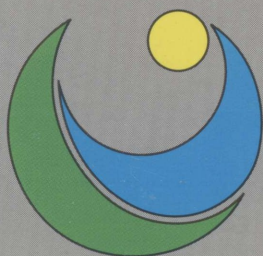


057

forskningsrapport



NINA

Ferskvannsbiologiske undersøkelser av grytehullsjøene i Gardermo-området

Gunnar Halvorsen
Svein-Erik Sloreid
Paul Sporsheim
Bjørn Walseng

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Ferskvannsbioologiske undersøkelser av grytehullsjøene i Gardermo-området

Gunnar Halvorsen
Svein-Erik Sloreid
Paul Sporsheim
Bjørn Walseng

NINAs publikasjoner

NINA utgir fem ulike faste publikasjoner:

NINA Forskningsrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, i den hensikt å spre forskningsresultater fra institusjonen til et større publikum. Forskningsrapporter utgis som et alternativ til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

NINA Utredning

Serien omfatter problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, litteraturstudier, sammenstilling av andres materiale og annet som ikke primært er et resultat av NINAs egen forskningsaktivitet.

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. Opplaget er begrenset.

NINA Temahefter

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

NINA Fakta-ark

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

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

Halvorsen, G., Storeid, S.-E., Sporsheim, P. & Walseng, B. 1994. Ferskvannsbioologiske undersøkelser av grytehullsjøene i Gardermo-området. - NINA Forskningsrapport 57: 1-42.

Oslo, september 1994

ISSN 0802-3093

ISBN 82-426-0507-6

Forvaltningsområde:

Norsk: Naturovervåkning

Engelsk: Environmental monitoring

Copyright ©:

Stiftelsen Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Lars Erikstad

NINA, Oslo

Design og layout:

Klaus Brinkmann

Cathrine Haneng Svendsen

NINA, Ås/Oslo

Sats: NINA

Trykk: Henning Melsom A/S

Opplag: 250

Trykt på miljøpapir!

NINA

Boks 1037, Blindern

N-0315 Oslo

Tel.: 22 85 46 84

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 5589

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Oslo hovedflyplass A/S (OHAS)

Referat

Halvorsen, G., Storeid, S.-E., Sporsheim, P. & Walseng, B. 1994. Ferskvannsbiologiske undersøkelser av grytehullsjøene i Gardermoen-området. - NINA Forskningsrapport 57: 1-42.

Foreliggende utredning gir en statusoversikt over enkelte ferskvannsbiologiske forhold i 25 grytehullsjøer på Romeriksfjella. I tillegg foreligger det data fra 6 stasjoner i Songna, Vikka og Leira. De fleste lokalitetene er undersøkt to ganger i henholdsvis juni og september 1993. Undersøkelsene inngår som et ledd i å kartlegge eventuelle konsekvenser av utbygging og drift av den nye hovedflyplassen på Gardermoen.

pH varierte mellom 4,38 og 7,97 i henholdsvis Stormosan og Transjøen. Tilsvarende varierte ledningsevnen mellom 0,73 mS m⁻¹ i Fugletjern og 36,8 mS m⁻¹ i Mjøntjern.

Tilsammen 62 arter krepsdyr ble registrert, 43 arter vannlopper og 19 arter hoppekreps. Av disse kan *Oxyurella tenuicaudis*, *Ceriodaphnia megops*, *C. reticulata*, *Camptocercus lilljeborgi* og *Ectocyclops phaleratus* karakteriseres som sjeldne. Antall arter pr. lokalitet varierte mellom 10 og 36, med et gjennomsnitt på 23,4. Det ble funnet 20 planktoniske krepsdyrarter, med et gjennomsnitt pr. lokalitet på 4,8 arter vannlopper og 2,8 arter hoppekreps. I planktonsamfunnet varierte tettheten mellom 10 000 ind.m⁻³ og 700 000 ind.m⁻³. Innen i litoralsonen varierte tettheten mellom 2 000 ind.m⁻³ og mer enn 1 mill. ind.m⁻³. Det var ingen korrelasjon mellom tetthet og pH, ledningsevne, trofegrad eller tilstedeværelse av fisk. Artenes forekomst var derimot klart korrelert til trofi og forekomst av fisk.

