

# Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2007



**Rådgivende Biologer AS**

**1074**

**R  
A  
P  
P  
O  
R  
T**





# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa i 2007

**FORFATTERE:**

Geir Helge Johnsen & Mette Eilertsen

**OPPDRAKSGIVER:**

Oppdretterne i Sævareidvassdraget

**OPPDRAGET GITT:**

mai 2006

**ARBEIDET UTFØRT:**

2007-2008

**RAPPORT DATO:**

15.februar 2008

**RAPPORT NR:**

1074

**ANTALL SIDER:**

27

**ISBN NR:**

ISBN 978-82-7658-591-9

**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 2007. Undersøkelsene sommeren 2007 er utført for andre gang i den andre femårsperioden siden 2001. Det er tidligere foretatt tilsvarende undersøkelser blant annet i 1988 og i perioden 1993-1995.

Overvåkingsprogrammet er begrunnet i et generelt behov for å overvåke og dokumentere tilstanden i innsjøene og miljøeffekten av den relativt omfattende oppdrettsaktiviteten som over en årrekke har foregått i vassdraget. Undersøkelsene er også konsesjonspålagt for enkelte av oppdretterne i forbindelse med anleggenes utslippsløyver. Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåkingsprogrammet for 2007, og angir også generelle utviklingstrekk for tilstanden i innsjøene i forhold til foreliggende opplysninger fra tidligere undersøkelser i vassdraget.

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

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

Bergen, 15. februar 2008

## INNHOLDSFORTEGNELSE

Forord .....	2
Innholdsfortegnelse .....	2
Sammendrag .....	3
Miljøvirkning i merdanlegg i innsjøer .....	4
Sævareidvassdraget – NVE-nr. 053.Z .....	8
Oppdrettsaktiviteten i Sævareidvassdraget .....	11
Driften ved anleggene i 2007 .....	12
Tilstanden i Skogseidvatnet i 2007 .....	13
Tilstanden i Henangervatnet i 2007 .....	16
Utvikling av tilstanden i vassdraget .....	19
Litteratur referanser .....	22
Tidligere undersøkelser i vassdraget .....	23
Vedleggstabeller over rådata .....	25

## SAMMENDRAG

Johnsen, G.H. & M.Eilertsen 2008

Tilstandsrapport for Skogseidvatnet og Henangervatnet i Fusa 2007.

Rådgivende Biologer AS, rapport 1074, 27 sider, ISBN 978-82-7658-591-9.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra oppdretterne i Sævareidvassdraget, overvåket miljøtilstanden i Skogseidvatnet og Henangervatnet i 2007. I 2007 ble det ved de seks oppdrettsanleggene til sammen levert 3,2 millioner fisk, og dette utgjorde en samlet produksjon på 340 tonn. Til dette ble det benyttet 367 tonn fôr, hvilket gir en samlet fôrfaktor på 1,08.

Innsjøene er på grensen mellom næringsfattige og middels næringsrike forhold, der Skogseidvatnet er noe mer næringsrikt enn Henangervatnet. Begge innsjøene har et meget lavt innhold av organisk stoff, med et noe høyere nivå i Henangervatnet, men de har store dypvannsvolum uten problem med oksygenvinn. Det synes også å være en tendens til en reduksjon i fosforkonsentrasjon de siste årene, men den er ikke stor. For Skogseidvatnet var fosforinnholdet omtrent det samme som i fjor, i 2005 var det noe høyere med 11 µg P/l. Algemengdene viser omtrent samme utvikling, men ligger likevel relativt sett noe høyere enn næringsinnholdet for øvrig skulle tilsi. Miljøforholdene i 2007 var samlet sett tilsvarende overgangen mellom SFTs tilstandsklasse I = ”meget god” og II = ”god” for både Skogseidvatnet og Henangervatnet. Begge innsjøene er vurdert til ”god status” i 2007i forhold til EUs vanddirektiv. Situasjonen i vassdraget var samlet sett noe bedre i 2007 enn i 2006, men den kan fremdeles vurderes som en ”begynnende eutrofiering”, selv om det fremdeles er et stykke igjen til at situasjonen blir vurdert som ”fare på ferde”, og utviklingen i disse store innsjøene går uansett sakte.

**Tabell 1** oppsummerer resultatene fra samtlige tidligere undersøkelser og beskriver utviklingen i Skogseidvatnet og i Henangervatnet i forhold til SFTs klassifisering av vannkvalitet i ferskvann som går fra I til V, der I = ”meget god”, II = ”god” og V = ”meget dårlig”.

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

År	Antall prøver	Næringsstoffer						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
2007	6	II	II	I	I	II	II	I	I	I	I	I	I	I-II	I-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 til stede for økte algemengder med innslag av andre og mer næringskrevende algetyper som blant annet en del blågrønne alger (Brettum 1989; Faafeng m.fl. 1990). I særlig næringsrike situasjoner, der det også er store tilførsler av næring utover hele sommeren, kan en få ekstreme oppblomstringer av blågrønnalger. I stille vær kan disse algene flyte opp slik at innsjøene farges kraftig grønne. Dette er kjent som "algeblomst" fra det engelske uttrykket "algal bloom".

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

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

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

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

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

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

I forbindelse med det konsesjonsbetingede utslippsløvet til slike merdbaserte smoltanlegg i innsjøer, er det derfor ofte knyttet betingelser om både krav til miljøkvalitet og også om årlig miljøovervåking for å kunne holde situasjonen under oppsyn. Dette er også begrunnet i en del tilfeller av overbelastning av slike innsjøer (Holm m.fl. 1985; Kambestad & Johnsen 1990). Samspillet mellom alle de tre typene påvirkning som slike fiskeanlegg har på innsjøsystemet, gjør det viktig ikke bare å fokusere på tilstand år for år eller utvikling i tilstand aleine, men samtidig vurdere risiko for videre utvikling i den prosess som kalles “eutrofiering”, eller økning i næringsrikhet og algemengde. Et slikt “eutrofieringsforløp” i innsjøer kan beskrives med tre faser ettersom økosystemet responderer på økende fosforbelastning:

1) **Begynnende eutrofiering**

Kjennetegnes ved middels næringsrike forhold (SFT=III), med økt produktivitet i alle ledd i innsjøens næringspyramide grunnet økte næringstilførsler (positiv “bottom-up”-effekt). Den økende algemengden holdes noenlunde under kontroll av den samtidig økende dyreplanktonmengden (negativ “top-down”-effekt), slik at algemengdene bare øker sakte under økologisk likevekt.

2) **Fare på ferde**

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

3) **Kritisk fase**

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

Statens forurensningstilsyn (SFT) har utviklet enkle system for vurdering av miljøkvalitet i ferskvann, der en klassifiserer tilstanden i innsjøer med hensyn på en del standard parametre (SFT 1989, 1992, 1997). Dette er utarbeidet med en generell tilnærming, slik at en ved undersøkelser av innsjøer i utgangspunktet skal søke å fange opp de fleste sannsynlige miljøpåvirkninger. Det gir miljøforvaltningen mulighet for en standardisert tilnærming til den aktuelle problematikken i innsjøer, og dette system og klassifisering er også benyttet i foreliggende overvåkingsrapport (**tabell 3**).



