

ROGALANDS
FORSKNING

Postboks 2530 Ullandhaug
4004 STAVANGER

Besøksadresse:
Professor Olav Hanssens vei 15

Tlf. 04-87 50 00
Telefax: 04-87 52 00
Teletex: 40 09 27 rogfo N

Rapport nr.: RF-200/92	Tittel: Overvåking av Mosvatnet 1991, og undersøkelser i Madlabekken 1991 og 1992.	Dato: 15.10.1992
Prosjekt nr.: 54.2526		Prosjektleder: Åge Molversmyr
Antall sider: 30		Kvalitetssikrer: Steinar Sanni
ISBN: 82-7220-426-6	Forfatter(e): Åge Molversmyr	Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt: Mosvatnet 1991
Oppdragsgiver(e): Stavanger kommune, Fylkesmannen i Rogaland (Miljøvernavdelingen).

Sammendrag: <p>Hovedkonklusjonen er at rotenontiltaket fortsatt gir god selvrensningsevne i Mosvatnet om sommeren, og at det på tross av svært høye næringsstoffkonsentrasjoner hindrer høyt innhold av blågrønnalger. Renseeffekten i renseparken har foreløpig ikke vært god nok til å hindre blågrønnalgeoppblomstring om høsten. Om dette vil endre seg ved videre etablering av planter i renseparken er for tidlig å si. Imidlertid er det grunn til å holde en mulig økende konsentrasjon av næringsstoffer i Madlabekken under oppsikt, og eventuelt vurdere tiltak mot dette.</p>

Emneord: Eutrofiering	Bio-manipulering	Rensepark
--------------------------	------------------	-----------

Åge Molversmyr
Prosjektleder

Steinar Sanni
Kvalitetssikrer

Inge Brun-Henriksen
For RF-Akva/Bioteknologi

FORORD

Det knyttes særlig interesse til om rotenontiltaket i Mosvatnet vil ha langvarig virkning, og om det vil bidra til forbedret vannkvalitet også etter at tiltak for å redusere ytre næringstilførsler er gjennomført. Undersøkelsene i Mosvatnet i 1991 var en fortsettelse av overvåkingen av innsjøen som har foregått i årene etter rotenonbehandlingen i 1987. Hovedhensikten var å gjøre en enkel kartlegging for å følge vannkvalitetsutviklingen i innsjøen.

Etter at renseparken i Madlabekken ble bygget i 1990, knyttes det interesse til hvor stor effekt dette plantebaserte rensesystemet vil ha med tanke på å reduserte forurensningstilførslene til Mosvatnet. Undersøkelsene i renseparken sommeren 1991 og i Madlabekken i perioden juni 1991 - juni 1992 ble gjort for å belyse dette forholdet. Hovedhensikten var å gjøre en enkel vurdering av rensegraden i ulike deler av renseparken, og å skaffe grunnlag for å vurdere næringstilførslene til innsjøen etter at renseparken er satt i drift.

Undersøkelsene er finansiert av Stavanger kommune, med bidrag fra Fylkesmanens miljøvern-avdeling i Rogaland.

Undersøkelsene i Mosvatnet og i renseparken sommeren 1991 er utført av Rogalandsforskning, mens prøvetaking i Madlabekken i perioden juni 91 - juni 92 er utført av personell fra Stavanger kommune. Det var også meningen at HSR skulle gjøre vannføringsmålinger og hydrologiske beregninger som grunnlag for beregning av stofftransport. Dette ble ikke gjort med gyldighet for perioden som omfattes av denne undersøkelsen.

Analysearbeidet er utført ved RFs vannlaboratorium, med unntak av planteplanktonanalyser som er utført av dr. phil. Øivind Løvstad og dyreplanktonanalyser som er utført av cand. real. Svein Birger Wærvågen.

Bearbeiding og rapportering er utført av seniorforsker Åge Molverersmyr, og kvalitetssikrer har vært fagleder Steinar Sanni.

Stavanger, 15. oktober 1992.

SAMMENDRAG

Renseparken
Madlabekken

Målinger av næringsstoffer i vannet i renseparken sommeren 1991 viste at det var en generell tendens til reduksjoner gjennom systemet, og særlig gjaldt dette for fosfor. Størst var renseseffekten i rensesløyfen for slamvann fra "bioreaktoren" (gjennomsnittlig 67% P-fjerning), men bare en liten del av Madlabekkens vannmengde ledes gjennom denne sløyfen. Gjennom de andre delene av parken var effekten mindre (i gjennomsnitt 10-30% P-fjerning), og ved utløpet av renseparken var det i gjennomsnitt 28% renseseffekt i forhold til konsentrasjonen av total fosfat i innløpsvannet.

Målinger foretatt i Madlabekken over en årsperiode (juni 1991 - juni 1992) viste at gjennomsnittlig rensesgrad mht. stoffkonsentrasjoner mellom innløpet og utløpet av renseparken var omlag 25% både for fosfor og nitrogen. Basert på beregninger av stofftransport kan det anslås at renseparken sto for omlag 27% reduksjon både av fosfor og nitrogen i samme periode. Transporten av fosfor var høyest høsten 91, både som følge av høyere konsentrasjoner og høy vannavrenning. Høstperioden er av vesentlig betydning for de totale årlige tilførselene til Mosvatnet, og renseseffekten som kan oppnås i renseparken i denne perioden vil ha avgjørende betydning. Ifølge beregningene var renseseffekten i perioden august - november 1991 i gjennomsnitt mindre enn 10%, og omlag 65% av det årlige fosforbidraget til innsjøen kom i denne perioden.

Næringsstoffinnholdet var svært høyt både i innløpet og utløpet av renseparken, og det synes å ha vært en økning i næringsstoffinnholdet i Madlabekken de siste årene. Årsaken til dette er sannsynligvis økt kloakkbelastning. Selv med en renseseffekt på omlag 25%, var fosforkonsentrasjonen i utløpet av renseparken høyere enn hva som ble målt i bekken i 1983 og tidligere år. Forholdet mellom nitrogen og fosfor (N/P-forholdet) i vannet er gjennomgående lavt, og lavere enn hva som ofte antas å være gunstig for blågrønnalgedominans i innsjøer.

Mosvatnet

I størstedelen av sommersesongen 1991 var selvrensningsevnen i Mosvatnet høy, med store forekomster av dyreplanktonarten *Daphnia galeata*. Siktedypet var høyt, og det var lave algekonsentrasjoner og lavt innhold av problemskapende blågrønnalger. I første del av september kom imidlertid en kraftig blågrønnalgeoppblomstring dominert av arten *Anabaena flos-aquae*, som dannet kraftig vannblomst.

Observasjoner fra de siste årene kan indikere at dynamikken i planktonsamfunnet i Mosvatnet er slik at *Daphnia*-tettheten (og selvrensningsevnen) naturlig avtar på slutten av vekstsesongen. Inntil fosfertilførselene til innsjøen

er redusert tilstrekkelig, må en i såfall forvente at det vil forekomme oppvekst av blågrønnalger om høsten. Fortsatt vil det imidlertid være sannsynlig at rotenontiltaket vil gi høy biologisk selvrensningsevne i den viktige sommerperioden.

Sommeren 1991 var fosforinnholdet i Mosvatnet høyt, og gjennomsnittskonsentrasjonen av total fosfat var hele 50 µg P/l. Dette er langt høyere enn hva som ble målt de tre første årene etter rotenontiltaket (perioden 1988-90), og også høyere enn i de fleste årene tidligere. Til tross for det høye fosforinnholdet, var det lavt innhold av alger og høyt siktedyp i størstedelen av vekstsesongen. Blågrønnalgeoppblomstringen om høsten ble til gjengjeld svært kraftig.

Dersom rotenontiltaket medførte tilsvarende reduksjon av fosforinnholdet i Mosvatnet som tidligere år, måtte det til tross for renseparken ha vært mer enn 60% økning i fosfortilførslene til Mosvatnet fra 1990 til 1991. Dette må anses som mindre sannsynlig. Det kan imidlertid tenkes at rotenontiltaket ikke hadde denne effekten i 1991, og at *Daphnia*-forekomstene ikke på samme måte som tidligere medførte redusert fosforinnhold i vannmassene. Selvrensningsevnen var imidlertid høy det meste av vekstsesongen, noe som antas å ha hindret omfattende vekst av blågrønnalger tidligere på sommeren.

Konklusjon

Hovedkonklusjonen er at rotenontiltaket fortsatt gir god selvrensningsevne i Mosvatnet om sommeren, og at det på tross av svært høye næringsstoffkonsentrasjoner hindrer høyt innhold av blågrønnalger. Renseeffekten i renseparken har foreløpig ikke vært god nok til å hindre blågrønnalgeoppblomstring om høsten. Om dette vil endre seg ved videre etablering av planter i renseparken er for tidlig å si. Imidlertid er det grunn til å holde en mulig økende konsentrasjon av næringsstoffer i Madlabekken under oppsikt, og eventuelt vurdere tiltak mot dette.

INNHOOLD

FORORD	i
SAMMENDRAG	iii
INNHOOLD	1
INNLEDNING	2
MATERIALE OG METODER	4
Prøvetaking	4
Analysemetoder	4
RESULTATER OG DISKUSJON	6
Madlabekken / Rensepark	6
Mosvatnet	12
Sammenfatning	17
Næringsstatus i Mosvatnet	18
REFERANSER	20
DATAVEDLEGG	21

INNLEDNING

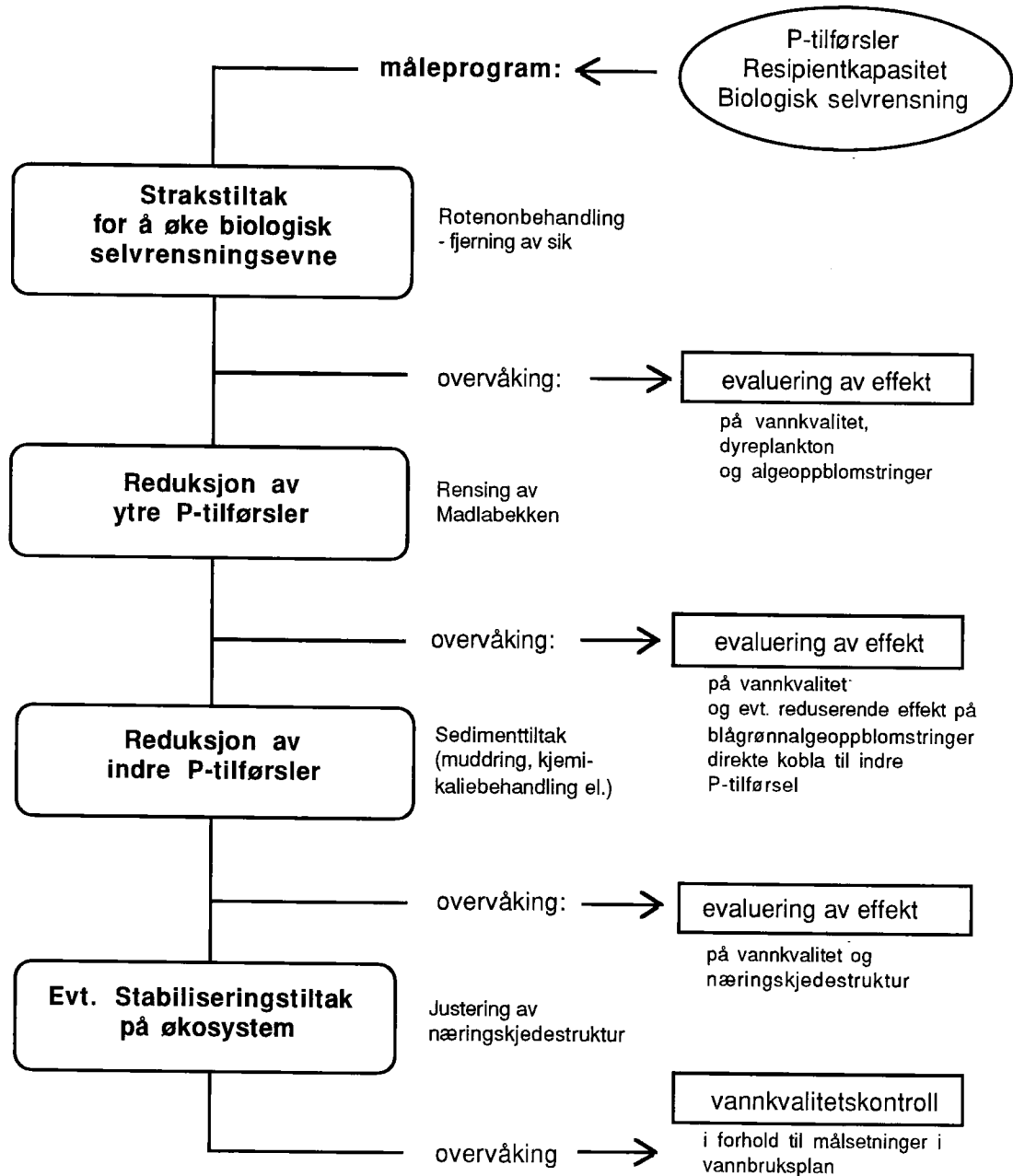
Etter en årrekke med omfattende problemer som skyldes for høy nærings-tilførsel til Mosvatnet, ble det i 1986 igangsatt et program for å redusere forurensningstilførslene og reversere utviklingen av forurensningens ringvirkninger. Undersøkelser i 1986-87 ga grunnlag for en problemanalyse og utarbeidelse av en tiltaksstrategi (Sanni 1988a). Hovedpunktene i tiltaksstrategien er vist på figur 1. Målsetningen er å oppnå en vannkvalitet som tilfredsstillende krav til bading.