I grytehullsjøene ble det påvist 22 bunndyrgrupper, varierende mellom 8 og 15 grupper pr. lokalitet. Fjærmygglarver og fåbørstemark var de dominerende gruppene. Forekomsten av enkelte bunndyrgrupper viste klar korrelasjon til vannkvalitet, og arter som dammusling, snegl, marflo og asell forekom kun i de lokalitetene som hadde høyest pH og kalsiuminnhold. Bunndyrtettheten varierte mellom 5 000 og 55 000 ind.m⁻². Fåbørstemarkene var representert med 31 taxa hvorav 19 arter. Hersjøen og Dagsjøen hadde den mest varierte fåbørstemarkfaunaen, med 13 taxa. Enkelte arter er sjeldne og *Aulodrilus pigueti* er ny for Norge. Det var ingen klar sammenheng mellom fåbørstemarkfaunaen og innsjøtype.

Lokalitetene innenfor hydrologisk type 3 og 4 hadde store likhetstrekk og skilte seg klart ut fra de innen type 1. Lokalitetene innen type 2 synes å stå i en mellomstilling.

I Songna, Vikka og Leira ble det påvist 10 bunndyrgrupper. Også her dominerte fåbørstemark og fjærmygg. Leira hadde størst tetthet, 47 000 ind.m⁻² hovedsakelig fjærmygglarver. Fåbørstemarkene var her representert med 10 taxa hvorav 6 arter.

Emneord: Flyplassutbygging - Gardermoen - Akershus - Ferskvann - Plankton - Bunndyr - Krepsdyr

Gunnar Halvorsen, Svein-Erik Storeid, Paul Sporsheim og Bjørn Walseng, NINA, Boks 1037 Blindern, N-0315 Oslo.

Abstract

Halvorsen, G., Storeid, S.-E., Sporsheim, P. & Walseng, B. 1994. Biological studies in 25 kettle lakes in the Gardermoen area, South-eastern Norway. - NINA Forskningsrapport 57: 1-42.

Water quality, zooplankton (Crustacea), littoral crustaceans and bottom fauna were studied in 25 kettle lakes near the Gardermoen Airport, in order to assess the present conditions in the lakes and for future evaluation of potential impacts by the forthcoming construction of a large new airport in a highly valuable natural area. Water quality and bottom fauna were also studied at 6 stations in the groundwaterfed rivulets Songna and Vikka, and also in the main river, Leira. Most of the stations were sampled twice, in June/July and September 1993.

The pH of the kettle lakes varied between 4.38 (Stormosan) and 7.97 (Transjøen). The specific conductivity varied between 0.73 mS m⁻¹ in Fugletjernet and 36.8 mS m⁻¹ in Mjøntjern.

Altogether 62 species of crustaceans were found, among them 43 species of cladocerans and 19 species of copepods. Of these *Oxyurella tenuicaudis*, *Ceriodaphnia megops*, *C. reticulata*, *Camptocercus lilljeborgii* and *Ectocyclops phaleratus* are rare in Norway. The number of species per locality varied between 10 and 36, with a mean of 23.4. Altogether 20 planktonic species were found, with a mean number of species per locality of 7.6, i.e. 4.8 species of cladocerans and 2.8 species of copepods. The population density of the plankton varied between 10 000 and 700 000 ind.m⁻³, while the density in the littoralzone varied between 2 000 and more than 1 mill. ind.m⁻³. There were no correlation between population density of these crustaceans, and pH, specific conductivity, trophic status or occurrence of fish, but the occurrence of individual species were correlated with trophic status and fish.

22 different taxa of bottom animals occurred in these kettle lakes, varying between 8 and 15 per locality. Oligochaetes and chironomids were dominating. The occurrence of some of the groups and species were correlated with waterquality, and f.ex. *Anodonta piscinalis*, snails, *Gammarus lacustris*, and *Asellus aquaticus* were found only in localities with the highest pH and Ca-content. The population density of benthos varied between 5 000 og 55 000 ind.m⁻². The oligochaetes were represented by 31 taxa, including 19 species. Lakes Hersjøen and Dagsjøen had the highest diversity, with 13 oligochaet taxa. Some of the species are rare, and *Aulodrilus pigueti* are new to Norway. There are no correlation between the oligochaetes and type of lake.

Biologically there are great similarities between lakes of hydrological types 3 (groundwaterfed lakes without surface outlet) and 4 (groundwaterfed lakes with surface outlet), differing largely from lakes of type 1 (seepage lakes). Localities of type 2 (seepage lakes with surface inlet) seems to be of an intermediate position.

