



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Overvåking av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 1998

FORFATTER:

Cand. scient. Annie Elisabeth Bjørklund

OPPDRAKSGIVER:

Fjell kommune ved Magne Eide, 5353 Straume

OPPDRAGET GITT:

April 1998

ARBEIDET UTFØRT:

mai 98 - januar 99

RAPPORT DATO:

15.februar 1999

RAPPORT NR:

385

ANTALL SIDER:

39

ISBN NR:

ISBN 82-7658-245-1

RAPPORT SAMMENDRAG:

Overvåkingen av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 1998 omfattet Eikhammervatnet i Fjellvassdraget, Storavatnet på Kallestad i Kørelenvassdraget og Skittedalsvatnet i Vestre Arefjordsvassdraget på Lille Sotra. Innsjøene ble undersøkt med hensyn på virkning av tilførsler av tarmbakterier, næringsstoffer og organisk stoff.

I Eikhammervatnet var tilstanden meget dårlig både med hensyn på næringsrikhet og organisk stoff. Innsjøen har fosfortilførsler som er langt over tålegrensen, og allerede fra juni var det oksygenfritt dypvann i innsjøen, noe som førte til indre gjødsling. I Storavatnet og Skittedalsvatnet derimot var vannkvaliteten relativt bra og undersøkelsen tyder ikke på at disse innsjøene er overbelastet.

EMNEORD:

-Innsjøer
-Resipientundersøkelser
-Fjell kommune

SUBJECT ITEMS:

Telefon: 55 31 02 78

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
Internett : www.bgnett \ ~rb \

Telefax: 55 31 62 75

E-post: rb@bgnett.no

FORORD

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag fra Fjell kommune gjennomført overvåking av tre av kommunens ferskvannsresipienter i 1998. Overvåkingen er pålagt av Fylkesmannens miljøvernnavdeling i forbindelse med Fjell kommunes utslippstillatelse, og overvåkingen i 1998 er den andre i en serie årlige slike undersøkelser. Undersøkelsen bygger 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 næringsstofftilførsler til samtlige aktuelle ferskvanns-resipienter i kommunen.

Målsettingen med den foreliggende resipientundersøkelsen har vært å beskrive tilstand og forurensningsgrad i de tre innsjøene med hensyn på kloakktilførsler. Kloakktilførsler virker på resipientene på tre tett sammenknyttede måter,- ved tilførsler av tarmbakterier, ved tilførsel av plantenæringsstoffer og ved tilførsel av lett nedbrytbart organisk materiale. Rapporten er derfor strukturert i forhold til disse tre virkningene, og forurensningsgrad er presentert med hensyn på hver av dem. I tillegg til den foreliggende resipientundersøkelsen er det utarbeidet en egen oversikt over forurensnings-tilførsler fra tarmbakterier til vassdragene i Fjell kommune (Bjørklund 1998). Der er 23 vassdrag undersøkt på i alt 33 steder for å lokalisere eventuelle tilførsler av tarmbakterier. Også denne undersøkelsen er i 1998 gjennomført for andre gang.

De vannkjemiske analysene er utført av Chemlab Services as. Algeprøvene er bearbeidet av cand. real. Nils Bernt Andersen og dyreplanktonprøvene er bearbeidet av cand. scient Erling Brekke. Erling Brekke, Geir Helge Johnsen, Steinar Kålås, Harald Sægrov og Kurt Urdal har alle deltatt i feltarbeidet. Magne Eide har vært oppdragsgivers kontaktperson.

Rådgivende Biologer as. takker Fjell kommune ved Magne Eide for oppdraget.

Bergen, 15. februar 1999

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord	2
Innholdsfortegnelse	2
Sammendrag	3
Vurdering av lokal forskrift	4
Undersøkelsen i 1998	5
Skittedalsvatnet	6
Eikhammervatnet	19
Storavatnet (Kallestad)	28
Referanser	39

REFERANSE

BJØRKLUND, A.E. 1999

Overvåking av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 1998.

Rådgivende Biologer as. Rapport nr 385, 39 sider, ISBN 82-7658-245-1.

SAMMENDRAG

Rådgivende Biologer as. har i 1998 gjennomført resipientundersøkelser i Eikhammervatnet og Storavatnet (Kallestad) på Sotra samt i Skittedalsvatnet på Lille Sotra. Fjell kommune er, i forbindelse med sin utslippstillatelse, pålagt å gjennomføre overvåking i kommunens ferskvannsresipienter.

Skittedalsvatnet var lite forurenset og hadde en god vannkvalitet (tabell 1). Tarmbakterieinnholdet var lavt og lå vanligvis ned mot det en kan forvente som naturtilstanden. Det er derfor ingen ting som tyder på vesentlige forurensning fra kloakk til Skittedalsvatnet. Innsjøen var også relativt næringsfattig, men det var et par perioder med høye fosforkonsentrasjoner sommeren 1998. Algesamfunnet i innsjøen tilsvarer det en finner i næringsfattige innsjøer, både med hensyn på algeartene og algemengdene. Algemengdene var imidlertid lavere enn forventet ut fra fosforinnholdet, noe som kan være et resultat av at dyreplanktonet i Skittedalsvatnet har et vesentlig innslag av store og effektive algespisere som kan være i stand til å regulere algemengdene i innsjøen. Innholdet av organisk stoff var moderat. Beregninger viser at dagens tilførsler til innsjøen er omtrent like store som resipientkapasiteten med hensyn på både fosfor og organisk stoff, og det anbefales derfor at det ikke legges opp til noen vesentlig økning i tilførsler til Skittedalsvatnet.

Eikhammervatnet var sterkt forurenset av både tarmbakterier, næringsstoff og organisk stoff (tabell 1), og undersøkelsen viste at resipientkapasiteten i Eikhammervatnet var oppbrukt både med hensyn på fosfortilførsler og organisk stoff. Beregninger viser at dagens fosfortilførsler må halveres for å komme ned til akseptable mengder. Innholdet av organisk stoff var også meget 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 meget viktig kilde. I tillegg var innløpselva fra Kolavatnet sterkt forurenset i 1998 (Bjørklund 1998), og både lekkasjer og tilførsler på grunn av arealavrenning eller overløp på kloakkledningsnett var aktuelle forurensningskilder dit. En tredje kilde er Fjell kommune sitt kloakkrensaneanlegg som har avløp til Eikhammervatnet.

Storavatnet er en relativt stor innsjø med to bassenger, og undersøkelsen ble gjort i det innerste og mest påvirkede bassenget. Innholdet av tarmbakterier der var vanligvis lavt, men i perioder var forurensningene noe høyere. Avrenning fra arealer med husdyrmøkk er trolig en viktig forurensningskilde, men det kan ikke utelukkes at det også er tilsig fra separate kloakkanlegg, da både de lokale boligene og bebyggelsen på Kallestad drenerer til Storavatnet enten direkte eller via innløpsbekken fra Sjoartjernet. Storavatnet var relativt næringsfattig, med fosfortilførsler omtrent like store som tålegrensen. Avrenning fra gjødslet mark samt sig fra kloakkanlegg er trolig viktigste kilde til dette. Innholdet av organisk stoff var moderat, og det ble ikke observert oksygenfritt bunnvann i innsjøen. Til Storavatnet er tilsig fra myrområder og nedbrytning av innsjøens egen vegetasjon trolig viktigste kilder for organisk stoff. Undersøkelsen tyder på at fosfortilførslene til Storavatnet omtrent tilsvarer resipientkapasiteten, men når det gjelder organisk stoff ligger tilførslene godt under.

TABELL 1. Tilstandsklassifisering av de tre undersøkte innsjøene i Fjell kommune i 1998.

LOKALITET	NÆRINGS-SALTER	ORGANISK STOFF	TARM-BAKTERIER	TURBIDITET
Skittedalsvatnet	II-III	III	II	I
Eikhammervatnet	IV	IV	IV	III
Storavatnet (Kallestad)	II	III	III	II

VURDERING AV LOKAL FORSKRIFT

Med utgangspunkt i de foreslåtte miljømål for vassdrag og innsjøer i Fjell kommune (Johnsen 1998), er de tre innsjøenes gjenværende resipientkapasitet vurdert (tabell 2). Eikhammarvatnet har ingen ledig resipientkapasitet, mens for de to øvrige er bildet noe mer nyansert.

Skittedalsvatnet har liten gjenværende kapasitet med hensyn på fosfor og organisk stoff, mens innholdet av tarmbakterier ikke var opp mot grensen.

Storavatnet derimot, hadde for mye tarmbakterier, men hadde en moderat gjenværende kapasitet med hensyn på de to andre forholdene. Tarmbakteriene skyldes sannsynligvis andre tilførsler enn kloakk. Det anbefales derfor tillatt et begrenset antall nye utslippsløyver årlig med minirensanlegg klasse 1 i området ved Storavatnet, med en ny vurdering av forskriften etter fem år etter neste undersøkelse av tilstanden i innsjøen.

TABELL 2: Gjenværende resipientkapasitet i de undersøkte innsjøene, fordelt på de ulike tilførselstypene med oppsummering. Resipientkapasiteten er vurdert langs følgende skala: God - moderat - liten - ingen.

BASSENG	Næringsstoff	Organisk stoff	Tarmbakterier	Konklusjon
Skittedalsvatnet	Liten	Liten	Moderat	Ingen nye utslipp
Eikhammarvatnet	Ingen	Ingen	Ingen	Ingen nye utslipp
Storavatnet	Moderat	Moderat	Ingen	Minirens kl. 1

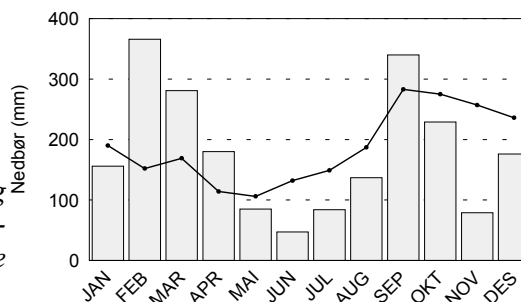
**Storavatnet overføres fra
§3 Forbod #1) Ferskvassresipientar til
§ 6 Kvoter (minirensanlegg klasse 1)**

UNDERSØKELSEN I 1998

VÆRFORHOLD

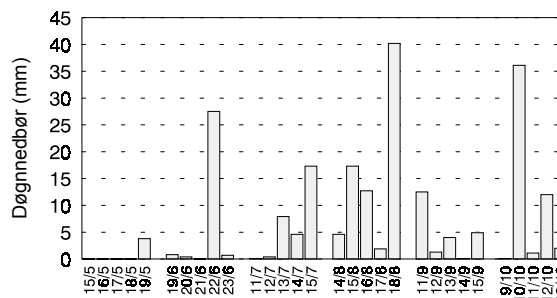
Temperaturen i 1998 var omtrent som normalt hele året sett under ett, men sommeren var meget kald. I perioden mai til august lå temperaturen stort sett 1 °C under normalen. Høsten var varmere enn normalt og spesielt i september da gjennomsnittstemperatur var 2 °C over normalen. Nedbørmengdene i 1998 var så vidt over normalen. På målestasjonen ved Bergen Florida var det 109 % av normalnedbøren; 2444 mm mot 2250 mm (DNMI-Klimaavdelingen). Nedbørmengdene var meget høye i februar og spesielt små i april, mai og september (figur 6).

FIGUR 1. Månedlige nedbørmengder i 1998 (søylor) og normalnedbøren i perioden 1961-1990 (linje) ved Bergen-Florida. Data er hentet fra det Norske Meteorologiske Institutt.



Ved undersøkelsene i 1998 regnet det i forbindelse med de fleste prøvetakingene, og det hadde stort sett regnet de nærmeste dagene for hver av prøvetaking også (figur 2). Spesielt i august, men også i juni og oktober var det regnskyll i perioden like før prøvetaking. Minst nedbør var det i mai.

FIGUR 2. Døgnet nedbør 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.



PRØVETAKINGSOPPLEGG

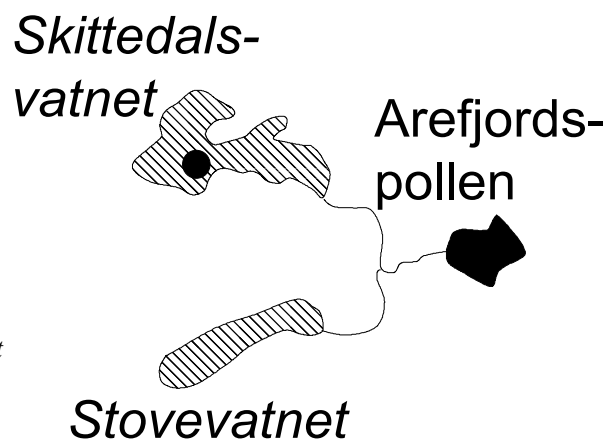
Prøvetakingen skjedde månedlig i perioden mai til oktober 1998, og både fysiske-, kjemiske- og biologiske prøver ble tatt. På bakgrunn av dette er tilstanden med hensyn på tarmbakterier, næringstilførsler og tilførsler av organisk materiale vurdert. Det ble også målt tarmbakterieinnhold og fosforkonsentrasjoner den viktigste innløpselva til Eikhamrvatnet, samt tarmbakterieinnhold i innløpselva til Storavatnet før den renner inn i Bøvatnet. Dette ble gjort i mai i en periode med tørt vær og i august i en periode med mye nedbør. På grunnlag av ekkolodding er det utarbeidet dybdekart for de tre innsjøene.

Prøvetakingspunktet i Storavatnet ble flyttet fra det dypeste punktet i bassenget like ved utløpet til det nest dypeste punktet i det innerste bassenget som ligger nærmest bebyggelsen. Dette ble gjort fordi innsjøen er stor og vi fant det riktigst å undersøke hvor stor påvirkningen var i det mest aktuelle bassenget.

SKITTEDALSVATNET

Vestre Arefjordvassdraget ligger på Lille Sotra, like nordøst for Straume. Vassdraget er ca. en km langt og består av Skittedalsvatnet og Stovevatnet, som begge har korte utløpselver som møtes rett før de renner ut i Arefjordspollen (figur 1.1). Riksvei 555 går mellom de to innsjøene.

Vassdragets totale nedslagsfelt er på 1,3 km² og består hovedsakelig av lyngkledde bergknauser, men med en del bebyggelse. Berggrunnen domineres av granitt og gneis. Det er tett bebygde områder på vestsiden av begge innsjøene, og samlet utgjør dette 0,064 km². Samtlige boliger i nedslagsfeltet skal være tilknyttet offentlig kloakk. Vassdraget ligger i et område med årlig middelavrenning på 45 l/s/km² (NVE 1987), og vassdragets middelvannføring til sjø er på 59 liter pr. sekund eller 1,8 millioner m³ årlig

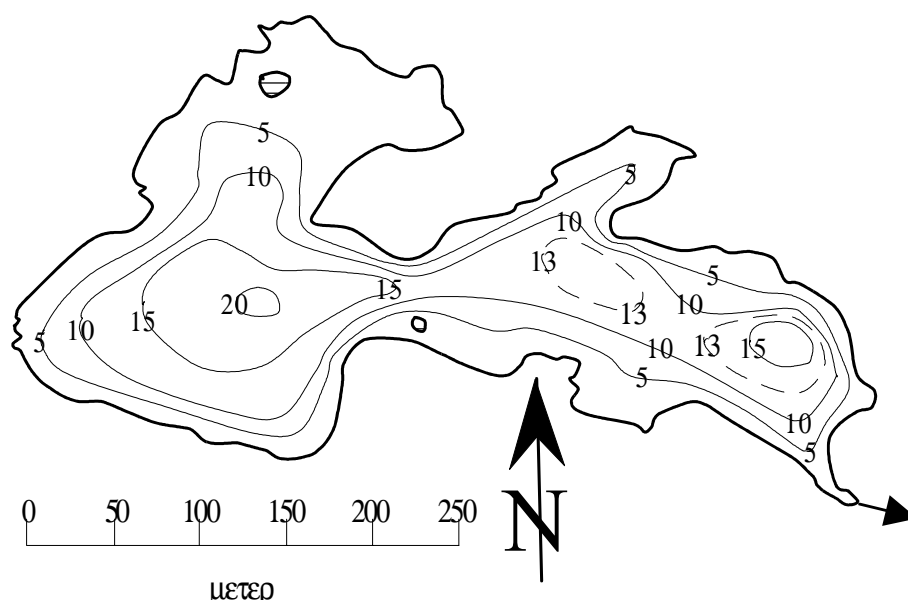


FIGUR 1.1. Kart over Straume Vestre Arefjordvassdraget. Prøvetakingsstedet er markert med svart prikk.

