



---

# Rådgivende Biologer AS

---

**RAPPORT TITTEL:**

Undersøkelse av Kolavatnet, Eikhammervatnet og Bosvatnet i Fjellvassdraget i 2003
---

**FORFATTER:**

Annie Elisabeth Bjørklund
---------------------------

**OPPDRAKSGIVER:**

Fjellvar AS, v/ Sverre Ottesen, Postboks 264, 5342 Straume
--

**OPPDRAGET GITT:**

Juni 2003
-----------

**ARBEIDET UTFØRT:**

juni 2003- desember 2003
--------------------------

**RAPPORT DATO:**

22. desember 2003
-------------------

**RAPPORT NR:**

674
-----

**SIDETALL:**

39
----

**ISBN NR:**

ISBN 82-7658-230-3
--------------------

**EMNEORD:**

Vannkvalitet Eutrofiering Fjell kommune
---

**SUBJECT ITEMS:**

<p>RÅDGIVENDE BIOLOGER AS Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen Foretaksnummer 843667082-mva Internett : <a href="http://www.radgivende-biologer.no">www.radgivende-biologer.no</a> Telefon: 55 31 02 78      Telefaks: 55 31 62 75    e-post: <a href="mailto:post@radgivende-biologer.no">post@radgivende-biologer.no</a></p>
---

## FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Fjell kommune, undersøkt de tre nederste innsjøene i Fjellvassdraget i 2003. Overvåkingen i 2003 er den sjette i en serie årlige slike undersøkelser, og alle de tre innsjøene har vært undersøkt tidligere. Undersøkelsene bygger opprinnelig på en kartlegging av ferskvannsresipientene i Fjell (Bjørklund og Johnsen 1994), som innbefattet beskrivelse av tilstand i vassdragene ut fra foreliggende opplysninger, samt teoretiske beregninger av næringssalttilførsler til samtlige aktuelle ferskvannsresipienter i kommunen.

Målsettingen med den foreliggende resipientundersøkelsen har vært å beskrive utviklingen i de tre innsjøene i forbindelse med gjennomført kloakksanering i feltet. Innsjøene er undersøkt i forhold til virkningen av fire typer tilførsler; tilførsler av tarmbakterier, av plantenæringsstoffer, av lett nedbrytbart organisk materiale og av partikler. Rapporten er derfor strukturert i forhold til disse forholdene.

I tillegg til den foreliggende resipientundersøkelsen er det utarbeidet en egen oversikt over forurensningstilførsler av tarmbakterier til vassdragene i kommunen (Bjørklund 2003), samt undersøkelse av tre marine resipienter (Brekke mfl 2003). Der er 25 vassdrag undersøkt på i alt 33 steder for å lokalisere eventuelle tilførsler av tarmbakterier. Også den undersøkelsen er i 2003 gjennomført for sjette gang.

De vannkjemiske analysene er utført av Chemlab Services AS. Algeprøvene er bearbeidet av cand. real. Nils Bernt Andersen. Sissel Storebø ved Fylkesmannens Miljøvernavdeling har ved en anledning deltatt i feltarbeidet.

Rådgivende Biologer AS takker Fjellvar AS ved Sverre Ottesen for oppdraget.

Bergen, 22.desember 2003

## INNHold

Forord.....	2
Innhold .....	2
Sammendrag.....	3
Innledning.....	4
SFT sitt klassifiseringssystem .....	6
Undersøkelsen i 2003 .....	7
Fjellvassdraget.....	8
1. Kolavatnet .....	9
2. Eikhammervatnet .....	16
3. Bosvatnet.....	23
Vedleggstabeller .....	29
Referanser.....	38

## SAMMENDRAG

*BJØRKLUND, A.E., 2003. Undersøkelse av Kolavatnet, Eikhammervatnet og Bosvatnet i Fjellvassdraget i 2003. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 674, 39 sider, ISBN 82-7658-230-3.*

Fjell kommune er, i forbindelse med sin utslippstillatelse, pålagt å gjennomføre kontinuerlig overvåking av kommunens resipienter. Rådgivende Biologer AS har i den forbindelse gjennomført resipientundersøkelser i Kolavatnet, Eikhammervatnet og Bosvatnet i Fjellvassdraget i 2003. Innsjøene er også vurdert i henhold til miljømålene for vassdrag i Fjell kommune (Johnsen 1998).

**Kolavatnet** hadde best vannkvalitet av de tre undersøkte innsjøene (**tabell 1**). Innsjøen var middels næringsrik, og hadde et høyt innhold av tarmbakterier i perioder med mye nedbør. Fosfortilførslene var lave, bare halvparten av innsjøens tålegrense. Innholdet av organisk stoff var høyt, og fra august var bunnvannet oksygenfritt. Det ble likevel ikke påvist indre gjødsling. Kolavatnet hadde lavere fosforkonsentrasjoner enn ved undersøkelse i 2000, men både algemengdene og innholdet av organisk stoff var høyere enn den gangen. Graving i det lokale nedbørfeltet har trolig hatt betydning for vannkvaliteten i 2003.

**Eikhammervatnet** hadde dårligst vannkvalitet av de tre innsjøene (**tabell 1**). Innsjøen var alltid forurenset av tarmbakterier, og forurensningen var størst i nedbørperioder. Innholdet av næringsstoffer var høyt, og fosfortilførslene var dobbelt så store som innsjøens tålegrense. Innholdet av organisk stoff var også høyt, og førte til oksygenfritt bunnvann og indre gjødsling store deler av sjikttingsperioden. Det er flere mulige forurensningskilder til Eikhammervatnet. Arealavrenning fra gjødslet mark og fra landbruksområder med husdyrmøkk er en aktuell kilde. I tillegg har Fjell kommune sitt kloakkrensaneanlegg avløp til Eikhammervatnet, som slipper ut omtrent 33 kg fosfor eller omtrent 10 % av de totale årlige tilførslene til vassdraget. En tredje viktig kilde er utløsning av fosfor fra innsjøens egne sedimenter (indre gjødsling). Fosforinnholdet i innsjøen var lavere enn i 1998, men algemengdene var likevel større. Det var ingen vesentlige endringer med hensyn på andre parametre.

**Bosvatnet** hadde en vannkvalitet som i hovedsak gjenspeilte vannkvaliteten i Eikhammervatnet (**tabell 1**). Innsjøen var næringsrik og hadde fosfortilførsler som var 40 % høyere enn tålegrensen. Innholdet av organisk stoff var høyt, og fra midten av august var det oksygenfritt under 10 meters dyp. Tilstanden i 2003 var noe dårligere enn i 2000, men forskjellene var ikke signifikante.

**Tabell 1.** Tilstandsklassifisering (i henhold til SFT 1997) av de tre undersøkte innsjøene i Fjell kommune i 2003.

Lokalitet	Nærings-salter	Organisk stoff	Tarmbakterier	Turbiditet
Kolavatnet	III	IV	IV	II
Eikhammervatnet	IV	IV	IV	II
Bosvatnet	IV	IV	III	II

De tre innsjøene har et artsrikt dyreplanktonsamfunn, med flest arter men lavest tetthet i Kolavatnet. Nedover i vassdraget avtar artsrikheten noe men tettheten øker på grunn av økende næringsrikhet. Dyreplanktonsamfunnet i innsjøene har en begrenset evne til å regulere algemengdene, og arts-sammensetningen tyder på et moderat beitepress fra fisk.

## INNLEDNING

Alle vassdrag mottar tilførsler av næringsstoff, organisk stoff, tarmbakterier og partikler ved naturlig avrenning fra nedbørfeltet. Fra nedbørfelt som ikke er vesentlig påvirket av menneskelige aktiviteter, vil disse tilførslene være relativt små, men de vil likevel variere avhengig av nedbørfeltets beskaffenhet. Avrenning fra høyfjellsområder vil naturlig nok gi mindre tilførsler enn avrenning fra områder med rikt jordsmonn og mye vegetasjon.

Mange vassdrag er imidlertid også påvirket av tilførsler fra for eksempel kloakk, jordbruksaktivitet og husdyrgjødsel. Økte tilførsler av næringsstoff, organisk stoff og tarmbakterier er ofte et resultat når slike tilførselskilder dominerer i nedbørfeltet (Holtan & Åstebøl 1990).

Virkingen av næringsalter beror i stor grad på tilførslene av fosfor, men også nitrogen kan ha stor betydning. Med hensyn på fosfor finnes det gode modeller for å vurdere sammenhengen mellom slike tilførsler og deres effekt i innsjøene (Vollenweider 1976; Rognerud m.fl. 1979; Berge 1987). Fosfor er det næringsstoffet som vanligvis er begrensende for algevekst i våre innsjøer. Kloakk, husdyrmøkk, avrenning fra gjødslede områder, siloutslipp osv. har et adskillig høyere fosforinnhold enn avrenning fra fjell, myr og skog (Holtan og Åstebøl 1990).

I næringsrike og "gjødslete" innsjøer er forutsetningene tilstede for økte algemengder med innslag av mer næringskrevende algetyper som blant annet en del blågrønnalger (Brettum 1989). I særlig næringsrike innsjøer, der det er store tilførsler av næring utover hele sommeren, kan en få ekstreme oppblomstringer av blågrønnalger. I stille vær kan disse algene flyte opp slik at innsjøene farges kraftig grønne. Dette er kjent som "algeblomst".

Også tilførsler av organisk materiale kan ha stor betydning for miljøkvaliteten i innsjøer. Slike tilførsler kan komme fra både naturlige og menneskeskapt eksterne kilder i nedbørfeltet, eller fra innsjøens egen biologiske produksjon av planter, alger og dyr (Holtan & Åstebøl 1990). Slike tilførsler deles i to hovedgrupper, humus-stoffer og andre. Humusstoffene er tungt nedbrytbare i vann og stammer hovedsakelig fra skog og myrområder. De andre er lettere nedbrytbare, og har en rask biologisk omsetning. Omfang av tilførsler av organisk stoff til innsjøer vil både kunne måles i vannprøver fra overflatevannet, men det vil i hovedsak påvirke forholdene i dypvannet i sjiktede innsjøer. Organisk stoff synker mot bunnen der det vil brytes ned. Slik nedbryting er oksygenkrevende og oksygeninnholdet i dypvannet vil gradvis avta. Innsjøer med et lite dypvannsvolum vil ha begrensede mengder oksygen tilgjengelig, og dersom tilførslene er større enn mengden tilgjengelig oksygen vil det resultere i helt oksygenfritt dypvann (Johnsen mfl. 1985).

Det største problemet knyttet til oksygenfritt dypvann i innsjøer er "indre gjødsling". Når det har vært oksygenfritt vann over sedimentene en tid, vil forholdet mellom toverdige og treverdige jern endres slik at bindingen av fosfor i sedimentet opphører (Wetzel 1975). Da vil betydelige mengder av det tidligere sedimenterte fosforet bli frigitt til vannmassene som biotilgjengelig fosfat, og konsentrasjonene av fosfor i dypvannet kan være både 10 og 100 ganger høyere enn i overflatevannet (Johnsen mfl. 1985). I slike innsjøer vil "indre gjødsling" kunne utgjøre en vesentlig del av de samlede tilførslene (Bjørklund og Johnsen 1995a), og en kan komme inn i en ond sirkel med stadig økende næringsinnhold og algemengder.

Dyreplankton er en vesentlig del av innsjøenes økosystem, og i et balansert system vil dyreplanktonet bestå av store, effektive vannlopper som er i stand til å beite på algene og holde mengdene nede. Dersom store mengder planktonspisende fisk finnes i en innsjø, vil disse fjerne de store dyreplanktonartene, og algene kan ikke lenger kontrolleres. Det samme vil kunne skje dersom næringstilførslene og produksjonsgrunnlaget for algene er for stort. Da vil ikke dyreplanktonet greie å kontrollere algene, som i tillegg vil kunne domineres av "uspiselige" alger som blågrønnalger. Et balansert økosystem kan således takle en større næringsbelastning og likevel opprettholde akseptabel vannkvalitet, i motsetning til et ubalansert system som fort vil kunne få store algeoppblomstringer med økende innslag av blågrønnalger (Sommer m.fl. 1986).

Virkningen av ulike tilførsler varierer avhengig av mange lokale forhold, men vannutskiftingshyppigheten i innsjøene er en avgjørende faktor (Vollenweider 1976). Store vanntilførsler og dermed hyppig utskifting av innsjøens vannmasser, virker fortynnende på tilførslene. En innsjø med hyppig vannutskifting kan derfor tåle "større" tilførsler enn en tilsvarende innsjø med "sjeldnere" vannutskifting (Vollenweider 1976; Rognerud m.fl. 1979; Berge 1987).

En annen viktig faktor er hvorvidt det dannes temperatursjiktning i innsjøen. Oppvarming av overflatevannet om sommeren vil føre til tetthetsforskjeller i forhold til det kaldere dypvannet, og det kalde og tyngre bunnvannet vil bli liggende i ro. Omrøring og vanngjennomstrømming skjer da kun i overflatevannmassene over sprangsiktet. Denne tilstanden opprettholdes helt til overflatevannet blir avkjølt igjen på høsten. Da brytes sjiktningen og en får full omrøring av hele vannmassen igjen. Dette er det vanligste mønsteret i norske innsjøer; det er kun i små grunne innsjøer eller innsjøer med stor vanngjennomstrømming slik stabil temperatursjiktning ikke vil etablere seg. Sjiktede innsjøer med et lite dypvannsvolum vil være mer følsomme for tilførsler enn sjiktede innsjøer med et stort dypvannsvolum og innsjøer som ikke har sjiktning.

Når en innsjø mottar store tilførsler av både næringsstoff og organisk stoff, er det viktig å kunne vurdere risiko for videre utvikling i den prosess som kalles "eutrofiering", eller økning i næringsrikhet og algemengde. Et slikt "eutrofieringsforløp" i innsjøer kan beskrives med tre faser ettersom økosystemet responderer på økende fosforbelastning:

- 1) **Begynnende eutrofiering**  
Kjennetegnes ved økt produktivitet i alle ledd i innsjøens næringspyramide grunnet økte næringstilførsler (positiv "bottom-up"-effekt). Men den økende algemengden holdes noenlunde under kontroll av den samtidig økende dyreplanktonmengden (negativ "top-down"-effekt), slik at algemengdene bare øker sakte under økologisk likevekt.
- 2) **Fare på ferde**  
Algetyper som ikke er spiselige av dyreplanktonet begynner å dominere, og algemengdene øker derfor raskere. Større mengder alger synker til bunns og råtner under forbruk av oksygen, og oksygenfrie forhold med indre gjødsling kan begynne.
- 3) **Kritisk fase**  
Råttent bunnvann med omfattende indre gjødsling gir store algemengder, der algeoppblomstringer med giftige blågrønnalger kan dominere.

## SFT SITT KLASSIFISERINGSSYSTEM

SFT har utviklet enkle system for vurdering av miljøkvalitet i ferskvann, der en klassifiserer de ulike miljøforhold i innsjøer med hensyn på en del standard parametre (SFT 1989, 1992, 1997). Dette er utarbeidet med en generell tilnærming, slik at en ved undersøkelser av innsjøer i utgangspunktet skal søke å fange opp de fleste sannsynlige miljøpåvirkninger. Det gir miljøforvaltningen mulighet for bygge på en standard tilnærming til aktuelle problemstillinger i slike innsjøer, og dette system og klassifisering er selvsagt benyttet i foreliggende overvåkingsrapport.