In Songna, Vikka and Leira 10 different taxa were observed, with oligochaetes and chironomids as the dominating groups. The main river Leira had the highest density with 47 000 ind.m⁻², mainly chironomids. Ten taxa of oligochaetes were found here including 6 species.

Key words: Air port - Environmental impact - Gardermoen - Akershus county - Limnology - Plankton - Benthos - Crustacean

Gunnar Halvorsen, Svein-Erik Storeid, Paul Sporsheim og Bjørn Walseng, NINA, P.O.Box 1037 Blindern, N-0315 Oslo, Norway.

Forord

Foreliggende utredning er gjort på oppdrag fra Oslo hovedflyplass A/S (OHAS), og er et ledd i å kartlegge og dokumentere de naturfaglige verdiene knyttet til Gardermo-området. Undersøkelsene skal danne grunnlag for å etablere et program for overvåking av eventuelle endringer i innsjøer nær den framtidige flyplassen.

Vi vil spesielt takke prosjektleder Astri Svenkerud i OHAS for hyggelig og inspirerende samarbeid. Forsker Lars Erikstad i NINA har også vært til uvurderlig hjelp under alle faser av arbeidet.

Oslo, april 1994

Gunnar Halvorsen
(Prosjektleder)

Innhold

	Side
Referat	3
Abstract	4
Forord	5
1 Innledning	7
2 Beliggenhet	9
3 Materiale og metoder	11
3.1 Vannprøver	11
3.2 Bunndyr	11
3.3 Plankton og litorale krepsdyr	11
4 Lokalitetsbeskrivelse	12
5 Resultater og diskusjon	14
5.1 Vannkjemi.....	14
5.1.1 pH	14
5.1.2 Ledningsevne.....	14
5.2 Krepsdyr	14
5.2.1 Registrerte arter	14
5.2.2 Antall arter	15
5.2.3 Planktoniske krepsdyr	18
5.2.4 Litorale krepsdyr	24
5.3 Bunndyr	28
5.3.1 Grytehullsjøene	28
5.3.2 Sogna, Vikka og Leira	31
6 Sammenfattende diskusjon	36
6.1 Faunamessig likhet.....	36
6.1.1 Type 1	38
6.1.2 Type 3 og 4	38
7 Litteratur	40

Vedlegg

1 Innledning

Den nye hovedflyplassen på Gardermoen vil berøre et område med store naturfaglige verdier (Erikstad & Halvorsen 1992), og i særlig grad gjelder dette de mange grytehullsjøene i området. Konsekvensene ved bygging av flyplassen og tilliggende tilbringersystem er vurdert i henholdsvis Thomassen (1992a) og Thomassen (1992b). Erikstad & Halvorsen (1992) har foretatt en mer detaljert gjennomgang av områder med høy verneverdi og har kommet med forslag til verneområder. Foreliggende utredning er basert på et notat av Eilertsen et al. (1993) og omfatter resultatene av bunndyr- og krepsdyrundersøkelsene i 1993.

Gardermo-området er særlig kjent for sine mange og varierte grytehullsjøer, totalt 28 sjøer (Hongve & Løvstad 1991). I forbindelse med den Internasjonale Hydrologiske Dekade (IHD), som varte fra 1965 til 1974, ble det gjennomført limnologiske undersøkelser i 15 av disse (**tabell 1**). Sentrale problemstillinger var knyttet til de varierende grunnvannsforholdene og hvordan dette påvirket de fysisk-kjemiske og biologiske prosesser i vannene. Fra samtlige lokaliteter foreligger det et omfattende materiale med hensyn til fysisk-kjemiske forhold. I tillegg er primærproduksjonen målt i nær halvparten av lokalitetene sammen med en analyse av planteplanktonet. Dyreplanktonet er relativt overfladisk beskrevet i enkelte sjøer, mens krepsdyrfaunaen inne i

strandsonen kun er undersøkt i Bonntjern og Svenskestutjern. Bunndyrfaunaen er kun undersøkt i Nordbytjern (Hongve 1972), mens den bare sporadisk er kommentert i de øvrige lokalitetene. Ut over de foran nevnte undersøkelsene foreligger det lite materiale fra området. Enkelte registreringer er gjort i forbindelse med undersøkelser innen bestemte dyregrupper (Økland 1979, 1990, Økland & Kuiper 1990, Økland & Økland 1993). Fra forundersøkelsene foreligger det dessuten enkelte litorale krepsdyrprøver fra noen få av lokalitetene (Halvorsen upubl.).

