksjonen (1975-76) for å finne tilsvarende høye dagsproduksjonsverdier. Årsproduksjonen for stasjon 1, 2, 3 og 4 var henholdsvis 43, 59, 65 og 55 gram C pr. m². Dette gir en produsert algebiomasse på ca 320 gram våtvekt pr. m² som middel for hele innsjøen.

Til forskjell fra tiden før Mjøsaksjonen ser det nå ut til at Mjøsa's sentrale del har større produksjonskapasitet enn Furnesfjorden der en tidligere fant de høyeste produksjonsverdiene. Grovt anslått ble det i vegetasjonsperioden i 1985 produsert ca 110.000-120.000 tonn alger i Mjøsa. Dette er mer enn fordobling i forhold til perioden 1979-82 da produksjonen lå omkring 50.000 tonn. Årene før Mjøsaksjonen (1975-76) ble det årlig produsert nær 200.000 tonn alger i Mjøsa.

I likhet med forholdene i 1983 og 84 var begroingen, den såkalte "grønske", langs Mjøsa's strender til tider påtagelig i 1985. Mest

fremtredende var begroingen i september og oktober da strandsteiner, båter, tauverk m.m. fikk et grønt og sleipt belegg grunnet stor forekomst av den trådformede grønnalgen Ulothrix zonata.

Krepsdyrplanktonet synes ikke å ha gjennomgått særlige forandringer i 1985 i forhold til tidligere år. Mengde og artsammensetning var i god overensstemmelse med tidligere års observasjoner. Derimot var bestanden av pungreken Mysis relicta betraktelig mindre enn i 1984 og mer i samsvar med de forhold en har observert før 1982.

Hygieniske forhold

Mesteparten av Mjøsa's øvre vannlag var ved prøvetakingstidspunktet forurenet av tarmbakterier og bakterieforekomsten i 1985 var betraktelig større jevnført med de målinger som ble utført i 1978 og 1980. Den økte bakteriologiske forurensning i 1985 må sees i samsvar med den nedbørrike sommeren da en kan formode at betydelige kloakkmengder til tider har gått urensset ut i innsjøen grunnet overløp og lekkasjer.

Resultatet fra den hygienisk/bakteriologiske undersøkelsen som ble utført i samarbeid med byveterinærene i de tre Mjøsbyene i august, er gitt i figur 8. Undersøkelsen viste at mesteparten av Mjøsa's øvre vannlag hygienisk sett var klart forurenet ved prøvetakingstidspunktet. Det ble registrert betydelig forekomst av tempestabile koliforme bakterier (tarmbakterier) og således klar indikasjon på fersk forurensning i:

- hele nordre del av innsjøen fra området syd for Gjøvik og nordover
- Furnesfjorden, Akersvika
- mesteparten av de sentrale deler ned mot Tangen/Espa

Forholdet mellom koliforme bakterier (44^0 , 37^0) og kimtall skulle tilsi at den bakterielle forurensning i hovedsak stammer fra boligkloakk. Størst bakterieforekomst og indikasjon på kloakktilførsel ble funnet ved Gjøvik, Brumunddal og Hamar. En må spesielt bemerke den påtagelige bakterieforekomsten i Mjøsa's sentrale partier noe som ikke har vært så utpreget ved tidligere undersøkelser.

Mjøsa's søndre del samt de dypere vannlag var i likhet med tidligere observasjoner lite berørt av fersk forurensning av kloakkvann og eventuelt sig fra gjødselkjellere.

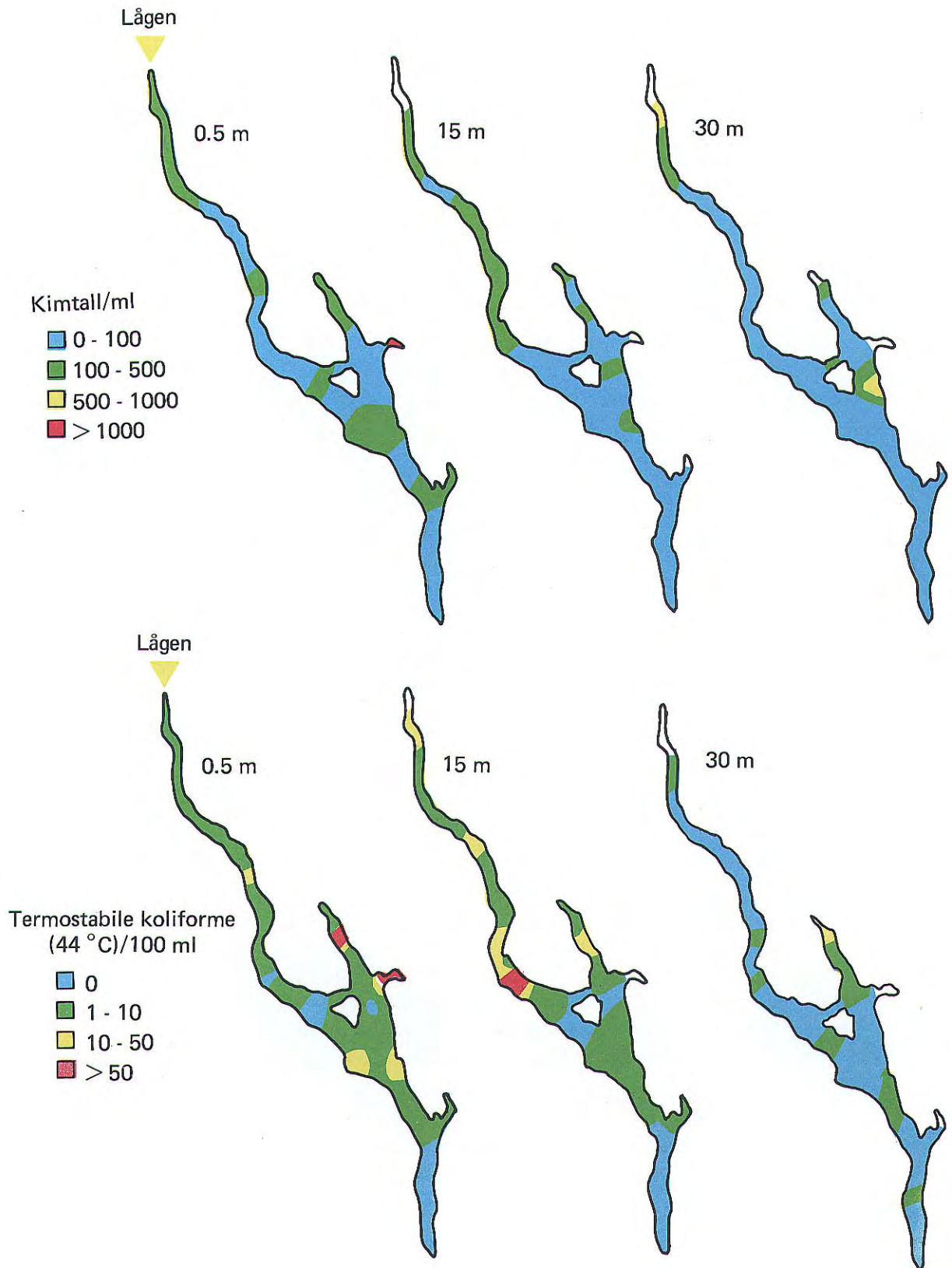


Fig. 8. Situasjonssbilde for forekomst av antall bakterier (kimtall) og termostabile bakterier (E.coli.) i Mjøsas frie vannmasser 14.8.1985.

I fig. 9 er foreliggende data fra august av termostabile koliforme bakterier stilt sammen. Ved hvert prøvetakingstilfelle er det samlet inn 142 enkeltprøver fra 39 stasjoner fordelt over hele innsjøen. I 1985 hadde bakterieforekomsten økt betraktelig jevnført med de målinger som ble utført i 1978 og 1980, men ligger noe lavere jevnført med forholdene i 1972 som viser en situasjon før Mjøsaksjonen.

Den økte bakteriologiske forurensnings i 1985 må sees i sammenheng med den nedbørrike sommeren da en kan formode at betydelige kloakkmengder til tider har gått urensset ut i innsjøen grunnet overløp og lekkasjer. Økt biologisk respons ved en markert økt algevekst styrker denne antagelsen. Økt avrenning fra husdyrgjødslete åkerarealer må også nevnes i denne sammenheng.

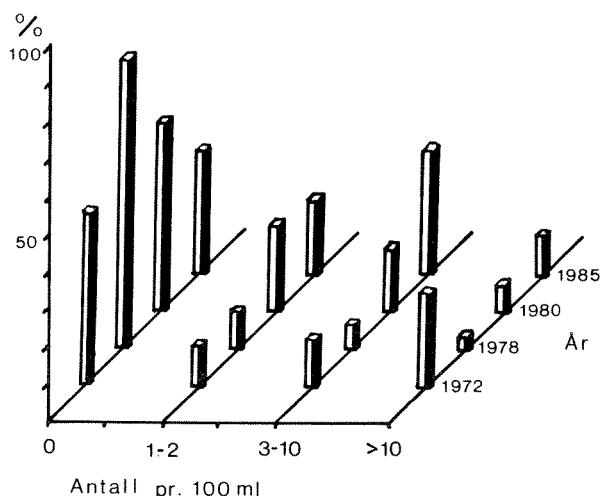


Fig. 9 Termostabile koliforme (44°C) i Mjøsa's frie vannmasser. Prosentfordeling av totalt antall prøver fordelt på 4 klasser.

Konklusjon

Mjøsaksjonen (1976-81) førte til at en uheldig og akselererende overgjødning av innsjøen ble stanset. Vannkvaliteten i Mjøsa og tilrennende vassdrag ble radikalt forbedret fra 1977 og fram mot 1982. Siden har denne positive utviklingen stanset og forholdene har gradvis blitt verre igjen. Dette har kommet til uttrykk som økt algemengde og algevekst i de frie vannmassene, og økt mengde av fekale indikatorbakterier (tambakterier). I perioder på sommeren og høsten var forekomsten av kiselalger så stor at vannet ble uklart og antok en gulgrønn farge. Algemengden skapte betydelige problemer for mange bruksinteresser. Filter i vannverk ble tette og fiskegarn grodde igjen. Dessuten var algene til stor sjenanse for badende og andre som

tilbrakte fritiden ved innsjøen. Til tider var det stor forekomst også av grønske (trådformede grønnalger) langs strendene som førte til glatte strandsteiner og tilsøling av båter og fiskegarn.

