

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet:

[www.niva.no](http://www.niva.no)

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-niva**

9296 Tromsø  
Telefon (47) 77 75 03 00  
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Bergsvatn i Kvam Befaringsrapport og enkel tilstandsvurdering	Løpenr. (for bestilling) 4633-2003	Dato 7. mai 2003
	Prosjektnr. Undernr. O-92220	Sider Pris 18
Forfatter(e) Hobæk, Anders	Fagområde Rådgivning	Distribusjon
	Geografisk område Hordaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens Naturoppsyn	Oppdragsreferanse Sverre Tveiten
---	-------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Befaring og prøvetaking ble gjennomført til Bergsvatn (Kvam i Hordaland) 5. september 2002. Rapporten omhandler observasjoner og analyseresultater fra befaringen. På grunnlag av informasjon om innsjøens historikk, observasjoner og registreringer under befaringen samt analyseresultater gis en enkel tilstandsvurdering for innsjøen. Stor algebiomasse, oksygenmangel under 5 m dyp, høy turbiditet og dårlig siktedyp var knyttet til oppblomstring av blågrønnalger. Det ble registrert svært høyt næringsinnhold i bunnvannet, og indre gjødsling synes å være et hovedproblem for innsjøens tilstand og utvikling. Strandsonen er også svært produktiv, med kraftig utviklede belter av takrør rundt så godt som hele innsjøen. Aurebestanden vurderes som tynn og begrenset av dårlige forhold for gyting og oppvekst av ungfisk. Derimot synes det å være en stor bestand av stingsild i Bergsvatnet. Negative effekter av stor næringstilgang var tydelige, og sett i lys av informasjon om forholdene tidligere vurderes utviklingen som svært betenkelig. Rapporten peker kort på tiltak som kan være aktuelle for å motvirke og reversere den negative utviklingen i Bergsvatnet.</p>
---

Fire norske emneord 1. Eutrofiering 2. Næringssalter 3. Oksygenvinn 4. Planteplankton	Fire engelske emneord 1. Eutrophication 2. Nutrients 3. Oxygen deficiency 4. Phytoplankton
---	--

*Anders Hobæk*  
Prosjektleder

*Anne Lyche Solheim*  
Forskningsleder

*Nils Roar Sælthun*  
Forskningsdirektør

ISBN 82-577-4295-3

# **Bergsvatn i Kvam**

## Befaringsrapport og enkel tilstandsvurdering

Forsidebildet viser takrørbelter i Bergsvatn.  
Innfelt: Blågrønnalgen *Anabaena cf. solitaria*  
som gir vannet grågrønn farge

## Forord

Rapporten beskriver resultatene fra en enkel befaring med prøvetaking i Bergsvatnet i Kvam. Initiativet til undersøkelsen kom fra Sverre Tveiten, Statens Naturoppsyn, som også deltok ved selve befaringen. Han har også fremskaffet dokumentasjon om tidligere inngrep og tidligere tiders bruk av innsjøen. I tillegg gjennomførte han prøvefiske som her er kort omtalt. Vannkjemiske analyser er utført ved NIVAs laboratorium. Forsker Evy Lømsland, NIVA har analysert planteplankton. Takk til alle for bidrag.

Bergen, 7. mai 2003

*Anders Hobæk*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>7</b>
<b>Summary</b>	<b>8</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>9</b>
<b>2. Områdebeskrivelse</b>	<b>10</b>
<b>3. Materiale og metoder</b>	<b>12</b>
3.1 Befaring og prøvetaking	12
3.2 Analyser	12
3.3 Prøvefiske	12
<b>4. Resultater</b>	<b>13</b>
4.1 Hydrografi	13
4.2 Vannkjemiske forhold	14
4.3 Planteplankton	14
4.4 Dyreplankton	15
4.5 Fiskebestand	16
<b>5. Vurdering</b>	<b>18</b>
<b>6. Henvisninger</b>	<b>20</b>

---

## Sammendrag

Befaring og prøvetaking ble gjennomført til Bergsvatn (Kvam, Hordaland) 5. september 2002. Innsjøen er en del av Berge Landskapsvernområde. Rapporten omhandler observasjoner og analyseresultater fra befaringen. På grunnlag av informasjon om innsjøens historikk, observasjoner og registreringer under befaringen samt analyseresultater gis en enkel tilstandsvurdering for innsjøen.

Høy algemengde, oksygenmangel under 5 m dyp, høy turbiditet og dårlig siktedyp var knyttet til oppblomstring av blågrønnalger. Det ble registrert svært høyt næringsinnhold i bunnvannet. Dette indikerer at næringsalter løses ut fra bunnsedimentene. Denne prosessen akselererer eutrofieringen videre, og er vanskelig å stoppe. Innsjøens strandsone er også svært produktiv, med tildels kraftig utviklede belter av takrør rundt så godt som hele innsjøen. Dyreplanktonets sammensetning tyder på moderat fiskepredasjon. På grunnlag av et redusert prøvefiske utført 25-26. september vurderes aurebestanden som tynn, og begrenset av dårlige forhold for gyting og oppvekst av ungfisk. Sjøaure kan ikke komme opp i innsjøen. Derimot synes det å være en stor bestand av stingsild i Bergsvatnet.

Datagrunnlaget er ikke tilstrekkelig for en pålitelig tilstandsklassifisering etter SFTs kriterier. Imidlertid var tegnene på negative effekter av stor næringstilgang klare og entydige, og sett i lys av informasjon om forholdene tidligere vurderes utviklingen som svært betenkelig. Dårlig rekruttering og oksygenvinn kan medføre at aurebestanden reduseres ytterligere eller dør ut, og dette kan gi økt beiting av stingsild på dyreplanktonet. Da kan det forventes enda større algemengder i innsjøen.