Hongve & Løvstad (1991) har gitt en beskrivelse og kort presentasjon av de aktuelle lokalitetene, med blant annet en oversikt over planteplanktonsamfunnet i samtlige lokaliteter. På grunnlag av denne og tidligere undersøkelser ble lokalitetene rangert i fire grupper etter verneverdi (Hongve 1992);

- i) lokaliteter som er enestående i internasjonal sammenheng (17 lokaliteter)
- ii) lokaliteter som er enestående eller meget sjeldne i nasjonal sammenheng (7 lokaliteter)
- iii) lokaliteter det er viktig å ta vare på for helhetens skyld (3 lokaliteter)
- iv) øvrige lokaliteter (en lokalitet)

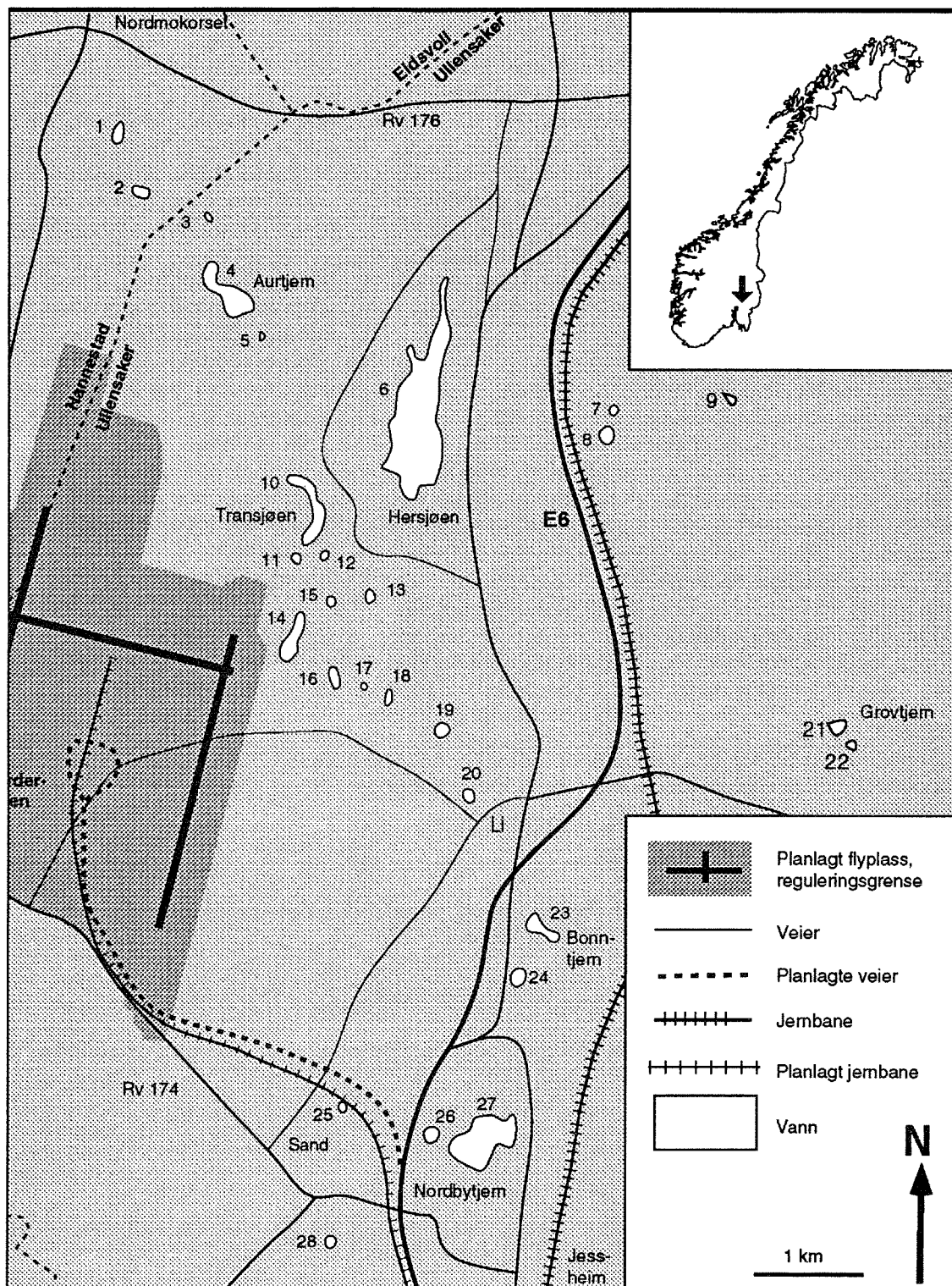
En oversiktskartlegging av vannkjemi og planteplankton i samtlige lokaliteter ble gjennomført i 1993 parallelt med denne undersøkelsen (Brettum 1994).

