



# Rådgivende Biologer AS

## RAPPORTENS TITTEL:

Overvåking av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 2001.  
Haljesvatnet og Kvernavatnet på Sotra og Storevatnet på Lillesotra.

## FORFATTER:

Cand. scient. Annie E. Bjørklund & cand. scient. Erling Brekke

## OPPDRAKSGIVER:

Fjell kommune ved Stig Hagenes, 5353 Straume

## OPPDRAGET GITT:

Juni 2000

## ARBEIDET UTFØRT:

mai 2001 - mars 2002

## RAPPORT DATO:

12. mars 2002

## RAPPORT NR:

545

## ANTALL SIDER:

40

## ISBN NR:

ISBN 82-7658-365-2

## RAPPORTSAMMENDRAG:

Overvåkingen av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 2001 omfattet Haljesvatnet og Kvernavatnet på Sotra og Storevatnet på Lillesotra. Innsjøene ble undersøkt med hensyn på virkning av tilførsler av tarmbakterier, næringsstoffer og organisk stoff.

Samtlige innsjøer var næringsfattige og hadde et lavt innhold av tarmbakterier. Med hensyn på innhold av organisk stoff var imidlertid forholdene ulike, med et høyt innhold i Haljesvatnet, et moderat innhold i Kvernavatnet og et lavt innhold i Storevatnet. Ulik tålegrense på grunn av forskjellig dypvannsvolum, førte imidlertid til at virkningen av tilførsler av organisk stoff ikke sto i forhold til mengdene. Haljesvatnet fikk oksygenfritt bunnvann i løpet av ettersommeren, Storevatnet var på grensen til oksygenfritt bunnvann på høsten, mens Kvernavatnet hadde oksygenrikt bunnvann hele undersøkelsesperioden.

Til Storevatnet og Haljesvatnet er det ingen vesentlig lokal forurensning, mens Kvernavatnet er noe forurenset på grunn av tilførsler med innløpselva. Årsaken til det høye oksygenforbruket i Storevatnet og Haljesvatnet skyldes naturlig tilsig fra myrområder kombinert med lite dypvannsvolum.

## EMNEORD:

-Innsjøer  
-Resipientundersøkelser  
-Fjell kommune

## SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082  
www.radgivende-biologer.no  
**Telefon:** 55 31 02 78      **Telefax:** 55 31 62 75      **E-post:** post@radgivende-biologer.no

## FORORD

Rådgivende Biologer AS har, på oppdrag fra Fjell kommune, undersøkt tre av kommunens ferskvannsresipienter i 2001. Overvåkingen er pålagt av Fylkesmannens miljøvernavdeling i forbindelse med Fjell kommunes utslippstillatelse, og overvåkingen i 2001 er den femte i en serie årlige slike undersøkelser. Undersøkelsene bygger på en kartlegging av ferskvannsresipientene i Fjell (Johnsen og Bjørklund 1993, 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 miljøtilstanden i de tre innsjøene da ingen av dem er undersøkt tidligere. Innsjøene er undersøkt i forhold til virkningen av fire typer tilførsler; tilførsler av tarmbakterier, plantenæringsstoffer, lett nedbrytbart organisk materiale og partikler. Rapporten er derfor strukturert i forhold til disse fire forhold. I tillegg til den foreliggende resipientundersøkelsen er det utarbeidet en egen oversikt over forurensningstilførsler av tarmbakterier til vassdragene i Fjell kommune (Bjørklund 2001). Der er 25 vassdrag undersøkt på i alt 33 steder for å lokalisere eventuelle tilførsler av tarmbakterier.

De vannkjemiske analysene er utført av Chemlab Services AS. Algeprøvene er bearbeidet av cand. real. Nils Bernt Andersen, dyreplanktonprøvene er analysert av cand. scient. Erling Brekke. Stig Hagenes har vært oppdragsgivers kontaktperson.

Rådgivende Biologer AS takker Fjell kommune ved Stig Hagenes for oppdraget.

Bergen, 12. mars 2002

## INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord . . . . .	2
Innholdsfortegnelse . . . . .	2
Sammendrag . . . . .	3
Vurdering av lokal forskrift . . . . .	4
Innledning . . . . .	5
SFT sitt klassifiseringssystem . . . . .	7
Undersøkelsen i 2001 . . . . .	8
Haljesvatnet . . . . .	9
Kvernavatnet . . . . .	16
Storevatnet på Lillesotra . . . . .	23
Vedleggstabeller . . . . .	30
Referanser . . . . .	39

## SAMMENDRAG

*Bjørklund, A.E. og E. Brekke, 2002. Overvåking av ferskvannsresipienter i Fjell kommune i 2001. Haljesvatnet og Kvernavatnet på Sotra og Storevatnet på Lillesotra. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr 545, 40 sider, ISBN 82-7658-365-2.*

Fjell kommune er, i forbindelse med sin utslippstillatelse, pålagt å gjennomføre kontinuerlig overvåking av kommunens resipienter. I 2001 har Rådgivende Biologer AS foretatt resipientundersøkelser i Haljesvatnet og Kvernavatnet på Sotra og Storevatnet på Lillesotra. Innsjøene er også vurdert i henhold til miljømålene for vassdrag i Fjell kommune (Johnsen 1998).

**Haljesvatnet** ligger like ved riksvei 555, og har ingen bebyggelse i nedbørfeltet. Innsjøen er liten og meget grunn, men hadde likevel stabil temperatursjiktning denne sommeren. Ledningsevnen var relativt høy sammenlignet med andre innsjøer i regionen, noe som trolig skyldes avrenning fra hovedveien som saltes på vinteren. Bortsett fra dette var innsjøen lite forurenset; den var næringsfattig og hadde et lavt innhold av tarmbakterier (**tabell 1**). Innholdet av organisk stoff var imidlertid høyt på grunn av tilsig fra myrområder og nedbrytning av de store mengdene vannplanter som vokste der. Dette førte til at dypvannet ble oksygenfritt på ettersommeren.

**Kvernavatnet**, ved Ågotnes, ligger i et område med både bebyggelse og industrivirksomhet. Vannkvaliteten i innsjøen er noe påvirket av tilførsler fra de bebygde områdene, men industrifeltet har mindre betydning ettersom det meste av avrenningen derfra går direkte i havet. Vannkvaliteten i Kvernavatnet var relativt bra med et lavt næringsinnhold (**tabell 1**), lave algemengder og fosfortilførsler som er lavere enn tålegrensen. Dyreplanktonsamfunnet besto av arter som til en viss grad er i stand til å regulere algemengdene i innsjøen. Innholdet av organisk stoff var moderat, og det var ikke fare for oksygenfritt bunnvann i innsjøen. Det er imidlertid en del tarmbaktereforurensninger der, og trolig er det kloakktilførsler med innløpselva og/eller avrenning fra områder med beitende husdyr som er årsaken til dette.

**Storevatnet** på Lillesotra er regulert og ligger i et nesten ubebygde område. Det er kun avrenning fra en eiendom som er potensiell forurensningskilde til innsjøen. Storevatnet var det minst næringsrike av de undersøkte innsjøene dette året, med et lavt næringsinnhold og lave algemengder (**tabell 1**). Innholdet av tarmbakterier var også meget lavt, bare ved en anledning var innsjøen moderat forurenset. Ettersom boligen skal være tilkoblet offentlig kloakkledningsnett, anses dette som en tilfeldig forurensning. Tilførslene av organisk stoff til innsjøen var imidlertid så store at innsjøen lå på grensen til å få oksygenfritt bunnvann på høsten. På samme måte som for Haljesvatnet, skyldes dette trolig nedbrytning av naturlig tilført organisk materiale fra myr, samt at varierende vannstand kan føre til erodering og påfølgende utvasking av organisk materiale fra strandsona i enkelte perioder.

**Tabell 1.** Tilstandsklassifisering (i henhold til SFT 1997) av de tre undersøkte innsjøene i Fjell kommune i 2001. Klassifiseringsskalaen går fra I = Meget god til V = Meget dårlig.

Lokalitet	Næringssalter	Organisk stoff	Tarmbakterier	Turbiditet
Haljesvatnet	II	IV	II	I
Kvernavatnet	II	III	II	I
Storevatnet	I	III	III	I

## VURDERING AV LOKAL FORSKRIFT

Med utgangspunkt i de foreslåtte miljømål for vassdrag og innsjøer i Fjell kommune (Johnsen 1998), er innsjøenes gjenværende resipientkapasitet vurdert (**tabell 2**). Haljesvatnet har god gjenværende kapasitet med hensyn på tarmbakterier og næringsstoff. Oksygenforbruket er imidlertid så stort på grunn av myrtilsig, at det ikke er tilrådelig med nye tilførsler til denne innsjøen.

Kvernavatnet har god resipientkapasitet med hensyn på både næring og tarmbakterier og moderat med hensyn på organisk stoff. Til denne innsjøen kan det derfor vurderes inntil ett nytt utslipp årlig med minirensesanlegg klasse I i en femårsperiode. Ny vurdering av tilstanden i innsjøen må da gjennomføres.

Storevatnet har ingen gjenværende resipientkapasitet med hensyn på organisk stoff. Dette skyldes at dypvannsvolumet er så lite at de naturlige tilførslele alene fører til et for høyt oksygenforbruk der. Selv om kapasiteten er god med hensyn på næringstilførsler og moderat med hensyn på tarmbakterier, er det derfor ikke tilrådelig med nye tilførsler dit.

**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.

INNSJØ	Næringsstoff	Organisk stoff	Tarmbakterier	Konklusjon
Haljesvatnet	God	Ingen	God	Ingen nye utslipp
Kvernavatnet	God	Moderat	God	Moderat kapasitet
Storevatnet	God	Ingen	Moderat	Ingen nye utslipp

Det foreslås derfor ingen endringer i de lokale forskriftene på grunnlag av årets undersøkelser til Haljesvatnet og Storevatnet som fortsatt bør stå under:

### § 3 Forbod

Kvernavatnet kan en vurdere å overføre til:

### § 5 Biologisk / kjemisk reinsing

Det bør vurderes å innføre kvoter på maksimum ett nytt anlegg årlig til denne resipienten med ny vurdering etter fem år.

## INNLEDNING

Alle vassdrag får tilførsler av næringstoff, organisk stoff, tarmbakterier og partikler med avrenning og tilsig fra nedbørfeltet. Fra nedbørfelt som ikke er vesentlig påvirket av menneskelige aktiviteter, vil disse tilførslene være relativt små. De vil likevel variere litt avhengig av nedbørfeltets beskaffenhet, og avrenning fra høyfjellsområder vil naturlig nok gi mindre tilførsler enn avrenning fra områder med rikt jordsmonn og mye vegetasjon. I nedbørfelt med menneskelig aktivitet vil tilførslene derimot vanligvis være større. For eksempel kan kloakk og landbruksaktiviteter gi ekstra tilførsler både direkte og via avrenning. Økte konsentrasjoner av næringstoff, organisk stoff og tarmbakterier i vassdragene er ofte et resultat når slike tilførselskilder dominerer i nedbørfeltet (Holtan & Åstebøl 1990).

Virkningen av næringssalter 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 slike 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 produksjon av planter, alger og dyr (Holtan & Åstebøl 1990). De eksterne tilførslene kan deles i to hovedgrupper, humus-stoffer og andre. Humusstoffene er tungt nedbrytbare i vann og stammer hovedsakelig fra myrområder. De andre er lettere nedbrytbare, og har en raskere biologisk omsetting. Omfang av tilførsler av organisk stoff til innsjøer kan 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 dermed økende 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).

Virkingen 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 temperatursprangssiktet. Denne tilstanden opprettholdes helt til overflatevannet blir avkjølt igjen på høsten. Da brytes temperatur-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 at 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 forekommer.

3) **Kritisk fase**

Råttent bunnvann med omfattende indre gjødsling gir store algemengder, der algeoppblomstringer med giftige blågrønnalger kan dominere.

De undersøkte innsjøene er også vurdert i forhold til denne utviklingen.

## SFT SITT KLASSIFISERINGSSYSTEM

SFT har utviklet enkle standardiserte 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 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 ( klassifiseringen av tungmetaller er utelatt i tabellen under).

Tilførsler av:	Parametere:	Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Nærings- salter	Total fosfor, µg/l	< 7	7-11	11-20	20-50	> 50
	Klorofyll a, µg/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, µg/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, µg/l	< 50	50-100	100-300	300-600	> 600
Forsurende stoffer	Mangan, µg/l	< 20	20-50	50-100	100-150	> 150
	Alkalitet, mmol/l	> 0,2	0,05-0,2	0,01-0,05	< 0,01	0,00
Partikler	pH	> 6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	< 5,0
	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
Tarm- bakterier	Siktedyp, m	> 6	4-6	2-4	1-2	< 1
	Termostabile koliforme bakterier, ant./100 ml	< 5	5-50	50-200	200-1000	> 1000

I undersøkelsesopplegget for Fjell kommune i 2001 har vi vurdert virkningene av tilførsler av næringsstoff, organisk stoff, tarmbakterier og partikler. Virkning av forsurende stoffer og tungmetaller kommer ikke inn under rammene for denne rapporten.

# UNDERSØKELSEN I 2001

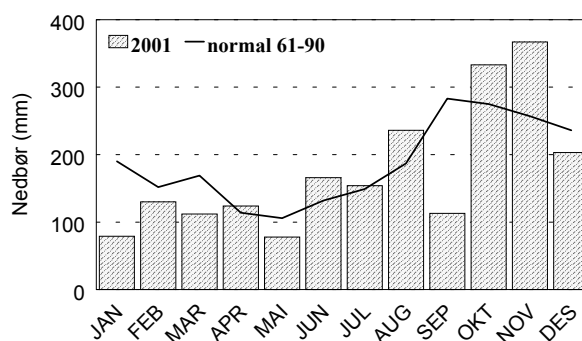
## PRØVETAKING

I 2001 ble Haljesvatnet og Kvernavatnet på Sotra og Storevatnet på Lillesotra undersøkt. Det ble tatt prøver månedlig i perioden mai til oktober, og både fysiske-, kjemiske- og biologiske parametere var inkludert. 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). På grunnlag av ekkolodding ble dybdekart for samtlige innsjøer utarbeidet.

