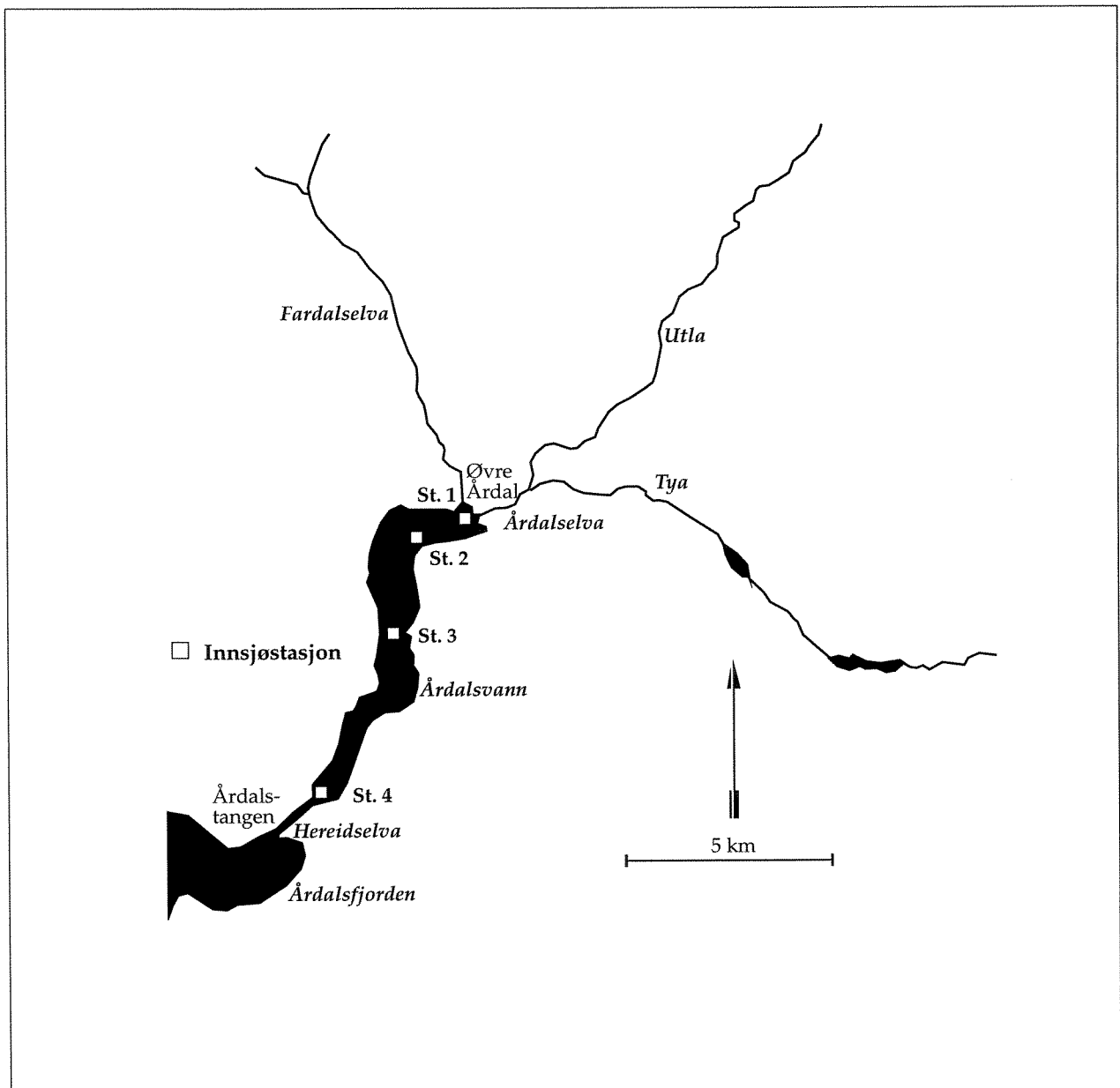


Undersøkelser av Årdalsvatn 1997



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 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 32 88 33

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Undersøkelser i Årdalsvatn 1997	Løpenr. (for bestilling) 3761-97	Dato 16. desember 1997
	Prosjektnr. Undernr. O-97130	Sider Pris 38
Forfatter(e) Pål Brettum	Fagområde Eutrofi, ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Sogn og Fjordane	Trykket NIVA

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

Sammendrag

Undersøkelsene i 1997 av Årdalsvatnet har vært en oppfølging av kontrollundersøkelsene i 1990, 92 og 94. Formålet er å kontrollere at utslipp av kommunalt avløpsvann fra renseanlegget i Øvre Årdal ikke fører til en negativ endring i vannkvaliteten i innsjøen.

Høy temperatur og avsmelting fra områder med breer og permanente snøleier førte mye breslam til Årdalsvatn i 1997, noe som ga lite siktedyp med bare 3.5-4.5 m. Verdiene for totalfosfor og ortofosfat lå i store trekk på samme nivå som i 1994 (for totalfosfor i hovedsak mellom 3 og 5 µg/l P), og over verdiene målt i 1990 og 1992. De bakteriologiske analysene for temotolerante koliforme bakterier i 1997 viser at høyeste registrerte verdi i 6 m dyp var 70 pr. 100 ml (st. 1 i september), forøvrig var innholdet omtrent som i 1994. I 30 m dyp var maksimum 1380 pr. 100 ml (st. 1 i august), ellers var også i dette dyp innholdet av slike bakterier omtrent som i 1994. Analysene av planteplanktonmengde og -sammensetning viste i 1997 ingen endringer fra tidligere år.

Analysene fra undersøkelsene i 1997 bekrefter konklusjonene fra tidligere undersøkelser at renseanlegget ved Farnes i Øvre Årdal, med de rensiltak som idag er installert, ikke renser avløpsvannet tilfredstillende. Innholdet av temotolerante koliforme bakterier, selv i Årdalsvannets sørlige ende (st. 4), er til tider betenkelig høyt.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Resipientundersøkelser 1997 2. Årdalsvatn 3. Vannkjemi og planteplankton 4. Bakteriologi 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Recipient surveillance 1997 2. Lake Årdalsvatn 3. Water chemistry and Phytoplankton 4. Bacteriology
---	--


Pål Brettum
Prosjektleder

ISBN 82-577-3333-4


Dag Berge
Forskningsjef

O-97130

Undersøkelser i Årdalsvatn 1997

Forord

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har på oppdrag fra Årdal kommune foretatt en kontrollundersøkelse av vannkvaliteten i Årdalsvatn i 1997.

All innsamling av prøver og målinger i felten av siktedyp og temperatur er utført av personell knyttet til Kommunaltekniske tjenester i Årdal kommune. Pål Brettum fra NIVA var med på første prøvetakingsrunden.

Programmet for undersøkelsene i 1997 har i hovedtrekkene fulgt tilsvarende undersøkelsesprogram for sesongene 1990, 92 og 94. I 1994 var det fem prøvetakingstidspunkter, mens det i 1997 har vært tre prøveserier pr. stasjon som i 1990 og 1992. Tidspunktene for prøvetaking var, 20. juli, 25. august og 22. september 1997.

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.

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

Oslo, 16. desember 1997

Pål Brettum

INNHold

FORORD	2
SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER	4
1. INNLEDNING	6
1.1. BAKGRUNN FOR UNDERSØKELSEN	6
1.2. MÅLSETTING OG UNDERSØKELSESPROGRAM	6
2. RESULTATER OG DISKUSJON	8
2.1 NEDBØRFORHOLDENE	8
2.2 LUFTTEMPERATUREN	9
2.3 VANNFØRING	9
2.4 FYSISK-KJEMISKE FORHOLD	9
2.4.1 Temperatur og siktedyp	12
2.4.2 Surhetsgrad, konduktivitet, turbiditet og farge	12
2.4.3 Nærings saltene fosfor og nitrogen	18
2.4.4 Totalt organisk karbon (TOC)	21
2.5 PLANTEPLANKTON	23
2.6 BAKTERIOLOGISKE FORHOLD	25
3. LITTERATUR	29
VEDLEGG	30

Sammendrag og konklusjoner

Undersøkelsene i 1997 av Årdalsvatnet har vært en oppfølging av kontrollundersøkelsene i 1990, 1992 og 1994. Nytt renseanlegg for avløpsvann fra Øvre Årdal ble tatt i bruk høsten 1990. Dette fikk imidlertid kun mekanisk rensing og andre renseprosesser er så langt ikke koblet til.

Resultatene av undersøkelsene i 1992 og 1994 viste da også at forholdene i Årdalsvatn ikke var vesentlig endret fra forholdene i 1990, før nytt renseanlegg ble tatt i bruk. Mye av de variasjonene som ble registrert skyldes i stor grad variasjoner i vannføringen for innløpselvene.

På grunn av høy temperatur og avsmelting fra områder i nedbørfeltet med breer og permanente snøleier, ble det tilført mye breslam til Årdalsvatn sommeren 1997. Dette førte til et sterkt redusert siktedyp på bare 3.5-4.5 m.

Totalfosfor og ortofosfat, som i 1994 viste noe økte verdier sammenlignet med tidligere, lå også i 1997 over verdiene målt i 1990 og 1992, og i store trekk på samme nivå som i 1994 for sammenlignbare tidspunkter.

De bakteriologiske analysene for 1997, særlig for termotolerante koliforme bakterier, viste tildels lavere verdier i 6 m dyp (med unntak av 22.september på st.1 og 2) enn tidligere. Variasjonene fra prøvetakingstidspunkt til prøvetakingstidspunkt var imidlertid større enn tidligere. I 30 m dyp ble det registrert verdier som var omtrent som i 1994, med unntak for 25.august, da det på stasjon 2 ble registrert hele 260 pr.100 ml prøve. Også i 1997 ble det registrert termotolerante koliforme bakterier i prøvene fra stasjon 4 både i 6 og 30 m dyp. I september med 11 pr.100 ml prøve.

Analysene av planteplanktonmengde og -sammensetning i 1997 viste ingen nevneverdige variasjoner fra tidligere år.

Analysene fra kontrollundersøkelsene i 1997 bekrefter konklusjonene fra de tidligere kontrollundersøkelsene at renseanlegget ved Farnes i Øvre Årdal, med de rensetiltak som idag er installert, ikke renses avløpsvannet tilfredsstillende.

Det noe økte innholdet av fosfor, som ble registrert i 1994 sammenlignet med 1990 og 1992, ble også registrert i 1997. Dette ga seg imidlertid heller ikke i 1997 utslag i en økt planteplanktonbiomasse. Faktorer som gjennomstrømningshastighet, turbulens, lystilgang til

vannmassene og temperatur vil, ved siden av tilgangen på næringssalter, her være regulerende faktorer.

Innholdet av termotolerante koliforme bakterier, selv i sørenden av Årdalsvatnet (stasjon 4), klassifiserer vannmassene som "mindre egnet" som råvannskilde for drikkevann, selv om analyseresultatene for de fleste andre parametre viser "godt egnet" kvalitet etter Holtan & Rosland (1992).

Systematiske oksygenmålinger er ikke utført i forbindelse med kontrollundersøkelsene men burde gjennomføres, særlig med tanke på at bruk av vann fra innsjøen er lansert som et mulig alternativ til råvannskilde for fremtidig drikkevann til Øvre Årdal

1. Innledning

1.1. Bakgrunn for undersøkelsen

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har gjennomført flere undersøkelser av vannkvaliteten i Årdalsvatn. De første spredte undersøkelsene ble utført i 1969-70 (Kristiansen 1971, Grande 1971). I 1983-84 (Lingsten og medarb. 1986) ble en mer omfattende undersøkelse gjennomført både av Årdalsvatnet, tilløpselvene og utløpselven. Kontrollundersøkelsen som ble gjennomført i 1990 (Brettum 1990) var begrunnet med at det gamle renseanlegget ved Farnes i Øvre Årdal i lengre perioder hadde fungert dårlig, og man ønsket å se om dette hadde hatt nevneverdig påvirkning på vannkvaliteten i Årdalsvatn. Mot slutten av 1990 ble et nytt renseanlegg satt i drift til erstatning for det gamle.