**Tabell 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	2	3	4	5
Høy status	God status	Moderat status	Dårlig status	Meget dårlig status

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

## Denne rapporten

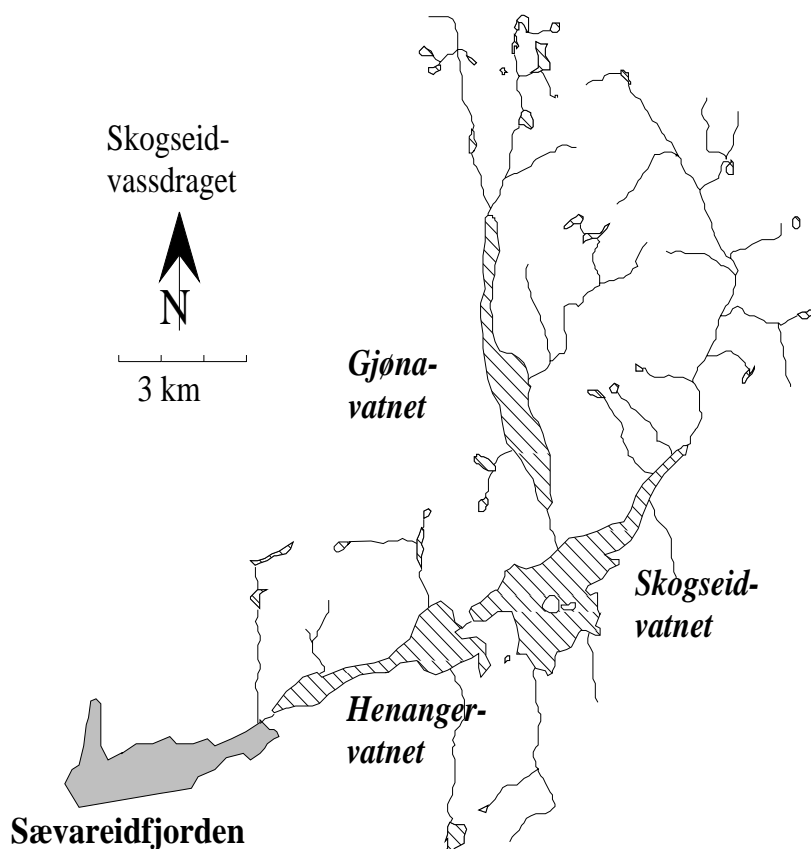
Denne rapporten presenterer resultatene fra overvåking av de to nederste innsjøene i Sævareidvassdraget for 2007. Resultatene er vurdert i forhold til den presenterte faglige rammen, samtidig som utviklingen i innsjøene de siste årene også er presentert.

## SÆVAREIDVASSDRAGET – NVE-NR. 053.Z

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

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

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

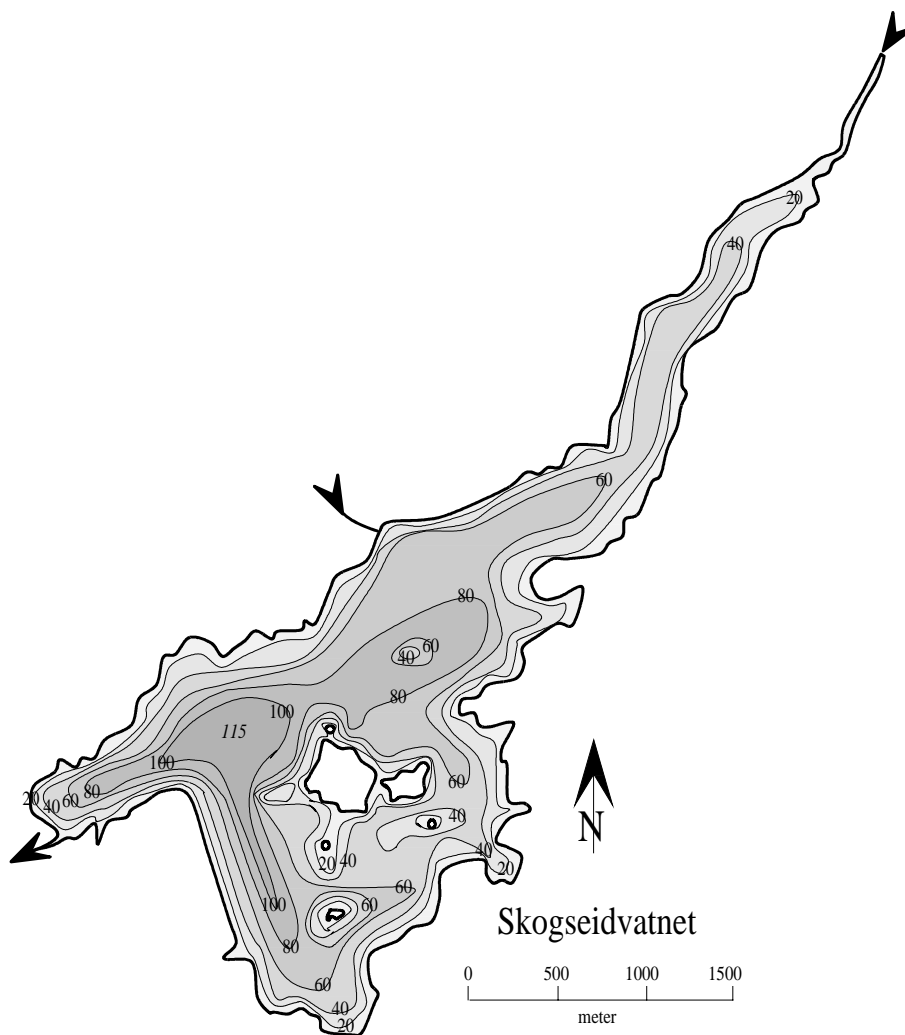


*Figur 1. Kart over Sævareidvassdraget*

## 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).

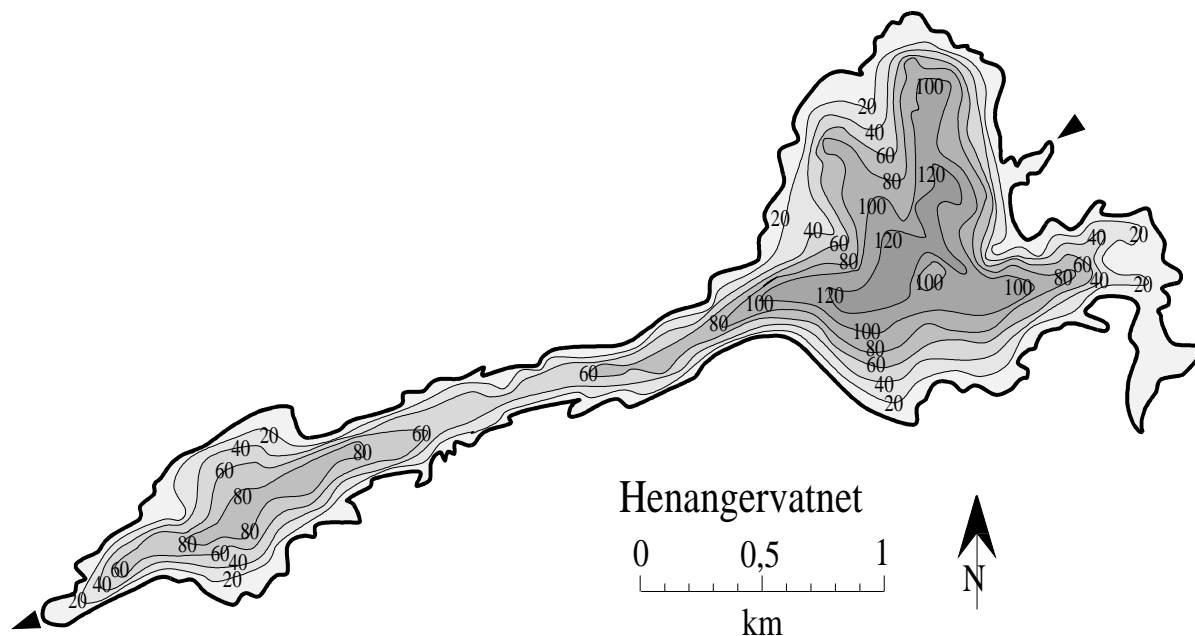


**Tabell 3.** Morfologiske og hydrologiske data for Skogseidvatnet, dels basert på dybdekartet i **figur 2**.

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>	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 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.