Skittedalsvatnet (KM 867 986) er den største av de to innsjøene i vassdraget. Innsjøen har et nedslagsfelt på 0,6 km² og ligger 25 meter over havet. Innsjøen er 20 meter dyp (figur 2.1) og har et gjennomsnittsdyp på 8 meter (tabell 1.1). Vannutskiftingen er relativt bra, gjennomsnittlig skiftes vannet ut omtrent hvert halvår. Skittedalsvatnet har tidligere hatt en bestand av ørret men denne er nå tapt på grunn av utbygginger som har ødelagt fiskens gyteområder (Johnsen og Bjørklund 1993). I de siste årene har Sotra sportsfiskere satt ut regnbueørret i innsjøen. Innsjøen brukes til friluftsbading, og det foreligger planer om å tilrettelegge forholdene med tanke på handikappede.

TABELL 1.1. Morfologiske og hydrologiske data for Skittedalsvatnet.

Areal (km ²)	Maks dyp (meter)	Snitt dyp (meter)	Volum (mill.m ³)	Utskifting (ganger/år)	Hydr.bel. (m ³ /m ² /år)
0,063	20	8	0,5	1,9	14,93



FIGUR 1.2. Dybdekart av Skittedalsvatnet. Kartet er utarbeidet i forbindelse med denne rapporten og er tegnet med 5 meters koter. For volumberegninger av innsjøen se tabell 1.2.

TABELL 1.2. Areal og dybdeforhold i Skittedalsvatnet i Fjell kommune. Arealet er av fem-meters kotene fra figur 1.2, volumene er for tilsvarende sjikt og volumet under dypene er angitt.

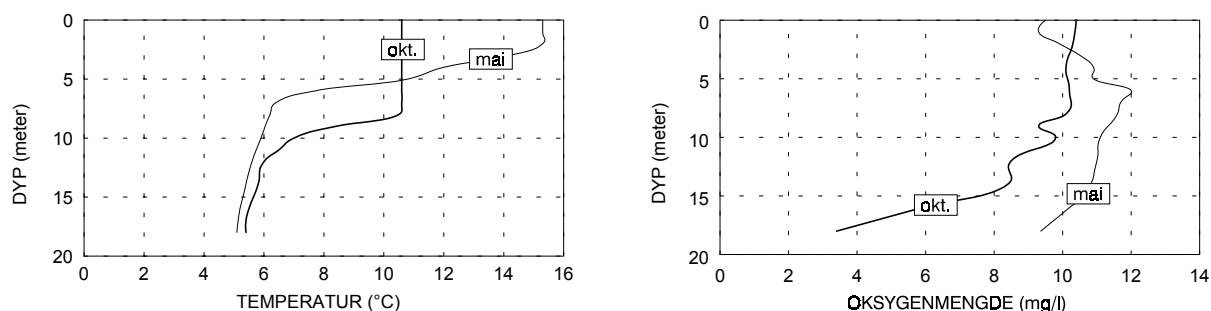
DYP (m)	AREAL (km ²)	VOLUM (mill m ³)	VOLUM UNDER (mill m ³)
0/ 0-5	0,423	1,83	5,18
5/ 5-10	0,309	1,36	3,35
10/ 10-15	0,235	0,96	1,99
15/ 15-20	0,148	0,58	1,03
20/ 20-25	0,083	0,29	0,45
25/ 25-30	0,034	0,12	0,15
30/ 30-34	0,014	0,03	0,03
34	0	0	0

TILSTANDEN I SKITTEDALSVATNET I 1998

TEMPERATUR- OG OKSYGENPROFILER

Skittedalsvatnet hadde en stabil temperatursjiktning gjennom hele undersøkelsesperioden (vedleggstabell 1.2). I mai lå sprangsjiktet rundt fem meters dyp, i oktober var det nede på åtte-ni meters dyp (figur 1.3). Høstomrøring forventes å skje en gang i november.

Oksygeninnholdet ved bunnen av innsjøen var på 3,4 mg O₂ i midten av oktober, og tilstandsklassen for oksygeninnholdet blir dermed IV. Innsjøen lå på grensen til å kunne få oksygenfritt bunnvann, men trolig skjedde ikke dette i 1998.



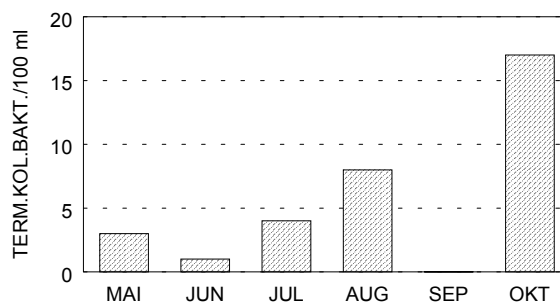
FIGUR 1.3. Temperatur- og oksygenprofiler i Skittedalsvatnet ved to tidspunkter i 1997 (vedleggstabell 1.2). Målingene er utført med et YSI-instrument med nedsenkbar elektrode og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

TARMBAKTERIER

Tarmbakterieinnholdet i Skittedalsvatnet var vanligvis lavt og innenfor det en regner som naturtilstanden (< 5 termotabile koliforme bakterier pr. 100 ml). Høyest konsentrasjon ble funnet i oktober og var på 17 termotabile koliforme bakterier pr. 100 ml (figur 1.4). På grunnlag av dette klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse II.

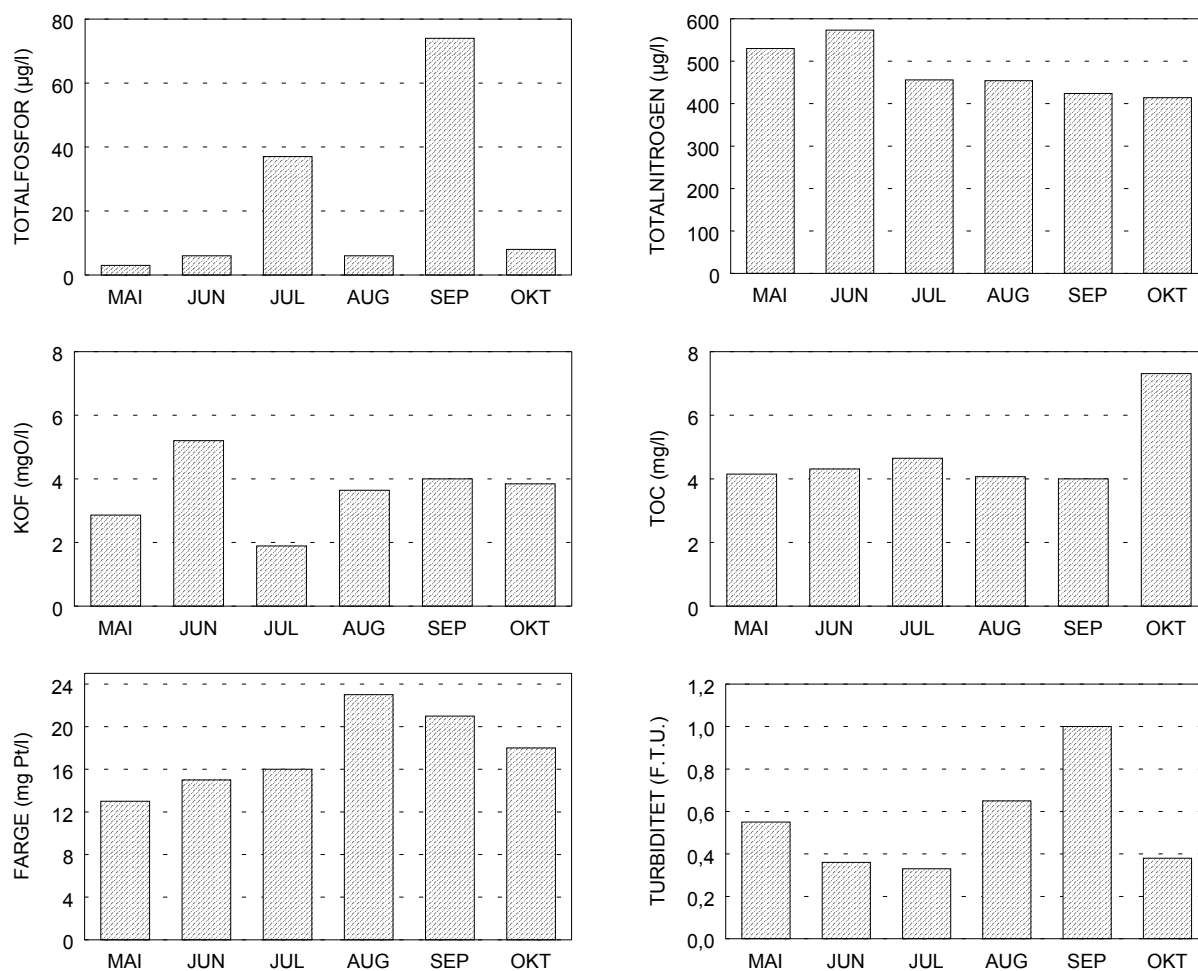
Det ble også tatt to prøver fra utløpselva fra Skittedalsvatnet i forbindelse med undersøkelsen av tarmbakterieforurensning til vassdragene i Fjell kommune (Bjørklund 1998), og også der var forurensningen meget liten både i tørrvårsperioden og i perioden med mye nedbør.

FIGUR 1.4. Innhold av termotabile koliforme bakterier i Skittedalsvatnet ved seks tidspunkt i undersøkelsesperioden i 1998 (vedleggstabell 1.1). Prøvene er tatt ved innsjøens dypeste punkt på 0,20 meters dyp.



VANNKJEMISKE PARAMETERERE

Fosforkonsentrasjonene i Skittedalsvatnet var meget varierende. Vanligvis var de meget lave, og lå rundt 6 : g/l, men i juli og spesielt i september var de meget høye (figur 1.5, øverst). Ettersom dette er to kortvarige perioder, som kan skyldes en tilfeldig forurensning av prøven, har vi valgt å nedvurdere betydningen av disse og sette gjennomsnittskonsentrasjonen av fosfor i innsjøen til 12 : g/l i stedet for 22 : g/l. Dette klassifiserer innsjøen i tilstandsklasse III for fosfor. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av totalnitrogen var på 475 : g/l og dette ga tilstandsklasse III. Nitrogeninnholdet var høyest i begynnelsen og avtok utover undersøkelsesperioden.

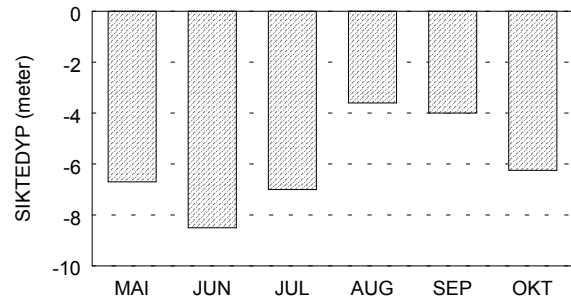


FIGUR 1.5. Vannkjemiske resultater fra Skittedalsvatnet i undersøkelsesperioden fra juli til oktober 1997 (vedleggstabell 1.1). Prøvene er tatt fra hele vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt.

Det kjemiske oksygenforbruket (KOF) var moderat (figur 1.5), og med et gjennomsnittlig oksygenforbruk på 3,52 mg O₂ /l ble tilstandsklassen III. Også innhold av organisk stoff (TOC) var moderat og et gjennomsnittlig innhold på 4,59 mg C/l tilsvarer også tilstandsklasse III. Fargetallet derimot var lavt og tilhørte tilstandsklasse II.

Partikkelinnholdet (turbiditeten) i Skittedalsvatnet var lavt ved alle prøvetakingene (figur 1.4, nederst til høyre). Gjennomsnittlig verdi var på 0,47 F.T.U., og tilstandsklassen ble dermed I.

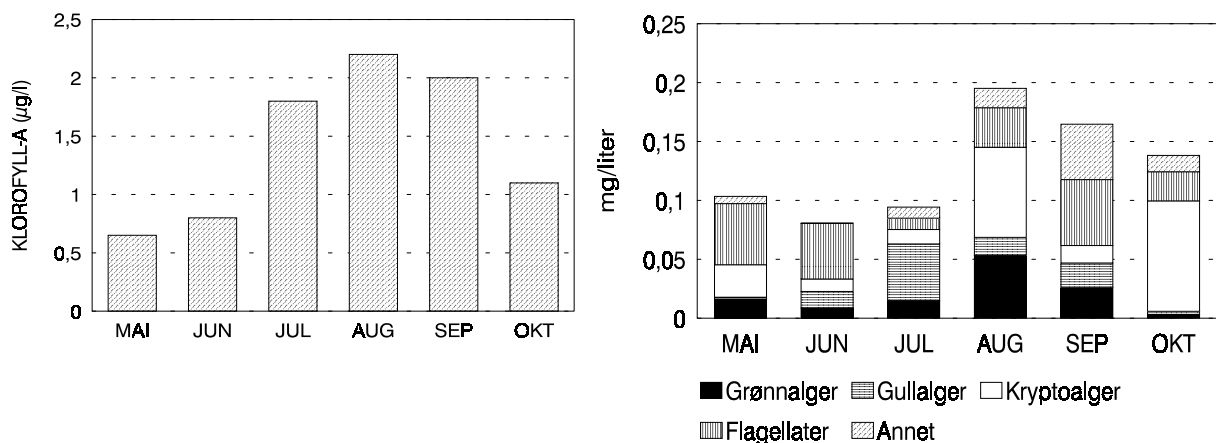
FIGUR 1.6. Siktedyp i Skittedalsvatnet ved seks tidspunkt i 1998. Målingen er gjort ved innsjøens dypeste punkt.



Det gjennomsnittlige siktedypet i innsjøen var på 6,0 meter, noe som gir tilstandsklasse I-II. Det laveste siktedypet var imidlertid på bare 3,6 meter noe som gir tilstandsklasse III. Variasjonen i siktedyp var i meget stor grad sammenfallende med algemengdene i innsjøen.

