

Tilstandsrapport for
Skogseidvatnet og Henangervatnet
i Fusa 2005



Rådgivende Biologer AS

886



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa i 2005

FORFATTERE:

Geir Helge Johnsen & Annie Elisabeth Bjørklund

OPPDRAGSGIVER:

Oppdretterne i Sævareidvassdraget

OPPDRAGET GITT:

27.mars 2005

ARBEIDET UTFØRT:

2005-2006

RAPPORT DATO:

22. mars 2006

RAPPORT NR:

886

ANTALL SIDER:

27

ISBN NR:

ISBN 82-7658-465-9

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 2005. Undersøkelsene sommeren 2005 er de femte 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 2005, 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, 22. mars 2006

INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord	2
Innholdsfortegnelse	2
Sammendrag	3
Miljøvirkning av merdanlegg i innsjøer	4
Sævareidvassdraget	8
Oppdrettsaktiviteten i Sævareidvassdraget	11
Driften ved anleggene i 2005	12
Tilstanden i Skogseidvatnet i 2005	13
Tilstanden i Henangervatnet i 2005	16
Utvikling av tilstanden i vassdraget	19
Litteratur referanser	22
Tidligere undersøkelser i vassdraget	24
Vedleggstabeller over rådata	25

SAMMENDRAG

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.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra oppdretterne i Sævareidvassdraget, overvåket miljøtilstanden i Skogseidvatnet og Henangervatnet i 2005. Dette året ble det ved de seks oppdrettsanleggene oppe i Sævareidvassdraget til sammen produsert 354 tonn fisk. Det ble brukt 374 tonn fôr, som gir en samlet fôrfaktor på 1,06.

Innsjøene ligger i grensesjiktet mellom næringsfattige og middels næringsrike forhold, der Skogseidvatnet er noe mer næringsrikt enn Henangervatnet. Begge innsjøene har et meget lavt innhold av organisk stoff, og de har store dypvannsvolum uten problem med oksygenvinn. Det synes å være en svak tendens til økning i fosforkonsentrasjon de siste årene,- særlig i Skogseidvatnet. Algemengdene viser imidlertid ikke samme utvikling, men ligger likevel relativt sett noe høyere enn næringsinnholdet for øvrig skulle tilsi.

Miljøforholdene i 2005 var samlet sett tilsvarende SFTs tilstandsklasse II="god" men opp mot grensen av klasse III="mindre god" for Skogseidvatnet. Begge innsjøene vil, vurdert i forhold til EUs vanddirektiv, klassifiseres til "god status" i 2005. Den økende fosformengden i Skogseidvatnet, sammen med noe forhøyete algemengder, tyder på at en kan vurdere situasjonen som en "begynnende eutrofiering". I dag er det imidlertid et stykke igjen til at situasjonen blir vurdert som "fare på ferde" (se for øvrig innledningen på side 6), og utviklingen i disse store innsjøen 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", II="god", III="mindre god" til V="meget dårlig".

År	Antall prøver	Næringsalter						Organisk stoff				Samlet vurd.			
		Fosfor		Nitrogen		Klorofyll a		TOC		Siktedyp		O, dypvann			
		Skog	Hena	Skog	Hena	Skog	Hena	Skog	Hena	Skog	Hena	Skogs	Hena		
	s		s		s		s		s		s		s		
1985	5	III-IV		II	II						II	I	I	III	II
1986	8	II	II	II	II	II-III	II	I	I	II		I	I	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

MILJØVIRKNING AV MERDANLEGG I INNSJØER

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

I næringsrike og "gjødsle" innsjøer er forutsetningene tilstede for økte algemengder med innslag av andre og mer næringskrevende algetyper som blant annet en del blågrønne alger (Brettum 1989; Faafeng m.fl. 1990). I særlig næringsrike situasjoner, der det også er store tilførsler av næring utover hele sommeren, kan en få ekstreme oppblomstringer av blågrønnalger. I stille vær kan disse algene flyte opp slik at innsjøene farges kraftig grønne. Dette er kjent som "algeblomst" fra det engelske uttrykket "algal bloom".

Virkningen av næringstilførsler avhenger av mange lokale forhold, der vannutskiftingshyppigheten i innsjøene er en avgjørende faktor (Vollenweider 1976). Store vanntilførsler og dermed hyppig utskifting av innsjøens vannmasser, virker fortynnende på tilførslene. En innsjø med hyppig vannutskifting kan således tåle større næringstilførsler enn en tilsvarende innsjø med sjeldnere vannutskifting (Vollenweider 1976; Rognerud m.fl. 1979; Berge 1987). Samtidig er næringsstoffenes tilgjengelighet for algene også med å avgjøre responsen i innsjøenes økosystem (Berge & Källqvist 1990; Braaten m.fl. 1992).

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

Der tilførslene av **fosfor** i tillegg domineres av oppløst **fosfat** vil dette ha en større effekt også fordi det kan bli 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 menneskeskaptede 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 “*Settefiskeoppdrett 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 alene, 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 (: 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

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 Høy status	2 God status	3 Moderat status	4 Dårlig status	5 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

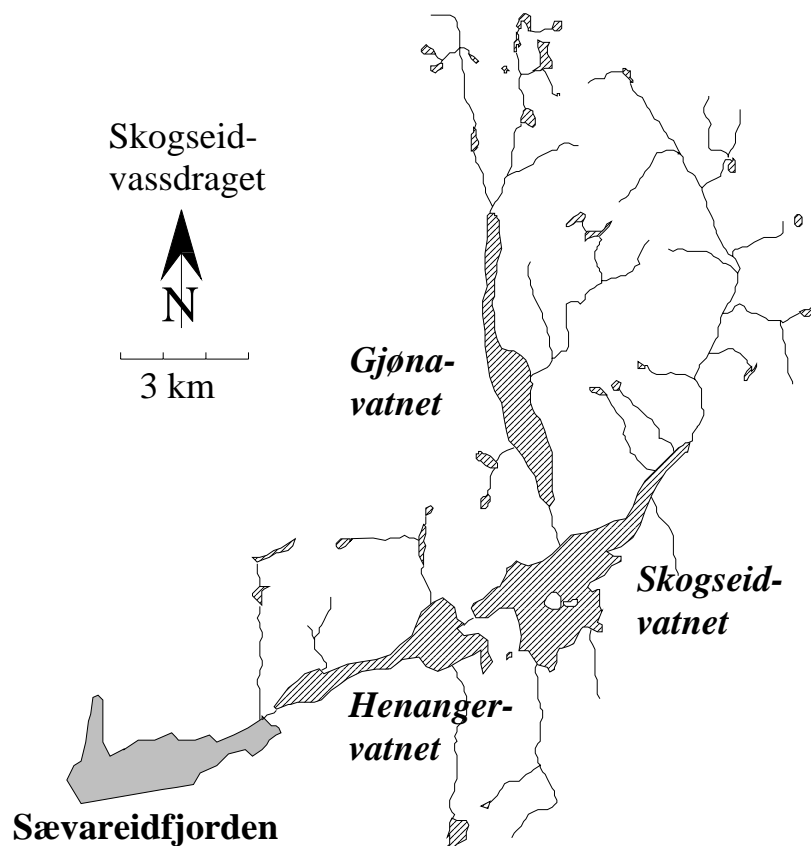
Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåking av de to nederste innsjøene i Sævareidvassdraget for 2005. Resultatene er vurdert i forhold til den presenterte faglige rammen, samtidig som utviklingen i innsjøene de siste årene også er presentert.

