



# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2001

**FORFATTERE:**

Geir Helge Johnsen, Annie Elisabeth Bjørklund & Erling Brekke

**OPPDRAGSGIVER:**

Oppdretterne i Sævareidvassdraget

**OPPDRAGET GITT:**

27.mars 2001

**ARBEIDET UTFØRT:**

2001-2002

**RAPPORT DATO:**

28.april 2002

**RAPPORT NR:**

562

**ANTALL SIDER:**

31

**ISBN NR:**

ISBN 82-7658-372-5

**EMNEORD:**

- Innsjøovervåking
- Smoltproduksjon i merder
- Fusa 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 Oppdretterne i Sævareidvassdraget gjennomført en overvåking av miljøtilstanden i Skogseidvatnet og Henangervatnet i 2001. Undersøkelsene i 2001 er den første i en serie på fem for årene 2001-2005. Det er tidligere foretatt tilsvarende undersøkelser blant annet i 1988 og 1993-1995. Undersøkelser i årene 1993-1995 ble utført av NIVA, og resultatene er velvilligst stilt til disposisjon av Anders Hobæk (NIVA) for vurdering av utvikling og sammenligning med årets resultater.

Overvåkingsprogrammet er begrunnet i et generelt behov for å overvåke og dokumentere tilstanden i innsjøene og miljøeffekten av den relativt omfattende oppdrettsaktiviteten som over en årrekke har foregått i vassdraget. Undersøkelsene er pålagt av Fylkesmannen i forbindelse med en gjennomgang av anleggenes utslippsløyver. Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåkingsprogrammet for 2001, og generelle utviklingstrekk for tilstanden i innsjøene i forhold til foreliggende opplysninger fra tidligere undersøkelser i vassdraget.

Alle prøver er samlet inn av Rådgivende Biologer AS, og det ble lånt båt ved Tombre Fiskeoppdrett i Skogseidvatnet og ved Drageid Laks i Henangervatnet. De vannkjemiske prøvene er analysert av Chemlab Services AS, mens algeprøvene er analysert av cand.real. Nils Bernt Andersen. Driftsresultatene fra fiskeanleggene er hentet fra de ulike anleggene.

Rådgivende Biologer AS takker Håkon Tombre for lån av båt i innsjøene, og oppdretterne i Sævareidvassdraget for oppdraget.

Bergen, 28.april 2001

## INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord . . . . .	2
Innholdsfortegnelse . . . . .	2
Sammendrag . . . . .	3
Miljøvirkninger av merdanlegg i innsjøer . . . . .	4
Sævareidvassdraget . . . . .	8
Oppdrettsaktiviteten i Sævareidvassdraget . . . . .	9
Driften ved anleggene i 2001 . . . . .	10
Skogseidvatnet . . . . .	11
Tilstanden i Skogseidvatnet i 2001 . . . . .	12
Henangervatnet . . . . .	16
Tilstanden i Henangervatnet i 2001 . . . . .	17
Utvikling av tilstanden i vassdraget . . . . .	21
Litteratur referanser . . . . .	24
Tidligere undersøkelser i Sævareidvassdraget . . . . .	26
Vedleggstabeller over rådata . . . . .	27

## SAMMENDRAG

Johnsen, G.H., A.E. Bjørklund & E. Brekke 2002.

*Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2001.*

*Rådgivende Biologer AS, rapport nr 562, 31 sider, ISBN 82-7658-372-5.*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra oppdretterne i Sævareidvassdraget overvåket miljøtilstanden i Skogseidvatnet og Henangervatnet i 2001. I 2001 ble det ved de sju oppdrettsanleggene i Sævareidvassdraget produsert til sammen 2,8 millioner smolt som samlet utgjorde 310 tonn. Det ble til sammen brukt 329 tonn fôr, og samlet sett gir det en fôrfaktor på 1,06 dette året.

Vannkvaliteten var mye den samme i både Skogseidvatnet og Henangervatnet i 2001. Begge innsjøene var næringsfattige, samlet sett klassifisert til tilstandsklasse II="god". Dette består av følgende enkeltklassifiseringer som gjelder begge innsjøene: Klasse II for fosfor og nitrogen, klasse III for klorofyll og klasse I for oksygeninnhold og siktedyp. Innholdet av organisk stoff var også meget lavt, og begge innsjøene klassifiseres i tilstandsklasse I = "meget god". Denne klassifiseringen bygger på at både totalt organisk karbon, siktedyp, oksygeninnhold og jern kunne klassifiseres i tilstandsklasse I i begge innsjøene.

Tilstanden i de to innsjøene var i 2001 ikke særlig forskjellig fra det som ble observert i perioden 1993-1995 (**tabell 1 og 2**). Tabellene oppsummerer resultatene fra samtlige tidligere undersøkelser og beskriver utviklingen i Skogseidvatnet (**tabell 1**) og i Henangervatnet (**tabell 2**) i forhold til SFTs klassifisering av vannkvalitet i ferskvann som går fra I til V, der I="meget god", II="god" og V="meget dårlig".

**Tabell 1.** *Vannkvalitetsklassifisering i henhold til SFT (1997) for Skogseidvatnet. Klassifikasjonen går fra tilstand I="meget god", II="god" til V="meget dårlig".*

År	Antall målinger	Næringssalter	Organisk stoff	Surhet	Turbiditet
1985	5	II	-	II	-
1986	8	II	I	-	-
1988	4	II	-	-	-
1993	4	II	I	-	I
1994	4	II	I	II	I
1995	4	II	I	II	I
2001	6	II	I	-	-

**Tabell 2.** *Vannkvalitetsklassifisering i henhold til SFT (1997) for Henangervatnet.*

År	Antall målinger	Næringssalter	Organisk stoff	Surhet	Turbiditet
1985	5	II	-	-	-
1986	8	II	I	-	-
1988	4	II	-	-	-
1993	4	I	I		II
1994	4	II	I	II	I
1995	4	I	I	II	I
2001	6	II	I	-	-

## MILJØVIRKNING AV MERDANLEGG I INNSJØER

Alle innsjøer mottar tilførsler av næringsstoff ved naturlig avrenning fra nedbørfeltet, og de fleste innsjøer i Norge er naturlig næringsfattige. Mange innsjøer er imidlertid også påvirket av ytterlige tilførsler av næringsstoff fra kloakk og/eller avrenning fra landbruksvirksomhet og bebyggelse. Husdyrgjødsel har også en “gjødsle” effekt i vassdragene, men avrenning fra dyrket mark er generelt rikere på næringsstoff enn avrenning fra naturområder (Holtan & Åstebøl 1990). Virkningen av slike ekstra tilførsler av næringsstoff vil variere svært mye fra innsjø til innsjø, men mange innsjøer blir mer næringsrike. Det er utviklet gode modeller som beskriver sammenhengen mellom tilførsler og deres effekt i innsjøene (Vollenweider 1976; Rognerud m.fl. 1979; Berge 1987).

I næringsrike og “gjødsle” innsjøer er forutsetningene tilstede for økte algemengder med innslag av andre og mer næringskrevende algetyper som blant annet en del blågrønne alger (Brettum 1989; Faafeng m.fl. 1990). I særlig næringsrike situasjoner, der det også 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” fra det engelske uttrykket “algal bloom”.

Virkningen av næringstilførsler avhenger av mange lokale forhold, der 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 således tåle større næringstilførsler enn en tilsvarende innsjø med sjeldnere vannutskifting (Vollenweider 1976; Rognerud m.fl. 1979; Berge 1987). Samtidig er næringsstoffenes tilgjengelighet for algene også med å avgjøre responsen i innsjøenes økosystem (Berge & Källqvist 1990; Braaten m.fl. 1992).

Av de ulike næringsstoffene er det fosfor som oftest er begrensende for algevekst i våre innsjøer. Ulike typer tilførsler har hver sin spesifikke sammensetning av næringsstoffer, blant annet uttrykt ved forholdstallet mellom nitrogen og fosfor. Vanligvis venter en å finne et forholdstall på rundt 15 i lite påvirkete innsjøer, altså at en har 15 ganger så høye konsentrasjoner av nitrogen som fosfor. Dersom en finner betydelige avvik fra dette, tyder det på at en har dominans av enkelte tilførselskilder til denne aktuelle innsjøen. For eksempel vil avrenning fra fjell, myr og skog på Vestlandet kunne ha et høyt N:P-forholdstall, gjerne opp mot 70, mens både kloakkavløp fra boliger og tilførsler av for eksempel gjødsel fra kyr begge har et forholdstall på rundt 7. Særlig fosfor-rike utslipp er silosaft, med et forholdstall nede på 1,5 mens tilførsler fra fiskeoppdrett og for eksempel gjødsel fra gris også er fosfor-rike med et forholdstall på rundt 5 (Holtan & Åstebøl 1990).

Der tilførslene av **fosfor** i tillegg domineres av oppløst **fosfat** vil dette ha en større effekt også fordi det kan bli nyttegjort av algene direkte. Dette kalles **biotilgjengelighet** og varierer mellom de ulike tilførselskildene. Kommunalt avløpsvann har en biotilgjengelighet av fosforet på 65-70 %, mens avrenning fra landbruk har 30 % biotilgjengelighet. Tilsvarende tall for tilførsler fra fiskeoppdrett ligger på 30-40 % (Braaten mfl. 1992).

Særlig mengde alger, men også algetyper, er altså ofte begrenset av tilgang på tilgjengelig næring. Denne effekten kalles “**bottom-up**” og viser til virkningens retning i næringskjedene i innsjøen. Jo mer næringsstoff, desto mer algevekst og som igjen er grunnlag for biologisk produksjon av algespisende organismer som dyreplankton og etter hvert også fisk (Sommer mfl. 1986).

Dersom økosystemet i en innsjø er i noenlunde balanse, vil ikke algene kunne blomstre uhemmet, fordi det

vil være effektive dyreplankton som kan kontrollere dem. Men dersom det også er store mengder planktonspisende fisk i en innsjø, vil disse effektivt fjerne dyreplanktonet, slik at algene ikke lenger kontrolleres (såkalt “**top-down**”-effekt). Det samme vil kunne skje dersom nærings-tilførslene 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 er således i stand til å takle en større næringsbelastning og likevel opprettholde en akseptabel vannkvalitet, i motsetning til et ubalansert system som fort vil kunne bli dominert av store algeoppblomstringer med økende innslag av blågrønnalger (Sommer m.fl. 1986).

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 nedbørsfeltet, eller fra innsjøens egen biologiske produksjon av alger og dyr (Holtan & Åstebøl 1990). Slike tilførsler deles i to hovedgrupper, humus-stoffer og andre. Humusstoffene er tungt nedbrytbare i vann og stammer hovedsakelig fra skog og myrområder. De andre er lettere nedbrytbare, og biologisk omsetting og nedbryting av slike stoff er oksygenkrevende. Omfang av tilførsler av organisk stoff til innsjøer vil kunne måles i vannprøver fra overflatevannet, men det vil i hovedsak påvirke forholdene i det stabile dypvannet ved at store tilførsler medfører et høyere forbruk av oksygen som kan resultere i helt oksygenfrie forhold i dypvannet (Johnsen mfl. 1985).

Det største problemet knyttet til oksygenfritt dypvann i innsjøer er fenomenet “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 denne “indre gjødslingen” kunne utgjøre en vesentlig del av de samlede tilførsler av næring (Bjørklund og Johnsen 1995), og en kan komme inn i en ond sirkel med stadig økende næringsinnhold og algemengder.

På 1970-tallet ble en del innsjøer tatt i bruk til smoltproduksjon for oppdrettsnæringen, med flytende merdanlegg liggende i innsjøene. Tre større forskningsprosjekt i perioden 1979 - 1989 hadde som sentral målsetting å avklare hvordan innsjøer påvirkes av nettopp slike merdbaserte fiskeoppdrettsanlegg, og hvordan en skal overvåke denne påvirkningen. Forskningsprosjektet “*Settefiskoppdrett i vassdrag*” ble utført i regi av Norges Fiskeriforskningsråd ved Havforskningsinstituttets Avdeling for Akvakultur i årene 1979 - 1981 (Hansen m.fl. 1982), og det ble fulgt opp i to store prosjekt som ble gjennomført ved Universitetet i Bergen; “*Økologiske forutsetninger for oppdrett av laksesmolt i innsjøer*” i årene 1983-1985 (Larsson 1986) og “*Biologisk optimalisering av oppdrett av laksefisk i ferskvann*” i årene 1986-1988 (Johnsen mfl. 1989). Begge prosjektene var et samarbeide mellom Havforskningsinstituttets Avdeling for Akvakultur (nå: Senter for Havbruk) og tre institutt ved Universitetet i Bergen (Fiskeribiologi, Mikrobiologi og Zoologisk Museum).

