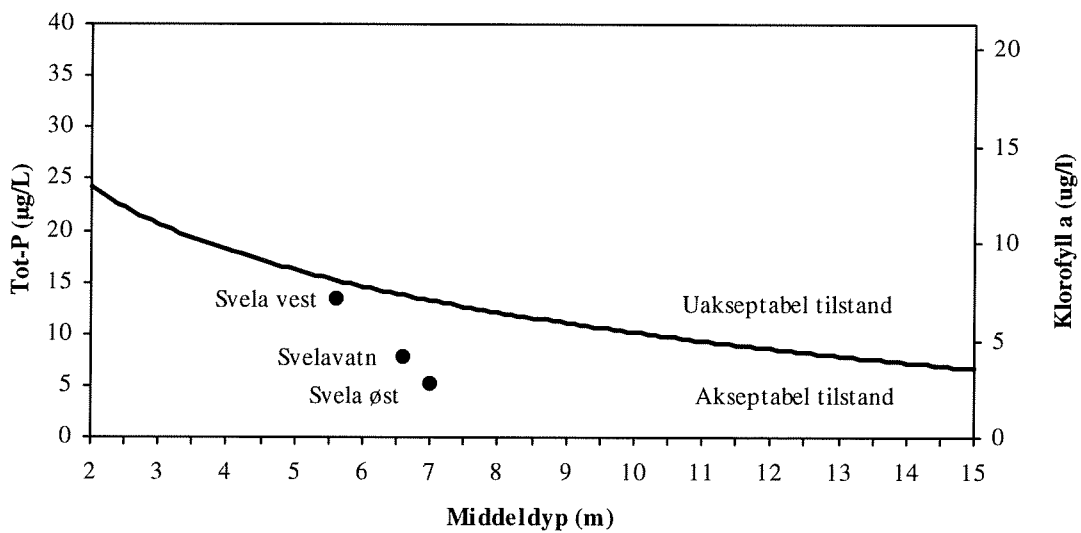


# Sjiktningforhold og vannkvalitet i Svelavatn, Bjerkreim kommune



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internet: 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 Sjikttingsforhold og vannkvalitet i Svelavatn, Bjerkreim kommune  <i>(Temperature stratification and water quality in Lake Svelavatn, Bjerkreim municipality)</i>	Løpenr. (for bestilling) 4453	Dato Desember 2001	
	Prosjektnr. Undernr. O-21114	Sider 18	Pris 200,-
Forfatter(e)  Kaste, Øyvind	Fagområde Overvåking	Distribusjon Fri	
	Geografisk område Rogaland	Trykket NIVA	

Oppdragsgiver(e) Bjerkreim kommune	Oppdragsreferanse Tore Tagholdt
---------------------------------------	------------------------------------

**Sammendrag**

Vannkjemisk og hygienisk tilstand i Svelavatn, Bjerkreim kommune er undersøkt i løpet av sommerhalvåret 2001. Resultatene viser at innsjøen tidvis er markert påvirket av næringssalter (fosfor og nitrogen) og termostabile koliforme bakterier. Det var store horisontale og vertikale forskjeller i vannkvalitet, noe som gjenspeiler ulik forurensningsbelastning og resipientkapasitet i den østre og vestre delen av innsjøen. Svelavatn lå likevel innenfor grensene for akseptabel fosforbelastning, dersom en legger til grunn eksisterende modellverktøy for fosforbelastning i grunne og middels grunne innsjøer. Den gjenværende resipientkapasiteten i det vestre bassenget ser imidlertid ut til å være relativt liten. Selv om middelverdiene for total fosfor lå innenfor grensen for akseptabel belastning i Svelavatn, ble det tidvis også dokumentert vannkvaliteter som vil være til klar ulempe for andre brukerinteresser knyttet til innsjøen og nærliggende elvestrekninger. Fastsetting av akseptabel vannkvalitet i innsjøen vil derfor være avhengig av hvilke miljømål som knyttes til tilstand og bruk av vassdraget.

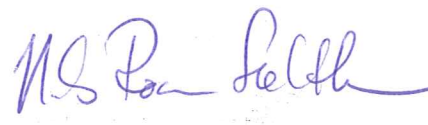
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Vassdrag</li> <li>Vannkvalitet</li> <li>Kommunalt avløpsvann</li> <li>Resipientundersøkelse</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Watercourse</li> <li>Water quality</li> <li>Municipal wastewater</li> <li>Recipient surveillance</li> </ol>
--	---



Øyvind Kaste  
Prosjektleder



Brit Lisa Skjellkvåle  
Forskningsleder



Nils Roar Sælthun  
Forskningsjef

# **Sjikttingsforhold og vannkvalitet i Svelavatn, Bjerkreim kommune**

## Forord

Etter forespørsel fra Bjerkreim kommune via Sørlandskonsult AS utarbeidet NIVA den 22. september 2000 et prosjektforslag på vannkvalitetsundersøkelser i Svelavatn, Bjerkreimsvassdraget. Forslaget ble akseptert 27.3.01, og undersøkelsene kom i gang tidlig i mai.

Prøvene er samlet inn lokalt av Kåre Espedal og Johan Bjerkreim (begge Bjerkreim kommune). De vannkjemiske analysene er foretatt ved NIVAs laboratorium i Oslo, mens de bakteriologiske analysene er foretatt av Miljølaboratoriet i Dalane. Rolf Høgberget, NIVA har hatt ansvar for utsetting og tapping av temperatur-loggere, mens Liv Bente Skancke, NIVA har administrert prøvetakingen og kvalitetssikret de kjemiske dataene.

Kontaktperson hos Bjerkreim kommune har vært Tore Tagholdt.

Grimstad, desember 2001

*Øyvind Kaste*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
1.1 Bakgrunn og formål	6
1.2 Materiale og metoder	6
1.3 Områdebeskrivelse	6
<b>2. Resultater</b>	<b>8</b>
2.1 Vannføring og vanntemperatur	8
2.2 Organisk stoff og oksygen	9
2.3 Fosfor og nitrogen	10
2.4 Tarmbakterier	11
<b>3. Vurdering</b>	<b>12</b>
3.1 Klassifisering av vannkvalitetstilstand	12
3.2 Sammenligning med tidligere undersøkelser	12
3.3 Vurdering av gjenværende resipientkapasitet	13
<b>4. Referanser</b>	<b>15</b>
<b>Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem</b>	<b>16</b>
<b>Vedlegg B. Primærdata</b>	<b>17</b>

---

## Sammendrag

For å få en oppdatert oversikt over miljøtilstanden i Svelavatn, Bjerkreim kommune ble det i 2001 gjennomført en undersøkelse i to bassenger i innsjøen (øst, vest), samt i utløpet. Undersøkelsen ble gjennomført i sommerhalvåret (mai-september), på en tid da resipientkapasiteten vanligvis er på det laveste pga. liten vannføring og temperatursjiktning i innsjøen.

