



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2002

FORFATTERE:

Geir Helge Johnsen & Erling Brekke

OPPDRAKSGIVER:

Oppdretterne i Sævareidvassdraget

OPPDRAGET GITT:

27.mars 2001

ARBEIDET UTFØRT:

2002-2003

RAPPORT DATO:

10.februar 2003

RAPPORT NR:

625

ANTALL SIDER:

30

ISBN NR:

ISBN 82-7658-398-9

EMNEORD:

- Innsjøovervåking
- Smoltproduksjon i merder
- Fusa kommune

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082-MVA
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 2002. Undersøkelsene i 2002 er den andre i en serie på fem for årene 2001-2005. Det er tidligere foretatt tilsvarende undersøkelser blant annet i 1988 og i 1993-1995.

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 2002, 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 ved det akkrediterte laboratoriet 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, 10.februar 2003

INNHOLDSFORTEGNELSE

| | |
|---|----|
| Forord | 2 |
| Innholdsfortegnelse | 2 |
| Sammendrag | 3 |
| Miljøvirkning av merdanlegg i innsjøer | 4 |
| Sævareidvassdraget | 8 |
| Oppdrettsaktiviteten i Sævareidvassdraget | 11 |
| Driften ved anleggene i 2002 | 12 |
| Tilstanden i Skogseidvatnet i 2002 | 13 |
| Tilstanden i Henangervatnet i 2002 | 17 |
| Utvikling av tilstanden i vassdraget | 21 |
| Litteratur referanser | 24 |
| Tidligere undersøkelser i vassdraget | 26 |
| Vedleggstabeller over rådata | 27 |

SAMMENDRAG

G.H. Johnsen & E.Brekke 2003. Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2002. Rådgivende Biologer AS, rapport 625, 30 sider, ISBN 82-7658-398-9.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra oppdretterne i Sævareidvassdraget, overvåket miljøtilstanden i Skogseidvatnet og Henangervatnet i 2002. Det ble ved de seks oppdrettsanleggene i innsjøene til sammen produsert 2,9 millioner smolt som samlet utgjorde 295 tonn. Det ble til sammen brukt 324 tonn fôr, med en samlet fôrfaktor på 1,10 dette året.

Begge innsjøene er næringsfattige og har lavt innhold av organisk stoff. De har et stort dypvannsvolum uten problem med oksygenvinn. Samtidig er det en noe "forhøyet" algemengde i innsjøene i forhold til næringsinnholdet, noe som kan skyldes betydelige tilførsler av oppløst næringsstoff fra oppdrettsanleggene i innsjøene. Det er likevel ikke noen utvikling å spore, som skulle antyde at det var "fare på ferde" i de to innsjøene. Situasjonen i 2002 var samlet sett bedre enn året før, noe som i hovedsak må tilskrives klimatiske forskjeller mellom de to årene. Tilstanden i begge innsjøene tilsvarer SFTs tilstandsklasse II="god".

Tabellene 1 og 2 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 | Næringsalter | | | Organisk stoff | | Samlet |
|------|-----------------|--------------|----------|-------------|----------------|----------|--------|
| | | Fosfor | Nitrogen | Klorofyll a | TOC | Siktedyp | |
| 1985 | 5 | III-IV | II | | | | III |
| 1986 | 8 | II | II | II-III | I | II | II |
| 1988 | 4 | II-III | II | II | | II | II |
| 1993 | 4 | II | II | II | | I | II |
| 1994 | 4 | I | II | III | | I | II |
| 1995 | 4 | II | I-II | II-III | | I | II |
| 2001 | 6 | II | II | III | I | I | II |
| 2002 | 6 | II | I | II-III | I | I-II | II |

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

| År | Antall målinger | Næringsalter | | | Organisk stoff | | Samlet |
|------|-----------------|--------------|----------|-------------|----------------|----------|--------|
| | | Fosfor | Nitrogen | Klorofyll a | TOC | Siktedyp | |
| 1985 | 5 | | II | | | II | II |
| 1986 | 8 | II | II | II | I | | II |
| 1988 | 4 | II | II | II | | II | II |
| 1993 | 4 | I | I-II | II | | I | I-II |
| 1994 | 4 | I | I | III | | I | I-II |
| 1995 | 4 | I | I | II | I | I | I |
| 2001 | 6 | II | II | III | I | I | I-II |
| 2002 | 6 | II | I | II-III | I | I-II | II |

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 ytterligere tilførsler av næringsstoff fra kloakk og/eller avrenning fra landbruksvirksomhet og bebyggelse. Husdyrgjødsel har også en “gjødslende” 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 “gjødslende” 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 nyttegjørt 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 menneskeskapte 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 toverdig og treverdig 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 utslippsløyvet 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 3**).

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 |

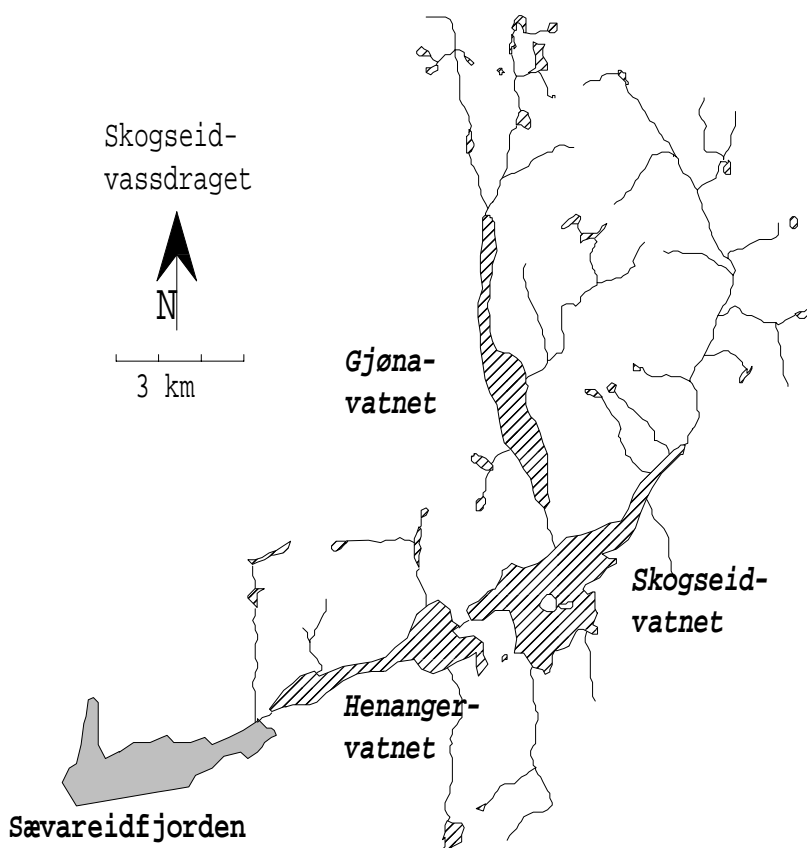
Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåking av de to nederste innsjøene i Sævareidvassdraget for 2002. Resultatene er vurdert i forhold til den presenterte faglige rammen, samtidig som utviklingen i innsjøene de siste årene også er presentert.

SÆVAREIDVASSDRAGET - NVE-nr. 053.Z

Sævareidvassdraget ligger i Fusa kommune i Hordaland. Vassdragets nedbørfelt er på 124,7 km², og med en spesifikk avrenning på 82,7 l/s/km² blir vannføringen til sjø på 325,2 mill. m³/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.

