

Tilstandsrapport for
Skogseidvatnet og Henangervatnet
i Fusa 2009



R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

1281



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa i 2009

FORFATTERE:

Geir Helge Johnsen & Mette Eilertsen

OPPDRAKSGIVER:

Oppdretterne i Sævareidvassdraget

OPPDRAGET GITT:

mai 2006

ARBEIDET UTFØRT:

2009-2010

RAPPORT DATO:

15. februar 2010

RAPPORT NR:

1281

ANTALL SIDER:

27

ISBN NR:

ISBN 978-82-7658-736-4

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082-MVA

Internett : www.radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78

E-post: post@radgivende-biologer.no

Telefax: 55 31 62 75

Forsidefoto: Skogseidvatnet fotografert ut vinduet ved innflygning til Flesland en tidlig høstmorgen.

FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra oppdretterne i Sævareidvassdraget gjennomført en overvåking av miljøtilstanden i Skogseidvatnet og Henangervatnet i 2009. Undersøkelsene sommeren 2009 er utført for fjerde året i den andre femårsperioden siden 2001. Det er tidligere foretatt tilsvarende undersøkelser blant annet i 1988 og i perioden 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 også konsesjonspålagt for enkelte av oppdretterne i forbindelse med anleggenes utslippsløyver. Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåkingsprogrammet for 2009, og angir også 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 hos KJ Eide Fiskeoppdrett AS i Skogseidvatnet ved feltarbeidet. 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 innhentet fra de ulike anleggene.

Rådgivende Biologer AS takker Knut Frode Eide for lån av båt i innsjøene, og oppdretterne i Sævareidvassdraget for oppdraget.

Bergen, 13. februar 2009

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord	2
Innholdsfortegnelse	2
Sammendrag	3
Miljøvirkning i merdanlegg i innsjøer	4
Sævareidvassdraget – NVE-nr. 053.Z	8
Oppdrettsaktiviteten i Sævareidvassdraget	11
Driften ved anleggene i 2009	12
Tilstanden i Skogseidvatnet i 2009	13
Tilstanden i Henangervatnet i 2009	16
Utvikling av tilstanden i vassdraget	19
Referanser	22
Tidligere undersøkelser i vassdraget	23
Vedleggstabeller over rådata	25

SAMMENDRAG

Johnsen, G.H. & M. Eilertsen 2010.

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2009.

Rådgivende Biologer AS, rapport 1281, 27 sider, ISBN 978-82-7658-736-4.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra oppdretterne i Sævareidvassdraget, overvåket miljøtilstanden i Skogseidvatnet og Henangervatnet i 2009. I 2009 ble det ved de seks oppdrettsanleggene til sammen levert ca 3,9 millioner fisk, og dette utgjorde en samlet produksjon på nesten 500 tonn. Til dette ble det benyttet 458 tonn fôr, hvilket gir en samlet fôrfaktor på 0,92.

Innsjøene er på grensen mellom næringsfattige og middels næringsrike forhold, der Henangervatnet er noe mer næringsrikt enn Skogseidvatnet i 2009. Begge innsjøene har et meget lavt innhold av organisk stoff, og begge innsjøene har store dypvannsvolum uten problem med oksygenvinn. Algemengdene ligger relativt sett noe høyere enn næringsinnholdet for øvrig skulle tilsi, særlig høyeste algemengde ved våroppblomstringen i mai. Miljøforholdene i 2009 var samlet sett tilsvarende SFTs tilstandsklasse II = "god" for både Skogseidvatnet og Henangervatnet. Begge innsjøene er vurdert til å ha "god økologisk status" i 2009 i forhold til EUs vanddirektiv.

Situasjonen i vassdraget vurderes fremdeles som en "begynnende eutrofiering", men det er ennå langt igjen til at situasjonen blir vurdert som "fare på ferde", og utviklingen i disse store innsjøene går uansett sakte. **Tabell 1** oppsummerer resultatene fra samtlige tidligere undersøkelser og beskriver utviklingen i Skogseidvatnet og i Henangervatnet 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 og Henangervatnet. Klassifikasjonen går fra tilstand I = "meget god" til V = "meget dårlig".

År	Antall prøver	Næringsrikhet						Organisk stoff						Samlet vurd.	
		Fosfor		Nitrogen		Klorofyll a		TOC		Siktedyp		O ₂ dypvann		Skog	Hena
		Skog	Hena	Skog	Hena	Skog	Hena	Skog	Hena	Skog	Hena	Skog	Hena		
1985	5	III-IV		II	II					II	I	I	III	II	
1986	8	II	II	II	II	II-III	II	I	I	II			II	II	
1988	4	II-III	II	II	II	II	II			II	II	I	I	II	II
1993	4	II	I	II	I-II	II	II			I	I	I	I	II	I-II
1994	4	I	I	II	I	III	III			I	I	I	I	II	I-II
1995	4	II	I	I-II	I	II-III	II		I	I	I	I	I	II	I
2001	6	II	II	II	II	III	III	I	I	I	I	I	I	II	I-II
2002	6	II	II	II	I	II-III	II-III	I	I	I-II	I-II	I	I	II	II
2003	6	II-III	II-III	I	I	III	III	I	I	II	II	I	I	II(-III)	II(-III)
2004	6	II	II	I	I	III	III	I	I	I	I	I	I	II	II
2005	6	II-III	II	I	I	III	III	I	I	I	I	I	I	II(-III)	II
2006	6	II	II	I	I	III	III	I	I	I	I	I	I	II	II
2007	6	II	II	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I-II	I-II
2008	6	II	II	I	I	II	III	I	I	II	II	I	I	II	II
2009	6	II	II	I	I	II	III	I	I	II	II	I	I	II	II

MILJØVIRKNING I 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 til stede 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 nyttgjort 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 næringstilførslene og produksjonsgrunnlaget for algene er for stort. Da vil ikke dyreplanktonet greie å kontrollere algene, som i tillegg vil kunne domineres av "uspiselige" alger som blågrønnalger. Et balansert økosystem 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 samarbeid 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 utslippsløvet 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). Samsillet 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 2. 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 (µg/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 (µg/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

EUs vanndirektiv

EUs Rammedirektiv for Vann trådte i kraft 22. desember 2000, og angir et rammeverk for beskyttelse av alle vannforekomster. Direktivet har som overordnet målsetting at alle vannforekomster skal oppnå minst "*God Økologisk Status*" (GØS) innen år 2015.

Innen utgangen av 2004 skal alle vassdrag i Norge være karakterisert i henhold til de sentrale og nasjonale veiledere og retningslinjer som er utarbeidet. Ved karakteriseringen i forbindelse med EUs vanndirektiv, skal vannforekomstenes økologiske status anslås basert på en samlet vurdering av både *fysisk tilstand*, *kjemisk tilstand* (vannkvalitet) og *biologisk tilstand*.

EUs vanndirektiv inkluderer i større grad vurdering av biologiske forhold enn SFTs mer vannkvalitetsbaserte system. En benytter da en vurderingsskala for avvik fra naturtilstand som går fra 0 til 1, kalt *økologisk kvalitetsratio* (EQR) der 1 representerer naturtilstand og 0 er ekstremt avvik fra denne. Denne skala kan for så vidt også benyttes tilsvarende for vannkvalitetsmål.

Ved fastsetting av *økologisk status* er det altså innbakt hensyn til naturtilstanden også for de biologiske forhold, slik at det ikke vil være en direkte kobling til SFTs tilstandsklassifisering og EUs statusklassifisering for den enkelte vannforekomst. Beskrivelse av *økologisk status* følger denne skala:

1	2	3	4	5
Høy status	God status	Moderat status	Dårlig status	Meget dårlig status

1="Høy status" betyr at vannforekomsten har en økologisk status tilsvarende eller meget nær opp til naturtilstand, mens 2="god status" avviker litt mer fra naturtilstanden. Tilsvarende vil en EQR<0,7 tilsvare 3="moderat status" eller dårligere.