Resultatene viser at innsjøen tidvis er markert påvirket av næringssalter (fosfor og nitrogen) og termostabile koliforme bakterier. Det var store horisontale og vertikale forskjeller i vannkvalitet, noe som gjenspeiler ulik forurensningsbelastning og resipientkapasitet i den østre og vestre delen av innsjøen. Det vestre bassenget (nærmest Vikeså tettsted) var mest påvirket av forurensninger, men også utløpet av innsjøen hadde tidvis høye konsentrasjoner av total fosfor og tarmbakterier. Basert på eksisterende modellverktøy for fosforbelastning i grunne og middels grunne innsjøer lå både det østlige og vestlige bassenget, samt innsjøen som helhet innenfor grensene for akseptabel fosforkonsentrasjon. Den gjenværende resipientkapasiteten i det vestre bassenget ser imidlertid ut til å være relativt liten.

Selv om middelverdiene for total fosfor lå innenfor grensen for akseptabel belastning i Svelavatn, ble det tidvis også dokumentert konsentrasjoner av næringssalter og bakterier som vil være til klar ulempe for andre brukerinteresser knyttet til innsjøen og elvestrekningen rett nedstrøms Svelavatn (for eksempel bading, drikkevann, jordbruksvanning). Slike forurensningsepisoder vil trolig være relativt kortvarige og fortrinnsvis knyttet til perioder med spesielt lav vannføring. I forhold til brukerinteressene vil de episodisk høye bakteriekonsentrasjonene være mest problematiske. Tidvis høye fosforkonsentrasjoner vil trolig ha mindre betydning, også for de biologiske forholdene i vassdraget. Fastsetting av nivåer for maksimale akseptable konsentrasjoner og varighet av forurensningsepisoder vil derfor være avhengig av hvilke miljømål som knyttes til tilstand og bruk av vassdraget.

## Summary

Title: Temperature stratification and water quality in Lake Svelavatn, Bjerkreim municipality

Year: 2001

Author: Kaste, Øyvind

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4099-3

Chemical and bacteriological status in Lake Svelavatn, Bjerkreim municipality was investigated during May-September 2001. During this period, the lake was markedly affected by nutrients (phosphorus, nitrogen) and thermo-tolerant coliform bacteria. There were relatively large horizontal and vertical differences in water quality, which reflect different nutrient loading and recipient capacity in the eastern vs. the western parts of the lake. According to mean phosphorus concentrations in surface water layers, the phosphorus loading to the lake seemed to be within acceptable limits. However, the remaining recipient capacity in the western lake basin appears to be quite small. Even though the mean concentrations of total phosphorus were within acceptable limits, there occasionally were episodes when poor water quality may have reduced the options for downstream water utilisation. Hence, the determination of acceptable lake water quality will depend on user interests and current environmental targets.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn og formål

Svelavatn i Bjerkreimsvassdraget er resipient for kommunalt avløp og meieriutslipp fra Vikeså tettsted, samt indirekte påvirket av spredt bebyggelse og landbruksvirksomhet langs innløpselvene (Brettum, 1976; Molversmyr *et al.*, 1990). Det kommunale avløpet slippes ut via slamavskiller til de ytre delene av Svelavatn. Ny utslippstillatelse er under vurdering hos Fylkesmannen i Rogaland.

En gjennomgang av data innsamlet i forbindelse med forskningsprosjektet "Nitrogen fra fjell til fjord" viste at utslippene på årsbasis har relativt liten påvirkning på den generelle vannkvaliteten langs elvestrekningen nedstrøms Svelavatn (Kaste, 2000). Det ble imidlertid ikke samlet inn data fra selve Svelavatn i forbindelse med dette prosjektet. Tidligere data (Brettum, 1976; Espeland, 1988; Molversmyr *et al.*, 1990) viser at vannkvaliteten i Svelavatn tidvis kan vært sterkt påvirket av næringssalter og bakterier. Dette dreier seg først og fremst om perioder om sommeren med lav vannføring og temperatursjiktning i innsjøen. Svelavatn er et typisk gjennomstrømningsbasseng, med kort oppholdstid og ustabil temperatursjiktning om sommeren (Molversmyr *et al.*, 1990).

For å få en oppdatert oversikt over miljøtilstanden i Svelavatn ble det i 2001 gjennomført en undersøkelse basert på følgende mål:

- å dokumentere vannkvalitet i Svelavatn i de mest kritiske periodene i løpet av sommeren (lav vannføring og temperatursjiktning)
- å dokumentere vannkvalitetstilstand med dagens rensing (fase 1) og gjennom dette danne grunnlag for å vurdere effekter av en eventuell ny slamavskiller for Vikeså tettsted (fase 2).

## 1.2 Materiale og metoder

Det ble etablert tre prøvetakingsstasjoner i Svelavatn; én i den østre bassenget, en i det vestre bassenget og en i utløpet (**Figur 1**). Innsjøstasjonene er identiske med de som ble prøvetatt av Molversmyr *et al.* (1990). Det ble tatt prøver fra tre forskjellige dyp på begge stasjoner; 1, 10 og 12 m. Prøvene ble tatt av kommunalt ansatte, etter opplæring fra NIVA-personell under den første prøvetakingsrunden. Prøvetakingsfrekvensen var månedlig fra ca. 15 mai til ca. 15. september, samt ekstra prøvetakingsrunder i perioder med spesielt lav vannføring (avlest som vannstand ved NVE-stasjon Gjedlakleiv). I alt ble det gjennomført 7 prøvetakingsrunder i 2001.

Vannkjemiske prøver ble sendt til NIVA-Oslo for analyse av total fosfor (TP), total nitrogen (TN), totalt organisk karbon (TOC) og oksygen. Bakteriologiske prøver ble sendt til Miljølaboratoriet i Dalane for telling av termotabile koliforme bakterier (TKB). Oversikt over parametre som er analysert på ulike stasjoner og dyp er gitt i **Vedlegg B1**.

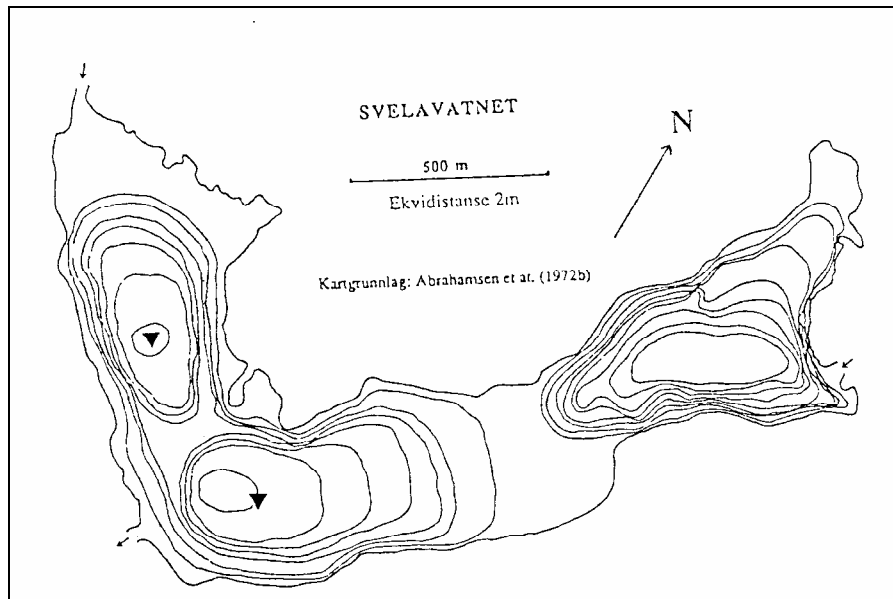
Under den første prøvetakingsrunden ble det satt ut tre temperatur-loggere (én i overflaten og to i dypvannet) på den østre stasjonen i Svelavatn for å dokumentere temperaturforholdene gjennom hele undersøkelsesperioden. Det ble også foretatt manuell temperaturavlesning på 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10 og 12 meters dyp i de to bassengene i forbindelse med vannprøvetakingen (**Vedlegg B2**).