Strakstiltak for å øke innsjøens egen evne til å ta imot forurensning og omsette forurensningsstoffene på en mer ønskelig måte (økt biologisk selvrensningsevne), ble gjennomført ved å fjerne bestanden av sik ved rotenonbehandling (september 1987). Dette strakstiltaket ble valgt fordi det ville gi størst og raskest vannkvalitetsforbedring i forhold til kostnadene. Imidlertid gir ikke dette tiltaket en reversering av forurensningsutviklingen, og det er forutsatt at tiltaket blir fulgt opp med tiltak mot de ytre forurensningstilførslene. Undersøkelsene viste at tiltak mot indre forurensningstilførsler (fra sedimentene) bare er nødvendig dersom tiltak mot ytre tilførsler ikke har tilstrekkelig effekt, eller hvis det ønskes en raskere forbedring av vannkvaliteten (Sanni & Nøttestad 1989).

Et tiltak mot ytre forurensningstilførsler er etableringen av et plantebasert rensesystem (rensepark) for vannet i Madlabekken, som utgjør hovedtilførselen til Mosvatnet. Renseparken ble etablert av Stavanger kommune i 1990 (i samarbeid med HSR), og var i drift fra 1991. Renseparken ble bygget for å bidra til å redusere eksterne næringsstofftilførsler til Mosvatnet, og hovedmålsetningen har vært å skaffe erfaring med plantebasert rensing av denne type vann.

De vannkvalitetsmessige effektene av rotenontiltaket har vært overvåket siden det ble gjennomført, dels med midler fra Norges Teknisk Naturvitenskapelige Forskningsråd, dels med egen innsats fra RF-tilknyttet personell, og i 1990 og 1991 med kommunale og statlige midler (Stavanger kommune og Fylkesmannens miljøvern avdeling i Rogaland). Tidligere data finnes i årsrapporter (Sanni 1988b, 1989a, 1991). Erfaringene fram til 1989 er dessuten oppsummert i Sanni & Wærvågen (1990). For mer inngående omtale av fjerning av planktonspisende fisk som biomanipuleringstiltak henvises til sluttrapporter fra NTN's eutrofieringsprogram (f. eks. Olsen & Vadstein 1989, Olsen et al. 1989, Sanni 1989b) og spesialutgave av *Hydrobiologia* (Gulati et al. 1990).

STRATEGI for TILTAK og MÅLEPROGRAM i MOSVATNET



Figur 1. Strategi for restaurering av Mosvatnet (Sanni 1988a).

MATERIALE OG METODER

Prøvetaking

Mosvatnet

Det ble i 1991 lagt opp til et svært enkelt overvåkingsprogram i Mosvatnet. Det ble i alt foretatt 7 prøvetakinger gjennom sommersesongen, som gir grunnlag for sammenlikninger med tidligere sommersesonger (se datavedlegg for nærmere tidsangivelse). Det ble også foretatt én prøvetaking mht. total fosfat i desember, og denne vil kunne fungere som en referanse for neste års overvåking.

I felt ble det målt temperatur, oksygen, siktedyp og farge mot siktedypsskive. Vannprøver til ulike kjemiske og biologiske analyser ble tatt med en rørprøvetaker (Ramberghenter) som gir en blandprøve av vannsøylen 0-2 meter. Prøve til surhetsgrad ble tatt i egen flaske, og analysert ved tilbakekomst til laboratoriet.

Madlabekken

I Madlabekken og den tilhørende renseparken ble det tatt prøver på ulike steder (figur 2). Gjennom sommersesongen (samtidig med prøvetakingen i Mosvatnet) ble det tatt prøver fra alle prøvestedene i renseparken, med tanke på å gi et bilde av renseeffekter i ulike deler av dette systemet. Gjennom en årssyklus (juli 91 - juli 92) har dessuten personell fra Stavanger kommune tatt prøver hver fjortende dag fra stasjonene 1 og 7 (figur 2), for å måle innløps- og utløpsverdier for vannet som går gjennom renseparken.

Analysemetoder

Vannprøvene ble så langt som mulig fordelt i felt direkte i egnede prøveflasker/-begere for oppbevaring og analyse. Prøver som ble oppbevart før analyse ble konserverert ved frysing. Følgende analysemetoder ble brukt (NS = Norsk Standard; Norges Standardiseringsforbund):

Temperatur og Oksygen

Feltoksygenmeter YSI 57.

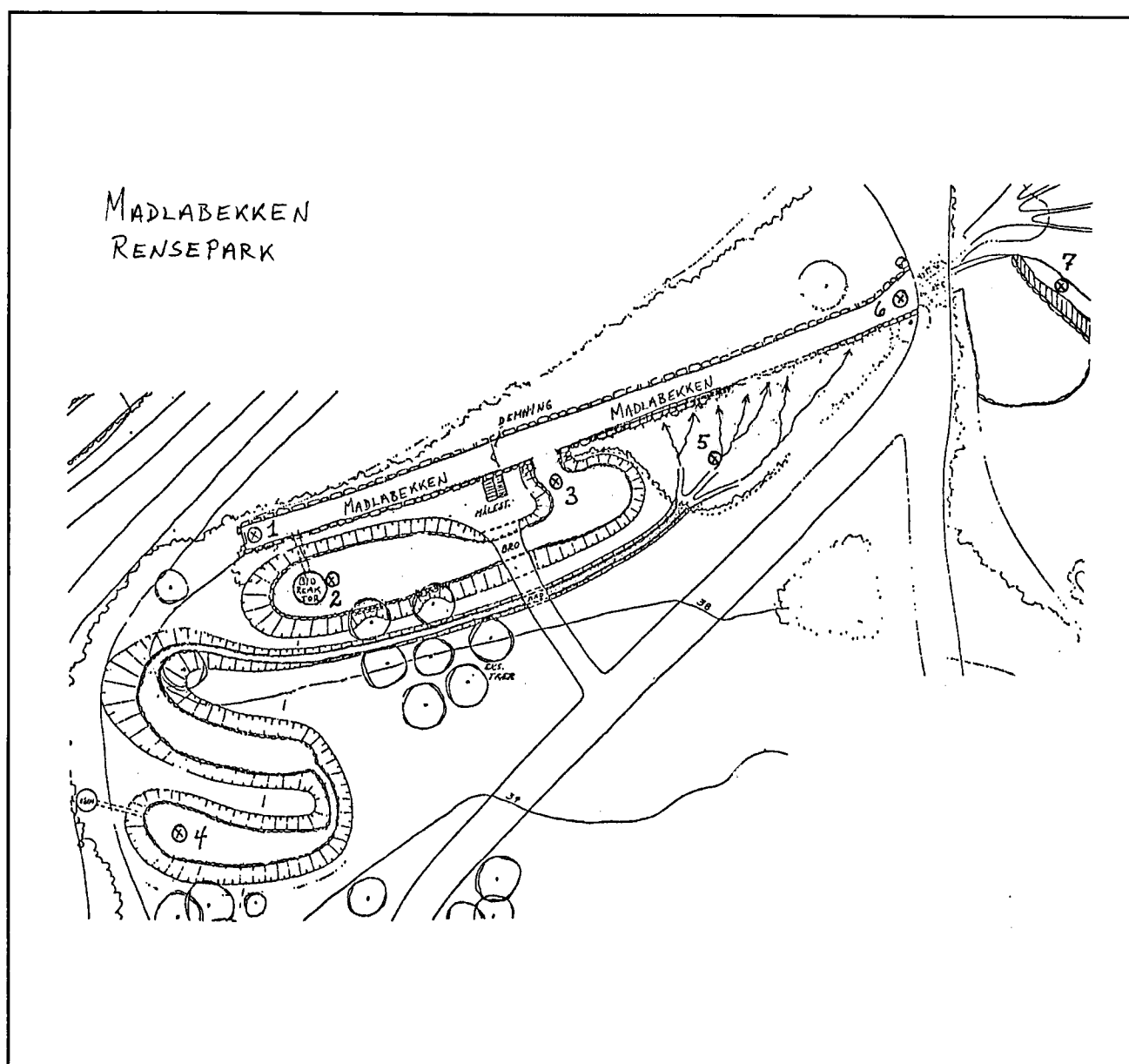
Surhetsgrad (pH)

NS 4720, analysert med Radiometer PHM 82 pH-meter med kombinert elektrode (Radiometer GK 2401 C).

Total fosfat (TP)

NS 4725 ("total fosfor"), tilpasset autoanalysator ChemLab (England).

Total nitrogen (TN)	NS 4743, tilpasset autoanalytator ChemLab (England).
Jern (Fe)	NS 4773, Atomabsorpsjonsspektrofotometer, Perkin-Elmer 3030B.
Klorofyll a (Kla)	Metode med Aceton/DMSO (Klaveness 1984). Spektrofotometer: Perkin-Elmer Lamda 7. Filtertype: Whatman GF/C.
Planteplankton	Kvantitative planteplanktonprøver ble konservert med sur lugol, og telt i omvendt mikroskop (Utermöhl 1958) etter metode beskrevet av Willén (1976).
Dyreplankton	Kvantitative dyreplanktonprøver ble konservert med sur lugol, og analysert ved hjelp av binokularlupe.



Figur 2. Skisse over Madlabekken rensepark med prøvetakingsstasjoner.

RESULTATER OG DISKUSJON

Madlabekken / Rensepark

Renseparken

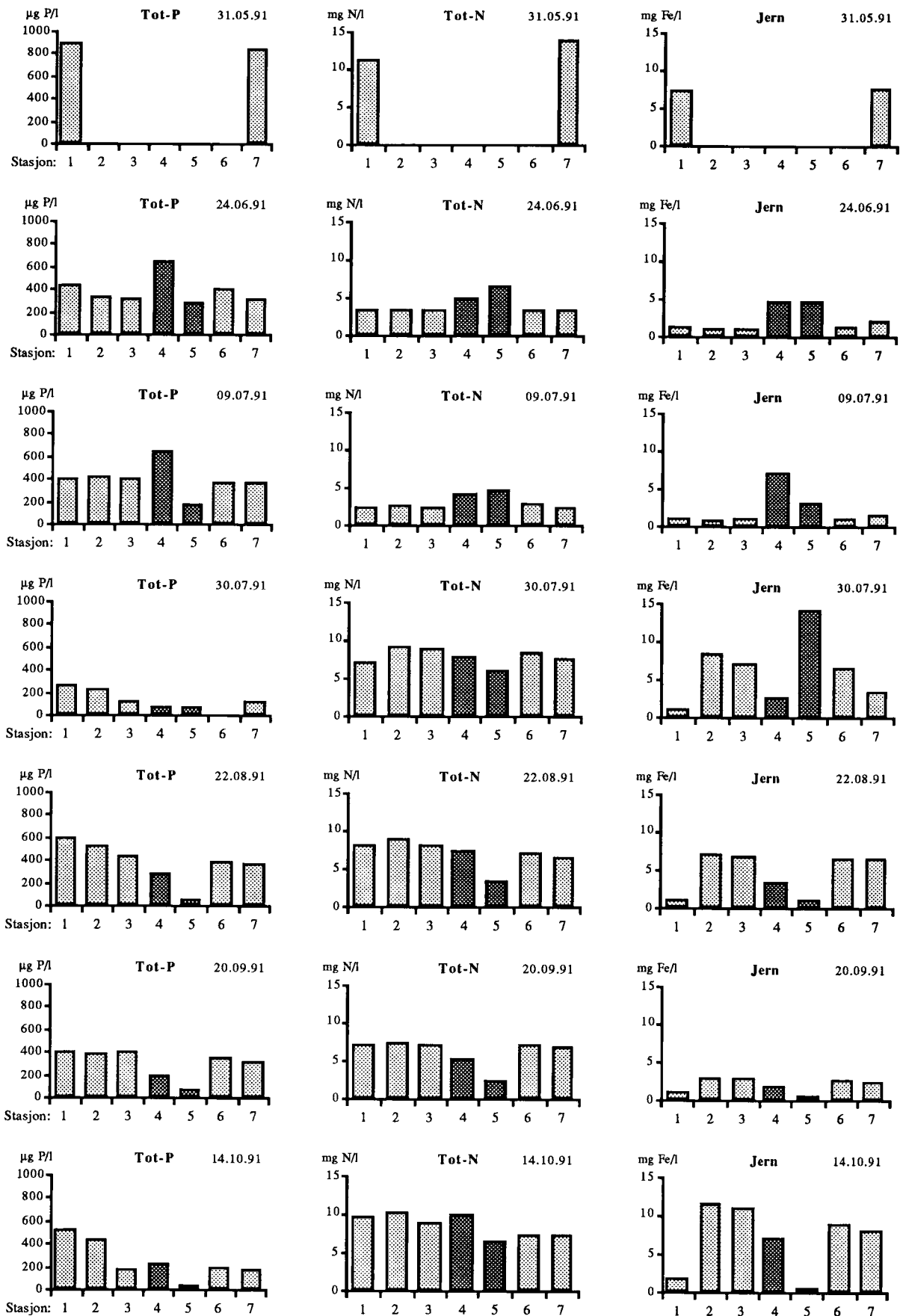
Prøver ble tatt på ulike steder i renseparken i Madlabekken (se figur 2) for å gi et bilde av stoffkonsentrasjoner og renseeffekter i ulike deler av dette systemet. Normalt ledes alt vannet i Madlabekken (stasjon 1) ved naturlig fall inn i en "bioreaktor". Ut fra denne (stasjon 2) går hoveddelen av vannet via et sedimenteringsbasseng ut igjen (stasjon 3) i Madlabekken. Fra bunnen av "bioreaktoren" pumpes slamvann til en høyereliggende kum, og vannet renner herfra via en mindre dam (stasjon 4) gjennom en slyngformet plantebevokst dam/kanal-system før det mer eller mindre diffust renner gjennom krattskog (stasjon 5) ut i Madlabekken igjen. Lengre nede i bekken (stasjon 6) går vannet under turstien ut i en større dam, før det mer og mindre diffust går gjennom en jordvoll til en kanal (stasjon 7) som leder ut i Mosvatnet.