Tabell 1

Oversikt over upubliserte hovedfagsoppgaver i limnologi, med angivelse av hvilke temaer som er behandlet.

List of unpublished thesis in limnology i.e. studies from the Gardermoen area, with indication of the main topics of the thesis.

Lok. nr.	Navn	Vann-kjemi	Makro-veget.	Prim. prod.	Fyto-plankt.	Zoo-plankt.	Litor. kreps	Bunn-dyr	Kilde
Loc. no.	Name	Water chem.	Macro-phytes	Prim. prod.	Phyto-plankt.	Zoo-plankt.	Littor. crustac.	Benthic inverteb.	Source
4	Aursjøen	xxx	x	x	x	x			Abrahamsen, 1970, Nesgård, 1974
6	Hersjøen	xxx							Frivold, 1963
7	Nordkulpen	xxx	x			x			Mygland, 1970
8	Sandtjern	xxx	x			x			Mygland, 1970
10	Transjøen	xxx	x	x	x				Bremmang, 1972, Kloster, 1974
11	Vesletjern	xxx	x	x	x				Bremmang, 1972, Kloster, 1974
12	Mjøntjern	xxx	x	x	x				Bremmang, 1972, Kloster, 1974
17	Vesle Bakketjern	xxx			xx				Løvhøiden, 1985
18	Stormosan	xxx			xx				Løvhøiden, 1985
19	Dagsjøen	xxx	xx	x	x				Lande, 1969, Boman, 1975
20	Vilbergstjer	xxx	xx	x	x				Lande, 1969, Boman, 1975
23	Bonntjern	xxx	x	x		x	x		Halvorsen, 1974
24	Svenskestutjern	xxx	x	x		x	x		Halvorsen, 1974
26	Svarttjern	xxx				x			Eggereide, 1978
27	Nordbytjern	xxx				x		xx	Hongve, 1972