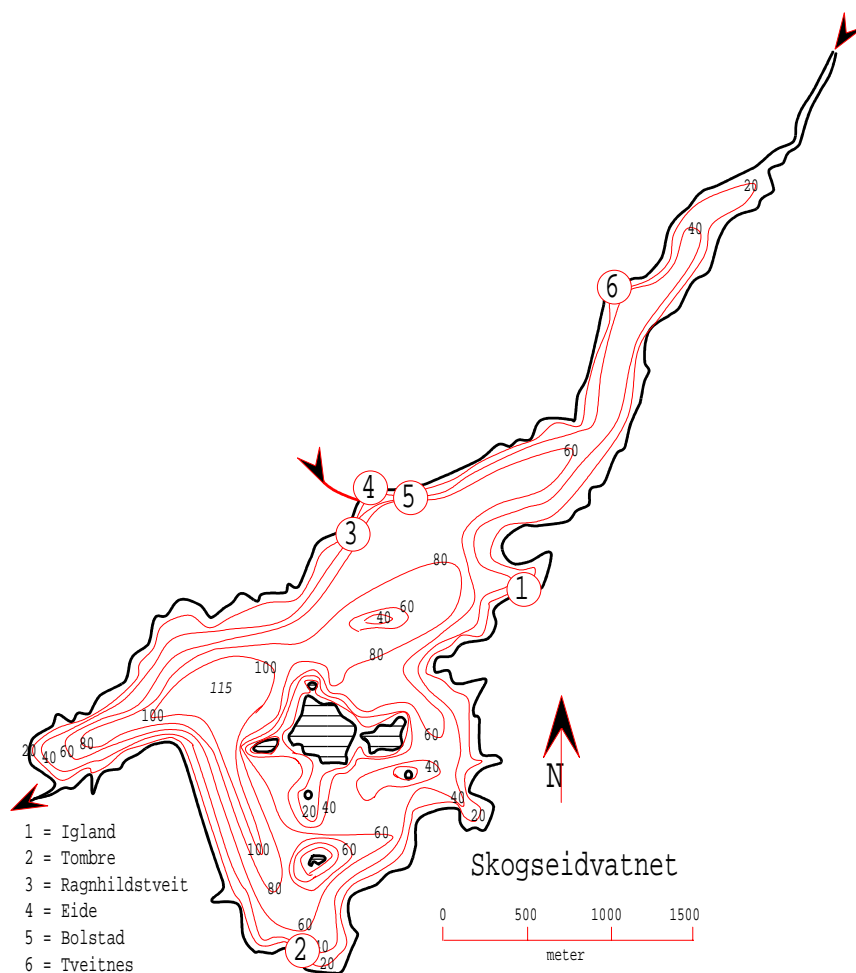
Mange undersøkelser er gjennomført i vassdraget og for en kort sammenstilling av forholdene i vassdraget se Bjørklund og Brekke (2000).



Figur 1. Kart over Sævareidvassdraget

SKOGSEIDVATNET, NVE-nr. 2043

Skogseidvatnet (13 moh.) ligger sentralt i Sævareidvassdraget og har et nedbørfelt på 97,4 km². Innsjøarealet er på 4,8 km², den er 115 meter dyp på det dypeste (**figur 2**) og har et samlet volum på 232 millioner m³. Innsjøen ligger i et område med årlig middelavrenning på 100 l/s pr. km² (NVE 1987), og årlig gjennomsnittlig tilrenning er på 307 millioner m³ eller omtrent 9700 m³/min i gjennomsnitt. Teoretisk beregnet vannutskifting er 1,3 ganger årlig (**tabell 4**). 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.



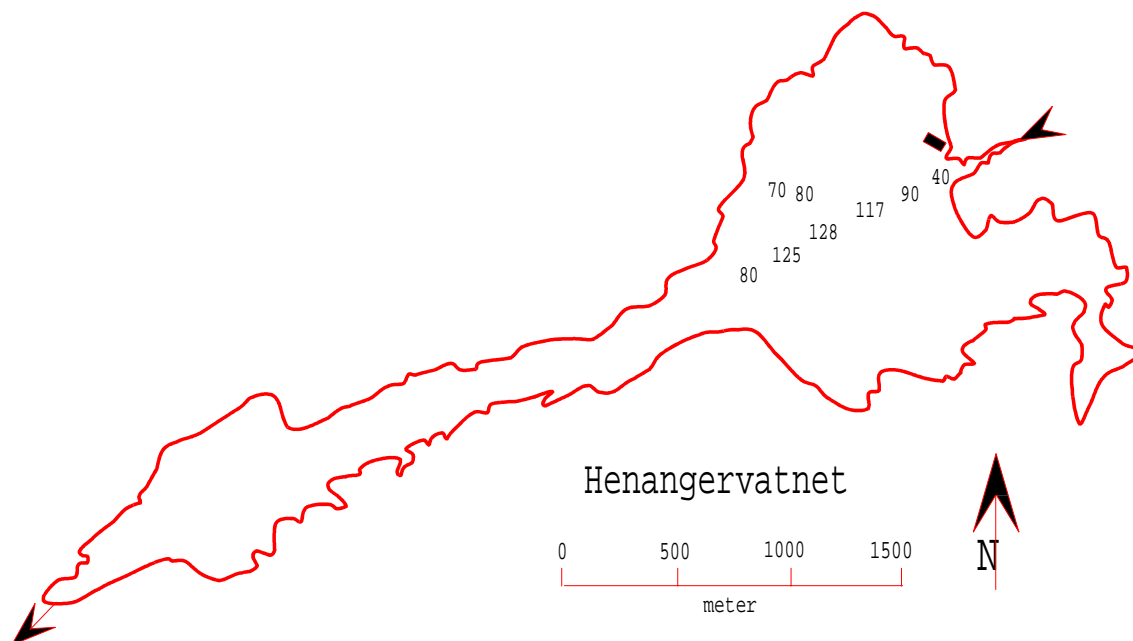
Figur 2. Dybdekart for Skogseidvatnet (Skogheim 1983).

Tabell 4. Morfologiske og hydrologiske data for Skogseidvatnet, dels basert på dybdekartet i **figur 2**.

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

HENANGERVATNET NVE-nr. 2042

Henangervatnet (**figur 3**) ligger nederst i Sævareidvassdraget. Innsjøen ligger 12 moh og har et nedbørfelt på 119,4 km². Med en gjennomsnittlig spesifikk avrenning på 100 l/s/km², blir den årlige gjennomsnittlige tilrenningen på 377 millioner m³, eller omtrent 11900 m³/min i gjennomsnitt. Innsjøen har et volum på 130 mill m³ og største dyp er på hele 130 meter (**tabell 5**). Teoretisk beregnet vannutskifting er 2,9 ganger årlig. Dybdekart for Henangervatnet finnes hos NVE.



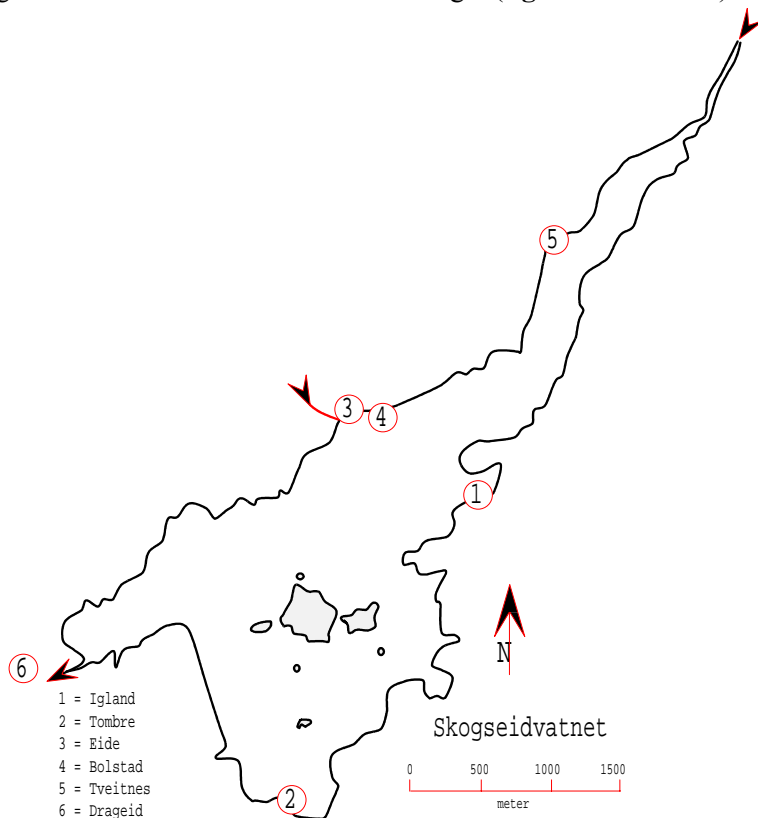
Figur 3. Dybder målt i Henangervatnet ved befaringen i september 2001. Prøvene er tatt ved det dypeste. Oppdrettsanlegget er vist med firkant i nordøst.

Tabell 5. Morfologiske og hydrologiske data for Henangervatnet fra NVEs innsjødatabase Regine.

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

OPPDRETTSAKTIVITETEN 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 4 & tabell 6**).



Figur 4. Oppdrettsanleggene i Sævareidvassdraget.