## 1.3 Områdebeskrivelse

Svelavatn er et gjennomstrømningsbasseng som ligger omtrent midt i Bjerkreimsvassdraget. Innsjøen består av tre dybdegroper (14-17 meter); to i den østre delen og én i den vestre delen nærmest Vikeså

sentrum. Den østre og vestre delen av innsjøen mottar vann fra ulike delen av vassdraget. Tilløpsvannet fra den østre elvegrenen er generelt surere og mindre belastet med næringssalter enn den vestre grenen når de løper inn i Svelavatn (Molversmyr *et al.*, 1990; Kaste, 2000). Utlippspunktet for den kommunale avløpsledningen (samt fra det rensede meieriavløpet) ligger på 10 meters dyp i dybdegropa som ligger nærmest utløpet (like ved prøvetakingsstasjon Svela øst). Basert på dybdekartet i **Figur 1** er det beregnet et middeldyp på 6.6 m for innsjøen som helhet og en teoretisk oppholdstid for vannet på 2 dager. Dersom en betrakter det østre og vestre bassenget hver for seg, har de et middeldyp på hhv. 7.0 og 5.6 m og teoretiske oppholdstider på hhv. 2 og 3 dager.

For nærmere beskrivelse av vassdraget og vannkvaliteten vises det til Brettum (1976), Molversmyr *et al.* (1990), Henriksen *et al.* (1993), Kaste *et al.* (1996) og Kaste (2000). En kort, oppdatert oversikt over hydrologi og utlippsforhold er gitt i Kaste (2000).



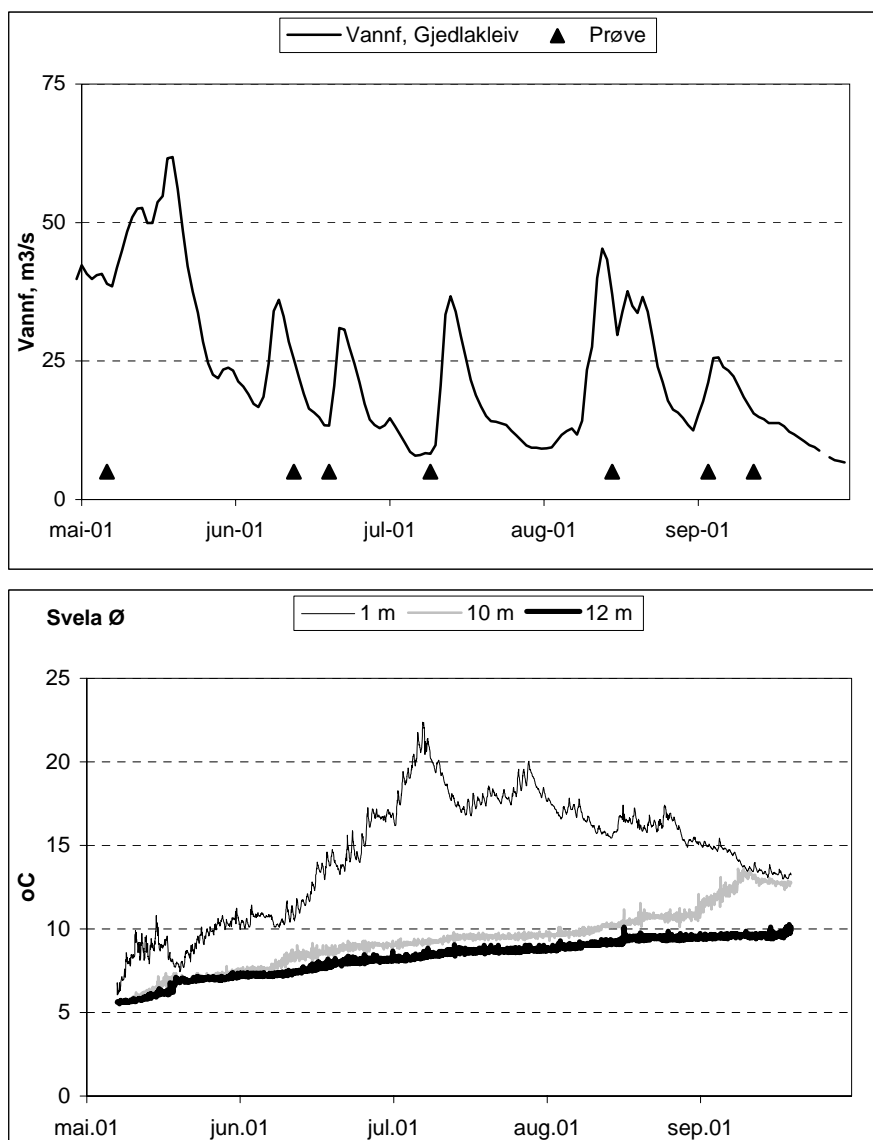
**Figur 1.** Dybdekart for Svelavatn (fra Molversmyr *et al.*, 1990). Prøvetakingsstasjoner er avmerket med fylte trekkanter. Den østre stasjonen/bassenget ligger nærmest utløpet, mens den vestre stasjonen/bassenget ligger oppe til høyre på kartet. Vikeså tettsted omkranser den øvre delen av det vestre bassenget, mens utløpet av den kommunale avløpsledningen ligger på 10 meters dyp, nær den østre prøvetakingsstasjonen.



## 2. Resultater

### 2.1 Vannføring og vanntemperatur

Vannføringen i undersøkelsesperioden, samt avmerking av de enkelte prøvetakingstidpunktene er gitt i **Figur 2**. Dette viser at en lyktes godt med å prøveta innsjøen ved ulike vannføringer (8-40 m<sup>3</sup>/s), som kan betraktes som representative for sommerhalvåret i Bjerkreimselva. Laveste registrerte døgnvannføring i perioden 1992-1999 var 4.2 m<sup>3</sup>/s, og det ble i gjennomsnitt registrert 30, 50 og 81 dager i perioden 1. mai-1. oktober med vannføringer lavere enn hhv. 10, 15 og 25 m<sup>3</sup>/s. I samme periode i 2001 ble det målt en minste vannføring på 6.7 m<sup>3</sup>/s, mens antall dager med vannføringer lavere enn 10, 15 og 25 m<sup>3</sup>/s var hhv. 19, 56 og 98. Sommerhalvåret i 2001 kan derfor betraktes som normalt med hensyn til vannføringsforhold.