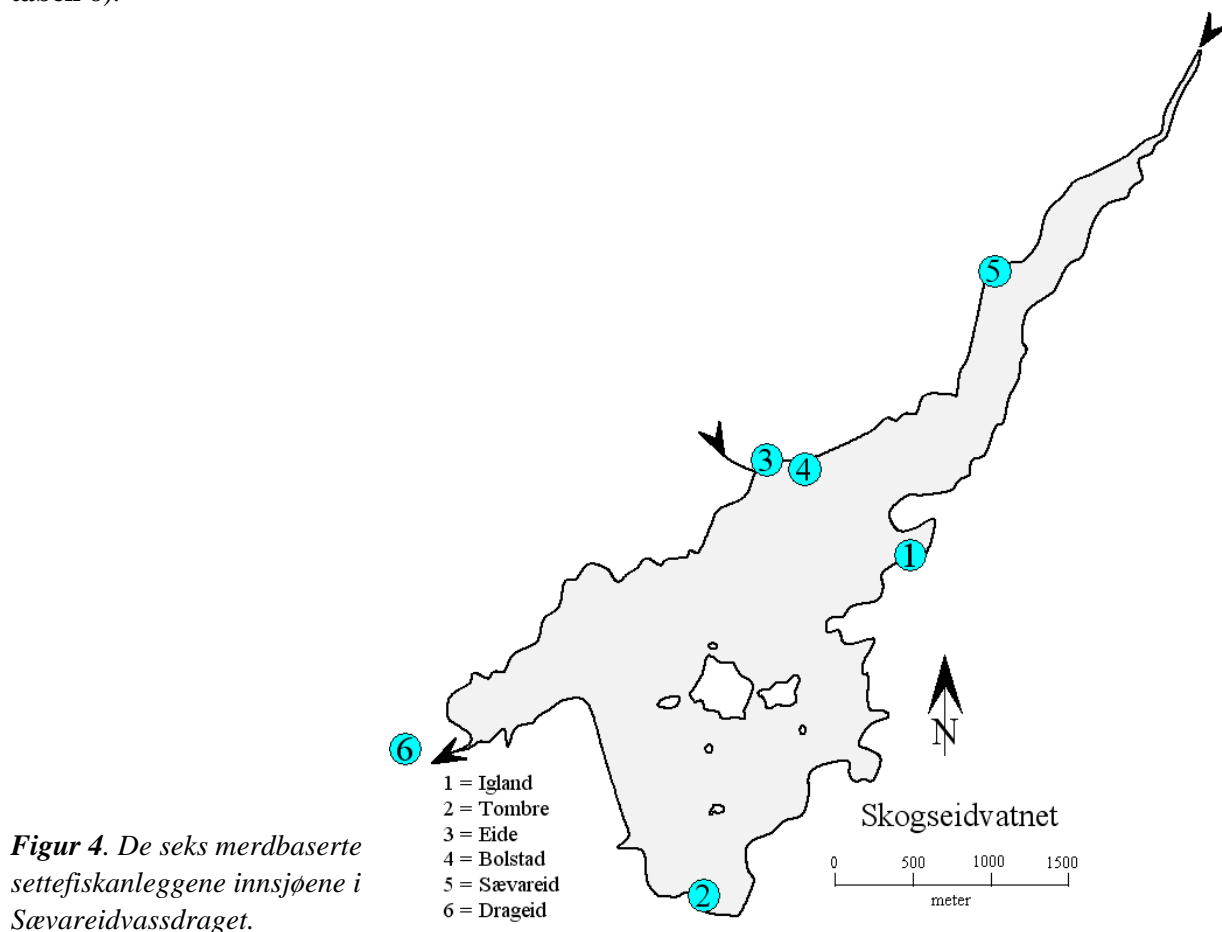
**Figur 3.** Dybder målt i Henangervatnet ved befaringen i september 2001 (fra NIVA). Prøvene er tatt ved det dypeste.

**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**).



**Figur 4.** De seks merdbaserte settefiskanleggene innsjøene i Sævareidvassdraget.

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

ANLEGG	Reg.nr.	PRODUKSJON	KONSESJON biomasse
1) Igland Bruk AS	H/Fs 31	Laksesmolt	50 tonn
2) Tombre Fiskeanlegg AS	H/Fs 35	Laksesmolt	50 tonn
3) K.J. Eide Fiskeoppdrett AS	H/Fs 28	Klekkeri og smolt laks	67 tonn
4) Bolstad Fiskeoppdrett AS	H/Fs 02	Klekkeri og smoltproduksjon laks	67 tonn
Ragnhildstveit Fiskeanlegg	H/Fs 30	drives sammen med Bolstad	8 tonn
5) AS Sævareid Fiskeanlegg	H/Fs 24	smoltproduksjon laks	50 tonn
6) Drageid Laks AS	H/Fs 20	Klekkeri og smolt regnbueaure	393 000 smolt

## DRIFTEN VED ANLEGGENE I 2007

I 2007 ble det ved de seks oppdrettsanleggene oppe i Sævareidvassdraget (**tabell 5**) til sammen levert 3,2 millioner fisk, og dette utgjorde en samlet produksjon på 340 tonn. Til dette ble det benyttet 397 tonn fôr, hvilket gir en samlet fôrfaktor på 1,08 (**tabell 6**).

**Tabell 6.** Produksjon, fôrbruk og fôrfaktor ved de seks anleggene i Sævareidvassdraget i 2007.

Anlegg	Antall fisk levert	Produksjon (kg)	Fôrbruk (kg)	Fôrfaktor
Igland Bruk AS	635 853	77 882	78 525	1,01
Tombre Fiskeanlegg AS	459 857	21 992	28 175	1,28
KJ.Eide Fiskeoppdrett AS inkl. klekkeri	627 740	87 555	87 000	0,99
Bolstad Settefisk AS & Ragnhildstveit	598 550	75 017	86 800	1,16
AS Sævareid Fiskeanlegg	492 748	47 697	55 550	1,16
Drageid Laks AS	448 013	30 844	31 825	1,03
<b>SAMLET</b>	<b>3 262 761</b>	<b>340 987</b>	<b>367 875</b>	<b>1,08</b>

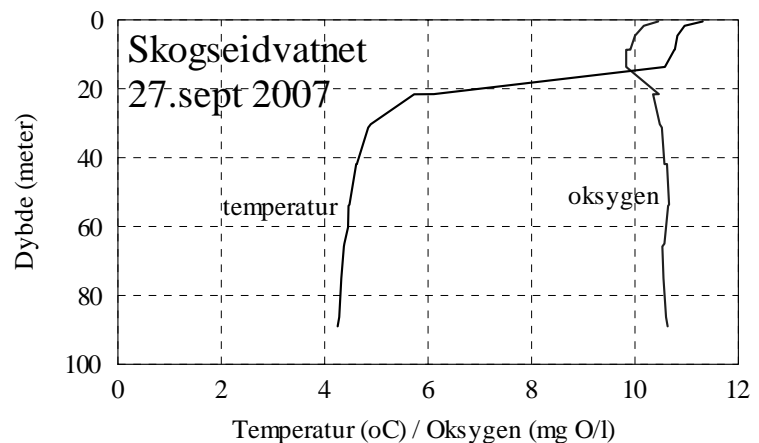
Næringstilførsler til innsjøen fra et fiskeoppdrettsanlegg kan beregnes ut fra innhold av næring i fôret, fôrfaktoren og mengde produsert fisk (totalt inkludert dødfisk), og vil i henhold til Håkanson mfl. (1988) for vassdraget være på rundt 16g fosfor pr produsert kg fisk, med et antatt fosforinnhold i fôret på 1,5 % og en samlet fôrfaktor på 1,08. Oppdrettsvirksomheten tilførte da vassdraget i 2007 omtrent 5450 kg fosfor, hvilket tilsvarer i gjennomsnitt 14 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 2007

### Temperatur- og oksygenforholdene

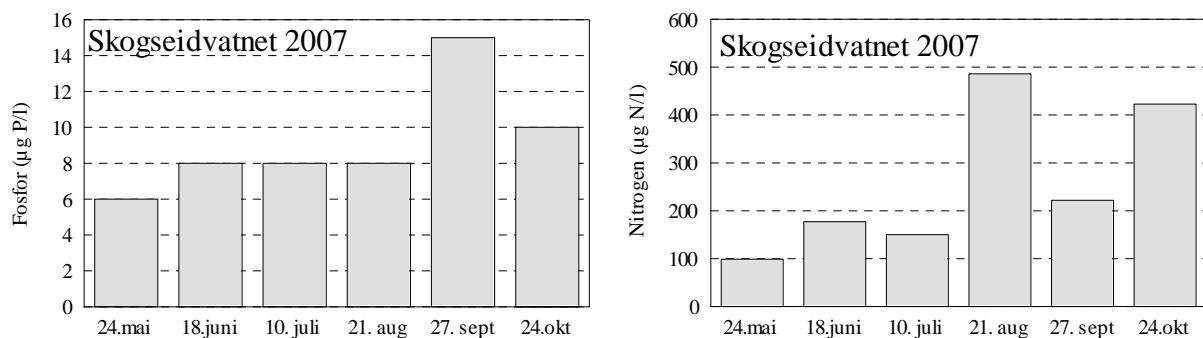
Det varme overflatelaget i Skogseidvatnet strakk seg i september ned til vel 20 meters dyp (**figur 5**). Det ble ikke påvist oksygenvinn i dypvannet, og i september var det fremdeles full metning ned mot 90 meters dyp. I overflatevannlaget var oksygeninnholdet noe lavere. Dette skyldes fysiske faktorer 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 27. september 2007. Målingene er gjort med et nedsenkbart YSI-instrument ved det dypeste i innsjøen.