## VÆRFORHOLD

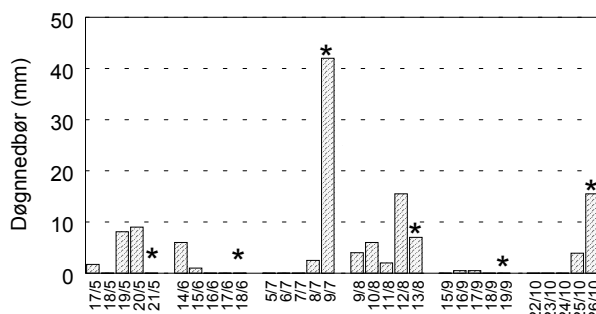
Nedbørmengdene i 2001 var, generelt sett, litt under normalen med relativt lite nedbør første del av året og mer på slutten (**figur 1**). På målestasjonen ved Bergen Florida var årsnedbøren i 2001 93 % av normalnedbøren. I prøvetakingsperioden var nedbørmengdene spesielt små i september, da det bare var 40 % av normalen. Det regnet også noe mindre enn normalt i mai, mens det de andre månedene var like over eller rundt normalen. Temperaturen i 2001 var ikke vesentlig forskjellig fra tidligere med bare 0,1 grader over normalen hele året sett under ett.

**Figur 1.** Månedlige nedbørmengder i 2001 (søyler) og normalnedbøren i perioden 1961-1990 (linje) ved Bergen-Florida. Data er hentet fra det Norske Meteorologiske Institutt.



Ved prøvetakingen i juni og september var det ikke nedbør verken like før eller under prøvetakingene, men ellers var det en del nedbør både før og på prøvetakingsdagene (**figur 2**). Spesielt i juli regnet det mye døgnet før prøvetakingen, og det hadde da vært en periode med tørt vær like før. Temperaturmessig var juni litt kaldere enn normalt, mens det fra juli til oktober var høyere temperatur enn normalt. Størst var forskjellen i oktober med en gjennomsnittstemperatur 2 °C over normalen.

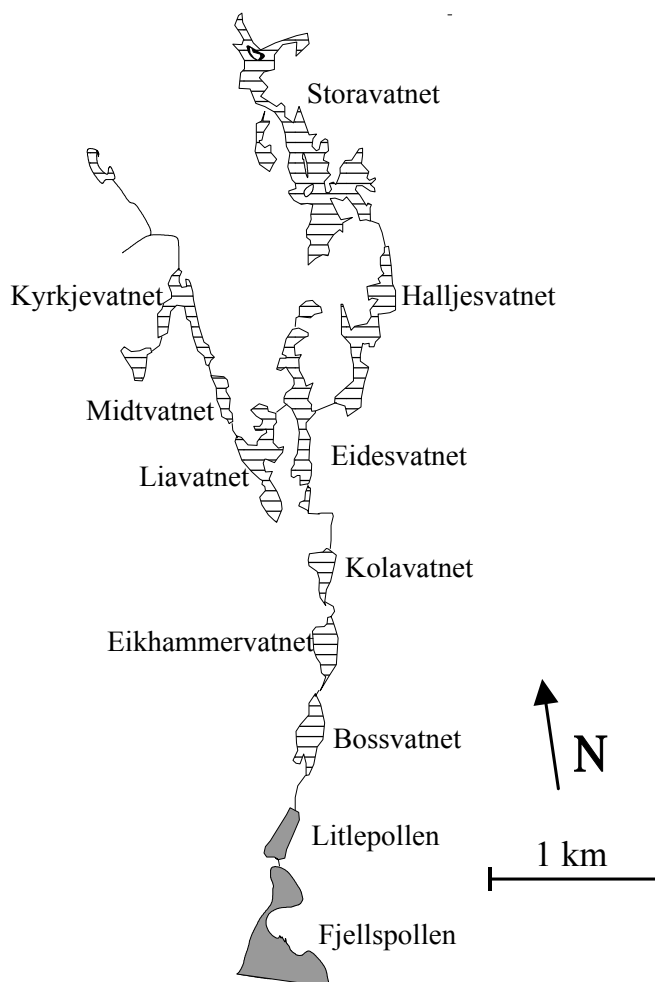
**Figur 2.** Døgnet nedbør ved Bergen-Florida de fem siste døgn før prøvetakingene. Nedbøren er målt på angitte dato kl. 07/08 og er falt i løpet av de foregående 24 timene. Data er hentet fra det Norske Meteorologiske Institutt.





# 1. HALJESVATNET

Haljesvatnet (KM 835 960) ligger i Fjellvassdraget i Fjell kommune (**figur 1.1**) Innsjøen ligger 31 meter over havet, og har et nedbørfelt på 1,2 km<sup>2</sup>. Berggrunnen er dominert av granitt og gneis. Det er ingen bebyggelse i nedbørfeltet, som domineres av lyngkledde bergknauser. Langs østsiden av innsjøen går riksvei 555, og hele den østre strandsonen i den nordlige delen av innsjøen utgjøres av veifylling. Innsjøen ligger i et område med årlig middelavrenning på 40 liter pr. sekund pr. km<sup>2</sup> (NVE 1987).



**Figur 1.1.** Kart over Fjellvassdraget.

Haljesvatnet er liten og grunn og består av to bassenger. Det nordligste bassenget er 8 meter dypt og det sørligste 9 meter dypt (**figur 1.2**). Gjennomsnittsdypet er på bare tre meter (**tabell 1.1**). Store deler av innsjøen er imidlertid grunnere enn en meter, og i disse områdene vokser det store mengder vannplanter. Ved den sørlige delen av innsjøen er det et par høye steindemninger, og innsjøen har trolig vært demmet opp flere meter tidligere. I dag står utløpet, som er på høyde med dagens vannstand, åpent.

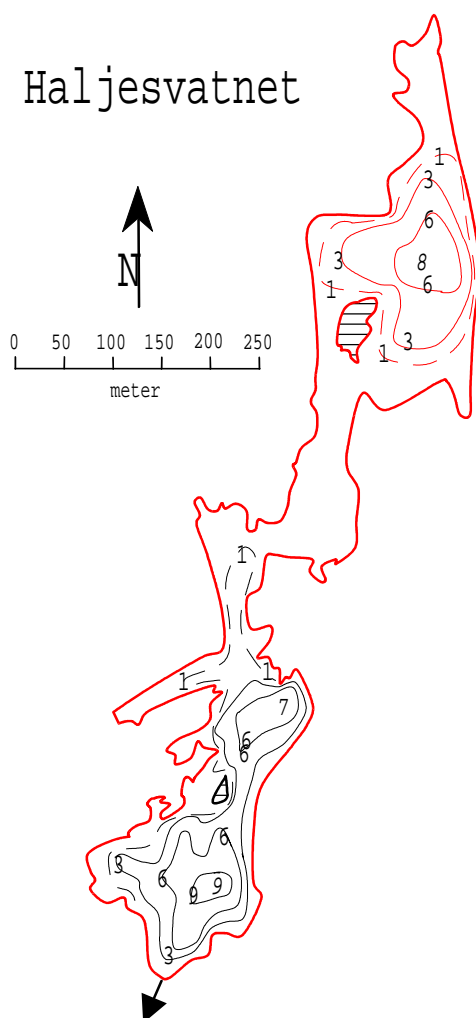
Med en tilrenning på 1,5 mill. m<sup>3</sup> pr. år og et innsjøvolum på 0,26 mill. m<sup>3</sup>, har Haljesvatnet teoretisk vannutskiftning nesten seks ganger pr. år (**tabell 1.1**). Det er ikke foretatt resipientundersøkelser av innsjøen tidligere, men i 1994 ble surhet og ledningsevne undersøkt (Bjørklund og Johnsen 1995).

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

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)
1,51	0,09	0,26	9	3,0	5,8

**Tabell 1.2.** Areal og dybdeforhold i Haljesvatnet i Fjell kommune. Arealet er av 3-meters kotene fra figur 1.2, volumene er for tilsvarende sjikt og volumet under dypene er angitt.

DYP / SJIKT (meter)	AREAL (km <sup>2</sup> )	VOLUM AV SJIKT (mill m <sup>3</sup> )	VOLUM UNDER (mill m <sup>3</sup> )
0 / 0-3	0,09	0,18	0,26
3 / 3-6	0,03	0,06	0,09
6 / 6-9	0,01	0,02	0,02
9	0	0	0

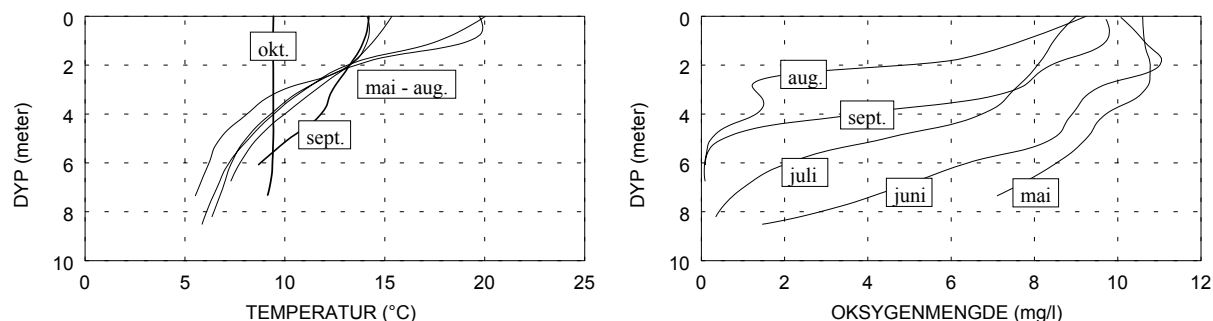


**Figur 1.2.** Dybdekart av Haljesvatnet. Kartet er utarbeidet i forbindelse med denne undersøkelsen og er tegnet med 3-meters koter.

# TILSTANDEN I HALJESVATNET

## TEMPERATUR- OG OKSYGENPROFILER

Haljesvatnet er en liten, grunn innsjø, men på tross av dette var det en stabil temperatursjiktning hele sommeren (**figur 1.3**). Først i oktober var det full omrøring av vannmassene. Oksygenforbruket i innsjøen var høyt. På en måned, fra midten av mai til midten av juni, avtok oksygenmengden i dypvannet fra 7,1 mg O/l til 1,5 mg O/l, noe som tilsvarer et månedlig oksygenforbruk på hele 5,6 mg O/l. Dette er meget høyt, og allerede fra slutten av juli ble det påvist oksygenfritt bunnvann. I august var oksygeninnholdet lavt i hele vannmassen under to meters dyp. Innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse V med hensyn på oksygeninnhold.

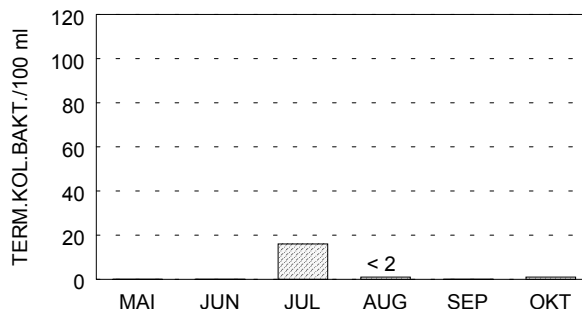


**Figur 1.3.** Temperatur- og oksygenprofiler i Haljesvatnet i perioden mai til oktober 2001 (*vedleggstabell 2*). Målingene er utført med en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

## TARMBAKTERIER

I Haljesvatnet ble det påvist tarmbakterier kun ved to av prøvetakingene, men mengdene var små begge gangene (**figur 1.4**). Høyeste konsentrasjon på 16 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml ble påvist i juli, og ut fra dette klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse II.

**Figur 1.4.** Innhold av termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml i Haljesvatnet ved seks tidspunkter i 2001 (*vedleggstabell 1*). Prøvene er tatt på 0,2 meters dyp ved innsjøens dypeste punkt.

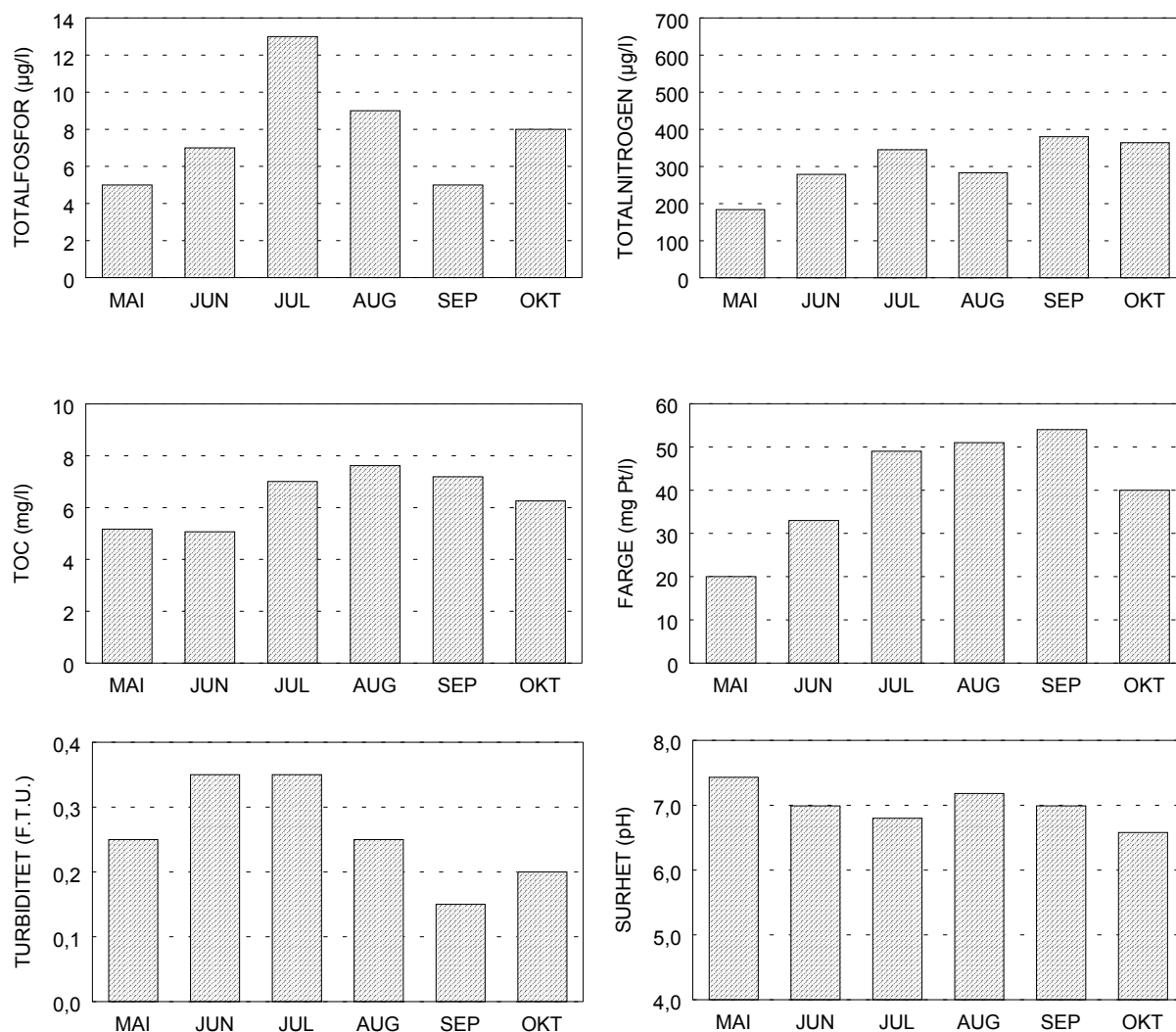


## VANNKJEMISKE PARAMETERER

Fosforkonsentrasjonene i Haljesvatnet lå mellom 5 og 13  $\mu\text{g/l}$ , og var høyest ved prøvetakingen i juli (**figur 1.5, øverst**). Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av totalfosfor var på 7,8  $\mu\text{g/l}$  som såvidt tilsvarer tilstandsklasse II. Innholdet av orthofosfat i dypvannet i september var også lavt med en konsentrasjon på bare 2  $\mu\text{g/l}$  (**vedleggstabell 1**). Innholdet av totalnitrogen var mer stabilt lavt hele tiden, og en gjennomsnittlig konsentrasjon på 306  $\mu\text{g/l}$  tilsvarer tilstandsklasse II.