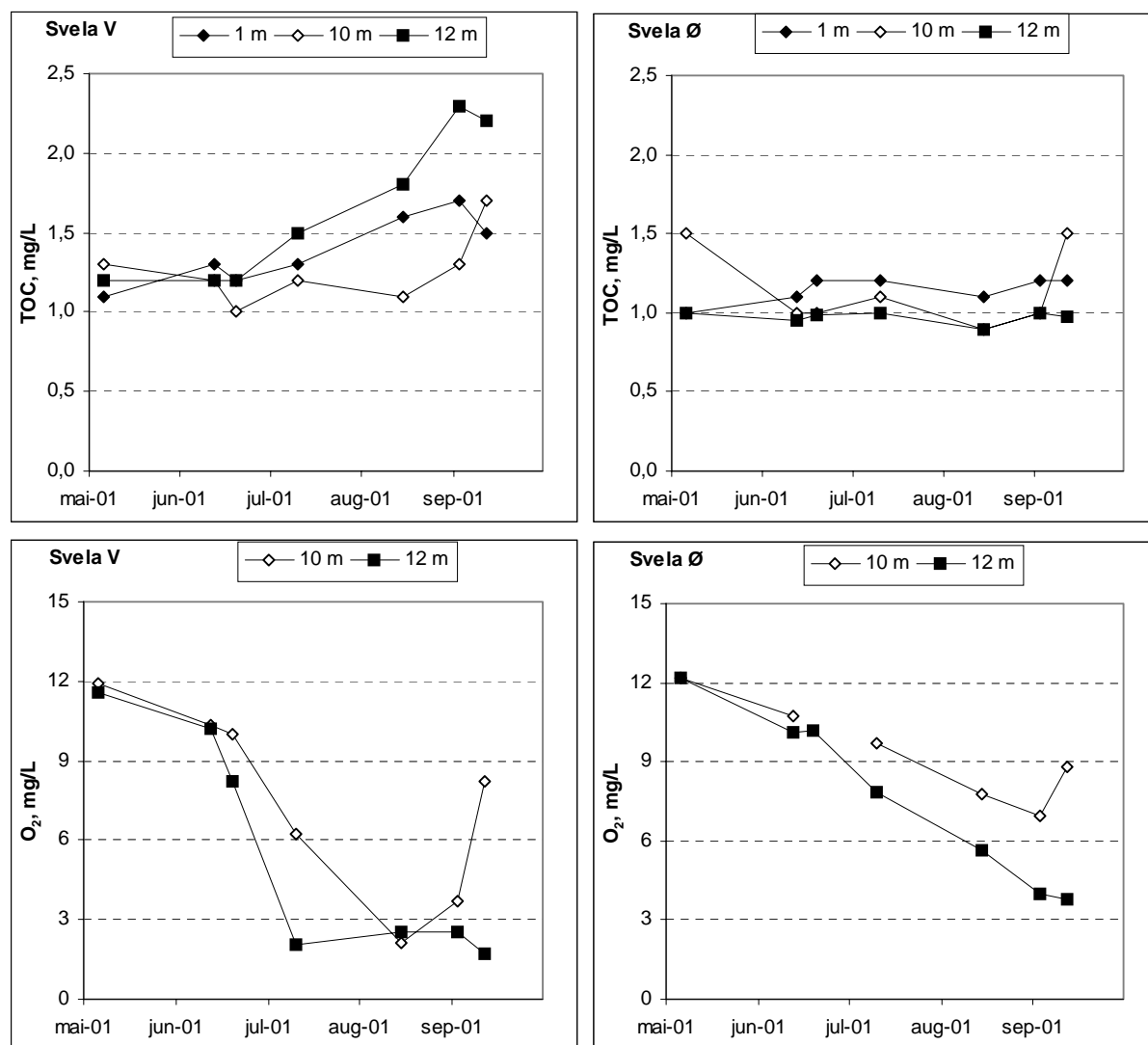


**Figur 2.** Øverst: Vannføring ved NVE stasjonen Gjeddakleiv i nedre del av Bjerkreimselva (NVE 2001). Nederst: Vanntemperatur logget kontinuerlig på tre dyp ved den østre prøvetakingsstasjonen i Svelavatn.

Data fra temperatur-loggerne som har vært utplassert i det østre bassenget viser at det ennå ikke var etablert noen temperatursjiktning i innsjøen under den første prøvetakingsrunden i mai (**Figur 2**). Siden foregikk det en oppvarming av overflatevannet (til et maksimum på noe over 22 °C) mens temperaturøkningen på 10 og 12 meters dyp var mye mer beskjeden. Dette betyr at vanntransporten gjennom innsjøen på denne tiden hovedsakelig gikk gjennom de øvre vannlag, og at dypvannet i praksis var isolert fra overflatevannet fra midten av mai og helt fram til september pga. tetthetsforskjeller. Under den siste prøvetakingsrunden (12. sept) var det sirkulasjon ned til og med 10 meters dyp, mens 12 meters nivået var noe kaldere og dermed fortsatt isolert fra de overliggende vannmassene.

## 2.2 Organisk stoff og oksygen

Konsentrasjonene av organisk stoff (her målt som TOC) og oksygen i vann er nært koplet ved at det organiske stoffet forbruker oksygen under nedbrytning. TOC-konsentrasjonene ved begge stasjoner kan betraktes som moderate (**Figur 3; Vedlegg A**). I motsetning til det østre bassenget, hvor TOC-konsentrasjonene var relativt stabile gjennom undersøkelsen, ble det registrert en gradvis økning i den vestre delen. Økningen skjedde på alle dyp, men med en noe sterkere oppkonsentrering på 12 meter.

