

RAPPORT LNR 3401-96

**O**ppdaterende  
undersøkelser av  
Kovstulvatn, Toskjervatn  
og Bjårvatn, Tuddal 1995

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-95070	Undernr.:
Løpenr.: 3401-96	Begr. distrib.:

<b>Hovedkontor</b> Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	<b>Vestlandsavdelingen</b> Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: Oppdaterende undersøkelser av Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn, Tuddal 1995	Dato: 31.1.1996	Trykket: NIVA 1996
Forfatter(e): Pål Brettum	Faggruppe: Vassdrag	Geografisk område: Telemark
	Antall sider: 28	Opplag:

Oppdragsgiver: Hjartdal kommune, teknisk etat	Oppdragsg. ref.:
--	------------------

**Ekstrakt:**

En undersøkelse av limnologiske forhold i Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn i Tuddal, Hjartdal kommune, er gjennomført. Undersøkelsene ble lagt opp etter samme mønster som tilsvarende undersøkelser utført i de samme innsjøene i 1981. Hensikten var å sammenligne analyseresultatene for å se om det har vært noen endring i forholdene i den mellomliggende periode.

Selv om det ikke har vært de store endringene for de fleste parametres vedkommende, tyder resultatene for fargetall på at det har vært en økning i innholdet av humusstoffer i vannmassene. Dette støttes av mindre siktedyp i 1995 enn i 1981. Det ble også registrert lavere oksygeninnhold i alle tre innsjøene på ettervinteren under isen enn i 1981. Innholdet av planktonalger var markert mindre enn i 1981. En viss økning av kimtallet, i første rekke i Kovstulvatn og Toskjervatn, gjenspeiler også økningen i humusstoffer. Innholdet av koliforme bakterier er på den annen side stort sett som i 1981. Det ble registrert en økning i pH i alle tre innsjøene, men den mest markerte endringen ble registrert i innholdet av totalnitrogen som hadde økt kraftig siden 1981. Økningen i humusstoffer og nitrogen må i første rekke skyldes økt utvasking og lokale tilførsler fra nedbørfeltet, gjennom hyttebebyggelse i Kovstulvatns og Toskjervatns nedbørfelt, som også påvirker Bjårvatn. Den spesielt kraftige økningen i nitrogen i Bjårvatn er sannsynligvis forårsaket av økte tilførsler fra jordbruksaktiviteter i området.

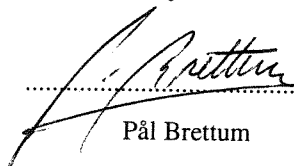
4 emneord, norske

1. Limnologiske undersøkelser
2. Kovstulvatn
3. Toskjervatn
4. Bjårvatn

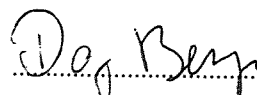
4 emneord, engelske

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder

  
Pål Brettum

For administrasjonen

  
Dag Berge

ISBN 82-577-2932-9

Norsk institutt for vannforskning

**O-95070**

**Oppdaterende undersøkelser av Kovstulvatn,  
Toskjervatn og Bjårvatn, Tuddal 1995**

Oslo, 31.1. 1996

Pål Brettum

## Forord

*Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har i 1995 foretatt en undersøkelse av vannkvaliteten i Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn i Tuddal-vassdraget som oppdrag for og i samarbeid med Teknisk etat i Hjartdal kommune, Telemark.*

*Prøver for analyse av kjemisk-fysiske parametre, planteplanktonanalyser og bakteriologiske analyser ble samlet inn på flere prøvetakingstidspunkter gjennom feltsesongen.*

*Hensikten var å få en oppdatering av forholdene i vannmassene i de tre innsjøene, og sammenligne med forholdene slik de er beskrevet fra en tilsvarende undersøkelse foretatt av NIVA i 1981, for å registrere om det har vært en endring i denne perioden.*

*Det meste av feltarbeidet er utført av personell ved Teknisk etat i kommunen, mens undertegnede var med ved to av prøvetakingstidspunktene.*

*De kjemisk-fysiske analysene er utført ved NIVAs kjemiske analyselaboratorium og de bakteriologiske analysene ved Næringsmiddeltilsynet for Midt-Telemark, Notodden.*

*Planteplanktonanalysene er utført av Pål Brettum ved NIVA, som også er ansvarlig for utformingen av denne rapporten.*

*Oslo, 10. januar 1996*

*Pål Brettum*

## Innhold

Forord .....	1
Sammendrag og konklusjoner .....	3
1. Innledning.....	4
1.1 Bakgrunn og prøvetakingsprogram .....	4
1.2 Morfometri og hydrologi .....	4
1.3 Nedbør .....	7
2. Hydrokjemiske og fysiske forhold .....	7
2.1 Temperatur og oksygenforhold.....	8
2.2 Siktedyb .....	10
2.3 pH og konduktivitet .....	10
2.4 Turbiditet og farge .....	12
2.5 Totalfosfor og totalnitrogen.....	12
3. Biologiske forhold .....	16
3.1 Planteplankton .....	16
3.2 Klorofyll .....	19
4. Bakteriologiske forhold.....	21
Litteratur.....	22
Vedlegg .....	23

## Sammendrag og konklusjoner

Det ble i 1995 foretatt en oppdaterende undersøkelse av de limnologiske forhold i Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn i Tuddal, Hjartdal kommune.

Undersøkelsene i 1995 ble lagt opp så likt en tilsvarende undersøkelse utført i 1981 i de samme innsjøene, som praktisk mulig, med samme omfang og analyser av de samme parametre. Den største forskjellen i undersøkelsesprogrammene de to årene var et mer omfattende analyseprogram av planteplanktoninnholdet i vannmassene i 1995 sammenlignet med 1981.

Målingene av oksygen under isen i 1995 viste lavere oksygenverdier i alle tre innsjøene enn tilsvarende målinger for 1981, noe som kan tyde på en økt tilførsel til vannmassene av organisk materiale. Ut fra fargeverdiene, som viser økning fra 1981, kan det tyde på at det er en økt tilførsel av humusstoffer. Også mindre siktedyp og økt turbiditet i 1995 sammenlignet med 1981, kan tyde på et økt innhold av partikler og humusstoffer.

pH har gjennomgående økt noe, mens innholdet av løste salter (konduktiviteten) var omtrent den samme eller litt mindre i 1995.

Av de viktigste næringssaltene, fosfor og nitrogen, viste analyseresultatene for fosfor nær det samme nivå i 1995 sammenlignet med 1981, mens nitrogen hadde økt kraftig. Analyseresultatene for nitrogen viste sterk økning for alle de tre innsjøene, men i Bjårvatn var økningen enda kraftigere enn i Kovstulvatn og Toskjervatn. Undersøkelser utført bl.a. i innsjøer i Telemark (SFT-rapport 1995), tyder på at dette bare i liten grad skyldes langtransporterte forurensninger. Årsaken er mest sannsynlig økt utvasking og lokale tilførsler fra hyttebebyggelsen i Kovstulvatn og Toskjervatns nedbørfelt. Dette påvirker også forholdene i Bjårvatn via Kyrkjeåi. Den kraftige økningen i nitrogen som ble registrert i Bjårvatn må imidlertid også skyldes andre forhold hvorav økte tilførsler fra jordbruksaktiviteter er den mest nærliggende forklaring.

Analysene av planteplanktonet gjennom sesongen viser en markert nedgang i innholdet av planktonalger i vannmassene sammenlignet med 1981 (bare én prøve analysert i 1981 ved maksimum algemengde).

Klorofyllinnholdet varierte en del både i 1981 og 1995, men gjennomsnittsverdien de to årene lå omtrent på samme nivå. Til denne analysen er det innført en mer effektiv ekstraksjonsmetode i den mellomliggende periode for de to undersøkelsesårene. Dette kan være årsaken til at verdiene for klorofyll ikke ga samme nedgang som planteplanktonanalysene.

De bakteriologiske forholdene viser i store trekk at forholdene med hensyn til innholdet av koliforme bakterier var som i 1981, mens det har vært en økning i bakterieinnholdet totalt (kimtall), i første rekke i Kovstulvatn og Toskjervatn, noe som også tyder på en økt organisk belastning gjennom økte humustilførsler.

Selv om oksygenmålingene, spesielt på ettervinteren, indikerer en økt organisk belastning på vannmassene, viser planteplanktonanalysene at dette ikke skyldes økt produksjon av planktonalger, men tilførsler fra nedbørfeltet. Økning i fargetall og kimtall, men ikke koliforme bakterier, understøtter antagelsen at økningen i organisk belastning skyldes økte tilførsler av humusstoffer.

Ut over dette synes vannkvaliteten i de tre innsjøene i 1995 å være omtrent den samme som i 1981. Den kraftige økningen i nitrogen kan imidlertid gi økning i algevekst hvis vannmassene blir belastet med økende fosfortilførsler.

# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn og prøvetakingsprogram

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) gjennomførte i 1981 en undersøkelse av vannkvaliteten og forholdene i de tre innsjøene Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn i Tuddalvassdraget, Hjartdal kommune.

Bakgrunnen for undersøkelsene den gang var planer om utbygging av et turistsenter i området blant annet med omfattende hytteutbygging. En del av denne hytteutbyggingen er gjennomført i Kovstulvatns nedbørfelt, og det er aktuelt å fortsette utbyggingen.

Undersøkelsene som er gjennomført i 1995 er ment å være en oppdatering av tilstanden med hensyn til vannkvaliteten slik den er idag i de tre innsjøene og hvilken endringer som eventuelt har skjedd siden undersøkelsene i 1981. Dette skal danne basis for en vurdering av hvilket utbyggingspotensiale som finnes i området, og eventuelle rensbehov som vil bli aktuelle.

Prøvetakingsprogrammet i 1995 er forsøkt lagt så tett opp til programmet i 1981 som mulig for å forenkle sammenligningen og dermed påvisningen av eventuelle endringer i perioden mellom de to prøvetakingstidspunktene.

Prøvetakingsstasjonene ble lagt over det dypeste området i hver innsjø, og prøver ble samlet inn på 5 prøvetakingstidspunkter gjennom året; i mars, juni, juli, august og september.

På alle prøvetakingstidspunktene ble det samlet inn prøver for kjemisk-fysiske analyser som blandprøver i vannsjiktene 0-4 m dyp. I tillegg ble det samlet inn en vertikal prøvetakingsserie fra hver innsjø i mars og august. Disse seriene omfattet prøver fra 4 ulike dyp fordelt i vannsøylen slik at prøver fra nederste dyp ble tatt så nær bunnen som mulig uten å virvle opp slam fra bunnen. I disse prøvene ble det analysert på innholdet av totalfosfor (TotP/L, m) og løst reaktivt fosfor (TotP/L). Bakteriologiske prøver ble samlet inn fra 4 m dyp.