Innholdet av organisk karbon (TOC) var relativt høyt med en gjennomsnittlig verdi på 6,6 mg C/l (**figur 1.5, i midten**). Dette klassifiserer innsjøen i tilstandsklasse IV. Fargetallet var også relativt høyt med en gjennomsnittsverdi på 41 mg Pt/l tilsvarende tilstandsklasse IV. Både innholdet av organisk karbon og fargetallet var høyest i perioden juli til september.

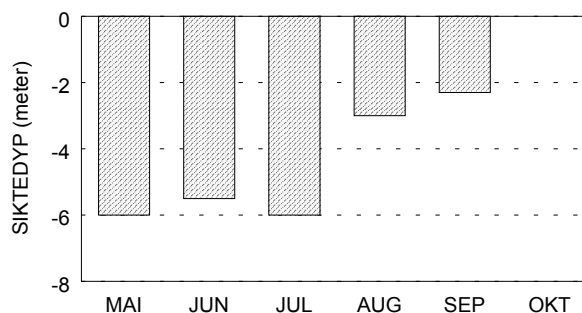
Haljesvatnet hadde en relativt stabil god pH ved samtlige prøvetakinger og gjennomsnittsverdien var på 7,0 (**figur 1.5 nederst til høyre**). Laveste pH på 6,6 ble målt i oktober.



**Figur 1.5.** Vannkjemiske resultater fra Haljesvatnet i undersøkelsesperioden fra mai til oktober 2001 (*vedleggstabell 1*). Prøvene er tatt som blandedprøver fra de to øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Haljesvatnet hadde et lavt partikkelinnhold. Turbiditeten var meget lav og varierte mellom 0,15 F.T.U. og 0,35 F.T.U. (**figur 1.5, nederst**), hvilket tilsvarer tilstandsklasse I. Siktedypet varierte mellom 2,3 m og 6,0 m og var størst på våren og forsommeren og lavere på ettersommeren og høsten (**figur 1.6**). I mai gikk siktedypet helt til bunns. Med en gjennomsnittsverdi på 3,8 m ble tilstandsklassen II for denne parameteren.

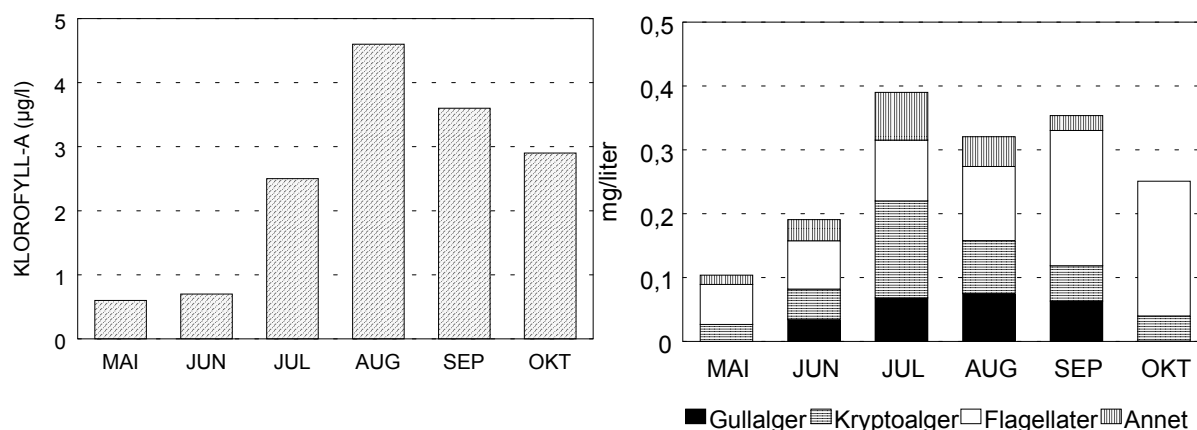
**Figur 1.6.** Siktedyp i Haljesvatnet ved fem tidspunkt i 2001. Målingene er gjort ved innsjøens dypeste punkt (vedleggstabell 1).



## BIOLOGISKE PARAMETERE

Målingene av klorofyllinnholdet viste relativt lave algemengder hele sesongen med spesielt lite alger i mai og juni (**figur 1.7**). Med et gjennomsnittlig klorofyllinnhold på 2,5 µg/l klassifiseres tilstanden til klasse II. Målt som algevolum, var algemengdene også lave. Med et gjennomsnittlig algevolum på 0,27 mg/l og et største algevolum på 0,39 mg/l klassifiseres innsjøen som næringsfattig i henhold til Brettum (1989). Både algevolumet og klorofyllinnholdet indikerte at algemengdene var høyest på seinsommeren

Dominerende alger i Haljesvatnet var de meget vanlige kryptoalgene med slektene *Cryptomonas* og *Rhodomonas* (**figur 1,7 og vedleggstabell 3**). Ellers ble flere arter av gullalger og grønnalger påvist gjennom sesongen. Det generelle bildet preges derfor av små algemengder uten dominans av enkeltarter.



**Figur 1.7.** Klorofyllkonsentrasjoner (til venstre) og algevolum og -typer (til høyre) i Haljesvatnet ved seks tidspunkt sommeren 2001 (vedleggstabellene 1 og 3). Prøvene er tatt som blandeprøve fra de to øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Tettheten av krepsdyrplankton i Haljesvatnet var på omtrent 13000 dyr/m<sup>3</sup> i gjennomsnitt og nesten 70 % av individene besto av hoppekreps. I alt seks arter vannlopper og sju arter hoppekreps ble påvist (**vedleggstabell 4**). Vannloppen *Daphnia galeata* dominerte tetthetsmessig i store deler av sesongen. Den meget vanlige og lille vannloppen *Bosmina longispina* ble også påvist hele sesongen, men i adskillig lavere tettheter. Blant de voksne hoppekrepsene var *Eudiaptomus gracilis* vanligste art, men *Cyclops abyssorum*, *C. scutifer*, *Mixodiaptomus laciniatus* og *Heterocope saliens* ble også påvist det meste av sesongen.

Hjuldryrsamfunnet var dominert av de meget vanlige slektene *Conochilus* og *Polyarthra* og artene *Kellicottia longispina* og *Keratella hiemalis* (**vedleggstabell 4**). Artssamfunnet skiller seg ikke ut fra det en finner i andre næringsfattige innsjøer i denne regionen.

## VURDERING AV TILSTANDEN I HALJESVATNET

Haljesvatnet er en liten og grunn innsjø med to bassenger. Største dyp er på ni meter i det sørligste bassenget og åtte meter i det nordligste. Mellom disse bassengene var det en lang og grunn kanal som er under en meter dyp. På grunn av mye vegetasjon og dermed liten framkommelighet, ble alle prøvene tatt i det nordligste bassenget. Det er ikke gjennomført resipientundersøkelser i innsjøen tidligere.

Innsjøen ligger like ved riksvei 555, og veifyllingen utgjør store deler av strandlinjen mot øst. Innsjøen har liten tilrenning, men da volumet er lite, er teoretisk vannutskiftning likevel på nesten seks ganger pr. år. Innsjøen hadde stabil temperatursjiktning hele prøvetakingssesongen. Ledningsevnen i Haljesvatnet var relativt høy sammenlignet med andre undersøkte innsjøer i kommunen, med høyest verdier i mai og lavere utover sesongen (vedleggstabell 1). Trolig skyldes dette avrenning fra veien som saltet på vinteren. Også i prøver fra innsjøen i 1994, ble det påvist høy ledningsevne i april (15 mS/cm) og lavere ledningsevne utover sommeren (Bjørklund og Johnsen 1995).

### TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Haljesvatnet var vanligvis ikke forurenset av tarmbakterier. Bare i juli ble det påvist små mengder, og på grunnlag av dette klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse II. Det er ingen bebyggelse i nedbørfeltet til Haljesvatnet, og tarmbakterieforurensningene kan derfor kun komme med avrenning fra eventuelle beiteområder.

### TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Haljesvatnet var næringsfattig og klassifiseres samlet sett i tilstandsklasse II med hensyn på virkningen av næringstilførsler. Denne totalvurderingen bygger på et lavt innhold av både totalfosfor, nitrogen og klorofyll (klasse II for samtlige). På grunn av et høyt fargetall er siktedypet utelatt som klassifikasjonsgrunnlag i denne innsjøen.

Teoretiske beregninger av fosfortilførslene til Haljesvatnet i 2001 (etter modell fra Berge 1987) viste at de totale tilførslene var på bare 20 kg dette året, beregnet ut fra normalnedbør. Dette er lavere enn tålegrensen som var på 67 kg (også beregnet ved normalnedbør). Naturlig avrenning er eneste aktuelle kilde for næringstilførsler til Haljesvatnet.

Som følge av et lavt næringsinnhold var også algemengdene i Haljesvatnet lave og tilsvarte det en vanligvis finner i næringsfattige innsjøer (Brettum 1989). Algesamfunnet var typisk for næringsfattige innsjøer med lave konsentrasjoner av flere arter uten dominans av noen enkeltart.

Dyreplanktonsamfunnet i Haljesvatnet var omtrent som forventet i innsjøer under den marine grense med en relativt god pH og lavt predasjonspress fra fisk. *Eudiaptomus gracilis* finnes hovedsakelig i innsjøer under den marine grense, og både *Daphnia galeata*, *Cyclops abyssorum* og *Trichotria pocillum* finnes hovedsakelig i innsjøer med relativt god pH. Forekomsten av den store rovformen *Heterocope saliens* tyder på at det ikke er stort beitepress fra fisk i Haljesvatnet.

## **TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF**

Haljesvatnet hadde imidlertid relativt dårlige forhold med hensyn på virkningen av organisk stoff, og innsjøen vurderes totalt sett til tilstandsklasse IV. Dette bygger på at både innholdet av totalt organisk karbon (TOC) og fargetallet var middels høyt tilsvarende tilstandsklasse IV, og at oksygeninnholdet i dypvannet var meget lavt og tilsvarte tilstandsklasse V.

Haljesvatnet er en liten innsjø med et lite dypvannsvolum, og har derfor lav tålegrense for tilførsler av organisk stoff. Undersøkelsen viste at tilførslene var større enn tålegrensen, og innsjøen hadde oksygenfritt bunnvann i slutten av juli. Tilførslene av organisk stoff til Haljesvatnet kommer imidlertid kun fra naturlige kilder, eneste andre mulighet er eventuelt at avrenningen fra veien langs innsjøen skulle inneholde stoffer som medførte et høyere oksygenforbruk. Disse vil imidlertid vanligvis være relativt små. Tilsig fra myrområder og tilførsler fra egen planteproduksjon er viktigste kilder. I juli, da det regnet mye, var tilsiget fra myrområdene viktigste årsak til økningen i innholdet av organisk stoff, og fra august begynner en del av vannvegetasjonen å dø, noe som førte til et enda høyere innhold av organisk stoff videre utover høsten.

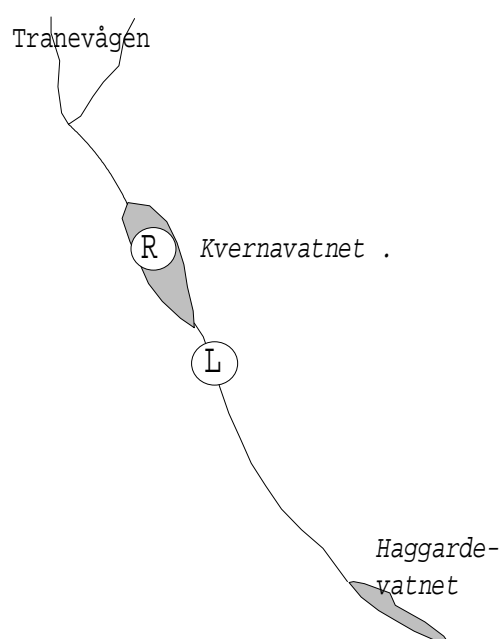
## **PARTIKKELINNHOOLD**

Haljesvatnet hadde et lavt partikkelinnhold (turbiditet) og klassifiseres i tilstandsklasse I. Dette er på grunnlag av at gjennomsnittlig turbiditet tilsa tilstandsklasse I. Gjennomsnittlig siktedyp tilsa tilstandsklasse II, men i Haljesvatnet er det mye tilsig fra myr. Dette ga høyt fargetall, som var en viktig årsak til redusert siktedyp på ettersommeren og høsten. Siktedypet er derfor utelatt som parameter for klassifisering av turbiditet i denne innsjøen.

## 2. KVERNAVATNET

Kvernavatnet (KM 805 036) ligger i Ågotnesvassdraget i den nordlige delen av Fjell kommune. Vassdraget renner nordover med utløp i Tranevågen (**figur 2.1**). Kvernavatnet ligger 19 meter over havet, i den nedre delen av vassdraget. Innsjøens nedbørfelt er på 1,9 km<sup>2</sup>. I nedbørfeltet er det både myr og fjellområder med noe skog mellom Haggardevatnet og Kvernavatnet. Dominerende bergarter er granitt og gneiss. Årlig middelvannføring i området er på 43 l/s/km<sup>2</sup> (NVE 1987).

Bebyggelsen i nedbørfeltet er for en stor del knyttet til offentlig kloakkledningsnett, men enkelte har fremdeles separate kloakkanlegg. Langs den nordlige delen av innsjøen, ned mot havet, er det et industriområde. Det er ikke gjennomført resipientundersøkelser av innsjøen tidligere, men innløpselva er blitt undersøkt med hensyn på tarmbakterier årlig siden 1997 (Bjørklund 1997, 1998, 1999, 2000, 2001).