Rapporten peker kort på tiltak som kan være aktuelle for å motvirke og reversere den negative utviklingen i Bergsvatnet.

## Summary

Title: An inspection of Bergsvatn in Kvam municipality, Hordaland county.

Year:2003

Author: Hobæk, Anders

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4295-3

The small lake Bergsvatn, (Kvam municipality in Hordaland county) was visited 5<sup>th</sup> September 2002. The present report provides a summary of observations and analysis results as the basis for a simple evaluation of trophic conditions.

The lake was characterised by high algal biomass dominated by bluegreens, high turbidity caused by the algae, and by oxygen deficiency below 5 meters depth. A sample of hypolimnic water contained high levels of nutrients, indicating phosphorus release from the sediments. In addition, dense stands of macrovegetation (*Phragmites*) along the shores contribute further to organic production and oxygen deficiency. The zooplankton composition indicated a moderate fish predation level. Based on gill net catches during a reduced test fishing 25<sup>th</sup> –26<sup>th</sup> September, the stock of brown trout (*Salmo trutta*) appears to be thin, and is probably limited by areas suitable for spawning. No sea-running trout can enter the lake. By contrast, the density of three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*) appears to be high.

Although the data basis is insufficient for a formal classification of water quality, clear and unambiguous signs of negative effects of nutrients and organic load were evident. Continued eutrophication may lead to further decline or even extermination of the brown trout population. This will relax predatory control of stickleback density and habitat utilisation, which in turn may entail a crash in zooplankton density and even denser algal blooms.

Possible actions to remedy or reverse the present developments are briefly discussed.

# 1. Innledning

Rapporten omfatter observasjoner og måleresultater fra en befaring til Bergsvatn i Kvam 5.09.02. Målsettingen med befaringen var å gi en enkel tilstandsbeskrivelse av forholdene i innsjøen. Dette var blant annet foranlediget av usikkerhet om utfylling av en veiskråning langs innsjøen med plantejord fra et gartneri kunne bidra til økt mengde næringssalter i innsjøen, men også av klare tegn på at innsjøen er inne i en eutrofieringsutvikling.

Målinger fra bare en enkelt dato gir ikke tilfredsstillende datagrunnlag for en pålitelig tilstandsklassifisering etter ordinære metoder (SFT 1997). Likevel gir måleresultatene sammen med observasjoner og bakgrunnsinformasjon om innsjøen og nedbørfeltet klare indikasjoner på en negativ og bekymringsfull utvikling i innsjøen. Bergsvatnet må betraktes som en vesentlig del av kulturlandskapet og kulturminnene i Berge landskapsvernområde. Siden tegnene på akselererende eutrofiering i Bergsvatn var ganske klare, er det i rapporten kort skissert noen tiltak som kan være aktuelle for å motvirke og kanskje også snu denne utviklingen. Som grunnlag for tiltak anbefales mer omfattende prøvetaking.

## 2. Områdebeskrivelse

Bergsvatn (NVE innsjønr. 26869) ligger 17 m o.h., og har et areal på 0,11 km<sup>2</sup>. Innsjøen er en del av Berge landskapsvernområde som ble opprettet 1984, og ligger mellom Hardangerfjorden og rv. 49 mellom Norheimsund og Tørvikbygd. Innsjøens nedbørfelt er også ganske lite (godt under 1 km<sup>2</sup>). Utskiftningen av vannmassene i Bergsvatn er derfor liten. Vi mangler data for en nærmere beregning av innsjøens volum og dermed oppholdstid. Det meste av arealet i nedbørfeltet er blandingsskog. I nord og langs vegen er deler av arealet dyrket, og beitemark finnes også i sørvest. En oversikt over innsjøen med nærområde er vist i Figur 1.

To gardsbruk (Berge og Tuften) ligger i nedbørfeltet. Det meste av innmarka brukes i dag til grasproduksjon, mens det tidligere var mer intensiv dyrking av grønnsaker. Brukene i Berge driver begge økologisk (melkeproduksjon). Et av dem produserer også blomster i drivhus. Brukt plantejord fra dette gartneriet fylles på skråningen mot Bergsvatn langs rv. 49. Omfanget av denne fyllingen er forholdsvis beskjeden, med et areal rundt 1400 m<sup>2</sup>. Ved utbedring av vegen i 1983 ble det lagt en grovsteinet støttemur langs innsjøbredden for å hindre utrasing fra veiskråningen, der plantejorden nå dumpes.

Innsjøen har to innløpsbekker. Den ene kommer fra NØ i Bergsliene, og går i nedre del gjennom innmark før den når innsjøen i nord. I innmarka er bekken for det meste lagt i rør. Den andre bekken kommer fra den samme lia lengre SV, og passerer gjennom tunet på Berge, et annet bruk i nærområdet. En dreneringsgrøft for dyrket mark ovenfor rv. 49 går under veien og munner ut omtrent midt på innsjøen.

Utløpsbekken er skutt ut for senking av innsjøen før 1890. Hensikten med dette har først og fremst vært å gi mer vann til tre sager og tre kvernhus som har vært i drift langs bekken. I dag står enda en intakt oppgangssag, en sirkelsag og to kverner igjen. Senkningen har også gitt noe dyrkingsareal i nordenden av innsjøen. Terskler og mindre fosser hindrer oppgang av sjøaure i bekken. Det er usikkert om det har gått opp aure i vatnet før inngrepene i utløpsbekken ble gjort. En del ål går imidlertid opp i innsjøen.