Tabell 6. Oppdrettsanleggene i Sævareidvassdraget, nummeret viser til kartet i **figur 4**.

| ANLEGG | Reg.nr. | PRODUKSJON | KONSESJON |
|-------------------------------|---------|----------------------------------|---------------|
| 1) Igland Bruk AS | H/Fs 31 | Laksesmolt | 50 tonn |
| 2) Tombre Fiskeanlegg AS | H/Fs 14 | | 50 tonn |
| Ragnhildstveit Fiskeanlegg | H/Fs 30 | drives sammen med Bolstad | 8 tonn |
| 3) K.J. Eide Fiskeoppdrett AS | H/Fs 28 | Klekkeri og smolt laks | |
| 4) Bolstad Fiskeoppdrett AS | H/Fs 2 | Klekkeri og smoltproduksjon laks | 67 tonn |
| 5) Tveitnes Fiskeoppdrett AS | H/Fs 24 | smoltproduksjon laks | |
| 6) Drageid Laks AS | H/Fs 20 | Klekkeri og smolt regnbueaure | 300 000 smolt |

DRIFTEN VED ANLEGGENE I 2002

I 2002 ble det ved de seks oppdrettsanleggene i Sævareidvassdraget til sammen levert 4,37 millioner fisk, hvorav 1,5 millioner var fra klekkeriet ved KJ.Eide. Til sammen ble det levert 2,87 millioner smolt av laks og regnbueaure fra anleggene i 2002. Dette utgjorde en samlet produksjon på 295,5 tonn, og det ble brukt 324 tonn fôr. Dette gir en samlet fôrfaktor på 1,10 (**tabell 7**).

Tabell 7. Produksjon, fôrbruk og fôrfaktor ved de seks anleggene i Sævareidvassdraget i 2002.

| Anlegg | Antall fisk levert | Produksjon tonn | Fôrbruk tonn | Fôrfaktor |
|---------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------|-----------|
| Igland Bruk AS | 414300 | 27,78 | 32,88 | 1,19 |
| Tombre Fiskeanlegg AS | 648125 | 54,85 | 51,17 | 0,93 |
| KJ.Eide Fiskeoppdrett AS | 353000 | 48,51 | 66,90 | 1,37 |
| KJ.Eide - klekkeri | 1500000 | 19,00 | 26,40 | 1,39 |
| Bolstad Fiskeoppdrett AS | 353000 | 70,25 | 78,00 | 1,11 |
| Tveitnes Fiskeoppdrett AS | 0 | 31,43 | 31,63 | 1,00 |
| Drageid Laks AS | 1098301 | 43,73 | 37,13 | 0,85 |
| SAMLET | 4366726 | 295,55 | 324,11 | 1,10 |

Tveitnes Fiskeoppdrett AS hadde bare fisk i anlegget fram til våren 2001, og satte så inn fisk i anlegget først i 2002. Det ble derfor ikke levert fisk fra dette anlegget i 2002.

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), og vil for Skogseidvatnet være på rundt 15g fosfor pr produsert kg fisk, med et antatt fosforinnhold i fôret på 1,5 % og en samlet fôrfaktor på 1,1.

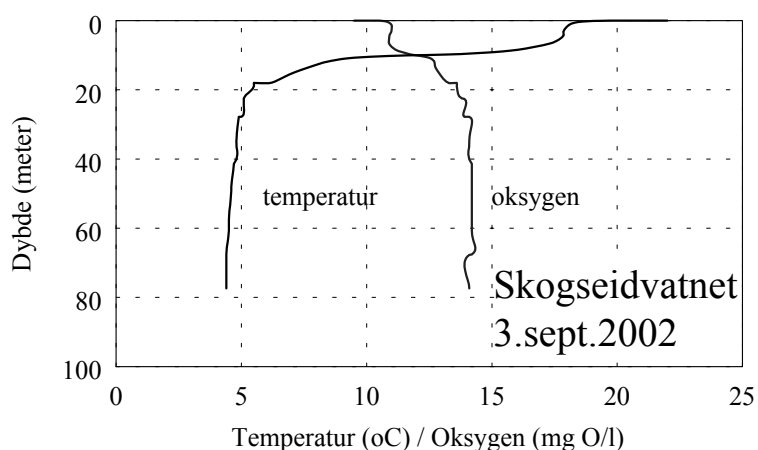
Oppdrettsvirksomheten tilførte Skogseidvatnet i 2002 omtrent 4400 kg fosfor, mot vel 4600 kg i 2001. I rapporten for 2001 er det feilaktig operert med 250 kg.

TILSTANDEN I SKOGSEIDVATNET I 2002

Temperatur- og oksygenforholdene

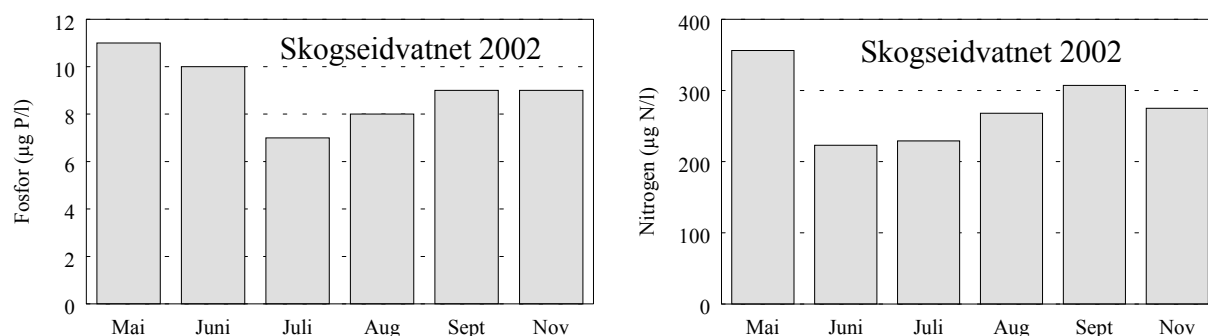
Det varme overflatelaget i Skogseidvatnet strakk seg i begynnelsen av september ned til vel 10 meters dyp og under 20 meter var temperaturen under 5°C (**figur 5**). Det ble ikke påvist oksygenvinn i dypvannet, og i begynnelsen av september var det fremdeles over 13 mg O/l ned til 80 meters dyp. I overflatevannlaget var oksygeninnholdet noe lavere. Dette skyldes delvis 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 sedimenterende organisk materiale og alger.

Figur 5. Temperatur- og oksygenprofil fra Skogseidvatnet 3.september 2002. Målingene er gjort med et nedsenkbart YSI-instrument ved det dypeste i innsjøen.



Virkning av tilførsler av næringsstoff

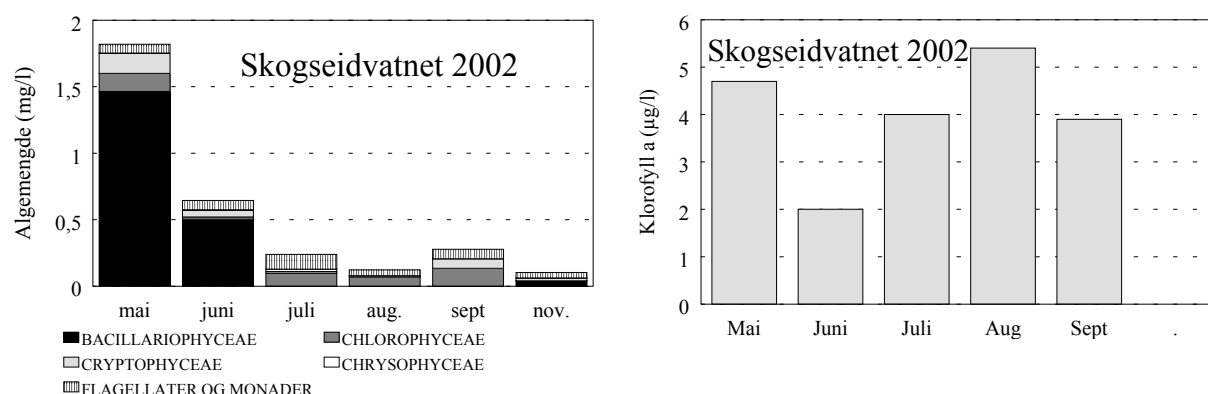
Skogseidvatnet er næringsfattig. Gjennomsnittskonsentrasjonene av både fosfor og nitrogen var begge lave med henholdsvis 9,0 : g fosfor pr. liter og 276 : g nitrogen pr. liter (**vedleggstabell 1**). Disse verdiene er klassifisert i tilstandsklasse II="god" for fosfor og I="meget god" for nitrogen etter SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997). Både nitrogen- og fosforinnholdet var høyest i mai (**figur 6**).



Figur 6. Innhold av næringsstoffene fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre) i månedlige vannprøver fra Skogseidvatnet i 2002. 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 4,0 : g Chl a/l, hvilket er klassifisert på grensen mellom til SFTs tilstandsklasse II="god" og III="mindre god"(figur 7). Analysert som algevolum var også algemengdene moderate. Med et gjennomsnittlig algevolum på 0,53 mg/l og et største algevolum på 1,8 mg/l i mai 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. Blågrønnalger ble i svært liten grad funnet i 2002, selv om blågrønnalger har vært observert i innsjøen ved tidligere undersøkelser.