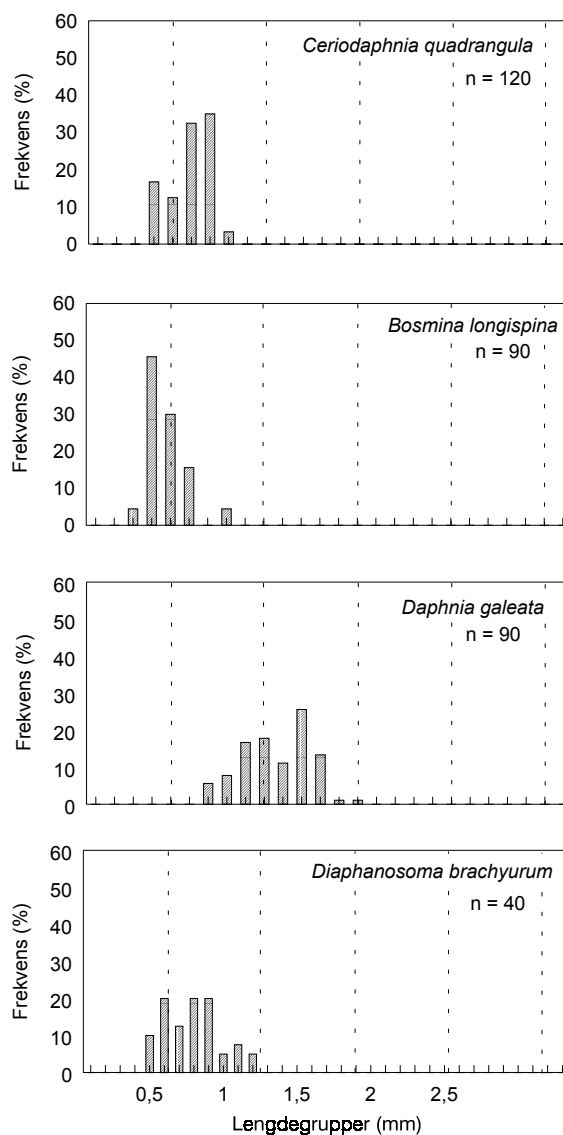
BIOLOGISKE PARAMETERER

Algemengden i Skittedalsvatnet var relativt liten. Gjennomsnittlig innhold av klorofyll a var på 1,75 $\mu\text{g/l}$ og dette gir tilstandsklasse I. Høyest klorofyllinnhold ble funnet i perioden juli til september (figur 1.7 til venstre). Målt som algevolum var også algemengdene lave (figur 1.7). Med et gjennomsnittlig algevolum på 0,13 mg/l , og med et største volum på 0,2 mg/l vurderes innsjøen som næringsfattig i henhold til Brettum (1989). Algevolumet og klorofyllkonsentrasjonene indikerte omtrent samme variasjon i algemengdene gjennom sesongen. Algesamfunnet i Skittedalsvatnet var diversert og ikke dominert av noen enkeltgruppe eller enkeltarter ved noen av undersøkelsestidspunktene. Grønnalger, kryptoalger og gullalger var til stede i mindre mengder hele tiden, mens kiselalger, fureflagellater og blågrønnalger fantes i mindre mengder i enkeltperioder.



FIGUR 1.7. Innhold av klorofyll a (til venstre) og algemengder og -typer (til høyre) i Skittedalsvatnet ved seks tidspunkt i 1997 (vedleggstabellene 1.1 og 1.3). Prøvene er tatt som blandeprøver fra 0 - 6 meters dyp ved innsjøens dypeste punkt.

Den gjennomsnittlige tettheten av dyreplankton i Skittedalsvatnet var på nesten 5300 dyr/ m³, og høyest totaltetthet på 6200 dyr/m³ ble registrert i oktober (vedleggstabell 1.4). Dominerende art i hele undersøkelsesperioden var de små vannloppen *Ceriodaphnia quadrangula* og *Bosmina longispina* (vedleggstabell 1.4, figur 1.8). I tillegg ble de mellomstore vannloppene *Daphnia galeata* og *Diaphanosoma brachyurum* funnet i moderate mengder i det meste av perioden. Av hoppekrepsene var det den mellomstore arten *Eudiaptomus gracilis* som dominerte, samt at *Cyclops scutifer* også ble påvist i hele perioden. Hjuldyrsamfunnet var artsrikt i Skittedalsvatnet, men var dominert av de meget vanlige artene *Kellicottia longispina* og *Keratella cochlearis*, samt av slekten *Conochilus* (vedleggstabell 1.4). Førstnevnte finnes i høye tettheter hovedsakelig i relativt næringsfattige innsjøer.



FIGUR 1.8. Lengdefordeling (%) av noen av de vanligst forekommende planktoniske krepsdyr i prøver fra Skittedalsvatnet i 1998. Prøvene er tatt som både vertikale og horisontale hovtrekk gjennom hele vannsøylen ved innsjøens dypeste område.

VURDERING AV TILSTANDEN I SKITTEDALSVATNET

Skittedalsvatnet er lite til middels næringsrik, har et moderat innhold av organisk stoff og et meget lavt partikkelinnhold. Undersøkelsen tyder på at innsjøens resipientkapasitet tilsvarer omtrent dagens tilførsler med hensyn på fosfor og organisk stoff, og det anbefales derfor at det ikke legges opp til vesentlige økte belastninger på Skittedalsvatnet. Vurdert ut fra alle undersøkte parametere klassifiseres Skittedalsvatnet i tilstandsklasse II for innhold av tarmbakterier, II-III for næringsalter, III for organisk stoff og I for partikler.

TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Skittedalsvatnet er lite forurenset av tarmbakterier, og vanligvis ligger forurensningsnivået ned mot det en kan forvente som naturtilstanden. Bare i september var tarmbakteriekonsentrasjonen noe høyere og innsjøen ble klassifisert i tilstandsklasse II. I utløpselva ble det heller ikke funnet vesentlig tarmbakterieforurensninger i to prøver ved henholdsvis tørt vær og mye nedbør (Bjørklund 1998). Det er derfor ingen ting som tyder på vesentlig forurensning fra kloakk eller gjødsel til Skittedalsvatnet.

TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Skittedalsvatnet klassifiseres samlet sett i tilstandsklasse II-III med hensyn på virkning av næringstilførsler. Denne totalvurderingen bygger på et lavt til moderat innhold av fosfor (klasse II-III), et moderat innhold av nitrogen (klasse III) og et godt gjennomsnittlig siktedyp (klasse I). I tillegg var klorofyllkonsentrasjonene lave (klasse I) og algesammensetningen som tydet på relativt næringsfattige forhold.

Fosforkonsentrasjonene i Skittedalsvatnet var meget varierende, vanligvis lå de godt under 8 : g/l, men ved to prøvetakinger var de meget høye; på henholdsvis 37 : g/l og 74 : g/l i august og oktober. Det er dermed ingen store regelmessige tilførsler til innsjøen. Det ble imidlertid ikke funnet tarmbakterier i disse prøvene, og plutselige lekkasjer eller overløp på offentlig kloakkledningsnett er derfor også utelukket. Andre muligheter er tilfeldig forurensning av prøven eller avrenning fra mark som nettopp er gjødslet. Ettersom tilførslene ikke gjenspeiles i andre vannkjemiske målinger, og heller ikke i de påfølgende undersøkelsene måneden etter, har vi valgt å legge mest vekt på de vanlige fosforkonsentrasjonene og setter gjennomsnittskonsentrasjonen av fosfor til 12 : g/l i stedet for 22 : g/l som den ellers ville vært.

Teoretiske beregninger av fosfortilførslene (etter modell fra Berge 1987) viser at innsjøens tålegrense er på 21 kg fosfor pr. år vurdert ut fra normalnedbør. Nedbørmengdene i 1998 var på 109 % av normalnedbøren, noe som øket tålegrensen til 23 kg. Beregnede fosfortilførsler i 1998 ut fra en gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon på 12 : g/l, viste at tilførslene var på nesten 23 kg fosfor, altså like mye som innsjøens tålegrense. Trolig er dette et noe høyt anslag, og mest sannsynlig er tilførslene til Skittedalsvatnet godt under tålegrensen.

Fosfortilførslene førte ikke til høye algemengder i Skittedalsvatnet, og algemengdene tilsvarte det en vanligvis finner i lite næringsrike innsjøer (Brettum 1989). Det samme var tilfellet for klorofyllmålingene som klassifiserte Skittedalsvatnet i tilstandsklasse I (beste klasse). Også algeartene, med et artsrikt samfunn uten dominans av enkeltarter, indikerte relativt næringsfattige forhold, men en algetopp midt på sommeren kan tyde på mer næringsrike forhold enn algemengdene skulle tilsi.

Algemengdene tilsvare det en forventer ved fosforkonsentrasjoner rundt 5 - 7 : g/l. Årsaken til de lave algemengdene kan være forekomsten av den mellomstore vannloppen *Daphnia galeata*, en moderat effektiv algebeiter. Tettheten av denne var relativt høy mai, juni, juli og oktober, men meget lav i august og september. Dette er omvendt av forekomsten av alger. Forekomsten av *Daphnia galeata* kan derfor delvis forklare at en ikke fant større algemengder slik en skulle forventet ut fra fosforinnholdet.

Dyreplanktonsamfunnet i Skittedalsvatnet var preget av et moderat beitepress fra fisk. De store vanlig forekommende artene av vannlopper var nedbeitet, og planktonsamfunnet var dominert av små og mellomstore arter som de meget små *Ceriodaphnia quadrangula* og *Bosmina longispina* og den mellomstore *Daphnia galeata*. Forekomsten av *Daphnia galeata* ga innsjøen en moderat god selvrensningsevne fordi denne arten til en viss grad er i stand til å regulere algemengdene i innsjøen.

TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF

Skittedalsvatnet har et moderat innhold av organisk stoff og vurderes totalt sett til tilstandsklasse III. Dette bygger på at både det kjemiske oksygenforbruket, det totale innholdet av organisk stoff og laveste målte siktedyp ga tilstandsklasse III. Fargetallet ga imidlertid klasse II og oksygenforbruket i dypvannet klasse IV.

Både det kjemiske oksygenforbruket og målingene av totalt organisk karbon viste at innholdet av organisk stoff i innsjøen var relativt stabilt. Det tyder på at det heller ikke er store tilførsler av organisk stoff til innsjøen. Trolig er nedbrytning av innsjøens egen planteproduksjon hovedkilden for tilførsler av organisk stoff. Fargetallet kan imidlertid tyde på at det kan være litt tilførsler fra myrområder.

PARTIKKELINNHOLD

Det er ingen store tilførsler av partikler til Skittedalsvatnet, og både turbiditeten og det gjennomsnittlige siktedypet ga tilstandsklasse I.

MÅLEDATA FRA SKITTEDALSVATNET I 1998

VEDLEGGSTABELL 1.1: Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater, samt siktedyp, fra Skittedalsvatnet ved seks tidspunkt i 1998. 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	19. mai	23. juni	15. juli	18. aug.	15. sept.		13. okt.	Snitt
						Overfl	Dypv.		
Termotol. kolif. bakt.	ant/100ml	3	1	4	8	0		17	5,50
Farge	mg Pt/l	13	15	16	23	21		18	17,67
Turbiditet	F.T.U.	0,55	0,36	0,33	0,65	1		0,38	0,47
Surhet	pH	6,77	6,89	6,99	6,9	7		6,8	6,89
Total-nitrogen	: g N/l	530	573	456	454	424		414	475,17
Total-fosfor	: g P/l	3	6	37	6	74		8	22,33
KOF	mg O/l	2,86	5,2	1,89	3,64	4	3,72	3,84	3,52
TOC	mg/l	4,15	4,31	4,65	4,07	4	3,15	7,31	4,59
Klorofyll a	: g/l	0,65	0,8	1,8	2,2	2		1,1	1,75
Siktedyp	m	6,7	8,5	7	3,6	4		6,25	6,04

VEDLEGGSTABELL 1.2: Temperatur og oksygenmålinger i Skittedalsvatnet ved seks tidspunkt i 1998. Oksygenverdiene er angitt i mg O/l og i prosent metning. Målingene er utført ved innsjøens dypeste punkt med et YSI Model 58 instrument med nedsenkbar sonde.

Dyp	19. mai		23. juni		15. juli		18. august		17. september		13. oktober	
	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂
0 m	15,3	9,5	15,7	9,3	16,2	8,5	15,6	9,9	15,2	10,1	10,6	10,4
1 m	15,3	9,3	15,7	9,5	16,4	8,9						
2 m	15,3	9,9	15,3	9,6	16,4	8,6	15,6	10,1	15,1	10,1	10,6	10,3
3 m	14,2	10,5	14,6	9,9	16,4	8,9						
4 m	12	10,9	14,2	9,9	16,3	8,8	15,5	10,2	15	9,7	10,6	10,1
5 m	10,8	10,9	13,9	9,9	15,4	9	15,1	10	14,6			
6 m	7,7	12	11,4	11,6	11,8	10,6	13,9	10,6	13,7	9,1	10,6	10,2
7 m	6,4	11,7	7,8	12	9	11,5	10,7	12,1	10,9	10,7	10,6	
8 m	6,2	11,6	7	11,7	7,6	11,3	8,5	12,3	8,9	10,5	10,5	10,1
9 m			6,7	11,6	7,6	11,1					8,4	9,3
10 m	5,9	11,1	6,2	11,5	6,6	10,8	7	11,8	7	10,4	7	9,8
11 m			6	10,4	6,2	10,3					6,5	
12 m	5,6	11	5,7	10,4	5,9	10,1	6,1	10,6	6,1	9,2	6	8,5
13 m					5,6	9,9						
14 m			5,5	10,3	5,6	9,4			5,6	8,8	5,8	8,4
15 m	5,3	10,6			5,4	9,2	5,4	10,2				
16 m	5,2	10,2	5,3	10,1	5,3	8,9			5,4	6,9	5,5	5,9
17 m					5,3	8,3	5,3	7,5			5,4	
18 m	5,1	9,36	5,2	8,4	5,2	6,4	5,2	5,2	5,3	3,3	5,4	3,4
19 m			5,2	5,4	5,2	bunn	bunn		bunn på 18,5 m			

VEDLEGGSTABELL 1.3: Alger i Skittedalsvatnet ved seks tidspunkt i 1998. Prøvene er tatt som blandeprøver fra de øverste fire meterne av vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt, og de er analysert av Cand. real. Nils Bernt Andersen.