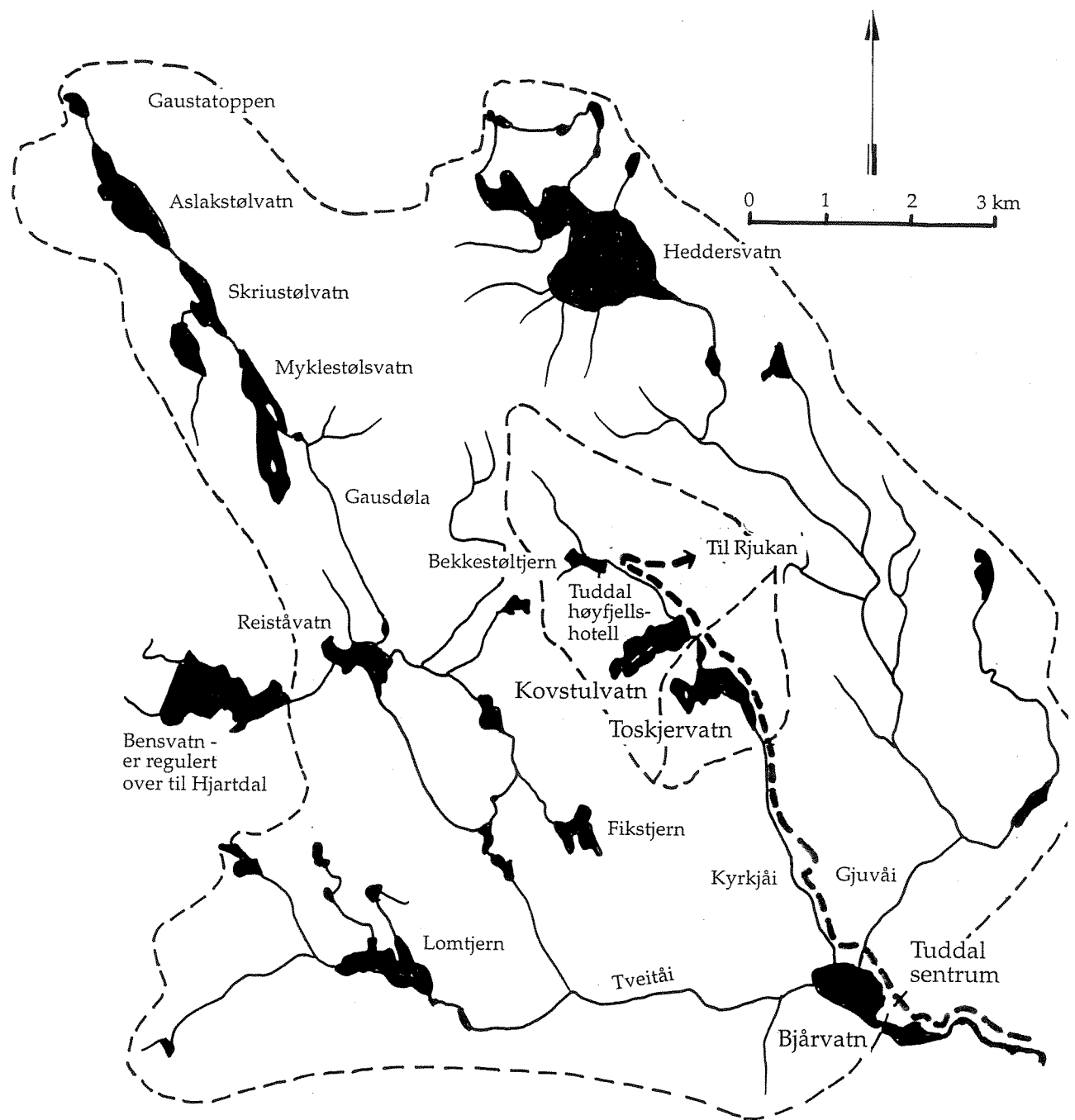
Samtidig med prøveinnsamlingen ble temperaturen målt på ulike dyp i vannsøylen fra overflaten til dypvannslagene sammen med siktedypet. I mars ble det samlet inn prøver fra 4 dyp for oksygenmålinger. Analysene av disse er foretatt i laboratoriet. I august ble oksygeninnholdet i vannmassene registrert direkte på prøvetakingsstasjonen ved hjelp av et oksymeter.

## 1.2 Morfometri og hydrologi

Dybdekart over de tre innsjøene er gitt i rapporten fra de forrige undersøkelsene (Berge 1982), og er derfor ikke tatt med her. Oversiktskartet over nedbørfeltene for de tre innsjøene fra den rapporten er derimot tatt med og vist i figur 1.

Alle de morfometriske og hydrologiske data er også hentet fra Berge (1982), og gjengitt i tabellen nedenfor (Tabell 1).

Berggrunnsgeologien tilhører Rjukangruppen og består av granittiske bergarter avbrutt av basiske intrusiver. Øst for Tuddalvassdraget er det en del dype morener. Dette gir grunnlag for relativt frodig granskog nesten helt opp til snaufjellet. Vest for vassdraget er løsavsetningene mer skrinne,



Figur 1. Kartskisse som viser området med inntegnet nedbørfelt for de tre undersøkte innsjøene Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn.



noe som gir seg utslag i vegetasjonens frodighet. På denne siden av vassdraget er berggrunnen også noe surere.

**Tabell 1 Morfometriske og hydrologiske data fra Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn**

		Kovstulvatn	Toskjervatn	Bjårvatn
Høyde over havet	m	801	797	459
Areal nedbørfelt	km <sup>2</sup>	7.4	10	108
Areal innsjøoverflate	km <sup>2</sup>	0.353	0.311	0.489
Volum innsjø	m <sup>3</sup>	2.32 x 106	1.84 x 106	7.31 x 106
Maksimumsdyp	m	24	26.5	32
Middeldyp	m	6.6	5.9	14.9
Midlere avrenning	l/km <sup>2</sup> s	27.5	27.5	27.5
Årlig avløp	m <sup>3</sup> /år	6.42 x 106	8.67 x 106	93.66 x 10
Teoretisk oppholdstid	år	0.36	0.21	0.08

De tre innsjøene er relativt små: Kovstulvatn 0.353 km<sup>2</sup>, Toskjervatn 0.311 km<sup>2</sup> og Bjårvatn 0.489 km<sup>2</sup>. Som figur 1 viser er nedbørfeltet til Kovstulvatn og Toskjervatn svært små, henholdsvis 7.4 km<sup>2</sup> og 10 km<sup>2</sup>. Dette skyldes i hovedsak disse innsjøenes beliggenhet i forhold til Gaustadråen, og at det meste av vannet fra høyereliggende områder drenerer enten østover til Gjuvåi eller vestover til Gausdøla og Tveitåi. Alle disse vassdragene ender i Bjårvatn som derfor har et stort nedbørfelt, og en god gjennomstrømning sammenlignet med de to andre innsjøene. Dette fremgår av den teoretiske oppholdstiden som er beregnet til 0.36 år (Kovstulvatn), 0.21 år (Toskjervatn) og 0.08 år (Bjårvatn).

En del av Bjårvatnets nedbørfelt er regulert over til Hjartdal. Dette reduserer resipientkapasiteten i Bjårvatn.

Bjårvatn er sterkt regulert. Det har et gryteformet basseng og er relativt brådypt, med et middeldyp på ca 15 m og et maks.dyp på 32 m. Kovstulvatn og Toskjervatn har maks.dyp på henholdsvis 24 og 26.5 m, men i disse innsjøene er dypområdene små, slik at middeldypene bare blir 6.6 og 5.9 m.

## 1.3 Nedbør

I figuren nedenfor er fremstilt nedbørsummen på den meteorologiske målestasjonen i Tuddal (st. 31900) i sommermånedene 1995. Nedbørsummen er delt opp i tre for hver måned; de første ti dagene i måneden, de midterste ti dagene, og resten av måneden. Som en ser av figuren var nedbøren i mai under normal, mens den i juni var mye over normalen. Det kom mye nedbør i de to første periodene denne måneden, også rett før prøvetakingen 12. juni, mens det ikke falt nedbør i siste delen.

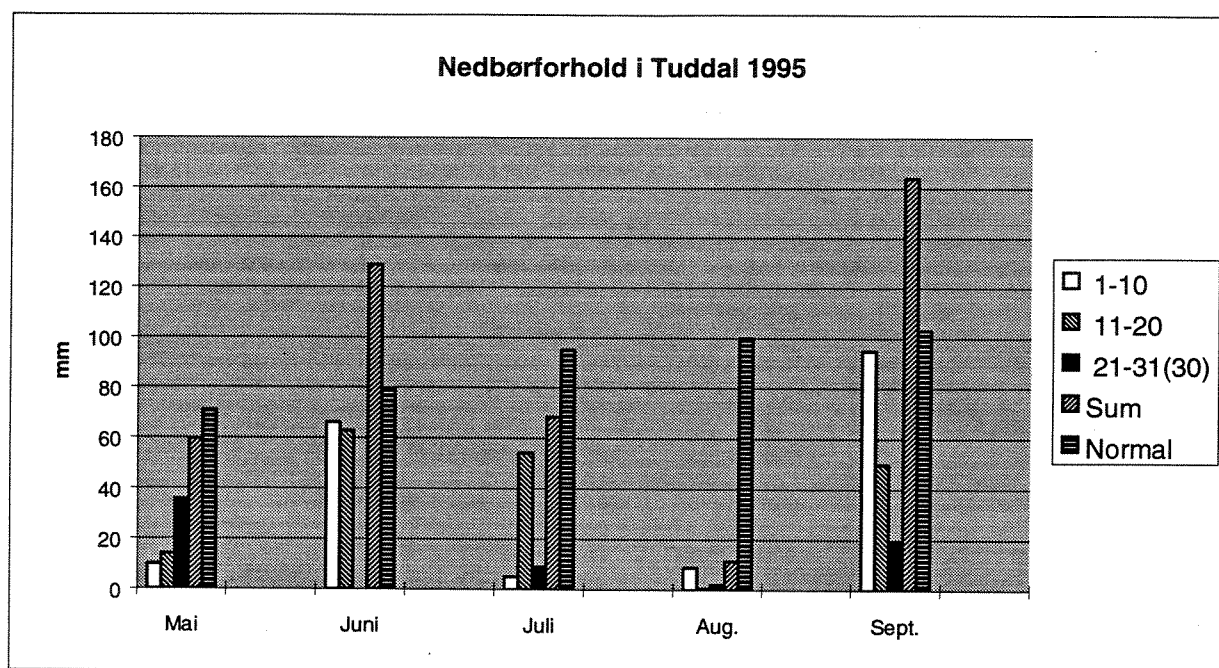


Fig. 2 Nedbør i Tuddal fordelt som sum 1.-10., 11.-20. og 21.-31(30) i hver av sommermånedene 1995. I tillegg viser figuren månedssummen totalt og månedsnormalene 1961-90.

I juli var nedbøren under normalen. Det meste kom da i midten av måneden. August var ekstrem tørr med bare drøyt 11 mm i hele måneden som utgjorde 11% av normalnedbøren. I september derimot var nedbøren betydelig over det normale, hele 150%, mest i de to første tredjedelene av måneden. Prøvetakingen 12. juni og 21. september er tatt etter perioder med kraftig nedbør og dette er sannsynligvis årsaken til de noe høyere fargetallene som ble registrert på disse tidspunktene, med utvasking av mer humusstoffer fra nedbørfeltet (se senere).

## 2. Hydrokjemiske og fysiske forhold

I de følgende figurer og i tabellene i vedlegget er sammenstilt de kjemiske-fysiske analyseresultatene for 1995. I figurene er satt inn de tilsvarende analyseresultatene for de samme parametrene fra undersøkelsene i 1981.