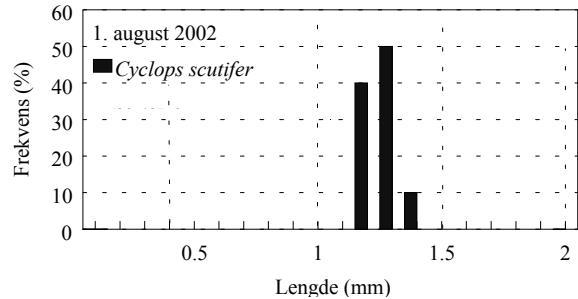
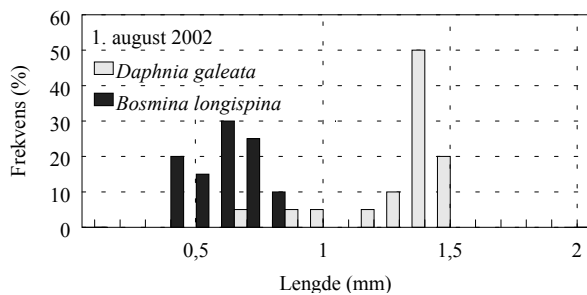


Figur 7. Innhold av klorofyll a (til høyre), og algemengder og algetyper (til venstre) i månedlige overflatevannprøver fra Skogseidvatnet sommeren 2002. Prøvene er tatt som blandeprøver de øverste seks metrene ved det dypeste punktet i innsjøen. For detaljer vedrørende algearter og typer henvises til 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 vannloppen *Bosmina longispina* til stede i vesentlige mengder. Hoppekrepsamfunnet besto for en stor del av unge stadier, men av de voksne utgjorde *Cyclops scutifer* hovedandelen på dette tidspunktet.

Artssammensetningen av zooplankton i august 2002 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 algespisere, og er ofte i stand til å holde algemengdene nede ved beiting dersom ikke blågrønne alger dominerer i innsjøen.



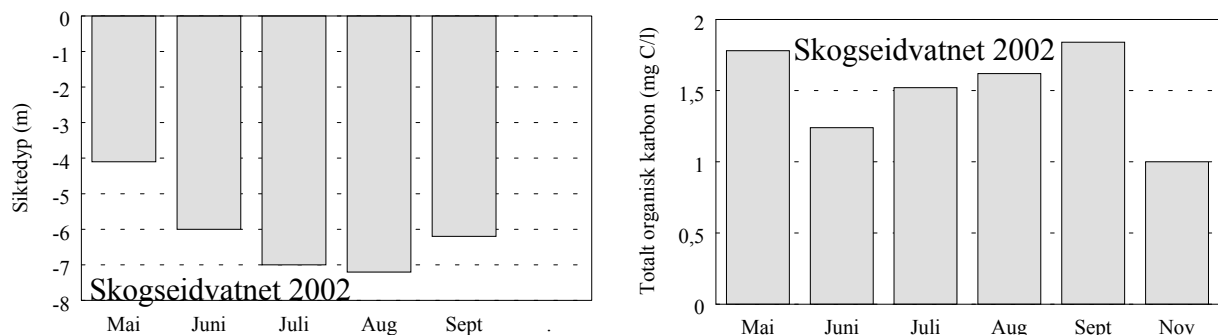
Figur 7. Lengdefordeling (%) av vannloppene *Daphnia galeata* og *Bosmina longispina* (over til venstre), og hoppekrepsen *Cyclops scutifer* (over til høyre) i Skogseidvatnet 1. august 2002. Prøvene er tatt som vertikale håvtrekk gjennom de 20 øverste metrene i vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt.

Hjuldyrssamfunnet i Skogseidvatnet var dominert av slekten *Conochilus* og artene *Kellicottia longispina* og *Keratella cochlearis*. Ellers ble syv 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 6,0 m i gjennomsnitt, hvilket tilsier tilstandsklasse I = ”meget god” i henhold til SFT sitt klassifiseringssystem. Siktedypet var størst i juli og august, da algemengden var lavest (figur 8).

Innholdet av organisk stoff i overflatevannmassene lå i gjennomsnitt på 1,5 mg C/l gjennom sommeren, med høyeste måling i september på 1,8 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.

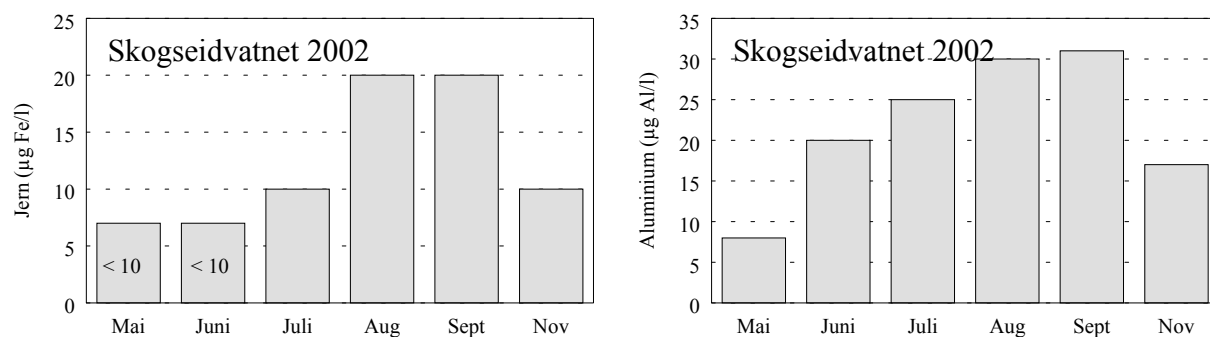


Figur 8. Månedlige målinger av siktedyp (til venstre) og av totalt organisk karbon TOC (til høyre) i Skogseidvatnet i 2002. Siktedypmålingene er gjort med en standard Secchi-skive ved det dypeste punktet, mens TOC er målt i de månedlige innsamlede blandprøvene fra overflatevannet.

Vannkvalitet generelt

Innholdet av jern i overflatevannet i Skogseidvatnet var meget lavt i 2002 (**figur 9**). Høyeste verdi var på 0,02 mg Fe/l, som tilsvarer klasse I= ”meget god” i SFTs vurderingssystem (**vedleggstabell 1**). 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 22 : g Al/l (**figur 9**). Høyeste registrerte verdi var på 31 : g/l. Også dette er så lavt at det ikke representerer fare for skade på ferskvannsorganismer i en slik innsjø der surhetsnivået er relativt lavt.



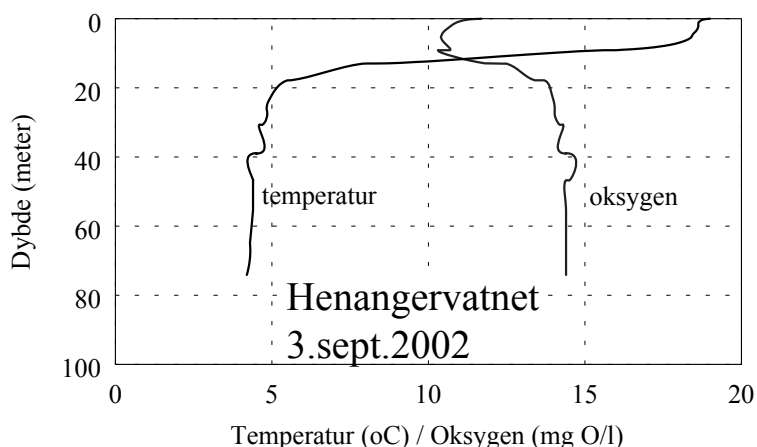
Figur 9. Innhold av jern (til venstre) og aluminium (til høyre) i månedlige vannprøver fra overflatevannet i Skogseidvatnet i 2002.

