

Tilstandsrapport for  
Skogseidvatnet og Henangervatnet  
i Fusa 2006



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

Rådgivende Biologer AS

971





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa i 2006

**FORFATTERE:**

Geir Helge Johnsen & Annie Elisabeth Bjørklund

**OPPDRAGSGIVER:**

Oppdretterne i Sævareidvassdraget

**OPPDRAGET GITT:**

Mai 2006

**ARBEIDET UTFØRT:**

2006 – 2007

**RAPPORT DATO:**

5. mars 2007

**RAPPORT NR:**

971

**ANTALL SIDER:**

29

**ISBN NR:**

ISBN 978-82-7658-521-6

**RÅDGIVENDE BIOLOGER AS**

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082-MVA

Internett : [www.radgivende-biologer.no](http://www.radgivende-biologer.no) E-post: [post@radgivende-biologer.no](mailto:post@radgivende-biologer.no)

Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

## FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra oppdretterne i Sævareidvassdraget gjennomført en overvåking av miljøtilstanden i Skogseidvatnet og Henangervatnet i 2006. Undersøkelsene sommeren 2006 er de første i den andre femårsperioden siden 2001. 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 også konsesjonspålagt for enkelte av oppdretterne i forbindelse med anleggenes utslippsløyver. Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåkingsprogrammet for 2006, 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, 5. mars 2007

## INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord.....	4
Innholdsfortegnelse.....	4
Sammendrag .....	5
Miljøvirkning i merdanlegg i innsjøer .....	6
Sævareidvassdraget – NVE-nr. 053.Z .....	10
Oppdrettsaktiviteten i Sævareidvassdraget.....	13
Driften ved anleggene i 2006.....	14
Tilstanden i Skogseidvatnet i 2006.....	15
Tilstanden i Henangervatnet i 2006 .....	18
Utvikling av tilstanden i vassdraget.....	21
Litteratur referanser .....	24
Tidligere undersøkelser i vassdraget.....	25
Vedleggstabeller over rådata.....	27

## SAMMENDRAG

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.*

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra oppdretterne i Sævareidvassdraget, overvåket miljøtilstanden i Skogseidvatnet og Henangervatnet i 2006. I 2006 ble det ved de seks oppdrettsanleggene oppe i Sævareidvassdraget til sammen levert 3,9 millioner fisk, og dette utgjorde en samlet produksjon på 387 tonn. Til dette ble det benyttet 412 tonn fôr, hvilket gir en samlet førfaktor 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 også å være en tendens til økning i fosforkonsentrasjon de siste årene, men den er ikke stor. For Skogseidvatnet var fosforinnholdet lavere i 2006 enn de foregående årene. Algemengdene viser omtrent samme utvikling, men ligger likevel relativt sett noe høyere enn næringsinnholdet for øvrig skulle tilsi.

Miljøforholdene i 2006 var samlet sett tilsvarende SFTs tilstandsklasse II= ”god” for både Skogseidvatnet og Henangervatnet. Begge innsjøene vil, vurdert i forhold til EUs vanddirektiv, klassifiseres til ”god status” i 2005. Situasjonen i vassdraget var samlet sett noe bedre i 2006 enn i 2005, men den kan fremdeles vurderes som en ”begynnende eutrofiering”. I dag er det fremdeles et stykke igjen til at situasjonen blir vurdert som ”fare på ferde”, 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” til V = ”meget dårlig”.

År	Antall prøver	Næringssalter						Organisk stoff				Samlet vurd.			
		Fosfor		Nitrogen		Klorofyll a		TOC		Siktedyp				O <sub>2</sub> 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		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
2006	6	II	II	I	I	III	III	I	I	I	I	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 “gjødslete” 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 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 menneskeskapte eksterne kilder i nedbørsfeltet, eller fra innsjøens egen biologiske produksjon av alger og dyr (Holtan & Åstebøl 1990). Slike tilførsler deles i to hovedgrupper, humus-stoffer og andre. Humusstoffene er tungt nedbrytbare i vann og stammer hovedsakelig fra skog og myrområder. De andre er lettere nedbrytbare, og biologisk omsetning og nedbryting av slike stoff er oksygenkrevende. Omfang av tilførsler av organisk stoff til innsjøer vil kunne måles i vannprøver fra overflatevannet, men det vil i hovedsak påvirke forholdene i det stabile dypvannet ved at store tilførsler medfører et høyere forbruk av oksygen som kan resultere i helt oksygenfrie forhold i dypvannet (Johnsen mfl. 1985).

Det største problemet knyttet til oksygenfritt dypvann i innsjøer er fenomenet “indre gjødsling”. Når det har vært oksygenfritt vann over sedimentene en tid, vil forholdet mellom toverdig og treverdig jern endres slik at bindingen av fosfor i sedimentet opphører (Wetzel 1975). Da vil betydelige mengder av det tidligere sedimenterte fosforet bli frigitt til vannmassene som biotilgjengelig fosfat, og konsentrasjonene av fosfor i dypvannet kan være både 10 og 100 ganger høyere enn i overflatevannet (Johnsen mfl. 1985). I slike innsjøer vil denne “indre gjødslingen” kunne utgjøre en vesentlig del av de samlede tilførsler av næring (Bjørklund og Johnsen 1995), og en kan komme inn i en ond sirkel med stadig økende næringsinnhold og algemengder.

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

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

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

Alle disse tre forhold kan derfor påvirke næringsrikheten i den aktuelle innsjøen. Punkt 1 direkte ved sin “bottom-up” virkemåte, punkt 2 ved at overbelastning av organisk materiale kan føre til oksygenfrie forhold i dypvannet og dermed frigivelse av fosfat fra sedimentet, og punkt 3 ved at en får redusert økosystemets evne til å håndtere den økte algeproduksjonen ved en “top-down” effekt når det skjer mye rømming av fisk (Holm m.fl. 1985; Larsson 1986). Effektene på næringsrikhet og algeoppblomstringer i innsjøer med slike oppdrettsanlegg kan derfor bli store, og dette kan påvirke bruksverdien av innsjøen i mange sammenhenger, som til fritidsfiske, friluftsliv/bading og som råvannskilde for drikkevannsanlegg. Det er også utviklet gode erfaringsmodeller for hvor store tilførsler fiskeanlegg tilfører sine omgivelser (Håkansson m.fl. 1988; Braaten m.fl. 1992).