## 2.1 Temperatur og oksygenforhold

(fig. 3, tabell 4 i vedlegget)

I de fleste, ikke for grunne, innsjøer vil det være en sirkulasjonsperiode om våren etter at isen har gått og om høsten når overflatevannet avkjøles. Da er temperaturen relativt lik gjennom hele vannsøylen fra overflaten til bunnen. På ettervinteren før isen går og store deler av sommeren er det normalt en temperaturgradient fra overflatelagene mot bunnen. Om vinteren er temperaturen nær 0°C oppunder isen, og 4°C i dyplagene. Om sommeren er temperaturen i de øverste vannlag relativt høy (14-16°C), mens dypvannet har samme temperatur som om vinteren, 4°C.

I et område mellom disse vannsjiktene vil det ofte om sommeren være et raskt fall i temperaturen i løpet av få meter mot dypet. Dette området, termoklinen eller sprangsjiktet, hindrer de øverste vannlag, epilimnion, i å blandes med dyplagene, hypolimnion. Denne sommerstagnasjonen kan virke avgjørende inn på de biologiske forholdene i vannmassene.

I figur 3 er vist variasjoner i temperatur og oksygen fra overflaten og mot bunnen under vinterstagnasjon (3.april) og sommerstagnasjon (31.august) i de tre innsjøene. Figuren viser at det lå et sprangsjikt under isen mellom 1 og 4 m dyp i både Kovstulvatn og Toskjervatn om vinteren. I Bjårvatn var dette sprangsjiktet ikke så markert.

Under sommerstagnasjonen lå sprangsjiktet i alle tre innsjøene mellom 6-8 m dyp. I innsjøer med en del organisk belastning vil nedbrytningsprosessene, særlig i vannmassenes bunnlag, føre til forbruk av oksygen. Med dårlig utveksling mellom vannsjiktene over og under sprangsjiktet vil oksygeninnholdet i bunnlagene derfor avta kraftig og i visse tilfelle føre til anoksiske forhold med dannelse av H<sub>2</sub>S. Organisk belastning til vannmassene kan enten skyldes direkte utslipp til innsjøene av for eksempel kloakk, eller tilførsler av formludete planterester fra nedbørfeltet (humus) eller fra planter og dyr i selve innsjøen.

Som figuren og tabellene viser var det et betydelig oksygenvinn i alle innsjøene i dyplagene på ettervinteren, ned til 1.89 mg/l O<sub>2</sub> og 16 % metning i Kovstulvatn (21 m dyp), 2.64 mg/l O<sub>2</sub> og 22 % metning i Toskjervatn (21 m dyp) og bare 0.42 mg/l O<sub>2</sub> og 4 % metning i Bjårvatn (30 m dyp).

På ettersommeren var oksygenvinnet i dyplagene ikke så markert i Kovstulvatn og Toskjervatn, henholdsvis 5.19 mg/l O<sub>2</sub> og 5.65 mg/l O<sub>2</sub> i 20 m dyp. I Bjårvatn var oksygenvinnet noe større, 4.71 mg/l O<sub>2</sub> ble det registrert i 28 m dyp.

Ved undersøkelser i 1981 var det bare tatt en vertikalserie med temperatur og oksygenregistreringer fra hver av innsjøene i slutten av mars, altså omtrent på samme tid som vinterregistreringene i 1995.

Oksygenmetningen var da i Kovstulvatn 42 % (20 m dyp), i Toskjervatn 65 % (bare til 11 m dyp) og i Bjårvatn 12 % (28 m dyp). Resultatene fra alle tre innsjøene skulle være sammenlignbare med målingene fra 1995, og for alle innsjøene viser resultatene fra 1995 et betydelig oksygenvinn i bunnvannet og vesentlig lavere verdier for oksygen i alle dyp sammenlignet med resultatene i 1981.

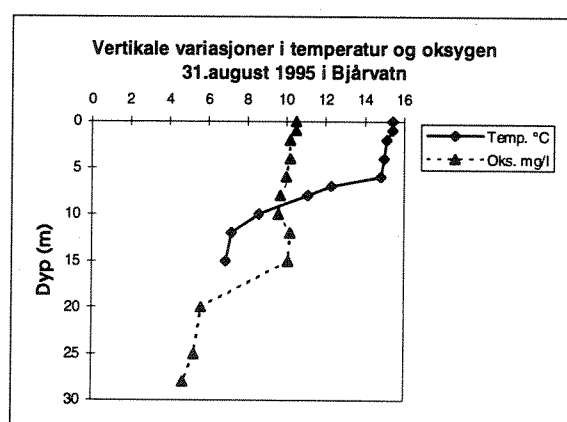
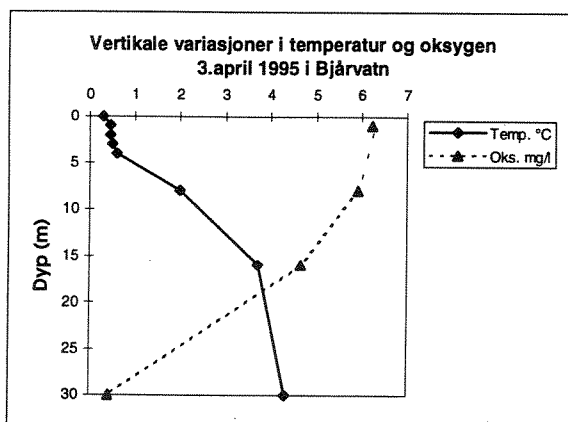
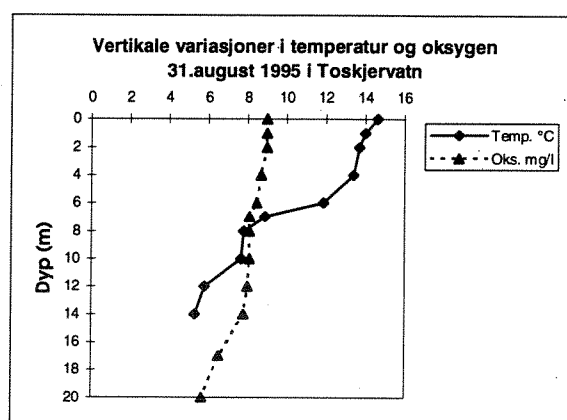
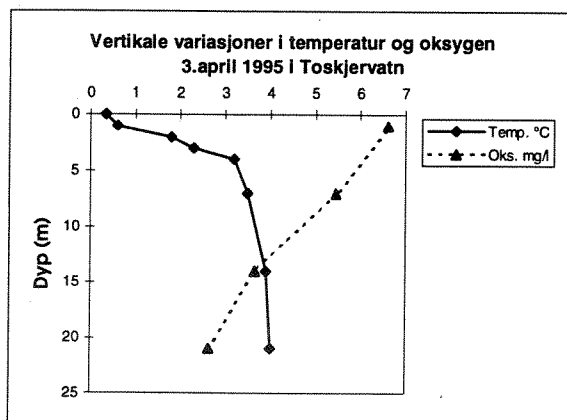
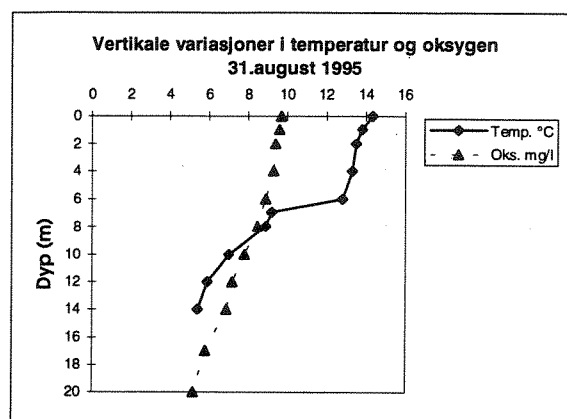
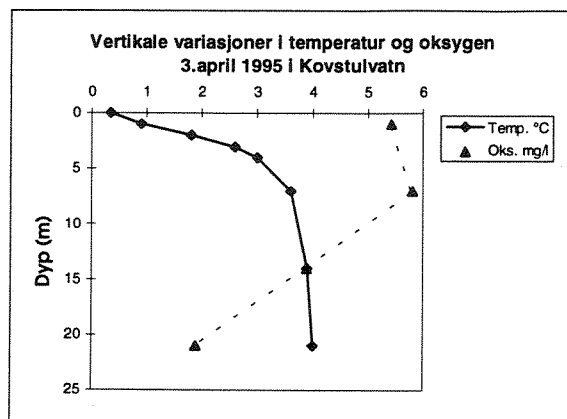


Fig. 3 Vertikale variasjoner i temperatur og oksygen 3.april og 31.august 1995 i Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn.

## 2.2 Siktedyp

(tabell 5 i vedlegget)

Siktedyp er det dyp der en hvit skive som senkes ned i vannet forsvinner for øyet. Jo større innhold det er i vannmassene av ulike partikler og løste fargede forbindelser, som oftest humus, desto mindre blir siktedypet. Fargen på vannet slik det oppfattes når en ser mot den hvite skiven ved halve siktedypet, gir informasjon om hva partikkelinnholdet eller de oppløste stoffer er. Grønn farge vil oftest skyldes stort innhold av planktonalger, kraftig brunt innhold skyldes stort innhold av humusstoffer osv. Stort innhold av erosjonspartikler vil også redusere siktedypet. I tabellen nedenfor er satt opp de registrerte siktedyp i 1995 og tilsvarende siktedyp fra undersøkelsene i 1981.

**Tabell 2. Variasjoner i siktedyp i Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn i 1995 sammenlignet med 1981.**

	11.06.81	12.06.95	14.07.81	31.07.95	19.08.81	31.08.95	16.09.81	21.09.95
Kovstulvatn	5.90	4.50	6.50	6.30	8.50	4.75	7.20	5.00
Toskjervatn	5.00	5.00	6.50	5.40	6.50	5.45	7.00	5.20
Bjårvatn	6.20	5.50	5.00	6.80	7.00	4.60	6.80	5.50

Ut fra tabellen ser det ut til at siktedypet gjennomgående var betydelig mindre ved undersøkelsene i 1995, enn verdiene som ble målt i 1981. Dette tyder på at innholdet av partikler og løste fargete stoffer som humusstoffer, er økt i denne perioden.

## 2.3 pH og konduktivitet

(figur 4, tabell 5 i vedlegget)

Av figur 4 fremgår det klart at vannmassene er blitt mindre sure i perioden fra 1981 til 1995 i alle tre innsjøene. pH verdiene fra målingene i 1995 var gjennomgående 0.3-0.6 pH-enheter høyere enn tilsvarende verdier i 1981. I 1981 var gjennomsnittsverdiene for pH for sesongen i Kovstulvatn 6.22, i Toskjervatn 6.18 og Bjårvatn 6.12, mens de tilsvarende verdier for 1995 var (her er bare tatt med de fire målingene fra den isfrie perioden for sammenligningens skyld) henholdsvis 6.64, 6.62 og 6.48, altså en gjennomsnittlig økning omkring 0.4 pH enheter for alle innsjøene. Dette er en ikke ubetydelig økning.

Konduktiviteten er et mål på vannets innhold av mineralsalter. Alle tre innsjøene har svært ionefattige vannmasser. I 1981 var gjennomsnittsverdien i den isfrie perioden for Kovstulvatn 1.74 mS/m, Toskjervatn 1.69 mS/m og i Bjårvatn 1.72 mS/m. Tilsvarende verdier i 1995 var 1.50 mS/m, 1.46 mS/m og 1.45 mS/m, altså lavere. Som figur 4 viser var også enkeltanalysene for konduktivitet i 1995 gjennomgående noe lavere enn de tilsvarende analyseresultatene fra 1981.

