



RF – Rogalandforskning. <http://www.rf.no>

**Forfatter: Åge Molvermyr**

## **Undersøkelser i Madlabekken 1999 - 2000**

Rapport RF – 2001/082

Prosjektets tittel: Mosvatnet 1999  
Oppdragsgiver(e): Stavanger kommune

ISBN: 82-490-0110-9

RF - Rogalandforskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS - EN ISO 9001

---

---

## FORORD

---

*RF – Rogalandsforskning har på oppdrag fra Stavanger kommune utført undersøkelser i Madlabekken i 1999 og 2000, dels som en oppfølging av tidligere undersøkelser i bekken og dels som en kontroll med avrenningen i en periode med gravearbeid og fjerning av masse i området ved den gamle søppelfyllingen ved Stavanger Forum. Et enkelt program for overvåking av vannkvalitet er gjennomført, for å kunne vurdere tilstanden i Madlabekken.*

*Undersøkelsen er finansiert av Stavanger kommune ved kommunalavdeling Tekniske Driftstjenester – Vei, Vann og Avløp.*

*Drift av automatisk prøvestasjon og innsamling av prøver er utført av Stavanger kommune, med førstekonsulent Harald Bergsagel som ansvarlig.*

*Kjemiske analyser er utført ved RFs miljølaboratorium, som er akkreditert i henhold til kvalitetsnormen EN 45001 for de aktuelle analysemetodene, i tillegg til en lang rekke andre kjemiske og biologiske metoder.*

*Bearbeiding av data og rapportering er utført av seniorforsker Åge Molversmyr, og faglig kvalitetssikrer har vært seniorforsker, dr. Ashjørn Bergheim.*

*Stavanger, 25. april 2001*

Prosjektleder:                   Åge Molversmyr

---

---

## INNHold

---

SAMMENDRAG.....	1
1 INNLEDNING .....	2
2 MATERIALE OG METODER.....	3
2.1 Prøvetaking .....	3
2.2 Analysemetoder.....	3
3 RESULTATER OG DISKUSJON .....	4
3.1 Tilstanden i Madlabekken.....	4
3.2 Utviklingstrender .....	6
3.3 Betydning for tilstanden i Mosvatnet .....	7
3.4 Konklusjoner .....	8
4 REFERANSER .....	9
DATAVEDLEGG.....	10

---

---

## SAMMENDRAG

---

Undersøkelser i Madlabekken i 1999 og 2000 viser at det har vært et betydelig avtak i innholdet av næringsstoffer i vannet de senere årene. Innholdet av fosfor er kraftig redusert siden begynnelsen av 1990-tallet, og konsentrasjonene var lave i store deler av undersøkelsesperioden. Nitrogeninnholdet i bekken har i mindre grad avtatt på 1990-tallet, og er fortsatt høyt. I henhold til SFTs system for klassifisering av miljøtilstand i ferskvann, tilhører Madlabekken fortsatt den høyeste tilstandsklassen (V: "meget dårlig") for både fosfor og nitrogen.

Selv om fosforinnholdet i bekken var lavt i store deler av året, var det betydelige variasjoner og svært høye konsentrasjoner i perioder om våren/forsommeren. Beregninger viser at en stor andel av den årlige fosfortransporten i bekken kan komme i disse periodene, og de høye konsentrasjonene bør derfor tillegges betydelig vekt.

Beregninger viser at fosfortransporten i Madlabekken er mer enn halvert i forhold til det som ble beregnet på begynnelsen av 1990-tallet, mens nitrogentransporten er redusert med omlag 30%.

Den reduserte fosfortransporten vil potensielt ha stor betydning for tilstanden i Mosvatnet, men en må anta at sedimentene i innsjøen i lang tid fremover fortsatt vil være en viktig intern tilførselskilde.

At Madlabekken nå synes å transportere betydelig mindre næringsstoffer (særlig fosfor) enn for noen år tilbake, betyr ikke at nytten av renseseparken ved utløpet av bekken er borte. Denne vil fortsatt kunne redusere mengden av næringsstoffer som tilføres Mosvatnet, og særlig kunne ha betydning ved å redusere effektene av de høye fosfortilførslene som synes å kunne komme om forsommeren. Ved en fremtidig omlegging/reetablering av renseseparken bør en spesielt legge vekt på å kunne ta hånd om denne periodevis høye fosforbelastningen.

Tilstanden i Madlabekken bør følges opp ved nye undersøkelser etter en tid, for å kunne dokumentere om innholdet av næringsstoffer blir ytterligere redusert og for å kunne fastsette nærmere frekvensen og betydningen av periodevis forhøyet fosforbelastning om våren/forsommeren.

