

396

OPPDRAKSMELDING

Gardermoen
- limnologiske undersøkelser
1994-95

Lars Erikstad (red)
Pål Brettum
Gunnar Halvorsen
Svein-Erik Sloreid
Bjørn Walseng



NINA • NIKU



NINA Norsk institutt for naturforskning

Gardermoen
- limnologiske undersøkelser
1994-95

Lars Erikstad (red)
Pål Brettum
Gunnar Halvorsen
Svein-Erik Storeid
Bjørn Walseng

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringssrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset, normalt 50-100.

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Erikstad, L. (red.), Brettum, P., Halvorsen, G., Sloreid, S.-E. & Walseng, B. 1995. Gardermoen - limnologiske undersøkelser 1994-95. NINA oppdragsmelding 396: 1-46.

Oslo, mars 1996

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0658-7

Forvaltningsområde:

Norsk: Naturovervåking

Engelsk: Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen Norsk institutt for naturforskning og kulturminneforskning (NINA•NIKU)

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

NINA•NIKU, Oslo

Opplag:150

Kontaktadresse:

NINA

Dronningensgate 13

Postboks 736 Sentrum

0105 Oslo

Tlf: 22 94 03 00

Fax: 22 94 03 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.:15589

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Oslo hovedflyplass A/S (OHAS)

Referat

Erikstad, L. (red.), Brettum, P., Halvorsen, G., Sloreid, S-E. & Walseng, B. 1995. Gardermoen - limnologiske undersøkelser 1994-95. NINA oppdragsmelding 396: 1-46.

Undersøkelsen omfatter fem innsjøer i årene 1994 og 1995 og er et ledd i arbeidet med å etablere et referansemateriale med tanke på fremtidige overvåkningsmuligheter knyttet til Oslo Lufthavn Gardermoen. De fem innsjøene tilhører to svært ulike innsjøtyper med klare forskjeller såvel for vannkjemi som biologiske forhold. Innen innsjøtypene er det stor likhet i arts-sammensetning. Denne artssammensetningen synes å være relativt stabil mellom de to årene.

Variasjonene er generelt større i de tre grunnvannspåvirkede innsjøene enn i Flatnertjern og Sørmoetjern, som er to sure innsjøer uten grunnvannskontakt. Variasjonen er dessuten betydelig større når det gjelder kvantitative forhold i planktonet og bunndyrene enn når det gjelder artssammensetningen.

Verdien av måleserien som referansemateriale er begrenset fordi den foreløpig er for kort. Resultatene fra de to årene underbygger tidligere vurderinger av at måleserien bør ha en lengde på ca. fem år. Materialet antyder imidlertid en relativt stor artsstabilitet som vil kunne være et viktig element i senere overvåkning.

Referanseundersøkelsene bør videreføres samtidig som den rettes mer inn mot det arbeid som pågår for å konkretisere hvilke faktorer som vil kunne påvirke vannkvaliteten når flyplassen kommer i full drift og hva resultatet av slike endringer kan bli. På denne måten kan en fremtidig overvåkning rettes inn mot mest mulig konkrete problemstillinger.

Emneord: Limnologi, grytehullsjøer, overvåkning, Gardermoen.

Lars Erikstad, Gunnar Halvorsen, Svein-Erik Sloreid og Bjørn Walseng: Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 736 Sentrum, 0105 Oslo
Pål Brettum: Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Forord

Denne rapporten omfatter undersøkelser i fem utvalgte innsjøer i perioden 1994-95. Undersøkelsen er ledd i arbeidet med å etablere et referansemateriale med tanke på fremtidige overvåkningsmuligheter knyttet til Oslo Lufthavn Gardermoen. Dette arbeidet ble innledet i 1993 med undersøkelser av 28 ferskvannsforkomster i området for å fremskaffe et bredest mulig kunnskapsgrunnlag for det videre arbeidet. Av det store antall innsjøer ble fem lokaliteter valgt ut for videre oppfølging. Utvalget ble foretatt ut fra kriteriet om nærhet til flyplassområdet, samt et ønske om å få representert hovedtype- ne av innsjøer i området. Undersøkelsene omfatter vannkjemi, planteplankton, bunndyr, dyreplankton og litorale krepsdyr og er et samarbeidsprosjekt mellom NINA og NIVA.

Prosjektet har vært koordinert av forsker Lars Erikstad. Pål Brettum har stått for undersøkelsene av vannkjemi og planteplankton, mens Svein-Erik Slø Reid har undersøkt bunndyrfaunaen og Bjørn Walseng krepsdyrfaunaen. Gunnar Halvorsen har vært faglig ansvarlig for prosjektet i NINA. Feltarbeidet har vært felles for NINA og NIVA.

Rapporten er i utgangspunktet en datarapport. Illustrasjoner er valgt for best mulig å få synliggjort materialet. I tillegg er grunnlagsdataene samlet i tabeller i en egen tabellrapport levert oppdragsgiver. Rådata oppbevares av henholdsvis NIVA (vannkjemi, klorofyll og planteplankton) og NINA (krepsdyr og bunndyr).

Undersøkelsen er finansiert av OHAS (Oslo Hovedflyplass A/S). Seksjonsleder Astri Svenkerud og Jarl Øvstedal har vært våre kontakter hos OHAS og vi vil takke dem for hyggelig samarbeid.

Oslo, februar 1995

Lars Erikstad

Innhold

1 Innledning	5
2 Materiale og metoder	6
2.1 Vannprøver	6
2.2 Planteplankton	6
2.3 Bunndyr	6
2.4 Dyreplankton og litorale krepsdyr	6
3 Områdebeskrivelse, klima og værforhold	7
4 Resultater	10
4.1 Sørmotjern	10
4.1.1 Fysisk-kjemiske forhold	10
4.1.2 Biologiske forhold	10
4.2 Flatnertjern	13
4.2.1 Fysisk-kjemiske forhold	13
4.2.2 Biologiske forhold	14
4.3 Aurtjern	17
4.3.1 Fysisk-kjemiske forhold	17
4.3.2 Biologiske forhold	17
4.4 Danielsetertjern	21
4.4.1 Fysisk-kjemiske forhold	21
4.4.2 Biologiske forhold	22
4.5 Skråtjern	25
4.5.1 Fysisk-kjemiske forhold	25
4.5.2 Biologiske forhold	26
5 Diskusjon	29
5.1 Fysisk-kjemiske forhold	29
5.2 Biologiske forhold	29
5.2.1 Planteplankton	29
5.2.2 Klorofyll	30
5.2.3 Krepsdyr	30
5.2.4 Bunndyr	31
5.3 Sammenfattende diskusjon	31
6 Konklusjon	34
7 Litteratur	35

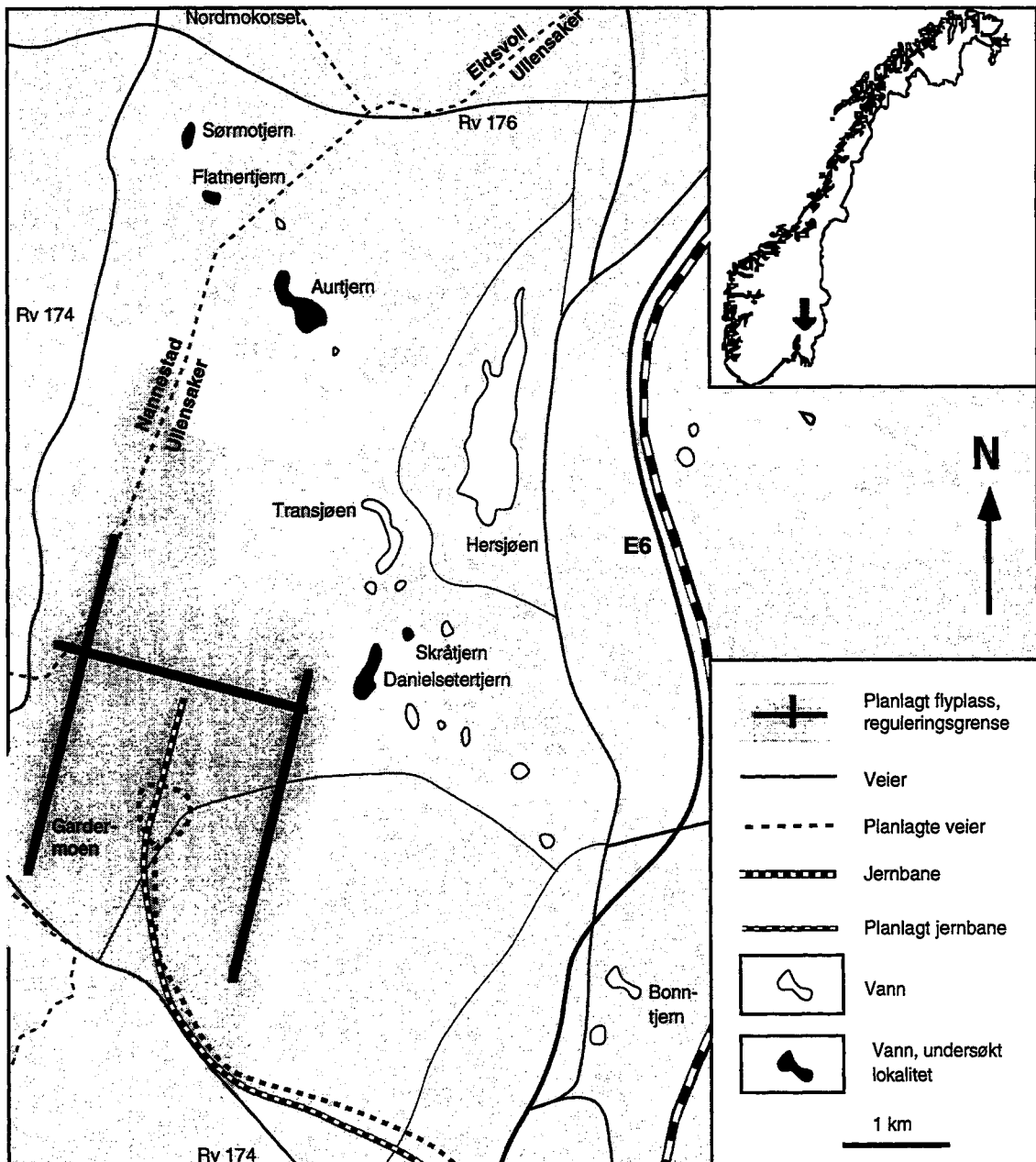
1 Innledning

Den nye hovedflyplassen på Gardermoen vil berøre et område med meget store naturfaglige verdier (Erikstad & Halvorsen 1992, Erikstad 1994), og i særlig grad gjelder dette de mange grytehullsjøene i området (Hongve & Løvstad 1991, Hongve 1992, Halvorsen et al. 1994, Brettum 1994). Verdiene ligger ikke minst i den store variasjonsbredden i biologiske og fysisk-kjemiske forhold som lokalitetene representerer.

Hovedflyplassen vil medføre en betydelig økning i den samlede aktiviteten i området. Mulige lokale endringer i grunnvannsnivå, strøm og kvalitet sammen med mulig økt lokal luftforurensing gjør det aktuelt å overvåke situasjonen. Det er stilt strenge miljøkrav og miljømål for den nye hovedflyplassen og en effektiv overvåking vil være et viktig ledd i en oppfølging og verifisering av disse målene. Det ble derfor i 1993 skissert et forslag til overvåkingsprogram knyttet til naturfaglige forhold på bred basis (Eilertsen et al. 1993).

Den delen av forslaget som omfattet ferskvannsforekomstene ble iverksatt i 1993 med undersøkelser av de i alt 28 grytehullsjøene fordelt over hele Romeriksletta. Formålet med denne forundersøkelsen var å kartlegge variasjonsbredden innen de ulike innsjøtyper (Brettum 1994, Halvorsen et al. 1994). Det videre undersøkelsesprogrammet ble i 1994 og 1995 redusert til å omfatte kun 5 lokaliteter, Sørmotjern og Flatnertjern, Aurtjern, Danielsetertjern og Skråtjern (**figur 1**). De fleste grytehullsjøene på Romeriksletta er vurdert å ha nasjonal eller internasjonal verneverdi. Av de lokalitetene som inngår i denne undersøkelsen er Sørmotjern, Flatnertjern og Skråtjern vurdert som internasjonalt verneverdige, mens Aurtjern og Danielsetertjern er nasjonalt verneverdige.

Grunnen til at nettopp disse ble valgt var å få representert sjøer av svært ulik karakter i nærhet av flyplassområdet. Prøvetakingsprogrammet ble i de nye undersøkelsene utvidet til seks prøvetakinger per år. En oversikt over tidligere undersøkelser fra området er gitt i Halvorsen et al. (1994).



Figur 1
Undersøkelsesområdet med planlagt flyplass og grytehullsjøer (Halvorsen et al. 1994)

2 Materiale og metoder

Materialet er innsamlet ved seks ulike tidspunkter i perioden 27. mai - 18. oktober 1994 og 23. mai - 18. oktober 1995, bortsett fra bunnprøver som ikke ble tatt i mai.

2.1 Vannprøver

Temperatur og oksygen ble målt i felt ved hjelp av et oksymer type YSI (Yellow Spring Instrument) modell 58. Registreringer av temperaturen og innholdet av oppløst oksygen ble utført for hver meter i vannmassene ned til 8 m dyp (i de innsjøene som var så dype), deretter hver annen meter til bunns. Oksygen er målt som mg/l O₂.

I felt ble det også utført siktedypsmålinger mot en Secchi skive (hvit metallplate ca 30 cm i diameter) som ble senket ned i vannet. Prøver for analyser av fysisk-kjemiske parametre i laboratoriet ble samlet inn som integrerte prøver (blandprøver) fra en vannsøyle som tilsvarte to ganger siktedypet på hvert prøvetakingstidspunkt. Alle fysisk-kjemiske analyser er utført ved NIVAs kjemiske laboratorium etter Norsk Standard (NS) eller akkrediteringsgodkjente automatiserte analysemetoder.

2.2 Planteplankton

Alle planteplanktonanalysene er basert på innsamlete kvantitative planteplanktonprøver tatt ut fra den samme blandprøven som prøvene for fysisk-kjemiske analyser. Prøvene ble konserverert i felt med Lugol's løsning, som er en blanding av kaliumjodid og metallisk jod tilsatt iseddik. I laboratoriet ble en del av prøvene (10 ml eller 50 ml) overført til et sedimenteringskammer etter at prøven var godt homogenisert ved risting av prøveflaskene på forhånd.

Etter at prøvene hadde stått i sedimenteringskammeret et døgn ble de overført til et omvendt mikroskop type Leitz Fluovert FS, og analysert. Hele prosessen er nærmere beskrevet av Utermöhl (1958) og Brettum (1984).

Etter beregning av antall individer pr. volumenheter vannmasse (her brukt pr. m³) av de ulike planteplanktonartene, ble alge-volumet beregnet. Det er gjort ved å sammenligne hver arts form med kjente romfigurer som kule, kjegle, sylinder osv. og måle bredde og lengde for en del individer av hver art. På grunnlag av snittverdiene for målene er beregnet et spesifikt volum for hver art (Rott 1981).

Ved å multiplisere med beregnet individantall, vil en få et mål på det volum hver art, hver gruppe av alger og planteplanktonet totalt pr. volumenheter vannmasse utgjorde på prøvetakingstidspunktet. Variasjonene i mengde og sammensetning er vist i figurene.

2.3 Bunndyr

Bunndyr er kun innsamlet i Aurtjern og Danielsetertjern. På grunn av bunnsstrukturs karakter er det ikke tatt bunndyrprøver i Sørmoetjern, Flatnertjern og Skråtjern.

Bunndyrmaterialet er innsamlet med en rørhenter av Kajak type montert på stang. Pleksiglassrøret har en indre diameter på 7,0 cm og representerer således et areal på ca. 38 cm². De øverste 10 cm av slammet er vasket gjennom en sil med maskevidde 250 µm og deretter fiksert i 70 % alkohol. Hver enkelt

prøve er holdt adskilt under bearbeidelsen. Bunndyrene er plukket ut og bestemt til dyregruppe under binokularlupe på laboratoriet. Av disse er kun fåbørstemarkene (Oligochaeta) artsbestemt ved hjelp av Brinkhurst (1971) og Brinkhurst & Jamieson (1971). De øvrige dyregruppene vil ikke bli artsbestemt, men er tatt vare på slik at de finnes som et referansemateriale for eventuelle senere behov.

Prøvene er tatt fra tre stasjoner inne i litoralsonen fra ca. 1 m til 3 m dyp, to prøver inne i vegetasjonsbeltet, to i ytterkant og to utenfor vegetasjonsbeltet. Tettheten er beregnet som gjennomsnittet av de seks prøvene.

2.4 Dyreplankton og litorale krepsdyr

Fra 1994 foreligger det 275 planktonprøver (220 kvantitative og 55 kvalitative prøver) og 155 litorale krepsdyrprøver (100 kvantitative og 55 kvalitative prøver). I 1995 er antall prøver økt til 324 planktonprøver (264 kvantitative og 60 kvalitative prøver) og 180 litorale krepsdyrprøver (120 kvantitative og 60 kvalitative prøver). Alt materiale er bearbeidet.

De kvantitative planktonprøvene er tatt med en Schindlerhenter med et volum på 14 l. Det er tatt to parallelle prøver fra henholdsvis 0, 2 og 4 m dyp i Sørmoetjern, Flatnertjern og Danielsetertjern, fra 0, 2, 4, 6, 8 og 10 m dyp i Skråtjern og fra 0, 2, 4, 6, 8, 10 og 12 m i Aurtjern.

I hver lokalitet er det i tillegg til de kvantitative prøvene også tatt to kvalitative prøver med planktonhov fra største prøvedyp og opp til overflaten. Det er brukt hån med maskevidde 90 µm, diameter 30 cm og dybde 57 cm.

Tettheten av dyr er beregnet som gjennomsnittet av de kvantitative Schindlerprøvene.

De kvantitative litoralprøvene er også tatt med Schindlerhenter, mens de kvalitative prøvene er tatt med hovkast. Fire parallelle Schindlerprøver er tatt over det substratet og i den vegetasjonen som er mest representativ for stasjonen. Hovkastene er tatt like over bunnen ved kast fra og langs land. Det er tatt prøver i alle representerte vegetasjonstyper, og det er brukt samme planktonhån som ved innsamlingen av kvalitative planktonprøver.

Vannloppene (cladocere) er bestemt ved hjelp av Smirnov (1971), Flössner (1972) og Herbst (1976), mens hoppekrepsene (copepodene) er bestemt ved hjelp av Sars (1903, 1918), Rylov (1948) og Kiefer (1973, 1978).

For å sammenligne krepsdyrsamfunnen i de enkelte lokalitetene er samfunnsindeksen (CC) beregnet etter følgende formel (Jaccard 1932).

$$CC = 100c / (a+b-c)$$

hvor a og b er antall arter i hvert av samfunnene, mens c er antall arter felles for begge. CC gir et mål for likhet mellom lokalitetene med hensyn til artssammensetningen. I lokaliteter med samme artssammensetning vil CC være lik 100. Ved beregning av CC vil alle artene telle likt uansett om de er vanlige eller sjeldne, og sjeldne arter vil derfor i stor grad bestemme forskjellen mellom samfunnene.

3 Områdebeskrivelse, klima og værforhold

Undersøkellesområdet ligger i Nannestad og Ullensaker kommuner, Akershus fylke, 150-200 m o.h. (figur 1), og er dekket av kartbladene Ullensaker og Nannestad 1915 II og III (M 711-serien). Den nye Gardermoen flyplass vil ligge sørvest for de aktuelle lokalitetene. En kort presentasjon av området er også gitt i Erikstad & Halvorsen (1992) og i Halvorsen et al. (1994).

Området ligger nord for Oslo og berggrunnen består hovedsakelig av ulike former for prekambriske gneiser (grunnfjellsbergarter). Berggrunnen er imidlertid dekket av betydelige kvartære avsetninger knyttet til isens tilbaketreking mot slutten av siste istid. Gardermosletta er overflaten av Norges største breranddelta avsatt for ca. 9 500 år siden, under en midlertidig stans i tilbaketrekingen. Avsetningene er delvis avsatt i havet og delvis som en stor sandur. Store isfjell brakk av langs brefronten. En del av disse strandet og ble dekket av sand og grus, og da isen smeltet ble det dannet større eller mindre groper. Et stort antall slike dødisgroper ble dannet langs iskontaktskråningen, og i dag framstår disse enten som myrer, tjern eller vann.

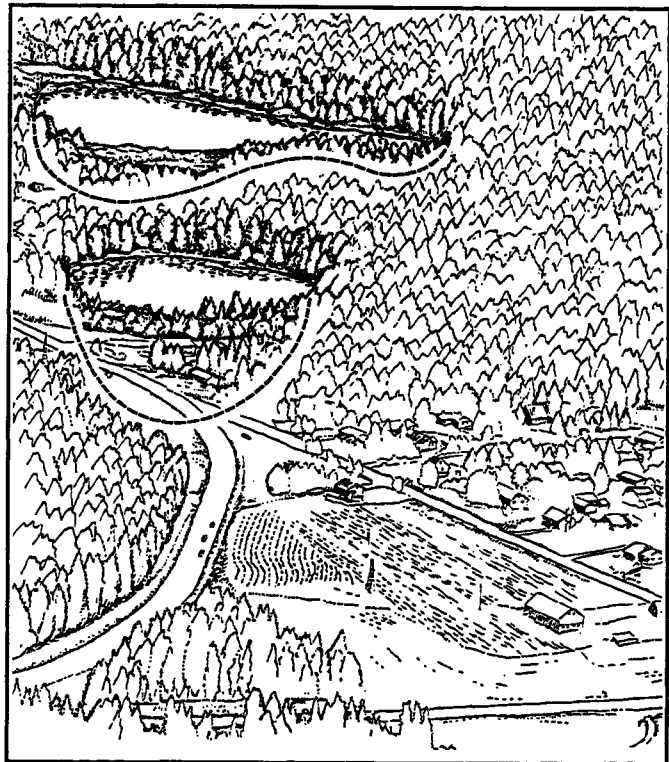
Områdene sør for deltaet består av marin leire som er tildels sterkt erodert, og det er utviklet et karakteristisk ravinelandskap. Sogna og Vikka er her to sentrale sidevassdrag til Leira som har sitt utspring i Hadelandsåsene i nord. Lokalt er influert av marine avsetninger har høy pH og ledningsevne, mens de som ligger i løsmasser avsatt i ferskvann er ionefattige.

Den nye flyplassen ligger på et grunnvannsskille sørøst for grytehullsjøene og dreneringen fra flyplassen skjer dels mot nordvest mot grytehullsjøene og dels ut i ravinene ned mot Leira.

Vegetasjonen på Gardermosletta er hovedsakelig fattig og triviell i kontrast til den langt rikere vegetasjonen nede i ravinelandskapet og dødisgropene (Thomassen 1992). Selve Gardermosletta domineres av ulike typer blåbærgranskog og bærlyng-barblandingsskog. Flyvesandavsetningene har en interessant barskogsutforming. Marksjiktet er over store områder tildels meget sterkt påvirket av militær aktivitet. I ravinene dominerer gråor-heggeskog over store arealer, men lågurtgranskog er også vanlig. Vegetasjonen er dessuten sterkt beitepreget. Tilsvarende rik vegetasjon fins også stedvis i de bratte sidene av dødisgropene. Nede i selve dødisgropen er vegetasjonen ofte dominert av myr. Myrenes utforming og artsinventar er i stor grad bestemt av hydrotopografiske forhold med nedbørsmyrer i de ikke grunnvannspåvirkede grope- ne, mens mer næringsrike myrer dominerer der grunnvannsspeilet står høyt.

Grytehullsjøene på Romerikssletta er kort karakterisert i Hongve & Løvstad (1991) og Halvorsen et al. (1994). De fordeler seg fra 150 m o.h. og opp til 200 m o.h., med Hersjøen og Sør- mottjernet som henholdsvis den lavestliggende og høyestliggende lokalitet. De varierer i størrelse fra 0,1 ha (Majorsetertjern) til 64 ha (Hersjøen) mens dybden varierer fra 1,5 m (Fugletjern) til 23,5 m (Nordbytjern). Mange ligger godt beskyttet av skog og relativt bratte kanter, og dette sammen med tilførsel av grunnvann gjør at hele ni av dem er meromik- tiske.

Deres fysiske-kjemiske karakteristikk er bestemt av hvorvidt de kommuniserer med grunnvannet eller ikke og om de har tilløp og avløp (figur 2). Innen hydrologisk type 1 varierer pH fra 4,4



Figur 2

Skisse som viser to nabosjøer (Bonntjern øverst og Svenskestutjern nederst). Bonntjern har kontakt med grunnvannet (areal 4,6 ha, dyp 9 m, konduktivitet 5,4 mS/m, pH 6,9 og kalsiuminnhold 10,2 mg/l). Svenskestutjern er isolert fra grunnvannet (areal 2,2 ha, dyp 17 m, konduktivitet 1,4 mS/m, pH 5,2 og kalsiuminnhold 0,8 mg/l). (Fra Erikstad 1994, skisse av Bogdan Bocianowski).

i Flatnertjern til 6,3 i Sofrutjern, mens den innenfor hydrologisk type 4 alltid er høyere enn 7,0. Innenfor Hydrologisk type 3 varierer den mellom 5,5 og 7,3. Kun Nordkulpen og Sandtjern tilhører type 2 og i disse er pH henholdsvis 5,8 og 5,5. Ledningsevnen viser tilsvarende variasjoner fra de generelt nærings- og elektrolyttfattige innsjøene innen type 1 til de mer nærings- og elektrolyttrike lokalitetene innen type 4, fra ca 1,0 - 2,0 mS m⁻¹ i type 1 til større enn 20,0 mS m⁻¹ i de fleste type 4-innsjøene. Variasjonen i kalsiuminnholdet var tilsvarende stor, fra 0,5 til 55,3 mg l⁻¹ Ca. Lokalitetene er generelt sterkt humuspåvirket, men det er ingen klare sammenhenger mellom hydrologisk type og farge. Lavest farge hadde lokalitetene innen type 4 (5,2 - 10 mg l⁻¹ KMnO₄), mens de innen type 1 og 2 hadde generelt sterkest farge (5,3 - 118 mg l⁻¹ KMnO₄).

Brettum (1994) har ut fra vannkjemiske forhold og planteplanktonets artssammensetning og mengde klassifisert de enkelte lokaliteters produktjonsmessige status. Åtte er klassifisert som oligotrofe, 9 som mesotrofe og 11 som eutrofe, og de spenner fra ultraoligotrofe til hypereutrofe.

Med unntak av Svenskestutjern er samtlige type 1-lokaliteter fisketomme, mens lokalitetene innen type 4 med unntak av Dagsjøen, har både gjedde, abbor og mort. I Dagsjøen er det ikke konstatert fisk, mens Svenskestutjern har både mort og abbor. Ingen av disse artene er typiske planktonspisende arter, men særlig mort kan i enkelte lokaliteter leve pelagisk og ernære seg av plankton.