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 forsurening.

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

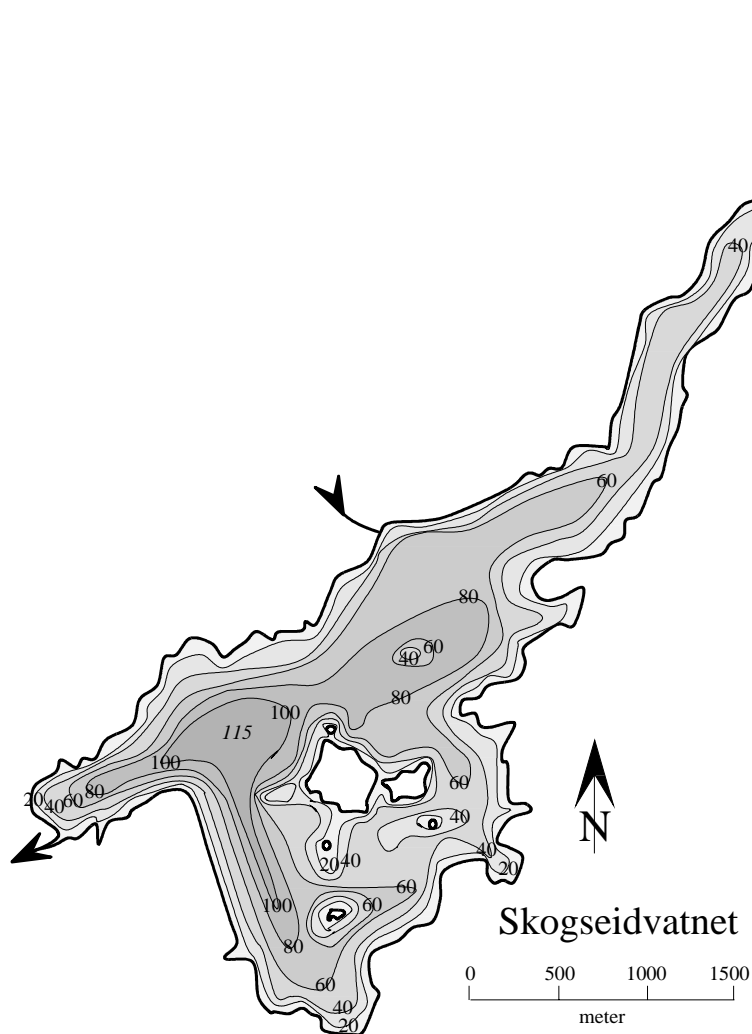


Figur 1. Kart over Sævareidvassdraget

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 9,7 m³/s 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).

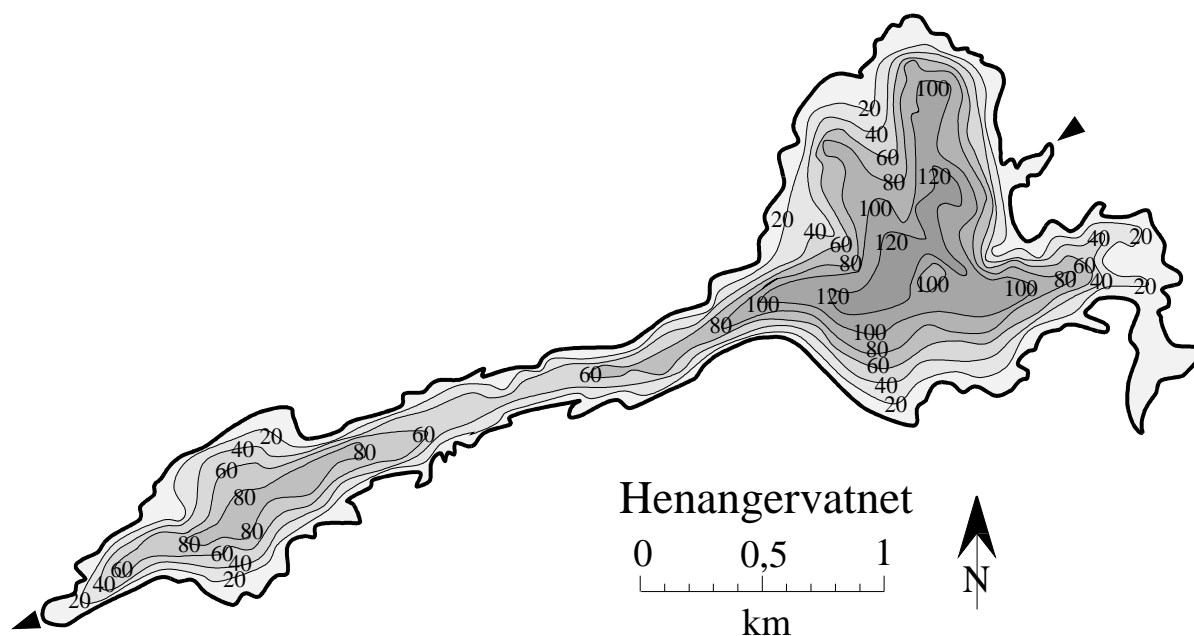


Tabell 3. Morfologiske og hydrologiske data for Skogseidvatnet, dels basert på dybdekartet i **figur 2**.

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 vannutskifting er 2,9 ganger årlig.