### Referanse:

Molversmyr, Å., 2001. Undersøkelser i Madlabekken 1999 – 2000. *Rogalandsforskning, rapport RF-2001/082.*

---

*Kapittel 1***INNLEDNING**

---

Madlabekken er hovedkilden for eksterne tilførsler til Mosvatnet, og er i sin helhet lagt i rør med unntak av de siste meterne før tilløpet til Mosvatnet. Ledningsnettet mottar dreneringsvann fra Siddis-området vest for Mosvatnet, og også overvann fra deler av Tjensvollområdet som ikke tilhører det naturlige nedbørfeltet til Mosvatnet. Influensområdet til Mosvatnet, inklusive Madlabekken, er nærmere beskrevet av Sanni (1988).

Madlabekken har i en årrekke vært sterkt forurensningsbelastet, med bl.a. svært høyt innhold av næringsstoffer (Sanni 1988; Molversmyr 1992). Det var en tendens til økende stoffkonsentrasjoner i bekken på 1980-tallet, sannsynligvis som følge av økt kloakkbelastning (Molversmyr 1992). Det er imidlertid gjennomført flere tiltak i området de siste årene som ventes å ha redusert denne kloakkbelastningen, bl.a. utbedring av feilkoblinger (hvor kloakk har vært koblet på overvannsledning) og sanering av enkelte separate avløp (Harald Bergsagel, Stavanger kommune; pers. medd.).

Det må også nevnes at ledningsnettet som munner ut i Madlabekken drenerer gjennom et gammelt fyllplassområde i området mellom

Siddishallen og Tjrnsvollkrysset. Noe av den gamle fyllmassen ble imidlertid fjernet i 2000, i forbindelse med grunnarbeidet for bygging av det nye hotellet ved Stavanger Forum. Enkelte miljøtekniske undersøkelser er gjennomført i forbindelse med dette byggearbeidet (Tvedten & Wik 1998; Tvedten 1999).

Et spesielt tiltak for å redusert næringsstofftilførslene til Mosvatnet var etablering av et plantebaserte rensesystem (rensepark) for Madlabekken i 1990. RF gjorde en undersøkelse av effektene av dette i 1991-92 (Molversmyr 1992). Det er planer om å etablere en ny rensepark, i forbindelse med den planlagte utvidelsen av Tjensvollkrysset.

Stavanger kommune ønsker nå en oppdatert tilstandsvurdering av vannkvaliteten i Madlabekken. Den foreliggende rapporten omtaler oppfølgende undersøkelser i 1999 og 2000, hvor hovedformålet har vært å sikre best mulig datagrunnlag for å kunne vurdere tilstand og utvikling med tanke på innhold av næringsstoffer. Dataene gir dessuten grunnlag for enkle beregninger av hvor mye Madlabekken belaster Mosvatnet, og hvor mye dette har endret seg de senere årene.

### 2.1 Prøvetaking

Det ble gjennomført et enkelt måleprogram for å overvåke vannkvaliteten i Madlabekken gjennom en drøy årsperiode, basert på automatisk blandprøvetaking av vann fra bekken.

Prøvetakingsutstyret var plassert i den gamle målestasjonen rett nedstrøms der Madlabekken kommer ut i friluft. Her ble det tatt prøver hver annen time, som ble samlet til blandprøver i en større prøvebeholder. Blandprøver ble samlet tidsproporsjonalt, normalt over en periode på 14 dager. Blandprøveperiodene har imidlertid variert en del (se datavedlegg for tidspunkt for prøveperioder), men prøvetakingen har pågått kontinuerlig slik at en prøve representerer hele perioden fra den foregående blandprøven ble samlet inn.

Prøvetakingen ble startet i mai 1999, men på grunn av problemer med prøvetakingsutstyret kom rutinemessig prøvetaking ikke i gang før i september samme år. Det var dessuten et stopp i prøvetakingen i forbindelse med sommerferien 2000.

Samtlige prøvedata er presentert i figurer og tabeller i denne rapporten, men beregninger av stoffmengder og årlige middelkonsentrasjoner er basert på dataene fra perioden september 1999 til september 2000.

### 2.2 Analysemetoder

Prøvene ble analysert med tanke på innhold av næringsstoffene fosfor og nitrogen (ulike fraksjoner), og følgende metoder ble brukt (NS = Norsk Standard; Norges Standardiseringsforbund):

*Total fosfor (Tot-P).* Målt i henhold til Norsk standard NS 4725 (1984), tilpasset en ChemLab autoanalysator.

*Fosfat ( $PO_4$ ), løst fraksjon.* Målt i henhold til Norsk standard NS 4724 (1984), tilpasset en ChemLab autoanalysator. Filtrert gjennom 0,45  $\mu$ m membranfilter før konservering og analyse.

*Total nitrogen (Tot-N).* Målt i henhold til Norsk standard NS 4743 (1993), tilpasset en Skalar San Plus System autoanalysator.

*Nitrat+nitritt ( $NO_x-N$ ), løst fraksjon.* Målt i henhold til Norsk standard NS 4745 (1991), tilpasset en Skalar San Plus System autoanalysator. I teksten for enkelhets skyld kalt nitrat ( $NO_3$ ), men analysene er ikke korrigert for nitritt ( $NO_2$ ). Filtrert gjennom 0,45  $\mu$ m membranfilter før konservering og analyse.