TILSTANDEN I HENANGERVATNET I 2002

Temperatur- og oksygenforholdene

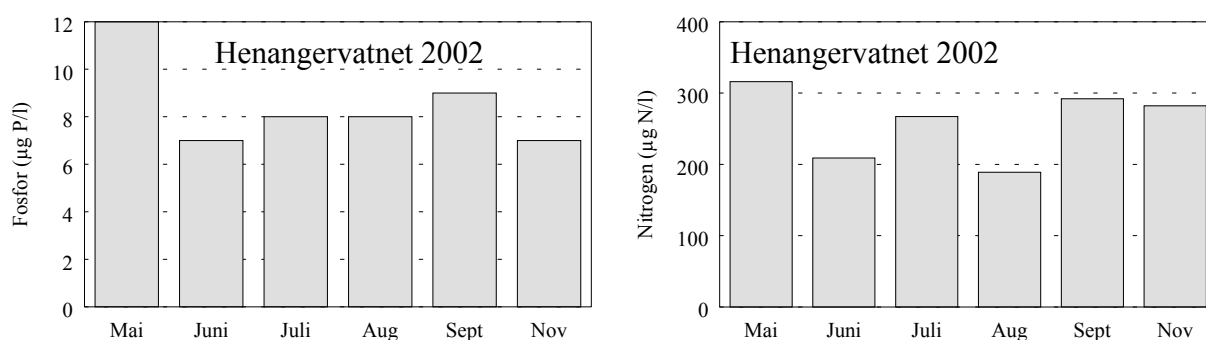
I begynnelsen av september var overflatetemperaturen i Henangervatnet rundt 18 °C (**figur 10**). Sjøstrømningen var velutviklet og lå rundt 10-15 meters dyp. Under 20 meters dyp var temperaturen under 5°C i hele vannsøylen. I overflatevannlaget var oksygenmengdene noe lavere enn i dypvannet på grunn av lavere temperatur og trykk der. Det var ikke en like tydelig effekt av dyreplanktonets respirasjon her som i Skogseidvatnet. I dypvannet var det over 13 mg O/l i hele vannsøylen, på samme nivå som i Skogseidvatnet.

Figur 10. Temperatur- og oksygenprofil fra Henangervatnet 3. september 2002. Målingene er gjort med et nedsenkbart YSI-instrument ved det dypeste i innsjøen.



Virkning av tilførsler av næringsstoff

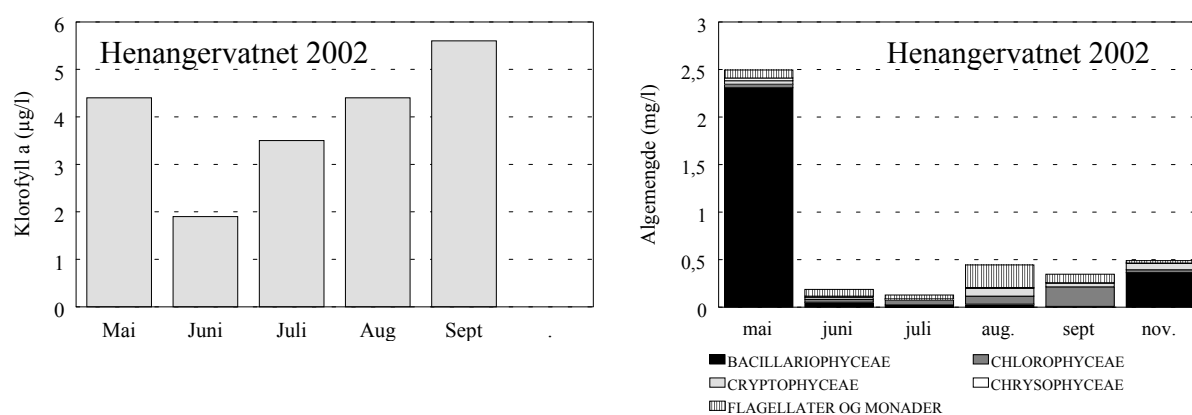
Henangervatnet er relativt næringsfattig. Konsentrasjonene av både fosfor og nitrogen var lave med gjennomsnittsverdier på hhv. 8,5 : g fosfor pr. liter og 259 : g nitrogen pr. liter (**vedleggstabell 2**). Disse verdiene er klassifisert i tilstandsklasse II="god" for fosfor og I="meget god" for nitrogen etter SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997). Fosforinnholdet var høyest i mai, mens nitrogeninnholdet var spesielt lavt i juni og august (**figur 11**).



Figur 11. Innhold av næringsstoffene fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre) i månedlige vannprøver fra Henangervatnet i 2002. 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 4,0 : g Chl a/l, hvilket er klassifisert på grensen mellom SFTs tilstandsklasse II=“god” og III=“mindre god”(figur 12). Analysert som algevolument var også algemengdene moderate. Med et gjennomsnittlig algevolument på 0,68 mg/l og et største algevolument på 2,5 mg/l klassifiseres innsjøen som middels næringsrik i henhold til Brettum (1989), tilsvarende SFTs tilstandsklasse III=“mindre god”.

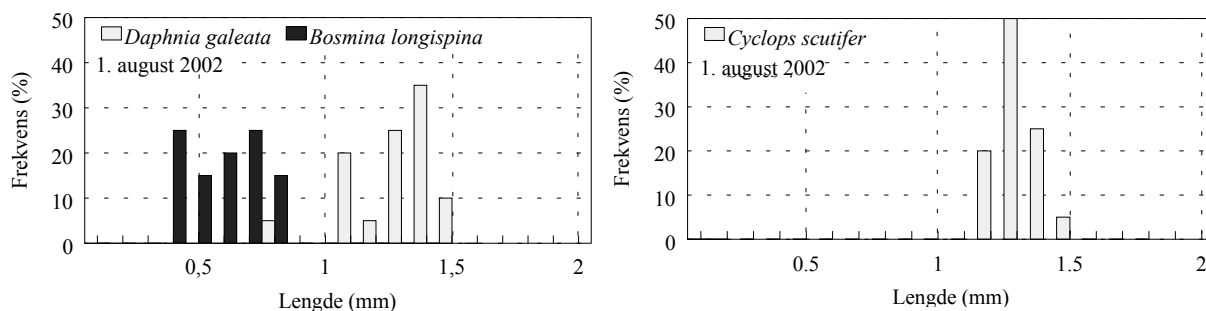
Algesamfunnet var heller ikke vesentlig forskjellig fra det en fant i Skogseidvatnet. Kiselalger (*Bacillariophyceae*) dominerte fullstendig i første del av prøvetakingssesongen, og de dominerende artene var også her *Asterionella formosa* og *Tabellaria fenestrata* (figur 12, vedleggstabell 4) som begge har størst utbredelse i middels næringsrike innsjøer og i større innsjøer som er en del belastet med forurensende tilførsler. Heller ikke i Henangervatnet ble det påvist blågrønnalger av særlig omfang i 2002.



Figur 12. Innhold av klorofyll a (til venstre), og algemengder og algetyper (til høyre) i månedlige overflatevannprøver fra Henangervatnet sommeren 2002. Prøvene er tatt som blandeprøver fra 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 (vedleggstabell 5). Vannloppen *Daphnia galeata* dominerte på prøvetakingstidspunktet, og hoppekrepsen *Cyclops scutifer* dominerte blant de voksne hoppekrepsene. Forekomsten av de store og attraktive vannloppene *Bythotrephes longimanus* og de relativt store vannloppene *Daphnia galeata* tyder heller ikke på at beitepresset fra planktonspisende fisk er spesielt stort i Henangervatnet (figur 13). Vannlopper av slekten *Daphnia* er effektive algespisere, 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 dersom det ikke kommer blågrønnalgeoppblomstringer.

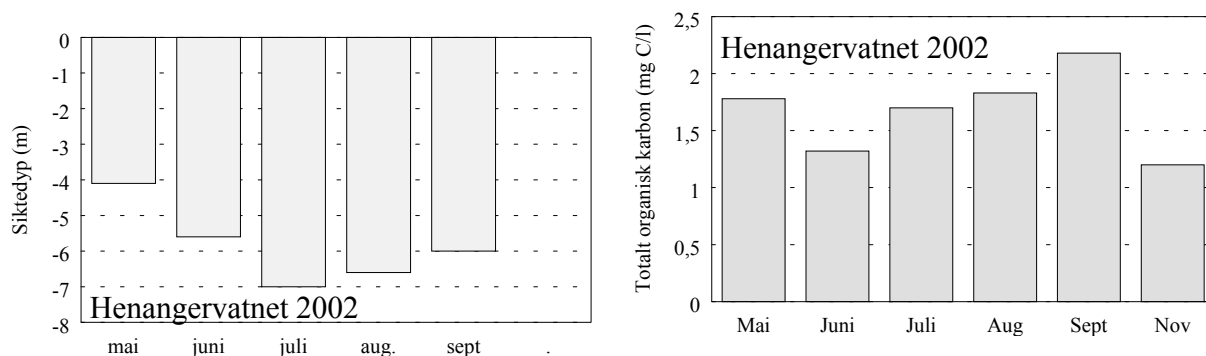


Figur 13. Lengdefordeling (%) av vannloppene *Daphnia galeata*, *Bosmina longispina* (over til venstre), og hoppekrepsen *Cyclops scutifer* (oppe til høyre) i Henangervatnet 1. august 2002. Prøvene er tatt som vertikale håvtrekk gjennom de 20 øverste meterne i vannsøylen ved innsjøens dypeste punkt.