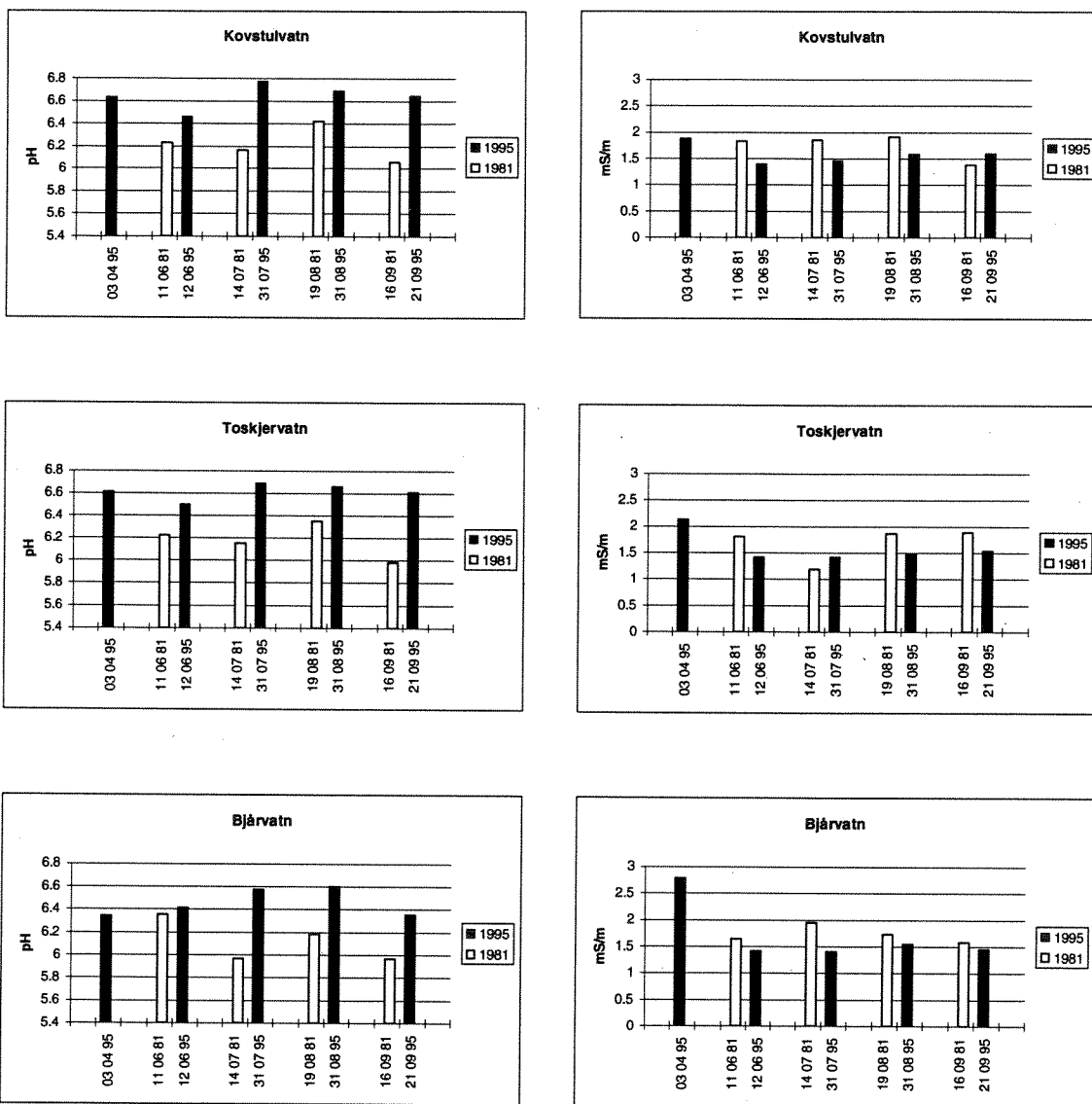


Fig. 4 Variasjoner i pH og konduktivitet i Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn 1981 og 1995.

## 2.4 Turbiditet og farge

(figur 5, tabell 5 i vedlegget)

Turbiditet er et mål på vannets uklarhet og innhold av partikler, særlig finpartikulært materiale. Med unntak av én måling i 1981, lå verdiene for turbiditet i hovedsak mellom 0.4 og 0.6 FTU som viser et svært lite innhold av partikler i vannmassene i alle tre innsjøene.

Målingene av turbiditet gjennom 1995 sesongen ga noe høyere verdier om forsommeren og sommeren, men omtrent samme verdier utover høsten som i 1981. Partikkelinnholdet vil i disse innsjøene i hovedsak gjenspeile tilførslene av erosjonspartikler, og bare i liten grad innholdet av planteplanktonorganismer. Selv om verdiene til tider var noe høyere i 1995 enn i 1981, viser de fremdeles svært lite partikkelinnhold.

Fargetallet er et mål på vannets egenfarge og høyt fargetall er i de fleste tilfeller for norske innsjøer et mål på vannets innhold av humusstoffer. Det vil si innholdet av organisk materiale produsert ved nedbrytning av plantemateriale i naturen. Stort innhold av jern og mangan kan forsterke fargen.

Ut fra resultatene vist i figur 5 ser en at det på de fleste tidspunkter gjennom undersøkelsene i 1995 var et noe høyere fargetall enn på tilsvarende tidspunkter i 1981. Særlig gjelder dette Kovstulvatn og Toskjervatn der gjennomsnittlig fargetall i den isfrie perioden var henholdsvis 20 og 25 mg/l Pt og maksimumsverdiene som ble målt var 25.2 og 29.2 mg/l Pt i 1995. Tilsvarende verdier for gjennomsnitt var i Kovstulvatn og Toskjervatn i 1981 henholdsvis 13.8 og 16.8 mg/l Pt og maksimum 15 og 20 mg/l Pt. Dette tyder på et økt humusinnhold i vannmassene i disse to innsjøene i løpet av denne perioden.

I Bjårvatn var gjennomsnittet i 1995 22.2 mg/l Pt og maksimum 28.8. I 1981 var de tilsvarende verdier 21.9 og 30 mg/l Pt. Her tyder verdiene ikke på noen endring i denne perioden. Siden Bjårvatn får det meste av sine tilførsler gjennom vann fra andre deler av nedbørfeltet enn fra de to andre innsjøene som inngår i undersøkelsene, ser det ut til at det først og fremst er i nedbørfeltet til Kovstulvatn og Toskjervatn at det har vært en økt tilførsel av humusstoffer. Maksimum for fargetall ble registrert i periodene med mest nedbør, 12. juni og 21. september 1995.

## 2.5 Totalfosfor og totalnitrogen

(figur 6, tabell 5 i vedlegget)

Som grunnlag for plantevekst, og i denne sammenheng algevekst, er fosfor og nitrogen de mest sentrale næringsstoffene. I de fleste innsjøer er det fosfor som er minimumsfaktoren for algevekst. En økning i fosfor gjennom økte tilførsler til vannmassene, f.eks. som avløpsvann fra bebyggelse, vil derfor i de fleste sammenhenger føre til økt algevekst, særlig planteplanktonvekst, med nedsatt siktedyp og økt organisk belastning som resultat.

Totalfosfor og totalnitrogen ble analysert i alle blandprøvene. I tillegg ble innholdet av fosfor som totalinnhold (både løst og partikulært) og som ikke partikulært, analysert på vannprøver fra fire ulike dyp i hver innsjø ved to tidspunkter, 3. april og 31. august. Dette var for å se om det hadde skjedd noen endring i mengdene av dette vitale vekststoffet i de dypere vannmasser sammenlignet med undersøkelsene i 1981.

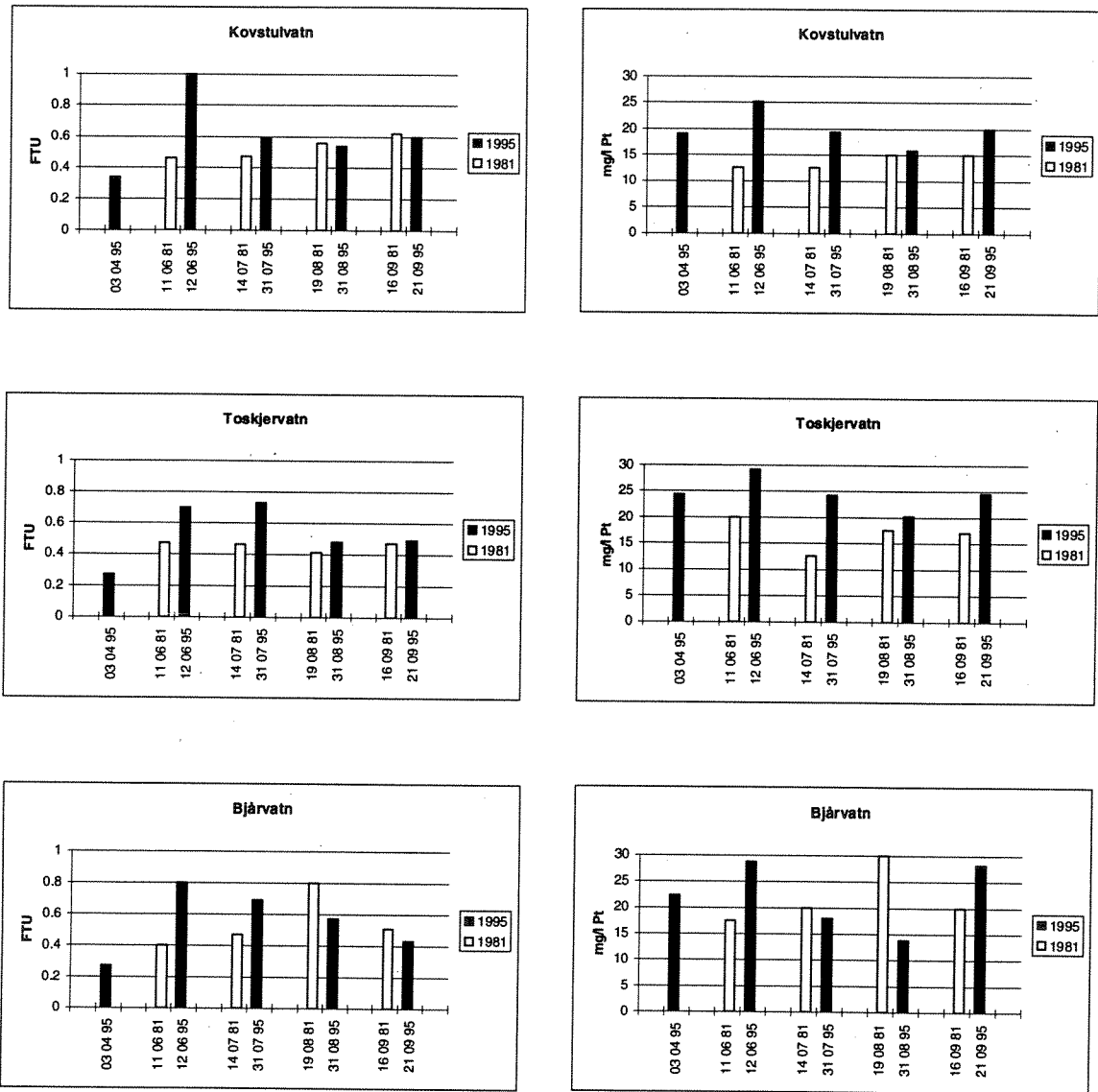


Fig. 5 Variasjoner i turbiditet og farge i Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn 1981 og 1995.