Det ble dokumentert at slike merdbaserte fiskeanlegg i innsjøer påvirker innsjøene ved tilførsler av:

- 1) næringsstoff fra spillfôr og fiskeavføring,
- 2) organisk stoff fra de samme kildene, og
- 3) rømt fisk, som reduserer innsjøens evne til algekontroll ved at dyreplanktonet beites ned.

Alle disse tre forhold kan derfor påvirke næringsrikheten i den aktuelle innsjøen. Punkt 1 direkte ved sin “bottom-up” virkemåte, punkt 2 ved at overbelastning av organisk materiale kan føre til oksygenfrie forhold i dypvannet og dermed frigivelse av fosfat fra sedimentet, og punkt 3 ved at en får redusert økosystemets

evne til å håndtere den økte algeproduksjonen ved en “top-down” effekt når det skjer mye rømming av fisk (Holm m.fl. 1985; Larsson 1986). Effektene på næringsrikhet og algeoppblomstringer i innsjøer med slike oppdrettsanlegg kan derfor bli store, og dette kan påvirke bruksverdien av innsjøen i mange sammenhenger, som til fritidsfiske, friluftsliv/bading og som råvannskilde for drikkevannsanlegg. Det er også utviklet gode erfaringsmodeller for hvor store tilførsler fiskeanlegg tilfører sine omgivelser (Håkansson m.fl. 1988; Braaten m.fl. 1992).

I forbindelse med det konsesjonsbetingede utslippsløyet til slike merdbaserte smoltanlegg i innsjøer, er det derfor ofte knyttet betingelser om både krav til miljøkvalitet og også om årlig miljøovervåking for å kunne holde situasjonen under oppsyn. Dette er også begrunnet i en del tilfeller av overbelastning av slike innsjøer (Holm m.fl. 1985; Kambestad & Johnsen 1990). Samspillet mellom alle de tre typene påvirkning som slike fiskeanlegg har på innsjøsystemet, gjør det viktig ikke bare å fokusere på tilstand år for år eller utvikling i tilstand aleine, men samtidig 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 middels næringsrike forhold (SFT=III), med økt produktivitet i alle ledd i innsjøens næringspyramide grunnet økte næringstilførsler (positiv “bottom-up”-effekt). 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**

Kjennetegnes med næringsrike forhold (SFT=IV-V), der algetyper som ikke er spiselige av dyreplanktonet begynner å dominere, og algemengdene øker derfor raskere. Større mengder alger synker til bunns og råtner under forbruk av oksygen, og oksygenfrie forhold med indre gjødsling kan begynne.

3) **Kritisk fase**

Kjennetegnes av meget næringsrike forhold (SFT=V). Råttent bunnvann med omfattende indre gjødsling gir store algemengder, der alge-oppblomstringer med giftige blågrønnalger kan dominere.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har utviklet enkle system for vurdering av miljøkvalitet i ferskvann, der en klassifiserer tilstanden 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 en standardisert tilnærming til den aktuelle problematikken i innsjøer, og dette system og klassifisering er også benyttet i foreliggende overvåkingsrapport (**tabell 1**).

**Tabell 3.** Sammenheng mellom de “klassiske” betegnelser for næringsstatus, innhold av fosfor, observerte algemengder og SFTs tilstandsklassifisering, basert på SFT (1997) og Brettum (1989).

Tilstand	Ultra-oligotrof	Oligotrof	Oligo-mesotrof	Mesotrof	Eutrof	Poly-eutrof
Fosfor (: g/l)	< 2	2-7	7-11	11-20	20-50	> 50
Algemaks (mg/l)	< 0,2	0,2-0,7	0,7-1,2	1,2-3	3-5	> 5
Algesnitt (mg/l)	< 0,1	0,1-0,4	0,4-0,6	0,6-1,5	1,5-2,5	> 2,5
klorofyll a (: g/l)	<2		2-4	4-8	8-20	> 20
Tilstandsklasse	SFT = I		SFT = II	SFT = III	SFT = IV	SFT = V
Tilstand	meget næringsfattig		næringsfattig	middels næringsrik	næringsrik	meget næringsrik

Dette systemet angir også hvordan og hvilke prøver som skal samles inn i forbindelse med overvåking av belastede innsjøer. Det er imidlertid viktig å notere seg at “*Prøvetakingsmetode og parametervalg vil variere avhengig av formålet med undersøkelsen, hvilke økologiske forhold eller brukerinteresser som er knyttet til vannforekomsten....*” og at “*Før et nytt undersøkelsesprogram settes i gang bør vannfaglig ekspertise konsulteres*” (SFT 1997, side 14, andre spalte). Ved gjennomføring av denne type overvåkingsundersøkelser i innsjøer med merdbaserte settefiskanlegg på Vestlandet, har Rådgivende Biologer AS derfor valgt å avvike litt i forhold til det som SFT anbefaler ved generelle innsjøundersøkelser. Avviket gjelder i hovedsak siktedyp, som i SFTs system er anført som nøkkelparameter for vurdering av næringsriktighet (**tabell 3**). Dette er ikke hele sannheten i humøse vestlandsinnsjøer, der siktedypet i større grad reflekterer mengden humus i innsjøen målt som fargetall, enn algemengde. Betydningen av siktedypet som sådan er derfor tonet ned.

Men selve variasjonen i siktedyp gjennom sommeren forteller imidlertid mye mer om mulige algeoppblomstringer enn gjennomsnittet av månedlig gjennomførte siktedypmålinger. En vil vanligvis observere kun en periode med redusert siktedyp i relativt næringsfattige innsjøer med et balansert økosystem. Denne perioden er koblet til oppblomstringen av alger på forsommeren, mens en i mer næringsrike innsjøer også kan ha ytterligere en eller flere slike perioder utover ettersommeren og høsten. Disse vil ofte i større grad være preget av alger som ikke er “spiselige” for dyreplanktonet, så som kolonidannende alger og blågrønnalger (Sommer m.fl. 1986; Andersen m.fl. 1989).

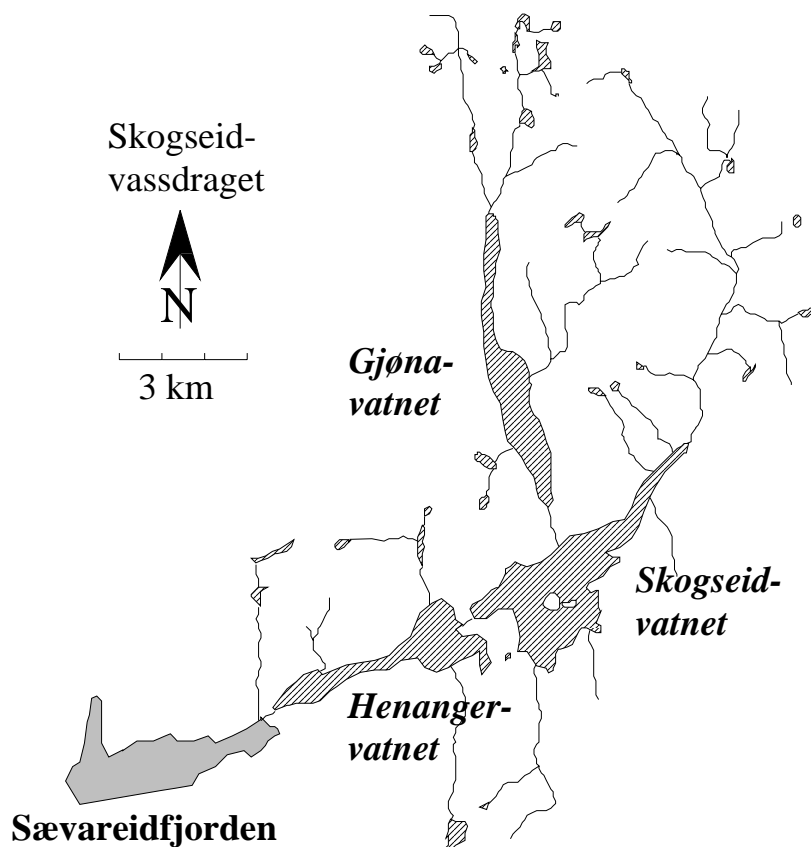
Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåking av de to nederste to innsjøene i Sævareidvassdraget for 2001. Resultatene er vurdert i forhold til den presenterte faglige rammen, samtidig som utviklingen i innsjøene de siste årene også er presentert.

## SÆVAREIDVASSDRAGET - NVE-nr. 053.Z

Sævareidvassdraget ligger i Fusa kommune i Hordaland. Vassdragets nedbørfelt er på 124,7 km<sup>2</sup>, og med en spesifikk avrenning på 82,7 l/s/km<sup>2</sup> blir vannføringen til sjø på 325,2 mill. m<sup>3</sup>/år. Berggrunnen i vassdraget består hovedsakelig av grunnfjellsbergarter som er delvis omdannet og dekket over ved den kaledonske fjellkjedefoldingen. Dominerende bergarter er granitt, gneis og flere typer kvartsitt. Lokalt kan det imidlertid være innslag av den omdannede sedimentære bergarten fylitt. I den sørlige og østre delen dominerer en berggrunn bestående av omdannede sedimentære og vulkanske bergarter som grønnstein, amfibolitt og leirskifer. Det er lite løsmasseavsetninger langs vassdraget.

Granitt, gneis og kvartsitt er harde bergarter som forvitrer sakte og har lavt innhold av ioner som kan bufre mot sure tilførsler, mens grønnstein, amfibolitt, leirskifer og fylitt forvitrer lettere og har et høyt innhold av bufrende ioner. Dette betyr at vassdraget vil ha størst bufferevne mot sur nedbør i de sørøstlige deler, men også i resten av vassdraget vil innslagene av fylitt kunne gi en lokalt gode forhold med tanke på forsuring.

Mange undersøkelser er gjennomført i vassdraget og for en kort sammenstilling av forholdene i vassdraget se Bjørklund og Brekke (2000).