**Figur 2.1.** Kart over Ågotnesvassdraget.

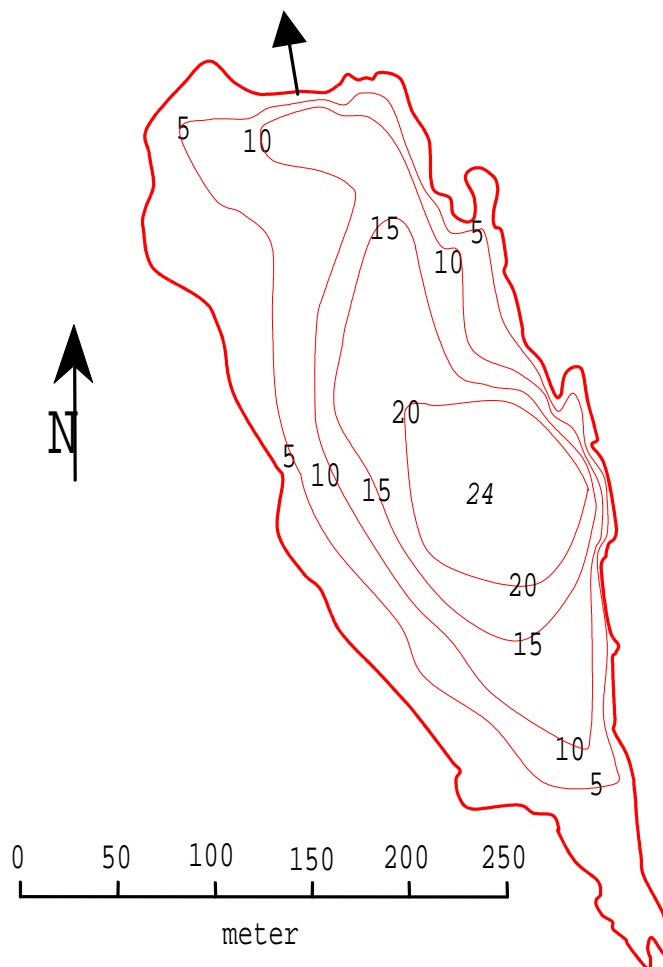
Kvernavatnet (19 moh) har et volum på 0,58 mill. m<sup>3</sup> og et areal på 0,06 km<sup>2</sup> (**tabell 2.1**). Langs den østlige stranda er innsjøen brådyp og maksimumsdypet er på 24 meter (**figur 2.2**). Gjennomsnittsdypet er på 9,7 meter. Innsjøen har en teoretisk vannutskiftningsrate på nesten fem ganger pr. år.

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

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)
2,7	0,06	0,58	24	9,7	4,7



## Kvernavatnet



**Figur 2.2.** Dybdekart av Kvernavatnet. Kartet er utarbeidet i forbindelse med denne undersøkelsen og er tegnet med fem-meters koter.

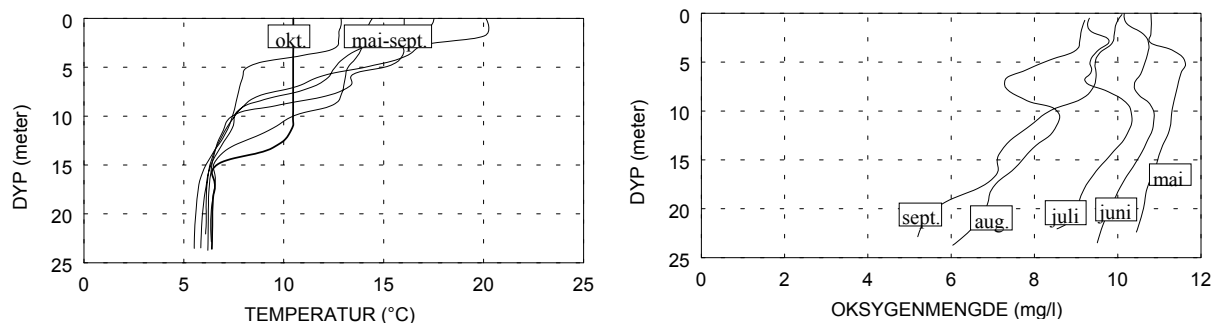
**Tabell 2.2.** Areal og dybdeforhold i Kvernavatnet i Fjell kommune. Arealet er av fem-meters kotene fra figur 2.2, volumene er for tilsvarende sjikt og volumet under dypene er angitt.

DYP / SJIKT (meter)	AREAL (km <sup>2</sup> )	VOLUM AV SJIKT (mill m <sup>3</sup> )	VOLUM UNDER (mill m <sup>3</sup> )
0 / 0-5	0,06	0,24	0,58
5 / 5-10	0,04	0,16	0,34
10 / 10-15	0,03	0,10	0,17
15 / 15-20	0,02	0,06	0,07
20 / 20-24	0,01	0,02	0,02
24	0	0	0

# TILSTANDEN I KVERNAVATNET I 2001

## TEMPERATUR- OG OKSYGENPROFILER

Det var stabil temperatursjiktning i Kvernavatnet sommeren 2001. I mai lå sjiktningen rundt tre meters dyp og i oktober lå den rundt 14 meter (**figur 2.3**). Omrøringen finner trolig sted en gang i november. Oksygenmengdene i dypvannet avtok jevnt i løpet av sesongen, og på grunnlag av laveste målte oksygeninnhold på 5,2 mg O/l i september, klassifiseres Kvernavatnet i tilstandsklasse III med hensyn på denne parameteren.

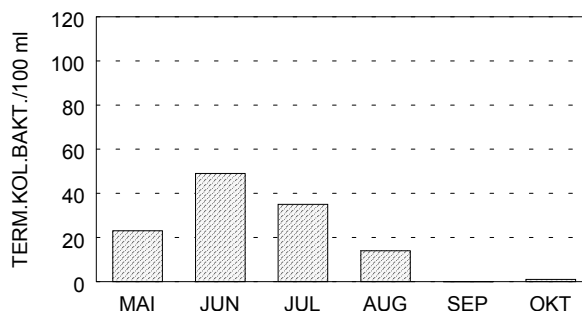


**Figur 2.3.** Temperatur- og oksygenprofiler i Kvernavatnet i perioden mai til oktober 2001 (vedleggstabell 10). Målingene er utført med en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

## TARMBAKTERIER

I Kvernavatnet ble det påvist tarmbakterier ved nesten samtlige prøvetakinger (**figur 2.4**). Høyest konsentrasjon på 49 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml ble påvist i juni, og på grunnlag av dette klassifiseres Kvernavatnet i tilstandsklasse II, på grensen til klasse III.

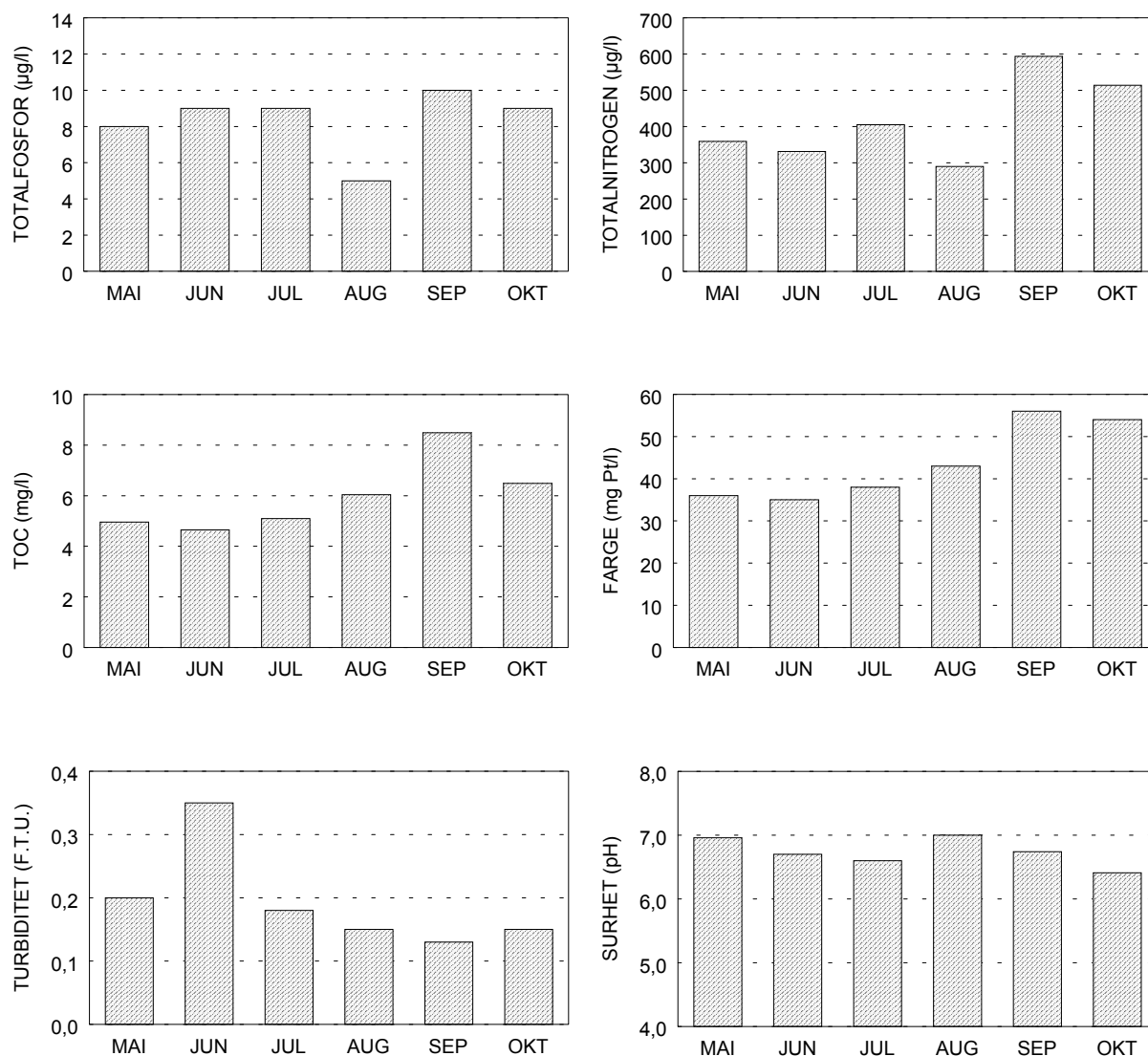
**Figur 2.4.** Innhold av termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml i Kvernavatnet ved seks tidspunkter i 2001 (vedleggstabell 9). Prøvene er tatt på 0,2 meters dyp ved innsjøens dypeste punkt.



## VANNKJEMISKE PARAMETERER

Fosforinnholdet i Kvernavatnet var relativt stabilt og lavt (**figur 2.5 øverst**). Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av totalfosfor var på 8,3 µg/l og innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse II for denne parameteren. En prøve fra dypvannet i oktober viste at innholdet av orthofosfat der også var meget lavt; på bare 4 : g/l. Innholdet av totalnitrogen hadde en gjennomsnittlig konsentrasjon på 416 µg/l, og dette tilsvarte tilstandsklasse III.

Innholdet av organisk karbon (TOC) var middels høyt med en gjennomsnittlig verdi på 5,9 mg C/l (**figur 2.5 i midten**). Ved prøvetakingen i oktober var TOC lavere i bunnvannet enn det var i overflatevannet (**vedleggstabell 5**). Til sammen tilsvarende dette tilstandsklasse III. Innholdet av organisk karbon var høyest ved prøvetakingene i perioden august til oktober. Fargetallet var relativt høyt med en gjennomsnittsverdi på 44 mg Pt/l som tilsvarende tilstandsklasse IV. Også fargetallet var høyest på ettersommeren og høsten.

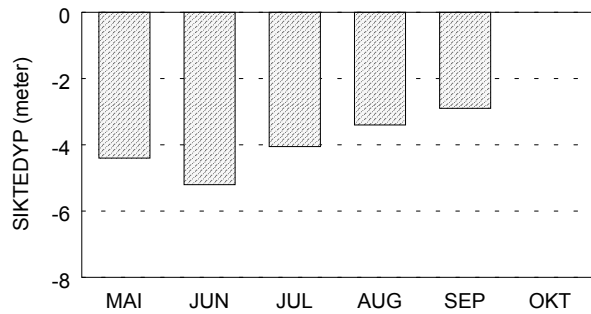


**Figur 2.5.** Vannkjemiske resultater fra Kvernavatnet i undersøkelsesperioden fra mai til oktober 2001 (**vedleggstabell 9**). Prøvene er tatt som blandepøver fra de seks øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Kvernavatnet hadde relativt høy pH med laveste målte pH på 6,41 i oktober (**figur 2.5 nederst**). Turbiditeten var lav med verdier mellom 0,13 F.T.U. i september og 0,35 F.T.U. i juni (**figur 2.5, nederst**). Med en gjennomsnittlig turbiditet på 0,2 tilsvarende det tilstandsklasse I.

Siktedypet i Kvernavatnet varierte mellom 2,9 m og 5,2 m (**figur 2.6**). Siktedypet var lavest i september og størst i juni. Med en gjennomsnittsverdi på 3,3 m tilsvarende det tilstandsklasse III for denne parameteren.

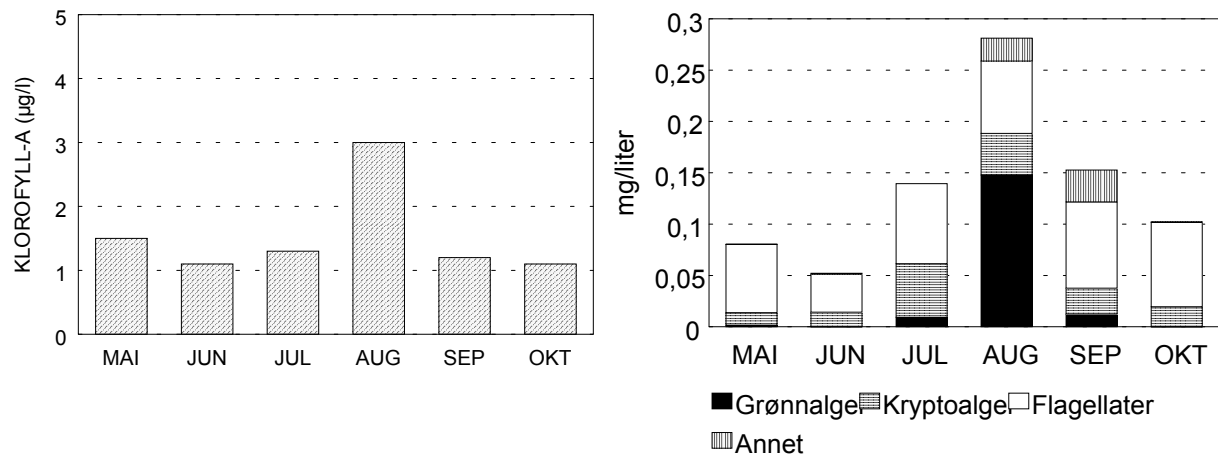
**Figur 2.6.** Siktedyp i Kvernavatnet ved seks tidspunkt i 2001. Målingene er gjort ved innsjøens dypeste punkt (vedleggstabell 9).