Resultatene av undersøkelsene i 1990 skulle danne basis ved senere kontroller for å se om det nye anlegget fungerte tilfredsstillende.

Det nye renseanlegget for kommunalt avløpsvann i Øvre Årdal fikk i første omgang bare mekanisk rensing. Dette kunne virke mangelfullt og NIVA anbefalte derfor kommunen å følge opp med kontrollundersøkelser av vannkvaliteten.

I 1992 og 1994 ble det så gjennomført nye kontrollundersøkelser av vannkvaliteten (Brettum 1992, 95).

1.2. Målsetting og undersøkelsesprogram

Kontrollprogrammet for 1992 og 1994 ble lagt så nær opp til undersøkelsesprogrammet for 1990 som mulig, slik at det skulle bli enkelt å registrere eventuelle endringer av kvaliteten på vannet. Konklusjonen på undersøkelsene i 1992 var at den renskapasiteten som det nye anlegget i Øvre Årdal hadde i 1992 ikke var tilstrekkelig for å opprettholde den opprinnelige vannkvaliteten i Årdalsvatnet. Hvis ikke et nytt rensetrinn ble installert ved renseanlegget, ville det være økende sannsynlighet for at vannkvaliteten ble påvirket gjennom økning av næringssalter og bakterier i tiden fremover. Undersøkelsene i 1994 var en videreføring av kontrollen med vannkvaliteten i Årdalsvatnet for å se om kvaliteten ble påvirket i uønsket retning. Konklusjonen den gang var at en registrerte en viss høyning av fosforinnholdet i vannmassene sammenlignet med årene 1990 og

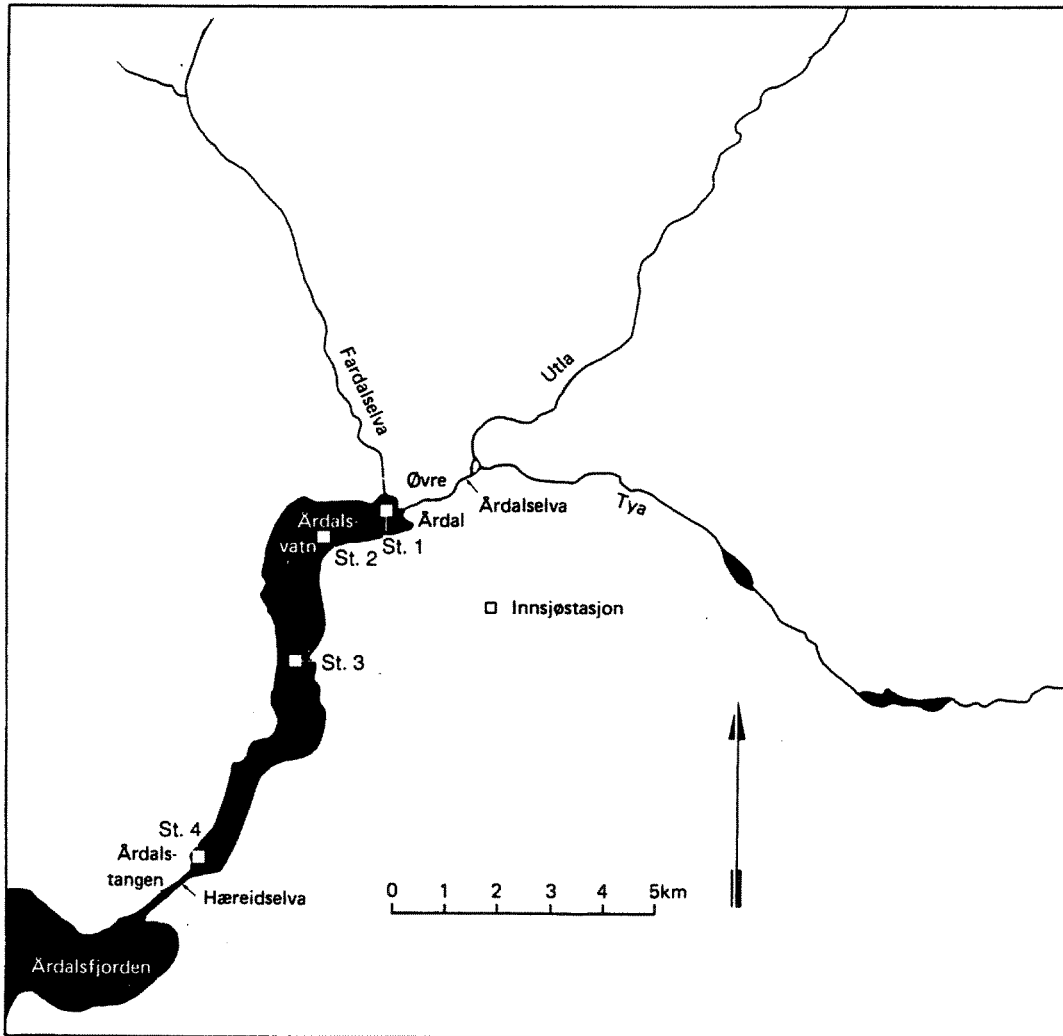


Fig. 1 Prøvetakingsstasjoner i Årdalsvatn 1997.

1992. En del av dette skyldes smeltevannstilførsler med partikulært bundet fosfor, men resultatene viste også en økning i fosfatdelen. Bakterieinnholdet var på den annen side gjennomgående ikke høyere enn tidligere år.

Programmet for 1997 har i stor utstrekning fulgt programmene for undersøkelsene tidligere år. Prøver ble samlet inn 20. juli, 25. august og 22. september fra de samme fire prøvetakingsstasjonene som tidligere (se kartskissen fig. 1).

Prøvene omfattet 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. I forbindelse med kontrollundersøkelsene ble det ikke samlet inn prøver i 30 m dyp for fysisk-kjemiske analyser fra stasjonene i 1997, bare blandprøver fra vannsjiktet 0-10 m dyp. Bakteriologiske prøver derimot, ble samlet inn som tidligere fra 6 m og 30 m dyp.

I tillegg til innsamlinger av disse prøvene ble det på hver stasjon målt siktedyp foruten vanntemperaturen i ulike dyp.

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.

En må likevel anta at de relative variasjonene fra måned til måned i store trekk vil være like.

I figur 2 er satt opp månedssum for nedbør i sommerperioden i Øvre Årdal i 1994 og 1997. Denne viser at det i 1994 var svært mye mindre nedbør enn normalt i juni 1994, mens det i 1997 var nesten det dobbelte av det normale. I juli var nedbøren begge årene under det normale, mens den i august var omkring det normale i 1994 og noe over i 1997. I september derimot var det svært lite nedbør i 1997 og betydelig mindre enn i 1994, selv om det også da var under det normale.

2.2 Lufttemperaturen

Da det ikke er noen målestasjon for lufttemperatur i Øvre Årdal, må en benytte resultatene fra Lærdal, som er nærmeste meteorologiske målestasjon som registrerer variasjoner i temperaturen.

Figur 2 viser at det, med unntak av en periode i slutten av juli da det ble registrert svært høye lufttemperaturer i 1994, var gjennomgående høyere døgnmiddel for temperaturen i 1997 i juli, og særlig i august, enn i 1994. Flere dager i denne perioden hadde i 1997 døgnmiddel over 20 ° C.

2.3 Vannføring

I figur 2 er også sammenstilt vannføringsdata for Utlea i Øvre Årdal i sommerperioden juni-september 1994 og 1997.

Vannføringen var stort sett mindre i juli og august i 1997 sammenlignet med 1994, mens den i september lå høyere.

Utlea fører i stor grad vann som har drenert fra breområder og faste snøleier, og i perioder med lite nedbør vil mye av vannet i elven være smeltevann fra slike områder i sommerperioden. Økte tilførsler av finfordelte partikler fra breslam reduserer siktedypet i Årdalsvatnet kraftig.

2.4 Fysisk-kjemiske forhold

Analyseresultatene for de fysisk-kjemiske parametrene på de fire prøvetakingsstasjonene i 1997 er gitt i figurene 3-10 og tabellene 2-5 i vedlegget. Der er også tabellene med temperaturmålingene samlet (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 peroksidisulfat.

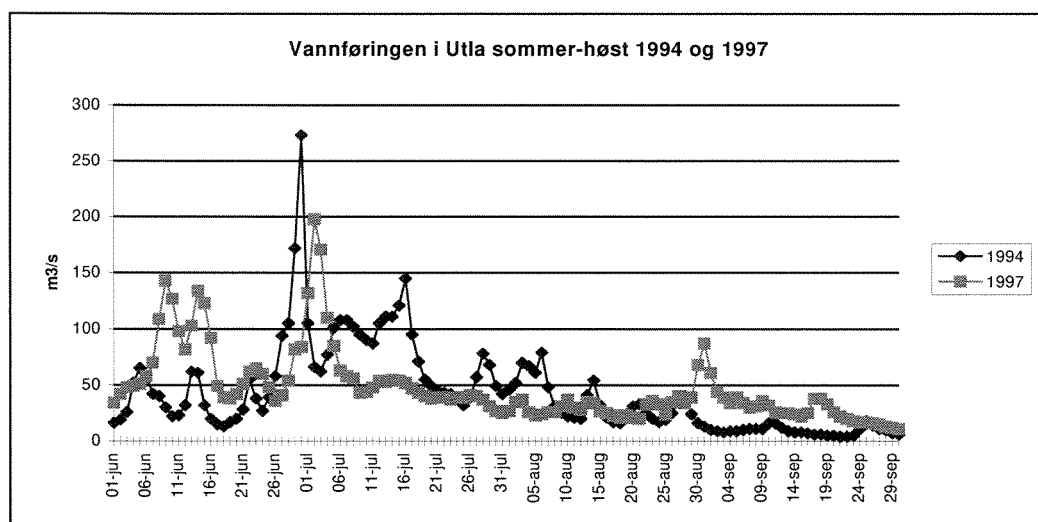
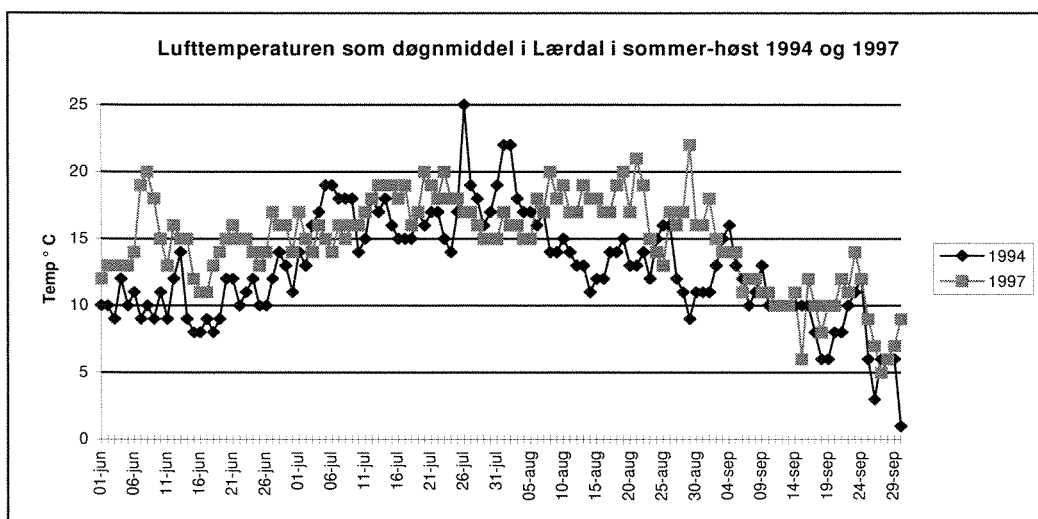
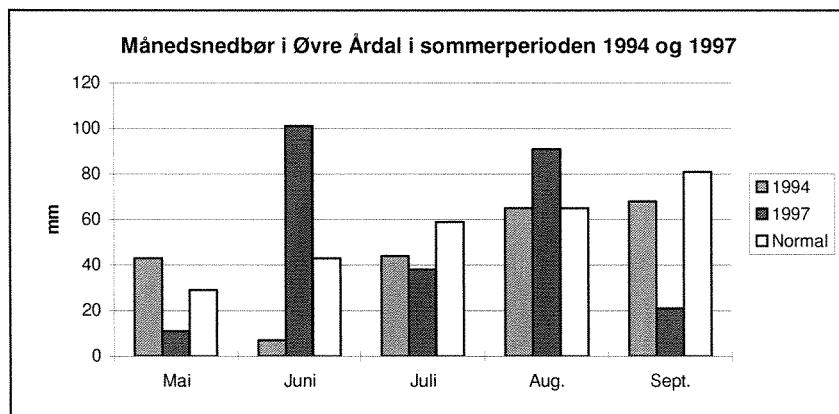


Fig. 2 Variasjoner i månedssum nedbør (Øvre Årdal), døgnmiddel lufttemperatur (Lærdal) og vannføringen i Utlea (Øvre Årdal) i 1994 og 1997.