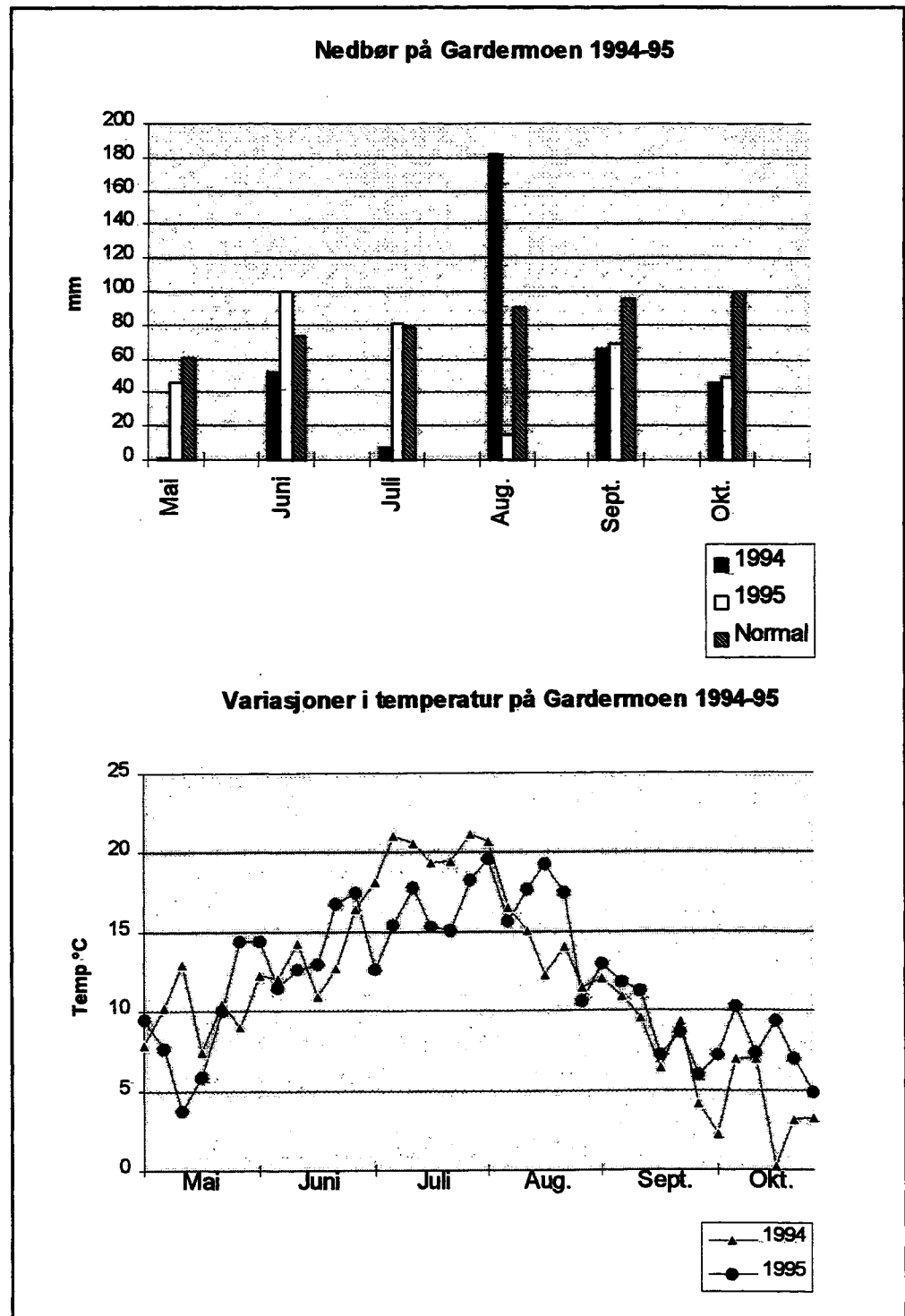
Overvåkingsundersøkelsene omfatter 5 lokaliteter, Sør- mottjern, Flatnertjern, Aurtjern, Danielsetertjern og Skråtjern hvor de to

første tilhører hydrologisk type 1 mens de tre siste tilhører hydrologisk type 3. Både Aurtjern og Skråtjern er meromiktiske, det vil si at de har permanent stagnerende bunnlag uten oksygen og med høyt innhold av jern. Danielsetertjern er den lokaliteten som ligger nærmest flyplassen og som vil kunne bli sterkest berørt av flyplassen både gjennom endringer i grunnvannsnivå og strømning samt gjennom forurensning. Sørmotjern, Flatnertjern og Aurtjern vil særlig kunne berøres gjennom forurensning ved start og landing.

Sørmotjern og Flatnertjern er omgitt av sur, lyngrik furuskog med flytetorvutvikling langs land. Vannvegetasjonen er meget dårlig utviklet. I begge er vassklo (*Drepanocladus fluitans*) vanlig, mens gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) kun forekommer i

Flatnertjern (Brandrud 1995b). Andre vannplanter mangler. Skråtjern har flere ytre fellestrekk med Sørmotjern og Flatnertjern til tross for at den er dypere, den er meromiktisk og at de tilhører forskjellig hydrologisk type. Den er omgitt av en velutviklet belte av flytetorv. Nedbørfeltet for øvrig består av blåbærgranskog med et relativt stort innslag av løvtrær langs strandkanten. Vannvegetasjonen er dårlig utviklet med spredt forekomst av gul nøkkerose. Nedbørfeltene er små, men på grunn av det flate terrenget er det vanskelig å definere disse eksakt.

De to andre lokalitetene skiller seg vesentlig ut fra de tre andre ved at de mangler flytetorvutvikling. Strandsonen er preget av at vannstanden følger variasjonene i grunnvannstanden



Figur 3
Variasjon i nedbør og temperatur på Gardermoen 1994-95. Nedbøren er vist som månedssum, temperaturen som pentademiddel.

(Erikstad & Halvorsen 1992). Aurtjern er omgitt av tildels sterkt skadet lyngrik furuskog, med en brem av løvskog langs land. Vannvegetasjonen er rik og velutviklet og danner lokalt store belter av ulike vannplanter. Det sammen er tilfelle i Danielse-tertjern. Innslaget av blåbærgranskog i nedbørfeltet er stort. Et belte av løvskog danner overgangen mellom barskogen og vannet. Vannvegetasjonen er vel utviklet både med hensyn til helofytter, nympheider og elodeider (Brandrud 1995a).

Metereologiske forhold 1994-95

Gardermoområdet har kontinentalt klima med relativt kalde vintre og varme somre. De meteorologiske observasjonene som er gjengitt på **figur 3** er fra den meteorologiske stasjonen på Gardermoen flyplass (st. nr. 4780 Gardermoen). I figuren er sammenstilt data for de aktuelle undersøkelsesperiodene. Den viser månedssum for nedbør i 1994 og 1995 sammen med nedbørnormalen for denne stasjonen i perioden 1961-90. Temperaturvariasjonene er fremstilt som pentademidler, det vil si middeltemperaturen for fem påfølgende dager.

Som figuren viser var det i mai 1994 ekstremt lite nedbør, bare 2 % av normalen. I juni var det under det normale, med omtrent 75 %. I juli var det også ekstremt lite nedbør, bare 9% av normalen. Etter den tørre våren og forsommeren i 1994 kom det svært mye nedbør i august, mer enn det dobbelte av det normale. I september og oktober var mengdene igjen godt under det normale, i oktober bare 50 %.

I 1995 kom det betydelig mer nedbør om våren og forsommeren enn i 1994, og mengden lå i perioden mai-juli omkring det normale. I motsetning til i 1994 var det i juli 1995 svært lite nedbør, bare 17 % av det normale, og i september og oktober kom det mindre enn normalt, omkring de samme mengder som i tilsvarende perioder i 1994.

Lufttemperaturen viser også en del variasjoner de to undersøkelsesårene. I 1994 var det en varm periode omkring 10.-15. mai, med en nedgang i temperaturen i månedsskiftet mai-juni og et nytt maksimum i midten av juni. Den ekstremt tørre perioden i juli 1994 ga seg også utslag i at maksimumstemperaturer for året ble målt i denne perioden, med døgnmiddel på 20-22°C. I perioder med kraftig nedbør i august falt så temperaturen raskt, og utover i september og oktober var døgnmiddeltemperaturen lav. I oktober varierte døgnmidlene en del, fra -4°C til 10°C. I 1995 var det en kald periode i mai, med døgnmiddel helt ned i 2-3°C i midten av måneden. Deretter økte den til et maksimum i månedsskiftet mai-juni. Utover i juni og juli var det så forholdsvis lave døgnmiddeltemperaturer, selv om det var en del variasjoner. De lå gjennomgående 5°C lavere enn i 1994. Til gjengjeld ble de høyeste temperaturer målt i august 1995, da nedbøren var svært liten. Maksimum for døgnmiddel var da 20-22°C for enkelte dager. Mot slutten av august og i september falt så temperaturen raskt, men i motsetning til i 1994 var det i oktober 1995 en forholdsvis varm periode, med nesten 3°C over normalen for måneden.

4 Resultater

4.1. Sørmotjern

4.1.1 Fysisk-kjemiske forhold

Temperatur og oksygen

Variasjonene i temperatur og oksygen i de ulike dyp i Sørmotjern gjennom de isfrie periodene i 1994 og 1995 er vist i **vedlegg 1a**. Her var det i sommerperioden et sprangsjikt i 3-4 m dyp, og en termisk sjiktning med temperatur på 20-23°C i epilimnion (over sprangsjiktet) og 8-12°C i hypolimnion (under sprangsjiktet). Selv nær bunnen var det temperaturer rundt 8°C om sommeren.

Vannmassene i Sørmotjern fullsirkulerer i sirkulasjonsperiodene om våren og høsten, noe som influerer på temperaturforholdene. Tidlig på våren og forsommeren og sent på høsten er det rikelig med oksygen i de øverste 3 m av vannmassene, med 10-12 mg/l O₂, mens det i sommerperioden var lavere verdier over sprangsjiktet, med ned mot 8 mg/l O₂. Under fullsirkuleringen er oksygeninnholdet nær det samme gjennom hele vannsøylen, men mengdene varierer fra år til år. I oktober 1994 var det hele 12 mg/l O₂, mer eller mindre gjennom hele søylen, i oktober 1995 bare mellom 9 og 9,8 mg/l O₂.

Det er en kraftig reduksjon i oksygeninnholdet om sommeren fra 3-4 m dyp og nedover til bunnen på 6 m. Under 5 m ble det flere ganger registrert oksygenfrie vannmasser om sommeren med lukt av hydrogen sulfid.

Andre fysisk-kjemiske parametre

Vannmassene i Sørmotjern er svært sure, med pH-verdier ved alle måletidspunktene på under 5. pH var svært jevn gjennom begge sesongene. Konduktivitetsverdiene var også stabile og meget lave.

Også turbiditeten var forholdsvis jevn gjennom sesongen begge årene, mellom 0,82 og 1,80 FTU. Turbiditeten er et mål på partikkelinnholdet i vannmassene. Det var en viss forskjell i partikkelinnholdet utover sensommeren og høsten de to årene, med markert mindre partikler i 1995 enn i 1994, selv om partikkelinnholdet totalt var gjennomgående lite. Siden det ikke er noe definert tilløp til innsjøen, må partikkelinnholdet i første rekke skyldes egenprodusert materiale (planteplankton) eller diffust tilsig fra nedbørfeltet under kraftige nedbørsperioder. Innholdet av planteplankton kan ikke alene forklare forskjellen.

Fargetallene varierte også gjennom sesongen. Særlig i 1994 var det en del variasjoner, mens 1995 var mer stabil. Verdiene for farge er relativt lave på tross av at vannet har en gulbrun farge når en ser mot siktedyppskiven. Dette tyder på en viss humuspåvirkning av vannmassene. Variasjonen i fargetall er i første rekke forårsaket av variasjoner i nedbør og diffust tilsig fra nedbørfeltet til innsjøen. Konsentrasjonene av jern er ikke spesielt høye og det er derfor rimelig å anta at det gulbrune fargeinntrykket en får av vannmassene i denne innsjøen i første rekke skyldes noe påvirkning av humusstoffer.

De registrerte verdiene for totalt organisk karbon (TOC) viser at det er en viss tilførsel av organisk materiale til vannmassene i Sørmotjern. Noe av dette skyldes planteplanktonvekst, men det alt overveiende er nok tilførsler av humusstoffer fra nedbørfeltet som antydte tidligere. Innholdet av organisk karbon er forholdsvis jevnt gjennom sesongen. Siktedyppet er, på tross av det gulbrune fargeinntrykket vannmassene gir, ganske godt det meste av sesongen. Kun i kortere perioder, særlig om

våren med en del tilsig fra nedbørfeltet, og med økt planteplanktoninnhold, kan sikten i vannmassene bli dårligere.

Variasjonene i ortofosfat og totalfosfor (løst og partikulært) som omfatter alt fosfor i vannmassene, er vist i **vedlegg 1b**. Verdiene for ortofosfat lå gjennomgående under deteksjonsgrensen, det vil si <1 µg/l P (i vedlegget angitt med verdien 0,5). Tilgjengelig fosfor synes derfor å være begrensende faktor for algevekst i denne innsjøen.

Mengden av fosfor totalt i vannmassene, løst og partikulært, varierte mellom 8 og 15 µg/l P, som viser at vannmassene ikke er spesielt næringsfattige. Gjennomsnittsverdien i 1994 var 10,5 µg/l P og i 1995 11 µg/l P.

Det ble målt en del nitrat i vannmassene i begynnelsen av sesongen begge årene, opp til 40 µg/l N, men utover sommeren ble dette sterkt redusert. Verdien <1 µg/l N, som er under deteksjonsgrensen, ble registrert og dette viser at også tilgjengelig nitrogen kan, i perioder, være begrensende for algevekst på samme måte som tilgjengelig fosfor.

Totalnitrogen varierte i denne innsjøen mellom 300 og 525 µg/l N, med et snitt på 435 µg/l N i 1994 og 380 µg/l N i 1995. Dette viser, på samme måte som verdiene for totalfosfor, at vannmassene i Sørmotjern ikke er spesielt næringsfattige.

4.1.2 Biologiske forhold

Planteplankton

Variasjonene i mengde og sammensetning av planteplankton i Sørmotjern 1994 og 1995 er vist i **figur 4**. Det var en viss forskjell i den maksimale mengde mellom de to årene, men ikke så stor når en ser på gjennomsnittet for hele vekstsesongen. Med så store intervaller som det var mellom prøvetakingen i innsjøene vil sannsynligheten for å ta prøver akkurat under maksimum biomasse være mer tilfeldig. Derfor er gjennomsnittet et bedre mål for å vise stabiliteten i algebiomassen de ulike årene.

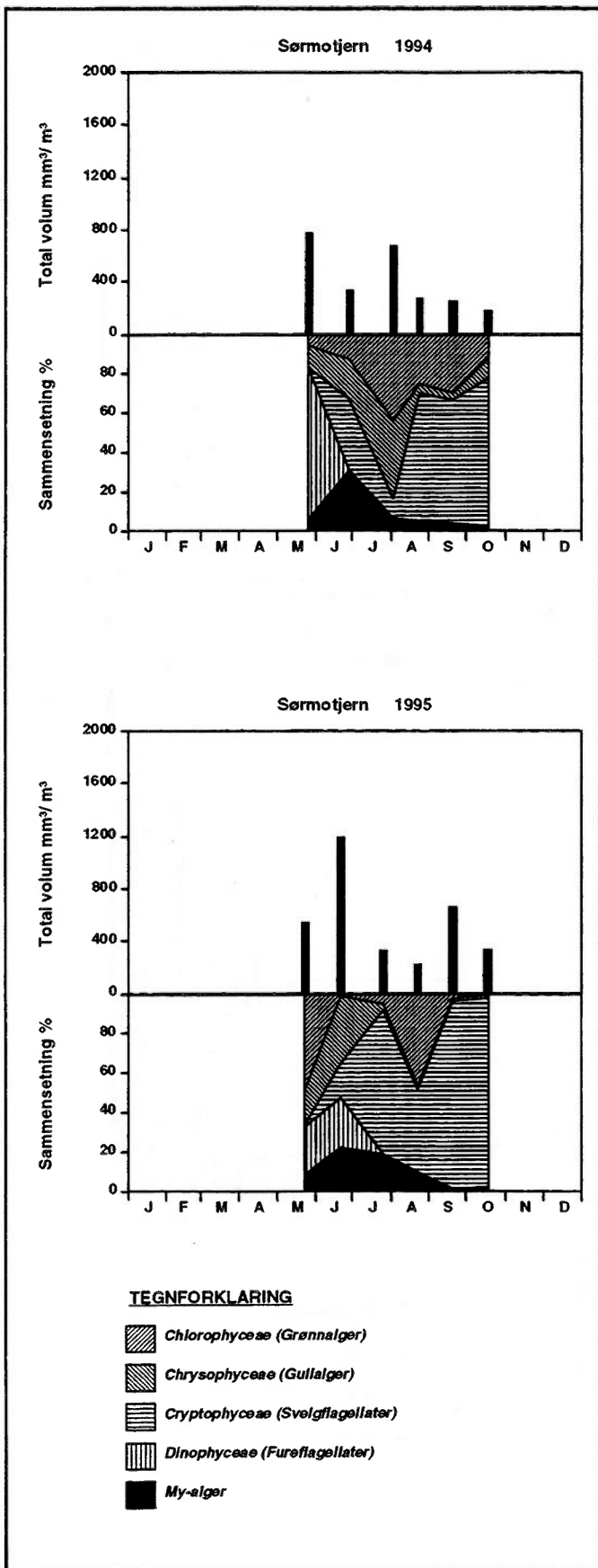
Den nedgangen som ble registrert etter maksimum i juni 1995, skyldes antagelig at vannmassene da var nærmest tømte for tilgjengelig fosfat og nitrat i lyslagene. Som vanlig er i sure vannmasser var antall registrerte taxa (arter, slekter) svært lite.

Gruppen svelgflagellater (Cryptophyceae) dominerte som gruppe i planktonet store deler av ettersommeren og høsten. Dette er ikke uvanlig i sure, men ikke for næringsfattige vannmasser, selv om det innen denne gruppen også er mange arter som forsvinner i det sure miljøet.

Grønnalgene (Chlorophyceae) utgjorde også et større innslag i planktonet i sommerperioden, mens de øvrige gruppene var av mer underordnet betydning. Gruppen "µ-alger" eller picoplankton, omfatter små, ikke nærmere identifiserbare former med diameter 2-4 µm. Disse forekom i et svært høyt individantall om våren og forsommeren begge årene og var da av betydning også volummessig. Registrerte algemaksimum og gjennomsnittsverdien for totalvolumet gjennom vekstsesongen sammen med de registrerte artene og variasjonene i gruppesammensetningen, viser at Sørmotjern er oligomesotroft. Det vil si at det er i en overgangsfase mellom næringsfattig og middels næringsrikt.

Klorofyll

De vertikale variasjonene i klorofyll, som er et indirekte, om enn grovt, mål på variasjonene i planteplanktonbiomasse, lå i lyslagene omkring 2-5 µg/l Chl a store deler av vekstsesongen, noe som stemmer godt med planteplanktonanalysene. I sirkulasjonsperiodene om våren, og i bunnlagene der oksygen-



Figur 4
Variasjon i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Sørnotjern i 1994 og 1995.

mengdene i sommerperioden er lik null, økte klorofyllmengdene. Dette skyldes i hovedsak fotosyntetiserende bakterier, som ble registrert i denne innsjøen. Det ble ikke foretatt noen artsbestemmelser av disse. Økningen vises særlig klart i spranget i verdiene mellom fire og fem meters dyp i august 1994. Klorofyllverdiene oppgitt for de oksygenfrie vannmassene er ikke klorofyll a som i de klorofyllrike vannmassene der algene dominerer, men en samlet verdi for flere former av bakterieklorofyller med forskjellige absorpsjonsmaksima.

Krepsdyr

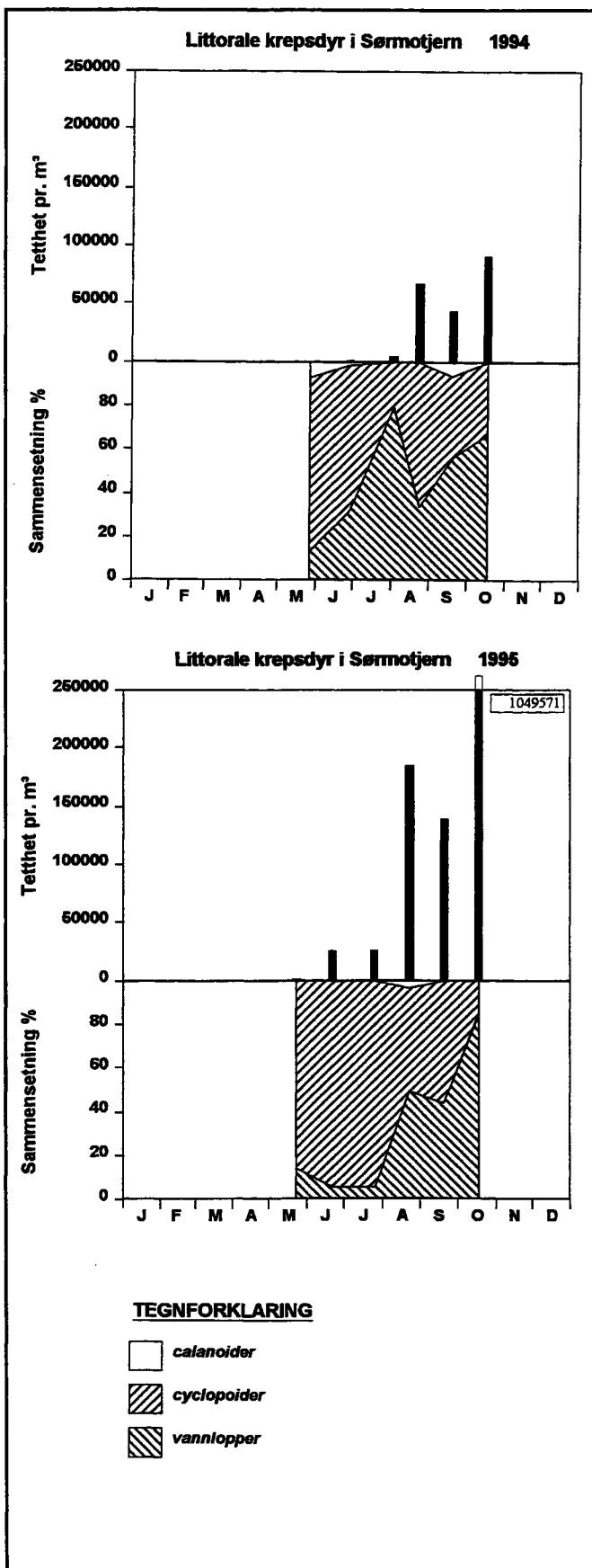
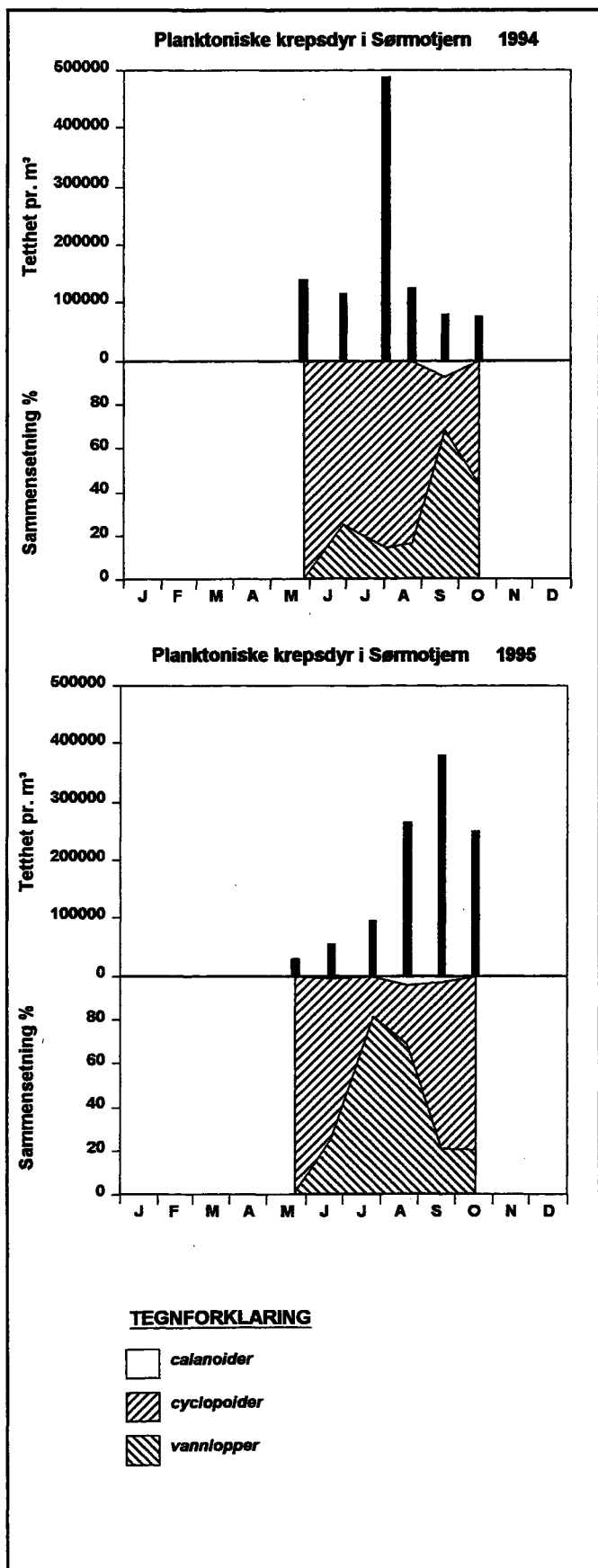
Det er totalt registrert 18 arter vannlopper og 11 arter hoppekreps i Sørnotjern. Av disse er 5 arter vannlopper og 7 arter hoppekreps funnet etter forundersøkelsene i 1993. Fra 1994 til 1995 er det registrert en ny vannloppeart og tre nye hoppekrepsarter.

Blant vannloppene er *Bosmina longispina* registrert ved samtlige besøk, mens *Diaphanosoma brachyurum* og *Holopedium gibberum* kun manglet i mai 1995. *Acroperus harpae* og *Chydorus sphaericus* var også tilstede ved de fleste av besøkene. Blant hoppekrepsartene er *Acanthodiptomus denticornis*, *Macrocyclus albidus*, *Cyclops scutifer* og *Mesocyclops leuckarti* vanligst, mens forekomsten av de øvrige artene er mer sporadisk. *Heterocope saliens* ble kun påtruffet i første del av 1994 og 1995, mens *Megacyclus gigas* ble registrert i september / oktober begge år.

Dyreplanktonet i Sørnotjern er dominert av *Cyclops scutifer* (figur 5), mens *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops oithonoides*, *A. denticornis* og *H. saliens* kun utgjør små fraksjoner. *H. saliens* er kun påvist i to prøveserier.

I mai er det i begge år total dominans av *C. scutifer*, som hovedsakelig store copepoditter og voksne hunner. I juni 1995 var de store copepodittene redusert i antall, mens de til samme tid i 1994 var helt forsvunnet. Mer enn halvparten av hunnene var eggbærende i juni. Til samme tid var det i 1994 stor tetthet av små nauplier nær bunnen. Disse utgjorde 56 % av samfunnet. I 1995 var det derimot stor dominans av nauplier og små copepoditter i den øvre delen av vannsøylen (0 og 2 m dyp). Naupliene dominerer antallmessig hoppekrepsfaunaen ved alle besøkene fram til oktober da andelen av små copepoditter økte begge år (20-45 %). Disse fortsatte antagelig utviklingen fram til voksne individer i mai og juni med en ett-årig livssyklus. Noen få voksne individer av *M. leuckarti* og *T. oithonoides* er registrert om sommeren begge år. Calanoidene *Acanthodiptomus denticornis* og *Heterocope saliens* er begge tilstede i Sørnotjern, men kun fåtallig. Størst andel utgjør de i september 1994 med i underkant av 7 %. Også i 1995 er forekomsten størst om høsten med 4,1 % i august og 3,1 % i september. Dette utgjøres stort sett av nauplier og små copepoditter som ikke er artsbestemt.

Vannloppene utgjør en større andel av planktonsamfunnet i 1995 enn i 1994. I 1994 var det kun i september at det var dominans av vannlopper (70 %) mens de året etter forekom i juli med en andel på 81%. Andelen i august 1995 var fortsatt høy, 68 %. I alle disse tre tilfellene var det *Bosmina longispina* som dominerte og som utgjorde omtrent halvparten av planktonet. *Holopedium gibberum*, som dominerte sammen med *B. longispina*, utgjorde hele 30 % av planktonet i juli 1995. Også *Diaphanosoma brachyurum* forekom periodevis i større tettheter og i august 1995 utgjorde den mer enn 10 % av planktonet. De øvrige vannloppene, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Polyphemus pediculus* og *Chydorus sphaericus*, forekom kun sporadisk. Resultatene fra 1993 samsvarer godt med resultatene fra 1994 og 1995, men vannloppene utgjorde en større



Figur 5
 Variasjon i totalvolum og sammensetning av dyreplankton i Sørmotjern i 1994 og 1995.