## BIOLOGISKE PARAMETERE

Algemengdene i Kvernavatnet var meget lave (**figur 2.7**). Målingene av klorofyllinnholdet viste at algemengdene var størst i august, men selv da var algemengdene små. Med et gjennomsnittlig klorofyllinnhold på 1,5 µg/l tilsvarer det tilstandsklasse I. Målt som algevolum, var algemengdene også lave. Med et gjennomsnittlig algevolum på 0,13 mg/l og et største algevolum på 0,28 mg/l klassifiseres innsjøen som næringsfattig i henhold til Brettum (1989). Begge parametrene indikerte en liten algetopp i august.

Algesamfunnet var relativt artsfattig (**figur 2.7, vedleggstabell 7**). I august var innslaget av grønnalger større enn ellers, og slekten *Sphaerocystis* var dominerende. Vanligvis var det imidlertid ingen slekt eller art som dominerte i vesentlig grad.



**Figur 2.7.** Klorofyll konsentrasjoner (til venstre) og algevolum og -typer (til høyre) i Kvernavatnet ved seks tidspunkt sommeren 2001 (vedleggstabellene 9 og 11). Prøvene er tatt som blandeprove fra de seks øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Den gjennomsnittlige tettheten av krepsdyrplankton i Kvernavatnet var på i overkant av 11000 dyr/ m<sup>3</sup> (**vedleggstabell 8**). Den lille og utbredte vannloppen *Bosmina longispina* dominerte det meste av prøvetakingssesongen, men vannloppene *Daphnia longispina* og *Diaphanosoma brachyurum* ble også påvist i hele perioden. Blant de voksne hoppekrepsene var *Eudiaptomus gracilis* og *Cyclops scutifer* de dominerende artene. Hjuldyrsamfunnet var dominert av meget vanlige arter som *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis* og *K. hiemalis* I tillegg ble slektene *Conochilus* og *Polyarthra* påvist i store mengder det meste av sesongen (**vedleggstabell 8**).

# VURDERING AV TILSTANDEN I KVERNAVATNET

Kvernavatnet ligger like nord for industriområdet på Ågotnes, men har ikke vesentlig avrenning derfra. Hoveddelen av nedbørfeltet omfatter spredd bebyggelse, der det både er offentlig kloakkledningsnett og separate anlegg. Innsjøen har et største dyp på 24 meter. Teoretisk vannutskiftning er på omtrent fem ganger årlig. Ved undersøkelsen denne sommeren ble det observert svært mye fugl på innsjøen. Det er ikke gjort resipientundersøkelser i innsjøen tidligere, men innløpselva er undersøkt årlig de siste fem årene med hensyn på tarmbakterieinnhold.

## TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Det ble påvist tarmbakterier ved nesten samtlige prøvetakinger i Kvernavatnet, men stort sett i relativt små mengder, og innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse II. Størst forurensning ble påvist i juni og juli. Disse forurensningene kan komme via innløpselva. Elva er undersøkt årlig siden 1997, og det er påvist tarmbakterieforurensninger der ved nesten samtlige prøvetakinger både i tørrværsperioder og i nedbørperioder (Bjørklund 1997, 1998, 1999, 2000, 2001). Både arealavrenning og overløp på offentlig kloakkledningsnett er mulige forurensningskilder. En annen mulig kilde er alle fuglene som holder til på innsjøen. Også disse kan bidra til de påviste tarmbakterieforurensningene.

## TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Kvernavatnet var næringsfattig og klassifiseres samlet sett i tilstandsklasse II med hensyn på virkningen av næringstilførsler. Denne totalvurderingen bygger på et lavt innhold av fosfor (klasse II), et middels høyt innhold av nitrogen (klasse III) og et lavt klorofyllinnhold (klasse I). Det gjennomsnittlige siktedypet tilsa tilstandsklasse III, men ettersom fargetallet i Kvernavatnet er relativt høyt, spesielt på høsten, utelates siktedypet som parameter for klassifisering av næringsrikhet i denne innsjøen.

Fosfortilførslene til Kvernavatnet var lavere enn innsjøens tålegrense. Teoretiske beregninger av fosfortilførslene i 2001 (etter modell fra Berge 1987, beregnet ut fra normalnedbør) viste at de var på nesten 40 kg, mens tålegrensen er på i underkant av 55 kg. Fosfortilførslene til Kvernavatnet kommer i hovedsak med kloakktilførslene, med avrenning fra gjødslet mark og med avrenning fra uberørte områder.

Det lave innholdet av næringsstoffer førte til at også algemengdene i Kvernavatnet var meget lave, og tilsvarte det en vanligvis finner i næringsfattige innsjøer (Brettum 1989). Også algesamfunnet var typisk for det en vanligvis finner i næringsfattige innsjøer, med lave konsentrasjoner av flere typer uten dominans av enkeltarter.

Tettheten av krepsdyrplankton i Kvernavatnet var middels høy sammenlignet med tilsvarende innsjøer i regionen, og unge stadier av hoppekreps dominerte tetthetsmessig. Generelt sett var det hovedsakelig små arter av dyreplankton som ble påvist. Planktonsamfunnet var typisk for mindre innsjøer under marin grense der pH ikke er spesielt lav og forekomsten av fisk er moderat. Forekomsten av blant annet den middels store vannloppen *Daphnia longispina* gjør at innsjøen har en moderat evne til å regulere algemengdene.

## TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF

Kvernavatnet vurderes totalt sett til tilstandsklasse III når det gjelder virkningene av innsjøens innhold av organisk stoff. Dette bygger på at innholdet av totalt organisk karbon (TOC) ga tilstandsklasse III, fargetallet ga klasse IV, og oksygeninnholdet i dypvannet ga tilstandsklasse III.

Tilførslene av organisk stoff til Kvernavatnet var dermed så lave at forholdene i dypvannet i innsjøen var relativt bra hele sesongen. Kildene for disse tilførslene er trolig for det meste naturlige. Nedbrytningen av planter i innsjøen samt tilførsler fra dødt plantemateriale fra nedbørfeltet vil gi et høyere innhold av organisk stoff utover høsten, noe en tydelig så på både fargetallet og TOC i Kvernavatnet. I tillegg tyder det høye fargetallet på at det er en del myrtilsig til innsjøen. Av menneskeskapte tilførsler vil kloakktilførslene med innløpselva være en aktuell kilde.

## **PARTIKKELINNHOLD**

Kvernavatnet hadde et relativt stabilt og lavt partikkelinnhold og innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse I. Dette er på grunnlag av en gjennomsnittlig verdi for turbiditeten som tilsa klasse I og et gjennomsnittlig siktedyp som tilsa tilstandsklasse III. Siktedypet i innsjøen var imidlertid sterkt påvirket av fargetallet og i liten grad av turbiditeten, og vi velger derfor å beholde tilstandsklasse I for turbiditet selv om siktedypet teoretisk skulle trukket klassifiseringen ned til tilstandsklasse II.

### 3. STOREVATNET

Storevatnet (KM 878 993) ligger i Arefjordpollvassdraget nordøst på Lillesotra, og vassdraget renner ut i Arefjordpollen (**figur 3.1**). Vassdraget er 1,6 km langt og består av flere større og mindre innsjøer. Nedbørfeltet er på 1,1 km<sup>2</sup> og består hovedsakelig av lyngkledde bergknauser med innslag av myrområder. Berggrunnen domineres av granitt og gneis.

Vassdraget ligger i et område med årlig middelavrenning på 45 l/s/km<sup>2</sup> (NVE 1987), og vassdragets middelvannføring til sjø er 50 liter pr. sekund eller 1,6 millioner m<sup>3</sup> årlig. Det er ikke gjennomført resipientundersøkelser i noen av innsjøene tidligere, men utløpselva er blitt undersøkt med hensyn på tarmbakterier årlig siden 1997 (Bjørklund 1997, 1998, 1999, 2000, 2001).

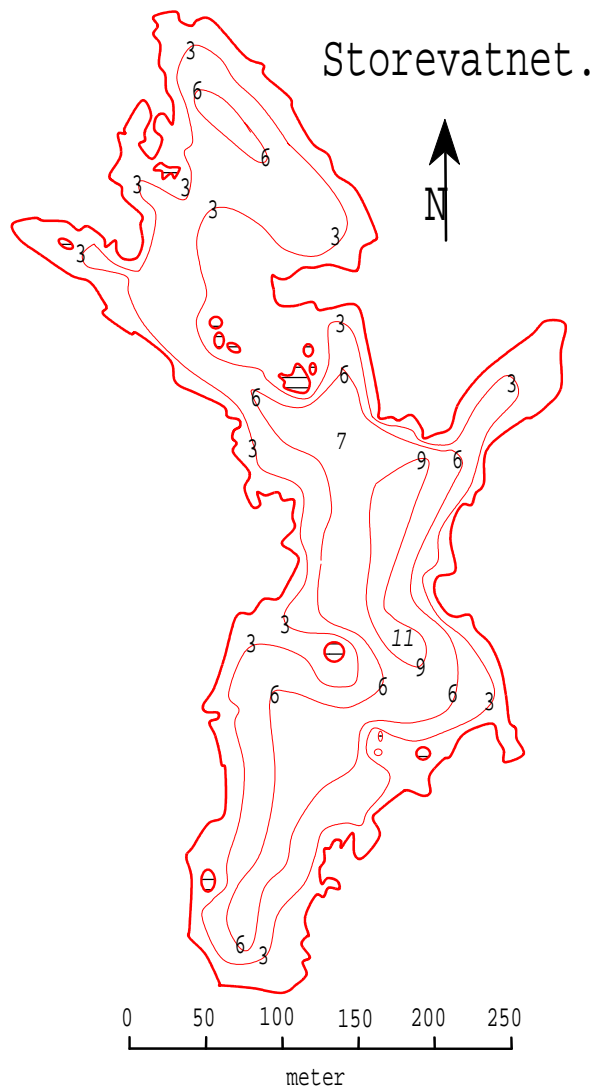


**Figur 3.1.** Kart over Arefjordpollvassdraget

Storevatnet er vassdragets lavestliggende innsjø, 55 meter over havet. Innsjøens nedbørfelt er på 1,0 km<sup>2</sup>, og består hovedsakelig av lyngkledde bergknauser. Det ligger et par hus like ved innsjøen, men bare ett av disse drenerer til innsjøen. Dette skal imidlertid være tilknyttet offentlig kloakkledningsnett. Innsjøarealet er på 0,08 km<sup>2</sup> og volumet er på 0,33 mill. m<sup>3</sup> (**tabell 3.1**). Maksimumsdypet er på 11 meter og den teoretiske vannutskiftningsraten er på nesten fem ganger pr. år.

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

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)
1,58	0,08	0,33	11	4,1	4,8



**Figur 3.2.** Dybdekart av Storevatnet. Kartet er utarbeidet i forbindelse med denne undersøkelsen og er tegnet med tre-meters koter.

**Tabell 3.2.** Areal og dybdeforhold i Storevatnet i Fjell kommune. Arealet er av tre-meters kotene fra figur 3.2, volumene er for tilsvarende sjikt og volumet under dypene er angitt.

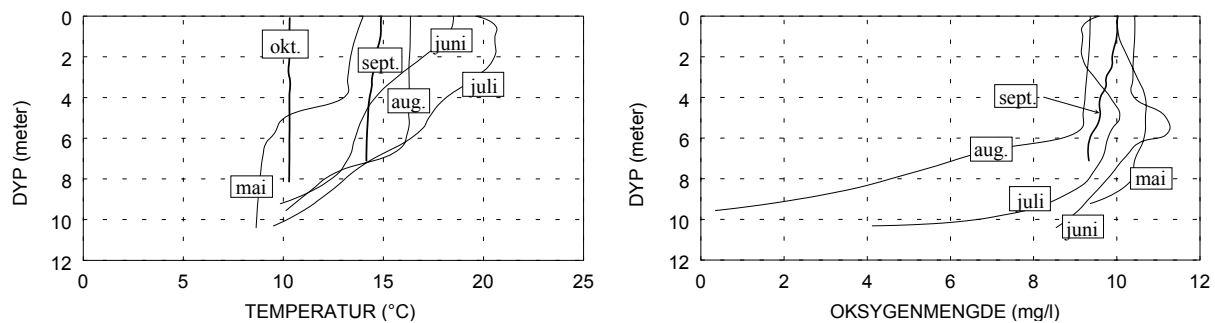
DYP / SJKT (meter)	AREAL (km <sup>2</sup> )	VOLUM AV SJKT (mill m <sup>3</sup> )	VOLUM UNDER (mill m <sup>3</sup> )
0 / 0-3	0,08	0,19	0,33
3 / 3-6	0,05	0,10	0,13
6 / 6-9	0,02	0,03	0,04
9 / 9-11	0,003	0,004	0,004
11	0	0	0



# TILSTANDEN I STOREVATNET I 2001

## TEMPERATUR- OG OKSYGENPROFILER

Storevatnet er en grunn, oppdemmet innsjø, som ligger relativt vindutsatt til. Innsjøen hadde meget lav vannstand i mai og juni denne sommeren, men fra juli var vannstanden relativt høy. Sjuktningsmønsteret var noe spesielt, men oksygenmålingene tyder på at det har vært sjiktning nok til at vannmassene i dypvannet var stabile uten omrøring til september (**figur 3.3**). Oksygenforbruket i innsjøen var relativt høyt, og i august var det nesten oksygenfritt nær bunnen. I september var det imidlertid mye oksygen igjen i bunnvannet på grunn av omrøringen. På grunnlag av det lave oksygeninnholdet i august klassifiseres Storevatnet i tilstandsklasse V med hensyn på oksygeninnhold.