Dette klassifiseringssystemet for vannkvalitet har tre hovedfunksjoner, og er vist i tabellen nedenfor:

- Det angir rammer og omfang av prøvetaking, slik at dette blir standardisert
- Det angir rammer for klassifisering av de ulike miljøforholdene på en skala fra I= «Meget god» til V = «Meget dårlig». Hver parameter har sitt unike sett av kriterier for inndeling i klasser, og parametere som er uthevet tillegges særlig vekt ved klassifiseringen.
- Det angir også virkning av seks ulike typer tilførsler til innsjøene, karakterisert ved en eller flere fysiske, kjemiske og/eller biologiske parametere som kan måles eller beregnes.

Tilførsler av:	Parametere:	Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Nærings- salter	Total fosfor, F g/l	< 7	7-11	11-20	20-50	> 50
	Klorofyll a, F g/l	< 2	2-4	4-8	8-20	> 20
	Primærproduksjon, g C/m <sup>2</sup> /år	< 25	25-50	50-90	1-290-150	> 150
	Total nitrogen, F g/l	< 300	300-400	400-600	600-1200	> 1200
Organiske stoffer	Total organisk karbon, mg C/l	< 2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	> 15
	Fargetall, mg Pt/l	< 15	15-25	25-40	40-80	> 80
	Oksygeninnhold, mg O <sub>2</sub> /l	> 9	6,5-9	4-6,5	2-4	< 2
	Oksygenmetning, %	> 80	50-80	30-50	15-30	< 15
	Siktedyp, m	> 6	4-6	2-4	1-2	< 1
	Kjemisk oksygenforbruk, mg O <sub>2</sub> /l	< 2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	> 15
	Jern, F g/l	< 50	50-100	100-300	300-600	> 600
Mangan, F g/l	< 20	20-50	50-100	100-150	> 150	
Forsurende stoffer	Alkalitet, mmol/l	> 0,2	0,05-0,2	0,01-0,05	< 0,01	0,00
	pH	> 6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	< 5,0
Partikler	Turbiditet, F.T.U.	< 0,5	0,5-1	1-2	2-5	> 5
	Suspendert stoff, mg/l	< 1,5	1,5-3	3-5	5-10	> 10
	Siktedyp, m	> 6	4-6	2-4	1-2	< 1
Tarm- bakterier	Termostabile koliforme bakterier, ant./100 ml	< 5	5-50	50-200	200-1000	> 1000

I undersøkelsesopplegget for Fjell kommune i 2000 har vi vurdert virkningene av tilførsler av næringsstoff, organisk stoff, tarmbakterier og turbiditet. Virkning av forsurende stoffer og tungmetaller (som opplegget også dekker opp), kommer ikke inn under rammene for denne rapporten.

## UNDERSØKELSEN I 2003

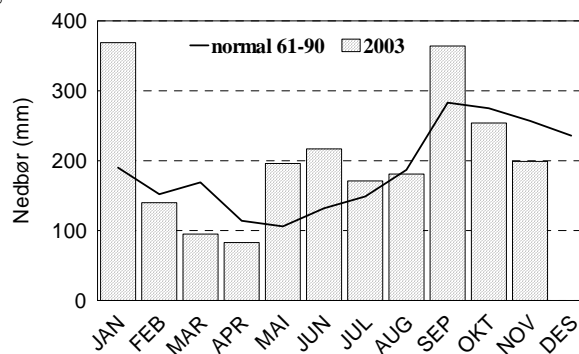
### PRØVETAKING

I 2003 ble de tre nederste innsjøene i Fjellvasdraget undersøkt; Kolavatnet, Eikhammervatnet og Bosvatnet. Det ble tatt seks prøver i perioden juni til oktober, og både fysiske-, kjemiske- og biologiske parametere ble analysert. På bakgrunn av dette er tilstanden med hensyn på tarmbakterier, næringstilførsler, tilførsler av organisk materiale og partikkelinnhold vurdert, og innsjøene ble klassifisert i henhold til SFT sitt klassifikasjonssystem (SFT 1997).

### VÆRFORHOLD

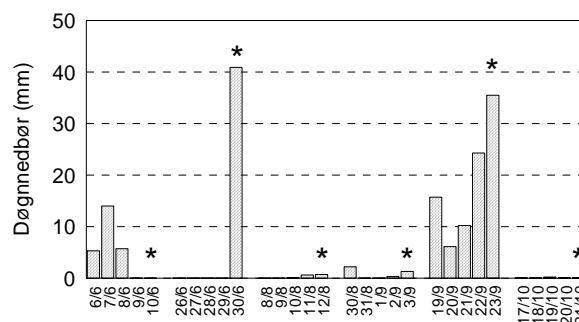
Nedbørmengdene i 2003 var preget av spesielt store nedbørmengder i januar og september (**figur 1**). I undersøkelsesperioden, på målestasjonen ved Bergen Florida, var det mer nedbør enn normalt i juni og september, de andre månedene var nedbørmengdene omtrent som normalt eller bare litt lavere.

**Figur 1.** Månedlige nedbørmengder i 2003 (søyler) og normalnedbøren i perioden 1961-1990 (linje) ved Bergen-Florida. Data er hentet fra det Norske Meteorologiske Institutt. Rapporten ble trykket før data for desember kunne hentes inn.



I 2003 var det mye nedbør i dagene like før og under prøvetakingene i slutten av juni og i slutten av september, men ellers var det lite eller ingen vesentlig nedbør ved innsamlingene (**figur 2**). Temperaturmessig var perioden juni til september varmere enn normalt, spesielt i juli da det var 3-4 °C varmere enn normalen er for denne måneden. Bare oktober var kald, med gjennomsnittstemperatur 2 – 3 °C under normalen for måneden.

**Figur 2.** Døggnedbør ved Bergen-Florida de fem siste døgn før prøvetakingene. Nedbøren er målt på angitte dato kl. 07/08 og er falt i løpet av de foregående 24 timene. Data er hentet fra det Norske Meteorologiske Institutt. \* = prøvetaksdato.

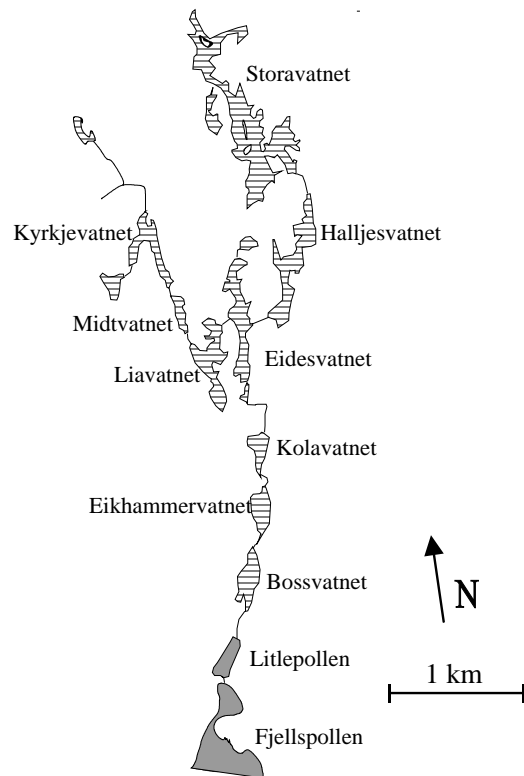


## FJELLVASSDRAGET

Alle de tre undersøkte innsjøene tilhører Fjellvassdraget, som ligger sentralt i Fjell kommune og har utløp sørover til Littlepollen. Vassdraget er det største i kommunen og består av to hovedgreiner som renner sammen i Eidesvatnet. Det er i alt 10 større eller mindre innsjøer i dette vassdraget, der de tre undersøkte ligger nederst (**figur 3**). Nedslagsfeltet er på 6,5 km<sup>2</sup>, og berggrunnen i de øvre deler domineres av granitt og gneis, mens den i de nedre deler, fra sørenden av Liavatnet, hovedsakelig består av amfibolitt og grønnskifer. I de nedre deler er det også løsmasseavsetninger, og dette gir denne regionen et atskillig bedre jordsmonn enn det en ellers finner i kommunen. I de øvre deler finnes hovedsakelig lyngkledde bergknauser, mens det er skog og jordbruksdrift i de nedre deler av nedslagsfeltet.

Vassdraget ligger i et område med årlig middelavrenning på 40 liter pr. sekund pr. km<sup>2</sup> (NVE 1987) og vassdragets middelvannføring ved utløp til sjø er på 308 liter pr. sekund eller 9,7 millioner m<sup>3</sup> pr. år. Innsjøene utgjør en forholdsvis stor andel av nedslagsfeltet, slik at det vanligvis vil være relativt stabil vannføring nederst i vassdraget, selv i tørkeperioder

Bosetting og landbruk finnes hovedsakelig langs de nedre deler av vassdraget. Nord i vassdraget er det kun to hus og ett gårdsbruk som drenerer til Kyrkjevatnet. I Fjell er det et fullverdig renseanlegg, men det er kun knyttet 10-12 abonnenter til anlegget i dag. Renseanlegget ligger ved Kolavatnet, men har utløp til Eikhammervatnet. For tidligere omtale og vurdering av vassdraget se Johnsen og Bjørklund (1993) og Bjørklund og Johnsen (1994). Vassdraget er også undersøkt i 1994 (Bjørklund og Johnsen 1995). Undersøkelser som kun omfatter enkeltinnsjøer er referert til under de aktuelle omtalene.



**Figur 3.** Kart over Fjellvassdraget.



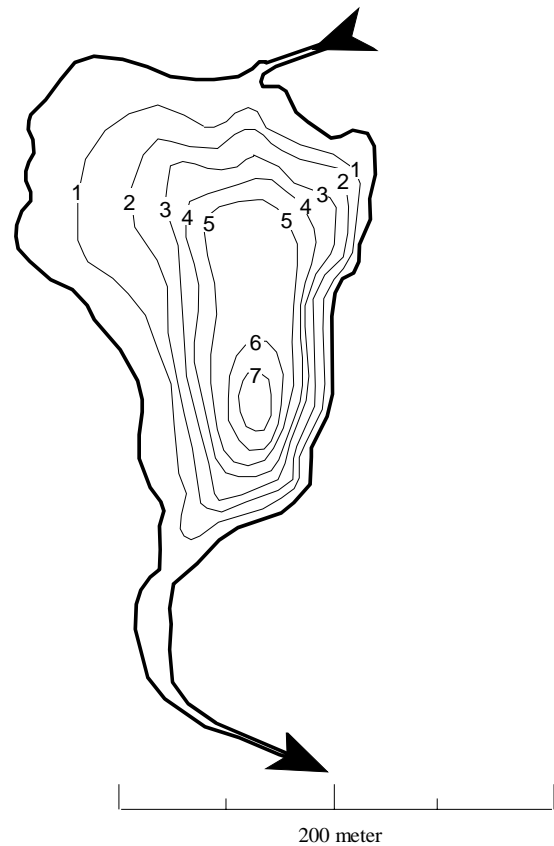
# 1. KOLAVATNET

Kolavatnet (KM 932 947) er den øverste av de tre undersøkte innsjøene i Fjellvassdraget (**figur 3**) Innsjøen ligger ca. 10 meter over havet, og har et nedbørfelt på 4,6 km<sup>2</sup>. Rundt Kolavatnet er det også en del bebyggelse, og det er nettopp anlagt et nytt boligfelt like ved innsjøen.

Kolavatnet er liten og grunn og har stor vannutskifting (**tabell 1.1**). Maksimumsdypet er på bare 7 meter, og gjennomsnittsdypet er på 2,4 meter. Med en tilrenning på 5,8 mill. m<sup>3</sup> pr. år og et innsjøvolum på 0,066 mill. m<sup>3</sup>, har Kolavatnet en teoretisk vannutskifting hver fjerde dag. Innsjøen er tidligere undersøkt i 1994 (Bjørklund og Johnsen 1995) og i 2000 (Bjørklund og Brekke 2001).

**Tabell 1.1.** Morfologiske og hydrologiske data for Kolavatnet.

Tilrenning (mill.m <sup>3</sup> /år)	Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	Volum (mill. m <sup>3</sup> )	Maksimumsdyp (meter)	Gjennomsnittsdyp (meter)	Vannutskifting (ganger/år)
5,80	0,028	0,066	7	2,4	87,9

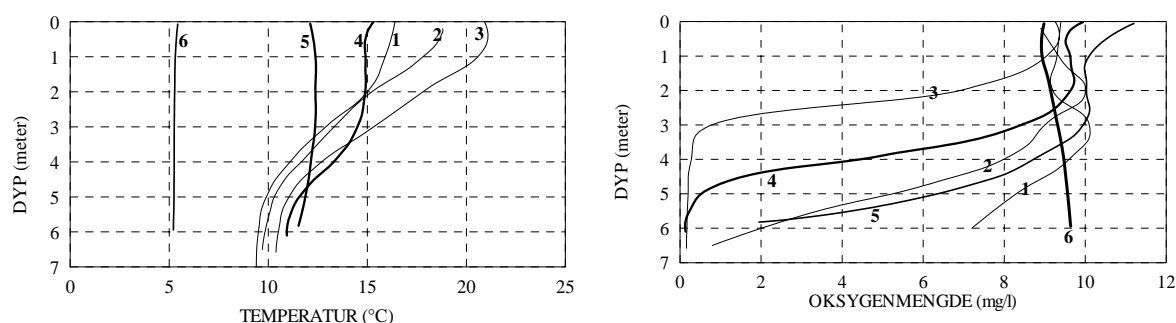


**Figur 1.1.** Dybdekart av Kolavatnet.

# TILSTANDEN I KOLAVATNET 2003

## TEMPERATUR- OG OKSYGENPROFILER

Kolavatnet er en liten og grunn innsjø. Det var temperatursjiktning i innsjøen fram til slutten av september (**nr. 5 i figur 1.2**). Da kom store nedbørmengder, som ga stor tilrenning og omrøring i innsjøen. Oksygenforbruket i dypvannet var høyt, og fra midten av august var hele vannvolumet under sprangsjiktet oksygenfritt. Da hadde bare de tre øverste meterne i vannsøylen oksygenrikt vann (**nr. 3 i figur 1.2**). Etter hvert som temperatursprangsjiktet sank ble også volumet med oksygenrikt vann større, og i oktober var det oksygen i hele vannsøylen. På grunnlag av det lave oksygeninnholdet klassifiseres Kolavatnet i tilstandsklasse V med hensyn på oksygeninnhold.

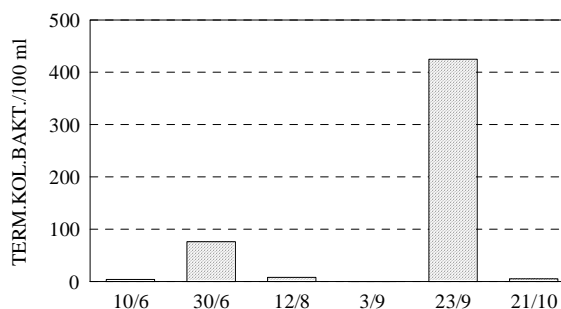


**Figur 1.2.** Temperatur- og oksygenprofiler i Kolavatnet i perioden juni til oktober 2003 (**vedleggstabell 2**). Målingene er utført med en YSI 600 XLM med nedsenkbar sonde og gjort ved innsjøens dypeste punkt. Målingene er nummerert fra 1 til 6 etter rekkefølgen de er tatt i, og viser rekkefølgen på målingene gjennom sesongen. Datoen for målingene er oppgitt i **vedleggstabell 2**.