### Virkning av tilførsler av næringsstoff

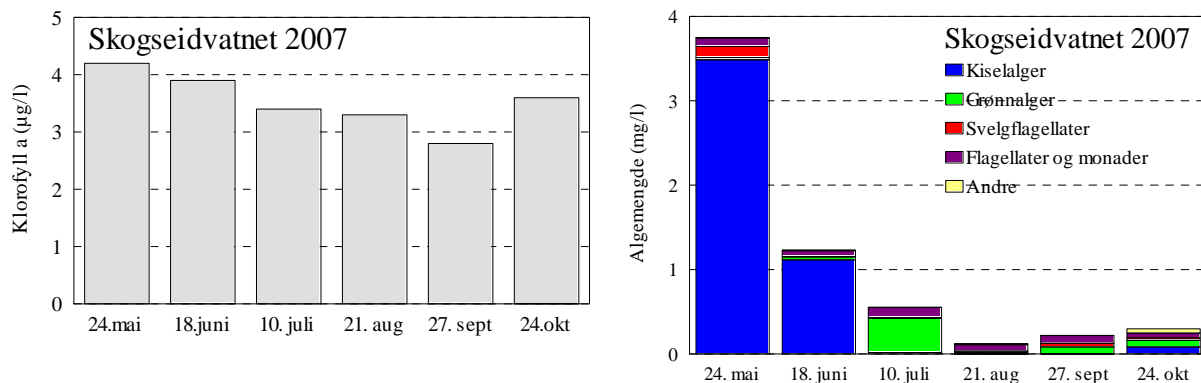
Skogseidvatnet var i 2007 næringsfattig, men i den øvre grense mot middels næringsrik. Gjennomsnittskonsentrasjonene av fosfor og nitrogen var henholdsvis 9,2 µg fosfor pr. liter og 259,5 µg nitrogen pr. liter (**vedleggstabell 1**) (**figur 6**). Disse verdiene er klassifisert i tilstandsklasse II = "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 2007. Prøvene er tatt som blandeprøve fra de øverste seks meterne, og de er analysert av Chemlab Services AS.

Næringsrikhet gir grunnlag for algevekst og gjenspeiler seg derfor vanligvis i både mengde og sammensetning av algeplankton. Algemengden i Skogseidvatnet gjenspeilte næringsinnholdet. Innholdet av klorofyll a, som utgjør mengden "grønnfarge" i algene, hadde et gjennomsnitt på 3,5 µg Chl a/l, hvilket er klassifisert til såvidt inn i SFTs tilstandsklasse II = "god" (**figur 7**). Analysert som algevolum var algemengdene høye. Med et gjennomsnittlig algevolum på 1,1 mg/l og et største algevolum på 4,1 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 flagellater og monader og grønnalger et dominerende innslag, men det var ingen enkeltlekt som dominerte (**vedleggstabell 3**). Blågrønnalger ble i liten grad funnet i 2007, selv om blågrønnalger har vært observert i innsjøen ved tidligere undersøkelser.



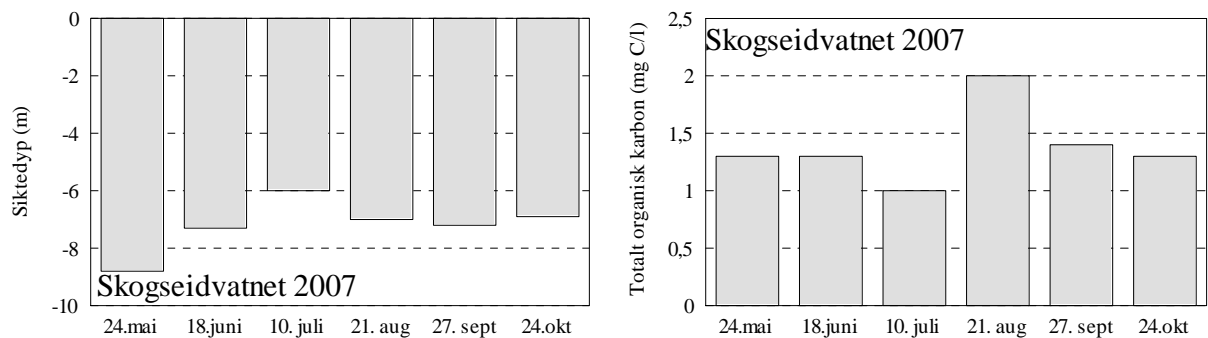
**Figur 7.** Innhold av klorofyll a (til venstre), og algemengder og algetyper (til høyre) i månedlige overflatevannprøver fra Skogseidvatnet sommeren 2007. Prøvene er tatt som blandeprøver de øverste seks meterne ved det dypeste punktet i innsjøen. For detaljer vedrørende algearter og typer henvises til **vedleggstabell 3**. Algebestemmelsene er utført av cand. real. Nils Bernt Andersen.

### Virkning av tilførsler av organisk stoff

Siktedypet i en innsjø reflekterer vannfarge og mengden partikler i innsjøens øvre vannmasser. I Skogseidvatnet var siktedypet på 7,2 m i gjennomsnitt, hvilket tilsier tilstandsklasse I = "meget god" i henhold til SFT sitt klassifiseringssystem. Siktedypet var størst i begynnelsen av mai og juni (**figur 8**).

Innholdet av organisk stoff i overflatevannmassene lå i gjennomsnitt på 1,4 mg C/l gjennom sommeren, med høyeste måling i august på 2 mg C/l (**figur 8**). Dette er et meget lavt innhold av organisk materiale, og verdien ligger i klasse I = "meget god" i SFTs vurderingssystem for miljøkvalitet i ferskvann.