For å øke vannmengden til drift av sag og kvern ble det overført vann fra en elv i Bergsåsen tilhørende et nabovassdrag. Denne elva renner til Tørvikvatnet SV for Bergsvatnet. Vannet ble overført til bekken som går gjennom tunet på Berge. Selve Bergsvatnet ble demmet opp hver vinter/vår for å magasinere tilrenningen.

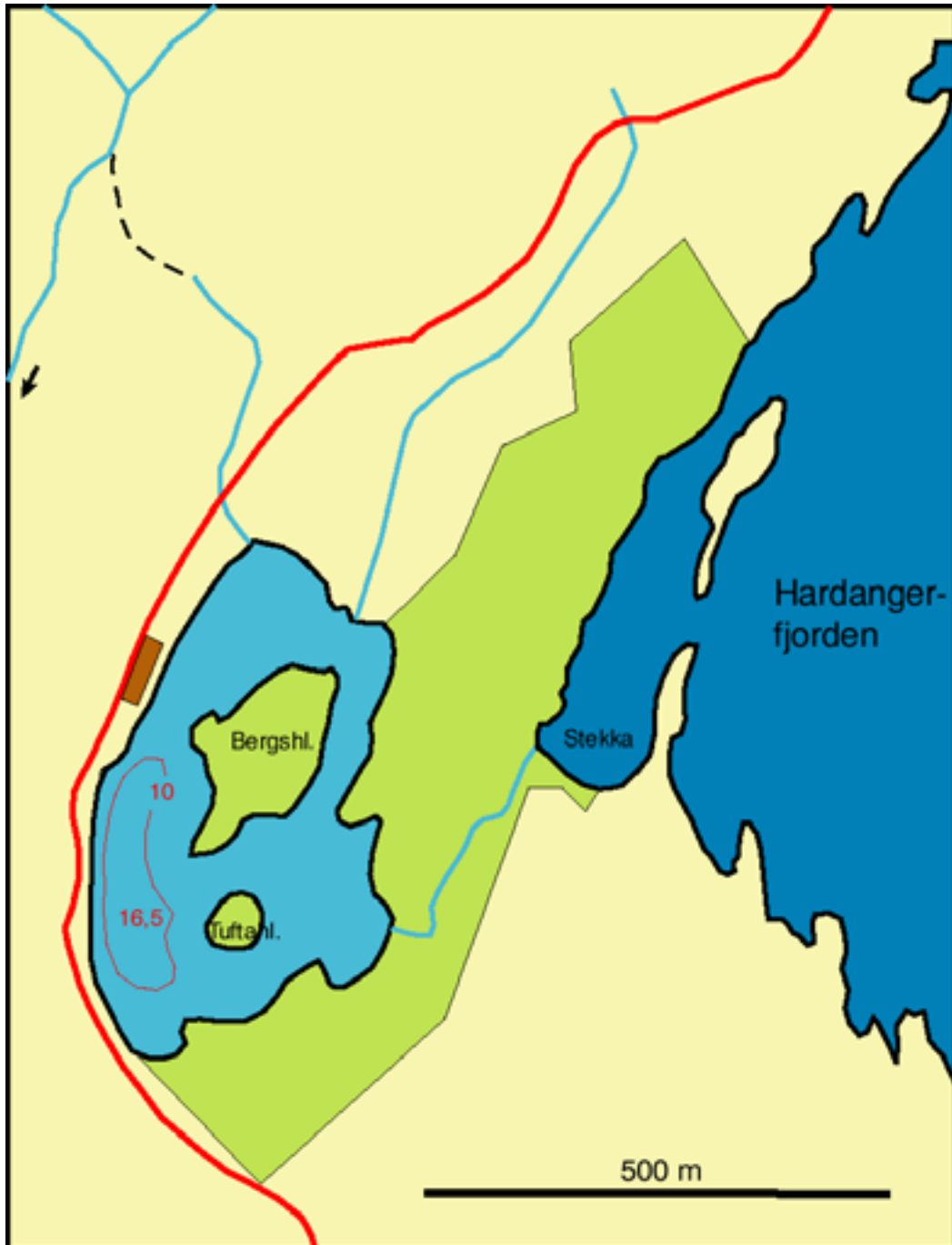
Det foreligger ikke noe dybdekart for innsjøen, men en grov skisse med kote for 10 m er vist i Figur 1. Store deler av innsjøen er grunnere enn 6 m. Langs SV-siden ved rv. 49 finnes et dypere område. Største registrerte dyp her var 16,5 m. Det ligger to øyer i innsjøen (Bergs-holmen og Tuftaholmen; Figur 1).

Rundt så godt som hele innsjøen står et belte av takrør. Dette er bredest langs nord-øst bredden, og smalere i det brattere partiet langs rv. 49. På grunt vann utenfor takrørbeltet står det ganske tette partier med nøkkeroser, noen steder uten kontakt med breddene. Loddskudd i disse ansamlingene viste at nøkkerosene sto på dyp ned til 2,5 m. Fram til 1978 beitet melkekyr på takrør langs bredden, og lengre tilbake i tid (før 1945) ble takrør høstet fra båt for bruk som fôr. Sverre Tveiten opplyser at takrørbeltene har vokst markert i omfang gjennom de siste 25-30 år.

Det frodige sivbeltet gir grunnlag for et rikt fugleliv rundt innsjøen. Spesielt er det mange svaler som samler seg her. I tillegg er det en hegrekoloni på Tuftaholmen ute i innsjøen.