## TARMBAKTERIER

I Kolavatnet var tarmbakterieinnholdet meget varierende (**figur 1.3**). I nedbørperiodene i slutten av juni og slutten av september var tarmbakteriekonsentrasjonene høye, men ellers var konsentrasjonene atskillig lavere og stort sett ned mot det som regnes som naturtilstanden på 5 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml. Med høyeste målte konsentrasjon på 425 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml i slutten av september klassifiseres Kolavatnet i tilstandsklasse IV.

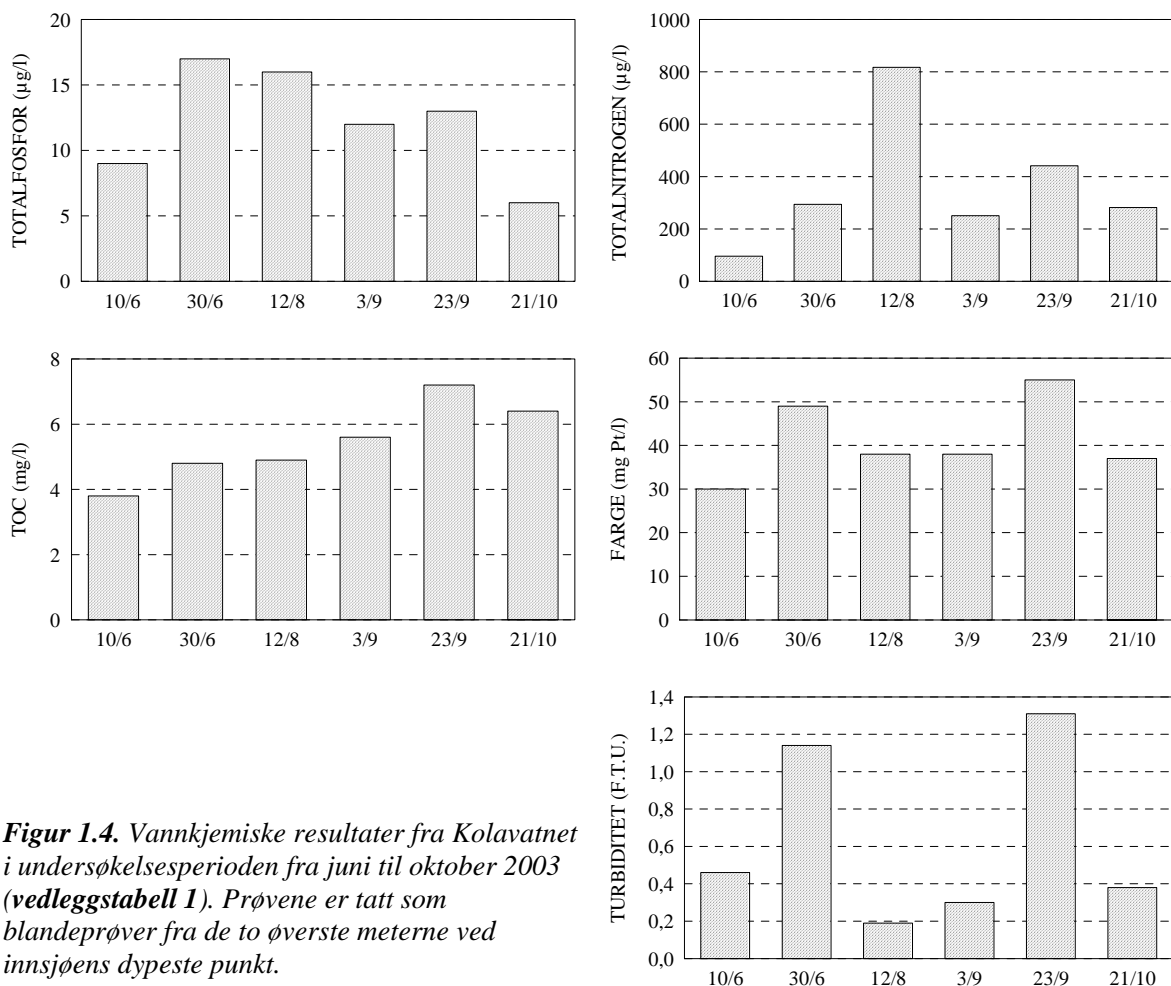
**Figur 1.3.** Innhold av termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml i Kolavatnet ved seks tidspunkter i 2003 (**vedleggstabell 1**). Prøvene er tatt på 0,2 meters dyp ved innsjøens dypeste punkt.



## VANNKJEMISKE PARAMETERER

Fosforinnholdet i Kolavatnet var relativt lavt i begynnelsen av juni og i oktober, men middels høyt ellers (**figur 1.4 øverst**). Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av totalfosfor var på 12 µg/l og innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse III for denne parameteren. Det ble ikke påvist indre gjødsling i Kolavatnet ved undersøkelsen i august. Innholdet av totalnitrogen var spesielt høyt ved prøvetakingen i august, men var ellers lavt, og med en gjennomsnittlig konsentrasjon på 364 µg N/l tilsvarte det tilstandsklasse II.

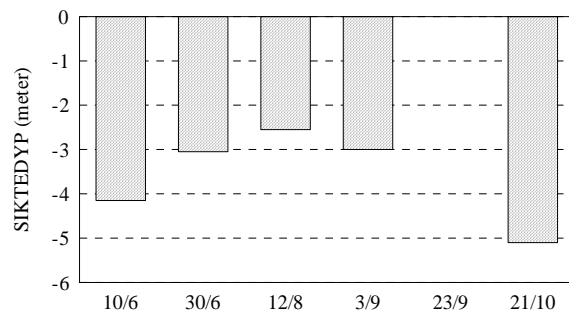
Innholdet av organisk karbon (TOC) var middels høyt med en gjennomsnittlig verdi på 5,5 mg C/l (**figur 1.4 i midten**), og det var dobbelt så høyt i bunnvannet som i overflatevannet ved prøvetakingen i august (**vedleggstabell 1**). Dette tilsvarer tilstandsklasse III. Innholdet av organisk karbon økte utover sesongen og var høyest på høsten. Fargetallet i Kolavatnet var tydelig påvirket av nedbørmønsteret, og ved mye nedbør var fargetallet adskillig høyere enn ellers, noe som trolig har sammenheng med økt tilsig fra myrområdene like ved innsjøen. Med en gjennomsnittsverdi for fargetallet på 41 mg Pt/l klassifiseres Kolavatnet i tilstandsklasse IV for denne parameteren, men verdien ligger helt på grensen til klasse III.



**Figur 1.4.** Vannkjemiske resultater fra Kolavatnet i undersøkelsesperioden fra juni til oktober 2003 (**vedleggstabell 1**). Prøvene er tatt som blandeprøver fra de to øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Turbiditeten var lav med verdier under 0,5 F.T.U. ved prøvetakingene i de nedbørfrie periodene (**figur 1.4, nederst**). I nedbørperiodene økte partikkelinnholdet noe, trolig på grunn av all byggevirkningsheten i det lokale nedbørfeltet til innsjøen. Likevel var verdiene lave og med en gjennomsnittlig turbiditet på 0,6 F.T.U. tilsvarer det tilstandsklasse II, men det ligger helt på grensen til klasse I. Kolavatnet hadde stabil pH med verdier rundt 6,7 (**vedleggstabell 1**) og ledningsevnen lå rundt 6 – 7 mS/m ved samtlige målinger bortsett fra i oktober da den var på 17 mS/m (**vedleggstabell 1**).

Siktedypet i Kolavatnet varierte mellom 2,6 m og 5,1 m (**figur 1.5**). Siktedypet var lavest i august og september og størst i oktober. Med en gjennomsnittsverdi på 3,6 m klassifiseres Kolavatnet i tilstandsklasse III med hensyn på denne parameteren.

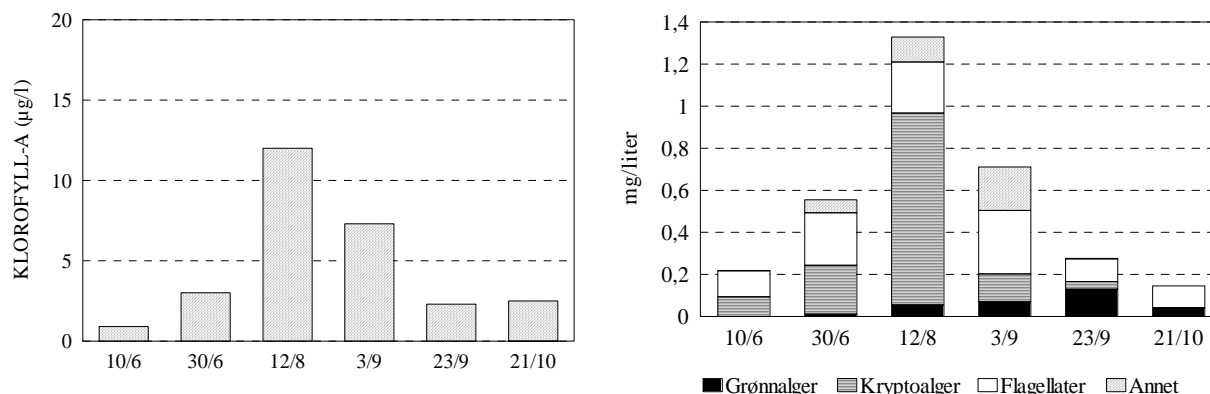


**Figur 1.5.** Siktedyp i Kolavatnet ved fem tidspunkt i 2003. Målingene er gjort ved innsjøens dypeste punkt (**vedleggstabell 1**).

## BIOLOGISKE PARAMETERE

Målingene av klorofyllinnholdet viste at det var middels høye algemengder i Kolavatnet, men klart mest alger i august (**figur 1.6**). Et gjennomsnittlig klorofyllinnhold på 4,7 µg/l tilsvarer tilstandsklasse III, men det ligger helt ned mot grensen til klasse II. Målt som algevolum, var også algemengdene middels store. Med et gjennomsnittlig algevolum på 1,07 mg/l og et største algevolum på 2,6 mg/l klassifiseres innsjøen som middels næringsrik i henhold til Brettum (1989). Både klorofyllinnholdet og algevolummålingene indikerte en algetopp i august.

Algesamfunnet var dominert av kryptoalger, med de meget vanlige slektene *Cryptomonas* og *Rhodomonas*, det meste av sesongen (**figur 1.6, vedleggstabell 3**). Algesamfunnet var relativt artsrikt, og ingen enkeltart var dominerende. I september var en grønnalge i slekten *Coelastrum* vanligst forekommende, men denne ble kun påvist i meget små mengder resten av sesongen. Blågrønnalger ble påvist i siste del av undersøkelsesperioden, men mengdene var meget små..



**Figur 1.6.** Klorofyll konsentrasjoner (til venstre) og algevolym og -typer (til høyre) i Kolavatnet ved seks tidspunkt sommeren 2003 (vedleggstabellene 1 og 3). Prøvene er tatt som blandeprøve fra de to øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Dyreplanktonsamfunnet ble undersøkt i juni og september 2003 (vedleggstabell 4). I juni dominerte vannloppen *Daphnia galeata*, mens det i september var unge stadier av hoppekreps som utgjorde hoveddelen av planktonsamfunnet. Generelt sett var dyreplanktonsamfunnet relativt artsrikt. Hjuldyrsamfunnet var dominert av de vanlige slektene *Conochilus* og *Polyarthra* og arten *Kellicottia longispina* som en også finner i de fleste innsjøene i denne regionen (vedleggstabell 4). *Keratella hiemalis* ble påvist i høye tettheter i september. Dette er en art som trives best i kald og mindre næringsrikt vann.

## VURDERING AV TILSTANDEN I KOLAVATNET

I 2003 var det en del graving i innsjøens lokale nedbørfeltet i forbindelse med etableringen av et boligfelt like ved innsjøen. I sammenheng med dette er all bebyggelsen i nærområdet nå koblet til det offentlige kloakkledningsnett.

**Tabell 1.2.** Tilstandsklassifisering (i henhold til SFT 1997) av Kolavatnet ved undersøkelser i 1994 (2 prøver), 2000 (6 prøver) og 2003 (6 prøver).

Lokalitet	Næringssalter	Organisk stoff	Tarmbakterier	Turbiditet
1994	II	III	III	-
2000	III	III	III	II
2003	III	IV	IV	II

## TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Kolavatnet var periodevis sterkt forurenset av tarmbakterier. Dette skjedde i perioder med mye nedbør, og på grunnlag av høyeste registrerte tarmbakteriekonsentrasjon klassifiseres Kolavatnet i tilstandsklasse IV. I tørre perioder ble det ikke påvist forurensninger i innsjøen utover det som regnes som naturtilstanden. Forurensningene i tørrværsperiodene er mindre enn ved de forrige undersøkelsene i 2000 (Bjørklund og Brekke 2001) og i 1994 (Bjørklund og Johnsen 1995), mens den i nedbørperioden var noe større..

Undersøkelsen tyder på at det ikke er direkte tilførsler til Kolavatnet. Det ble ikke påvist forurensning ved noen av prøvetakingene i tørrværsperiodene i 2003, noe som viser at det ikke er sannsynlig med lekkasjer på kloakkledningsnett eller direkte tilsig fra separate avløp. I nedbørperiodene ble det imidlertid påvist en del forurensning, og mulige kilder kan være arealavrenning fra områder med husdyrmøkk eller overløp på kloakkledningsnettet. Kraftigere nedbør i forbindelse med prøvetakingene i 2003 kan ha bidratt til den høyere tarmbakterieforurensning i 2003 enn ved undersøkelsen i 2000 (tabell 1.2).

## TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Kolavatnet klassifiseres samlet sett i tilstandsklasse III med hensyn på virkning av næringstilførsler. Denne totalvurderingen bygger på et middels høyt fosforinnhold (klasse III), et lavt innhold av nitrogen (klasse II) og en middels høy konsentrasjon av klorofyll a (klasse III). I 2003 var algemengder og nitrogeninnholdet høyere enn i 2000, på tross av at fosforinnholdet var lavere. Dette er vanskelig å forklare, men graving i nedbørfeltet kan være av betydning.

Fosforkonsentrasjonene i Kolavatnet var høyest midt på sommeren, men var relativt stabile. Det er derfor ingen ting som tyder på store, plutselige tilførsler. Teoretiske beregninger av fosfortilførslene til Kolavatnet i 2003 (etter modell fra Berge 1987) viste at de totale tilførslene var på nesten 80 kg dette året. Dette er bare halvparten av den beregnede tålegrensen som er på nesten 150 kg i et år med normalnedbør. Sammenlignet med beregnede tilførsler i 2000 på 230 kg er tilførslene i 2003 redusert med en tredel. Trolig har kloakksaneringen hatt en positiv effekt på vannkvaliteten.

Algemengdene i Kolavatnet var middels høye og tilsvarer det en vanligvis finner i middels næringsrike innsjøer (Brettum 1989). Algemengdene var større enn i 2000 (Bjørklund og Brekke 2001), og grønnalger utgjorde en større andel i 2003; både med hensyn på mengde og artsrikhet. En ekstra algetopp i august/september tyder også på mer næringsrike forhold. Reduserte fosfortilførsler vil vanligvis bety reduserte algemengder, men i Kolavatnet var effekten omvendt. Stabilt overflatevann med høye temperaturer i 2003 kan være en årsak .