Resultater fra målingene i renseparken i 1991 er vist i figur 3. For total fosfat var det en gjennomgående tendens til reduksjoner gjennom renseparken. Som forventet var det størst renseeffekt i sløyfen som leder slamvann fra stasjon 4 til stasjon 5. Her var renseeffekten i gjennomsnitt for målingene omlag 67%. Vannet ved stasjon 5 kan imidlertid tidvis være påvirket av overflatevann (regnvann) som ikke har opprinnelse i tilførselene fra stasjon 4. Bare er en liten del av vannet i Madlabekken ledes via denne rensesløyfen.

Sammenliknet med konsentrasjonene av total fosfat ved innløpet av renseparken, var det i gjennomsnitt for målingene følgende renseeffekt ved de ulike stasjonene: 11% ved stasjon 2, 28% ved stasjon 3, 21% ved stasjon 4, 74% ved stasjon 5, 22% ved stasjon 6 og totalt for renseparken ved stasjon 7 var det i gjennomsnitt 28% renseeffekt mht. konsentrasjonen av total fosfat. Det var imidlertid store variasjoner i renseeffekten, og ved stasjon 7 varierte den f.eks. fra 5-67% ved de ulike prøvetakingene.

For total nitrogen var renseeffekten mye mindre, i gjennomsnitt 3% (varierte fra -22 til +23%) totalt for renseparken ved stasjon 7. Det kan nevnes at konsentrasjonene oftest var noe høyere ved stasjon 2 enn ved stasjon 1, og at de deretter ble redusert noe gjennom renseparken (omlag 19% ved stasjon 7 i forhold til stasjon 2). Det kan også nevnes at det ofte ble funnet vesentlig høyere jern-konsentrasjoner i renseparken og i utløpet enn hva som ble målt i innløpet, noe som kan indikere en oppkonsentrering av jernoksyder.

1991 var første året renseparken i Madlabekken var i drift, og det kan forventes at renseeffekten vil øke noe etterhvert som plantevekst etablerer seg i de ulike bassengene i parken.



Figur 3. Totalkonsentrasjoner av P og N samt jern i rensepark sommersesongen 1991. (Mørkere skravering angir rensesløyfe for slamvann fra "bioreaktor")

Prøvetakingen fra stasjon 1 og 7 i Madlabekken pågikk over en årsperiode, fra juni 1991 - juni 1992. Resultater av målingene er vist i figur 4, og av denne fremgår enkelte trekk som kan nevnes spesielt. Det var høyt nivå av næringsstoffer i perioden august - oktober 1991. Dette gjaldt i særlig grad utløpsvannet (stasjon 7), og det var tilfellet både for fosfor og nitrogen. Utløpskonsentrasjonene var lavere vinteren og våren 1992, men det kan synes å ha vært en stigende tendens igjen i mai-juni 92.

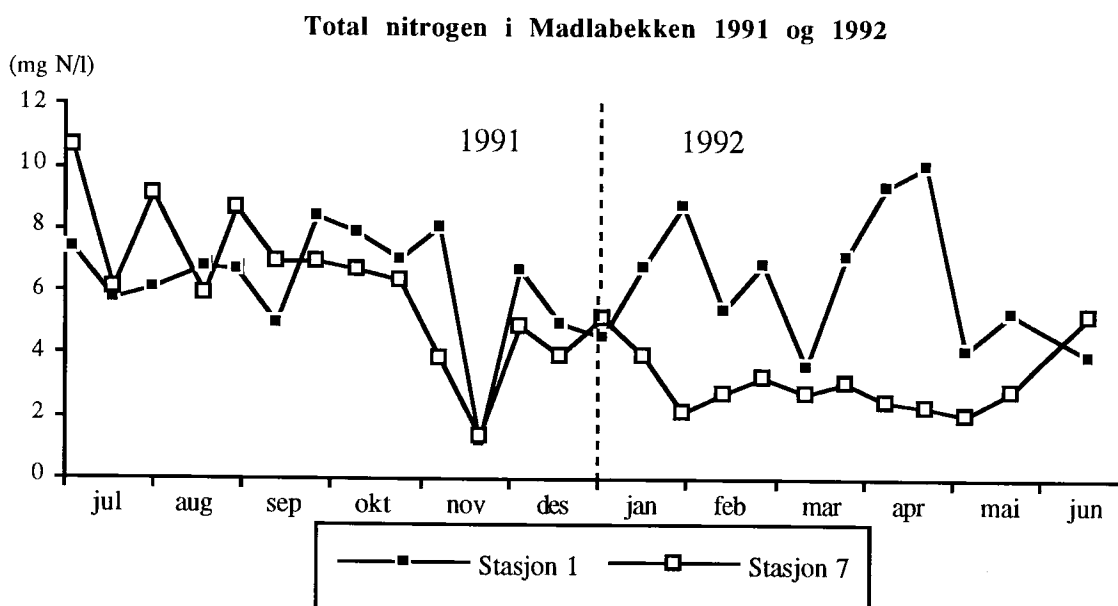
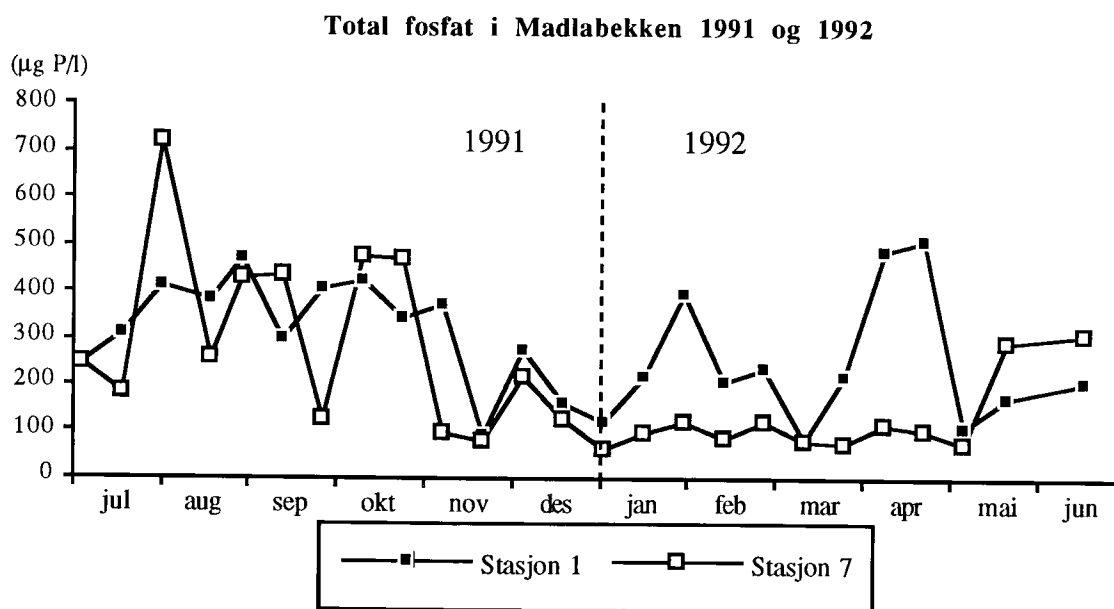
Totalt for denne årsperioden var rensegraden mellom innløpet og utløpet av renseparken 24% for fosfor og 25% for nitrogen. Som det ses av figur 4 var "rensegraden" vesentlig høyere for målingene foretatt i 1992 (ca. 50% både for fosfor og nitrogen). Dette til tross for at det i hovedsak var vinter og vårperioden hvor plantevekst og mikroflora i renseparken kan antas å ha vært mest temperaturbegrenset.

De målte stoffkonsentrasjonene kunne variere relativt mye ved ulike prøvetakinger, noe som også er funnet ved tidligere målinger (Sanni 1988a). Dette indikerer at vannkvaliteten kan variere sterkt i løpet av kort tid med pulsvise tilførsler av næringsstoffer, noe som f.eks. kan skyldes utspylinger ved høy vanntilførsel på overvannsledninger og på ledningsnett som munner ut i Madlabekken (se Sanni 1988a).

Det bemerkes at prøvetakingen i Madlabekken og i renseparken er forbundet med usikkerhet, siden det må utvises stor nøyaktighet for å unngå å få med partikler som ikke er representative for vannet det tas prøve av. Prøver tatt fra stasjon 7 kan dessuten i perioder med høy vannstand i Mosvatnet være påvirket av innsjøvann, noe som sannsynligvis vil medføre for lave måleresultater for næringsstoffene.

Konsentrasjonene av næringsstoffer var for det meste svært høye både i innløpet og utløpet av renseparken. I gjennomsnitt for årsperioden juni 91 - juni 92 ble det i innløpet til renseparken (stasjon 1) målt 285 µg P/l som total fosfat og 6,3 mg N/l som total nitrogen. Ved utløpet var det i gjennomsnitt henholdsvis 220 µg P/l og 4,8 mg N/l. I sommersesongen 1991 (se figur 3) var konsentrasjonene enda høyere: i gjennomsnitt 500 µg P/l og 7,1 mg N/l i innløp, og 360 µg P/l og 6,8 mg N/l i utløpet fra renseparken.

Årlige gjennomsnittskonsentrasjoner av total fosfat og nitrogen er vist i figur 5 for målinger foretatt i Madlabekken i perioden 1977 - 1992. Det synes å ha vært en økning i næringsstoffkonsentrasjonene i denne perioden, særlig frem til 1986-87. I 1991-92 var nivået omtrent som i 1986-87, og utviklingen de seneste årene er uklar. De økte næringsstoffkonsentrasjonene ble påpekt av Sanni (1988a), som konkluderte med at årsaken sannsynligvis var økt kloakkbelastning. At kloakkbelastningen er høy indikeres også av prøver tatt av RF i Madlabekken i mars 1992 hvor det ble funnet 4500 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml prøve, og i juni 1992 hvor antallet var hele 17800 pr. 100 ml prøve (indikator på fekal forurensning).



Figur 4. Konsentrasjoner av total fosfat og total nitrogen i innløpet (stasjon 1) og utløpet (stasjon 7) av renseparken i perioden juni 1991 - juni 1992.

Dersom det fortsatt er økende næringsstoffbelastning i Madlabekken kan nytten av renseparken avta. Selv med en renseseffekt mht. fosfor på omlag 25% som målt i 1991-92, var konsentrasjonen i utløpet av renseparken høyere enn hva som ble målt i Madlabekken i 1983 og alle årene før dette.