*Ammonium ( $NH_4$ ), løst fraksjon.* Målt i henhold til Norsk standard NS 4746 (1975), tilpasset en ChemLab autoanalysator. Filtrert gjennom 0,45  $\mu$ m membranfilter før konservering og analyse.

## Kapittel 3

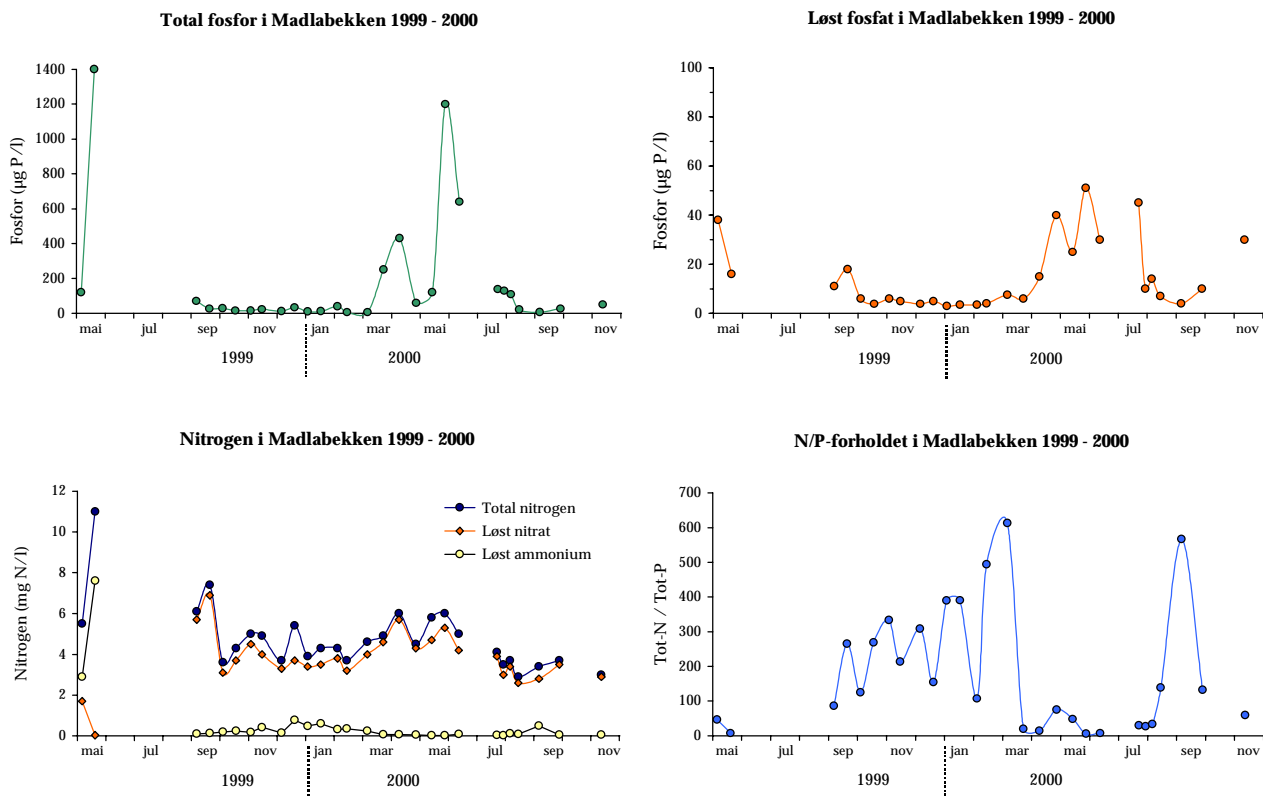
## RESULTATER OG DISKUSJON

## 3.1 Tilstanden i Madlabekken

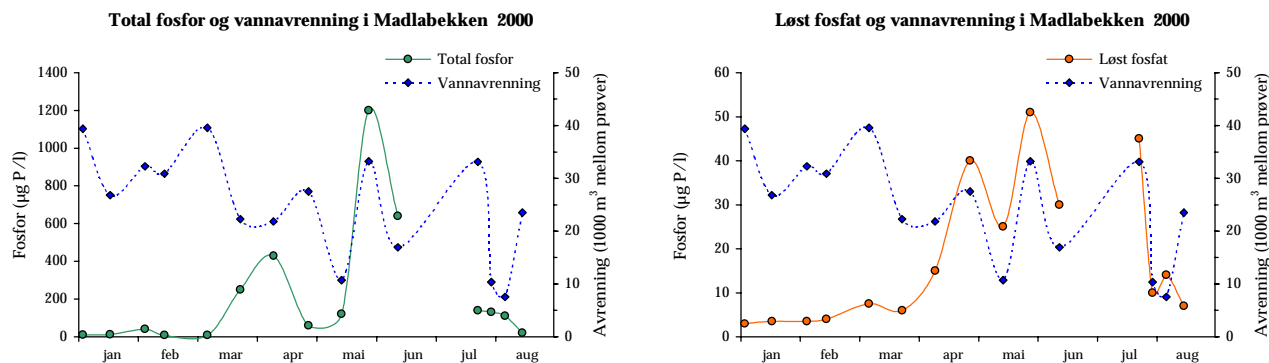
Innholdet av næringsstoffer i vannet i Madlabekken gjennom undersøkelsesperioden er vist i figur 1. Innholdet av fosfor var relativt moderat store deler av året, men var periodevis svært høyt om våren og forsommeren. Dette synes å gjelde både i 1999, men særlig i 2000 hvor en har kontinuerlige målinger. Mønsteret var tydelig både for total fosfor og for løst fosfat. Dette kan ha sammenheng med at akkumulert mengde av "utvaskbart" fosfor i influensområdet øker, og vaskes ut i Madlabekken ved episoder med høy avrenning om våren (se figur 2).

Høsten 1999 og vinteren 2000 var innholdet av total fosfor i bekken stabilt relativt lavt, oftest lavere enn 30  $\mu\text{g P/l}$  (se vedlegg). Variasjonsbredden gjennom året var derimot svært stor,