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 et gjennomsnittlig siktedyp på 5,9 meter ligger innsjøen på grensen mellom tilstandsklasse I = “meget god” og II=god i SFT sitt klassifiseringssystem. Største siktedyp ble målt i juli da algemengdene var lavest (**figur 14**).

Innholdet av organisk stoff i overflatevannmassene lå i gjennomsnitt på 1,7 mg C/l gjennom sommeren, med høyeste måling i september på 2,2 mg C/l (**figur 14**). Dette er et lavt innhold av organisk materiale, og tilsvarer klasse I=“meget god” i SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann.

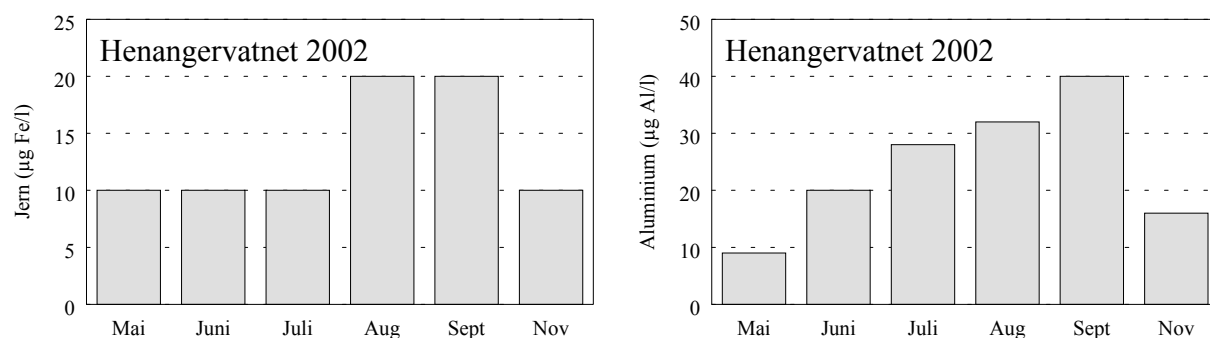


Figur 14. Målinger av siktedyp (til venstre) og av totalt organisk karbon TOC (til høyre) i Henangervatnet i 2002. Siktedypsmålingene er gjort med en standard Secchi-skive ved det dypeste punktet, mens TOC er målt i de månedlige innsamlete blandprøvene fra overflatevannet.

Vannkvalitet generelt

Innholdet av jern i overflatevannet i Henangervatnet var meget lavt (**figur 15**). Høyeste målte konsentrasjon var på 0,02 mg Fe/l, som tilsvarer klasse I=“meget god” i SFTs vurderingssystem (**vedleggstabell 2**). 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 24 : g Al/l (**figur 15**). Høyeste registrerte konsentrasjon av totalaluminium var på bare 40 : g/l, og det er derfor ingen fare for at innholdet av labilt aluminium skal kunne komme opp i konsentrasjoner som kan være skadelig for fisken i denne innsjøen som er relativt lite sur.



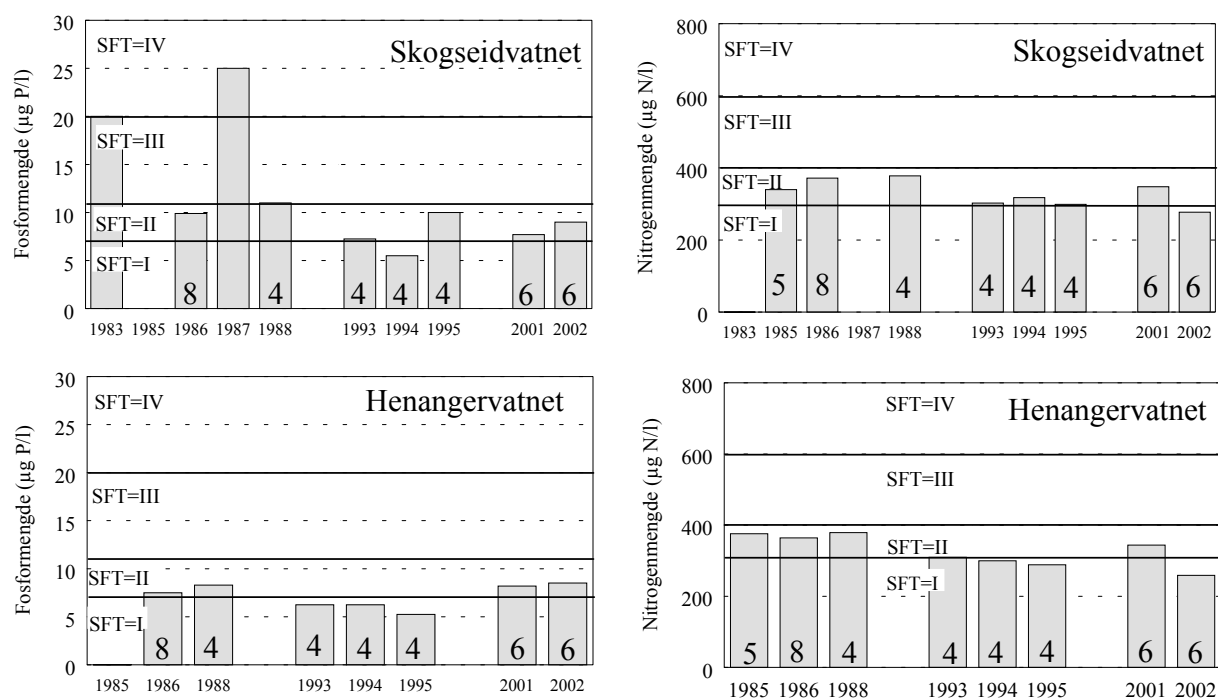
Figur 15. Innhold av jern (til venstre) og aluminium (til høyre) i månedlige vannprøver fra overflatevannet i Henangervatnet i 2002.

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.

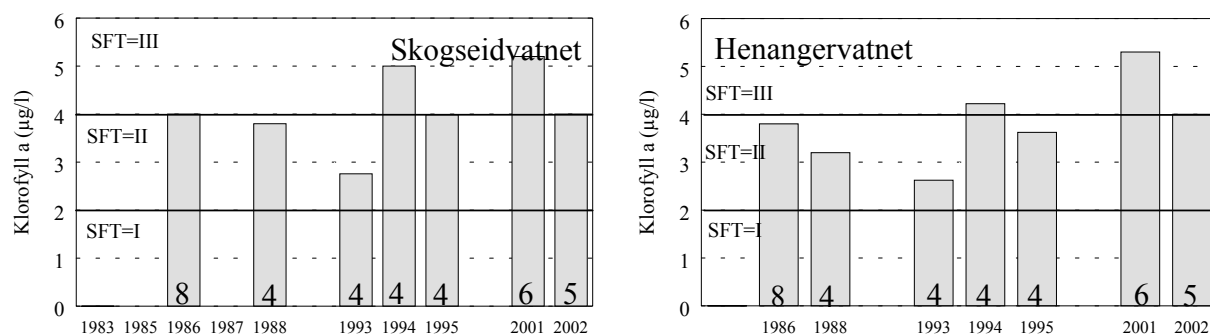
Virkning av tilførsler av næringsstoff

Næringsinnholdet i vassdraget har ikke økt de siste årene, men var noe lavere i 2002 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 fosfor, og tilstandsklasse I = “Meget god” med hensyn på innholdet av nitrogen. I Skogseidvatnet varierte innholdet av fosfor en del på åttitallet, men de siste årene har fosforinnholdet vært stabilt lavt.



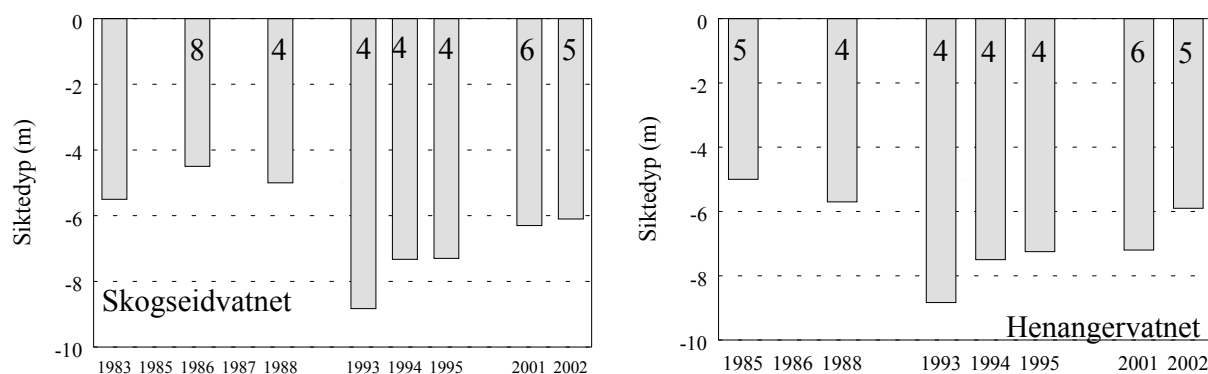
Figur 17. Utvikling i næringsinnhold i Skogseidvatnet (øverst) og Henangervatnet (nederst) vist som gjennomsnittlig innhold av fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre). Antall årlige målinger (der dette er kjent) er vist på hver søyle i figuren.