Figur 6
 Variasjon i totalvolum og sammensetning av littorale krepsdyr i Sørmotjern i 1994 og 1995.

andel i juni 1993 enn i begge de to påfølgende år. *T. oithonoides* ble ikke påvist i 1993. Tettheten utvikler seg forskjellig gjennom de to sesongene. I 1994 var tettheten størst i den første delen av sesongen, mens det omvendte var tilfelle i 1995.

Vannloppene utgjør en større andel i litoralsonen enn i pelagialsonen (**figur 6**). Andelen av vannlopper er i begge år lavest i mai (ca 10 %) for deretter å øke og i de fleste tilfellene dominerer de i litoralsonen. *Bosmina longispina* er totalt sett den dominerende av vannloppene med unntak av 23. august 1994 da *C. sphaericus* utgjorde nærmere 1/3 av individene. Da ble det kun funnet et fåtall individer av *B. longispina* mens den før og etter utgjør henholdsvis 58 % og 44 %. De planktoniske artene *Diaphanosoma brachyurum* og *Holopedium gibberum* ble med unntak av i mai 1995 funnet ved alle besøk, men aldri i store tettheter.

Hoppekrepsfaunaen i litoralsonen er dominert av de samme artene som i planktonet og de forskjellige stadiene av *C. scutifer* dominerer gjennom hele sesongen. Blant de mer typiske litorale hoppekrepsarter var det ingen som utgjorde mer enn 1%. Fram til begynnelsen av august ble det i begge år funnet få dyr. Deretter skjedde det en markert økning i tettheten og flest dyr ble registrert ved det siste besøket i oktober 1995.

4.2. Flatnertjern

4.2.1 Fysisk-kjemiske forhold

Temperatur og oksygen

Variasjonene i temperatur og oksygen i de ulike dyp i Flatnertjern gjennom den isfrie perioden i 1994 og 1995 er vist i **vedlegg 2a**. Flatnertjern er relativt grunt med maksimumsdyp ca 5 m, og representerer på mange måter en tilsvarende innsjø som Sørmotjern, med flytetorv langs kantene og uten definert inn og utløp. Her var det ikke noe klart sprangsjikt med termisk lagdeling av vannmassene, selv om det tidlig på forsommeren var en antydning til lagdeling.

Om sommeren gikk temperaturen også her opp i 20 - 23°C. Store deler av sesongen er det god blanding av vannmassene i det minste i de øverste 4 m, men på våren og forsommeren ved rask oppvarming av overflatelagene og liten vind kan det dannes en temperaturgradient. Den siste meteren før bunnen ses det ofte et visst temperaturfall etter lengre periode med rolig vær.

På grunn av vindpåvirkning og god gjennomblanding av vannmassene er det relativt høyt innhold av oksygen i alle dyp det meste av den isfrie perioden (**vedlegg 2a**), selv om det tidlig i perioden, hvis det har bygget seg opp en viss temperaturgradient, kan registreres oksygenvinn mot bunnen. Dette var tilfelle i mai begge årene. Ellers er det også registrert en viss variasjon i innholdet av oppløst oksygen. I september 1995 var den nede i 7 mg/l O₂ i hele vannsøylen.

Andre fysisk-kjemiske parametre

Vannmassene i Flatnertjern er sure selv om de ikke er fullt så sure som i Sørmotjern (**vedlegg 2b**). Alle målinger i 1994 og 1995 viste pH nær 5,0 bortsett fra tidlig i 1994 da det ble registrert pH på 5,73. Konduktivitet var lav gjennom hele sesongen.

Turbiditeten var gjennomgående svært liten med verdier mellom 0,5 og 1,5 FTU på de fleste prøvetakingstidspunktene. Dette viser et meget lite innhold av partikler. Visuelt gir da også vannmassene et klart inntrykk og siktedypet er ofte helt til bunns (5 m). En verdi fra 23. august 1994 på hele 4,9 FTU skyldes høyst sannsynlig en målefeil.

Vedlegg 2b viser at det for det meste ble målt lave fargetall, men med en del variasjon gjennom sesongen. Variasjonen lå mellom 1,73 og 9,60 mg/l Pt. Dette indikerer lite løst organisk materiale i vannmassene. En viss vekst av grønnalger i sommersesongen gjør at vannets farge ved siktedypsmålingene fremstår som grønn. Det ble ikke registrert merkbar humuspåvirkning av denne innsjøen. Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) er lite. Gjennomsnittsverdien lå på 2,6 mg/l C i 1994 og 2,2 mg/l C i 1995. Siden det er liten eller ingen humuspåvirkning på vannmassene i Flatnertjern, må det organiske karbonet i hovedsak komme fra planteplankton.

Siktedypet er forholdsvis stort gjennom det meste av sesongen, det vil si større enn 5 m. Kun i en kort periode om våren med noe tilsig fra nedbørfelt var det en relativt stor reduksjon i siktedypet, uten at variasjoner i turbiditet, farge og TOC kunne forklare dette.

Verdiene for fosfat, som antyder mengden tilgjengelig fosfor for algevekst, var lave gjennom det meste av begge sesongene, som oftest under deteksjonsgrensen på 1 µg/l P (i **vedlegg 2b** antydning med verdien 0,5). Tilgjengelig fosfor synes derfor også her å være en begrensende faktor for algevekst. Mengden av fosfor totalt i vannmassene, løst og partikulært, varierer mellom 6 og 15 µg/l P med en snittverdi på 10,7 µg/l P i

1994 og 10 $\mu\text{g/l}$ P i 1995. Dette viser at vannmassene ikke er spesielt næringsfattige selv om verdiene er forholdsvis lave.

Det ble målt en del nitrat tidlig på sesongen i 1995 med opp til 50 $\mu\text{g/l}$ N, men i 1994 og store deler av sommersesongen 1995 var verdiene svært lave. Også i denne innsjøen ble det registrert verdier lavere enn deteksjonsgrensen på 1 $\mu\text{g/l}$ N, noe som antyder at også tilgjengelig nitrogen i perioder kan være en begrensende faktor for algevekst på samme måte som tilgjengelig fosfor. Totalnitrogen varierte mellom 240 og 465 $\mu\text{g/l}$ N, med et gjennomsnitt på 342 $\mu\text{g/l}$ N i 1994 og 324 $\mu\text{g/l}$ N i 1995. Dette viser, på samme måte som for totalfosfor, at vannmassene i Flatnertjern ikke er spesielt næringsfattige.

4.2.2 Biologiske forhold

Plantep plankton

Variasjonene i mengde og sammensetning av plantep plankton i Flatnertjern i 1994 og 1995 er vist i figur 7. Det var en viss forskjell i registrert maksimum algevolum de to årene. Dette kan skyldes at en med prøvetakingen har truffet nærmere den maksimale plantep planktonutviklingen det ene året i forhold til det andre året, men kan også skyldes reelle forskjeller i algemengde. Registrert maksimum i 1994 var på 1262 mm^3/m^3 ($=\text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt) og gjennomsnittet for vekstsesongen var 430 mm^3/m^3 . I 1995 var de tilsvarende verdiene 1908 mm^3/m^3 og 679 mm^3/m^3 . Maksimum ble begge årene registrert midt på sommeren, i juli-august.

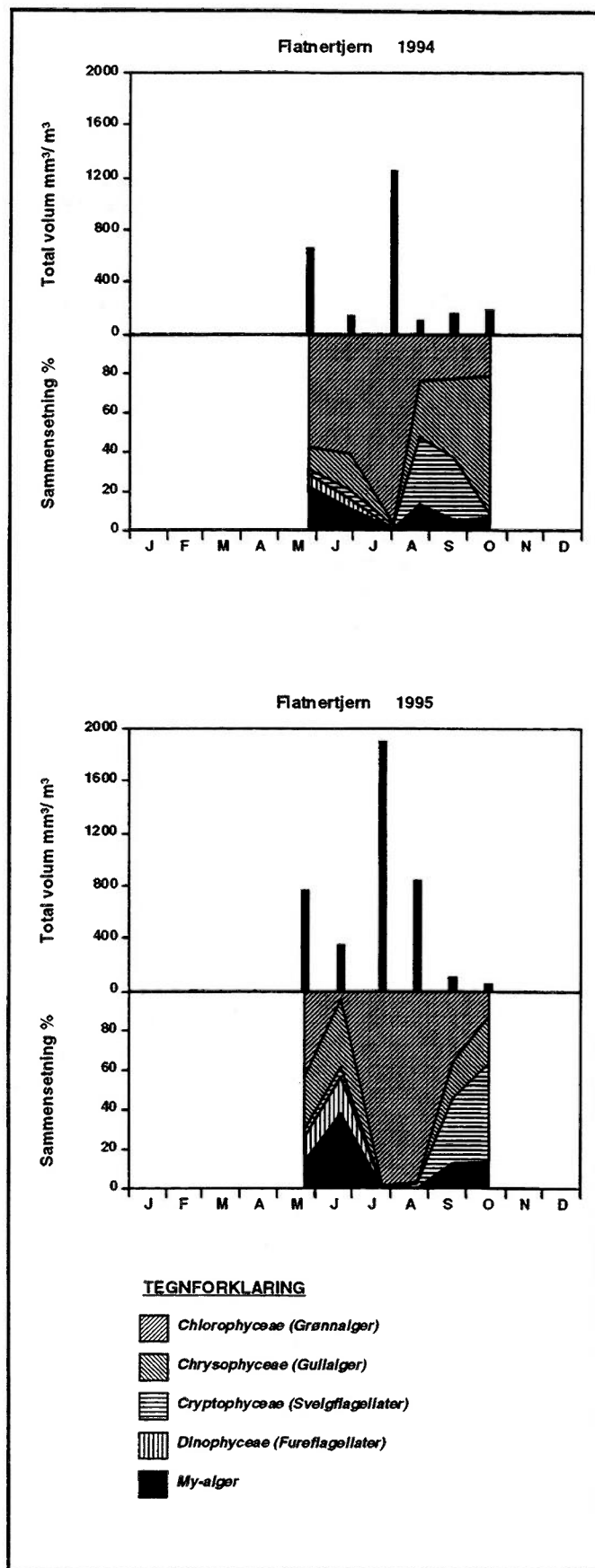
Den nedgang som blant annet kom etter maksimum i august 1994 skyldes antagelig at vannmassene da hadde lite tilgjengelig næringsstoffer for plantep planktonvekst. Grønnalgene (Chlorophyceae) dominerte plantep planktonet store deler av sommersesongen og ved maksimum utgjorde de begge årene hele 95-97% av det samlede plantep planktonvolum. Denne store prosentvise andelen av det samlede plantep plankton skyldes én art, *Oocystis submarina* v. *variabilis*, en liten grønnalgeform. De andre gruppene i plantep planktonet var av mindre mengdemessig betydning.

Det var enda færre registrerte taxa (arter, slekter) i plantep planktonet i Flatnertjern enn i Sørmoetjern. Dette er også registrert i andre lokaliteter som foruten å være sure har klare vannmasser. I Flatnertjern som i Sørmoetjern, utgjorde gruppen "µ-alger", picoplankton, et relativt stort innslag i det samlede plantep planktonet om våren, gjennom et meget stort individantall.

Registrerte algemaksimum og gjennomsnittsverdi for totalvolum gjennom vekstsesongen, sammen med de registrerte artene, viser at i Flatnertjern står på overgangen mellom et oligomesotroft til et mesotroft nivå (Brettum, 1989). Det vil si at vannmassen er næringsfattige til middels næringsrike.

Klorofyll

Verdiene av de vertikale variasjonene i klorofyll (et indirekte mål på variasjonene i algebiomasse) lå mellom 1,5 og 4 $\mu\text{g/l}$ Chl a i sommerperioden. Høye verdier i dypvannet tidlig om våren skyldes også her sannsynligvis bestander av fotosyntetiserende bakterier. Høye verdier i resten av vannsøylen på denne tiden skyldes muligens også dette, uten at disse organismene ble nærmere undersøkt. For øvrig samsvarer klorofyllverdiene i Flatnertjern lite med de verdiene en skulle forvente ut fra det algevolum av grønnalger som ble registrert ved maksimum begge årene. Klorofyllinnhold per plantep planktoncelle varierer imidlertid sterkt med vekstfase, art og lysforhold.



Figur 7

Variasjon i totalvolum og sammensetning av plantep plankton i Flatnertjern i 1994 og 1995.

Krepsdyr

Det er totalt registrert 20 arter vannlopper og 12 arter hoppekreps i Flatnertjern. Med få unntak er artsammensetningen den samme i 1994 og 1995. Vannloppen *Acantholeberis curvirostris*, som ble funnet ved de fire påfølgende besøkene i perioden august - oktober 1994, ble ikke påvist i 1995 mens enkeltindivider av *Daphnia longispina* ble funnet i flere av maiprøvene i 1995, men aldri ellers. *Bosmina longispina* ble funnet ved samtlige besøk, mens *Diaphanosoma brachyurum* og *Holopedium gibberum* kun manglet i mai 1995. *Acroperus harpae*, *Alona guttata* og *Chydorus sphaericus* var også tilstede ved de fleste av besøkene.

Med unntak av to arter, *Ectocyclops phaleratus* og *Acanthocyclops vernalis*, som kun ble funnet en gang i 1995, var hoppekrepsfaunaen lik begge årene. Fra 1993 til 1994 ble det registrert tre nye arter. Calanoidene *Acanthodiaptomus denticornis* og *Heterocope saliens* samt cyclopidene *Macrocyclus albidus* og *Cyclops scutifer* manglet kun ved et fåtall besøk mens *Mesocyclops leuckarti* ble påvist i halvparten av tilfellene. Forekomsten av de øvrige artene var mer tilfeldig.

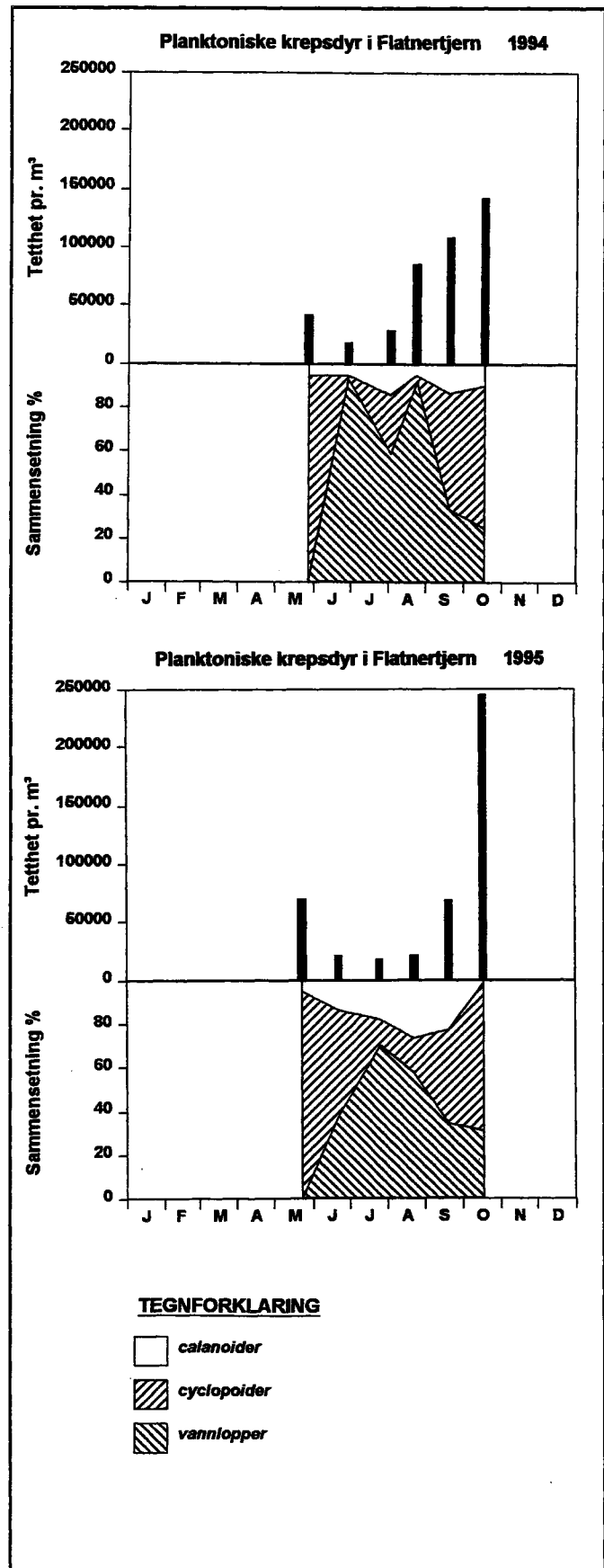
I Flatnertjern utgjør vannloppene gjennomgående en større andel av dyreplanktonet enn i Sørmtjern (figur 8). I sommermånedene dominerer de planktonet i begge år med mer enn 90 %, mens frekvensen i mai var mindre enn 1 %. I september og oktober avtar frekvensen igjen og de utgjør da mindre enn halvparten av individene. *B. longispina*, *D. brachyurum* og *H. gibberum* dominerer med størst dominans av førstnevnte art. *D. brachyurum* opptrer med størst tetthet i første halvdel av sesongen, mens *B. longispina* har størst tetthet noe seinere.

Calanoidene og da i første rekke *A. denticornis* utgjør en større andel av planktonet i Flatnertjern enn i Sørmtjern, ofte i størrelsesorden 10 - 15 %. Flest individer av *H. saliens* ble i begge år funnet tidlig i sesongen. Størst andel total sett ble funnet i juni 1995 da den utgjorde mer enn 10 % av dyreplanktonet.

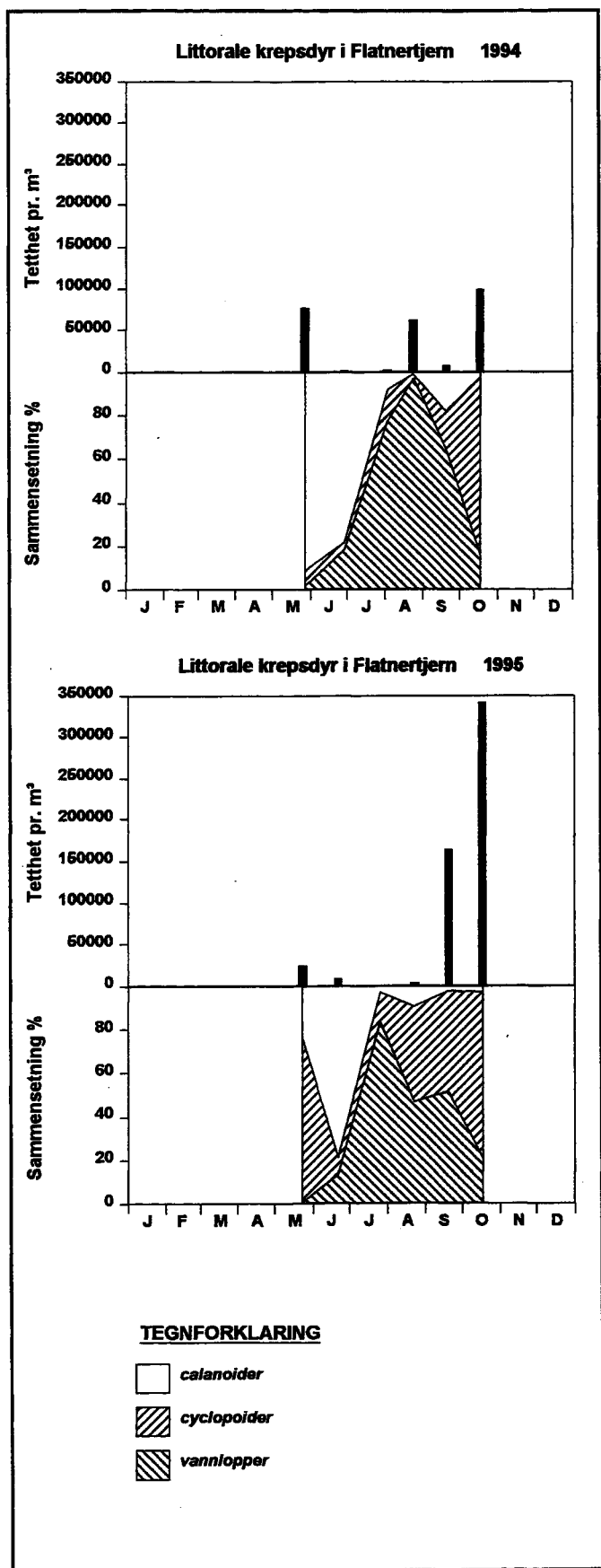
C. scutifer dominerer også i Flatnertjern, selv om den utgjør en noe mindre andel her enn i Sørmtjern. Mai er imidlertid et unntak da små copepoditter, sannsynligvis *C. scutifer* samt cop V og voksne individer av samme art, dominerte totalt. I september og oktober dominerte cyclopoide nauplier og også disse tilhørte sannsynligvis *C. scutifer*. I tillegg til *C. scutifer* ble det i begge år funnet et fåtall individer av *M. leuckarti* og i 1995 ble også *Thermocyclops oithonoides* påvist.

Utviklingen i tettheten i Flatnertjern er forskjellig fra den i Sørmtjern. Mens den i Sørmtjern i begge år viste en avtagende tendens i oktober, riktignok mest markert i 1994, viste den i Flatnertjern en økning mot oktober. Dominansforholdene mellom cyclopoide, calanoider og vannlopper følger grovt sett det samme mønsteret i begge år. Calanoidene utgjør størst andel i mai og juni, med dominans av *Heterocope saliens*. I mai var det overvekt av relativt små copepoditter, mens det i juni ble funnet både voksne hanner og hunner i tillegg til store copepoditter. *A. denticornis* ble også funnet i litoralsonen og 19. september utgjorde den hele 17 % av individene. Det ble da funnet voksne individer, heriblant eggbærende hunner, samt store copepoditter.

Cyclopoide utgjorde i begge år spesielt høye andeler ved det siste besøket i oktober (70 - 80 %). I 1995 var andelen også stor i mai. I oktober samme år utgjorde små cyclopoide nauplier 77 % av litoralfaunaen, mens de ellers kun utgjorde små fraksjoner. Disse tilhører høyst sannsynlig *C. scutifer*. Litorale copepodearter, med *Macrocyclus albidus* som den vanligste, utgjorde kun små andeler.



Figur 8
Variasjon i totalvolum og sammensetning av dyreplankton i Flatnertjern i 1994 og 1995.



Andelen av vannlopper er størst fra slutten av juli og til slutten av september da de utgjør mer enn 50 % av litoralfaunaen (figur 9). Liksom i Sørmoetjern dominerer *Bosmina longispina*, men *Chydorus sphaericus* kan tidvis utgjøre nærmere 20-30 % av individene. Størst dominans hadde *B. longispina* 23. august 1994 da den utgjorde 84 % av litoralfaunaen. I tillegg til *B. longispina* og *C. sphaericus* var *D. brachyurum*, *H. gibberum*, *Alona affinis* og *A. guttata* tilstede gjennom det meste av de to sesongene.

I 1995 fulgte tettheten i litoralsonen det samme mønsteret som i dyreplanktonet, dvs med en nedgang etter besøket i mai og med en markert økning i september og oktober. Oppblomstring av *B. longispina* i slutten av august 1994 ga spesielt stor tetthet ved dette besøket. De største tetthetene ble registrert ved henholdsvis det første og det siste besøket.

Figur 9
Variasjon i totalvolum og sammensetning av littorale krepsdyr i Flatnertjern i 1994 og 1995.

4.3 Aurtjern

4.3.1 Fysisk-kjemiske forhold

Temperatur og oksygen

Aurtjern har et markert sprangsjikt gjennom det meste av forsommeren og sommerperioden. Sprangsjiktet lå begge årene mellom 3 og 6 m dyp (vedlegg 3a). Dette førte til termisk lagdeling av vannmassene og sommerstagnasjon. Temperaturen under sprangsjiktet er i Aurtjern hele året omkring 4 - 4,5°C, mens den over sprangsjiktet i høysommerperioden vanligvis blir høyere enn 20°C. Det er rikelig med oksygen i vannmassene over sprangsjiktet, vanligvis omkring 10 mg/l O₂ eller mer. I perioder med kraftig planteplanktonvekst, som f.eks. i slutten av august 1995 blir det en overmetning i de øverste vannlagene på grunn av algenes primærproduksjon. I august 1995 var det en oksygenkonsentrasjon som tilsvarer en metningsprosent på 115 %.

Aurtjern er en meromiktisk innsjø, det vil si at vannmassene i sirkulasjonsperiodene om våren etter at isen er gått og om høsten når overflatevannet kjøler, ikke sirkulerer helt ned til bunnen. Dette skyldes at bunnvannet er tyngre enn det ovenforliggende vannet på grunn av større saltkonsentrasjoner (her i første rekke jernkonsentrasjonene). I tillegg er det en ikke ubetydelig organisk belastning og forbruk av oksygen ved nedbrytning på grunn av store algebestander. Dette fører til at det i dyplagene ikke er oksygen til stede, og det utvikles hydrogensulfid, H₂S. Det eksakte dyp der det ikke lenger ble registrert oksygen i Aurtjern, og lukten av hydrogensulfid var utpreget, varierte noe gjennom de to sesongene, men lå vanligvis i området under 8-10 m dyp.

Andre fysisk-kjemiske parametre

pH i vannmassene gjennom de to sesongene (vedlegg 3b) varierte mellom 6,73 og 7,45 med snitt på 7,08 i 1994 og 7,06 i 1995. På samme måte som for oksygeninnholdet, påvirker primærproduksjonen pH i en produktiv innsjø, ved at algene bruker CO₂ i produksjonsprosessen. Dette øker pH under den kraftigste vekstperioden for planteplankton. Den relativt høye pH den 22. august 1995 faller sammen med maksimum algebiomasse. Konduktivitetsverdiene i Aurtjern var svært jevne gjennom hele sesongen for begge årene, vanligvis mellom 2,3-2,5 mS/m som viser lite ionerike vannmasser.

Gjennom 1994 sesongen varierte turbiditeten mellom 1,40 og 3,30 FTU og i 1995 mellom 1,25 og 6,50 FTU. Siden det ikke er noe definert tilløp til innsjøen, og nedbørfeltet er svært lite, vil det i stor utstrekning være planteplanktonet som bestemmer variasjonen i turbiditeten. Det er da også god overensstemmelse mellom variasjonene i planteplanktonmengden og variasjonen i turbiditet. Turbiditeten, særlig i 1995, var høy i høysommerperioden, noe som ga nedsatt siktbarhet. Siktedyptet 22. august 1995 var bare 0,90 m da maksimum turbiditet på 6,50 FTU ble registrert.

Fargen varierer også en del gjennom sesongen. Fargevariasjonene må her i første rekke skyldes algeinnholdet kombinert med høye jernverdier. Verdiene for farge sett under ett er imidlertid svært lave sammenlignet med de fleste, mer humuspåvirkede innsjøer. Maksimum registrert i 1994 var 6,72 mg/l Pt og i 1995 9,41 mg/l Pt, for øvrig registrert under maksimum algebiomasse.

Som nevnt foran, er det store konsentrasjoner av jern i bunnvannet som er den vesentlige årsaken til den meromiksis som vannmassene viser. I lyslagene vannmasser er det ikke spesielt høye verdier for jern sesongen sett under ett, med verdier

mellom 30 og 116 µg/l Fe og et snitt på 65 µg/l Fe i 1994 og 80 µg/l Fe i 1995.

Siden Aurtjern ikke er humuspåvirket og det ikke er stor overflatetilførsel fra nedbørfeltet, skyldes variasjonene i totalt organisk karbon (TOC) i hovedsak innholdet av planktonalger. Variasjonene i TOC gjenspeiler derfor i store trekk variasjonen i planteplanktonbiomasse, med maksimum på 5,7 mg/l C i august-september 1994 og på 7,0 mg/l C i august 1995. Dette er ganske høye verdier i innsjøer av denne typen.

Siktedyptet i Aurtjern gjenspeiler også i hovedtrekk planteplanktoninnholdet selv om andre faktorer spiller inn. Fargen i vannet var hele tiden grønn. Dette viser at det i hovedsak er algene som påvirker siktedyptet i denne innsjøen.

