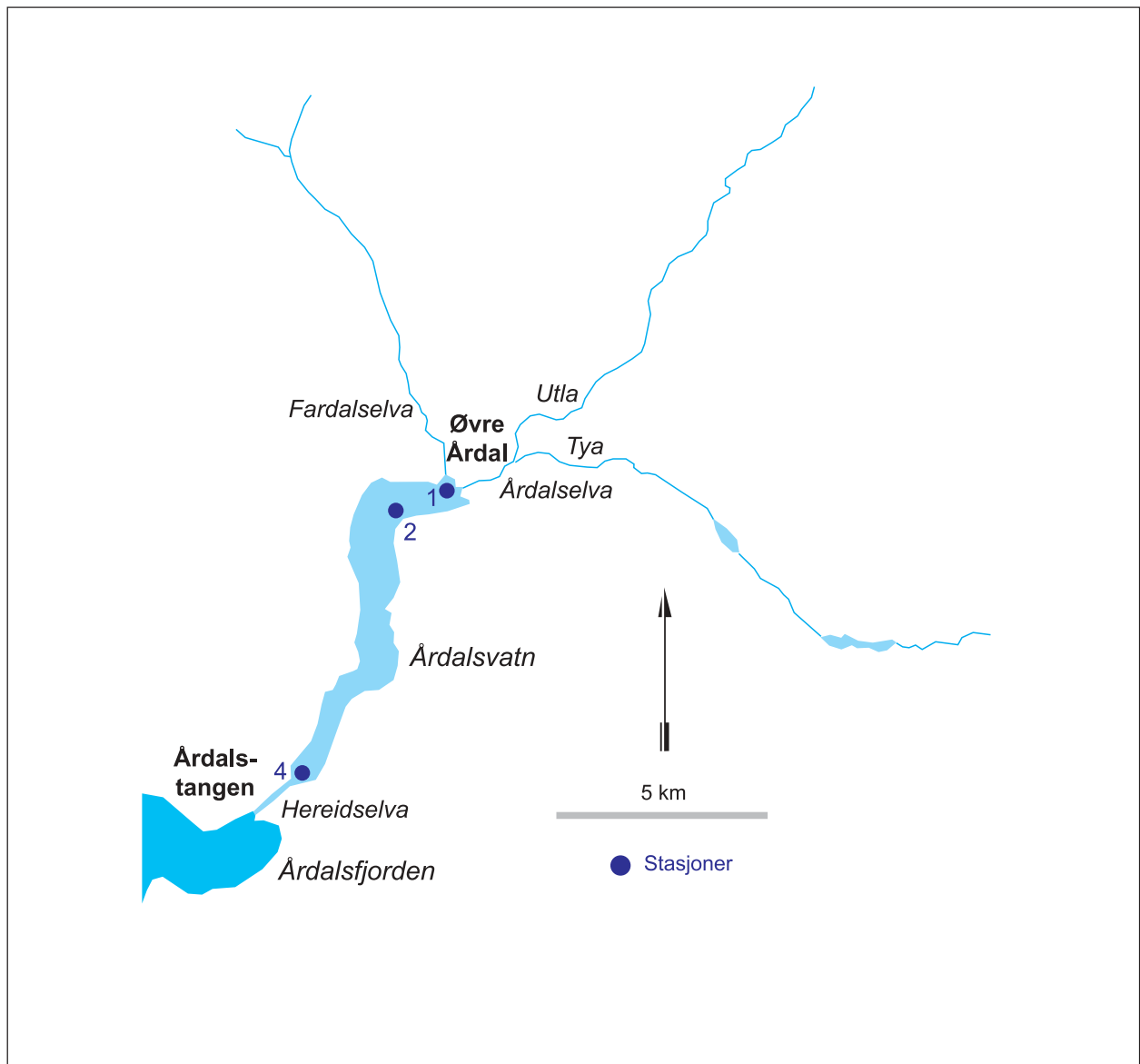


NIVA



RAPPORT LNR 4471-2002

# Undersøkelser i Årdalsvatn 2001



**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  
5008 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 Undersøkelser i Årdalsvatn 2001.	Løpenr. (for bestilling) 4471-2002	Dato 10. januar 2002
	Prosjektnr. Undernr. O-99113	Sider Pris 42 (inkl. vedlegg)
Forfatter(e) Pål Brettum	Fagområde Vassdrag	Distribusjon
	Geografisk område Sogn og Fjordane	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Årdal kommune, Kommunaltekniske tenester	Oppdragsreferanse
--	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>En kontrollundersøkelse av vannkvaliteten i Årdalsvatn ble gjennomført i 2001 som i 2000. Bakgrunnen for undersøkelsene var at kommunen endret utslippsdyp for avløpet fra renseanlegget på Farnes i Øvre Årdal fra 30 m til ca. 6 m i 2000. Undersøkelse av de fysiske-kjemiske forhold, planteplankton og bakterieinnhold som er gjennomført i 2000 og 2001, ble også gjennomført i 1999 for å beskrive førsituasjonen, slik at en kunne registrere eventuelle endringer i vannkvaliteten som følge av endret utslippsdyp. Det ble i 2001 bare samlet inn prøver fra tre av de tidligere stasjonene, men til gjengjeld ble prøver for analyser samlet inn fire ganger gjennom sesongen fra hver av stasjonene. Analyseresultatene for 2001 viste en økning i fargetall (løst organisk stoff), turbiditet (partikkelinnhold), totalfosfor og ortofosfat i blandprøvene (0-10 m dyp). Bakterieinnholdet, også termotabile koliforme bakterier, viste høyere verdier i 6 m sammenlignet med 30 m dyp først og fremst på stasjon 1 nær utslippsstedet. En økning i partikkelinnhold (turbiditet) og bakterieinnhold, inkludert termotolerante koliforme bakterier, ble registrert i blandprøvene (0-10 m) og 6 m prøvene på de andre stasjonene, også stasjon 4 helt sør i Årdalsvatn, i 2001 i motsetning til i 2000. På stasjon 4 registrerte en 11 termotolerante koliforme bakterier/100 ml i 6 m dyp i juli. En registrerte også til tider en viss økning i fosforinnholdet på stasjon 2 i 2001. Økning av tilgjengelig fosfor for algevekst har så langt ikke ført til økt algebiomasse. Resultatene for 2001 viser at endret utslippsdyp for avløpsvannet kan få negative virkninger på vannkvaliteten i Årdalsvatn, og det er derfor viktig å følge med utviklingen i Årdalsvatn over flere sesonger.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Overvåking 2001</li> <li>2. Årdalsvatn</li> <li>3. Vannkjemi og planteplankton</li> <li>4. Bakteriologi</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitoring 2001</li> <li>2. Lake Årdalsvatn</li> <li>3. Water chemistry and Phytoplankton</li> <li>4. Bacteriology</li> </ol>
---	--

*Pål Brettum*  
Prosjektleder

*Anne Lyche Solheim*  
Forskningsleder

*Nils Roar Sælthun*  
Forskningsjef

O-99113

**Undersøkelser i Årdalsvatn 2001**

## Forord

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har også i 2001 overvåket vannkvaliteten i Årdalsvatn på oppdrag fra Årdal kommune. All innsamling av prøver og målinger i felten av siktedyp og temperatur er utført av personell knyttet til Kommunaltekniske tenester i Årdal Kommune.

NIVA har foretatt overvåkingsundersøkelser i Årdalsvatn flere ganger de senere årene, men programmet for undersøkelsene i 2001 var noe endret fra tidligere år, ved at prøver bare ble samlet fra tre stasjoner, men til gjengjeld fire ganger gjennom sesongen.

De bakteriologiske analysene er utført ved Næringsmiddeltilsynet for Sogn i Sogndal, som tidligere.

De fysisk-kjemiske analysene er utført ved NIVAs analyselaboratorium. Planteplanktonanalysene er foretatt av Pål Brettum, som også har utformet og står ansvarlig for denne rapporten.

Oslo, 10. januar 2002

*Pål Brettum*

---

# Innhold

<b>Sammendrag og konklusjon</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
1.1 Bakgrunn for undersøkelsen	8
1.2 Målsetting og undersøkelsesprogram	8
<b>2. Resultater og diskusjon</b>	<b>10</b>
2.1 Nedbørforholdene	10
2.2 Lufttemperaturen	10
2.3 Vannføring	11
2.4 Fysisk-kjemiske forhold	13
2.4.1 Temperatur og siktedyp	13
2.4.2 Surhetsgrad, konduktivitet, turbiditet og farge	13
2.4.3 Næringssaltene fosfor og nitrogen	21
2.4.4 Totalt organisk karbon (TOC)	25
2.5 Planteplankton	25
2.6 Bakteriologiske forhold	27
<b>3. Referanser</b>	<b>30</b>
<b>4. Vedlegg</b>	<b>31</b>

---

## Sammendrag og konklusjon

Overvåking av vannkvaliteten i Årdalsvatn er gjennomført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) flere ganger i 90-årene. Bakgrunnen for undersøkelsene i 2001 var en videreføring av kontrollundersøkelsene som Årdal kommune gjennomfører etter at de i 2000 endret utslippsdypet for avløp fra renseanlegget ved Farnes i Øvre Årdal fra 30 m dyp til ca. 6 m dyp. Kommunen ville følge opp med undersøkelse av vannkvaliteten før og etter en slik endring. Da 2001 var andre året med utslipp høyere opp i vannmassene, har en nå fått et bedre grunnlag for å vurdere eventuelle effekter på vannkvaliteten som følge av endret utslippsdyp. Undersøkelserprogrammet for 2001 har vært noe endret i forhold til tidligere år, med blandprøver fra 0-10 m dyp og prøver fra 30 m dyp samlet inn fra bare tre av de tidligere stasjonene i Årdalsvatn ( stasjon 1,2 og 4), men til gjengjeld fire ganger i løpet av sesongen fra hver stasjon.

Analyseresultatene for 2001 viste noen endringer i forhold til tidligere undersøkelser. En del av de variasjonene en registrerer i Årdalsvatn skyldes variasjoner i vannføringen og smeltevannstilførsler fra høyfjellsområdene, men i 2001 som i 2000 var det en relativ jevn og lav vannføring store deler av sommeren og høsten. Maksimum ble i 2001, som tidligere år, registrert i månedsskiftet juni/juli men var mindre utpreget enn enkelte tidligere år som for eksempel 1999. Vanntemperaturen var lav. Tilførselen av breslam var større enn i 2000, utover sommeren og høsten. Siktedypet var stort, 12.5-13 m tidlig i sesongen før avsmeltingen i høyfjellet. Resten av sommeren og høsten var det lite siktedyp, betydelig mindre enn i 2000, noe som viser relativt mye breslam i det tilførte elvevannet.

Innholdet av totalnitrogen var lite, som tidligere år, og verdiene i blandprøvene 0-10 m og 30 m dyp forholdsvis like, hovedsakelig mellom 100-150 µg/l N. Innholdet av totalfosfor og ortofosfat viser derimot noe høyere verdier i 2001 sammenlignet med 2000. Verdiene i blandprøvene var gjennomgående høyere enn i 30 m dyp gjennom sesongen 2001. I juli ble det imidlertid registrert totalfosfor på henholdsvis 9 µg/l P (0-10 m) og 13 µg/l P (30 m) på stasjon 1. Forøvrig lå verdiene for totalfosfor i alle prøvene mellom 3 og 7 µg/l P. Også innholdet av ortofosfat viste en tilsvarende økning i juli på stasjon 1 med henholdsvis 7 (0-10 m) og 11 (30 m) µg/l P. Også stasjon 2 hadde på dette tidspunktet noe høyere ortofosfatverdier med 5 µg/l P i begge prøvene. For resten av prøvene varierte ortofosfat mellom <1 og 4 µg/l P.

Av de øvrige kjemiske parametrene som ble analysert viste turbiditet og farge endringer sammenlignet med tidligere år, også 2000. Turbiditeten var markert høyere gjennom det meste av sesongen 2001 sammenlignet med tidligere år. Verdiene i 2001 var oppe i over 4 FNU (tidligere FTU) mens den

tidligere år sjelden oversteg 1.5 (FTU). Dette viser økt innhold av partikulært materiale i vannmassene, som trolig skyldtes en kombinasjon av økte tilførsler fra nedbørfeltet og økt tilskudd av partikler fra renseanlegget.

Fargetallet, som er et mål på løst organisk materiale i vannmassene, viste på stasjon 1 en markert økning sammenlignet med tidligere år, først og fremst i blandprøvene fra 0-10 m dyp. En viss økning i fargetall i blandprøvene registrerte en også i 2000 på denne stasjonen, men verdiene var lavere enn i 2001. Tilsvarende ble ikke registrert i 1999. Dette må være en effekt av det endrete utslippsdypet. Tilsvarende endringer ble ikke registrert på stasjon 2 og 4 i 2001 for denne parameteren. Der var nivået omtrent som tidligere år.

Analysene av planteplanktonet i 2001 viste samme variasjonene i sammensetning og svært lite algebiomasse, som tidligere år. Viktigste planteplanktongrupper, som prosentvis andel av total algebiomasse, var i 2001 som tidligere, Chrysophyceae (gullalger), Dinophyceae (fureflagellater) og til tider Cryptophyceae (svelgflagellater). Innholdet av tilgjengelig fosfor er ofte begrensende faktor for algevekst i norske innsjølokaliteter. Endring av utslippsdyp for avløp fra renseanlegget fra 30 m til ca. 6 m dyp og økt innhold av fosfat i lyslagene av vannmassene (den eufotiske sone), skulle en tro ville føre til økt planteplanktonvekst. Dette har en så langt ikke kunnet registrere. Det er derfor tydelig at det er andre faktorer som også virker hemmende på algevekst i Årdalsvatn. Dette kan være fysiske faktorer som temperatur, turbulens og minsket lysgjennomtrengelighet på grunn av høy turbiditet.