Figur 6 viser at i blandprøvene fra overflatelagene i 1995 lå konsentrasjonen av totalfosfor, med et par unntak, på omtrent samme nivå som i 1981, eller til dels markert under. Også analysene av prøvene tatt fra dypere vannlag (tabell 4 i vedlegget) viser lave verdier i alle innsjøene. Tett ved bunnen vil det vanligvis være en noe høyere konsentrasjon, på grunn av utlekking fra sedimentene, enn høyere opp i vannmassene.

Verdiene fra prøvene tatt under isen (3. april) kan sammenlignes med resultatene fra 1981 (24. mars) og de viser at det i 1995 ble registrert lavere verdier for totalfosfor enn hva som var tilfelle i 1981. Tabellene viser også at for alle innsjøene var det meste av fosforet partikulært og derfor lite tilgjengelig som grunnlag for algevekst.

Ser en på analyseresultatene av totalfosfor i blandprøvene i den isfrie perioden og beregner gjennomsnitt av målingene gjennom sesongen, var dette snittet i 1995 for Kovstulvatn 7.3 µg/l P, for Toskjervatn 5.8 µg/l P og for Bjårvatn 6.8 µg/l P. De tilsvarende verdiene i 1981 var 7.6, 6.6 og 7.6 µg/l P. Verdiene for denne parameteren var m.a.o. litt lavere i 1995 sammenlignet med 1981.

Den parameter som viser en kraftig endring i perioden mellom 1981 og 1995 er totalnitrogen. Som figur 5 viser var konsentrasjonene av totalnitrogen markert høyere i alle innsjøene i 1995 enn i 1981 og særlig kraftig var dette for Bjårvatn. Hvis en også her tar for seg gjennomsnittet av målingene i den isfrie perioden, var disse i 1995 for Kovstulvatn 301 µg/l N, for Toskjervatn 300 µg/l N og for Bjårvatn 508 µg/l N. De tilsvarende verdiene i 1981 var henholdsvis 122, 108 og 131 µg/l N, så her har endringene vært store.

Undersøkelser utført bl.a. i innsjøen i Telemark (SFT-rapport 1995) tyder på at dette bare i liten grad skyldes påvirkning av langtransporterte forurensninger, men at det i første rekke er økt utvasking av organisk nitrogen fra nedbørfeltet som er årsaken.

Den sannsynlige årsaken til økningen av nitrogen i Kovstulvatn og Toskjervatn må være den store hytteutbyggingen i disse innsjøenes nedbørfelt i perioden mellom 1981 og 1995. Avløpet fra hyttene går, ifølge teknisk etat, for det meste direkte i grunnen. Fosfor vil der bindes opp, mens nitrogen i større grad vil sive igjennom og ut mot åpent vann. Når det gjelder den kraftige økningen i nitrogen i Bjårvatn er årsakene mindre iøyenfallende. Nedbørfeltet her er stort sammenlignet med Kovstulvatns og Toskjervatns nedbørfelter, og utenom hyttebebyggelsen i disse innsjøers nedbørfelt, er det svært liten ny bebyggelse i Bjårvatns nedbørfelt. Noe av økningen i nitrogen skyldes tilførsler via Kyrkjeåi fra Kovstulvatn og Toskjervatn, men dette forklarer bare en del av økningen. Ifølge teknisk etat har det ikke vært nevneverdig økning i belastningen på renseanlegget fra Tuddal sentrum med avløp til Bjårvatn. Den mest nærliggende forklaringen på hoveddelen av økningen i nitrogen i Bjårvatn må derfor være økt avrenning fra jordbruksaktiviteter i området.

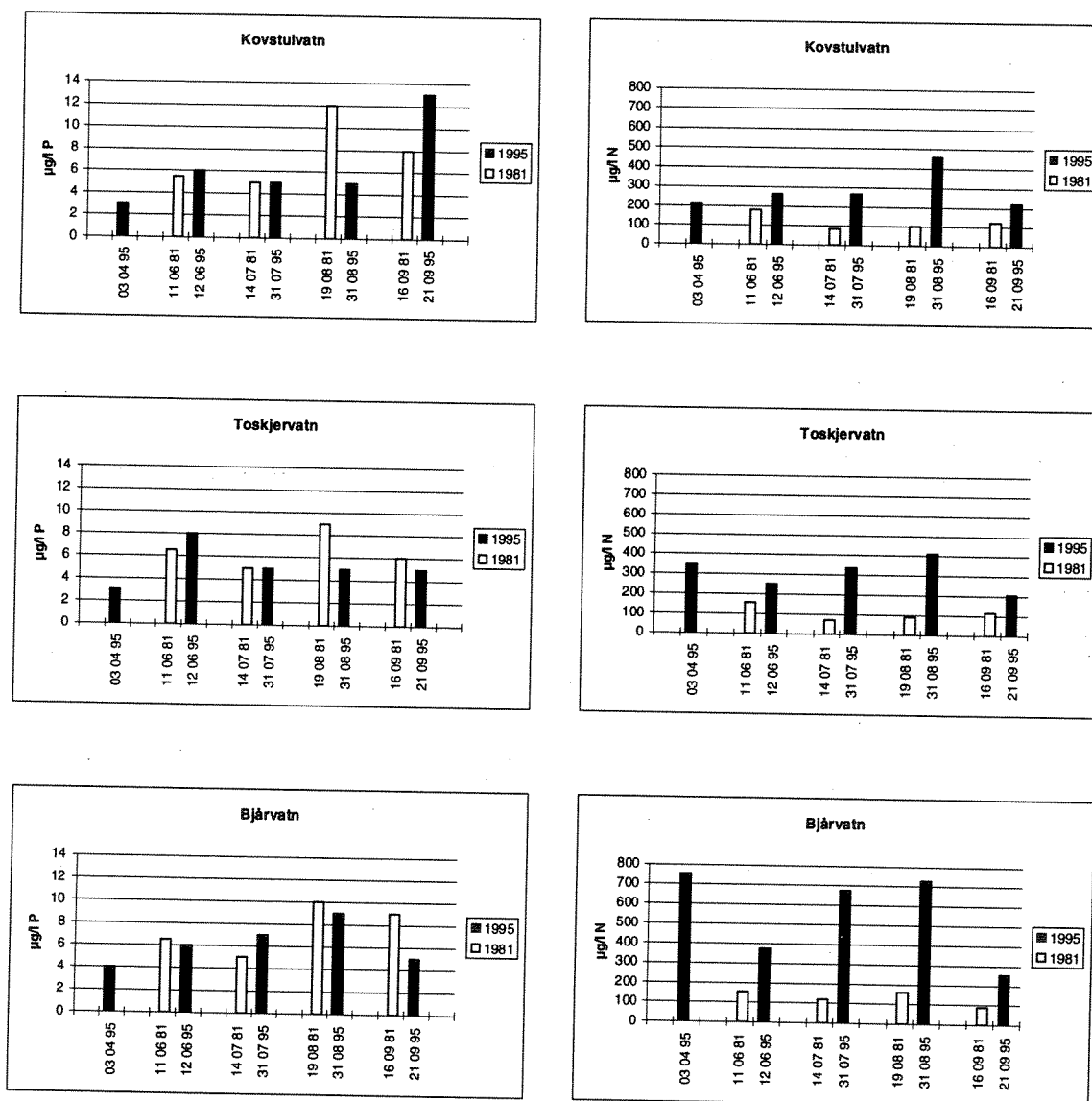


Fig. 6 Variasjoner i totalfosfor og totalnitrogen i Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjárvatn 1981 og 1995.

### 3. Biologiske forhold

#### 3.1 Planteplankton

(figur 7, tabellene 6,7 og 8 i vedlegget)

Variasjonen i algevolum eller -biomasse og artssammensetning i en innsjø er et resultat av den samlede påvirkning fra miljøet til enhver tid. Endringer i miljøet vil raskt gi seg utslag i endringer i algemengde og -sammensetning. Registrering av variasjoner i algevolum og artssammensetning er derfor en vel egnet metode til å beskrive vannkvaliteten i en innsjø, og eventuelle endringer i denne.

Som nevnt i innledningen ble det samtidig med prøven for kjemisk-fysiske analyser tatt ut kvantitative planteplanktonprøver som blandprøver fra de samme dypene og samme tidspunktene i alle tre innsjøene. Prøvene er bearbeidet etter "sedimenteringsmetoden" beskrevet av Utermöhl (1958) og volumberegninger er utført etter de retningslinjer som er gitt av Rott (1981).

I **Kovstulvatn** var det som figur 7 (og tabell 6 i vedlegget) viser et maksimum i slutten av juli med ca  $140 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ , selv om mengden av planteplankton i denne innsjøen var relativt jevn gjennom hele sesongen, med et gjennomsnitt for de fire observasjonstidspunktene på  $121 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ . Dette er verdier som, i følge de vannkvalitetskriterier som er utarbeidet av Brettum (1989) for bedømmelse på grunnlag av planteplanktonanalyser, viser at vannmassene i Kovstulvatn må betegnes som ultraoligotrofe til oligotrofe. Det vil si at vannmassene har et svært lite vekstpotensiale for algevekst, de er næringsfattige.

I 1981 ble det analysert én prøve for planteplanktonmengde og -sammensetning. Prøven ble da tatt ut på grunnlag av klorofyllanalysene på det tidspunkt da den høyeste klorofyllmengde ble registrert. Den gang var det 12. juni og planteplanktonmengden var da  $445 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ , altså markert større enn maksimum i 1995. Dette maksimum lå, basert på kriteriene hos Brettum (1989), i den øvre delen av det oligotrofe nivå som viser næringsfattige vannmasser. I 1981 som i 1995 var det gruppen Chrysophyceae (gullalger) som dominerte i planteplanktonet. Dette er også typisk for næringsfattige vannmasser med relativt lavt vekstpotensiale.

Som figur 7 (og tabell 7 i vedlegget) viser, var det i **Toskjervatn**, på samme måte som i **Kovstulvatn**, svært lite planteplanktonvolum, med et registrert maksimum på ca  $175 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  i slutten av august. Mengdene gjennom sesongen varierte noe mer her. Gjennomsnitt av de fire analysene var  $108 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ . Også i denne innsjøen var Chrysophyceae (gullalger) den dominerende gruppen, sesongen sett samlet. Ett visst innslag av Cyanophyceae (blågrønnalger) på ettersommeren her skyldes i hovedsak en art *Merismopedia tenuissima*. Dette er, i motsetning til de fleste arter innen denne gruppen, en typeart for næringsfattige, svakt sure vannmasser. Den kan øke i prosentvis andel når innholdet av nitrogen, først og fremst ammonium, øker. Både de registrerte mengder og gruppe- og artssammensetninger viser at vannmassene i Toskjervatn må betegnes som ultraoligotrofe til oligotrofe, som i Kovstulvatn.

Også i Toskjervatn ble det analysert en kvantitativ planteplanktonprøve i 1981 basert på tidspunktet for registrert maksimum av klorofyll fra kjemianalysene. Da var algemengden  $356 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ , altså markert større enn i 1995, men også her godt innenfor det oligotrofe intervallet i følge Brettum (1989).