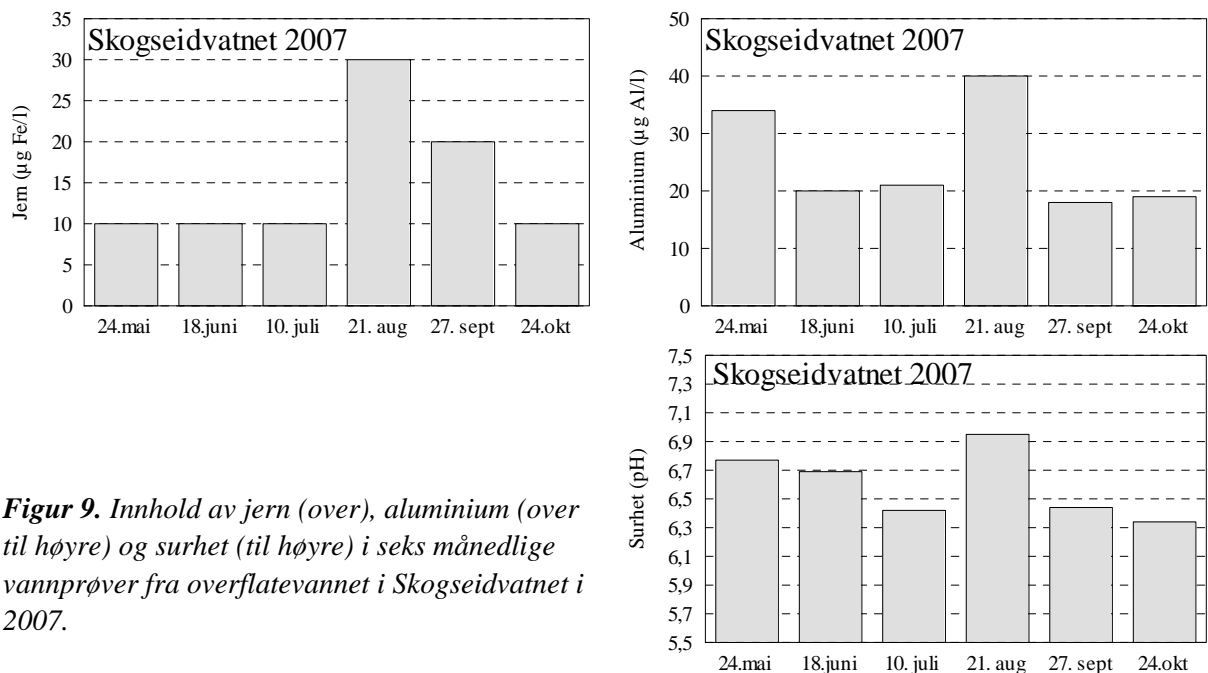


**Figur 8.** Månedlige målinger av siktedyp (til venstre) og av totalt organisk karbon TOC (til høyre) i Skogseidvatnet i 2007. Siktedypmålingene er gjort med en standard Secchi-skive ved det dypeste punktet, mens TOC er målt i de månedlige innsamlete blandprøvene fra overflatevannet.

### Vannkvalitet generelt

Innholdet av jern i overflatevannet i Skogseidvatnet var lavt i 2007 (**figur 9**). Høyeste verdi var på 0,03 mg Fe/l, som tilsvarer klasse I= ”meget god” i SFTs vurderingssystem (**vedleggstabell 1**). Dette er verdier som ikke er skadelige for levende organismer i innsjøen.

Konsentrasjonen av total-aluminium i vannet var også meget lavt, med et gjennomsnitt på 25 µg Al/l (**figur 9**). Høyeste registrerte verdi var på 40 µg/l i august. Også dette er så lavt at det ikke representerer fare for skade på ferskvannsorganismer i en slik innsjø med ”gode” pH-verdier. Den laveste pH-verdien ble målt til 6,34 i oktober, mens den høyeste var på 6,95 i august. Resten av sommeren lå pH på over 6,4. pH vil vanligvis kunne bli høy i forbindelse med betydelige mengder og fint vær. Dette forklarer i hovedsak den noe høyere verdien i august (**figur 9**).



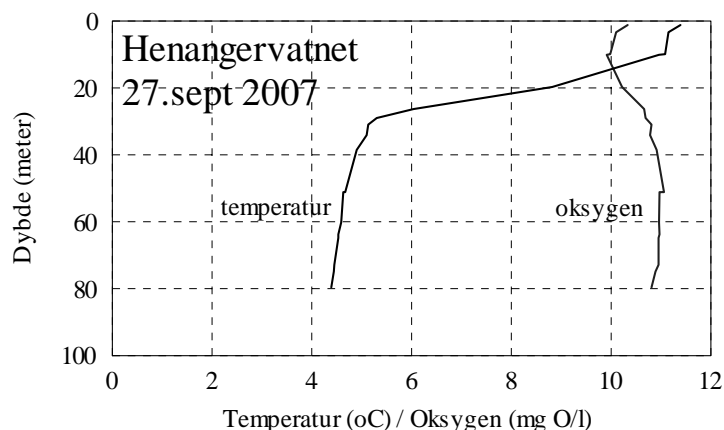
**Figur 9.** Innhold av jern (over), aluminium (over til høyre) og surhet (til høyre) i seks månedlige vannprøver fra overflatevannet i Skogseidvatnet i 2007.

## TILSTANDEN I HENANGERVATNET I 2007

### Temperatur- og oksygenforholdene

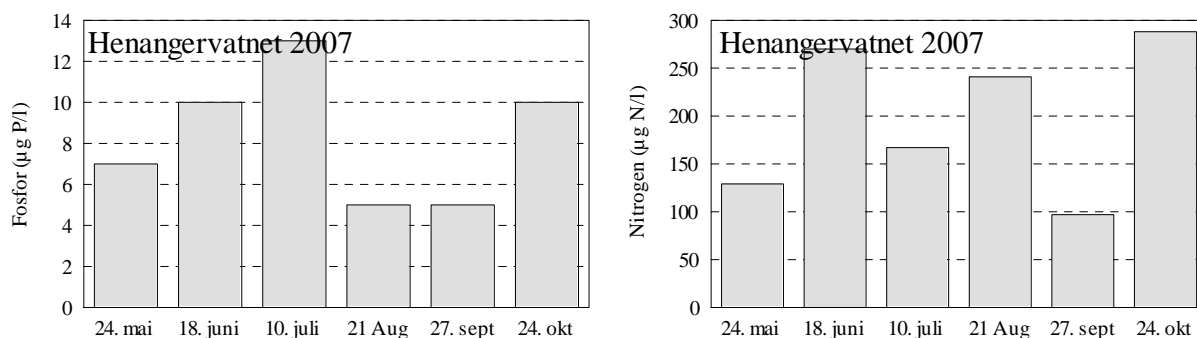
I september var overflatetemperaturen i Henangervatnet like over 11 °C (**figur 10**). Sprangsjiktet var velutviklet og var fra 10-30 meters dyp. I overflatevannlaget var oksygenmengdene noe lavere enn i dypvannet på grunn av oksygenets lavere løselighet ved høyere temperaturer.

**Figur 10.** Temperatur- og oksygenprofil fra Henangervatnet 27. september 2007. Målingene er gjort med et nedsenkbart YSI-instrument ved det dypeste i innsjøen.



### Virkning av tilførsler av næringsstoff

Henangervatnet er også relativt næringsfattig. Konsentrasjonene av fosfor og nitrogen viste gjennomsnittsverdier på hhv. 8,3 µg fosfor pr. liter og 198,6 µg 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).

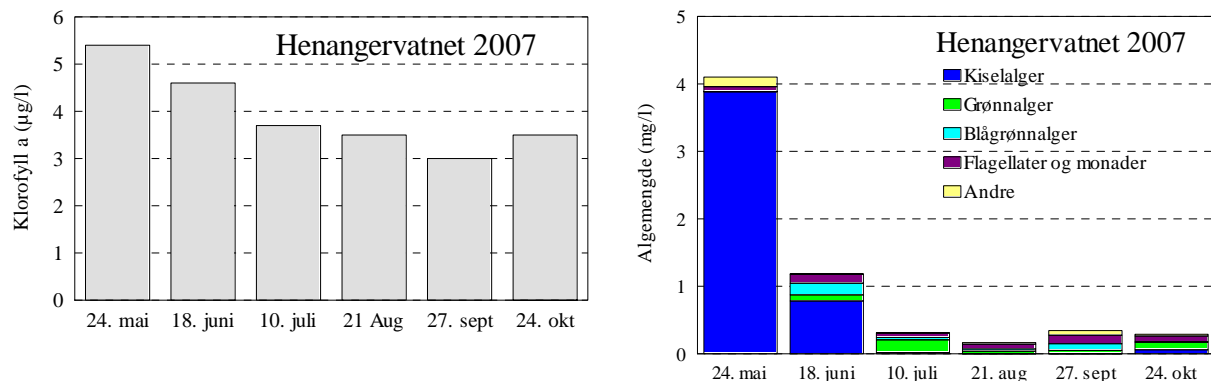


**Figur 11.** Innhold av næringsstoffene fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre) i månedlige vannprøver fra Henangervatnet i 2007. Prøvene er tatt som blandprøve fra de øverste seks meterne, og de er analysert av Chemlab Services AS.