Stofftransport

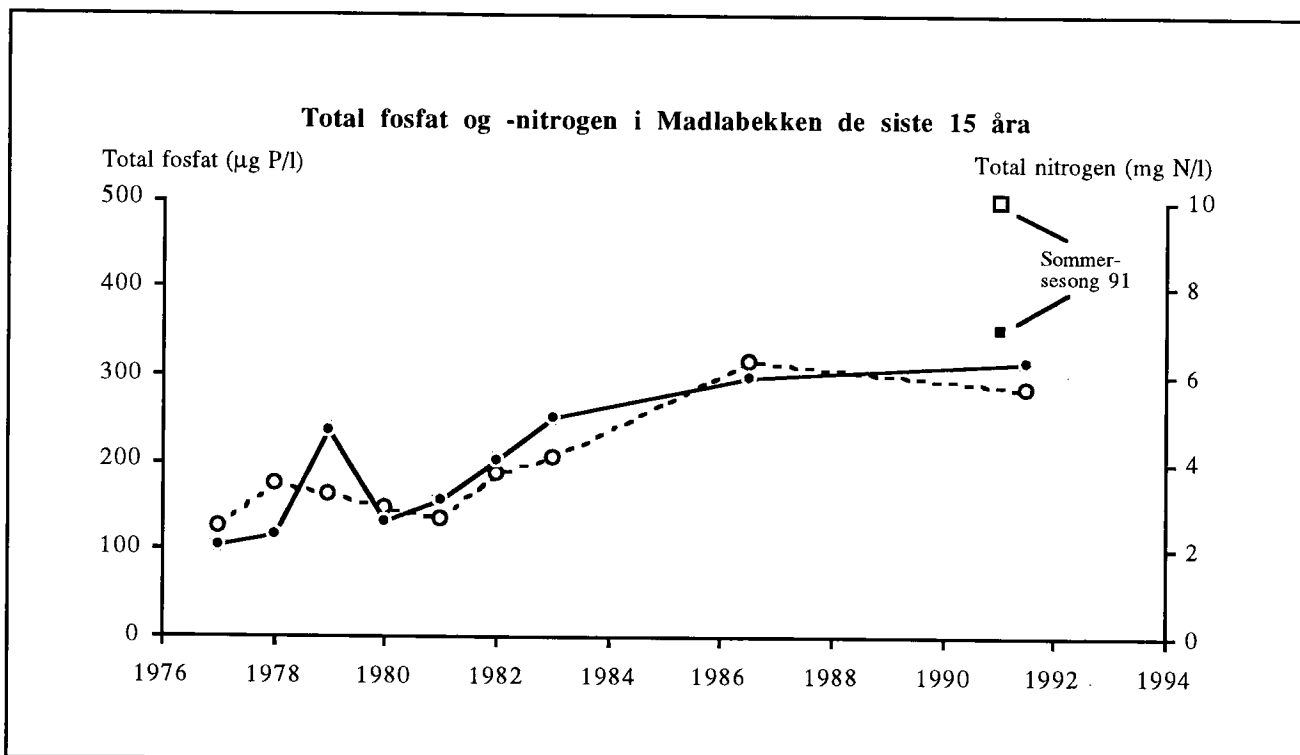
Et alminnelig trekk ved høy kloakkbelastning er et lavt N/P-forhold i vannet. Et lavt N/P-forhold kan være en medvirkende årsak til blågrønnalgedominans i planteplanktonsamfunnene i innsjøer (Kilham & Kilham 1984; Reynolds 1984; Smith 1983). N/P-forholdet i Madlabekken var gjennomgående lavt (figur 6), og i gjennomsnitt for perioden juni 91 - juni 92 var forholdet 22:1 både i innløpet og i utløpet av renseparken. Dette er lavere enn grense som er utledet for blågrønnalgedominans i innsjøer (29:1, Smith 1983). Høye næringsstoffkonsentrasjoner og særlig lavt N/P-forhold i tilrenningsvannet til Mosvatnet i august-september 1991 kan tenkes å ha medvirket til blågrønnalgeoppblomstringen denne høsten (se nedenfor).

Ved hver prøvetaking i Madlabekken ble vannstanden registrert med tanke på senere beregninger av vannavrenning og stofftransport. Siden det ikke ble gjort vannføringsmålinger i Madlabekken som er representative for den aktuelle måleperioden, blir imidlertid slike beregninger vanskeligjort.

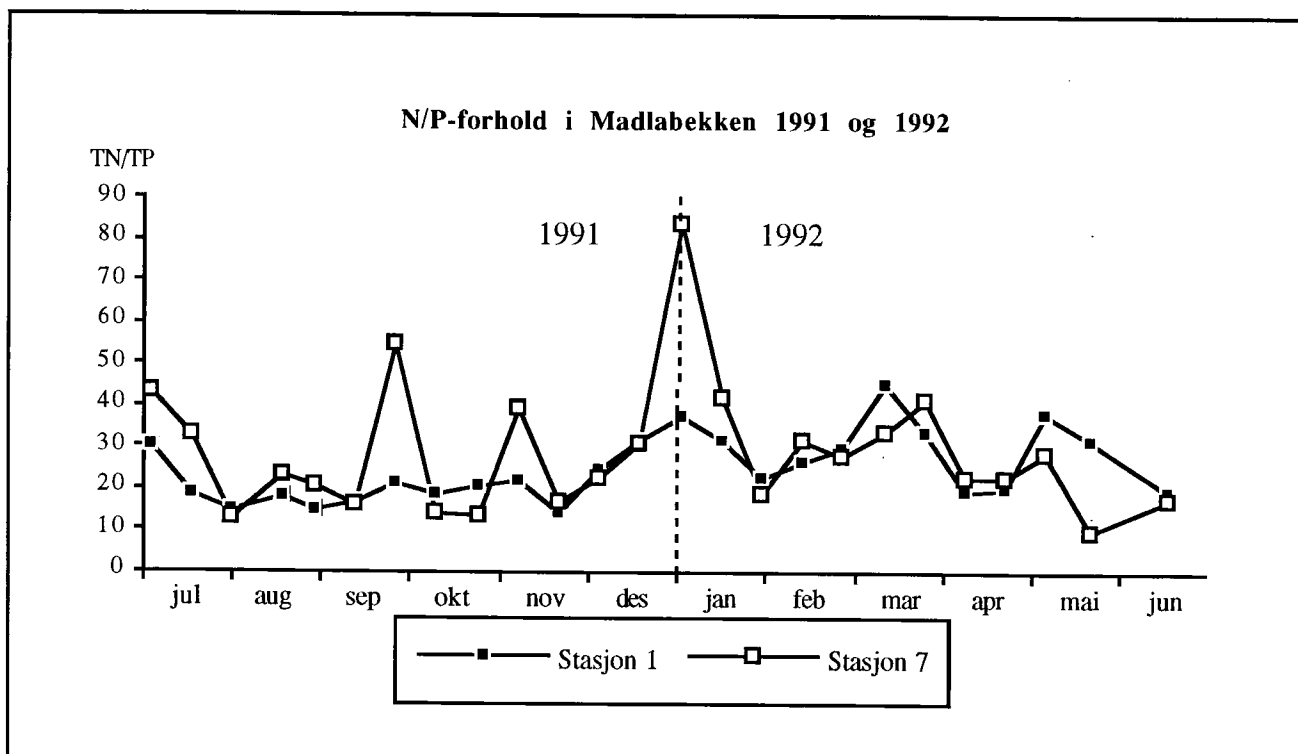
Vannavrenningen i Madlabekken kan alternativt estimeres med bakgrunn i beregninger og vurderinger gjort av Sanni (1988a). Her ble det funnet at årlig spesifikk avrenning for Madlabekken i et normalår var 13,2 l/sek.km². Dersom det antas at denne øker proporsjonalt med nedbørmengden, ville den i årsperioden juni 91 - juni 92 være omlag 16,6 l/sek.km² (nedbør var 125% av normalen). Dersom en så fordeler årsavrenningen i forhold til årsfordeling av nedbør i perioden, oppnås estimater av vanntransport som sammen med analyseresultatene vist i figur 4 kan benyttes til å anslå transport av næringsstoffer. Det må presiseres at beregninger basert på disse antakelsene gir lavere nøyaktighet enn hva beregninger basert på faktiske vannføringsmålinger ville gi. Beregningene er likevel interessante med tanke på å vurdere rensegraden i renseparken i forhold til Mosvatnets mottakerevne for forurensninger.

Transporten av fosfor beregnet på denne måten er vist i figur 7. Totalt transporterte Madlabekken omlag 179 kg P i den aktuelle årsperioden, og utløpet fra renseparken var 131 kg P. I følge beregningene sto renseparken for omlag 27% reduksjon av fosfortransporten i Madlabekken i perioden juni 91 - juni 92. Tilsvarende beregninger for nitrogen viser omlag 4 tonn N inn, og 2,9 tonn N ut av renseparken (også 27% reduksjon).

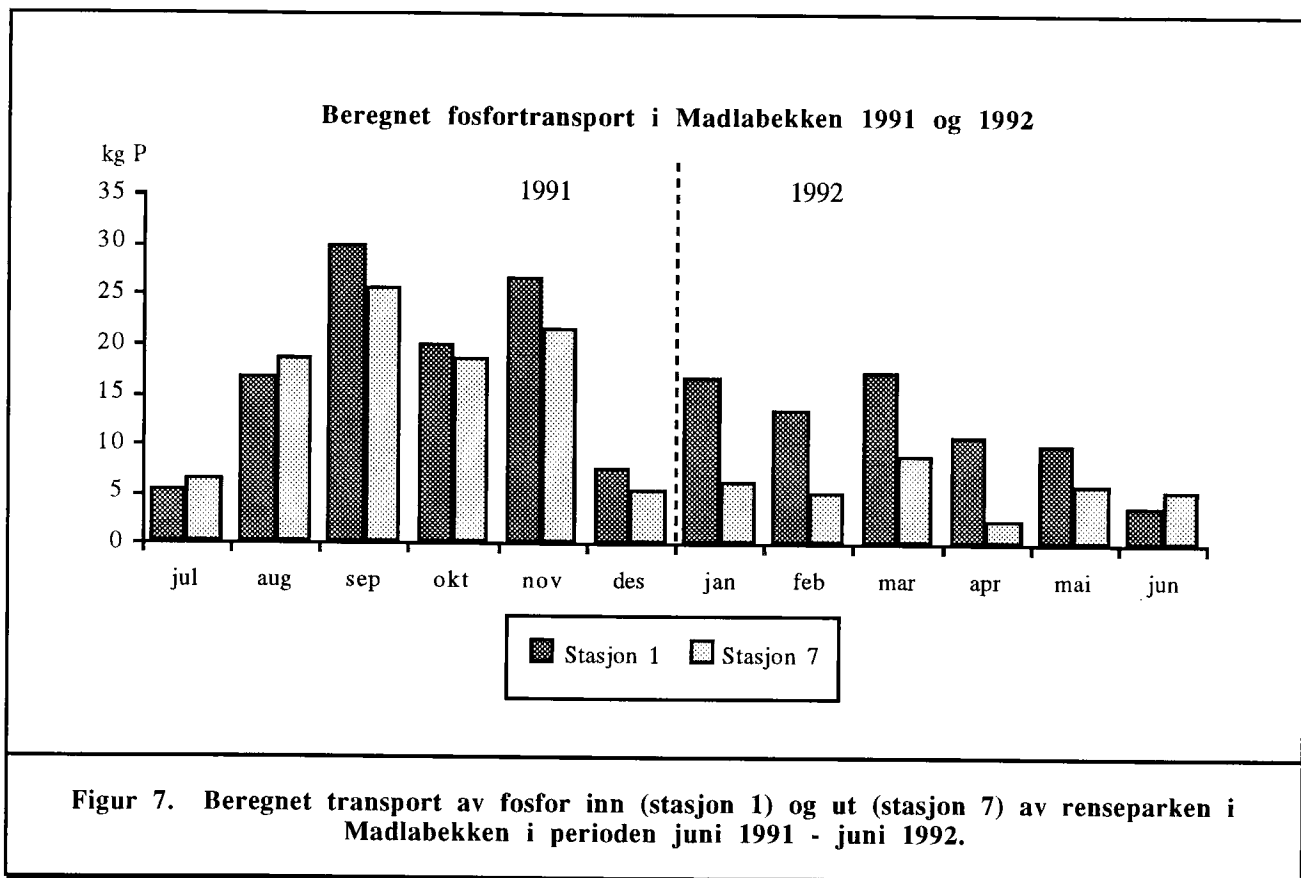
Det framgår av figur 7 at fosfortransporten var størst i høstperioden 1991, både som følge av høyere konsentrasjoner og høy (beregnet) vannavrenning. Dette er som forventet perioden hvor tilførslene til Mosvatnet er størst. Høstperioden er av vesentlig betydning for de totale årlige tilførslene til innsjøen, og renseeffekten som kan oppnås i renseparken i denne perioden vil ha avgjørende betydning. Ifølge beregningene ovenfor var renseeffekten i perioden august - november 1991 i gjennomsnitt mindre enn 10% (-12% til +19%), og omlag 65% av det årlige fosforbidraget til Mosvatnet kom i denne perioden.



Figur 5. Konsentrasjoner av total fosfat og total nitrogen i Madlabekken. Årlige gjennomsnittsverdier for målinger i perioden 1977 - 1992. (Åpne symboler: total fosfat, fylte symboler: total nitrogen).