Dyreplanktonsamfunnet var relativt artsrikt, men vannloppen *Daphnia galeata* dominerte ved begge prøvetakingene. Denne arten er en middels effektiv algespiser og kan i en viss grad regulere algemengdene i en innsjø. Arten finnes vanligvis i innsjøer med tettere fiskebestander, fordi størrelsen gjør at den ikke foretrekkes i samme grad som de større vannloppene.

## **TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF**

Kolavatnet vurderes totalt sett i tilstandsklasse IV med hensyn på virkningen av innsjøens innhold av organisk stoff. Dette bygger på et middels høyt innhold av organisk stoff (klasse III), et høyt fargetall (klasse IV), et middels bra siktedyp (klasse III) og oksygenfrie forhold i dypvannet (klasse V). Det var ingen vesentlig endring i tilstanden sammenlignet med i år 2000 (Bjørklund og Brekke 2001)..

Innholdet av organisk stoff var atskillig høyere enn tålegrensen, og det var oksygenfritt bunnvann i Kolavatnet allerede i slutten av juni. I august var hele vannmengden under temperatursprangsjiktet oksygenfritt, og det var bare de to-tre meterne over sprangsjiktet som hadde oksygenrikt vann. Etter hvert som sprangsjiktet sank utover sommeren ble mengden oksygenrikt vann naturlig nok større. Omrøring av hele vannsøylen fant sted en gang i månedsskiftet september/oktober. Det ble ikke påvist indre gjødsling i Kolavatnet.

Hovedårsaken til den dårlige tilstanden i Kolavatnet er at innsjøen har et lite vannvolum under sprangsjiktet, og det skal derfor svært lite til før oksygenet brukes opp. Når det både er mye vannplanter i innsjøen, samt at det i tillegg er tilsig av myrstofer, forbrukes oksygenet når alt dette organiske materialet brytes ned. Kolavatnet vil kunne ha dårlig tilstand med hensyn på oksygeninnhold på grunn av dette alene. Med TOC-verdier tilsvarende tilstandsklasse III er det dermed ingen grunn til å anta at det er store menneskeskapte tilførsler av organisk stoff til Kolavatnet. Ved undersøkelsene i 2003 kan en imidlertid ikke utelukke at de ekstra tilførsler fra gravearbeidene i nedbørfeltet likevel kan ha medført en ekstra belastning.

## **PARTIKKELINNHold**

Kolavatnet hadde et middels høyt innhold av partikler ved denne undersøkelsen, og klassifiseres i tilstandsklasse II.

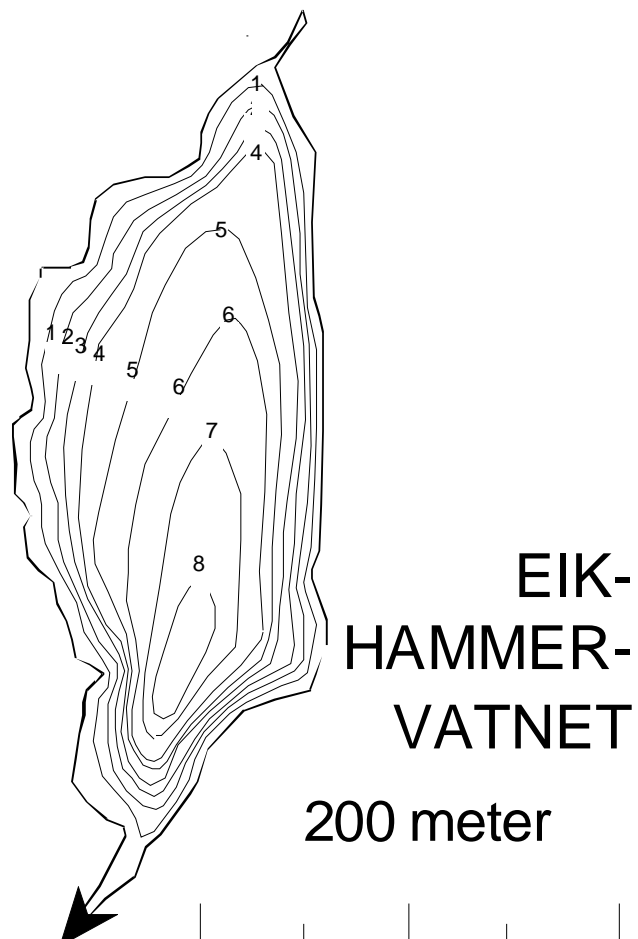
## 2. EIKHAMMERVATNET

Eikhammervatnet (KM 932 942) ligger nedstrøms Kolavatnet og er den nest nederste innsjøen i Fjellvassdraget (**figur 1**). Innsjøen ligger 5 meter over havet og har et nedbørfelt på 5,4 km<sup>2</sup>. Innsjøen mottar avrenning fra Fjell kommune sitt kloakkrenseanlegg.

Innsjøen er liten og grunn med et maksimumsdyp på bare 8 meter og et gjennomsnittsdyp på 4 meter (**tabell 2.1**). Dette gjør at vannskiftningen er stor. Med en tilrenning på 6,8 mill. m<sup>3</sup> pr. år og et innsjøvolum på 0,156 mill. m<sup>3</sup>, skiftes vannet ut nesten en gang pr uke i gjennomsnitt. Innsjøen er tidligere undersøkt i 1994 (Bjørklund og Johnsen 1995) og i 1998 (Bjørklund 1999).

**Tabell 2.1.** Morfologiske og hydrologiske data for Eikhammervatnet.

Areal (km <sup>2</sup> )	Maks dyp (meter)	Snitt dyp (meter)	Volum (mill. m <sup>3</sup> )	Utskifting (ganger/år)	Hydr.bel. (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /år)
0,039	8	4	0,156	43,7	151,3



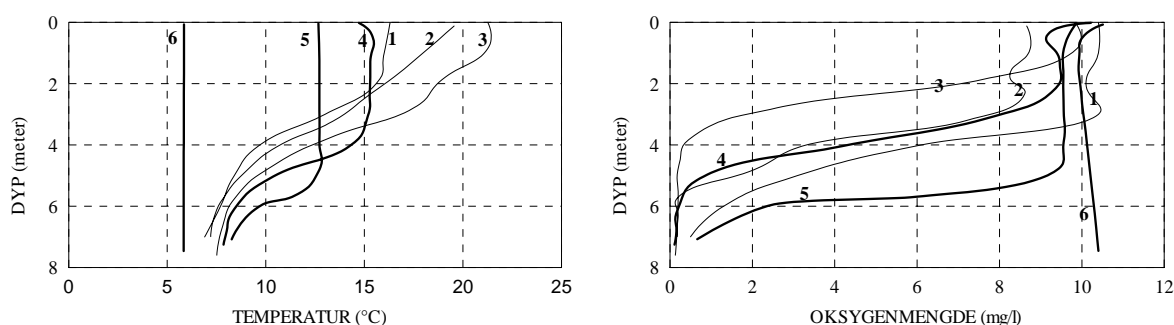
**Figur 2.1.** Dybdekart av Eikhammervatnet. Kartet er utarbeidet i forbindelse med denne undersøkelsen av Fjellvassdraget i 1994 (Bjørklund og Johnsen 1995), og er tegnet med 1 meters koter.



# TILSTANDEN I EIKHAMMERVATNET 2003

## TEMPERATUR- OG OKSYGENPROFILER

Eikhammervatnet er også en liten og grunn innsjø, men den ligger beskyttet til i forhold til vind. Det var fremdeles temperatursjiktning i innsjøen ved målingen den 21. av september (nr. 5 i figur 2.2), og omrøring fant ikke sted før en gang i oktober (nr. 6). Oksygenforbruket i dypvannet var relativt høyt, og fra midten av august var hele vannvolumet under sprangsjiktet oksygenfritt. Bare de to øverste meterne i vannsøylen hadde gode oksygenforhold (nr. 3 i figur 2.2). Etter hvert som temperatursprangsjiktet sank ble også volumet med oksygenrikt vann stadig større, men først i oktober var det oksygen i hele vannsøylen. På grunnlag av det lave oksygeninnholdet klassifiseres Eikhammervatnet i tilstandsklasse V med hensyn på oksygeninnhold.

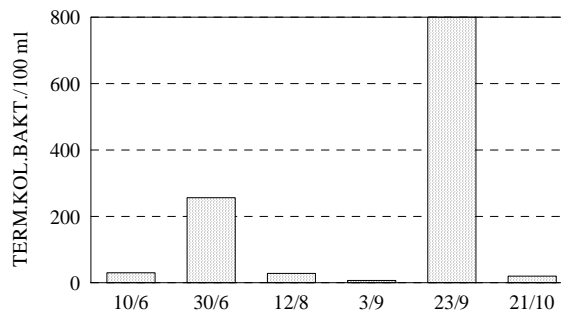


**Figur 2.2.** Temperatur- og oksygenprofiler i Eikhammervatnet i perioden juni til oktober 2003 (vedleggstabell 6). Målingene er utført med en YSI 600 XLM med nedsenkbar sonde og gjort ved innsjøens dypeste punkt. Målingene er nummerert fra 1 til 6 etter rekkefølgen de er tatt i, og viser rekkefølgen på målingene gjennom sesongen. Datoen for målingene er oppgitt i vedleggstabell 6.

## TARMBAKTERIER

I Eikhammervatnet var tarmbakterieinnholdet meget varierende (figur 2.3). I forbindelse med nedbørperiodene i slutten av juni og spesielt i slutten av september var tarmbakteriekonsentrasjonene høye. Ellers var de relativt lave og lå rundt 25 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml. Med høyeste målte konsentrasjon på 800 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml i slutten av september klassifiseres Eikhammervatnet i tilstandsklasse IV.

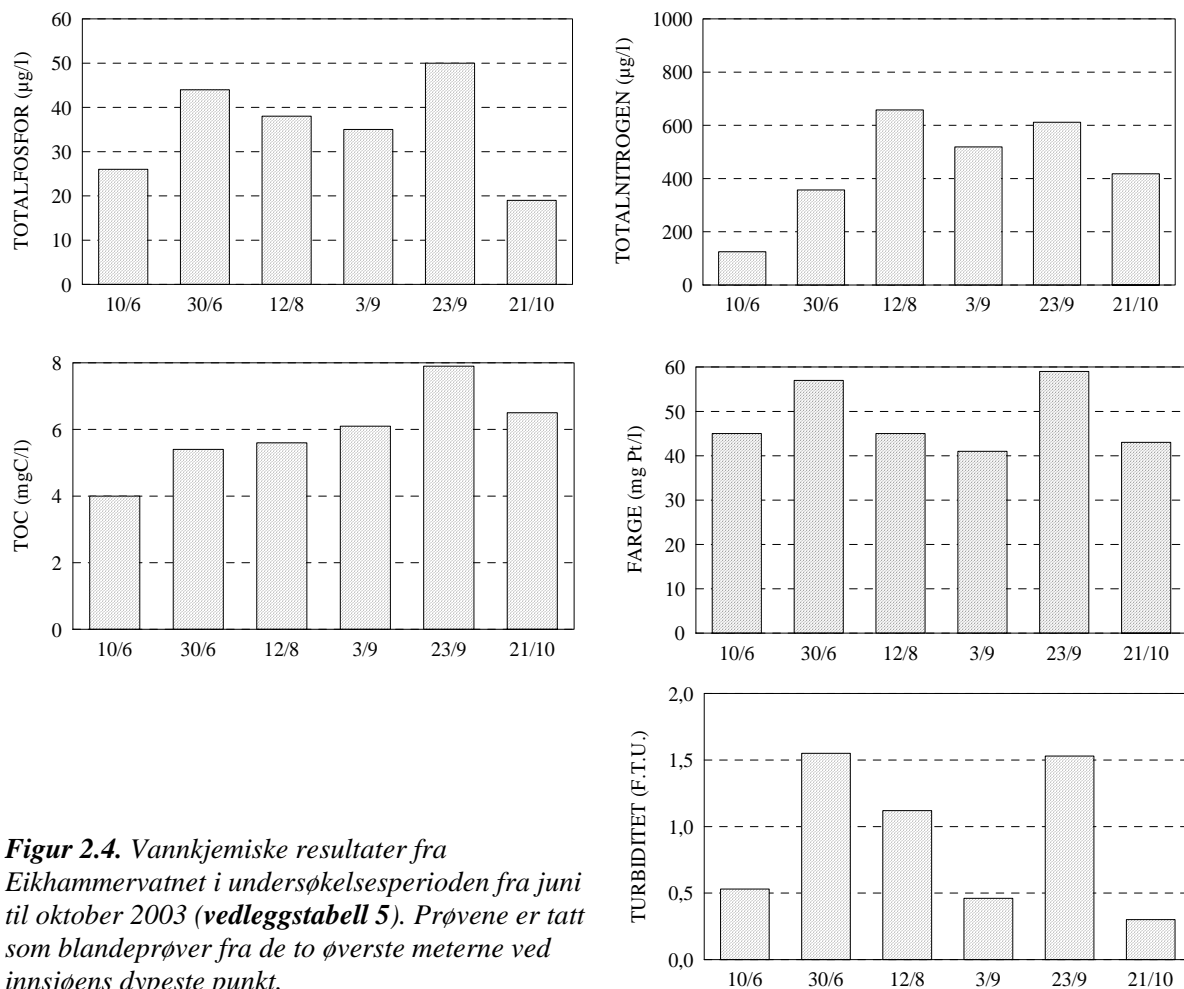
**Figur 2.3.** Innhold av termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml i Eikhammervatnet ved seks tidspunkter i 2003 (vedleggstabell 5). Prøvene er tatt på 0,2 meters dyp ved innsjøens dypeste punkt.



## VANNKJEMISKE PARAMETERE

Fosforinnholdet i Eikhammervatnet var høyt ved alle prøvetakingene, men noe høyere ved de to prøvetakingene i slutten av juni og september da det var mye nedbør (**figur 2.4 øverst**). Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av totalfosfor var på 35 µg/l og innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse IV for denne parameteren. Det var meget stor indre gjødsling i Eikhammervatnet og i midten av august ble det målt 402 µg ortofosfat/l i bunnvannet. Innholdet av totalnitrogen var middels høyt, og med en gjennomsnittlig konsentrasjon på 448 µg N/l tilsvarte det tilstandsklasse III.

Innholdet av organisk karbon (TOC) var middels høyt med en gjennomsnittlig verdi på 5,9 mg C/l (**figur 2.4 i midten**) som tilsvarer tilstandsklasse III. Innholdet av organisk karbon var høyest på høsten, og det var høyere i overflatevannet enn i bunnvannet ved prøvetakingen i august (**vedleggstabell 5**). Fargetallet var høyt, og høyest ved de to prøvetakingene i nedbørperiodene i juni og september. Det var ingen sesongmessig variasjon i fargetallet, og med en gjennomsnittsverdi på 48 mg Pt/l tilsvare dette tilstandsklasse IV.