De bakteriologiske analysene viser at innholdet av termotolerante koliforme bakterier var betydelig høyere i 6 m dyp enn i 30 m dyp på stasjon 1 i 2001 som i 2000, selv om verdiene i 2001 var lavere. I motsetning til i 2000 registrerte en imidlertid en betydelig økning av verdiene i 6 m dyp også på stasjon 2 og til tider også på stasjon 4 helt sør i innsjøen. Denne økningen i innholdet av termotolerante koliforme bakterier i vannmassenes øvre lag på alle stasjonene er en tendens som en ikke registrerte i prøvene fra 2000. Tendensen til økt innhold også på stasjon 4, i sørenden av Årdalsvatn, vil gjøre bruk av råvann mindre egnet til drikkevann for industriområdet på Årdalstangen. Vannet blir behandlet før det går ut på nettet og kommunen opplyser at de ikke har påvist koliforme bakterier ved analyser av prøver fra nettet.

**Konklusjon:** Økningen av antall prøver gjennom sesongen har gitt et tydeligere bilde av variasjonene i vannkvaliteten i Årdalsvatn. Tendensen er at enkelte parametre viser økte verdier, først og fremst på stasjon 1 og i de øvre vannlag (blandprøver 0-10 m dyp). Det er i første rekke innholdet av totalfosfor og ortofosfat, turbiditet, fargetall samt innholdet av bakterier, også termotolerante koliforme bakterier,

som viser økende tendens. For noen parametre som turbiditet, bakterieinnhold og til en viss grad fosfor, ble det registrert en økning også på de andre stasjonene. Måleresultatene for 2000 ga ingen indikasjoner på at endret utslippsdyp syntes å ha noen spesielt uheldig virkning på vannkvaliteten i Årdalsvatn, med unntak av nærområdet rundt stasjon 1 (utslippsområdet). Registreringene og måleresultatene for sesongen 2001 viser imidlertid at endringen av utslippsdyp har gitt en mer negativ tendens for vannkvaliteten enn det en kunne se av resultatene i 2000, selv om en på tross av økt innhold av tilgjengelig fosfor for algevekst så langt ikke har registrert en økt algebiomasse. Ut fra den noe negative tendensen en har registrert i 2001, anbefaler vi at kontrollundersøkelsene av vannkvaliteten opprettholdes omtrent i det omfang som de har hatt i 2001, også gjennom sesongen 2002.



# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn for undersøkelsen

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har gjennomført flere undersøkelser av vannkvaliteten i Årdalsvatn over en lengre tidsperiode. De første spredte undersøkelsene ble utført i 1969-70 (Kristiansen 1971, Grande 1971) mens en mer omfattende undersøkelse ble gjennomført både av Årdalsvatnet, tilløpselvene og utløpselven i 1983-84 (Lingsten og medarb. 1986). Gjennom 90-årene er det gjennomført undersøkelser, for det meste som kontrollundersøkelser, i 1990, 1992, 1994, 1997, 1999 og 2000 (Brettum 1990, 1992, 1995, 1997, 1999 og 2001), for å overvåke effekten av utslipp fra renseanlegget ved Farnes i Øvre Årdal på vannkvaliteten i Årdalsvatnet.

I 2000 endret kommunen utslippsdypet for renseanlegget fra 30 m dyp, som det hadde vært tidligere, til ca. 6 m dyp. Undersøkelsene i 1999 ble derfor lagt opp med dette som bakgrunn og som en beskrivelse av "førsituasjonen". Undersøkelsene i 2000 var kontrollundersøkelser for å følge med om endringene av utslippsdyp fra renseanlegget førte til vesentlige endringer av vannkvaliteten i Årdalsvatnet, og undersøkelsene i sesongen 2001 har vært en videreføring av disse kontrollundersøkelsene.

## 1.2 Målsetting og undersøkelsesprogram

Undersøkelsesprogrammet både i 1999 og 2000 var i omfang omtrent som tidligere års kontrollprogram, men fordi utslippsdypet ble endret, ble prøver samlet inn både som blandprøver i dypet 0-10 m, som tidligere, og fra 30 m dyp slik det også ble gjort enkelte tidligere år (Brettum 1990, 1992). Det ble analysert på de samme kjemiske parametre i blandprøvene fra 0-10 m og prøvene fra 30 m dyp. Dette ble gjort for å få et bredere grunnlag å vurdere eventuelle endringer på. Med grunnlag i de tidligere undersøkelsene ble det bestemt at en gjennom sesongen 2001 skulle samle prøver bare fra tre av de tidligere stasjonene, men til gjengjeld skulle en ha fire innsamlinger fra hver av stasjonene fordelt over sesongen, mot tre tidligere.

Prøver ble i 2001 samlet inn 18. juni, 16. juli, 13. august og 10. september fra de tre tidligere prøvetakings-stasjonene; stasjon 1, stasjon 2 og stasjon 4 (se kartskissen fig. 1). Prøvene omfattet, som tidligere, kvantitative planteplanktonprøver ved siden av prøver for fysisk-kjemiske analyser og bakteriologiske analyser. Planteplanktonprøvene ble samlet inn som blandprøver i vannsjiktet 0-10 m dyp på hver stasjon. Bakteriologiske prøver ble samlet inn som tidligere fra 6 m og 30 m dyp, men

bare fra tre av prøvetakingstidspunktene, 18. juni, 16. juli og 10. september. I tillegg til innsamlinger av de nevnte prøvene ble det på hver stasjon målt siktedypet og vanntemperatur i ulike dyp.

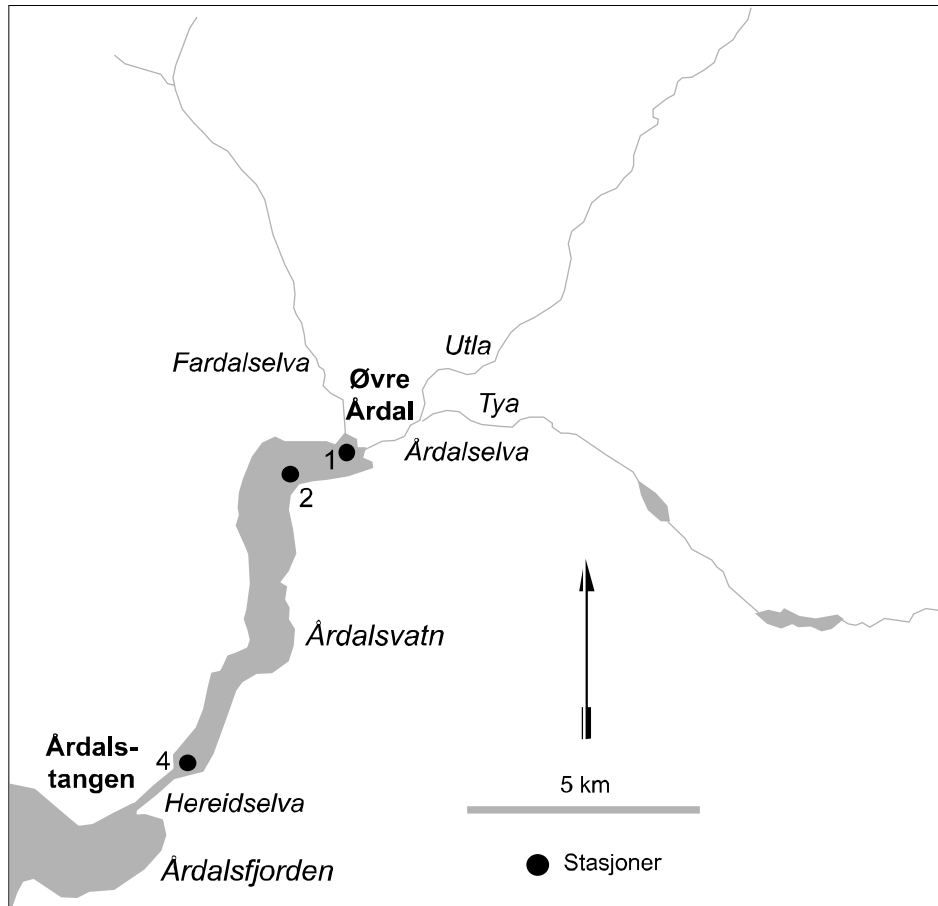


Fig. 1 Prøvetakingsstasjoner i Årdalsvatn i 2001.

## 2. Resultater og diskusjon

### 2.1 Nedbørforholdene

Øvre Årdal er ikke helt representativ for nedbørforholdene i hele nedbørfeltet for Årdalsvatnet. Indre fjordstrøk vil ofte ligge delvis i regnskyggen, og nedbøren er derfor mindre på årsbasis enn f.eks i deler av fjellområdene. Årsnedbør i Øvre Årdal på 600-700 mm er lite sammenlignet med målestasjoner i fjellheimen som registrerer opp til 1500 mm.

Som figur 2 viser varierer nedbøren for enkelte måneder relativt mye fra år til år.

I 1999 og 2000 kom den største nedbørmengden i juni, og i 2000 var den nær det tredoble av normal nedbørmengde i juni, og markert større enn i 1999. I 2001 var nedbøren nær det normale i juni. I juli var det til gjengjeld svært lite nedbør i 2000, bare omkring en firedel av normalen (normalen er gjennomsnitt av nedbøren for perioden 1961-1990) og mye mindre enn i 1999. I 2001 var nedbøren i juli noe større enn normalen. I august 2000 falt det noe mer enn normal nedbør og i september litt mindre. Også i 2001 var nedbøren i august over normalen, men til gjengjeld var nedbøren i september svært liten, bare omkring en tredel av det normale. For sesongen som helhet kan en si at nedbøren i 2000 var betydelig over det normale på våren og forsommeren, lavere midtsommers, og mer eller mindre som normalt på ettersommeren og første del av høsten. Nedbøren i 2001 var, sesongen sett under ett, betydelig lavere enn i 2000, og samlet omtrent som i 1999, men den var i 2001 jevnere fordelt gjennom sesongen enn de to foregående årene. Samlet lå den i 2001 noe under det normale.

### 2.2 Lufttemperaturen

Da Meteorologisk Institutt (DNMI) ikke har noen målestasjon for lufttemperatur i Øvre Årdal, må en benytte resultatene fra Lærdal, som er nærmeste meteorologiske målestasjon som registrerer variasjoner i lufttemperaturen. Figur 2 viser at det gjennomgående var høyere lufttemperatur på denne målestasjonen store deler av juni og juli og tildels svært mye høyere i første del av juli i 2001, sammenlignet med 2000, mens den i siste del av juli og begynnelsen av august lå tildels betydelig under. Resten av sesongen var den omtrent som i 2000, men jevnere. Bare mot slutten av september, da det var høye temperaturer i 2000, var det svært lave middeltemperaturer i 2001.

Døgnmiddelet var over 20 °C noen dager i første halvdel av juli. Til gjengjeld var den nede i 4 °C i slutten av september 2001.

### **2.3 Vannføring**

I figur 2 er sammenstilt vannføringsdata for Utlea i Øvre Årdal i sommerperioden juni-september 1999, 2000 og 2001. Selv om det ble registrert maksimum vannføring også i 2001, som tidligere år, i månedsskiftet juni/juli, var toppen lite markert på samme måte som i 2000. Maksimum var på 123 m<sup>3</sup>/s i 2001. Tilsvarende maksimum i 1999 var 313 m<sup>3</sup>/s og 103 m<sup>3</sup>/s i 2000.

Nedbøren var omkring det normale i juni 2001, og dette sammen med at snøsmeltingen i høyfjellet kanskje var jevnere, kan være årsaken til den noe mindre kraftige vannføringen i Utlea ved maksimum i 2001, enn enkelte tidligere år. Det første vannprøvesettet ble tatt 18. juni i 2001, før vannføringen økte mot det maksimale, og det store siktedypet da på mellom 12.5 og 13 m viser at det var lite finpartikulært materiale i det tilførte vannet.