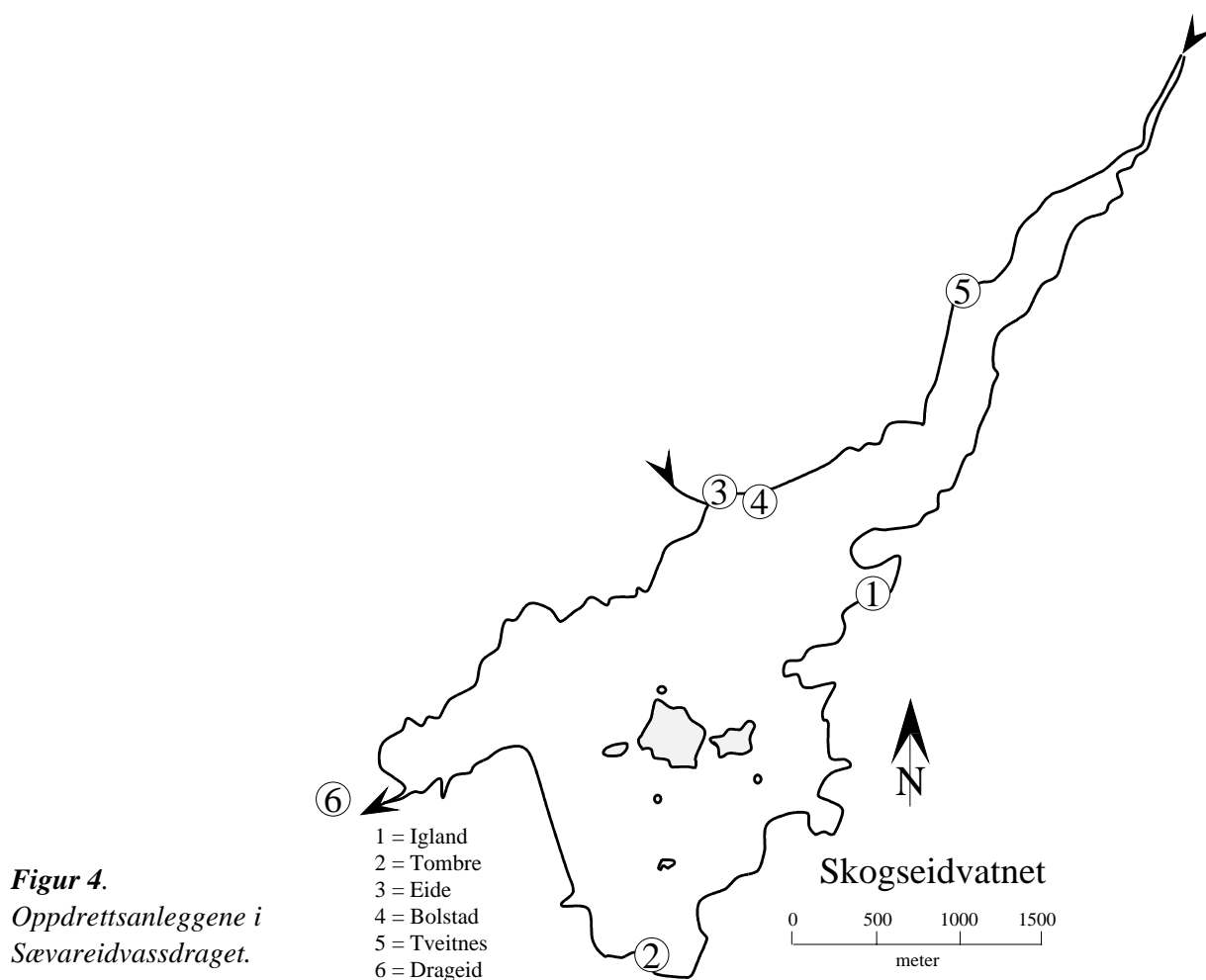
Figur 3. Dybder målt i Henangervatnet ved befaringen i september 2001. Prøvene er tatt ved det dypeste. Oppdrettsanlegget er vist med firkant i nordøst.

Tabell 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 settefisk laks. I dag er det sju 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
1) Igland Bruk AS	H/Fs 31	Laksesmolt	50 tonn
2) Tombre Fiskeanlegg AS	H/Fs 35	Laksesmolt	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	65 tonn
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 2005

I 2005 ble det ved de seks oppdrettsanleggene oppe i Sævareidvassdraget til sammen levert 3,16 millioner fisk, og til sammen utgjorde dette en samlet produksjon på nesten 354 tonn. Til dette ble det benyttet 374 tonn fôr, hvilket gir en samlet fôrfaktor på 1,06 (**tabell 6**).

Tabell 6. Produksjon, fôrbruk og fôrfaktor ved de seks anleggene i Sævareidvassdraget i 2005.

Anlegg	Antall fisk levert	Produksjon kg	Fôrbruk kg	Fôrfaktor
Igland Bruk AS	760 420	84 168	89 400	1,06
Tombre Fiskeanlegg AS	193 350	47 981	45.500	0,95
KJ.Eide Fiskeoppdrett AS	395 000	49 380	59 085	1,19
KJ.Eide - klekkeri	720 000	13 840	17 000	1,20
Bolstad Fiskeoppdrett AS	335 517	69 148	60.100	0,87
Tveitnes Fiskeoppdrett AS	374 000	46 976	60.903	1,30
Drageid Laks AS	386 360	42 327	42.070	0,99
SAMLET	3164647	353 820	374 058	1,06

Bolstad Fiskeoppdrett hadde en betydelig dødelighet på nærmere 4,5 tonn fisk i forbindelse med flomskade 14.september, da vannkvaliteten i innsjøen ble betydelig påvirket av jord som ble vasket ut fra feltet.

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 16g fosfor pr produsert kg fisk, med et antatt fosforinnhold i fôret på 1,5 % og en samlet fôrfaktor på 1,06.

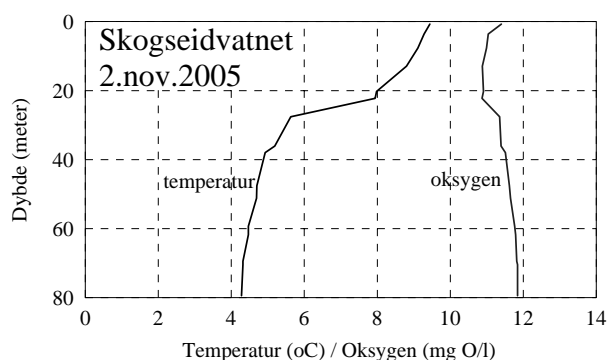
Oppdrettsvirksomheten tilførte Skogseidvatnet i 2005 omtrent 5610 kg fosfor, hvilket tilsvarer i gjennomsnitt 18 : g P/l i tilrenningen til vassdraget. Dette er imidlertid tall for de samlede tilførsler fra anlegget, og tall fra andre tilsvarende anlegg viser at i størrelsesorden 70% av fosforet som 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 2005

Temperatur- og oksygenforholdene

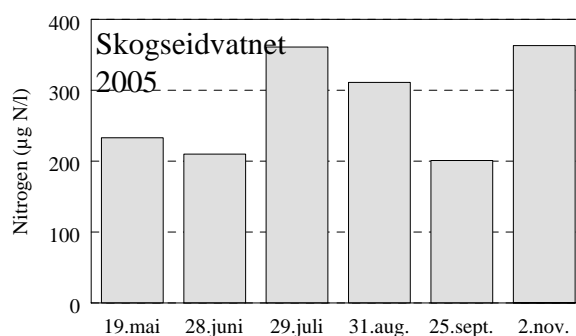
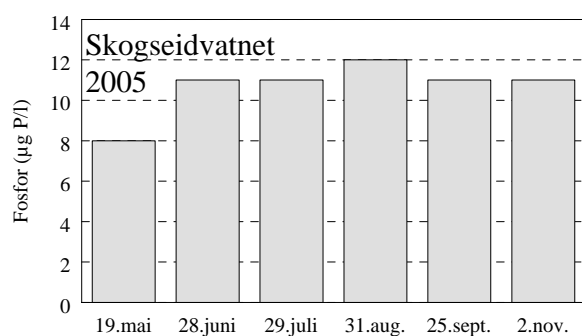
Det varme overflatelaget i Skogseidvatnet strakk seg i oktober ned til vel 25 meters dyp (**figur 5**). Det ble ikke påvist oksygeninnhold i dypvannet, og i oktober var det fremdeles full metning ned mot 70 meters dyp. I overflatevannlaget var oksygeninnholdet noe lavere. Dette skyldes fysiske faktorer der løselighet av oksygen i vann er lavere ved høyere temperaturer, som gjør at vannet kan holde på mindre oksygen der enn i dypvannet.

Figur 5. Temperatur- og oksygenprofil fra Skogseidvatnet 2. november 2005. Målingene er gjort med et nedsenkbart YSI-instrument ved det dypeste i innsjøen.