Næringsrikhet gir grunnlag for algevekst og gjenspeiler seg derfor vanligvis i både mengde og sammensetning av algeplankton. Også i Henangervatnet var algemengdene litt høyere enn det en forventer ut fra næringsinnholdet. Innholdet av klorofyll a, som utgjør mengden ”grønnfarge” i algene, hadde et gjennomsnitt på 3,9 µg Chl a/l, hvilket er klassifisert til såvidt inn i SFTs tilstandsklasse II= ”god” (**figur 12**). Analysert som algeevolum var også algemengdene moderat høye. Med et

gjennomsnittlig algevolum på 0,98 mg/l og et største algevolum på 3,75 mg/l klassifiseres innsjøen som næringsrik (tilsvarende SFT = IV) i henhold til Brettum (1989) (se også **tabell 2** på side 7).

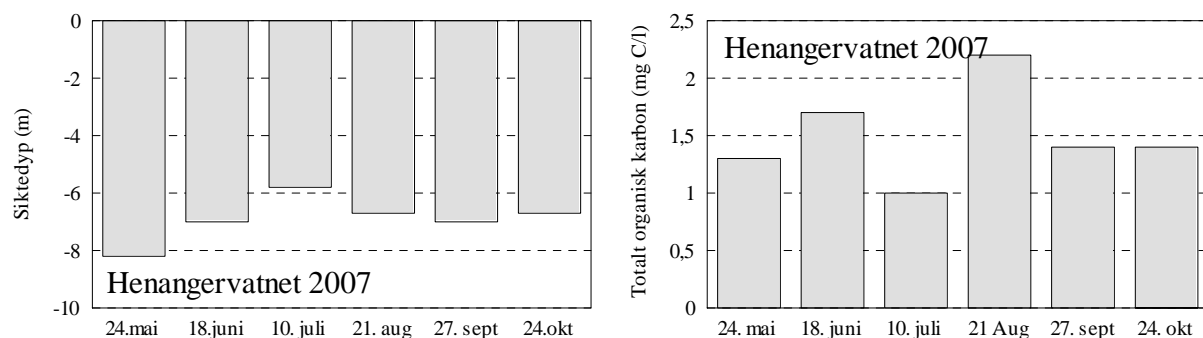
Algesamfunnet var relativt likt fra det en fant i Skogseidvatnet. Kiselalger (Bacillariophyceae) dominerte fullstendig ved første prøvetaking i mai og dominerende art var også i dette tilfellet *Asterionella formosa* (**figur 12, vedleggstabell 4**) som har størst utbredelse i middels næringsrike innsjøer og i større innsjøer som er en del belastet med forurensende tilførsler. Kiselalger dominerte også i juni, men for resten av prøvetakingssesongen var det for det meste grønnalger og flagellater og monader som dominerte i Henangervatnet. I Henangervatnet ble det påvist en noe større mengde blågrønnalger enn ved Skogseidvatnet i 2007.



**Figur 12.** Innhold av klorofyll a (til venstre), og algemengder og algetyper (til høyre) i månedlige overflatevannprøver fra Henangervatnet sommeren 2007. Prøvene er tatt som blandeprøver fra de øverste seks meterne ved det dypeste punktet i innsjøen. For detaljer vedrørende algearter og typer henvises til **vedleggstabell 4**. Disse analysene er utført av cand. real. Nils Bernt Andersen.

### Virkning av tilførsler av organisk stoff

Siktedypet i en innsjø reflekterer vannfarge og mengden partikler i innsjøens øvre vannmasser. I Henangervatnet er siktedypet relativt bra, og med et gjennomsnittlig siktedyp på 6,9 meter tilsvarer dette SFTs tilstandsklasse I="meget god". Største siktedyp ble målt i mai, juni og september (**figur 13**), og som i Skogseidvatnet var siktedypet veldig stabilt i undersøkelsesperioden. Innholdet av organisk stoff i overflatevannmassene lå i gjennomsnitt på 1,5 mg C/l gjennom sommeren, med høyeste måling i august på 2,2 mg C/l (**figur 13**). Dette er et lavt og tilsvarer klasse I="meget god".



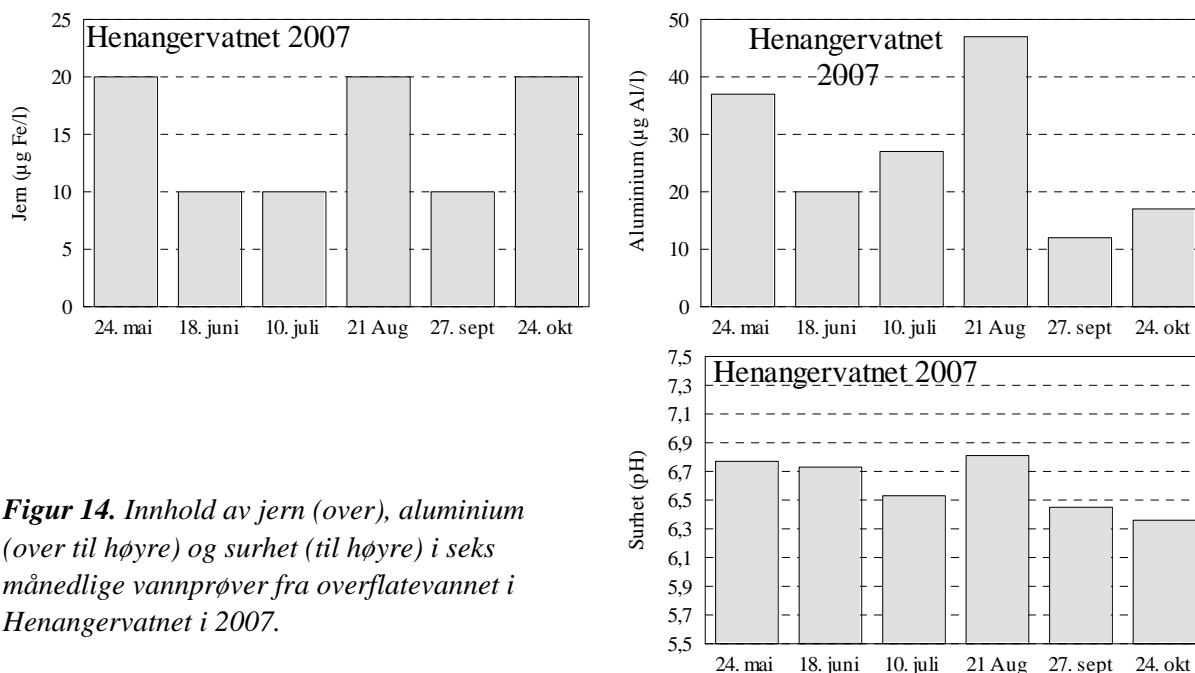
**Figur 13.** Målinger av siktedyp (til venstre) og av totalt organisk karbon TOC (til høyre) i Henangervatnet i 2007. Siktedypmålingene er gjort med en standard Secchi-skive ved det dypeste punktet, mens TOC er målt i de månedlige innsamlete blandeprøvene fra overflatevannet.

## Vannkvalitet generelt

Innholdet av jern i overflatevannet i Henangervatnet var vanligvis meget lavt, selv med topper på 0,02 mg/l i mai, august og september (**figur 14**). Høyeste målte konsentrasjon tilsvarer klasse I=" meget god" i SFTs vurderingssystem (**vedleggstabell 2**). Skadevirkninger av jern kan en først vente når konsentrasjonene overstiger 0,50 mg Fe/l, ved at jernet da kan felles på gjellene til fisk. Det er derfor ingen fare for slike tilstander i Henangervatnet.

Konsentrasjonen av total-aluminium i vannet var også meget lav, med et gjennomsnitt på 27  $\mu\text{g Al/l}$  (**figur 14**). Konsentrasjonene var høyest i mai og juni, med høyeste registrerte konsentrasjon av totalaluminium på 47  $\mu\text{g/l}$ , 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.

Den laveste pH-verdien ble målt til 6,36 i oktober, mens den høyeste var på 6,81 i august. Resten av sommeren lå pH på over 6,45. pH vil vanligvis kunne bli høy i forbindelse med betydelige algemengder og fint vær. Dette forklarer i hovedsak den noe høyere verdien i mai, juni og august (**figur 9**).