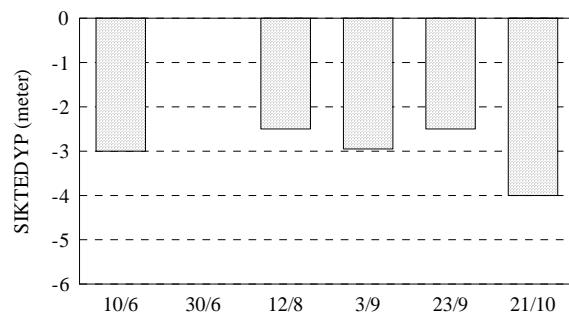


**Figur 2.4.** Vannkjemiske resultater fra Eikhammervatnet i undersøkelsesperioden fra juni til oktober 2003 (**vedleggstabell 5**). Prøvene er tatt som blandeprøver fra de to øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Turbiditeten var meget lav ved tre av prøvetakingene og middels høy ved prøvetakingene i nedbørperiodene (**figur 2.4, nederst**). Med en gjennomsnittlig turbiditet på 0,9 tilsvarer det tilstandsklasse II. Ledningsevnen var stabilt mellom 7 og 8 mS/m, men var lavere ved prøvetakingen i oktober (**vedleggstabell 5**).

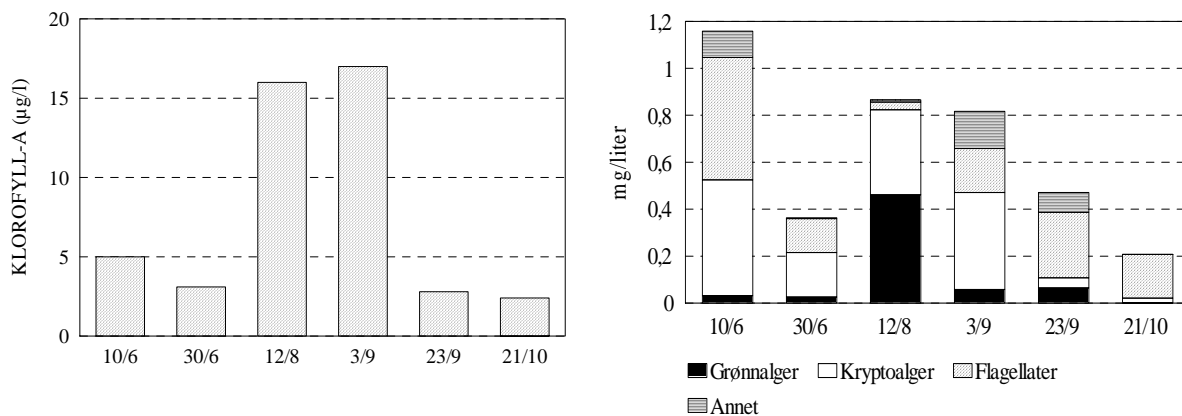
Siktedypet i Eikhammervatnet varierte mellom 2,5 m og 4,0 m (**figur 2.5**). Siktedypet var størst i oktober. Med en gjennomsnittsverdi på 3,0 m klassifiseres Eikhammervatnet i tilstandsklasse III med hensyn på denne parameteren.

**Figur 2.5.** Siktedyp i Eikhammervatnet ved fem tidspunkt i 2003. Målingene er gjort ved innsjøens dypeste punkt (**vedleggstabell 5**).



## BIOLOGISKE PARAMETERE

Målingene av klorofyllinnholdet viste at det var høye algemengder ved prøvetakingene i august og begynnelsen av september, men ellers var algemengdene atskillig lavere (**figur 2.6**). Med et gjennomsnittlig klorofyllinnhold på 7,7 µg/l tilsvarer det tilstandsklasse III. Målt som algevolum, var algemengdene middels store. Med et gjennomsnittlig algevolum på 1,3 mg/l og et største algevolum på 2,3 mg/l klassifiseres innsjøen som middels næringsrik i henhold til Brettum (1989). Både klorofyllinnholdet og algevolummålingene indikerte en algetopp i august/september, men algevolumet indikerte også store algemengder i begynnelsen av juni. At tilsvarende ikke ble påvist ved å måle klorofyll a kan skyldes at algene da hovedsakelig besto av "gamle" alger som inneholder mindre klorofyll enn unge og reproduserende stadier.



**Figur 2.6.** Klorofyll konsentrasjoner (til venstre) og algevolum og -typer (til høyre) i Eikhammervatnet ved seks tidspunkt sommeren 2003 (**vedleggstabellene 5 og 7**). Prøvene er tatt som blandeprove fra de fire øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Kryptoalger av slektene *Cryptomonas* og *Rhodomonas* dominerte det meste av sesongen, men det var også vesentlige innslag av grønnalger og i august var grønnalger *Ankyra judai* dominerende art. Dette er en art som trives best i næringsrike innsjøer. Algesamfunnet var middels artsrikt og det var ingen spesiell art som dominerte gjennom store deler av sesongen (**figur 2.6, vedleggstabell 7**). Blågrønnalger ble ikke påvist i vesentlige mengder.

Dyreplanktonsamfunnet ble undersøkt i juni og september 2003 (**vedleggstabell 8**). Unge stadier av hoppekreps som utgjorde hoveddelen av planktonsamfunnet ved begge prøvetakingene, men vannloppen *Daphnia galeata* var dominerende enkeltart. Generelt sett var imidlertid både dyreplanktonsamfunnet og hjuldyrsamfunnet noe mindre artsrikt i Eikhammervatnet enn i Kolavatnet, men tettheten var 2-3 ganger høyere i Eikhammervatnet. Hjuldyrsamfunnet var dominert av de vanlige slektene *Conochilus* og *Polyarthra* og arten *Kellicottia longispina* som en også finner i de fleste innsjøene i denne regionen (**vedleggstabell 8**).

## VURDERING AV TILSTANDEN I EIKHAMMERVATNET

Eikhammervatnet hadde stabil temperatursjiktning i vannmassene helt til i oktober. Avrenning fra Fjell kommune sitt kloakkrensaneanlegg ledes til Eikhammervatnet. I 2003 ble flere abonnenter knyttet til anlegget etter utbyggingen av boligfeltet ved Kolavatnet. Målinger fra avrenningsvannet viser at fosforkonsentrasjonene er redusert til en tredel siden 2002, mens innholdet av organisk stoff er økt til tre ganger innholdet året før. Vannmengdene som tilføres fra kloakkrensaneanlegget er imidlertid relativt små, med 30 m<sup>3</sup>/døgn i gjennomsnitt.

**Tabell 2.2.** Tilstandsklassifisering (i henhold til SFT 1997) av Eikhammervatnet ved undersøkelsene i 1994 (2 prøver), 2000 (6 prøver) og 2003 (6 prøver).

Lokalitet	Næringsalter	Organisk stoff	Tarmbakterier	Turbiditet
1994	IV	III	IV	-
2000	IV	IV	IV	III
2003	IV	IV	IV	II

### TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Eikhammervatnet var alltid forurenset av tarmbakterier. I nedbørperioder var forurensningen stor, i tørrvårsperioder var forurensningen atskillig mindre. På grunnlag av største forurensning klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse IV. Tilstanden har ikke endret seg vesenlig siden de to forrige undersøkelsene i 1994 (Bjørklund og Johnsen 1995) og i 1998 (Bjørklund 1999).

Forurensningen var alltid høyere enn i det ovenforliggende Kolavatnet, så det meste av forurensningene må enten komme direkte til innsjøen eller til de korte innløpselva. Forurensningsmønsteret tyder på at det både er direkte tilsig og overløp/arealavrenning som er forurensningskilder. Aktuelle kilder for direkte tilsig er kommunens kloakkrensaneanlegg, tilsig fra separate kloakkanlegg eller også tilsig fra eventuelle gjødselkjellere. Aktuelle kilder for de store forurensningene i nedbørperioder er arealavrenning fra områder der det enten er spredd gylle eller går husdyr på beite, eller overløp på kloakkledningsnett/rensaneanlegget.

## TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Eikhammervatnet er meget næringsrikt og klassifiseres samlet sett i tilstandsklasse IV med hensyn på virkning av næringstilførsler. Denne totalvurderingen bygger på et høyt innhold av fosfor (klasse IV), et middels høyt innhold av nitrogen (klasse III), og en middels høy konsentrasjon av klorofyll a (klasse III). Dette skulle tilsi klasse III, men ettersom det er indre gjødsling i innsjøen settes tilstandsklassen likevel til IV. Det har ikke vært vesentlige endringer for noen av parametrene siden undersøkelsen i 1998 (Bjørklund 1999), men fosforkonsentrasjonene er noe lavere.

Fosforkonsentrasjonene var atskillig høyere i Eikhammervatnet enn i Kolavatnet ved samtlige prøvetakinger, så det må være forurensningskilder direkte til Eikhammervatnet eller til innløpselva. Fosforkonsentrasjonene i Eikhammervatnet er noe lavere enn i 1998, men det kan også skyldes reduserte tilførsler til Kolavatnet.

En viktig forurensningskilde er kloakkrenseanlegget som drenerer til Eikhammervatnet. Tilførslene derfra bidrar med i overkant av 33 kg fosfor i 2003. Dette er beregnet ut fra målte gjennomsnittlige fosforkonsentrasjoner i avrenningsvannet på 3,04 mg/l i et utslipp på 30 m<sup>3</sup> i døgnet (data fra Fjell kommune). Fosforkonsentrasjonene i tilførslene i 2003 var en tredel av konsentrasjonen i 2002, da færre abonnenter var tilknyttet. En må imidlertid anta at vannmengdene som ble sluppet ut i 2002 var lavere, slik at det ikke er tilsvarende reduksjon i den totale mengde fosfortilførsler.

Det må imidlertid også være en annen viktig forurensningskilde til Eikhammervatnet ettersom fosforkonsentrasjonene var klart høyere i periodene med mye nedbør, og dette ikke var tilfellet for det ovenforliggende Kolavatnet. Fjell kommune regner ikke med at avrenningen fra kloakkanlegget påvirkes av nedbørmengdene. Ettersom tarmbakterieinnholdet også var ekstra høyt i nedbørperioder, vil arealavrenning fra gjødslete områder være en forklaring. I tillegg til ytre kilder er det også fosfortilførsler fra innsjøens egne sedimenter. I august ble det påvist stor indre gjødsling noe som fortsetter så lenge det er oksygenfritt bunnvann. Dette kan være en medvirkende årsak til de høyere konsentrasjonene på ettersommeren og høsten.

Teoretiske beregninger av fosfortilførslene til Eikhammervatnet i 2003 (etter modell fra Berge 1987) viste at de totale tilførslene var på omtrent 300 kg dette året. Dette er dobbelt så mye som den beregnede tålegrensen som er på omtrent 150 kg i et år med normalnedbør. Fosfortilførslene var noe mindre enn i 1998 da de ble beregnet til 380 kg, eller 350 kg omregnet til normalnedbør.

Algemengdene i Eikhammervatnet var middels høye og tilsvarer det en vanligvis finner i middels næringsrike innsjøer (Brettum 18989). Algemengdene var større enn i 1998 (Bjørklund 1999) og innslaget av grønnalger var noe mer dominerende. En ekstra algetopp i august/september tyder på mer næringsrike forhold.

Dyreplanktonsamfunnet i Eikhammervatnet var noe mindre artsrikt enn i Kolavatnet men tettheten var atskillig høyere. Vannloppen *Daphnia galeata* dominerte imidlertid klart ved begge prøvetakingene i begge innsjøene. Denne arten er en middels effektiv algespiser og kan i en viss grad regulere algemengdene i en innsjø. Arten finnes vanligvis i innsjøer med tettere fiskebestander, fordi størrelsen gjør at den ikke foretrekkes i samme grad som de større vannloppene.

## **TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF**

Eikhammervatnet hadde et høyt innhold av organisk stoff og klassifiseres totalt sett i tilstandsklasse IV med hensyn på virkningene av innholdet av organisk stoff. Klassifiseringen bygger på et middels høyt innhold av organisk stoff (klasse III), et middels godt siktedyp (klasse III), et høyt fargetall (klasse IV) og at bunnvannet i innsjøen var oksygenfritt (klasse V). Det er ingen vesentlig endring i tilstanden siden forrige undersøkelse i 1998.

Tilstanden i Eikhammervatnet og Kolavatnet er relativt lik med hensyn på virkning og innhold av organisk stoff. Også i Eikhammervatnet var innholdet av organisk stoff atskillig høyere enn tålegrensen, og det var oksygenfritt bunnvann der allerede fra midten av juni. I august var hele vannmengden under temperatursprangsjiktet oksygenfritt, og det var bare de to-tre meterne over sprangsjiktet som hadde oksygenrikt vann. Etter hvert som sprangsjiktet sank utover sommeren ble mengden oksygenrikt overflatevannsjiktet større. Omrøring av hele vannsøylen fant sted en gang i begynnelsen av oktober.

Hovedårsaken til den dårlige tilstanden i Eikhammervatnet er at innsjøen har et lite vannvolum under sprangsjiktet, og det skal derfor svært lite til før oksygenet brukes opp. Både naturlige forhold som mye vannplanter i innsjøen, samt at det er tilførsler av humusstoffer via Kolavatnet, vil medføre at oksygenet forbrukes i dypvannet.

Avrenningen fra kloakkrenseanlegget bidrar også med tilførsler av organisk stoff til Eikhammervatnet, og basert på en gjennomsnittskonsentrasjon på 14,7 mg O/l og en vannmengde på 30 liter pr døgn (data fra Fjell kommune), vil renseanlegget bidra med 328 kg organisk stoff pr. år. I motsetning til fosfortilførslene er konsentrasjonen av organisk stoff i avløpsvannet tre ganger høyere i 2003 enn i 2002. Disse tilførslene blir imidlertid små sammenlignet med de naturlige tilførslene; på årsbasis beregnes tilførsler av organisk stoff fra Fjellvassdraget til havet til omtrent 55 tonn organisk stoff.

## **PARTIKKELINNHOLD**

Eikhammervatnet har et lavt partikkelinnhold, og klassifiseres i tilstandsklasse II. Partikkelinnholdet var noe høyere enn vanlig når det var store nedbørmengder. Partikkelinnholdet var noe lavere enn i 1998 da innsjøen ble klassifisert i tilstandsklasse III.

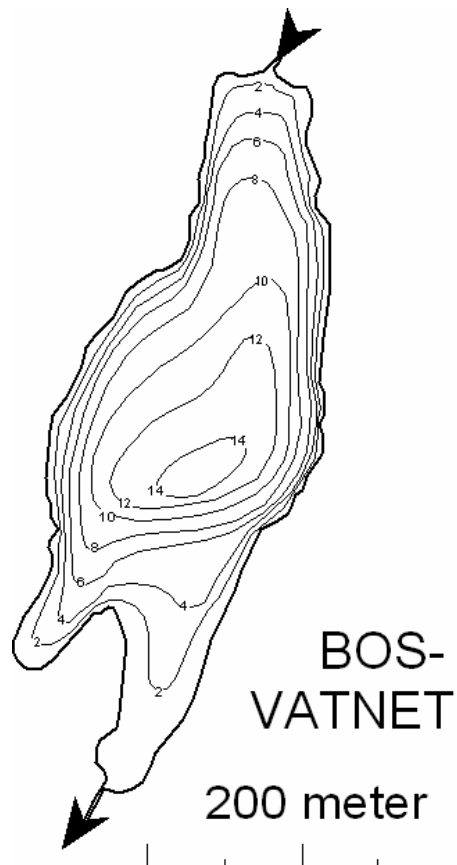
### 3. BOSVATNET

Bosvatnet (KM 930 937) er den lavestliggende innsjøen i Fjellvassdraget (**figur 1**). Innsjøen ligger 4 meter over havet, og har et nedbørfelt på 6,1 km<sup>2</sup>.