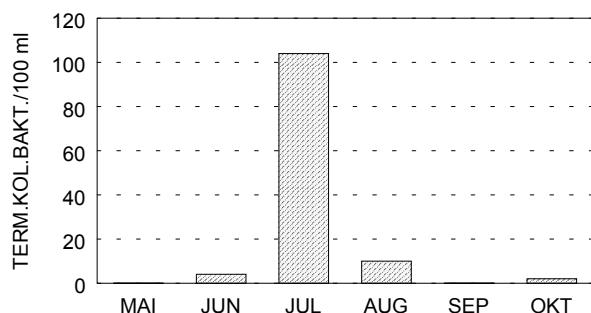


**Figur 3.3.** Temperatur- og oksygenprofiler i Storevatnet i perioden mai til oktober 2001 (vedleggstabell 10). Målingene er utført med en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde og gjort ved innsjøens dypeste punkt.

## TARMBAKTERIER

I Storevatnet var tarmbakterieinnholdet vanligvis ned mot det en regner som naturtilstanden; med tarmbakteriekonsentrasjoner under 5 pr. 100 ml. I juli ble det imidlertid påvist høyere mengder (**figur 3.4**). Med en konsentrasjon på 104 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml i oktober klassifiseres Storevatnet i tilstandsklasse III.

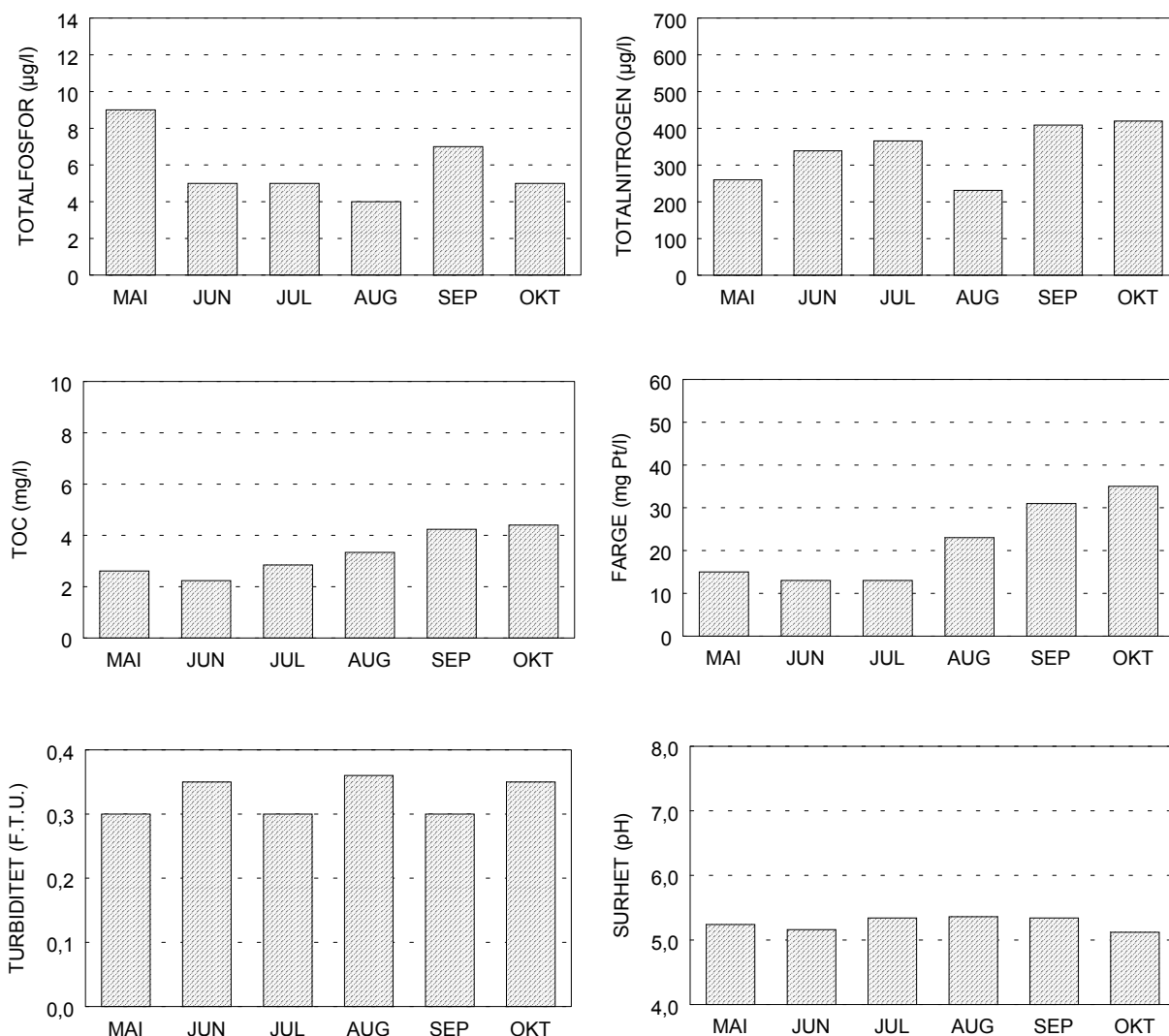
**Figur 3.4.** Innhold av termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml i Storevatnet ved seks tidspunkter i 2001 (vedleggstabell 9). Prøvene er tatt på 0,2 meters dyp ved innsjøens dypeste punkt.



## VANNKJEMISKE PARAMETERER

Fosforinnholdet i Storevatnet var meget lavt det meste av sesongen, bare i mai var det noe høyere enn ellers (**figur 3.5 øverst**). Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av totalfosfor var på 5,8 µg/l og innsjøen klassifiseres i tilstandsklasse I for denne parameteren. Innholdet av totalnitrogen var også lavt, men med hensyn på nitrogeninnholdet var konsentrasjonen lavest i mai. Med en gjennomsnittlig konsentrasjon på 338 µg N/l tilsvarte det tilstandsklasse II.

Innholdet av organisk karbon (TOC) var lavt med en gjennomsnittlig verdi på 3,4 mg C/l (**figur 3.5 i midten**). Dette tilsvarer tilstandsklasse II. 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, men var generelt sett relativt lavt. Med en gjennomsnittsverdi for fargetallet på 22 mg Pt/l tilsvarer dette tilstandsklasse II.

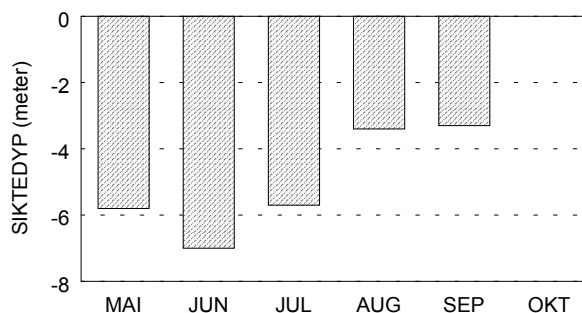


**Figur 3.5.** Vannkjemiske resultater fra Storevatnet i undersøkelsesperioden fra mai til oktober 2001 (**vedleggstabell 9**). Prøvene er tatt som blandepøver fra de fire øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Turbiditeten var meget lav med verdier under 0,5 F.T.U. ved samtlige prøvetakinger (**figur 3.5, nederst**). Med en gjennomsnittlig turbiditet på 0,3 tilsvarer det tilstandsklasse I. Storevatnet hadde lav og stabil pH med verdier rundt 5,2 (**figur 3.5 nederst**). Lavest pH på 5,12 ble målt i oktober.

Siktedypet i Storevatnet varierte mellom 3,3 m og 7,0 m (**figur 3.6**). Siktedypet var lavest i august og september og størst i juni. Med en gjennomsnittsverdi på 4,2 m klassifiseres Storevatnet i tilstandsklasse II med hensyn på denne parameteren.

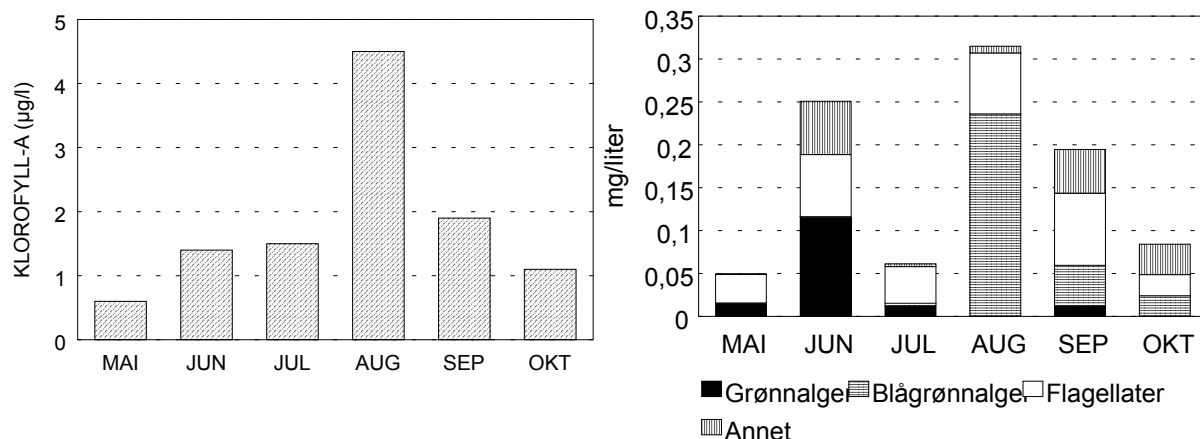
**Figur 3.6.** Siktedyp i Storevatnet ved fem tidspunkt i 2001. Målingene er gjort ved innsjøens dypeste punkt (vedleggstabell 9).



## BIOLOGISKE PARAMETERE

Målingene av klorofyllinnholdet viste at det var lave algemengder hele sesongen i Storevatnet, men mest alger ble påvist i august (figur 3.7). Med et gjennomsnittlig klorofyllinnhold på 1,8 µg/l tilsvarer det tilstandsklasse I. Målt som algevolum, var også algemengdene lave. Med et gjennomsnittlig algevolum på 0,16 mg/l og et største algevolum på 0,32 mg/l klassifiseres innsjøen som næringsfattig i henhold til Brettum (1989). Både klorofyllinnholdet og algevolummålingene indikerte en liten algetopp i august.

Algesamfunnet var relativt artsfattig og det var ingen spesiell art som dominerte gjennom sesongen. I august var det imidlertid et stort innslag av en blågrønnalge som trolig var *Merismopedia tenuissima* (figur 3.7, vedleggstabell 11). *Merismopedia tenuissima* er, i motsetning til de fleste andre arter av blågrønnalger, en art som indikerer næringsfattige forhold.



**Figur 3.7.** Klorofyll konsentrasjoner (til venstre) og algevolum og -typer (til høyre) i Storevatnet ved seks tidspunkt sommeren 2001 (vedleggstabellene 9 og 11). Prøvene er tatt som blandeprobe fra de fire øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Den gjennomsnittlige tettheten av krepdyrplankton i Storevatnet var på rundt 11000 dyr/ m<sup>3</sup> (vedleggstabell 12). Planktonsamfunnet var dominert av unge stadier av hoppekreps. Av de voksne individene var *Cyclops scutifer* og *Eudiaptomus gracilis* de vanligste. Blant vannloppene var *Bosmina longispina*, *Holopedium gibberum* og *Diaphanosoma brachyurum* dominerende. Hjuldyrsamfunnet besto av relativt få arter, med *Kellicottia longispina* og slekten *Conochilus* som de antallsmessig dominerende (vedleggstabell 12).

# VURDERING AV TILSTANDEN I STOREVATNET

Storevatnet er en oppdemmet og meget grunn innsjø med største dyp på 11 meter. Nedbørfeltet består hovedsakelig av ubeboede områder, bare ett hus drenerer til innsjøen. Dette er imidlertid tilknyttet offentlig kloakkledningsnett. Innsjøen har en teoretisk vannutskiftning på nesten fem ganger pr. år.

## TILFØRSLER AV TARMBAKTERIER

Tarmbakterier ble påvist ved de fleste prøvetakingene, men vanligvis i meget lavt antall og ikke vesentlig høyere enn det en regner som naturtilstanden ( $< 5$  termotolerante koliforme bakterier/100 ml). I juli derimot ble moderat forurensning påvist, og på grunnlag av dette klassifiseres innsjøen i tilstandsklasse III. Årsaken til denne forurensningen er ikke kjent. Forurensningen ble påvist etter en dag med mye nedbør med en forutgående tørrværsperiode. Arealavrenning fra beiteområder kan derfor være en mulig forurensningskilde.

## TILFØRSLER AV NÆRINGSSTOFFER

Storevatnet var meget næringsfattig og klassifiseres samlet sett i tilstandsklasse I med hensyn på virkningen av næringstilførsler. Denne totalvurderingen bygger på et meget lavt fosforinnhold (klasse I), et lavt innhold av nitrogen (klasse II), et meget lavt klorofyllinnhold (klasse I). Siktedypet i innsjøen var stort (klasse I-II) fram til i august da det ble halvert og holdt seg like lavt resten av høsten (klasse III). Dette samvarierer meget bra med fargetallet, men relativt dårlig med algemengdene, og siktedypet er derfor utelatt i klassifiseringen av næringsrikhet også her.

Teoretiske beregninger av fosfortilførslene til Storevatnet i 2000 (etter modell fra Berge 1987, beregnet ut fra normalnedbør) viste at de totale tilførslene var på nesten 20 kg, noe som er adskillig lavere enn tålegrensen på 65 kg. Nedbørfeltet til Storevatnet består stort sett av ubebygde lyngheier, så næringstilførslene vil i all hovedsak komme fra naturlige kilder. Tarmbakteriefunnene tyder på at det i perioder kan være dyr som beiter i nedbørfeltet, men dette vil ikke gi vesentlige næringstilførsler til innsjøen. De små næringstilførslene til Storevatnet resulterte i meget små algemengder, og både algemengdene og algesamfunnet bekreftet innsjøens lave næringsinnhold.

Tettheten av krepsdyrplankton i Storevatnet var middels høy sammenlignet med tilsvarende innsjøer i regionen. Flere store arter av dyreplankton, som for eksempel vannloppen *Holopedium gibberum* og hoppekrepsen *Heterocope saliens*, ble påvist, noe som tyder på at beitepresset fra fisk er lavt i denne innsjøen. Ellers var planktonsamfunnet typisk for næringsfattige, noe sure innsjøer som er vanlig i denne regionen.

## TILFØRSLER AV ORGANISK STOFF

Storevatnet vurderes totalt sett til tilstandsklasse III når det gjelder virkningene av innsjøens innhold av organisk stoff. Dette bygger på at både innholdet av totalt organisk karbon (TOC) og fargetallet ga tilstandsklasse II, gjennomsnittlig siktedyp ga tilstandsklasse III og oksygeninnholdet i dypvannet ga tilstandsklasse V.