Denne rapporten

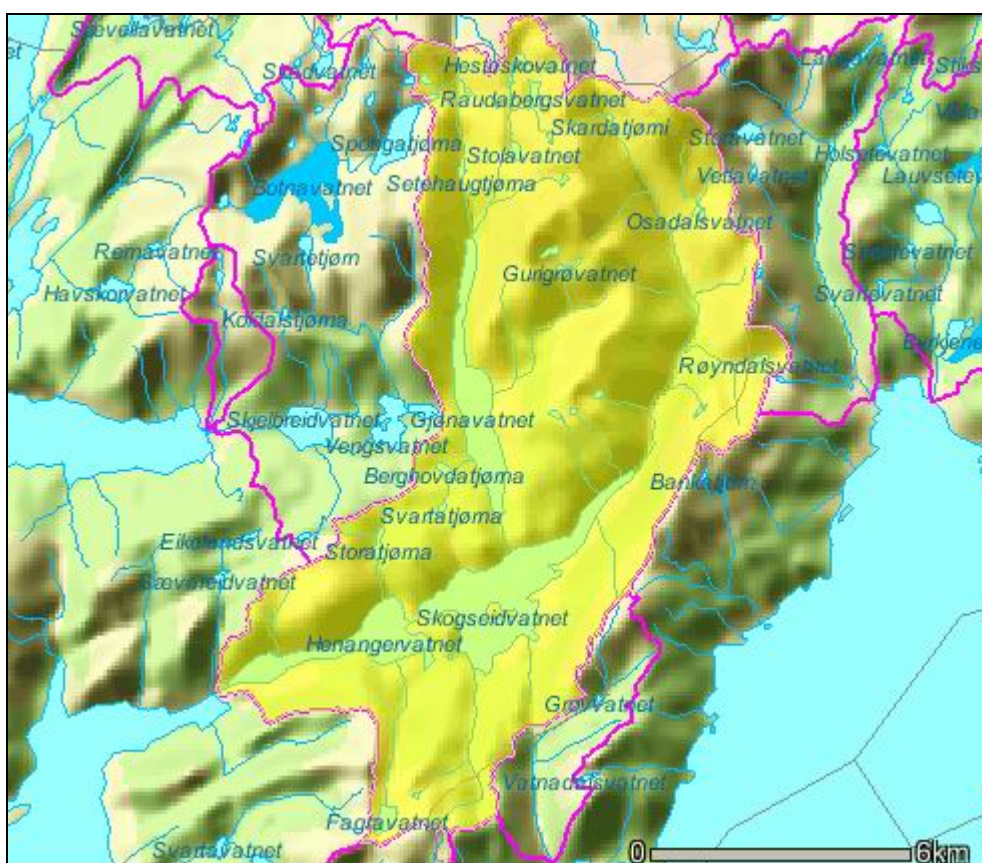
Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåking av de to nederste innsjøene i Sævareidvassdraget for 2009. Resultatene er vurdert i forhold til den presenterte faglige rammen, samtidig som utviklingen i innsjøene de siste årene også er presentert.

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 vises det til Bjørklund og Brekke (2000).

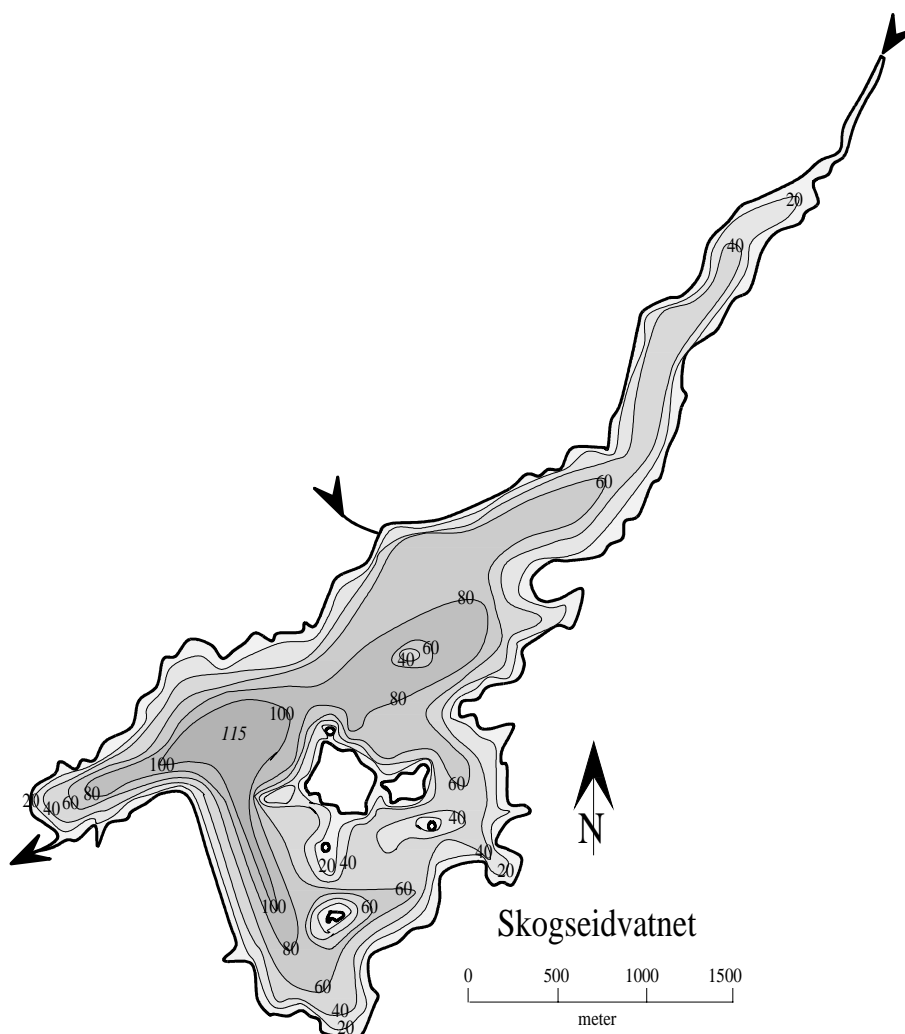


Figur 1. Kart over Sævareidvassdraget (fra www.nve.no).

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 9,7 m³/s i gjennomsnitt. Teoretisk beregnet vannutskiftning 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).

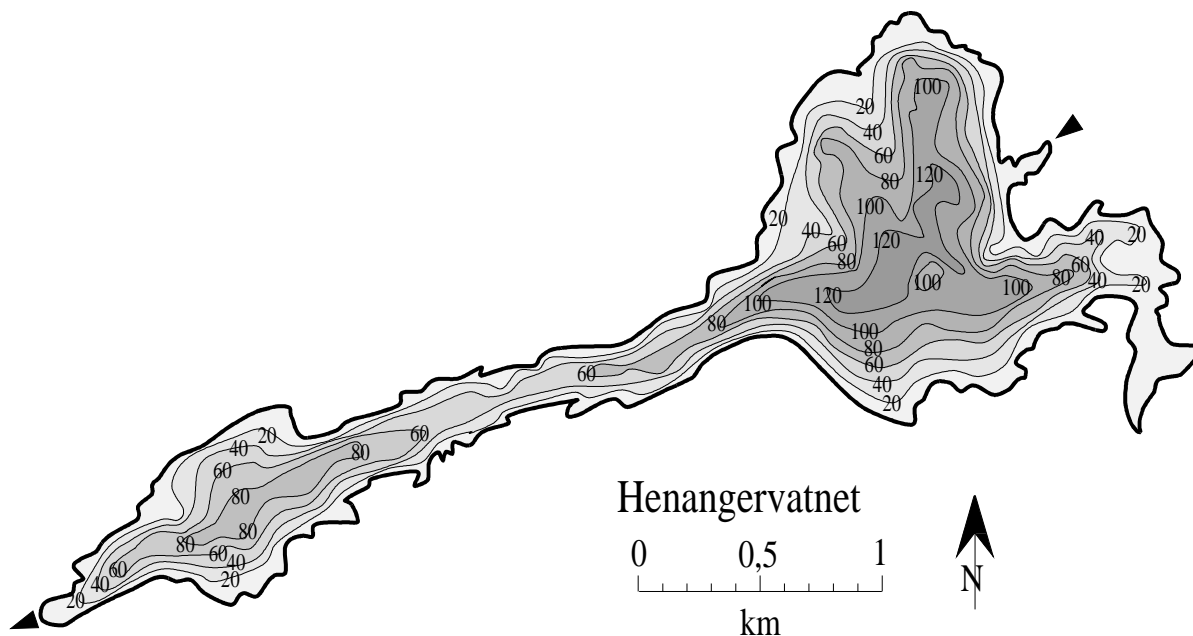


Tabell 3. Morfologiske og hydrologiske data for Skogseidvatnet, dels basert på dybdekartet i **figur 2**.

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 vannutskiftning er 2,9 ganger årlig.