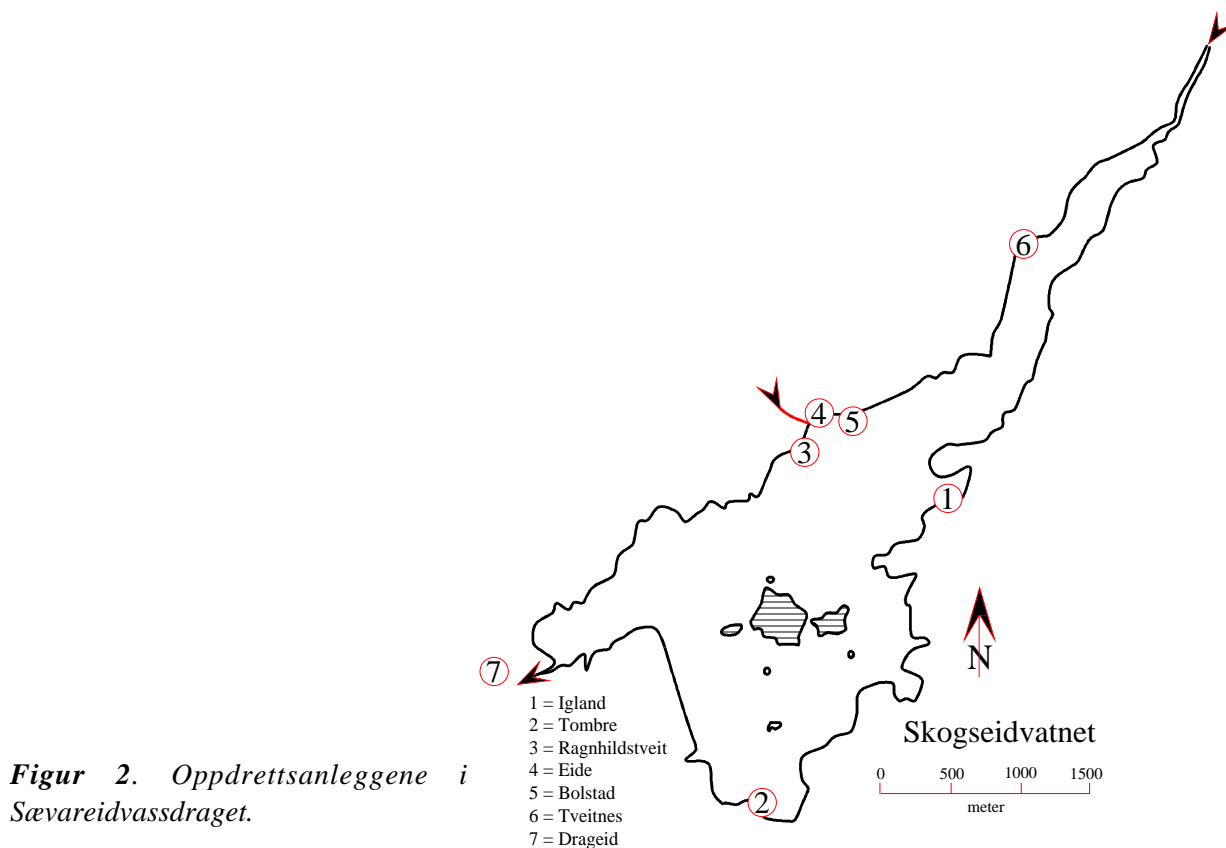


**Figur 1.** Kart over Sævareidvassdraget



## OPPDRETTSAKTIVITET I SÆVAREIDVASSDRAGET

Det har vært drevet oppdrett i Sævareidvassdraget siden 1960-tallet. Tidligere var produksjonen hovedsakelig konsentrert om matfiskproduksjon av regnbueaure, men de fleste har i dag fått dette omgjort til settefisk laks. I dag er det sju anlegg som fremdeles har aktivitet i vassdraget (**figur 2**)



**Figur 2.** Oppdrettsanleggene i Sævareidvassdraget.

**Tabell 4.** Oppdrettsanleggene i Sævareidvassdraget, nummeret viser til kartet i figur 2.

ANLEGG	Reg.nr.	PRODUKSJON	KONSESJON
1) Igland Bruk AS	H/Fs 31	Laksesmolt	50 tonn
2) Tombre Fiskeanlegg AS			
3) Ragnhildstveit Fiskeanlegg	H/Fs 30	drives sammen med Bolstad	8 tonn
4) Eide Fjordbruk AS	H/Fs 28	klekkeri og smolt laks	
5) Bolstad Fiskeoppdrett AS	H/Fs 2	smoltproduksjon laks	67 tonn
6) Tveitnes Fiskeoppdrett AS	H/Fs 24	smoltproduksjon laks	
7) Drageid Laks AS	H/Fs 20	Klekkeri og smolt regnbueaure	

## DRIFTEN VED ANLEGGENE I 2001

I 2001 ble det ved de sju oppdrettsanleggene i Sævareidvassdraget til sammen 2,85 millioner smolt av laks og regnbueaure i de seks anleggene. Dette utgjorde en samlet produksjon på 310 tonn, og det ble brukt 329 tonn fôr. Dette gir en samlet fôrfaktor på 1,06 (**tabell 5**).

**Tabell 5.** Produksjon, fôrbruk og fôrfaktor ved de sju anleggene i Sævareidvassdraget i 2001. De seks første ligger i Skogseidvatnet, mens Drageid lak ligger ved/i Henangervatnet. Nummer viser til **figur 2**.

ANLEGG	PRODUKSJON 2001		FÔRBRUK (tonn)	FÔRFAKTOR
	antall	tonn		
1) Igland Bruk AS	400 000	50,90	54,80	1,08
2) Tombre Fiskeanlegg AS	660 000	58,97	56,68	0,96
3) Ragnhildstveit Fiskeanlegg	drives sammen med Bolstad		drives sammen med Bolstad	
4) Eide Fjordbruk AS	ca 430 000	56,00	61,00	1,09
5) Bolstad Fiskeoppdrett AS	367 000	73,20	85,00	1,16
6) Tveitnes Fiskeoppdrett AS	552 000	14,79	11,78	0,80
7) Drageid Laks AS	437 300	56,36	60,17	1,06
<b>TOTALT</b>	<b>2848301</b>	<b>310</b>	<b>329</b>	<b>1,06</b>

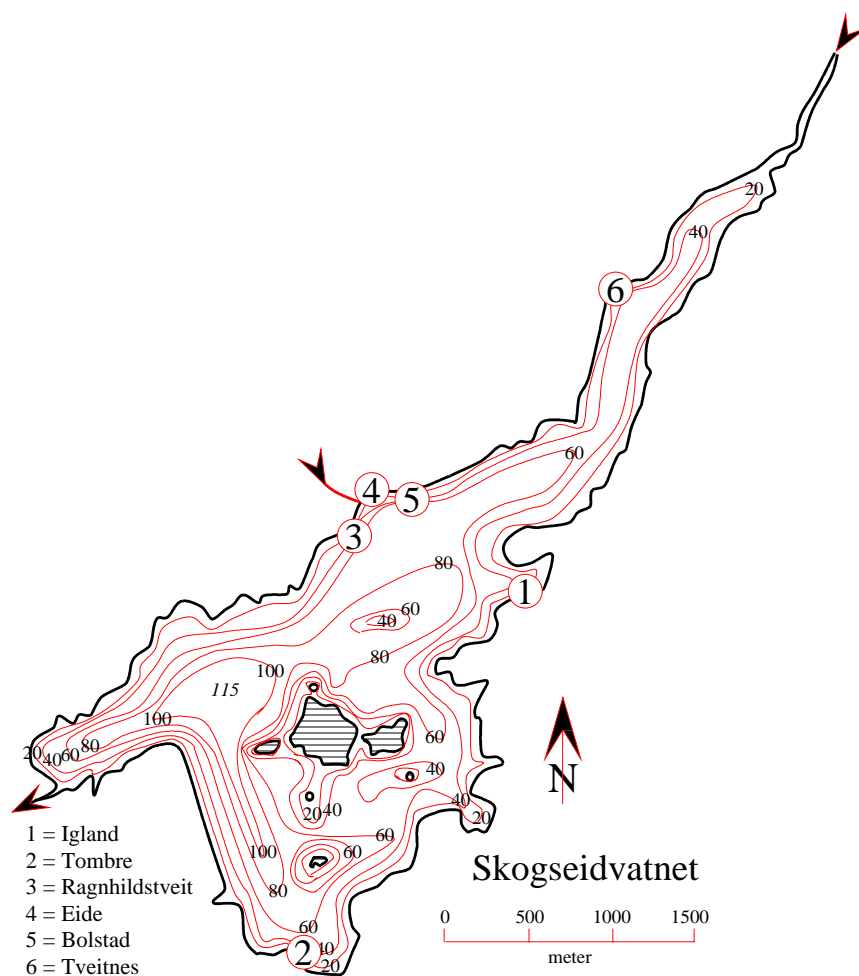
Tveitnes Fiskeoppdrett AS hadde bare fisk i anlegget fram til våren 2001, hvilket forklarer den lave fôrfaktor. Dessuten var det noe flere fisk enn konsesjonsrammen, men dette var avklart med myndighetene grunnet båndlegging av anlegget ved utløpet av vassdraget.

Næringstilførsler til innsjøen fra et fiskeoppdrettsanlegg kan beregnes ut fra innhold av næring i fôret, fôrfaktoren og mengde produsert fisk (totalt inkludert dødfisk) i henhold til Håkanson mfl. (1988). I Skogseidvatnet har vi beregnet fosfortilførslene fra de seks anleggene ut fra et fosforinnhold i fôret på 1,5 % og samlet fôrfaktor.

Oppdrettsvirksomheten tilførte Skogseidvatnet i 2001 omtrent 4650 kg fosfor.

## SKOGSEIDVATNET, NVE-nr. 2043

Skogseidvatnet (13 moh.) ligger sentralt i Sæveraidvassdraget og har et nedbørfelt på 97,4 km<sup>2</sup>. Innsjøarealet er på 4,8 km<sup>2</sup>, den er 115 meter dyp på det dypeste (**figur 3**) og har et samlet volum på 232 millioner m<sup>3</sup>. Innsjøen ligger i et område med årlig middelavrenning på 100 l/s pr. km<sup>2</sup> (NVE 1987), og årlig gjennomsnittlig tilrenning er på 307 millioner m<sup>3</sup> eller omtrent 9700 m<sup>3</sup>/min i gjennomsnitt. Teoretisk beregnet vannutskifting er 1,3 ganger årlig. Disse tallene refererer seg til dybdekartet under, som er hentet fra Skogheim (1983), mens NIVA i sin rapport fra 1993 viser til at innsjøen må være en del dypere. Der ble det tatt vannprøver på 120 meters dyp uten problemer og det ble registrert dybder på 129 meter på ekkolodd.



**Figur 3.** Dybdekart for Skogseidvatnet (Skogheim 1983).

**Tabell 6.** Morfologiske og hydrologiske data for Skogseidvatnet, dels basert på dybdekartet i figur 2.

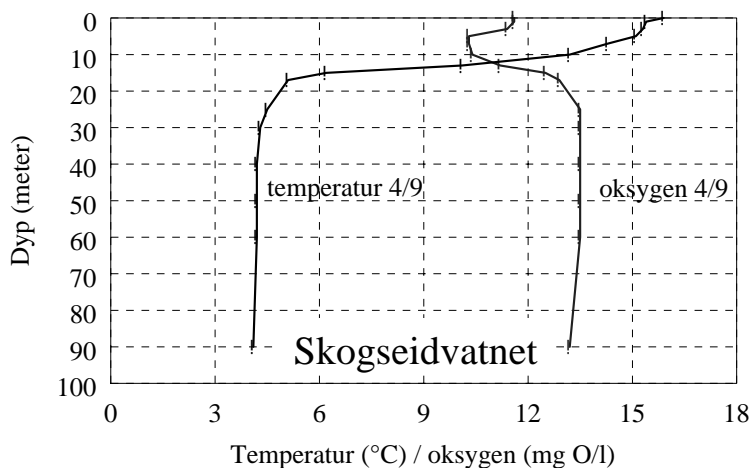
Innsjø	Innsjøareal km <sup>2</sup>	Feltareal km <sup>2</sup>	Avrenn. l/s/km <sup>2</sup>	Tilrenning mill m <sup>3</sup> /år	Middel- dyp	Volum mill m <sup>3</sup>	Utskifting x / år
Skogseidvatnet	4,81	97,4	100	307	48	232	1,3

### TILSTANDEN I SKOGSEIDVATNET I 2001

## Temperatur- og oksygenforholdene

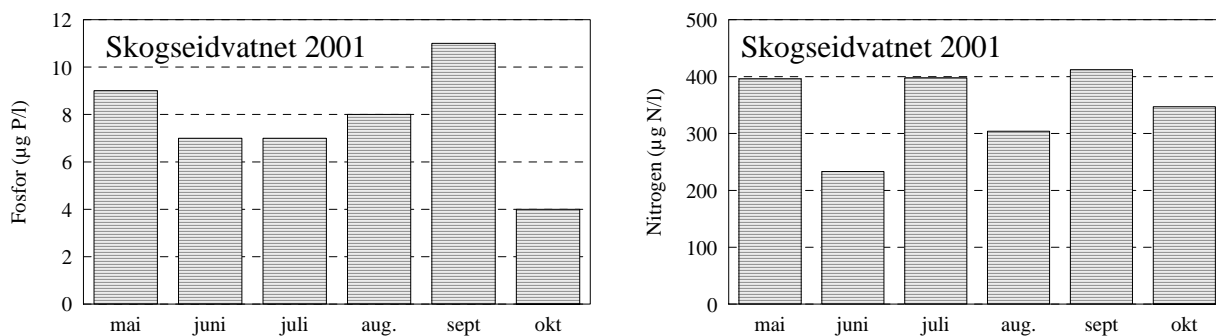
Det varme overflatelaget i Skogseidvatnet strakk seg i begynnelsen av september ned til vel 10 meters dyp og under 25 meter var temperaturen jevnt rundt 4 °C (**figur 4**). Det ble ikke påvist vesentlig oksygenvinn i dypvannet, og i begynnelsen av september var det fremdeles 13 mg O/l ned til 90 meters dyp. I overflatevannlaget var oksygeninnholdet noe lavere. Dette skyldes delvis skyldes fysiske faktorer; lavere trykk og høyere temperatur i overflatevannet gjør at vannet kan holde på mindre oksygen der enn i dypvannet, men minimumsmengdene ved 10 meters dyp skyldes sannsynligvis også respirasjon fra dyreplankton som står i dette vannlaget og beiter på alger.