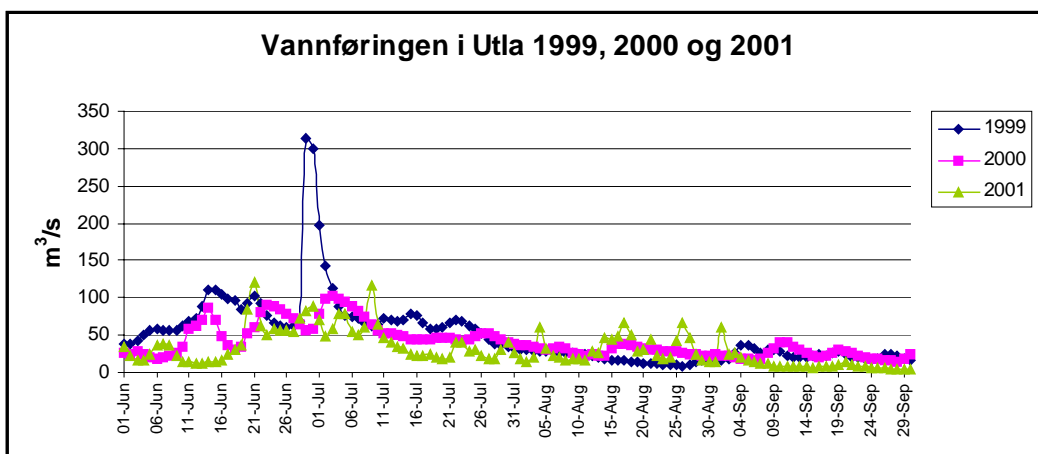
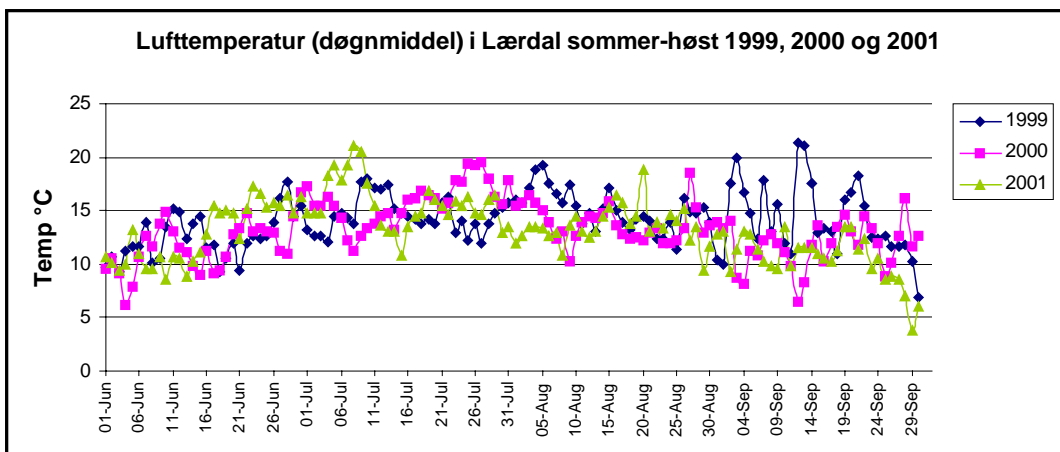
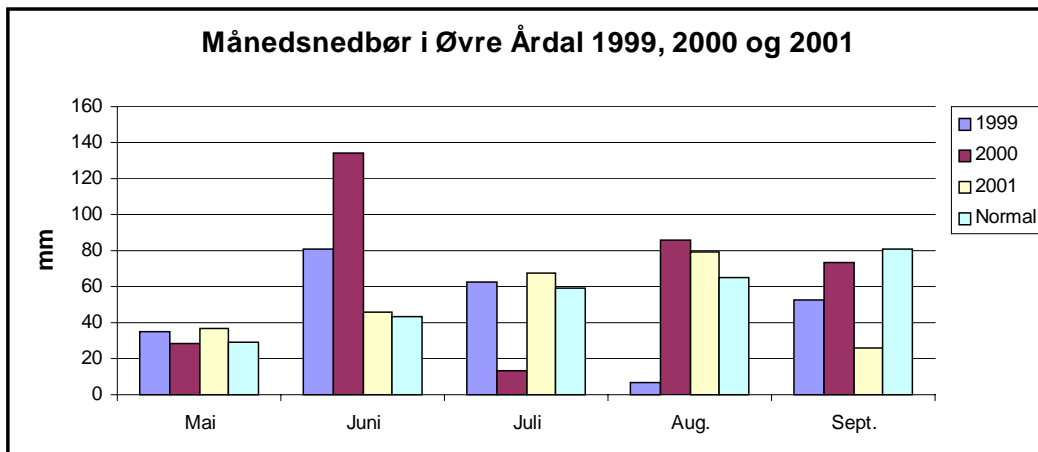


Fig. 2 Variasjoner i månedssum nedbør (Øvre Årdal), døgnmiddel lufttemperatur (Lærdal) og vannføring i Utlea (Øvre Årdal) i 1999, 2000 og 2001.

## 2.4 Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultatene for de fysisk-kjemiske parametrene på de tre prøvetakingsstasjonene i 2001 er gitt i figurene 3-10 og tabellene 2-4 i vedlegget. Temperaturmålingene er samlet i tabell 1.

Analysemetodikken for pH, konduktivitet, turbiditet og farge følger Norsk Standard (NS). Til analyse av næringssaltene (totalfosfor, ortofosfat, totalnitrogen og nitrat) er benyttet en automatisert versjon av Norsk Standard. Analysene av TOC (totalt organisk karbon) er utført gjennom oksydasjon ved UV-belysning og peroksodisulfat.

### 2.4.1 Temperatur og siktedyp

I tabell 1 i vedlegget er temperaturmålingene for de tre stasjonene sammenstilt. Som målingene viser var det relativt god sirkulering av vannmassene det meste av året i de øverste 30 m, selv om målingen i midten av juli viser en tendens til noe termisk sjiktning. I 2000 var vannet kaldt midt på sommeren med en temperatur nær overflaten på bare 10.6-11.3 °C. Også i 2001 var temperaturen lav gjennom hele sesongen med registrert maksimum på stasjon 2 i august med 11.7 °C. Samlet viser temperaturmålingene for 2001 kalde vannmasser, men betydelig høyere temperaturer i september enn hva en registrerte i september 2000.

Tidlig på sommeren 2000 var det bare 4.5-5 m siktedyp (figur 3), på grunn av mye breslam i vannet. Dette finfordelte brepartikkelmaterialet påvirker siktedypet over hele sjøen da det kan føres med vannmassene langt vekk fra innløpet. I 2001 var det et stort siktedyp i midten av juni på 12.5-13 m, før tilførslene av breslam fra høyfjellet kom, men i juli var det også i 2001 svært lite siktedyp på bare omkring 3 m. Figur 2 viser at det var noe mer variert og tildels større vannføring i Utlea i august 2001 enn i 2000, selv om den var minimal gjennom hele september. Tilførslene av smeltevann fra høyfjellet må ha vært større i 2001 enn i 2000 utover ettersommeren og høsten, noe som førte til at siktedypet holdt seg mindre gjennom hele denne perioden i 2001 sammenlignet med 2000, da siktedypet økte markert utover ettersommeren og høsten.

### 2.4.2 Surhetsgrad, konduktivitet, turbiditet og farge

Analyseresultatene for disse parametrene er vist i tabellene 2-4 (vedlegg ), og variasjonene i de enkelte parametrene for prøvestasjonene i 1997, 1999, 2000 og 2001 er fremstilt i figurene 4-7.

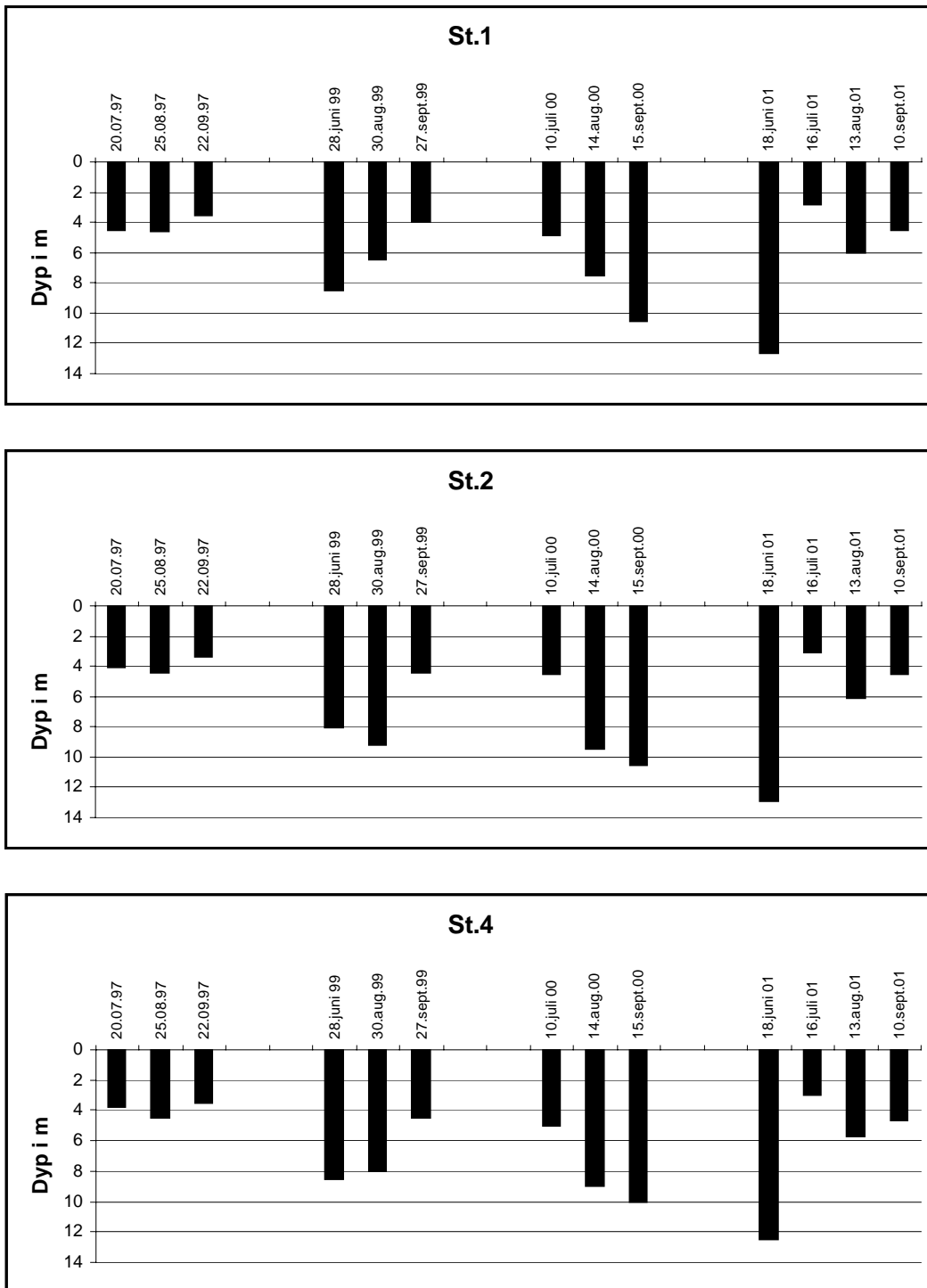


Fig. 3 Variasjoner i siktedyb på stasjoner i Årdalsvatn 1997, 1999, 2000 og 2001.

Resultatene for 1997, 1999 og 2000 er tatt med for sammenligningens skyld. For tidligere analyseresultater fra 90-årene henvises til Brettum (1990, 92 og 95).

Figur 4 viser at pH (surhetsgraden) varierte svært lite på alle stasjonene i Årdalsvatn i 2001, som tidligere år, i blandprøvene fra 0-10 m dyp. Verdiene lå mellom 6.37 og 6.52. På alle tre stasjonene var pH tilnærmet lik i blandprøvene og prøvene fra 30 m dyp på all fire prøvetakingstidspunktene. Figuren viser at for 1997, 1999 og 2000 lå pH på samme nivået, og også resultatene fra tidligere år (Brettum 1990, 92 og 95) viser det samme.

Konduktiviteten (ledningsevnen) er et mål for mengden av løste salter i vannmassene. Som tidligere år varierte også denne parameteren lite gjennom sesongen 2001. Verdiene lå mellom 0.83 og 1.18 mS/m for blandprøvene. Konduktivitet i Årdalsvatnet har gjennom alle år med undersøkelser vært lav, noe som viser lite innhold av løste salter. Av figur 5 ser en at verdiene for konduktivitet var relativt like i blandprøvene og i prøven fra 30 m dyp på all tidspunktene i 2001, noe som viser godt blandete vannmasser, selv om verdiene gjennomgående var litt høyere i 30 m.

I vannmasser som er så direkte påvirket av avrenningsvann fra nærområdene hele sesongen og fra høyfjellsområdene i smelteperioden senere i sesongen, og der vannføringen vanligvis varierer en del i løpet av sommersesongen, vil en ofte få variasjoner i verdiene for enkelte parametre. Gjennom prøvetakings-perioden 2001 var imidlertid variasjonene svært små fra stasjon til stasjon for de fleste fysisk-kjemiske parametrene, som følge av at vannføringen i elvene var relativt jevn i perioden (se figur 2), selv om enkelte parametre viste en del variasjoner også da.

Vannets innhold av partikler (turbiditet) varierer noe i Årdalsvatn som en direkte følge av tilført smeltevann fra høyfjellsområdene. Når avsmeltingen i høyfjellet i sommerperioden er kraftigst, vil partikkelinnholdet vanligvis være størst. Da øker også innholdet av breslam. Tidspunktet for maksimal påvirkning på vannmassene av breslampartikler varierer fra år til år avhengig av temperatur og nedbør i høyfjellet. I 2000 var det en utvikling med mye breslam og høy turbiditet i juli og avtagende utover ettersommeren og tidlig høst. I juli var siktedypet omkring 5 m, i september 10 m, som vist tidligere. I 2001 var det svært liten turbiditet og siktedyp på 12.5-13 m i juni og svært høy turbiditet og et siktedyp på bare omkring 3 m i juli, og også høy turbiditet og forholdsvis lite siktedyp på bare omkring 4.5 m i september.

Siktedypet korrelerer i store trekk omvendt med turbiditeten (partikkelinnholdet) i innsjøer som Årdalsvatnet, der planteplankton-innholdet og innholdet av løst organisk stoff er svært lite.



Sammenligner en figur 3 (siktedyp) og figur 6 (turbiditet) ser en tydelig denne korrelasjonen. Verdiene for turbiditet var gjennomgående klart høyere i 2001 på alle stasjonene sammenlignet med tidligere år.

Både i 1999 og 2000 varierte turbiditeten ca. 1 FTU i alle observasjonene, mens den i 2001 lå fra 1.5-4 FNU (tidligere FTU) fra juli-september. De økte verdiene som ble registrert i 2001 kan skyldes økte tilførsler av breslam eller økt tilskudd av partikler fra renseanlegget. Da turbiditeten i juni før breslamtilførslene startet var svært lav, og så økte markert etter dette, kan det se ut til at økningen skyldtes breslam. På den annen side var ikke vannføringen i Utlea vesentlig forskjellig fra tidligere år, noe som gjør det mindre sannsynlig at økningen i turbiditet alene kan skyldes økt tilførsel av breslam.