Det tydeligste signal på at utviklingen går i gal retning er den stadig økende primærproduksjon de siste tre årene. Dette skyldes økt tilgang på næringssalter fra menneskelig aktivitet i nedbørfeltet (urenset husholdningskloakk og avrenning fra jordbruksarealer).

Primærproduksjonen i 1985 var så høy at en må helt tilbake til 1977 (starten på Mjøsaksjonen) for å finne en like høy årsproduksjon.

Årsaken til denne utviklingen er at næringssaltbelastningen øker og at den i dag klart overstiger innsjøens resipientkapasitet. Det synes også som om overgjødslingen er mest utpreget i nedbørrike perioder med stor vanntilførsel fra nærområdene. Utviklingen kan derfor ha sammenheng med at arealavrenningen økte fra landbruket og at kloakknettet i nærområdet ble overbelastet i de regnrrike periodene.

Dersom utviklingen de siste tre årene fortsetter, uten at forurensningsbegrensende tiltak settes i verk, så vil det spesielt i regnrrike somre fortsatt kunne oppstå tilsvarende forhold som ble registrert før Mjøsaksjonen.

Tilrådnings

Mjøsaksjonen må følges opp og fullføres innen kort tid dersom uønskede tilstander i Mjøsa skal unngås i nær framtid. Spesielt må ledningsnettet for kloakkvann rustes opp slik at tap og overløpsproblemer i regnrrike perioder unngås. Videre må tiltak som begrenser landbruksforurensning iverksettes. Disse tiltakene må gjøres parallelt med en effektiv kontrollvirksomhet. Den labile tilstand en har i Mjøsa bør følges opp med et noe utvidet overvåkingsprogram. Dette bør omfatte følgende:

- Fullt program på stasjon Brøttum og på stasjonen i Furnesfjorden.
- Målinger av næringssalttransporten i de viktigste tilførselselvene til Mjøsa.
- Undersøkelser av konsentrasjoner av fekale indikatorbakterier regionalt i Mjøsa's øvre vannlag i august.
- En regional undersøkelse (5 stasjoner) av basiskonsentrasjonen av næringssalter i innsjøen på servinteren.

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 næringssalter 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

Vannføringsmønstret 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 $11\,202 \text{ mill. m}^3$ 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. m² og en midlere innløpskonsentrasjon på ca. 21 mg/m³.

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 kloakkrenseanlegget 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 rensenanlegget 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 SiO₂/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 KMnO₄/l) minket noe.

Noen tendens til forsurening 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. m³ og tot. klorofyll a-innholdet mindre enn 4 mg pr. m³ 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/m³) ble registrert ved hovedstasjonen i begynnelsen av september da en også registrerte det høyeste klorofyllinnholdet, 10,5 mg/m³. 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 beskjeden betydning (0,15 gram våtvekt pr. m³ 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 mg C/m^2) ble registrert i samband med størst algemengde og klorofyllinnhold i begynnelsen av september. Årsproduksjonen for 1984 er beregnet til 43 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 strendene 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/m² 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. m² 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. m³ 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 m³/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 m²/s) helt ut i begynnelsen av august.

Høyeste vannføring var i likhet med 1982 i overkant av 1000 m³/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 skjønsmessig 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/m²år.

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 forsurening 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 (grønnske 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/m²·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 nærings saltbelastningen såvel som innsjøens økologiske tilstand fortsatt betegnes som betenkelig og ytterligere reduksjon i nærings saltbelastningen 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 nærings salttilgang 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 frukt vannet 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. m³ 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 m³/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 (boligblokk 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/m²·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 forsuring har ikke kunnet spores.

Biologiske forhold

Største algemengde ble registrert under kiselalgeoppblomstringen i månedsskiftet juni-juli med algemengder over 2 g/m^2 uttrykt som våtvekt. I Furnesfjorden ble ca 6 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 g C/m^2 og maksimum dagsproduksjon var 236 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 gjødsel-lager 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. Sensommeren ble solrik og temmelig varm og i august og september var temperaturensituasjonen 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 m³/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 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 bornetii* 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 samarbeid 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 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 næringssaltbelastningen såvel som innsjøens økologiske tilstand betegnes som betenkelig og ytterligere næringssalt (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 BOF_7 pr. tonn plater.

Berger Langmoen hadde et utslipp på ca. 30 kg 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 fruktvannutslippene. 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.

Næringsstofftilførselen 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 gjødselekjellere kommet så langt at behovet for vinterspredning av husdyrgjødsel var minimal.

I Hedmarkskommunene var lagerkapasiteten økt med ca. 60.000 m³ 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 bormetii* f. *tenuis* ble registrert i prøvene i juli/august. Ytterligere reduksjon av algeproduksjonen kunne også spores. Årsproduksjonen lå i området 20 g C/m²·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 g/m³) 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.

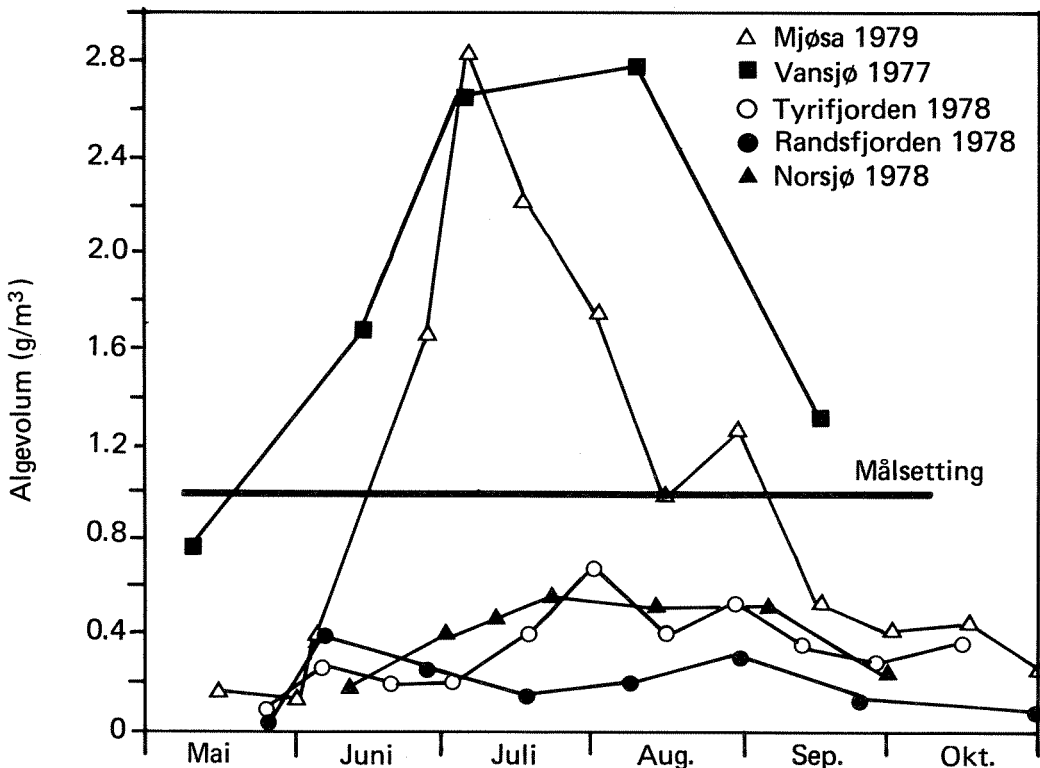
Konklusjon

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 redusert 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 næringsaltilførsel (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 ($2-3 \text{ µg/l}$) syntes å være noe lavere enn hva som ble observert tidligere ($4-5 \text{ µg/l}$).

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 beskjedent sammenlignet med forholdene i 1976. Den mest fremtredende blågrønn-

algen var som tidligere *Oscillatoria* cf. *bornetii* f. *tenuis*. foruten ovenfor-
nevnte arter hadde cryptomonadene med arter som *Rhodomonas lacustris* og *Crypto-*
monas spp. til tider en viss betydning. Det skjedde en betydelig reduksjon av
algeproduksjonen i 1978 og årsproduksjonen er beregnet til ca. $25 \text{ g C/m}^2 \cdot \text{år}$ og
høyeste målte dagproduksjon oversteg ikke $400 \text{ mg C/m}^2 \cdot \text{dag}$.

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 fore-
komsten 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 til-
svarende undersøkelse ble gjennomført. Dette gjelder spesielt de koliforme
bakterier. De rutinemessige undersøkelser utført av byveterinæren i Lille-
hammer, 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 fosfortil-
førslene 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 nød-
vendig 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 foreliggende 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 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 chrysophyceaeene og cryptophyceene som viktige grupper i tillegg, men med beskjedne mengder av blågrønnalger.

Årsproduksjonen er for 1977 beregnet til ca. 60-70 g C/m²·år i de sentrale deler og ca. 47 g C/m²·år i de nordlige deler, dvs. en betydelig senkning i forhold til året før.

Artssammensetning og mengde av krepdyrplanktonet 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 fortynning - jevnfør den mer homogene algefordelingen 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 BOF₇ 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 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 hantzschii*

samt en del mindre monader tilhørende gruppene *Chlorophyta* og *Chrysochyta*. 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 bormetii* 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 g/m³.

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 bormetii* økte suksessivt og utgjorde etter hvert en betydelig del av algevolument. Algemengden var fortsatt stor.

I perioden september-oktober økte mengden av *Oscillatoria bormetii* ytterligere og nådde nå sin største forekomst med en biomasse av ca. 2 g/m³ i Furnesfjorden og utenfor Skreia. Samtidig viste de andre algegruppene tilbakegang. I november og desember besto henimot 100% av den totale algebiomasse 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 mg C/m²·døgn.