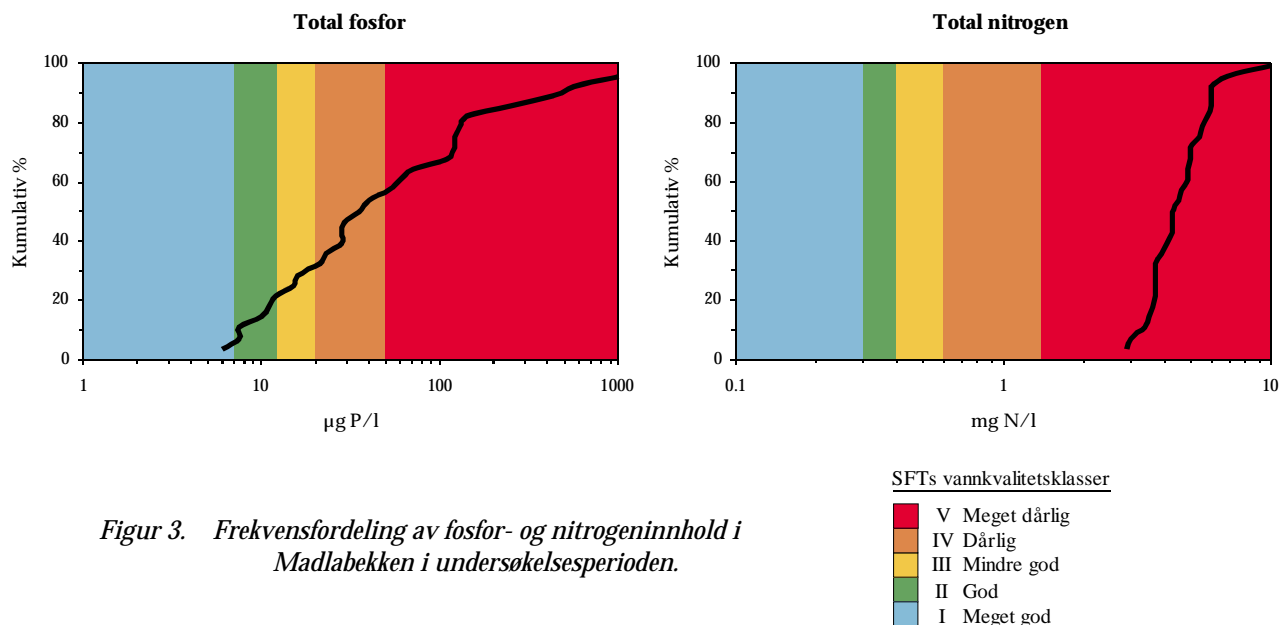
fra 6  $\mu\text{g P/l}$  på det laveste i september 2000 til 1400  $\mu\text{g P/l}$  på det høyeste i mai 1999. Den store spredningen, med et fåtall svært høye konsentrasjoner, gjør at en gjennomsnittsverdi for datasettet ikke blir en egnet størrelse for å vurdere tilstanden i bekken. Derimot kan medianverdien antas å gi et mer representativt bilde av "normaltilstanden", og denne var 38  $\mu\text{g P/l}$  når en tar med hele datasettet og 29  $\mu\text{g P/l}$  for perioden september 1999 – september 2000. Dette tilsvarer en plassering i tilstandsklasse IV ("dårlig") i SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Andersen *et al.* 1997). Konsentrasjonene varierer imidlertid over hele bredden av tilstandsklasser i SFTs system, slik det fremgår av figur 3. Her er fordelingen av alle måleresultatene fordelt kumulativt mot målt konsentrasjon, og konsentrasjonsområder for de nevnte tilstandsklassene er inntegnet.