I forbindelse med det konsesjonsbetingede 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	<b>SFT = I</b>		<b>SFT = II</b>	<b>SFT = III</b>	<b>SFT = IV</b>	<b>SFT = V</b>
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

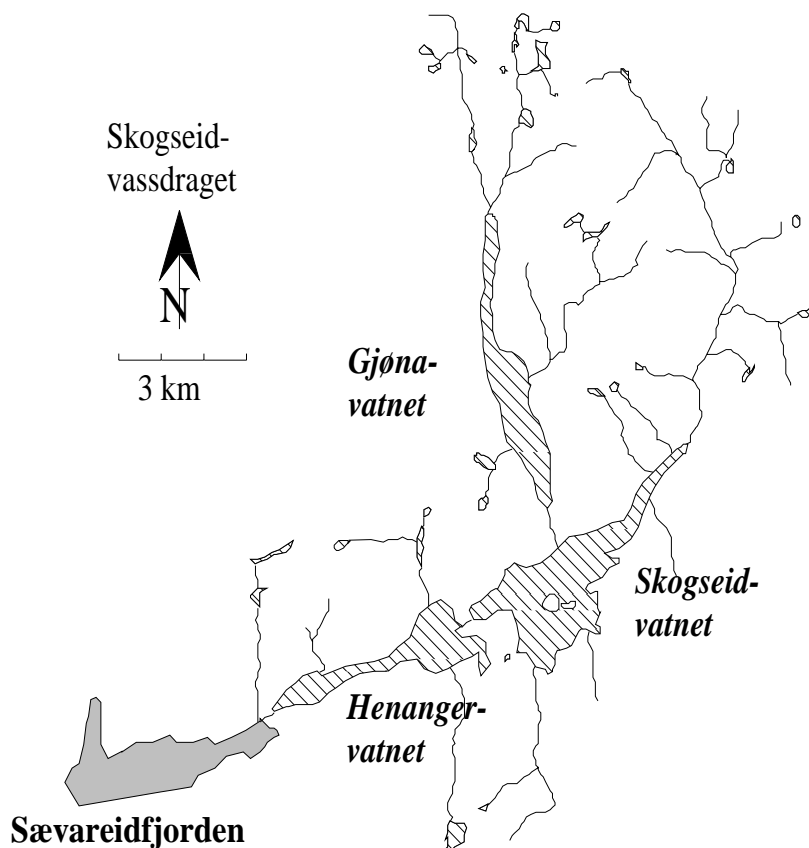
Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåking av de to nederste innsjøene i Sævareidvassdraget for 2006. Resultatene er vurdert i forhold til den presenterte faglige rammen, samtidig som utviklingen i innsjøene de siste årene også er presentert.

## SÆVAREIDVASSDRAGET – NVE-NR. 053.Z

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

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

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

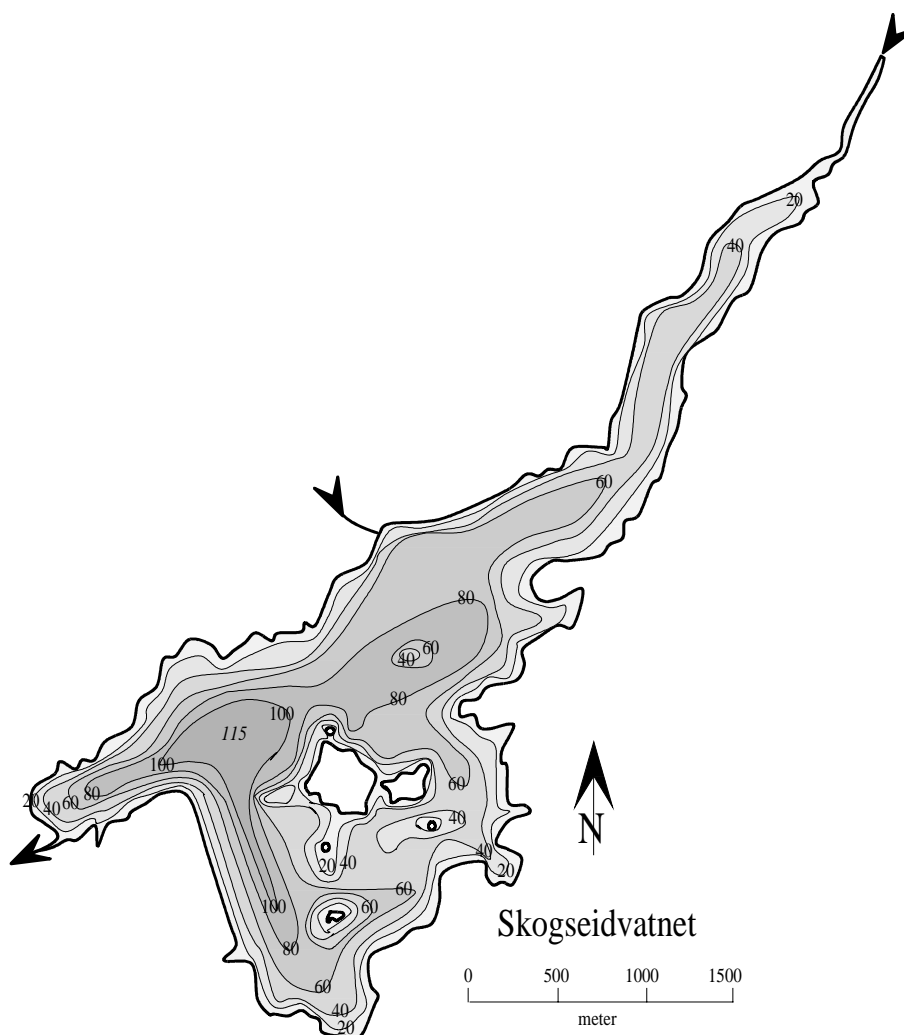


**Figur 1.** Kart over Sævareidvassdraget

## SKOGSEIDVATNET, NVE-nr. 2043

Skogseidvatnet (13 moh.) ligger sentralt i Sævareidvassdraget og har et nedbørfelt på 97,4 km<sup>2</sup>. Innsjøarealet er på 4,8 km<sup>2</sup>, den er 115 meter dyp på det dypeste (**figur 2**) og har et samlet volum på 232 millioner m<sup>3</sup>. Innsjøen ligger i et område med årlig middelavrenning på 100 l/s pr. km<sup>2</sup> (NVE 1987), og årlig gjennomsnittlig tilrenning er på 307 millioner m<sup>3</sup> eller omtrent 9,7 m<sup>3</sup>/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).