Årsproduksjonen for 1976 er anslått til ca. 100 g C/m² for Mjøsas sentrale del, mens årsproduksjonen for den søndre delen er anslått til ca. 80 g C/m² og for den nordre til ca. 50 g C/m². 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 individ/m² 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 lukteegenskapene 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 organismesamfunn, slik at den naturlige økologiske balanse brøt sammen. Dette ville bety en radikal endring i dyrep plankton 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 tildels kraftig oppblomstring av alger i Mjøsa. I den første del av perioden var det kiselalger som dominerte algefloraen, 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 sekundærproduzentene, 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, Arungen 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 mindrevverdige 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 likeleilig 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 vekstvilkår vil imidlertid foreligge i sommerhalvåret.

Oppblomstringen av *Oscillatoria* cf. *borneti* i Mjøsa inneværende vegetasjonsperiode har medført store smaks- og luktulempen 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 Vormå og Glåma helt ned til estuaret ved Fredrikstad. Hvis algeveksten i Mjøsa varer utover høsten og vinteren vil dette selvsagt fortsatt få store konsekvenser for drikkevannskvaliteten. Tilsetning av klor forsterker smaks- og luktulempen. 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 rensetekniske 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 agardi*) 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 forurensningstilførselene fra denne type aktiviteter.

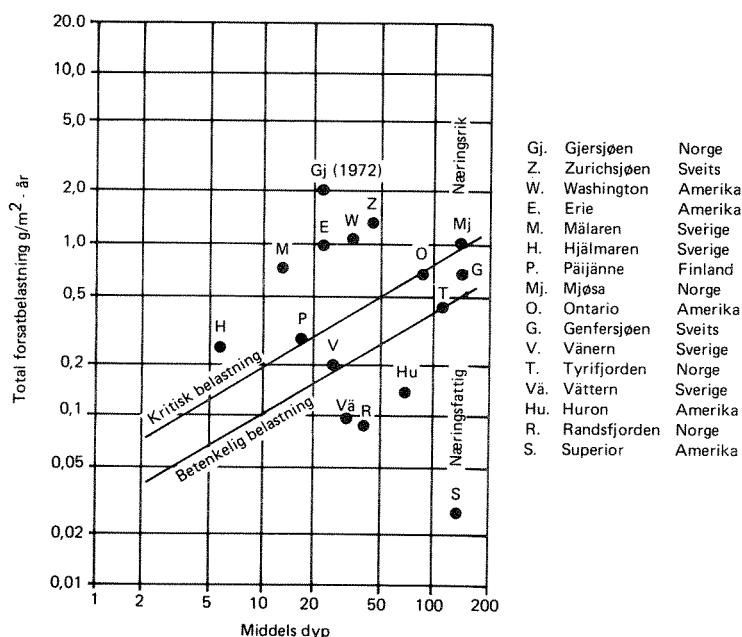
11. oktober 1976

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_2 -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. $0.5 \text{ g/m}^2 \cdot \text{år}$ 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 $1 \text{ mm}^3/1$, dagsproduksjonen ikke overstiger $300\text{-}350 \text{ mg C/m}^2$ pr. dag, og at årsproduksjonen helst ikke når nivåer større enn 30 g C/m^2 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 m³ 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, melkerømsavløp 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.

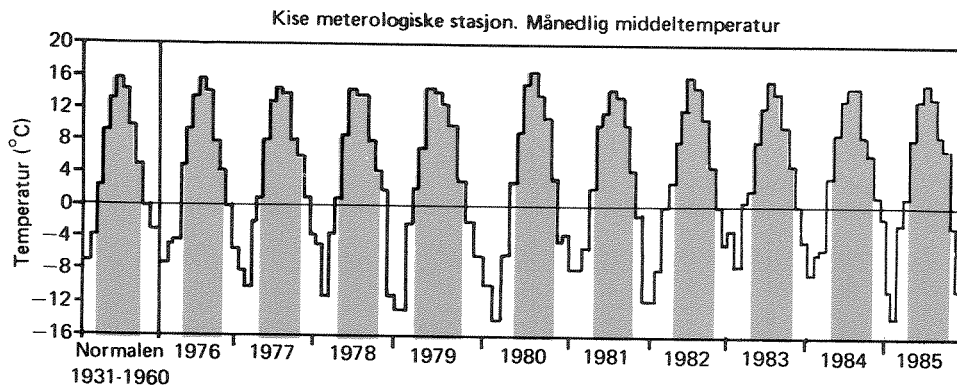
Norsk Wallboard, Gjøvik og Berger Langmoen gjennomførte interne tiltak i samsvarende med utslippstillatelsene, 60 kg BOF₇ og 8 kg suspendert stoff pr. tonn plater.

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

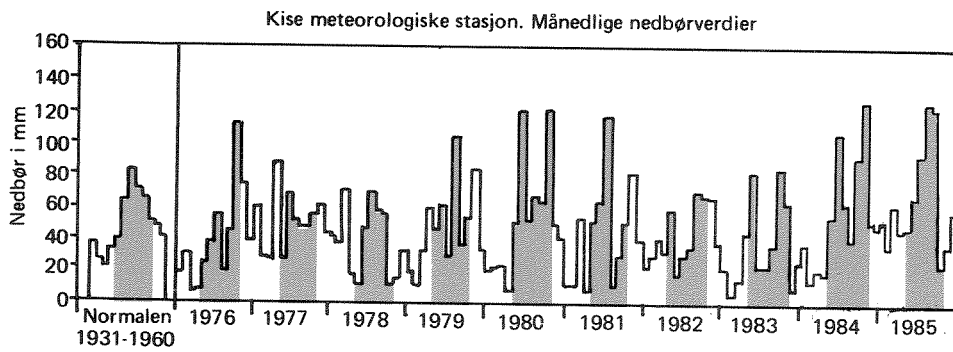
Raufoss Ammunisjonsfabrikker gjennomførte rensing av avløpsvannet fra kanonhylseverkstedet. Mustad, Brusveen Fabrikker kjørte igang renseanlegget. Det ble også gjennomført rensing av skyllevannet fra Trådtrekkeriet.