Figur 1. Næringsstoffer i vannet i Madlabekken i undersøkelsesperioden.



Figur 2. Fosforinnhold og beregnet vannavrenning i Madlabekken i perioden januar – august 2000.



Figur 3. Frekvensfordeling av fosfor- og nitrogeninnhold i Madlabekken i undersøkelsesperioden.

Økningen i fosforinnholdet om våren/for-sommeren var betydelig, og en skal ikke under-vurdere betydningen av dette (se nedenfor). Det er grunnlag for å hevde at "representativ fosforkonsentrasjon" i Madlabekken er høyere enn det som angis av mediankonsentrasjonen, og at bekken dermed må plasseres i SFTs tilstandsklasse V ("meget dårlig") også for innholdet av fosfor.

Innholdet av nitrogen i Madlabekken var gjennomgående høyt, og det synes ikke å være tilsvarende sammenheng som for fosfor mellom konsentrasjonsnivå og avrenningsepisoder om våren (figur 1). Nitrogenet forelå dessuten i all hovedsak som løst nitrat, og innholdet av

ammonium var lavt med unntak av de to prøvene tatt i mai 1999 hvor ammonium ut-gjorde hoveddelen av nitrogenet. Det kan synes å være en svakt avtakende trend i måleperioden etter september 1999 mht. innholdet av nitrogen (nitrat), men trenden har bare en moderat statistisk sannsynlighet ( $P = 0,04$ ).

For nitrogen vil både gjennomsnittsverdi og medianverdi være representative for tilstanden i bekken, og begge angir et konsentrasjonsnivå på omlag 4,5 mg N/l som total nitrogen. Dette er høyt over grensen for tilstandsklasse V ("meget dårlig") i SFTs system, og som det fremgår av figur 3 lå samtlige måleresultater innenfor denne tilstandsklassen.



Forholdet mellom nitrogen og fosfor (N/P-forholdet) i vannet i Madlabekken kan ha betydning for hvilke algetyper som vil vokse opp i Mosvatnet. Et lavt N/P-forhold kan være medvirkende årsak til dominans av blågrønnalger i planteplanktonsamfunnene i innsjøer (Kilham & Kilham 1984; Reynolds 1984; Smith 1983). Et lavt N/P-forhold i vannet er dessuten et alminnelig trekk ved høy kloakkbelastning.

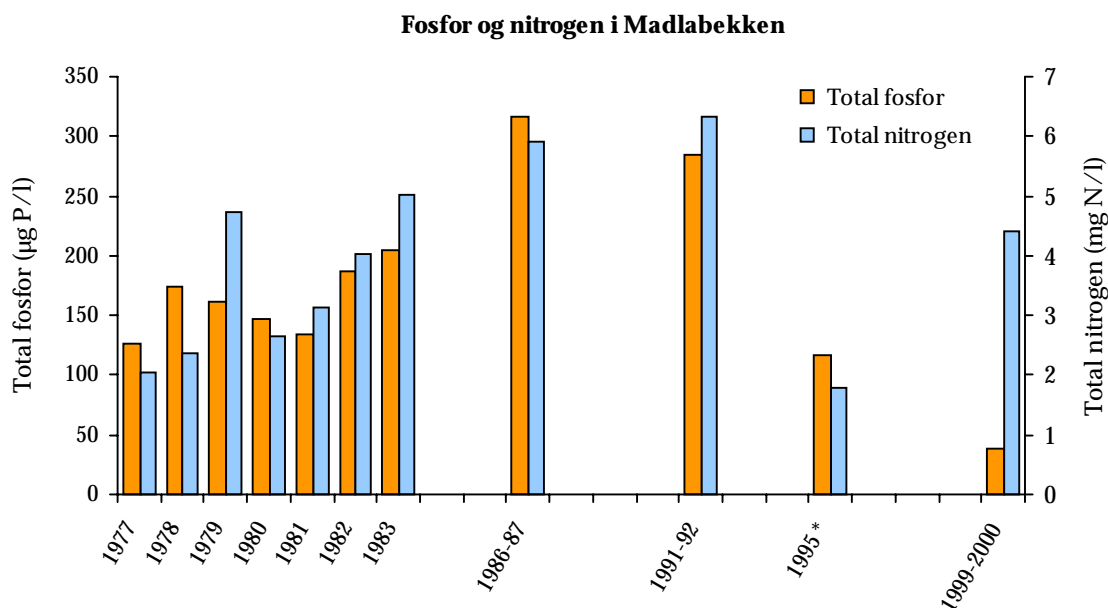
I Madlabekken var det bare om våren og forsommeren at N/P-forholdet i vannet var lavt, og dette skyldes de høye fosforkonsentrasjonene som ble funnet i denne perioden (figur 1). I en periode i månedsskiftet mai/juni i 2000 var N/P-forholdet helt nede i 5-10:1, og dette er f.eks. betydelig lavere enn grensen som Smith (1983) utledet for dominans av blågrønnalger i innsjøer (29:1). I resten av året var imidlertid N/P-forholdet høyt, og betydelig høyere enn det som ble funnet forrige gang det ble gjort tilsvarende undersøkelser (1991-92: N/P-forhold i området 15-40:1 gjennom hele året; Molversmyr 1992). Årsaken til denne endringen er at fosforinnholdet i Madlabekken er betydelig redusert i store deler av året.