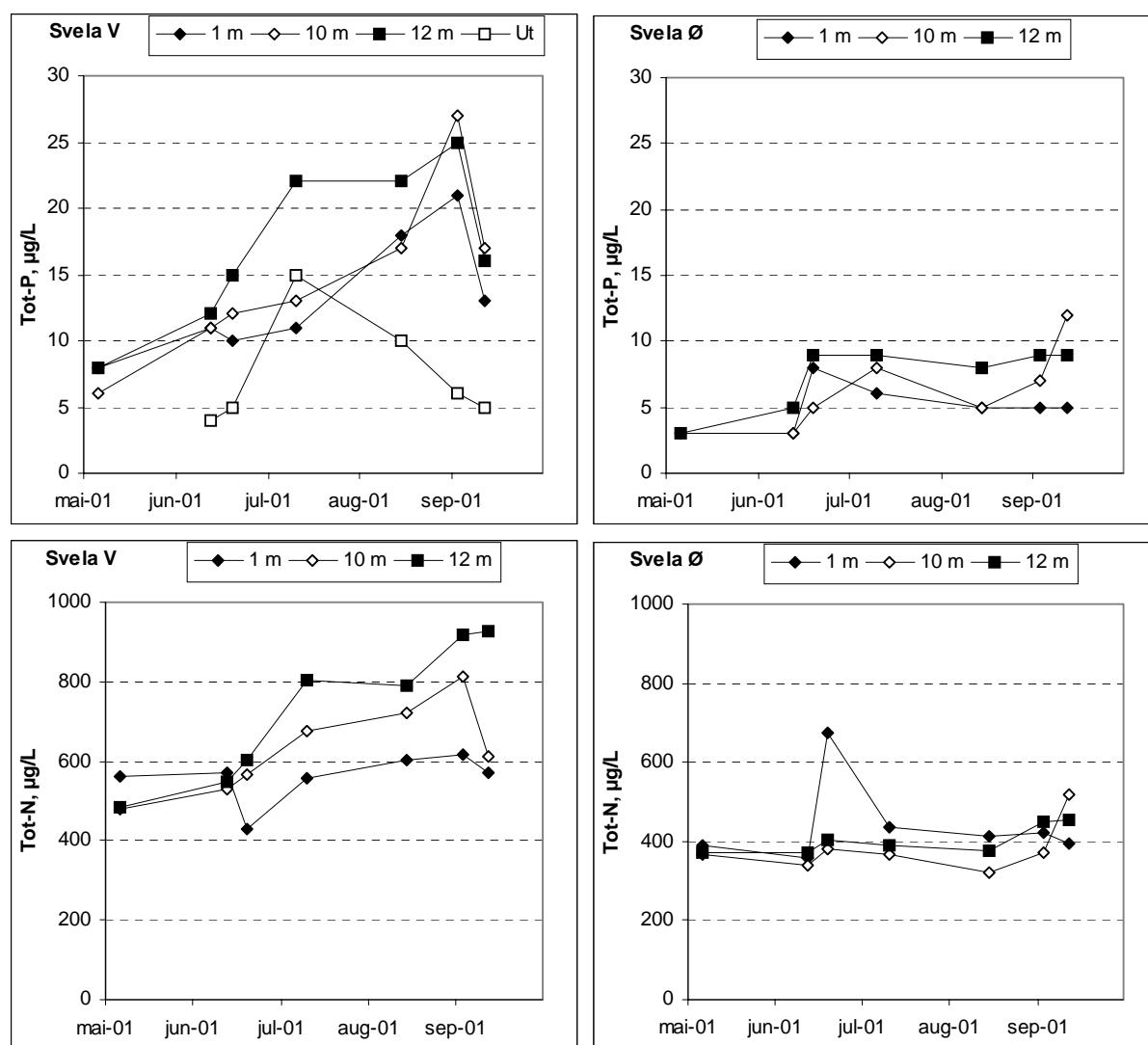


**Figur 3.** Øverst: Totalt organisk karbon (TOC) på ulike dyp i det vestre og østre bassenget av Svelavatn. Nederst: Oksygen i bunnvannet.

Oksygen-konsentrasjonene i de dypere vannlag avtok gradvis i begge bassengene utover sommeren (**Figur 3**). Avtaket var klart sterkere i det vestre bassenget, hvor konsentrasjonene sank til under 3 mg/L både på 10 og 12 meters dyp. En unngikk imidlertid oksygenfrie forhold, noe som viktig for organismelivet i de bunnære områdene av innsjøen samt for fosfor-omsetningen. Dersom oksygenivået synker til null, vil det etterhvert dannes giftig hydrogensulfid-gass (under reduksjon av svovel) og fosfor som er bundet i sedimentet kan gå i løsnings (under reduksjon av jern) og føre til intern gjødslings av innsjøen. På den siste prøvetakingsrunden i september var oksygen-konsentrasjonene på 10 meters dyp i ferd med å øke som følge av brutt temperatursjiktning og innblanding av oksygenrikt vann fra de øvre vannlagene.

## 2.3 Fosfor og nitrogen

Konsentrasjonene av total fosfor og total nitrogen var klart høyest i det vestre bassenget (**Figur 4**). Det ble observert en gradvis økning av konsentrasjonene utover sommeren, sannsynligvis som følge av lav vannføring (mindre fortykning av kontinuerlige utslipp) og høy aktivitet på jordbruksarealene



**Figur 4.** Øverst: Totalt fosfor (tot-P) på ulike dyp i det vestre og østre bassenget av Svelavatn, samt i utløpet. Nederst: Totalt nitrogen (tot-N).

oppstrøms. Økningen var klart sterkest i det vestre bassenget, hvor konsentrasjonene av total fosfor oversteg 20 µg/L i overflatevannet og 25 µg/L i bunnvannet mot slutten av sommeren (3. sept). De høye konsentrasjonene i overflatevannet i løpet av sommeren indikerer at det var en relativt konstant tilførsel av næringssalter til det vestre bassenget – enten fra aktiviteter oppstrøms, eller i lokalfeltet rundt innsjøen.

Konsentrasjonene av total fosfor i utløpet av Svelavatn nådde nivåer på 10-15 µg/L under moderat og lav vannføring midt på sommeren. Dette var klart forhøyet i forhold til nivået i den østre grenen, som vanligvis dominerer vannføringen (og vannkjemien) i utløpet av innsjøen. Ved et vedvarende konsentrasjonsnivå av total fosfor på 10-15 µg/L vil det kunne oppstå uønskede overgjødslingeffecter i elva nedstrøms (for eksempel økt begroing).

## 2.4 Tarmbakterier

Konsentrasjonene av termostabile koliforme bakterier (TKB) fulgte i store trekk den samme tidsutviklingen som næringssaltene (**Tabell 1**). Konsentrasjonene var klart høyere i det vestre bassenget, og de høyeste verdiene ble observert under lav vannføring fra juli og utover. Dette faller sammen med tidsrommet da vanntemperaturen er høyest og innsjøen/elva er mest attraktiv i forhold til bading. Påvisning av over >1000 TKB pr. 100 ml både i det vestre bassenget og i utløpet av innsjøen i løpet av badesesongen fører til at vannet her må betraktes som uegnet for bading (Statens helsetilsyn, 1994). (I følge badevannsforskriften skal det egentlig tas minst 10 prøver fordelt på en eller to badesesonger og dersom  $\geq 10\%$  av disse prøvene har >1000 TKB/100 ml må vannet karakteriseres som uegnet for bading). I den østre delen kan badevannskvaliteten karakteriseres som god (<100 TKB/100 ml), men med forbehold fordi det er tatt for få prøver til oppfylle kravene i forskriften fullt ut.

**Tabell 1.** Termostabile koliforme bakterier (TKB) i overflatevannet fra den vestre og østre delen av Svelavatn, samt i utløpet. Enhet: ant. bakterier pr. 100 ml vann.