Trender for de viktigste parametre

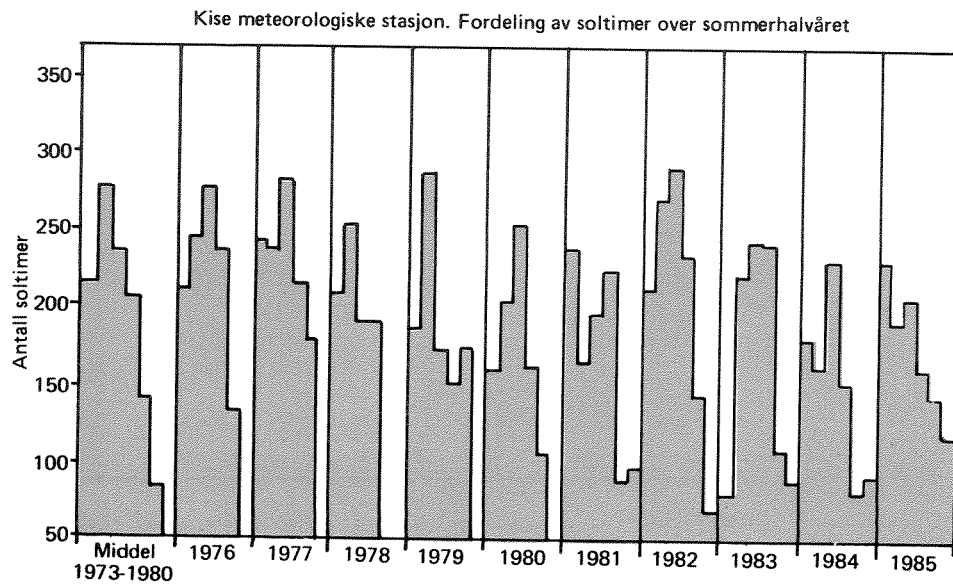
Temperatur



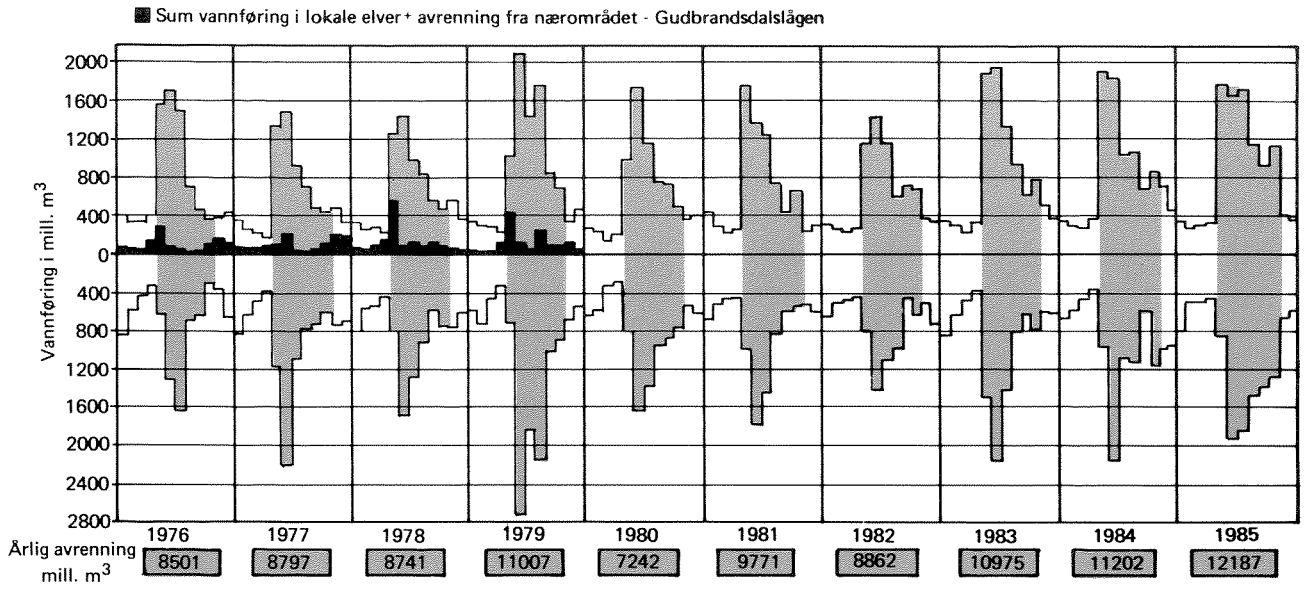
Nedbør



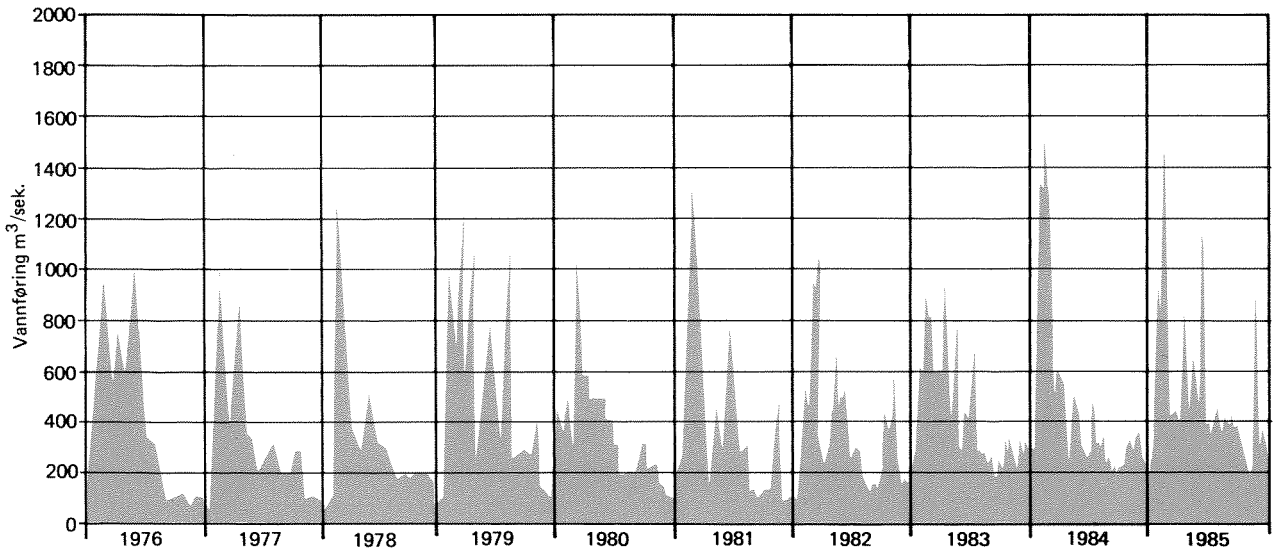
Soltimer



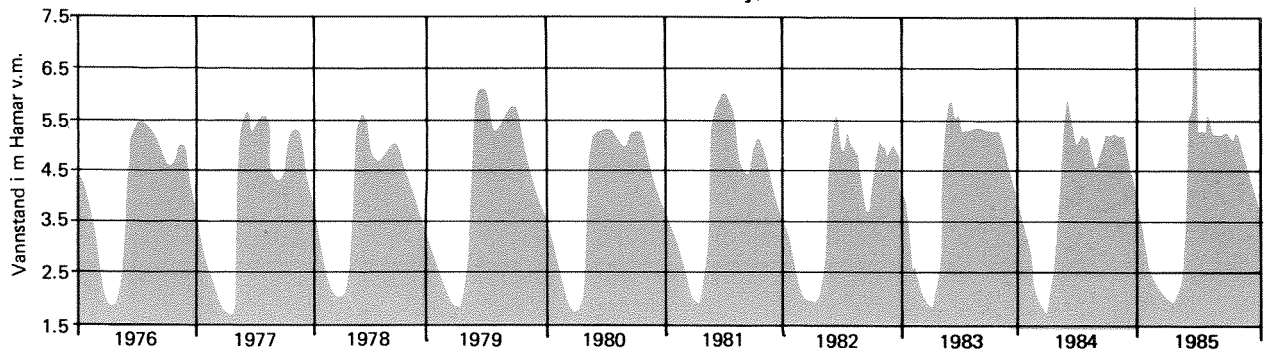
Vannbalansen i Mjøsa



Vannføring ved Hunderfossen i perioden mai - oktober



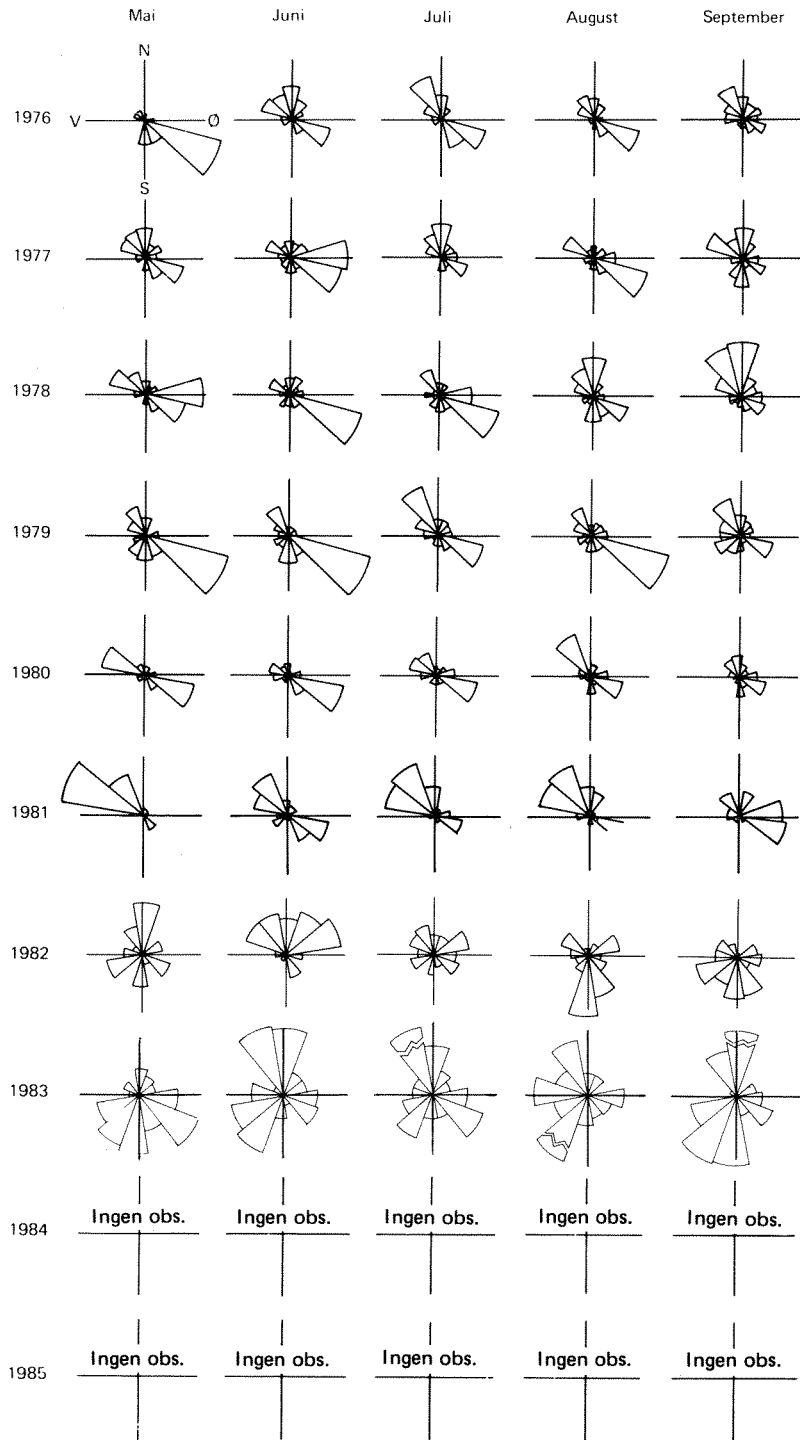
Vannstanden i Mjøsa



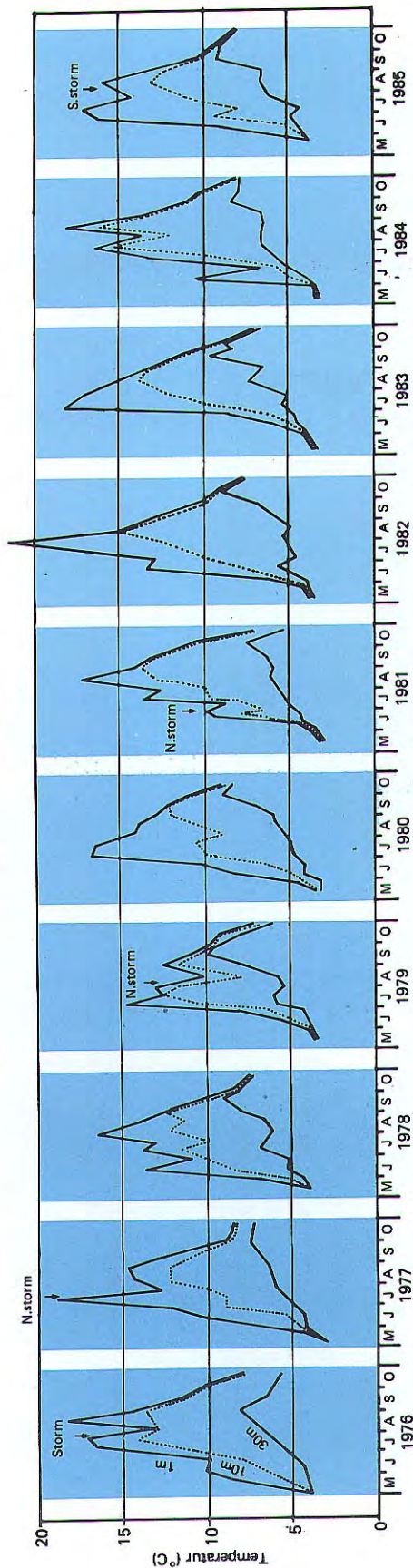
VIND

Kise meteorologiske stasjon.