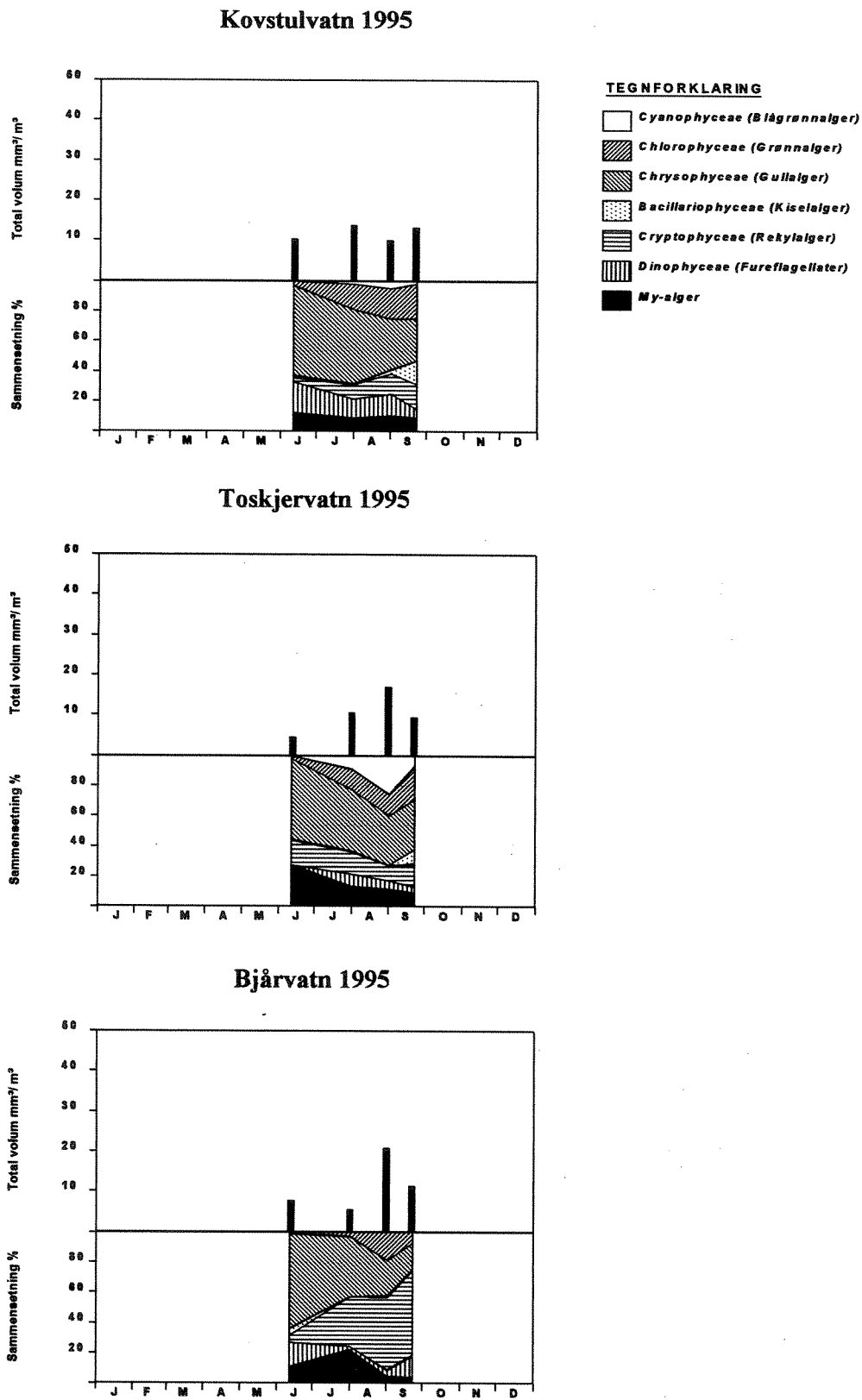


Fig. 7 Variasjoner i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn 1995

I **Bjårvatn** var det også lite planteplankton i vannmassene gjennom sesongen (figur 7, tabell 8 i vedlegget). Maksimum ble registrert i slutten av august med  $211 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  og et gjennomsnitt for sesongen på  $117 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ . Disse verdiene er omtrent som for de to andre innsjøene, og viser at også vannmassene i Bjårvatn må betegnes som i overgangen mellom ultraoligotrof og oligotrof, altså næringsfattig med et lavt vekstpotensiale.

Også i denne innsjøen dominerte Chrysophyceae (gullalger) som gruppe, selv om det var et større innhold av cryptomonader (Cryptophyceae) her enn i de to andre innsjøene utover høsten.

Som for de andre to ble det fra denne innsjøen analysert én kvantitativ planteplanktonprøve i 1981 basert på tidspunktet med maksimum registrert klorofyll i vannmassene. Dette var den gang 16. september og algevolumet var ca  $750 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  med dominans av arter innen gruppen Cryptophyceae. Gruppen Cryptophyceae utvikler seg ofte i perioder med økt turbulens, f.eks. ved stor gjennomstrømming i vannmassene i forbindelse med kraftig nedbør. Dette vil gi seg større utslag i relativt små innsjøer med store nedbørfelt, enn i innsjøer med små nedbørfelt.

Resultatene viser at det har vært en nedgang i planteplanktonmengde i Bjårvatn sammenlignet med 1981. Resultatene den gang viste at vannmassene var i grenseområdet mellom oligotrofe til oligomesotrofe (Brettum, 1989), det vil si i overgangen mellom næringsfattige og middels næringsfattige vannmasser.

Ut fra planteplanktonanalysene kan det synes som om det har vært en viss bedring i vannkvaliteten i innsjøene i perioden mellom de to undersøkelsesperiodene, særlig gjelder dette for Bjårvatn. I det minste kan en si at det ikke er noe som tyder på at det har skjedd en utvikling i negativ retning.

### 3.2 Klorofyll

(figur 8, tabell 5 i vedlegget)

Klorofyllinnholdet er et annet mål på planteplanktonbiomassen i vannmassene. Det kan være en grei parameter når det gjelder å få en oversikt over algemengde og variasjoner i denne gjennom sesongen.

Ulempen ved å måle bare klorofyll i forbindelse med planteplanktonundersøkelser er at klorofyll kun gir et grovt mål på algemengde totalt, og ikke hvilken algegruppe eller -arter som dominerer i vannmassene til enhver tid. Klorofyllmengden i en og samme art vil variere sterkt gjennom året, avhengig av lysforholdene, og klorofyllmengden pr. individ i arter fra ulike grupper er også svært forskjellig. Kombinasjoner mellom tettere klorofyllmålinger, og planteplanktonanalyser på utvalgte tidspunkter gir den sikreste oversikten over planteplanktonvariasjonene i en innsjø.

I figur 8 er sammenstilt klorofyllmålingene fra undersøkelsene i 1981 og 1995, og som det fremgår av figurene er det en del variasjoner for de to årene i klorofyllmengde uten at en fra figurene kan trekke en klar tendens. Beregner en middelveiden gjennom vekstsesongen for de tre innsjøene får en for Kovstulvatn 1.23 µg/l Chla, for Toskjervatn 1.26 µg/l Chla og for Bjårvatn 1.35 µg/l Chla i 1995, mot henholdsvis 1.71, 1.38 og 1.38 µg/l Chla i 1981.

Dette viser ingen markerte endringer mellom de to årene, mens planteplanktonanalysene, som er nevnt ovenfor, viste en markert nedgang i planteplanktonmengde i 1995 sammenlignet med 1981. Litt av årsaken til at en ikke ser den samme nedgang i klorofyllmengde som i beregnet planteplanktonmengde, kan være at det nå i 1995 benyttes en mer effektiv ekstraksjonsmetode for klorofyll enn i 1981, og at det gir mer klorofyll pr. volumenhet planteplankton enn i 1981.

Som nevnt varierer imidlertid innholdet av klorofyll i algene en del fra år til år avhengig av klimatiske forhold og algesammensetning gjennom vekstsesongen.

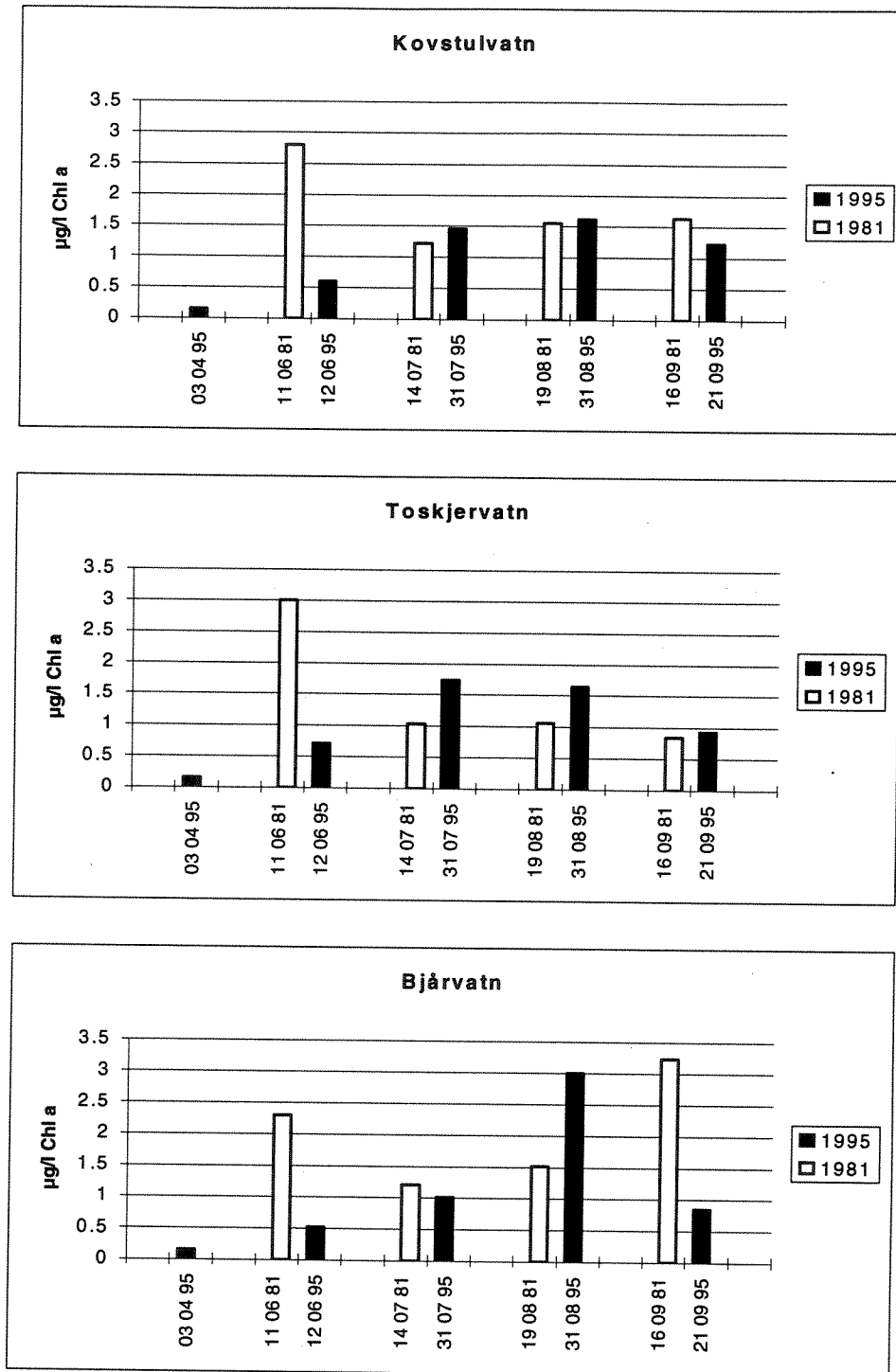


Fig. 8 Variasjoner i klorofyllmengde i Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn 1981 og 1995

## 4. Bakteriologiske forhold

Bakteriologiske analyser er utført på prøver fra 4 m dyp i vannmassene i de tre innsjøene. Analyseresultatene er fremstilt i tabell 3 nedenfor. Analysene omfatter totalantall bakterier/ml (kimtall) ved 20 ° C, koliforme bakterier/100 ml. ved 37 °C og termotolerante koliforme bakterier/100 ml ved 44°C.