### 3.2 Utviklingstrender

Årlige middelkonsentrasjoner av fosfor og nitrogen i Madlabekken i perioden fra 1977 til i dag er vist i figur 4, for de årene hvor det finnes måledata. En ser at det var økende innhold av

næringsstoffer på 1980-tallet, og dette synes å ha kulminert rundt 1990. Etter dette har det vært et betydelig avtak i fosforkonsentrasjonene, mens nitrogeninnholdet synes i mindre grad å ha avtatt. Det må påpekes at tallene for 1995 er basert på kun 2 prøver fra høsten (september og oktober), og derfor ikke trenger å være representative for forholdene i bekken dette året. For 1999-2000 er det medianverdier av samtlige målinger som er fremstilt, som særlig for fosfor må antas å gi et mer representativt bilde av tilstanden i bekken i denne perioden (se ovenfor). Men selv om en tillegger de høye fosforkonsentrasjonene om våren og forsommeren større vekt, er avtaket i fosforinnholdet gjennom 1990-tallet fortsatt tydelig (figur 4).

Økningen i næringsstoffinnholdet på 1980-tallet er antatt å skyldes økt kloakkbelastning (Sanni 1988; Molversmyr 1992). Avtakende fosforinnhold på 1990-tallet må antas å være en effekt av arbeidet som er gjort i influensområdet for å avskjære kloakktilførsler til Madlabekken. Det fortsatt høye nitrogeninnholdet i Madlabekken indikerer at det har andre hovedkilder enn tilførsler fra kloakk. Antakelig har dette nitrogenet opphav i sedimentet i det tidligere Tjensvolltjernet eller i de tidligere myrområdene omkring dette, eller også i massene i den gamle avfallsfyllingen som ble lagt her. Det kan f.eks. nevnes at det er målt høyt nitrogeninnhold, samtidig med et relativt lavt fosforinnhold, i vann fra en borebrønn for sigevann i fyllingsområdet (Tvedten 1999).



Figur 4. Årlige middelkonsentrasjoner av fosfor og nitrogen i Madlabekken. (\* Tallene fra 1995 er basert på kun to prøver, fra september og oktober.)

### 3.3 Betydning for tilstanden i Mosvatnet

Som vist var fosforkonsentrasjonene i Madlabekken lave (oftest lavere enn 30 µg P/l) og relativt stabile gjennom det meste av høsten og vinteren. Dette er et nivå for tilførselsvann som neppe vil skape alvorlige eutrofieringsproblemer i de fleste innsjøer. En skal imidlertid ikke undervurdere betydningen av de høye fosforkonsentrasjonene om våren/forsommeren. Dette er en viktig periode for utviklingen av algesamfunnet i norske innsjøer, og selv om avrenningen normalt er relativt lav i denne perioden kan en ikke se bort fra at disse fosfortilførslene kan være viktige for algeveksten i Mosvatnet. Det kan derfor være av interesse å se litt nærmere på hvilke fosformengder som tilføres fra Madlabekken.

For å kunne beregne tilførselsmengder (stofftransport) må en ha data om hvor store vannmengder de ulike prøvene representerer. Siden det ikke er gjort vannføringsmålinger i undersøkelsesperioden, er dette estimeres på følgende måte:

*Det er tatt utgangspunkt i spesifikk avrenningen for Madlabekken, som av Sanni (1988) ble anslått til 13,2 l/s-km<sup>2</sup> for et normalår. Anslaget var basert på den tidligere normalperioden (1931-1960), og oppjustert til nåværende normalperiode (1961-1990) tilsvarer dette omlag 15,3 l/s-km<sup>2</sup>. For årsperioden september 1999 – september 2000 (tidsrommet hvor det pågikk kontinuerlig prøvetaking) var nedbøren 113% av normalen (ved DNMI målestasjon på Sola), og omregnet i forhold til dette kan en anslå at avrenningen fra Madlabekken var 17,3 l/s-km<sup>2</sup> i den aktuelle perioden. Denne avrenningen er så fordelt på de ulike blandprøveperiodene, i forhold til hvor stor andel av totalnedbøren som kom i hver blandprøveperiodene. Det er også tatt hensyn til en bakgrunnsavrenning i Madlabekken på omlag 5 l/s (Sanni 1988).*

Ved denne fremgangsmåten er det beregnet at Madlabekken totalt tilførte omlag 84 kg fosfor og 2,9 tonn nitrogen i den aktuelle årsperioden. Beregningene viser dessuten at nesten halvparten av fosfortilførslene (40 kg P) kom i løpet av 2 uker i slutten av mai 2000, som en følge av at det var relativt høy vannavrenning i perioden som er representert av den svært fosforrike prøven (se figur 2). Selv om disse anslagene er omtrentlige, synes det klart at en stor andel av de årlige fosfortilførslene fra Madlabekken kan komme i den viktige perioden på forsommeren, særlig dersom det er slik at de høye fosforkonsentrasjonene er en følge av utvasking ved episodevis høy avrenning i denne perioden, slik det er antydnet ovenfor.