Det finnes aure, ål og stingsild i vannet. Imidlertid er det liten interesse for fritidsfiske, siden auren sies å smake 'myr'. Ellers er det kjent blodigle (*Hirudo medicinalis*) her. Denne er karakterisert som sårbar på norsk rødliste. Det eneste gyteområdet for auren i Bergsvatnet er utløpsbekken. Tidligere har imidlertid yngel blitt observert i den østligste innløpsbekken, som nå ligger i rør.



**Figur 1.** Skisse over Bergsvatn med omgivelser. Landskapsvernområdet er farget grønt. Rv. 49 er vist i rødt, og utfyllingsområdet for plantejord i brunt. I Bergsvatnet er det vist en anslått dybdekote for 10 m, samt posisjon for største registrerte dyp (16,5 m). En stiplede linje viser hvor vann tidligere ble overført fra et nabovassdrag.

## 3. Materiale og metoder

### 3.1. Befaring og prøvetaking

Befaringen ble gjennomført av Sverre Tveiten (Statens Naturoppsyn) og Anders Hobæk (NIVA) under gode værforhold den 5. september 2002. Tveiten la fram en del bakgrunnsinformasjon og historikk omkring innsjøen. Hele området framstår som svært idyllisk, frodig og dessuten med svært interessante kulturminner.

I den ene innløpsbekken tok vi vannprøve for kjemiske analyser. Siden bekken går i rør i den nedre delen, ble prøven tatt i et åpent steinsatt parti lenger oppe. Det lyktes ikke å få tatt prøve av avrenning fra utfyllingsområdet for plantejord langs veien. Avrenning herfra går i grunnen, og når innsjøen gjennom en grovsteinet forstøtningsmur innenfor takrørbeltet.

Med båt rodde vi rundt vannet og tok en rekke loddskudd med ekkolodd, for å få en grov oversikt over dybdeforholdene. Ved innsjøens dypeste punkt ble det gjort registreringer av hydrografi (temperatur- og oksygenprofiler) med en YSI Model 58 sonde. Det ble også tatt vannprøver på 1 og 16 m dyp på lufttette flasker for Winkler-titrering av oksygen, som en kontroll på målingene med sonden. Fra 16 m dyp ble det også tatt prøve til kjemisk analyse.

En blandprøve i sjiktet 0-2,5 m ble tatt med en slangehenter. Fra denne prøven ble det tatt ut 1 L til filtrering og senere biomasse bestemmelse av planteplankton (klorofyll A), og 0,5 L for vannkjemiske analyser. Det ble også fiksert en 100 mL prøve med Lugols løsning for artsanalyse av planteplankton.

### 3.2. Analyser

Oksygenmålinger registrert med YSI-sonden ble kalibrert mot resultater fra Winkler-målinger. Dette er titrimetriske analyse av oksygenprøvene (Winkler-metode), som ble utført ved NIVAs Vestlandsavdeling. Vannkjemiske analyser er utført ved NIVAs laboratorium i Oslo. Analysene omfattet pH, konduktivitet (KOND), turbiditet (TURB), farge, totalt fosfor (Tot-P), totalt nitrogen (Tot-N) og totalt karbon (TOC). Forsker Evy Lømsland (NIVA Vestlandsavdelingen) opparbeidet prøve av planteplankton, mens Anders Hobæk har vurdert prøvene av dyreplankton og opparbeidet mageprøver av aure.

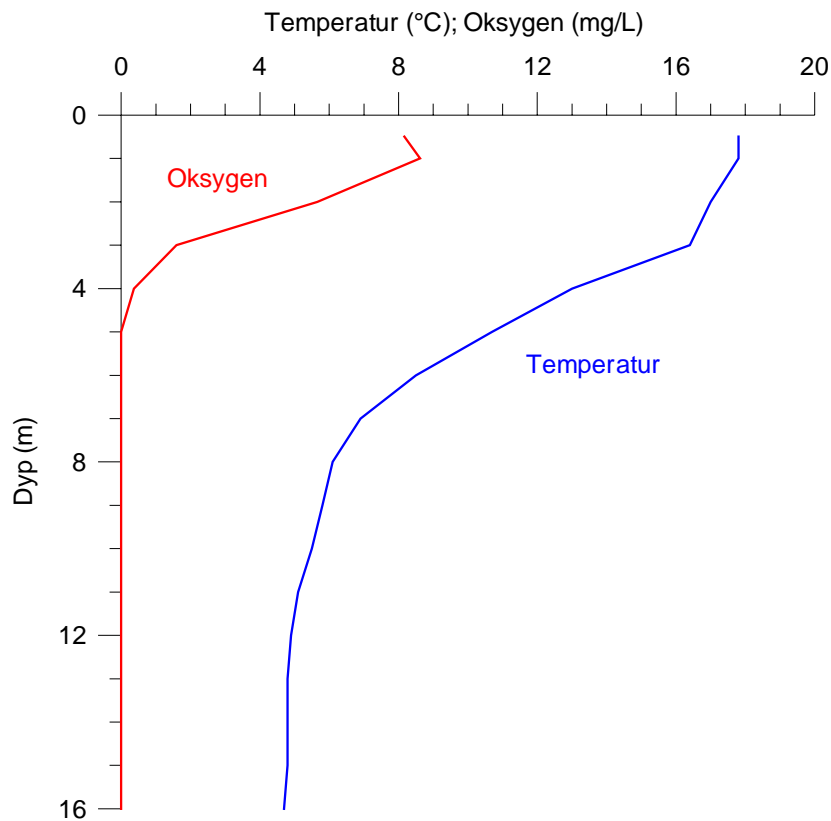
### 3.3. Prøvefiske

Sverre Tveiten utførte prøvegarnsfiske 25-26. september. Det ble satt 6 bunngarn i en redusert Jensen-serie som besto av ett garn av følgende maskevidder: 12, 14, 16, 18, 22, 24 og 30 omfar. Garna ble satt enkeltvis og fordelt i innsjøen. Ved opptak av garna ble det registrert lengde og vekt, tatt skjellprøver og tatt ut mageprøver som ble konserverert på rødsprit. Fisken ble så frosset ned. Fisk, skjell og mageprøver ble levert til NIVA hvor de fortsatt oppbevares.