**Figur 4.** Temperatur- og oksygenprofil fra Skogseidvatnet 4.september 2001. Målingene er gjort med et YSI-instrument med nedsenkbar sonde ved det dypeste i innsjøen.



## Virkning av tilførsler av næringsstoff

Skogseidvatnet er næringsfattig. Gjennomsnittskonsentrasjonene av både fosfor og nitrogen var begge lave med henholdsvis 7,7 : g fosfor pr. liter og 348 : g nitrogen pr. liter (**vedleggstabell 2**). Disse verdiene er klassifisert i tilstandsklasse II="God" i SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997). Både nitrogen og fosforinnholdet var høyest i september (**figur 5**).

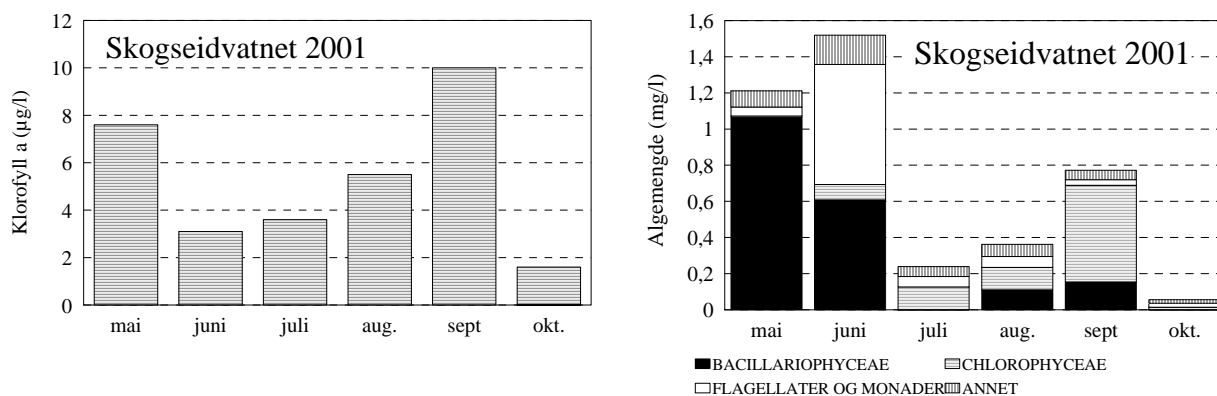


**Figur 5.** Innhold av næringsstoffene fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre) i månedlige vannprøver fra Skogseidvatnet i 2001. Prøvene er tatt som blandprøve fra de øverste seks metrene, og de er analysert av Chemlab Services AS.

Næringsrikhet gir grunnlag for algevekst og gjenspeiler seg derfor vanligvis i både mengde og sammensetning av algeplankton. Algemengden i Skogseidvatnet var imidlertid noe større enn forventet ut

fra det lave næringsinnholdet. Innholdet av klorofyll a, som utgjør mengden “grønnfarge” i algene, hadde et gjennomsnitt på 5,2 : g Chl a/l, hvilket er klassifisert til SFTs tilstandsklasse III=“mindre god”(figur 8). Analysert som algevolum var også algemengdene moderate. Med et gjennomsnittlig algevolum på 0,77 mg/l og et største algevolum på 1,7 mg/l klassifiseres innsjøen som middels næringsrik i henhold til Brettum (1989).

Algesamfunnet var dominert av kiselalger (*Bacillariophyceae*) i første del av prøvetakingssesongen, og en finner ofte kiselalger i forbindelse med våroppblomstringen i innsjøer. Dominerende arter var *Asterionella formosa* og *Tabellaria fenestrata*, som begge har størst utbredelse i middels næringsrike innsjøer og i større innsjøer som er en del belastet med forurensende tilførsler. Blågrønnalgen *Anabaena flos-aquae* ble også påvist i innsjøen, og i juni var mengden *Anabaena flos-aquae* relativt høy og bare kiselalgen *Asterionella formosa* ble påvist i høyere tetthet (figur 6 & vedleggstabell 3). *Anabaena flos-aquae* ble også påvist i Skogseidvatnet i 1985 (Lømsland mfl. 1986).

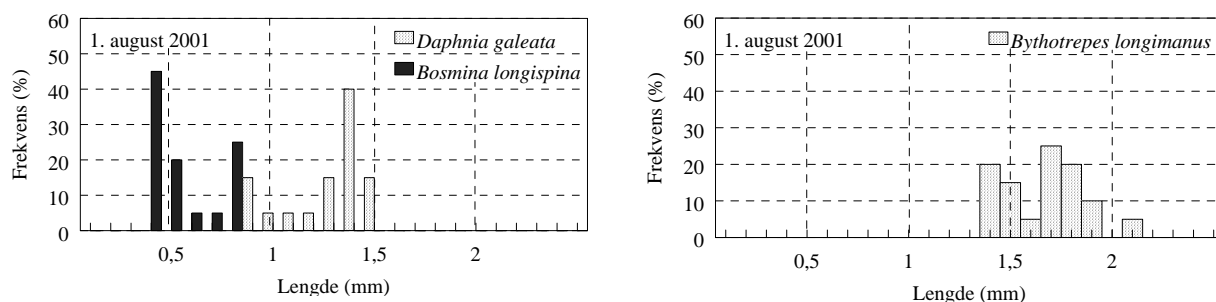


**Figur 6.** Innhold av klorofyll a (til venstre), og algemengder og algetyper (til høyre) i månedlige overflatevannprøver fra Skogseidvatnet sommeren 2001. Prøvene er tatt som blandprøver de øverste seks metrene ved det dypeste punktet i innsjøen. For detaljer vedrørende algearter og typer henvises til vedleggstabell 3. Disse analysene er utført av cand. real. Nils Bernt Andersen.

## Dyreplankton

Dyreplanktonsamfunnet i Skogseidvatnet ble undersøkt i begynnelsen av august, og på den tiden dominerte den relativt store vannloppen *Daphnia galeata* (vedleggstabell 5). I tillegg var vannloppene *Bosmina longispina*, *Bythotrephes longimanus* og *Polyphemus pediculus* til stede i vesentlige mengder. Hoppekrepsamfunnet besto for en stor del av unge stadier, men av de voksne utgjorde *Eudiaptomus graciloides* hovedandelen på dette tidspunktet.

Artssammensetningen av zooplankton i august 2000 tyder på at innsjøen ikke har for tette bestander av planktonspisende småfisk. Forekomsten av de store og attraktive vannloppene *Bythotrephes longimanus* og de relativt store vannloppene *Daphnia galeata* tyder på dette (figur 7). Vannlopper av slekten *Daphnia* er effektive algspisere, og er ofte i stand til å holde algemengdene nede ved beiting



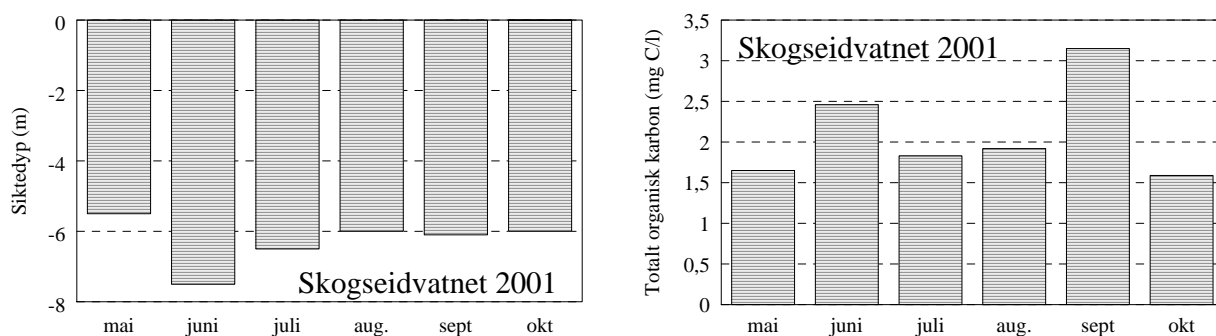
**Figur 7.** Lengdefordeling (%) av vannloppene *Daphnia galeata* og *Bosmina longispina* (over til venstre), og *Bythotrepeus longimanus* (over til høyre) i Skogseidvatnet 1. august 2001. Prøvene er tatt som vertikale håvtrekk gjennom de 20 øverste metrene i vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt.

Hjuldryrsamfunnet i Skogseidvatnet var dominert av slekten *Conochilus* og arten *Kellicottia longispina*. Ellers ble åtte andre arter også påvist, de fleste i relativt store mengder (vedleggstabell 5).

### Virkning av tilførsler av organisk stoff

Siktedypet i en innsjø reflekterer vannfarge og mengden partikler i innsjøens øvre vannmasser. I Skogseidvatnet var siktedypet på 6,3 m i gjennomsnitt hvilket tilsier tilstandsklasse I = ”meget god” i henhold til SFT sitt klassifiseringssystem. Siktedypet var størst i juni, når algemengden var lavest, men lå for det meste rundt seks meter (**figur 8**).

Innholdet av organisk stoff i overflatevannmassene lå i gjennomsnitt på 2,1 mg C/l gjennom sommeren, med høyeste måling i september på 3,2 mg C/l (**figur 8**). Dette er et meget lavt innhold av organisk materiale, og verdien ligger i klasse I = ”meget god” i SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann.

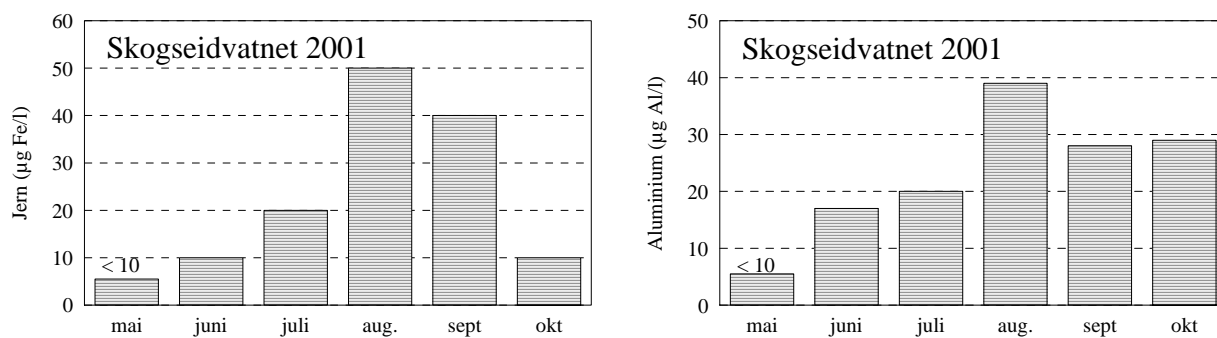


**Figur 8.** Månedlige målinger av siktedyp (til venstre) og av totalt organisk karbon TOC (til høyre) i Skogseidvatnet i 2001. Siktedypsmålingene er gjort med en standard Secchi-skive ved det dypeste punktet, mens TOC er målt i de månedlige innsamlete blandprøvene fra overflatevannet.

## Vannkvalitet generelt

Innholdet av jern i overflatevannet i Skogseidvatnet var meget lavt i 2001 (**figur 10**). Høyeste verdi var på 0,05 mg Fe/l, som tilsvarer klasse I="meget god" i SFTs vurderingssystem (**vedleggstabell 2**). Dette er verdier som på ingen måte kan være skadelige for levende organismer i innsjøen.