Koliforme bakterier (37°C) er et mål på fekal forurensning fra varmblodige dyr og mennesker, men også en del jordbakterier inngår her. Termotolerante koliforme bakterier (44°C) er et mål på sikre tarmbakterier. Mengden av termotolerante koliforme bakterier i forhold til koliforme bakterier totalt, gir en indikasjon på hvor fersk en eventuell forurensning er.

Av tabell 3 ser en at det ikke ble registrert termotolerante koliforme bakterier i hverken Kovstulvatn eller Toskjervatn i 1995, mens det i Bjårvatn ble registrert 1-2 i prøvene gjennom sesongen. Mens det i Toskjervatn bare ble registrert 1-2 koliforme bakterier (37°C) totalt i prøvene ble det i Kovstulvatn registrert relativt mange om høsten, 12 og 24 pr 100 ml vann, ellers bare 1-2. De høye tallene om høsten kan henge sammen med stor nedbør og utvasking fra nedbørfeltet (hytteområder, husdyr beitende i nedbørfeltet). Det viser imidlertid ikke fersk fekal forurensning.

I Bjårvatn ble det, med unntak for 21. september, registrert omtrent det samme antall koliforme bakterier (37°C) som termotolerante bakterier (44°C). Dette tyder på en liten, men jevn, tilførsel til denne innsjøen av fersk fekal forurensning. Resultatene for september må henge sammen med en stor utvasking fra nedbørfeltet i tillegg.

Resultatene for 1995 viser gjennomgående at forholdene i 1995 i store trekk er som i 1981 med hensyn til innholdet av koliforme bakterier, hvis en ser året under ett.

Det totale antall bakterier, kimtallet, viser imidlertid en viss økning i 1995 sammenlignet med 1981 hvis en beregner det som gjennomsnitt. Unntaket er Bjårvatn som hadde omtrent samme nivå. Verdiene for det gjennomsnittlige kimtall var i 1981 i Kovstulvatn 58 pr. ml, i Toskjervatn 57 pr. ml og i Bjårvatn 394 pr. ml. I 1995 var tallene henholdsvis 184, 179 og 385 pr. ml.



Tabell 3 Bakterieanalyser av vann fra Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn 1995 ( 4 m dyp).

Dato	Kovstulvatn			Toskjervatn			Bjårvatn		
	Total. 20°C pr.ml	Koll. 37°C pr. 100 ml	Term.tol 44°C pr.100 ml	Total. 20°C pr.ml	Koll. 37°C pr. 100 ml	Term.tol 44°C pr.100 ml	Total. 20°C pr.ml	Koll. 37°C pr. 100 ml	Term.tol 44°C pr.100 ml
03 04 95	50	0	0	61	0	0	333	0	0
12 06 95	427	1	0	313	1	0	653	2	1
31 07 95	147	2	0	153	2	0	190	1	1
31 08 95	94	24	0	88	2	0	470	2	1
21 09 95	201	12	0	282	2	0	278	20	2

## Litteratur

- Berge,D., 1982: Resipientundersøkelser i Tuddalsvassdraget i forbindelse med planlagt turistsenter. NIVA rapport O-81026 (l.nr. 1354).
- Brettum, P. 1989: Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer. Planteplankton. NIVArapport O-86116 (l.nr. 2344).
- Holtan, H. og D. Rosland, 1992: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning (Statens forurensningstilsyn) nr. 92:06. Kortversjon.
- Rott,E., 1981: Some results from phytoplankton counting intercalibrations. Schweiz.Z.Hydrol. 43: 34-62.
- SFT-rapport 1995. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1994. Oslo (Statlig program for forurensningsovervåking. Rapp. 628/95).
- Utermöhl,H., 1958: Zür Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt.int.Ver.theor.angew.Limnol. vol.9: 1-38.

## **Vedlegg**

### Kovstulvatn 1995

Dato	03 04 95					12 06 95	31 07 95	31 08 95					21 09 95
	T °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> %met.	TotP/L µg/l P	TotP/L,m µg/l P	T °C	T °C	T °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> %met.	TotP/L µg/l P	TotP/L,m µg/l P	T °C
0	0.4					8.8		14.3	9.70	105			9.4
1	0.9	5.43	42	3	1	8.7	19.5	13.8	9.60	101	3	1	9.4
2	1.8					8.7	17.2	13.5	9.40	100			9.3
3	2.6					7.7	15.6						9.3
4	3.0					6.3	14.8	13.3	9.30	98			9.3
6						5.7	12.1	12.8	8.90	93			9.2
7	3.6	5.81	48	4	1						4	1	
8						5.5	8.6	8.9	8.50	81			9.1
10						4.6	7.2	7.0	7.80	71			8.7
12								5.9	7.20	63			
14	3.9	3.89	33	3	1			5.4	6.90	59	4	2	
15						4.6	5.7						5.8
17									5.80				
20						4.5	5.8		5.19		4	2	
21	4.0	1.89	16	5	3								5.6

### Toskjervatn 1995

Dato	03 04 95					12 06 95	31 07 95	31 08 95					21 09 95
	T °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> %met.	TotP/L µg/l P	TotP/L,m µg/l P	T °C	T °C	T °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> %met.	TotP/L µg/l P	TotP/L,m µg/l P	T °C
0	0.4					8.9		14.6	9.00	98			9.7
1	0.6	6.60	50	2	1	8.7	19.2	14.0	9.00	96	3	1	9.7
2	1.8					8.6	17.7	13.7	9.00	95			9.6
3	2.3					8.6	16.3						9.6
4	3.2					8.4	15.3	13.4	8.70	92			9.6
6						7.6	11.7	11.9	8.50	87			9.5
7	3.5	5.46	45	3	1			8.9	8.10	77	3	1	
8						5.0	8.3	7.8	8.10	75			9.2
10						4.6	8.2	7.7	8.10	71			8.7
12								5.8	8.00	70			
14	3.9	3.65	31	3	1			5.3	7.80	68	4	1	
15						4.6	7.8						5.7
17									6.53				
20						4.4	5.7		5.65		6	1	
21	4.0	2.64	22	4	2								5.4

### Bjårvatn 1995

Dato	03 04 95					12 06 95	31 07 95	31 08 95					21 09 95
	T °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> %met.	TotP/L µg/l P	TotP/L,m µg/l P	T °C	T °C	T °C	O <sub>2</sub> mg/l	O <sub>2</sub> %met.	TotP/L µg/l P	TotP/L,m µg/l P	T °C
0	0.3					7.2		15.4	10.50	110			9.7
1	0.4	6.23	46	3	1	7.2	18.6	15.4	10.50	110	5	1	9.7
2	0.4					6.8	17.7	15.1	10.20	107			9.6
3	0.5					6.7	16.8						9.6
4	0.6					6.7	16.2	15.0	10.20	106			9.6
6						6.5	13.8	14.8	10.00	103			9.5
8	2.0	5.92	45	3	1	6.4	10.8	11.1	9.70	93	3	1	9.2
10						6.3	9.7	8.6	9.60	87			8.7
12								7.2	10.20	88			
15						6.3	8.0	6.9	10.10	86			5.7
16	3.7	4.65	37	3	2						4	2	
20						6.3	7.4						5.4
25									5.63				
28									5.25				
30	4.3	0.42	4	15	5				4.71		10	3	

Tabell 4 Temperatur-, oksygen- og fosformålinger i ulike dyp i Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn 1995

### Kovstulvatn 1995

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Farg mg/l Pt	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	Klorofyll µg/l	Siktedyp m
03 04 95	6.63	1.88	0.34	19	210	3	< 0.25	
12 06 95	6.46	1.39	1	25.2	260	6	0.6	4.5
31 07 95	6.77	1.45	0.59	19.4	265	5	1.45	6.3
31 08 95	6.69	1.58	0.54	15.9	460	5	1.62	4.75
21 09 95	6.65	1.59	0.6	20	220	13	1.23	5

### Toskjervatn 1995

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Farg mg/l Pt	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	Klorofyll µg/l	Siktedyp m
03 04 95	6.61	2.13	0.27	24.4	345	3	< 0.25	
12 06 95	6.5	1.41	0.7	29.2	250	8	0.71	5
31 07 95	6.69	1.41	0.73	24.2	335	5	1.73	5.3
31 08 95	6.66	1.49	0.48	20.2	410	5	1.65	5.45
21 09 95	6.61	1.53	0.49	24.6	205	5	0.94	5.2

### Bjårvatn 1995

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Farg mg/l Pt	Tot-N µg/l N	Tot-P µg/l P	Klorofyll µg/l	Siktedyp m
03 04 95	6.34	2.78	0.27	22.3	755	4	< 0.25	
12 06 95	6.41	1.41	0.8	28.8	375	6	0.52	5.5
31 07 95	6.57	1.4	0.69	17.9	675	7	1.01	6.8
31 08 95	6.6	1.55	0.57	13.8	730	9	3.02	4.6
21 09 95	6.35	1.45	0.43	28.2	255	5	0.84	5.5

Tabell 5 Kjemisk-fysiske analyseresultater fra blandprøver 0-4 m dyp i Kovstulvatn, Toskjervatn og Bjårvatn 1995