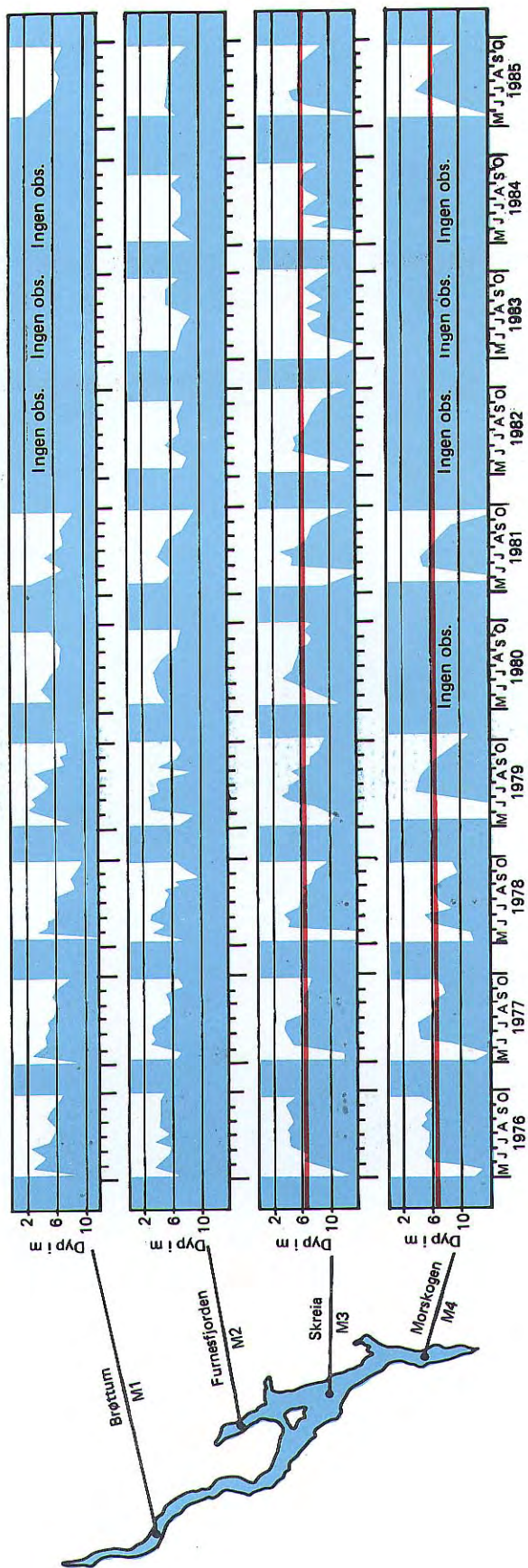
Vindmengde månedsum av alle Beaufort - verdiene innenfor hver sektor.



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



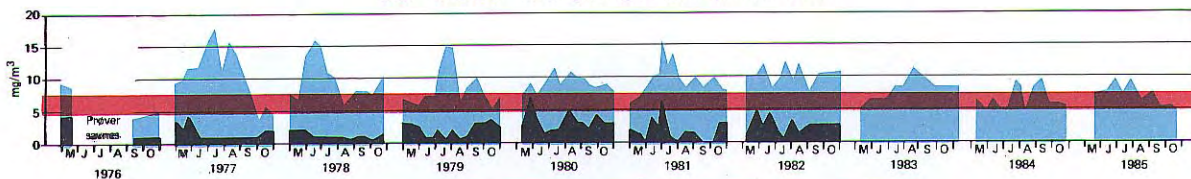
Siktedyp gjennom sommerperioden



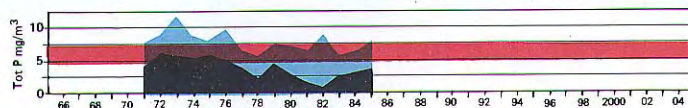
Stasjon M3 Skreia

P (fosfor)

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

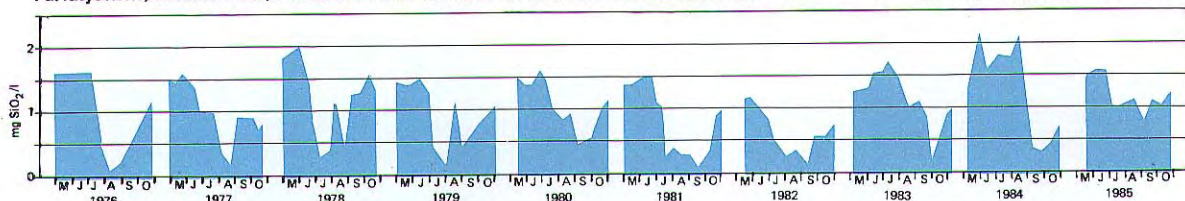


Tidstrend for total-fosfor og ortofosfater under vårsirkulasjonen

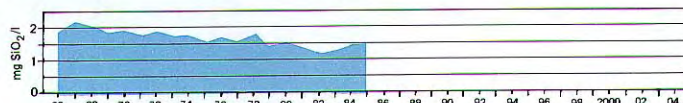


SiO₂ (silisium)

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

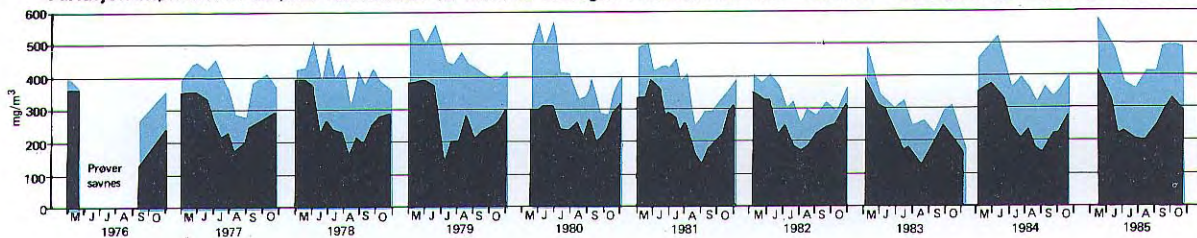


Tidstrend for silisium under vårsirkulasjonen

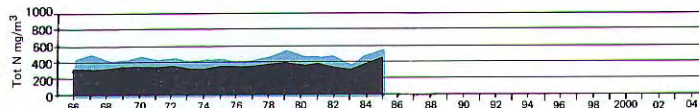


N (nitrogen)

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

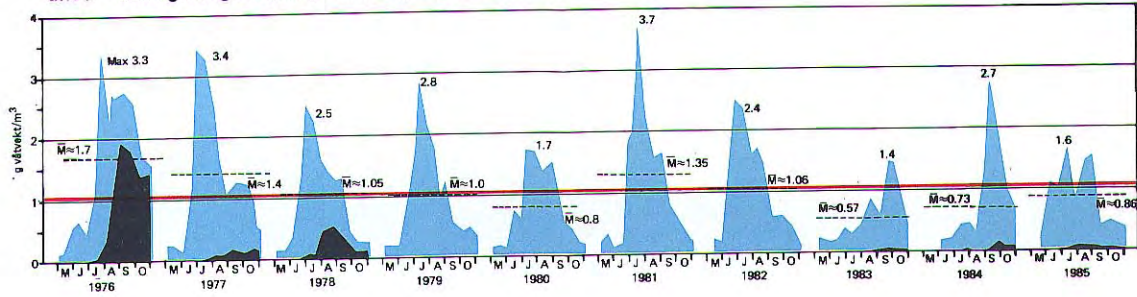


Tidstrend for total-nitrogen og nitrater under vårsirkulasjonen

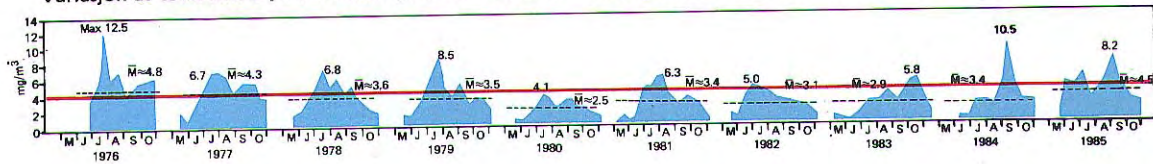


Stasjon M3 Skreia

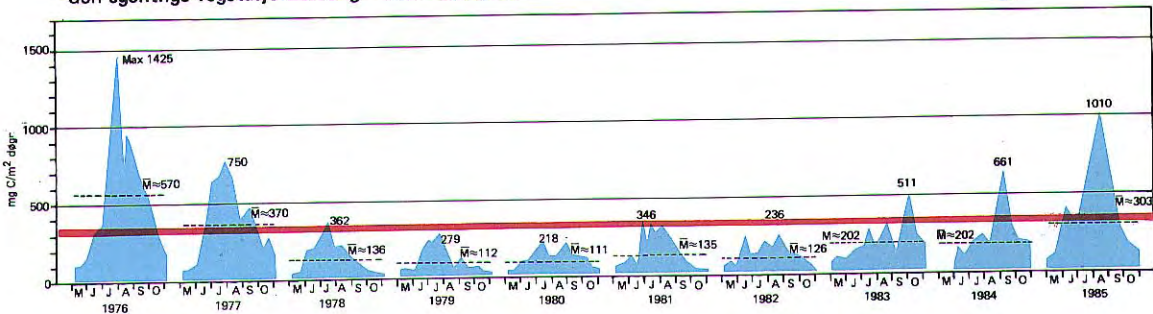
Variasjon av total planteplankton og andel blågrønnalger uttrykt som biomasse fra blandprøve 0-10m under "den egentlige vegetasjonssesong" (mai - oktober)



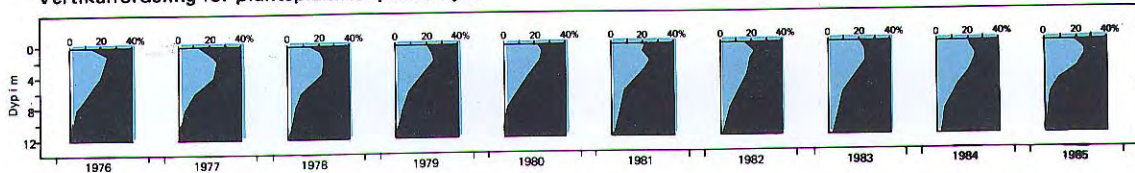
Variasjon av total klorofyll a fra blandprøve 0-10m under "den egentlige vegetasjonssesong" (mai - oktober)