Algemengdene i innsjøene har ikke vist en tilsvarende tendens, men ser tvert i mot ut til å ha økt noe de siste årene (**figur 18**). 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 2002 ble det ikke påvist blågrønnalger i særlig omfang i noen av de to innsjøene, i motsetning til tidligere da dette har kunnet forekomme.



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

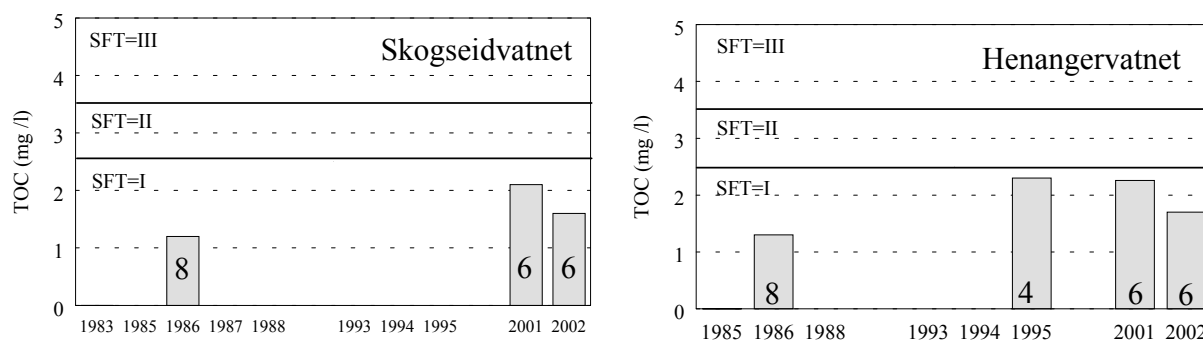
Siktedypet i både Skogseidvatnet og Henangervatnet var mindre på åttitallet enn det har vært de siste ni årene. Mellom 1988 og 1993 var forskjellen på gjennomsnittlig siktedyp på rundt fire meter i begge innsjøene, men selv om det har avtatt noe de siste årene, er det likevel ikke så lavt som det var på åttitallet (**figur 19**). Både algemengdene (målt som klorofyll a) og innholdet av organisk stoff (**figur 20**) har imidlertid økt noe, og begge disse burde ført til et lavere siktedyp i dag enn på åttitallet. Tilførsler av organisk stoff kommer også fra avrenning fra nedbørfeltet, og det er de siste årene registrert en signifikant økning i fargetall i vassdragene over hele landet. Noe av endringen i siktedyp kan derfor også tilskrives disse forholdene.



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

Virkning av tilførsel av organisk materiale

Innholdet av organisk stoff i både Skogseidvatnet og Henangervatnet 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 2002 enn i 1986, men lavere enn i 2001. Økt innhold av organisk stoff har vært 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. Endringer i klimatiske forhold antas å være den mest sannsynlige årsaken, ettersom økningen har skjedd samtidig over en større region, både i områder som er påvirket av sur nedbør og i områder som er upåvirket, fra humusrike skogsvann til klarvanns fjellsjøer.



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

Det meste av oksygenforbruket i vannmassene skyldes biologisk nedbryting 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.

Oppsummering

Begge innsjøene er næringsfattige og har lavt innhold av organisk stoff. De har et stort dypvannsvolum uten problem med oksygenvinn. Samtidig er det en noe "forhøyet" mengde i innsjøene i forhold til næringsinnholdet, noe som kan skyldes betydelige tilførsler av oppløste næringsstoff fra oppdrettsanleggene i innsjøene. Det er likevel ikke noen utvikling å spore, som skulle antyde at det var "fare på ferde" i de to innsjøene. Situasjonen i 2002 var samlet sett bedre enn året før, noe som i hovedsak må tilskrives klimatiske forskjeller mellom de to årene.

LITTERATUR REFERANSER

- Andersen, S., G.H.Johnsen & K.Y.Børsheim 1989.** Changes in seasonal succession of plankton in lake Kvernvatn, 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 Kvernvatnet 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, Bømlo 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.

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

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

Landsomfattende undersøkelse av trofittilstanden 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.

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.

Korvald, E. & V. Bjerknes 1987.

Framlegg til kystsoneplan 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 2002. 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 | 01.aug | 03.sep | 19.sep | 07.nov | Snitt |
|---------------------|------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Total fosfor | : g P / l | NS 4724:1984 | 11 | 10 | 7 | 8 | 9 | 9 | 9 |
| Total nitrogen | : g N / l | NS 4743:1993 | 356 | 223 | 229 | 268 | 307 | 275 | 276 |
| Tot. organisk karb. | mg C / l | | 1,78 | 1,24 | 1,52 | 1,62 | 1,84 | 1 | 1,5 |
| Klorofyll a | mg Chl/l | | 4,7 | 2 | 4 | 5,4 | 3,9 | | 4 |
| Jern | : g Fe / l | NS 4773 | <10 | <10 | 10 | 20 | 20 | 10 | 13 |
| Aluminium | : g Al / l | NS 4781 | 8 | 20 | 25 | 30 | 31 | 17 | 22 |

Vedleggstabell 2. Analyseresultat fra overflatevannprøver fra Henangervatnet i 2002. 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 | 01.aug | 03.sep | 19.sep | 07.nov | Snitt |
|---------------------|------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Total fosfor | : g P / l | NS 4724:1984 | 12 | 7 | 8 | 8 | 9 | 7 | 8,5 |
| Total nitrogen | : g N / l | NS 4743:1993 | 316 | 209 | 267 | 189 | 292 | 282 | 259 |
| Tot. organisk karb. | mg C / l | | 1,78 | 1,32 | 1,7 | 1,83 | 2,18 | 1,2 | 1,7 |
| Klorofyll a | mg Chl/l | | 4,4 | 1,9 | 3,5 | 4,4 | 5,6 | | 4 |
| Jern | : g Fe / l | NS 4773 | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 | 10 | 13 |
| Aluminium | : g Al / l | NS 4781 | 9 | 20 | 28 | 32 | 40 | 16 | 24 |

Vedleggstabell 3. Algeresultater fra Skogseidvatnet sommeren 2002. 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.