Verdiene for ortofosfat lå mellom <1 og 3 µg/l P (<1 er satt som 0,5 i vedlegget av praktiske grunner), mens løst totalfosfor varierte mellom 2 og 4 µg/l P, med et par unntak i 1995 på 10 og 6 µg/l P. Totalfosfor (løst og partiulært samlet) varierte mellom 15 og 32 mg/l P de to årene, med gjennomsnitt i 1994 på 18 µg/l P og i 1995 på 20 µg/l P, altså ikke store forskjellene. Innholdet av fosfor totalt er relativt stort.

Nitratinnholdet i vannmassene var det meste av vekstsesongen svært lavt begge årene, med unntak av et par tidspunkter i begynnelsen og slutten av sesongen. Dette viser at tilgjengelig nitrat sammen med fosfat kan være begrensende faktor for planteplanktonvekst i Aurtjern. Sammenligner en verdiene for totalnitrogen (løst og partikulært) med verdien for løst nitrogen ser en at det meste av nitrogenet i Aurtjern er i løst form. Totalnitrogen varierte mye, fra 395 µg/l N til 950 µg/l N med et snitt på 625 µg/l N i 1994 og 616 µg/l N i 1995.

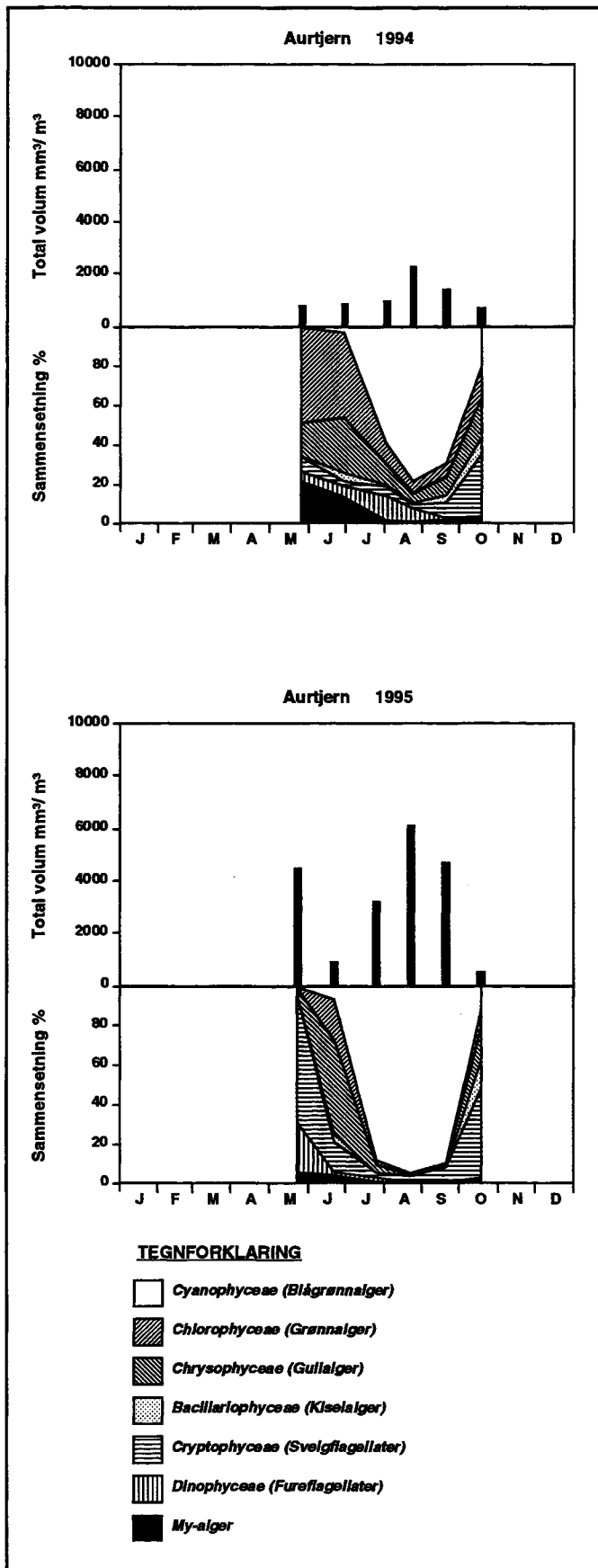
4.3.2 Biologiske forhold

Planteplankton

Variasjonene i mengde og sammensetning av planteplanktonet i Aurtjern i 1994 og 1995 er vist i figur 10. Det var svært store forskjeller i algebiomassen eller algevolumet de to årene. Begge år ble maksimum registrert i slutten av august med 2317 mm³/m³ i 1994 og 6153 mm³/m³ i 1995 og gjennomsnitt på henholdsvis 1219 og 3359 mm³/m³. Årsaken til disse store forskjellene i algebiomasse må være andre enn bare tilgangen på hovednæringsstoffene fosfor og nitrogen, som synes å ha vært omtrent den samme begge årene. Basert på Brettum (1989) må en ut fra algebiomassen særlig i 1995, betegne Aurtjern som eutrof til polyeutrof (svært næringsrik).

Variasjonene i den prosentvise sammensetningen av planteplankton var ganske lik de to årene, med en kraftig dominans av blågrønnalger eller cyanobakterier (Cyanophyceae) store deler av sommeren. Denne dominansen var ennå mer utpreget i 1995 enn i 1994. De store algevolumene for denne gruppen skyldes én art, den trådformete arten *Anabaena solitaria*. Under maksimum i august 1994 utgjorde den 78% av det samlede planteplanktonvolum og i 1995 på samme tidspunkt hele 94%. På grunn av de store biomassene av denne arten hadde innsjøen en visuelt kraftig grønn eller blågrønn farge største delen av vekstsesongen.

Tidlig i vekstsesongen, i mai-juni, var planteplanktonsamfunnet svært sammensatt, med en rekke arter fra alle planteplanktongrupper, og med stor diversitet. Tidlig på året var det i første rekke grønnalgene (Chlorophyceae), men også svelgflagellatene (Cryptophyceae) og til en viss grad arter innen gullalgen (Chrysophyceae), som var mest fremtredende i planteplanktonsamfunnet før *Anabaena solitaria* utviklet seg og helt dominerte. Særlig i 1994 var grønnalgen av stor



Figur 10
Variasjon i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Aurtjern i 1994 og 1995.

betydning i det samlede planteplanktonet tidlig i vekstsesongen.

Klorofyll

Det er til dels store forskjeller i klorofyll vertikalt i vannsøylen de forskjellige tidspunktene, med maksimum i ulike dyp gjennom sesongen. Dette gjenspeiler dominerende arter og deres optimale dyp med hensyn til lystilgang og næring. Tidlig på året når lystilgangen er god ligger maksimum dypt, senere ligger det høyere opp i vannmassene, når lysgjennomtrengeligheten blir dårligere (mindre siktedyp).

Den kraftige økningen i klorofyll, særlig i sommerperioden, fra 7-8 m dyp og dypere, skyldes ikke alger (selv om nedsunket algemateriale også inngår), men store bestander av fotosyntetiserende bakterier som danner maksimum i området der vannmassene blir oksygenfrie og det utvikles hydrogen-sulfid, H_2S . Maksimum ble registrert i begynnelsen av august 1994 i 8 m dyp med $91,20 \mu g/l$. Dette er med på å forsterke den blågrønne fargen på Aurtjern om sommeren. Klorofyllverdiene oppgitt for de oksygenfrie vannmassene er ikke klorofyll a, men en samlet verdi for flere former av bakterieklorofyller med forskjellige absorpsjonsmaksima. De høye verdiene for klorofyll også i epilimnion, viser de til dels store algebestandene i Aurtjern.

Krepsdyr

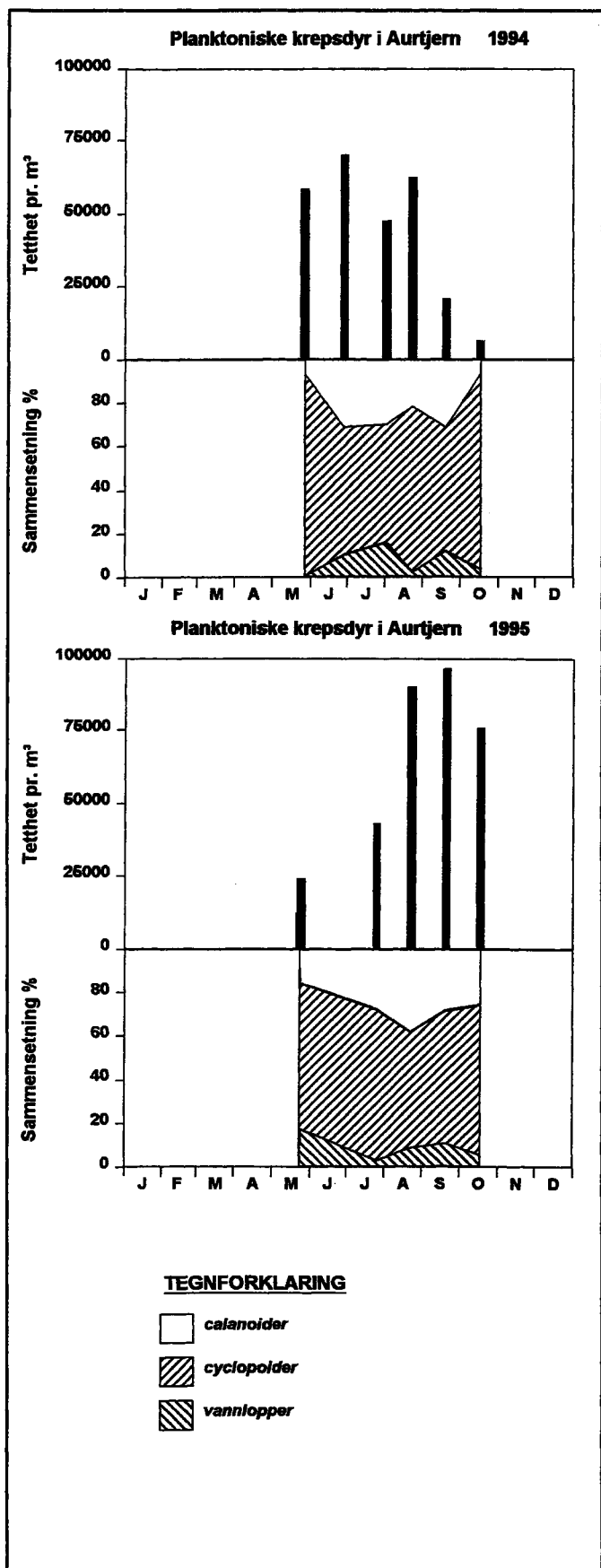
Det er hittil registrert 26 arter vannlopper og 17 arter hoppekreps i Aurtjern. Med ett unntak er alle artene påvist både i 1994 og i 1995. Unntaket er vannloppen *Alona affinis* som ble registrert ved fem av seks besøk i 1994, mens den helt manglet i 1995. *Acroperus harpae* er den eneste av vannloppeartene som er påvist ved samtlige besøk mens *Pleuroxus truncatus* kun manglet en gang og *Polyphemus pediculus* to ganger. I tillegg til disse er en rekke arter registrert ved mer enn halvparten av besøkene.

Også blant hoppekrepsfaunaen er situasjonen stabil og med unntak av *Cyclops insignis* og *Acanthocyclops robustus* ble alle de øvrige artene registrert begge årene. *Cyclops insignis* ble kun påvist i 1995, mens *Acanthocyclops robustus* kun ble funnet i 1994. *Eudiaptomus gracilis* forekom ved samtlige besøk, mens *Macrocyclus albidus*, *Eucyclops macrurus* og *Cyclops scutifer* manglet ved kun ett. Sjansen er imidlertid stor for at individer av disse copepodene skjuler seg blant nauplier og små copepoditter som ikke er artsbestemt. Calanoiden *Heterocope appendiculata* ble funnet i sommerhalvåret både i 1994 og 1995.

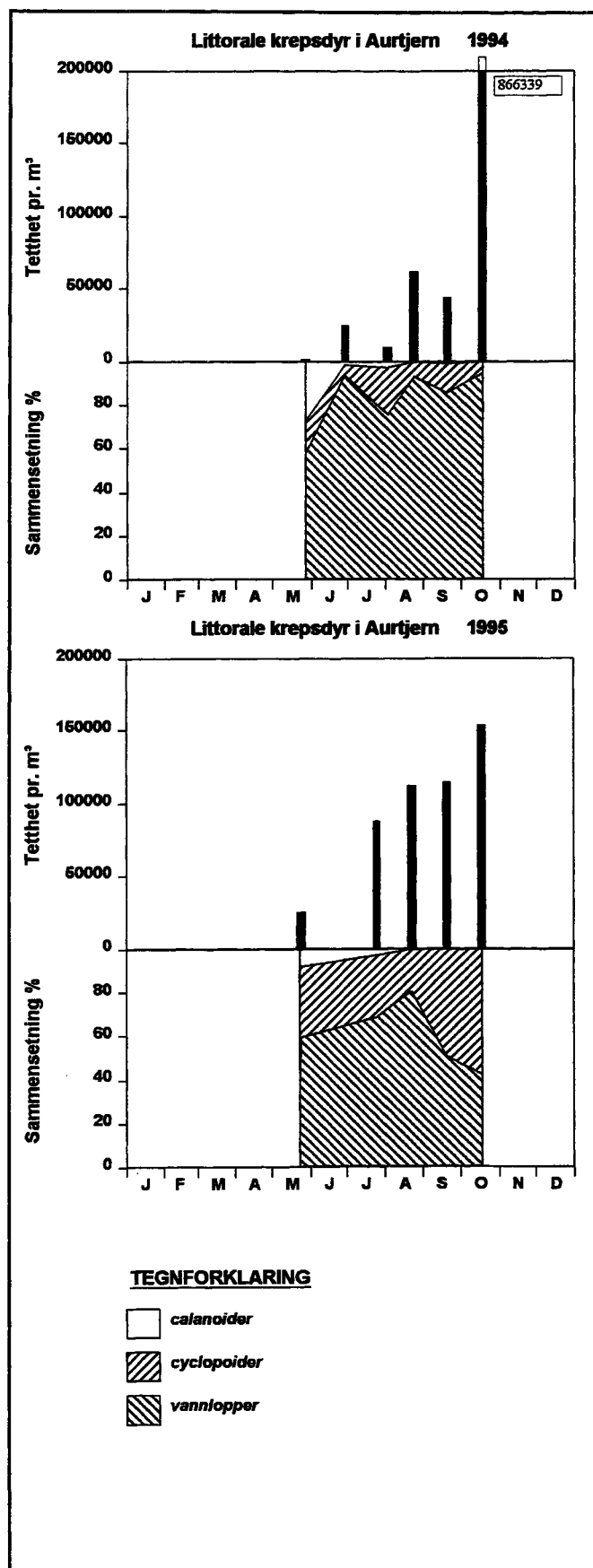
I Aurtjern er forholdet mellom vannlopper og cyclopoide og calanoid hoppekreps relativt stabil gjennom begge årene (figur 11). Cyclopoide hoppekreps dominerer og utgjør alltid mer enn 50% av planktonet, mens vannloppene utgjør små andeler og aldri mer enn 20%.

Liksom i Sørmoetjern og Flatnertjern er *C. scutifer* dominerende copepode. Det er kun i mai og juni at det fins store copepoditter og voksne individer. Fra juni til september dominerer naupliene mens små copepodittstadier overtar i oktober. Allerede i september øker andelen av små copepoditter og de utgjør da 18% av planktonet i 1994 og 57% i 1995. I sommermånedene er *Mesocyclops leuckarti* og *Thermocyclops oithonoides* påvist i planktonet, men de utgjør sannsynligvis kun små fraksjoner av naupliene og de minste copepodittene.

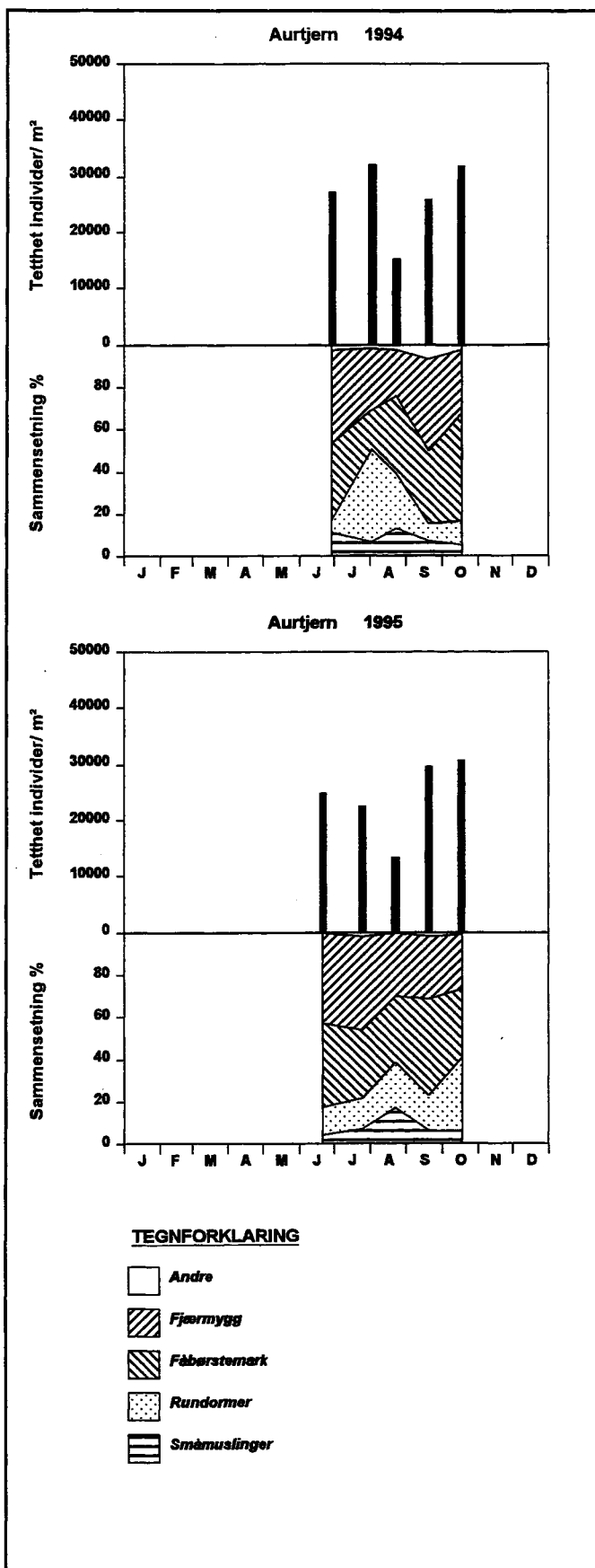
Eudiaptomus gracilis dominerer blant calanoidene og utgjør en betydelig andel av planktonet i perioden fra juni til september. I 1994 ble det funnet hovedsakelig små copepoditter ved besøkene 28. juni og 23. august mens det 2. august og 19.



Figur 11
 Variasjon i totalvolum og sammensetning av dyreplankton i Aurtjern i 1994 og 1995.



Figur 12
 Variasjon i totalvolum og sammensetning av littorale krepssdyr i Aurtjern i 1994 og 1995.



Figur 13
Variasjon i totalvolum og sammensetning av bunndyr i Aurtjern 1994 og 1995.

september var store copepoditter og voksne. Den har derfor minst to generasjoner i året. *Heterocope appendiculata* ble funnet fåtallig begge år.

Diaphanosoma brachyurum, *Daphnia cristata* og *Bosmina longirostris* er de mest tallrike blant vannloppene, men utgjør aldri mer enn 12 % av planktonet. Dette var tilfelle i august 1994 da *D. brachyurum* hadde et maksimum på hele 12 %. Også i 1995 ble det registrert flest individer av *D. brachyurum* i august, men da utgjorde de kun 1,5 % av planktonet. I 1993 var det også klar dominans av *C. scutifer* i Aurtjern, og det var også de samme vannloppene og calanoidene som utgjorde planktonet dette året som i de to siste årene.

De to årene er forskjellig mht til utviklingen i tettheten i planktonet gjennom sesongen. I 1994 lå tettheten relativt stabil omkring ca 50 000 ind/m³ fram til slutten av august (figur 11) hvorefter den i september og oktober avtar til mindre enn 10 000 ind/m³. I 1995 øker tettheten jevnt fram til september, etterfulgt av en svak nedgang.

Litoralsonen har gjennom det meste av begge sesongene en klar dominans av vannlopper med flere arter som dominerer (figur 12). I 1994 er *Polyphemus pediculus* den mest tallrike i mai og juni. I begynnelsen av august er *Alonella exigua* tallrikest mens *Acroperus harpae* er den klart dominerende seinere utover høsten. I 1995 utgjør *A. harpae* størst andel gjennom hele sesongen, men også dette året er det en markert økning av *A. exigua* i august (25 %). *P. pediculus* utgjør en mindre andel av samfunnet i hele 1995 sammenlignet med 1994.

Calanoide og cyclopoide nauplier og små copepoditter utgjør i mai ca 40 % av faunaen i 1994 og 75 % i 1995. Videre utover i sesongen utgjør copepodene små andeler med *Macrocyclops albidus* som den mest tallrike ved flere av besøkene. Denne situasjonen holder seg ut hele 1994. I 1995 derimot øker andelen ved de to siste besøkene, til henholdsvis 50 % i september og ca 60 % i oktober. I oktober dominerte *M. leuckarti*.

Hovedtendensen er i begge årene en økning i tettheten utover i sesongen. I oktober 1994 ble det målt en tetthet på 866 000 ind/m³ samtidig med høy tetthet av planteplankton. Den målingen skyldes først og fremst *A. harpae*, som utgjør nesten 90 % av individene i litoralsonen. Med unntak av i oktober var tetthetene gjennomgående lave.

Bunndyr

Tettheter og prosentvis fordeling av de forskjellige bunndyrgruppene er vist i figur 13. Det er relativt god overensstemmelse i de totale tettheter ved sammenlignbare tidspunkter i 1994 og 1995. Begge år ble det funnet lavest bunndyrtetthet mot slutten av august mens tetthetene både tidligere på sommeren og utover høsten var vesentlig høyere. Det er imidlertid stor variasjon mellom de enkelte parallelle prøver ved hver dato. Disse variasjonene gjør at det ikke kan sies å være reelle forskjeller (95% signifikansnivå) mellom gjennomsnittlige tettheter hverken gjennom ett enkelt år eller de to årene sett mot hverandre.

Fåbørstemark (Oligochaeta), rundormer (Nematoda) og fjærmygg (Chironomidae) er de tre dominerende gruppene. Deres andeler av total tetthet varierer noe, men fåbørstemark og fjærmygg er ved de fleste tidspunkter de dominerende med omtrent like andeler. Tetthetsvariasjonene gjennom året bestemmes i første rekke av disse gruppene. Rundormene har en topp i sine tettheter til forskjellig tid i 1994 og 1995 og er ved de fleste innsamlingsdatoer tilstede i tilnærmet like tettheter. I tillegg forekommer småmuslinger jevnlig, men deres andeler og tettheter er mer beskjedne. I gruppen andre er det insekt

gruppene døgnfluer (Ephemeroptera) og sviknott (Ceratopogonidae) som forekommer mest regelmessig.

I 1994 og 1995 er det påvist tilsammen 18 taxa fåbørstemark i Aurtjern (**vedlegg 3c**). *Limnodrilus* spp. er begge år totalt dominerende. Fra denne slekta ble det bare funnet kjønnsmodne individer av arten *Limnodrilus hoffmeisteri* og *Limnodrilus* spp. er derfor i hovedsak ikke kjønnsmodne individer av denne arten. Arten er vanlig i Norge og fins i spesielt store mengder i næringsrike eller organisk forurensede lokaliteter, men den fins mer fåtallig i de fleste lokaliteter i lavlandet østafjells. Gruppen Tubificidae m. hår-seta i 1995 er sannsynligvis arten *Tubifex tubifex*, men kjønnsmodne individer av denne arten ble ikke funnet i 1995 i motsetning til året før. Av naidider ble det tilsammen funnet 10 arter i 1994 og 1995. I tillegg ble naididen *Stylaria lacustris* funnet i 1993. *Piguetiella blanci* og *Nais variabilis/kommunis* ble funnet mest tallrike og forekom mest regelmessig gjennom innsamlingsperioden. Alle de påviste arter av fåbørstemark er forøvrig relativt vanlige i Norge i denne typen lokalitet.

4.4 Danielsetertjern

4.4.1 Fysisk-kjemiske forhold

Temperatur og oksygen

De vertikale variasjonene i temperatur og oksygen gjennom sesongen i Danielsetertjern de to undersøkelsesårene er vist i **vedlegg 4a**. Denne innsjøen er relativt grunn, bare 5 m dyp og vannmassene blir godt gjennomblandet gjennom hele den isfrie perioden. Det er tilnærmet fullsirkulasjon i hele perioden. Dette fremgår da også klart ved at temperaturen var den samme fra overflaten til bunnen nær sagt ved alle prøvetakingstidspunktene.

Fordi det er så god gjennomblanding av vannmassene, er det vanligvis rikelig med oksygen i hele vannsøylen det meste av sesongen. **Vedlegg 4a** viser imidlertid at det kan bli en viss reduksjon i oksygen i de dypeste vannlag om sommeren. Dette må hovedsakelig skyldes nedbrytning av organisk materiale.

Andre fysisk-kjemiske parametre

Vannmassene i Danielsetertjern er sterkt kalkpåvirket og dette gir seg utslag i pH, som varierer mellom 7,67 og 8,00 (**vedlegg 4b**). Det store kalsiuminnholdet (30-35 mg/l Ca) gjør at konduktivitetsverdiene, som er et mål for ioneinnholdet i vannet, blir svært høye. I 1994 varierte de mellom 15,50 og 18,90 mS/m og i 1995 mellom 18,70 og 19,80 mS/m.

Turbiditeten er lav i Danielsetertjern, noe som viser at partikkelinnholdet er lite og i stor grad gjenspeiler variasjonene i planteplanktoninnholdet. Målte verdier ligger mellom 0,42 og 1,50 FTU. Også fargetallene er meget lave (**figur 14**) varierende mellom 7,10 og 14,00 mg/l Pt. Fargeinntrykket av vannet mot en hvit sikteskive var grønnlig det meste av sesongen, som i første rekke skyldes planteplanktoninnholdet.

Innholdet av totalt organisk karbon (TOC) varierte noe de to årene. I 1994 lå det mellom 3,7 og 5,2 mg/l C, mens det i 1995 var mellom 1,9 og 3,6 mg/l C. Siden det ikke er noen humuspåvirkning i Danielsetertjern, må det meste av det organiske karbonet komme fra planteplanktonet. Siktedypet varierende også noe gjennom sesongen først og fremst på grunn av varierende algebiomasse, med det laveste siktedypet når planteplanktoninnholdet var størst. På høsten 1995 var algeinnholdet lite, og sikteskiven kunne da sees helt ned til bunnen, det vil si at siktedypet var større enn 5 m.

Innholdet av fosfat var lavt, og i 1995 ble det registrert 1 µg/l P og < 1 µg/l P hele sesongen (verdien for <1 satt til 0,5 i vedlegget av praktiske årsaker), noe som tyder på at tilgjengelig fosfor er en bregrensende faktor for algeveksten. I 1994 var verdiene på 1-2 µg/l P når algeveksten var størst, men nitrogentilgangen synes da å ha vært begrensende faktor. Mengdene av totalt fosfor (løst og partikulært) varierte mellom 7 og 16 µg/l P. Gjennomsnittet for de to årene var henholdsvis 11,6 i 1994 og 10,7 µg/l P i 1995, noe som viser at vannmassene ikke er spesielt næringsfattige, men nærmest å betegne som middels næringsrike.

Nitratinnholdet er forholdsvis stort i begynnelsen av vekstsesongen og helt på slutten (25-30 µg/l N), men det meste av sesongen var innholdet svært lite og ved algemaksimum i august 1994 var verdiene < 1 µg/l N, noe som viser at også nitrogentilgangen kan være begrensende for algeveksten i denne innsjøen. Totalnitrogen varierte mellom 300 og 665 µg/l N med et snitt på 485 µg/l N i 1994 og 398 µg/l N i 1995. Disse verdiene støtter opp om inntrykket av at vannmassene ikke er spesielt næringsfattige, men ligger nærmere betegnelsen middels næringsrike.