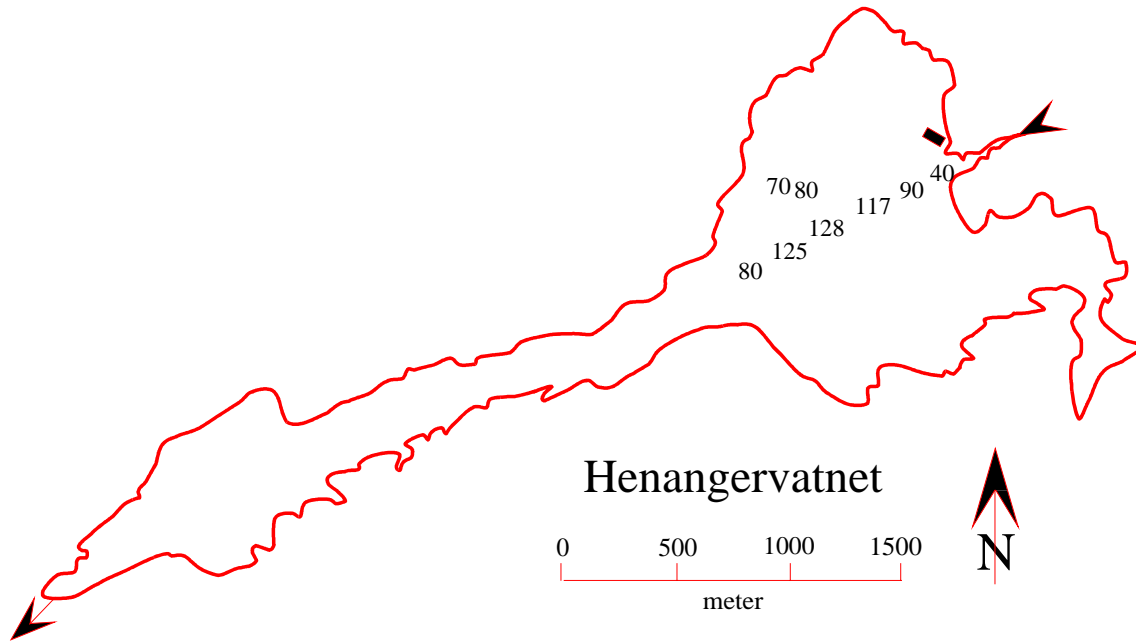
Konsentrasjonen av total-aluminium i vannet var også meget lavt, med et gjennomsnitt på 26 : g Al/l (**figur 9**). Høyeste registrerte verdi var på 39 : g/l. Også dette er så lavt at det ikke representerer fare for skade på ferskvannsorganismer i en slik innsjø der surhetsnivået er relativt bra.



**Figur 9.** Innhold av jern (til venstre) og aluminium (til høyre) i månedlige vannprøver fra overflatevannet i Skogseidvatnet i 2001.

## HENANGERVATNET NVE-nr. 2042

Henangervatnet (**figur 10**) ligger nederst i Sæveraidvassdraget. Innsjøen ligger 12 moh og har et nedbørfelt på 119,4 km<sup>2</sup>. Med en gjennomsnittlig spesifikk avrenning på 100 l/s/km<sup>2</sup>, blir den årlige gjennomsnittlige tilrenningen på 377 millioner m<sup>3</sup>, eller omtrent 11900 m<sup>3</sup>/min i gjennomsnitt. Innsjøen har et volum på 130 mill m<sup>3</sup> og største dyp er på hele 130 meter. Teoretisk beregnet vannutskifting er 2,9 ganger årlig. Dybdekart for Henangervatnet finnes hos NVE.



**Figur 10.** Dybder målt i Henangervatnet ved befaringen i september 2001. Prøvene er tatt ved det dypeste. Oppdrettsanlegget er vist med firkant i nordøst.

**Tabell 7.** Morfologiske og hydrologiske data for Henangervatnet fra NVEs innsjødatabase Regine.

Innsjø	Innsjøareal km <sup>2</sup>	Feltareal km <sup>2</sup>	Avrenn. l/s/km <sup>2</sup>	Tilrenning mill m <sup>3</sup> /år	Middel- dyp	Volum mill m <sup>3</sup>	Utskifting x / år
Henangervatnet	2,61	119,4	100	377	49,7	129,81	2,9

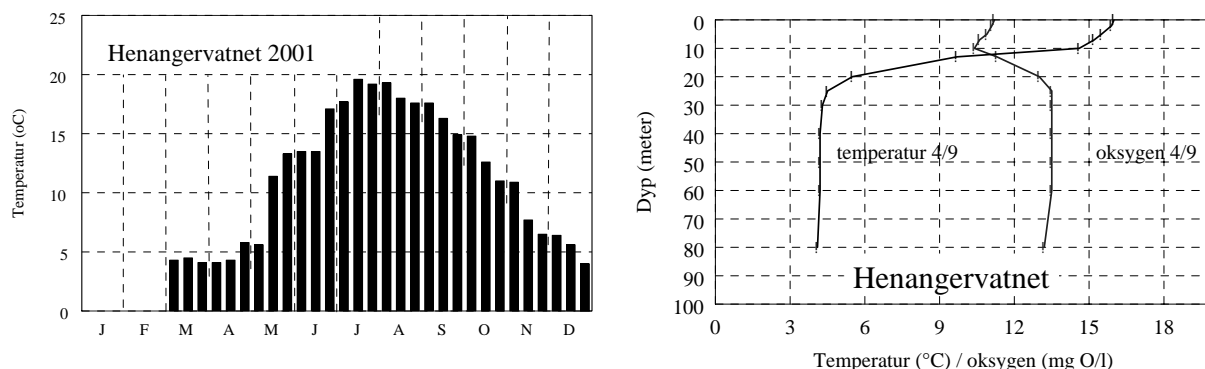


# TILSTANDEN I HENANGERVATNET I 2001

## Temperatur- og oksygenforholdene

Overflatetemperaturen i Henangervatnet steg raskt fra 6 °C i midten av mai til 13 °C i slutten av mai (**figur 14** til venstre). Temperaturen fortsatte å øke fram til midten av juli da overflatevannet var på sitt varmeste med temperaturer rundt 19 °C. Utviklingen resten av 2001 forløp med jevn avkjøling fra august og ut året.

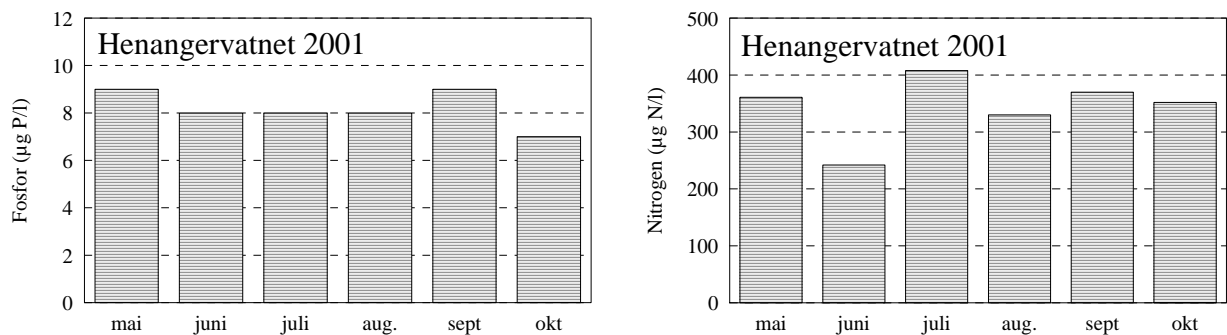
I begynnelsen av september var overflatetemperaturen i Henangervatnet 16 °C (**figur 11** til høyre). Sprangsjiktet var velutviklet og lå rundt 15 meters dyp. Under 25 meters dyp var temperaturen rundt 4 °C i hele vannsøylen. Oksygenprofilen ble også undersøkt 4. september (**figur 11** til høyre). Det var da meget gode oksygenforhold i innsjøen. I overflatevannlaget var oksygenmengdene noe lavere enn i dypvannet på grunn av lavere temperatur og trykk der. Det var ikke en like tydelig effekt av dyreplanktonets respirasjon her som i Skogseidvatnet. I dypvannet var det hele 13 mg O/l i hele vannsøylen, på samme nivå som i Skogseidvatnet.



**Figur 11. Til venstre:** Temperatur målt hver 14 dager i overflaten ved Drageid Fiskeoppdrett. **Til høyre:** Temperatur- og oksygenprofiler i Henangervatnet 4.september 2001. Målingene er gjort med et YSI-instrument med nedsenkbar sonde ved det dypeste i innsjøen.

## Virkning av tilførsler av næringsstoff

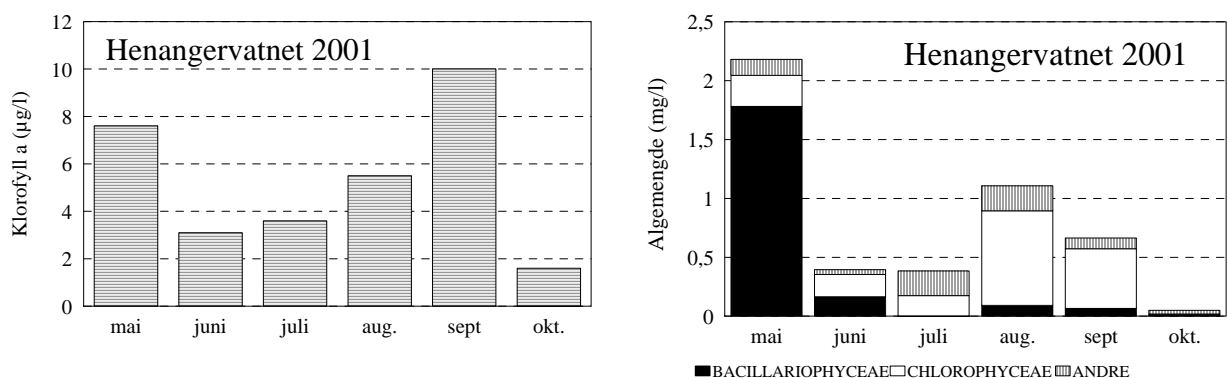
Henangervatnet er relativt næringsfattig. Konsentrasjonene av både fosfor og nitrogen var lave med gjennomsnittsverdier på hhv. 8,2 : g fosfor pr. liter og 344 : g nitrogen pr. liter (**vedleggstabell 2**). Disse verdiene er klassifisert i tilstandsklasse II="god" i SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997). Fosforinnholdet var relativt stabilt i hele undersøkelsesperioden, mens nitrogeninnholdet var spesielt lavt i juni (**figur 12**).



**Figur 12.** Innhold av næringsstoffene fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre) i månedlige vannprøver fra Henangervatnet i 2001. Prøvene er tatt som blandprøve fra de øverste seks metrene, og de er analysert av Chemlab Services AS.

Næringsrikhet gir grunnlag for algevekst og gjenspeiler seg derfor vanligvis i både mengde og sammensetning av algeplankton. Også i Henangervatnet var algemengdene noe høyere enn forventet ut fra næringsinnholdet på samme måte som i Skogseidvatnet. Innholdet av klorofyll a, som utgjør mengden “grønnfarge” i algene, hadde et gjennomsnitt på 5,3 : g Chl a/l, hvilket er klassifisert til SFTs tilstandsklasse III= ”mindre god” (figur 13). Analysert som algevolum var også algemengdene moderate. Med et gjennomsnittlig algevolum på 0,8 mg/l og et største algevolum på 2,2 mg/l klassifiseres innsjøen som middels næringsrik i henhold til Brettum (1989).