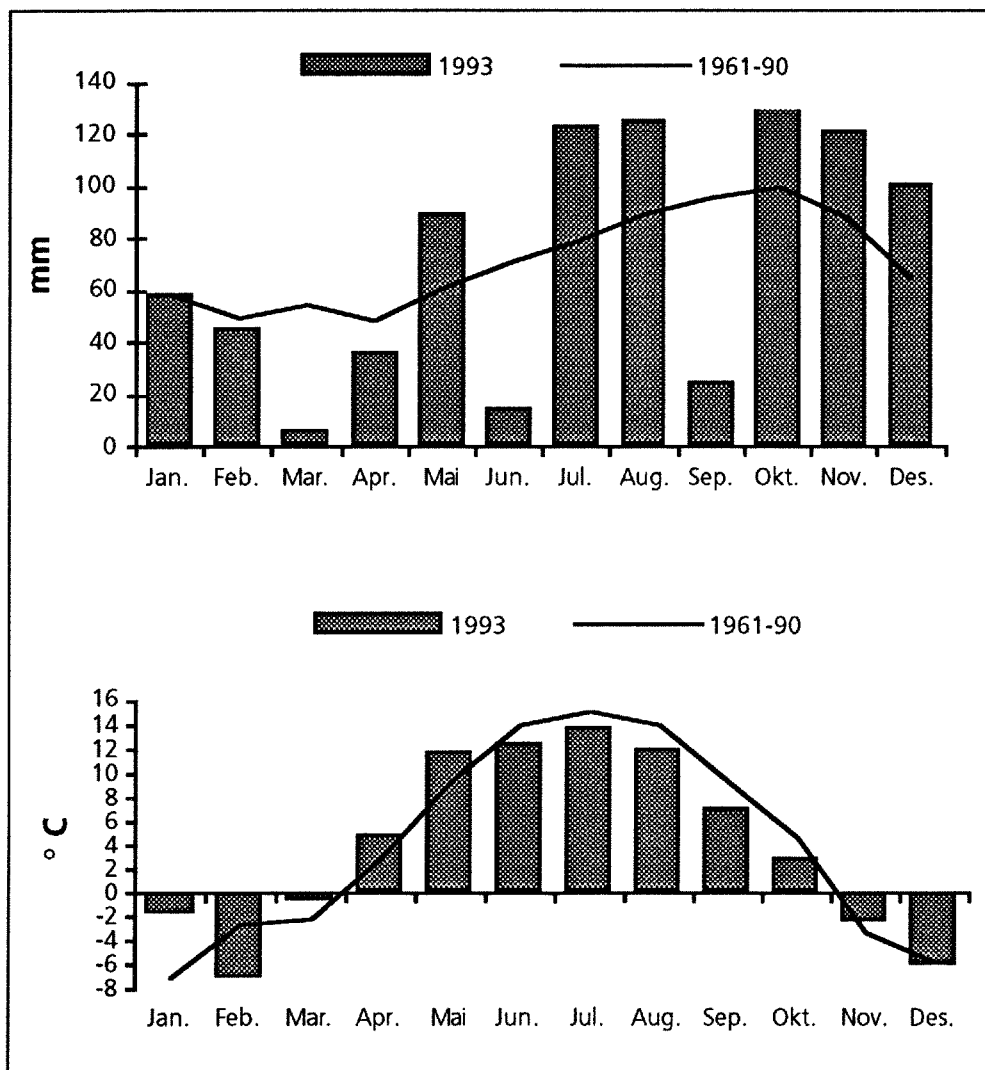
2 Beliggenhet

Undersøkelsesområdet ligger i Nannestad kommune, Akershus fylke, 150-200 m o.h. (**figur 1**), og er dekket av kartbladene Ullensaker og Nannestad 1915 II og III (M 711-serien). Gardermoen flyplass ligger sørvest for de aktuelle lokalitetene. En kort presentasjon av området er også gitt i Erikstad & Halvorsen (1992).

Området ligger øst for Oslo-feltet og berggrunnen består hovedsakelig av ulike former for prekambriske gneiser (grunnfjellsbergarter). Berggrunnen er imidlertid dekket av betydelige kvartære avsetninger knyttet til isens tilbaketrekning mot slutten av siste istid. Gardermosletta er overflaten av Norges stør-

ste breranddelta avsatt for ca. 9 500 år siden, under en midlertidig stans i tilbaketrekningen. 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 iskontakt-skråningen, og i dag framstår disse enten som myr eller som tjern eller vann.

Områdene sør for deltaet består av marin leire som er tildels sterkt erodert, og det er utviklet et karakteristisk ravinelandskap. Songna og Vikka er her to sentrale sidevassdrag til Leira som har sitt utspring i Hadelandsåsene i nord.



Figur 2

Månedsnedbør og månedsmiddeltemperatur på Gardermoen i 1993 sammenlignet med middelverdiene for periode 1961-90 (Kilde: Norsk meteorologisk institutt).

Monthly precipitation and mean monthly temperatures in 1993 at Gardermoen compared to the 30-years (1961-90) normals for the same station.

Vegetasjonen på Gardermosletta er hovedsakelig fattig og triviell i kontrast til den rikere vegetasjonen nede i ravinelandskapet og dødisgropene (Thomassen 1992a). Selve Gardermosletta domineres av ulike typer blåbærgranskog og bærlyng-barblandingsskog. Flyvesandavsetningene har en interessant barskogsutforming. Marksjiktet er over store områder påvirket av militær aktivitet. I ravineområdene 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 gropene, mens mer næringsrike myrer dominerer der grunnvannsspeilet står høyt.

Gardermo-området har kontinentalt klima med relativt kalde vintre og varme somrer (**figur 2**). I gjennomsnitt avvek ikke 1993 mye fra normalen for perioden 1961-90, hverken når det gjelder temperatur eller nedbør. Det var imidlertid i perioder store variasjoner og avvik fra normalen. Vinteren, våren og forsommeren var f.eks. mild og tidvis nedbørfattig og isløsningen kom uvanlig tidlig. Resten av sommeren og høsten var derimot kald og nedbørrik.