	19.mai		23. juni		15. juli		18. august		15. september		13. oktober	
	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum
BACILLARIOPHYCEAE												
<i>Melosira</i> sp.	2000	0,0002										
<i>Synedra</i> sp.	1500	0,0006										
<i>Tabellaria fenestrata</i>	2000	0,004										
Ubestemte pennate diatomeer	500	0,0003			15300	0,0077						
Ubestemte sentriske diatomeer									15300	0,0077		
CHLOROPHYCEAE												
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	91800	0,0092										
<i>Closterium</i> sp.									1000	0,0005		
<i>Elakatothrix</i> sp.							30600	0,0031	30600	0,0031		
<i>Scenedesmus acutus</i>							796000	0,0398	566000	0,0226		
<i>Scenedesmus ecornis</i>	61200	0,0031										
<i>Scenedesmus</i> sp.			122000	0,0061	16000	0,008					76500	0,0031
<i>Sphaerocystis</i> sp.	122000	0,004	76500	0,0025	61200	0,0069	91800	0,0104	30600	0,0035		
CRYPTOPHYCEAE												
<i>Cryptomonas</i> sp.	1	0,0153			3000	0,003	15300	0,0153	1000	0,001	2000	0,002
<i>Rhodomonas</i> sp.	122000	0,0122	107000	0,0107	91800	0,0092	61200	0,0612	138000	0,0138	91800	0,0918
CHRYSTOPHYCEAE												
<i>Bitrichia</i> sp.	15300	0,0015	45900	0,0046								
<i>Dinobryon crenulatum</i>			30600	0,0061								
<i>Dinobryon cylindricum</i>					321000	0,0482						
<i>Dinobryon divergens</i>							102000	0,0153	138000	0,0207	18000	0,0027
<i>Dinobryon sociale</i>			11000	0,0033								
DINOPHYCEAE												
<i>Gymnodinium</i> sp.	1000	0,001							1000	0,001		
<i>Peridinium</i> sp.							15300	0,0153				
CYANOPHYCEAE												
<i>Anabaena spiroides</i>											122000	0,0138
<i>Aphanothece</i> sp. (kolonier)									76500	0,0383		
<i>Merismopedia glauca</i>					413000	0,0017						
<i>Rhabdoderma lineare</i> (kol.)							21000	0,0011				
FLAGELLATER OG MONADER												
Ubestemte flagellater < 5 : m	1358000	0,019	694000	0,023	184000	0,0061	1046000	0,0146	1170000	0,0386	275000	0,0091
Ubestemte flagellater > 5 : m	507000	0,033	214000	0,0242	30600	0,0035	168000	0,019	153000	0,0173	138000	0,0156
SAMLET												
	2299600	0,1034	1301000	0,0805	1135900	0,0943	2347200	0,1951	2321000	0,1681	723300	0,1381

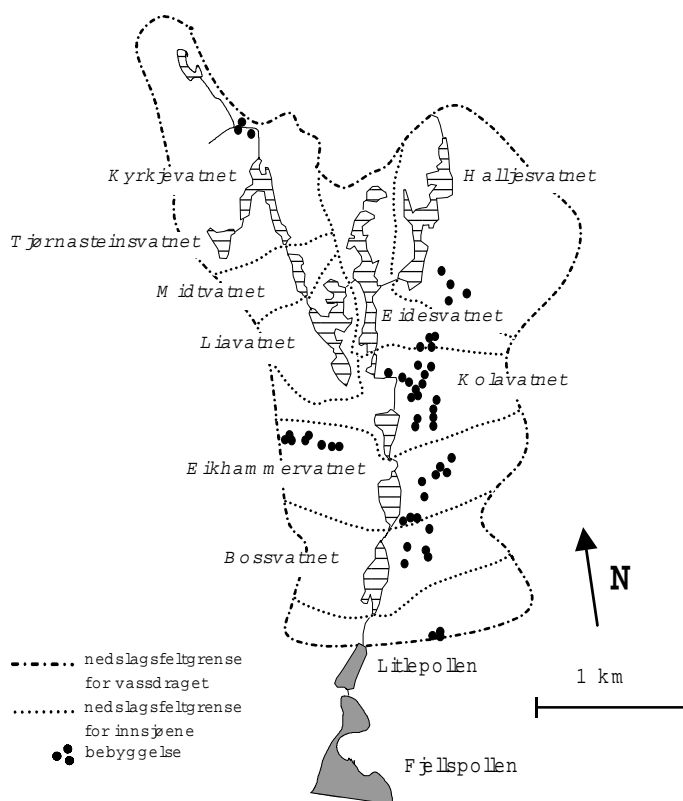
VEDLEGGSTABELL 1.4. Prosentvis forekomst (antallsmessig) av dyreplankton i 6 prøver fra Skittedalsvatnet i 1998. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de øverste 5 meterne av vannsøylen, og er analysert av Cand. scient. Erling Brekke. Forekomst av hjuldyr er inndelt i fem grupper, der * = lavt antall og ***** = meget høyt antall.

DYREPLANKTONART	19. mai	23. juni	15. juli	18. august	15. september	13. oktober
VANNLOPPER (CLADOCERA)						
<i>Alonella nana</i>	0	0	0	6	5	5
<i>Bosmina longispina</i>	289	234	125	113	149	764
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	1064	2328	2494	1621	2866	2166
<i>Chydorus sphaericus</i>	0	1	0	1	<1	0
<i>Daphnia galeata</i>	374	410	463	36	74	287
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1	42	380	95	90	11
<i>Holopedium gibberum</i>	17	0	0	0	0	0
<i>Polyphemus pediculus</i>	17	14	0	5	2	0
HOPPEKREPS (COPEPODA)						
<i>Cyclops scutifer</i>	28	7	107	166	21	32
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	125	57	36	344	58	85
Calanoide nauplier	532	276	505	891	701	191
Cyclopoide nauplier	108	403	606	1603	1019	2357
Calanoide copepoditter	447	14	148	321	642	186
Cyclopoide copepoditter	1817	502	410	53	69	149
VANNLOPPER OG HOPPEKREPS SAMLET						
(ant/m ³)	4819	4289	5274	5256	5698	6231
HJULDYR (ROTATORIA)						
<i>Ascomorpha ecaudis</i>						*
<i>Asplanchna priodonta</i>	**	*	**	**	***	**
<i>Cephalodella</i> sp.						*
cf. <i>Collotheca</i> sp.						*
<i>Conochilus</i> sp.	*	**	***	***	*	**
<i>Gastropus hyptopus</i>		**	**	**	*	*
<i>Gastropus stylifer</i>		*	**	**	**	**
<i>Kellicottia longispina</i>	**	***	***	**	**	***
<i>Keratella cochlearis</i>	**	**	**	**	**	**
<i>Keratella hiemalis</i>	**	*			*	*
<i>Keratella serrulata</i>					*	*
<i>Lophocharis</i> cf. <i>salpina</i>						*
<i>Ploesoma hudsoni</i>	*	*	*	**	**	*
<i>Polyarthra</i> sp.		*	***	*	**	**
cf. <i>Synchaeta</i> sp.						*
<i>Testudinella</i> sp.						*

EIKHAMMERVATNET

Fjellvassdraget ligger sentralt i Fjell kommune, med utløp sørøver til Litlepollen. 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 (figur 2.1). Nedslagsfeltet er på 6,5 km², 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 adskillig 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.

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).

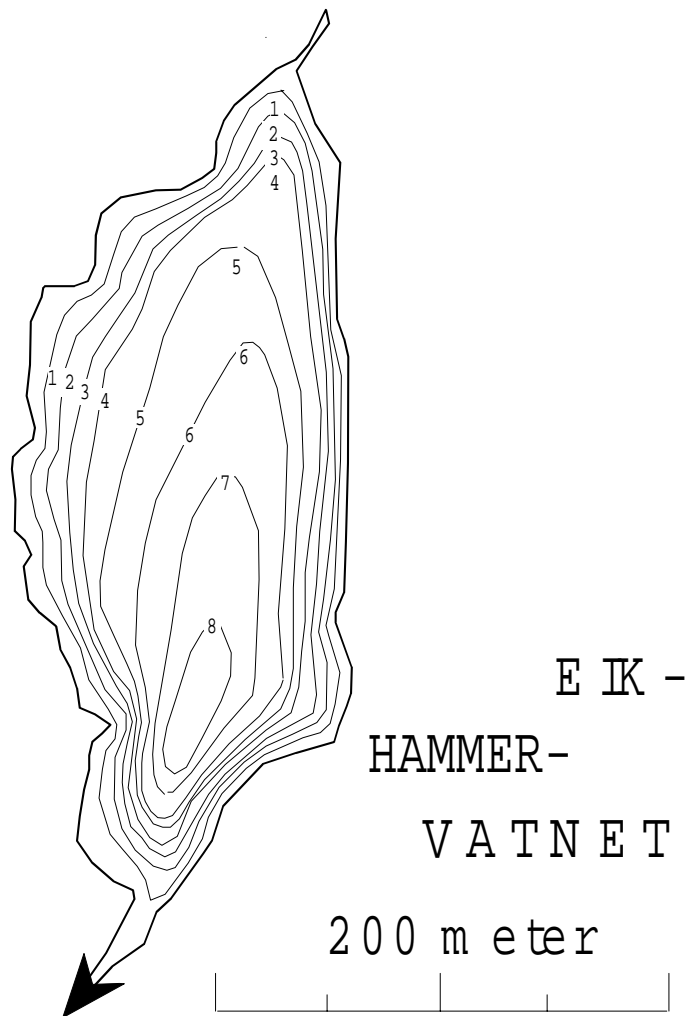


Vassdraget ligger i et område med årlig middelavrenning på 40 liter pr. sekund pr. km² (NVE 1987) og vassdragets middelvannføring ved utløp til sjø er på 308 liter pr. sekund eller 9,7 millioner m³ pr. år. Innsjøene utgjør en forholdsvis stor andel av nedslagsfeltet, slik at det vanligvis vil være relativt stabil vannføring nederst i vassdraget, selv i tørkeperioder.

Eikhammervatnet (KM 932 942) er den nest nederste innsjøen i vassdraget. Innsjøen ligger 5 meter over havet og har et nedslagsfelt på 5,4 km². Innsjøen er liten og grunn med et maksimumsdyp på bare 8 meter (tabell 2.1). Dette gjør at vannutskiftningen er stor, og gjennomsnittlig skiftes vannet ut nesten en gang pr uke.

TABELL 2.1. Morfologiske og hydrologiske data for Eikhammervatnet.

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

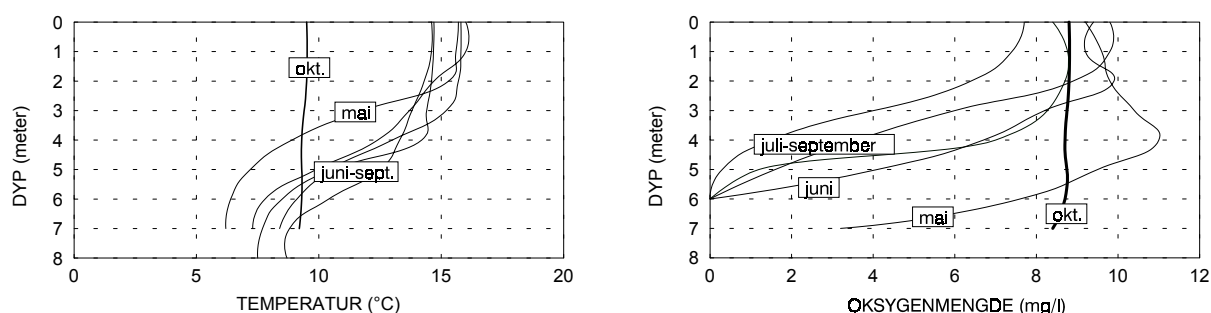


FIGUR 2.2. Dybdekart av Eikhammervatnet. Kartet er utarbeidet i forbindelse med denne undersøkelsen av Fjellvassdraget i 1994 (Bjørklund og Johnsen 1995), og er tegnet med 1 meters koter.

TILSTANDEN I EIKHAMMERVATNET I 1998

TEMPERATUR- OG OKSYGENPROFILER

Det var en stabil temperatursjiktning i Eikhammervatnet sommeren 1998. Temperatursprangsjiktet lå rundt tre meter i mai, rundt fire - seks meter fra juni til september og i midten av oktober var det full høstomrøring (figur 2.3). Oksygenforbruket i innsjøen var imidlertid stort, og allerede i juni var det oksygenfritt under seks meters dyp. Eikhammervatnet klassifiseres derfor i tilstandsklasse V. Hele resten av sesongen var det oksygenfritt under temperatursprangsjiktet. I oktober var det omrøring og oksygen helt til bunns.

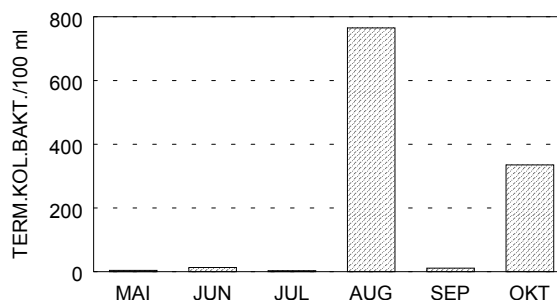


FIGUR 2.3. Temperatur- og oksygenprofiler i Eikhammervatnet ved seks tidspunkter i 1998 (vedleggstabell 2.2). Målingene er utført med et YSI-instrument med nedsenkbar elektrode og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

TARMBAKTERIER

I Eikhammervatnet ble det funnet tarmbakterier ved samtlige prøvetakinger, med meget høye konsentrasjoner i august og oktober (figur 2.4). Konsentrasjonen var høyest i august da den var på 765 termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml. Tilstandsklassen blir IV på grunnlag av konsentrasjonen i august..

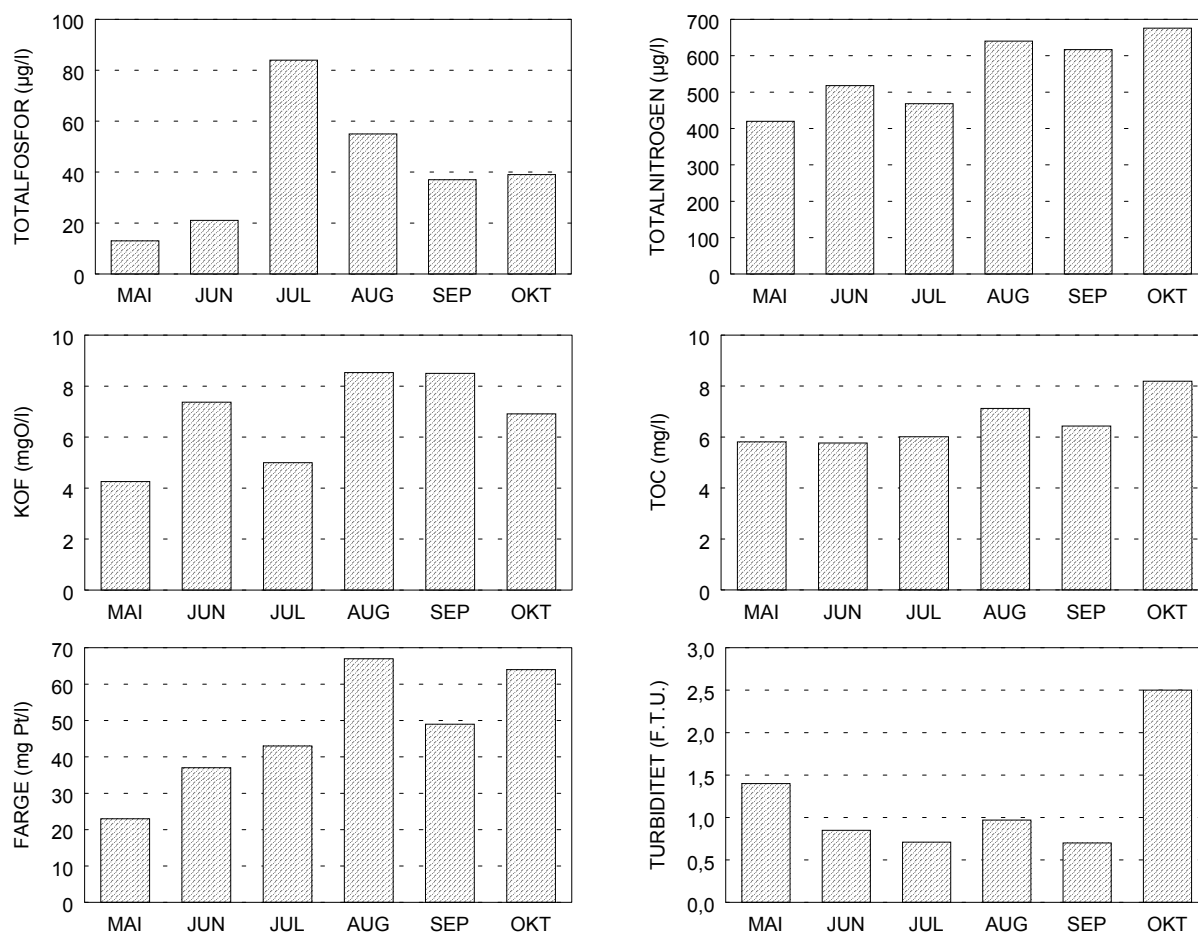
FIGUR 2.4. Innhold av termostabile koliforme bakterier pr. 100 ml i Eikhammervatnet ved seks tidspunkter i 1998 (vedleggstabell 2.1). Prøvene er tatt på 0,2 meters dyp ved innsjøens dypeste punkt.



Det ble også tatt to prøver i innløpselva til Eikhammervatnet denne sommeren. Prøvene ble tatt den 14. mai i en periode med tørt vær, og den 6. august i en periode med mye nedbør (Bjørklund 1998). Tarmbakterieinnholdet i elva var moderat og var på 295 bakt/100 ml i tørrværsperioden og på 245 bakt/100 ml i nedbørperioden.