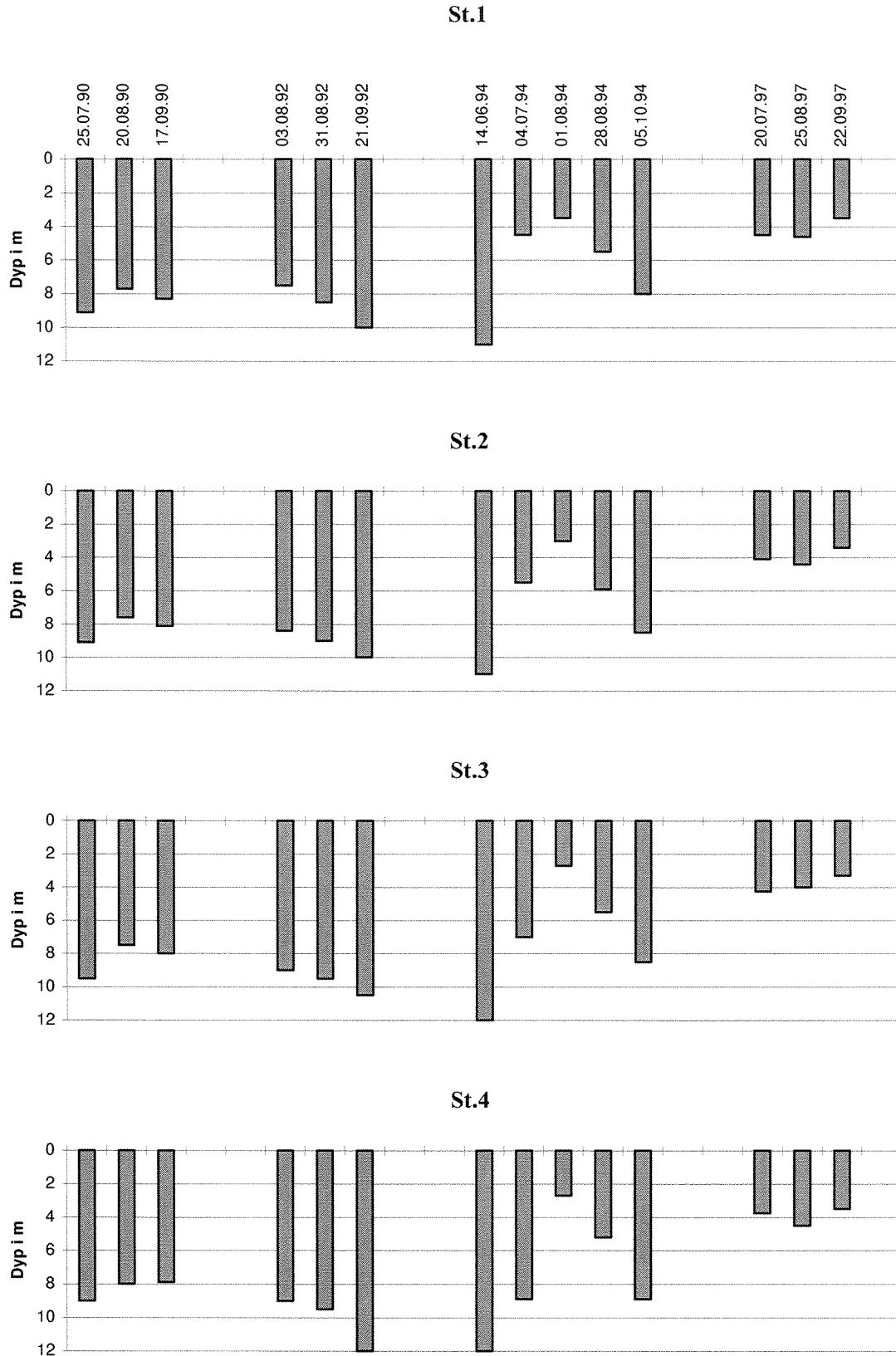


Fig. 3 Variasjoner i siktedyp på de fire stasjonene i Årdalsvatn 1990, 1992, 1994 og 1997.

2.4.1 Temperatur og siktedyp

Temperaturmålingene (tabell 1 i vedlegget) viser at det var relativt god sirkulering av vannmassene det meste av året i de øverste 30 m. I juli var det en viss termisk sjiktning, selv om den ikke var særlig markant. På dette tidspunktet var det omkring 10.5-11.5 ° C i 1 m dyp på de fire stasjonene som ikke er spesielt høye temperaturer i Årdalsvatnet på den tiden, og som viser at smeltevann fra breområdene påvirket vanntemperaturen. På den annen side var det en periode med stabilt sommervær slik at lufttemperaturen var høy.

Siktedypet var lite gjennom hele undersøkelsesperioden sommeren og høsten 1997. Det varierte mellom 3.3 og 4.5 m. Dette var betydelig lavere enn de fleste målingene fra tidligere år. Bare 1. august 1994 var det mindre siktedyp. Da ble det nevnt at det i alt vesentlig skyltes mer finfordelte partikler fordi det på det tidspunktet var tilførsler i hovedsak av smeltevann fra breområdene. Resultatene fra 1997 viser at det var slikt smeltevann som også dominerte tilførslene dette året.

Dette brepartikkelmaterialet påvirker i betydelig grad siktedypet da det kan føres med vannmassene forholdsvis langt vekk fra innløpet. Siktedypsvariasjonene i 1994 var mye større enn i 1992, da det varierte mellom 7.5 og 12.0 m. Siktedypet varierte i 1994 mellom 2.7 og 12 m på stasjon 3 og 4 i løpet av undersøkelsesperioden, på stasjon 2 mellom 3.0 og 11 m og på stasjon 1 mellom 3.5 og 11 m. Dette viser at det også i 1994 til tider var et stort partikkelinnhold i vannmassene av finfordelte partikler. Innholdet av planktoniske alger (se senere) er så lite at dette har liten eller ingen innflytelse på siktedypet.

2.4.2 Surhetsgrad, konduktivitet, turbiditet og farge

Analyseresultatene av disse parametrene er vist i tabellene 2-5 (vedlegg), og variasjonene i de enkelte parametrene for de fire stasjonene i 1990, 92, 94 og 97 er fremstilt i figurene 4-7.

Vannets surhetsgrad (pH-verdi) varierte i 1997 svært lite på stasjonene. Verdiene lå mellom 6.18 og 6.54. Stasjon 1 skilte seg ikke vesentlig ut fra de andre i 1997, noe som viser at det var mindre tilførsler av smeltevann fra snøsmeltingen og fra regn og større andel med smeltevann fra breområdene, enn hva som var tilfelle i 1994.

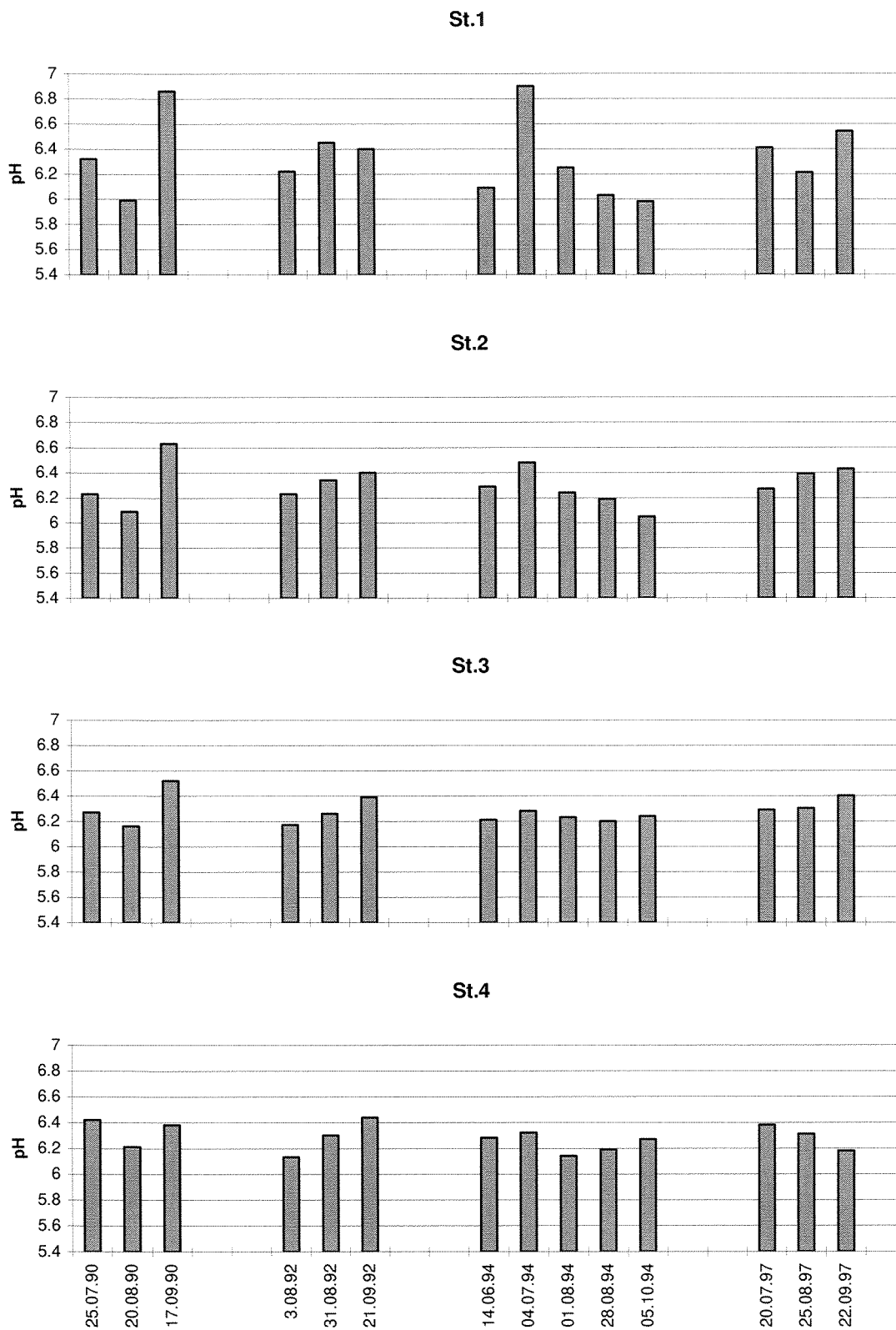


Fig. 4 Variasjoner i pH på stasjoner i Årdalsvatn 1990, 1992, 1994 og 1997.