3 Materiale og metoder

Materialet ble innsamlet i to perioder, henholdsvis 28. juni - 1. juli og 7.-17. september 1993.

3.1 Vannprøver

Det foreligger to vannprøver fra hver av lokalitetene, en fra juni/juli og en fra september, totalt 38 vannprøver. Disse ble fylt nær overflaten direkte på 1 l plastflasker, og er kun analysert med hensyn til pH og ledningsevne etter at prøvene hadde vært oppbevart på et mørkt kjølerom i en kort periode.

3.2 Bunndyr

Bunndyrmaterialet ble innsamlet med en rørhenter av Kajak type montert på stang. Denne hadde en indre diameter på 7,0 cm og representerer således et areal på ca. 38 cm². De øverste 10 cm av slammet ble vasket gjennom en sil med maskevidde 250 µm og deretter fiksert i 70 % alkohol. Hver enkelt prøve er holdt adskilt under den videre bearbeidelse. Eventuelle bunndyr ble deretter plukket og bestemt til dyregruppe under binokularlupe på laboratoriet. Av disse er kun fåbørstemarkene (Oligochaeta) artsbestemt ved hjelp av Brinkhurst (1971) og Brinkhurst & Jamieson (1971).

Prøvene i innsjøene er tatt inne i litoralsonen fra ca. 1 m til 3,5 m dyp, to prøver inne i vegetasjonsbeltet, to i ytterkant og to utenfor vegetasjonsbeltet. I det følgende er tettheten beregnet som gjennomsnittet for alle de seks prøvene. I Songna, Vikka og Leira er prøvene tatt med den samme type rørhenter, men her består hver prøve av ti enkeltprøver som er slått sammen til en. Hver prøve utgjør således et areal på ca. 380 cm². På hver stasjon er det innsamlet tre slike prøver. Tettheten er beregnet som gjennomsnittet av de tre prøvene. Disse er behandlet på samme måte som prøvene fra innsjøene.

Vi hadde store problemer med hensyn til innsamling av bunnprøvene fra strandsonen. Problemet var særlig stort i de innsjøene som er omgitt av flytetorv. Disse er brådype utenfor torvkanten og med unntak av enkelte mindre bestander av nøkkeroser er vannvegetasjonen oftest dårlig utviklet. Bunnsubstratet er dessuten meget løst og den benyttede type bunnhenter egnet seg dårlig til formålet. Den sank ofte inntil 1 m ned i sedimentet, og prøvene var i praksis bearbeidelsesmessig uhåndterbare innenfor de rammer som forelå både arbeidsmessig og økonomisk. Tilsvarende problemer var det også i mange av de andre innsjøene,

og det var nødvendig med en sterk redusert bearbeidelse. I juni ble det tatt prøver i de fleste lokaliteter, mens det i september ble tatt prøver i de lokalitetene som egnet seg best og som også sannsynligvis vil egne seg for en videre overvåkning av utviklingen under og etter utbyggingen av hovedflyplassen. Kun deler av materialet er bearbeidet (tabell 5).

3.3 Plankton og litorale krepsdyr

Planktonprøvene er tatt med en 14 l Schindlerhenter, to paralleler fra henholdsvis 0, 2, 4, 6, 8, 10 og 15 m dyp i de dypeste lokalitetene. I grunnere lokaliteter ble de samme intervallene brukt ned til største dyp. I tillegg til Schindlerprøvene ble det tatt to kvalitative prøver med planktonhåv fra største prøvedyp og opp til overflaten. Det er brukt planktonhåv med maskevidde 90 µm, diameter 30 cm og dybde 57 cm. Tettheten av dyr er beregnet som gjennomsnittet av de kvantitative Schindlerprøvene. Alt materiale er bearbeidet.

Litoralprøvene er tatt med henholdsvis Schindlerhenter, håvkast og stanghåv. Schindlerprøvene ble tatt over det substratet og i den vegetasjonen som var mest representativ for lokaliteten og det ble tatt to paralleler fra hver lokalitet. Prøvene med planktonhåv og stanghåv er tatt like over bunnen langs land, og i flest mulige habitater. Det er brukt samme planktonhåv som ved innsamlingen av kvalitative planktonprøver. Deler av materialet er ikke bearbeidet, men det foreligger bearbeidede data fra samtlige lokaliteter.