Virkning av tilførsler av næringsstoff

Skogseidvatnet var i 2005 middels næringsrikt, men i den nedre grense mot næringsfattig. Gjennomsnittskonsentrasjonene av fosfor og nitrogen var henholdsvis 11 : g fosfor pr. liter og 280 : g nitrogen pr. liter (**vedleggstabell 1**) (**figur 6**). Disse verdiene er klassifisert i tilstandsklasse II - III="god - mindre god" for fosfor og I="meget god" for nitrogen etter SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997).

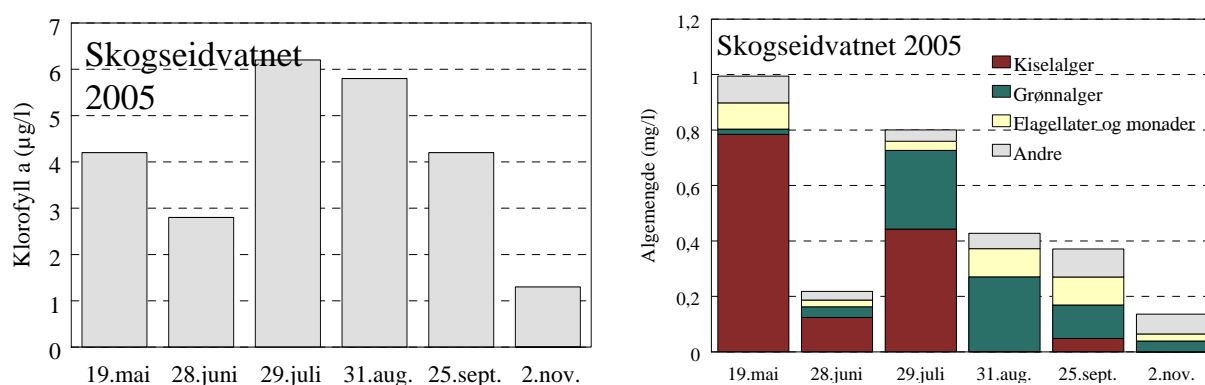


Figur 6. Innhold av næringsstoffene fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre) i månedlige vannprøver fra Skogseidvatnet i 2005. Prøvene er tatt som blandprøve fra de øverste seks metrene, og de er analysert av Chemlab Services AS.

Næringsriktighet 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 4,1 : g Chl a/l, hvilket er klassifisert til såvidt inn i SFTs tilstandsklasse III="mindre god" (**figur 7**). Analysert som algevolum

var også algemengdene moderat høye. Med et gjennomsnittlig algevolum på 0,49 mg/l og et største algevolum på 0,99 mg/l i mai klassifiseres innsjøen som middels næringsrik (tilsvarende SFT=III) 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 grønnalger et dominerende innslag, der slektene *Pandorina* og *Nephrocytium* utgjorde hovedmengdene i juli og august hhv (**vedleggstabell 3**). Blågrønnalger ble i svært liten grad funnet i 2005, selv om blågrønnalger har vært observert i innsjøen ved tidligere undersøkelser.

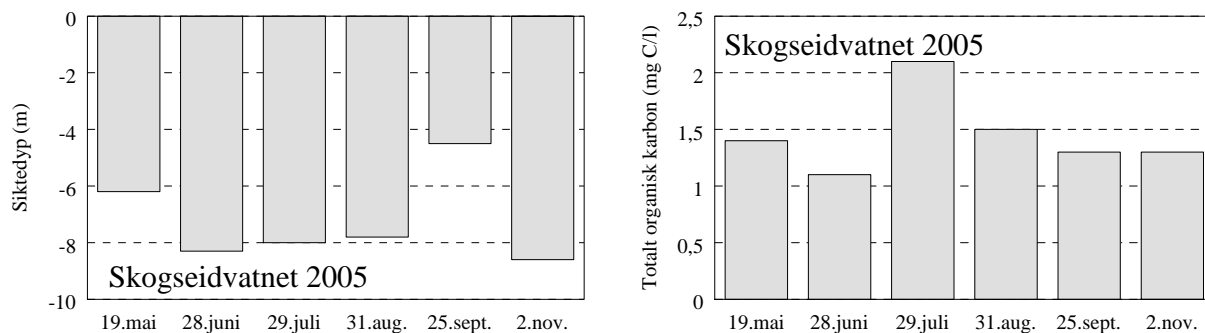


Figur 7. Innhold av klorofyll a (til venstre), og algemengder og algetyper (til høyre) i månedlige overflatevannprøver fra Skogseidvatnet sommeren 2005. Prøvene er tatt som blandeprøver de øverste seks metrene ved det dypeste punktet i innsjøen. For detaljer vedrørende algearter og typer henvises til **vedleggstabell 3**. 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 7,2 m i gjennomsnitt, hvilket tilsier tilstandsklasse I = "meget god" i henhold til SFT sitt klassifiseringssystem. Siktedypet var størst i begynnelsen av november (**figur 8**). Det lave siktedypet i slutten av september har trolig sammenheng med de store nedbørmengdene på vestlandet i denne perioden. Store mengder humusstoffer vasskes da ut i vassdragene og fører til et høyere fargetall.

Innholdet av organisk stoff i overflatevannmassene lå i gjennomsnitt på 1,5 mg C/l gjennom sommeren, med høyeste måling i juli på 2,1 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.

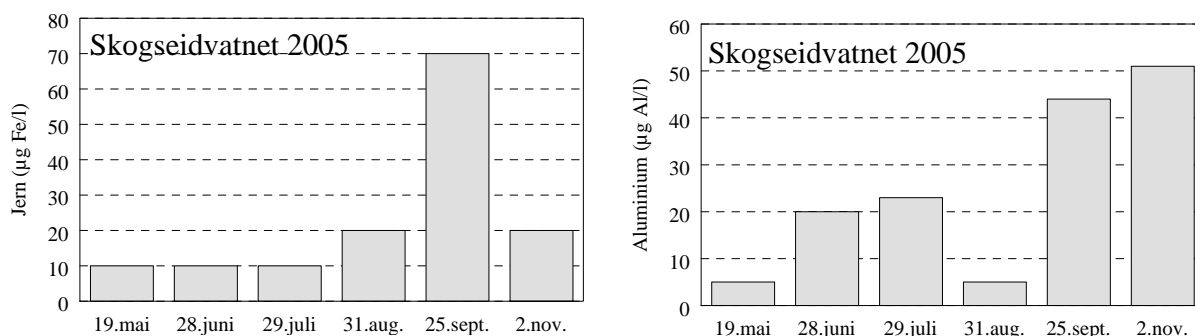


Figur 8. Månedlige målinger av siktedyp (til venstre) og av totalt organisk karbon TOC (til høyre) i Skogseidvatnet i 2005. Siktedypmålingene er gjort med en standard Secchi-skive ved det dypeste punktet, mens TOC er målt i de månedlige innsamlete blandprøvene fra overflatevannet.

Vannkvalitet generelt

Innholdet av jern i overflatevannet i Skogseidvatnet var lavt i 2005 (**figur 9**). Høyeste verdi var på 0,07 mg Fe/l, som tilsvarer klasse II= ”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 28 : g Al/l (**figur 9**). Høyeste registrerte verdi var på 51 : g/l på høsten. Også dette er så lavt at det ikke representerer fare for skade på ferskvannsorganismer i en slik innsjø med ”gode” pH-verdier.