VANNKJEMISKE PARAMETERERE

Innholdet av næringsstoffer var relativt høyt (figur 2.5, øverst), og med en gjennomsnittlig konsentrasjon av totalfosfor på 42 : g/l og av totalnitrogen på 556 : g/l klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse IV for fosfor og III for nitrogen. Fosforkonsentrasjonen var høyest ved målingene i juli og august, nitrogenkonsentrasjonene var høyest i perioden august til oktober. På slutten av sjiktungsperioden, i august, ble det tatt en prøve fra dypvannet. Denne ble undersøkt på orthofosfat, og konsentrasjonen der var på hele 253 : g PO₄/l. På samme tidspunkt var konsentrasjonen av totalfosfor i overflatevannet på "bare" 53 : g P/l. Det ble også tatt fosforprøver i innløpselva samtidig med tarmbakterieundersøkelsen. Konsentrasjonene der var adskillig lavere enn i innsjøen, og den var på bare 7 : g/l i tørrværsperioden og på 13 : g/l i nedbørperioden.



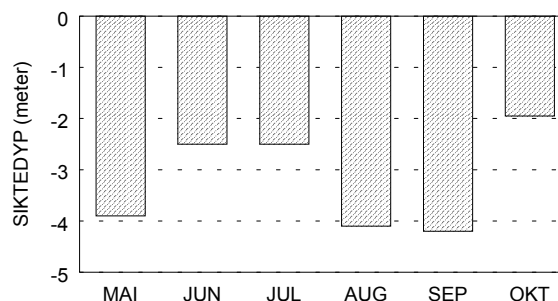
FIGUR 2.5. Vannkjemiske resultater fra Eikhammervatnet i undersøkelsesperioden fra mai til oktober 1998 (vedleggstabell 2.1). Prøvene er tatt som blandeprøver fra de fire øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Det kjemiske oksygenforbruket (KOF) var også høyt med en gjennomsnittlig verdi på 8,7 O₂/l (figur 2.5), som klassifiserer innsjøen i tilstandsklasse IV. KOF var omtrent identisk i overflate- og bunnvannet ved prøvetakingen i august (vedleggstabell 2.1). Samme tilstandsklasse ble det for innholdet av totalt organisk karbon (TOC), som hadde en gjennomsnittskonsentrasjon på 6,6 mg C/l. Begge disse parametrene hadde høye verdier på høsten. Fargetallet var også høyest på høsten, og en gjennomsnittlig verdi på 41 mg Pt./l ga tilstandsklasse IV. Turbiditeten var moderat og varierte mellom 0,7 F.T.U. og 2,5 F.T.U. med laveste

verdi i juni og september (figur 2.5, nederst til høyre). Tilstandsklassen for turbiditet ble III.

Siktedypet varierte mellom 1,4 m og 4 m, med lavest siktedyp i august og september (figur 2.6). Det gjennomsnittlige siktedypet klassifiserte til tilstandsklasse III og det laveste til klasse IV.

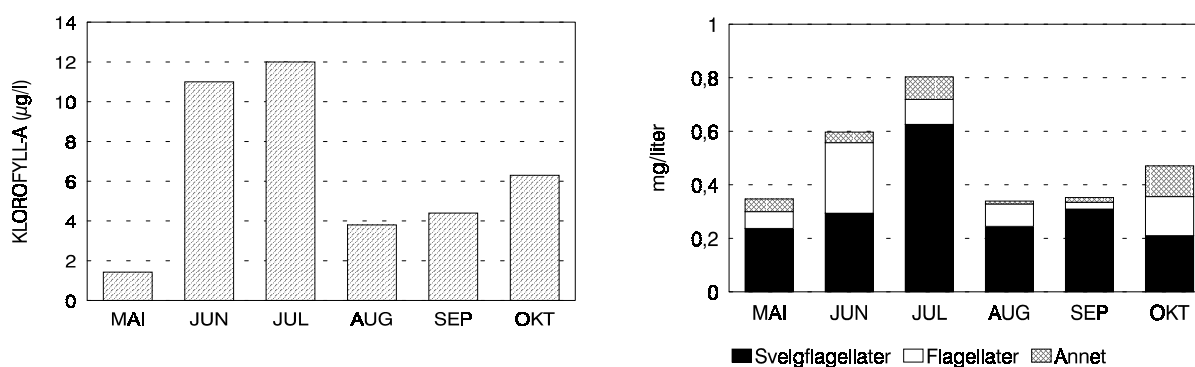
FIGUR 2.6. Siktedyp i Eikhammervatnet ved seks tidspunkt i 1998. Målingene er gjort ved innsjøens dypeste punkt (vedleggstabell 2.1)



BIOLOGISKE PARAMETERE

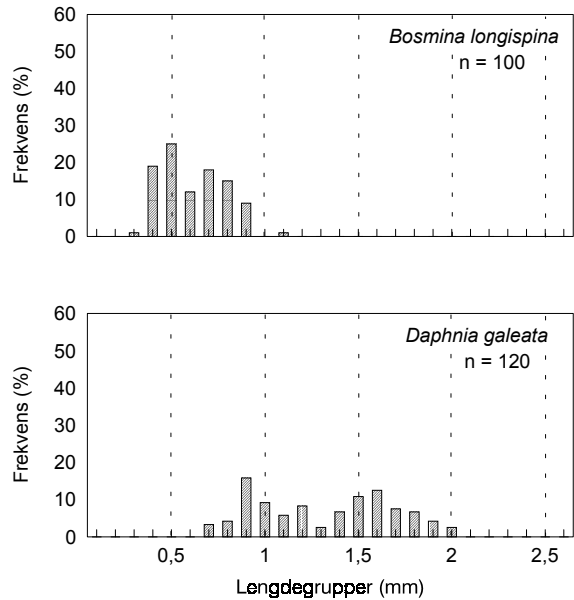
Algemengdene i Eikhammervatnet var moderate (figur 2.7) Målingene av klorofyll a indikerte høyest algemengder i juni og juli, og med en gjennomsnittlig klorofyllkonsentrasjon på 6,5 : g/l ble tilstandsklassen III. Algevolumet var også moderat, og med et gjennomsnittlig algevolum på 0,49 mg/l og et største volum på 0,80 mg/l vurderes innsjøen som moderat næringsrik i henhold til Brettum (1989). Algevolumet og klorofyllkonsentrasjonene indikerte omtrent samme variasjon i algemengdene gjennom sesongen, med topp i juni og juli.

Algesamfunnet i Eikhammervatnet var dominert av svelgflagellater (figur 2.7), bestående av de meget vanlig forekommende slektene *Cryptomonas* og *Rhodomonas* (vedleggstabell 2.3). Utenom disse var det ingen arter eller slekter som forekom i store mengder på noe tidspunkt. Grønnalger forekom i mindre mengder i hele perioden med størst innslag av arten *Ankyra judai* og slekten *Sphaerocystis*.



FIGUR 2.7. Klorofyll a (til venstre) og algemengder og -typer (til høyre) i Eikhammervatnet ved seks tidspunkt i 1998 (vedleggstabellene 2.1 og 2.3). Prøvene er tatt som blandeprøver fra de fire øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Dyreplanktonsamfunnet var dominert av den middels store vannloppen *Daphnia galeata* og den lille vannloppen *Bosmina longispina* i hele undersøkelsesperioden (figur 2.8, vedleggstabell 2.4). Av hoppekrepse var *Heterokope saliens* viktigste art. Hjuldyrsamfunnet var dominert av *Kellicottia longispina* og slekten *Conochilus*, men også *Keratella cochlearis* og *K. hiemalis* var til stede det meste av sesongen (vedleggstabell 2.4).



FIGUR 2.8. Lengdefordeling (%) av de vanligst forekommende planktoniske krepser i prøver fra Eikhammervatnet i 1998. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de 10 øverste meterne i vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt.

VURDERING AV TILSTANDEN I EIKHAMMERVATNET

Vannkvaliteten i Eikhammervatnet var relativt dårlig både med hensyn på innhold av tarmbakterier, næringsstoffer og organisk stoff, noe som førte til oksygenfritt bunnvann og indre gjødsling. Undersøkelsen viser at innsjøens resipientkapasitet er oppbrukt både med hensyn på fosfortilførsler og organisk stoff, og dagens fosfortilførsler må halveres for å komme ned til akseptable mengder. Vurdert ut fra alle undersøkte parametere klassifiseres Eikhammervatnet i tilstandsklasse IV for innhold av tarmbakterier, IV for næringsalter, IV for organisk stoff og III for partikler.

TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Eikhammervatnet er periodevis sterkt forurenset av tarmbakterier. Høyeste konsentrasjon ble målt i august og oktober, og på grunnlag av målingen i august klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse IV. Ved de andre fire prøvetakingene var tarmbakteriekonsentrasjonene meget små. Det er ikke vesentlig endring i forurensningsnivået i 1998 i forhold til i 1994 (Bjørklund og Johnsen 1995).

Det er flere mulige forurensningskilder ved Eikhammervatnet. Innløpselva fra Kolavatnet var sterkt forurenset ved to prøvetakinger i 1998, og både lekkasjer til vassdraget og tilførsler på grunn av arealavrenning eller overløp på kloakkledningsnett var aktuelle forurensningskilder der (Bjørklund 1998). En annen potensiell kilde er Fjell kommune sitt kloakkrensaneanlegg som har avløp til Eikhammervatnet, samt arealavrenning fra områder med husdyrmøkk i det lokale nedslagsfeltet. Alle disse kan være aktuelle kilder i periodene med mye nedbør. De små forurensningen i tørrværsperioden tyder imidlertid på at det også var direkte tilførsler til innsjøen, men disse var vanligvis relativt små, og kom muligens med innløpselva fra Kolavatnet.

TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Eikhammervatnet er 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 moderat innhold av nitrogen (klasse III), moderate algekonsentrasjoner (klasse III) og et moderat gjennomsnittlig siktedyp (klasse III). I dypvannet ble det imidlertid målt meget høye konsentrasjoner av orthofosfat i august, noe som tyder på indre gjødsling. Det er ikke påvist vesentlig endring tilstanden i 1998 i forhold til i 1994 (Bjørklund og Johnsen 1995) med tanke på næringsrikhet.

Teoretiske beregninger av fosfortilførslene til Eikhammervatnet i 1998 (etter modell fra Berge 1987) viste at tilførslene var adskillig høyere enn tålegrensen som var på rundt 170 kg i 1998. Vurdert ut fra de målte fosforkonsentrasjonene i innsjøen mottok Eikhammervatnet omtrent 380 kg fosfor i 1998, altså over det dobbelte av tålegrensen. Dette er høyere enn beregningene fra 1994 som viste tilførsler på 230 kg, men en direkte sammenligning mellom disse kan ikke gjøres da det i 1994 kun ble tatt tre prøver, hvorav kun to ble tatt på sommeren.

Fosfortilførslene til Eikhammervatnet kommer delvis fra de samme kildene som tarmbakteriene; kloakk og husdyrgjødsel, samt muligens fra kloakk rensaneanlegget like ovenfor innsjøen. I tillegg vil generell avrenning fra gjødslet mark gi store tilførsler av næring. Imidlertid er indre gjødsling en annen viktig kilde. I Eikhammervatnet var det oksygenfritt bunnvann allerede fra månedskiftet mai/juni og i juli var

det oksygenfritt under fire meters dyp. I august ble det tatt prøve fra bunnvannet og det ble målt 253 : g orthofosfat der, mens innholdet av totalfosfor var på "bare" 55 i overflatevannet.

Fosfortilførslene førte imidlertid kun til moderate algemengder i Eikhammervatnet, og algemengdene tilsvarte det en vanligvis finner i moderat næringsrike innsjøer (Brettum 1989). Det samme var tilfellet for klorofyllmålingene som klassifiserte Eikhammervatnet i tilstandsklasse III. Algemengdene var imidlertid klart lavere enn forventet ut fra fosforinnholdet. En grunn til de lave algemengdene kan være den høye tettheten av den mellomstore vannloppen *Daphnia galeata*, som er en moderat effektiv algebeiter. Tettheten av denne var meget høy i mai, meget lav i juni og oktober, men mer moderat i resten av perioden. Dette er delvis omvendt av forekomsten av alger, og kan derfor for en del forklare at en i 1998 ikke fant større algemengder slik en skulle forventet ut fra fosforinnholdet. En medvirkende faktor kan være de store regnskyllene denne sommeren; store vannmengder på kort tid kan føre til utspyling av det øvre vannlaget der algene er.

TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF

Eikhammervatnet hadde et høyt innhold av organisk stoff og vurderes totalt sett til tilstandsklasse IV. Dette bygger på at samtlige parametere; kjemiske oksygenforbruk, totalt innhold av organisk stoff, laveste målte siktedyp og fargetall ga tilstandsklasse IV. Oksygenforbruket i dypvannet var imidlertid meget stort og ga tilstandsklasse V.

Ved de to prøvetakingene i august og oktober, var både innholdet av organisk stoff (TOC) og fargetallet høyt. Det samme var også tilfellet for tarmbakteriene. Arealavrenning eller overløp på kloakkledningsnett er derfor aktuelle kilder ved begge tidspunktene. Mest sannsynlig er det arealavrenning etter at det er spredd gylle eller etter at det har vært husdyr i nedslagsfeltet, fordi tilsvarende mønster ikke ble funnet ved store nedbørmengder på de andre prøvetakingstidspunktene.

En av hovedkildene for organisk stoff i Eikhammervatnet er imidlertid nedbrytningen av innsjøens egen plante- og algevekst. Innsjøen har store gruntområder med tett vegetasjon, og dette alene er utvilsomt nok til å forårsake et for stort oksygenforbruk i innsjøen. Eikhammervatnet har kun et lite dypvannsvolum og dermed en meget lav tålegrense for tilførsler av organisk stoff. Det er derfor viktig at en begrenser tilførslene til denne innsjøen så mye som mulig. Dette gjelder både direkte tilførsler av organisk stoff via kloakk og landbruk, men også tilførsler av fosfor som gir økt algevekst og dermed en økning i innsjøens egenproduksjon av organisk materiale.

PARTIKKELINNHOLD

Eikhammervatnet hadde et moderat partikkelinnhold og klassifiseres i tilstandsklasse III på grunnlag av en gjennomsnittlig verdi for turbiditeten som tilsa klasse III og et gjennomsnittlig siktedyp som tilsa tilstandsklasse III. Vanligvis var partikkelinnholdet meget lavt og turbiditeten lå under 1,0 F.T.U. I mai og spesielt i oktober var imidlertid partikkelinnholdet meget høyt. Toppen i oktober sammenfaller med høye tarmbakteriekonsentrasjoner og et høyt innhold av organisk stoff og det tyder på at det er samme kilde til alle disse forurensningene.

MÅLEDATA FRA EIKHAMMERVATNET I 1998

VEDLEGGSTABELL 2.1: Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater, samt siktedyp, fra Eikhammervatnet ved seks tidspunkt i 1998. 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	19. mai	23. juni	15. juli	18. aug.		15. sept	13. okt.	Snitt
					overfl.	dypv.			
Termotol.kolif. bakt	ant/100ml	4	13	3	765		11	335	188,5
Farge	mg Pt/l	23	37	43	67		49	64	47,2
Turbiditet	F.T.U.	1,4	0,85	0,71	0,97		0,7	2,5	1,2
Surhet	pH	6,75	6,85	6,74	6,71		6,86	6,7	6,8
Total-nitrogen	: g N/l	420	518	468	640		617	676	556,5
Total-fosfor	: g P/l	13	21	84	55		37	39	41,5
KOF	mg O/l	4,26	7,37	5	8,53	8,88	8,5	6,91	8,7
Totalt org. karbon	mg/l	5,81	5,77	6,01	7,12		6,43	8,19	6,6
Klorofyll-A	: g/l	1,43	11	12	3,8		4,4	6,3	6,5
Orthofosfat	: g/l					253			
Siktedyp	m	3,9	2,5	2,5	2		4,2	1,95	2,8

VEDLEGGSTABELL 2.2: Temperatur- og oksygenmålinger i Eikhammervatnet ved seks tidspunkt i 1998. Oksygenverdiene er angitt i mg O/l og i prosent metning. Målingene er utført ved innsjøens dypeste punkt med et YSI Model 58 instrument med nedsenkbar sonde.