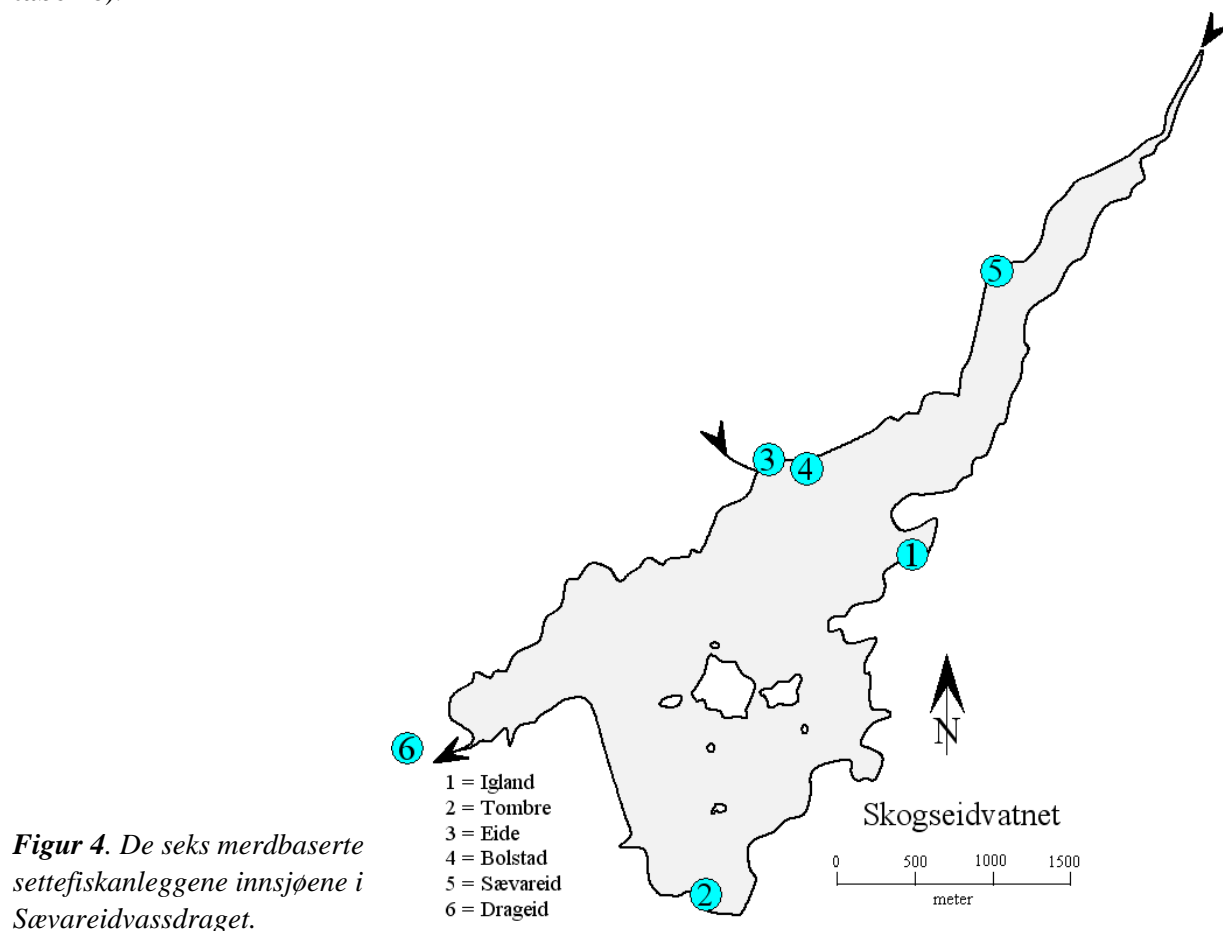
Figur 3. Dybder målt i Henangervatnet ved befaringen i september 2001 (fra NIVA). Prøvene er tatt ved det dypeste.

Tabell 4. 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	117	100	394	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 settefisklaks. I dag er det seks anlegg som fremdeles har aktivitet i vassdraget (**figur 4 & tabell 6**).



Tabell 5. Oppdrettsanleggene i Sævareidvassdraget, nummeret viser til kartet i **figur 4**.

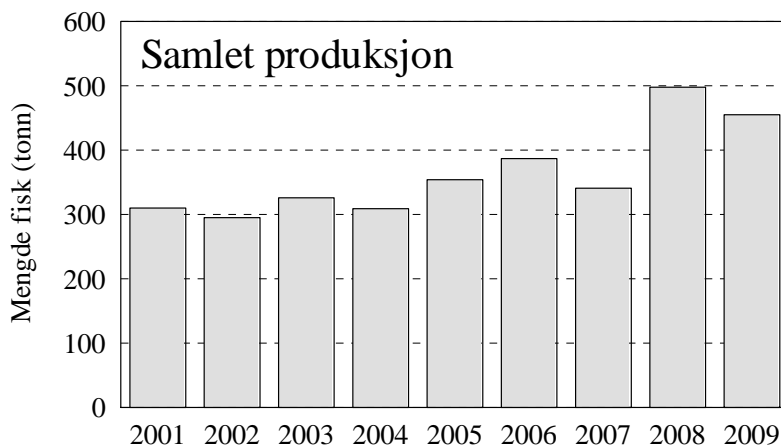
ANLEGG	Reg.nr.	PRODUKSJON	KONSESJON biomasse
1) Igland Bruk AS	H/Fs 31	Laksesmolt	50 tonn
2) Tombre Fiskeanlegg AS	H/Fs 35	Laksesmolt	50 tonn
3) K.J. Eide Fiskeoppdrett AS	H/Fs 28	600.000 stk merdanlegg smolt laks	Samlet
3) K.J. Eide Fiskeoppdrett AS	H/Fs 38	600.000 stk karanlegg smolt laks	105 t / 120 t før
4) Bolstad Settefisk AS	H/Fs 02	Klekkeri og smoltproduksjon laks	90 t / 126 t før
Ragnhildstveit Fiskeanlegg	H/Fs 30	drives sammen med Bolstad	8 tonn
5) AS Sævareid Fiskeanlegg	H/Fs 24	smoltproduksjon laks	50 tonn
6) Drageid Laks AS	H/Fs 20	Klekkeri og smolt regnbueaure	393 000 smolt

DRIFTEN VED ANLEGGENE I 2009

I 2009 ble det ved de seks oppdrettsanleggene oppe i Sævareidvassdraget til sammen levert ca 3,9 millioner fisk, og dette utgjorde en samlet produksjon på nesten 455 tonn. Til dette ble det benyttet 458 tonn fôr, hvilket gir en samlet fôrfaktor på 1 (**tabell 6 & figur 5**). Dette er en ørliten reduksjon i forhold til i 2008, men en markant økning fra tidligere år.

Tabell 6. *Produksjon, fôrbruk og fôrfaktor ved de seks anleggene oppe i Sævareidvassdraget i 2009. Tallene i kursiv markerer fisk fra klekkeri, som bare blir ført videre i andre anleggsdeler, og som derfor ikke inngår i samlet antall fisk levert.*

Anlegg	Fisk levert antall	Produksjon (kg)	Fôrbruk (kg)	Fôrfaktor
Igland Bruk AS	607.276	74 242	71 950	0,97
Tombre Fiskeanlegg AS	614.915	76 111	73 850	0,97
KJ.Eide Fiskeoppdrett AS karanlegg	<i>754.661</i>	<i>44 144</i>	<i>53 500</i>	<i>1,21</i>
KJ.Eide Fiskeoppdrett AS merdanlegg	877.064	65 818	77 660	1,18
Bolstad Settefisk AS & Ragnhildstveit	811.692	99 170	91 280	0,92
Bolstad Settefisk AS klekkeri	<i>858.320</i>	<i>7 037</i>	<i>5 220</i>	<i>0,74</i>
AS Sævareid Fiskeanlegg	605.959	55 383	55 000	0,99
Drageid Laks AS klekkeri	<i>492.738</i>	<i>5 397</i>	<i>4 300</i>	<i>0,80</i>
Drageid Laks AS	395.986	27 685	25 550	0,92
SAMLET	3.912.892	454987	458 310	1,01



Figur 5. *Utvikling i samlet produksjon av fisk i eller til innsjøene i Skogseidvassdraget.*

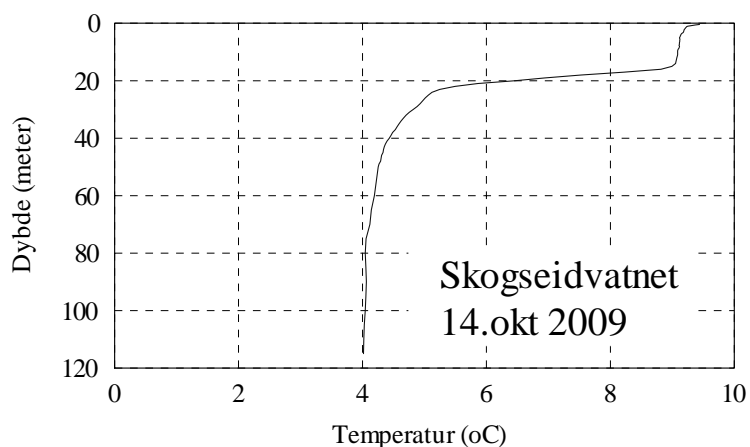
Næringstilførsler til innsjøen fra et fiskeoppdrettsanlegg kan beregnes ut fra innhold av næring i fôret, fôrfaktoren og mengde produsert fisk (totalt inkludert dødfisk), og vil i henhold til Håkanson mfl. (1988) for vassdraget være på rundt 8 g fosfor pr produsert kg fisk, med et antatt fosforinnhold i fôret på 1,5 % og en samlet fôrfaktor på 0,92. Oppdrettsvirksomheten tilførte da vassdraget i 2009 omtrent 3993 kg fosfor, som er tall for de samlede tilførsler fra anlegget. Erfaringstall fra andre tilsvarende anlegg viser at i størrelsesorden 70 % av fosforet som tilføres via spillfôr og fiskeavføring, sedimenterer relativt raskt, mens de resterende 30 % er tilgjengelig for algeproduksjon i de åpne vannmassene (Braaten mfl. 1992).