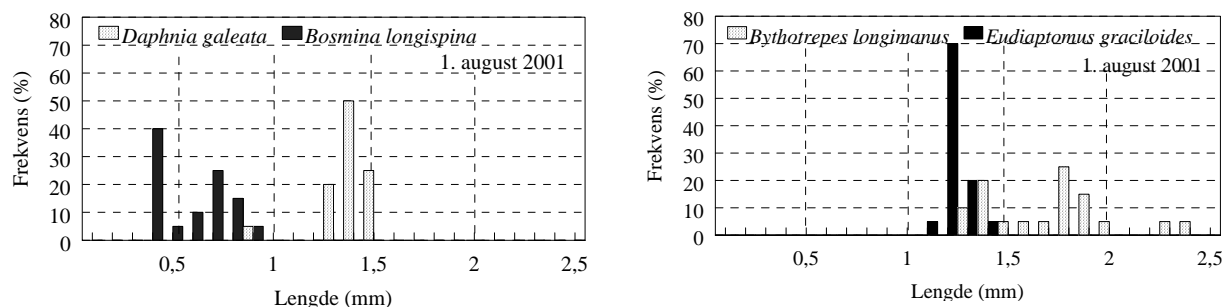
Algesamfunnet var heller ikke vesentlig forskjellig fra det en fant i Skogseidvatnet. Kiselalger (*Bacillariophyceae*) dominerte i første del av prøvetakingssesongen, og de dominerende artene var også her *Asterionella formosa* og *Tabellaria fenestrata* (figur 13, vedleggstabell 4) som begge har størst utbredelse i middels næringsrike innsjøer og i større innsjøer som er en del belastet med forurensende tilførsler. Grønnalgene (*Chlorophyceae*) dominerte resten av sesongen, og arten *Spondylosium planum* hadde en liten oppblomstring i slutten av august. Også i Henangervatnet ble det påvist blågrønnalger, men her ble minst seks ulike arter funnet og ingen ble påvist i vesentlige mengder.



**Figur 13.** Innhold av klorofyll a (til venstre), og algemengder og algetyper (til høyre) i månedlige overflatevannprøver fra Henangervatnet sommeren 2001. Prøvene er tatt som blandeprøver de øverste seks metrene ved det dypeste punktet i innsjøen. For detaljer vedrørende algearter og typer henvises til vedleggstabell 4. Disse analysene er utført av cand. real. Nils Bernt Andersen.

## Dyreplankton

Samfunnet av dyreplankton i Henangervatnet var omtrent identisk med dyreplanktonsamfunnet i Skogseidvatnet (**vedleggstabellene 5 og 6**). Vannloppen *Daphnia galeata* dominerte på prøvetakingstidspunktet, og hoppekrepsen *Eudiaptomus gracilis* dominerte blant de voksne hoppekrepsene. Forekomsten av de relativt store vannloppene *Daphnia galeata* og den store hoppekrepsen *Megacyclops gigas* tyder på at beitepresset fra planktonspisende fisk ikke er spesielt stor i Henangervatnet heller (**figur 14**). Vannlopper av slekten *Daphnia* er effektive algspisere, og er ofte i stand til å holde algemengdene nede ved beiting. Planktonprøvene fra Henangervatnet tyder derfor på at innsjøen har en viss evne til å holde algemengdene lave.

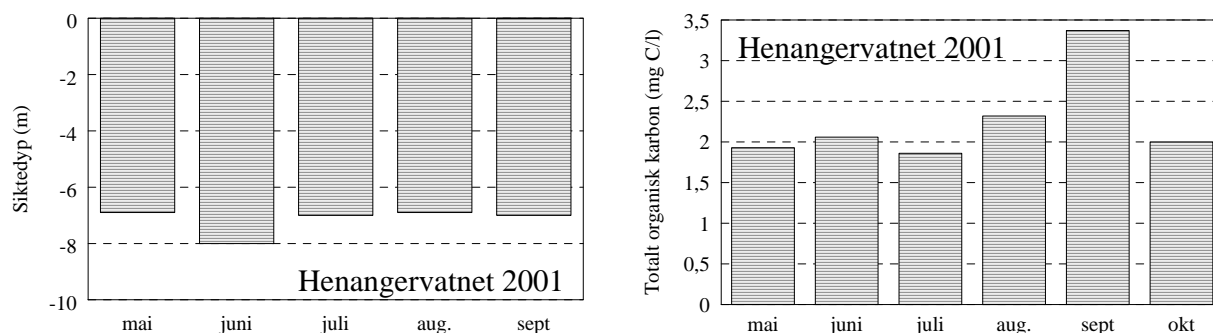


**Figur 14.** Lengdefordeling (%) av vannloppene *Daphnia galeata*, *Bosmina longispina* (over til venstre), og *Bythotrepeps longimanus* (over til høyre) samt hoppekrepsen *Eudiaptomus gracilis* (oppe til høyre) i Henangervatnet 1. august 2001. Prøvene er tatt som vertikale håvtrekk gjennom de 20 øverste meterne i vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt.

## Virkning av tilførsler av organisk stoff

Siktedypet i en innsjø reflekterer vannfarge og mengden partikler i innsjøens øvre vannmasser. I Henangervatnet er siktedypet relativt bra, og med gjennomsnittlig siktedyp på 7,2 meter tilsvarer det tilstandsklasse I = “meget god” i SFT sitt klassifiseringssystem. Største siktedyp ble målt i juni da algemengdene var lavest (**figur 15**).

Innholdet av organisk stoff i overflatevannmassene lå i gjennomsnitt på 2,3 mg C/l gjennom sommeren, med høyeste måling i september på 3,4 mg C/l (**figur 15**). Dette er et lavt innhold av organisk materiale, og tilsvarer klasse I=“meget god” i SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann.

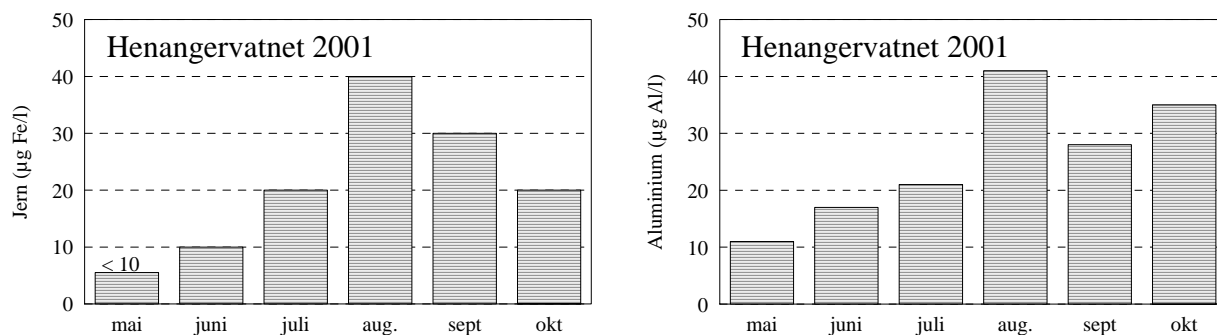


**Figur 15.** Målinger av siktedyp (til venstre) og av totalt organisk karbon TOC (til høyre) i Henangervatnet i 2001. Siktedypmålingene er gjort med en standard Secchi-skive ved det dypeste punktet, mens TOC er målt i de månedlige innsamlede blandprøvene fra overflatevannet.

## Vannkvalitet generelt

Innholdet av jern i overflatevannet i Henangervatnet var meget lav (**figur 16**). Høyeste målte konsentrasjon var på bare 0,04 mg Fe/l, som tilsvarer klasse I="meget god" i SFTs vurderingssystem (**vedleggstabell 2**). Høyeste målte verdi var på 0,04 mg Fe/l. Skadevirkninger av jern kan en først vente når konsentrasjonene overstiger 0,50 mg Fe/l, ved at jernet da kan felles på gjellene til fisk. Det er derfor ingen fare for slike tilstander i Henangervatnet.

Konsentrasjonen av total-aluminium i vannet var også meget lav, med et gjennomsnitt på 26 : g Al/l (**figur 16**). Høyeste registrerte konsentrasjon av totalaluminium var på bare 40 : g/l, og det er derfor ingen fare for at konsentrasjonene skal kunne komme opp i konsentrasjoner som kan være skadelig for fisken i denne innsjøen som har relativt gode surhetsforhold.



**Figur 16.** Innhold av jern (til venstre) og aluminium (til høyre) i månedlige vannprøver fra overflatevannet i Henangervatnet i 2001.

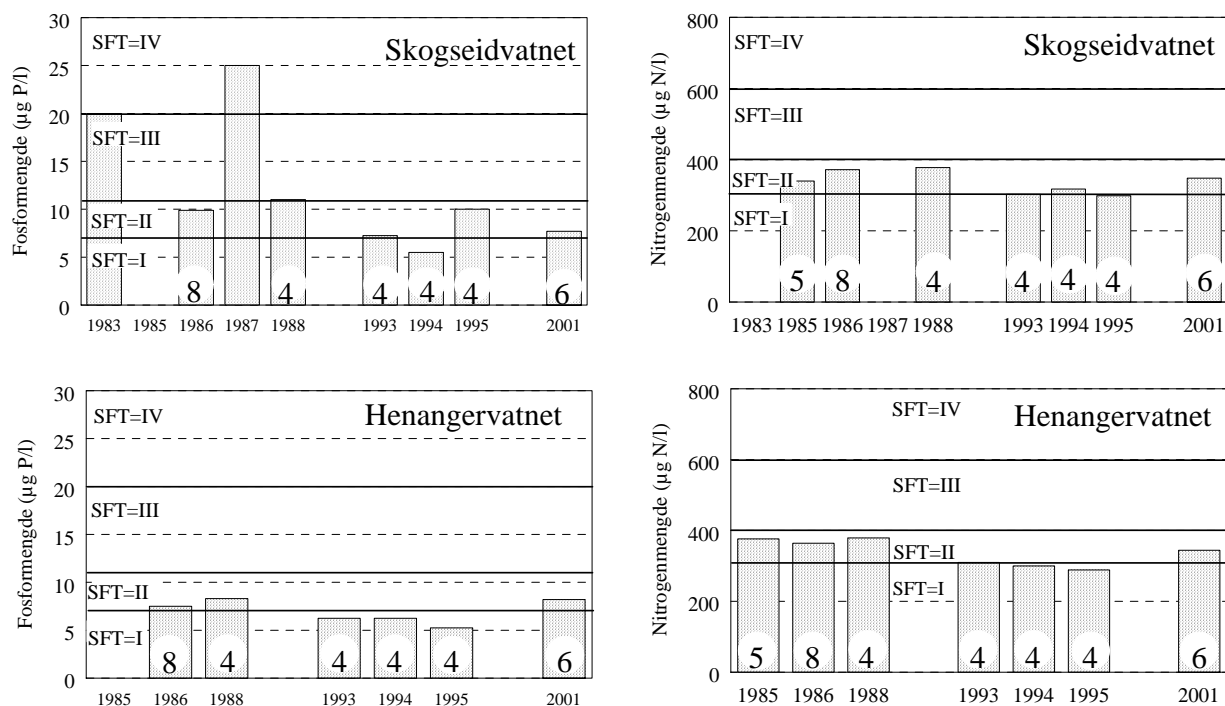
## UTVIKLING AV TILSTANDEN I VASSDRAGET

Miljøforholdene i Sævareidvassdraget har vært fulgt gjennom en årrekke, men ikke alle undersøkelsene er rapportert. Tallene fra de siste overvåkingene er likevel stilt til rådighet for denne sammenstillingen.

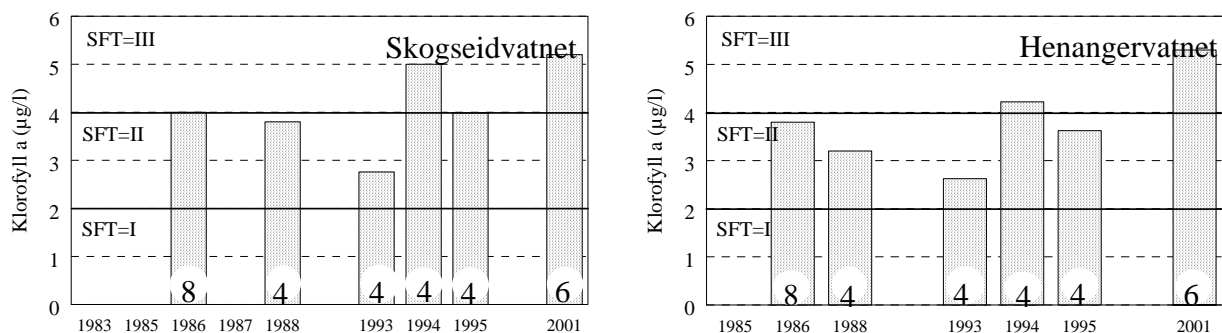
### Virkning av tilførsler av næringsstoff

Næringsinnholdet i vassdraget har ikke økt de siste årene, men var noe lavere i 2001 enn ved undersøkelsene på åtti-tallet (**figur 17**). Dette gjelder både for fosfor og nitrogeninnholdet, og gjelder både Skogseidvatnet og Henangervatnet. Begge innsjøene er i dag næringsfattige og klassifiseres i tilstandsklasse II = "God" med hensyn på innholdet av både fosfor og nitrogen. I Skogseidvatnet varierte innholdet av fosfor en del på åttitallet, men de siste årene har fosforinnholdet vært stabilt lavt.