Vannets fargetall er et mål på innholdet av løste, ofte organiske forbindelser. Som figur 7 viser var verdiene markert høyere i 0-10 m sjiktet på stasjon 1 i 2001 enn på de andre stasjonene. Dette var også tilfelle i 2000, men ikke i 1999, og viser et større innhold av løst organisk materiale i de øvre vannlag (0-10 m) på stasjon 1 enn i 30 m dyp både i 2000 og 2001. Dette må være en effekt av at avløpet fra renseanlegget ble sluppet ut i 6 m dyp i 2000 og 2001, mot tidligere i 30 m dyp. Høyeste verdi i 2001 ble registrert i september på stasjon 1 med 7.35 mg/l Pt i 0-10 m mot 3.10 mg/l Pt i 30 m dyp. For 0-10 m prøven er dette mer enn en fordobling fra måleverdien i 2000 sesongen for september, og også flere av de andre verdiene fra blandprøvene på stasjon 1 viser relativt sterk økning sammenlignet med tidligere år, også 2000. De andre to stasjonene hadde verdier for det meste rundt 3 mg/l Pt, med noe høyere verdier i 30 m sammenlignet med 0-10 m blandprøvene. Det ser ikke ut som om endringen av utslippet til vannmassene fra renseanlegget så langt har gitt noen vesentlig endringer i fargetallet i Årdalsvatn utover nærområdene ved stasjon 1. Verdiene er lave (Bratli og medarb.1997) og viser at det med utslipp i ca. 6 m dyp ved stasjon 1 ikke er registrert særlig økning av fargetallet i vannmassene generelt.

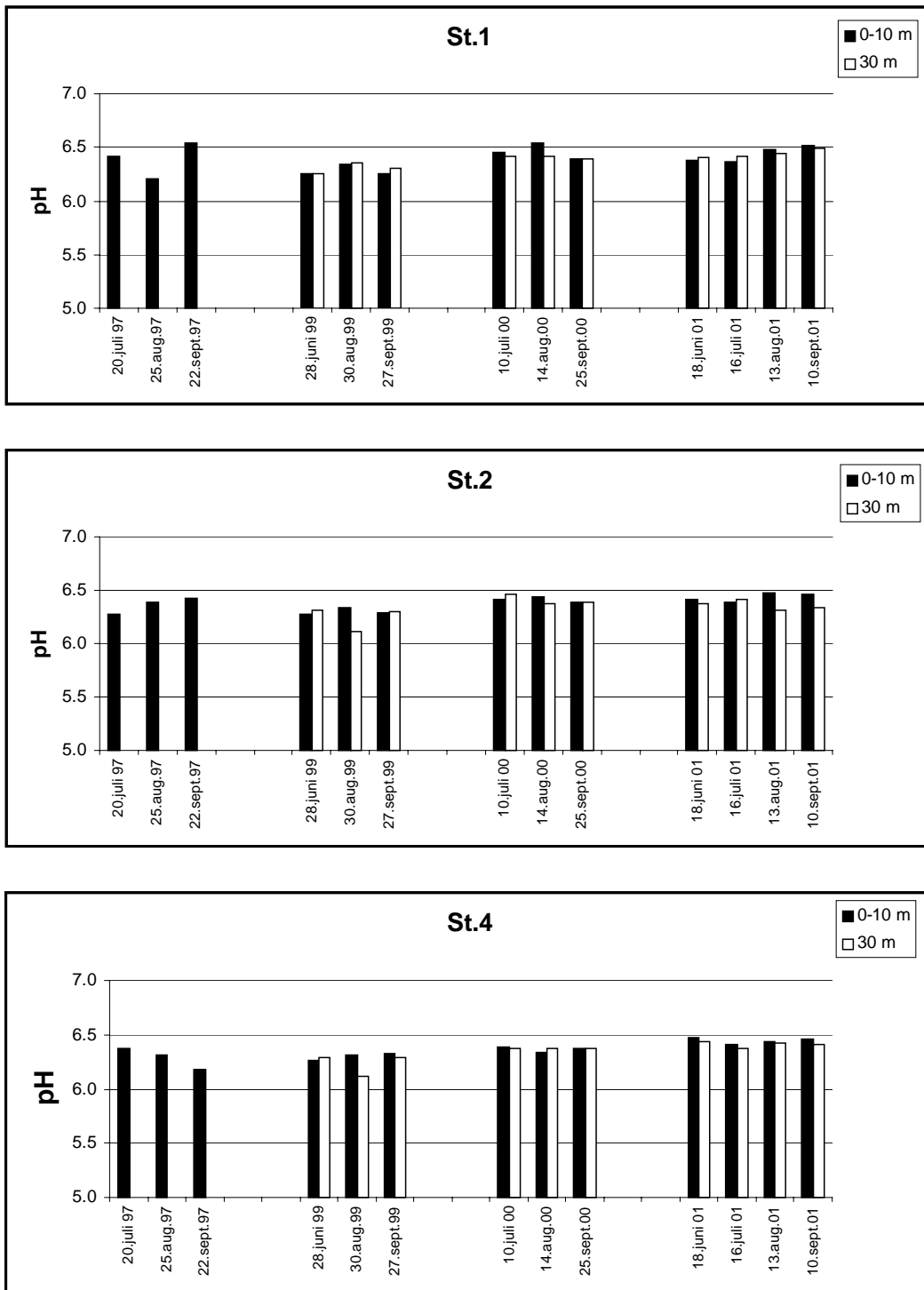


Fig. 4 Variasjoner i pH på stasjoner i Årdalsvatn 1997, 1999, 2000 og 2001.

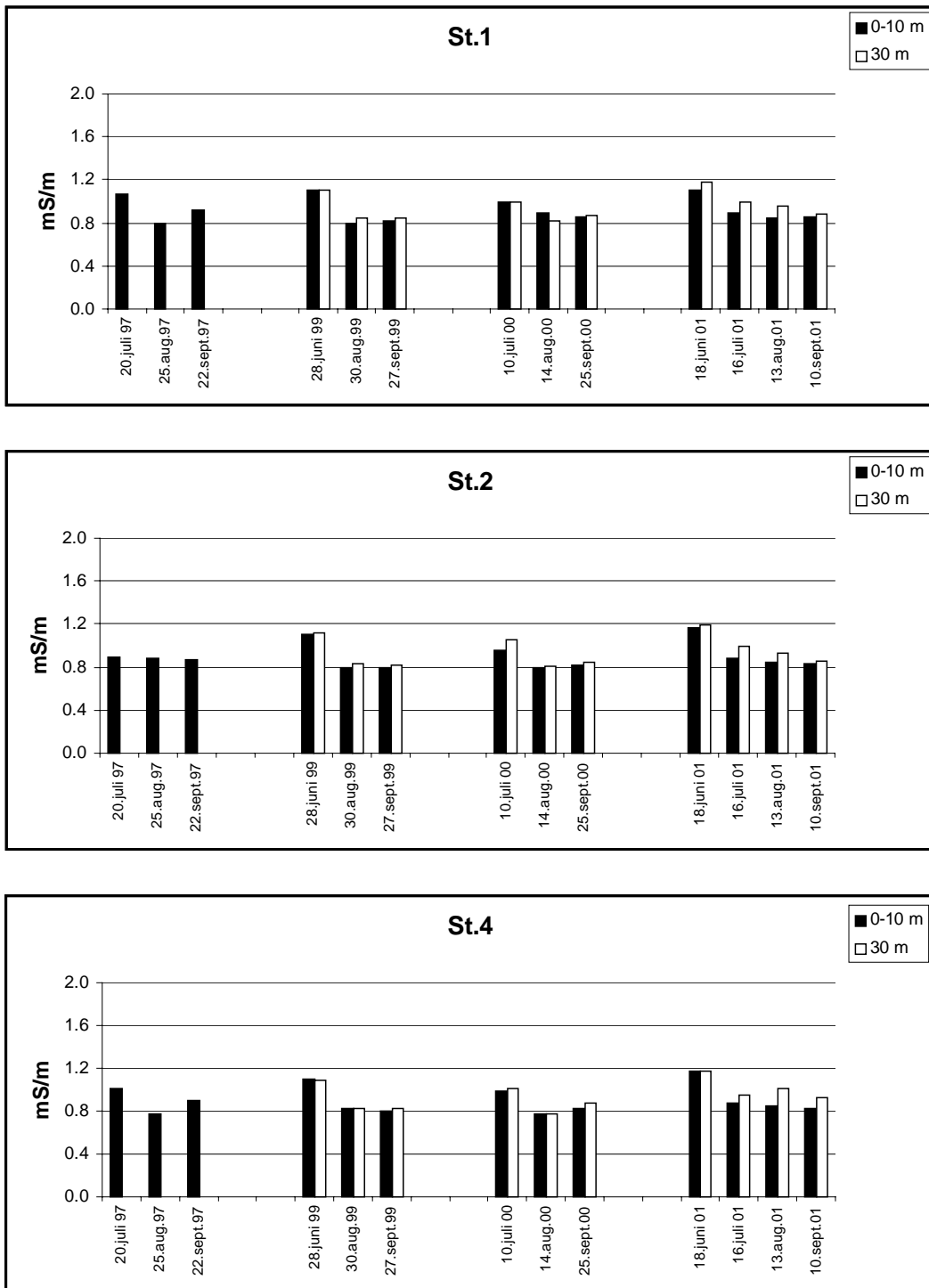


Fig. 5 Variasjoner i konduktivitet på stasjoner i Årdalsvatn 1997, 1999, 2000 og 2001.

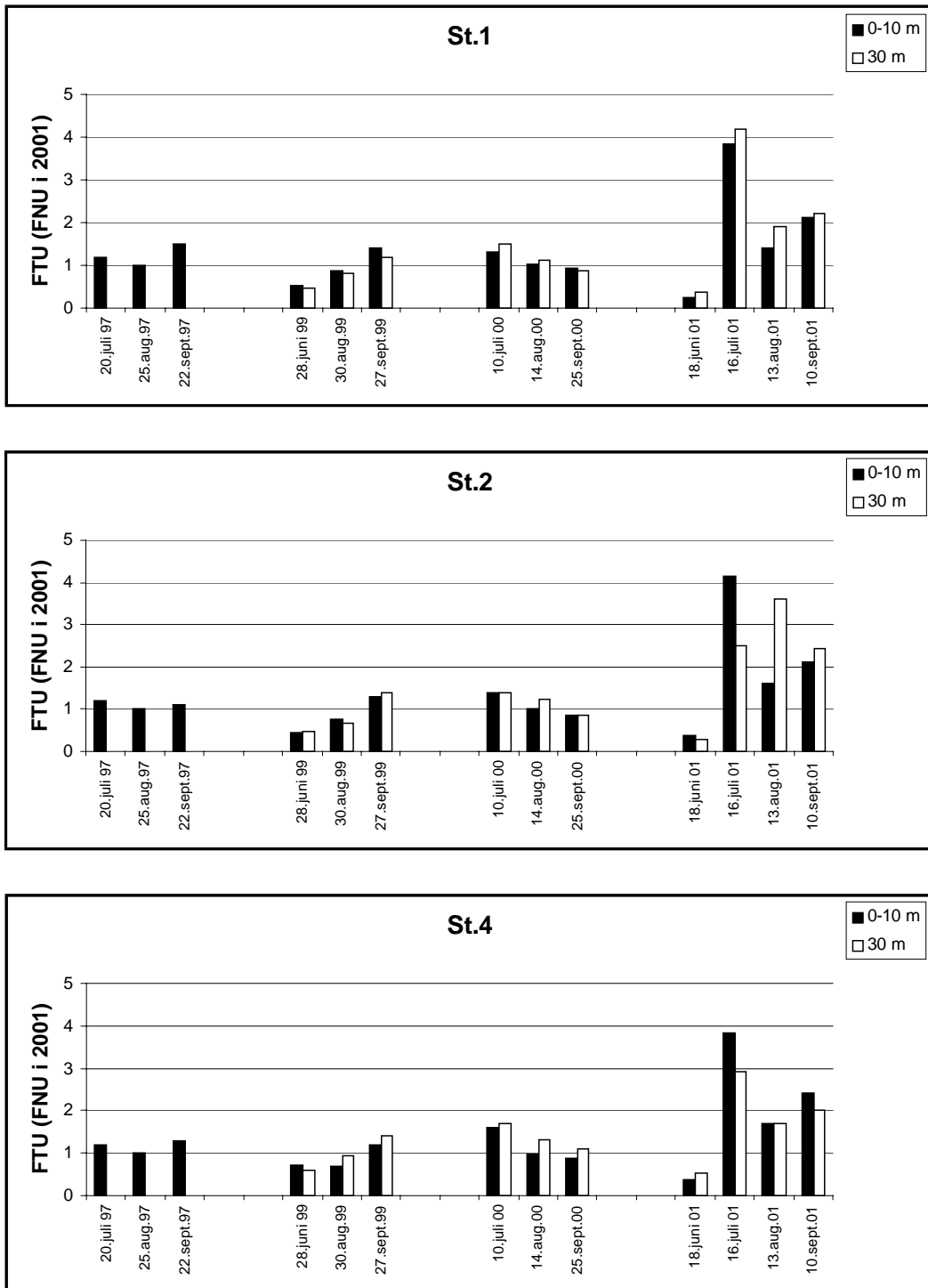


Fig. 6 Variasjoner i turbiditet på stasjoner i Årdalsvatn 1997, 1999, 2000 og 2001.