TILSTANDEN I SKOGSEIDVATNET I 2009

Temperaturforhold

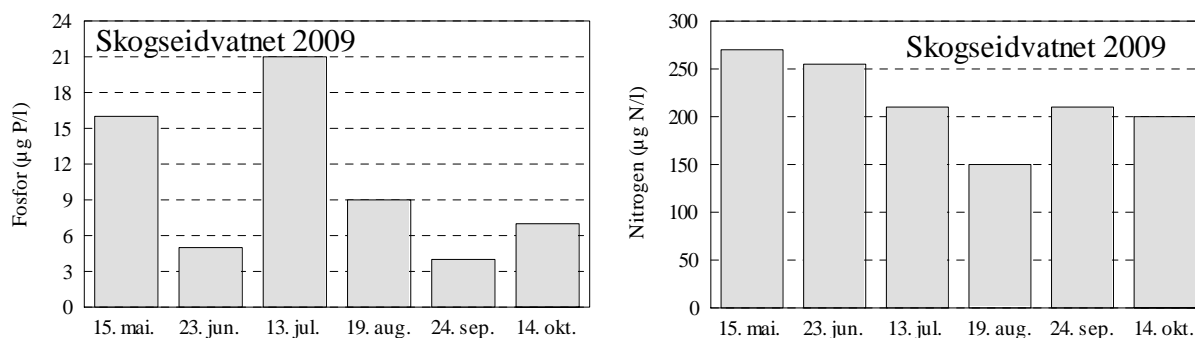
Det varme overflatelaget i Skogseidvatnet strakk seg i september ned til nesten 20 meters dyp (**figur 6**). Det ble ikke påvist oksygensvinn i dypvannet i Skogseidvatnet ved målingen 14. oktober, men tekniske problemer med sonden gjør at verdiene ikke er tatt med i rapporten.

Figur 6. Temperatur profil fra Skogseidvatnet 14. oktober 2009. Målingene er gjort med et nedsenkbart instrument som logget hvert 2. sekund ved det dypeste i innsjøen.



Virkning av tilførsler av næringsstoff

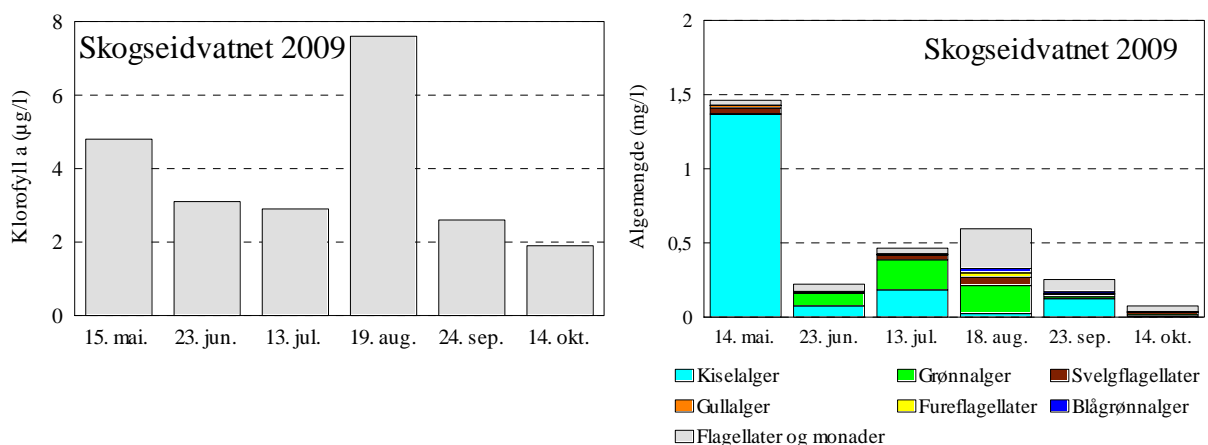
Skogseidvatnet var i 2009 næringsfattig, men i den øvre grense mot middels næringsrik. Gjennomsnittskonsentrasjonene av fosfor og nitrogen var henholdsvis 10,3 µg fosfor pr. liter og 215,8 µg nitrogen pr. liter (**vedleggstabell 1**) (**figur 7**). Disse verdiene er klassifisert i tilstandsklasse II = "god" for fosfor og I = "meget god" for nitrogen etter SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997).



Figur 7. Innhold av næringsstoffene fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre) i månedlige vannprøver fra Skogseidvatnet i 2009. Prøvene er tatt som blandeprøve fra de øverste seks meterne, 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 gjenspeilte næringsinnholdet. Innholdet av klorofyll a, som utgjør mengden "grønnfarge" i algene, hadde et gjennomsnitt på 3,82 µg Chl a/l, hvilket er klassifisert til SFTs tilstandsklasse II = "god" (**figur 8**). Analysert som algevolum var algemengdene lave. Med et gjennomsnittlig algevolum på 0,51 mg/l og et største algevolum på 1,46 mg/l i mai klassifiseres innsjøen som næringsfattig, tilsvarende II = "god" for gjennomsnittet og middels næringsrik, tilsvarende III = "mindre god" for maksimumet på våren, - etter Brettum (1989) (se også **tabell 2 på side 7**).

Algesamfunnet var dominert av kiselalger (Bacillariophyceae) i første del av prøvetakingssesongen, og en finner ofte kiselalger i forbindelse med våroppblomstringen i innsjøer. Dominerende art 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. Siste del av sesongen var flagellater og monader, kiselalger og grønnalger et dominerende innslag, men det var ingen enkeltlektler som dominerte (**vedleggstabell 3**). Blågrønnalger ble i liten grad funnet i 2009, selv om blågrønnalger har vært observert i innsjøen ved tidligere undersøkelser.

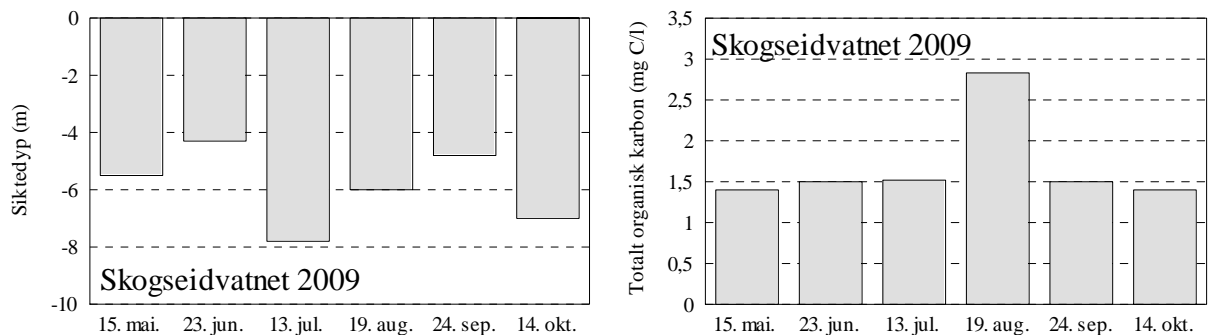


Figur 8. Innhold av klorofyll a (til venstre), og algemengder og algetyper (til høyre) i månedlige overflatevannprøver fra Skogseidvatnet sommeren 2009. Prøvene er tatt som blandeprøver de øverste seks meterne ved det dypeste punktet i innsjøen. For detaljer vedrørende algearter og typer henvises til **vedleggstabell 3**. Algebestemmelsene er utført av cand. real. Nils Bernt Andersen.

Virkning av tilførsler av organisk stoff

Siktedypet i en innsjø reflekterer vannfarge og mengden partikler i innsjøens øvre vannmasser. I Skogseidvatnet var siktedypet på 5,9 m i gjennomsnitt, hvilket tilsier tilstandsklasse II = "god" i henhold til SFT sitt klassifiseringssystem. Siktedypet var størst i juli da dyreplanktonet har spist mye av algene, men samtidig påvirkes siktedypet av utvasking av humusstoffer i forbindelse med store nedbørmengder særlig på høsten (**figur 8**).

Innholdet av organisk stoff i overflatevannmassene lå i gjennomsnitt på 1,7 mg C/l gjennom sommeren, med høyeste måling i august på 2,8 mg C/l (**figur 9**). Dette er et meget lavt innhold av organisk materiale, og verdien ligger godt nede i klasse I = "meget god" i SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann.

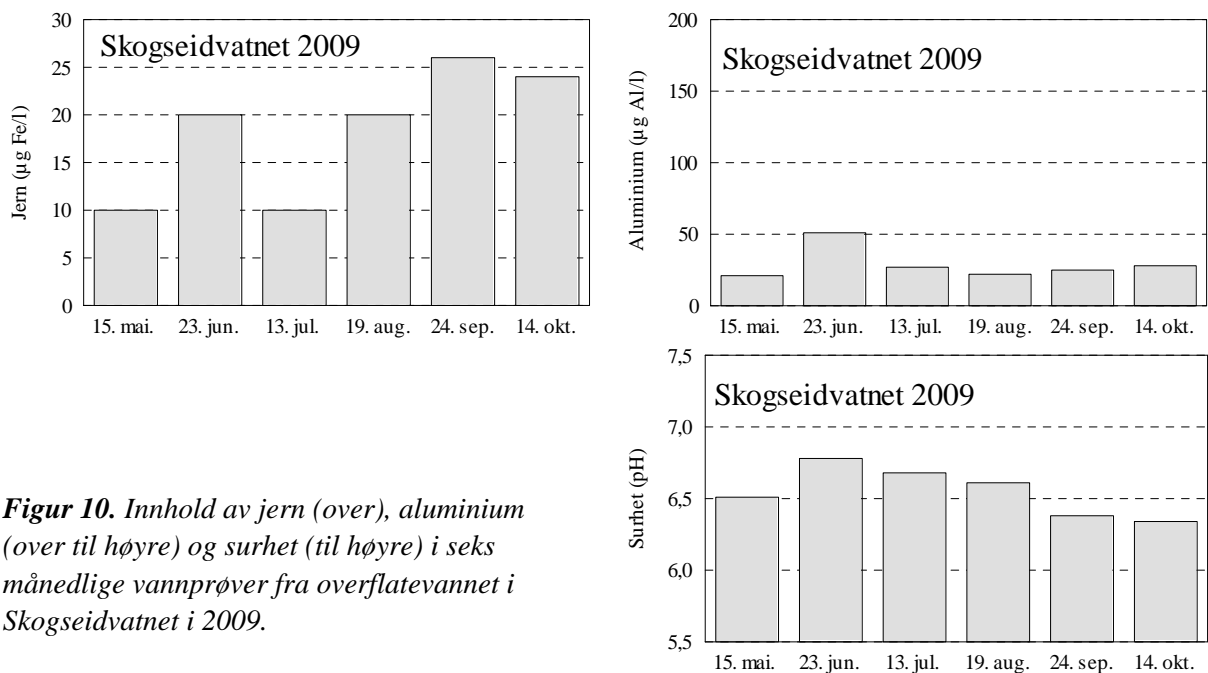


Figur 9. Månedlige målinger av siktedyp (til venstre) og av totalt organisk karbon TOC (til høyre) i Skogseidvatnet i 2009. Siktedypmålingene er gjort med en standard Secchi-skive ved det dypeste punktet, mens TOC er målt i de månedlige innsamlete blandprøvene fra overflatevannet.