| Skogseidvatnet 2002 | 28.mai | | 25.jun | | 01.aug | | 03.sep | | 18.sep | | 06.nov | |
|-------------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Antall | Volum | Antall | Volum | Antall | Volum | Antall | Volum | Antall | Volum | Antall | Volum |
| BACILLARIOPHYCEAE | | | | | | | | | | | | |
| Asterionella formosa | 1530000 | 1,224 | 94000 | 0,0752 | | | | | | | 12000 | 0,0096 |
| Melosira sp. | 18000 | 0,0018 | | | | | | | | | | |
| Tabellaria fenestrata | 398000 | 0,2388 | 428000 | 0,428 | | | | | | | 31000 | 0,031 |
| CHLOROPHYCEAE | | | | | | | | | | | | |
| Cosmarium sp. | | | | | 2000 | 0,001 | | | | | | |
| Crucigeniella sp. | | | | | | | 122000 | 0,0138 | | | | |
| Dictyosphaerium sp. | | | | | | | 153000 | 0,0099 | 612000 | 0,0398 | | |
| Elakatothrix sp. | | | 31000 | 0,0035 | 122000 | 0,0122 | 61000 | 0,0061 | | | | |
| Eudorina sp. | | | | | | | 64000 | 0,0032 | | | | |
| Nephrocytium sp. | | | | | | | 8000 | 0,0016 | | | | |
| Pandorina sp. | | | | | | | | | 64000 | 0,0072 | | |
| Planktosphaeria sp. | | | 31000 | 0,0035 | | | | | | | | |
| Sphaerocystis sp. | 32000 | 0,0036 | 50000 | 0,0033 | 1316000 | 0,0855 | 8000 | 0,009 | 275000 | 0,0311 | | |
| Staurastrum sp. | 31000 | 0,124 | | | | | 6000 | 0,024 | 10000 | 0,04 | | |
| Staurodesmus sp. | 2000 | 0,008 | 2000 | 0,008 | | | | | 4000 | 0,016 | | |
| CRYPTOPHYCEAE | | | | | | | | | | | | |
| Cryptomonas sp. | 31000 | 0,0759 | 6000 | 0,006 | 2000 | 0,002 | 6000 | 0,006 | 61000 | 0,061 | 12000 | 0,012 |
| Rhodomonas sp. | 949000 | 0,0759 | 551000 | 0,0441 | 122000 | 0,0098 | 61000 | 0,0049 | 153000 | 0,0122 | 92000 | 0,0092 |
| CHRYSOPHYCEAE | | | | | | | | | | | | |
| Bitrichia sp. | | | | | 31000 | 0,0031 | | | | | | |
| Dinobryon divergens | 8000 | 0,0012 | 24000 | 0,0036 | | | | | | | | |
| Synura sp. | | | | | 31000 | 0,0155 | | | | | | |
| Chrysophyceae sp. | | | | | | | 6000 | 0,0006 | | | | |
| CYANOPHYCEAE | | | | | | | | | | | | |
| Chroococcus sp. | | | | | | | | | 16000 | 0,0043 | | |
| FLAGELLATER OG MONADER | | | | | | | | | | | | |
| Ubestemte flagellater < 5 µm | 1010000 | 0,0141 | 2390000 | 0,0335 | 2434000 | 0,0341 | 918000 | 0,0129 | 979000 | 0,0323 | 1775000 | 0,0247 |
| Ubestemte flagellater > 5 µm | 459000 | 0,0519 | 551000 | 0,0358 | 673000 | 0,076 | 275000 | 0,0311 | 337000 | 0,0381 | 153000 | 0,0173 |
| SAMLET | | | | | | | | | | | | |
| | 4468000 | 1,8192 | 4158000 | 0,6445 | 4733000 | 0,2392 | 1688000 | 0,1231 | 2511000 | 0,282 | 2075000 | 0,1038 |

Vedleggstabell 4. Algeresultater fra Henangervatnet sommeren 2002. 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.

| Henangervatnet 2002 | 28.mai | | 26.jun | | 01.aug | | 03.sep | | 18.sep | | 06.nov | |
|-------------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | Antall | Volum | Antall | Volum | Antall | Volum | Antall | Volum | Antall | Volum | Antall | Volum |
| BACILLARIOPHYCEAE | | | | | | | | | | | | |
| Asterionella formosa | 2662000 | 2,1296 | 61000 | 0,0488 | 31000 | 0,0248 | 34000 | 0,0272 | | | 61000 | 0,0488 |
| Melosira sp. | 184000 | 0,0184 | | | | | | | | | 337000 | 0,1685 |
| Tabellaria fenestrata | 245000 | 0,147 | 2000 | 0,0012 | | | | | 16000 | 0,0096 | 245000 | 0,147 |
| Tabellaria flocculosa | | | 2000 | 0,0012 | | | | | | | | |
| Ubestemte pennate diatomeer | 31000 | 0,014 | 2000 | 0,0009 | | | | | | | | |
| Ubestemte sentriske diatomeer | | | | | | | 12000 | 0,006 | | | | |
| CHLOROPHYCEAE | | | | | | | | | | | | |
| Ankistrodesmus sp. | | | 31000 | 0,0031 | | | | | | | | |
| Ankyra judai | 31000 | 0,0031 | | | | | | | | | | |
| Crucigeniella sp. | | | | | | | | | 122000 | 0,0122 | | |
| Dictyosphaerium sp. | | | | | | | 212000 | 0,007 | 122000 | 0,0079 | 214000 | 0,0242 |
| Eudorina sp. | | | | | | | 64000 | 0,032 | | | | |
| Nephrocytium sp. | | | | | | | | | 16000 | 0,0016 | | |
| Oocystis sp. | | | | | | | | | 2000 | 0,0004 | | |
| Planktosphaeria sp. | | | 1000 | 0,0002 | | | | | | | 31000 | 0,0062 |
| Pandorina sp. | 32000 | 0,0086 | | | | | | | | | | |
| Quadrula korsikovii | | | | | | | 16000 | 0,0016 | | | | |
| Sphaerocystis sp. | | | 245000 | 0,0159 | 459000 | 0,0367 | 8000 | 0,0026 | 122000 | 0,0138 | | |
| Staurastrum sp. | 2000 | 0,008 | 1000 | 0,004 | 4000 | 0,016 | 10000 | 0,04 | 42000 | 0,168 | | |
| Staurodesmus sp. | 4000 | 0,016 | 2000 | 0,008 | | | | | | | | |
| Xanthinium sp. | | | | | | | | | 2000 | 0,008 | | |
| CRYPTOPHYCEAE | | | | | | | | | | | | |
| Cryptomonas sp. | 4000 | 0,004 | | | | | 61000 | 0,061 | 26000 | 0,026 | 61000 | 0,061 |
| Rhodomonas sp. | 428000 | 0,0342 | 245000 | 0,0196 | 122000 | 0,0098 | 275000 | 0,022 | 184000 | 0,0147 | 92000 | 0,0092 |
| CHRYSOPHYCEAE | | | | | | | | | | | | |
| Dinobryon borgei | 31000 | 0,0031 | | | | | | | 31000 | 0,0031 | | |
| Dinobryon divergens | | | 98000 | 0,0147 | | | 60000 | 0,009 | | | | |
| Mallomonas sp. | 31000 | 0,0248 | | | | | | | | | | |
| DINOPHYCEAE | | | | | | | | | | | | |
| Gymnodinium sp. | | | | | | | | | 31000 | 0,031 | 31000 | 0,031 |
| CYANOPHYCEAE | | | | | | | | | | | | |
| Anabaena spiroides | | | 12000 | 0,0008 | | | 337000 | 0,0381 | | | | |
| Cyanophyceae sp. (kolonier) | | | | | | | | | 2000 | 0,002 | | |
| FLAGELLATER OG MONADER | | | | | | | | | | | | |
| Ubestemte flagellater < 5 µm | 1774000 | 0,0248 | 2788000 | 0,039 | 979000 | 0,0137 | 3803000 | 0,1255 | 1010000 | 0,0333 | 1601000 | 0,0224 |
| Ubestemte flagellater > 5 µm | 520000 | 0,0588 | 275000 | 0,0311 | 245000 | 0,0277 | 979000 | 0,1106 | 490000 | 0,0554 | 310000 | 0,0035 |
| SAMLET | | | | | | | | | | | | |
| | 5979000 | 2,4944 | 3765000 | 0,1885 | 1840000 | 0,1287 | 5871000 | 0,4826 | 2218000 | 0,387 | 2983000 | 0,5218 |

Vedleggstabell 5. Dyreplankton i Skogseidvatnet og Henangervatnet 1. august 2002. Prøvene er tatt som vertikale håvtrekk fra de 20 øverste meterne ved innsjøenes dypeste punkt. Mengden hjuldyr er estimert på en skala fra * til ***** der flest stjerner gir høyest antall.

| Art | Skogseidvatnet 2002 | | Henangervatnet 2002 | |
|---------------------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | dyr/m ² | dyr/m ³ | dyr/m ² | dyr/m ³ |
| Vannlopper (cladocera) | | | | |
| <i>Bosmina longispina</i> | 4246 | 212 | 2378 | 119 |
| <i>Bythotrephes longimanus</i> | 85 | 4 | 127 | 6 |
| <i>Daphnia galeata</i> | 12229 | 611 | 19703 | 985 |
| <i>Holopedium gibberum</i> | 510 | 25 | 340 | 17 |
| <i>Polyphemus pediculus</i> | 340 | 17 | 234 | 12 |
| Hoppekreps (copepoda) | | | | |
| <i>Cyclops scutifer</i> | 4501 | 225 | 3312 | 166 |
| <i>Eudiaptomus gracilis</i> | 21 | 1 | 340 | 17 |
| <i>Eudiaptomus graciloides</i> | 764 | 38 | 2208 | 110 |
| <i>Mixodiaptomus laciniatus</i> | 7 | 0 | 14 | 1 |
| Calanoide copepoditter | 4756 | 238 | 18599 | 930 |
| Cyclopoide copepoditter | 594 | 30 | 170 | 8 |
| Calanoide nauplier | 1019 | 51 | 5096 | 255 |
| Cyclopoide nauplier | 29554 | 1478 | 75414 | 3771 |
| Hjuldyr (rotifera) | | | | |
| <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> | ** | | *** | |