4.4.2 Biologiske forhold

Planteplankton

Variasjonene i mengde og sammensetning av planteplanktonet i Danielsetertjern er vist i **figur 14**. Det var en viss forskjell i algebiomassen som gjennomsnitt for sesongen og maksimum registrert volum de to årene. Maksimum i 1994 var 2409 og i 1995 836 mm^3/m^3 og gjennomsnittene henholdsvis 1358 og 492 mm^3/m^3 . Tilgjengelig fosfor og nitrogen kunne være begrensende for algeveksten til tider og særlig i 1995 synes begge disse nærings saltene å ha vært begrensende.

Registrert maksimum viser en del forskjeller de to årene slik en ser det i de grunnsvannspåvirkete innsjøer. Aurtjern og Skråtjern viser det samme, selv om mengdevariasjonene ikke følger hverandre. I 1994 var det en god del kiselalger (*Bacillariophyceae*) i vannmassene utover ettersommeren og høsten. Viktigste arter var *Asterionella formosa* og *Cyclotella comensis*. Disse ble bare registrert med få individer i 1995. Grønnalgene (*Chlorophyceae*) er ikke spesielt fremtredende mengdemessig i planteplanktonet i Danielsetertjern, selv om en rekke arter ble registrert.

Gullalgene (*Chrysophyceae*) synes derimot å spille en større rolle i denne innsjøen enn i de andre sjøene, særlig om våren og forsommeren. Størst prosentvis andel hadde de i 1995, men da var det samlede totalvolumet mindre. Stor andel er vanlig i mer næringsfattige vannmasser. I 1995 var det stor prosentvis andel av svelgflagellater (*Cryptophyceae*) særlig om høsten da gruppen dominerte helt i planktonet. I 1994 var representanter for denne gruppen nærmest fraværende. Til gjengjeld utgjorde gruppen dinoflagellater (*Dinophyceae*) et større innslag i planktonet i 1994, mens de var mer beskjedent representert i 1995.

Variasjonene både i mengde planteplankton og i sammensetning var store når en sammenligner de to årene. Flere faktorer spiller antagelig inn her. Fluktasjoner i grunnvannstilførselsene kan være en årsak, men også variasjonen i meteorologiske forhold.

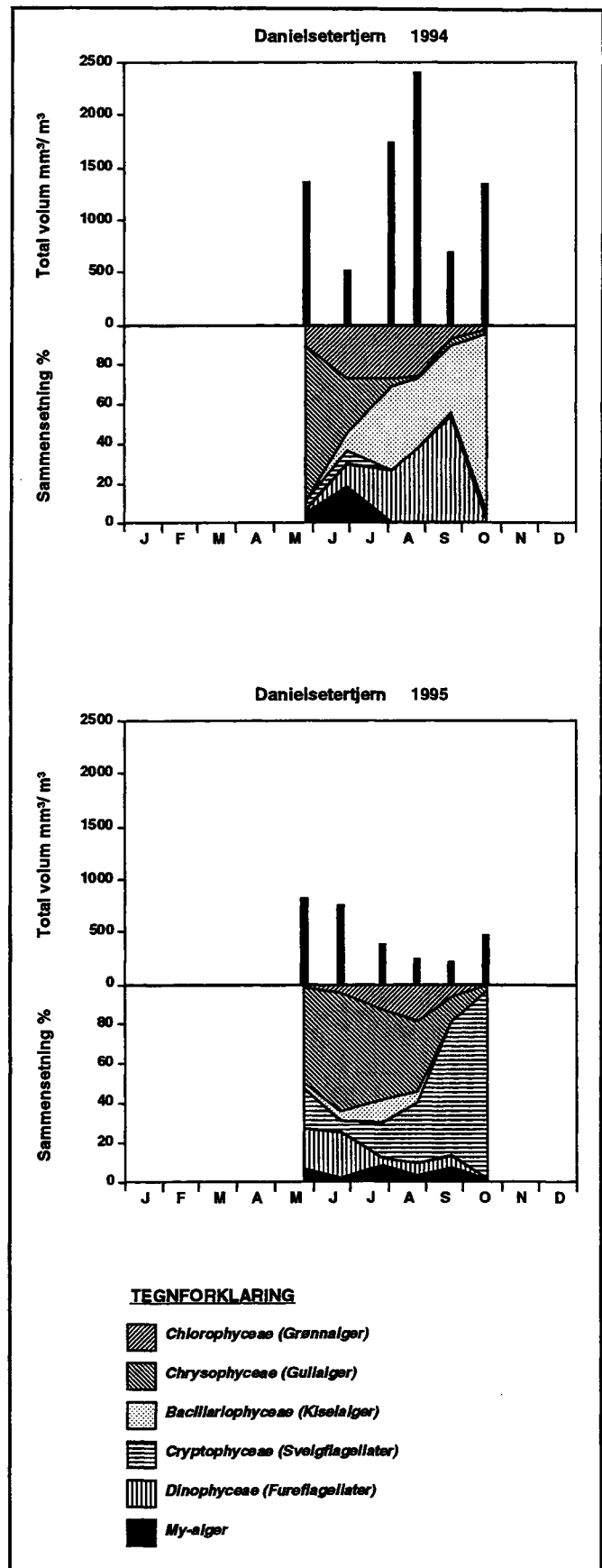
Ut fra de maksimale algevolumene registrert i 1994 er det rimelig å betegne Danielsetertjern som mesotroft (middels næringsrikt), noe som også passer med innholdet av fosfor og nitrogen. Det er imidlertid viktig at undersøkelsene i denne type vannmasser der resultatene, særlig av de biologiske forhold, varierer mye, blir gjennomført gjennom flere år. Dette for å få noenlunde rimelige gjennomsnittsverdier for de ulike parametre.

Klorofyll

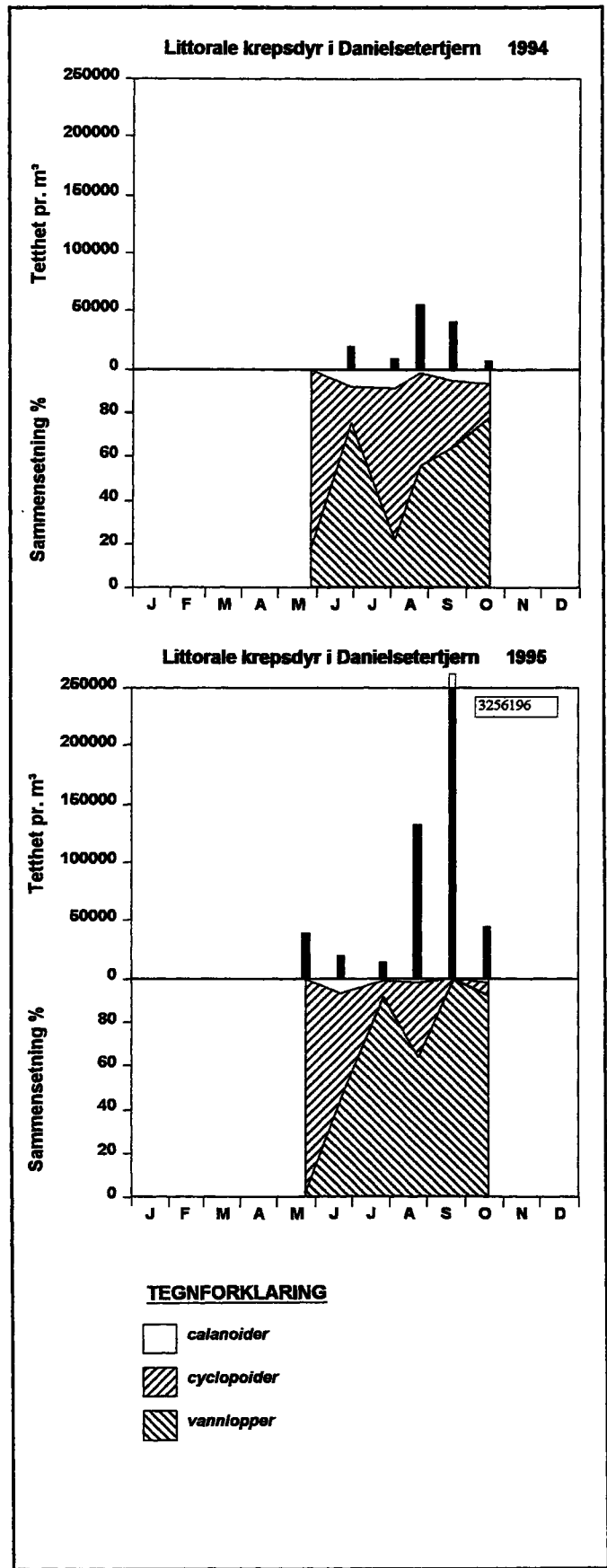
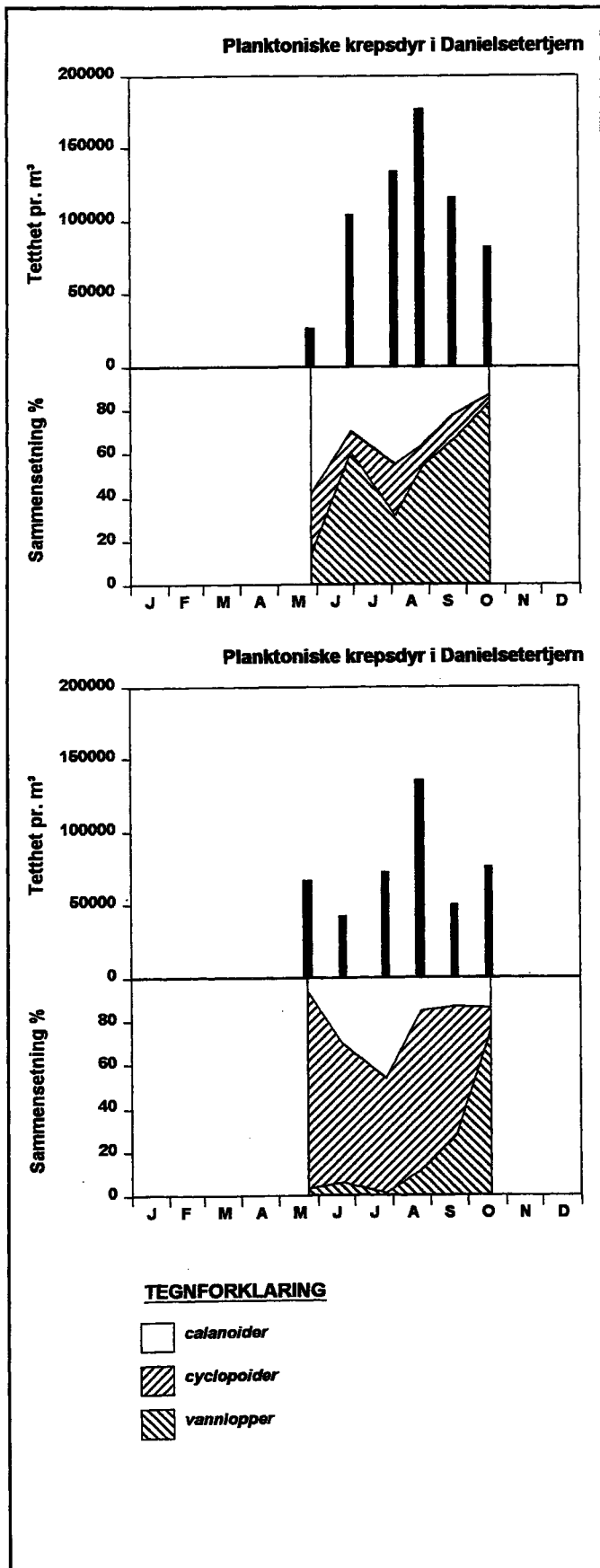
Verdiene av de vertikale variasjonene i klorofyll lå gjennomgående mellom 3-7 $\mu\text{g/l}$ Chl a, og her var det kun planteplanktonet som var grunnlaget for det klorofyllet som ble målt i vannmassene, og ikke fotosyntetiserende bakterier. Gjennomsnittsverdien følger derfor relativt godt de registrerte variasjonene i planteplanktonvolumene.

Krepsdyr

Det er tilsammen registrert 33 vannlopper og 16 hoppekreps i Danielsetertjern. Flest arter ble i 1994 registrert allerede i juni, mens artsrikdommen i 1995 var størst seinere i sesongen med 27 arter i august og 26 arter i september. Seks arter vannlopper og to arter hoppekreps er nye i 1995 i forhold til 1994, mens tre vannlopper som ble funnet i 1994 manglet i 1995. Blant vannloppene ble *B. longispina* funnet ved samtlige besøk. *D. brachyurum*, *Ceriodaphnia pulchella*, *C. sphaericus* og *P. pediculus* var også tilstede ved samtlige besøk i 1994, men forekom noe mer tilfeldig i 1995. *Simocephalus vetula* er eks-



Figur 14
Variasjon i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Danielsetertjern i 1994 og 1995.



Figur 15
 Variasjon i totalvolum og sammensetning av dyreplankton i Danielsetertjern i 1994 og 1995.

Figur 16
 Variasjon i totalvolum og sammensetning av littorale krepsdyr i Danielsetertjern i 1994 og 1995.

empel på det motsatte og mens den manglet ved de tre første besøkene i 1994 ble registrert ved samtlige besøk senere. De fleste artene forekommer imidlertid kun sporadisk i begge år.

Blant hoppekrepsene ble *E. gracilis* påvist ved samtlige besøk, mens *M. leuckarti* og *T. oithonoides* kun manglet i mai 1995. *Macrocylops albidus* ble også påvist i de fleste tilfellene. *Cyclops scutifer* er ikke registrert i august og september begge år, men dette skyldes at de da forekommer som nauplier og små copepoditter som ikke er artsbestemt. Noe spesielt er det at alle de fem norske *Eucyclops*-artene er funnet begge år. Likeledes må det karakteriseres som noe spesielt at det i mai 1995 ble funnet tre *Cyclops*-arter samtidig; *C. insignis*, *C. scutifer* og *C. strenuus*.

Danielsetertjern er den av lokalitetene der dyreplanktonet viser størst variasjon i sammensetning fra 1994 til 1995. I 1994 dominerer vannlopper og calanoide hoppekreps planktonet mens de cyclopoide hoppekrepsartene utgjør forholdsvis små andeler (figur 15). Dominansen av vannlopper i 1994 skyldes i første rekke *Ceriodaphnia pulchella* som ved tre av besøkene utgjør rundt 50 % av planktonet. I oktober skjer det et skifte der en annen *Ceriodaphnia*-art, *C. quadrangula*, overtar. I tillegg til de to *Ceriodaphnia*-artene utgjør *Bosmina longispina* i størrelsesorden 10 % ved to av besøkene. I 1995 er situasjonen en helt annen med små andeler av vannlopper helt fram til september da de utgjør ca 25 % og først i oktober dominerer de samfunnet (75 %). Økningen i september og oktober skyldes en økning i tettheten av *B. longispina* og *B. longirostris*. *C. pulchella* forekommer relativt fåtallig når den er tilstede.

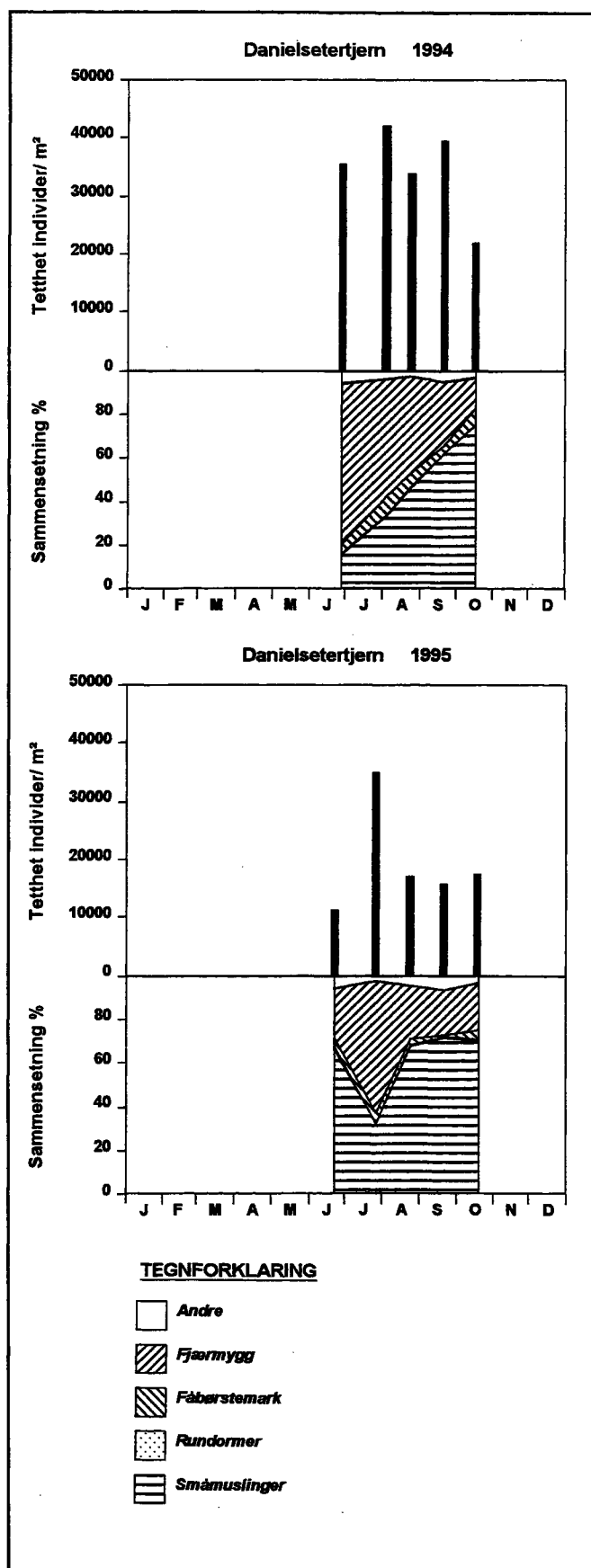
Blant calanoidene utgjør *Eudiaptomus gracilis* en forholdsvis konstant andel av planktonet i begge år, mens *H. appendiculata* kun er funnet fåtallig ved enkelte besøk. Cyclopoide utgjør i 1994 kun mellom 5 % og 25 % av planktonet, mens de i 1995 med unntak av oktober alltid utgjør mer enn halvparten av individene. Størst er dominansen i mai 1995 da mer enn 90 % av individene tilhører de cyclopoide hoppekrepsartene *C. scutifer*, *M. leuckarti* og *T. oithonoides* med klar dominans av sistnevnte art.

Variasjonen i tettheten er forskjellig de to årene. I 1994 øker den fra ca 25 000 ind/m³ i mai til et maksimum på ca 175 000 ind/m³ 24. august for deretter igjen å avta i september og oktober (< 100 000 ind/m³). I 1995 er bildet mer uregelmessig, men også dette året ble størst tetthet registrert i siste del av august.

Sammensetningen av vannlopper og calanoide og cyclopoide hoppekreps i litoralsonen har i 1994 og 1995 flere fellestrekk, og likheten er større enn hva som var tilfelle i planktonet (figur 16). Til forskjell fra planktonet utgjør f. eks de cyclopoide hoppekrepsartene en gjennomgående lavere andel i 1995 enn i 1994 med unntak av mai 1995 da litoralsamfunnet var totalt dominert av cyclopoide (97 %).

Ikke artsbestemte nauplier og copepoditter utgjør de største tetthetene og tilhører sannsynlig *T. oithonoides* som også dominerte i planktonet. De mer typiske litorale hoppekrepsartene utgjør kun mindre fraksjoner av hoppekrepsene, med *M. albidus* og *E. macrurus* som de vanligste artene. Calanoidene utgjør aldri mer enn 10 % av litoralfaunaen.

Vannloppefaunaen består av mange arter hvorav flere kan utgjøre betydelige andeler i løpet av sesongen. Dette gjelder blant annet de tre *Ceriodaphnia*-artene, *C. pulchella*, *C. quadrangula* og *C. reticulata*, mens en fjerde art, *C. megops* ble påvist i 1995, men kun fåtallig. *C. quadrangula* var den vanligste av disse i mai og oktober i begge årene mens de to andre



Figur 17
Variasjon i totalvolum og sammensetning av bunndyr i Danielsetertjern i 1994 og 1995.

byttet om å dominere i den mellomliggende perioden. Størst andel hadde de i september 1995 da de utgjorde nesten 90 % av litoralfaunaen.

Ved de to siste besøkene i 1994 var tettheten av *Sida crystallina* stor mens *B. longipina* først opptre i større antall ved det siste besøket dette året (35 %). Også i 1995 utgjorde *S. crystallina* betydelige andeler, mens *B. longirostris* var mer vanlig enn *B. longispina* dette året.

Tettheten i litoralsonen har i 1994 omtrent samme utviklingsmønster som i planktonet med en topp 24. august på i underkant av 40 000 ind/m³. Tettheten var imidlertid gjennom hele året gjennomgående lavere i litoralsonen enn i pelagialsonen. I 1995 var bildet mer uryddig med bl a en nedgang i tettheten fra mai til juni og juli. I mai var tettheten i samme størrelsesorden som den maksimale tettheten året før. I september 1995 ble det registrert rekordhøy tetthet med mer enn 3 000 000 ind/m³, med total dominans av *C. pulchella* og *C. megops*.

Bunndyr

De totale bunndyrtetthetene for 1994 var gjennomgående høyere enn ved sammenlignbare tidspunkter i 1995 (**figur 17**). Også her er imidlertid variasjonen mellom parallellene store og signifikante forskjeller i totaltetthetene mellom forskjellig innsamlingsstidspunkt kan ikke påvises.

Bunndyrsamfunnet i Danielsetertjern domineres totalt av de to gruppene fjærmygg (Chironomidae) og småmuslinger (Sphaeriidae). Småmuslingenes tettheter og andeler i % har en økende tendens gjennom året i 1994, mens deres andeler er mer konstante i 1995. Fjærmygg viser en motsatt trend både i andel og i tetthet. Rundormer ble funnet meget sparsomt og fåbørstemarkene utgjør en langt mindre del her enn i Aurtjern. Andre grupper er bredere representert her enn i Aurtjern, spesielt gjelder dette gruppene snegl (Gastropoda) og gråsugge, *Asellusaquaticus*.

Totalt er det påvist 12 taxa fåbørstemark, med arter fra familien Naididae som de dominerende (**vedlegg 3c**). Tudificidene er fåtallige og er kun representert med to taxa. *Nais variabiliscommunis* er den vanligste arten i Danielsetertjern, og forekommer regelmessig gjennom sesongen. Ellers er det påfallende at arten *Specaria josinae* ikke ble funnet i 1995, mens den var vanlig i 1994. I 1993 ble det i tillegg funnet en naidide, *Uncinai uncinata* og en art fra familien Enchytraeidae.

4.5 Skråtjern

4.5.1 Fysisk-kjemiske forhold

Temperatur og oksygen

De vertikale variasjonene i temperatur og oksygen gjennom sesongene i Skråtjern er vist i **vedlegg 5a**. Det var gjennom store deler av sommersesongen et ganske markert sprangsjikt mellom 2-3 og 4-5 m dyp. Dette førte til termisk sjiktning av vannmassene og sommerstagnasjon. Over sprangsjiktet lå temperaturen om sommeren på opp til 20-23°C, mens den under sprangsjiktet var tilnærmet den samme som om vinteren, 4°C. Skråtjern er et relativt dypt myrtjern, maksimum ca 12 m dyp, og det ligger ganske vindbeskyttet. Oksygeninnholdet, selv i vannlagene over sprangsjiktet, varierer en god del gjennom sesongen, fra ca 10 mg/l O₂ tidlig og sent i sesongen, mens den i sommerperioden kunne være lav (bare 6-7 mg/l O₂ 23. august 1995).

Skråtjern er, på samme måte som Aurtjern, en meromiktisk innsjø (jernmeromiksis). Det vil si at vannmassene i sirkulasjonsperioden om våren og høsten ikke sirkulerer helt til bunns i innsjøen. Dette fører til at bunnvannet ikke blir blandet med ovenforliggende, mer oksygenrikt vann to ganger i året, som er det vanlige. Dette bunnvannet er derfor fritt for oksygen, vanligvis fra ca 6 m dyp og dypere, og det utvikles hydrogen-sulfid, H₂S. Lukten av H₂S er utpreget i vann tatt fra ca 8-9 m og dypere.

Algemengdene i Skråtjern gir ikke så stor primærproduksjon at det fører til overmetning av oksygen slik som i Aurtjern på enkelte tidspunkter. Noe humusbelastning og nedsynkende algemateriale forsterker forbruket av oksygen i de dypere vannlag.

Andre fysisk-kjemiske parametre

Variasjonene i pH i Skråtjern gjennom de to sesongene er vist i **vedlegg 5b**. pH-verdiene var høye gjennom hele sesongen begge årene, varierende mellom 7,14 og 7,48. De relativt høye pH-verdiene i dette myrtjernet skyldes at vannmassene er temmelig kalkrike med et kalsiuminnhold på 10-11 mg/l Ca og alkalitet på omkring 0,5 mmol/l. Konduktiviteten var jevn gjennom hele året, og ganske høy, mellom 6 og 7 mS/m. Dette viser forholdsvis ionerike vannmasser, noe en må forvente siden vannet er kalkrikt.

Turbiditeten varierte mellom 0,57 og 1,80 FTU som viser at partikkelinnholdet ikke er særlig høyt og at turbiditeten i stor grad gjenspeiler planteplanktonet siden det er forholdsvis lite partikulært materiale som tilføres fra nedbørfeltet. At det er humuspåvirkning av vannmassene viser de noe høyere fargetallene, som i 1994 varierte mellom 14,40 og 21,30 mg/l Pt og i 1995 mellom 23,20 og 35,10 mg/l Pt. Variasjonene i fargetall må i første rekke være forårsaket av diffust tilsig av humusstoff til vannmassene under nedbørperiodene.

I Skråtjern ble det registrert svært lite jern i vannmassene, noe høyere i 1995 enn året før. I 1994 varierte konsentrasjonen mellom 6 og 17 µg/l Fe og i 1995 mellom 14 og 30 µg/l Fe. Dette på tross av at bunnvannet er jernrikt og er årsak til de meromiktiske forholdene i bunnvannet (jernmeromiksis) (Hongve & Løvstad, 1991).

Humuspåvirkningen gir seg også utslag i innholdet av totalt organisk karbon, som er forholdsvis høyt, mellom 4,5 og 6,6 mg/l C. En del av det organiske innholdet i Skråtjern er også planteplanktonmateriale, siden en ikke ubetydelig algebiomasse ble registrert gjennom deler av veksts sesongen. Siktedypet var jevnt gjennom de to sesongene, varierende i hovedsak mellom 2,5 og 3,5 m. Jevnheten i siktedypet skyldes hu-

musinnholdet, mens variasjonene, med de minste siktedypene om sommeren, skyldes variasjoner i planteplanktoninnhold. Blandingen av alger og humus, sammen med store bestander av fotosyntetiserende bakterier i dyplagene, ga vannmassene i Skråtjern et gullig-grønt visuelt fargeinntrykk.

Verdiene for ortofosfat, det tilgjengelige fosfor for algeveksten, lå lavt gjennom det meste av sesongen, rundt $1 \mu\text{g/l P}$ og tildels under deteksjonsgrensen, $< 1 \mu\text{g/l P}$ (i vedlegget er anvendt verdier 0,5 av praktiske grunner). Dette synes derfor å være en begrensende faktor for algeveksten i Skråtjern. Mengden av fosfor totalt i vannmassen, varierte mellom 9 og $32 \mu\text{g/l P}$ med gjennomsnitt på $18 \mu\text{g/l P}$ i 1994 og $12,5 \mu\text{g/l P}$ i 1995 som antyder middels næringsrike vannmasser.

Med unntak av en kort periode på våren da verdiene for nitrat var rundt $20 \mu\text{g/l N}$ begge årene, ble det registrert svært lave verdier for nitrat, og ved flere tilfeller ble det registrert verdier under deteksjonsgrensen ($< 1 \mu\text{g/l N}$), noe som viser at også lett tilgjengelig nitrogen kan være en begrensende faktor for algeveksten. Totalnitrogen varierte mellom $335 \mu\text{g/l N}$ og $535 \mu\text{g/l N}$ med gjennomsnitt på $470 \mu\text{g/l N}$ i 1994 og $392 \mu\text{g/l N}$ i 1995. På samme måte som for totalfosfor viser dette at vannmassene i Skråtjern er middels næringsrike.