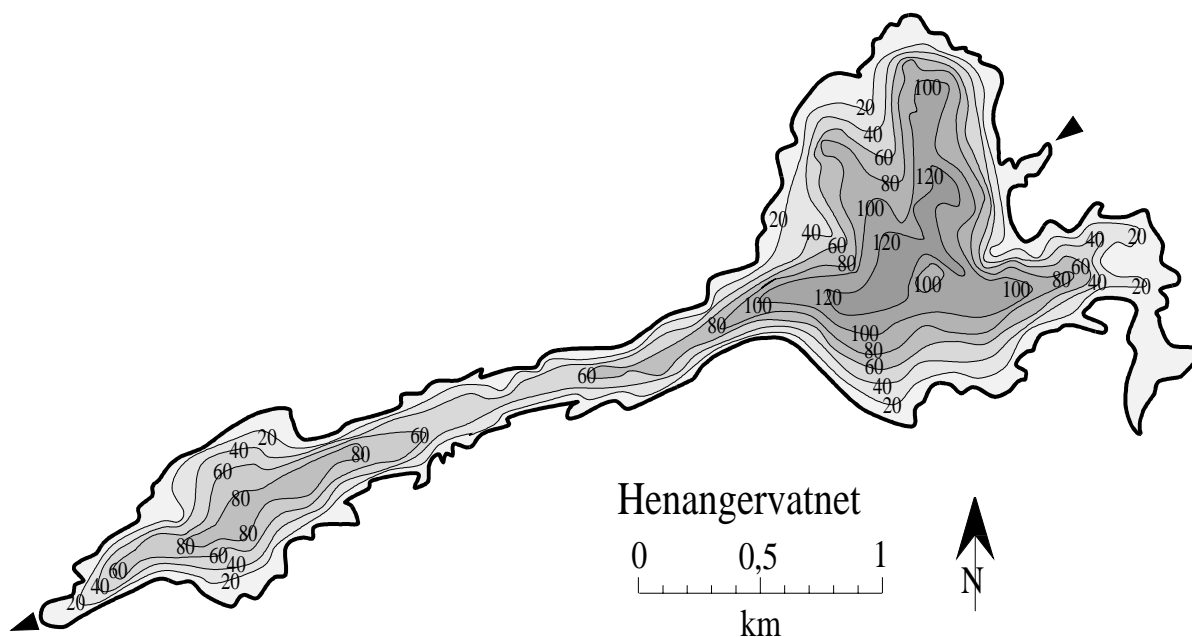


**Tabell 3.** Morfologiske og hydrologiske data for Skogseidvatnet, dels basert på dybdekartet i **figur 2**.

Innsjø	Innsjøareal km <sup>2</sup>	Feltareal km <sup>2</sup>	Avrenn. l/s/km <sup>2</sup>	Tilrenning mill m <sup>3</sup> /år	Middel- dyp	Volum mill m <sup>3</sup>	Utskiftning 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 km<sup>2</sup>. Med en gjennomsnittlig spesifikk avrenning på 100 l/s/km<sup>2</sup>, blir den årlige gjennomsnittlige tilrenningen på 377 millioner m<sup>3</sup>, eller omtrent 11900 m<sup>3</sup>/min i gjennomsnitt. Innsjøen har et volum på 130 mill m<sup>3</sup> og største dyp er på hele 130 meter (**tabell 5**). Teoretisk beregnet vannutskifting er 2,9 ganger årlig.



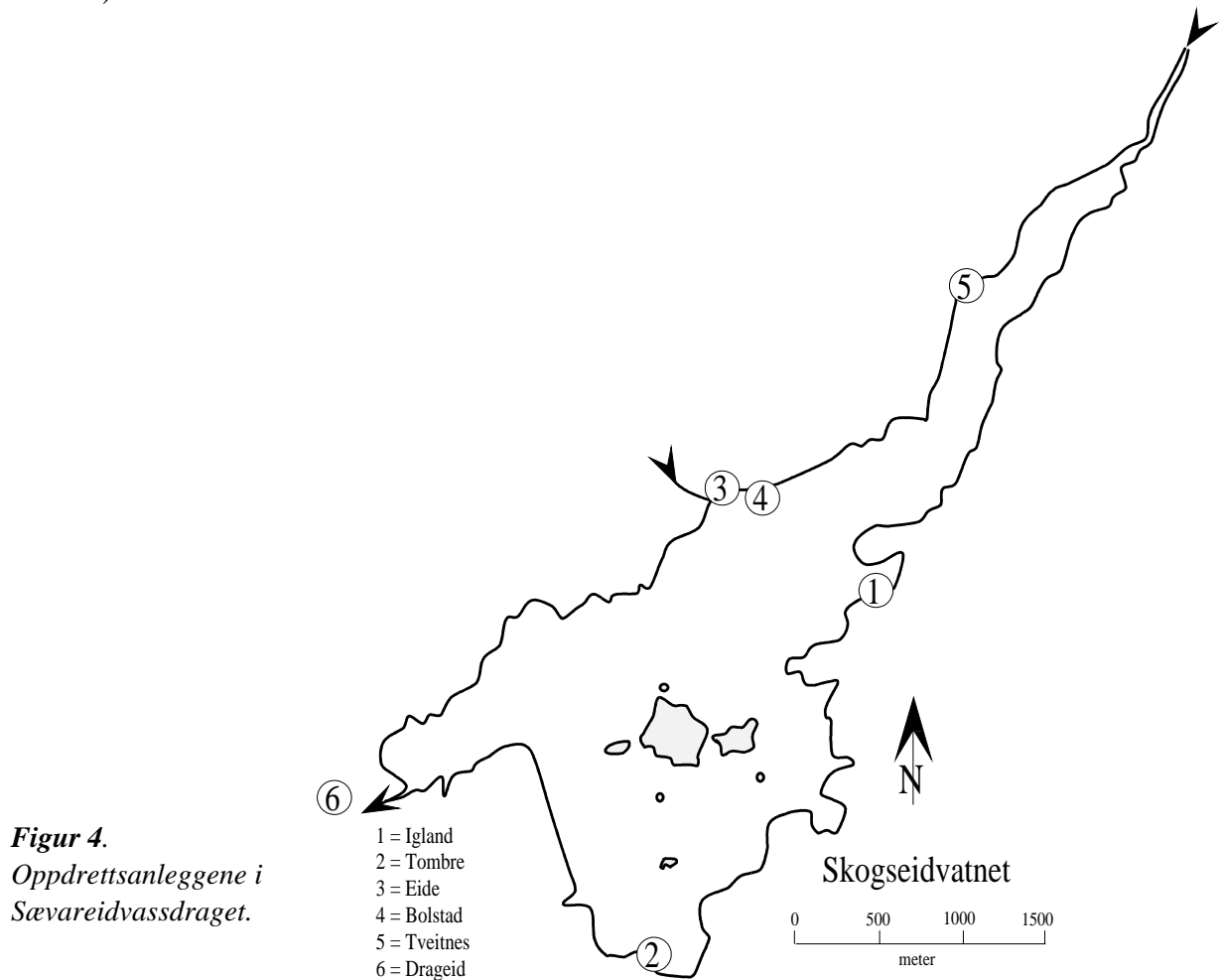
**Figur 3.** Dybder målt i Henangervatnet ved befaringen i september 2001. Prøvene er tatt ved det dypeste. Oppdrettsanlegget er vist med firkant i nordøst.

**Tabell 4.** Morfologiske og hydrologiske data for Henangervatnet fra NVEs innsjødatabase Regine.

Innsjø	Innsjøareal km <sup>2</sup>	Feltareal km <sup>2</sup>	Avrenn. l/s/km <sup>2</sup>	Tilrenning mill m <sup>3</sup> /år	Middel- dyp	Volum mill m <sup>3</sup>	Utskifting x / år
Henangervatnet	2,61	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	50 tonn
6) Drageid Laks AS	H/Fs 20	Klekkeri og smolt regnbueaure	300 000 smolt

## DRIFTEN VED ANLEGGENE I 2006

I 2006 ble det ved de seks oppdrettsanleggene oppe i Sævareidvassdraget til sammen levert 3,9 millioner fisk, og dette utgjorde en samlet produksjon på 387 tonn. Til dette ble det benyttet 412 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 2006.

Anlegg	Antall fisk levert	Produksjon (kg)	Fôrbruk (kg)	Fôrfaktor
Igland Bruk AS	648.400	69.797	83.600	1,20
Tombre Fiskeanlegg AS	523.418	33.385	39.300	1,18
KJ.Eide Fiskeoppdrett AS	885.129	103.046	107.000	1,04
Bolstad Settefisk AS & Ragnhildstveit	517.150	73.600	67.000	0,91
Tveitnes Fiskeoppdrett AS	894.819	68.893	76.726	1,11
Drageid Laks AS	404.656	38.426	38.390	1,00
<b>SAMLET</b>	<b>3.873.572</b>	<b>387.146</b>	<b>412.016</b>	<b>1,06</b>

Både ved Tveitnes Fiskeoppdrett AS og ved K.J. Eide Fiskeoppdrett AS ble det i 2006 lagt om fra å produsere bare ettåringer til også å produsere høstmolt (0-åringer). Dette førte til større produksjon enn konsesjonsrammen. Tveitnes Fiskeoppdrett AS har imidlertid i gjennomsnitt de siste årene ligget nær konsesjonsrammen, mens KJ Eide Fiskeoppdrett AS fikk av Fylkesmannens Miljøvernnavdeling anledning til å benytte 20 tonn fôr ekstra i forbindelse med at en skulle vaksinere høstfisken mot PD.