I midten av august var det nesten oksygenfritt bunnvann i Storevatnet, men de dårlige forholdene varte kun en liten stund da det var full omrøring, og dermed full oksygenmetning igjen, allerede i midten av september. Storevatnet har imidlertid et meget lite dypvannsvolum, og tålegrensen for tilførsler av organisk stoff er derfor meget liten.

Kildene for tilførsler av organisk stoff til Storevatnet er kun naturlige. Nedbrytningen av planter i innsjøen samt tilførsler av dødt plantemateriale fra nedbørfeltet vil gi et høyere innhold av organisk stoff utover høsten, og det dette var tydelig for både TOC og fargetallet. I tillegg kan tilsig fra myrområder være en aktuell kilde, men det lave fargetallet på våren og sommeren tyder på at det ikke er særlig mye myrtilsig til Storevatnet.

## **PARTIKKELINNHOLD**

Storevatnet hadde et relativt stabilt og lavt partikkelinnhold og klassifiseres i tilstandsklasse I. Dette er på grunnlag av en gjennomsnittlig verdi for turbiditeten som tilsa klasse I og et gjennomsnittlig siktedyp som tilsa tilstandsklasse III. Siktedypet samvarierte imidlertid meget dårlig med partikkelinnholdet, mens organisk stoff og fargetallet hadde adskillig bedre samvariasjon med siktedypet. Siktedypet utelates derfor som parameter for klassifisering av partikkelinnholdet i denne innsjøen. Turbiditeten var lav, men likevel litt høyere enn i de to andre undersøkte innsjøene. Trolig er det oppdemmingen og den store vannstandsendingen som fører til at turbiditeten påvirkes når tørrlagte strandsoner neddemmes og vindeksponering fører til en viss utvasking derfra.

## VEDLEGGSTABELLER

### MÅLEDATA FRA HALJESVATNET I 2001

**Vedleggstabell 1:** Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater, samt siktedyp, fra Haljesvatnet ved seks tidspunkt i 2001. 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	21. mai	18. juni	9. juli	13. aug.	19. sept	26. okt.	Snitt
Surhet	pH	7,43	6,99	6,80	7,18	6,99	6,58	7,0
Farge	mg Pt/l	20	33	49	51	54	40	41,2
Turbiditet	F.T.U.	0,25	0,35	0,35	0,25	0,15	0,20	0,3
Ledningsevne	mS/m	16,5	12,5	12,6	10,4	8,58	9,36	14,0
Total-fosfor	µg P/l	5	7	13	9	5	8	7,8
Ortho-fosfat, dypvann	µg P/l					2		
Total-nitrogen	µg N/l	184	279	345	283	380	364	305,8
TOC	mg C/l	5,17	5,07	7,01	7,62	7,19	6,26	6,6
COD, dypvann	mg O/l					7,8		
Termotol.kolif. bakt	ant/100ml	0	0	16	<2	0	1	3,2
Klorofyll a	µg/l	0,6	0,7	2,5	4,6	3,6	2,9	2,5
Siktedyp	m	6,0	5,5	6,0	3,0	2,3	-	4,6

**Vedleggstabell 2:** Temperatur- og oksygenmålinger i Haljesvatnet ved seks tidspunkt i 2001. Oksygenverdiene er angitt i mg O/l. Målingene er utført ved innsjøens dypeste punkt med en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde. I oktober fungerte ikke sonden med hensyn på oksygenmålinger.

Mai			Juni			Juli			August			September			Oktober		
Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks
0	14,11	10,6	0	20,04	10,08	0	19,73	9	0	15,35	9,28	0,13	14,19	9,72	0	9,43	-
1,12	14,08	10,65	1,01	17,67	10,63	0,77	19,72	8,56	0,75	15,35	9,24	1,04	13,93	9,71	1,06	9,41	-
2,17	12,9	10,78	1,97	13,22	11,02	1,86	14,1	8,14	1,73	13,61	6,26	2,08	13,18	8,31	2,08	9,42	-
3,12	9,6	10,6	3,01	11	9,44	2,86	11,21	7,6	2,73	11,99	1,26	3,01	12,39	7,53	2,84	9,42	-
4,08	7,99	9,66	4,06	9,36	8,88	3,95	9,37	6,81	3,71	10,44	1,48	4,01	11,8	3,68	3,30	9,42	-
5,05	6,72	9,22	5,03	8,18	8,41	4,97	8,1	4,49	4,83	8,83	0,34	5,13	10,03	0,39	4,12	9,42	-
6,07	6,17	8,47	6,01	7,2	6,38	5,88	7,4	2,3	5,73	7,96	0,11	6,07	8,68	0,1	5,03	9,42	-
7,34	5,52	7,11	7,06	6,58	4,63	7,06	6,88	0,97	6,74	7,3	0,09				6,34	9,36	-
			8,05	6,06	2,74	7,91	6,64	0,64	7,64	6,91	0,07				6,47	9,35	-
			8,51	5,86	1,47	8,2	6,35	0,35							7,32	9,14	-

**Vedleggstabell 3:** Antall (celler/liter) og volum (mg/l) av planteplankton i Haljesvatnet ved seks tidspunkt i 2001. 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.

	21.mai		18.jun		09.jul		13.aug		19.sep		26.okt	
	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
Ubest.pen.diatomeer	15000	0,0075										
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
Ankistrodesmus falcatus	31000	0,0031										
Ankyra judai			31000	0,0031	31000	0,0031						
Cosmarium c.f.margaritatum			2000	0,002								
Cosmarium sp.					31000	0,031						
Dictyosphaerium sp.					16000	0,001						
Elakatothrix sp.									12000	0,012		
Oocystis sp.			8000	0,008								
Pediastrum sp. (kolonier)			2000	0,004								
Scenedesmus c.f. bijugatus									31000	0,0031		
Scenedesmus sp.			8000	0,008					8000	0,008		
Sphaerocystis sp.	6000	0,0007	48000	0,0054								
Chlorophycea sp. 1					10000	0,002						
Chlorophycea sp. 2					31000	0,0062						
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>												
Cryptomonas sp.	2000	0,002	20000	0,002	8000	0,008	31000	0,031	31000	0,031	22000	0,022
Rhodomonas sp.	245000	0,0245	459000	0,0459	1438000	0,1438	520000	0,052	245000	0,0245	214000	0,0171
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>												
Bitrichia sp.							92000	0,0046	31000	0,0016		
Dinobryon borgei	31000	0,0031	31000	0,0031	61000	0,0061	92000	0,0092	31000	0,0031		
Dinobryon divergens									68000	0,0102		
Dinobryon sp.									31000	0,0031	4000	0,0006
Mallomonas sp.			31000	0,031	31000	0,031						
Synura sp.							122000	0,061	31000	0,031		
Uroglena sp.					31000	0,031			14000	0,014		
<b>DINOPHYCEAE</b>												
Gymnodinium sp.			2000	0,002	31000	0,031						
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
Aphanothece clathrata (kol)							31000	0,0062				
C.f.Gloeotrichia echinulata (kol)			2000	0,0005								
Lyngbya limnetica (kolonier)							153000	0,0383				
Merismopedia c.f. tenuissima					128000	0,0005	490000	0,002				
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>												
Ubestemte flagellater < 5 µm	2499000	0,035	2129000	0,0298	2691000	0,0377	3180000	0,0445	2535000	0,0355	3676000	0,1213
Ubestemte flagellater > 5 µm	428000	0,0278	704000	0,0458	887000	0,0577	1101000	0,0716	1561000	0,1764	796000	0,0899
<b>SAMLET</b>												
SAMLET	3257000	0,1037	3477000	0,1906	5425000	0,3901	5812000	0,3204	4629000	0,3535	4712000	0,2509

**Vedleggstabell 4.** Tetthet (antall / m<sup>3</sup>) av dyreplankton i seks prøver fra Haljesvatnet i 2001. 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	21. mai	18. juni	9. juli	13. aug.	19. sept.	26. okt.
<b>VANNLOPPER (CLADOCERA)</b>						
<i>Alonella nana</i>	0	0	1	0	0	28
<i>Bosmina longispina</i>	825	105	439	340	119	42
<i>Bythotrephes longimanus</i>	0	1	1	0	0	0
<i>Daphnia galeata</i>	11938	2574	1911	4105	2293	269
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	0	0	0	0	0	28
<i>Holopedium gibberum</i>	0	0	0	0	0	5
<b>HOPPEKREPS (COPEPODA)</b>						
<i>Cyclops scutifer</i>	73	0	14	0	10	28
<i>Cyclops abyssorum</i>	24	105	156	85	17	14
<i>Diacyclops nanus</i>	0	0	1	0	0	0
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	643	627	283	807	425	1897
<i>Hetercope saliens</i>	12	39	71	42	4	0
<i>Macrocyclops albidus</i>	0	0	2	0	0	0
<i>Mixodiptomus laciniatus</i>	0	196	127	28	0	0
Calanoide nauplier	1601	1725	3057	1189	374	793
Cyclopoide nauplier	4222	2509	3227	1189	1019	679
Calanoide copepoditter	4513	1881	1019	510	1138	1599
Cyclopoide copepoditter	3348	941	1189	1868	2667	3439
<b>TOTALTETTHET AV VANNLOPPER OG HOPPEKREPS (ant/m3)</b>						
	27200	10702	11499	10163	8065	8823
<b>HJULDYR</b>						
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	**					*
<i>Collotheca</i> sp.			***	*	****	*
<i>Conochilus</i> sp.	***	****	*****	***	**	****
<i>Euchlanis meneta</i>			*			
<i>Euchlanis</i> cf. <i>triquetra</i>						*
<i>Kellicottia longispina</i>	****	****	****	****	****	****
<i>Keratella cochlearis</i>	***	*				***
<i>Keratella hiemalis</i>	****	**	*	**	**	*
<i>Keratella ticinensis</i>					**	
<i>Keratella valga</i>	***				***	***
<i>Lecane mira</i>				*		
<i>Polyarthra</i> sp.	****	**	**	***	***	***
<i>Trichotria pocillum</i>						*
<i>Synchaeta</i> sp.		*				****
<b>ANDRE (totalt antall)</b>						
Midd	1	6		3	2	
Oligochaeta					1	



## MÅLEDATA FRA KVERNAVATNET I 2001

**Vedleggstabell 5:** Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater, samt siktedyp, fra Kvernavatnet ved seks tidspunkt i 2001. Prøvene er tatt ved innsjøens dypeste punkt. De vannkjemiske prøvene er tatt som blandepøver fra 0-6 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	21. mai	18. juni	9. juli	13. aug.	19. sept	26. okt.	Snitt
Surhet	pH	6,96	6,70	6,60	7,00	6,74	6,41	6,7
Farge	mg Pt/l	36	35	38	43	56	54	43,7
Turbiditet	F.T.U.	0,20	0,35	0,18	0,15	0,13	0,15	0,2
Ledningsevne	mS/m	9,93	9,36	9,16	8,91	8,04	7,85	8,9
Total-fosfor	µg P/l	8	9	9	5	10	9	8,3
Orthofosfat, dypvann	: g/l						4	
Total-nitrogen	µg N/l	359	331	405	290	594	514	415,5
TOC	mg C/l	4,96	4,65	5,10	6,04	8,49	6,49	5,9
COD, dypvann	mg O/l						5,36	
Termotol.kolif. bakt	ant/100ml	23	49	35	14	0	1	20,3
Klorofyll a	µg/l	1,5	1,1	1,3	3,0	1,2	1,1	1,5
Siktedyp	m	4,4	5,2	4,05	3,4	2,9	-	3,3

**Vedleggstabell 6:** Temperatur- og oksygenmålinger i Kvernavatnet ved seks tidspunkt i 2001. Oksygenverdiene er angitt i mg O/l. Målingene er utført ved innsjøens dypeste punkt med en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde. I oktober fungerte ikke sonden med hensyn på oksygenmålinger.

Mai			Juni			Juli			August			September			Oktober		
Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks
0.00	12.86	10.80	0.00	17.52	10.16	0	20.07	9.34	0	16.03	9.28	0	14.43	10.1	0.00	10.48	-
1.08	12.80	10.81	1.01	17.22	10.21	0.51	20.12	9.32	0.73	16.03	9.21	1	14.17	9.97	1.47	10.48	-
2.06	12.75	10.80	2.15	15.04	10.62	1.7	20.12	9.32	1.73	16.01	9.13	2.04	14.01	9.92	1.91	10.48	-
2.98	12.60	10.78	3.04	13.89	10.74	2.77	16.94	9.79	2.76	15.97	9.09	3.09	13.89	9.86	4.00	10.47	-
3.76	11.03	11.30	4.11	12.99	10.72	3.92	16.05	9.5	3.39	15.97	9.07	4.07	13.61	9.57	5.46	10.47	-
5.01	8.18	11.62	5.08	12.54	10.65	4.91	14.26	9.34	3.73	15.96	9.01	5.09	13.19	9.46	6.49	10.47	-
6.12	7.93	11.52	6.22	12.12	10.55	5.93	11.86	9.37	4.78	15.37	8.37	6.05	13.08	9.48	8.59	10.47	-
7.98	7.68	11.41	7.29	11.04	10.40	6.96	10.66	9.22	5.77	13.43	7.82	6.55	13.03	9.48	10.29	10.46	-
9.83	7.46	11.31	8.31	9.02	10.50	8.04	8.62	9.78	6.91	13.32	7.29	7.73	12.89	9.39	11.19	10.43	-
11.98	7.03	11.24	9.28	7.81	10.77	9.09	7.93	10.19	7.76	9.47	7.83	8.73	12.57	9.14	13.21	9.47	-
13.83	6.44	11.05	11.28	7.41	10.86	10.08	7.52	10.32	8.94	9.59	7.82	9.95	10.53	8.39	15.07	6.6	-
16.11	5.87	10.88	13.16	6.84	10.70	12.33	6.84	10.23	9.79	7.6	8.49	11.22	9.47	7.98	17.42	6.55	-
17.88	5.70	10.71	15.16	6.33	10.45	14.43	6.39	9.84	11.83	6.89	8.49	14.29	6.69	7.17	18.16	6.47	-
19.94	5.60	10.62	17.21	6.11	10.14	16.51	6.19	9.42	13.82	6.53	7.96	16.74	6.57	7.04	18.85	6.45	-
22.39	5.53	10.45	19.30	5.97	9.89	18.66	6.12	9.12	15.8	6.35	7.54	20.08	6.36	5.6	19.78	6.43	-
23.53	5.52	5.38	21.28	5.89	9.68	20.9	6.12	8.97	17.8	6.25	7.01	22.86	6.38	5.2	21.83	6.42	-
			23.46	5.84	9.35	22.05	6.09	8.54	19.65	6.23	6.86				23.58	6.4	-
									20.52	6.23	6.76						-
									21.72	6.22	6.57						-
									23.73	6.2	6.04						-

**Vedleggstabell 7:** Antall (celler/liter) og volum (mg/l) av planteplankton i Kvernvatnet ved seks tidspunkt i 2001. Prøvene er tatt som blandeprøver fra de øverste seks meterne av vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt, og er analysert av cand. real. Nils Bernt Andersen.