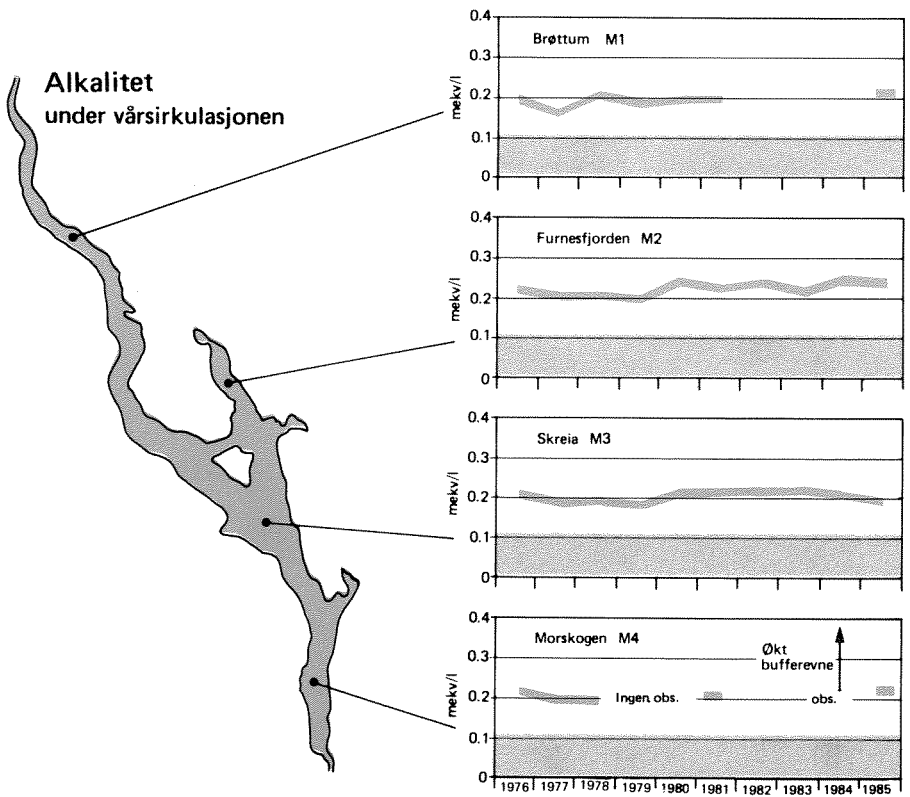
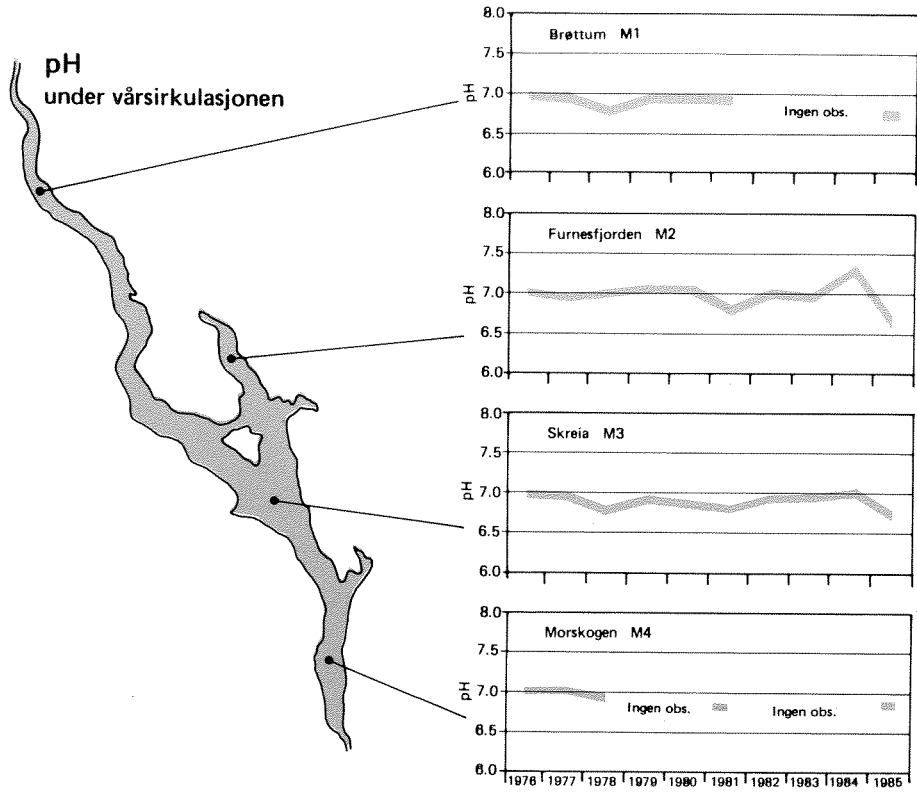


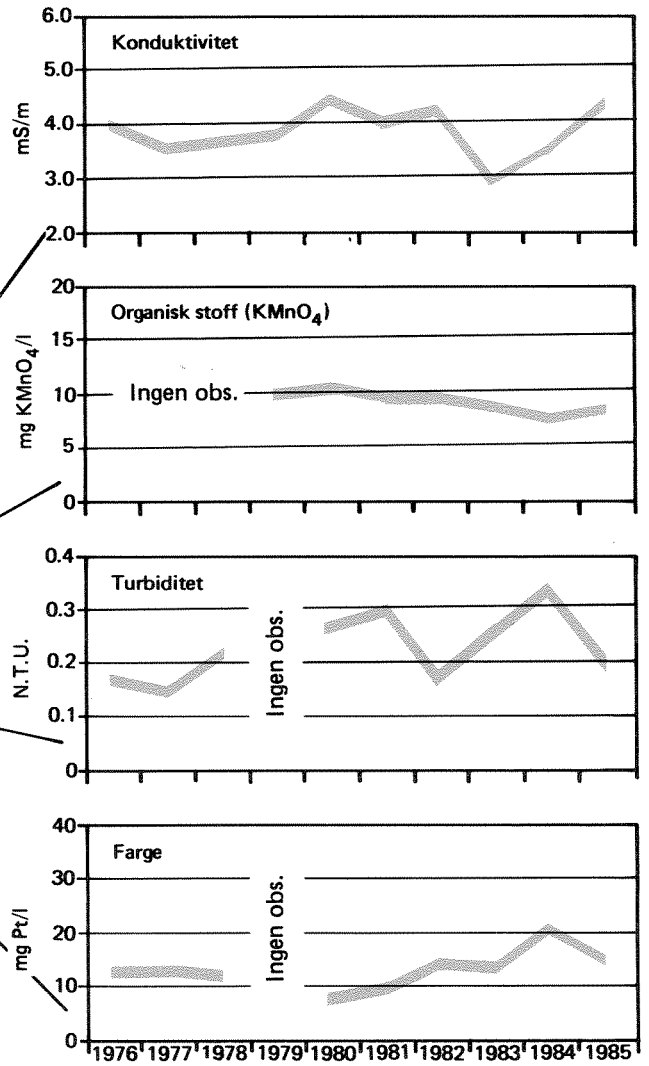
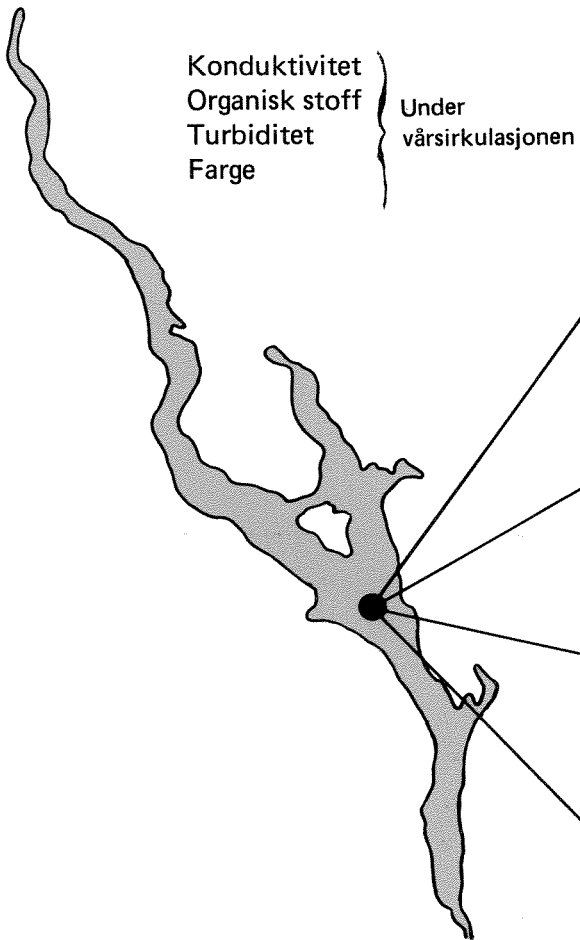
Variasjon av planteplanktonproduksjon uttrykt som dagsproduksjon under "den egentlige vegetasjonssesong" (mai - oktober)