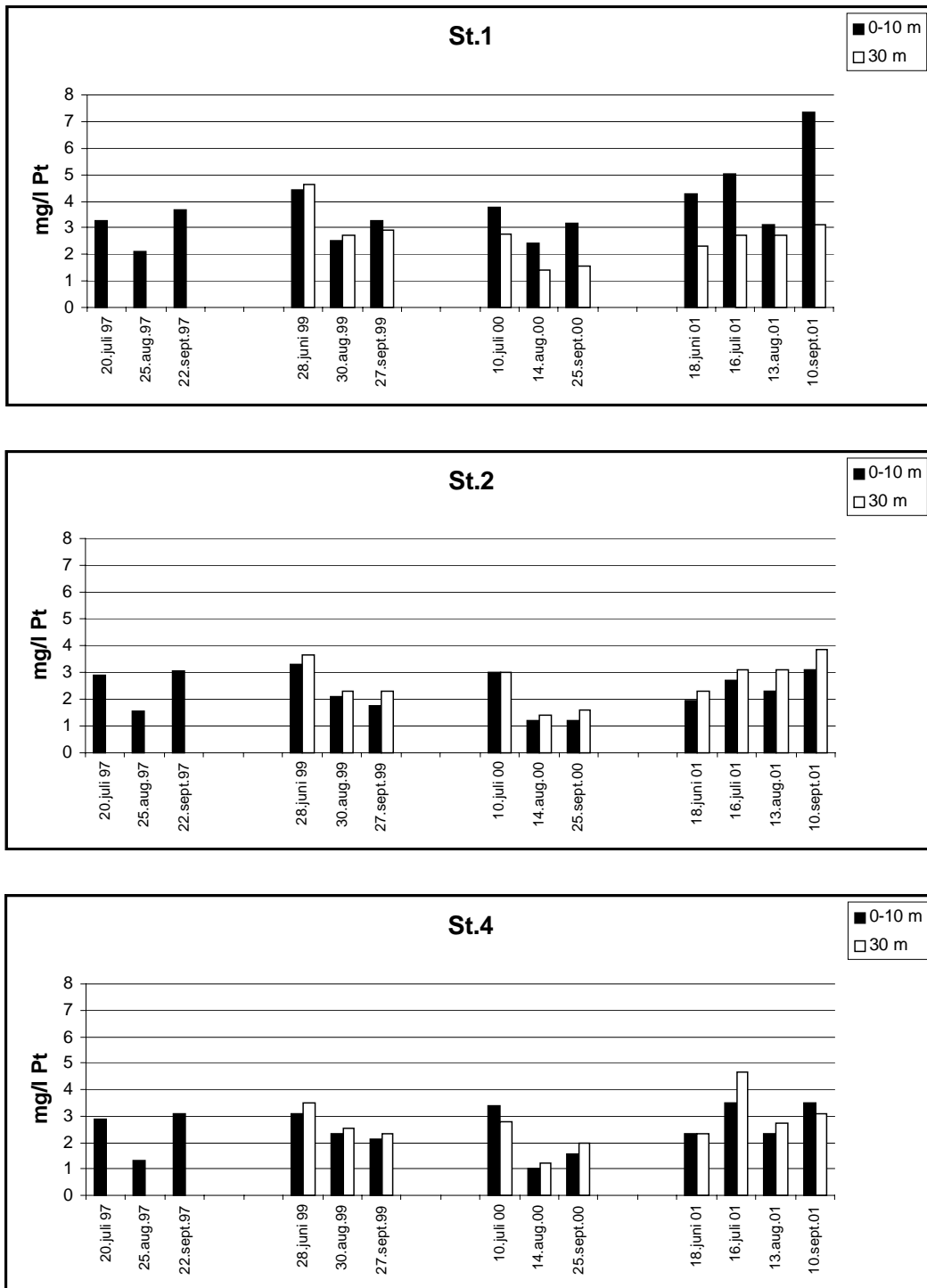


Fig. 7 Variasjoner i farge på stasjoner i Årdalsvatn 1997, 1999, 2000 og 2001.

### 2.4.3 Nærings saltene fosfor og nitrogen

Analyseresultatene for 2001 av fosfor og nitrogen er gitt i tabellene 2-4 (vedlegg). Variasjonene for 2001 er fremstilt i figur 8 og 9 sammen med tilsvarende verdier for undersøkelsene i 1997, 1999 og 2000. Som det fremgår av figur 8 var det i 2000 lave verdier for totalfosfor både i blandprøvene fra 0-10 m dyp og i 30 m dyp. Med unntak av 14. august da verdien for totalfosfor på stasjon 1 var litt høyere i 0-10 m prøven sammenlignet med 30 m dyp (henholdsvis 6 og 3  $\mu\text{g/l P}$ ), var verdiene på alle stasjonene lave hele sesongen, mellom 2-4  $\mu\text{g/l P}$ .

I 2001 var det på stasjon 1 gjennomgående høyere verdier for totalfosfor det meste av sesongen enn på de andre stasjonene. Sammenlignet med tidligere år viser nok verdiene på stasjon 1 en økning, selv om det har vært registrert enkelte høye verdier på denne stasjonen også tidligere. Da det for det meste var i blandprøvene 0-10 m en registrerte de høyeste verdiene, er dette sannsynligvis en effekt av endringene i utslippsdypet fra renseanlegget. Høyeste registrerte fosforverdier var riktig nok 9  $\mu\text{g/l P}$  i blandprøven 0-10 m og 13  $\mu\text{g/l}$  i 30 m dyp den 16. juli 2001 på stasjon 1, men ellers var verdiene for blandprøvene på stasjon 1 høyere enn for 30 m dyp og lå mellom 7 og 3  $\mu\text{g/l P}$ . For de andre stasjonene var verdiene lik dette eller lavere, med en tendens til noe høyere verdier enn i 2000. Med unntak av verdiene for juli lå verdiene for totalfosfor i sesongen 2001 fremdeles innenfor "meget god tilstand" i SFTs : "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann" (Bratli og medarb. 1997).

Innholdet av ortofosfat (tabell 2-4 i vedlegget), som blant annet er et mål på mengdene av fosfor tilgjengelig for algevekst, lå også høyere på stasjon 1 i juli 2001 med henholdsvis 7  $\mu\text{g/l P}$  (0-10 m) og 11  $\mu\text{g/l P}$  (30 m). Også stasjon 2 hadde da noe høyere verdier; 5  $\mu\text{g/l P}$  i begge prøvene. Forøvrig lå verdiene mellom <1 og 4  $\mu\text{g/l P}$  i sesongen 2001. Innholdet av tilgjengelig fosfor er ofte begrensende faktor for algevekst i norske innsjølokaliteter. Økningen av tilgjengelig fosfat tyder på at algene i Årdalsvatn (se senere) er begrenset av andre faktorer, for eksempel lys.

I figur 9 er vist en tilsvarende fremstilling av variasjonene i totalnitrogen på de tre stasjonene i innsjøen i 2001. Som figuren viser var det stor likhet mellom stasjonene for denne parameter fra prøvetaking til prøvetaking og fra stasjon til stasjon. Verdiene for totalnitrogen lå i 2001 i hovedsak mellom 100-150  $\mu\text{g/l N}$  både i blandprøvene 0-10 m og prøvene fra 30 m dyp. Dette er meget lave verdier. Grovt sett halvparten av dette er nitrat. Nitrat vil være nitrogenkilde for eventuell algevekst men er sjelden begrensende faktor for planteplanktonvekst i norske innsjølokaliteter. Gjennomgående

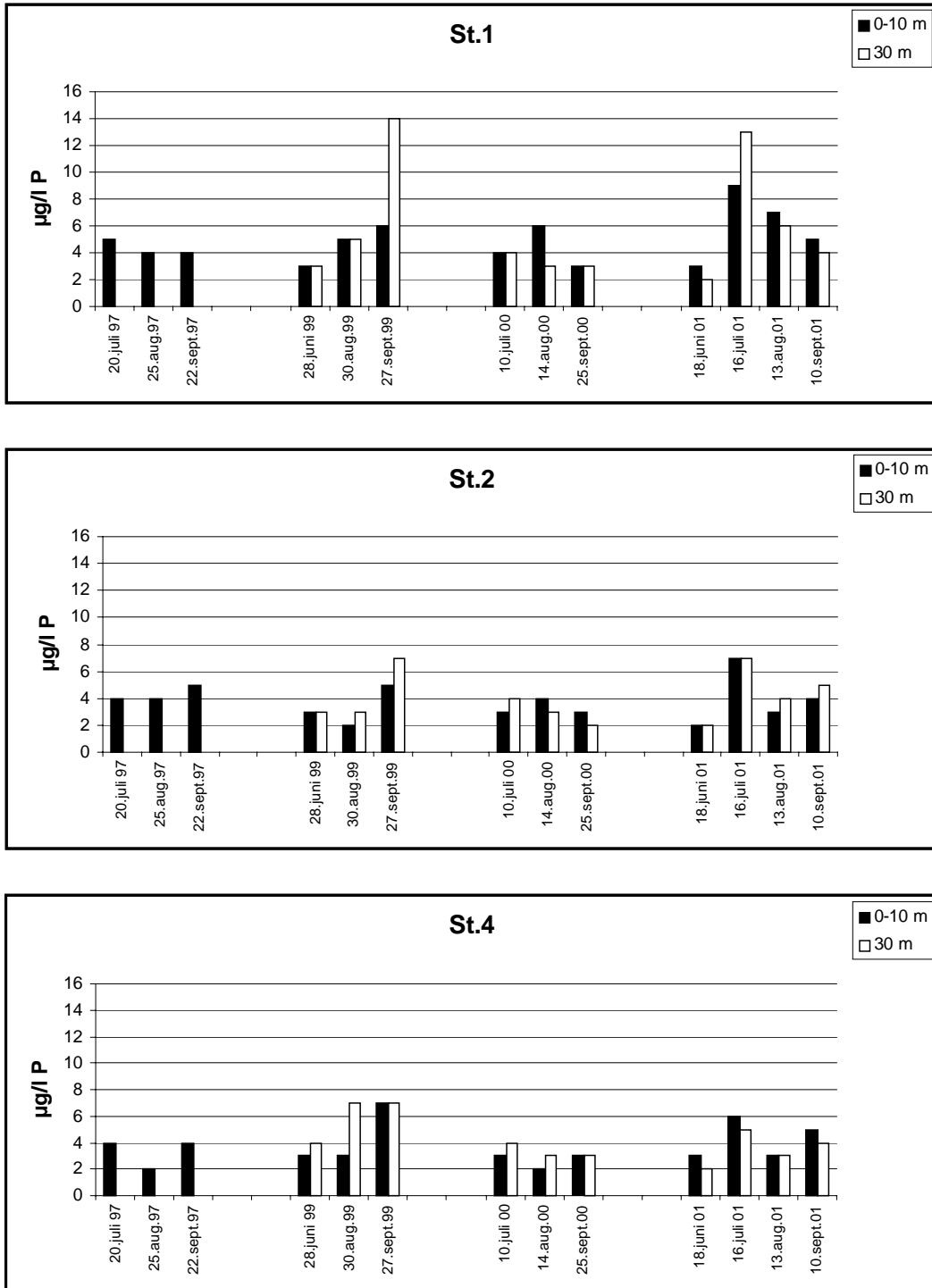


Fig. 8 Variasjoner i totalfosfor på stasjoner i Årdalsvatn 1997, 1999, 2000 og 2001.

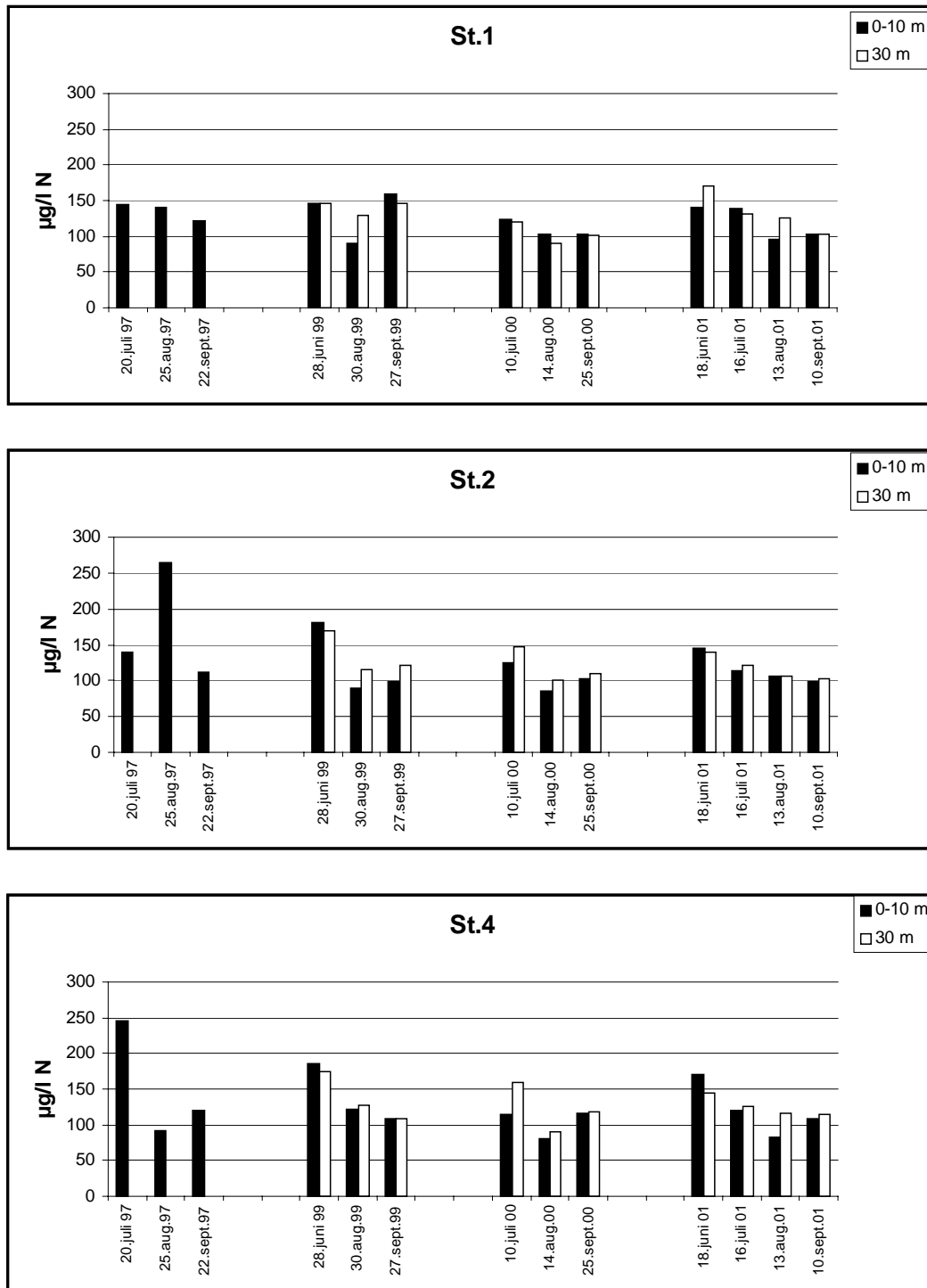


Fig. 9 Variasjoner i totalnitrogen på stasjoner i Årdalsvatn 1997, 1999, 2000 og 2001.