Algemengdene i innsjøene har ikke vist en tilsvarende tendens, men ser tvert i mot ut til å ha økt noe de siste årene (**figur 17**). Både i Skogseidvatnet og Henangervatnet tilsvarer mengden klorofyll a tilstandsklasse III = "Mindre god" i SFT sitt klassifikasjonssystem. Kiselalger og grønnalger var dominerende i begge innsjøene det meste av sesongen, noe som også er påvist ved tidligere undersøkelser i de to innsjøene (Lømsland mfl. 1986, Hobæk 1994). I Skogseidvatnet ble den potensielt giftproduserende blågrønnalgen *Anabaena flos-aquae* påvist i juli og august. Tilsvarende ble påvist i 1985 (Lømsland mfl. 1986) men ikke i 1993 (Hobæk 1994). Også i Henangervatnet ble blågrønnalger påvist, men kun i små mengder.



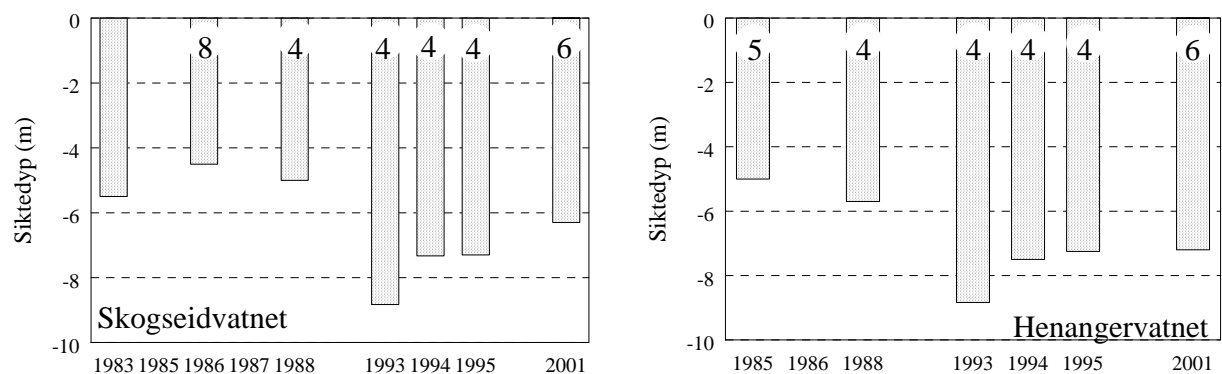
**Figur 17.** Utvikling i næringsinnhold i Skogseidvatnet (øverst) og Henangervatnet (nederst) vist som gjennomsnittlig innhold av fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre). Antall årlige målinger (der dette er kjent) er vist på hver søyle i figuren.



**Figur 18.** Årlig gjennomsnittlig algemengde i Skogseidvatnet (til venstre) og Henangervatnet (til høyre). Antall årlige målinger er vist på hver søyle i figuren.

Siktedypet i både Skogseidvatnet og Henangervatnet var markert dårligere på åttitallet enn det har vært de siste åtte årene. Mellom 1988 og 1993 var forskjellen på gjennomsnittlig siktedyp på rundt fire meter i begge innsjøene, men selv om det har avtatt noe de siste åtte årene er det likevel ikke så lavt som det var på åttitallet (**figur 19**). Både algemengdene (målt som klorofyll a) og innholdet av organisk stoff (**figur 20**) har imidlertid økt, -og begge disse burde ført til et lavere siktedyp i dag enn på åttitallet.

Årsaken til denne forskjellen kan imidlertid skyldes at det totale antall algeceller pr. liter var adskillig mindre på nittitallet (Hobæk 1995, denne rapporten) enn på åttitallet (Lømsland mfl. 1986). I gjennomsnitt var antallet algeceller hhv. 13 og 12 ganger høyere i Skogseidvatnet og Henangervatnet i tre sammenlignbare prøver fra høsten 1985 og 2001. Spesielt var antallet blågrønnalger mye høyere, men samtlige andre slekter hadde også mye høyere tetthet i 1985. Ettersom antall celler avtatt mens algevolumet samtidig har økt, men må det dermed ha skjedd en endring i algeartene fra mange små til færre men større alger. Også i 1993 var celleantallet noe høyere enn i 2001, men forskjellen mellom disse årene var bare en to-tredobling. Prøvetakingen bør ellers være relativt sammenlignbar med blandeprøver fra flere dyp ved alle prøvetakingene.

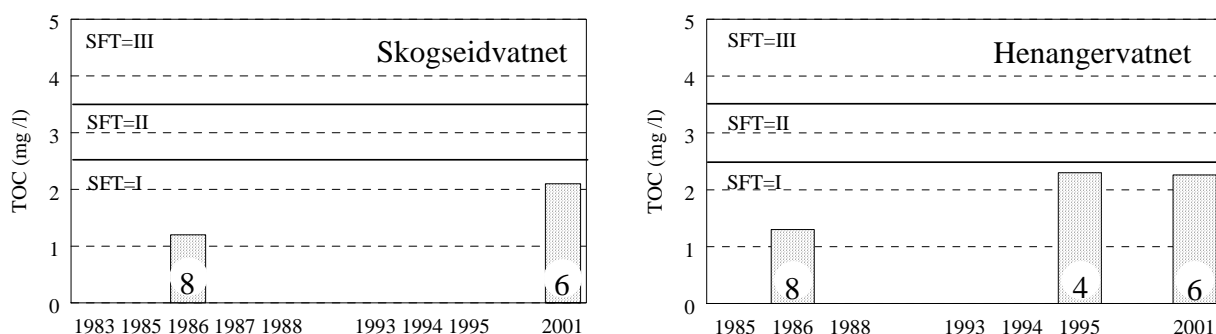


**Figur 19.** Årlig gjennomsnittlig siktedyp i Skogseidvatnet (til venstre) og Henangervatnet (til høyre). Antall årlige målinger (der dette er kjent) er vist på hver søyle i figuren.

## Virkning av tilførsel av organisk materiale

Innholdet av organisk stoff i både Skogseidvatnet og Henangervatet er lavt (**figur 20**), og begge innsjøene kommer inn under tilstandsklasse I="Meget god" i SFT sitt klassifiseringssystem. Innholdet av organisk stoff var likevel noe høyere i 2001 enn i 1986. Økt innhold av organisk stoff er imidlertid en generell trend i vassdrag i Norge, og de siste 10-20 årene har det i enkelte drikkevannskilder vært registrert så mye som en tredobling i fargetall (som også indikerer innhold av organisk stoff). Endringer i klimatiske forhold antas å være den mest sannsynlige årsaken, ettersom økningen har skjedd samtidig over en større region, i områder som er påvirket av sur nedbør, i områder som er upåvirkta og i alle slags vanntyper, fra humusrike skogsvann til klarvanns fjellsjøer. Både temperatur og fuktighet er kjente faktorer som påvirker nedbrytning av organisk materiale i terrestriske økosystem. Det er derfor nærliggende å anta at økningen i TOC i Skogseid- og Henangervassdraget for en stor del skyldes endringer i temperatur og/eller nedbørforhold de siste årene.

Det meste av oksygenforbruket i vannmassene skyldes biologisk nedbrytning av organisk materiale. Dette kan være både døde alger og andre organismer fra innsjøens egen produksjon, eller det kan være tilført materiale fra innsjøens nedslagsfelt eller fra fiskeanlegg. Under temperatursprangsjiktet i innsjøer er det ikke utskiftning av vannmassene og ved nedbrytning av store mengder organisk materiale kan oksygeninnholdet i dypvannet reduseres sterkt. Det var imidlertid ikke tegn til vesentlig oksygenvinn i dypvannet i verken Skogseid- eller Henangervatnet, noe en heller ikke skulle forvente med så store dypvannsvolum og et så lavt innhold av organisk stoff.



**Figur 20.** Årlig gjennomsnittlig målt totalt organisk karbon i overflatevannet i Skogseidvatnet (til venstre) og Henangervatnet (til høyre).

## LITTERATUR REFERANSER

- Andersen, S., G.H.Johnsen & K.Y.Børshem 1989.** Changes in seasonal succession of plankton in lake Kvernavatn, compared to the PEG-model. *Arch.Hydrobiol.* 115, sidene 401-415.
- Berge, D.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.*
- Berge, D. & T. Källqvist 1990.** Biotilgjengelighet av fosfor i jordbruksavrenning. Sammenlignet med andre forurensningskilder. Sluttrapport. *NIVA rapport nr. 2367, 130 sider. ISBN 82-577-1653-7.*
- Bjørklund, A.E. & E. Brekke 2000.** Vassdrag i Hordaland 2000. Beskrivelse av vannkvalitet i 26 utvalgte vassdrag. *Rådgivende Biologer, rapport 436, 115 sider. ISBN 82-7658- 288-5*
- Bjørklund, A.E. & G.H. Johnsen 1995.** 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, ISBN 82-577-1627-8.*
- Brettum, P. 1989 a**  
Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer. Planteplankton. *NIVA-rapport nr. 2344, 111 sider.*
- Braaten, B., T.Johnsen, T.Källqvist & A.Pedersen 1992.** Biologisk tilgjengelighet av næringssalttilførsler til det marine miljø fra fiskeoppdrett, landbruksavrenning og kommunalt avløpsvann. *NIVA-rapport nr. 2877, 160 sider, ISBN 82-577-2191-3.*
- Faafeng, B., P.Brettum & D.O.Hessen 1990.** Landsomfattende undersøkelse av trofistilstanden i 355 innsjøer i Norge. *NIVA-rapport 2355, 57 sider, ISBN 82-577-1638-3.*
- Hansen, T., J.C.Holm, D.Møller & J.Thorsen 1982.** Sluttrapport NFFR I 701.42. Settefiskeoppdrett i vassdrag. Virksomheten i Kvernavatnet 1979-1981. *Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Avdeling for Akvakultur, nr 14/1982, 60 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.*
- Holm, J.C., P.J.Jakobsen & G.H.Johnsen 1985.** Biologisk driftsforbedring av mæroppdrett *Norsk Fiskeoppdrett nr 4-1985, side 36-38.*
- Håkanson, L., A. Ervik, T. Mäkinen & B.Möller 1988.** Basic concepts concerning assessments of environmental effects of marine fish farms. *Nordisk råd rapport 1988:90, 103 sider.*
- 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., P.J.Jakobsen, S.Andersen & O.T.Skilbrei 1989.** Biologisk optimalisering av oppdrett av laksefisk i ferskvann. Prosjektets sluttrapport. *Prosjektrapport 1/1989, Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen.*
- Kambestad, A. & G.H. Johnsen 1990.** Tilstandsrapport nr. 1 for Bergesvatn, Bømlø i Hordaland. *Rådgivende Biologer rapport nr 37, 32 sider.*
- Larsson, P. 1986.** Økologiske forutsetninger for oppdrett av laksesmolt i innsjøer. Prosjektets slutt-rapport. *Prosjektrapport 1/1986, Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen.*
- 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.** SFT-veiledning nr. 92 : 06. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon. *Statens forurensningstilsyn, ISBN 82-7655-085-1, 32 sider.*
- SFT 1997.** SFT-veiledning nr. 97 : 04. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. *Statens forurensningstilsyn, ISBN 82-7655-368-0, 31 sider.*
- 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 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*

## TIDLIGERE UNDERSØKELSER I VASSDRAGET

**Bakke, H. & V. Bjerknes 1990.**

Kartlegging av tilførsler av næringssalt og organisk materiale til Sævareidvassdraget.  
*NIVA-rapport nr. O-89201, 32 sider.*

**Bjerknes, V., Sørgaard, K. & Traaen, T.S. 1988.**

Vasskvalitet i Sunnhordland og Fusa.  
*NIVA-rapport. O-85229, og O-85250*

**Brettum, P., Lien, L. & Bjerknes, V. 1987.**

Overvåking av planteplankton og vannkvalitet i Sævareidvassdraget sommeren 1986.  
*Upublisert internt NIVA notat.*

**Faafeng, B., Brettum, P. & Hessen, D. 1990.**

Landsomfattende undersøkelse av trofitestanden i 355 innsjøer i Norge.  
*Statlig program for forurensingsovervåking (SFT), rapport nr. 386/90. NIVA nr. 2355.*

**Hobæk, A. 1994.**

Overvåking av Sævareidvassdraget. Resultater fra 1993.  
*NIVA-notat V 94/17.*

**Korvald, E. & V. Bjerknes 1987.**

Framlegg til kystzoneplan og vassdragsplan, Fusa kommune.  
*NIVA-rapport O-84159, 147 sider.*

**Lømsland, E.R., Johnsen, T.M. & Bjerknes, V. 1986.**

Fytoplankton i Sævareidvassdraget høsten 1985.  
*NIVA rapport O-85205*

**Skogheim, O. 1983.**

Forurensningssituasjonen i Sævareidvassdraget.  
*Upublisert notat fra Fiskeforskningen, Direktoratet for Naturforvaltning.*

## VEDLEGGSTABELLER OVER RÅDATA

**Vedleggstabell 1.** Analyseresultat fra overflatevannprøver fra Skogseidvatnet i 2001. Prøvene er tatt ved det dypeste punktet i innsjøen, og analysene er utført av Chemlab Services AS i Bergen.