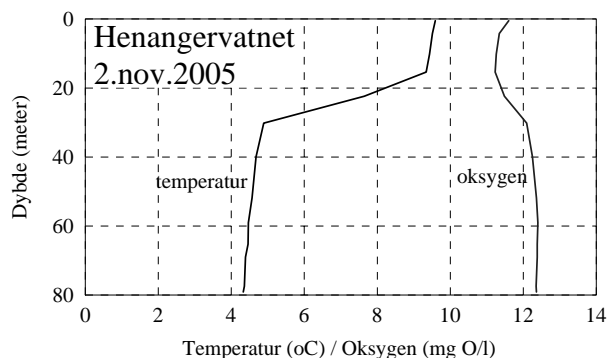
Figur 9. Innhold av jern (til venstre) og aluminium (til høyre) i månedlige vannprøver fra overflatevannet i Skogseidvatnet i 2005.

TILSTANDEN I HENANGERVATNET I 2005

Temperatur- og oksygenforholdene

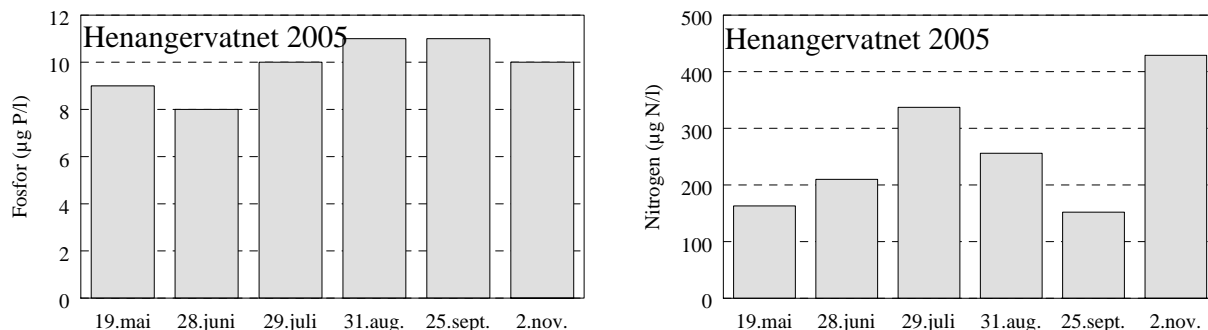
I begynnelsen av november var overflatetemperaturen i Henangervatnet nesten 10 °C (**figur 10**). Sprangsjiktet var velutviklet og lå fra 15-30 meters dyp. I overflatevannlaget var oksygenmengdene noe lavere enn i dypvannet på grunn av oksygenets lavere løselighet ved høyere temperaturer.

Figur 10. Temperatur- og oksygenprofil fra Henangervatnet 2. november 2005. Målingene er gjort med et nedsenkbart YSI-instrument ved det dypeste i innsjøen.



Virkning av tilførsler av næringsstoff

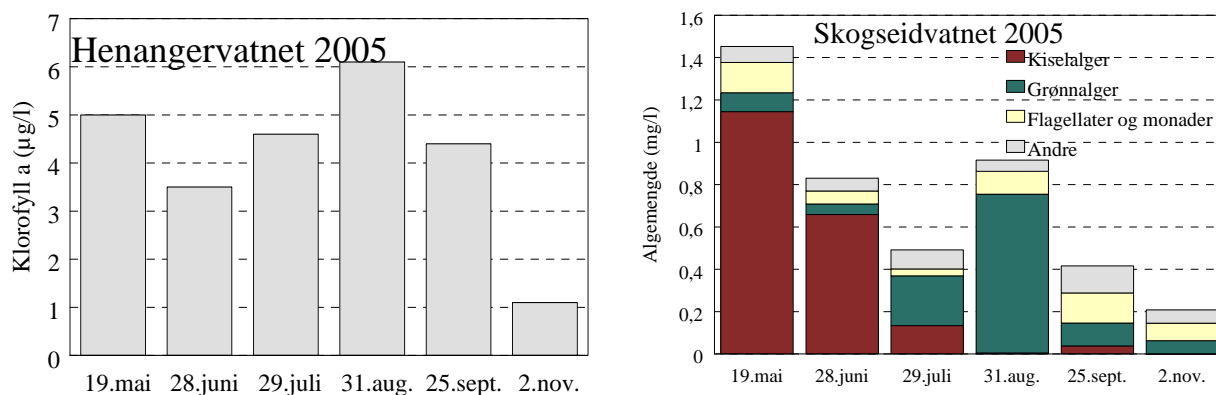
Henangervatnet er relativt næringsfattig. Konsentrasjonene av fosfor og nitrogen viste gjennomsnittsverdier på hhv. 10 : g fosfor pr. liter og 258 : g nitrogen pr. liter (**figur 11**) (**vedleggstabell 2**). Disse verdiene er klassifisert i tilstandsklasse II="god" for fosfor og klasse I="meget god" for nitrogen etter SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997). Fosforverdiene ligger opp mot grensen til klasse III="mindre god".



Figur 11. Innhold av næringsstoffene fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre) i månedlige vannprøver fra Henangervatnet i 2005. 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 litt høyere enn det en forventer ut fra næringsinnholdet. Innholdet av klorofyll a, som utgjør mengden "grønnfarge" i algene, hadde et gjennomsnitt på 4,1 : g Chl a/l, hvilket er klassifisert til såvidt inn i SFTs tilstandsklasse III="mindre god" (**figur 12**). Analysert som algevolum var også algemengdene moderate. Med et gjennomsnittlig algevolum på 0,72 mg/l og et største algevolum på 1.45 mg/l klassifiseres innsjøen som middels næringsrik (tilsvarende SFT = III) i henhold til Brettum (1989) (se også tabell 2 på side 7).

Algesamfunnet var ikke vesentlig forskjellig fra det en fant i Skogseidvatnet. Kiselalger (*Bacillariophyceae*) dominerte fullstendig i første del av prøvetakingssesongen, og dominerende art var også her *Asterionella formosa* (**figur 12, vedleggstabell 4**) som 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 2005.

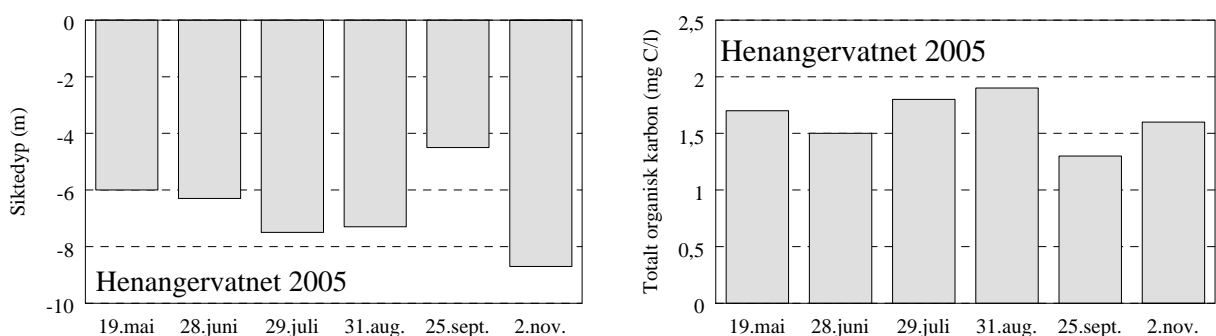


Figur 12. Innhold av klorofyll a (til venstre), og algemengder og algetyper (til høyre) i månedlige overflatevannprøver fra Henangervatnet sommeren 2005. Prøvene er tatt som blandeprøver fra de øverste seks metrene ved det dypeste punktet i innsjøen. For detaljer vedrørende algearter og typer henvises til vedleggstabell 4. Disse analysene er utført av cand. real. Nils Bernt Andersen.