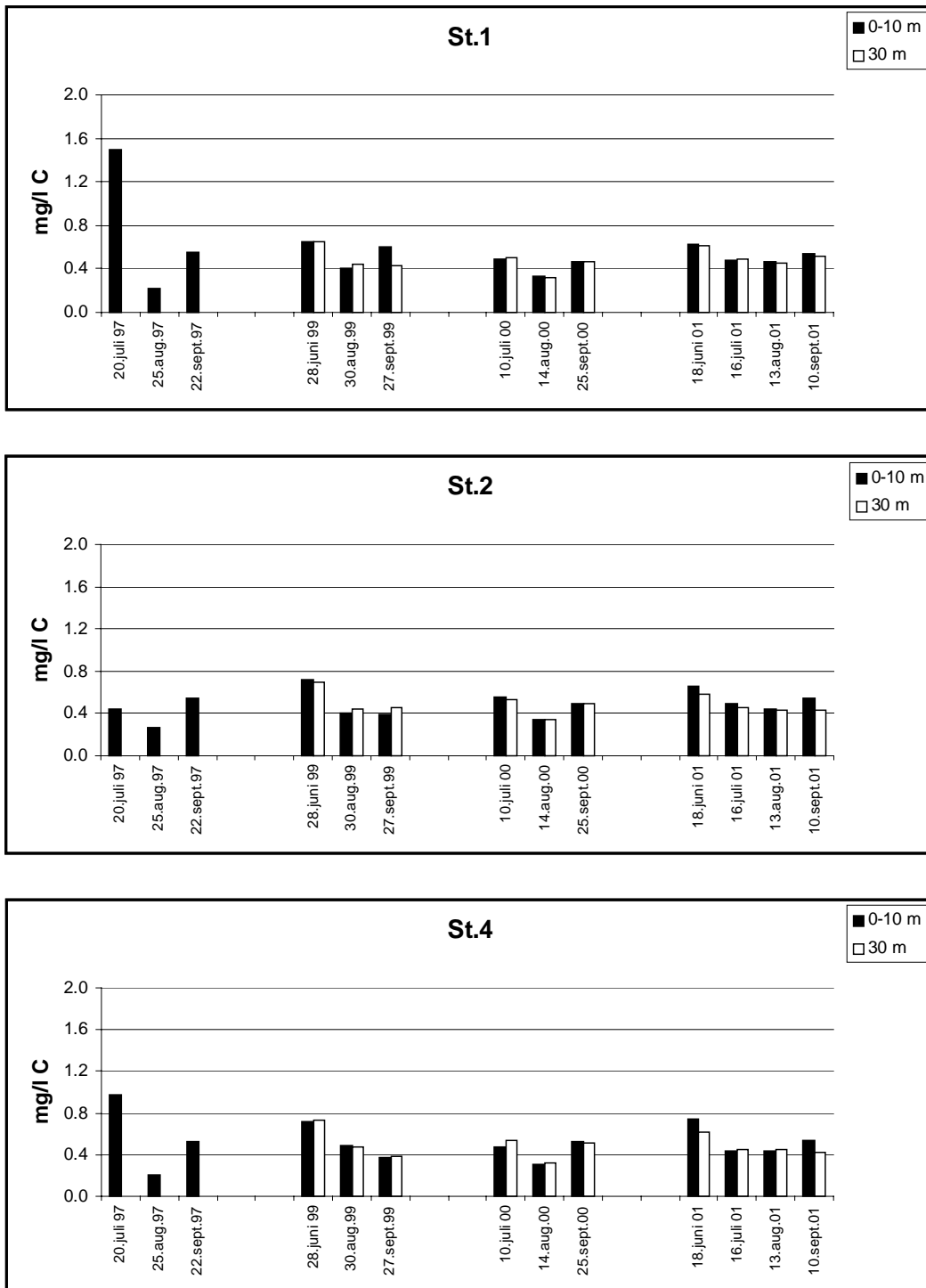


Fig. 10 Variasjoner i totalt organisk karbon (TOC) på stasjoner i Årdalsvatn 1997, 1999, 2000 og 2001.

var verdiene for 30 m dyp like eller litt høyere enn tilsvarende for 0-10 m dyp på alle tre stasjonene. Det er ingen spesiell økning å registrere i nitrogeninnholdet i vannmassene som følge av endret utslippsdyp.

#### **2.4.4 Totalt organisk karbon (TOC)**

Sammenligner en analyseresultatene for totalt organisk karbon (TOC) i 2001 med tilsvarende målinger i 1997, 1999 og 2000 var disse omtrent på samme nivå som tidligere og omtrent like på alle tre stasjonene. Analyseresultatene lå mellom 0.43 og 0.75 mg/l C i blandprøvene fra 0-10 m dyp, og det var svært små avvik mellom resultatene fra 0-10 m og 30 m på samme tidspunkt og samme stasjon (figur 10). Verdiene er meget lave og viser svært lite innhold av totalt organisk karbon i vannmassene i Årdalsvatn. Verdiene for farge, som gir et mål på innholdet av løst organisk stoff, er omtalt tidligere og fremstilt i figur 7. Disse verdiene var også lave men hadde økt en del i blandprøvene på stasjon 1, sammenlignet med tidligere år. De viser en tilførsel av løst organisk stoff til vannmassene på denne stasjonen, uten at tilsvarende ble registrert på de andre stasjonene. Tendensen til økte verdier for farge ble registrert også i blandprøvene fra stasjon 1 i 2000, som figur 7 viser. At en ikke registrerte en tilsvarende økning i TOC som for farge kan skyldes at avløpsvannet inneholder stoffer som øker fargetallet uten å øke TOC. Eksempler på slike stoffer er jern og mangan.

### **2.5 Planteplankton**

Som tidligere år ble det samlet inn kvantitative planteplanktonprøver fra de tre stasjonene i Årdalsvatn samtidig med prøver for fysisk-kjemiske analyser og bakteriologiske analyser. Prøvene var blandprøver fra vannsjiktet 0-10 m dyp, og analyseresultatene er gitt i tabellene 5-7 (se vedlegg).

De tilsvarende analyseresultatene for årene 1997, 1999 og 2000 er tatt med for sammenligningens skyld og det hele er fremstilt samlet i figur 11. Prøvene er analysert og algevolumene beregnet etter metodikk utarbeidet av Utermöhl (1958) og Rott (1981). Nærmere beskrivelse av analysemetodikken finnes også hos Brettum (1984) og Olrik og medarb.(1998).

Som det fremgår av tabellene og figuren var det på alle tre stasjonene på prøvetakingstidspunktene et meget lite innhold av planteplankton i 2001 som i de tidligere undersøkelsesårene. I figur 11 har en endret skalaen i forhold til tidligere rapporter for bedre å få frem de variasjonene i algevolum som ble registrert. På de fire prøvetakingstidspunktene var det største registrerte totalvolum planteplankton på stasjon 1 i 2001 bare  $116 \text{ mm}^3/\text{m}^3$  (=  $\text{mg}/\text{m}^3$  våtvekt) den 10. september. Dette viser svært lav algebiomasse (se Brettum 1989). I 1999 var algebiomassen

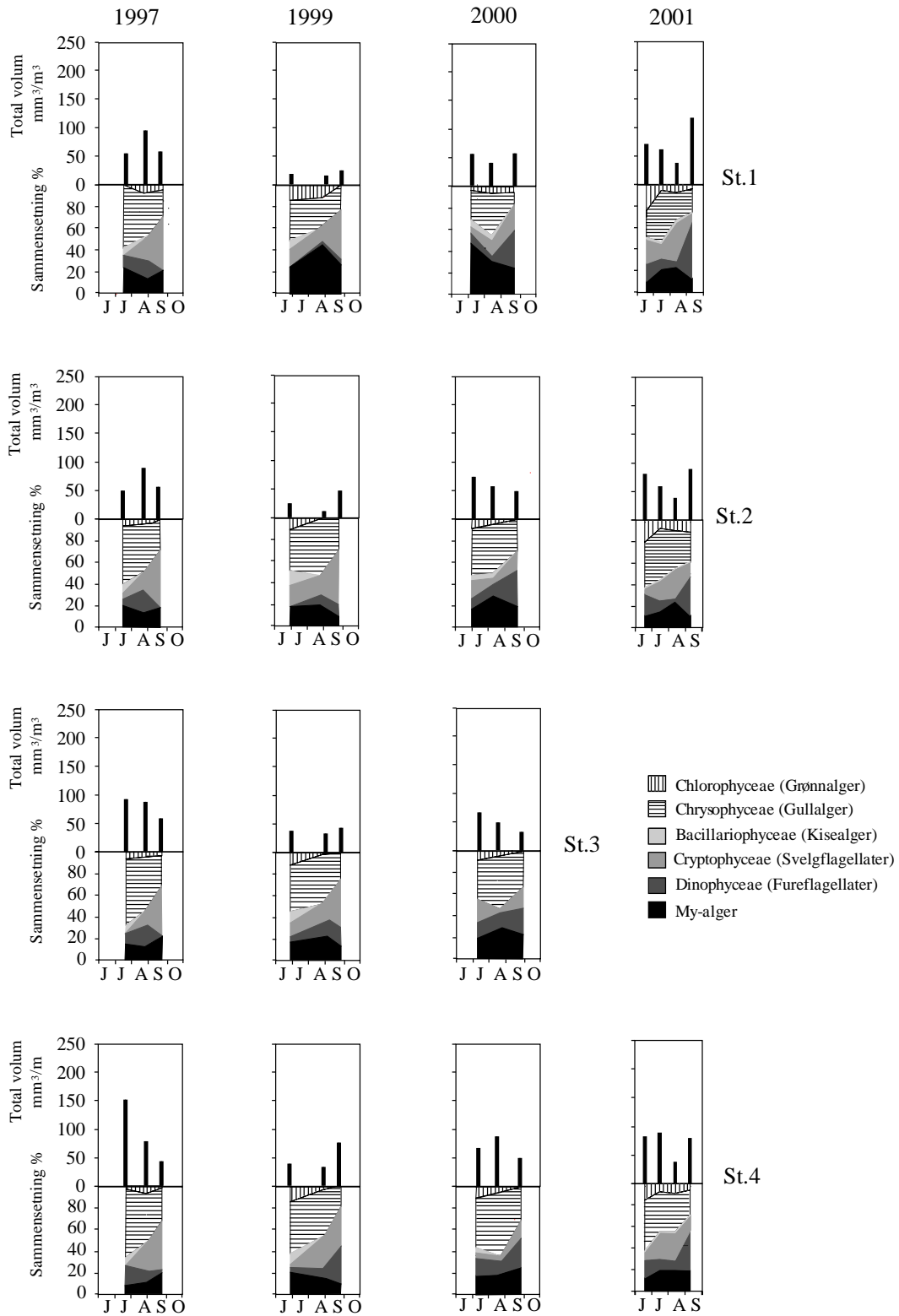


Fig. 11 Variasjoner i totalvolum og sammensetning av planteplankton på stasjoner i Årdalsvatn 1997, 1999, 2000 og 2001. Verdiene for totalvolum gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt)

ekstremt liten og mindre enn de tidligere overvåkingsårene på 90-tallet (Brettum 1990, 92 og 95), men algebiomassen som ble registrert i 2001 på alle stasjonene var ikke vesentlig forskjellige i forhold til de fleste tidligere år. Når det er så ekstremt lite planteplankton som det en har registrert i Årdalsvatn i alle år, vil selv små økninger registreres som relativt store forskjeller fra tidspunkt til tidspunkt. Alle verdien for de tre stasjonene i 2001 viser imidlertid svært liten algebiomasse.

I figuren er også fremstilt variasjonene i den prosentvise andel av hver av de viktigste planteplankton-gruppene gjennom vekstsesongen. Viktigste planteplanktongruppe som prosent andel av totalvolumet i 2001 var, som tidligere år, Chrysophyceae (gullalger) på alle stasjonene og som tidligere var de viktigste artene innen denne gruppen ulike former for chrysonader.

Også gruppene Dinophyceae (fureflagellater) og Cryptophyceae (svelgflagellater) var til tider av en viss betydning i planteplanktonsamfunnet, relativt sett. Arter av en viss relativ betydning innen disse gruppene var *Gymnodinium cf. lacustre*, *Gymnodinium sp.* og en ubestemt form blant dinoflagellatene, og *Cryptomonas spp.* og *Rhodomonas lacustris* innen cryptomonadene i 2001. I næringsfattige innsjøer vil gruppen "µ-alger" (små kuleformete, ikke nærmere identifiserte former med diameter 2-4 µm), til tider utgjøre en prosentvis større andel av det samlede planteplankton, enn i andre typer innsjøer. Så er også tilfelle i Årdalsvatn.