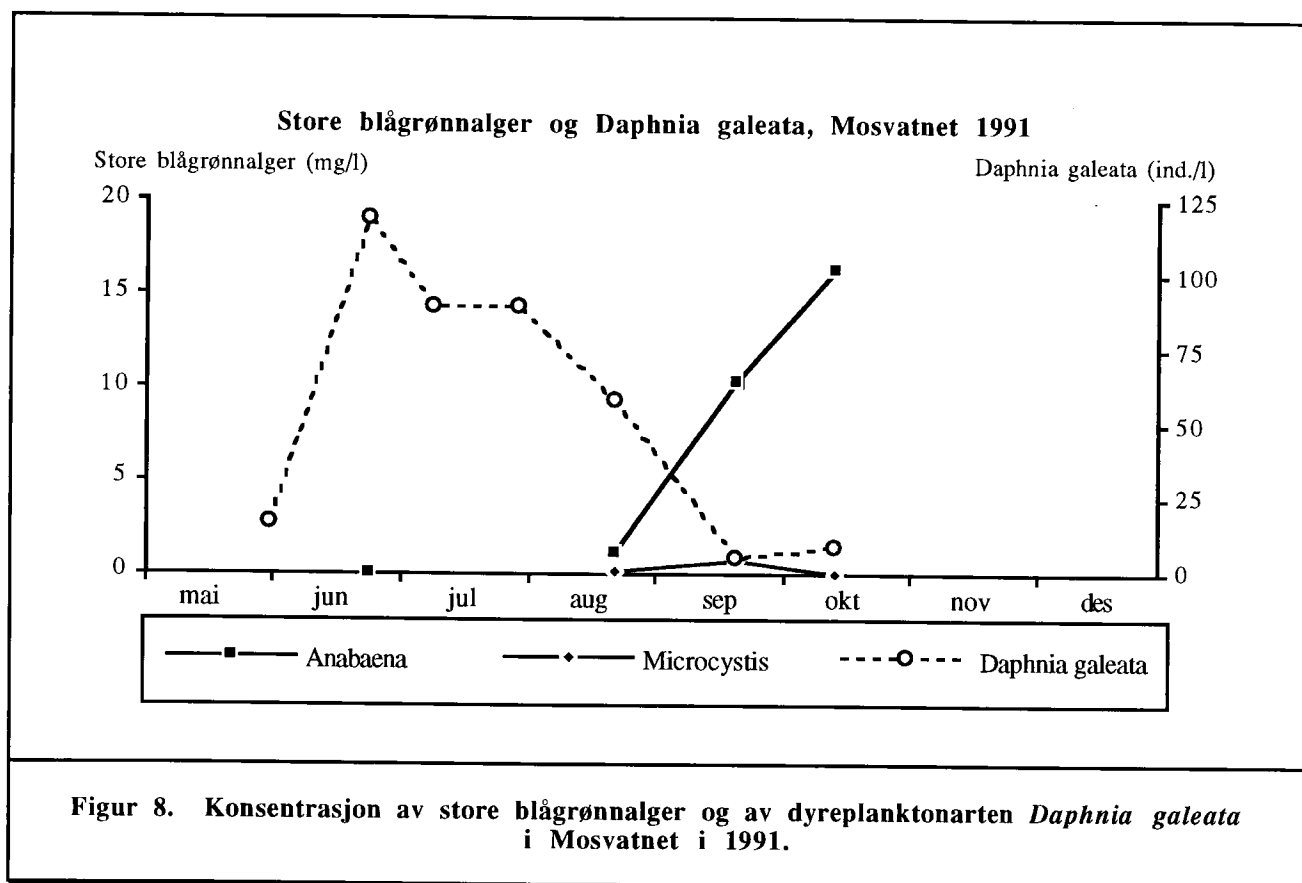
Figur 6. N/P-forhold i innløpet (stasjon 1) og utløpet (stasjon 7) av renséparken i Madlabekken i perioden juni 1991 - juni 1992.



Mosvatnet

I årene før rotenonbehandlingen og fjerningen av sik i Mosvatnet var det fra tidlig på sommeren vanlig med kraftige oppblomstringer av blågrønnalger (*Microcystis*, *Anabaena*, *Gomphosphaeria*; Sanni 1988a). Dyreplanktonet var dominert av små arter (hjuldyr), og det var små forekomster av den store vannloppen *Daphnia galeata*. Forekomstene av denne arten var dominert av små individer, som ble spist av sik når de ble så store at de ble synlige for siken (Sanni & Wærvågen 1990).

Daphnia galeata kan beite alger svært effektivt og derved gi lavere algekonsentrasjoner i vannet om sommeren, og arten er derfor viktig for den biologiske selvrensningsevnen i innsjøen. Dette ser også ut til å kunne påvirke strukturen og næringsstrømmen i planktonsamfunnet på en måte som demper blågrønnalgeoppblomstringer (Olsen 1988). Videre kan det i enkelte tilfeller bidra til å redusere totalkonsentrasjonene av næring (total fosfat) i vannmassene (Olsen & Vadstein 1989). Alle disse tre virkningene gjorde seg tydelig gjeldende i Mosvatnet etter fjerningen av sik (Sanni & Wærvågen 1990).



Virkningen av rotenontiltaket viser seg i tider av sesongen hvor *Daphnia* naturlig har størst forekomst, dvs. om sommeren. Tiltaket har gitt høy selvrensningsevne som utgangspunkt for tiltak for å redusere næringstilførslene til innsjøen (jfr. strategiplan i figur 1). I Rogaland er temperaturen vanligvis høy nok også om høsten til at blågrønnalger kan blomstre opp, noe som har vært tilfellet i Mosvatnet også etter rotenonbehandlingen. Rotenontiltaket har imidlertid hatt virkning stort sett hele sommersesongen, som er perioden hvor blågrønnalgene må regnes som minst ønsket med tanke på badevannskvalitet (mai - september). Sommeren 1990 fikk en derimot blågrønnalgeoppblomstringen i slutten av juli, men dette året var forholdene spesielle (Sanni 1991).

I 1991 var situasjonen igjen "normal" med en blågrønnalgeoppblomstring i første del av september. Denne oppblomstringen var som tidligere sammenfallende med en nedgang i individtallet av *Daphnia galeata* (figur 8). Algemengden som helhet økte også kraftig, fra mindre enn 10 µg/l til mer enn 100 µg/l i midten av oktober. Samtidig ble siktedypet redusert fra mer enn 2 meter til 0,5 meter (figur 9). Denne oppblomstringen var særdeles kraftig, og totalt dominert av blågrønnalgen *Anabaena flos-aquae*. Denne dannet vannblomst, og store mengder av algen samlet seg på overflaten og drev med vinden inn mot land.

Det knyttes særlig interesse til om rotenontiltaket i Mosvatnet vil ha langvarig virkning, og om det vil bidra til forbedret vannkvalitet også etter at tiltak for å

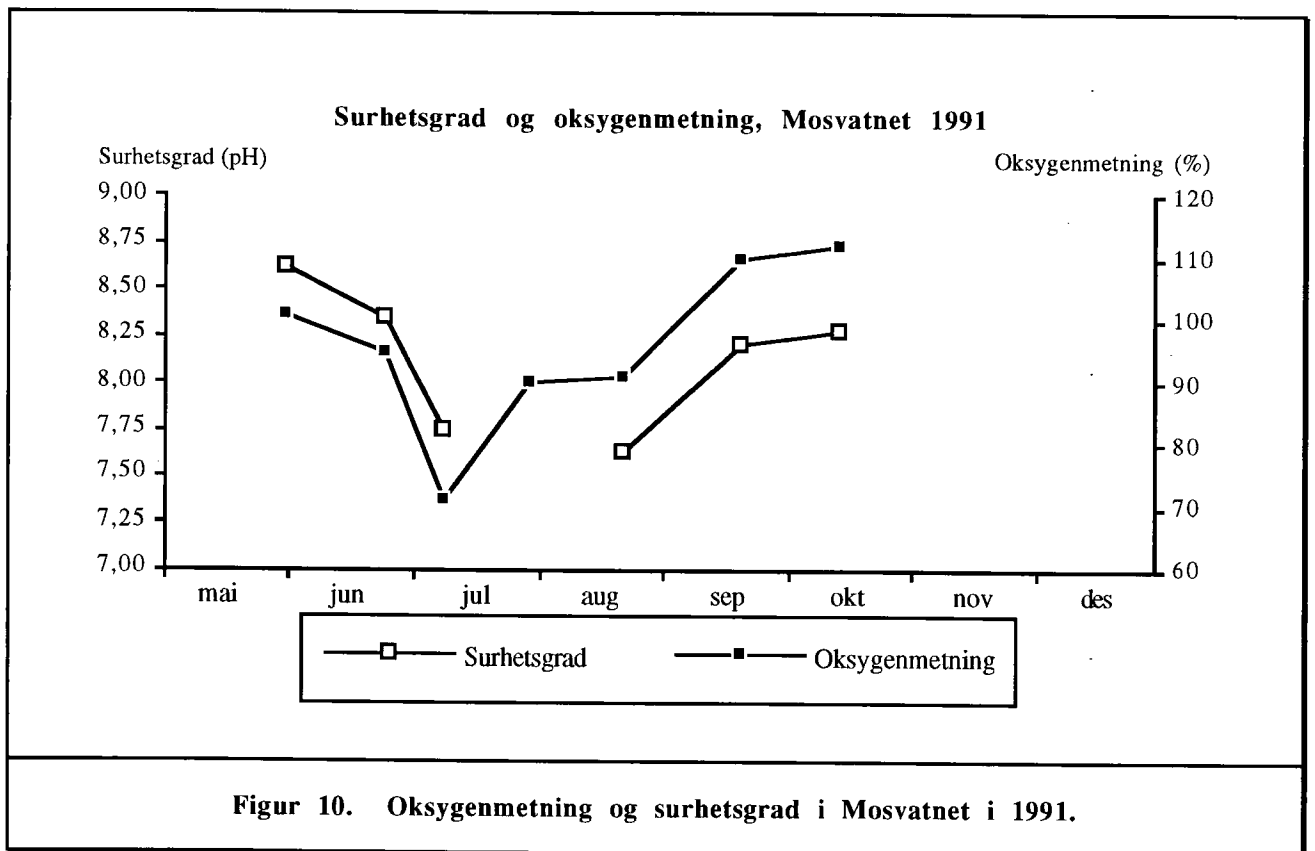
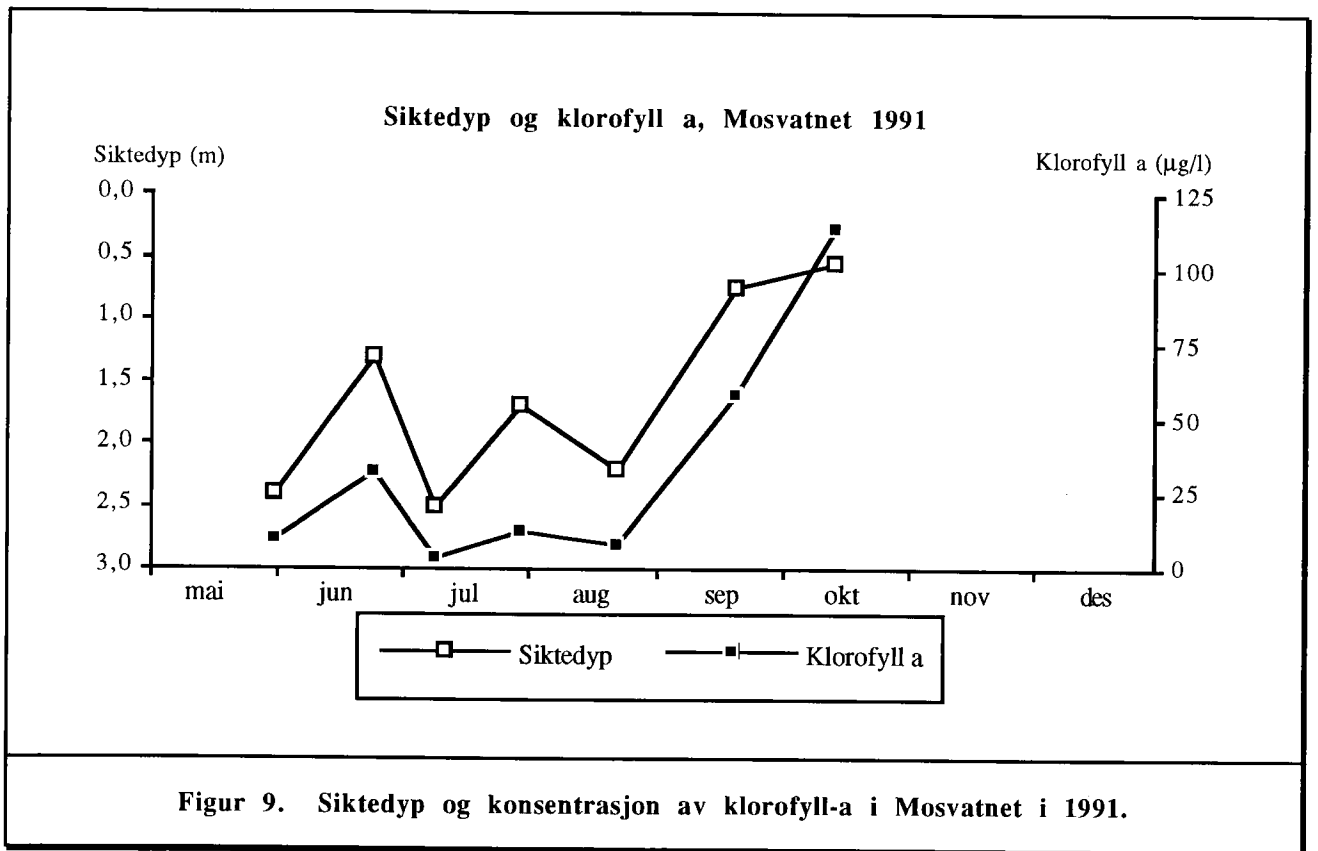
redusere ytre næringstilførsler er gjennomført. Sanni (1991) diskuterte mulige årsaker til at selvrensningsevnen (tiltakseffekten) i 1990 ble redusert allerede i juli, og antydte at det skyldtes særlige forhold med uvanlig stor fosfatfrigjøring fra sedimentene dette året. Målingene fra 1991 bekrefter at det ikke var snakk om varig svekket selvrensningsevne.