Dyp	19. mai		23. juni		15. juli		18. august		15. september		13. oktober	
	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂
0 m	15,7	9,2	16	9,4	15,8	7,7	14,7	8,4	14,6	9,8	9,5	8,8
1 m	15,6	9,6	16	9,2	15,8	7,4			14,6	9,8		
2 m	15,3	9,8	14,7	9,9	15,7	6,4	14,6	8,7	14,3	8,9	9,5	8,8
3 m	11,8	10,4	13,7	8,2	15,2		14,4		13,8	6		
4 m	8,9	11	12,4	6,7	13	1,5	14,2	7	13,3	3,6	9,3	8,7
5 m	7,2	9,5	9,9	4,1	10,4	<1	10,7	1,2	12,5	1,6		
6 m	6,4	7,6	7,8	0	8,5	0	9,1	0	10,4	< 1	9,3	8,7
7 m	6,2	3,2	7,3	0	7,7	0	8,4	bunn	8,8		9,2	8,4
8 m					7,5	0			8,7		bunn	

VEDLEGGSTABELL 2.3: Alger i Eikhammervatnet ved seks tidspunkt i 1998. Prøvene er tatt som blandeprøver fra de øverste fire meterne av vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt, og de er analysert av Cand. real. Nils Bernt Andersen.

	19. mai		23. juni		15. juli		18. august		15. september		13. oktober	
	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum
BACILLARIOPHYCEAE												
<i>Synedra</i> sp.	76500	0,0306							15300	0,0077		
<i>Navicula</i> sp.												
<i>Tabellaria flocculosa</i>					15300	0,0153						
Ubestemte pennate diatomeer	15300	0,0077										
CHLOROPHYCEAE												
<i>Ankistrodesmus setigerus</i>			780000	0,0078			15300	0,0015				
<i>Ankyra judai</i>	61200	0,0061	92000	0,0092	352000	0,0352	30600	0,0031	30600	0,0031	30600	0,0031
<i>Elakatothrix</i> sp.			22000	0,0022							61200	0,0612
<i>Gloeotila</i> sp. (kolonier)												
<i>Sphaerocystis</i> sp.	15300	0,0017			15300	0,0017	30600	0,0061			30600	0,0035
Chlorophyceae sp.											76500	0,0077
CRYPTOPHYCEAE												
<i>Cryptomonas</i> sp.	122000	0,122	153000	0,153	520000	0,52	168000	0,168	291000	0,291	184000	0,184
<i>Rhodomonas</i> sp.	1148000	0,11479	1408000	0,14080	1056000	0,10559	765000	0,0765	184000	0,0184	260000	0,026
CHRYSOPHYCEAE												
<i>Dinobryon borgei</i>			15300	0,0046					61200	0,0061		
<i>Mallomonas</i> sp.					45900	0,0321						
Chrysophyceae sp.			30600	0,0153								
DINOPHYCEAE												
<i>Gymnodinium</i> sp.											15300	0,0153
<i>Peridinium</i> sp.	1000	0,001										
CYANOPHYCEAE												
<i>Aphanocapsa</i> sp.	122000	0,0005										
<i>Lyngbya limnetica</i> (kolonier)											61200	0,0245
FLAGELLATER OG MONADER												
Ubest. flagellater < 5 : m	1141000	0,016	4411000	0,14560	1102000	0,0364	1445000	0,0477	620000	0,0205	10290000	0,0144
Ubest. flagellater > 5 : m	413000	0,0467	1046000	0,1182	505000	0,0571	321000	0,0363	45900	0,0052	730000	0,13139
SAMLET												
	3115300	0,34709	7957900	0,59670	3611500	0,8034	2775500	0,3392	1248000	0,352	11739400	0,47109

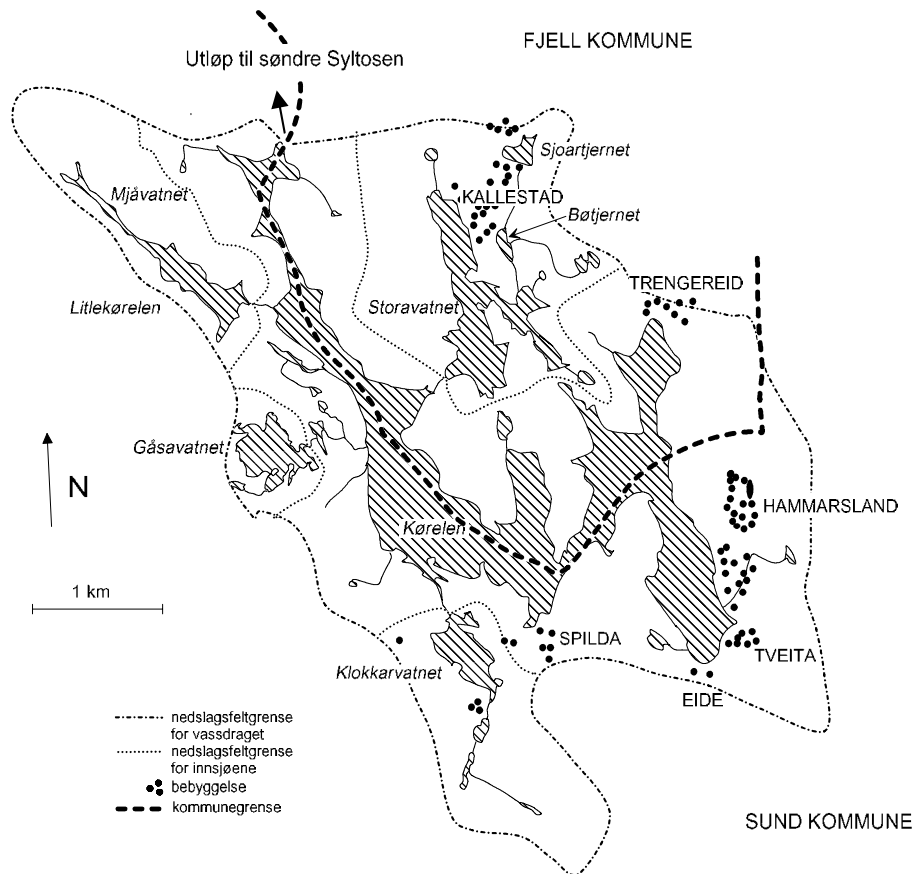
VEDLEGGSTABELL 2.4. Prosentvis forekomst (antallsmessig) av dyreplankton i 6 prøver fra Eikhammervatnet i 1998. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de øverste 5 metrene av vannsøylen, og er analysert av Cand. scient. Erling Brekke . Merk: *Macrocyclops albidus* er registrert som cyclopoide copepoditter i mai. I tillegg er disse artene registrert i en littoralprøve fra august: *Alona guttata*, *Graptoleberis testudinaria*, *Pleuroxus truncatus* og *Microcyclops cf. rubellus*. Forekomst av hjuldyr er inndelt i fem grupper, der * = lavt antall og ***** = meget høyt antall.

DYREPLANKTONART	19. mai	23. juni	15. juli	18. august	15. sept.	13. oktober
VANNLOPPER (CLADOCERA)						
<i>Bosmina longispina</i>	2208	184	1468	5241	7473	6
<i>Bythotrephes longimanus</i>	0	0	2	0	0	0
<i>Daphnia galeata</i>	17665	977	2228	2487	3638	1047
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0	0	14	24	0	1
<i>Holopedium gibberum</i>	99	0	0	49	14	28
<i>Pseudochydorus globosus</i>	0	0	1	0	0	0
HOPPEKREPS (COPEPODA)						
<i>Cyclops abyssorum</i>	113	99	177	2	2	9
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	4	26	5	6	4	8
<i>Heterocope saliens</i>	241	396	177	90	11	4
<i>Macrocyclops albidus</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i>	20	17	24	0	0	0
Calanoide nauplier	0	184	0	0	14	85
Cyclopoide nauplier	4416	3694	2052	194	382	99
Calanoide copepoditter	42	2	122	12	28	57
Cyclopoide copepoditter	2931	1401	1114	485	368	85
VANNLOPPER OG HOPPEKREPS SAMLET						
(ant/m ³)	27739	6980	7383	8591	11936	1430
HJULDYR (ROTATORIA)						
<i>Ascomorpha ecaudis</i>					*	
<i>Asplanchna priodonta</i>	***					
<i>Conochilus</i> sp.	****	***	****	***		**
<i>Euchlanis</i> sp.						*
<i>Kellicottia longispina</i>	***	**	**	**	**	**
<i>Keratella cochlearis</i>	*	**	*	*	*	*
<i>Keratella hiemalis</i>	***	*	*	*		
<i>Keratella valga</i>	*	*				
<i>Lophocharis</i> cf. <i>salpina</i>				*	*	
<i>Polyarthra</i> sp.	***			**	***	***
<i>Synchaeta</i> sp.	**				*	***
<i>Testudinella patina</i>					**	*
Ubestemt art				*		

STORAVATNET - KALLESTAD

Kørelenvassdraget er Sotras største vassdrag. Det ligger ved grensen mellom Fjell og Sund kommuner og har utløp nordvestover til Syltosen (Figur 3.1). Vassdraget er 6,5 km langt med Kørelen som største innsjø. Til Kørelen renner flere innsjøer. De største av disse er Storavatnet, også kalt Kvernavatnet, i Fjell kommune, samt Litlekørelen, Gåsavatnet og Klokkarvatnet i Sund kommune.

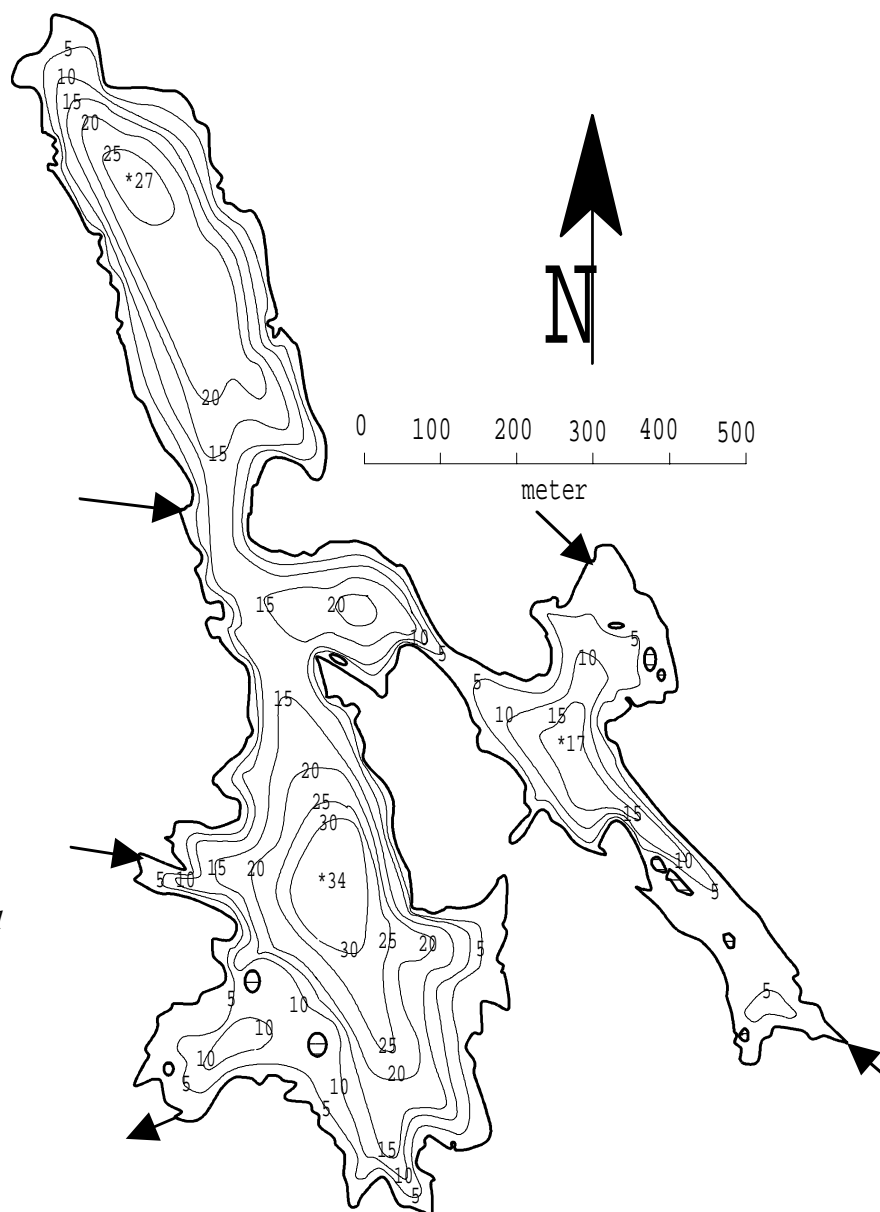
Storavatnet (KM 804 881) er den nest største innsjøen i Kørelenvassdraget og har en kort utløpselv til Kørelen. Innsjøen har et nedslagsfelt på 3,3 km² og ligger 11 meter over havet. Maksimumsdypet er på 34 meter og innsjøen har et volum på over 5 mill. m³ (tabell 3.1). Vannutskiftningen er imidlertid relativt liten, med en gjennomsnittlig vannutskifting omtrent hver 15 måned. Det er landbruk og noe bebyggelse ved den nordøstlige delen av innsjøen. I tillegg drenerer innløpselva fra Bøtjernnet områder med bebyggelse og landbruk (Bjørklund og Johnsen 1994).



FIGUR 3.1. Kart over Kørelenvassdraget.

TABELL 3.1. Morfologiske og hydrologiske data for Storavatnet.

Areal (km ²)	Maks dyp (m)	Snitt dyp (m)	Volum (mill. m ³)	Utskifting (ganger/år)	Hydr.bel. (m ³ /m ² /år)
0,4	34	12,23	5,18	0,8	10,33



FIGUR 3.2 Dybdekart av Storavatnet. Kartet er utarbeidet av Rådgivende Biologer i forbindelse med denne rapporten og er tegnet med 5 meters koter. Pilene markerer inn- og utløpselvene. For volumberegninger av innsjøen se tabell 3.2.

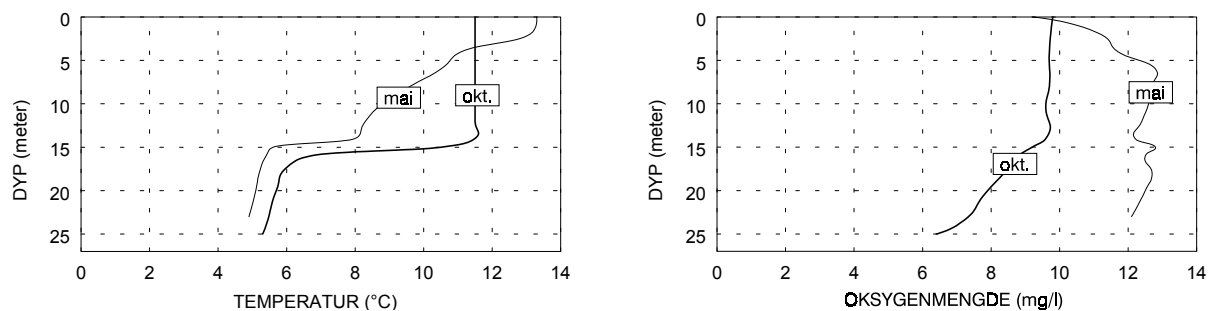
TABELL 3.2. Areal og dybdeforhold i Storavatnet på Kallestad i Fjell kommune. Arealet er av fem-meters koter (figur 3.2), volumene er for tilsvarende sjikt og volumet under dypene er angitt.