4.5.2 Biologiske forhold

Planteplankton

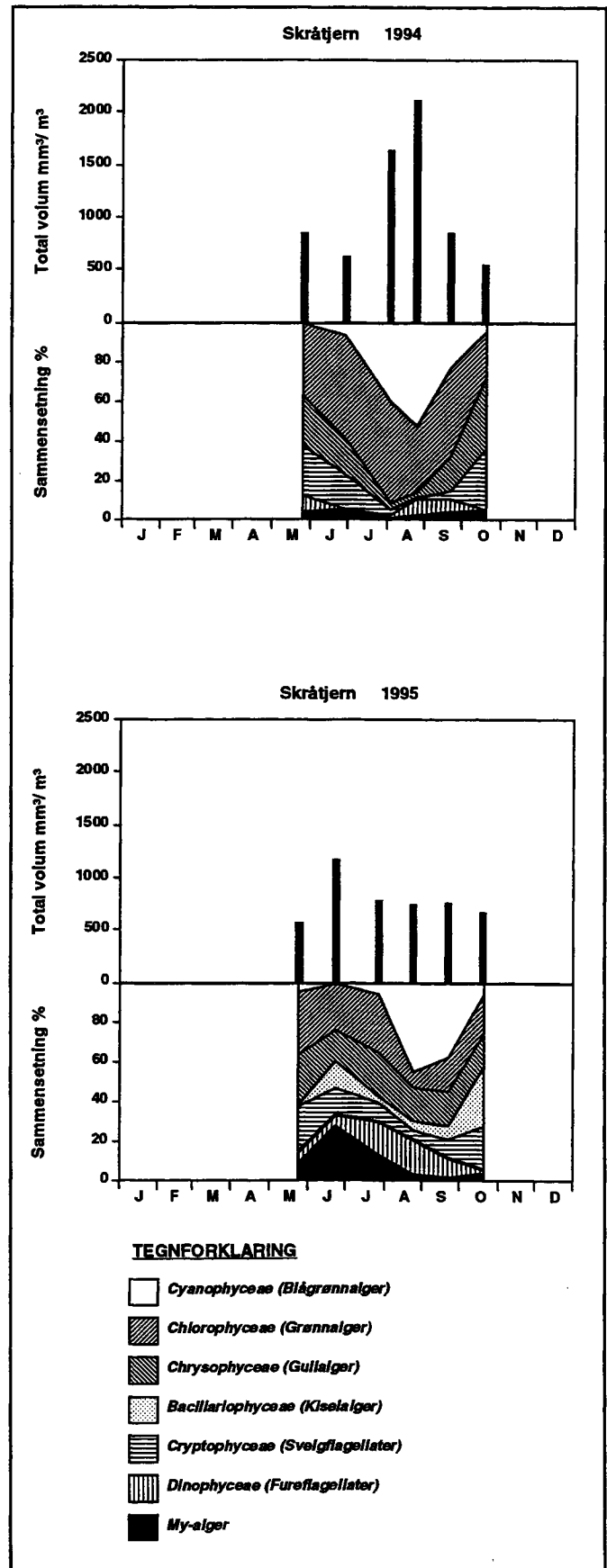
Variasjonene i mengde og sammensetning av planteplankton i undersøkelsesperioden er fremstilt i figur 18. Som det fremgår av figuren var det en viss forskjell i mengde de to årene. Også sammensetningen viste noe forskjell innbyrdes mellom de ulike gruppene, men de viktigste artene i planteplanktonsamfunnet var de samme begge årene. I 1994 ble det registrert maksimum i algevolumet på høysommeren med $2127 \text{ mm}^3/\text{m}^3$ og et gjennomsnitt for sesongen på $1120 \text{ mm}^3/\text{m}^3$, mens tilsvarende verdier for 1995 var 1189 og $795 \text{ mm}^3/\text{m}^3$. Forskjellene i mengdene de to årene skyldes først og fremst de relativt store algebiomassene i juli-august 1994. Tilsvarende ble ikke registrert i 1995.

I så lukkede systemer tildels uten åpent tilsig og avløp, er det ikke usannsynlig at meteorologiske forhold (i første rekke lystilgang og temperatur) kan påvirke algeveksten betydelig selv om det er registrert bare små forskjeller i næringstilgangen. Også grunnvannsvariasjoner spiller antagelig inn her.

Figuren viser at det midtsommers var et større innslag av blågrønnalger eller cyanobakterier (Cyanophyceae) begge årene, gjennom den trådformete arten *Anabaena solitaria*. Ellers var samfunnet forholdsvis sammensatt med mange arter. Også gruppen grønnalger (Chlorophyceae) var viktig, mest gjennom sesongen 1994, med en lang rekke ulike arter. De andre gruppene var, sesongen sett under ett, av mindre betydning i det samlede planteplankton.

Også i Skråtjern var det på våren 1995 et større innslag av gruppen "µ-alger" eller picoplankton (små, ikke nærmere identifiserte individer, med diameter 2-4 µm) i prøvene på denne tiden.

Registrerte algemaksimum og gjennomsnittsverdier for totalvolum gjennom vekstsesongen ville ha gitt en litt forskjellig fastlegging av trofinivået avhengig av hvilket år som ble benyttet. Resultatene av mengdene, de registrerte artene og variasjonene i gruppesammensetning, tilsier imidlertid at vannmassene faller inn under kategorien mesotrof (middels næringsrik) slik trofinivåene er avgrenset hos Brettum (1989).



Figur 18
Variasjon i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Skråtjern i 1994 og 1995.

Klorofyll

Også i denne innsjøen er det kraftige bestander av fotosyntetiserende bakterier i bunnlagene med lite eller ingen oksygen tilstede. Her er klorofyllverdiene helt opp på 295 µg/l klorofyll (24. august 1994 i 8 m dyp). Resten av sesongen er også verdiene svært høye begge årene. Klorofyllverdiene oppgitt for de oksygenfrie vannmassene er ikke klorofyll a, men en samlet verdi for flere bakterieklorofyller med forskjellige absorpsjonsmaksima. I lyslagene varierte klorofyllinnholdet i hovedsak mellom 4 og 10 µg/l Chl a. Disse klorofyllmengdene gjenspeiler planteplanktoninnholdet i vannmassene.

Krepsdyr

Det er tilsammen registrert 28 arter vannlopper og 12 arter hoppekreps i Skråtjern. Artsmangfoldet var relativt stabilt gjennom de to sesongene med flest arter i perioden juli - september (18 - 21 arter).

Blant vannloppene ble *H. gibberum* og *B. longirostris* funnet ved samtlige besøk mens *D. brachyurum*, *S. crystallina*, *B. longispina*, *C. sphaericus* og *Pleuroxus truncatus* manglet i kun få tilfeller. Slektene *Ceriodaphnia* og *Daphnia* er i Skråtjern kun representert med henholdsvis *C. quadrangula* og *D. longispina*.

Cyclopoide *M. leuckarti* og *T. oithonoides* ble påvist ved samtlige besøk i både 1994 og 1995. *C. scutifer* ble funnet til og med august 1994 og i hele 1995. Andelen nauplier og copepoditter består sannsynligvis i hovedsak av *C. scutifer*. De øvrige cyclopoide-artene forekom mer sporadisk.

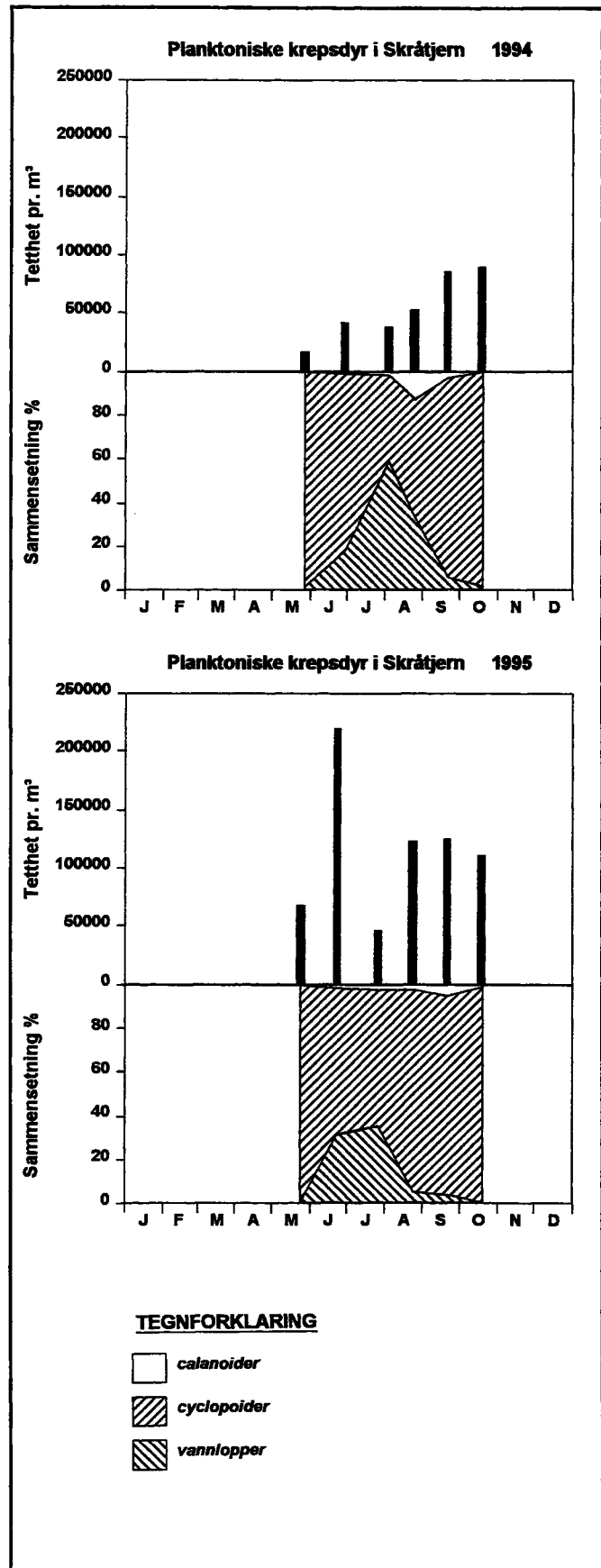
Calanoiden *H. appendiculata* er ikke påvist i mai, men som for de cyclopoide artene er naupliene og de mindre copepodittene heller ikke her artsbestemt. *H. appendiculata* er derfor sannsynligvis tilstede også i mai. *E. gracilis* er først påvist i juli - august og den er deretter tilstede resten av sesongen.

Fordelingen av vannlopper, calanoide og cyclopoide hoppekreps følger omtrent samme utvikling i 1994 som i 1995. Det var klar dominans av cyclopoide hoppekreps gjennom hele sesongen (figur 19). I mai er dominansen total med henholdsvis 98 % i 1994 og 99 % i 1995. Det er kun i begynnelsen av august 1994 at vannloppene er i flertall og da er det *H. gibberum* som opptrer i høye tettheter. Den utgjør da 55 % av dyreplanktonet mens den ved neste besøk utgjør 30 % av individene. Også i 1995 har *H. gibberum* et maximum til samme tid (20 %). Av de øvrige vannloppene er *B. longirostris* den vanligste. Denne utgjør størst andel i juni begge år, henholdsvis 5 % i 1994 og 27 % i 1995. *D. brachyurum* utgjør i størrelsesorden 2 - 5 % av planktonet i perioden juni - august begge år.

C. scutifer og *T. oithonoides* dominerer blant cyclopoide. I tillegg til disse forekommer også *M. leuckarti* fåtallig. I mai er det total dominans av *C. scutifer* representert med både store copepoditter og voksne individer inklusive eggbærende hunner. Andelen av voksne individer øker utover sommeren og i begynnelsen av august er det nesten utelukkende voksne voksne individer tilstede. I oktober er det fremdeles ikke kommet nye copepoditter, og populasjonen er stort sett representert som nauplier. Utviklingen synes derfor å være noe forskjøvet i tid i forhold til f eks i Aurtjern.

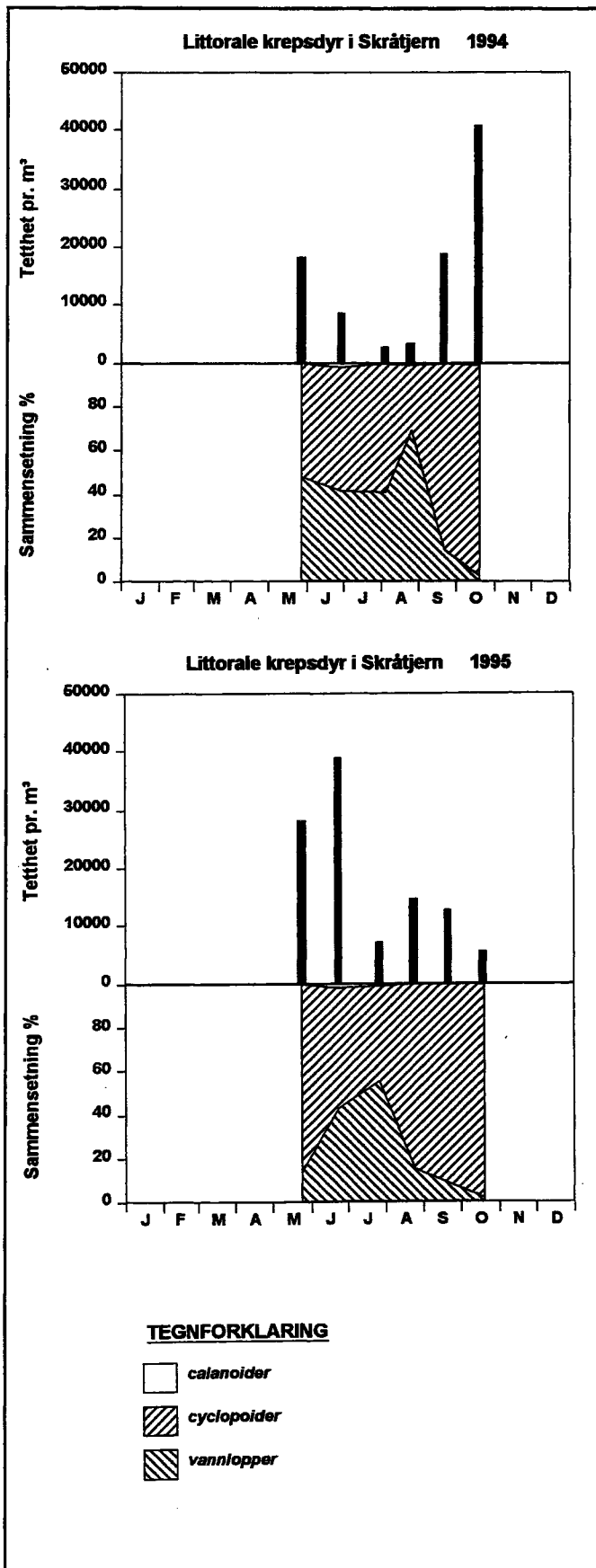
T. oithonoides er representert med hovedsakelig voksne individer i mai mens det seinere i sesongen forekommer både voksne og forskjellige copepodittstadier.

Calanoidene utgjør små andeler gjennom hele sesongen og i motsetning til i Aurtjern og Danielsetertjern der *E. gracilis* var dominerer, er *H. appendiculata* vel så tallrik i Skråtjern.



Figur 19

Variasjon i totalvolum og sammensetning av dyreplankton i Skråtjern i 1994 og 1995.



Tettheten i Skråtjern øker i 1994 fra ca 20 000 ind/m³ i mai til nærmere 100 000 ind/m³ i oktober. I 1995 er tettheten gjennomgående noe høyere med flest dyr i juni da den var i overkant av 200 000 ind/m³.

Litoralfaunaens sammensetning har mange fellestrekk med dyreplanktonets sammensetning (figur 20). Andelen av vannlopper er riktignok noe større særlig i mai og juni, men de cyclopoide hoppekrepsartene dominerer sesongen sett under ett. Planktoniske arter er i klart flertall med *T. oithonides* som den mest tallrike. Også *C. scutifer* og *M. leuckarti* forekommer vanlig. Mer typiske litorale arter er derimot mer sjeldne.

Størst tettheter ble funnet i mai og oktober i 1994, og i mai og juni i 1995. Det ble imidlertid aldri funnet tettheter større enn 45 000 ind/m³.

Figur 20
Variasjon i totalvolum og sammensetning av litorale krepsdyr i Skråtjern i 1994 og 1995.

5 Diskusjon

5.1 Fysisk-kjemiske forhold

To av de fem undersøkte innsjøene er sure myrtjern som tilhører hydrologisk type 1, det vil si innsjøer uten grunnvannsinnflytelse og uten definert overflatetiløp og -avløp. De har ionefattige vannmasser med lav konduktivitet. Innholdet av partikler registrert som turbiditet, er lite. Innholdet av næringssaltene fosfor og nitrogen er vanligvis også lite. Det samme gjelder innholdet av mer konservative elementer som kalsium, kalium, magnesium og natrium. Bufferkapasiteten er liten, noe som vises ved svært små verdier for alkalitet.

Det som i stor grad skiller Sørmotjern og Flatnertjern fra de fleste andre myrtjern er det lave innholdet av humusstoffer, kjennetegnet ved små verdier for fargetall og innhold av totalt organisk karbon (TOC). Særlig gjelder dette Flatnertjern, mens Sørmotjern er noe mer humuspåvirket og har noe farget vann. Fargetallet og innholdet av TOC er imidlertid lavt. Flatnertjern kan i stor grad betraktes som en klarvannsjø med siktedyp større enn 5 m (bunnen på det dypeste området er 5 m) ved flere prøvetakingstidspunkter.

Flatnertjern er godt gjennomblandet det meste av den isfrie sesongen, bare helt nær bunnen kan det av og til registreres noe oksygenvinn. Vannmassene i Sørmotjern viser på den annen side termisk sjiktning gjennom store deler av sommerperioden, med et sprangsjikt i 3-4 m dyp og kraftig oksygenvinn i vannmassene i hypolimnion, av og til med utvikling av hydrogensulfid i de helt bunnære vannlag.

De tre andre innsjøene, Danielsetertjern, Aurtjern og Skråtjern, er grunnvannspåvirket og tilhører hydrologisk type 3. Disse har varierende vannstand avhengig av grunnvannstanden (Erikstad & Halvorsen 1992). Ingen av de nevnte innsjøene har definert overflatetiløp eller -avløp.

To av innsjøene, Aurtjern og Skråtjern, er meromiktiske (jernmeromiktis) hvor de bunnære vannmassene ikke blandes på grunn av høyt innhold av salter (jernforbindelser) og en får permanent stagnerende bunnvann. Begge innsjøene blir termisk sjiktet i sommerperioden med et sprangsjikt i området 6 - 8 m i Aurtjern og 3 - 6 m i Skråtjern. I disse innsjøene er det oksygenfritt i dypvannslagene og utvikling av hydrogensulfid. Innsjøene er forholdsvis dype, Aurtjern 14 m og Skråtjern 12 m. Danielsetertjern på den annen side, er bare omkring 5 m på det dypeste og dessuten mer vindpåvirket enn de andre. Dette fører til godt gjennomblandete vannmasser det meste av den isfrie perioden.

Grunnvannspåvirkningen har stor betydning for de fysisk-kjemiske forholdene. Grunnvannet har høyt kalsiuminnhold og dette fører til høy pH og høy konduktivitet. I Aurtjern er kalsiuminnholdet minst blant de tre innsjøene og pH er på rundt 7. I Skråtjern og særlig Danielsetertjern er innholdet av kalsium stort og i Danielsetertjern kan pH i perioder ligge så høyt som 8. Det foregår for tiden arbeid med å få mer kunnskap om hvordan grunnvannet kommuniserer med innsjøenes vannmasser. Her har vi i utgangspunktet lite data, men eksistensen av stagnerende bunnvann i grunnvannspåvirkete innsjøer tyder på at disse har tett bunn i dypere liggende områder.

I likhet med Sørmotjern og Flatnertjern er Skråtjern et myrtjern med flytetorv rundt hele vannet. Vannmassene har en helt annen karakter på grunn av et relativt høyt innhold av i første rekke kalsium. Denne innsjøen har størst humuspåvirkning av de 5 undersøkte innsjøene. Både fargetallverdiene og verdiene for organisk karbon (TOC) er ganske høye.

I de tre grunnvannspåvirkete innsjøene er innholdet av næringsalter (totalnitrogen og totalfosfor) gjennomgående noe høyere enn i Sørmotjern og Flatnertjern. For alle fem innsjøene viser analyseresultatene kraftig reduksjon i nitrat og fosfat i sommerperioden pga planteplanktonproduksjonen, med verdier til tider under deteksjonsgrensen, noe som antagelig er begrensende faktorer for planteplanktonveksten.

Humuspåvirkningen i Skråtjern gjør at siktedypet varierer forholdsvis lite gjennom sesongen. Aurtjern derimot er ikke humuspåvirket, men det utvikles til tider store algebiomasser og dette gir større variasjoner i siktedypet gjennom sesongen. Det samme gjelder i stor grad Danielsetertjern. I perioder med lite algeinnhold er siktedypet her større enn 5 m, det vil si at Secchiskiven sees til bunns.

5.2 Biologiske forhold

5.2.1 Planteplankton

Planteplanktonsuksjonen og algemengden gjennom vekstsesongen i Sørmotjern og Flatnertjern er relativt lik fra år til år i en og samme innsjø. På tross av at de begge er sure myrtjern, viser de imidlertid store forskjeller seg i mellom når det gjelder variasjoner i de enkelte algegrupperes andel av planteplankton.

Det er også store forskjeller i hvilken algegruppe som dominerer. I Sørmotjern er gruppen svelgflagellater (Cryptophyceae) dominerende det meste av vekstsesongen, mens det i Flatnertjern er gruppen grønnealger (Chlorophyceae) som dominerer. Det som er felles for de to innsjøene er det sterkt reduserte antall arter som finnes sammenlignet med de mindre sure.

De grunnvannspåvirkete innsjøene viser på den annen side større variasjoner i planteplanktonets artssammensetning og mengder gjennom vekstsesongen og fra år til år. I den mest grunnvannspåvirkete og vindpåvirkete innsjøen, Danielsetertjern, er variasjonene både i mengde og sammensetning store når en sammenligner de to årene. Dette er også en grunn innsjø. Algemengdene var både som gjennomsnitt for sesongen og som maksimum tre ganger så store i 1994 som i 1995. I tillegg viste sammensetningen variasjoner, med store bestander av kiselalger (Bacillariophyceae) i 1994, mens denne gruppen var helt underordnet i 1995. I 1995 var det kraftige bestander av svelgflagellater (Cryptophyceae), mens arter innen denne gruppen knapt ble registrert i planteplanktonet i 1994.

I Aurtjern var det først og fremst algebiomassen som varierte sterkt de to årene, med nær tre ganger så stor algebiomasse i 1995 som i 1994. Dette er det motsatte av situasjonen i Danielsetertjern. Variasjonene i algegruppenes sammensetning gjennom vekstsesongen var imidlertid svært lik for de to undersøkelsesårene, med kraftig dominans av trådformete blågrønnealger begge årene.

Når en tar i betraktning både sammensetning- og mengdevariasjoner gjennom sesongen de to årene, er det Skråtjern som viser minst variasjoner av de grunnvannspåvirkete innsjøene. Her var sammensetning gjennom vekstsesongen forholdsvis lik de to årene, selv om det var et noe større innslag av kiselalger (Bacillariophyceae) i 1995 enn i 1994. Selv om det også her var en viss forskjell i mengde de to årene, så var den mindre enn i Danielsetertjern og Aurtjern og biomassen var mindre enn det dobbelte i 1994 sammenlignet med 1995.

5.2.2 Klorofyll

Klorofyllverdiene i de undersøkte innsjøene viser variasjoner gjennom vekstsesongen som ikke alltid samstemmer med planteplanktonanalysene. Klorofyllinnholdet i vannmassene er et grovt mål på innholdet av planteplankton. Imidlertid vil innholdet av klorofyll pr. individ variere sterkt fra algegruppe til algegruppe, og dessuten er variasjonene i innhold for en og samme art stor gjennom sesongen avhengig om den er i en sterk vekstfase med tette celledelinger eller i en etablert fase. Lysforholdene spiller også inn. Dette gjør det vanskelig å bruke klorofyllmålinger som eneste analyse av planteplanktonbiomasse. Fordelen ved å benytte klorofyllmålinger er imidlertid at en enkelt kan si noe om den vertikale fordelingen av biomassen i vannsøylen på en og samme dato.

Av klorofyllresultatene fremgår det klart at algemaksimum registreres i ulike dyp i innsjøene gjennom sesongen avhengig av omrøring eller termisk sjiktning, men også avhengig av lysforholdene. Et forstyrrende element med hensyn til klorofyllmålinger i tre av de undersøkte innsjøene er at de har store bestander av fotosyntetiserende bakterier i dypvannslagene, først og fremst i de oksygenfrie vannmassene. Dette gjelder de meromiktiske innsjøene Aurtjern og Skråtjern, men også til en viss grad Sørmotjern. Bakteriene danner såkalte "bacterial plates". I Aurtjern er dette ifølge Nesgård (1974) og Faafeng (1976) antagelig en grønn svovelbakterie, *Chromatium* sp. Den fotosyntetiserende grønne bakterien i Skråtjern er *Chlorochromatium aggregatum* (Faafeng 1976).

Klorofyllverdiene oppgitt for de oksygenfrie vannmassene er ikke klorofyll a som i de oksygenrike vannmassene der algene dominerer, men en samlet verdi for flere former av bakterieklorofyller med forskjellige absorpsjonsmaksima. I kraftige omrøringsperioder vil noe av dette også trekkes oppover i vannsøylen. Til tider ble de registrert i blandprøvene for planteplanktonanalyser, som var samlet i de øvre vannlag med oksygen.

5.2.3 Krepssdyr

Artsantall og artssammensetning

Det er hittil registrert 65 arter krepssdyr, 43 arter vannlopper og 22 arter hoppekreps i de fem vannene. Til sammenligning ble det i 26 lokaliteter i Gardermoområdet funnet 62 arter i 1993, hvorav 43 arter vannlopper og 19 arter hoppekreps (Halvorsen et al 1994). Antall arter varierer fra 23 i Sørmotjern til 43 i Danielsetertjern. Som forventet er det påvist færre arter i de to myrtjernene Sørmotjern og Flatnertjern (26 arter) enn i de mer produktive Aurtjern (39 arter), Danielsetertjern og Skråtjern (34 arter). Det mer omfattende undersøkelsesprogrammet i 1994 og 1995 ga ytterligere 7 - 9 nye arter i hver av de fem lokalitetene sammenlignet med 1993. Dette kan enten skyldes at artene er sjeldne eller at de har en livssyklus som gjør at det utvidete prøveprogrammet økte sjansen for at de ble registrert. *Cyclops insignis* er et godt eksempel på det siste.

Antall arter vannlopper er størst med et gjennomsnitt på 21,8 arter pr lokalitet, mens gjennomsnittet for hoppekrepsene er 11,4. Sammenlignet med undersøkelsen i 1993, som omfattet kun ett til to besøk pr lokalitet, er antall hoppekreps i forhold til antall vannlopper noe større i 1994 og 1995. Forholdet mellom vannlopper og hoppekreps var henholdsvis 2:1 i 1994 og 2,5:1 i 1993. Dette er i overensstemmelse med erfaringene fra Dokkadeltaet som viste at undersøkelser som omfatter flere besøk gjennom hele året, resulterer i at flere hoppekrepsarter blir registrert.

Mest interessant er funnet av *C. insignis* i Danielsetertjern. Denne arten ble første gang funnet av G.O. Sars i dammer rundt Kristiania (Oslo) (Sars 1918) og er senere kun registrert i en dam på Varangerhalvøya (Eie et al. 1982). I Danielsetertjern ble den funnet i mai og oktober, og det ble kun funnet copepoditter med dominans av cop IV. Dette tyder på at arten går i diapause før juni for så å gå ut av diapausen igjen en gang i slutten av september. I løpet av perioden fra slutten av september og til begynnelsen av juni skjer utviklingen fram til voksent stadium, reproduksjon og utvikling fram til små copepoditter. Dette er i overensstemmelse med Sars (1918) som fant store tettheter tidlig på våren for så ikke å finne arten seinere på sommeren.