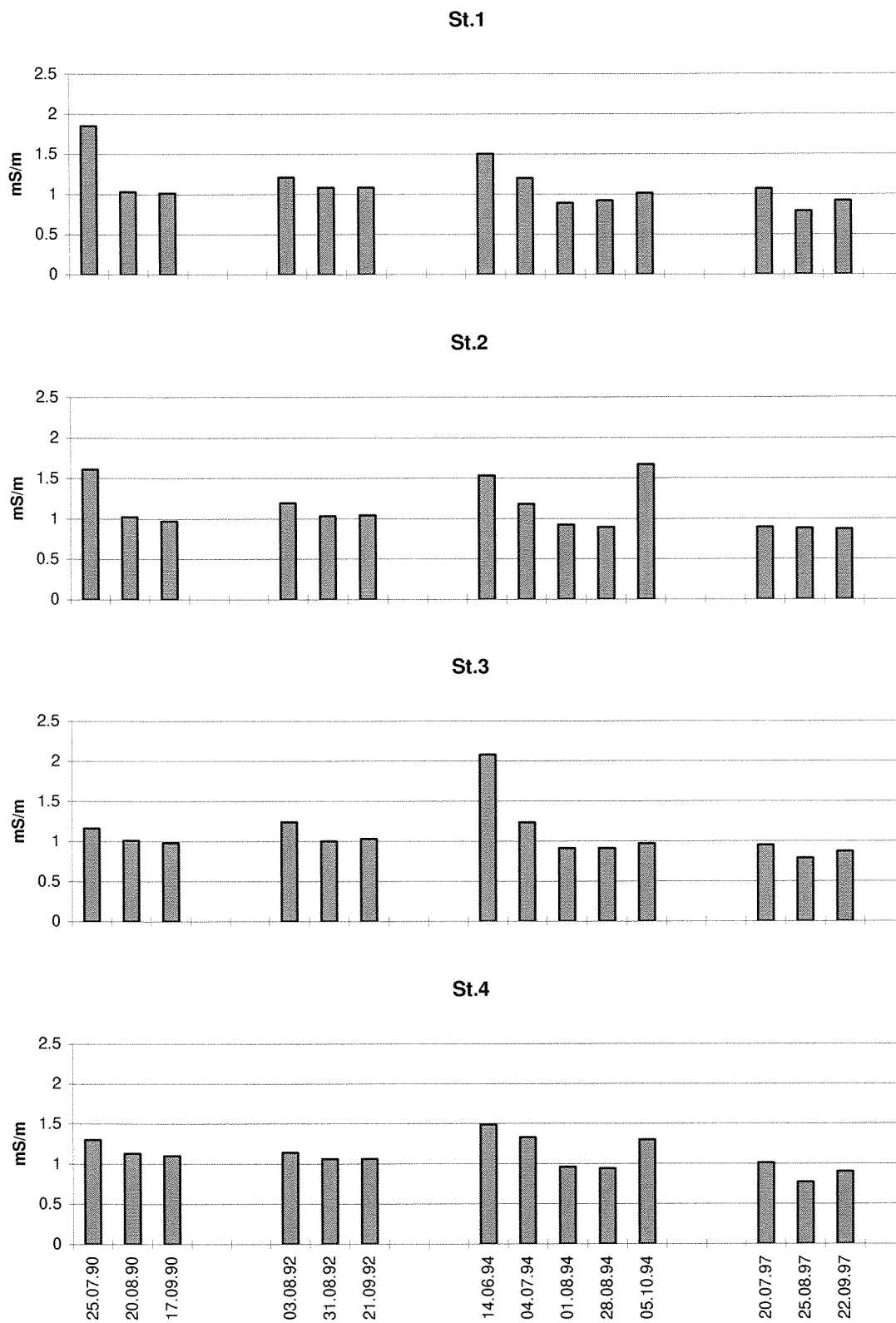


Fig. 5 Variasjoner i konduktivitet på stasjoner i Årdalsvatn 1990, 1992, 1994 og 1997.

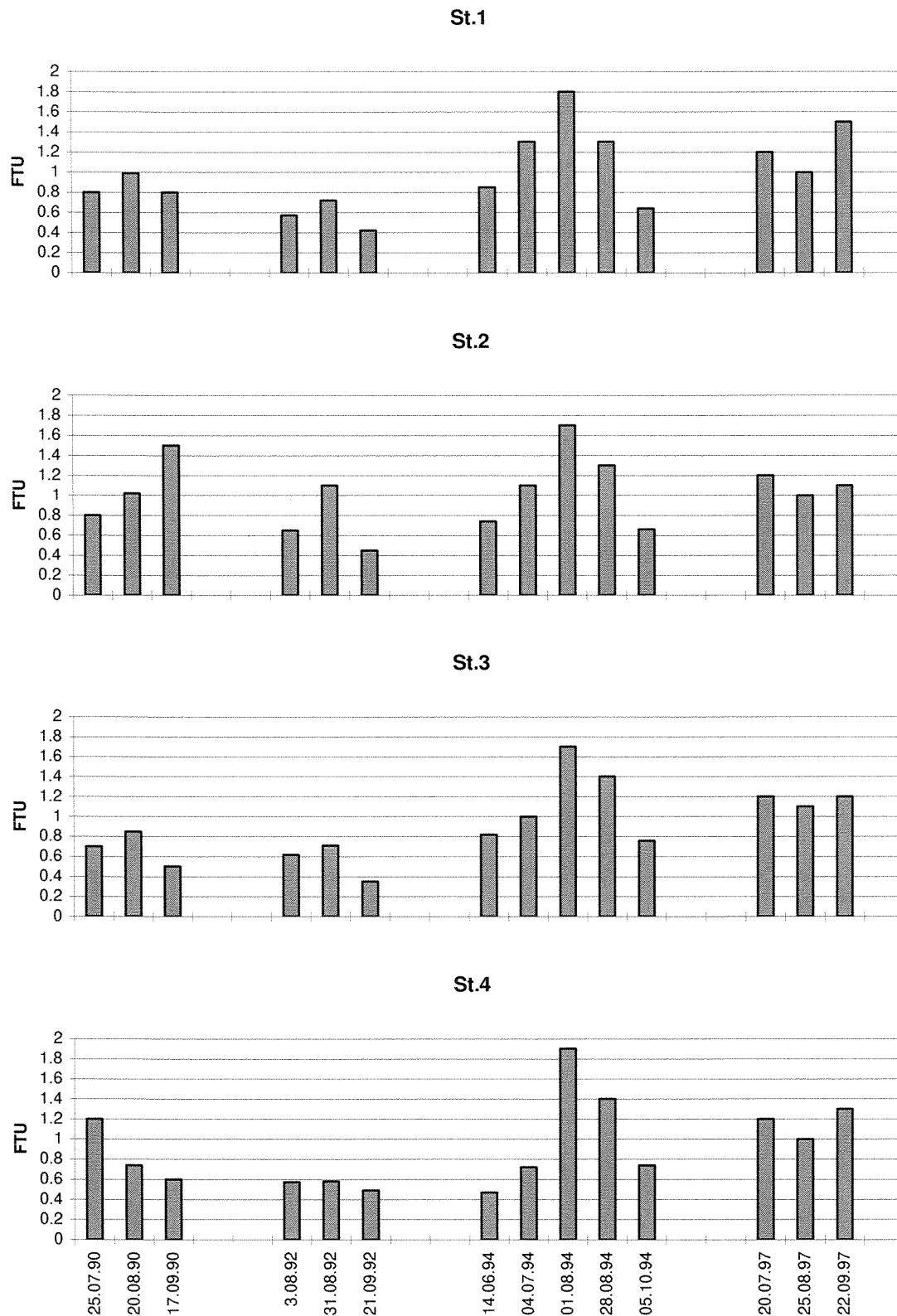


Fig. 6 Variasjoner i turbiditet på stasjoner i Årdalsvatn 1990, 1992, 1994 og 1997.

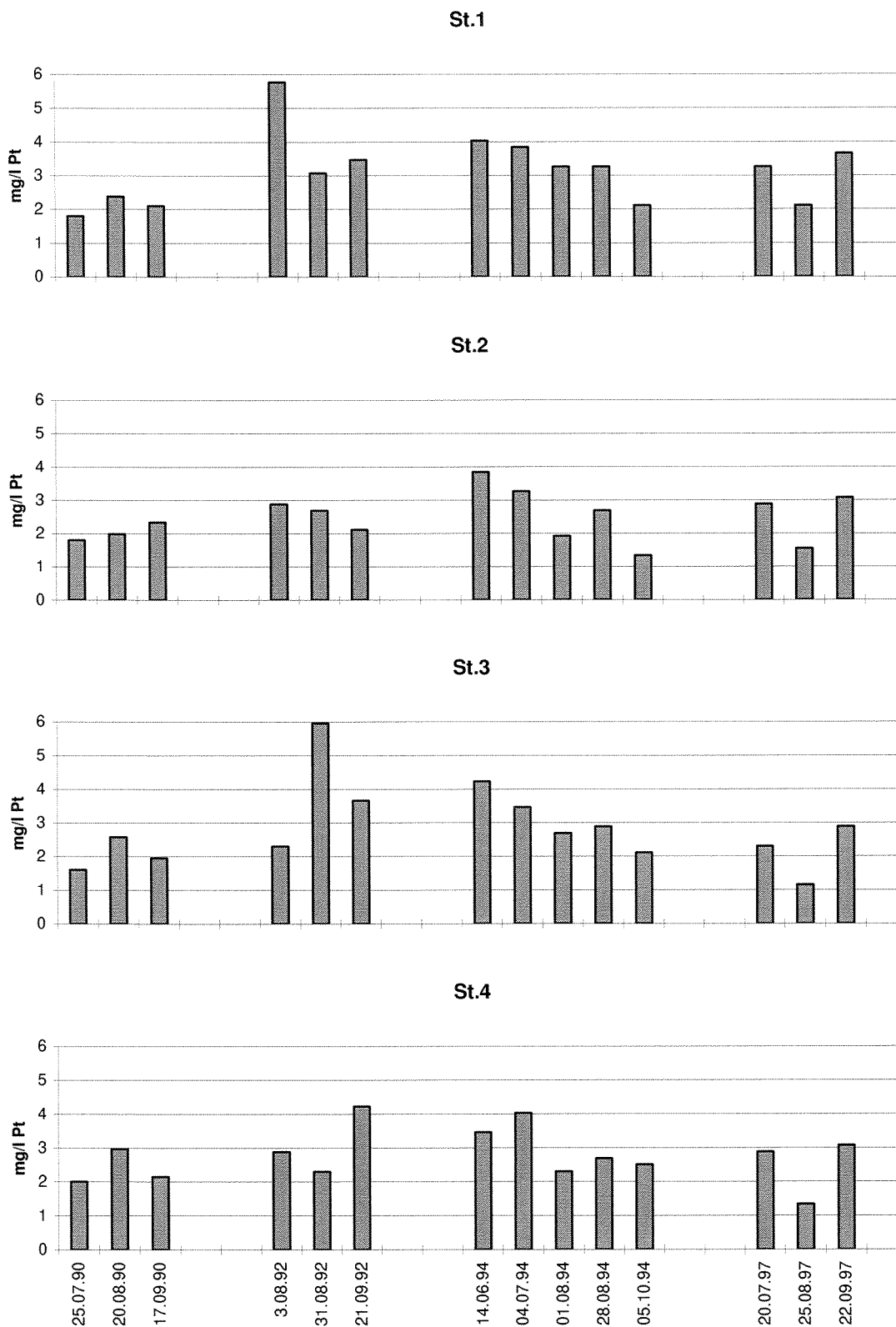


Fig 7 Variasjoner i filtrert farge på stasjoner i Årdalsvatn 1990, 1992, 1994 og 1997.

Konduktiviteten (ledningsevnen) er et mål for mengden av oppløste salter i vannmassene. I 1997 varierte denne lite gjennom sesongen, og lå for det meste mellom 0.8 og 1 mS/m. Verdiene for konduktivitet i Årdalsvatnet som helhet er svært små, noe som viser et lite innhold av oppløste salter. Variasjonene som registreres er i store trekk innenfor de naturlige variasjoner.

I vannmasser som er så direkte påvirket av avrenningsvatn fra nærområdene tidlig på sesongen og fra høyfjellsområdene senere i sesongen, og hvor vannføringen vanligvis varierer stort i løpet av sommersesongen, vil en få variasjoner i verdiene. Gjennom prøvetakingsperioden i 1997 var imidlertid variasjonene små på alle stasjonene, noe som viser at vannføringen i elvene var relativt jevn i perioden.