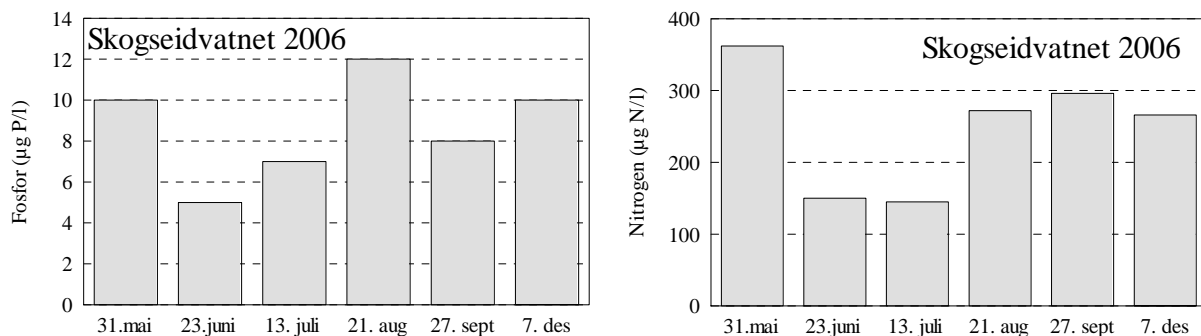
Næringstilførsler til innsjøen fra et fiskeoppdrettsanlegg kan beregnes ut fra innhold av næring i fôret, fôrfaktoren og mengde produsert fisk (totalt inkludert dødfisk) i henhold til Håkanson mfl. (1988), og vil for Skogseidvatnet være på rundt 16g fosfor pr produsert kg fisk, med et antatt fosforinnhold i fôret på 1,5 % og en samlet fôrfaktor på 1,06.

Oppdrettsvirksomheten tilførte Skogseidvatnet i 2006 omtrent 6200 kg fosfor, hvilket tilsvarer i gjennomsnitt 16 µg P/l i tilrenningen til Henangervatnet. 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 2006

### Virkning av tilførsler av næringsstoff

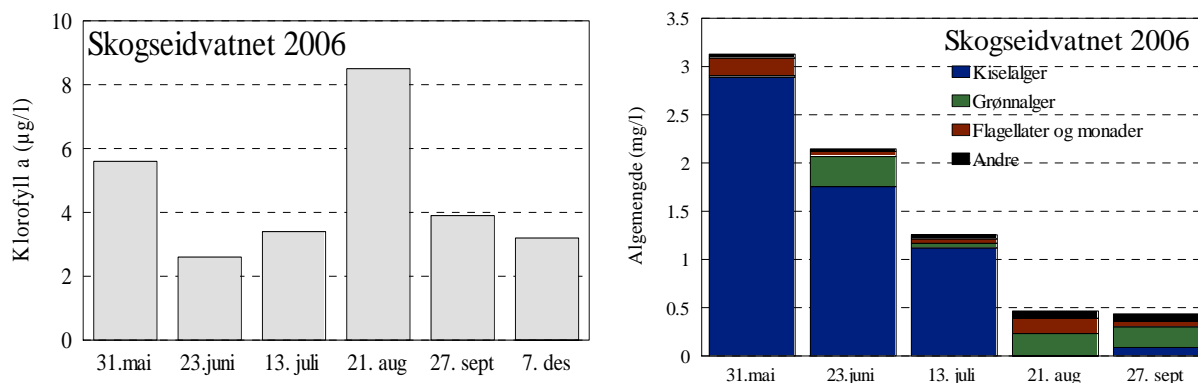
Skogseidvatnet var i 2006 middels næringsrikt, men i den nedre grense mot næringsfattig. Gjennomsnittskonsentrasjonene av fosfor og nitrogen var henholdsvis 8,7  $\mu\text{g}$  fosfor pr. liter og 249  $\mu\text{g}$  nitrogen pr. liter (**vedleggstabell 1**) (**figur 6**). Disse verdiene er klassifisert i tilstandsklasse II = ”god” for fosfor og I = ”meget god” for nitrogen etter SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997).



**Figur 6.** Innhold av næringsstoffene fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre) i månedlige vannprøver fra Skogseidvatnet i 2006. 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 4,5  $\mu\text{g}$  Chl a/l, hvilket er klassifisert til såvidt inn i SFTs tilstandsklasse III = ”mindre god” (**figur 7**). Analysert som algevolum var algemengdene høye. Med et gjennomsnittlig algevolum på 1,5 mg/l og et største algevolum på 3,1 mg/l i mai klassifiseres innsjøen som næringsrik, tilsvarende IV = ”dårlig” 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, men det var ingen enkeltslekter som dominerte (**vedleggstabell 3**). Blågrønnalger ble i svært liten grad funnet i 2006, selv om blågrønnalger har vært observert i innsjøen ved tidligere undersøkelser.

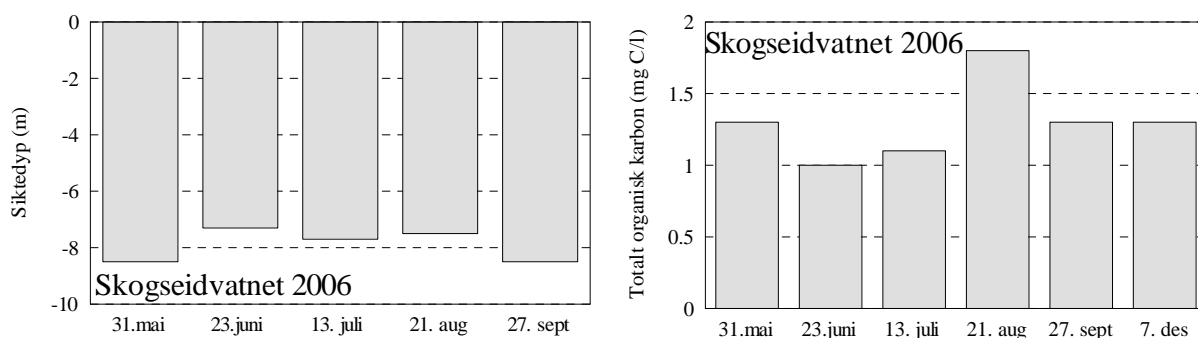


**Figur 7.** Innhold av klorofyll a (til venstre), og algemengder og algetyper (til høyre) i månedlige overflatevannprøver fra Skogseidvatnet sommeren 2006. Prøvene er tatt som blandeprøver de øverste seks metrene ved det dypeste punktet i innsjøen. For detaljer vedrørende algearter og typer henvises til vedleggstabell 3. Algebestedelsene 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 7,9 m i gjennomsnitt, hvilket tilsier tilstandsklasse I = ”meget god” i henhold til SFT sitt klassifiseringssystem. Siktedypet var størst i begynnelsen av mai og september (figur 8).