	21.mai		18.jun		09.jul		13.aug		19.sep		26.okt	
	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
Ubestemte pennate diatomeer			2000	0,001								
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
Ankistrodesmus falcatus									31000	0,0031		
Planktosphaeria sp.	31000	0,0016										
Sphaerocystis sp.					82000	0,0093	2142000	0,1392				
Chlorophyceae sp. 1							2000	0,001				
Chlorophyceae sp. 2							153000	0,0077				
Chlorophyceae sp. 3									92000	0,0092		
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>												
Cryptomonas sp.			2000	0,002			16000	0,016	10000	0,01		
Rhodomonas sp.	122000	0,0122	122000	0,0122	520000	0,0522	245000	0,0245	153000	0,0153	245000	0,0196
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>												
Dinobryon borgei							31000	0,0031				
Dinobryon divergens							122000	0,0183				
Synura sp.							2000	0,001				
<b>DINOPHYCEAE</b>												
Gymnodinium sp.									31000	0,031		
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
Merismopedia cf. tenuissima											490000	0,0005
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>												
Ubestemte flagellater < 5 µm	1377000	0,0193	1071000	0,015	2295000	0,0321	2058000	0,0288	3042000	0,0426	1438000	0,0475
Ubestemte flagellater > 5 µm	673000	0,0473	337000	0,0219	704000	0,0458	367000	0,0415	367000	0,0415	306000	0,0346
<b>SAMLET</b>												
	2203000	0,0804	1534000	0,0521	3601000	0,1394	5138000	0,2811	3726000	0,1527	2479000	0,1022

**Vedleggstabell 8.** Tetthet (antall / m<sup>3</sup>) av dyreplankton i seks prøver fra Kvernvatnet i 2001. Prøvene er tatt som vertikale håvtrekk gjennom de øverste 23 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.

	21.05.01	18.06.01	09.07.01	13.08.01	19.09.01	25.10.02
<b>VANNLOPPER (CLADOCERA)</b>						
<i>Alona guttata</i>	0	0	0	0	0	0,3
<i>Alona rustica</i>	0	0	0	0	0,3	0
<i>Alonella nana</i>	0	0	0	0	0,6	0
<i>Alonella excisa</i>	0	0	0	0	0,3	0
<i>Bosmina longispina</i>	1994	2127	2659	100	2038	1178
<i>Biapertura intermedia</i>	0	0	0	0	0,3	0
<i>Bythotrephes longimanus</i>	0	0	0,9	0	0,3	0
<i>Daphnia galeata</i>	0	0	0	4	4	63
<i>Daphnia longispina</i>	487	325	2171	162	55	52
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	22	37	842	510	4	0
<i>Holopedium gibberum</i>	4	0	0	0	11	0
<i>Streblocerus serricaudatus</i>	0	0	0	4	0,3	0
<b>HOPPEKREPS (COPEPODA)</b>						
<i>Acanthocyclops cf. vernalis</i>	0	0,3	0	0	0	0
<i>Cyclops scutifer</i>	351	111	78	89	11	1
<i>Cyclops abyssorum</i>	0	0,3	18	18	7	4
<i>Diacyclops nanus</i>	0	0	0	4	0	0
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	126	118	425	174	498	1728
<i>Hetercope saliens</i>	0	1	0,3	0	0	0
<i>Paracyclops cf. fimbriatus</i>	0	0	0	0	0	0,3
Calanoide nauplier	1063	222	532	487	89	0
Cyclopoide nauplier	4564	6646	11963	5583	1950	886
Calanoide copepoditter	1374	798	709	5494	620	354
Cyclopoide copepoditter	266	266	222	443	2791	1728
<b>TOTALTETTHET AV VANNLOPPER OG HOPPEKREPS (ant/m3)</b>						
	10250	10650	19619	13071	8081	5994
<b>HJULDYR</b>						
<i>Collotheca</i> sp.	*			***	***	**
<i>Conochilus</i> sp.	*	****	****	****	***	****
<i>Euchlanis triquetra</i>						*
<i>Euchlanis</i> sp.						*
<i>Gastropus stylifer</i>					*	
<i>Kellicottia longispina</i>	****	*****	*****	****	****	****
<i>Keratella cochlearis</i>	**	**	**	***	***	***
<i>Keratella hiemalis</i>	***	***	**		**	**
<i>Keratella serrulata</i>						*
<i>Lecane lunaris</i>			*			
<i>Ploesoma lenticulare</i>			*			
<i>Ploesoma hudsoni</i>					*	
<i>Polyarthra</i> sp.	*****	****	****	***	***	**
<i>Trichocerca</i> sp.			*			
<i>Trichotria pocillum</i>			*			
<i>Synchaeta</i> sp.	*					
<b>ANDRE (totalt antall)</b>						
Chironomidae					1	4
Midd		1		6		1

## MÅLEDATA FRA STOREVATNET I 2001

**Vedleggstabell 9:** Bakteriologiske og vannkjemiske analyseresultater, samt siktedyp, fra Storevatnet ved seks tidspunkt i 2001. 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	21. mai	18. juni	9. juli	13. aug.	19. sept	26. okt.	Snitt
Surhet	pH	5,24	5,16	5,34	5,36	5,34	5,12	5,3
Farge	mg Pt/l	15	13	13	23	31	35	21,7
Turbiditet	F.T.U.	0,30	0,35	0,30	0,36	0,30	0,35	0,3
Ledningsevne	mS/m	4,41	4,43	4,37	4,13	3,96	3,79	4,2
Total-fosfor	µg P/l	9	5	5	4	7	5	5,8
Total-nitrogen	µg N/l	260	339	366	231	409	420	337,5
TOC	mg C/l	2,61	2,24	2,85	3,34	4,24	4,40	3,4
COD, dypvann	mg O/l					3,96		
Termotol.kolif. bakt	ant/100ml	0	4	104	10	0	2	20,0
Klorofyll a	µg/l	0,6	1,4	1,5	4,5	1,9	1,1	1,8
Siktedyp	m	5,8	7,0	5,7	3,4	3,3	-	4,2

**Vedleggstabell 10:** Temperatur- og oksygenmålinger i Storevatnet ved seks tidspunkt i 2001. Oksygenverdiene er angitt i mg O/l. Målingene er utført ved innsjøens dypeste punkt med en YSI 600 XLM nedsenkbar sonde. I oktober fungerte ikke sonden med hensyn på oksygenmålinger.

Mai			Juni			Juli			August			September			Oktober		
Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks	Dyp	Temp	Oks
0	13.99	10.43	0	18.5	10.03	0.00	20.53	9.22	0	16.35	9,36	0	14.89	9,36	0.00	10.32	-
1.01	13.62	10.43	0.92	18.24	10.04	1.08	20.57	9.18	0.56	16.35	9,36	0.16	14.88	10,01	0.99	10.3	-
2.01	13.36	10.4	1.92	17.09	10.24	2.16	20.47	9.19	1.51	16.33	9,34	0.97	14.86	10,00	2.02	10.3	-
3	13.22	10.39	2.91	15.79	10.46	3.16	19.37	9.52	2.51	16.28	9,3	2.03	14.60	9,89	2.96	10.29	-
3.98	13.05	10.41	3.96	14.63	10.68	4.14	17.98	9.89	3.58	16.29	9,25	2.41	14.58	9,89	3.02	10.31	-
4.95	10.13	11.17	4.97	13.98	10.69	4.99	17.28	10.07	4.61	16.26	9,2	3.07	14.43	9,74	4.05	10.3	-
6.17	9.18	10.6	6.03	13.57	10.65	5.57	16.91	9.88	5.7	16.21	9,05	3.44	14.42	9,74	5.04	10.31	-
6.86	8.94	9.94	7.08	13.2	10.43	7.45	13.78	9.51	6.63	15.67	6,89	4.05	14.30	9,60	6.06	10.3	-
7.94	8.83	9.67	8.15	12.18	10.32	8.67	12.27	8.88	7.7	12.60	5,09	5.1	14.22	9,58	7.08	10.3	-
8.84	8.75	9.4	9.22	9.85	9.36	9.91	10.37	6.94	8.70	11.21	3,16	6.1	14.17	9,34	8.13	10.29	-
9.89	8.67	8.89				10.31	5.50	4.12	9.56	10.13	0,35	7.11	14.15	9,33			
10.4	8.64	8.54															

**Vedleggstabell 11:** Antall (celler/liter) og volum (mg/l) av planteplankton i Storevatnet ved seks tidspunkt i 2001. 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.

	21.mai		18.jun		09.jul		13.aug		18.sep		25.okt	
	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
Asterionella formosa									4000	0,0024		
Navicula sp.									31000	0,0155		
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
Ankistrodesmus falcatus					31000	0,0031						
Gloetila sp.	8000	0,0004										
Nephrocytium sp.												
Oocystis sp.	153000	0,0153	1163000	0,1163	61000	0,0061			122000	0,0122		
Chlorophyceae sp.					6000	0,003						
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>												
Cryptomonas sp.									31000	0,031	2000	0,002
Rhodomonas sp.					31000	0,0031	31000	0,0031			31000	0,0025
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>												
Dinobryon sp.							31000	0,0047				
<b>DINOPHYCEAE</b>												
Gymnodinium sp.											31000	0,031
Peridinium sp.			31000	0,031					2000	0,002		
Dinophyceae sp.			31000	0,031								
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
Merismopedia cf. tenuissima					3121000	0,0031	236059000	0,2361	47368000	0,0474	24209000	0,0242
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>												
Ubest. flagell. < 5 : m	1132000	0,0158	1901000	0,0266	1071000	0,015	2662000	0,0373	2173000	0,0304	765000	0,0107
Ubest. flagell. > 5 : m	275000	0,0179	704000	0,0458	428000	0,0278	520000	0,0338	826000	0,0537	214000	0,0139
<b>SAMLET</b>												
	1568000	0,0494	3830000	0,2507	4749000	0,0612	239303000	0,315	50557000	0,1946	25252000	0,0843

**Vedleggstabell 12.** Tetthet (antall / m<sup>3</sup>) av dyreplankton i seks prøver fra Storevatnet i 2001. Prøvene er tatt som vertikale håvtrekk gjennom de øverste 10 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.

	21. mai.	18. jun.	9. jul.	13. aug.	19. sep.	26. okt.
<b>VANNLOPPER (CLADOCERA)</b>						
<i>Alona rustica</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Alonopsis elongata</i>	0	0	0	1	0	0
<i>Bosmina longispina</i>	2049	473	113	127	1146	1348
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0	194	623	722	74	42
<i>Holopedium gibberum</i>	1656	1492	1746	42	669	892
<b>HOPPEKREPS (COPEPODA)</b>						
<i>Cyclops scutifer</i>	446	364	245	21	4	1
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	117	97	47	11	117	573
<i>Hetercope saliens</i>	0	36	47	32	0	0
Calanoide nauplier	2803	36	28	11	892	21
Cyclopoide nauplier	3057	14413	7587	5732	1274	510
Calanoide copepoditter	4459	3057	1132	637	510	244
Cyclopoide copepoditter	127	0	9	11	1529	1783
<b>TOTALTETTHET AV VANNLOPPER OG HOPPEKREPS (ant/m3)</b>						
	14713	20164	11578	7348	6215	5415
<b>HJULDYR</b>						
<i>Collotheca</i> sp.	****				**	***
<i>Conochilus</i> sp.	***	****	*****	*****	*****	****
<i>Kellicottia longispina</i>	*****	*****	****	**		***
<i>Keratella cochlearis</i>	*		*		*	
<i>Keratella hiemalis</i>	**					
<i>Keratella serrulata</i>	*					
<i>Lecane</i> cf. <i>stichaea</i>						*
<i>Polyarthra</i> sp.	***	**	*			
<b>ANDRE (totalt antall)</b>						
Chironomidae				2		
Midd			2	3		

## 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. 1997 .

Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Fjell med hensyn på forurensning fra kloakk, 1997. Rådgivende Biologer, rapport 313, 26 sider. ISBN 82-7658-173-0.

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.E. 1999.

Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Fjell med hensyn på forurensning fra kloakk, 1999. Rådgivende Biologer, rapport 385, 28 sider. ISBN 82-7658-225-7.

BJØRKLUND, A.E. 2000.

Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Fjell med hensyn på forurensning fra kloakk, 2000. Rådgivende Biologer, rapport 453, 38 sider. ISBN 82-7658-306-7.

BJØRKLUND, A.E. 2001.

Bakteriologisk undersøkelse av vassdrag i Fjell med hensyn på forurensning fra kloakk, 2001. Rådgivende Biologer, rapport 498, 38 sider. ISBN 82-7658-343-1.

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.

BJØRKLUND, A.E. & G.H. JOHNSEN 1995 a.

Undersøkelse av Indrevatnet og Jordalsvatnet sommeren 1995. Rådgivende Biologer, rapport 208, 54 sider

BRETTUM, P. 1989

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

HOLTAN, H. & S.O. ÅSTEBØL 1990.

Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Revidert utgave. NIVA-JORDFORSK rapp nr 2510, 53 sider. ISBN 82-577-1818-1.

- 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., S.ANDERSEN & P.J.JAKOBSEN 1985.  
Indre gjødsling i ferskvann, et problem for mæroppdrett.  
Norsk Fiskeoppdrett nr 4-1985, side 26
- 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.
- ROGNERUD, S., BERGE, D. & JOHANNESSEN, M. 1979.  
Telemarkvassdraget, hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975 - 1979.  
NIVA rapport nr. O-70112, 82 sider.
- SFT 1989  
Vannkvalitetskriterier for ferskvann.  
Statens Forurensningstilsyn.
- 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.
- SFT 1999. Kjemikaliebruk i utbygging og drift av samferdselsanlegg.  
Statens forurensningstilsyn, rapport 99:22, ISBN 82-7655-189-0.
- SOMMER, U., Z.M.GLIWICZ, W.LAMPERT & A.DUNCAN 1986.  
The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh water.  
Archiv für Hydrobiologie nr. 106; sidene 433-471.
- VOLLENWEIDER, R.A. 1976.  
Advances in defining critical loading levels of phosphorus in lake eutrofication.  
Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 33, sidene 53-83.
- WETZEL, R.G. 1975.  
Limnology.  
W.B.Saunders. Philadelphia, London, Toronto, ISBN 0-7216-9240-0, 743 sider