Vannkvalitet generelt

Innholdet av jern i overflatevannet i Skogseidvatnet var lavt i 2009 (**figur 10**). Høyeste verdi var på 0,026 mg Fe/l, som tilsvarer klasse I= ”meget god” i SFTs vurderingssystem (**vedleggstabell 1**). Dette er verdier som ikke er skadelige for levende organismer i innsjøen.

Konsentrasjonen av total-aluminium i vannet var også meget lavt, med et gjennomsnitt på 29 µg Al/l (**figur 9**). Høyeste registrerte verdi var på 51 µg/l i juni. Også dette er så lavt at det ikke representerer fare for skade på ferskvannsorganismer i en slik innsjø med ”gode” pH-verdier. Den laveste pH-verdien ble målt til 6,34 i oktober, mens den høyeste var på 6,78 i juni. Resten av sommeren lå pH på mellom 6,4 og 6,7. pH vil vanligvis kunne bli høy i forbindelse med betydelige algemengder og fint vær (**figur 10**).



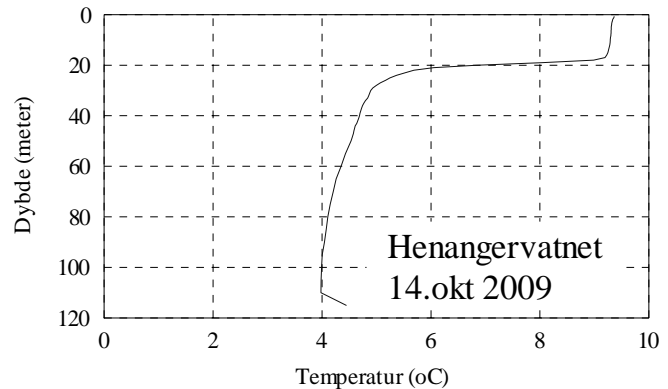
Figur 10. Innhold av jern (over), aluminium (over til høyre) og surhet (til høyre) i seks månedlige vannprøver fra overflatevannet i Skogseidvatnet i 2009.

TILSTANDEN I HENANGERVATNET I 2009

Temperaturforhold

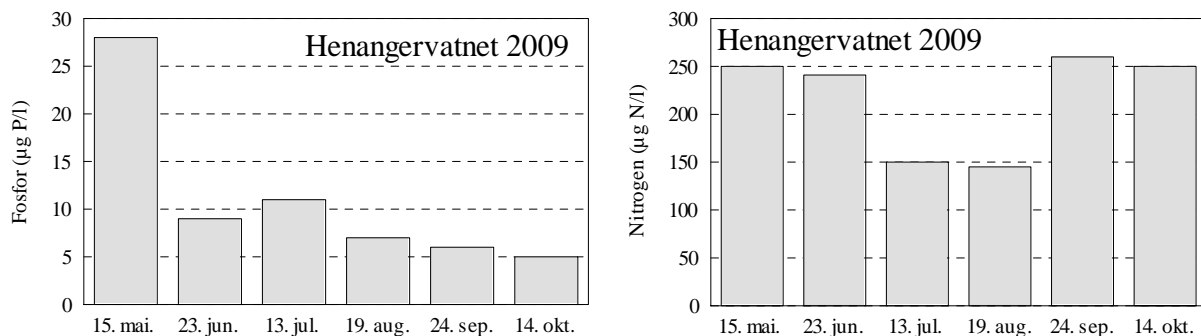
I september var overflatetemperaturen i Henangervatnet like over 9 °C (**figur 11**). Det varme overflatelaget strakk seg ned til vel 19 m dyp og var 4 °C på det dypeste. Det ble ikke påvist oksygenvinn i dypvannet i Skogseidvatnet ved målingen 14. oktober, men tekniske problemer med sonden gjør at verdiene ikke er tatt med i rapporten.

Figur 11. Temperaturprofil fra Henangervatnet 14. oktober 2009. Målingene er gjort med et nedsenkbart instrument som logget hvert 2. sekund ved det dypeste i innsjøen.



Virkning av tilførsler av næringsstoff

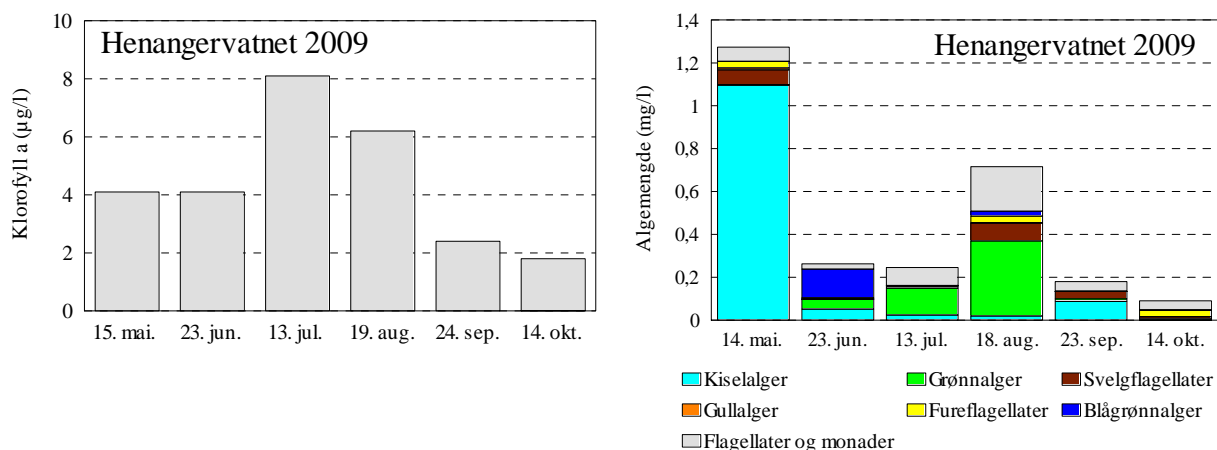
Henangervatnet er også relativt næringsfattig. Konsentrasjonene av fosfor og nitrogen viste gjennomsnittsverdier på hhv. 11 µg fosfor pr. liter og 216 µg nitrogen pr. liter (**figur 12**) (**vedleggstabell 2**). Disse verdiene er klassifisert i tilstandsklasse II = ”god” for fosfor og klasse I = ”meget god” for nitrogen etter SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997).



Figur 12. Innhold av næringsstoffene fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre) i månedlige vannprøver fra Henangervatnet i 2009. Prøvene er tatt som blandprøve fra de øverste seks meterne, 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 høyere enn det en forventer ut fra næringsinnholdet. Innholdet av klorofyll a, som utgjør mengden ”grønnfarge” i algene, hadde et gjennomsnitt på 4,45 µg Chl a/l, hvilket er klassifisert til SFTs tilstandsklasse III = ”mindre god” (**figur 13**). Analysert som algevolum var algemengdene relativt lave. Med et gjennomsnittlig algevolum på 0,46 mg/l, som tilsvarer tilstandsklasse II = ”god” og et største algevolum i mai på 1,27 mg/l tilsvarende III = ”mindre god” klassifiseres innsjøen som middels næringsrik (tilsvarende SFT = III) i henhold til Brettum (1989) (se også **tabell 2** på side 7).