## 4. Resultater

### 4.1. Hydrografi

Profiler av temperatur og oksygen i Bergsvatn under befaingen er vist i Figur 2. I de øvre vannlag lå temperaturen rundt 16,4 - 17,8 °C. Et ganske tykt sprangsjikt med synkende temperatur lå mellom 3 og 7 m, og videre nedover sank temperaturen langsomt mot 4,7°C på 16 m. Oksygenprofilen var vesentlig skarpere enn temperaturprofilen. Løst oksygen sank kraftig allerede fra 1 til 3 m dyp, og allerede fra 5 m dyp var vannet oksygenfritt. Vannprøven fra 16 m luktet svakt av hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S) ved prøvetaking, og dette ble senere bekreftet av titrimetrisk måling. Mengden H<sub>2</sub>S var imidlertid lav (0,057 mg/L).



**Figur 2.** Vertikale profiler for temperatur og oksygen i Bergsvatn 5.09.02. Profilene er registrert med en YSI Model 58 sonde. Oksygenprofilen er kalibrert mot Winkler-titrering av prøver fra 1 og 16 m dyp. Hydrogensulfid ble påvist i prøven fra 16 m.

## 4.2. Vannkjemiske forhold

Vannkjemiske analyseresultater er sammenfattet i Tabell 1. Verdiene i innløpsbekken og i øvre sjikt av innsjøen var relativt like, med unntak for turbiditet og totalt organisk karbon (TOC). pH-verdiene var gunstige (over pH 7). Begge hadde et innhold av totalt fosfor mellom 20 og 30 µg/L, mens totalt nitrogen lå rundt 800 µg/L. Det totale ioneinnholdet (målt som konduktivitet) lå noe høyere i bekken enn i innsjøen (9,3 mot 7,8 mS/m). Fargetallene viste moderat innhold av humus. Innholdet av organisk karbon lå høyt i innsjøen (5,7 mg/L), og var moderat i bekken (2,6 mg/L). Forskjellene i TOC og turbiditet henger høyst sannsynlig sammen med mengden planteplankton i innsjøen.

**Tabell 1.** Vannkjemiske målinger ved befaring til Bergsvatn 5.09.02. Den aktuelle innløpsbekken kommer fra nord. Enheter: mS/m = milliSiemens/meter; FNU = Formazin Nephelometric Units; for farge angis mg av en løsning av et platina (Pt) salt som en sammenlignende standard.

Parameter	Innløps- bekk	Bergsvatn 0-2,5 m	Bergsvatn 16 m
pH	7,22	7,17	6,64
Konduktivitet (mS/m)	9,29	6,81	9,55
Turbiditet (FNU)	0,87	12	23
Farge (mg Pt/L)	22,4	17,8	193
Tot-P (µg/L)	21	27	683
Tot-N (µg/L)	785	815	1790
TOC (mg/L)	2,6	5,7	6,9

Prøven fra 16 m dyp skilte seg markert fra overflateprøven. Her var pH noe lavere, og partikkelinnholdet (turbiditeten) langt høyere. Også fargetallet lå meget høyt, men skyldes trolig jern og ikke humus. Innholdet av totalt nitrogen lå over dobbelt så høyt som i overflaten. Nivået for totalt fosfor var enda mer slående, med hele 680 µg/L. Dette er en meget høy verdi. Fargetall, nitrogen og fosfor indikerer entydig at ioner løses ut fra sedimentene i innsjøen. Dette er et fenomen som er knyttet til reduserende forhold (dvs. oksygenmangel), og er kjent som "indre gjødsling". Ved reduserende forhold kan partikkelbundne næringssalter i sedimentene løses opp i vannet, mens under oksiderende forhold holdes de bundet i sedimentet. Det samme gjelder også metallene jern og mangan.

Oksygenmangel i bunnvannet henger sammen med at oksygenforbruket ved nedbrytning av organisk materiale er stort. Så lenge innsjøens vannmasser er termisk sjiktet hindres utveksling med atmosfæren. Oksygenfrie perioder kan opptre både om sommeren (overflatevannet varmt) og om vinteren (kaldt og gjerne islagt overflatevann). Under oppvarming av overflaten etter isgang om våren, og ved nedkjøling av overflatevann om høsten, blir sjiktningen gjerne ustabil og vannmassene blandes (omrøres) mer eller mindre fullstendig. Da tilføres vannmassen oksygen, som i stagnerende bunnvann forbrukes igjen. Dersom næringssalter og andre stoffer finnes i høy konsentrasjon i bunnvannet når omrøringen starter, vil de også bli tilgjengelige for planteplankton i overflaten.

## 4.3. Planteplankton

Vannets grågrønne farge og det beskjedne siktedypet på 1,45 m tydet på betydelige algemengder. Dette ble bekreftet ved analysene, som viste høye celltall for blågrønnalgen *Anabaena cf. solitaria*. Dette er en indikator for næringsrike forhold, med høyest forekomst i innsjøer med 25-50 µg/l Tot-P (Brettum 1989). Et bilde av denne algen fra Bergsvatn er montert inn i foto på forsiden av rapporten.

Artsantallet som ble påvist var lavt, og flere andre av artene som forekom i mer beskjedne mengder indikerer også høy tilgang av næringssalter. Celletall for de registrerte artene er vist i Tabell 2.