Vannets innhold av partikler (turbiditet) varierer vanligvis sterkt i Årdalsvatn som en direkte følge av tilført smeltevann fra høyfjellsområdene. Størst er partikkelinnholdet i juli-august når avsmeltingen i høyfjellet er kraftigst. Da øker også innholdet av breslam. Dette fører til svært nedsatt siktedyp i vannet (se tidligere). Minst blir siktedypet hvis andelen av finfordelte breslamspartikler øker sammenlignet med tilløpselvenes innhold av grovere partikler som tilføres elvevannet under snøsmeltingen og ved kraftig regn. I 1997 var det mindre andel av smeltevann fra snøsmelting i høyfjellet, og regn. Dermed økte den prosentvise andelen av finfordelte breslamspartikler i elvevannet.

Verdiene for turbiditet i 1997 varierte lite, bare mellom 1.0 og 1.5 FTU, mens det i 1994 var større variasjoner, mellom 0.47 og 1.9 FTU, stasjonene sett under ett. Størst var variasjonene i 1994 på stasjon 4 lengst sør i innsjøen, minst på stasjon 1 nær innløpselvene. Siktedypet korrelerer i store trekk omvendt med turbiditeten (partikkelinnholdet) i innsjøer som Årdalsvatnet, der planteplanktoninnholdet er ekstremt lite. I 1992 var smeltevannpåvirkningen mindre og turbiditeten varierte mellom 0.35 og 1.1 FTU. Siktedypet var betydelig større også i høysommerperioden i 1992. I 1990 lå verdiene både for turbiditet og siktedyp gjennomgående mellom verdiene for 1992 og 1994.

Vannets fargetall (filtrert farge) er et mål på innholdet av løste, hovedsakelig organiske forbindelser. I 1994 var verdiene hele sesongen mindre enn 4.22 mg/l Pt på alle stasjonene. Dette er svært lave verdier, og verdiene for denne parameter både i 1990, 1992 og 1994 var mindre enn 6 mg/l Pt. I 1997 var høyeste registrerte verdi i undersøkelsesperioden (stasjon 1 i september) på 3.65. Dette viser, som tidligere, at det er svært lite innhold av organisk materiale i vannmassene i Årdal.

2.4.3 Næringssaltene fosfor og nitrogen

Analyseresultatene for 1997 av fosfor og nitrogen er gitt i tabellene 2-5 (vedlegg). Verdiene for 1997 er fremstilt i figur 8 og 9 sammen med tilsvarende verdier for undersøkelsene i 1990, 1992 og 1994.

Av figur 8 fremgår at det i 1997 gjennomgående var verdier for totalfosfor som lå omkring eller noe lavere enn målte verdier i 1994. Verdiene lå i hovedsak mellom 3-5 $\mu\text{g/l P}$. I 1994 varierte disse mellom 3 og 7 $\mu\text{g/l P}$. Både verdiene for 1994 og 1997 viser som hovedtrend en økning i innholdet av totalfosfor sammenlignet med målingene fra 1990 og 1992, selv om det på stasjon 4 i 1990 (20.august) ble registrert 6 $\mu\text{g/l P}$.

Ser en på de tilsvarende verdier for ortofosfat, som er et mål på mengdene av fosfor som eventuelt er tilgjengelig for algevekst, var disse også stort sett som i 1994, mellom 2-4 $\mu\text{g/l P}$. Sammenligner en med 1990 og 1992 viser også innholdet av ortofosfat i 1994 og 1997 en økende tendens. I figur 8 er vist variasjonene både i totalfosfor og ortofosfat på de ulike tidspunkter. Det er særlig på de tre stasjonene 1, 2 og 3 at forskjellene er mest markerte i forhold til 1990 og 1992, for stasjon 4 også 1992. (I figuren er verdier $< 1 \mu\text{g/l P}$ markert som 0.5 av praktiske grunner!). Selv om økningen i fosfor i stor grad henger sammen med større partikkeltilførsler, gjenspeiler nok også resultatene i 1994 og 1997, særlig på stasjon 1 men også stasjon 2, et tilskudd til vannmassene fra renseanleggets avløpsvann.

I figur 9 er det gjort en tilsvarende fremstilling av variasjonene i totalnitrogen og nitrat på de fire stasjonene i innsjøen. Som figuren viser var det i 1994 en viss økning av totalnitrogen sammenlignet med 1990 og 1992. Det samme var tilfelle med verdiene for nitrat. Totalnitrogen lå i hovedsak mellom 92 og 265 $\mu\text{g/l N}$ (unntak st.1 20.juli med 445 $\mu\text{g/l N}$) og nitrat mellom 52 og 81 $\mu\text{g/l N}$ i 1997. Dette var for det meste noe lavere enn de registrerte verdier for 1994, med et par unntak. Verdiene for totalnitrogen og nitrat i 1997 var omtrent som verdiene for 1990 og 1992.

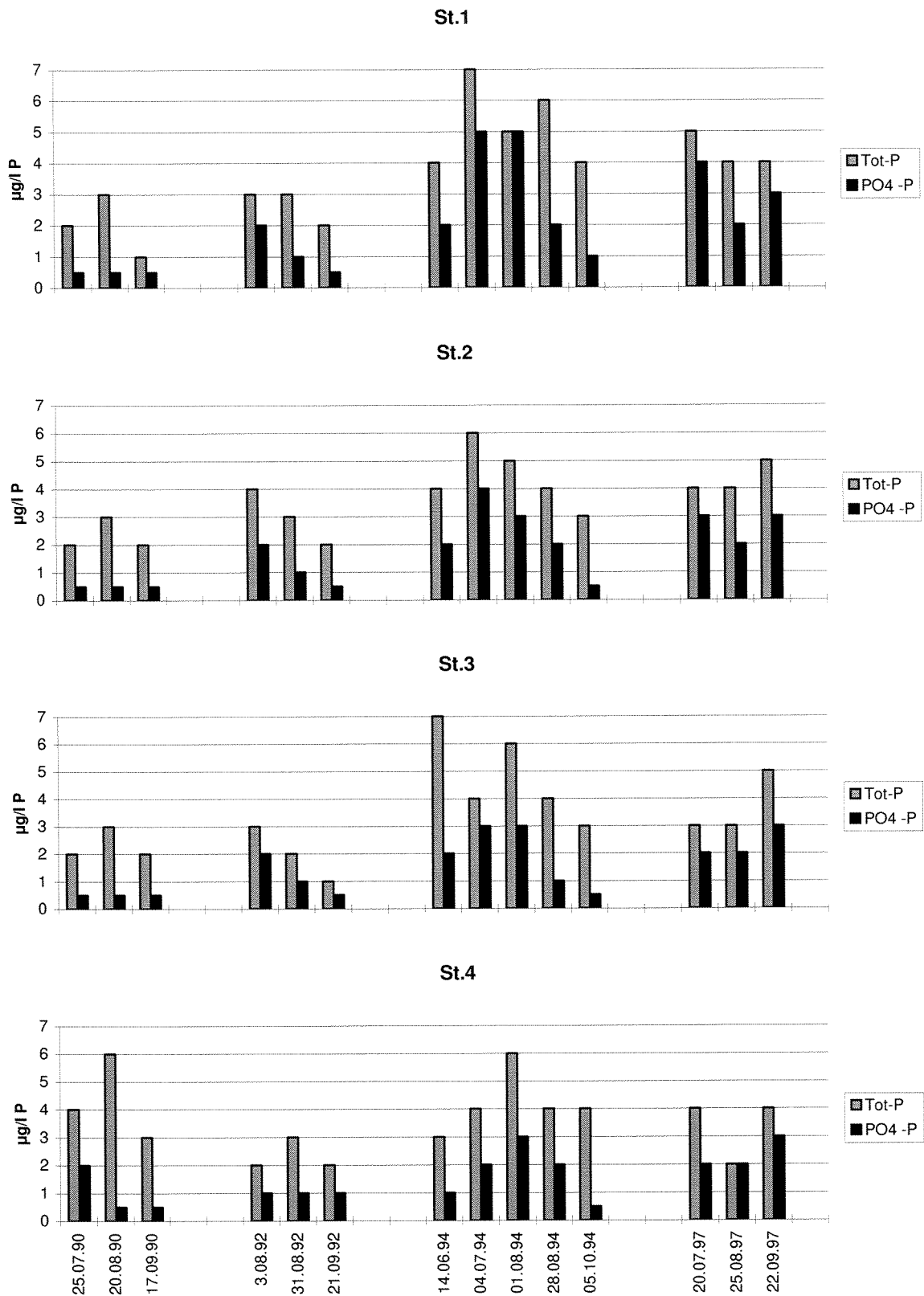


Fig. 8 Variasjoner i totalfosfor og ortofosfat på stasjonene i Årdalsvatn 1990, 92, 94 og 97. (NB! Analyseverdier på < 1 µg/l P er markert i figuren med 0.5 av praktiske grunner.)

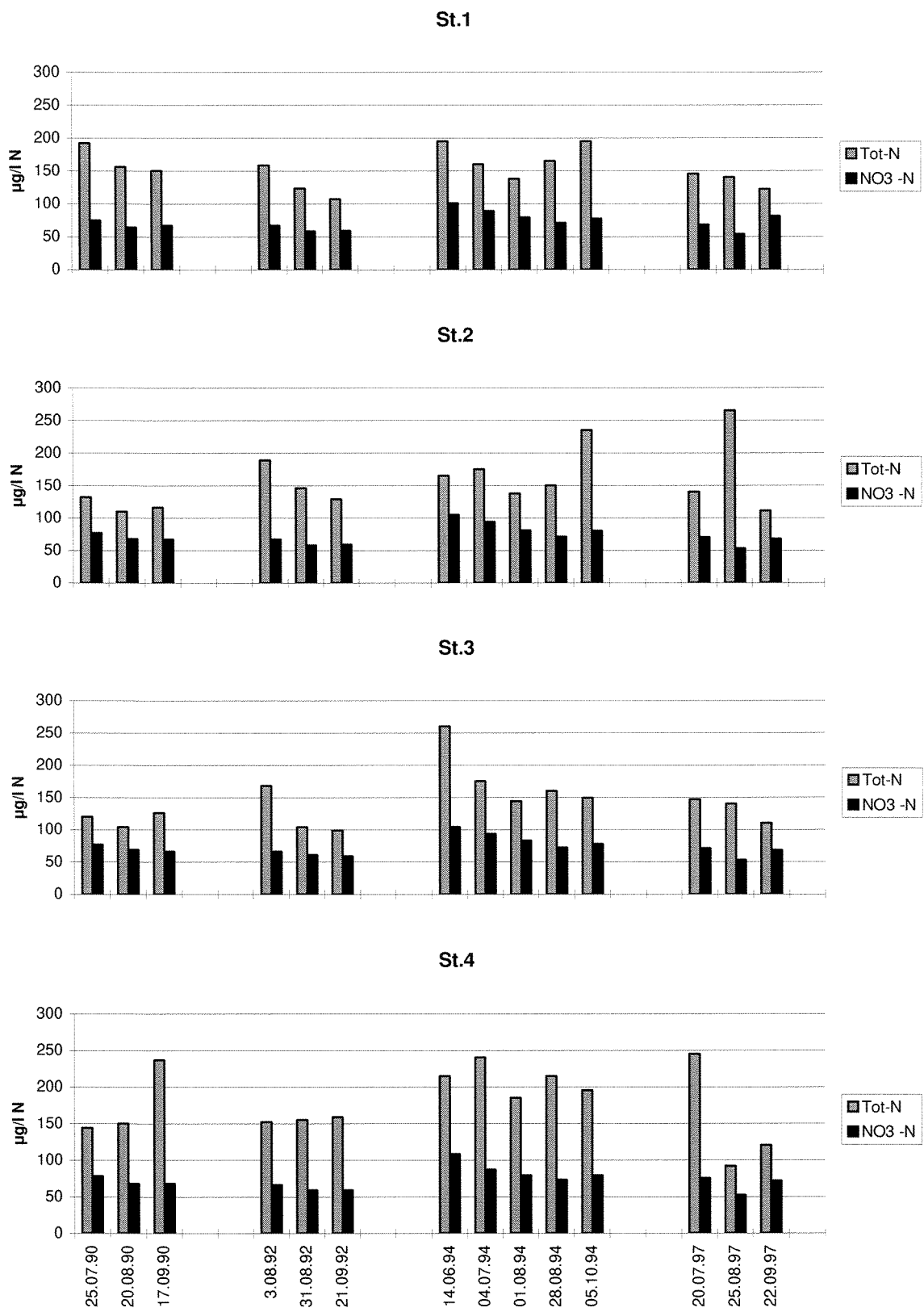


Fig. 9 Variasjoner i totalnitrogen og nitrat på stasjonene i Årdalsvatn 1990, 92, 94 og 97.