Vertikalfordeling for planteplanktonproduksjon



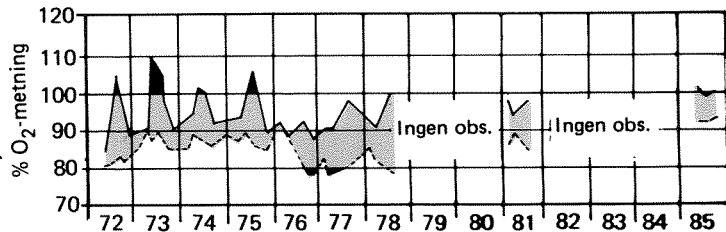
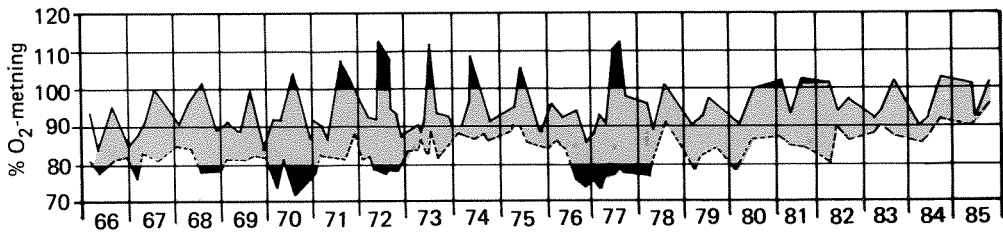
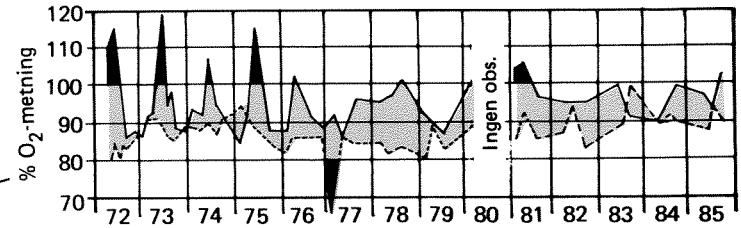
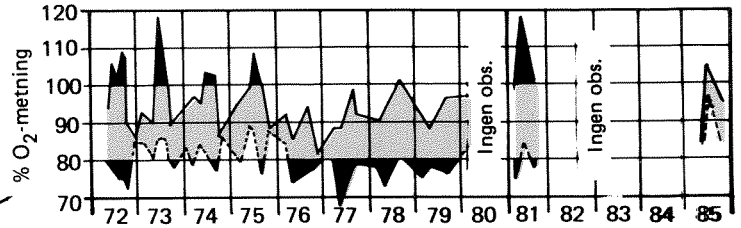
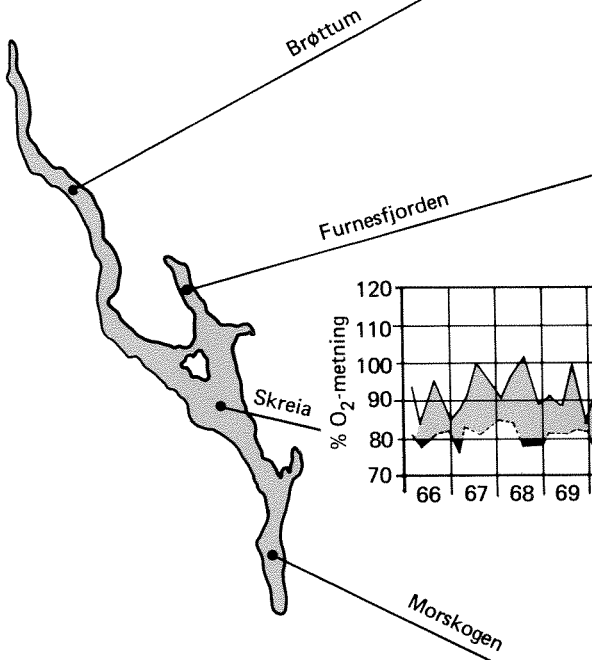




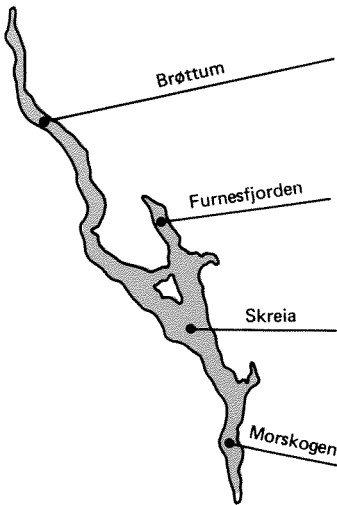
Oksygenmetning i %

Øverste linje gjelder 0.5 eller 1m dyp

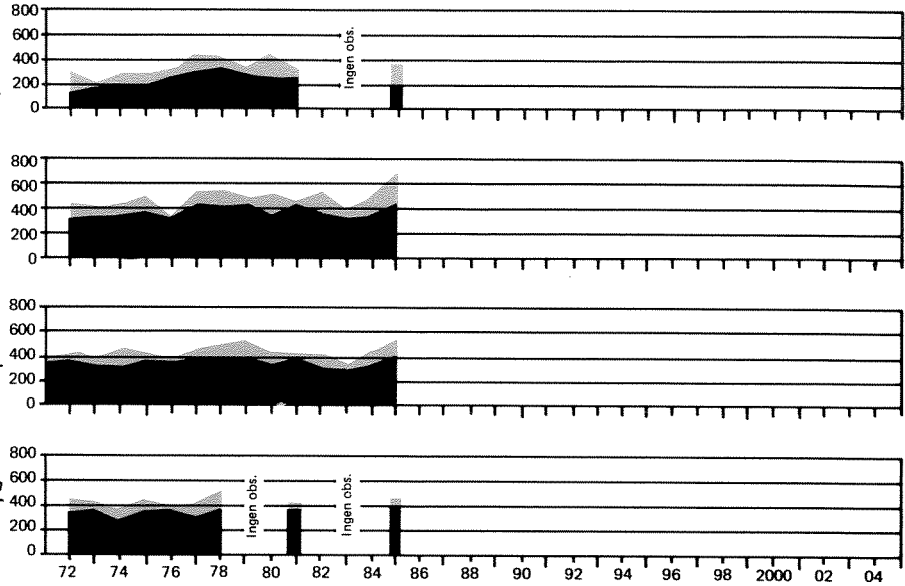
Nederste linje gjelder bunnære vannmasser



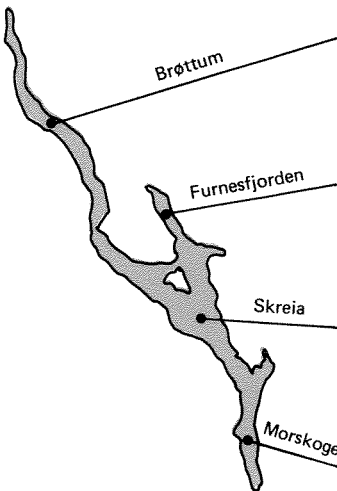
Basiskons. av N (g/m³)



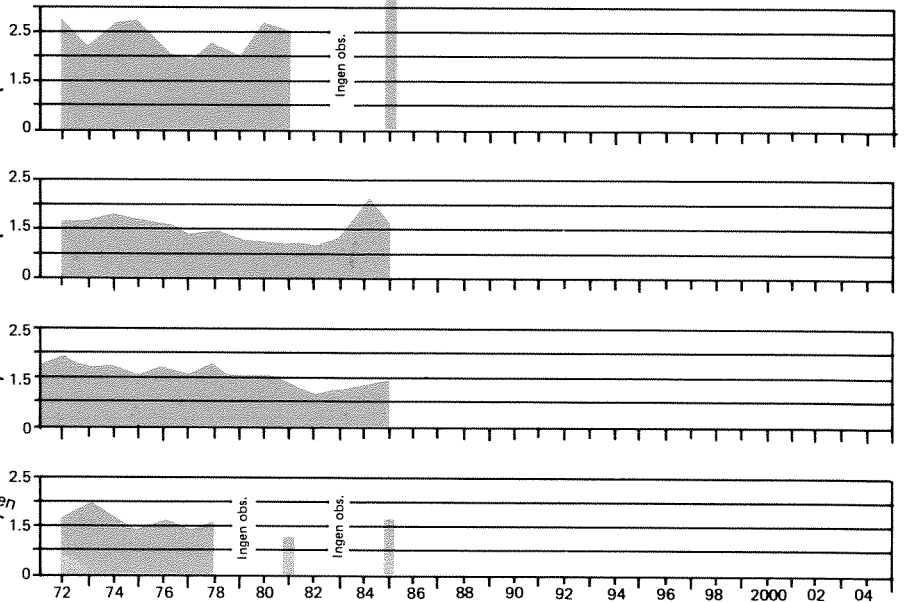
Tidstrend for totalnitrogen og nitrater under vårsirkulasjonen

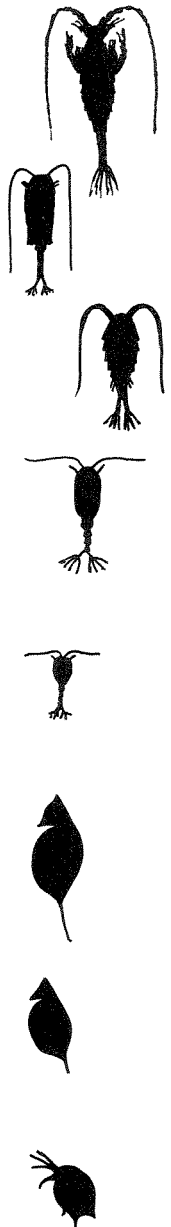
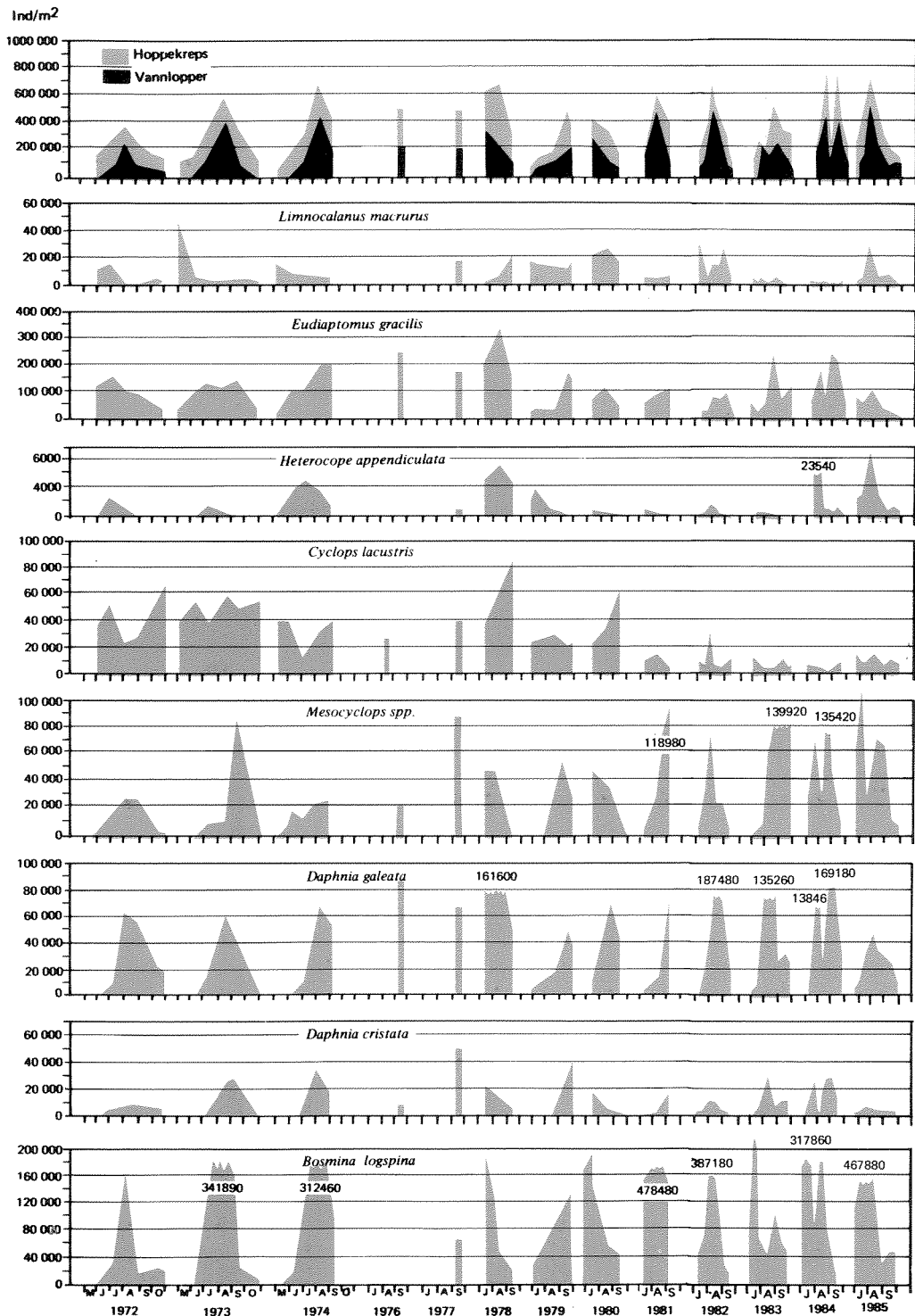