PARAMETER	ENHET	metode	28.mai	26.jun	1.aug	04.sep	18.sep	31.okt	Snitt
Total fosfor	: g P / l	NS 4724:1984	9	7	7	8	11	4	7,7
Total nitrogen	: g N / l	NS 4743:1993	396	233	398	304	412	347	348
Tot. organisk karb.	mg C / l		1,65	2,46	1,83	1,92	3,15	1,59	2,1
Klorofyll a	mg Chl/l		7,6	3,1	3,6	5,5	10	1,6	5,2
Jern	: g Fe / l	NS 4773	<10	10	20	50	40	10	26
Aluminium	: g Al / l	NS 4781	<10	17	20	39	28	29	< 24

**Vedleggstabell 2.** Analyseresultat fra overflatevannprøver fra Henangervatnet i 2001. Prøvene er tatt ved det dypeste punktet i innsjøen, og analysene er utført av Chemlab Services AS i Bergen.

PARAMETER	ENHET	metode	28.mai	26.jun	1.aug	04.sep	18.sep	31.okt	Snitt
Total fosfor	: g P / l	NS 4724:1984	9	8	8	8	9	7	8,2
Total nitrogen	: g N / l	NS 4743:1993	361	242	408	330	370	352	344
Tot. organisk karb.	mg C / l		1,93	2,06	1,86	2,32	3,37	2	2,26
Klorofyll a	mg Chl/l		5,9	4,6	4,2	7,5	8,3	1,2	5,3
Jern	: g Fe / l	NS 4773	<10	10	20	40	30	20	24
Aluminium	: g Al / l	NS 4781	11	17	21	41	28	35	26

**Vedleggstabell 3.** Algeresultater fra Skogseidvatnet sommeren 2001. Algeantall er oppgitt som millioner celler pr. liter og algevolum som mg pr. liter. Prøvene er tatt som blandprøve fra de øverste seks meterne ved innsjøens dypeste punkt. Prøvene er analysert av cand. real. Nils Bernt Andersen.

	28.mai		26.jun		01.aug		04.sep		18.sep		01.nov	
	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
Asterionella formosa	734000	0,4404	1010000	0,606								
Tabellaria fenestrata	520000	0,624	2000	0,0024			92000	0,1104	128000	0,1536		
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
Ankistrodesmus setigerus									31000	0,0031		
Ankistrodesmus sp.							26000	0,0026				
Coelastrum octraedricum			245000	0,0159								
Cosmarium sp.					4000	0,004					2000	0,002
Crucigeniella sp.					490000	0,049						
Dictyosphaerium sp.									26000	0,0017		
Elakatothrix sp.			26000	0,0026								
Eudorina sp.			64000	0,0576					64000	0,0115		
Nephrocytium agardhianum (kol.)					8000	0,012						
Nephrocytium sp.							673000	0,101	2050000	0,3075		
Oocystis sp.											4000	0,004
Quadrigula korsikovii									306000	0,0459		
Sphaerocystis sp.			275000	0,0091	42000	0,0033	31000	0,0035	581000	0,0656		
Spondylosium planum							8000	0,008	76000	0,076		
Staurastrum sp.	2000	0,008			14000	0,056	2000	0,008	6000	0,024	2000	0,008
Staurodesmus sp.					2000	0,002						
Chlorophyceae sp.							2000	0,001				
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>												
Cryptomonas sp.	31000	0,031	2000	0,002	31000	0,031	61000	0,061	31000	0,031	12000	0,012
Rhodomonas sp.	581000	0,0581	92000	0,0092	92000	0,0092	31000	0,0031	184000	0,0184	92000	0,0074
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>												
Dinobryon borgei					31000	0,0031	31000	0,0031	61000	0,0061		
Dinobryon divergens			52000	0,0078	6000	0,009						
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
Anabaena flos-aquae			800000	0,12								
Aphanocapsa sp. (kol.)					31000	0,0031						
Aphanothece sp. (kol.)			92000	0,023								
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>												
Ubest. flagellater < 5 µm	1010000	0,0141	25249000	0,3535	1010000	0,014	2846000	0,0398	734000	0,0103	581000	0,0081
Ubest. flagellater > 5 µm	551000	0,0358	4780000	0,3107	673000	0,0437	184000	0,0208	184000	0,0208	214000	0,0139
<b>SAMLET</b>												
	3429000	1,2114	32689000	1,5198	2434000	0,2394	3987000	0,3623	4462000	0,7755	907000	0,0554

**Vedleggstabell 4.** Algeresultater fra Henangervatnet sommeren 2001. Algeantall er oppgitt som millioner celler pr. liter og algevolum som mg pr. liter. Prøvene er tatt som blandprøve fra de øverste seks metrene ved innsjøens dypeste punkt. Prøvene er analysert av cand. real. Nils Bernt Andersen.

	28.mai		26.jun		1.aug		4.sep		18.sep		1.nov	
	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum	Antall	Volum
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
Asterionella formosa	1744000	1,0464	275000	0,165							16000	0,0096
Tabellaria fenestrata	612000	0,7344					92000	0,092	66000	0,066		
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
Ankistrodesmus falcatus					31000	0,0031	12000	0,0012				
C.f. Chlamydomonas sp.			92000	0,046								
Cosmarium sp.			31000	0,031	31000	0,0031						
Dictyosphaerium sp.							68000	0,0044	490000	0,0319		
Elakatothrix sp.			122000	0,0122								
Eudorina sp.							64000	0,0736				
Nephrocytium agardhianum							337000	0,0337				
Nephrocytium sp.					8000	0,0008			1714000	0,1714		
Quadrigula sp.									554000	0,0554		
Sphaerocystis sp.	16000	0,0018	744000	0,0841	245000	0,0277	275000	0,0311	32000	0,0086	8000	0,0009
Spondylosium planum					16000	0,016	643000	0,643	168000	0,168		
Staurastrum sp.	31000	0,124	4000	0,016	31000	0,124	4000	0,016	14000	0,056		
Staurodesmus sp.	31000	0,1224									2000	0,008
Chlorophyceae sp.	31000	0,0155							31000	0,0155		
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>												
Cryptomonas sp.	31000	0,031			31000	0,031	61000	0,061	4000	0,004	31000	0,031
Rhodomonas sp.	306000	0,0306	61000	0,0061	428000	0,0428	214000	0,0214	184000	0,0184	122000	0,0098
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>												
Bitrichia sp.							2000	0,0002				
Dinobryon borgei					122000	0,0122			31000	0,0031		
Dinobryon divergens			24000	0,0036	76000	0,0114						
Mallomonas sp.					31000	0,0155						
<b>EUGLENOPHYCEAE</b>												
Euglena sp.					31000	0,031						
<b>DINOPHYCEAE</b>												
Peridinium sp.							2000	0,01				
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
Anabaena spiroides							124000	0,014				
Anabaena sp.									26000	0,0017		
Aphanocapsa sp. (kolonier)	31000	0,0078									10000	0,001
Chroococcus sp.												
Lyngbya limnetica (kolonier)							61000	0,0061				
Cyanophyceae sp. 1											31000	0,0078
Cyanophyceae sp. 2											122000	0,0122
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>												
Ubestemte flagellater < 5 µm	2925000	0,041	1775000	0,0246	1163000	0,0163	2693000	0,0377	428000	0,006	1561000	0,0219
Ubestemte flagellater > 5 µm	398000	0,0259	61000	0,0069	765000	0,0497	551000	0,0623	887000	0,0577	153000	0,0099
<b>SAMLET</b>												
	6156000	2,1808	3189000	0,3955	3009000	0,3846	5203000	1,1077	4629000	0,6637	2056000	0,1121

**Vedleggstabell 5.** Dyreplankton i Skogseidvatnet 1. august 2001. Prøven er tatt som vertikale håvtrekk fra de 20 øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Art	1. august 2001	
	dyr/m <sup>2</sup>	dyr/m <sup>3</sup>
<b>Vannlopper (cladocera)</b>		
<i>Bosmina longispina</i>	3 907	195
<i>Bythotrephes longimanus</i>	1 699	85
<i>Daphnia galeata</i>	12 654	633
<i>Holopedium gibberum</i>	255	13
<i>Polyphemus pediculus</i>	1 104	55
<b>Hoppekreps (coppepoda)</b>		
<i>Cyclops scutifer</i>	85	4
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	255	13
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	1 189	59
Calanoide copepoditter	7 643	382
Calanoide nauplier	5 435	272
Cyclopoide nauplier	764	38
<b>Hjuldyr (rotifera)</b>		
<i>Asplanchna priodonta</i>		* * *
<i>Conochilus sp.</i>		* * * * *
<i>Collotheca sp.</i>		* * *
<i>Gastropus stylifer</i>		* * *
<i>Kellicottia longispina</i>		* * * * *
<i>Keratella cochlearis</i>		* * * * *
<i>Keratella hiemalis</i>		* * * * *
<i>Ploesoma hudsoni</i>		* * *
<i>Polyarthra sp.</i>		* * * * *
<i>Synchaeta sp.</i>		* * *

**Vedleggstabell 6.** Dyreplankton i Henangervatnet 1. august 2001. Prøven er tatt som vertikale håvtrekk fra de 25 øverste meterne ved innsjøens dypeste punkt.

Art	30.august 2000	
	dyr/m <sup>2</sup>	dyr/m <sup>3</sup>
<b>Vannlopper (cladocera)</b>		
<i>Bosmina longispina</i>	2 803	140
<i>Bythotrephes longimanus</i>	170	8
<i>Daphnia galeata</i>	52 994	2 650
<i>Holopedium gibberum</i>	255	13
<i>Polyphemus pediculus</i>	198	10
<b>Hoppekreps (coppepoda)</b>		
<i>Cyclops scutifer</i>	340	17
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	340	17
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	4 416	221
<i>Megacyclops cf. gigas</i>	7	0
Calanoide copepoditter	2 548	127
Calanoide nauplier	764	38
Cyclopoide nauplier	85	4
<b>Hjuldyr (rotifera)</b>		
<i>Asplanchna priodonta</i>		* * *
<i>Collitecha sp.</i>		* * *
<i>Conochilus sp.</i>		* * * * *
<i>Gastropus stylifer</i>		* * *
<i>Kellicottia longispina</i>		* * * *
<i>Keratella cochlearis</i>		* * * *
<i>Keratella hiemalis</i>		* * *
<i>Synchaeta sp.</i>		* * *