Et mål på algenes biomasse er mengden klorofyll A. Denne ble målt til 25µg/L, som også er en høy verdi. Målingen representerer sjiktet 0-2,5 m. I felten fikk vi inntrykk av at algene var tettest nær overflaten, men det ble ikke tatt prøver som kunne belyse dette nærmere.

**Tabell 2.** Innhold i prøve av planteplankton fra Bergsvatn 5.09.02. Prøven ble tatt som en blandprøve i sjiktet 0-2,5 m dyp.

Gruppe/Art	Celler/liter	Volum mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Cyanophyceae		
<i>Anabaena cf. solitaria</i>	66 923 000	2 208
Cryptophyceae		
<i>Cryptomonas</i> spp.	64 400	18
Euglenophyceae		
<i>Tracelomonas volvocinopsis</i>	146 300	262
Chlorophyceae		
<i>Closterium acutum</i> var <i>variabile</i>	1 100	0,4
Uklassifiserte alger		
Ubestemte flagellater/monader < 5 µm	117 000	1,5
Ubestemte flagellater 5-10 µm	11 700	2,7
Krageflagellater		
Ubestemt krageflagellat	1 872 000	71
<b>Totalt volum</b>		<b>2 563</b>

#### 4.4. Dyreplankton

Mengden dyreplankton i håvtrekkene var beskjeden, men dette kan i hvert fall delvis henge sammen med at en mengde algetråder klogget maskene. En oversikt over innholdet i håvtrekkene er vist i Tabell 3. Dominerende art i dyreplanktonet var *Daphnia cf. rosea* (oftest kalt *D. longispina* OF Müller 1785). Dette er også den viktigste beiteren på planteplankton i innsjøen. Daphniene var imidlertid småvokste (max. 1,7 mm, eggbærende dyr ned til 1,28 mm). Trolig henger dette sammen med at de er utsatt for predasjon fra fisk (stingsild), som selekterer store og synlige byttedyr. En langt mindre effektiv beiter på alger er hoppekrepsen *Eudiaptomus graciloides*. Denne arten er for øvrig sjelden i sør-Norge, og er på Vestlandet bare kjent fra et fåtall innsjøer i Kvam, Samnanger og Fusa. Cyclopoide hoppekreps manglet, med unntak for *Megacyclops* sp som lever det meste av sitt liv langs bunnen. Bare to hjuldyrarter ble påvist, begge vanlige arter.

Innen de tre viktigste gruppene av dyreplankton (vannlopper, hoppekreps og hjuldyr) var arts-mangfoldet dermed uvanlig lavt i Bergsvatn ved dette tidspunktet, og flere former som ellers finnes over alt manglet her (*Bosmina*, *Cyclops*). Dette henger trolig sammen med forekomst av sveve-myggklarver (*Chaoborus flavicans*) (Hobæk m. fl. 2002), og med at vannmassen under 5 m dyp var oksygenfri. Svevemygg klarer derimot oksygenmangel godt, og vandrer gjerne ned i dypet mens det er nok lys til at fisken kan beite. Det er også vanlig at de oppholder seg i bunnsedimentet om dagen, så tettheten i Bergsvatn kan være langt større enn håvtrekkene gir inntrykk av.

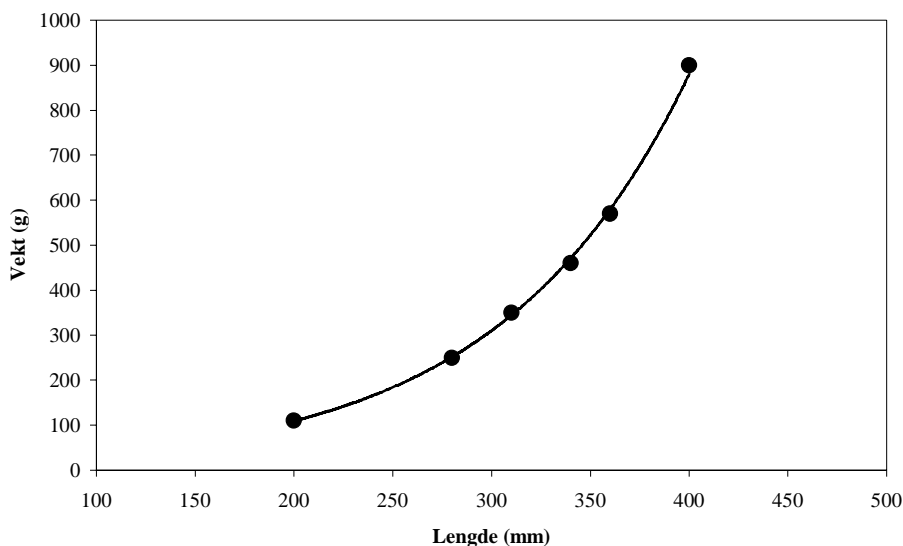
**Tabell 3.** Dyreplankton i Bergsvatn 5.09.02. Prøvene ble tatt som vertikale håvtrekk fra 12-0 m. Bare relativ dominans er angitt: ++++ = mange; +++ = en del; ++ = få; + = enkeltindivider.