2.4.4 Totalt organisk karbon (TOC)

Om en sammenligner verdiene for totalt organisk karbon (TOC) fra tilsvarende tidspunkter i 1990, 1992 og 1994 lå disse, for de fleste målingenes vedkommende, omtrent på samme nivå; mellom 0.4 og 0.6 mg/l C (figur 9). I oktober 1994 ble det målt en viss økning på stasjon 2 sammenlignet med de andre stasjonene. Da ble det målt 1.5 mg/l C. Også verdiene for 14. juni og 4. juli i 1994 var høyere enn verdiene senere på året. Disse kan imidlertid være innenfor de naturlige variasjonene for denne parameter gjennom vekstsesongen. Så tidlig på året ble det ikke samlet inn prøver i 1990 og 1992, så sammenligningsgrunnlaget mangler.

Med unntak for TOC-verdien på stasjon 1 den 20. juli på 1.5 mg/l C, lå alle verdier på de ulike stasjonene i 1997 under 1 mg/l C og for det meste mellom 0.2 og 0.6 mg/l C. Dette viser svært lite innhold av organisk materiale i vannmassene i Årdalsvatn. Verdiene for farge (filtrert), som også gir et mål på innholdet av løst organisk stoff, var svært lave og varierte etter samme mønster som totalt organisk karbon (se foran). Største avvik var på stasjon 1 den 20. juli 1997, da den høye verdien for TOC ikke gjenspeilet seg i verdien for filtrert farge på samme tidspunkt. Den høyere verdien kan være uorganisk karbonat fra brepartiklene.

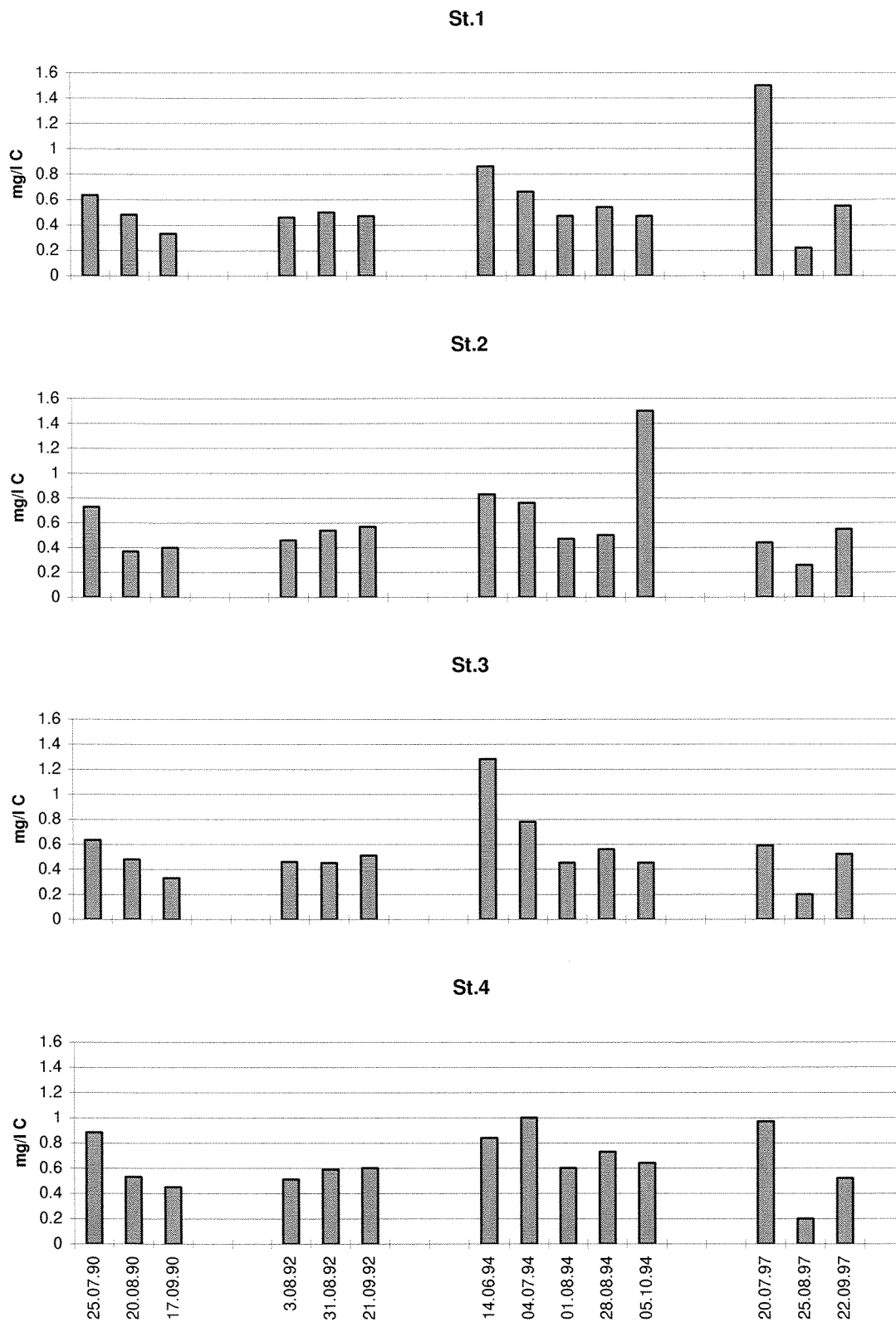


Fig. 10 Variasjoner i totalt organisk karbon (TOC) på stasjoner i Årdalsvatn 1990, 92, 94 og 97.

2.5 Planteplankton

Det ble i 1997, som tidligere år, samlet inn kvantitative planteplanktonprøver fra de fire stasjonene i Årdalsvatn samtidig med prøver for fysisk-kjemiske analyser og bakteriologiske analyser. I 1997 ble det samlet inn prøver fra 3 tidspunkter som i 1990 og 1992, mens det i 1994 ble samlet inn 5 prøveserier i vekstsesongen. Prøvene var blandprøver fra vannsjiktet 0-10 m dyp, og analyseresultatene er gitt i tabellene 7-10 (se vedlegg). Resultatene for årene 1990, 1992 og 1994 er fremstilt, sammen med resultatene for 1997, 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).

Som det fremgår av tabellene og figuren var det på alle fire stasjonene på prøvetakingstidspunktene et meget beskjedent innhold av planteplankton i 1997 som i de forgående undersøkelsesårene. I 1994 ble det også tatt prøver fra tidlig i vekstsesongen, men disse viste, på samme måte som prøver tatt senere på året, svært lave verdier for totalt planteplanktonvolum.

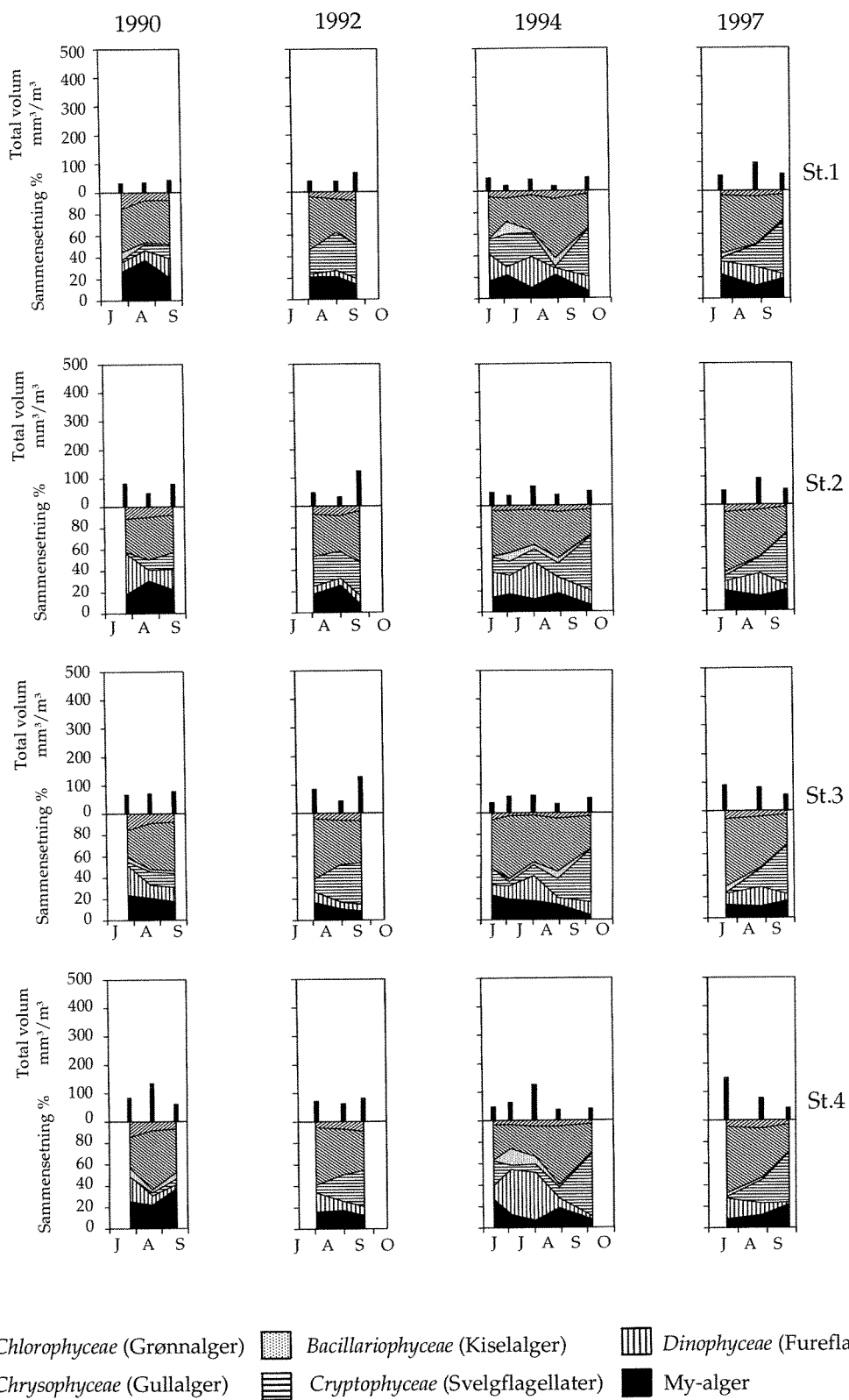


Fig. 11 Variasjoner i totalvolum og sammensetning av planteplankton på stasjoner i Årdalsvatn 1990, 1992, 1994 og 1997. Verdiene for totalvolum gitt i $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt.

Figuren viser at totalvolumet av planteplankton varierte svært lite på alle stasjonene alle fire årene, og bare ved få tidspunkter ble det registrert større volumer enn $100 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ ($100 \text{ mg}/\text{m}^3$ våtvekt).

I figuren er også fremstilt variasjonene i den prosentvise andel av hver av de viktigste planteplanktongruppene gjennom vekstsesongen. Viktigste planteplanktongruppe som prosent andel av totalvolumet i 1997 var, som tidligere år, Chrysophyceae (gullalger) på alle stasjonene. Viktigste arter innen denne gruppen var ulike former for chrysomonader.