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



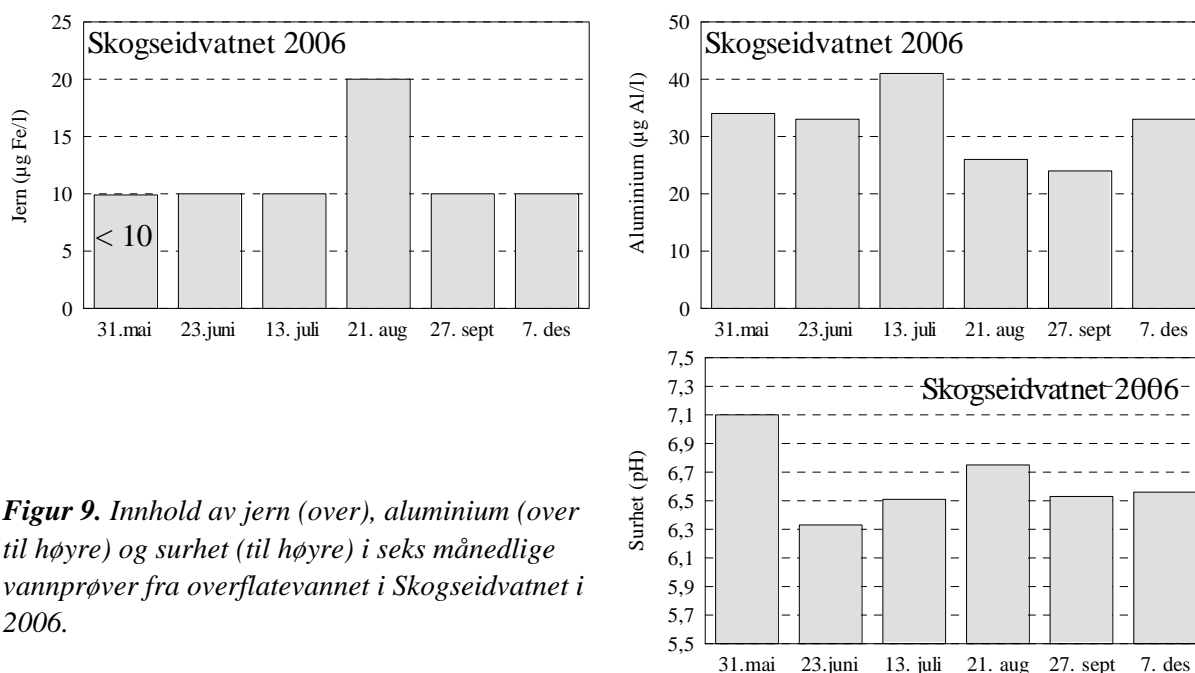
**Figur 8.** Månedlige målinger av siktedyp (til venstre) og av totalt organisk karbon TOC (til høyre) i Skogseidvatnet i 2006. Siktedypmålingene er gjort med en standard Secchi-skive ved det dypeste punktet, mens TOC er målt i de månedlige innsamlete blandprøvene fra overflatevannet.



## Vannkvalitet generelt

Innholdet av jern i overflatevannet i Skogseidvatnet var lavt i 2006 (**figur 9**). Høyeste verdi var på 0,02 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 32 µg Al/l (**figur 9**). Høyeste registrerte verdi var på 41 µg/l i juli. 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 6,33 i juni, mens den høyeste var på 7,1 i mai. Resten av sommeren lå pH på over 6,5. pH vil vanligvis kunne bli høy i forbindelse med betydelige algemengder og fint vær. Dette forklarer i hovudsak den høye verdien i mai (**figur 9**).

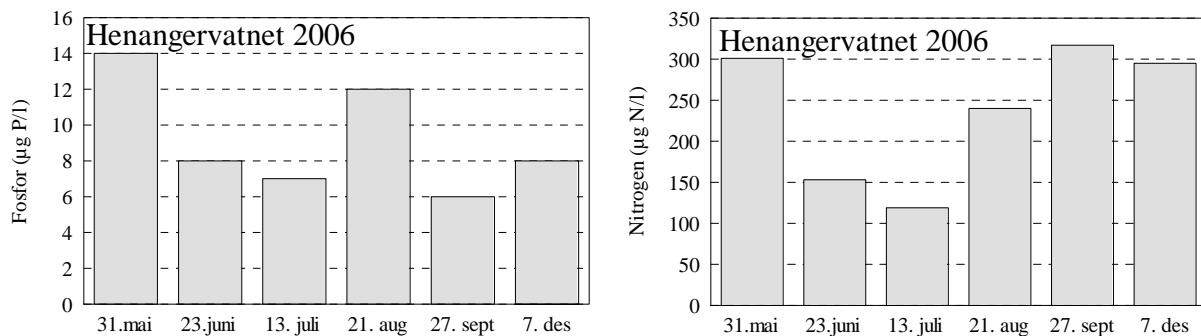


**Figur 9.** Innhold av jern (over), aluminium (over til høyre) og surhet (til høyre) i seks månedlige vannprøver fra overflatevannet i Skogseidvatnet i 2006.

## TILSTANDEN I HENANGERVATNET I 2006

### Virkning av tilførsler av næringsstoff

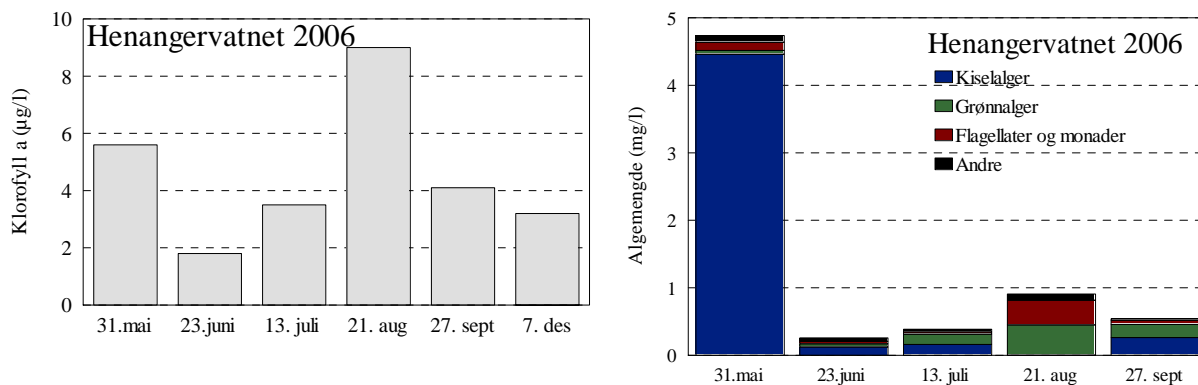
Henangervatnet er også relativt næringsfattig. Konsentrasjonene av fosfor og nitrogen viste gjennomsnittsverdier på hhv. 9,2  $\mu\text{g}$  fosfor pr. liter og 238  $\mu\text{g}$  nitrogen pr. liter (**figur 11**) (**vedleggstabell 2**). Disse verdiene er klassifisert i tilstandsklasse II = ”god” for fosfor og klasse I = ”meget god” for nitrogen etter SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1997).



**Figur 11.** Innhold av næringsstoffene fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre) i månedlige vannprøver fra Henangervatnet i 2006. 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 4,5  $\mu\text{g}$  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 0,90 mg/l og et største algevolum på 4,70 mg/l klassifiseres innsjøen som middels næringsrik til næringsrik (tilsvarende SFT = III - IV) 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.