Gruppe/art	Relativ dominans
Cladocera (Vannlopper)	
<i>Daphnia cf. rosea</i> Sars 1862	++++
Copepoda (Hoppekreps)	
<i>Megacyclops</i> sp. copepodittlarve	+
Cyclopoide naupliuslarver	+
<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg 1888)	++
Hjuldyr (Rotatoria)	
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse 1851)	++
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse 1850	+
Diptera (fluer og mygg)	
<i>Chaoborus flavicans</i> (Meigen 1818)	++

Dyreplankton kan i stor grad kontrollere planteplanktonets sammensetning, men dette avhenger også av hvor stort predasjonspresset er på dyreplanktonet selv. I Bergsvatn ser vi tegn til moderat fiskepredasjon og tildels sterk predasjon fra svevemygg, slik at mengden dyreplankton (og dermed dets evne til å kontrollere planteplankton) er skviset fra to kanter. I tillegg gjør oksygenmangel at vannmassen under 5 m er mere eller mindre ubeboelig for de fleste artene.

#### 4.5.Fiskebestand

På tre av de seks bunngarna var det ingen fangst. Disse hadde maskevidder 14, 22 og 24 omfar. Det ble tatt en aure på 16 omfar, tre på 18 omfar, og 2 på 30 omfar. De to fiskene på 30 omfars garnet var den største og den minste auren. I tillegg ble det på dette garnet tatt en ål.



**Figur 3.** Lengde og vekt av 6 aure fanget i Bergsvatn 25-26.09.02. Linjen er en eksponensiell funksjon tilpasset verdiene.

Minste aure var 20 cm og 110 g, mens største var 40 cm og 900 g. Lengde/vekt hos aure er plottet i Figur 3. Fisken var i godt hold, med K-faktor mellom 1,17 og 1,40. Det ble levert mageprøver fra tre fisk. Disse hadde alle spist stingsild (1-4 stingsild i magene). Av andre byttedyr ble det bare registrert en diptera puppe.

I tillegg til aure (stasjonær) og ål som ble påvist, finnes det mye stingsild i innsjøen (Tveiten pers. medd. og observasjoner i strandsonen under befaringen).

Det er ikke beregnet noe tetthetsestimert for auren i Bergsvatn, men det synes klart at med en fangst på én fisk pr. garn-natt er bestanden ganske tynn. Det ble bare fanget én fisk under 200 g, og ingen under 100 g. Dette indikerer at rekrutteringen til innsjøen er begrensende for bestanden. Derimot synes næringstilgangen for auren å være utmerket, og tilveksten er god.

Skjell-materialet er foreløpig ikke opparbeidet, så vi har ingen data om alders-sammensetning i bestanden. Materialet på 6 fisk er i alle fall tynt for en mer fullstendig vurdering av bestanden. En registrering av ungfisk på utløpsbekken bør gjøres for å vurdere rekrutteringen nærmere.

## 5. Vurdering

Retningslinjer for vurdering av tilstand i innsjøer er gitt i SFT-veiledning 97:04 (Andersen m.fl. 1997). Slike vurderinger skal normalt bygge på månedlig prøvetaking gjennom produksjonssesongen mai-oktober, dvs. minst seks datoer. Det er derfor ikke forsvarlig å angi noen tilstandsklasse for nærings-salter basert bare på data fra befaringen. Imidlertid kan det sies at dersom måleverdiene for klorofyll og fosfor i overflaten av Bergsvatn er representative, vil tilstandsklassen være IV eller V ("dårlig" eller "meget dårlig"). For virkning av organisk materiale gir påvisning av oksygenmangel tilstrekkelig grunnlag for å angi tilstandsklasse V.

Trolig er innsjøen fra naturens side mer produktiv enn de fleste, siden den ligger i et område med marine avsetninger. En rimelig antagelse for naturtilstand kan være klasse II for virkning av nærings-salter og klasse III for virkning av organisk belastning. Dagens tilstand er ikke kommet plutselig. Det har vært vanlig med en tilsvarende farge på vannet som vi observerte over flere år, og beltet av takerør har rykket lengre utover grunnområdene.

Mangelen på oksygen i bunnvannet er et hovedproblem for Bergsvatnet, i tillegg til gjengroing med takerør. Innsjøen vil fortsette å gjødsle seg selv gjennom frigjøring av nærings-salter fra sedimentene selv om tilførselene reduseres, slik at høy algeproduksjon og dominans av blågrønnalger vil fortsette. Langvarig isdekke kan innebære fare for fiskedød dersom hele vannvolumet blir oksygenfritt.

Det var umulig å få tatt prøve av avrenning fra jordfyllingen langs veien. Det er mulig at avrenningen herfra inneholder mer nærings-salter enn avrenningen fra nedbørfeltet ellers. Imidlertid er fyllingens utstrekning nokså liten (rundt 1400 m<sup>2</sup>), slik at den totale mengden nærings-salter herfra i alle fall vil være liten i forhold til det store reservoaret i bunn-sedimentene. Det er derfor liten grunn til å tro at fyllingen har hatt stor betydning for utviklingen i Bergsvatn. Ellers var innholdet av fosfor i overflatelagene av Bergsvatn omtrent det samme som i innløpsbekken fra NØ, og dette tyder ikke på betydelige tilførsler fra andre kilder. For å vurdere dette nærmere er det imidlertid nødvendig med grundigere undersøkelser og målinger ved flere tidspunkt. Avrenning fra fyllmassene vil foruten nærings-salter også føre med seg organisk materiale, som bidrar til oksygenforbruket i innsjøen. Dette bidraget antas også å være beskjedent i forhold til innsjøens egen produksjon av alger og makrofytter. Det er ikke undersøkt om fyllingen kan være en kilde for miljøgifter (sprøytemidler), men slike skal ikke være brukt i gartneriet de siste tre årene.