Disse beregningene viser i såfall at de høye fosforkonsentrasjonene på forsommeren bør

tillegges betydelig vekt, selv om de er registrert i et fåtall prøver over en kortvarig periode. Det kanskje mest representative målet for tilstanden i Madlabekken er derfor det som kan kalles "årlig vannmengdeveid middelkonsentrasjon", som finnes ved å dele den årlige stofftransporten på den totale årlige vannavrenningen. For den aktuelle årsperioden finner en da en middelkonsentrasjon av fosfor på 127 µg P/l, som vil være mer representativ for tilstanden i bekken enn både gjennomsnittskonsentrasjon og mediankonsentrasjon. Fra dette synspunktet er det klart at bekken fortsatt tilhører SFTs tilstandsklasse V ("meget dårlig").

En årlig fosfortransport på 84 kg P betyr at fosforavrenningen fra Madlabekken er mer enn halvert i forhold til det som ble funnet i 1991-92 (reduksjon på ca. 90 kg P, korrigert i forhold til antatt normal vannavrenning) (Molversmyr 1992). Reduksjonen tilsvarer forurensningsproduksjonen fra drøyt 150 personer, når en benytter beregningsgrunnlaget gitt av Bratli *et al.* (1995). For nitrogen betyr en årlig transport på 2,9 tonn N at avrenningen er redusert med om lag 30% siden undersøkelsene i 1991-92. Dette er faktisk betydelig mer enn den angitte fosforreduksjonen i samme periode, når en ser det i forhold til potensiell forurensningsproduksjon fra husholdningskloakk (Bratli *et al.* 1995). Dette er dermed også en indikasjon på at det høye nitrogeninnholdet i Madlabekken har andre kilder enn tilførsler fra kloakk.

En reduksjon i fosfortilførslene til Mosvatnet på 90 kg P/år vil nødvendigvis ha betydning for tilstanden og utviklingen i innsjøen. Teoretisk skulle denne reduksjonen kunne medføre et avtak i fosforinnholdet i innsjøen på omlag 25 µg P/l, i henhold til en modell som er utledet for grunne innsjøer ("OECD Shallow", OECD 1982) og som er antatt å passe godt for Mosvatnet (Sanni 1988). Nå ble det også funnet relativt lavt fosforinnhold i Mosvatnet i 2000 (Molversmyr 2001), men her må sedimentene fortsatt antas å være en viktig tilførselskilde som vil ha betydning for fosforinnholdet i vannet (Molversmyr 2000).

At Madlabekken nå synes å transportere betydelig mindre næringsstoffer (særlig fosfor) enn for noen år tilbake, betyr ikke at nytten av renseparken ved utløpet av bekken er borte. Denne vil fortsatt kunne redusere mengden av næringsstoffer som tilføres Mosvatnet, og særlig kunne ha betydning ved å redusere effektene av de høye fosfortilførslene som synes å kunne komme med Madlabekken om forsommeren.

### 3.4 Konklusjoner

- Det har vært et betydelig avtak i innholdet av næringsstoffer i vannet i Madlabekken de senere årene. Innholdet av fosfor er kraftig redusert siden begynnelsen av 1990-tallet, og konsentrasjonene var lave i store deler av undersøkelsesperioden i 1999-2000. Nitrogeninnholdet i bekken har i mindre grad avtatt på 1990-tallet, og er fortsatt høyt. I henhold til SFTs system for klassifisering av miljøtilstand i ferskvann, tilhører Madlabekken fortsatt den høyeste tilstandsklassen (V: "meget dårlig") for både fosfor og nitrogen.
- Innholdet av fosfor i bekken varierte likevel betydelig, og konsentrasjonene var svært høye i perioder om våren/forsommeren. Beregninger viser at en stor andel av den årlige fosfortransporten i bekken kan komme i disse periodene, og de høye konsentrasjonene bør derfor tillegges betydelig vekt.
- Beregninger viser at fosfortransporten i Madlabekken er mer enn halvert i forhold til det som ble beregnet på begynnelsen av 1990-tallet, mens nitrogenertransporten er redusert med omlag 30%. Den reduserte fosfortransporten vil potensielt ha stor betydning for tilstanden i Mosvatnet, men her må en anta at sedimentene i innsjøen fortsatt er en viktig intern tilførselskilde.
- Ved en fremtidig omlegging/reetablering av renseparken for Madlabekken, bør en spesielt legge vekt på å kunne ta hånd om den periodevis høye fosforbelastningen som synes å kunne forekomme om forsommeren.
- Tilstanden i Madlabekken bør følges opp ved nye undersøkelser etter noen år, for å kunne dokumentere om innholdet av næringsstoffer blir ytterligere redusert og for å kunne fastsette nærmere frekvensen og betydningen av periodevis forhøyet fosforbelastning om våren/forsommeren.