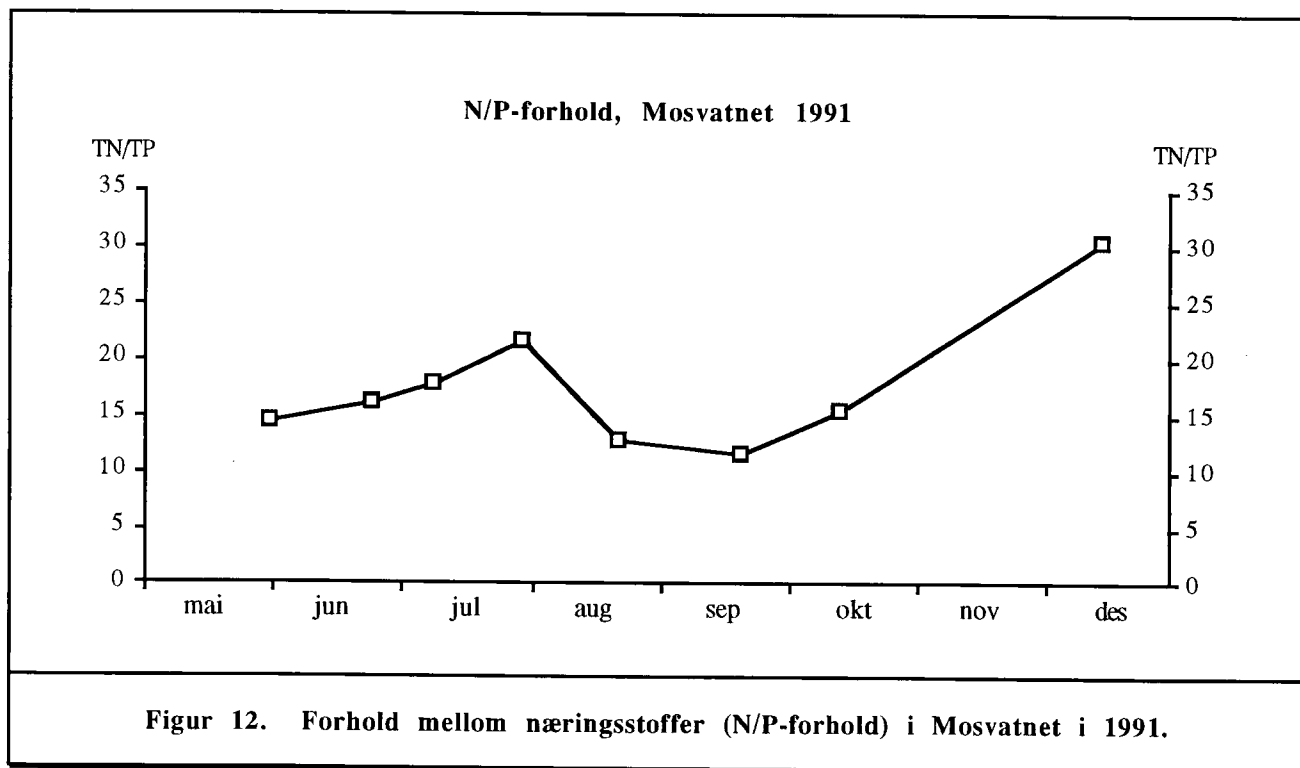
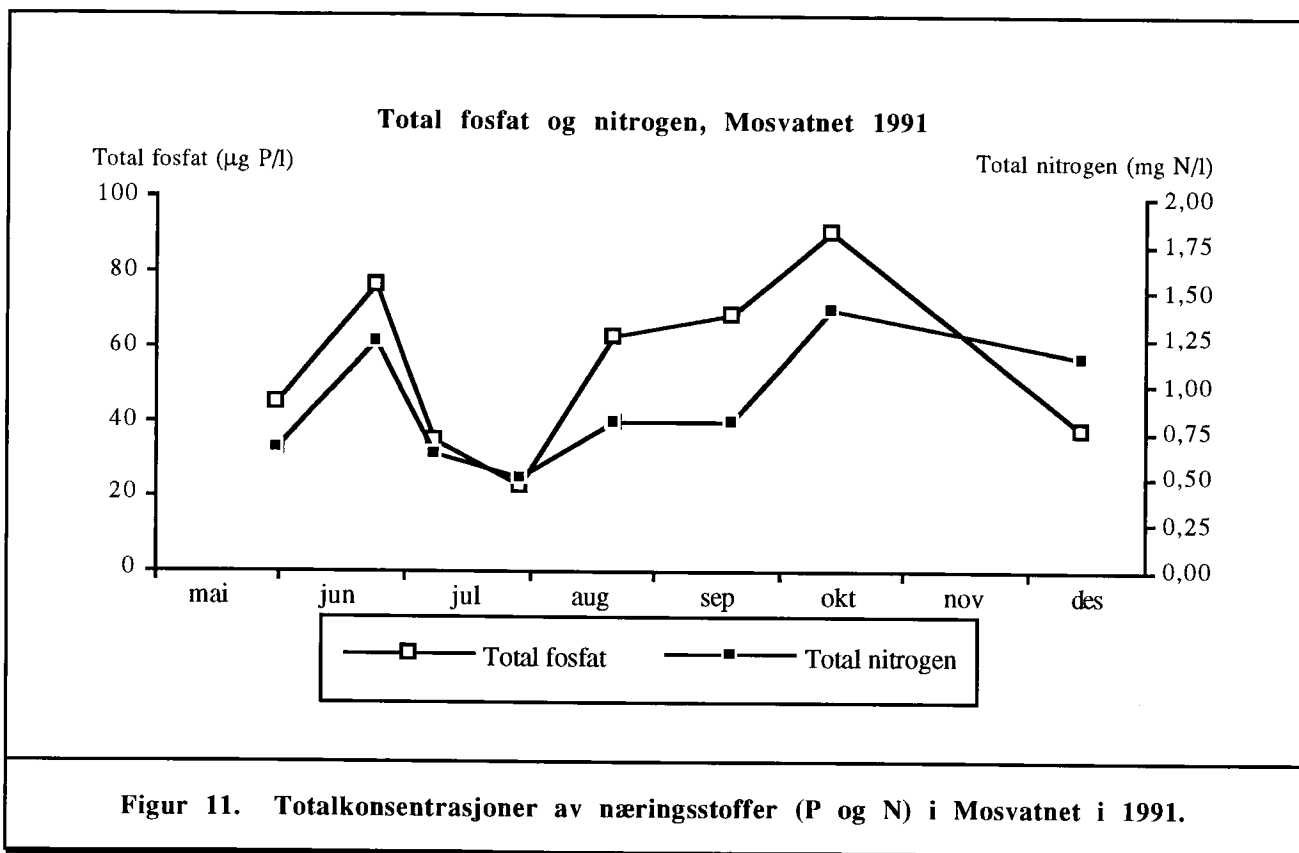
Det ble funnet høye forekomster av *Daphnia galeata* fram mot midten av september (figur 8), og konsentrasjonene var høyere enn hva som er funnet de foregående årene etter rotenontiltaket. *Daphnia*-populasjonen utviklet seg raskt i begynnelsen av juni, i en periode hvor oksygen og pH-målingene viser at det også var høy algeproduksjon (figur 10). Høy *Daphnia*-forekomst og moderat algebiomasse holdt seg frem til begynnelsen av september da store blågrønnalger ble dominerende.

Det enkle overvåkingsprogrammet som er gjennomført gir ikke grunnlag for å diskutere i særlig detalj hva som var årsaken til dette skiftet i planktonsamfunnet i begynnelsen av september. Framvekst av store og lite beitebare blågrønnalger kan f.eks. skyldes endringer i tilførselsmønsteret av næringsstoffer (via ytre tilførsler, frigjøring fra sedimentet eller regenerering som følge av beitende dyreplankton). Det kan nevnes at det i den aktuelle perioden var forhøyet konsentrasjon av næringsstoffer i vannet i Madlabekken, og at forholdet mellom nitrogen og fosfor (N/P-forholdet) i tilførselene var særlig lavt (se ovenfor). Næringsstoffinnholdet i vannmassene i Mosvatnet økte også i denne perioden (figur 11), samtidig som N/P-forholdet i innsjøen avtok til et svært lavt nivå (figur 12). Et så lavt N/P-forhold som i Mosvatnet antas ofte å kunne gi konkurransefordel for blågrønnalger (Kilham & Kilham 1984; Reynolds 1984; Smith 1983).

At blågrønnalgene fikk et konkurransefortrinn på slutten av vekstsesongen, må antas å ha motvirket den strukturerende effekten på planktonsamfunnet som *Daphnia* hadde tidligere i sesongen. Dette kan ha medvirket til at *Daphnia* ble utkonkurrert av små hjuldyr, og disse dominerte dyreplanktonet resten av sesongen (se datavedlegg). En fikk dermed redusert biologisk selvrensningsevne, og et planktonsamfunn som var typisk for Mosvatnet før rotenontiltaket ble gjennomført.

Observasjonene fra de siste årene kan indikere at dynamikken i planktonsamfunnet i Mosvatnet er slik at tettheten av *Daphnia*-populasjonen (og selvrensningsevnen) naturlige avtar på slutten av vekstsesongen. Inntil fosfattilførselene til innsjøen er redusert tilstrekkelig, må en i såfall forvente at det vil forekomme oppvekst av blågrønnalger om høsten dersom de meteorologiske forholdene ellers ligger til rette for dette. Det er imidlertid klart at det fortsatt er høy biologisk selvrensningsevne i Mosvatnet størstedelen av vekstsesongen, og at dette medvirker til å hindre en omfattende blågrønnalgeoppblomstring tidlig på sommeren slik det var vanlig i årene før rotenonbehandlingen.





Sammenfatning

Renseparken
Madlabekken

Året 1991 var første året renseparken i Madlabekken var i drift. Målinger av næringsstoffer i vannet i renseparken denne sommeren viste en generell tendens til reduksjoner gjennom systemet, og særlig gjaldt dette for fosfor. Størst var renseseffekten i rensesløyfen for slamvann fra "bioreaktoren" (gjennomsnittlig 67% P-fjerning), men bare en liten del av Madlabekkens vannmengde ledes gjennom denne sløyfen. Gjennom de andre delene av parken var effekten mindre (i gjennomsnitt 10-30% P-fjerning), og ved utløpet av renseparken var det i gjennomsnitt 28% renseseffekt i forhold til konsentrasjonen av total fosfat i innløpsvannet. Det var imidlertid store variasjoner i denne renseseffekten; fra 5-67% ved de ulike prøvetakingene.

Målinger foretatt i Madlabekken over en årsperiode (juni 1991 - juni 1992) viste at gjennomsnittlig rensesgrad mellom innløpet og utløpet av renseparken var omlag 25% både for fosfor og nitrogen (mht. stoffkonsentrasjoner). Renseseffekten var lavere sommeren og høsten 1991, og høyere i følge målingene fra vinteren og våren 1992. Det siste kan til en viss grad ha sammenheng med usikkerheter i prøvetakingen.