DYP (m)	AREAL (km ²)	VOLUM (mill m ³)	VOLUM UNDER (mill m ³)
0/ 0-5	0,423	1,83	5,18
5/ 5-10	0,309	1,36	3,35
10/ 10-15	0,235	0,96	1,99
15/ 15-20	0,148	0,58	1,03
20/ 20-25	0,083	0,29	0,45
25/ 25-30	0,034	0,12	0,15
30/ 30-34	0,014	0,03	0,03
34-	0	0	0

TILSTANDEN I STORAVATNET I 1998

TEMPERATUR- OG OKSYGENPROFILER

I Storavatnet var det en stabil temperatursjiktning i hele undersøkelsesperioden, og i oktober lå dette sjiktet på 15 meters dyp (figur 3.3). Oksygeninnholdet i innsjøen var bra og i midten av oktober var det fremdeles 6,4 mg O₂ like over bunnen av innsjøen. Dette klassifiserer Storavatnet i tilstandsklasse III. Høstomrøringen ventes å skje en gang i løpet av november måned.

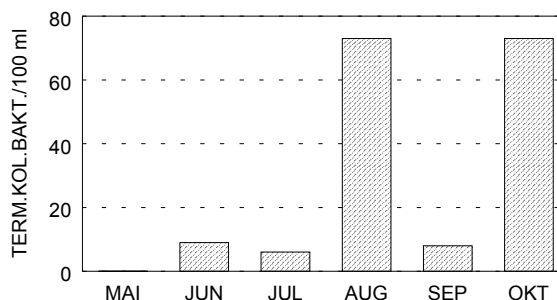


FIGUR 3.3. Temperatur- og oksygenprofiler i Storavatnet ved to tidspunkt i 1997 (vedleggstabell 3.2). Målingene er utført med et YSI-instrument med nedsenkbar elektrode og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

TARMBAKTERIER

Tarmbakteriekonsentrasjonene i Storavatnet var variable, vanligvis var de relativt lave men ved prøvetakingene i august og oktober var de noe høyere enn vanlig (figur 3.4). Tilstandsklassen er satt til III på grunnlag av konsentrasjonen i august og oktober.

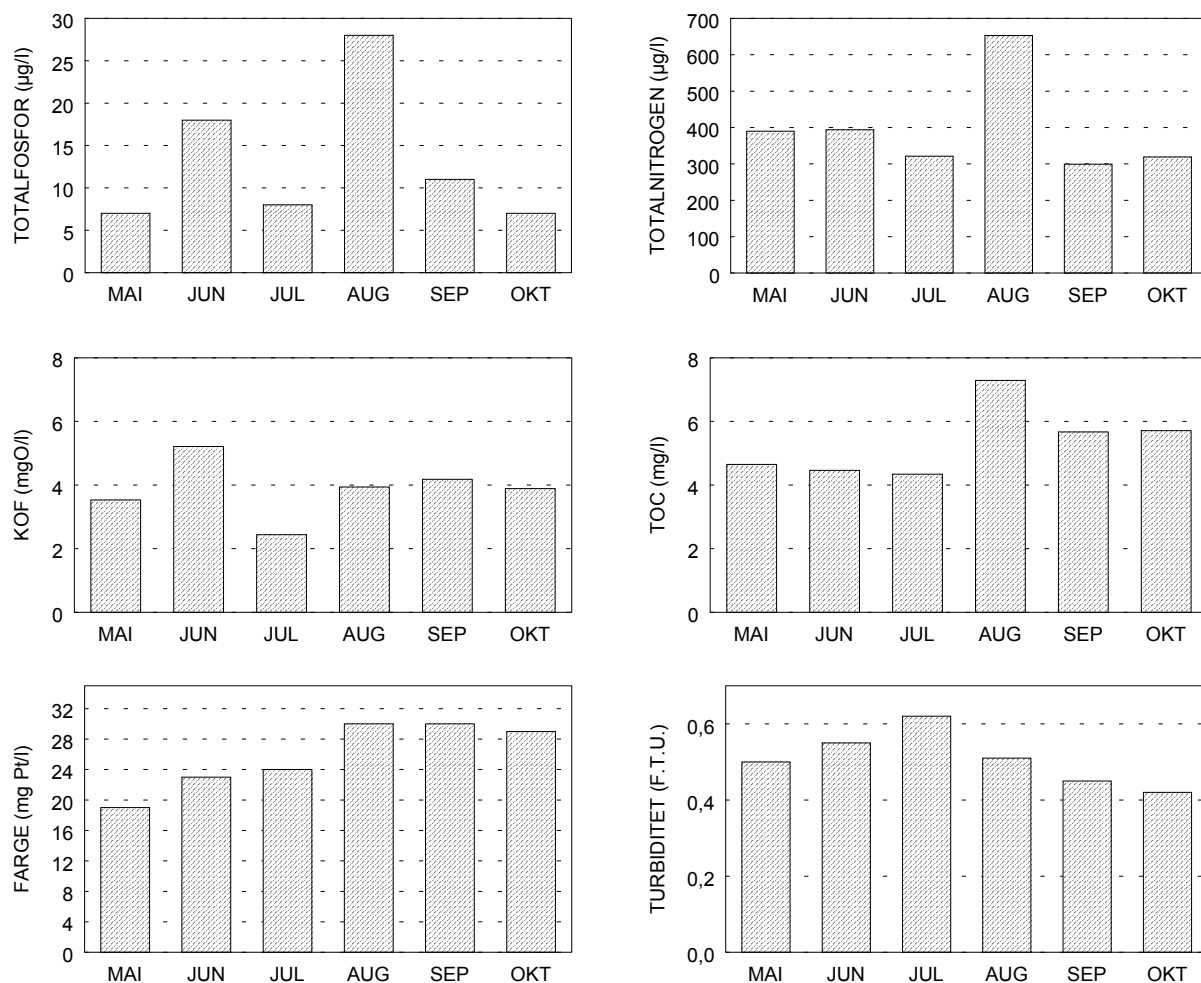
FIGUR 3.4. Innholdet av termotabile koliforme bakterier i Storavatnet ved seks tidspunkt i 1998 (vedleggstabell 3.1). Prøvene er tatt på 0,2 meters dyp ved innsjøens dypeste punkt.



VANNKJEMISKE PARAMETERER

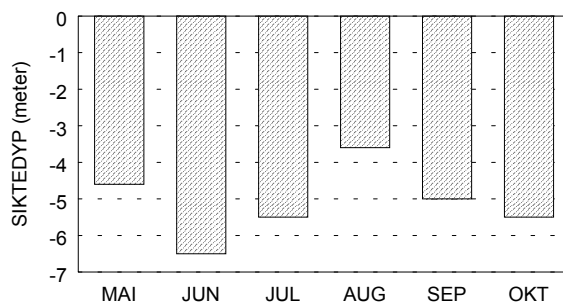
Innholdet av næringsstoffer var moderat (figur 3.5 øverst). Den gjennomsnittlig konsentrasjon av totalfosfor var på 13 : g/l av totalnitrogen på 396 : g/l, noe som klassifiserer innsjøen i tilstandsklasse III for fosfor og klasse II for nitrogen. For begge næringsstoffene var konsentrasjonene spesielt høy i august.

Det kjemiske oksygenforbruket (KOF) var moderat, og det var liten variasjon mellom verdiene (figur 3.5 i midten). Med en gjennomsnittlig verdi på 3,6 mg O₂/l ble tilstandsklassen III. Også målingene av TOC (totalt organisk karbon) ga tilstandsklasse III på grunnlag av en gjennomsnittlig verdi på 5,5 mg C/l. Fargetallet (figur 3.5 nederst) var lavest i begynnelsen av sesongen og økte utover høsten. Med en gjennomsnittlig verdi på 26 mg Pt/l ble tilstandsklassen III.



FIGUR 3.5. Vannkjemiske resultater fra Storavatnet i undersøkelsesperioden fra mai til oktober 1998 (vedleggstabell 3.1). Prøvene er tatt som blandeprøver fra de seks øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Partikkelinnholdet i Storavatnet var meget lavt ved alle prøvetakingene. Høyeste registrerte verdi var på 0,62 F.T.U. ved målingen i juli (figur 3.5 nederst). Den gjennomsnittlige verdien var på 0,51 F.T.U. og ut fra denne ble tilstandsklassen II. Siktedypet (figur 3.6) varierte mellom 3,6 m i august og 6,5 meter i juni, og også der er tilstandsklassen II (vedleggstabell 3.1).

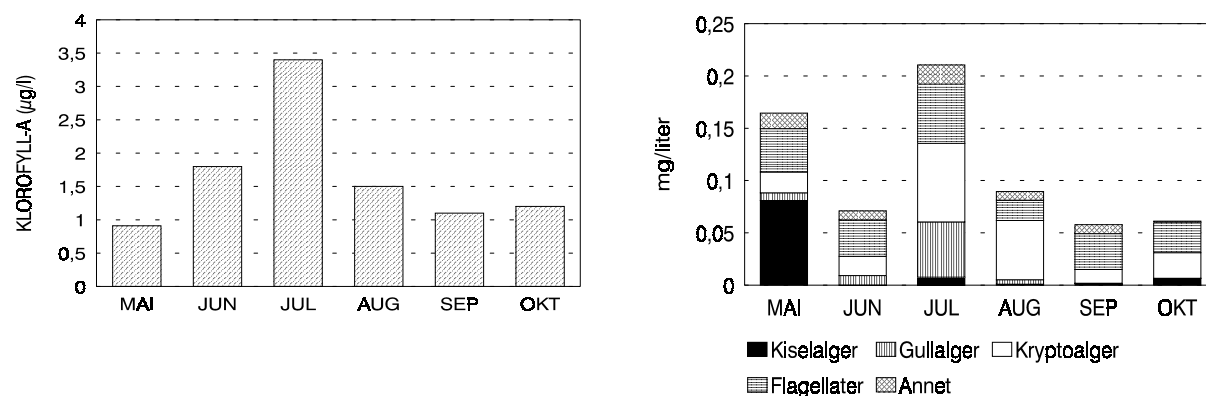


FIGUR 3.6. Siktedyp i Storavatnet ved seks tidspunkt i 1998 (vedleggstabell 3.1). Målingene er gjort ved innsjøens dypeste punkt.

BIOLOGISKE PARAMETERE

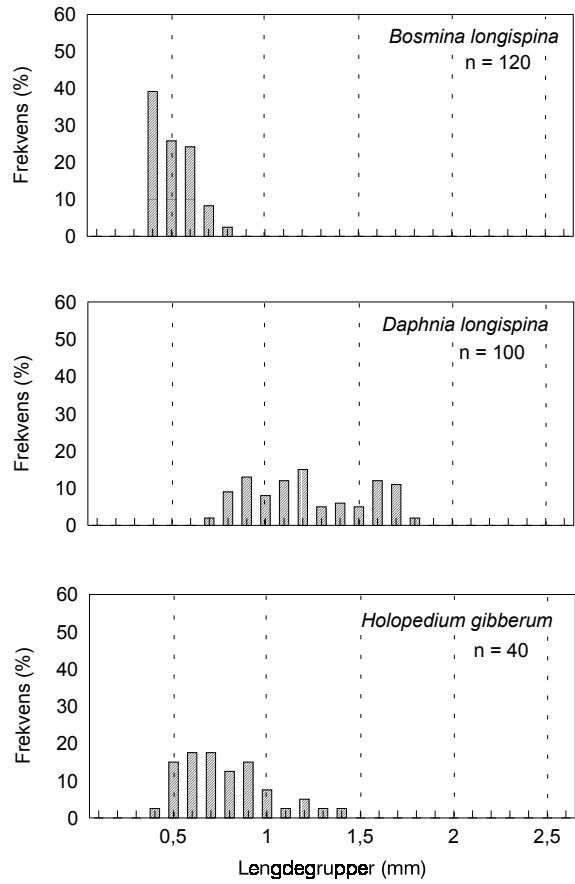
Innholdet av klorofyll a, som indikerer algemengdene, var meget lavt i Storavatnet (figur 3.7) og en gjennomsnittlig konsentrasjon på 1,65 : g/l klassifiserer innsjøen i tilstandsklasse I. Målt som algevolum var også algemengdene meget små (figur 3.7). Med et gjennomsnittlig algevolum på 0,11 mg/l, og med et største volum på 0,21 mg/l vurderes innsjøen som meget næringsfattig i henhold til Brettum (1989). Algevolumet og klorofyllkonsentrasjonene indikerte begge en topp i algemengdene i juli. Algevolummålingene indikerte imidlertid også en topp i mai i motsetning til klorofyllmålingene.

Kryptoalger var en viktig algegruppe ved alle prøvetakingene (figur 3.7). Dette er en meget vanlig gruppe som finnes i de aller fleste vannforekomster. Ellers var det en del gullalger, spesielt i juli, da *Dinobryon divergens* var dominerende (vedleggstabell 3.3).



FIGUR 3.7. Klorofyll a (til venstre) og algemengder og -typer (til høyre) ved seks punkter i 1998 (vedleggstabellene 3.1 og 3.3). Klorofyll- og algeprøvene er tatt som blandeprøver fra de seks øverste meterne i innsjøen og alle prøvene er tatt ved innsjøens dypeste punkt.

Vannlopper utgjorde en stor andel av dyreplanktonsamfunnet ved alle prøvetakingene (vedleggstabell 3.4). Dominerende art var *Bosmina longispina* som forekom i store mengder i begynnelsen og slutten av sesongen. *Holopedium gibberum* og *Daphnia longispina* var også til stede men i noe lavere tettheter. Av hoppekrepsene var *Cyclops scutifer* og *Eudiaptomus gracilis* dominerende arter. Ellers ble det funnet store mengder ungstadier av hoppekrepsene ved alle prøvetakingene, og det var dermed små arter av dyreplankton som dominerte i Storavatnet (figur 3.8). Hjuldyrsamfunnet var dominert av de to vanligste artene; *Keratella cochlearis* og *Kellicottia longispina*, samt av slekten *Conochilus* (vedleggstabell 3.4).



FIGUR 3.8. Lengdefordeling (%) av de vanligst forekommende planktoniske krepsdyr i prøver fra Storavatnet i 1998. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de 23 øverste meterne i vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt.

VURDERING AV TILSTANDEN I STORAVATNET

Storavatnet var periodevis moderat forurenset av tarmbakterier, var relativt næringsfattig, og hadde et moderat innhold av organisk stoff. Undersøkelsen tyder på at fosfortilførslene til Storavatnet omtrent tilsvarer resipientkapasiteten, men for organisk stoff er tilførslene mindre. Vurdert ut fra alle undersøkte parametere klassifiseres Storavatnet i tilstandsklasse III for innhold av tarmbakterier, III for næringssalter, III for organisk stoff og II for partikler.

TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Storavatnet er har vanligvis et lavt innhold av tarmbakterier, men i perioder med mye nedbør er tarmbakterieinnholdet noe høyere. Høyeste konsentrasjon ble målt i august og oktober, og på grunnlag av dette klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse III.

Årsaken til de periodevis store forurensningene i Storavatnet er avrenning fra arealer med husdyrmøkk. Hele sommeren går det mye sau på beite nær innsjøen, og i regnværsperioder vil arealavrenningen føre husdyrmøkk og dermed tarmbakterier til vannet. Det kan imidlertid drenerer til ikke utelukkes at det også er tilsig fra separate kloakkanlegg til innsjøen da all bebyggelse på Kallestad Storavatnet, enten direkte eller via innløpsbekken fra Sjoartjernet (se figur 3.1). I bekken fra Sjoartjernet ble det påvist små direkte kloakktilførsler og store tilførsler på grunn av arealavrenning i en annen undersøkelse sommeren 1998 (Bjørklund 1998).

TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Storavatnet klassifiseres samlet sett i tilstandsklasse II med hensyn på virkning av næringstilførsler. Denne totalvurderingen bygger på et moderat innhold av fosfor (klasse III), et lavt innhold av nitrogen (klasse II), et meget lavt algeinnhold (klasse I) og et godt gjennomsnittlig siktedyp (klasse II). Også algeartene tyder på en næringsfattig innsjø. Disse prøvene er tatt i det mest påvirkede bassenget i Storavatnet og vil derfor vise tilstanden der den er dårligst.

Fosforkonsentrasjonene i Storavatnet, lå vanligvis meget lavt, mellom 7 og 11 : g/l, men ved to prøvetakinger var de høyere; på henholdsvis 18 : g/l og 28 : g/l i juni og august. Begge disse månedene var det regnskyll like før prøvetakingen. Dette tyder på at arealavrenning er viktigste forurensningskilde med hensyn på næringsstoffer. Det ble ikke funnet store mengder tarmbakterier i juni, trolig var arealavrenning fra områder gjødslet med kunstgjødsel forurensningskilden denne gangen. I august derimot var tarmbakterieinnholdet også høyt noe som tyder på at husdyrgjødsel eller husdyrmøkk var en viktig kilde. Det er vanlig å finne slike kortvarige toppe i næringsrikhet i innsjøer i landbruksområder, og vi mener derfor at gjennomsnittsverdien i de seks prøvene på 13 : g/l reflekterer et for høyt fosfornivå. Vi antar at den reelle gjennomsnittsverdien i Storavatnet vil ligge nærmere 10 : g/l, trolig enda noe lavere.

Teoretiske beregninger av fosfortilførslene (etter modell fra Berge 1987) viser at innsjøens tålegrense er var på rundt 80 kg i 1998. Beregnede fosfortilførsler i 1998 ut fra den gjennomsnittlige fosforkonsentrasjonen på 13 : g/l, viste at tilførslene var på nesten 130 kg fosfor, altså 60 % over innsjøens tålegrense. Tilstanden i Storavatnet denne sommeren tyder imidlertid på at dette er et altfor høyt

anslag, verken algemengder eller andre vannkjemiske parametre indikerer at Storavatnet er sterkt overbelastet med næringstilførsler. Vi har derfor valt å nedvurdere betydningen av de to målingene juni og august, og beregne fosfortilførsler ut fra de vanligste konsentrasjonen i innsjøen. Beregnet ut fra en gjennomsnittlig fosforkonsentrasjon på 9 : g/l, er fosfortilførslene til Storavatnet omtrent like store som tålegrensen.

Algemengdene i Storavatnet var lave og tydet ikke på at det var store næringstilførsler dit. Algemengdene tilsvarte det en vanligvis finner i næringsfattige innsjøer, og det samme gjorde artssammensetningen av alger. Da dyreplanktonsamfunnet i Storavatnet ikke har noen vesentlig regulerende evne på algemengdene i innsjøen, tyder algemengdene på at anslaget om et lavt gjennomsnittlig fosforinnhold er riktig.

Dyreplanktonsamfunnet i Storavatnet var dominert arter som er lite effektive til å regulere algemengdene i en innsjø. *Bosmina longispina*, gelekrepsen *Holopedium gibberum* og hoppekrepsen *Cyclops scutifer* var dominerende arter hele sesongen. Den noe mer effektive vannloppen *Daphnia longispina* var også til stede hele sesongen, men ble påvist i høy tetthet kun i september. Dominansen av små arter av dyreplankton tyder på at beitepresset fra fisk er relativt stort i innsjøen, og dette gir Storavatnet er dårlig selvrensningsevne.

TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF

Storavatnet hadde et moderat innhold av organisk stoff, og vurderes totalt sett til tilstandsklasse III. Dette bygger på at både det kjemiske oksygenforbruket, det totale innholdet av organisk stoff, laveste målte siktedyp og fargetallet ble klassifisert i tilstandsklasse III.

Fargetallet og forekomsten av gelekrepsen *Holopedium gibberum* indikerer begge at tilsig fra myrområder er en kilde for innholdet av organisk stoff. I tillegg er nedbrytning av innsjøens egen vegetasjon en viktig kilde, samt at det vil være en del tilførsler fra nedslagsfeltet. Det er imidlertid vanskelig å anslå hvor stor andel hver av disse utgjør i Storavatnet.

PARTIKKELINNHOLD

Det er ingen store tilførsler av partikler til Storavatnet, og både turbiditeten og det gjennomsnittlige siktedypet ga tilstandsklasse II, som er nest beste klasse.

MÅLEDATA FRA STORAVATNET I 1998

VEDLEGGSTABELL 3.1: Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater, samt siktedyp, fra Storavatnet ved seks tidspunkt i 1998. 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 0,2 meters dyp. Samtlige analyser er utført av Chemlab Services as.

PARAMETER	ENHET	19. mai	23. juni	15. juli	18. aug.	15. sept.		13.okt	Snitt
						Overfl	Dypv		
Termotol. kolif. bakt.	ant/100ml	0	9	6	73	8		73	28,17
Farge	mg Pt/l	19	23	24	30	30		29	25,83
Turbiditet	F.T.U.	0,5	0,55	0,62	0,51	0,45		0,42	0,51
Surhet	pH	5,81	6,01	6,04	6,09	6		5,98	5,99
Total-nitrogen	: g N/l	390	394	321	653	299		319	396,00
Total-fosfor	: g P/l	7	18	8	28	11		7	13,17
KOF	mg O/l	3,53	5,21	2,44	3,94	4,18	4,82	3,89	4,00
Totalt org. karb.	mg/l	4,65	4,46	4,34	7,29	5,67	6,29	5,71	5,49
Klorofyll A	: g/l	0,91	1,8	3,4	1,5	1,1		1,2	1,65
Siktedyp	m	4,6	6,5	5,5	3,6	5		5,5	5,08

VEDLEGGSTABELL 3.2: Temperatur og oksygenmålinger i Storavatnet ved seks tidspunkt i 1998. Oksygenverdiene er angitt i mg O/l og i prosent metning. Målingene er utført ved innsjøens dypeste punkt med et YSI Model 58 instrument med nedsenkbar sonde.

Dyp	19. mai		23. juni		15. juli		18. august		15. september		13. oktober	
	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂	°C	mg O ₂
0 m	13,3	9,2	15,3	9,6	15,2	9,6	15,4	9,9	14,5	10,1	11,5	9,8
1 m			15,2	9,6	15,3	9,7	15,4	9,9				
2 m	13,1	11,2			15,3	9,7			14,5	10		
3 m			14,7	9,8	15,3	9,7	15,4	10,1				
4 m	11,1	11,7	14	9,9	15,3	9,7			14,4	10,3	11,5	9,7
5 m			13,3	9,9	15,3	9,8	15,4	10,2				
6 m	10,5	12,8	13	9,9	15,2	9,7			14,3	10,1		
7 m			12,8	9,9	15,1	9,7	15,3	10,1				
8 m	9,6	12,7	12,6		14,8	9,3			14	10	11,5	9,7
9 m			12,4	10	13,3	9,5	14,5	9,7				
10 m	8,8	12,6	12		12,1	9,6	14,2	9,6	13,6	9,8	11,5	9,6
11 m			11,7	10	11,1	9,9	12,4	9,3				
12 m	8,3	12,4	10,4	10,2	10,1	10	10,6	9,5	13	9,4	11,5	
13 m			8,8	10,5	9,2	10,3	9,6	9,7	8,2	8,8		
14 m	8	12,2	7,3	11,2	7,8	11	8	10,5	7,4	9,7	11,5	9,6
15 m	5,6	12,8	6,6	11,1	6,6	11,2	7,1	11	7,6	10,7	10,5	9,2
16 m	5,4	12,5	6,5		6	11,3			6,3	10,3	6,7	8,8
17 m					5,7	11,1	6	11			6,1	8,6
18 m	5,2	12,7			5,6	11			5,7	10		
19 m												
20 m	5,1	12,5	5,4	11,3	5,6	11	5,7	10	5,5	9,6	5,7	7,9
22 m					5,5	11			5,4			
23 m					5,4	10,5				9,7		
24 m	4,9	12,1			5,3	8,9			5,3			
25 m			5,1	10,5	5,4	8,5	5,2	9,5	5,2	8,5	5,4	7
26 m			bunn				5,2	9,3	5,2	8,4	5,3	6,4
27 m									7,2		bunn	

VEDLEGGSTABELL 3.3: Alger i Storavatnet ved seks tidspunkt i 1998. Prøvene er tatt som blandeprøver fra de øverste fire meterne av vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt, og de er analysert av Cand. real. Nils Bernt Andersen.

	19. mai		23. juni		15. juli		18. august		15. september		13. oktober	
	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum
BACILLARIOPHYCEAE												
<i>Asterionella formosa</i>	33000	0,0198							3000	0,0018	11000	0,0066
<i>Synedra</i> sp.	15300	0,0612										
<i>Tabellaria fenestrata</i>							1000	0,001				
Ubestemte pennate diatomeer					15300	0,0077						
CHLOROPHYCEAE												
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	15300	0,0015										
<i>Ankistrodesmus setigerus</i>	45900	0,0046										
<i>Crucigenia quadrata</i>			61200	0,0006			612000	0,0024				
<i>Crucigenia tetrapedia</i>					122000	0,0012						
<i>Crucigenia</i> sp.											184000	0,0007
<i>Elakatothrix</i> sp.			4000	0,0004								
<i>Oocystis</i> sp.			2000	0,0002	30600	0,0015						
<i>Planktosphaeria</i> sp.									15300	0,0077		
<i>Sphaerocystis</i> sp.							15300	0,0017				
<i>Chlorophyceae</i> spp.							16300	0,0016			4000	0,0004
CRYPTOPHYCEAE												
<i>Cryptomonas</i> sp.	15300	0,0153	15300	0,0153	45900	0,0459	30600	0,0306	1000	0,001	15300	0,0153
<i>Rhodomonas</i> sp.	45900	0,0046	30600	0,0031	291000	0,0291	260000	0,026	122000	0,0122	91800	0,0092
CHRYSOPHYCEAE												
<i>Dinobryon acuminatum</i>	15300	0,0046										
<i>Dinobryon divergens</i>	9000	0,0027			352000	0,0528	28000	0,0042				
<i>Dinobryon</i> sp.			30600	0,0092								
CYANOPHYCEAE												
<i>Aphanocapsa</i> sp.	2142000	0,0086	1285000	0,0051								
<i>Aphanocapsa</i> sp. (kolonier)							15300	0,001				
<i>Chroococcus limneticus</i>							13000	0,0015				
<i>Lygbya limnetica</i> (kjeder)					1000	0,0004						
<i>Merismopedia glauca</i>					3825000	0,0153			245000	0,001		
<i>Merismopedia</i> sp.			612000	0,0024								
FLAGELLATER OG MONADER												
Ubestemte flagellater < 5 : m	1728000	0,0242	875000	0,0123	91800	0,003	383000	0,0126	551000	0,0169	837000	0,0117
Ubestemte flagellater > 5 : m	153000	0,0173	199000	0,0225	474000	0,0536	61200	0,0069	153000	0,0173	153000	0,0173
SAMLET												
	4218000	0,1644	3114700	0,0711	5248600	0,2105	1435700	0,0895	1090300	0,0579	1296100	0,0612

VEDLEGGSTABELL 3.4. Tetthet (antall pr. m³) av dyreplankton i 6 prøver fra Storavatnet i 1998. Prøvene er tatt som vertikale hovtrekk gjennom de øverste 22 meterne av vannsøylen, og er analysert av Cand. scient. Erling Brekke. Merk. I august ble det funnet skall av *Alona guttata* og *Alonella excisa* i prøven. I oktober ble det funnet Skall av *Graptoleberis testudinaria*. Forekomst av hjuldyr er inndelt i fem grupper, der * = lavt antall og ***** = meget høyt antall.

DYREPLANKTONART	19. mai	23. juni	15. juli	18. august	15. sept.	13. oktober
VANNLOPPER (CLADOCERA)						
<i>Alona affinis</i>	0	0	0	0	1	0
<i>Bosmina longispina</i>	3793	2904	523	958	2316	2501
<i>Bythotrephes longimanus</i>	1	1	0	11	0	0
<i>Daphnia galeata</i>	0	4	30	47	54	104
<i>Daphnia longispina</i>	19	132	235	472	826	417
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0	0	0	5	0	4
<i>Holopedium gibberum</i>	566	815	231	425	687	50
HOPPEKREPS (COPEPODA)						
<i>Cyclops scutifer</i>	566	38	218	453	232	58
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	52	64	83	104	8	15
<i>Hetercope saliens</i>	0	1	3	<1	1	1
<i>Calanoide nauplier</i>	3284	153	523	1076	0	46
<i>Cyclopoide nauplier</i>	962	5911	5749	8776	3382	9079
<i>Calanoide copepoditter</i>	1585	1019	261	453	8	108
<i>Cyclopoide copepoditter</i>	2944	561	1307	2038	2131	3845
VANNLOPPER OG HOPPEKREPS SAMLET						
(ant/m ³)	13773	11602	9162	14817	9644	16229
HJULDYR (ROTATORIA)						
<i>Ascomorpha ecaudis</i>			**	*		
cf. <i>Collotheca</i> sp.				**		*
<i>Conochilus</i> sp.	**	****	****	**	**	**
<i>Euchlanis</i> sp.				*		
<i>Gastropus stylifer</i>				*	*	*
<i>Kellicottia longispina</i>	****	****	****	***	***	***
<i>Keratella cochlearis</i>	***	**	***	**	**	**
<i>Keratella hiemalis</i>	***	**	**	*		*
<i>Lecane</i> sp.						*
<i>Polyarthra</i> sp.	***	**	***		*	**
<i>Trichocerca</i> sp.			*			

REFERANSER

BERGE, DAG 1987

Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofnivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5 - 15 meter. SFT rapport nr. 2001, 44 sider.

BJØRKLUND, A.E. 1998

Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Fjell med hensyn på forurensning fra kloakk, 1998. Rådgivende Biologer as. Rapport nr 366, 22 sider. ISBN 82-7658-225-7.

BJØRKLUND, A. & G.H.JOHNSEN 1994.

En beskrivelse av de 28 største vassdragene Fjell kommune. Rådgivende Biologer, rapport 119, 61 sider. ISBN 82-7658-028-9.

BJØRKLUND, A.E. & G.H.JOHNSEN 1995

Tilstandsbeskrivelse av Fjells-vassdraget, Fjell kommune i Hordaland Rådgivende Biologer, rapport 152, 31 sider. ISBN 82-7658-048-3.

BRETTUM, P. 1989

Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer. Planteplankton. NIVA-rapport nr. 2344, 111 sider.

JOHNSEN, G.H. 1998.

Grunnlag for revidering av lokal forskrift for separate avløpsanlegg i Fjell kommune. Rådgivende Biologer as. rapport 344, 20 sider, ISBN 82-7658-205-2.

JOHNSEN, G.H. & A.BJØRKLUND 1993

Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag. Rådgivende Biologer, rapport 93 75 sider. ISBN 82-7658-013-0

NVE 1987

Avrenningskart over Norge. Referanseperiode 1.9.1930 - 31.8.1960. NVE. Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, Kartblad nr. 1.

SFT 1992

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon. Statens forurensningstilsyn - veiledning nr. 92:06. ISBN 82-7655-085-1, 32 sider.

SFT 1997

Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann.. Statens forurensningstilsyn - veiledning nr. 97:04. ISBN 82-7655-368-0, 31 sider.