Dato	Svela V	Svela Ø	Svela ut
07.05.01	35	0	3
13.06.01	44	1	13
20.06.01	0	0	40
11.07.01	1200	70	3700
15.08.01	110	29	70
03.09.01	680	35	110
12.09.01	390	20	450

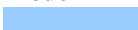




## 3. Vurdering

### 3.1 Klassifisering av vannkvalitetstilstand

Basert på SFTs vurderingssystem for vannkvalitet i ferskvann (Andersen *et al.*, 1997) er det klart at konsentrasjonene av total fosfor, total nitrogen og tarmbakterier i Svelavatn til tider ligger høyere det som karakteriserer god vannkvalitet (**Tabell 2**). Her må det imidlertid tillegges at undersøkelsen er gjennomført på en tid av året når en forventer at resipientkapasiteten i innsjøen er på det laveste.

Det vestre bassenget var mest påvirket av forurensninger. Basert på middelkonsentrasjoner av total fosfor var tilstanden ”mindre god” på alle dyp. Tilstanden med hensyn til total nitrogen var generelt dårligere enn for total fosfor (”god” til ”mindre god” i Svela øst og ”mindre god” til ”dårlig” i Svela vest). Konsentrasjonene av tarmbakterier viste stor variasjon, særlig i det vestre bassenget samt i utløpet. Basert på medianverdiene for disse stasjonene må tilstanden karakteriseres som ”mindre god”.

**Tabell 2.** Klassifisering av vannkvalitetstilstand i ulike dyp i vestre og østre del-, samt i utløpet av Svelavatn. Variable: middelverdier av total fosfor (tot-P) og total nitrogen (tot-N), medianverdier for termotabile koliforme bakterier (TKB). Grenseverdier for de ulike tilstandsklassene er hentet fra SFT-veileder 97:04 (Vedlegg A; Andersen *et al.*, 1997).

LOK	VAR	1 m	10 m	12 m
Svela V	Tot-P	13	15	17
Svela Ø	Tot-P	5	6	7
Svela ut	Tot-P	8		
Svela V	Tot-N	558	628	726
Svela Ø	Tot-N	441	380	402
Svela ut	Tot-N			
Svela V	TKB	110		
Svela Ø	TKB	20		
Svela ut	TKB	70		
	<b>Kode</b>	<b>Klasse</b>	<b>Vurdering</b>	
		I	Meget god	
		II	God	
		III	Mindre god	
		IV	Dårlig	
		V	Meget dårlig	

### 3.2 Sammenligning med tidligere undersøkelser

Vannkvaliteten i Svelavatn er tidligere inkludert i tre miljøundersøkelser, noen med et relativt begrenset prøveantall.

I løpet av tre prøverunder i 1974-75 fant Brettum (1976) konsentrasjonsnivåer av total fosfor i intervallet 3-5 µg/L i Svelavatn øst (overflate) og 10-18 µg/L i Svelavatn vest (overflate). På 6 meters dyp i Svelavatn vest ble det funnet konsentrasjoner i intervallet 14-52 µg/L. Konsentrasjonsnivået av total nitrogen i de samme prøvene lå i intervallet 230-780 µg/L.

I 1987-88 fant Espeland (1988) konsentrasjoner av total fosfor på 8 og 121  $\mu\text{g/L}$  i to prøver fra Svelavatn vest (hhv. 6 og 0 meters dyp). I løpet av tre prøvetakingsrunder ble det funnet konsentrasjoner av TKB i intervallet 0 til  $>200$  (0 og 6 meters dyp). I utløpet av Svelavatn (fire prøvetakingsrunder, 3 dyp) fant Espeland (1988) konsentrasjoner av total fosfor i intervallet 8-127  $\mu\text{g/L}$  (7 prøver; median kons. 10  $\mu\text{g/L}$ ) og TKB-konsentrasjoner i intervallet 0-94 pr. 100 ml (12 prøver; median kons. 0 pr. 100 ml).

I løpet av 1988-89 gjennomførte Molversmyr *et al.* (1990) 8 prøvetakingsrunder i det østre og vestre bassenget av Svelavatn (0-4 og 13 meters dyp). Konsentrasjonene av total fosfor varierte i området 1-4  $\mu\text{g/L}$  i overflaten og 2-292  $\mu\text{g/L}$  i bunnvannet av Svelavatn øst. I det vestre bassenget lå konsentrasjonene i intervallet 2-6  $\mu\text{g/L}$  i overflatevannet og 2-10  $\mu\text{g/L}$  i bunnvannet. De høye fosforkonsentrasjonene som tidvis ble funnet i bunnvannet på den østlige stasjonen ble tilskrevet innsig fra den kommunale avløpsledningen, som har utløp like i nærheten (på 10 meters dyp).

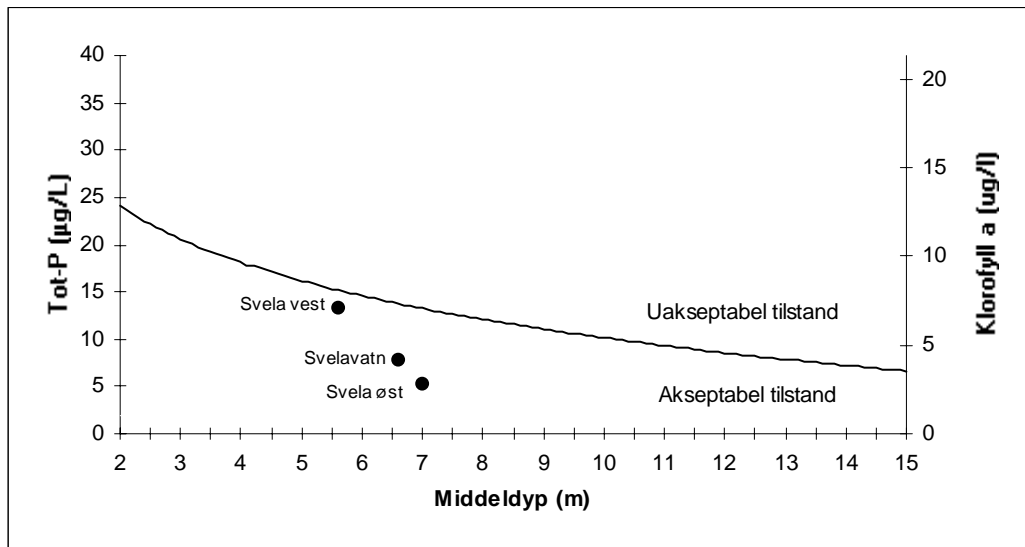
Undersøkelsen som ble gjennomført i 2001 viser i stor grad den samme tendensen som de tidligere undersøkelsene, dog med noe lavere maksimumskonsentrasjoner av total fosfor enn det som er påvist tidligere. Til gjengjeld lå det generelle konsentrasjonsnivået av total fosfor noe høyere enn i de nevnte undersøkelsene. Når det gjelder termotabile koliforme bakterier, ble det målt betydelig høyere maksimumskonsentrasjoner i 2001, sammenlignet med målingene foretatt av Espeland (1988). Med det begrensede prøveantallet og den ekstremt store variasjonen som ble dokumentert i forekomsten av TKB, er det imidlertid umulig å vurdere om den hygieniske tilstanden har endret seg i tidsrommet mellom de to undersøkelsene.