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 6,7 meter tilsvarer dette SFTs tilstandsklasse I="meget god". Største siktedyp ble målt i begynnelsen av november (**figur 13**), men som i Skogseidvatnet var siktedypet markert lavere i slutten av september på grunn av mye nedbør og tilsig av humusstoffer.

Innholdet av organisk stoff i overflatevannmassene lå i gjennomsnitt på 1,6 mg C/l gjennom sommeren, med høyeste måling i august på 1,9 mg C/l (**figur 13**). Dette er et lavt innhold av organisk materiale, og tilsvarer klasse I="meget god" i SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann.

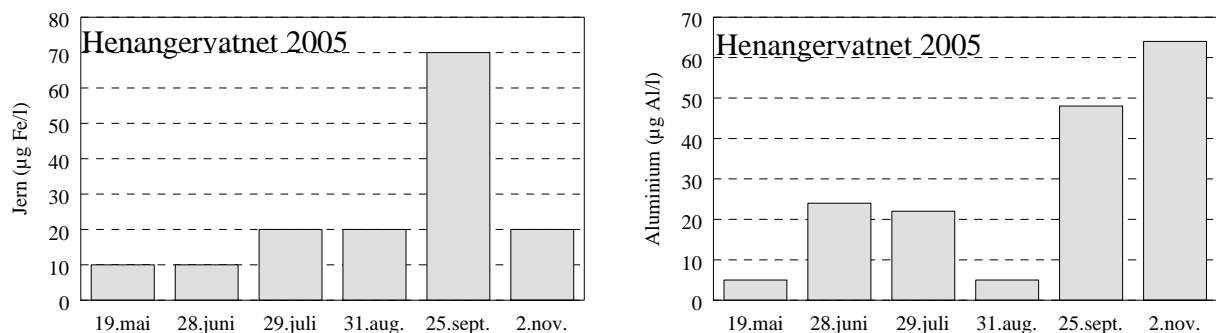


Figur 13. Målinger av siktedyp (til venstre) og av totalt organisk karbon TOC (til høyre) i Henangervatnet i 2005. Siktedypmålingene er gjort med en standard Secchi-skive ved det dypeste punktet, mens TOC er målt i de månedlige innsamlete blandprøvene fra overflatevannet.

Vannkvalitet generelt

Innholdet av jern i overflatevannet i Henangervatnet var vanligvis meget lavt, selv med en topp på 0,07 mg/l i september (**figur 14**). Høyeste målte konsentrasjon tilsvarer klasse II= ”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 : g Al/l (**figur 14**). Konsentrasjonene var adskillig høyere på høsten, med høyeste registrerte konsentrasjon av totalaluminium på 64 : 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.



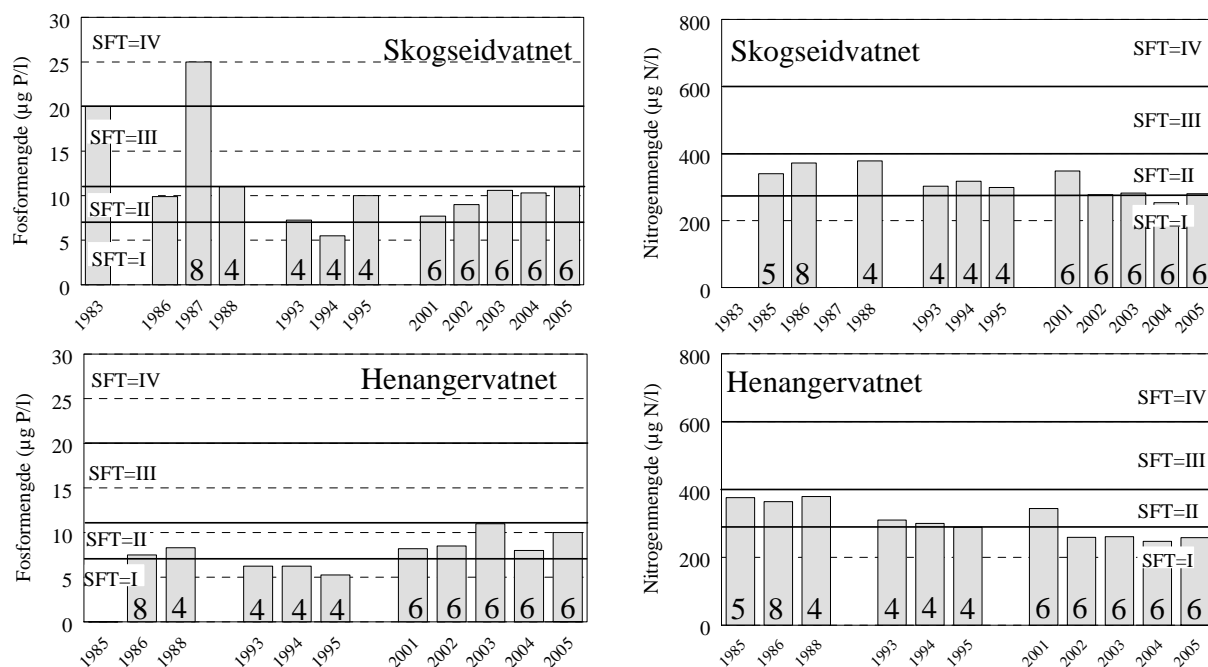
Figur 14. Innhold av jern (til venstre) og aluminium (til høyre) i månedlige vannprøver fra overflatevannet i Henangervatnet i 2005.

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 det femte i rekken.

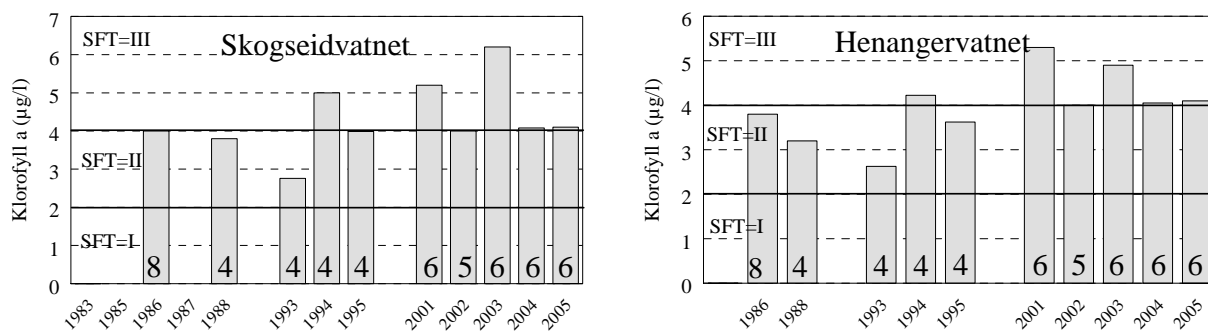
Virkning av tilførsler av næringsstoff

Næringsinnholdet i vassdraget har variert lite de siste årene, men det kan synes som om fosformengdene har vært svakt økende siden 2001, mens nitrogennivået er relativt stabilt (**figur 15**). Begge innsjøene befinner seg i grensesjiktet mellom næringsfattige og middels næringsrike innsjøer. Skogseidvatnet ligger i dag så vidt innenfor grensen til tilstandsklasse III for fosfor og til klasse II for nitrogen. Henangervatnet ligger innenfor tilstandsklasse II for fosfor og klasse I for nitrogen, men like opp til klassen over for begge næringsstoffene.