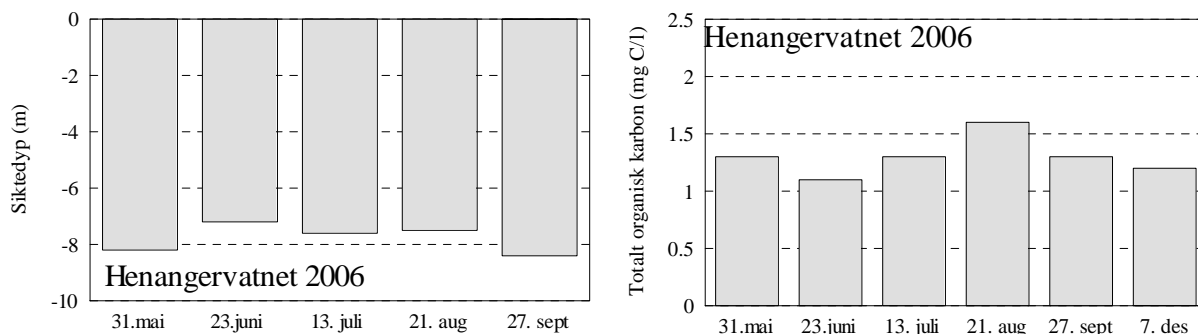


**Figur 12.** Innhold av klorofyll a (til venstre), og algemengder og algetyper (til høyre) i månedlige overflatevannprøver fra Henangervatnet sommeren 2006. Prøvene er tatt som blandeprøver fra de øverste seks metrene ved det dypeste punktet i innsjøen. For detaljer vedrørende algearter og typer henvises 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 7,8 meter tilsvarer dette SFTs tilstandsklasse I="meget god". Største siktedyp ble målt i mai og september (**figur 13**), og som i Skogseidvatnet var siktedypet veldig stabilt i undersøkelsesperioden.

Innholdet av organisk stoff i overflatevannmassene lå i gjennomsnitt på 1,3 mg C/l gjennom sommeren, med høyeste måling i august på 1,6 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.



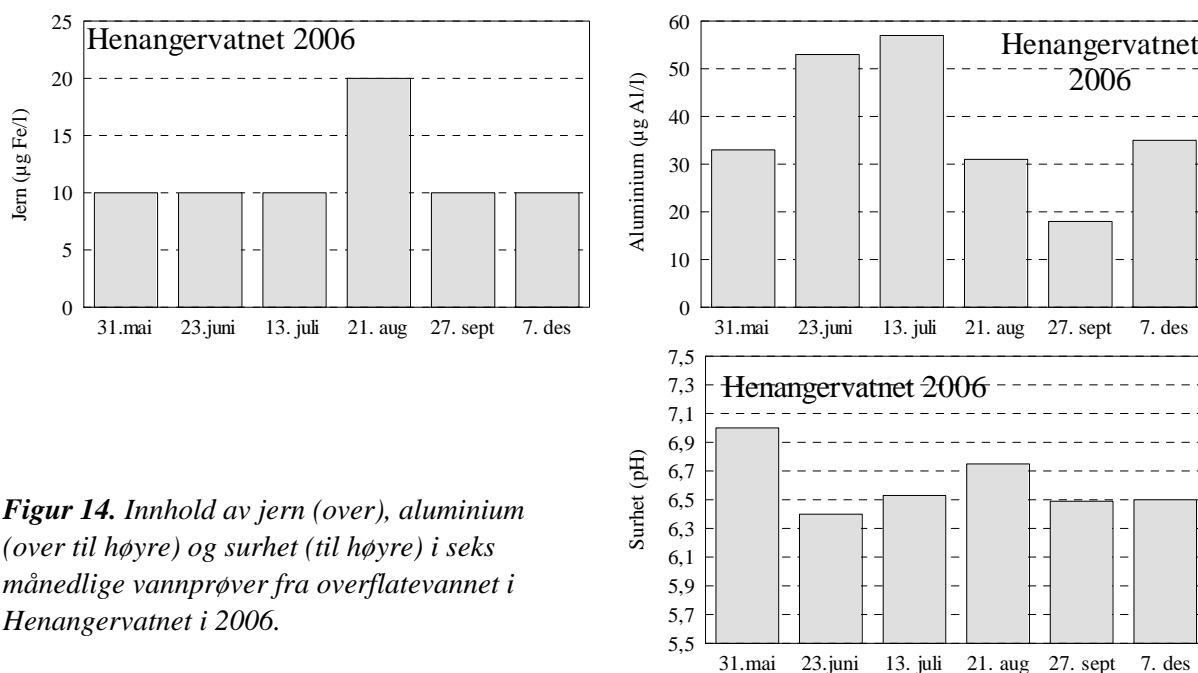
**Figur 13.** Målinger av siktedyp (til venstre) og av totalt organisk karbon TOC (til høyre) i Henangervatnet i 2006. Siktedypmålingene er gjort med en standard Secchi-skive ved det dypeste punktet, mens TOC er målt i de månedlige innsamlete blandprøvene fra overflatevannet.

## Vannkvalitet generelt

Innholdet av jern i overflatevannet i Henangervatnet var vanligvis meget lavt, selv med en topp på 0,02 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 37,8 µg Al/l (**figur 14**). Konsentrasjonene var høyest i juni og juli, med høyeste registrerte konsentrasjon av totalaluminium på 57 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 6,4 i juni, mens den høyeste var på 7,0 i mai. Resten av sommeren lå pH på over 6,5. pH vil vanligvis kunne bli høy i forbindelse med betydelige algemengder og fint vær. Dette forklarer i hovedsak den høye verdien i mai (**figur 9**).



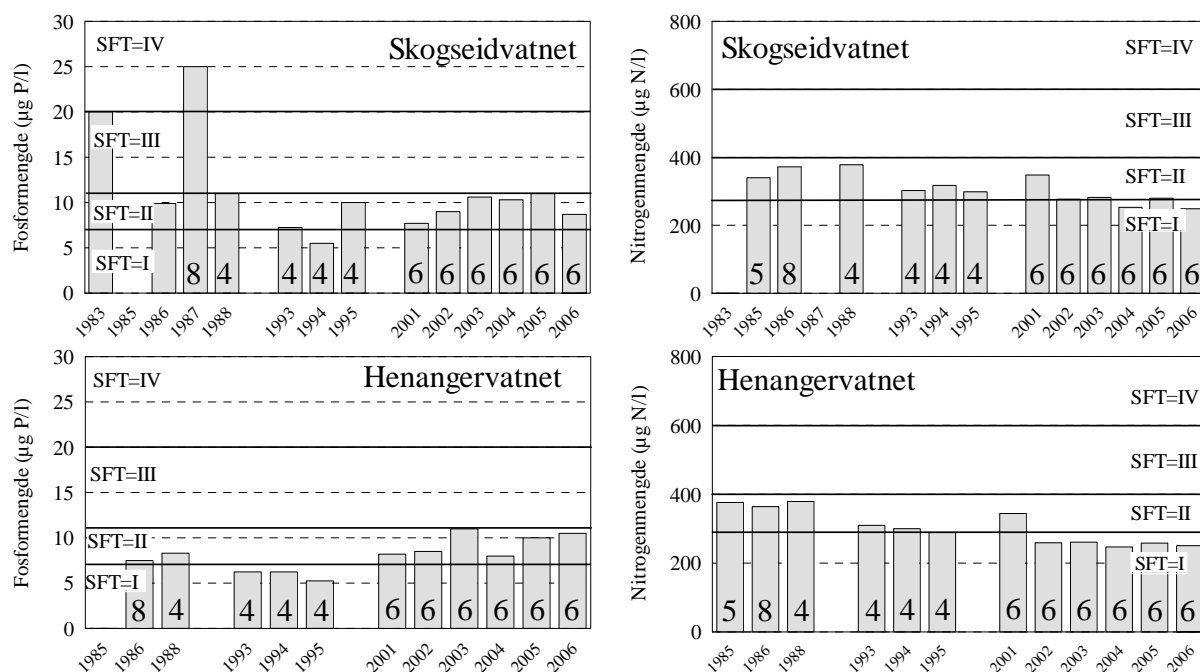
**Figur 14.** Innhold av jern (over), aluminium (over til høyre) og surhet (til høyre) i seks månedlige vannprøver fra overflatevannet i Henangervatnet i 2006.