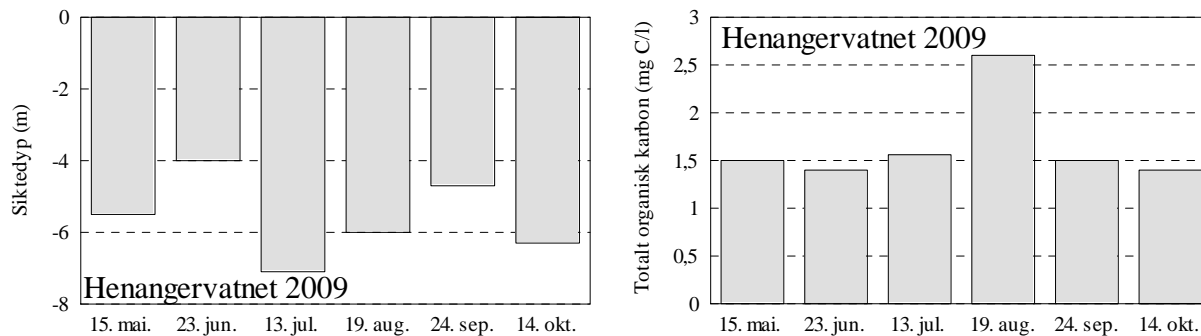
Algesamfunnet var relativt likt fra det en fant i Skogseidvatnet. Kiselalger (Bacillariophyceae) dominerte fullstendig ved første prøvetaking i mai og dominerende art var også i dette tilfellet *Asterionella formosa* (figur 13, vedleggstabell 4) som har størst utbredelse i middels næringsrike innsjøer og i større innsjøer som er en del belastet med forurensende tilførsler. Kiselalger dominerte noe også i juni og september, men for resten av prøvetakingssesongen var det for det meste grønnalger og flagellater og monader som dominerte i Henangervatnet. I Henangervatnet ble det påvist en noe større mengde blågrønnalger enn ved Skogseidvatnet i 2009 og utgjorde ca 55 % av algene i juni måned.



Figur 13. Innhold av klorofyll a (til venstre), og algemengder og algetyper (til høyre) i månedlige overflatevannprøver fra Henangervatnet sommeren 2009. Prøvene er tatt som blandeprøver fra de øverste seks meterne 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.

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 5,6 meter tilsvarer dette SFTs tilstandsklasse II="god". Største siktedyp ble målt i juli, august og oktober (figur 14), og som i Skogseidvatnet var siktedypet stabilt i undersøkelsesperioden. Innholdet av organisk stoff i overflatevannmassene lå i gjennomsnitt på 1,66 mg C/l gjennom sommeren, med høyeste måling i august på 2,6 mg C/l (figur 14). Dette er et lavt og tilsvarer henholdsvis klasse I="meget god".



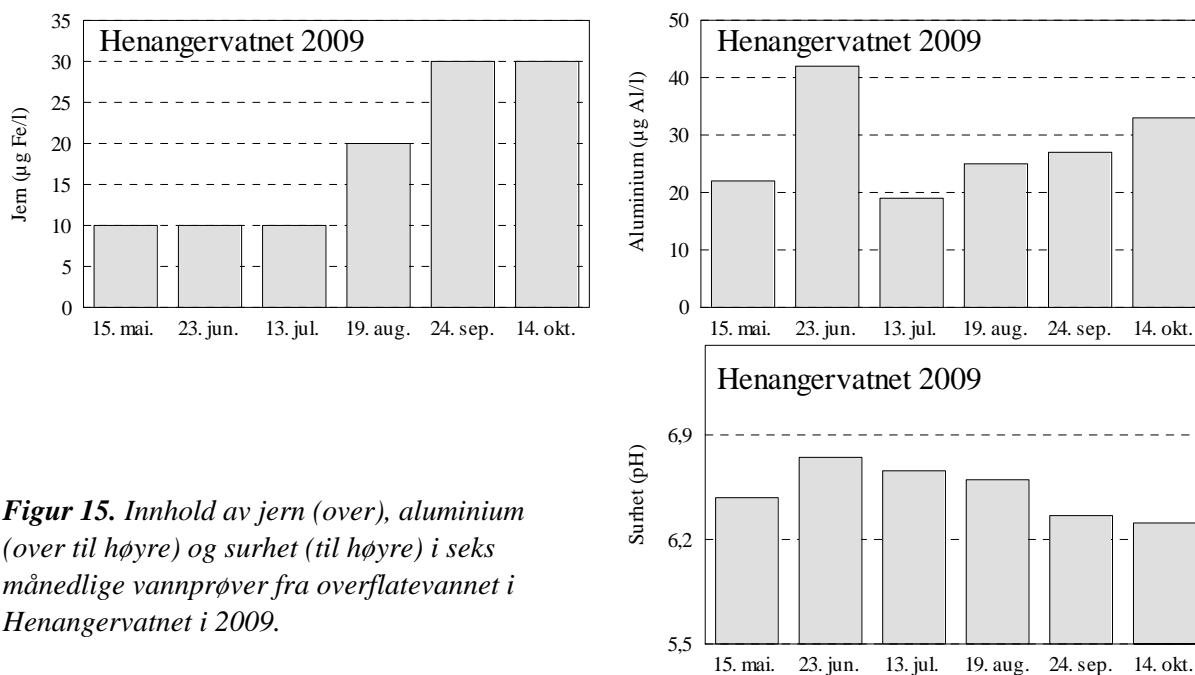
Figur 14. Målinger av siktedyp (til venstre) og av totalt organisk karbon TOC (til høyre) i Henangervatnet i 2009. Siktedypsmålingene er gjort med en standard Secchi-skive ved det dypeste punktet, mens TOC er målt i de månedlige innsamlete blandeprøvene fra overflatevannet.

Vannkvalitet generelt

Innholdet av jern i overflatevannet i Henangervatnet var vanligvis meget lavt, selv med topper på 0,03 mg/l i september og oktober (**figur 15**). Høyeste målte konsentrasjon 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 28 µg Al/l (**figur 15**). Konsentrasjonene var høyest i juni med konsentrasjon av totalaluminium på 42 µg/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.

Den laveste pH-verdien ble målt til 6,31 i oktober, mens den høyeste var på 6,75 i juni. Resten av sommeren lå pH for det meste over 6,4. pH vil vanligvis kunne bli høy i forbindelse med betydelige algemengder og fint vær. Dette forklarer i hovedsak den noe høyere verdien i juni, juli og august (**figur 10**).



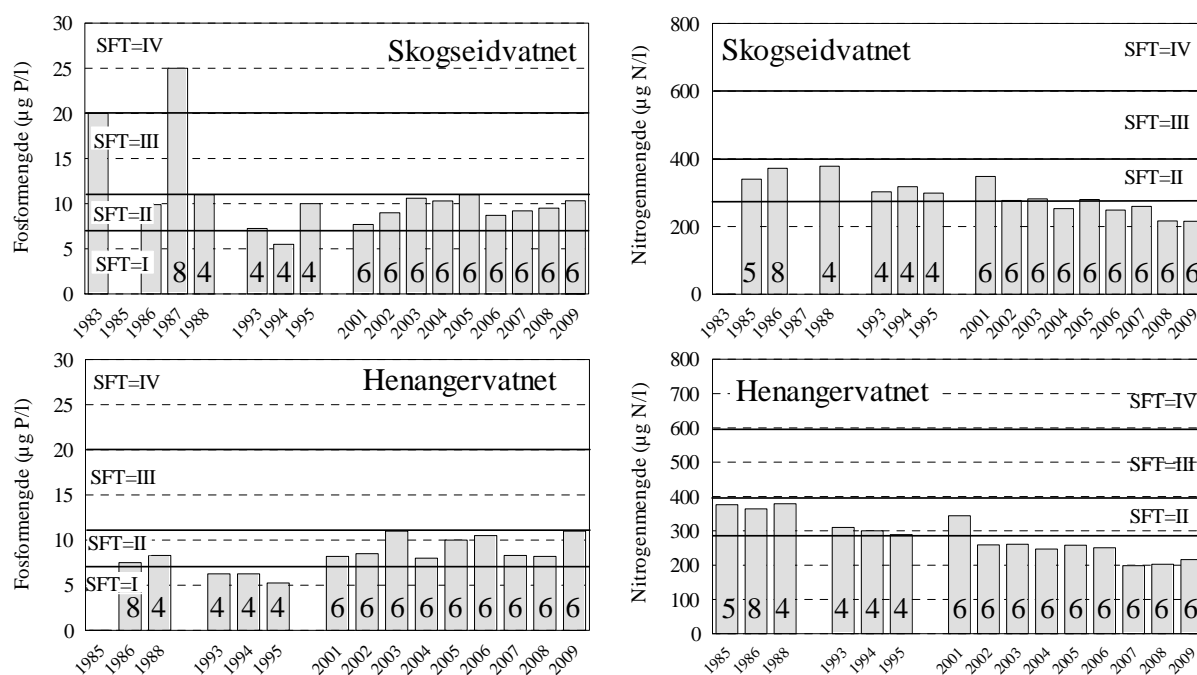
Figur 15. Innhold av jern (over), aluminium (over til høyre) og surhet (til høyre) i seks månedlige vannprøver fra overflatevannet i Henangervatnet i 2009.

UTVIKLING AV TILSTANDEN I VASSDRAGET

Miljøforholdene i Sævareidvassdraget har vært fulgt gjennom en årrekke, men ikke alle undersøkelsene er rapportert. Tallene fra overvåkingene utført av NIVA i årene 1993 - 1995 er likevel stilt til rådighet for denne årlige sammenstillingen, som er den niende i rekken siden 2001.