---

---

*Kapittel 4***REFERANSER**

---

- Andersen, J.R., J.L. Bratli, E. Fjeld, B. Faafeng, M. Grande, L. Hem, H. Holtan, T. Krogh, V. Lund, D. Rosland, B.O. Rosseland & K.J. Aanes, 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. *SFT-veiledning nr. 97:04, TA-1468/1997*.
- Bratli, J.L., H. Holtan & S.O. Åstebøl, 1995. Miljømål for vannforekomstene. Tilførselsberegninger. *SFT-veiledning 95:02, TA-1139/1995*.
- 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*.
- Molversmyr, Å., 1992. Overvåking av Mosvatnet 1991, og undersøkelser i Madlabekken 1991 og 1992. *Rogalandsforskning, rapport RF-200/92*.
- Molversmyr, Å., 2000. Oppfølgende undersøkelser i Mosvatnet 1999. *Rogalandsforskning, rapport RF-2000/113*.
- Molversmyr, Å., 2001. Overvåking av Mosvatnet 2000. *Rogalandsforskning, rapport RF-2001/083*.
- OECD, 1982. Eutrophication of waters: Monitoring, assessment and control. *OECD Eutrophication Programme – Final Report, OECD, Paris, France*.
- Reynolds, C.S., 1984. The ecology of freshwater phytoplankton. *Cambridge University Press, Cambridge: 384s*.
- Sanni, S., 1988. Tiltaksrettede undersøkelser og overvåking av Mosvatnet 1977-1987. *Rogalandsforskning, rapport RF-164/88*.
- Smith, V.H., 1983. Low nitrogen to phosphorus ratios favour dominance by blue-green algae in lake phytoplankton. *Science 221: 669-671*.
- Tvedten, S. & S. Wik, 1998. Miljøtekniske undersøkelser ved tidligere avfalls plass på Tjensvoll. *Asplan Viak, rapport 1008*.
- Tvedten, S., 1999. Sigevannsundersøkelser ved tidligere avfalls plass på Tjensvoll. *Asplan Viak, rapport HK 99103*.

---



---

## DATAVEDLEGG

---

### ANALYSERESULTATER MADLABEKKEN:

Prøvetaking Dato	Tot-P µg P/l	F-PO <sub>4</sub> µg P/l	Tot-N mg N/l	F-NO <sub>3</sub> mg N/l	F-NH <sub>4</sub> mg N/l
6.mai.1999	120	38	5,50	1,70	2,90
20.mai.1999	1400	16	11,00	0,04	7,60
6.sep.1999	71	11	6,10	5,70	0,09
20.sep.1999	28	18	7,40	6,90	0,13
4.okt.1999	29	6	3,60	3,10	0,19
18.okt.1999	16	4	4,30	3,70	0,24
3.nov.1999	15	6	5,00	4,50	0,18
15.nov.1999	23	5	4,90	4,00	0,42
6.des.1999	12	4	3,70	3,30	0,15
20.des.1999	35	5	5,40	3,70	0,77
3.jan.2000	10	3	3,90	3,40	0,49
17.jan.2000	11	4	4,30	3,50	0,61
4.feb.2000	40	4	4,30	3,80	0,32
14.feb.2000	8	4	3,70	3,20	0,35
7.mar.2000	8	8	4,60	4,00	0,25
24.mar.2000	250	6	4,90	4,60	0,07
10.apr.2000	430	15	6,00	5,70	0,07
28.apr.2000	60	40	4,50	4,30	0,05
15.mai.2000	120	25	5,80	4,70	0,02
29.mai.2000	1200	51	6,00	5,30	0,02
13.jun.2000	640	30	5,00	4,20	0,09
24.jul.2000	140	45	4,10	3,90	0,04
31.jul.2000	130	10	3,50	3,00	0,02
7.aug.2000	110	14	3,70	3,40	0,12
16.aug.2000	21	7	2,90	2,60	0,08
7.sep.2000	6	4	3,40	2,80	0,50
29.sep.2000	28	10	3,70	3,50	0,05
13.nov.2000	51	30	3,00	2,90	0,05

Aritm. middel:	179	15	4,79	3,77	0,57
Median:	38	9	4,40	3,70	0,14
Min.:	6	3	2,90	0,04	0,02
Maks.:	1400	51	11,00	6,90	7,60