## 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 sjette i rekken siden 2001.

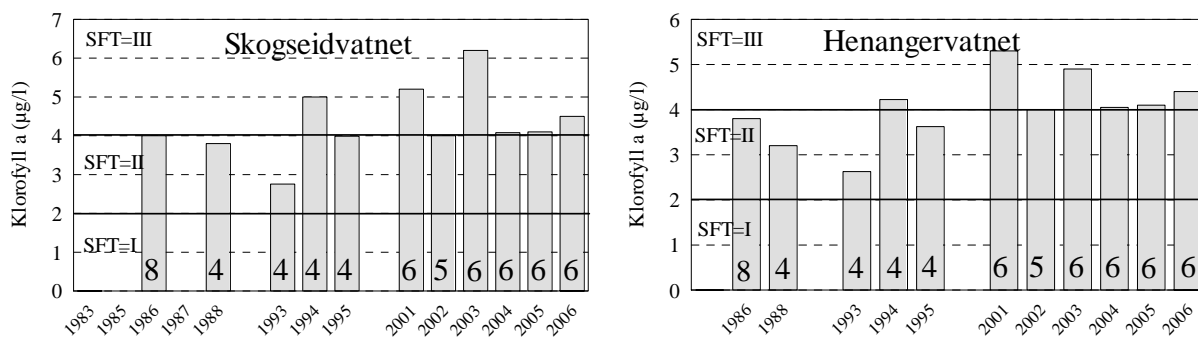
### Virkning av tilførsler av næringsstoff

Næringsinnholdet i vassdraget har variert lite de siste årene, men det kan synes som om fosformengdene har vært svakt økende siden 2001, nitrogennivået synes å være relativt stabilt (**figur 15**). 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.



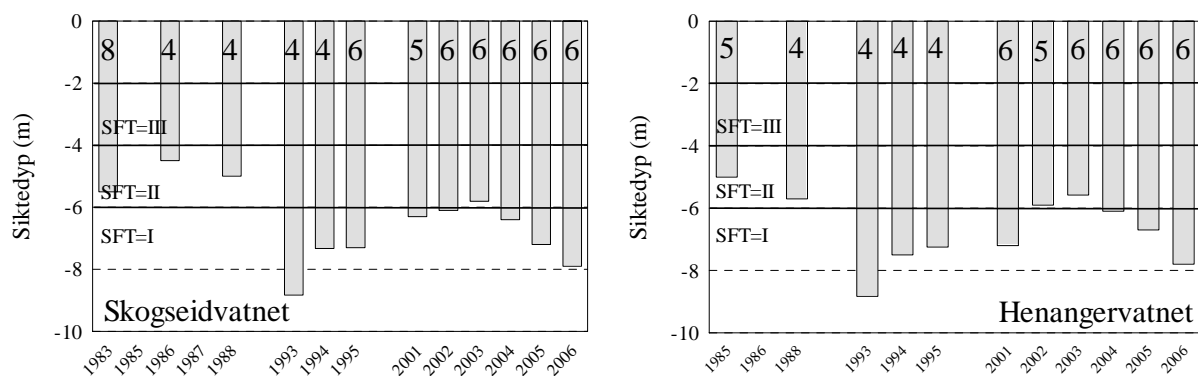
**Figur 15.** Utvikling i næringsinnhold i Skogseidvatnet (øverst) og Henangervatnet (nederst) vist som gjennomsnittlig innhold av fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre). Antall årlige målinger (der dette er kjent) er vist på hver søyle i figuren.

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 tre årene har det bedret seg en god del i begge innsjøene og det er vesentlig bedre enn målingene fra åttitallet (**figur 17**). Begge innsjøene tilhører SFTs tilstandsklasse I = ”meget god” i 2006.

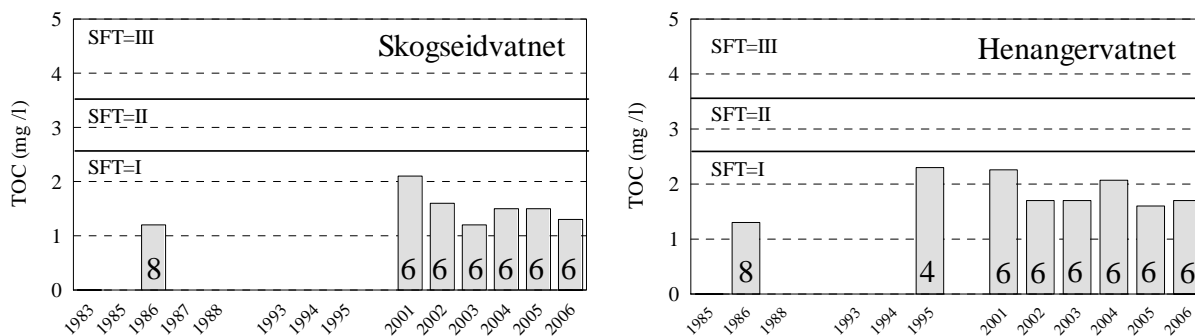


**Figur 17.** Årlig gjennomsnittlig siktedyp i Skogseidvatnet (til venstre) og Henangervatnet (til høyre). Antall årlige målinger er vist på hver søyle i figuren.

### 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 2006 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 temperatursprangsjektet i innsjøer er det ikke utskiftning av vannmassene, og ved nedbryting 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, men den er ikke stor. For Skogseidvatnet var fosforinnholdet lavere i 2006 enn de foregående årene. Algemengdene viser omtrent samme utvikling, men ligger likevel relativt sett noe høyere enn næringsinnholdet for øvrig skulle tilsi.

Miljøforholdene i 2006 var samlet sett tilsvarende SFTs tilstandsklasse II= "god" for både Skogseidvatnet og Henangervatnet. Begge innsjøene vil, vurdert i forhold til EUs vanndirektiv, klassifiseres til "god status" i 2005. Situasjonen i vassdraget var samlet sett noe bedre i 2006 enn i 2005, men den kan fremdeles vurderes som en "begynnende eutrofiering". I dag er det fremdeles 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, Bømlø i Hordaland. *Rådgivende Biologer rapport nr 37, 32 sider.*
- Larsson, P. 1986.** Økologiske forutsetninger for oppdrett av laksesmolt i innsjøer. Prosjektets slutt-rapport. *Prosjektrapport 1/1986, Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen.*
- Rognerud, S., Berge, D. & Johannessen, M. 1979.** Telemarkvassdraget, hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975 - 1979. *NIVA rapport nr. O-70112, 82 sider.*
- SFT 1989.** Vannkvalitetskriterier for ferskvann. *Statens forurensningstilsyn.*
- SFT 1992.** SFT-veiledning nr. 92 : 06. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon. *Statens forurensningstilsyn, ISBN 82-7655-085-1, 32 sider.*
- SFT 1997.** SFT-veiledning nr. 97 : 04. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. *Statens forurensningstilsyn, ISBN 82-7655-368-0, 31 sider.*
- Sommer, U., Z.M.Gliwicz, W.Lampert & A.Duncan 1986.** The PEG-model of seasonal succession of planktonic events in fresh water. *Archiv für Hydrobiologie nr. 106; sidene 433-471.*
- Vollenweider, R.A. 1976.** Advances in defining critical loading levels phosphorus in lake eutrofication. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 33, sidene 53-83.*
- Wetzel, R.G. 1975.** Limnology. *W.B.Saunders. Philadelphia, London, Toronto, ISBN 0-7216-9240-0, 743 sider*