Stoffkonsentrasjonene varierte relativt mye ved de ulike prøvetakingene, men generelt var næringsstoffinnholdet svært høyt både i innløpet og utløpet av renseparken. Forholdet mellom nitrogen og fosfor (N/P-forholdet) i vannet er gjennomgående lavt, og lavere enn hva som ofte antas å være gunstig for blågrønnalgedominans i innsjøer. Det synes å ha vært en økning i næringsstoffinnholdet i Madlabekken siste årene, og årsaken til dette er sannsynligvis økt kloakkbelastning. Dersom belastningen fortsatt øker, kan nytten av renseparken avta. Selv med en renseseffekt på omlag 25%, var fosforkonsentrasjonen i utløpet av renseparken høyere enn hva som ble målt i bekken i 1983 og tidligere år.

Basert på beregninger av stofftransport kan det anslås at renseparken sto for omlag 27% reduksjon både av fosfortransporten og nitrogentransporten i Madlabekken i perioden juni 91 - juni 92. Fosfortransporten var høyest i høstperioden 91, både som følge av høyere konsentrasjoner og høy vannavrenning. Høstperioden er av vesentlig betydning for de totale årlige tilførselene til Mosvatnet, og renseseffekten som kan oppnås i renseparken i denne perioden vil ha avgjørende betydning. Ifølge beregningene ovenfor var renseseffekten i perioden august - november 1991 i gjennomsnitt mindre enn 10%, og omlag 65% av det årlige fosforbidraget til innsjøen kom i denne perioden.

Mosvatnet

I størstedelen av sommersesongen 1991 var selvrensningsevnen i Mosvatnet høy, med store forekomster av dyreplanktonarten *Daphnia galeata*. Siktedypet var høyt, og det var lave algekonsentrasjoner og lavt innhold av problemskapende blågrønnalger. I første del av september kom imidlertid en

kraftig blågrønnalgeoppblomstring dominert av arten *Anabaena flos-aquae*, som dannet kraftig vannblomst. Store algemengder samlet seg på overflaten, og forholdene denne høsten var minst like ille som i somrene før rotenonbehandlingen.

Årsaken til redusert biologisk selvrensningsevne om sensommeren/høsten kommer ikke tydelig frem av datamaterialet. Målingene fra 1991 bekrefter imidlertid at selvrensningsevnen fortsatt er høy det meste av vekstsesongen, og at dette sannsynligvis medvirker til å hindre omfattende blågrønnalgeoppblomstring tidligere på sommeren. Observasjoner fra de siste årene kan indikere at dynamikken i planktonsamfunnet i Mosvatnet er slik at *Daphnia*-tettheten (og selvrensningsevnen) naturlig avtar på slutten av vekstsesongen. Inntil fosfertilførselene til innsjøen er redusert tilstrekkelig, må en i såfall forvente at det vil forekomme oppvekst av blågrønnalger om høsten. Fortsatt vil det imidlertid være sannsynlig at rotenontiltaket vil gi høy biologisk selvrensningsevne i den viktige sommerperioden.

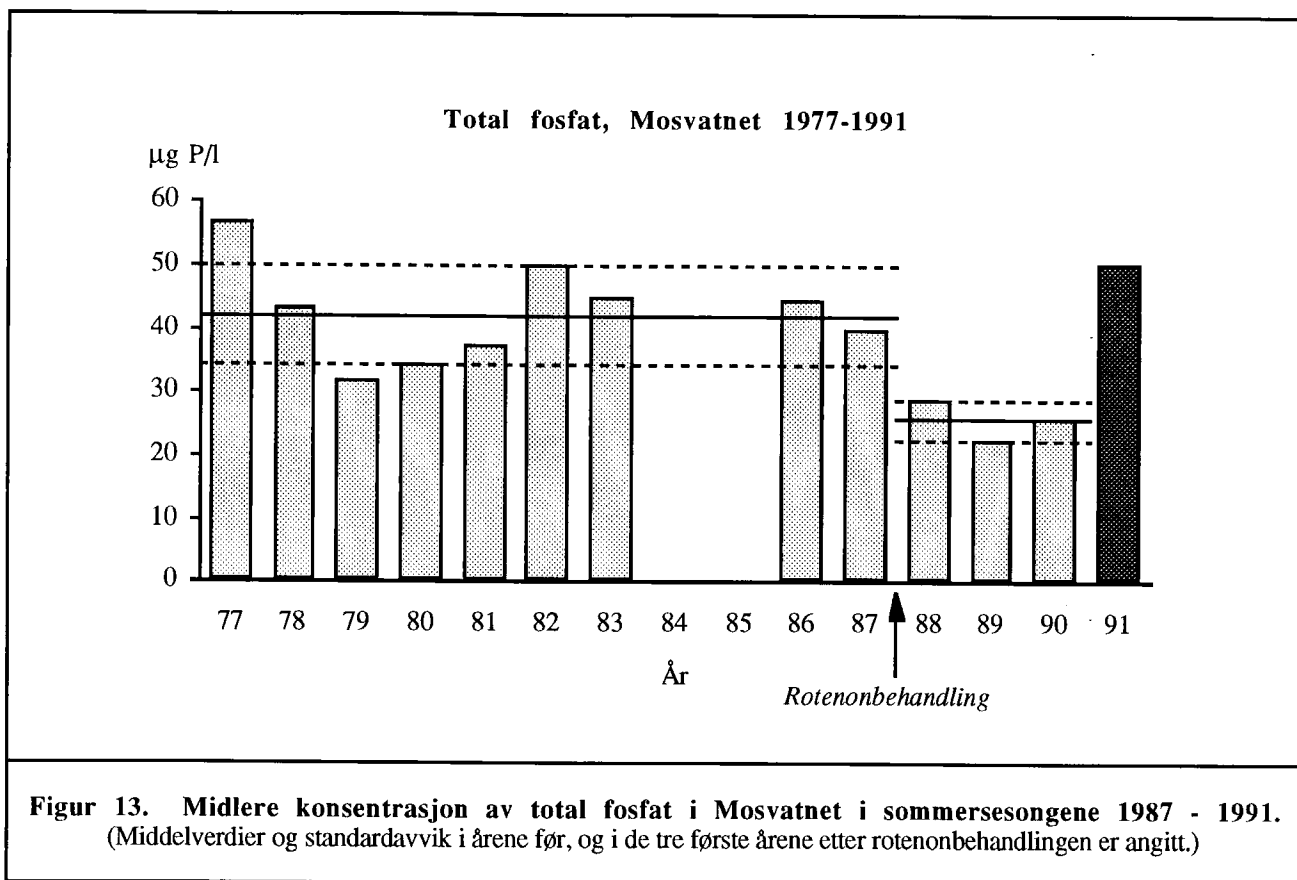
Næringsstatus i Mosvatnet

En av virkningene av rotenontiltaket i Mosvatnet høsten 1987 har vært en kraftig reduksjon av innholdet av total fosfat i vannmassene om sommeren. Fra et gjennomsnitt på ca. 42 µg P/l i somrene før rotenonbehandlingen avtok konsentrasjonen til ca. 26 µg P/l i de tre første årene etter (figur 13).

Sommeren 1991 var imidlertid middelkonsentrasjonen av total fosfat hele 50 µg P/l (figur 13), som er høyere enn hva som er målt de fleste årene før rotenonbehandlingen. Til tross for dette var det lavt innhold av alger og høyt siktedyp i størstedelen av vekstsesongen. Blågrønnalgeoppblomstringen om høsten ble til gjengjeld svært kraftig. Høy selvrensningsevne om sommeren antas å være årsaken til at denne oppblomstringen ikke kom tidligere.

Det økte innholdet av total fosfat i Mosvatnet i forhold til de foregående årene kom på tross av at renseparken i Madlabekken var i drift i 1991. Fosfatinnholdet i innsjøen i sommersesongen er i stor grad et resultat av tilførsler gjennom den forutgående vinteren og våren. Hvor store disse tilførselene var i forhold til sommersesongen 1991 er usikkert. Det finnes indikasjoner på at renseseffekten i renseparken kan ha vært lav, og at konsentrasjonene i Madlabekken kan ha vært høyere enn hva som ble funnet som gjennomsnitt for måleperioden i 91-92 (se figur 4 og 7).

Disse forholdene kan vurderes ved hjelp av innsjømodeller (se Sanni 1988a). Det kan anslås at konsentrasjoner av total fosfat i tilførselene fra Madlabekken på størrelse med hva som ble målt som gjennomsnitt i innløpet av renseparken i perioden 91-92 (ca. 285 µg P/l) ville ha gitt opphav til det observerte fosforinnholdet i Mosvatnet. Men dette gjelder bare dersom en ser bort fra den reduserende effekten som rotenonbehandlingen viste seg å ha på fosfor



innholdet de tre første årene. Dersom denne effekten var like stor som tidligere (Sanni 1991), måtte gjennomsnittskonsentrasjonen av total fosfat i tilførselene fra Madlabekken ha vært omlag 470 µg P/l. I såfall må det ha vært en kraftig økning (> 60%) i gjennomsnittskonsentrasjonene i Madlabekken fra 1990 til 1991, noe som må anses som mindre sannsynlig.

Årsaken til det høye fosforinnholdet i Mosvatnet sommersesongen 1991 må derfor antas å skyldes andre forhold, f.eks. at fosfertilførselene fra sedimentet dette året var vesentlig større enn tidligere. Målingene fra 1991 gir imidlertid ikke indikasjon på at så var tilfellet. En annen mulighet er at *Daphnia*-forekomstene ikke på samme måte som tidligere medførte redusert fosforinnhold i vannmassene. Selvrensningsevnen var imidlertid høy det meste av vekstsesongen, og sannsynligvis hindret dette omfattende vekst av blågrønnalger tidligere på sommeren.

Konklusjon

Hovedkonklusjonen blir at rotenontiltaket fortsatt gir god selvrensningsevne i Mosvatnet om sommeren, og at det på tross av svært høye næringsstoffkonsentrasjoner hindrer høyt innhold av blågrønnalger. Renseeffekten i renseparken har foreløpig ikke vært god nok til å hindre blågrønnalgeoppblomstring om høsten. Om dette vil endre seg ved videre etablering av planter i renseparken er for tidlig å si. Imidlertid er det grunn til å holde en mulig økende konsentrasjon av næringsstoffer i Madlabekken under oppsikt, og eventuelt vurdere tiltak mot dette.

REFERANSER

- Gulati, R.D., E.H.R.R. Lammens, M.-L. Meijer & E. van Donk (eds), 1990. *Biomanipulation - Tool for Water Management*. – *Hydrobiologia* 200/201. Kluwer Academic Publishers, Belgium.
- Kilham, S.S. & P. Kilham, 1984. The importance of resource supply rates in determining phytoplankton community structure. – In: D.G. Meyers & J.R. Strickler (eds.), *Trophic interactions within aquatic ecosystems*. AAAS Symposium Volume 85: 7-27.
- Klaveness, D., 1984. Klorofyll a. – I: Vennerød, K. (red.), *Vassdragsundersøkelser. En metodebok i limnologi*. Norsk Limnologforening, Universitetsforlaget: 127-131.
- Olsen, Y., & O. Vadstein (red.), 1989. *NTNF's Program for eutrofieringsforskning*. – Faglig sluttrapport for Fase 1-3, (1978-88). ISBN 82-7224-296-6.
- Olsen, Y., 1988. Phosphate kinetics and competitive ability of planktonic blooming cyanobacteria under variable phosphate supply. – Dr. tech. thesis part 1: 58 pp., University of Trondheim, Norway.
- Olsen, Y., Å. Brabrand, T. Kallqvist, A. Lyche, H. Reinertsen og O. Vadstein, 1989. *NTNFs Program for eutrofieringsforskning: Kriterier og prosedyrer for bestemmelse av biologisk selvrensningsevne i innsjøer*. – ISBN 82-7224-297-4.
- Reynolds, C.S., 1984. *The ecology of freshwater phytoplankton*. – Cambridge University Press, Cambridge: 384s.
- Sanni, S., 1988a. *Tiltaksrettede undersøkelser og overvåking av Mosvatnet 1977-87*. – Rogalandsforskning, rapport RF 164/88: 31s.
- Sanni, S., 1988b. *Overvåking av Mosvatnet før og etter rotenonbehandling. Årsrapport 1987*. – Rogalandsforskning, rapport RF 20/88: 12s.
- Sanni, S., 1989a. *Overvåking av Mosvatnet før og etter rotenonbehandling. Årsrapport 1988*. – Rogalandsforskning, rapport RF 27/89: 16s.
- Sanni, S., 1989b. *NTNFs Program for eutrofieringsforskning: Strategi for restaurering av eutrofe innsjøer*. – ISBN 82-7224-298-2.
- Sanni, S., 1991. *Mosvatnet. Overvåking 1990*. – Rogalandsforskning, rapport RF 123/91: 13s.
- Sanni, S. & L. Nøttestad, 1989. *Målsetning for rensesystem og evaluering av to systemkomponenter i Madlabekken*. – Rogalandsforskning, rapport RF 171/89: 28s.
- Sanni, S., & S. B. Wærvågen, 1990. Oligotrophication as a result of planktivorous fish removal with rotenone in the small, eutrophic, Lake Mosvatn, Norway. – *Hydrobiologia* 200/201: 263-274.
- Smith, V.H., 1983. Low nitrogen to phosphorus ratios favour dominance by blue-green algae in lake phytoplankton. - *Science* 221: 669-671.
- Utermöhl, H., 1958. *Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Metodik*. – *Mitt. Internat. Verein. Limnol.* 9: 1-38.
- Willén, E., 1976. A simplified method of phytoplankton counting. – *Br. phycol J.* 11: 265-278.