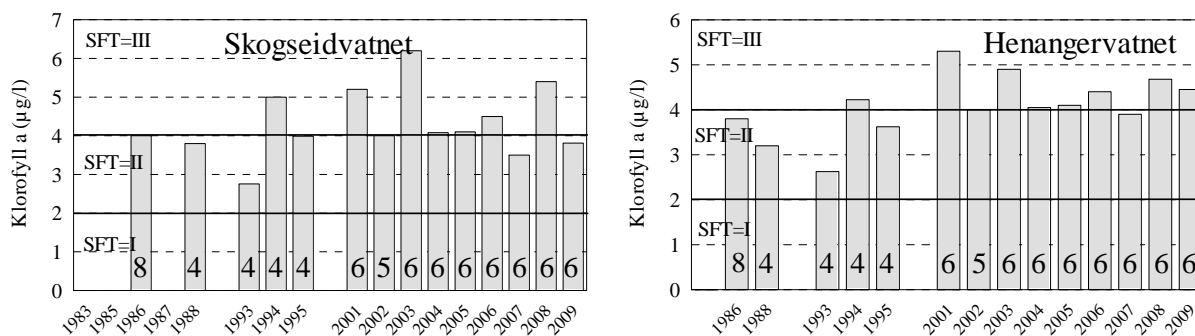
Virkning av tilførsler av næringsstoff

Næringsinnholdet i vassdraget har variert lite de siste årene, og særlig fosformengdene har variert innenfor grensene av SFTs tilstandsklasse II = "god" de siste 9 årene. Fosfornivået i Henangervatnet er i 2009 på grensen mot III = "mindre god" og er det høyeste nivået siden 2003. Nitrogennivået synes derimot å ha vært svakt avtagende siden midten av 80-tallet, og verdiene fra 2009 er blant de laveste som er målt (**figur 16**). Begge innsjøene befinner seg i grensesjiktet mellom næringsfattige og middels næringsrike innsjøer. Både Skogseidvatnet og Henangervatnet ligger i dag godt innenfor grensen til tilstandsklasse II for fosfor og til klasse I for nitrogen.



Figur 16. 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.

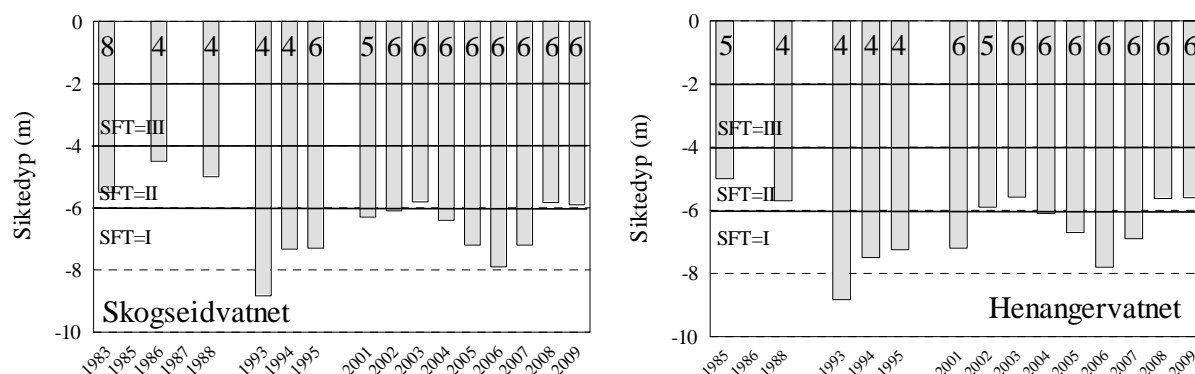
Algemengdene i innsjøene har variert noe mer, men de siste 9 årene er det ingen klar tendens i utviklingen (**figur 17**). I Skogseidvatnet og Henangervatnet tilsvarer mengden klorofyll-a i 2009 henholdsvis tilstandsklasse II = "god" og "III" = "mindre god" i SFT sitt klassifikasjonssystem, og har de siste årene variert nokså mye mellom disse tilstandsklasse. Kiselalger, flagellater og monader og grønnalger var dominerende i begge innsjøene det meste av sesongen, noe som også er påvist ved tidligere undersøkelser i de to innsjøene. Algemengdene i 2009 var lavere enn i 2008.



Figur 17. 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.

Virkning av tilførsel av organisk materiale

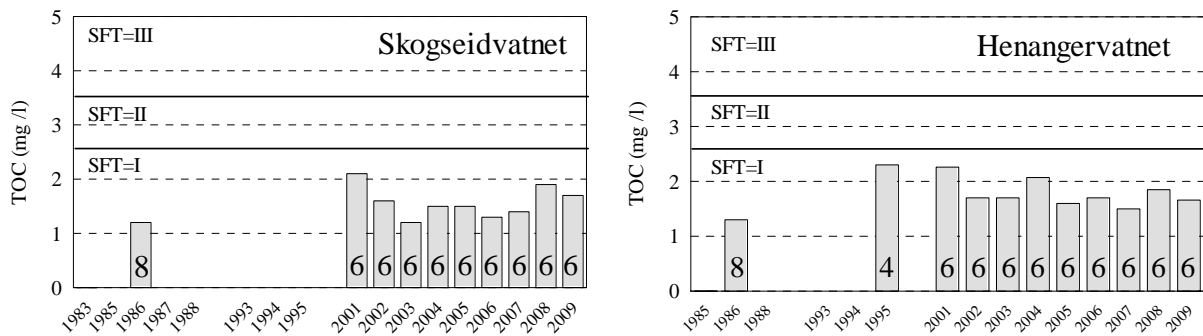
Siktedypet i både Skogseidvatnet og Henangervatnet har variert betydelig de siste årene, og oppviser en svak reduksjon fra begynnelsen på nittitallet, men samtidig var det en periode fra 2004 til 2006 der det ble bedre sikt i innsjøen. Store nedbørmengder vasker ut mye stoff til innsjøen, og dette er med å redusere siktedypet. Dersom en eller flere prøvetakinger "treffer" en slik situasjon, blir gjennomsnittet påvirket av det (**figur 18**). Begge innsjøene tilhørte i 2009 SFTs tilstandsklasse II = "god".



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

Innholdet av organisk stoff i både Skogseidvatnet og Henangervatnet er meget lavt (**figur 19**), og begge innsjøene kommer inn under tilstandsklasse I = "meget god" i SFT sitt klassifiseringssystem. Innholdet av organisk stoff i 2009 ligger innenfor tidligere variasjon i begge innsjøene.

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 gjennom sommeren, og ved nedbryting av store mengder organisk materiale kan oksygeninnholdet i dypvannet reduseres sterkt. Det foreligger ikke riktige oksygenmålinger fra 2009, men tidligere undersøkelser viser at det ikke er særlig oksygenvinn på det dypeste.



Figur 19. Årlig gjennomsnittlig målt totalt organisk karbon i overflatevannet i Skogseidvatnet (til venstre) og Henangervatnet (til høyre).

Oppsummering

Innsjøene ligger i grensesjiktet mellom næringsfattige og middels næringsrike forhold, der Henangervatnet er noe mer næringsrikt enn Skogseidvatnet. Begge innsjøene har et meget lavt innhold av organisk stoff, og de har store dypvannsvolum uten problem med oksygenvinn. Algemengdene ligger relativt sett høyere enn næringsinnholdet for øvrig skulle tilsi, og særlig er det de store oppblomstringene på våren som gir dette resultatet. Da blir både maksimumsmengden høy, og dette drar også opp gjennomsnittsmengden. Maksimumsmengden tilsvarer det en finner i middels næringsrike innsjøer, tilsvarende SFTs tilstandsklasse III = ”mindre god” for Skogseidvatnet og Henangervatnet.

Med de lavere algemengdene enn foregående år, ble tilstanden i 2009 samlet sett klassifisert til SFTs tilstandsklasse II = ”god” for både Skogseidvatnet og Henangervatnet. Begge innsjøene vil, vurdert i forhold til EUs vanddirektiv, fremdeles klassifiseres til ”god økologisk status” i 2009. Situasjonen i vassdraget vurderes fremdeles som en ”begynnende eutrofiering”, men det er ennå et stykke igjen til at situasjonen blir vurdert som ”fare på ferde” (se for øvrig innledningen på side 6), og utviklingen i disse store innsjøene går uansett sakte.

Ved fastsetting av *økologisk status* er det altså innbakt hensyn til naturtilstanden også for de biologiske forhold, slik at det ikke vil være en direkte kobling til SFTs tilstandsklassifisering og EUs statusklassifisering for den enkelte vannforekomst. Beskrivelse av *økologisk status* følger denne skala:

1	2	3	4	5
Høy status	God status	Moderat status	Dårlig status	Meget dårlig status

1=”Høy status” betyr at vannforekomsten har en økologisk status tilsvarende eller meget nær opp til naturtilstand, mens 2=”god status” avviker litt mer fra naturtilstanden. Begge innsjøene er for 2008 vurdert å være innenfor rammen av ”**god økologisk status**”, slik at det ikke vil påhvile tiltakshaverne noe ansvar for eventuell økologisk restaurering av en uønsket økologisk situasjon.

REFERANSER

- Andersen, S., G.H. Johnsen & K.Y. Børsheim 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.*
- 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 trofittilstanden 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.

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

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

Landsomfattende undersøkelse av trofilitstanden i 355 innsjøer i Norge.
Statlig program for forurensningsovervåking (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.

Johnsen, G.H. & E. Brekke 2003.

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2002.
Rådgivende Biologer AS, rapport nr 625, 30 sider, ISBN 82-7658-398-9.

Johnsen, G.H. 2003.

Overvåking av temperatur og vannkvalitet i “nedre del” av Henangervatnet i Fusa 2003
Rådgivende Biologer AS, rapport 675, 14 sider.

Johnsen, G.H. 2004.