### 3.3 Vurdering av gjenværende resipientkapasitet

Resipientkapasiteten i Svelavatn er tidligere vurdert som svært god (Molversmyr *et al.*, 1990. På grunnlag av de generelle grensene for "akseptabel" fosforbelastning (10  $\mu\text{g P/L}$  som gjennomsnittlig innsjøkonsentrasjon) som er gitt i "klassiske" fosforbelastningsmodeller konkluderte forfatterne med at Svelavatn på årsbasis kan motta de forurensningstilførslene den ble utsatt for pr. 1990, uten å stå i fare for å utvikle seg i ugunstig næringsrik retning.

Som et supplement til disse resipientbetraktningene kan det nevnes at grunne innsjøer ofte tåler noe høyere fosforbelastning enn dype sjøer, som de fleste fosforbelastningsmodeller er laget for. Basert på FOSRES modellen, som er utledet fra de "klassiske" belastningsmodellene men tilpasset norske grunne og middels grunne innsjøer, kan akseptabel fosforkonsentrasjon anslås ut fra innsjøenes middeldyp (Berge, 1987). Ut fra dette kan Svelavatn som helhet, samt det østlige og vestlige bassenget tåle hhv. 13, 13 og 15  $\mu\text{g/L}$  før økologiske problemer oppstår (**Figur 5**). Til sammenligning var middelkonsentrasjonen i overflatevannet i de tre bassengene sommeren 2001 hhv. 8, 5 og 13  $\mu\text{g/L}$ .

Dagens resipientkapasitet i Svelavatn brukes blant annet til utslipp/avrenning fra landbruk, industri (meieri), spredt bebyggelse, tettbebyggelse (utslipp fra slamavskiller, samt lekkasjer/overløp fra ledningsnett). Resultatene fra 2001 viser at gjenværende resipientkapasitet er lavest i det vestlige bassenget. Belastningen på denne delen av innsjøen er i dag såpass høy at forurensningsbegrensende tiltak bør vurderes. I den østlige delen, samt i utløpsområdet er tilstanden bedre, på tross av at det er i denne delen av innsjøen utslippet fra den kommunale avløpsledningen ligger på 10 meters dyp. Det ble observert en viss anriking av næringssalter i dypvannet om sommeren som kan skyldes innsig fra det kommunale utslippet, men konsentrasjonene av både fosfor og nitrogen var lavere enn i tilsvarende sjikt i det vestre bassenget. Resultatene indikerer derfor at vårt prøvepunkt ligger oppstrøms dette utslippet, og at det var liten transport av forurensninger inn i dypområdene i den østre delen av innsjøen. Utslippet fra den kommunale avløpsledningen så derfor i hovedsak ut til å bli innlagret nærmere utløpet, eller transportert direkte ut av innsjøen.



**Figur 5.** Nåværende (2001) og akseptabel fosforkonsentrasjon i ulike deler av Svelavatn beregnet på basis av FOSRES modellen for grunne og middels grunne innsjøer (Berge, 1987).

Selv om middelverdiene for total fosfor lå innenfor grensen for akseptabel belastning i Svelavatn, ble det tidvis også dokumentert konsentrasjoner av næringssalter og bakterier som vil være til klar ulempe for andre brukerinteresser (for eksempel bading, drikkevann, jordbruksvanning) som er knyttet til innsjøen og elvestrekningen rett nedstrøms Svelavatn. Slike forurensningsepisoder vil trolig være relativt kortvarige og fortrinnsvis knyttet til perioder med spesielt lav vannføring. I forhold til brukerinteressene vil de episodisk høye bakteriekonsentrasjonene være mest problematiske. Tidvis høye fosforkonsentrasjoner vil trolig ha mindre betydning, også for de biologiske forholdene i vassdraget. Fastsetting av nivåer for maksimale akseptable konsentrasjoner og varighet av forurensningsepisoder vil derfor være avhengig av hvilke miljømål som knyttes til tilstand og bruk av vassdraget.

## 4. Referanser

- Andersen, J.R, Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97:04, TA-1468/1997, 31 s.
- Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. NIVA-rapport 2001, 44 s.
- Brettum, P. 1976. Resipientundersøkelser i hovedvassdragene i Dalane, Rogaland. NIVA-rapport 749, 55 s.
- Espeland, G. 1988. Drikkevannsforsyning i Holmen/Gjedrem området (Bjerkreim kommune) i relasjon til vannkvaliteten i Svelavatn og Bjerkreimselva. Næringsmiddeltilsynet i Dalane. Rapport.
- Henriksen, A., Bechmann, M. og Hessen, D. 1993. Nitrogen fra fjell til fjord - Årsrapport 1992. NIVA-rapport 2901, 64 s.
- Kaste, Ø. 2000. Effekter av kommunale utslipp på vannkvaliteten i Bjerkreimselva. En vurdering på basis av vannkjemiske data innsamlet av NIVA i perioden 1992-1995. NIVA-notat, 17 s.
- Kaste, Ø., Berge, D., Fjeld, E., Høyås, T.R., Mulder, J., Stuanes, A.O., & Tørseth, K. 1996. Nitrogen fra fjell til fjord - Årsrapport 1995. NIVA-rapport 3504, 51 s. + vedl.
- Molversmyr, Å., Tyvold, T., Sanni, S., Bremnes, T. og Romstad, R. (1990). Bjerkreimsvassdraget. Tilstand og resipientegenskaper. Rogalandforskning. RF - 39/90.
- NVE 2001. Vannføringsdata fra målestasjonen Gjedlacleiv i Bjerkreimsvassdraget 1992-1999, 2001. Norges vassdrags- og energiverk.
- Statens Helsetilsyn. 1994. Nye kvalitetsnormer for friluftsbad. Rundskriv IK-21/94.



## Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem

### Klassifisering av tilstand.

På grunnlag av målte konsentrasjoner kan tilstandsklassen bestemmes ut tabellen nedenfor. Tilstandsklassen tar ikke hensyn til hvorvidt de målte konsentrasjonene er høyere eller lavere enn bakgrunnskonsentrasjonen. SFTs veileder inneholder også et verktøy for å vurdere egnet av vannet for ulike brukerinteresser som drikkevann-råvann, friluftsbad og rekreasjon, fritidsdsfiske og jordvanning - åker og eng.

Klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann. Et utvalg av de viktigste parametrene. Utdrag fra SFTs veileder 97:04 (Andersen *et al.* 1997).