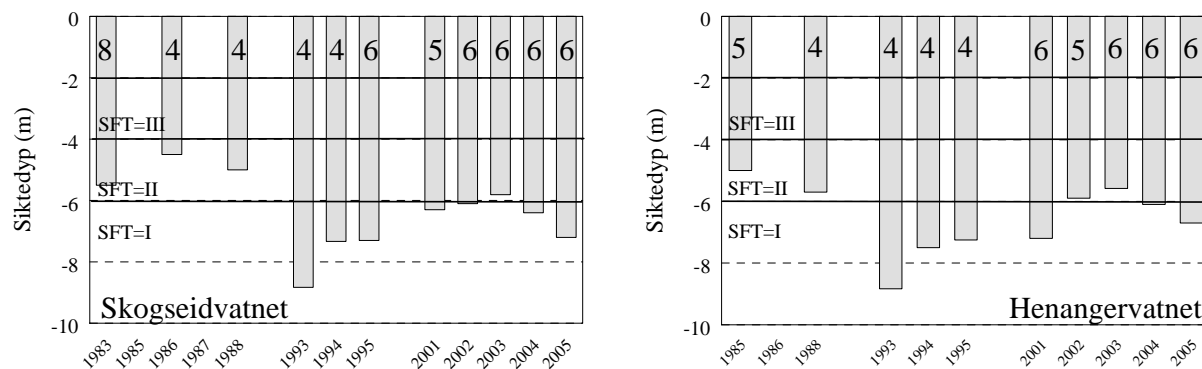
Figur 15. Utvikling i næringsinnhold i Skogseidvatnet (øverst) og Henangervatnet (nederst) vist som gjennomsnittlig innhold av fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre). Antall årlige målinger (der dette er kjent) er vist på hver søyle i figuren.

Algemengdene i innsjøene har variert noe, men det er ingen klar tendens i utviklingen de siste fem årene (**figur 16**). Siden de første målingene på midten av åttitallet har imidlertid algemengdene økt, og denne utviklingen gjenspeiler utviklingen i fosforinnholdet. Både i Skogseidvatnet og Henangervatnet tilsvarer mengden klorofyll-a såvidt inn i 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). Algemengdene tilsvarer SFT III = “mindre god”.



Figur 16. 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 har vist en gradvis reduksjon fra begynnelsen på nittitallet til 2003, men de siste to årene har det bedret seg noe og det er fremdeles vesentlig bedre enn målingene fra åttitallet (**figur 17**). Algemengdene, både målt som klorofyll a og som algevolum har økt de siste årene, og forklarer noe av reduksjonen i siktedyp. Tilførsler av organisk stoff bidrar også til siktedypet, men disse tilførslene er små og utgjør lite. Begge innsjøene tilhører SFTs tilstandsklasse I= ”meget god” i 2005.

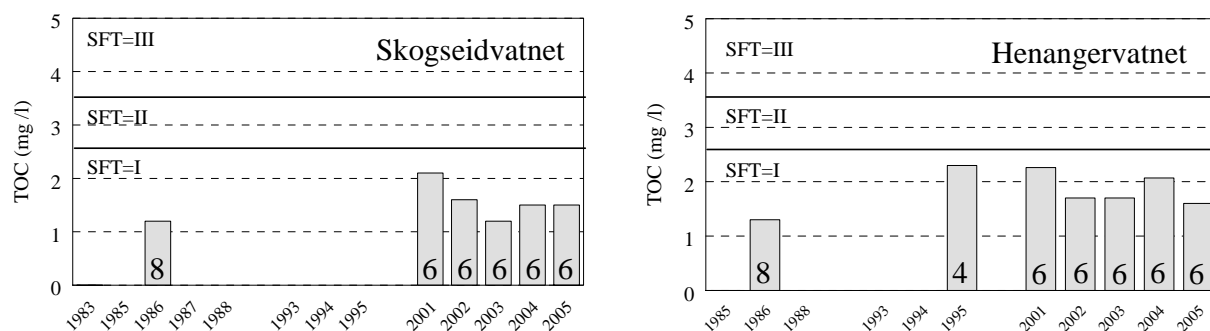


Figur 17. Årlig gjennomsnittlig siktedyp i Skogseidvatnet (til venstre) og Henangervatnet (til høyre). Antall årlige målinger er vist på hver søyle i figuren.

Virkning av tilførsel av organisk materiale

Innholdet av organisk stoff i både Skogseidvatnet og Henangervatnet er meget lavt (**figur 18**), og begge innsjøene kommer inn under tilstandsklasse I= ”meget god” i SFT sitt klassifiseringssystem. Innholdet av organisk stoff i 2005 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, og ved nedbrytning av store mengder organisk materiale kan oksygeninnholdet i dypvannet reduseres sterkt. Det var imidlertid ikke tegn til vesentlig oksygenvinn i dypvannet i verken Skogseid- eller Henangervatnet, noe en heller ikke skulle forvente med så store dypvannsvolum og et så lavt innhold av organisk stoff.



Figur 18. 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 Skogseidvatnet er noe mer næringsrikt enn Henangervatnet. Begge innsjøene har et meget lavt innhold av organisk stoff, og de har store dypvannsvolum uten problem med oksygenvinn. Det synes også å være en tendens til økning i fosforkonsentrasjon de siste årene, og særlig i Skogseidvatnet. Algemengdene viser imidlertid ikke samme utvikling, men ligger likevel relativt sett noe høyere enn næringsinnholdet for øvrig skulle tilsi.

Miljøforholdene i 2005 var samlet sett tilsvarende SFTs tilstandsklasse II= ”god” men opp mot grensen av klasse III= ”mindre god” for Skogseidvatnet. Begge innsjøene vil, vurdert i forhold til EUs vanddirektiv, klassifiseres til ”god status” i 2005. Den økende fosformengden i Skogseidvatnet, sammen med noe forhøyete algemengder, tyder på at en kan vurdere situasjonen som en ”begynnende eutrofiering”. I dag er det imidlertid et stykke igjen til at situasjonen blir vurdert som ”fare på ferde” (se for øvrig innledningen på side 6), og utviklingen i disse store innsjøen går uansett sakte.

LITTERATUR 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.*
- 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 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, 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.

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, rapport777, 29 sider, ISBN 82-7658-414-4.

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 2005. Prøvene er tatt ved det dypeste punktet i innsjøen, og analysene er utført av Chemlab Services AS i Bergen.