Også Bosvatnet er en liten og grunn innsjø med stor vannutskifting (**tabell 3.1**). Maksimumsdypet er på 14 meter, og gjennomsnittsdypet på under 7 meter. Med en tilrenning på 7,7 mill. m<sup>3</sup> pr. år og et innsjøvolum på 0,281 mill. m<sup>3</sup>, har Bosvatnet en teoretisk vannutskifting omtrent hver 14. dag. Innsjøen er tidligere undersøkt i 1994 (Bjørklund og Johnsen 1995) og i 2000 (Bjørklund og Brekke 2001).

**Tabell 3.1.** Morfologiske og hydrologiske data for Bosvatnet.

Tilrenning (mill.m <sup>3</sup> /år)	Innsjøareal (km <sup>2</sup> )	Volum (mill. m <sup>3</sup> )	Maksimumsdyp (meter)	Gjennomsnittsdyp (meter)	Vannutskifting (ganger/år)
7,69	0,042	0,281	14,5	6,7	27,4

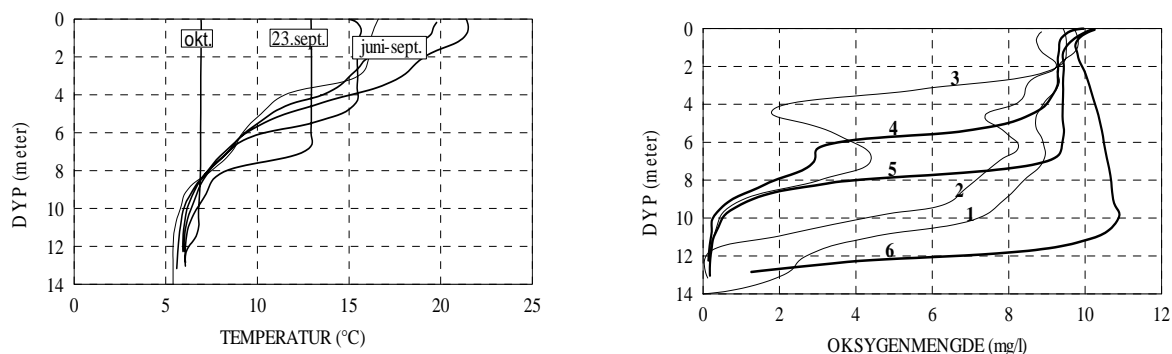


**Figur 3.1.** Dybdekart av Bosvatnet. Kartet er utarbeidet av Rådgivende Biologer AS, og er tegnet med 2 meters koter.

## TILSTANDEN I BOSVATNET 2003

### TEMPERATUR- OG OKSYGENPROFILER

Bosvatnet er den dypeste av de tre undersøkte innsjøene, og i denne innsjøen var det fremdeles temperatursjiktning ved det siste undersøkelsestidspunktet i oktober (**figur 3.2**). Oksygenforbruket i dypvannet var imidlertid relativt høyt, og allerede i slutten av juni var det oksygenfritt bunnvann i innsjøen (**nr. 2 figur 3.2**). I slutten av september var det oksygenfritt under sprangsjiktet som lå på rundt åtte meters dyp. På grunnlag av det lave oksygeninnholdet klassifiseres Bosvatnet i tilstandsklasse V med hensyn på oksygeninnhold.

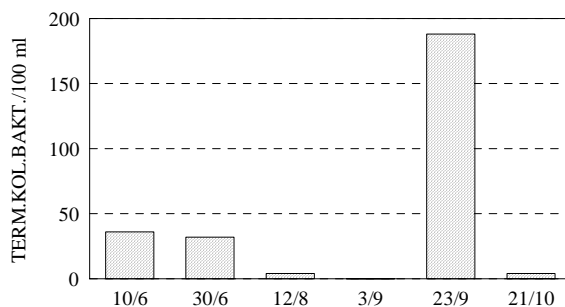


**Figur 3.2.** Temperatur- og oksygenprofiler i Bosvatnet i perioden juni til oktober 2003 (**vedleggstabell 10**). Målingene er utført med en YSI 600 XLM med nedsenkbar sonde og gjort ved innsjøens dypeste punkt. Målingene er nummerert fra 1 til 6 etter rekkefølgen de er tatt i, og viser rekkefølgen på målingene gjennom sesongen. Datoen for målingene er oppgitt i **vedleggstabell 10**.

### TARMBAKTERIER

I Bosvatnet var tarmbakterieinnholdet relativt lavt ved alle prøvetakingene bortsett fra i september (**figur 3.3**). Med høyeste målte konsentrasjon på 188 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml klassifiseres Bosvatnet i tilstandsklasse III.

**Figur 3.3.** Innhold av termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml i Bosvatnet ved seks tidspunkter i 2003 (**vedleggstabell 9**). Prøvene er tatt på 0,2 meters dyp ved innsjøens dypeste punkt.

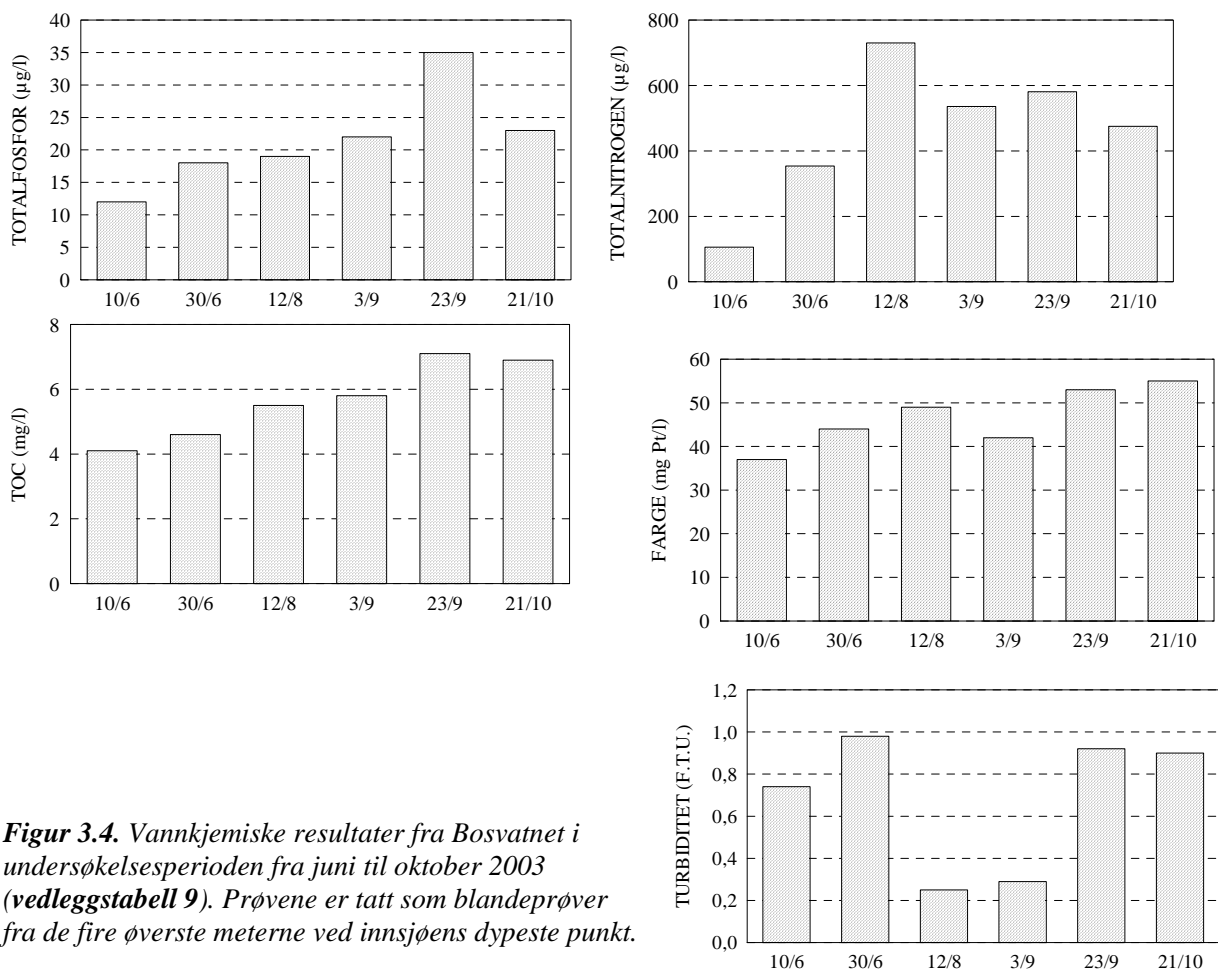




## VANNKJEMISKE PARAMETERER

Fosforinnholdet i Bosvatnet økte utover prøvetakingssesongen med høyest konsentrasjon i slutten av september på 35 µg/l (**figur 3.4 øverst**). Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av totalfosfor var på 22 µg/l og innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse IV for denne parameteren. Imidlertid var det stor indre gjødsling i Bosvatnet og i august var konsentrasjonen av orthofosfat på 94 µg/l. Innholdet av totalnitrogen var middels høyt, med høyest konsentrasjon i august og deretter avtagende konsentrasjon utover høsten. Gjennomsnittlig konsentrasjon var på 464 µg N/l som tilsvarer tilstandsklasse III.

Innholdet av organisk karbon (TOC) var middels høyt med en gjennomsnittlig verdi på 5,7 mg C/l (**figur 3.4 i midten**). Dette tilsvarer tilstandsklasse III. Det var ikke vesentlig forskjell på innholdet av organisk stoff i overflatevannet og i bunnvannet (**vedleggstabell 9**). Innholdet av organisk karbon var høyest på høsten. Også fargetallet var høyest på høsten, og var generelt sett relativt høyt. Med en gjennomsnittsverdi for fargetallet på 47 mg Pt/l tilsvarer dette tilstandsklasse IV.

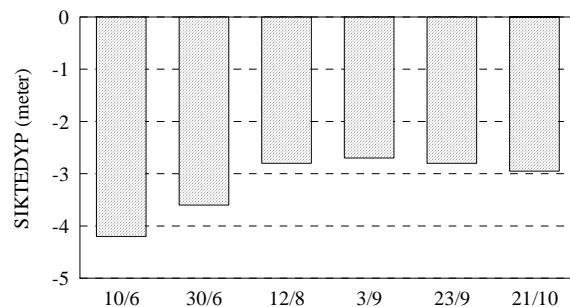


**Figur 3.4.** Vannkjemiske resultater fra Bosvatnet i undersøkelsesperioden fra juni til oktober 2003 (**vedleggstabell 9**). Prøvene er tatt som blandeprøver fra de fire øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Turbiditeten var lav med verdier under 1,0 F.T.U. ved samtlige prøvetakinger (**figur 3.4, nederst**). Med en gjennomsnittlig turbiditet på 0,7 tilsvarer det tilstandsklasse II. Ledningsevnen varierte mellom 6,6 og 8,4 og avtok jevnt gjennom sesongen (**vedleggstabell 9**).

Siktedypet i Bosvatnet varierte mellom 2,7 m og 4,2 m (**figur 3.5**). Siktedypet var lavest i september og og størst i juni. Med en gjennomsnittsverdi på 3,2 m klassifiseres Bosvatnet i tilstandsklasse III med hensyn på denne parameteren.

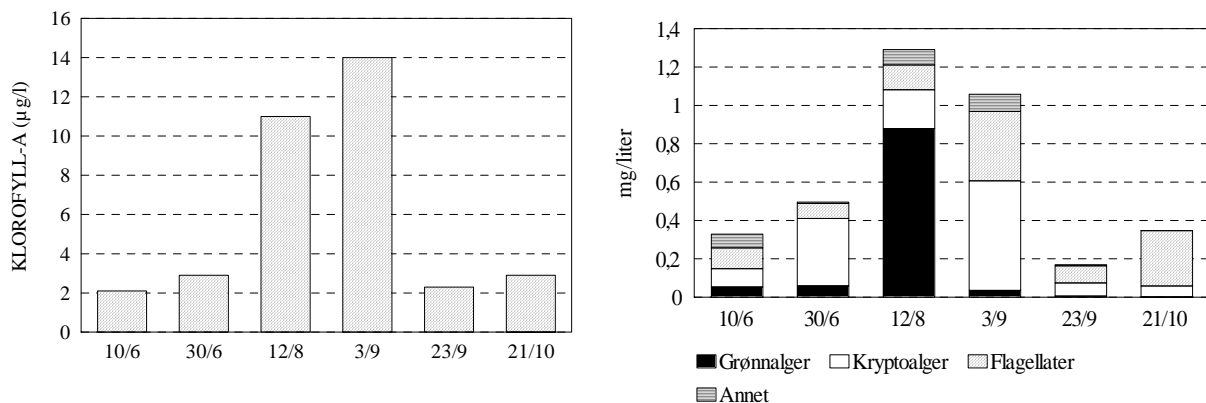
**Figur 3.5.** Siktedyp i Bosvatnet ved seks tidspunkt i 2003. Målingene er gjort ved innsjøens dypeste punkt (**vedleggstabell 9**).



### BIOLOGISKE PARAMETERE

Målingene av klorofyllinnholdet viste at det var store algemengder i august og september i Bosvatnet, og med et gjennomsnittlig klorofyllinnhold på 5,9 µg/l tilsvarer det tilstandsklasse III. (**figur 3.6**). Målt som algevolum, var også algemengdene middels store. Med et gjennomsnittlig algevolum på 1,3 mg/l og et største algevolum på 2,6 mg/l klassifiseres innsjøen som middels næringsrik i henhold til Brettum (1989). Både klorofyllinnholdet og algevolummålingene indikerte en algetopp i august/september.

Algesamfunnet var middels artsrikt og det var ingen spesiell art som dominerte gjennom sesongen. I august var det imidlertid et stort innslag av grønnalgen *Ankyra judai*, en art som trivest best i næringsrike innsjøer (**figur 3.6, vedleggstabell 11**). Blågrønnalger ble ikke påvist i vesentlige mengder.



**Figur 3.6.** Klorofyll konsentrasjoner (til venstre) og algevolum og -typer (til høyre) i Bosvatnet ved seks tidspunkt sommeren 2003 (**vedleggstabellene 9 og 11**). Prøvene er tatt som blandeprøve fra de fire øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Dyreplanktonsamfunnet ble undersøkt i juni og september 2003 (**vedleggstabell 12**). Unge stadier av hoppekreps utgjorde hoveddelen av planktonsamfunnet ved begge prøvetakingene, men i juni var vannloppen *Daphnia galeata* dominerende art. Planktonsamfunnet var nesten identisk med det vi fant i Eikhammervatnet, men tettheten av dyr i Bosvatnet var dobbelt så høy i juni og bare halvparten så høy i september.

Hjuldryrsamfunnet var dominert av de vanlige slektene *Conochilus* og *Polyarthra* og arten *Kellicottia longispina* som en også finner i de fleste innsjøene i denne regionen (**vedleggstabell 12**). *Keratella hiemalis* og *K. cochlearis* ble påvist i høye tettheter i september.

## VURDERING AV TILSTANDEN I BOSVATNET

Bosvatnet hadde stabil temperatursjiktning i vannmassene helt til etter prøvetakingen i oktober. Det er lite bebygelse i det lokale nedbørfeltet til denne innsjøen.

**Tabell 3.2.** Tilstandsklassifisering (i henhold til SFT 1997) av Eikhammervatnet ved undersøkelsene i 1994 (2 prøver), 2000 (6 prøver) og 2003 (6 prøver).