Vannloppene *Ceriodaphnia reticulata*, *Camptocercus lilljeborgi* og hoppekrepsen *Ectocyclops phaleratus* ble også funnet i 1993 og ble den gang betegnet som sjeldne (Halvorsen et al. 1994). *C. reticulata* og *C. lilljeborgi* ble funnet i Danielsetertjern både i 1994 og 1995. *E. phaleratus* var ny for Aurtjern i 1994 mens den i 1993 ble funnet i Katt-tjern og Grovtjern. Den er tidligere funnet i dammer rundt Oslo med stagnerende vann der overflaten ofte var dekket med andemat (Sars 1918). Siden er den kun funnet i noen få lokaliteter i Nordmarka (Jørgensen 1972). Den er en typisk bunnform som oppholder seg nær bunnsubstratet hvor den forflytter seg med raske bevegelser. Arten har en vid utbredelse og fins i hele Europa samt i Nord-Amerika og Australia.

Simocephalus serrulatus, *Acantholeberis curvirostris* og *Chydorus ovalis* er vanlige i sure vann. *A. curvirostris* ble funnet i både Sørmotjern og Flatnertjern, mens *C. ovalis* kun ble funnet i Sørmotjern og *S. serrulatus* i Flatnertjern. *Heterocope saliens* og *Acanthodiptomus denticornis* ble også kun funnet i type 1 innsjøene, mens *H. appendiculata* og *Eudiaptomus gracilis* forekom i type 3 innsjøene. Forskjell i fiskepredasjon er den mest sannsynlige årsaken til denne fordelingen av de calanoid hoppekrepsartene.

Daphnia-artene er generelt følsomme for forsurening og fins nesten utelukkende i lokaliteter med pH høyere enn 5,0 (Walseng upubl.). Slekten var representert i de tre type 3 innsjøene og gunstig pH er her sannsynligvis en viktig grunn til det. Hvilke arter som forekommer kan være bestemt av andre faktorer som f.eks tilstedeværelsen av fisk. *D. cristata*, som er blant de mindre artene, er ofte den vanligste ved sterkt predasjonstrykk fra planktonspisende fisk. Dette var den eneste *Daphnia*-arten i Aurtjern mens også *D. cucullata*, som er vanlig i eutrofe innsjøer, ble funnet i Danielsetertjern. I Skråtjern ble det kun funnet et fåtall store individer av *D. longispina*. Større former av bl a denne arten er vanlig i lokaliteter uten planktonspisende fisk. I Skråtjern er det kun påvist abbor og karuss og mangel på mort er sannsynligvis en viktig årsak til at *D. longispina* fins i vannet.

Den litorale krepssdyrfaunaen i type 1 innsjøene er med noen få unntak karakterisert ved euryøke arter med vid utbredelse i Norge. De fins i de fleste lokalitetstyper, også i de med lav pH. *Macrocyclus albidus* og *Eucyclops serrulatus* er gode eksempler på dette. *Ceriodaphnia pulchella*, *C. reticulata*, *Alona rectangulara*, *Pleuroxus trigonellus* og *Pseudochydorus globosus* er arter som kun ble funnet i type 3 innsjøer. Disse er tidligere ikke funnet i sure myrvann i Norge (Walseng upubl.). Blant litorale hoppekreps, som kun ble funnet i type 3 innsjøer, kan bl a nevnes de tre *Eucyclops*-artene *E. macrurus*, *E. macruoides* og *E. speratus*. Dette er arter som normalt er assosiert med mer næringsrike lokaliteter og som heller aldri er funnet i sure humøse vann.

	Sørmotj.	Flatnertj.	Aurtj.	Daniel.tj.	Skråttj.
Sørmotj.	70	38	37	47	
Flatnertj.		51	48	54	
Aurtj.			64	60	
Daniel.tj.				62	
Skråttj.					

Figur 21
Samfunnsindeksen CC som viser faunamessig likhet angitt for de fem undersøkte innsjøene.

Faunamessig likhet

Som et mål for eventuelle faunamessige likheter mellom de fem lokalitetene, er samfunnsindeksen CC (jf kap. 3) beregnet (figur 21). Erfaringer fra tidligere undersøkelser (Halvorsen 1980, Halvorsen 1981, Walseng 1989) har vist at lokaliteter med samfunnsindeks CC > 60 kan betraktes som artsmessig relativt like.

Størst likhet var det mellom de to type 1 innsjøene Sørmotjern og Flatnertjern (CC=81). Størst faunamessig forskjell var det mellom disse og Aurtjern, mens forskjellen til Skråttjern var noe mindre. Blant type 3 innsjøene var likheten størst mellom Danielsetertjern og Skråttjern.

En annen måte å se på artslikhetene på er gjennom et ordinasjonsdiagram (figur 22). Det er utført en slik beregning basert på tilstedeværelse av arter i det totale krepsdyrmaterialet. Sørmotjern og Flatnertjern danner en vel avgrenset gruppe mens de tre andre danner en annen gruppe i forhold til førsteaksen. Videre er punktgruppene for hver av lokalitetene relativt vel avgrensede og adskilt fra hverandre. Den underliggende årsaken til gradienten som uttrykkes av førsteaksen er rimelig å tilskrive den hydrologiske type innsjøen tilhører som igjen medfører ulik pH, trofigrad osv. En slik ordinasjon vil også gjøre det mulig å følge endringene i krepsdyrsamfunnene etter at flyplassen er satt i drift. Uventede forskyvninger innen hver gruppe vil indikere endringer i lokalitetene.

5.2.3 Bunndyr

Forskjellen i gruppesammensetning og artssammensetningen av fåbørstemark i Aurtjern og Danielsetertjern kan sannsynligvis i stor grad tilskrives forskjeller i bunnssubstratet. I Danielsetertjern består bunnen av grov sand med et lite stabilt lag av døde planterester. Innsamlingslokaliteten har dessuten en velutviklet makrofyttvegetasjon som i hovedsak består av hvit nøkkerose. I Aurtjern er sedimentet mer stabilt og består av finere sand og med et mindre eller sparsomt innslag av makrofytter. Vannene har dessuten noe forskjellig vannkjemi som

kan være med å bestemme sammensetningen i bunndyrssystemet.

Spesielt påfallende er forskjellene i forekomsten av rundormer og småmuslinger og gjennspeiler gruppens habitatpreferanser ut fra ovennevnte beskrivelse. Høyt kalkinnholdt i Danielsetertjern virker sannsynligvis også fordelaktig for småmuslingene.

Det er stor variasjon i tettheter mellom de parallelle prøvene ved hvert innsamlingstidspunkt. Det er derfor vanskelig å uttale seg med sikkerhet om årssvingningene i de totale bunndyrtetthetene er representative for vannene. I Aurtjern er det imidlertid en tendens til likhet i variasjonsmønster mellom de to årene, men måleseriene er for korte til å si at dette beskriver reelle variasjoner som gjentas årlig. Dette mulige mønsteret bestemmes først og fremst av gruppene fjærmygg og fåbørstemark. Minimum i fjærmygg tettheter i august kan skyldes at de dominerende artene har sine svermestadier på denne tida. Variasjonene i fåbørstemarktetthetene kan forklares ut fra deres livssyklus. Kjønnsmødene tubificider er vanligst første del av sommeren da de formerer seg og mange kan dø etter kokongleggingen og forårsake et minimum i tettheter. Nyklekte tubificider kommer inn i prøvene utover ettersommeren og høsten. Det er videre kjent at naididene vanligvis har høyest tetthet på ettersommeren og høsten og de bidrar derfor til økende tettheter utover høsten. I Danielsetertjern er det ikke mulig å antyde likheter i variasjonsmønsteret i 1994 og 1995.

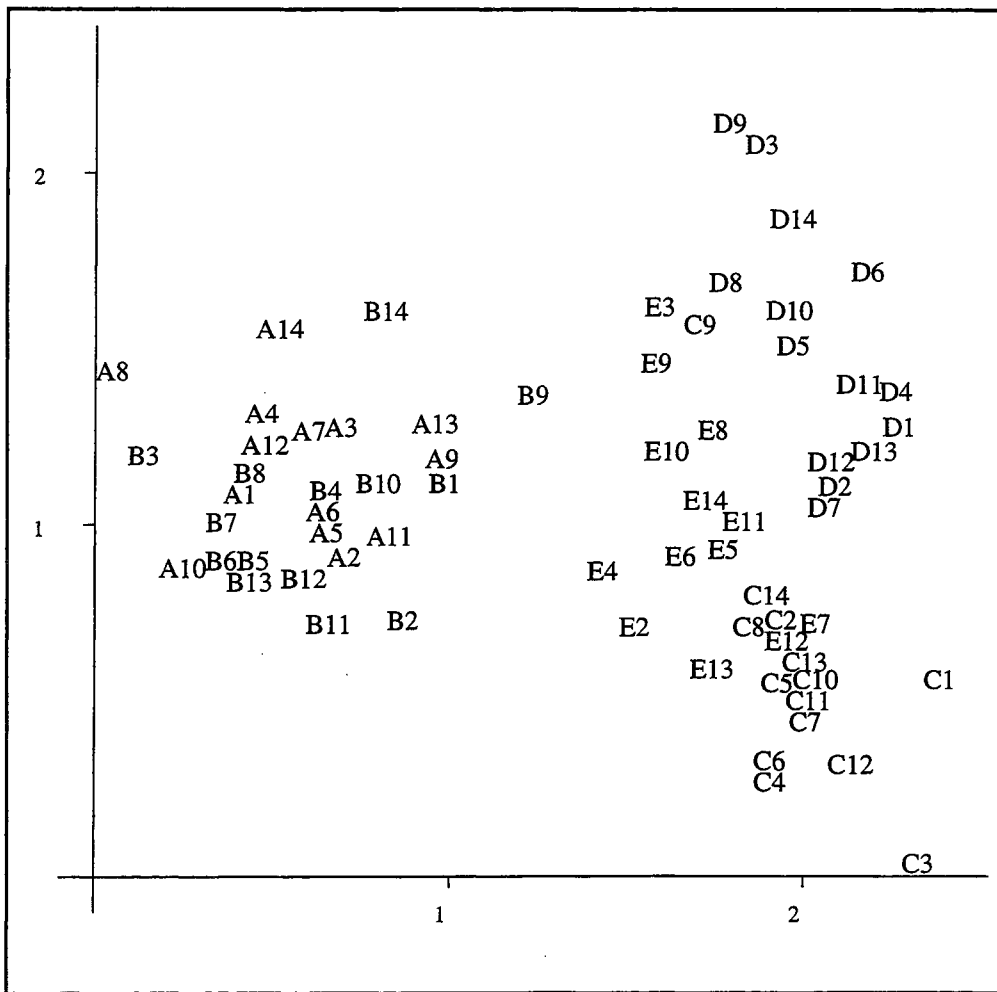
Ser vi på artssammensetningen av fåbørstemark i de to vannene er denne noe mer konsistent. I hvert vann fins i hovedtrekk de samme artene begge år og dominansforholdene dem i mellom er i grove trekk ikke vesensforskjellig. Enkelte arter er relativt likt representert i begge vann, mens andre er godt representert i ett av vannene og fins mer sparsomt eller mangler i det andre. Alle de påviste artene er vanlige i Norge i denne typen lokaliteter (Bremnes og Sloreid 1994). Artssammensetningen av fåbørstemark kan sannsynligvis også forklares i det vesentligste ut fra forskjellene i bunnssubstratet.

Arter fra familien Tubificidae lever i sedimentet der de livnærer seg ved å fordøye organisk materiale som inntas sammen med sedimentet. De grovere sandpartikler og et lite stabilt lag av plantemateriale i Danielsetertjern er mindre egnet som substrat for denne gruppen enn det fastere substratet i Aurtjern. Dominans av tubificideslekta *Limnodrilus* i Aurtjern kan derfor i stor grad sannsynligvis tilskrives bunnsforholdene. Forekomsten av *P. blanci* og *V. commata* i Aurtjern bekrefter dette inntrykket, da begge disse er vanligst på sandet substrat (Bremnes & Sloreid 1994).

Arter fra familien Naididae er vanligvis frittlevende på substratet og/eller knyttet til vegetasjonen. De ernærer seg ved å beite såkalt "aufwuchs", alger, sopp ol. som vokser på sedimentoverflaten og på planter. Riktignok er antallet arter av naidider ikke vesentlig forskjellig i de to vannene, men tettheter og dominans viser at naididene p.g.a. habitatet er begunnet i Danielsetertjern. Dominans av naididen *N. variabilis* / *communis* viser at lokaliteten er næringsrik, da art(e) ofte forbindes med organisk forurensede lokaliteter (Bremnes & Sloreid 1994).

5.3 Sammenfattende vurdering

De fem lokalitetene kan ut fra fysisk-kjemiske og biologiske forhold klassifiseres med hensyn til produktivitet, og de representerer en gradient fra oligomesotrof (Sørmotjern, Flatnertjern) via mesotrof (Danielsetertjern, Skråttjern) til eutrof / polyeutrof (Aurtjern). Resultatene fra 1994 og 1995 gir en noe ulik



Figur 22

Artsordinasjon basert på forekomst/fravær av vannlopper og hoppekreps i de ulike innsjøene. (a-Sørmotj., b-flatnertj., c-Aurtj., d-Danielsetertj. og e-Skråtj.).

klassifisering av noen av lokalitetene (cf. Brettum 1994), som igjen avviker noe fra den tidligere klassifiseringen (Hongve & Løvstad 1991). En mer presis fastsettelse av lokalitetenes trofigrad vil kreve en noe lengre observasjonsperiode. Lokalitetene er trolig ikke direkte berørt av forurensningstilførsel, selv om nærområdene til noen av tjernene har endel belastende aktiviteter. Forskjellene kan derfor til en stor grad tilskrives ulik innflytelse fra grunnvann og løsmasser. Samtlige innsjøer har relativt næringsrikt vann, men hvor nitrogen og fosfor til tider er begrensende for planteplanktonproduksjonen.

Likheter og ulikheter lokalitetene i mellom er nær koblet sammen med deres hydrologiske tilhørighet, med eller uten kontakt med grunnvannet. Blant annet viser Sørmotjern og Flatnertjern innbyrdes stor likhet når det gjelder krepsdyrfaunaen samtidig som de er svært forskjellig fra de tre øvrige lokalitetene. Størst likhet har de med Skråtjern som også er omgitt av myr (flytetorv). Skråtjern er i likhet med Sørmotjern humuspåvirket.

Det biologiske mangfold varierer med trofigrad. Størst er diversiteten både med hensyn til antall arter og variasjon i forekomst og samfunnsstruktur i Aurtjern og Danielsetertjern. Tettheten av dyreplankton er imidlertid gjennomgående størst i Sørmotjern og Flatnertjern, som også er de mest næringsfattede. Dette tilsynelatende paradoks har sannsynligvis sammenheng med stor fiskepredasjon i Aurtjern, Danielsetertjern og Skråtjern. Predasjonen er særlig stor i Aurtjern og Danielsetertjern på grunn av stor bestand av mort.

Stor fiskepredasjon gir seg også uttrykk i både en endring i artsdominansen og i størrelsen på artene. Skiftet i dominans av *Bosmina longispina* i de fisketomme Sørmotjern og Flatner-

tjern til dominans av *Bosmina longirostris* i Aurtjern, Danielsetertjern og Skråtjern har delvis sammenheng med dette. Det samme er også tilfelle når det gjelder dominansen av *Ceriodaphnia* spp i Aurtjern. Forekomsten av *Daphnia cristata* i Aurtjern tyder på stor fiskepredasjon, mens forekomsten av *Daphnia longispina* i Skråtjern indikerer at predasjonen er mindre her enn i Aurtjern.

Forekomsten av calanoide hoppekreps henger nært sammen med innsjøenes vannkvalitet og forekomst av fisk. Mens *Heterocope saliens* er begrenset til de sure og fisketomme Sørmotjern og Flatnertjern, er *H. appendiculata* vanlig i de tre andre. Tilsvarende gjelder *Eudiaptomus gracilis* og *Acanthodiaptomus denticornis* hvor *A. denticornis* er vanlig i Sørmotjern og Flatnertjern og *E. gracilis* i de tre andre.

Både plankton- og litoralfaunaen viser interessante forskjeller mellom de forskjellige lokalitetene. Blant vannloppene var det meget stor likhet i samfunnsstrukturen i Flatnertjern og Sørmotjern med dominans av stort sett de samme artene. Diversiteten i Danielsetertjern, Aurtjern og tildels Skråtjern var meget stor og hvilke arter som dominerte varierte fra gang til gang.

De cyclopoide hoppekrepsartene er i planktonet representert med *C. scutifer*, *Mesocyclops leuckarti* og *Thermocyclops oithonoides* i alle vannene, og mens *C. scutifer* dominerer i Sørmotjern, Flatnertjern, Aurtjern og Skråtjern dominerte *T. oithonoides* i Danielsetertjern og også delvis i Skråtjern. Den beskjedne forekomsten av *C. scutifer* i Danielsetertjern har delvis sammenheng med at den anses å være kaldstenoterm, og vil derfor mangle i varme og grunne lokaliteter uten temperatursjiktning. *Mesocyclops leuckarti* og *Thermocyclops oithonoides* overtar dessuten ofte ved økende trofigrad.

Sørmotjern, Flatnertjern og Skråtjern er alle omgitt av myrvegetasjon. Den øvrige vannvegetasjonen er meget svakt utviklet og krepsdyrfaunaen i litoralsonen er dominert av de samme artene som i planktonet. De mer typiske litoralartene opptrer ofte svært fåtallig. Dette er spesielt utpreget blant hoppekrepsene. I Aurtjern og Danielsetertjern er litoralvegetasjonen vel utviklet og forskjellen i artssammensetning og dominansforhold mellom planktonet og litoralsamfunnet er vesentlig større. Mange av de samme artene som dominerer i planktonet dominerer imidlertid også i litoralsonen, men variasjonen er vesentlig større.

Utviklingen i Sørmotjern, Flatnertjern og tildels Aurtjern gir inntrykk av relativt små variasjoner fra år til år, mens forskjellene mellom 1994 og 1995 i Danielsetertjern er meget store. Hvis vi også trekker inn resultatene fra 1993 (Brettum 1994, Halvorsen et al. 1994) er år til år forskjellene minst i Sørmotjern og Flatnertjern og størst i de rikere lokalitetene. I lokaliteter med enkelte sterkt dominerende miljøfaktorer, slik som lav pH i Sørmotjern og Flatnertjern, vil antagelig variasjonene være mindre enn i lokaliteter uten slike stressfaktorer.

Formålet med undersøkelsen har vært å etablere et referansegrunnlag for overvåking av sentrale innsjøsystemer i forbindelse med driften av den nye flyplassen. Verdien av et referansemateriale i en slik sammenheng vil være bestemt av den grad materialet er representativt for lokaliteten og ved at de observerte variasjonene følger et mønster som kan beskrives ved en modell. De naturlige variasjonene er ofte store og korte observasjonsserier gir av den grunn et spinkelt grunnlag for å utarbeide en pålitelig referansemodell. Uten en vel dokumentert modell vil eventuelle utenforliggende påvirkninger på systemet ikke kunne skilles fra den naturlige "støyen" i systemet.

Hos både planteplankton, bunndyr og krepsdyr viser artssammensetningen større stabilitet fra år til år enn samfunnstrukturen. Ved å følge utviklingen i artssammensetningen vil det ved hjelp av statistiske teknikker være mulig å oppdage eventuelle endringer i systemene. Vi mangler imidlertid erfaringer mht hvor følsom endringer i artsammensetningen er i forhold til graden av miljøendringer. Samfunnstrukturen vil derfor trolig også være viktig, men siden den naturlige variasjonen her er større, vil behovet for lengre dataserier også øke.

Det har tidligere vært antydning av en ramme på 5 år til undersøkelser for etablering av en basiskunnskap om lokalitetene. De foreliggende data understøtter behovet for å etablere lengre dataserier dersom målet er å kunne følge utviklingen i lokalitetene etter at flyplassen er satt i drift og å kunne dokumentere eventuelle endringer som følge av denne aktiviteten.

6 Konklusjon

Det er påvist tildels store variasjoner mellom de to årene undersøkelsen har pågått. Variasjonene er generelt større i de tre grunnvannspåvirkede innsjøene Aurtjern, Danielsetertjern og Skråtjern enn i Flatnertjern og Sørmotjern. Videre er variasjonen betydelig større i samfunnstrukturen enn i artssammensetningen hos plankton, litorale krepsdyr og bunndyr.

Når det gjelder verdien av måleserien som referansemateriale for senere overvåkning, må det konkluderes med at måleserien foreløpig er for kort. Resultatene underbygger tidligere vurderinger av at måleserien bør ha en lengde på ca fem år. Materialet antyder en artsstabilitet som sannsynligvis kan danne et verdifullt grunnlag for senere overvåkning, men endringer her vil forutsette relativt betydelige miljøforandringer.

Det er i første rekke de grunnvannspåvirkete innsjøene som viser størst variasjonen fra år til år. Endringer i mengde og kvalitet på grunnvannet vil være avgjørende for disse sjøene. En videreføring av undersøkelsene i denne innsjøtypen bør derfor prioriteres høyt. Det bør videre arbeides mer med å klarlegge hvilke faktorer som kan påvirke grunnvannskvaliteten når flyplassen kommer i full drift og hva resultatet av påvirkningen kan bli. Dette arbeides det med og det vil gi grunnlag for å rette en fremtidig overvåkning inn mot sannsynlige effekter av påvirkning.

De mer stabile og sure tjernene Sørmotjern og Flatnertjern har mindre bufferkapasitet enn de grunnvannspåvirkete tjernene. De ligger direkte i flylinjen for den fremtidige flyplassen. Vi føler en viss usikkerhet, særlig med tanke på langtids akkumuleringseffekter av nedfall fra flytraffikken. Vi foreslår på dette grunnlag at også disse tjernene følges opp, slik at også denne problemstillingen kan dekkes ved en effektiv overvåkning.

7 Litteratur

- Bremnes, T. & Sloreid, S.E. 1992. Fåbørstemark i ferskvann. Utbredelse i Sør-Norge. - NINA Utredning 56: 1-42.
- Brandrud, T.E. 1995 a. Vannvegetasjonen i verneverdige grytehullsjøer på Romerike. Status, verneverdi og trusselfaktorer. - NIVA-rapp. 3182: 1-25.
- Brandrud, T.E. 1995 b. Vannvegetasjonen i verneverdige grytehullsjøer på Romerike. Supplerende undersøkelser 1995, samt en vurdering av vasspestutviklingen i Nordbytn. - NIVA-rapp. 3368-95: 1-18.
- Brettum, P. 1984. Planteplankton telling. I: Vassdragsundersøkelser. En metodebok i Limnologi. - K.Vennerød (ed.). Norsk limnologforening, Universitetsforlaget, Oslo: 146-154.
- Brettum, P. 1989. Alger som indikator på vannkvalitet. Planteplankton. - NIVA-rapp. 2344. Statens forurensningstilsyn (SFT): 1-111.
- Brettum, P. 1994. Referanseundersøkelser av grytehullsjøene i Gardermoen-området 1993. - NIVA-rapp. 3015: 1-116.
- Brinkhurst, R.O. 1971. A guide for the identification of British aquatic oligochaeta. - Freshw. Biol. Ass., Scient. Publ. 22: 1-55.
- Brinkhurst, R.O. & Jamieson, B.G.M. 1971. Aquatic oligochaeta of the world. - Oliver & Boyd, Edinburgh.
- Eie, J.A., Brittain, J. & Huru, H. 1982. Naturvitenskapelige interesser knyttet til vann og vassdrag på Varangerhalvøya. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 26: 1-89.
- Eilertsen, O., Erikstad, L., Halvorsen, G. & Spidsø, T. 1993. Forslag til naturfaglig overvåkingsprogram. Oslo Lufthavn, Gardermoen.
- Erikstad, L. 1994. The building of an international airport in an area of outstanding geological diversity and quality. I O'Halloran, D., Green, C., Harley, M. & Knill, J. (eds), 1994, Geological and Landscape Conservation. Geological Society, London: 47-51.
- Erikstad, L. & Halvorsen, G. 1992. Områder med nasjonal og internasjonal naturverdi ved Hauerseier-trinnet, Akershus fylke. - NINA oppdragsmelding 136: 1-28.
- Flössner, D. 1972. Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. - Tierwelt Deutschl. 60: 1-501.
- Halvorsen, G. 1980. Planktoniske og litorale krepsdyr innenfor vassdragene Etna og Dokka. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 11: 1-95.
- Halvorsen, G. 1981. Hydrografi og evertebrater i Lyngdalsvassdraget i 1978 og 1980. - Kontaktutv. Vassdragsreg., Univ. Oslo Rapp. 26, 89 s.
- Halvorsen, G., Sloreid, S.E., Sporsheim, P. & Walseng, B. 1994. Ferskvannsbiologiske undersøkelser av grytehullsjøene i Gardermoen-området. - NINA Forskningsrapport 57: 1-42.
- Herbst, H.V. 1976. Blattfüßerkrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüßer und Wasserflöhe). - Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart, 130 s.
- Hongve, D. & Løvstad, Ø. 1991. Verneverdige innsjøer Gardermoenområdet. - Limnoconsult, Upubl. rapport.
- Jaccard, P. 1932. Die Statistische-floristische Methode als Grundlage der Pflanzen-soziologie. - Handb. Biol. Arbeitsmeth. 5: 162-202.
- Jørgensen, I. 1972. Forandringer i strukturen til planktoniske og litorale Crustacea-samfunn under gjengroing av humusvann i området Nordmarka og Krokskogen ved Oslo, korrelert med hydrografiske data. - Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi (upubl.), Univ. i Oslo. 83 s.
- Kiefer, F. 1973. Ruderfüßerkrebse (Copepoden). - Kosmos-Verlag, Franckh, Stuttgart, 99 s.
- Kiefer, F. 1978. Freilebende Copepoda. - Elster, H. J. & Ohle, W., red. Das Zooplankton der Binnengewässer 26: 1-343
- Nesgård, E. 1974. En undersøkelse av hydrografi, primærproduksjon og plankton i Aurtjern. - Hovedfagsoppgave i limnologi. Universitetet i Oslo.
- Rott, E. 1981: Some results from phytoplankton counting intercalibrations. - Schweiz. Z. Hydrol. 43: 34-62.
- Rylov, W.M. 1948. Freshwater Cyclopoida. Fauna USSR, Crustacea 3 (3). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1963, 314 s.
- Sars, G.O. 1891. Oversigt av Norges Crustaceer med foreløbige Bemærkninger over de nye eller mindre kjendte arter. - Forh. Vidensk. Selsk. Krist. 1890 1: 1-80.
- Sars, G.O. 1891. Oversigt av Norges Crustaceer med foreløbige Bemærkninger over de nye eller mindre kjendte arter. - Forh. Vidensk. Selsk. Krist. 1890 1: 1-80.
- Sars, G.O. 1903. An account of the Crustacea of Norway. IV Copepoda, Calanoida. - Bergen, 171 s.
- Sars, G.O. 1918. An account of the Crustacea of Norway. VI Copepoda, Cyclopoida. - Bergen, 225 s.
- Smirnov, N.N. 1971. Chydoridae. Fauna USSR, Crustacea 1 (2). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1974, 644 s.
- Thomassen, J.(red.). 1992. Hovedflyplass Gardermoen, konsekvensutredninger: naturvern, landskap, limnologi, fisk, vilt, friluftsliv. - NINA oppdragsmelding 140: 1-41.
- Utermühl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. - Mitt.int.Ver.theor.angew.Limnol. 9: 1-38.
- Walseng, B. 1989. Ferskvannsundersøkelser i 8 vassdrag i midtre deler av Nordland. - NINA Utredning 3: 1-49.