PARAMETER	ENHET	metode	19.mai	28.juni	29.juli	31.aug	25.sep	2.nov	Snitt
Total fosfor	: g P / l	NS 4724:1984	8	11	11	12	11	11	11
Total nitrogen	: g N / l	NS 4743:1993	233	210	361	311	201	363	280
Tot. organisk karb.	mg C / l		1,4	1,1	2,1	1,5	1,3	1,3	1,5
Klorofyll a	mg Chl/l		4,2	2,8	6,2	5,8	4,2	1,3	4,1
Jern	: g Fe / l	NS 4773	10	10	10	20	70	20	23
Aluminium	: g Al / l	NS 4781	5	20	23	5	44	51	25
Siktedyp	meter		6,2	8,3	8,0	7,8	4,5	8,6	7,2

Vedleggstabell 2. Analyseresultat fra overflatevannprøver fra Henangervatnet i 2005. Prøvene er tatt ved det dypeste punktet i innsjøen, og analysene er utført av Chemlab Services AS i Bergen.

PARAMETER	ENHET	metode	19.mai	28.juni	29.juli	31.aug	25.sep	2.nov	Snitt
Total fosfor	: g P / l	NS 4724:1984	9	8	10	11	11	10	10
Total nitrogen	: g N / l	NS 4743:1993	163	210	337	256	152	429	258
Tot. organisk karb.	mg C / l		1,7	1,5	1,8	1,9	1,3	1,6	1,6
Klorofyll a	mg Chl/l		5	3,5	4,6	6,1	4,4	1,1	4,1
Jern	: g Fe / l	NS 4773	10	10	20	20	70	20	25
Aluminium	: g Al / l	NS 4781	5	24	22	5	48	64	28
Siktedyp	meter		6,0	6,3	7,5	7,3	4,5	8,7	6,7

Vedleggstabell 3. Algeresultater fra Skogseidvatnet sommeren 2005. 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 2005	19. mai		28.jun		29.jul		31.aug		25.sep		2.nov	
	ant	vol	ant	vol	ant	vol	ant	vol	ant	vol	ant	vol
BACILLARIOPHYCEAE												
Asterionella formosa	765000	0.612	153000	0.1224	490000	0.392			60000	0.048		
Melosira sp.	54000	0.0486	2000	0.0018								
Tabellaria fenestrata	30000	0.018			84000	0.0504	2000	0.0012				
Tabellaria flocculosa	153000	0.0918										
Ubest.pennate diatomeer	31000	0.0062										
Ubest. sentriske diatomeer	31000	0.0078										
CHLOROPHYCEAE												
Ankistrodesmus sp.	31000	0.0031					31000	0.0031				
Ankyra judai							8000	0.0016			31000	0.0047
Chlamydocapsa sp.									826000	0.0537		
Dictyosphaerium sp.									64000	0.0115		
Eudorina sp.					224000	0.0336			22000	0.0088		
Nephrocytium sp.							428000	0.1712				
Oocystis sp.			6000	0.006								
Pandorina sp.					979000	0.1469						
Sphaerocystis sp.			490000	0.0162	1591000	0.1034	282000	0.0183				
Spondylosium sp.							42000	0.021				
Staurastrum sp.	4000	0.016	2000	0.008			8000	0.032	4000	0.016	4000	0.016
Staurodesmus sp.			2000	0.008			4000	0.016			2000	0.008
Chlorophyceae spp.			4000	0.0004	2000	0.0002	61000	0.0061	275000	0.0311	92000	0.0104
CRYPTOPHYCEAE												
Cryptomonas sp.	10000	0.01	10000	0.01	31000	0.031			26000	0.026	4000	0.004
Rhodomonas sp.	306000	0.0245			122000	0.0098	367000	0.0294	520000	0.0416	92000	0.0074
CHRYSOPHYCEAE												
Dinobryon borgei							61000	0.0061	31000	0.0031		
Dinobryon divergens	278000	0.0417	56000	0.0084								
DINOPHYCEAE												
Peridinium sp. 1	2000	0.02					2000	0.02				
Dinoflagellat sp.												
CYANOPHYCEAE												
Anabaena spiroides			112000	0.0127								
Gomphosphaeria sp.									2000	0.03	4000	0.06
FLAGELLATER OG MONADER												
Ubest.flagellater < 5 µm	1071000	0.015	490000	0.0069	887000	0.0124	1666000	0.0233	1102000	0.0154	398000	0.0056
Ubest.flagellater > 5 µm	704000	0.0796	153000	0.0173	184000	0.0208	673000	0.0781	1316000	0.0855	306000	0.0199
SAMLET												
	3470000	0.9943	1480000	0.2181	4594000	0.8005	3635000	0.4274	4248000	0.3707	933000	0.136

Vedleggstabell 4. Algeresultater fra Henangervatnet sommeren 2005. 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 2005	19. mai		28.jun		29.juli		31.aug		25.sep		2. nov	
	ant	vol	ant	vol	ant	vol	ant	vol	ant	vol	ant	vol
BACILLARIOPHYCEAE												
Asterionella formosa	1224000	0.9792	734000	0.5872	61000	0.0488			48000	0.0384		
Melosira sp.	122000	0.1098	10000	0.009								
Tabellaria fenestrata	31000	0.0186	12000	0.0072	142000	0.0852	8000	0.0048				
Tabellaria flocculosa	42000	0.0252	92000	0.0552								
Ubest. pennate diatomeer	61000	0.0122										
CHLOROPHYCEAE												
Ankistrodesmus setigerus	31000	0.0031										
Ankistrodesmus sp.	31000	0.0031										
Coelastrum sp.							184000	0.0208				
Cosmarium sp.											31000	0.031
Crucigeniella sp.							16000	0.0016				
Dictyosphaerium sp.									245000	0.0159		
Elakatothrix sp.			4000	0.0004								
Eudorina sp. (kolonier)									8000	0.0192		
Nephrocytium sp.	92000	0.0368					1744000	0.6976	122000	0.0488		
Planktosphaeria sp.					31000	0.031						
Scenedesmus sp.							61000	0.0061				
Sphaerocystis sp.	551000	0.038			1346000	0.1521						
Staurastrum sp.	2000	0.008	10000	0.04	2000	0.008	4000	0.016	4000	0.016	8000	0.032
Staurodesmus sp.					8000	0.032	2000	0.008	2000	0.008		
Chlorophyceae spp.			10000	0.01	12000	0.012						
CRYPTOPHYCEAE												
Cryptomonas sp.	3000	0.003	31000	0.031	31000	0.031	31000	0.031	61000	0.061		
Rhodomonas sp.	398000	0.0318	61000	0.0049	214000	0.0171	184000	0.0147	245000	0.0196	214000	0.0171
CHRYSOPHYCEAE												
Dinobryon divergens	84000	0.0126			72000	0.0108						
DINOPHYCEAE												
Peridinium sp. 1	2000	0.02										
Peridinium sp. 2	31000	0.0078										
Peridinium spp.					31000	0.031						
CYANOPHYCEAE												
Anabaena spiroides			216000	0.0244			36000	0.0041	150000	0.017	406000	0.0459
Anabaena sp.			4000	0.0005								
Gomphosphaeria sp. (kol.)									2000	0.03		
Oscillatoria sp. (kolonier)							2000	0.0028				
FLAGELLATER OG MONADER												
Ubest.flagell. < 5 µm	1346000	0.0188	643000	0.009	367000	0.0051	1040000	0.0146	1499000	0.021	949000	0.0133
Ubest.flagell. > 5 µm	1102000	0.1245	459000	0.0519	245000	0.0277	826000	0.0933	1071000	0.121	612000	0.0692
SAMLET												
	5153000	1.4525	2286000	0.8307	2562000	0.4918	4138000	0.9154	3457000	0.4159	2220000	0.2085