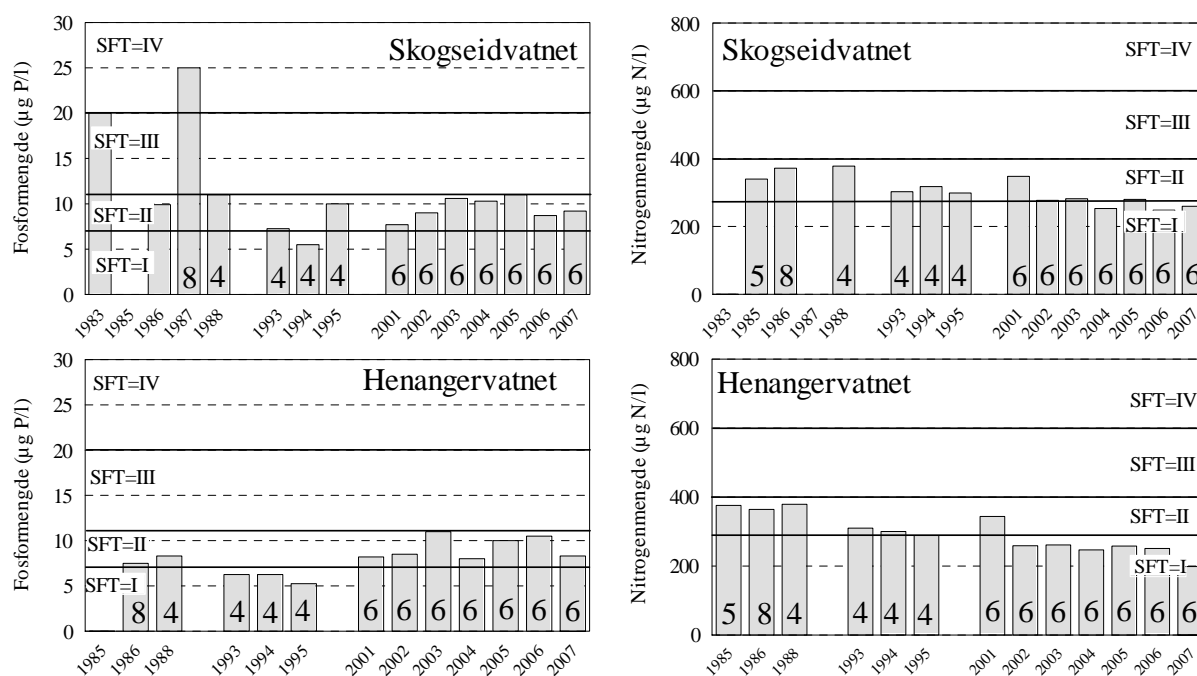
**Figur 14.** Innhold av jern (over), aluminium (over til høyre) og surhet (til høyre) i seks månedlige vannprøver fra overflatevannet i Henangervatnet i 2007.

## 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 sjuende i rekken siden 2001.

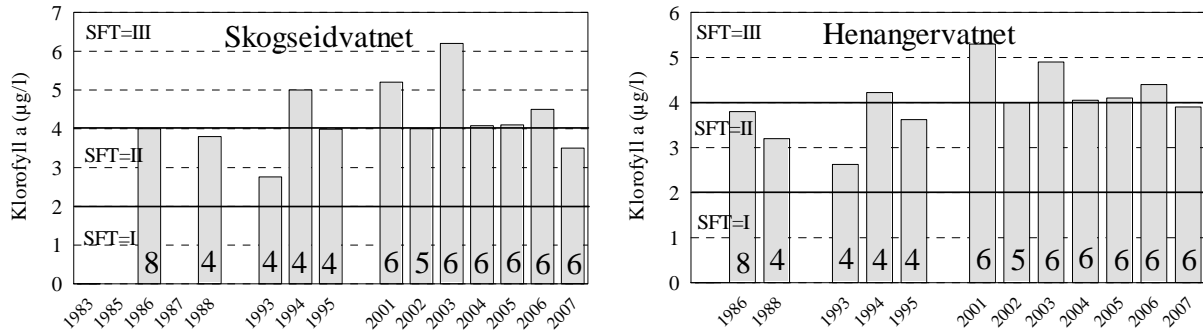
### Virkning av tilførsler av næringsstoff

Næringsinnholdet i vassdraget har variert lite de siste årene, men det kan synes som om fosformengdene har vært svakt økende siden 2001, nitrogenivået 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.



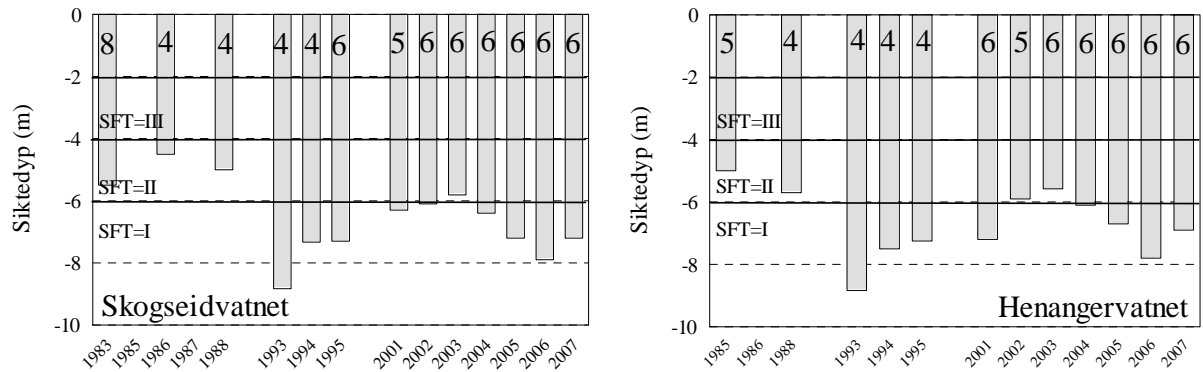
**Figur 15.** Utvikling i næringsinnhold i Skogseidvatnet (øverst) og Henangervatnet (nederst) vist som gjennomsnittlig innhold av fosfor (til venstre) og nitrogen (til høyre). Antall årlige målinger (der dette er kjent) er vist på hver søyle i figuren.

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 inn i tilstandsklasse II = "god" i SFT sitt klassifikasjonssystem og har tidligere vært så vidt innom tilstandsklasse III = "mindre god" tidligere år. Kiselalger, flagellater og monader og noe 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 II = "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 fire 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.

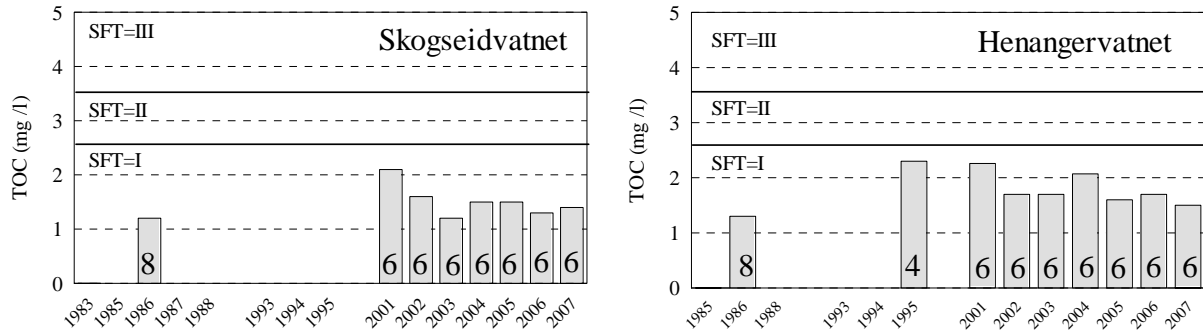


**Figur 17.** Årlig gjennomsnittlig siktedyp i Skogseidvatnet (til venstre) og Henangervatnet (til høyre). Antall årlige målinger er vist på hver søyle i figuren.

### 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 2007 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 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 minke i fosforkonsentrasjon de siste to årene, men den er ikke stor. For Skogseidvatnet var fosforinnholdet noe høyere i 2007 enn 2006. Algemengdene viser omtrent samme utvikling, men ligger likevel relativt sett noe høyere enn næringsinnholdet for øvrig skulle tilsi.