Virkninger av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
<b>Næringsalter</b>	Total fosfor, µg P/l	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	Klorofyll a, µg/l	<2	2-4	4-8	8-20	>20
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	Prim. prod., g C/m <sup>2</sup> år	<25	25-50	50-90	90-150	>150
	Total nitrogen, µg N/l	<300	300-400	400-600	600-1200	> 1200
<b>Organiske stoffer</b>	TOC, mg C/l	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	Fargetall, mg Pt/l	<15	15-25	25-40	40-80	>80
	Oksygen, mg O <sub>2</sub> /l	>9	6,5-9	4-6,5	2-4	<2
	Oksygenmetning, %	>80	50-80	30-50	15-30	<15
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	KOF <sub>Mn</sub> , mg O/l	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	Jern, µg Fe/l	<50	50-100	100-300	300-600	>600
Mangan, µg Mn/l	<20	20-50	50-100	100-150	>150	
<b>Forsurende stoffer</b>	Alkalitet, mmol/l	>0,2	0,05-0,2	0,01-0,05	<0,01	0,00
	pH	>6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	<5,0
<b>Partikler</b>	Turbiditet, FTU	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5
	Suspendert stoff, mg/l	<1,5	1,5-3	3-5	5-10	>10
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
<b>Tarmbakterier</b>	Termotol koli. bakt., ant./100 ml	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000
<b>Miljøgifter (tungmetaller) i vann</b>	Kobber, µg Cu/l	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
	Sink, µg Zn/l	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Kadmium, µg Cd/l	<0,04	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	>0,4
	Bly, µg Pb/l	<0,05	0,5-1,2	1,2-2,5	2,5-5	>5
	Nikkel, µg Ni/l	<0,5	0,5-2,5	2,5-5	5-10	>10
	Krom, µg Cr/l	<0,2	0,2-2,5	2,5-10	10-50	>50
	Kvikksølv, µg Hg/l	<0,002	0,002-0,005	0,005-0,01	0,01-0,02	>0,02

Nøkkelparametre er gitt i kursiv.

## Vedlegg B. Primærdata

**B1.** Vannkjemi og tarmbakterier. Forkortelser: TOC=totalt organisk karbon (mg/L), TOTN=total nitrogen ( $\mu\text{g/L}$ ), TOTP=total fosfor ( $\mu\text{g/L}$ ), OKS=oksygen (mg/L), BAKT=termotabile koliforme bakterier (ant/100 ml).

LOK	NAVN	DYP	DATO	TOC	TOTN	TOTP	OKS	BAKT
90	Svela Ø	1	07.05.01	1,0	390	3		0
90	Svela Ø	1	13.06.01	1,1	360	3		1
90	Svela Ø	1	20.06.01	1,2	675	8		0
90	Svela Ø	1	11.07.01	1,2	435	6		70
90	Svela Ø	1	15.08.01	1,1	415	5		29
90	Svela Ø	1	03.09.01	1,2	420	5		35
90	Svela Ø	1	12.09.01	1,2	395	5		20
91	Svela Ø	10	07.05.01	1,5	365	3	12,2	
91	Svela Ø	10	13.06.01	1,0	340	3	10,7	
91	Svela Ø	10	20.06.01	1,0	380	5		
91	Svela Ø	10	11.07.01	1,1	365	8	9,7	
91	Svela Ø	10	15.08.01	0,9	320	5	7,8	
91	Svela Ø	10	03.09.01	1,0	370	7	6,9	
91	Svela Ø	10	12.09.01	1,5	520	12	8,8	
92	Svela Ø	12	07.05.01	1,0	370	3	12,2	
92	Svela Ø	12	13.06.01	1,0	370	5	10,1	
92	Svela Ø	12	20.06.01	1,0	405	9	10,2	
92	Svela Ø	12	11.07.01	1,0	390	9	7,8	
92	Svela Ø	12	15.08.01	0,9	375	8	5,7	
92	Svela Ø	12	03.09.01	1,0	450	9	4,0	
92	Svela Ø	12	12.09.01	1,0	455	9	3,8	
93	Svela V	1	07.05.01	1,1	560	8		35
93	Svela V	1	13.06.01	1,3	570	11		44
93	Svela V	1	20.06.01	1,2	430	10		0
93	Svela V	1	11.07.01	1,3	555	11		1200
93	Svela V	1	15.08.01	1,6	605	18		110
93	Svela V	1	03.09.01	1,7	615	21		680
93	Svela V	1	12.09.01	1,5	570	13		390
94	Svela V	10	07.05.01	1,3	480	6	11,9	
94	Svela V	10	13.06.01	1,2	530	11	10,3	
94	Svela V	10	20.06.01	1,0	565	12	10,0	
94	Svela V	10	11.07.01	1,2	675	13	6,2	
94	Svela V	10	15.08.01	1,1	720	17	2,1	
94	Svela V	10	03.09.01	1,3	815	27	3,7	
94	Svela V	10	12.09.01	1,7	610	17	8,2	
95	Svela V	12	07.05.01	1,2	485	8	11,6	
95	Svela V	12	13.06.01	1,2	550	12	10,2	
95	Svela V	12	20.06.01	1,2	605	15	8,3	
95	Svela V	12	11.07.01	1,5	805	22	2,1	
95	Svela V	12	15.08.01	1,8	790	22	2,5	
95	Svela V	12	03.09.01	2,3	920	25	2,5	
95	Svela V	12	12.09.01	2,2	925	16	1,7	
96	Svela ut	0	07.05.01					3
96	Svela ut	0	13.06.01			4		13
96	Svela ut	0	20.06.01			5		40
96	Svela ut	0	11.07.01			15		3700
96	Svela ut	0	15.08.01	1,3		10		70
96	Svela ut	0	03.09.01			6		110
96	Svela ut	0	12.09.01			5		450

**B2. Vanntemperatur i °C og siktedyp i meter.**

NAVN	DYP	VAR	07.05.01	13.06.01	20.06.01	11.07.01	15.08.01	03.09.01	12.09.01
Svela Ø	1	Temp.	6,5	11,2	14,2	19,4	16,1	15,0	16,9
Svela Ø	2	“	6,5	11,2	14,1	19,4	16,0	15,0	16,8
Svela Ø	3	“	6,3	11,1	13,7	19,3	15,8	14,9	16,7
Svela Ø	4	“	6,3	11,1	13,4	18,6	15,7	14,8	16,7
Svela Ø	6	“	6,2	10,7	12,6	14,5	15,4	14,7	16,7
Svela Ø	8	“	6,0	9,3	10,6	10,8	14,5	14,7	16,5
Svela Ø	10	“	5,9	8,7	9,4	9,5	10,8	12,2	16,4
Svela Ø	12	“	5,8	7,8	8,3	8,6	9,0	9,8	12,5
Svela Ø	0	Siktedyp	10,5	8,0	8,0	7,0	8,5	9,0	9,0
Svela V	1	Temp.	7,5	11,0	14,2	19,6	16,3	14,9	16,5
Svela V	2	“	7,5	11,0	14,0	19,4	16,1	14,9	16,4
Svela V	3	“	7,4	11,0	13,8	19,1	15,8	14,9	16,4
Svela V	4	“	7,3	10,9	13,8	18,2	15,6	14,5	16,4
Svela V	6	“	6,8	10,9	12,8	15,2	15,2	14,6	16,3
Svela V	8	“	6,6	10,8	11,5	12,2	14,2	14,7	16,3
Svela V	10	“	6,5	10,7	10,8	11,1	11,8	12,9	16,0
Svela V	12	“	6,3	10,6	10,7	10,7	10,7	10,8	14,1
Svela V	0	Siktedyp	7,0	6,5	6,5	5,5	5,5	5,0	7,0