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

Nivået for totalvolum og variasjonene i sammensetningen av planteplanktongrupper og -arter gjennom vekstsesongen var svært like de fire observasjonsårene. Resultatene viser et samfunn karakteristisk for svært næringsfattige, ultraoligotrofe vannmasser.

2.6 Bakteriologiske forhold

I tabell 6 (vedlegg) er satt opp analyseresultatene for bakteriologiske prøver samlet inn på de fire stasjonene i 1997. Bakteriologiske prøver ble samlet inn samtidig med prøver for kjemiske analyser og analyser av planteplanktoninnhold. 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.

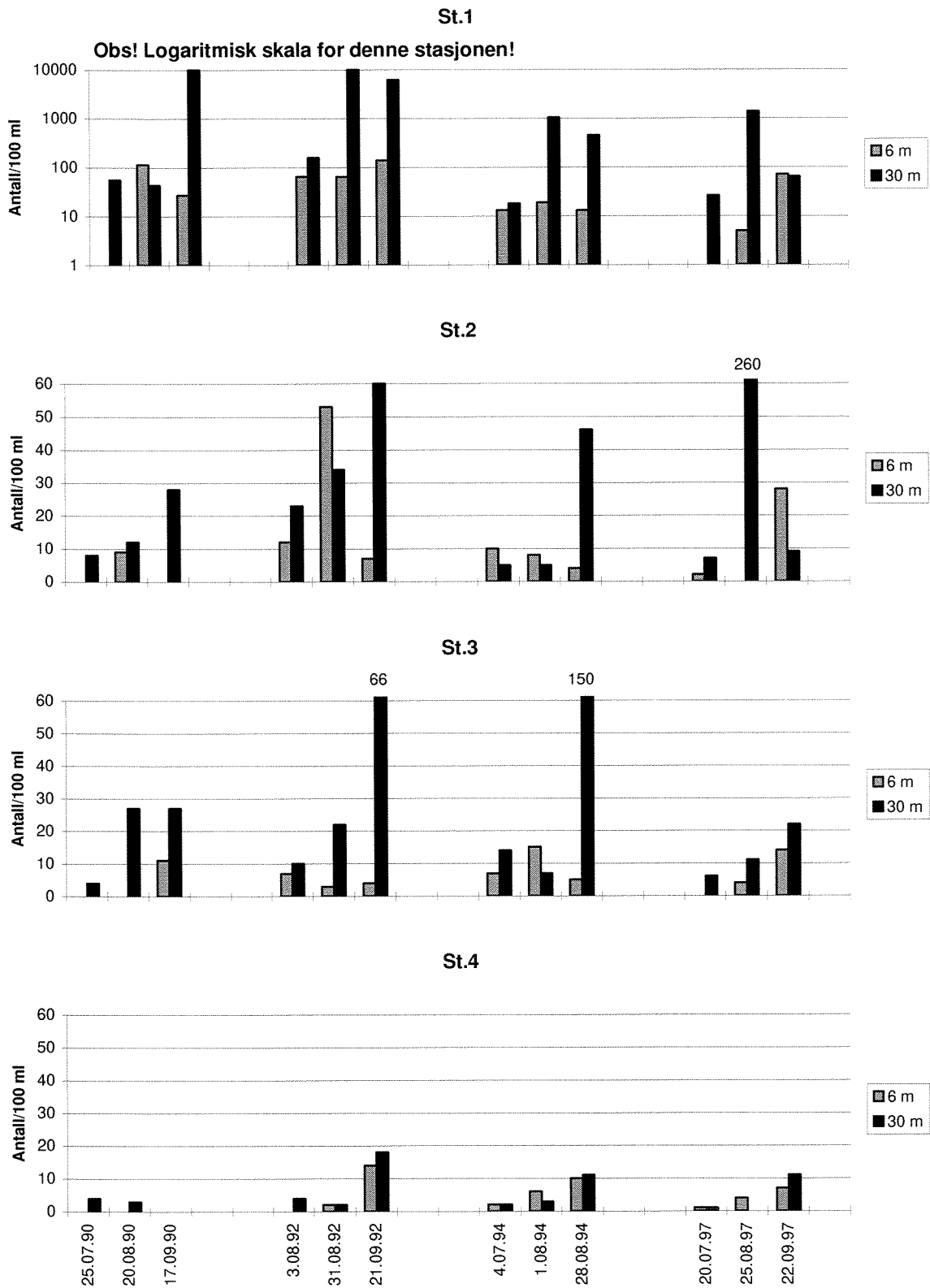


Fig. 11 Variasjoner i antall termotolerante koliforme bakterier (44 ° C) i 6 m og 30 m dyp på stasjonene i Årdalsvatn 1990, 92, 94 og 97.

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.

Tabell 6 viser, som en må forvente, at det høyeste bakterieinnholdet registreres på stasjon 1 nær utslippsstedet for renseanlegget i Øvre Årdal. I figur 11 er fremstilt analyseresultatene for mengden av termotabile koliforme bakterier de fire årene 1990, 92, 94 og 97 på de fire stasjonene i henholdsvis 6 m og 30 m dyp. For 1990 og 1992 var det en jevn nedgang i slike bakterier fra stasjon 1 til stasjon 4 i 6 m og særlig i 30 m dyp, med relativt høyt innhold av bakterier på stasjon 1 både i 6 og 30 m dyp. Verdiene for 30 m dyp var imidlertid høye både på stasjon 2 og 3 i september 1992. Selv om verdiene for 1994 var lavere, særlig for stasjon 1 og 2 i 6 m dyp, var det svært høye verdier for termotolerante koliforme bakterier både på stasjon 2 og 3 det året 28. august i 30 m dyp. Hele 150 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml prøve på stasjon 3 ca 4,5 km fra utslippsstedet (logaritmisk skala i figuren for resultatene fra stasjon 1!). Innholdet på stasjon 1 vil i stor grad variere avhengig av hvor nær opp til utslippsstedet fra renseanlegget prøvene tas, og vanngjennomstrømningen.

Utslippene fra renseanlegget fortynnes relativt raskt og gjennomstrømningshastigheten av vannmassene i Årdalsvatn vil være med på å avgjøre hvor mye en finner av termotolerante koliforme bakterier på de andre stasjonene i innsjøen. Omrøring av vannmassene vil også være med på å avgjøre hvor store forskjeller det blir i registrerte mengder av bakterier i de to dypene på stasjonene, selv om tallene gjennomgående vil være noe høyere i 30 m dyp sammenlignet med 6 m dyp.

Resultatene for 1997 viser noe variabelt innhold av termotolerante koliforme bakterier både på stasjon 1 og 2 i 6 m og 30 m dyp. I prøvene for 25. august 1997 på stasjon 2 ble det registrert 260 termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml prøve i 30 m dyp, mens ingen ble registrert i 6 m dyp. På stasjon 1 var det svært høye verdier i 30 m dyp på det tidspunktet; 1380 pr. 100 ml.

På stasjon 3 og 4 i 1997 var det, relativt sett, lave verdier selv om et visst antall ble registrert i begge dyp på de fleste prøvetakingstidspunktene (hele 22 pr. 100 ml prøve på stasjon 3 i 30 m dyp 22. september).

På stasjon 4, som representerer vannmassene i den sørlige del av Årdalsvatn, var innholdet av termotolerante koliforme bakterier i 1997 omtrent det samme som tidligere år. Vann fra dette området benyttes som reserve råvannskilde. De bakterielle forholdene i vannmassene i denne del av innsjøen har ikke bedret seg særlig mye sammenlignet med tidligere år.

Ut fra de gitte grenser for råvannskvalitet som er gitt av Statens forurensningstilsyn (SFT) i: "Klassifisering av miljøkvalitet" og Statens institutt for folkehelse (SIFF) i: "Kvalitetsnormer for drikkevann", viser de bakteriologiske analysene fra stasjon 4 at vannet derfra som råvannskilde ligger i området "egnet" til "mindre egnet". Det må i alle tilfelle en behandling av vannet før det kan sendes ut på drikkevannsnettet.

3. Litteratur

- Brettum, P. 1984. Planteplankton, telling. I: Vassdragsundersøkelser. En metodebok i limnologi. K. Vennerød (red.). Norsk Limnologiforening, Universitetsforlaget, Oslo. 146-154.
- 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.
- Grande, M. 1971. Hydrologiske undersøkelser i Årdalsvassdraget. Rapport O-90/70. NIVA, Oslo. 19 s.
- Holtan, H. og D. Rosland 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning (Statens forurensningstilsyn) nr. 92:06. Kortversjon. 32 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.
- 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.

Vedlegg

Tabell 1 Temperatur i ulike dyp på stasjonene i Årdalsvatn 1997

Stasjon 1

		Vanntemperatur °C		
Dato		20.juli	25.aug	22.sept
Dyp i m				
1		11.8	14.0	10.0
3		9.8	14.0	9.9
5		9.5	13.9	9.8
6		9.6	13.9	9.8
7		9.2	13.5	9.8
9		9.1	13.2	9.8
15			12.5	9.8
20			12.1	9.5
25			11.0	9.3
30	6.6	8.5		9.2
40				
50	5.5			
60	5.4			

Stasjon 2

		Vanntemperatur °C		
Dato		20.juli	25.aug	22.sept
Dyp i m				
1		10.6	14.0	10.0
3		9.7	14.0	9.9
5		9.7	13.9	9.9
6		9.6	13.8	9.9
7		9.4	13.5	9.9
9		9.0	13.2	9.9
15			12.5	
20			11.9	9.8
25			10.7	
30	7.0	8.8		9.7

Stasjon 3

		Vanntemperatur °C		
Dato		20.juli	25.aug	22.sept
Dyp i m				
1		11.6	14.0	10.0
3		10.3	13.9	10.0
5		9.5	13.3	9.9
6		9.3	13.0	9.9
7		9.1	13.0	9.9
9		8.5	12.9	9.9
15			12.4	
20			12.0	
25			11.0	
30	7.4	9.1		9.6

Stasjon 4

		Vanntemperatur °C		
Dato		20.juli	25.aug	22.sept
Dyp i m				
1		10.5	14.0	9.9
3		10.0	13.9	9.9
5		9.3	13.1	9.6
6		9.0	13.1	9.6
7		9.1	12.9	9.6
9		8.2	12.8	9.5
15			12.3	9.4
20			12.0	9.3
25			11.5	9.2
30	7.4	9.2		9.0

Tabell 2 Fysisk-kjemiske analyseresultater fra st.1, Árdalsvatn 1997 (bl.prøver 0-10 m dyp)

Dato	Siktedyp m	pH	Alk mmol/l	Kond mS/m	Turb FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P µg/l	PO ₄ -P µg/l	Tot-N µg/l	NO ₃ -N µg/l	TOC mg/l	Cl mg/l
20/7	4.5	6.41	0.056	1.07	1.2	3.26	5	4	445	68	1.5	1.0
25/8	4.6	6.21	0.056	0.79	1.0	2.11	4	2	140	54	0.22	0.5
22/9	3.5	6.54	0.058	0.92	1.5	3.65	4	3	122	81	0.55	0.5

Tabell 3 Fysisk-kjemiske analyseresultater fra st.2, Árdalsvatn 1997 (bl.prøver 0-10 m dyp)

Dato	Siktedyp m	pH	Alk mmol/l	Kond mS/m	Turb FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P µg/l	PO ₄ -P µg/l	Tot-N µg/l	NO ₃ -N µg/l	TOC mg/l	Cl mg/l
20/7	4.1	6.27	0.051	0.89	1.2	2.88	4	3	140	70	0.44	0.7
25/8	4.4	6.39	0.062	0.88	1.0	1.54	4	2	265	53	0.26	0.6
22/9	3.4	6.43	0.057	0.87	1.1	3.07	5	3	111	68	0.55	0.5

Tabell 4 Fysisk-kjemiske analyseresultater fra st.3, Årdalsvatn 1997 (bl.prøver 0-10 m dyp)