Dato ⇒	950612	950731	950831	950921
<b>Gruppe</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>
<b>Arter</b>				
<b>Cyanophyceae</b> (blågrønnalger)				
Merismopedia tenuissima	.	.	0.3	0.4
<b>Chlorophyceae</b> (grønnalger)				
Botryococcus braunii	.	.	0.7	.
Chlamydomonas sp. (l=8)	0.5	.	0.3	.
Closterium sp.	0.2	.	.	.
Monoraphidium dybowskii	.	.	.	0.2
Monoraphidium griffithii	.	0.4	4.8	0.8
Oocystis submarina v.variabilis	0.1	0.8	0.7	1.0
Quadrigula pfitzeri	.	.	0.7	.
Scourfieldia cordiformis	.	0.1	0.1	.
Sphaerocystis schroeteri	.	0.6	33.1	6.8
<b>Sum</b>	<b>0.9</b>	<b>1.9</b>	<b>40.4</b>	<b>8.8</b>
<b>Chrysophyceae</b> (gullalger)				
Bitrichia chodatii	.	0.5	3.3	.
Chromulina sp.	2.0	.	3.7	1.1
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	0.7	1.9	0.5	0.5
Chrysococcus spp.	.	.	0.6	.
Chrysolykos skujai	0.9	.	.	0.1
Craspedomonader	2.6	.	.	0.3
Dinobryon borgei	.	.	0.5	.
Dinobryon crenulatum	.	3.6	2.5	.
Dinobryon cylindricum var.alpinum	0.2	.	.	.
Dinobryon sociale v.americanum	.	.	.	0.2
Kephyrion boreale	.	0.1	0.1	.
Kephyrion litorale	.	0.1	.	.
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	.	.	0.5	0.5
Mallomonas caudata	.	.	3.5	6.0
Mallomonas spp.	.	.	2.0	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	8.9	5.4	7.3	3.4
Pseudokephyrion entzii	.	0.2	0.5	.
Små chrysomonader (<7)	22.5	6.7	14.1	6.9
Spiniferomonas cf.bourellyi	0.3	0.3	0.3	.
Store chrysomonader (>7)	12.1	4.3	8.6	0.9
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0.5	.	0.5	0.5
Ubest.chrysophyceae	0.1	.	.	0.1
<b>Sum</b>	<b>50.7</b>	<b>23.2</b>	<b>48.6</b>	<b>20.4</b>
<b>Bacillariophyceae</b> (kiselalger)				
Achnanthes sp. (l=15-25)	0.8	.	.	.
Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)	.	.	1.8	0.5
Eunotia lunaris	0.1	.	.	.
Synedra sp. (l=40-70)	0.4	.	.	.
Tabellaria flocculosa	2.9	.	.	.
<b>Sum</b>	<b>4.1</b>	<b>.</b>	<b>1.8</b>	<b>0.5</b>
<b>Cryptophyceae</b>				
Cryptomonas erosa	.	.	12.6	7.6
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	.	.	19.4	11.7
Cryptomonas marssonii	.	0.4	4.4	3.5
Cryptomonas sp. (l=20-22)	.	.	25.4	20.6
Cryptomonas sp. (l=20-22, Chroomonas ?)	.	7.0	16.6	8.4
Cryptomonas spp. (l=24-28)	.	3.6	10.0	7.6
Katablepharis ovalis	0.3	0.9	0.4	0.6
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	0.6	1.1	2.7	2.5
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	2.7	6.2	6.9	2.7
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	.	0.7	2.6	0.5
<b>Sum</b>	<b>3.6</b>	<b>19.8</b>	<b>101.0</b>	<b>65.7</b>
<b>Dinophyceae</b> (fureflagellater)				
Gymnodinium cf.lacustre	9.5	.	0.9	0.5
Gymnodinium cf.uberrimum	.	.	.	7.2
Gymnodinium sp. (l=14-16)	.	.	.	1.4
Peridinium umbonatum (=P.inconspicuum)	2.8	1.2	5.4	7.0
Ubest. dinoflagellat (l=9-10)	.	.	1.2	.
Ubest.dinoflagellat	0.5	.	.	.
<b>Sum</b>	<b>12.8</b>	<b>1.2</b>	<b>7.6</b>	<b>16.1</b>
<b>My-alger</b>				
My-alger	9.0	13.0	11.3	5.0
<b>Totalsum</b> (mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> = mg våtvekt/m <sup>3</sup> )	<b>81.1</b>	<b>59.1</b>	<b>211.1</b>	<b>116.9</b>

Dato =>	950612	950731	950831	950921
<b>Gruppe</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>
<b>Arter</b>				
<b>Cyanophyceae</b> (blågrønnalger)				
Merismopedia tenuissima	.	10.0	40.8	5.6
Snowella lacustris	.	.	3.2	0.9
<b>Sum</b>	.	10.0	44.0	6.5
<b>Chlorophyceae</b> (grønnalger)				
Carteria sp. (l=6-7)	.	.	0.4	.
Chlamydomonas sp. (l=8)	0.3	0.3	0.3	.
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	.	.	.	0.2
Fusola viridis	.	.	0.5	.
Koliella sp.	.	.	.	0.2
Monoraphidium dybowskii	.	2.2	2.5	4.0
Monoraphidium griffithii	0.7	3.6	8.3	11.1
Oocystis submarina v.variabilis	0.3	4.6	1.0	1.9
Scourfieldia cordiformis	.	.	0.2	.
Sphaerocystis schroeteri	.	0.5	0.9	.
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	.	1.2	8.9	0.4
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	.	1.7	2.1	3.6
<b>Sum</b>	1.2	14.0	25.2	21.4
<b>Chrysophyceae</b> (gullalger)				
Bitrichia chodatii	.	5.8	1.5	1.3
Chromulina sp.	.	.	1.6	.
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	.	0.2	0.8	0.3
Chrysococcus spp.	.	.	0.2	0.6
Chrysolykos skujai	.	.	0.2	0.2
Craspedomonader	2.7	0.1	2.1	2.1
Cyster av Chrysolykos skujai	1.0	.	0.1	.
Dinobryon borgei	.	0.2	0.1	0.4
Dinobryon crenulatum	.	1.2	2.1	0.4
Dinobryon sociale v.americanum	.	.	2.1	.
Dinobryon suecicum	.	0.2	.	.
Løse celler Dinobryon spp.	.	.	1.1	.
Mallomonas akrokomos (v.parvula)	.	0.4	.	0.9
Mallomonas caudata	.	1.2	0.7	0.6
Mallomonas crassisquama	.	1.9	2.1	2.4
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	10.4	14.2	11.2	6.4
Pseudokephyrion entzii	.	0.1	0.4	.
Små chrysomonader (<7)	9.6	12.6	16.2	10.3
Spiniferomonas sp.	.	.	0.3	.
Store chrysomonader (>7)	2.6	5.2	12.9	5.2
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	.	.	0.8	0.8
Ubest.chrysophyceae	.	1.2	0.4	0.8
<b>Sum</b>	26.4	44.6	56.9	32.5
<b>Bacillariophyceae</b> (kiselalger)				
Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)	.	0.2	1.2	9.6
Eunotia lunaris	0.1	.	.	.
Navicula spp.	0.4	.	.	.
<b>Sum</b>	0.5	0.2	1.2	9.6
<b>Cryptophyceae</b>				
Cryptomonas marssonii	.	0.4	.	0.2
Cryptomonas sp. (l=15-18)	1.5	0.8	.	0.9
Cryptomonas sp. (l=20-22)	.	5.1	4.8	3.5
Cryptomonas spp. (l=24-28)	.	.	0.4	0.4
Cyathomonas truncata	0.2	.	.	.
Katablepharis ovalis	6.5	5.0	6.2	2.3
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	.	2.4	1.5	0.6
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	.	1.8	4.7	6.4
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	.	0.8	.	.
<b>Sum</b>	8.2	16.3	17.6	14.4
<b>Dinophyceae</b> (fureflagellater)				
Gymnodinium cf.lacustre	.	0.9	4.2	1.9
Gymnodinium sp. (28*25)	.	2.9	.	1.5
Gymnodinium sp. (l=14-16)	.	4.0	4.8	.
Peridinium umbonatum (=P.inconspicuum)	.	.	0.3	.
Ubest.dinoflagellat	.	0.5	.	0.5
<b>Sum</b>	.	8.4	9.4	3.8
<b>Xanthophyceae</b> (gulgrønnalger)				
Ubest.xanthophyceae	0.4	.	.	.
<b>My-alger</b>				
My-alger	13.9	15.1	20.2	9.1
<b>Totalsum</b> (mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> = mg våtvekt/m <sup>3</sup> )	50.5	108.4	174.5	97.3

Dato →	950612	950731	950831	950921
<b>Gruppe</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>	<b>Volum</b>
<b>Arter</b>				
<b>Cyanophyceae</b> (blågrønnalger)				
Merismopedia tenuissima	.	3.3	2.6	2.8
Snowella lacustris	.	0.2	2.3	0.5
Woronichinia compacta	.	.	0.3	0.2
<b>Sum</b>	.	3.4	5.2	3.4
<b>Chlorophyceae</b> (grønnalger)				
Chlamydomonas sp. (l=8)	0.5	0.5	0.5	0.3
Closterium setaceum	0.4	.	.	.
Crucigenia quadrata	.	.	.	1.2
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	.	.	0.6	0.2
Euastrum bidentatum	.	.	0.3	.
Koliella sp.	1.0	0.2	0.3	4.5
Monoraphidium dybowskii	0.2	1.5	0.2	0.6
Monoraphidium griffithii	0.6	9.1	12.2	15.6
Oocystis submarina v.variabilis	0.7	6.4	.	1.3
Scourfieldia cordiformis	.	0.2	0.4	.
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)	.	0.7	1.2	0.3
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	.	4.5	5.1	6.4
<b>Sum</b>	3.5	23.1	20.8	30.3
<b>Chrysophyceae</b> (gullalger)				
Bitrichia chodatii	.	8.7	0.5	0.3
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	.	0.7	.	0.2
Chrysococcus spp.	.	0.2	0.2	.
Chrysolykos skujai	2.3	.	.	.
Craspedomonader	.	0.5	1.2	2.0
Cyster av Chrysolykos skujai	0.5	.	.	.
Dinobryon borgei	1.1	1.4	0.1	.
Dinobryon crenulatum	.	5.5	1.7	.
Dinobryon sociale v.americanum	0.3	1.8	.	.
Løse celler Dinobryon spp.	.	0.3	.	.
Mallomonas caudata	.	.	.	0.5
Mallomonas crassisquama	5.8	.	1.9	3.9
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	14.5	13.0	10.3	8.7
Pseudokephyrion alaskanum	0.1	0.2	.	.
Pseudokephyrion entzii	.	0.3	.	.
Små chrysomonader (<7)	19.1	15.8	11.5	11.7
Spiniferomonas cf.bourellyi	.	1.7	.	0.3
Store chrysomonader (>7)	17.2	17.2	7.8	5.2
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	2.9	0.3	0.3	4.8
Ubest.chrysophyceae	0.2	0.4	0.1	0.1
Uroglena americana	.	0.6	.	.
<b>Sum</b>	64.0	68.6	35.6	37.6
<b>Bacillariophyceae</b> (kiselalger)				
Achnanthes sp. (l=15-25)	1.2	.	.	.
Cyclotella sp. (d=8-12 h=5-7)	.	1.4	2.8	20.6
Eunotia lunaris	0.1	.	.	.
<b>Sum</b>	1.3	1.4	2.8	20.6
<b>Cryptophyceae</b>				
Cryptomonas marssonii	.	.	0.6	0.7
Cryptomonas sp. (l=15-18)	1.3	0.5	.	.
Cryptomonas sp. (l=20-22, Chroomonas ?)	.	6.4	6.8	12.1
Katablepharis ovalis	1.2	2.4	2.8	6.2
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	0.6	0.6	1.9	2.0
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	.	1.4	1.3	1.4
Ubest.cryptomonade (l=6-8) Chro.acuta ?	.	1.5	0.0	.
<b>Sum</b>	3.1	12.7	13.4	22.4
<b>Dinophyceae</b> (fureflagellater)				
Gymnodinium cf.lacustre	18.9	3.4	2.6	3.7
Gymnodinium sp. (28*25)	.	5.8	.	1.5
Gymnodinium sp. (l=14-16)	.	2.9	2.4	2.2
Katodinium sp. (l=12-14)	.	.	0.2	.
Peridinium umbonatum (=P.inconspicuum)	1.6	4.2	10.2	0.7
Ubest.dinoflagellat	1.4	0.9	.	.
<b>Sum</b>	21.9	17.3	15.4	8.0
<b>Xanthophyceae</b> (gulgrønnalger)				
Ubest.xanthophyceae	0.1	.	.	.
<b>My-alger</b>				
My-alger	13.4	13.0	10.8	12.1
<b>Total sum</b> (mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> = mg våtvekt/m <sup>3</sup> )	107.3	139.5	103.9	134.4

## **Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3401-96.

ISBN 82-577-2932-9