Figuren viser at variasjonene i sammensetningen av planteplanktongrupper og -arter gjennom vekstsesongen er svært like fra år til år, selv om en registrerer noen variasjoner i totalvolumet, relativt sett. Resultatene viser et samfunn karakteristisk for svært næringsfattige, ultraoligotrofe vannmasser (Brettum 1989). De fire planteplanktonanalysene fra hver av de tre stasjonene indikerer at endringene av utslippsdyp fra 30 m til ca. 6 m dyp så langt ikke har gitt seg utslag i form av økt algebiomasse eller endring av planteplanktonsamfunnet på noen av stasjonene. Dette skyldes trolig lysbegrensning av algeveksten.

## **2.6 Bakteriologiske forhold**

I tabell 8 (vedlegg) er satt opp analyseresultatene for bakteriologiske prøver samlet inn på de tre stasjonene i 2001. Bakteriologiske prøver ble samlet inn samtidig med prøver for kjemiske analyser og analyser av planteplanktoninnhold ved tre av prøvetakingstidspunktene i 2001. Analysene omfatter totalantall bakterier/ml (kimtall) ved 22 °C, som er et mål på bakterieinnholdet totalt, og termotolerante koliforme bakterier/100 ml ved 44 °C. De bakteriologiske prøvene ble samlet inn fra 6 og 30 m dyp på hver stasjon.

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. Kimtallet, eller totalantall bakterier, er et indirekte mål på den organiske belastningen generelt, og avspeiler både påvirkningen av kloakkvann og eventuell annen tilførsel av organisk materiale til vannmassene.

Som for tidligere år viser tabellen (tabell 8) at det høyeste bakterieinnholdet registreres på stasjon 1, og som for året 2000 ble de høyeste verdiene for termotolerante koliforme bakterier registrert i 6 m dyp og ikke i 30 m som tidligere år. I motsetning til i 2000, da en bare registrerte økning i termotolerante koliforme bakterier på stasjon 1 i 6 m sammenlignet med 30 m, var det i 2001 en økning i mengde termotolerante koliforme bakterier i flere av prøvene også på de to andre stasjonene i 6 m dyp sammenlignet med 30 m. Dette viser effekten av at utslippsdypet er endret fra 30 til 6 m. Maksimum termotolerante koliforme bakterier ble registrert i juni i 6 m med 270 pr.100 ml på stasjon 1. Dette er mindre enn hva som ble målt i 6 m i 2000 og på utslippsdypet 30 m ved undersøkelsene tidligere år.

I figur 12 er fremstilt analyseresultatene for mengden av termotolerante koliforme bakterier i 2001 sammen med tilsvarende resultater fra 1997, 1999 og 2000 i henholdsvis 6 m og 30 m dyp på de tre stasjonene. Figuren viser, som nevnt, at en registrerte økning av termotolerante koliforme bakterier på alle tre stasjonene i 6 m prøvene, også på stasjon 4 i juli da det ble registrert 11 pr.100 ml i 6 m prøven.

Selv om det ble målt et lavere antall termotolerante koliforme bakterier på stasjon 1 i 6 m i 2001 enn i 2000, er det uheldig at antallet i 6 m dyp på de andre stasjonene viser en økende tendens.

Grenseverdier for råvannskvalitet er gitt av Statens forurensningstilsyn (SFT) i: "Klassifisering av miljøkvalitet" (Bratli og medarb. 1997) og Statens institutt for folkehelse (SIF) i: "Kvalitetsnormer for drikkevann" (SIF-rapp. 1987). Tendensen til økt innhold av termotolerante koliforme bakterier også på stasjon 4, i sørenden av Årdalsvatn, vil gjøre bruk av råvann herfra mindre egnet til drikkevann for industriområdet på Årdalstangen. Vannet blir behandlet før det går ut på nettet og kommunen opplyser at de ikke har påvist koliforme bakterier ved analyser av prøver fra nettet.

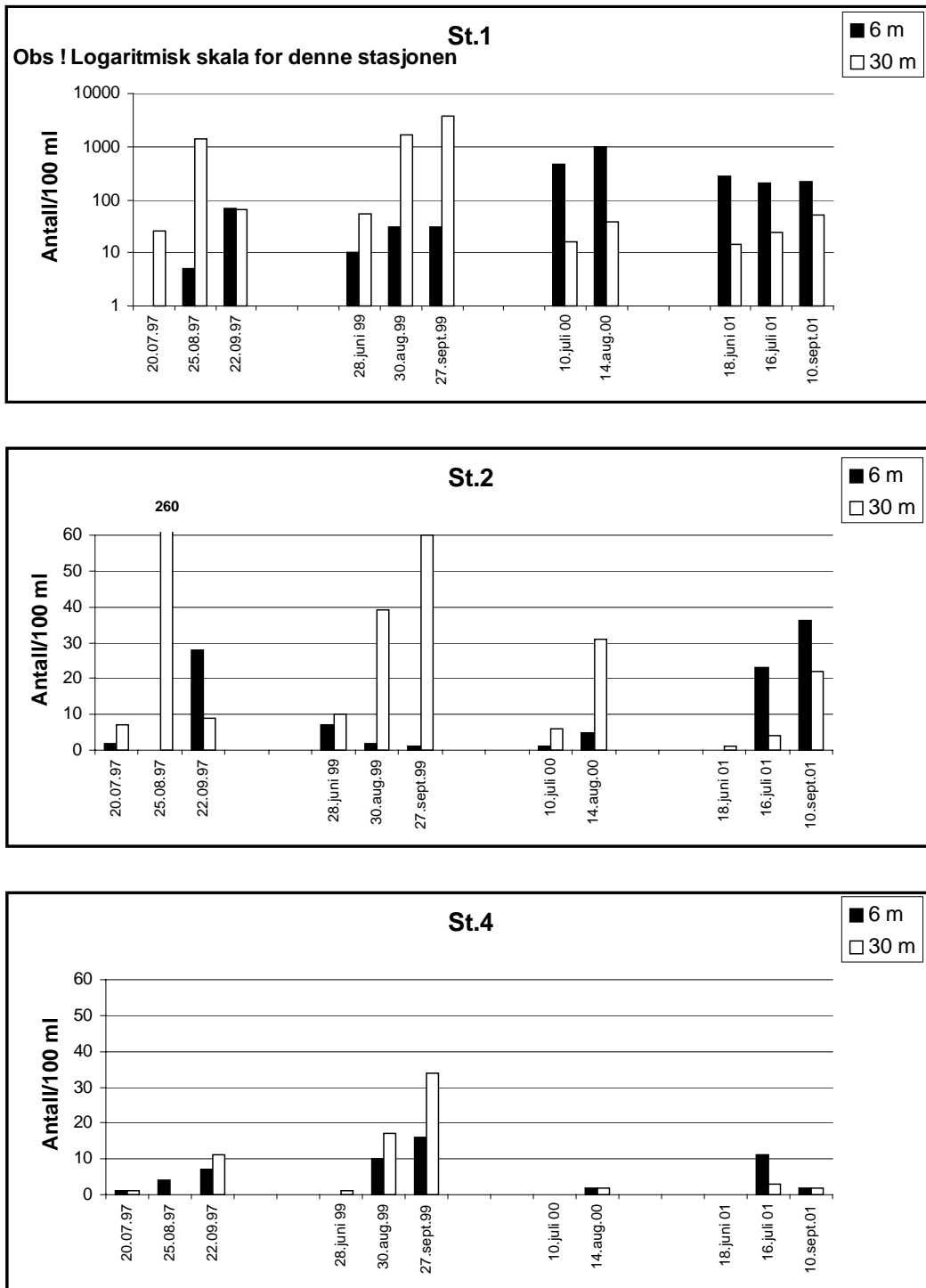


Fig. 12 Variasjoner i antall termotolerante koliforme bakterier (44 °C) i 6 og 30 m dyp på stasjoner i Årdalsvatn 1997, 1999, 2000 og 2001. (NB ! Logaritmisk skala på st.1).

### 3. Referanser

- Bratli, J.L., Andersen, J.R., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O., og Aanes, K.J. 1997. 1997. Statens forurensningstilsyn (SFT). Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning nr.97:04. 31 s.
- Brettum, P. 1984. Planteplankton, telling. I: Vassdragsundersøkelser. En metodebok i limnologi. K. Vennerød (red.). Norsk Limnologforening. Universitetsforlaget, Oslo. 146-154.
- Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet i norske innsjøer. Planteplankton. NIVA-rapport nr.2344. O-86116. 111 s.
- Brettum, P. 1990. Undersøkelser av Årdalsvatn 1990. O-90143. NIVA-rapp. 2563. 32 s.
- Brettum, P. 1992. Kontrollundersøkelser i Årdalsvatn 1992. O-92130. NIVA-rapp. 2855. 28 s.
- Brettum, P. 1995. Undersøkelser av Årdalsvatn 1994. O-94163. NIVA-rapp. 3247. 35 s.
- Brettum, P. 1997. Undersøkelser i Årdalsvatn 1997. O-97130. NIVA-rapp. 3761-97. 38 s.
- Brettum, P. 1999. Undersøkelser i Årdalsvatn 1999. O-99113. NIVA-rapp. 4155-99. 35 s.
- Brettum, P. 2001. Undersøkelser i Årdalsvatn 2000. O-99113. NIVA-rapp. 4333-2001.41 s.
- Grande, M. 1971. Hydrologiske undersøkelser i Årdalsvassdraget. Rapport O-90/70. NIVA, Oslo. 19 s.
- Kristiansen, H. 1971. Undersøkelser av Årdalsvatn som resipient for Øvre Årdal og vannkilde for Årdalstangen vannverk. Rapport O-22/67. NIVA, Oslo. 32 s.
- Lingsten, L., P. Brettum og J.E. Løvik 1986. Overvåking av Årdalsvassdraget 1983-84. Tiltaksorientert undersøkelse. O-8000233. NIVA-rapp. 1842. 60 s.
- Olrik, K., Blomqvist, P., Brettum, P., Cronberg, G. og Eloranta, P. 1998. Methods for Quantitative Assessment of Phytoplankton in Freshwaters, part I. Naturvårdsverkets rapport nr.4860. 86 s.
- Rott, E. 1981. Some results from phytoplankton counting intercalibrations. Schweiz. Z. Hydrol. 43. 34-62.
- SIFF-rapport 1987. G2 Kvalitetsnormer for drikkevann. Statens institutt for folkehelse. 72 s.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplanktonmethodik. Mitt. int. Verein. Limnol. 9. 1-38.

## **4. Vedlegg**



Tabell 1 Temperatur i ulike dyp på stasjoner i Årdalsvatn 2001

Dato	Vanntemperatur °C			
	18.jun	16.jul	13.aug	10.sep
Dyp i m				
1	6,4	10,4	11,1	11,4
3	6,1	10,2	11,0	11,2
5	6,1	10,1	11,0	11,1
6	6,1	10,1	10,9	11,1
7	6,1	10,0	10,9	11,1
9	6,0	9,8	10,8	11,1
15	6,0	8,9	10,5	10,5
20	5,7	8,2	10,2	10,4
25	5,6	7,8	10,1	10,3
30	5,3	7,8	8,4	10,1
Farge	Mørkgrønn	Grågrønn	Grønn	Grønn
Siktedyp m	12,7	2,8	6,0	4,5

Dato	Vanntemperatur °C			
	18.jun	16.jul	13.aug	10.sep
Dyp i m				
1	7,9	11,2	11,7	11,3
3	7,4	11,0	11,6	11,2
5	6,7	10,8	11,4	11,2
6	6,7	10,6	11,3	11,2
7	6,3	10,4	11,2	11,2
9	6,3	9,4	11,1	11,2
15	6,0	8,8	10,6	10,8
20	5,7	8,4	10,2	10,4
25	5,6	8,0	9,8	10,2
30	5,5	7,5	8,4	9,8
Farge	Mørkgrønn	Grågrønn	Grønn	Grønn
Siktedyp m	12,9	3,1	6,1	4,5

Dato	Vanntemperatur °C			
	18.jun	16.jul	13.aug	10.sep
Dyp i m				
1	7,7	10,3	11,4	11,4
3	7,1	10,2	11,4	11,2
5	7,0	10,1	11,3	11,1
6	7,0	10,0	11,3	11,0
7	6,8	9,8	11,3	11,0
9	6,5	9,4	11,3	10,9
15	6,3	9,1	10,9	10,6
17.5	5,9			
20	5,7	8,9	10,0	10,5
25	5,4	8,7	8,2	10,1
30	5,2	8,3	7,4	8,6
Farge	Mørkgrønn	Grågrønn	Grønn	Grønn
Siktedyp m	12,5	3,0	5,7	4,7

Tabell 2 Fysisk-kjemiske analyseresultater fra St.1, Årdalsvatn 2001

Dato	Dyp	Siktedyp m	pH	Alk mmol/l	Kond mS/m	Turb FNU	Farge mg Pt/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	Tot-N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	TOC mg/l	Cl mg/l
18.juni	0-10 m	12.7	6.38	0.058	1.10	0.26	4.26	3	<1	140	81	0.63	0.8
	30 m		6.40	0.059	1.18	0.38	2.32	2	<1	170	93	0.61	0.8
16.juli	0-10 m	2.8	6.37	0.058	0.89	3.84	5.03	9	7	138	61	0.48	0.5
	30 m		6.42	0.058	1.00	4.18	2.71	13	11	132	68	0.49	0.7
13.aug.	0-10 m	6.0	6.48	0.055	0.85	1.40	3.10	7	3	95	48	0.47	0.4
	30 m		6.44	0.055	0.96	1.90	2.71	6	4	125	77	0.46	0.7
10.sep.	0-10 m	4.5	6.52	0.060	0.86	2.11	7.35	5	3	104	46	0.54	0.3
	30 m		6.49	0.060	0.88	2.22	3.10	4	3	104	56	0.51	0.4