DATAVEDLEGG

Fysiske og kjemiske analyser for Mosvatnet.....	22
Biologiske analyser for Mosvatnet og renseparken	23
Kjemiske analyser for renseparken og Madlabekken	25

ANALYSERESULTATER MOSVATNET 1991 (0-2m):

Prøvetaking		TP	TN	KI-a	Boim.	pH	Kommentarer
Nr.	Dato	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l		
1	31.mai-91	45	654	9,84	0,77	8,62	
2	24.jun-91	77	1234	32,28	6,54	8,35	
3	9.jul-91	35	625	3,83	1,46	7,75	
4	30.jul-91	23	494	12,21	7,78	-	
5	22.aug-91	63	802	8,21	3,55	7,63	
6	20.sep-91	69	795	57,73	11,3	8,20	
7	14.okt-91	91	1407	113,5	16,4	8,27	
8	15.des-91	38	1152	-	-	-	Prøver tatt med kast-fra-land vannhenter.

FELTOBSERVASJONER MOSVATNET 1991:

Prøvetaking		SD	Farge	Bunn	Kommentarer
Nr.	Dato	m		m	
1	31.mai-91	2,4	Gullig grønn	2,5	NV lien kuling. Sol.
2	24.jun-91	1,3	Brunlig gul	2,4	Vindstille. Skyet, regnbyger.
3	9.jul-91	> 2,3	Brunlig gul	2,3	S frisk bris. Skyet, regnbyger. Pent og varmt en uke.
4	30.jul-91	1,7	Brun	2,2	Vindstille. Disig.
5	22.aug-91	2,2	Brunlig grønn	2,4	S laber bris. Lettskyet.
6	20.sep-91	0,75	Brunlig grønn	2,7	NV laber bris. Lettskyet. Store mengder blågrønnalger.
7	14.okt-91	0,55	Brunlig grønn	3,0	Vindstille. Skyet. Store mengder blågrønnalger.
8	15.des-91	-	-	-	Prøver tatt med kast-fra-land vannhenter.

TEMPERATURMÅLINGER I MOSVATNET 1991:

Prøvetaking		Temperatur (°C) ved dyp							Kommentarer
Nr.	Dato	0 m	0,5 m	1 m	1,5 m	2 m	2,5 m	3 m	
1	31.mai-91	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0		
2	24.jun-91	16,0	15,9	15,8	15,7	15,6	15,5		
3	9.jul-91	23,0	23,0	23,0	22,3	20,7			21,4°C på 1,7 m
4	30.jul-91	21,0	21,0	20,9	20,3	20,1	20,0		2,5 m prøve = 2,2 m
5	22.aug-91	17,3	17,3	17,3	17,3	17,3	17,3		
6	20.sep-91	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	12,9	
7	14.okt-91	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	
8	15.des-91	-	-	-	-	-	-	-	

OKSYGENMÅLINGER I MOSVATNET 1991:

Prøvetaking		Oksygeninnhold (mg/l) ved dyp							Kommentarer
Nr.	Dato	0 m	0,5 m	1 m	1,5 m	2 m	2,5 m	3 m	
1	31.mai-91	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8		
2	24.jun-91	9,5	9,5	9,5	9,5	8,6	7,7		
3	9.jul-91	6,3	6,2	6,2	5,4	1,2			2,5 mg/l på 1,7 m
4	30.jul-91	8,9	8,7	8,1	7,7	6,3	3,7		2,5 m prøve = 2,2 m
5	22.aug-91	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8		
6	20.sep-91	11,8	11,8	11,7	11,7	11,6	11,5	11,4	
7	14.okt-91	12,6	12,6	12,4	12,4	12,4	12,2	12,1	
8	15.des-91	-	-	-	-	-	-	-	

PLANTEPLANKTONANALYSER MOSVATNET 1991:

Fytoplankton	Prøve nr.:	1	2	3	4	5	6	7
(mg våtv./l)	Dato:	31-mai	24-jun	9-jul	30-jul	22-aug	20-sep	14-okt
Synechococcus sp.						0,4		
Aphanothece clathrata			1,24	0,58				
Microcystis sp.						0,1	0,65	+
Anabaena flos-aquae			0,01			1,1	10,3	16,4
BLÅGRØNNALGER totalt			1,25	0,58		1,6	10,95	16,4
Asterionella formosa							0,07	
Fragilaria crotonensis					0,88			
Synedra sp.						0,4		
KISELALGER totalt					0,88	0,4	0,07	
Ceratium hirundinella						0,15	0,05	
DINOFLAGELLATER totalt						0,15	0,05	
Staurastrum paradoxum						1,1	0,03	
Chlamydocapsa planctonica		0,14	4,6			0,2		
Monoraphidium sp.			0,24		6,9			
GRØNNALGER totalt		0,14	4,84		6,9	1,3	0,03	
Cryptomonas sp.		0,27	0,35	0,47				
CRYPTOMONADER totalt		0,27	0,35	0,47				
µ-alger		0,36	0,1	0,41		0,1	0,2	
TOTAL ALGEBIOMASSE		0,77	6,54	1,46	7,78	3,55	11,3	16,4

PLANTEPLANKTONANALYSER RENSEPARK 1991:

Fytoplankton	Prøve nr.:	3			5	
(mg våtv./l)	Dato:	9-jul			22-aug	
	Stasjon:	St. 1	St. 2	St. 7	St. 2	St. 7
Små flagellater		1,2	0,5	0,2	0,7	0,5
Små staver (d<3µm)*		6,0	20,0	12,0		+
Tynne tråder (d<3µm)**					0,6	1,1
Euglena sp.				2,0		
TOTAL BIOMASSE		7,2	20,5	14,2	1,3	1,6

*: Kan være blågrønnalgearten Synechococcus sp.

** : Kan være blågrønnalgearten Limnothrix sp.

DYRELANKTONANALYSER MOSVATNET 1991:

Zooplankton	Prøve nr.:	1	2	3	4	5	6	7
(indiv. pr. 5l prøve	Dato:	31-mai	24-jun	9-jul	30-jul	22-aug	20-sep	14-okt
<i>Eudiaptomus gracilis</i>		30	186	69	277	328	183	175
herav: Nauplier		15	79	50	212	200	110	84
Copepdt.		12	92	8	55	82	34	69
Adulte		3	15	11	10	46	39	22
<i>Cyclops abyssorum</i>		639	1126	623	708	242	46	18
herav: Nauplier		328	614	315	604	140	16	3
Copepdt.		294	398	190	78	94	25	14
Adulte		17	114	118	26	8	5	1
<i>Mesocyclops leucarti</i>				3	26	1		
herav: Nauplier								
Copepdt.				3	26	1		
Adulte								
<i>Daphnia galeata</i>		86	594	446	446	289	25	43
herav: m/egg		29	163	75		6	1	4
<i>Leptodora kindthii</i>							1	
Chydorider			3		5	1		
<i>Kellicottia longispina</i>		2	5					
<i>Keratella cochlearis</i>		3			27	300	4230	7490
<i>Keratella quadrata</i>		15	22	15	822	3900	130	890
<i>Filinia</i> sp.						5		
<i>Polyarthra</i> spp.		1	5	20	325	2050	40	
<i>Ascomorpha</i> sp.					27			
<i>Asplanchna</i> sp.		2			5	27	1	6
<i>Synchaeta</i> sp.						9	4	6
<i>Collothece</i> ps.						5		
<i>Pompholyx sulcata</i>			1		18	15	610	1540
<i>Brachionus</i> sp.		1			9	15	8	
Chironomider				1	4			

DYREPLANKTONANALYSER RENSEPARK 1991:

Zooplankton	Prøve nr.:	3			5	
Individer pr.	Dato:	9-jul			22-aug	
5 liter prøve	Stasjon:	St. 1	St. 2	St. 7	St. 2	St. 7
<i>Eudiaptomus gracilis</i>						3
<i>Cyclops abyssorum</i>		3				
<i>Diacyclops nanus</i>		2			3	1
Harpacticoida		22	21			
<i>Polyarthra</i> spp.						19
<i>Keratella hiemalis</i>						1
Chironomide larve		2				
Collembola		3				
Tardigrad (Bjørnedyr)			5			
Vannmidd			0	1		

ANALYSERESULTATER RENSEPARKEN 1991:

Prøvetaking:		Stasjon:						
		Tot-P (µg/l)						
Nr.	Dato	St. 1	Str. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
1	31.mai-91	891	-	-	-	-	-	842
2	24.jun-91	447	337	327	645	273	393	327
3	9.jul-91	404	415	393	656	174	371	371
4	30.jul-91	262	234	130	70	68	950	132
5	22.aug-91	585	513	448	273	54	388	371
6	20.sep-91	398	382	413	193	64	358	323
7	14.okt-91	516	443	182	231	40	195	172

Prøvetaking:		Stasjon:						
		Tot-N (mg/l)						
Nr.	Dato	St. 1	Str. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
1	31.mai-91	11,23	-	-	-	-	-	13,66
2	24.jun-91	3,63	3,60	3,65	5,00	6,66	3,60	3,43
3	9.jul-91	2,35	2,75	2,48	4,05	4,79	2,80	2,35
4	30.jul-91	7,28	9,30	9,04	7,91	6,19	8,37	7,62
5	22.aug-91	8,09	8,80	8,09	7,46	3,42	7,28	6,58
6	20.sep-91	7,22	7,33	7,11	5,38	2,27	7,22	6,91
7	14.okt-91	9,62	10,32	9,07	9,87	6,59	7,34	7,40

Prøvetaking:		Stasjon:						
		Fe (mg/l)						
Nr.	Dato	St. 1	Str. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7
1	31.mai-91	7,40	-	-	-	-	-	7,55
2	24.jun-91	1,39	0,98	0,98	4,81	4,70	1,36	2,06
3	9.jul-91	0,98	0,92	0,97	7,15	3,22	1,25	1,61
4	30.jul-91	0,95	8,30	7,25	2,71	14,20	6,65	3,52
5	22.aug-91	0,95	7,05	6,80	3,49	1,22	6,50	6,75
6	20.sep-91	1,28	3,10	3,03	1,77	0,58	2,61	2,31
7	14.okt-91	2,02	11,50	11,00	7,15	0,47	8,80	8,20

ANALYSERESULTATER MADLABEKKEN 1991-1992:

Prøvetaking		Tot-P (µg/l)		Tot-N (mg/l)		Fe (mg/l)		
Nr.	Dato	St. 1	Str. 7	St. 1	St. 7	St. 1	St. 7	
1	4.jul-91	243	248	7,38	10,63	8,83	13,67	St.1 = St. 4
2	18.jul-91	307	185	5,75	6,11	1,46	4,03	
3	1.aug-91	410	723	6,11	9,08	0,98	0,92	St.7 = St.6
4	18.aug-91	381	256	6,81	5,97	1,28	6,47	
5	29.aug-91	467	427	6,74	8,65	0,84	7,30	
6	12.sep-91	296	438	4,98	6,96	0,96	7,05	
7	26.sep-91	404	127	8,44	6,96	3,94	6,09	
8	10.okt-91	421	478	7,95	6,67	1,92	10,47	
9	24.okt-91	341	472	7,03	6,32	1,93	14,40	
10	7.nov-91	373	98	8,09	3,85	2,44	2,85	
11	21.nov-91	89	82	1,23	1,37	0,60	1,12	
12	5.des-91	273	216	6,74	4,91	2,59	6,43	
13	19.des-91	158	127	4,98	3,92	4,96	2,81	
14	2.jan-92	122	61	4,55	5,12	1,68	1,34	
15	16.jan-92	216	94	6,81	3,92	4,73	2,66	St.7 = St.6
16	30.jan-92	393	117	8,79	2,15	2,82	1,68	
17	13.feb-92	204	86	5,40	2,71	2,28	3,44	
18	27.feb-92	233	118	6,89	3,28	2,83	2,75	
19	12.mar-92	79	81	3,56	2,71	1,86	1,32	
20	26.mar-92	216	75	7,17	3,07	6,71	2,19	
21	9.apr-92	487	112	9,36	2,50	6,35	2,45	
22	23.apr-92	512	101	10,07	2,29	4,79	2,18	
23	7.mai-92	108	71	4,13	2,01	2,03	0,86	
24	22.mai-91	170	293	5,33	2,86	2,87	13,61	
25	18.jun-92	207	307	3,96	5,26	2,13	4,33	St.7 = St.6