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2003.
Rådgivende Biologer AS, rapport 676, 30 sider, ISBN 82-7658-233-1.

Johnsen, G.H. 2005.

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2004.
Rådgivende Biologer AS, rapport 777, 29 sider, ISBN 82-7658-414-4.

Johnsen, G.H. & A.E. Bjørklund 2006

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2005.
Rådgivende Biologer AS, rapport 886, 27 sider, ISBN 82-7658-465-9.

Johnsen, G.H. & A.E. Bjørklund 2007

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2006.
Rådgivende Biologer AS, rapport 971, 29 sider, ISBN 978-82-7658-521-6.

Johnsen, G.H. & M. Eilertsen 2008

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2007.
Rådgivende Biologer AS, rapport 1074, 27 sider, ISBN 978-82-7658-591-9.

Johnsen, G. H. 2009.

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2008.
Rådgivende Biologer AS, rapport 1169, 27 sider, ISBN 978-82-7658-647-3.

Korvald, E. & V. Bjerknes 1987.

Framlegg til kystsonenplan 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 2009. Prøvene er tatt ved det dypeste punktet i innsjøen, og analysene er utført av Chemlab Services AS i Bergen.

PARAMETER	ENHET	metode	15.mai	23.jun	13.jul	19.aug	24.sep	14.okt	snitt
Total fosfor	µg P / l	NS 4724:1984	16	5	21	9	4	7	10,3
Total nitrogen	µg N / l	NS 4743:1993	270	255	210	150	210	200	215,8
Tot. organisk karb.	mg C / l		1,4	1,5	1,52	2,83	1,5	1,4	1,69
Klorofyll a	mg Chl/l		4,8	3,1	2,9	7,6	2,6	1,9	3,81
Jern	µg Fe / l	NS 4773	10	20	10	20	26	24	18,3
Aluminium	µg Al / l	NS 4781	21	51	27	22	25	28	29
Surhet	pH		6,51	6,78	6,68	6,61	6,38	6,34	6,55
Siktedyp	meter		-5,5	-4,3	-7,8	-6	-4,8	-7	-5,9

Vedleggstabell 2. Analyseresultat fra overflatevannprøver fra Henangervatnet i 2009. Prøvene er tatt ved det dypeste punktet i innsjøen, og analysene er utført av Chemlab Services AS i Bergen.

PARAMETER	ENHET	metode	15.mai	23.jun	13.jul	19.aug	24.sep	14.okt	snitt
Total fosfor	µg P / l	NS 4724:1984	28	9	11	7	6	5	11
Total nitrogen	µg N / l	NS 4743:1993	250	241	150	145	260	250	216
Tot. organisk karb.	mg C / l		1,5	1,4	1,56	2,6	1,5	1,4	1,66
Klorofyll a	mg Chl/l		4,1	4,1	8,1	6,2	2,4	1,8	4,45
Jern	µg Fe / l	NS 4773	10	10	10	20	30	30	18,3
Aluminium	µg Al / l	NS 4781	22	42	19	25	27	33	28
Surhet	pH		6,48	6,75	6,66	6,6	6,36	6,31	6,5
Siktedyp	meter		-5,5	-4	-7,1	-6	-4,7	-6,3	-5,6

Vedleggstabell 3. Algeresultater fra Skogseidvatnet sommeren 2009. 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 2009	14.mai		23.jun		13.jul		18.aug		24.sep		14.okt	
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.
BACILLARIOPHYCEAE												
<i>Asterionella formosa</i>	704000	1,056										
<i>Melosira</i> sp.	245000	0,0613										
<i>Tabellaria fenestrata</i>	122000	0,244	34000	0,068	92000	0,184	12000	0,024	62000	0,124	2000	0,004
Ubestemte sentriske diatomeer	31000	0,0078	31000	0,0078								
CHLOROPHYCEAE												
<i>Ankistrodesmus</i> sp.					857000	0,0857					31000	0,0031
<i>Coelastrum octaedricum</i>					32000	0,0036						
<i>Dictyosphaerium</i> sp.							214000	0,0139				
<i>Elakatothrix</i> sp.					979000	0,0979	61000	0,0061	24000	0,0024		
<i>Monoraphidium</i> sp.			120000	0,006								
<i>Nephrocytium</i> sp.							459000	0,0918				
<i>Sphaerocystis</i> sp. (kolonier)			14000	0,0506								
<i>Sphaerocystis</i> sp.							196000	0,0221				
<i>Staurastrum</i> sp.			4000	0,016					2000	0,008	2000	0,008
<i>Staurodesmus</i> sp.			6000	0,012	4000	0,008	22000	0,044				
<i>Chlorophyceae</i> spp.					6100	0,0069	10000	0,0113	31000	0,0031		
CRYPTOPHYCEAE												
<i>Cryptomonas</i> sp.	6000	0,006			31000	0,031	10000	0,01	4000	0,004	4000	0,004
<i>Rhodomonas</i> sp.	398000	0,0338					520000	0,0442	184000	0,0156	184000	0,0156
CHRYSOPHYCEAE												
<i>Dinobryon borgei</i>			31000	0,0031	31000	0,0031						
<i>Dinobryon divergens</i>	122000	0,0183			14000	0,0021						
DINOPHYCEAE												
<i>Peridinium</i> sp.							31000	0,031				
CYANOPHYCEAE												
<i>Anabaena spiroides</i>					48000	0,0054			106000	0,012		
<i>Anabaena</i> sp.			92000	0,0104			60000	0,0068				
<i>Aphanocapsa</i> sp. kol							61000	0,0153				
<i>Chroococcus</i> sp.									4000	0,002		
<i>Lyngbya</i> sp. kol							31000	0,0078				
FLAGELLATER OG MONADER												
Ubestemte flagellater < 5 µm	490000	0,0069	979000	0,0137	673000	0,0094	1761000	0,0247	2186000	0,0306	1673000	0,0234
Ubestemte flagellater > 5 µm	245000	0,0277	306000	0,0346	245000	0,0277	2147000	0,2426	459000	0,0519	153000	0,0173
SAMLET												
	2363000	1,4618	1617000	0,2222	3012100	0,4648	5595000	0,5956	3062000	0,2536	2049000	0,0754

Vedleggstabell 4. Algeresultater fra Henangervatnet sommeren 2009. 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 2009	14.mai		23.jun		13.jul		18.aug		24.sep		14.okt	
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.
BACILLARIOPHYCEAE												
<i>Asterionella formosa</i>	581000	0,8715										
<i>Fragilaria</i> sp.			20000	0,02								
<i>Melosira</i> sp.	76000	0,019										
<i>Tabellaria fenestrata</i>	92000	0,184	16000	0,032	6000	0,012	10000	0,02	44000	0,088		
Ubest pennate diatom.					61000	0,0122						
Ubest sentriske diatom.	92000	0,023										
CHLOROPHYCEAE												
<i>Closterium</i> sp.							31000	0,0062				
<i>Coelastrum</i> sp. kol							2000	0,1				
<i>Crucigenia</i> sp.							367000	0,0184				
<i>Crucigeniella</i> sp.					60000	0,06						
<i>Dictyosphaerium</i> sp.							122000	0,0079				
<i>Monoraphidium</i> sp.					122000	0,0061			31000	0,0016		
<i>Nephrocytium</i> sp.					122000	0,0244	61000	0,0122				
<i>Oocystis</i> sp.			8000	0,0016	4000	0,0008						
<i>Quadrugula</i> sp.							245000	0,0735				
<i>Sphaerocystis</i> sp. (kolonier)			10000	0,0362								
<i>Sphaerocystis</i> sp.					122000	0,0138	704000	0,0796				
<i>Staurastrum</i> sp.							4000	0,016				
<i>Staurodesmus</i> sp.			2000	0,004	4000	0,008	18000	0,036	2000	0,004		
<i>Chlorophyceae</i> spp.	2000	0,0002	31000	0,0035	109000	0,0123			61000	0,0061	61000	0,0061
CRYPTOPHYCEAE												
<i>Cryptomonas</i> sp.	31000	0,031					61000	0,061	4000	0,004		
<i>Rhodomonas</i> sp.	459000	0,039			122000	0,0104	275000	0,0234	367000	0,0312	122000	0,0104
CHRYSOPHYCEAE												
<i>Dinobryon borgei</i>	31000	0,0031										
<i>Dinobryon divergens</i>	36000	0,0054	42000	0,0063								
DINOPHYCEAE												
<i>Peridinium</i> sp.	31000	0,031					31000	0,031				
Dinoflagellat sp.					2000	0,002					31000	0,031
CYANOPHYCEAE												
<i>Anabaena spiroides</i>			1193000	0,1348								
<i>Aphanocapsa</i> sp. kol							61000	0,0153				
<i>Lyngbya</i> sp. kol							31000	0,0078				
FLAGELLATER OG MONADER												
Ubestemte flagellater < 5 µm	765000	0,0107	520000	0,0073	581000	0,0081	1345000	0,0188	1521000	0,0213	1014000	0,0142
Ubestemte flagellater > 5 µm	490000	0,0554	153000	0,0173	673000	0,076	1666000	0,1885	214000	0,0242	257000	0,029
SAMLET												
	2686000	1,2733	1995000	0,263	1927000	0,2461	5034000	0,7156	2244000	0,1804	1485000	0,0907