Tabell 3 Fysisk-kjemiske analyseresultater fra St.2, Årdalsvatn 2001

Dato	Dyp	Siktedyp m	pH	Alk mmol/l	Kond mS/m	Turb FNU	Farge mg Pt/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	Tot-N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	TOC mg/l	Cl mg/l
18.juni	0-10 m	12.9	6.41	0.059	1.17	0.39	1.94	2	<1	146	85	0.66	0.8
	30 m		6.38	0.058	1.19	0.28	2.32	2	<1	140	92	0.58	0.8
16.juli	0-10 m	3.1	6.39	0.058	0.88	4.15	2.71	7	5	114	65	0.50	0.5
	30 m		6.41	0.061	1.00	2.51	3.10	7	5	122	81	0.45	0.7
13.aug.	0-10 m	6.1	6.47	0.057	0.85	1.60	2.32	3	2	107	53	0.44	0.5
	30 m		6.31	0.055	0.93	3.60	3.10	4	3	107	77	0.43	0.6
10.sep.	0-10 m	4.5	6.46	0.058	0.83	2.11	3.10	4	2	98	49	0.54	0.4
	30 m		6.34	0.058	0.86	2.44	3.87	5	3	102	58	0.43	0.4

Tabell 4 Fysisk-kjemiske analyseresultater fra St.4, Årdalsvatn 2001

Dato	Dyp	Siktedyp m	pH	Alk mmol/l	Kond mS/m	Turb FNU	Farge mg Pt/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	Tot-N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	TOC mg/l	Cl mg/l
18.juni	0-10 m	12.5	6.47	0.060	1.18	0.37	2.32	3	<1	170	85	0.75	0.8
	30 m		6.44	0.056	1.18	0.53	2.32	2	<1	144	93	0.62	0.9
16.juli	0-10 m	3.0	6.41	0.056	0.88	3.84	3.48	6	5	120	69	0.44	0.6
	30 m		6.37	0.056	0.95	2.92	4.64	5	4	126	77	0.45	0.6
13.aug.	0-10 m	5.7	6.44	0.057	0.85	1.70	2.32	3	2	83	53	0.43	0.5
	30 m		6.42	0.053	1.01	1.70	2.71	3	2	116	82	0.45	0.7
10.sep.	0-10 m	4.7	6.46	0.058	0.83	2.42	3.48	5	3	108	49	0.54	0.4
	30 m		6.41	0.057	0.92	2.00	3.10	4	3	114	72	0.42	0.8

Tabell 5 Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra :  
Årdalsvatn, St\_1, 0-10m

Verdier gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt)

	År	2001	2001	2001	2001
	Måned	6	7	8	9
	Dag	18	16	13	10
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>					
Ankistrodesmus falcatus		.	.	.	0,2
Carteria sp. (l=6-7)		.	.	.	0,2
Chlamydomonas sp. (l=8)		0,1	.	.	.
Cosmarium sp.		.	0,2	.	.
Cosmarium sphagnicolum v.pachygonum		.	.	0,2	0,2
Crucigenia quadrata		0,2	.	0,3	.
Dictyosphaerium subsolitarium		0,3	.	0,8	1,6
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)		.	.	0,3	0,8
Koliella sp.		7,5	3,1	0,5	1,4
Oocystis submarina v.variabilis		0,3	.	0,5	0,3
Paramastix conifera		0,8	.	.	.
Staurodesmus triangularis		7,8	.	.	.
Sum - Grønnalger		17,0	3,3	2,7	4,7
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>					
Chrysolynos skujai		1,1	0,1	0,1	0,2
Craspedomonader		0,1	.	0,1	0,2
Dinobryon borgei		0,2	.	.	.
Dinobryon crenulatum		.	.	0,2	0,2
Dinobryon cylindricum var.alpinum		0,9	0,2	.	.
Kephyrion boreale		.	.	.	0,3
Kephyrion sp.		0,6	0,2	0,4	1,7
Løse celler Dinobryon spp.		0,2	.	.	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		2,4	4,9	2,1	3,9
Små chrysomonader (<7)		7,1	11,3	4,8	10,2
Store chrysomonader (>7)		3,9	12,9	0,9	8,6
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)		0,8	0,2	0,9	0,2
Sum - Gullalger		17,4	29,8	9,5	25,6
<b>Bacillariophyceae (Kiselalger)</b>					
Eunotia lunaris		0,2	.	.	.
Rhizosolenia eriensis (var.?)		0,7	0,5	.	.
Tabellaria flocculosa		0,6	0,2	0,8	.
Sum - Kiselalger		1,5	0,7	0,8	0,0
<b>Cryptophyceae (Svelgflagellater)</b>					
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)		2,0	2,0	2,5	0,7
Cryptomonas marssonii		0,4	0,3	.	.
Cryptomonas sp. (l=20-22)		1,3	2,0	2,0	2,3
Cryptomonas spp. (l=24-30)		2,3	1,5	3,2	2,0

Katablepharis ovalis	0,2	.	0,2	1,8
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	9,5	2,4	5,3	2,4
Sum - Svelgflagellater	15,7	8,2	13,2	9,2
Dinophyceae (Fureflagellater)				
Gymnodinium cf.lacustre	2,9	2,6	0,6	11,2
Gymnodinium cf.uberrimum	.	.	.	9,9
Gymnodinium sp. (l=14-16)	1,2	1,1	1,0	29,3
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	4,0	.	.	2,0
Ubest.dinoflagellat	3,4	2,4	0,5	9,3
Sum - Fureflagellater	11,6	6,1	2,1	61,7
My-alger				
My-alger	7,3	13,5	8,7	15,2
Sum - My-alge	7,3	13,5	8,7	15,2
Sum totalt :	70,4	61,5	37,0	116,4

---

Tabell 6 Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra :  
Årdalsvatn, St\_2, 0-10m

Verdier gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt)

	År	2001	2001	2001	2001
	Måned	6	7	8	9
	Dag	18	16	13	10
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>					
Carteria sp. (l=6-7)		.	.	.	0,2
Chlamydomonas sp. (l=8)		.	0,1	.	.
Closterium sp.		.	.	.	0,5
Crucigenia quadrata		0,3	.	0,5	0,3
Dictyosphaerium subsolitarium		0,2	.	0,8	3,7
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)		.	.	0,5	2,5
Koliella sp.		13,7	3,7	1,5	1,5
Oocystis rhomboidea		.	.	.	0,3
Oocystis submarina v.variabilis		.	0,1	0,3	0,5
Paramastix conifera		0,3	.	.	.
Staurodesmus triangularis		1,5	0,3	.	.
Tetraedron minimum v.tetralobulatum		0,1	.	.	.
Thelesphaeria alpina		0,2	.	.	.
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)		.	.	.	0,4
Sum - Grønnalger		16,2	4,3	3,6	9,9
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>					
Bitrichia chodatii		.	.	0,2	0,2
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)		0,1	.	.	.
Chrysolykos skjulai		1,2	0,3	.	.
Craspedomonader		0,1	.	0,1	0,1
Cyster av Chrysolykos skjulai		0,1	.	.	.
Dinobryon borgei		0,2	.	.	.
Dinobryon crenulatum		.	.	.	0,2
Dinobryon cylindricum var.alpinum		2,8	.	.	.
Kephyrion boreale		.	0,1	.	0,2
Kephyrion sp.		3,9	0,2	2,3	.
Løse celler Dinobryon spp.		0,3	.	.	.
Mallomonas spp.		0,6	.	.	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		5,6	3,6	3,6	5,3
Små chrysomonader (<7)		10,3	10,3	4,7	9,5
Store chrysomonader (>7)		7,3	12,9	2,6	7,3
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)		1,5	0,5	0,7	2,1
Ubest.chrysophyceae		.	.	0,1	.
Sum - Gullalger		33,9	28,0	14,1	25,0
<b>Bacillariophyceae (Kiselalger)</b>					
Rhizosolenia eriensis (var.?)		0,8	0,1	.	.
Tabellaria flocculosa		.	.	0,2	.

Sum - Kiselalger	0,8	0,1	0,2	0,0
<b>Cryptophyceae (Svelgflagellater)</b>				
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	.	3,2	1,7	1,5
Cryptomonas marssonii	.	0,4	0,4	0,4
Cryptomonas sp. (I=20-22)	0,6	3,9	2,0	3,6
Cryptomonas spp. (I=24-30)	.	.	1,4	0,5
Katablepharis ovalis	1,1	.	0,1	1,1
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanctica)	2,8	3,0	4,8	4,0
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	.	.	.	0,1
Sum - Svelgflagellater	4,4	10,5	10,2	11,2
<b>Dinophyceae (Fureflagellater)</b>				
Gymnodinium cf.lacustre	6,2	1,2	0,6	8,8
Gymnodinium sp. (I=14-16)	1,5	1,2	0,5	15,1
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	.	0,8	.	0,6
Ubest.dinoflagellat	8,5	2,9	0,3	8,5
Sum - Fureflagellater	16,1	6,1	1,3	33,0
<b>My-alger</b>				
My-alger	9,2	9,1	9,8	10,6
Sum - My-alge	9,2	9,1	9,8	10,6
Sum totalt :	80,7	58,0	39,1	89,6



Tabell 7 Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra :  
Årdalsvatn, St\_4, 0-10m

Verdier gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt)

	År	2001	2001	2001	2001
	Måned	6	7	8	9
	Dag	18	16	13	10
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>					
Ankistrodesmus falcatus		.	.	0,2	0,2
Carteria sp. (l=6-7)		0,2	.	.	.
Cosmarium sphagnicolum v.pachygonum		.	.	0,2	.
Crucigenia quadrata		0,2	0,2	0,3	0,0
Dictyosphaerium subsolitarium		.	0,3	0,5	0,6
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)		.	.	0,3	0,8
Koliella sp.		11,2	5,5	1,8	2,3
Oocystis rhomboidea		.	.	.	0,2
Oocystis submarina v.variabilis		0,1	.	0,1	0,3
Staurodesmus triangularis		0,6	0,6	.	.
Thelesphaeria alpina		0,2	.	.	.
Sum - Grønnalger		12,4	6,6	3,3	4,5
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>					
Bitrichia chodatii		.	.	0,2	0,2
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)		0,1	0,1	.	.
Chrysolykos skjulai		1,0	0,2	0,2	0,1
Craspedomonader		.	.	0,1	0,1
Cyster av Chrysolykos skjulai		0,1	.	.	.
Dinobryon borgei		0,1	.	.	0,0
Dinobryon cylindricum var.alpinum		1,2	.	.	0,4
Dinobryon sociale v.americanum		.	.	0,6	.
Kephyrion boreale		0,1	.	.	0,2
Kephyrion sp.		4,8	1,6	0,8	0,7
Mallomonas spp.		1,8	.	.	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		6,2	4,3	2,6	3,6
Små chrysomonader (<7)		7,9	17,6	6,9	7,6
Store chrysomonader (>7)		14,2	8,6	1,3	3,9
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)		1,4	0,3	1,0	1,8
Ubest.chrysophyceae		.	.	0,1	.
Sum - Gullalger		39,0	32,6	13,7	18,5
<b>Bacillariophyceae (Kiselalger)</b>					
Eunotia sp.		.	.	.	0,1
Rhizosolenia eriensis (var.?)		0,1	0,2	0,2	0,1
Tabellaria flocculosa		.	.	0,2	.
Sum - Kiselalger		0,1	0,2	0,4	0,1
<b>Cryptophyceae (Svelgflagellater)</b>					

Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	.	2,4	0,8	1,1
Cryptomonas marssonii	0,6	.	0,4	.
Cryptomonas sp. (I=20-22)	1,7	3,9	2,2	2,9
Cryptomonas spp. (I=24-30)	0,5	1,4	1,7	1,5
Katablepharis ovalis	0,2	0,7	0,2	1,3
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanctica)	3,2	13,5	4,3	4,2
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	0,2	0,1	.	0,1
Sum - Svelgflagellater	6,4	21,9	9,6	11,1
<b>Dinophyceae (Fureflagellater)</b>				
Gymnodinium cf.lacustre	5,1	1,5	1,0	17,0
Gymnodinium sp. (I=14-16)	1,0	0,6	1,4	7,3
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	.	0,6	.	0,5
Ubest.dinoflagellat	8,0	6,1	0,8	4,5
Sum - Fureflagellater	14,0	8,8	3,2	29,2
<b>My-alger</b>				
My-alger	10,1	17,8	7,6	15,7
Sum - My-alge	10,1	17,8	7,6	15,7
Sum totalt :	82,0	88,0	37,9	79,3

Tabell 8 Bakterieanalyser fra Årdalsvatn 2001

	St.1		St.2		St.4	
	6 m	30 m	6 m	30 m	6 m	30 m
<b>18.juni 2001</b>						
Tot.antall bakt.	660	45	17	18	8	17
Termotol.koli.bakt.	270	14	0	1	0	0
<b>16.juli 2001</b>						
Tot.antall bakt.	620	111	48	22	75	22
Termotol.koli.bakt.	> 200	24	23	4	11	3
<b>10.sept. 2001</b>						
Tot.antall bakt.	360	196	110	176	86	120
Termotol.koli.bakt.	220	52	36	22	2	2

Tot.antall bakt. = Totalantall bakterier 22 °C. Antall pr.ml.

Termotol.kolif.bakt. = Termotolerante koliforme bakterier 44 °C. Antall pr.100 ml.