## TIDLIGERE UNDERSØKELSER I VASSDRAGET

- Bakke, H. & V. Bjerknes 1990.**  
Kartlegging av tilførsler av næringssalt og organisk materiale til Sævareidvassdraget. *NIVA-rapport nr. O-89201, 32 sider.*
- Bjerknes, V., Sørgaard, K. & Traaen, T.S. 1988.**  
Vasskvalitet i Sunnhordland og Fusa. *NIVA- rapport. O-85229, og O-85250*

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

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

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

Landsomfattende undersøkelse av trofitalstanden 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, rapport 777, 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 2006. Prøvene er tatt ved det dypeste punktet i innsjøen, og analysene er utført av Chemlab Services AS i Bergen.

PARAMETER	ENHET	metode	31.mai	23.juni	13.juli	21.aug	27.sep	7.nov	Snitt
Total fosfor	µg P / l	NS 4724:1984	10	5	7	12	8	10	8.7
Total nitrogen	µg N / l	NS 4743:1993	362	150	145	272	296	266	249
Tot. organisk karb.	mg C / l		1.3	1	1.1	1.8	1.3	1.3	1.3
Klorofyll a	mg Chl/l		5.6	2.6	3.4	8.5	3.9	3.2	4.5
Jern	µg Fe / l	NS 4773	<10	10	10	20	10	10	12.0
Aluminium	µg Al / l	NS 4781	34	33	41	26	24	33	31.8
Siktedyp	meter		-8,5	-7,3	-7,7	-7,5	-8,5	-	-7,9

**Vedleggstabell 2.** Analyseresultat fra overflatevannprøver fra Henangervatnet i 2006. Prøvene er tatt ved det dypeste punktet i innsjøen, og analysene er utført av Chemlab Services AS i Bergen.

PARAMETER	ENHET	metode	31.mai	23.juni	13.juli	21.aug	27.sep	7.nov	Snitt
Total fosfor	µg P / l	NS 4724:1984	14	8	7	12	6	8	9,2
Total nitrogen	µg N / l	NS 4743:1993	301	153	119	240	317	295	238
Tot. organisk karb.	mg C / l		1,3	1,1	1,3	1,6	1,3	1,2	1,3
Klorofyll a	mg Chl/l		5,6	1,8	3,5	9	4,1	3,2	4,5
Jern	µg Fe / l	NS 4773	10	10	10	20	10	10	11,7
Aluminium	µg Al / l	NS 4781	33	53	57	31	18	35	37,8
Siktedyp	meter		-8,2	-7,2	-7,6	-7,5	-8,4	-	-7,8

**Vedleggstabell 3.** Algeresultater fra Skogseidvatnet sommeren 2006. 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 2006	31.mai		23.jun		13.jul		27.aug		27.sep	
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>										
Asterionella formosa	3549000	2.8392	2079000	1.6632	1285000	1.028				
Synedra sp.	31000	0.0062	31000	0.0062						
Tabellaria fenestrata	61000	0.0366	122000	0.0732	152000	0.0912			22000	0.088
Ubestemte pennate diatomeer	31000	0.0062	61000	0.0122						
<b>CHLOROPHYCEAE</b>										
Ankistrodesmus sp.							31000	0.0031		
Dictyosphaerium sp.							275000	0.0179	918000	0.0597
Elakatothrix sp.							428000	0.0428		
Eudorina sp. (kolonier)					2000	0.002				
Nephrocytium sp.							122000	0.0122		
Oocystis sp.									61000	0.0122
Sphaerocystis sp.					124000	0.0041	245000	0.0277		
Spondylosium sp.							32000	0.016	122000	0.061
Staurastrum sp.	4000	0.016	76000	0.304			16000	0.064	4000	0.016
Staurodesmus sp.			2000	0.008	10000	0.04	12000	0.048	16000	0.064
Chlorophyceae spp. (kol.)					2000	0.002				
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>										
Cryptomonas sp.	2000	0.002			31000	0.031	61000	0.061	61000	0.061
Rhodomonas sp.	465000	0.0372	337000	0.027	153000	0.013	92000	0.0074	31000	0.0025
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>										
Dinobryon divergens	20000	0.003								
<b>CYANOPHYCEAE</b>										
Anabaena sp.									130000	0.0147
Lyngbya limnetica (kolonier)							31000	0.0078		
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>										
Ubestemte flagellater < 5 µm	1838000	0.0607	765000	0.0252	520000	0.0172	1346000	0.0444	765000	0.0252
Ubestemte flagellater > 5 µm	1077000	0.1217	245000	0.0277	245000	0.0277	1010000	0.1141	275000	0.0311
<b>SAMLET</b>										
	7078000	3.1288	3718000	2.1467	2524000	1.2562	3701000	0.4664	2405000	0.4354

**Vedleggstabell 4.** Algeresultater fra Henangervatnet sommeren 2006. 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 2006	31.mai		23.jun		13.jul		27.aug		27.sep	
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>										
Asterionella formosa	5335000	4.268	153000	0.1224	32000	0.0256			306000	0.2448
Melosira sp.	92000	0.0184								
Synedra sp.									31000	0.0047
Tabellaria fenestrata	428000	0.168			337000	0.1348			31000	0.0124
Ubestemte pennate diatomeer	31000	0.0062								
<b>CHLOROPHYCEAE</b>										
Coelastrum sp. (kolonier)					2000	0.002				
Cosmarium sp.									31000	0.031
Crucigeniella sp.							245000	0.0245		
Dictyosphaerium sp.									337000	0.0219
Elakatothrix sp.							6000	0.0006		
Micrasterias sp.							2000	0.001		
Sphaerocystis sp.					286000	0.0944	1010000	0.1818	46000	0.0083
Spondylosium sp.							34000	0.017	108000	0.054
Staurastrum sp.	14000	0.056	12000	0.048	6000	0.024	16000	0.064	14000	0.056
Staurodesmus sp.					8000	0.032	40000	0.16	6000	0.024
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>										
Cryptomonas sp.	61000	0.061	31000	0.031	31000	0.031	31000	0.031	2000	0.002
Rhodomonas sp.	428000	0.0342	214000	0.0171	92000	0.0078	122000	0.0098	61000	0.0049
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>										
Dinobryon borgei	31000	0.0031								
Ochromonas sp.							31000	0.0035		
<b>CYANOPHYCEAE</b>										
Anabaena sp.							428000	0.0484	40000	0.0045
Lyngbya limnetica (kolonier)			31000	0.0031						
Microcystis sp. (kolonier)									2000	0.01
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>										
Ubestemte flagellater < 5 µm	673000	0.0222	245000	0.0081	581000	0.0192	2282000	0.0753	734000	0.0242
Ubestemte flagellater > 5 µm	887000	0.1002	245000	0.0277	122000	0.0138	2567000	0.2901	337000	0.0381
<b>SAMLET</b>										
	7980000	4.7373	931000	0.2574	1497000	0.3846	6814000	0.907	2086000	0.5408