Miljøforholdene i 2007 var samlet sett tilsvarende overgangen mellom SFTs tilstandsklasser I = ”meget god” og II = ”god” for både Skogseidvatnet og Henangervatnet. Begge innsjøene vil, vurdert i forhold til EUs vanddirektiv, klassifiseres til ”god status” i 2007. Situasjonen i vassdraget var samlet sett noe bedre i 2007 enn i 2006, 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 innsjøene 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 næringsstofftilførsler 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.J ohnsen 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 trofistilstanden 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.*

**Johnsen, G.H. & A.E. Bjørklund 2006**

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

**Johnsen, G.H. & A.E. Bjørklund 2007**

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

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

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

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

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

**Skogheim, O. 1983.**

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

## VEDLEGGSTABELLER OVER RÅDATA

**Vedleggstabell 1.** Analyseresultat fra overflatevannprøver fra Skogseidvatnet i 2007. Prøvene er tatt ved det dypeste punktet i innsjøen, og analysene er utført av Chemlab Services AS i Bergen.

PARAMETER	ENHET	metode	24.mai	18.juni	10.juli	21.aug	27.sep	24.okt	Snitt
Total fosfor	µg P / l	NS 4724:1984	6	8	8	8	15	10	9,2
Total nitrogen	µg N / l	NS 4743:1993	99	177	150	486	222	423	259,5
Tot. organisk karb.	mg C / l		1,3	1,3	1	2	1,4	1,3	1,4
Klorofyll a	mg Chl/l		4,2	3,9	3,4	3,3	2,8	3,6	3,5
Jern	µg Fe / l	NS 4773	10	10	10	30	20	10	15
Aluminium	µg Al / l	NS 4781	34	20	21	40	18	19	25
Siktedyp	meter		-8,8	-7,3	-6	-7	-7,2	-6,9	-7,2

**Vedleggstabell 2.** Analyseresultat fra overflatevannprøver fra Henangervatnet i 2007. Prøvene er tatt ved det dypeste punktet i innsjøen, og analysene er utført av Chemlab Services AS i Bergen.

PARAMETER	ENHET	metode	24.mai	18.juni	10.juli	21.aug	27.sep	24.okt	Snitt
Total fosfor	µg P / l	NS 4724:1984	7	10	13	5	5	10	8,3
Total nitrogen	µg N / l	NS 4743:1993	129	270	167	241	97	288	198,6
Tot. organisk karb.	mg C / l		1,3	1,7	1	2,2	1,4	1,4	1,5
Klorofyll a	mg Chl/l		5,4	4,6	3,7	3,5	3	3,5	3,9
Jern	µg Fe / l	NS 4773	20	10	10	20	10	20	15
Aluminium	µg Al / l	NS 4781	37	20	27	47	12	17	27
Siktedyp	meter		-8,2	-7	-5,8	-6,7	-7	-6,7	-6,9

**Vedleggstabell 3.** Algeresultater fra Skogseidvatnet sommeren 2007. 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 2007	24.mai		18.jun		10.jul		21.aug		27. sep		24.okt	
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
Asterionella formosa	3947000	3,1576	1255000	1,004	22000	0,0176					92000	0,0736
Melosira sp.	12000	0,0024										
Synedra sp.	31000	0,0047										
Tabellaria fenestrata	459000	0,2754	184000	0,1104							16000	0,0096
Tabellaria flocculosa	38000	0,0228										
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
Ankistrodesmus falcatus	31000	0,0031	31000	0,0031			31000	0,0031	398000	0,0199		
Crucigeniella sp.											367000	0,0367
Euastrum sp.			2000	0,001	2000	0,001	2000	0,001				
Eudorina sp. kolonier											253000	0,0286
Oocystis sp.									64000	0,0064		
Planktosphaeria sp.									10000	0,0358	4000	0,012
Pandorina sp. koloner					4000	0,0004						
Sphaerocystis sp.					4000	0,02			2000	0,0179		
Chlorophyceae spp.									32000	0,0032		
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>												
Cryptomonas sp.	92000	0,0736			4000	0,0032	8000	0,0064	2000	0,0016	31000	0,0248
Rhodomonas sp.	704000	0,0563	31000	0,0025	31000	0,0025	122000	0,0098	520000	0,0416	61000	0,0049
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>												
Dinobryon borgei							61000	0,0092				
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
Anabaena sp.			92000	0,0104								
Aphanocapsa sp. kol									2000	0,0009	253000	0,0506
Chroococcus sp.							6000	0,003				
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>												
Ubestemte flagellater < 5 µm	1193000	0,0167	1285000	0,018	1652000	0,0231	1445000	0,0202	2390000	0,033	2129000	0,0213
Ubestemte flagellater > 5 µm	765000	0,0864	459000	0,0519	887000	0,1002	490000	0,0554	520000	0,0588	306000	0,0346
<b>SAMLET</b>												
	7370000	3,746	3347000	1,2333	5974000	0,552	2196000	0,1231	3940000	0,2191	3514000	0,2971

**Vedleggstabell 4.** Algeresultater fra Henangervatnet sommeren 2007. 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 2007	24.mai		18.jun		10.jul		21.aug		27.sep		24.okt	
	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.	Ant.	Vol.
<b>BACILLARIOPHYCEAE</b>												
Asterionella formosa	4559000	3,6472	612000	0,4896							18000	0,0144
Melosira sp.	153000	0,0306										
Synedra sp.	31000	0,0047										
Tabellaria fenestrata	306000	0,1836	490000	0,294	32000	0,0192					70000	0,042
Ubestpennate diatomeer	31000	0,0047									31000	0,0031
Ubest sentriske diatomeer	61000	0,0153										
<b>CHLOROPHYCEAE</b>												
Ankistrodesmus falcatus			92000	0,0092					306000	0,0153		
Ankistrodesmus sp.								31000	0,0031		275000	0,0275
Coelastrum sp. (kolonier)										2000	0,0172	
Cosmarium sp.										2000	0,004	
Crucigeniella sp.								34000	0,0034			
Dictyosphaerium sp.										48000	0,0054	88000
Euastrum sp.								6000	0,012			
Eudorina sp. (kolonier)					4000	0,02						4000
Nephrocytium sp.					8000	0,0016						8000
Oocystis sp.					61000	0,0092						
Planktosphaeria sp.					31000	0,0078						
Sphaerocystis sp.					3978000	0,1313	32000	0,0042				
Staurastrum sp.			6000	0,024	2000	0,008						
Staurodesmus sp.					2000	0,008	4000	0,016	2000	0,008		
Chlorophyceae spp.			28000	0,056							31000	0,0031
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>												
Cryptomonas sp.	153000	0,1224					4000	0,0032	4000	0,0032	10000	0,008
Rhodomonas sp.	245000	0,0196	92000	0,0074	61000	0,0049	61000	0,0049	245000	0,0196	214000	0,0182
<b>CHRYSOPHYCEAE</b>												
Dinobryon borgei							31000	0,0047	31000	0,0047		
<b>DINOPHYCEAE</b>												
Peridinium sp. 1							4000	0,008	2000	0,04		
Dinoflagellat sp.							2000	0,004				
<b>CYANOPHYCEAE</b>												
Aphanocapsa sp. Kolonier					92000	0,0184	153000	0,0306				
Anabaena circinalis			153000	0,1729					700000	0,0791		
Anabaena sp.							14000	0,0016			98000	0,0111
Chroococcus sp.					92000	0,0184						
Gomphosphaeria sp.kol.									2000	0,02		
<b>FLAGELLATER OG MONADER</b>												
Ubestemte flagellater < 5 µm	704000	0,0099	4225000	0,0592	918000	0,0129	1601000	0,0224	1452000	0,0203	1666000	0,055
Ubestemte flagellater > 5 µm	551000	0,0623	643000	0,0727	459000	0,0519	428000	0,0484	939000	0,1055	245000	0,0277
<b>SAMLET</b>												
	6794000	4,1003	6341000	1,185	5740000	0,3116	2405000	0,1665	3735000	0,3423	2758000	0,2894