Basiskons. av SiO₂ (g/m³)

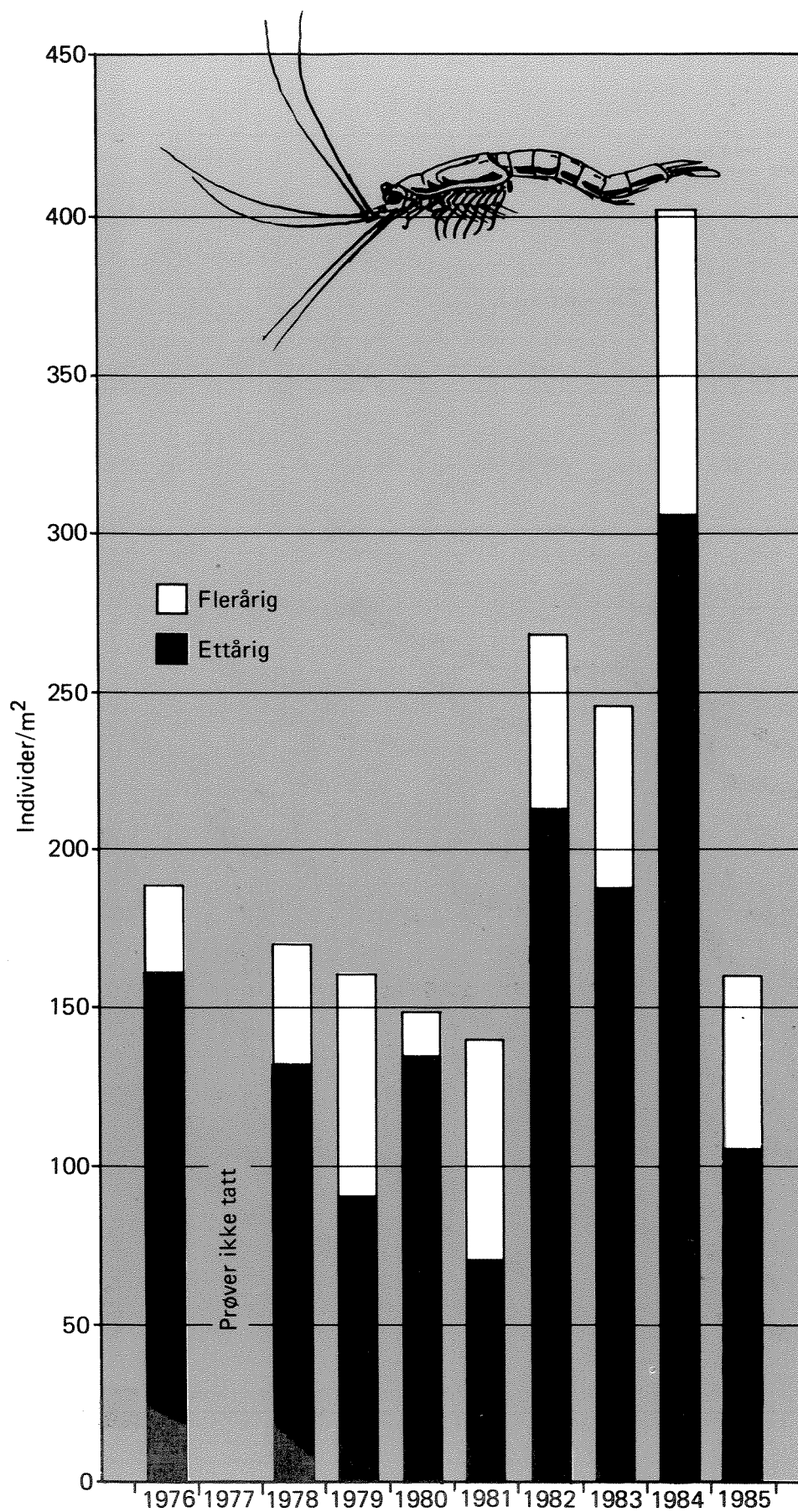


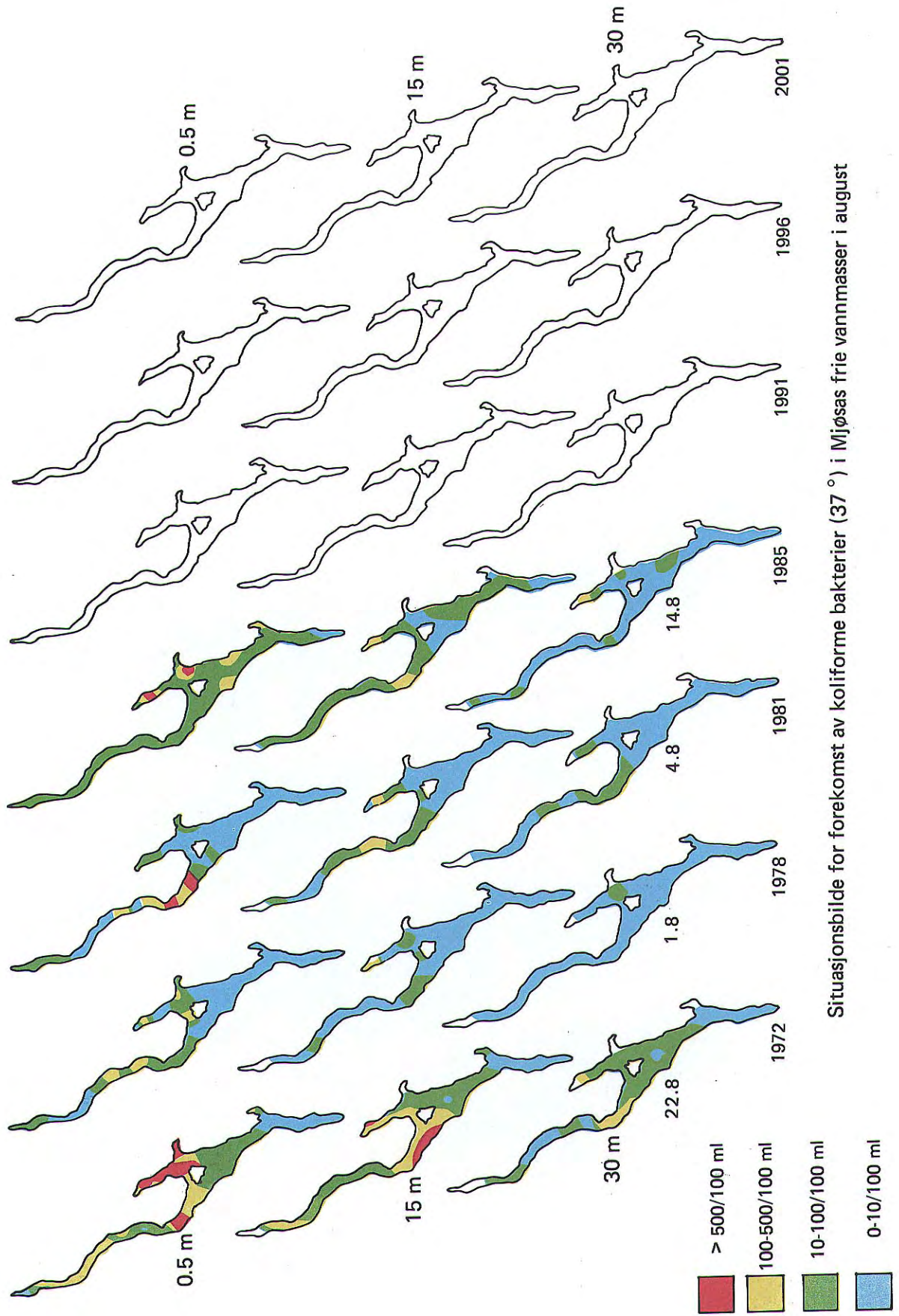
Tidstrend for silisiuminnhold under vårsirkulasjonen





Total individantall og individantall for de dominerende krepsdyrplanktonarten under 1 m² overflate i dypsonen 0-50 m ved st. M3 Skreia





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