Lokalitet	Næringssalter	Organisk stoff	Tarmbakterier	Turbiditet
1994	III	II-III	II-III	-
2000	III	IV	II	II
2003	IV	IV	III	II

### TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Bosvatnet var forurenset av tarmbakterier ved de fleste prøvetakingene, og ut fra høyeste registrerte tarmbakteriekonsentrasjon klassifiseres Bosvatnet i tilstandsklasse III. Forurensningene var alltid mindre enn i det ovenforliggende Eikhammervatnet, så tilførslene fra Eikhammervatnet er sannsynligvis hovedkilden for forurensningstilførslene til Bosvatnet. Forurensningene var noe høyere enn ved undersøkelsen i 1994 (Bjørklund og Johnsen 1999) og i 2000 (Bjørklund og Brekke 2001). Undersøkelsen tyder på at det er lite eller ingen forurensningskilder for tarmbakterier i det lokale nedbørfeltet til Bosvatnet.

### TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Bosvatnet er næringsrikt og klassifiseres totalt sett i tilstandsklasse IV. Dette bygger på et høyt innhold av fosfor (klasse IV), et middels høyt nitrogeninnhold og middels høye konsentrasjoner av klorofyll a (klasse III for alle). Fosforinnholdet i Bosvatnet er atskillig lavere enn ved forrige undersøkelse i 2000, men de andre parametrene er ikke vesentlig forskjellige fra den gang. Hovedårsaken til det høye fosforinnholdet i 2000 var to spesielt høye fosformålinger, og noe tilsvarende er ikke påvist denne gangen. Forskjellene var imidlertid ikke statistisk signifikante.

Også fosforkonsentrasjonene var atskillig lavere i Bosvatnet enn i Eikhammervatnet bortsett fra i oktober, så det er trolig ingen vesentlige kilder for næringstilførsler nedstrøms Eikhammervatnet. Nitrogenkonsentrasjonene var imidlertid omtrent på samme nivå i begge innsjøene. Mengde og

variasjon i næringsinnholdet i Bosvatnet vil derfor en direkte følge av tilstanden i Eikhammervatnet. Innsjøen hadde oksygenfritt bunnvann fra slutten av juni, med påfølgende indre gjødsling. Sammen med tilførselene fra Eikhammervatnet kan dette være årsaken til de høyere fosforkonsentrasjonene på ettersommeren og høsten

Teoretiske beregninger av fosfortilførselene til Bosvatnet i 2003 (etter modell fra Berge 1987) viste at de totale tilførselene var på 220 kg dette året. Dette er noe høyere enn den beregnede tålegrensen som er på nesten 150 kg i et år med normalnedbør. Sammenlignet med beregnede tilførsler i 1998 på 750 kg er tilførselene i 2003 atskillig lavere.

Algemengdene i Bosvatnet tilsvarer det en vanligvis finner i middels næringsrike innsjøer (Brettum 18989). Algemengdene var litt større enn i 2000 (Bjørklund og Brekke 2001), og grønnalger utgjorde en større andel i 2003; både med hensyn på mengde og artsrikhet. En ekstra algetopp i august/september tyder på næringsrike forhold.

Dyreplanktonsamfunnet i Bosvatnet var omtrent som i Eikhammervatnet men tettheten var atskillig høyere i juni og lavere i september. Vannloppen *Daphnia galeata* dominerte klart i juni men ikke i september. Denne arten er en middels effektiv algespiser og kan i en viss grad regulere algemengdene i en innsjø. Arten finnes vanligvis i innsjøer med tettere fiskebestander, fordi størrelsen gjør at den ikke foretrekkes i samme grad som de større vannloppene.

#### **TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF**

Bosvatnet hadde et høyt innhold av organisk stoff og klassifiseres totalt sett i tilstandsklasse IV med hensyn på virkningene av innholdet av organisk stoff. Klassifiseringen bygger på et middels høyt innhold av organisk stoff (klasse III), et middels godt siktedyp (klasse III), et høyt fargetall (klasse IV) og at bunnvannet i innsjøen var oksygenfritt (klasse V). Både TOC og fargetallet var høyere i 2003 enn ved forrige undersøkelse i 2000 men forskjellen var signifikant ( $p < 0,05$ ) bare for fargetallet.

I Bosvatnet var innholdet av organisk stoff atskillig høyere enn tålegrensen, og det var oksygenfritt bunnvann der allerede fra slutten av juni. Fra midten av august var det oksygenfritt under 10 meters dyp. Høstomrøringen hadde ikke skjedd ved siste prøvetaking i slutten av oktober, trolig skjedde den en gang i begynnelsen av november.

Hovedårsaken til den dårlige tilstanden i Bosvatnet er at også denne innsjøen har et relativt lite vannvolum under sprangsjiktet, og det skal derfor lite til før oksygenet brukes opp. Med TOC-verdier tilsvarende tilstandsklasse III i overflatevannet er det ingen grunn til å anta at det er store menneskeskapte tilførsler av organisk stoff til innsjøen.

#### **PARTIKKELINNHOLD**

Bosvatnet har et lavt innhold av organisk stoff, og klassifiseres i tilstandsklasse II. Partikkelinnholdet var noe høyere enn vanlig når det var store nedbørmengder. Partikkelinnholdet har ikke endret seg vesentlig siden 2000.

## MÅLEDATA 2003

### KOLAVATNET

**VEDLEGGSTABELL 1:** Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater, samt siktedyp, fra Kolavatnet ved seks tidspunkt i 2003. Prøvene er tatt ved innsjøens dypeste punkt. De vannkjemiske prøvene er tatt som blandeprøver fra 0-2 meters dyp, pH og den bakteriologiske prøven er tatt på 0,5 meters dyp. Samtlige analyser er utført av Chemlab Services as.

PARAMETER	ENHET	10. juni	30. juni	12. aug.	3. sept.	23. sept	21. okt.	Snitt
Surhet	pH	6,59	7,14	6,79	6,4	6,73	6,66	6,72
Farge	mg Pt/l	30	49	38	38	55	37	41,17
Turbiditet	F.T.U.	0,46	1,14	0,19	0,3	1,31	0,38	0,63
Ledningsevne	mS/m	7,14	7,06	6,75	6,22	6,00	16,6	8,3
Total-fosfor	µg P/l	9	17	16	12	13	6	12,17
Orthofosfat, dypvann	µg PO <sub>4</sub> /l			17				
Total-nitrogen	µg N/l	96	294	817	251	441	282	363,5
TOC	mg C/l	3,8	4,8	4,9	5,6	7,2	6,4	5,45
TOC, dypvann	mg C/l			7,7				
Termotol.kolif. bakt	ant/100ml	4	76	8	0	425	5	86,33
Klorofyll a	µg /l	0,9	3,0	12	7,3	2,3	2,5	4,67
Siktedyp	m	4,15	3,05	2,55	3,0	-	5,10	3,57

**VEDLEGGSTABELL 2:** Temperatur- og oksygenmålinger i Kolavatnet ved seks tidspunkt i 2003. Oksygenverdiene er angitt i mg O/l. Målingene er utført med en YSI 600 XLM med nedsenkbar sonde og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

Dyp	10. juni			30. juni			12. august			3. september			23. september			21. oktober		
	Temp	Oks		Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks
0	16,4	9,4		0,2	18,8	8,9	0,0	20,9	9,3	0,0	15,3	9,9	0,1	12,1	11,2	0,1	5,4	9,0
1	15,9	9,3		0,3	18,8	8,8	0,8	20,9	9,3	0,3	15,0	9,6	1,0	12,4	10,1	0,8	5,3	8,9
2	15,0	9,2		1,1	17,6	9,4	1,9	18,0	7,1	1,1	14,9	9,6	1,9	12,4	10,0	1,7	5,3	9,1
3	12,9	10,1		2,1	15,0	10,0	3,1	15,1	0,6	2,1	14,9	9,6	2,9	12,4	10,0	2,7	5,3	9,3
4	11,1	9,6		2,9	13,5	9,1	4,1	12,5	0,3	3,1	14,4	8,2	3,8	12,2	9,0	3,7	5,3	9,4
5	9,9	8,3		3,8	12,0	8,3	5,1	11,0	0,2	3,9	13,5	5,0	4,8	12,0	7,1	5,0	5,2	9,6
6	9,5	7,2		4,7	10,6	6,2	6,0	10,5	0,2	4,8	11,9	0,9	5,8	11,5	2,0	5,9	5,2	9,6
7	9,4	bunn		5,6	10,0	3,1	6,6	10,4	0,2	5,6	11,1	0,2						
				6,5	9,7	0,8				6,1	10,9	0,1						

**VEDLEGGSTABELL 3:** Antall (celler/liter) og volum (mg/l) av planteplankton i Kolavatnet ved seks tidspunkt i 2003. Prøvene er tatt som blandeprøver fra de øverste to meterne av vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt, og er analysert av cand. real. Nils Bernt Andersen.

	10.jun		30.jun		12.aug		03.sep		23.sep		21.okt	
	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
Ubestemte pennate diatomeer			61000	0.0305	31000	0.0155	92000	0.023				
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>					92000	0.0092						
<i>Ankistrodesmus setigerus</i>			31000	0.0031	122000	0.0122	61000	0.0061			2000	0.0002
<i>Ankistrodesmus</i> sp.							31000	0.0047			31000	0.0155
<i>Ankyra judai</i>												
<i>Closterium</i> sp.												
<i>Coelastrum</i> sp. (kolonier)							4000	0.008	6000	0.12		
<i>Crucigenia</i> sp.							367000	0.0121				
<i>Dictyosphaerium</i> sp.									428000	0.0017		
<i>Elakatothrix</i> sp.							6000	0.006				
<i>Nephrocytium</i> sp.												
<i>Oocystis</i> sp.					8000	0.0008	184000	0.0184				
<i>Planktosphaeria</i> sp.											31000	0.0155
<i>Scenedesmus</i> sp.			8000	0.0008								
<i>Sphaerocystis</i> sp.			122000	0.0079					46000	0.0052	2000	0.0002
<i>Staurodesmus</i> sp.					31000	0.0031						
Chlorophyceae sp 1					306000	0.0306	31000	0.0031	31000	0.0031	92000	0.0092
Chlorophyceae sp. 2							62000	0.0122				
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>												
<i>Cryptomonas</i> sp.	122000	0.0122	122000	0.122	826000	0.826	61000	0.061	31000	0.031		
<i>Rhodomonas</i> sp.	1102000	0.0816	1377000	0.1102	1070000	0.0856	887000	0.071	61000	0.0049	31000	0.0026
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>												
<i>Dinobryon borgei</i>					61000	0.0061						
Dinobryon sp.							31000	0.0047				
<i>Mallomonas</i> sp.					31000	0.0155	122000	0.061				
<b>DINOPHYCEAE</b>												
<i>Gymnodinium</i> sp.					31000	0.031	61000	0.061	2000	0.0004		
<i>Peridinium</i> sp.			31000	0.031	31000	0.031	31000	0.031	2000	0.0004		
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
<i>Aphanocapsa</i> sp. (kolonier)					31000	0.0078						
<i>Merismopedia</i> sp.					2938000	0.0118	6212000	0.0248	245000	0.0009		
<i>Oscillatoria</i> sp. (kjeder)									4000	0.001		
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>												
Ubestemte flagellater < 5 µm	3194000	0.0447	3993000	0.0559	2738000	0.0383	3295000	0.1087	1805000	0.0596	1132000	0.0158
Ubestemte flagellater > 5 µm	704000	0.0796	1714000	0.1937	1803000	0.2038	1714000	0.1937	428000	0.0484	765000	0.0864
<b>SAMLET</b>												
	5122000	0.2181	7459000	0.5551	10150000	1.3283	13252000	0.7105	3089000	0.2766	2086000	0.1454

**VEDLEGGSTABELL 4.** Tetthet (antall / m<sup>3</sup>) av dyreplankton i to prøver fra Kolavatnet i 2003. Prøvene er tatt som vertikale håvtrekk gjennom de øverste seks metrene av vannsøylen, og er analysert av cand. scient. Erling Brekke. Forekomst av hjuldyr er inndelt i fem grupper, der \* = lavt antall og \*\*\*\*\* = meget høyt antall.

DYREPLANKTONART	10. juni	3. september
<b>VANNLOPPER (CLADOCERA)</b>		
<i>Alonella excisa</i>	13	0
<i>Bosmina longispina</i>	0	2
<i>Bosmina longirostris</i>	444	0
<i>Daphnia galeata</i>	4390	127
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	157	85
<i>Holopedium gibberum</i>	39	0
<b>HOPPEKREPS (COPEPODA)</b>		
<i>Cyclops abyssorum</i>	78	42
<i>Cyclops scutifer</i>	13	0
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	0	99
<i>Eucyclops serrulatus</i>	39	0
<i>Heterocope saliens</i>	26	8
<i>Macrocyclus albidus</i>	0	1
<i>Mixodiptomus laciniatus</i>	144	0
Calanoide nauplier	157	679
Cyclopoide nauplier	1098	2038
Calanoide copepoditter	91	3057
Cyclopoide copepoditter	470	2038
<b>TOTALTETTHET AV VANNLOPPER OG HOPPEKREPS (ant/m3)</b>		
	7160	8179
<b>HJULDYR</b>		
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	**	
<i>Conochilus</i> spp.	***	*****
<i>Collotheca</i> sp.	**	
<i>Euchlanis incisa</i>	*	
<i>Kellicottia longispina</i>	***	***
<i>Keratella cochlearis</i>		**
<i>Keratella hiemalis</i>		*****
<i>Keratella serrulata</i>		*
<i>Keratella valga</i>	*	
<i>Lecane lunaris</i>		*
<i>Trichotria tetractis</i>	*	
<i>Polyarthra</i> sp.	***	***
<b>ANNET</b>		
Midd	2	2

## EIKHAMMERVATNET

**VEDLEGGSTABELL 5:** Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater, samt siktedyp, fra Eikhammervatnet ved seks tidspunkt i 2003. Prøvene er tatt ved innsjøens dypeste punkt. De vannkjemiske prøvene er tatt som blandeprøver fra 0-2 meters dyp, pH og den bakteriologiske prøven er tatt på 0,5 meters dyp. Samtlige analyser er utført av Chemlab Services as.