Utviklingen i Bergsvatn synes å være inne i en vond sirkel, med økende eutrofiering som følge av tilførsler og indre gjødsling. Etter som produktiviteten øker, vil bunnvann raskere bli oksygenfritt, og mer nærings-salter vil frigis. Det synes derfor å være en reell fare for at innsjøen både vil få en forverret vannkvalitet med økt dominans av blågrønnalger, at auren vil kunne dø ut, og at takerørbeltene vil fortsette å rykke utover de grunne arealene. Selv om dette kan være en gunstig utvikling for enkelte fuglearter som nytter sivbeltet, har det neppe vært meningen da landskaps-vernområdet ble opprettet. Det er derfor god grunn til å foreta regelmessige målinger av nærings-salter og oksygenforhold i Bergsvatnet. Dette vil gi et bedre grunnlag for å vurdere tilstanden og utvikling over tid.

Nedenfor skisseres fem uavhengige tiltak som kan bidra til å motvirke den negative utviklingen.



**A: Manipulering med fiskebestandene**

Det er trolig stingsilda som holder *Daphnia*-populasjonen småvokst og lite tett. Det finnes flere eksempler på at stingsild-bestander kan eksplodere når tettheten av aure blir svært lav, og at stingsilda da vandrer ut i åpent vann. Dette medfører kollaps av dyreplankton, og en kraftig økning i alge-mengden. En slik utvikling kan være på gang i Bergsvatn, og den kan bare holdes i sjakk ved å bedre rekrutteringen av aure.

Den stasjonære aurebestanden i Bergsvatn er tynn, og begrenses trolig av dårlige rekrutteringsforhold. I dag er utløpsbekken eneste mulighet for gyting, og det må dessuten antas at en del av rekruttene slipper seg ned bekken og dermed blir tapt for bestanden. Aktuelle tiltak kan være å åpne opp innløpsbekken der auren tidligere hadde gyteområder, og legge til rette med gytegrus og små terskler for å oppnå størst mulig oppvekstareal. Utsetting av fisk fra klekkeri kan også tenkes å være aktuelt. Økt tetthet av aure vil redusere negative effekter av stingsild. Videre kan det tenkes at ved å fjerne hindringer i utløpsbekken kan man oppnå oppvandring av sjøaure.

**B: Manipulering med hydrologisk belastning**

Et hovedproblem for Bergsvatnet er at innsjøen har liten tilrenning. I tidligere tider har det vært overført vann fra et annet vassdrag for å drive sagene langs utløpsbekken. Selv om dette i utgangspunktet ikke er ønskelig, vil det kunne ha gunstig effekt på vannkvaliteten i innsjøen og bidra til å motvirke dagens uheldige utvikling. Det er ikke gjort noen vurdering av vannmengder som kan være tilgjengelige for et slikt tiltak, her bare pekes på muligheten og på at dette faktisk er gjort før i tiden.

**C: Høsting av takrør**

I svenske innsjøer under gjengroing på samme måte som Bergsvatn er det gjennomført omfattende høsting av takrør, og deretter fjerning av røttene fra bunnen. Det er liten tvil om at produksjonen av takrør i Bergsvatnet representerer en betydelig mengde organisk materiale som brytes ned i innsjøen og derved bidrar til oksygenforbruket. Å fjerne en del av denne produksjonen kan bidra til å motvirke dagens utvikling, og dessuten hindre at de relativt store grunne arealene gror helt igjen. Imidlertid bør en del av takrørbeltene stå, siden de fungerer som et filter ved at de tar opp mye næringssalter fra tilrenning (særlig fra innmark og området der det fylles på jord langs veien). Takrør er tidligere skåret fra båt i Bergsvatnet, så dette vil være et tiltak som tar opp igjen en tradisjonell høsting.

**D: Lufting av bunnvann**

Ved å pumpe luft ned i den dypeste delen av innsjøen vil det være mulig å hindre at vannmassene blir oksygenfrie, og dermed at næringssalter (primært fosfor) bundet i sedimentet går i oppløsning. Siden det er et mindre område av innsjøen som har større dyp, synes forholdene å ligge vel til rette for et slikt tiltak. Man må imidlertid regne med å drive dette over lengre tid for at det skal ha effekt på lang sikt. Lufting er gjort i flere mindre innsjøer i Norge, f. eks. i Lønnestjernet i Bergen og Kolbotnvannet i Oppegård.

**E: Mudring**

Den store mengden næringssalter som ligger i sedimentene vil fortsette å gjødsle innsjøen selv om tilførselene fra nedbørfeltet reduseres. Fysisk fjerning av bunnsediment vil kunne redusere denne kilden. Mudring har vært brukt som en vellykket restaureringsmetode for innsjøer i Sverige, men er et forholdsvis kostnadskrevenende tiltak.

## 6. Henvisninger

- Andersen, J.R., J.L. Bratli, E. Fjeld, B. Faafeng, M. Grande, L. Hem, H. Holtan, T. Krogh, V. Lund, D. Rosland, B.O. Rosseland & K.J. Aanes. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97:04. TA 1468/1997. 31 s.
- Bjerknes, V. 1998. Overvåking av Lønneestjern ved Bergen Lufthavn, Flesland 1997-98. NIVA-rapport Lnr. 3977. 23 s.
- Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet. Planteplankton. NIVA-rapport Lnr. 2344. 111 s.
- Faafeng, B. Brettum, P. Fjeld, E. Oredalen, T.J. 1997. Evaluering av Kolbotnvannet. Overvåking av vannkvalitet og tilførsler til Gjersjøen via tilløpsbekker i 1996, samt undersøkelse av miljøgifter i sedimenter. NIVA-rapport Lnr. 3707. 67 s.
- Hobæk, A., M. Manca & T. Andersen. 2002. Factors influencing species richness in lacustrine zooplankton. *Acta Oecologica* 23: 155-163.