Dato	Siktedyp m	pH	Alk mmol/l	Kond mS/m	Turb FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P µg/l	PO ₄ -P µg/l	Tot-N µg/l	NO ₃ -N µg/l	TOC mg/l	Cl mg/l
20/7	4.25	6.29	0.053	0.95	1.2	2.30	3	2	147	71	0.59	0.7
25/8	4	6.30	0.056	0.79	1.1	1.15	3	2	140	53	<0.20	0.5
22/9	3.3	6.40	0.056	0.87	1.2	2.88	5	3	110	68	0.52	0.5

Tabell 5 Fysisk-kjemiske analyseresultater fra st.4, Årdalsvatn 1997 (bl.prøver 0-10 m dyp)

Dato	Siktedyp m	pH	Alk mmol/l	Kond mS/m	Turb FTU	Farge mg Pt/l	Tot-P µg/l	PO ₄ -P µg/l	Tot-N µg/l	NO ₃ -N µg/l	TOC mg/l	Cl mg/l
20/7	3.75	6.38	0.055	1.01	1.2	2.88	4	2	245	75	0.97	0.9
25/8	4.5	6.31	0.054	0.77	1.0	1.34	2	2	92	52	<0.20	0.5
22/9	3.5	6.18	0.057	0.90	1.3	3.07	4	3	120	72	0.52	0.6

Tabell 6 Bakterieanalyser fra Årdalsvatn 1997

	St.1		St.2		St.3		St.4	
	6 m	30 m	6 m	30 m	6 m	30 m	6 m	30 m
20.07.97								
Tot.antall bakt.	49	84	55	54	110	59	93	430
Term.tol.kolif.bakt.	0	26	2	7	0	6	1	1
25.08.97								
Tot.antall bakt.	98	1880	58	1040	118	272	80	184
Term.tol.kolif.bakt.	5	1380	0	260	4	11	4	0
22.09.97								
Tot.antall bakt.	340	680	150	330	236	1030	50	350
Term.tol.kolif.bakt.	70	64	28	9	14	22	7	11

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

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

Kvantitative planteplankton analyser: Å r d a l s v a t n (S t . 1)

Tabell 7

Dato ⇒	970720	970825	970922
Gruppe	Volum	Volum	Volum
Arter			
Chlorophyceae (grønnalger)			
Ankistrodesmus falcatus	0.2	0.4	.
Chlamydomonas sp. (l=8)	0.1	0.3	0.1
Cosmarium sphagnicolum v.pachygonum	.	.	0.3
Crucigenia quadrata	.	0.4	.
Koliella sp.	2.1	3.8	1.7
Oocystis submarina v.variabilis	.	0.4	0.1
Sum	2.4	5.2	2.3
Chrysophyceae (gullalger)			
Chromulina sp.	.	.	0.4
Chrysolykos skujai	0.9	0.6	.
Craspedomonader	1.1	0.4	.
Cyster av Chrysolykos skujai	.	0.3	.
Dinobryon borgei	.	0.1	.
Dinobryon crenulatum	0.4	0.4	0.2
Dinobryon cylindricum var.alpinum	0.4	0.1	.
Kephyrion boreale	.	0.3	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	2.0	5.9	4.2
Pseudokephyrion entzii	.	.	0.1
Små chrysomonader (<7)	8.4	16.5	3.9
Store chrysomonader (>7)	16.4	18.1	4.7
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	.	1.0	0.2
Sum	29.5	43.7	13.7
Bacillariophyceae (kiselalger)			
Fragilaria sp. (l=40-70)	0.2	.	.
Rhizosolenia eriensis (var.?)	1.9	0.6	.
Tabellaria flocculosa	.	.	1.4
Sum	2.1	0.6	1.4
Cryptophyceae			
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	.	.	0.2
Cryptomonas marssonii	.	.	2.8
Cryptomonas sp. (l=20-22)	1.4	1.0	0.7
Cryptomonas spp. (l=24-28)	.	.	1.6
Katablepharis ovalis	.	0.2	0.4
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanctica)	0.2	18.5	22.7
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	.	.	0.6
Sum	1.6	19.7	29.0
Dinophyceae (fureflagellater)			
Gymnodinium cf.lacustre	1.7	1.5	0.2
Gymnodinium sp. (l=14-16)	1.7	1.9	0.2
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	.	7.2	.
Ubest. dinoflagellat (l=9-10)	0.5	0.7	.
Ubest.dinoflagellat	2.7	5.6	1.8
Sum	6.6	16.9	2.3
My-alger			
My-alger	12.6	12.1	11.4
Totalsum (mm ³ /m ³ = mg våtvekt/m ³)	54.9	98.2	60.1

Kvantitative planteplankton analyser: Å r d a l s v a t n (S t . 2)

Dato ⇒	970720	970825	970922
Gruppe	Volum	Volum	Volum
Arter			
Chlorophyceae (grønnalger)			
Ankistrodesmus falcatus	0.7	0.4	.
Chlamydomonas sp. (l=8)	.	.	0.1
Cosmarium sp. (l=8 b=8)	.	0.7	.
Cosmarium sphagnicolum v.pachygonum	0.2	.	.
Crucigenia quadrata	.	0.7	.
Dictyosphaerium subsolitarium	.	0.2	0.2
Koliella sp.	2.3	2.0	0.7
Oocystis submarina v.variabilis	.	0.4	0.2
Staurodesmus triangularis	0.3	.	.
Sum	3.5	4.5	1.3
Chrysophyceae (gullalger)			
Bitrichia chodatii	.	0.3	.
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	.	0.5	.
Chrysolykos skujai	1.1	0.1	.
Craspedomonader	1.9	0.1	0.1
Dinobryon borgei	0.1	0.1	.
Dinobryon crenulatum	.	0.4	0.2
Dinobryon cylindricum var.alpinum	0.3	0.4	.
Kephyrion boreale	.	0.3	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	4.3	6.7	3.3
Små chrysomonader (<7)	7.7	12.5	4.3
Store chrysomonader (>7)	13.8	20.7	5.6
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	.	.	0.2
Sum	29.2	42.0	13.6
Bacillariophyceae (kiselalger)			
Achnanthes sp. (l=15-25)	.	.	0.2
Eunotia lunaris	0.2	.	.
Rhizosolenia eriensis (var.?)	1.6	0.4	.
Sum	1.7	0.4	0.2
Cryptophyceae			
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	.	.	0.7
Cryptomonas marssonii	.	.	2.1
Cryptomonas sp. (l=20-22)	1.8	0.2	3.1
Cryptomonas spp. (l=24-28)	.	.	1.6
Katablepharis ovalis	.	1.1	0.4
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanctica)	0.7	12.5	19.7
Sum	2.5	13.8	27.6
Dinophyceae (fureflagellater)			
Cyster av dinophyceer	.	0.5	.
Gymnodinium cf.lacustre	1.5	2.9	0.7
Gymnodinium sp. (l=14-16)	1.0	2.2	1.0
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	.	8.8	.
Ubest. dinoflagellat (l=9-10)	0.7	0.3	.
Ubest.dinoflagellat	1.4	5.6	0.5
Sum	4.5	20.2	2.2
My-alger			
My-alger	10.1	13.6	11.4
Totalsum (mm³/m³ = mg våtvekt/m³)	51.4	94.5	56.3

Tabell 8

Kvantitative planteplankton analyser: Å r d a l s v a t n (S t . 3)

Dato ⇒	970720	970825	970922
Gruppe	Volum	Volum	Volum
Arter			
Chlorophyceae (grønnalger)			
Ankistrodesmus falcatus	0.8	1.2	.
Crucigenia quadrata	0.3	.	.
Koliella sp.	5.5	2.8	0.7
Oocystis submarina v.variabilis	.	0.6	0.7
Ubest. kuleformet gr.alge (d=9)	.	.	0.6
Sum	6.7	4.5	2.0
Chrysophyceae (gullalger)			
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	.	0.5	.
Chrysolykos skujai	2.3	0.3	.
Craspedomonader	2.0	.	.
Dinobryon borgei	.	0.4	.
Dinobryon crenulatum	0.4	.	.
Dinobryon cylindricum var.alpinum	1.5	.	.
Kephyrion spp.	.	.	0.1
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	7.7	5.7	3.9
Små chrysomonader (<7)	17.2	14.7	7.2
Spiniferomonas sp.	.	.	0.2
Store chrysomonader (>7)	25.0	18.9	4.7
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0.6	.	.
Sum	56.7	40.4	16.1
Bacillariophyceae (kiselalger)			
Cyclotella glomerata	.	.	0.2
Fragilaria sp. (l=40-70)	.	.	0.1
Rhizosolenia eriensis (var.?)	5.5	0.8	0.3
Sum	5.5	0.8	0.6
Cryptophyceae			
Cryptomonas marssonii	0.3	0.4	0.7
Cryptomonas sp. (l=20-22)	.	1.4	3.6
Cryptomonas spp. (l=24-28)	.	0.4	2.0
Katablepharis ovalis	.	.	0.2
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)	0.4	11.9	19.7
Sum	0.7	14.2	26.2
Dinophyceae (fureflagellater)			
Gymnodinium cf.lacustre	3.5	2.2	0.5
Gymnodinium sp. (l=14-16)	1.9	2.6	1.4
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	.	4.8	0.5
Ubest. dinoflagellat (l=9-10)	1.6	0.4	.
Ubest.dinoflagellat	2.3	5.1	1.0
Sum	9.4	15.1	3.5
My-alger			
My-alger	11.6	9.3	9.2
Totalsum (mm ³ /m ³ = mg våtvekt/m ³)	90.4	84.4	57.6

Tabell 9

Kvantitative planteplankton analyser: Å r d a l s v a t n (S t . 4)

Dato ⇒	970720	970825	970922
Gruppe	Volum	Volum	Volum
Arter			
Chlorophyceae (grønnalger)			
Ankistrodesmus falcatus	0.8	0.4	.
Chlamydomonas sp. (l=8)	0.3	0.3	.
Cosmarium sp. (l=8 b=8)	0.4	.	.
Crucigenia quadrata	0.8	.	.
Koliella sp.	6.0	4.8	0.8
Oocystis submarina v.variabilis	.	0.3	0.2
Ubest. kuleformet gr.alge (d=9)	.	.	0.6
Sum	8.2	5.7	1.6
Chrysophyceae (gullalger)			
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	.	.	0.2
Chrysolykos skjui	3.5	0.6	0.1
Craspedomonader	1.0	.	.
Dinobryon borgei	0.5	0.1	.
Dinobryon crenulatum	0.8	0.7	.
Dinobryon cylindricum var.alpinum	2.4	1.2	.
Kephyrion boreale	0.4	0.3	.
Løse celler Dinobryon spp.	.	0.5	.
Mallomonas spp.	2.0	.	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	8.7	5.4	2.4
Små chrysomonader (<7)	26.0	11.1	4.0
Store chrysomonader (>7)	47.4	17.2	4.3
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0.6	.	0.2
Sum	93.4	37.1	11.1
Bacillariophyceae (kiselalger)			
Eunotia lunaris	.	.	0.2
Rhizosolenia eriensis (var.?)	4.5	1.7	0.2
Tabellaria flocculosa	0.8	.	.
Sum	5.3	1.7	0.4
Cryptophyceae			
Cryptomonas marssonii	.	0.4	0.9
Cryptomonas sp. (l=20-22)	0.2	4.6	1.9
Cryptomonas spp. (l=24-28)	.	0.8	0.8
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplanctica)	2.4	11.3	16.7
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	.	.	0.1
Sum	2.6	17.1	20.4
Dinophyceae (fureflagellater)			
Gymnodinium cf.lacustre	21.3	2.2	.
Gymnodinium sp. (l=14-16)	2.9	1.0	0.7
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	.	2.0	.
Ubest. dinoflagellat (l=9-10)	2.0	0.2	.
Ubest.dinoflagellat	2.0	3.2	0.2
Sum	28.2	8.6	1.0
My-alger			
My-alger	13.4	10.2	9.4
Totalsum (mm ³ /m ³ = mg våtvekt/m ³)	151.0	80.4	43.9

Tabell 10

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 3761-97

ISBN 82-577-3333-4