PARAMETER	ENHET	10. juni	30. juni	12. aug.	3. sept.	23. sept	21. okt.	Snitt
Surhet	pH	6,88	7,00	7,21	6,78	6,64	6,82	6,89
Farge	mg Pt/l	45	57	45	41	59	43	48,33
Turbiditet	F.T.U.	0,53	1,55	1,12	0,46	1,53	0,3	0,92
Ledningsevne	mS/m	7,89	7,71	7,09	7,05	7,44	5,96	7,19
Total-fosfor	µg P/l	26	44	38	35	50	19	35,33
Orthofosfat, dypvann	µg PO <sub>4</sub> /l			402				
Total-nitrogen	µg N/l	125	357	658	519	612	418	448,17
TOC	mg C/l	4,0	5,4	5,6	6,1	7,9	6,5	5,92
TOC, dypvann	mg C/l			7,6				
Termotol.kolif. bakt	ant/100ml	30	256	28	7	800	20	190,17
Klorofyll a	µg /l	5,0	3,1	16	17	2,8	2,4	7,72
Siktedyp	m	3,0	-	2,5	2,95	2,5	4,0	2,99

**VEDLEGGSTABELL 6:** Temperatur- og oksygenmålinger i Eikhammervatnet ved seks tidspunkt i 2003 Oksygenverdiene er angitt i mg O/l. Målingene er utført med en YSI 600 XLM med nedsenkbar sonde og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

10. juni			30. juni			12. august			3. september			23. september			21. oktober		
Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks
0	16,3	10,4	0,1	19,6	8,7	0,0	21,3	9,8	0,0	14,7	10,2	0,0	12,7	9,9	0,1	5,9	10,5
1	16,0	10,4	0,9	18,2	8,7	0,9	21,3	9,9	0,3	15,3	9,2	0,7	12,7	9,6	0,4	5,9	10,1
2	15,6	10,1	1,8	16,5	8,3	1,9	19,0	7,6	1,3	15,3	9,5	1,8	12,7	9,6	1,1	5,9	9,9
3	13,0	10,4	2,3	15,3	8,6	2,8	17,5	2,6	2,3	15,3	9,3	2,9	12,7	9,6	2,3	5,8	10,0
4	9,7	6,1	3,2	13,4	7,1	3,7	13,5	0,6	3,1	15,2	7,9	3,9	12,7	9,6	3,6	5,8	10,1
5	8,4	3,1	4,0	10,6	3,2	4,6	10,4	0,2	4,0	14,3	4,2	4,9	12,7	9,3	4,9	5,8	10,2
6	7,7	1,3	4,8	9,1	2,0	5,7	8,5	0,2	5,0	10,4	0,8	5,7	11,3	6,0	6,2	5,8	10,3
7	6,9	< 1	5,7	7,9	0,2	6,6	7,8	0,2	6,1	8,4	0,2	5,9	9,9	2,5	7,5	5,8	10,4
8	6,9		6,3	7,4	0,2	7,6	7,5	0,1	7,0	8,0	0,2	7,1	8,3	0,7			
9			7,0	7,2	0,2				7,3	7,9	0,1						



**VEDLEGGSTABELL 7: Antall (celler/liter) og volum (mg/l) av planteplankton i Eikhammervatnet ved seks tidspunkt i 2003. Prøvene er tatt som blandeprøver fra de øverste to meterne av vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt, og er analysert av cand. real. Nils Bernt Andersen.**

Dato:	10.jun		30.jun		12.aug		03.sep		23.sep		21.okt	
	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
<i>Asterionella formosa</i>	61000	0.0488										
Ubestemte pennate diatomeer									61000	0.0305		
Ubestemte sentriske diatomeer	31000	0.0155							31000	0.0155		
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>			31000	0.0031								
<i>Ankyra judai</i>			153000	0.023	2785000	0.4178	92000	0.0138				
<i>Coelastrum</i> sp. (kolonier)							2000	0.04	2000	0.04		
<i>Crucigenia quadrata</i>									306000	0.0012		
<i>Crucigenia</i> sp.							122000	0.004	704000	0.0232		
<i>Dictyosphaerium</i> sp.											28000	0.0009
<i>Oocystis</i> sp.									6000	0.0006		
<i>Scenesdesmus</i> sp.	245000	0.0245										
<i>Sphaerocystis</i> sp.	122000	0.0079			245000	0.0277						
<i>Chlorophyceae</i> sp. (kolonier)					4000	0.016						
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>												
<i>Cryptomonas</i> sp.	275000	0.275	153000	0.153	306000	0.306	367000	0.367	31000	0.031	2000	0.02
<i>Rhodomonas</i> sp.	2723000	0.2178	459000	0.0367	704000	0.0563	581000	0.0465	153000	0.0122	2000	0.0002
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>												
<i>Bitrichia</i> sp.							61000	0.0061				
<i>Dinobryon borgei</i>			31000	0.0031	92000	0.0092	428000	0.0428				
<i>Dinobryon divergens</i>	8000	0.0012										
<i>Mallomonas</i> sp.							61000	0.0305				
<b>DINOPHYCEAE</b>												
<i>Peridinium</i> sp.							31000	0.031	31000	0.031		
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
<i>Lyngbya limnetica</i> (kolonier)									31000	0.0077		
<i>Merismopedia</i> sp.							490000	0.002				
<i>Oscillatoria</i> sp. (kolonier)	31000	0.0465					2000	0.046				
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>												
Ubestemte flagellater < 5 µm	5324000	0.0745	3650000	0.0511	1102000	0.0154	5389000	0.1248	3498000	0.049	3346000	0.1104
Ubestemte flagellater > 5 µm	3955000	0.4469	826000	0.0933	153000	0.0173	551000	0.0623	2028000	0.2292	673000	0.076
<b>SAMLET</b>												
	12775000	1.1586	5303000	0.3633	5391000	0.8657	8177000	0.8168	6882000	0.4711	4051000	0.2075

**VEDLEGGSTABELL 8.** Tetthet (antall / m<sup>3</sup>) av dyreplankton i to prøver fra Eikhammervatnet i 2003. Prøvene er tatt som vertikale håvtrekk gjennom de øverste seks meterne av vannsøylen, og er analysert av cand. scient. Erling Brekke. Forekomst av hjuldyr er inndelt i fem grupper, der \* = lavt antall og \*\*\*\*\* = meget høyt antall.

	10. juni	3. september
<b>VANNLOPPER (CLADOCERA)</b>		
<i>Bosmina longirostris</i>	104,5	0,0
<i>Daphnia galeata</i>	3188,0	2074,6
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	52,3	0,0
<i>Holopedium gibberum</i>	6,5	1,0
<i>Polyphemus pediculus</i>	0,0	4,0
<b>HOPPEKREPS (COPEPODA)</b>		
<i>Cyclops abyssorum</i>	52,3	618,7
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	0,0	97,1
<i>Eucyclops serrulatus</i>	300,5	0,0
<i>Hetercope saliens</i>	3,3	4,0
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i>	8,7	0,0
<i>Calanoide nauplier</i>	627,1	1310,3
<i>Cyclopoide nauplier</i>	5173,9	7133,8
<i>Calanoide copepoditter</i>	91,5	448,9
<i>Cyclopoide copepoditter</i>	14267,5	4804,4
<b>TOTALTETTHET AV VANNLOPPER OG HOPPEKREPS (ant/m<sup>3</sup>)</b>		
	23876	16497
<b>HJULDYR</b>		
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	**	**
<i>Conochilus</i> spp.	***	*****
<i>Collotheca</i> sp.	**	
<i>Euchlanis incisa</i>	*	
<i>Kellicottia longispina</i>	***	***
<i>Keratella cochlearis</i>		**
<i>Keratella valga</i>	*	*
<i>Trichotria tetractis</i>	*	
<i>Polyarthra</i> sp.	***	***
<b>ANNET</b>		
<i>Chaoborus flavicans</i> (totalt i prøven)		7
Midd (totalt i prøven)	2	2

## BOSVATNET

**VEDLEGGSTABELL 9:** Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater, samt siktedyp, fra Bosvatnet ved seks tidspunkt i 2003. Prøvene er tatt ved innsjøens dypeste punkt. De vannkjemiske prøvene er tatt som blandeprøver fra 0-4 meters dyp, pH og den bakteriologiske prøven er tatt på 0,5 meters dyp. Samtlige analyser er utført av Chemlab Services as. Tall i parentes er innholdet av orthofosfat i en dypvannsprøve.

PARAMETER	ENHET	10. juni	30. juni	12. aug.	3. sept.	23. sept	21. okt.	Snitt
Surhet	pH	6,82	7,00	6,27	6,59	6,56	6,78	6,67
Farge	mg Pt/l	37	44	49	42	53	55	46,67
Turbiditet	F.T.U.	0,74	0,98	0,25	0,29	0,92	0,9	0,68
Ledningsevne	mS/m	8,43	8,11	7,98	7,88	7,56	6,57	7,76
Total-fosfor	µg P/l	12	18	19	22	35	23	21,5
Orthofosfat, dypvann	µg PO <sub>4</sub> /l			94				
Total-nitrogen	µg N/l	106	354	730	536	581	475	463,67
TOC	mg C/l	4,1	4,6	5,5	5,8	7,1	6,9	5,67
TOC, dypvann	mg C/l			5,3				
Termotol.kolif. bakt	ant/100ml	36	32	4	0	188	4	44
Klorofyll a	µg /l	2,1	2,9	11	14	2,3	2,9	5,87
Siktedyp	m	4,2	3,6	2,8	2,7	2,8	2,95	3,18

**VEDLEGGSTABELL 10:** Temperatur- og oksygenmålinger i Bosvatnet ved seks tidspunkt i 2000. Oksygenverdiene er angitt i mg O/l. Målingene er utført med en YSI 600 XLM med nedsenkbar sonde og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

Dyp	10. juni			30. juni			12. august			3. september			23. september			21. oktober		
	Temp	Oks		Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks
0,0	16,6	9,7		0,2	19,8	8,9	0,0	21,4	9,4	0,0	15,0	10,0	0,0	12,9	10,2	0,1	6,9	10,3
1,0	16,2	9,8		0,3	19,7	8,8	0,8	21,4	9,5	0,2	15,5	9,6	0,9	12,9	9,5	0,6	6,9	9,8
2,0	16,1	9,3		0,9	19,3	8,8	2,0	19,1	9,3	1,4	15,5	9,3	2,2	13,0	9,4	1,4	6,9	9,8
3,0	15,5	9,3		2,0	16,1	9,2	3,2	17,6	5,7	2,2	15,5	9,3	3,6	13,0	9,4	2,4	6,9	10,0
4,0	11,5	8,9		2,7	15,4	8,6	4,4	13,6	1,8	3,4	15,5	9,2	4,6	12,9	9,4	3,7	6,9	10,2
5,0	10,2	8,7		3,9	13,9	8,3	5,6	10,2	3,5	4,6	15,2	8,5	5,8	12,9	9,4	4,9	6,9	10,4
6,0	9,2	8,9		4,6	11,5	7,4	7,0	8,3	4,4	5,4	13,3	6,9	6,8	12,8	9,2	6,5	6,9	10,5
7,0	8,6	8,9		5,5	10,0	7,9	7,9	7,4	3,1	6,3	9,5	3,0	8,2	8,0	3,2	7,7	6,9	10,7
8,0	7,5	8,4		6,3	9,0	8,3	9,3	6,4	0,8	7,1	8,3	2,9	9,4	7,1	0,8	9,0	6,9	10,7
9,0	6,2	7,9		6,9	8,5	7,8	10,8	6,0	0,3	8,2	7,2	1,6	10,7	6,4	0,4	10,1	6,8	10,8
10,0	5,8	7,2		8,4	6,9	6,9	12,3	5,9	0,2	9,7	6,5	0,4	11,7	6,1	0,2	11,3	6,7	9,8
11,0	5,5	4,4		9,3	6,4	6,4				11,0	6,1	0,2	13,0	6,1	0,2	12,3	6,1	3,8
12,0	5,4	2,7		9,8	6,1	4,8				12,2	6,0	0,1				12,8	6,1	1,3
13,0	5,4	2,1		11,0	5,8	2,0												
14,0	5,4	<1		11,8	5,7	0,2												
				13,2	5,6	0,1												

**VEDLEGGSTABELL 11:** Antall (celler/liter) og volum (mg/l) av planteplankton i Bosvatnet ved seks tidspunkt i 2003. Prøvene er tatt som blandeprøver fra de øverste fire meterne av vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt, og er analysert av cand. real. Nils Bernt Andersen.

	10.jun		30.jul		12.au		03.sep		23.se		21.ok	
	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
<i>Synedra</i> sp.	31000	0.014					31000	0.014	2000	0.0009		
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
<i>Ankistrodesmus</i> sp.									61000	0.0061		
<i>Ankyra judai</i>	337000	0.0506	184000	0.0276	31000	0.0047	61000	0.0092			2000	0.001
<i>Cosmarium</i> sp.	2000	0.001										
<i>Crucigenia</i> sp.					673000	0.0222	673000	0.0222				
<i>Gloeocystis</i> sp.	4000	0.001	61000	0.0153								
<i>Oocystis</i> sp.							8000	0.0008				
<i>Sphaerocystis</i> sp.	16000	0.001	245000	0.0159	1690000	0.845	100000	0.003				
Chlorophyceae sp.					122000	0.0079						
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>												
<i>Cryptomonas</i> sp.	31000	0.031	337000	0.337	153000	0.153	459000	0.459	61000	0.061	31000	0.031
<i>Rhodomonas</i> sp.	796000	0.0637	184000	0.0147	612000	0.049	1408000	0.1128	92000	0.0074	306000	0.026
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>												
<i>Bitrichia</i> sp.	31000	0.0031										
<i>Dinobryon borgei</i>	61000	0.0061	61000	0.0061	31000	0.0031	122000	0.0122				
<i>Dinobryon</i> sp.							18000	0.0027	31000	0.0047		
<i>Mallomonas</i> sp.					31000	0.0155	122000	0.061				
<b>DINOPHYCEAE</b>												
<i>Gymnodinium</i> sp.							31000	0.0155			2000	0.002
<i>Peridinium</i> sp.					31000	0.062	31000	0.062				
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
<i>Chroococcus limneticus</i>	120000	0.0014							2000	0.0005		
<i>Lyngbya limnetica</i> (kj.)											2000	0.0005
<i>Oscillatoria limnetica</i>												
<i>Oscillatoria</i> sp.(kjeder)	16000	0.048										
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>												
Ubest. flagellater < 5 µm	2788000	0.039	2662000	0.0373	2390000	0.0335	4107000	0.0575	1377000	0.0193	3042000	0.1004
Ubest. flagellater > 5 µm	612000	0.0692	367000	0.0415	845000	0.0955	2691000	0.3041	612000	0.0692	1666000	0.1883
<b>SAMLET</b>												
	4845000	0.3291	4101000	0.4954	6609000	1.2914	9862000	1.136	2238000	0.1691	5051000	0.3492

**VEDLEGGSTABELL 12.** Tetthet (antall / m<sup>3</sup>) av dyreplankton i seks prøver fra Bosvatnet i 2003. Prøvene er tatt som vertikale håvtrekk gjennom de øverste 12 metrene av vannsøylen, og er analysert av cand. scient. Erling Brekke. Forekomst av hjuldyr er inndelt i fem grupper, der \* = lavt antall og \*\*\*\*\* = meget høyt antall.

	10.jun	03.sep
<b>VANNLOPPER (CLADOCERA)</b>		
<i>Bosmina longirostris</i>	21	0
<i>Bythotrephes longimanus</i>	0	5
<i>Daphnia galeata</i>	6450	0
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	7	0
<i>Polyphemus pediculus</i>	1	0
<b>HOPPEKREPS (COPEPODA)</b>		
<i>Cyclops abyssorum</i>	142	311
<i>Cyclops scutifer</i>	0	7
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	0	361
<i>Eucyclops serrulatus</i>	78	0
<i>Hetercope saliens</i>	8	1
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i>	64	0
Calanoide nauplier	934	849
Cyclopoide nauplier	7134	340
Calanoide copepoditter	177	1359
Cyclopoide copepoditter	34735	5435
<b>TOTALTETTHET AV VANNLOPPER OG HOPPEKREPS (ant/m3)</b>		
	49754	8669
<b>HJULDYR</b>		
<i>Asplanchna pridonta</i>		*
<i>Ascomorpha ecaudis</i>		***
<i>Conochilus</i> sp.	*****	*****
<i>Collotheca</i> sp.		***
<i>Kellicottia longispina</i>	*****	*****
<i>Keratella cochlearis</i>	****	**
<i>Keratella hiemalis</i>	****	
<i>Polyarthra</i> sp.	***	****
<i>Synchaeta</i> sp.		**
<b>ANNET</b>		
Midd (totalt i prøven)	1	2

## REFERANSER

KOMMER