1994

Dato	27.mai			28.juni			2.august			23.august			19.september			17.oktober		
Dyp i m	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)
0	14.6	10.10	4.42	18.8	9.60	2.81	23.7	9.25	2.42	17.7	8.20	1.82	11.7	8.70	3.38	6.0	12.60	3.40
1	14.6	10.00	4.38	18.8	9.50	2.53	23.7	9.20	2.06	17.5	8.15	1.87	11.4	8.60	3.61	6.0	12.20	3.43
2	13.2	10.30	4.83	17.4	9.50	2.26	23.4	9.00	1.94	17.0	8.00	1.83	11.2	8.50	3.51	6.0	12.00	3.38
3	6.5	5.20	8.13	17.0	9.40	4.27	22.0	8.80	2.27	16.9	7.80	2.09	11.1	8.50	3.95	6.0	12.00	3.47
4	5.2	1.80	11.10	8.0	5.20	14.40	15.2	4.85	4.57	16.7	7.60	3.92	11.0	8.50	3.88	6.0	11.80	3.27
5	5.2	0	13.80	6.5	1.00	33.20	10.4	1.20	40.20	12.9	0	25.70	11.0	8.50	3.83	6.0	11.80	3.62
6				6.4			8.3	0		8.7	0		11.0	8.30				

1995

Dato	23.mai			21.juni			25.juli			22.august			19.september			17.oktober		
Dyp i m	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)
0	9.4	11.00	13.40	17.0	9.20	13.60	19.7	8.40	1.62	21.6	8.00	1.79	12.7	8.40	4.16	9.1	9.80	5.30
1	9.2	11.00	13.70	17.0	9.00	13.50	19.4	8.30	1.70	20.9	8.00	1.76	12.7	8.60	4.47	9.1	9.80	4.75
2	7.8	10.80	14.40	15.1	10.10	14.50	19.0	7.90	1.50	20.6	8.00	1.81	12.7	8.60	4.22	9.1	9.50	4.69
3	7.2	10.40	13.90	9.5	9.30	18.60	18.0	7.70	1.43	20.2	7.80	1.92	12.6	8.70	4.32	9.0	9.20	3.80
4	6.2	7.40	16.20	7.0	3.40	28.10	11.9	8.30	4.78	16.0	4.50	3.35	12.6	8.70	4.21	9.0	8.90	4.10
5	5.7	5.50	20.20	6.2	1.30	25.20	8.8	1.40	9.71	10.6	0	24.20	12.6	8.70	4.55	9.0	9.00	2.51
6	5.3	4.50					7.9	0		8.4	0		8.9	0		9.0	9.00	

(1) Klorofyllverdiene i de dypere oksygenfattede og oksygenfrie vannmassene er i hovedsak bakterieklorofyller

Vedlegg 1a

Vertikale variasjoner i temperatur og oksygen i Sørmo tjern
1994 og 1995

Parameter	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Farge mg/l Pt	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N/L µg/l N	Tot-N/L,m µg/l N	PO ₄ -P µg/l P	Tot-P/L µg/l P	Tot-P/L,m µg/l P	Fe µg/l	TOC mg/l C	Siktedyp m
Dato													
27 05 94	4.87	1.53	1.50	10.80	40	515	445	< 1	11	3	63	3.3	2.20
28 06 94	4.78	1.56	1.20	12.30	19	385	305	< 1	11	3	63	3.0	3.50
02 08 94	4.83	1.53	1.40	15.90	2	525	400	1	13	3	79	3.6	3.50
23 08 94	4.75	1.45	1.20	6.72	4	375	290	< 1	9	2	59	3.7	3.70
19 09 94	4.78	1.32	1.40	11.50	7	400	300	< 1	10	3	59	3.3	3.75
17 10 94	4.85	1.33	1.80	11.70	11	415	360	1	9	3	31	3.3	3.25
23 05 95	4.93	1.25	1.50	14.00	41	475	370	< 1	12	3	85	2.4	1.75
21 06 95	4.76	2.01	1.40	9.98	43	365	230	< 1	10	2	53	2.5	1.40
25 07 95	4.88	1.23	1.30	11.50	2	420	290	2	15	3	60	3.5	4.00
22 08 95	4.84	1.31	0.91	13.10	< 1	360	280	< 1	12	3	58	3.5	4.15
19 09 95	4.86	1.32	0.90	13.40	4	300	270	< 1	8	3	45	2.8	4.00
17 10 95	4.78	1.34	0.82	14.80	12	360	290	1	9	4	36	2.8	4.35

Parameter	Alk mmol/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	SiO ₂ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
Dato								
17 10 94	0.019	1	1.6	< 0.1	0.32	0.13	0.56	0.16
19 09 95	0.019	1	1.7	< 0.1	0.24	0.11	0.46	0.13

Vedlegg 1b

Vertikale variasjoner i fysiske-kjemiske parametre i Sør-
motjern 1994 og 1995

1994

Dato	27.mai			28.juni			2.august			23.august			19.september			17.oktober		
Dyp i m	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla
0	14.7	10.30	5.96	18.0	8.90	1.79	23.8	8.95	2.38	18.9	7.50	1.56	13.0	7.80	2.78	7.2	10.90	4.34
1	14.6	10.10	6.43	18.0	8.90	1.71	23.5	8.85	2.29	18.4	7.30	1.40	12.8	7.80	2.18	7.2	10.60	3.99
2	13.5	11.20	7.27	17.6	8.60	1.40	23.3	8.85	2.25	18.2	7.30	1.94	12.7	7.70	2.53	7.2	10.40	3.87
3	8.6	14.50	15.30	17.1	9.00	1.73	23.3	8.85	2.34	18.1	7.30	1.53	12.7	7.70	2.53	7.2	10.40	3.86
4	6.2	10.90	21.00	15.1	11.20	1.95	23.0	8.90	2.45	18.1	7.55	1.62	12.6	7.80	2.47	7.2	10.40	4.01
5	5.5	2.50		12.0	10.60		21.4	9.80		18.1	8.00		12.6	8.20		7.2	10.60	

1995

Dato	23.mai			21.juni			25.juli			22.august			19.september			17.oktober		
Dyp i m	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla
0	9.0	10.80	6.72	16.4	8.40	2.27	19.8	9.00	4.01	21.8	8.00	1.90	13.8	7.10	1.85	9.9	8.50	2.84
1	8.8	10.50	7.06	16.4	8.60	2.23	19.5	9.40	4.04	21.2	8.00	1.96	13.8	7.00	1.78	9.7	8.30	2.74
2	7.2	10.40	7.66	15.4	8.50	2.77	19.2	9.30	3.69	21.1	8.00	1.89	13.8	7.00	1.67	9.7	8.00	2.59
3	6.6	9.20	8.46	11.2	13.00	2.48	19.0	9.20	3.57	21.0	7.80	2.04	13.8	7.00	1.76	9.7	8.00	2.51
4	5.2	6.90	9.59	8.0	10.70	6.32	17.8	12.20	4.38	20.8	7.80	2.32	13.8	7.00	1.61	9.6	8.10	2.49
5	4.6	0.90		6.5	3.40		13.8	10.00		15.8	7.30		13.8	7.00		9.6	7.70	

Vedlegg 2a

Vertikale variasjoner i temperatur og oksygen i Flatnertjern
1994 og 1995

Parameter	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Farge mg/l Pt	NO ₃ -N µg/l N	Tot-N/L µg/l N	Tot-N/L,m µg/l N	PO ₄ -P µg/l P	Tot-P/L µg/l P	Tot-P/L,m µg/l P	Fe µg/l	TOC mg/l C	Siktedyp m
Dato													
27 05 94	5.36	1.19	1.50	4.03	3	305	280	< 1	11	3	55	3.0	2.00
28 06 94	5.49	1.35	0.65	4.03	2	355	300	< 1	10	2	44	2.4	> 5.00
02 08 94	5.73	1.25	0.91	3.26	2	465	350	3	15	1	53	3.0	4.00
23 08 94	5.07	1.19	4.90	1.73	3	250	205	< 1	8	3	49	2.6	> 5.00
19 09 94	5.22	1.13	0.70	7.30	8	240	200	< 1	9	4	77	1.9	> 5.00
17 10 94	5.14	1.12	1.30	9.02	15	440	375	1	11	4	67	2.4	4.75
Dato													
23 05 95	5.17	1.11	1.10	7.87	54	400	310	< 1	13	3	112	1.7	2.60
21 06 95	5.17	1.56	1.70	4.03	35	255	185	< 1	6	1	45	1.4	3.40
25 07 95	5.08	1.08	1.20	5.18	2	280	185	< 1	8	2	41	2.4	3.10
22 08 95	5.20	1.10	0.75	4.80	< 1	315	290	< 1	9	2	63	3.0	3.85
19 09 95	5.11	1.09	0.59	7.30	8	290	260	2	12	3	63	2.4	> 5.00
17 10 95	5.18	1.12	0.74	9.60	21	405	335	1	12	4	65	2.3	4.60

Parameter	Alk mmol/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	SiO ₂ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
Dato								
17 10 94	0.029	1	1.7	0.11	0.37	0.13	0.56	0.3
19 09 95	0.03	0.9	1.6	< 0.1	0.33	0.12	0.45	0.27

Vedlegg 2b

Vertikale variasjoner i fysiske-kjemiske parametre i Flatner-
tjern 1994 og 1995

1994

Dato	27.mai			29.juni			2.august			23.august			19.september			17.oktober		
Dyp i m	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)
0	14.5	10.70	7.22	17.8	9.90	4.47	23.4	9.90	6.42	17.2	10.30	12.60	11.5	9.90	22.10	6.9	8.80	16.40
1	14.5	10.60	9.56	17.7	10.00	3.84	23.3	9.70	6.75	17.0	10.20	14.50	11.5	10.00	22.60	6.8	8.80	15.70
2	14.5	10.60	8.81	17.0	10.40	4.61	23.1	9.60	7.31	17.0	10.20	34.40	11.4	9.90	23.80	6.8	8.70	16.20
3	11.6	12.00	13.80	16.4	10.60	7.71	22.5	9.40	10.90	17.0	10.20	14.70	11.4	9.80	22.40	6.8	8.70	16.40
4	7.6	10.90	29.80	15.1	11.30	6.65	19.4	8.80	9.30	16.9	10.10	13.20	11.4	9.70	22.40	6.8	8.70	16.90
5	5.9	8.20	26.50	10.0	15.20	9.05	13.8	1.70	12.90	15.5	10.50	12.40	11.4	9.50	22.90	6.8	8.70	16.70
6	4.8	4.30	37.90	7.0	11.80	20.00	9.0	1.25	13.60	10.0	10.20	13.50	11.1	8.60	23.60	6.8	8.70	16.40
7	4.5	3.00	49.50	5.3	1.80	37.60	6.5	0	37.20	7.8	6.00	24.70	9.0	2.00	29.90	6.7	8.70	16.50
8	4.3	0	37.10	4.9	1.10	60.10	5.3	0	91.20	6.1	0	21.90	6.7	0	41.30	6.7	8.70	17.10
10	4.4	0	45.30	4.5	1.40	71.40	4.5	0	77.80	4.7	0	79.90	5.0	0	73.80	6.1	5.90	22.60
12	4.5	0		4.5	1.00		4.3	0		4.3	0		4.6	0	47.30	5.2	0	38.30
14	4.5	0		4.5	0		4.3	0		4.3	0		4.5	0		5.0	0	

1995

Dato	23.mai			21.juni			25.juli			22.august			19.september			17.oktober		
Dyp i m	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)
0	7.6	10.80	18.10	16.8	10.00	4.83	19.2	10.60	17.60	20.8	10.80	33.30	13.0	9.80	21.80	9.1	9.80	11.80
1	7.5	10.40	18.60	16.5	10.30	5.09	19.1	10.60	17.50	20.4	10.60	35.20	12.7	9.80	23.30	9.0	9.50	10.70
2	7.5	10.20	19.10	16.2	10.60	6.68	19.0	10.70	17.70	20.0	10.50	34.40	12.6	10.20	23.40	9.0	9.30	9.73
3	7.4	10.00	16.50	13.0	13.20	7.64	18.5	10.60	20.10	18.4	8.70	22.90	12.5	10.10	23.30	9.0	9.00	7.55
4	6.5	9.90	14.10	9.5	13.00	8.94	14.6	12.40	14.30	15.2	6.60	14.40	12.4	10.00	23.30	8.9	8.40	7.75
5	6.2	9.50	15.80	8.0	12.90	9.06	10.4	12.60	14.30	11.4	8.20	11.20	12.1	8.30	19.50	8.9	8.10	7.08
6	5.8	7.40	14.30	6.9	11.00	9.58	8.0	10.50	13.40	8.4	6.60	4.13	9.6	4.60	15.60	8.6	7.00	7.64
7	5.3	6.20	11.50	6.0	6.50	13.90	6.8	2.35	12.30	7.0	0	12.90	7.1	0	21.90	8.0	4.20	16.10
8	4.8	4.90	11.40	5.0	1.20	12.90	5.8	0	20.00	5.9	0	21.90	6.0	0	22.60	6.5	0	19.60
10	4.0	0	35.30	4.5	0	10.08	4.9	0	51.60	5.0	0	63.90	5.0	0	55.20	5.0	0	69.10
12	4.0	0		4.3	0	33.50	4.7	0	62.30	4.5	0	46.80	4.7	0	43.10	4.5	0	41.70
14	4.0	0		4.3	0		4.5	0		4.5	0		4.5	0				

(1) Klorofyllverdiene i de dypere oksygenfrie vannmassene er bakterieklorofyller

Vedlegg 3a

Vertikale variasjoner i temperatur og oksygen i Aurtjern
1994 og 1995

Parameter	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Farge mg/l Pt	NO3-N µg/l N	Tot-N/L µg/l N	Tot-N/L,m µg/l N	PO4-P µg/l P	Tot-P/L µg/l P	Tot-P/L,m µg/l P	Fe µg/l	TOC mg/l C	Siktedyp m
Dato													
27 05 94	7.17	2.44	1.50	3.65	73	545	515	< 1	15	3	54	3.0	2.30
29 06 94	6.98	2.53	1.40	5.38	3	675	495	< 1	15	4	30	3.9	3.80
02 08 94	7.24	2.52	2.00	6.72	4	670	465	3	15	2	64	4.4	2.50
23 08 94	7.15	2.35	3.30	2.11	< 1	465	280	2	17	2	85	5.7	1.70
19 09 94	7.05	2.43	3.00	4.80	4	815	520	3	22	3	65	5.7	1.30
17 10 94	6.86	2.32	2.50	5.95	3	580	415	2	22	4	96	3.6	1.90
Dato													
23 05 95	6.85	2.32	1.25	6.34	2	485	355	2	32	10	116	2.4	2.80
21 06 95	7.14	3.24	1.60	5.95	2	395	320	2	17	4	66	3.0	2.95
25 07 95	7.18	2.36	3.40	7.10	2	690	435	2	16	3	89	5.3	1.50
22 08 95	7.45	2.43	6.50	9.41	9	950	540	1	22	6	95	7.0	0.90
19 09 95	7.01	2.36	4.10	5.18	4	650	420	2	18	2	67	5.0	1.30
17 10 95	6.73	2.34	1.4	6.91	12	530	430	1	17	4	47	4.4	3.50

Parameter	Alk mmol/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	SiO ₂ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
Dato								
17 10 94	0.178	1.3	1.7	0.22	2.5	0.53	1.36	0.45
19 09 95	0.175	1.2	1.6	0.7	2.45	0.51	1.11	0.34

Vedlegg 3b

Vertikale variasjoner fysiske-kjemiske parametre i Aurtjern
1994 og 1995

Vedlegg 3c

Antall individer pr m2 av de forskjellige arter/taxa fåbørstemark i Aurtjern og Danielsetertjern i 1994 og 1995.

Aurtjern	1994					1995					
	Dato	28-06	02-08	23-08	19-09	17-10	21-06	25-07	22-08	19-09	17-10
Fam. Lumbriculidae											
Lumbriculus variegatus										87	
Fam. Tubificidae											
Limnodrilus spp	7973	5252	4290	7757	14387	8363	6717	3467	11700	6760	
Limnodrilus hoffmeisteri	477					217	43	130	43		
Tubifex ignotus					433						
Tubifex tubifex		104									
Aulodrilus limnobius	43										
Tubificidae m. hårseta						43	87	87	87	43	
Fam. Naididae											
Chaetogaster diaphanus		52	43				87		130	43	
Pristina aequisetata	43										
Pristina idrensis			87					43			
Uncinaiis uncinata	130										
Slavina appendiculata				130						87	43
Specaria josinae	303			130	43	43	43			87	173
Piguetiella blanci		260	173	390	563	390	130			867	563
Vejdovskyella commata			433		173					303	217
Nais variabilis/communis	607	312		87	433	563	260	130	130	1770	
Nais simplex			87	477	347	434					347
Diverse											
Uten seta	87	52	563								
Totalt	9663	6032	5677	8970	16380	10053	7367	3857	13521	9959	
Antall arter/taxa	8	6	6	6	7	8	8	6	11	10	
Danielsetertjern	1994					1995					
	Dato	28-06	03-08	24-08	20-09	17-10	22-06	26-07	23-08	20-09	18-10
Fam. Tubificidae											
Limnodrilus spp	43	43				43	43	173			43
Tubificidae m. hårseta	130	87	563	217			173	130			130
Fam. Naididae											
Pristina aequisetata		43		43	43						43
Pristina longisetata			87								
Pristina spp.								43	87		
Ripistes parasita				260	87						
Specaria josinae	780	823	997	780	693						
Stylaria lacustris			173		173						130
Nais variabilis/communis	650	2990	303	87	43	390	1560	173	87	217	
Nais pardalis				173							
Nais pseudobtusa											43
Nais simplex	87		130		607	130	43	87	43	303	
Totalt	1690	3987	2253	1560	1647	563	1819	606	217	909	
Antall arter/taxa	5	5	6	6	6	3	4	5	3	7	

1994

Dato	27.mai			28.juni			3.august			24.august			20.september			18.oktober		
Dyp l m	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla
0	14.0	11.70	7.66	18.0	8.20	4.39	22.9	9.20	6.52	17.2	8.40	6.52	10.3	9.10	3.40	5.1	11.20	4.61
1	13.9	11.40	7.45	18.0	8.70	4.48	22.7	9.15	6.35	17.2	8.40	7.19	10.3	9.10	2.91	5.1	11.10	5.29
2	13.9	11.40	7.23	17.8	8.40	4.51	22.7	9.10	6.26	17.0	8.40	8.96	10.3	9.10	3.29	5.1	11.00	5.48
3	12.6	12.10	7.27	17.0	8.40	4.60	22.3	8.85	5.91	16.8	8.30	9.17	10.3	9.00	3.30	5.1	11.00	5.12
4	10.1	12.20	8.04	16.5	7.10	6.79	21.7	4.50	10.50	16.7	7.70	9.40	10.2	9.00	3.23	5.1	10.90	4.99
5	10.0	10.00		16.0	4.80		20.1	1.00		16.6	6.00		10.0	8.90		5.1	10.80	

1995

Dato	24.mai			22.juni			26.juli			23.august			20.september			18.oktober		
Dyp l m	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla
0	10.0	11.00	4.36	16.0	9.80	2.92	19.0	8.10	3.12	20.6	7.50	3.26	12.0	6.60	3.37	9.0	8.40	2.07
1	9.8	11.00	3.96	16.0	9.80	3.19	18.9	8.10	3.23	20.6	7.10	3.35	12.0	6.60	3.97	9.0	8.20	3.88
2	9.2	11.00	4.29	16.0	9.80	3.09	18.8	7.80	3.13	20.5	7.10	3.34	12.0	6.60	3.55	9.0	8.20	3.82
3	8.5	11.20	4.21	15.7	10.50	3.56	18.7	7.40	3.40	20.5	7.00	3.72	12.0	6.60	3.52	9.0	8.00	4.02
4	8.0	11.20	4.55	13.0	13.80	4.03	18.6	7.00	3.71	20.2	5.40	3.58	12.0	6.50	3.68	9.0	8.00	3.85
5	7.9	10.20					18.3	4.80		19.9	2.40		11.9	6.00		9.0	8.00	

Vedlegg 4a

Vertikale variasjoner i temperatur og oksygen i Danielsetertjern 1994 og 1995

Parameter	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Farge mg/l Pt	NO3-N µg/l N	Tot-N/L µg/l N	Tot-N/L,m µg/l N	PO4-P µg/l P	Tot-P/L µg/l P	Tot-P/L,m µg/l P	Fe µg/l	TOC mg/l C	Siktedyp m
Dato													
27 05 94	8.00	17.10	0.74	10.80	29	500	390	2	12	5	8	3.7	3.20
28 06 94	7.79	18.20	1.50	14.00	2	665	570	2	16	4	8	5.2	3.40
03 08 94	7.87	18.90	1.10	11.10	< 1	485	385	1	14	2	9	4.6	2.95
24 08 94	7.80	18.20	1.10	7.10	< 1	455	340	2	12	4	9	4.5	2.85
20 09 94	7.86	15.50	0.52	12.50	3	330	260	2	9	3	6	3.7	4.25
18 10 94	7.84	17.22	0.67	12.10	11	480	425	1	7	4	8	4.0	3.85
Dato													
24 05 95	7.74	19.70	0.53	9.98	14	300	260	1	10	4	15	1.9	3.80
22 06 95	7.90	18.70	1.00	9.79	5	330	270	< 1	10	2	11	2.6	4.15
26 07 95	7.86	19.20	0.79	9.60	< 1	345	270	< 1	10	3	12	3.6	4.40
23 08 95	7.90	19.60	0.54	10.80	< 1	380	350	1	10	5	20	3.3	4.20
20 09 95	7.67	19.40	0.48	12.30	8	455	375	< 1	12	5	13	2.9	> 5.00
18 10 95	7.70	19.80	0.42	12.50	29	580	500	1	12	5	7	2.8	> 5.00

Parameter	Alk mmol/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	SiO ₂ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
Dato								
17 10 94	1.348	4.8	16.7	3.3	30.5	2.07	2.67	0.74
19 09 95	1.503	4.4	18	6.8	34.3	2.26	2.26	0.62

Vedlegg 4b

Vertikale variasjoner i fysiske-kjemiske parametre i Danielsetertjern 1994 og 1995

1994

Dato	27.mai			29.juni			3.august			24.august			20.september			18.oktober		
	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)
0	14.5	9.80	5.03	18.7	9.30	3.01	23.3	8.40	5.82	17.7	8.80	9.01	11.7	8.50	10.20	6.5	11.00	11.50
1	14.2	9.70	5.52	17.7	9.40	3.39	23.0	8.50	4.99	17.6	8.80	10.30	11.4	8.40	10.20	6.4	10.80	11.30
2	11.8	6.90	8.30	16.1	9.60	3.61	22.7	8.70	5.47	17.0	8.50	10.50	11.3	8.40	9.58	6.3	10.60	10.90
3	7.7	5.40	7.99	13.1	10.80	7.17	18.5	9.10	6.40	16.7	8.30	12.90	11.3	8.40	9.29	6.2	10.50	10.80
4	5.9	3.80	9.83	8.7	9.50	6.44	12.3	7.25	6.18	14.4	5.40	12.20	11.3	8.40	9.55	6.2	10.40	10.50
5	5.2	1.30	11.60	6.5	6.30	11.20	8.6	5.40	6.57	10.0	4.00	11.90	11.2	8.20	14.70	6.1	10.40	10.90
6	4.8	0	16.40	5.2	1.50	16.70	6.4	1.50	25.40	7.0	0	20.20	7.9	0	26.60	6.1	10.30	10.20
7	4.7	0	26.10	4.7	0	35.30	5.3	0	87.50	5.7	0	57.80	6.3	0	202.00	6.1	10.20	10.50
8	4.6	0	39.10	4.5	0	89.60	4.8	0	202.00	5.0	0	295.00	5.3	0	131.00	6.0	10.00	153.00
10	4.6	0	131.00	4.5	0	134.40	4.5	0	101.00	4.4	0	83.80	4.7	0	79.30	5.0	0	87.80
12	4.7	0		4.4	0		4.5	0		4.4	0		4.7	0		4.9	0	

1995

Dato	24.mai			22.juni			26.juli			23.august			20.september			18.oktober		
	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)	Temp. °C	Oks. mg/l O ₂	Klorof. µg/l Chla (1)
0	10.9	9.30	3.96	16.1	8.50	4.61	19.7	8.50	3.26	20.9	7.70	4.60	12.5	9.30	6.69	9.0	9.80	8.70
1	9.1	8.80	4.97	16.1	8.50	5.26	19.0	8.30	3.60	20.4	7.60	4.96	12.3	9.10	7.04	9.0	9.80	9.54
2	7.5	8.70	5.40	12.0	10.60	6.00	17.0	7.50	3.57	19.0	6.70	5.36	12.2	9.10	6.61	9.0	9.80	9.65
3	6.1	5.00	6.69	8.0	7.20	10.70	11.3	9.60	5.41	13.1	7.70	5.61	12.1	9.10	6.79	9.0	9.70	9.30
4	4.7	2.80	6.51	5.7	3.70	13.70	7.7	7.30	7.75	9.0	6.50	6.43	10.2	3.45	7.11	9.0	9.60	9.19
5	4.3	0	8.73	4.7	0	22.20	5.6	2.70	18.80	6.6	2.90	9.27	7.4	0	14.40	8.5	6.70	9.58
6	4.2	0	8.31	4.2	0	41.50	4.9	0	48.70	5.3	0	19.20	5.9	0	27.10	6.1	0	40.30
7	4.1	0	44.80	4.2	0	52.80	4.3	0	54.80	4.7	0	62.90	5.0	0	120.00	5.0	0	102.00
8	4.1	0	91.90	4.1	0	234.00	4.2	0	190.00	4.5	0	170.00	4.7	0	68.30	4.7	0	102.00
10	4.2	0	46.80	4.1	0	53.30	4.2	0	64.70	4.5	0	60.70	4.5	0	205.00	4.3	0	92.60
12	4.5	0		4.0	0		4.2	0		4.5	0		4.5	0		4.3	0	

(1) Klorofyllverdiene i de dypere oksygenfrie vannmassene er bakterieklorofyller

Vedlegg 5a

Vertikale variasjoner i temperatur og oksygen i Skråtjern
1994 og 1995

Parameter	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Farge mg/l Pt	NO3-N µg/l N	Tot-N/L µg/l N	Tot-N/L,m µg/l N	PO4-P µg/l P	Tot-P/L µg/l P	Tot-P/L,m µg/l P	Fe µg/l	TOC mg/l C	Siktedyp m
Dato													
27 05 94	7.14	6.96	1.20	21.30	20	505	490	< 1	15	3	17	4.5	3.50
29 06 94	7.28	7.16	1.80	18.40	< 1	470	325	1	20	5	15	4.8	3.50
03 08 94	7.23	7.34	1.20	21.30	2	535	330	1	16	2	6	5.3	2.90
24 08 94	7.40	7.06	1.60	14.40	1	365	225	1	12	3	11	5.1	2.35
20 09 94	7.44	6.33	1.20	18.60	< 1	410	235	< 1	14	3	12	4.9	2.95
18 10 94	7.48	6.47	1.10	18.00	2	535	415	3	32	6	15	5.4	3.50
Dato													
24 05 95	7.19	6.27	0.75	23.20	22	500	420	< 1	18	4	30	4.6	3.10
22 06 95	7.19	6.05	1.10	31.70	6	390	285	1	15	3	23	5.5	2.40
26 07 95	7.23	6.26	1.40	34.40	< 1	400	305	1	10	3	26	6.6	2.90
23 08 95	7.48	6.41	0.69	35.10	< 1	350	270	< 1	10	3	22	6.2	2.90
20 09 95	7.21	6.09	0.70	28.80	4	335	285	< 1	9	3	16	5.7	3.50
18 10 95	7.20	6.15	0.57	27.80	4	375	280	1	13	3	14	5.4	3.80

Parameter	Alk mmol/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	SiO ₂ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
Dato								
18 10 94	0.577	1.3	3.6	3.1	11.3	0.71	1.24	0.57
20 09 95	0.517	1.3	3.4	2.7	10.7	0.69	0.96	0.44

Vedlegg 5b

Vertikale variasjoner i fysiske-kjemiske parametre i Skråtjern
1994 og 1995

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0658-7

396

NINA
OPPDRAGS-
MELDING

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

NINA
Boks 736 Sentrum
0105 Oslo
Telefon: 22 94 03 00
Telefax: 22 94 03 01

NINA
Norsk institutt
for naturforskning