Det er bearbeidet tilsammen 288 planktonprøver (228 Schindlerprøver og 60 håvprøver) og 131 litorale prøver (50 Schindlerprøver og 81 håvprøver). Vannloppene (Cladocera) er bestemt ved hjelp av Smirnov (1971), Flössner (1972) og Herbst (1976), mens hoppekrepse (Copepoda) er bestemt ved hjelp av Sars (1903, 1918), Rylov (1948) og Kiefer (1973, 1978).

For å sammenligne krepsdyrsamfunnene 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, og 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.

4 Lokalitetsbeskrivelse

Tabell 2 gir en oversikt over noen karakteristiske data fra tilsammen 25 innsjølokaliteter og 6 elvestasjoner. Innsjøenes beliggenheten er vist i **figur 1**.

Grytehullsjøene på Romerikssletta er kort karakterisert i Hongve & Løvstad (1991). De fordeler seg fra 150 m o.h. og opp til 200 m o.h., med Hersjøen og Sørnotjern som henholdsvis den lavestliggende og høyestliggende lokalitet. De varierer i størrelse fra 0,1 haa (Majorsetertjern) til 64 haa (Hersjøen) (**tabell 2**). Kun tre av lokalitetene er større enn 5 haa. I dybde varierer de 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 meromiktiske. Av disse er Grovtjern den grunneste på kun 7,0 m.

Deres fysisk-kjemiske karakteristikk er bestemt av hvorvidt de kommuniserer med grunnvannet eller ikke og om hvorvidt de har tilløp og avløp. Hongve & Løvstad (1991) har klassifisert innsjøene i 4 hydrologiske typer, hvorav 11 mangler kontakt med grunnvannet (hydrologisk type 1 og 2) og 17 har kontakt (hydrologisk type 3 og 4). Disse fire typene er klart forskjellige i fysisk-kjemisk sammenheng. Innen type 1 varierte pH fra 4,4 i Flatnertjern til 6,3 i Sofrutjern, mens den innenfor type 4 alltid var høyere enn 7,0. Innenfor type 3 varierte pH mellom 5,5 og 7,3. Kun Nordkulpen og Sandtjern tilhører type 2 og i disse var pH henholdsvis 5,8 og

5,5. Ledningsevnen viste tilsvarende variasjoner fra de generelt nærings- og elektrolyttfattige innsjøene i type 1 til de mer nærings- og elektrolyttrike lokalitetene i type 4. Med unntak av Sofrutjern hadde type 1-innsjøene ledningsevne mellom 1,0 og 2,0 mS m⁻¹, mens de fleste type 4-innsjøene hadde ledningsevne over 20,0 mS m⁻¹. Variasjonen i kalsiuminnholdet var tilsvarende stor, fra 0,5 til 55,3 mg l⁻¹ Ca. Lavest konsentrasjon hadde lokalitetene innen type 1, mens type 4 hadde høyest. 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). Sterkest humuspåvirkning hadde Vesle Bakketjern.

Brettum (1994) har ut fra vannkjemiske forhold og planteplanktonets artssammensetning og mengde klassifisert de enkelte lokaliteters produksjonsmessige 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 samtlige lokaliteter 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.

Tabell 2

Oversikt over grytehullsjøene på Romeriksletta med enkelte sentrale data.

The kettle lakes in the Gardermoen Area with some key parameters.

Nr. Navn	UTM-koordinat	Areal* Dyp*	Plante-plankt**	Farge**	Ledn. evne	pH	Hydrol. type*	Verne verdi*	Fiske-samfunn*	Trofigrad**
Loc. Name no.	UTM-coordinate	Area* Depth*	Phyto-plankt**	Colour**	Specific conduct.	pH	Hydrol. type*	Conserv. value*	Fish community*	Trophical status**
	32V PM	haa m	mm3/m3	mg/l Pt	mS/m					
1 Sørmotjern	165 807	1,6 5,0	425	15	1,35	4,73	1	1		oligotrof
2 Flatnertjern	166 803	1,0 5,0	228	7	1,16	4,80	1	1		(ultra)oligotrof
3 Fugletjern	174 800	0,6 1,5	3426	26	0,73	5,73	1	1		eutrof
4 Aurtjern	176 792	12,4 16,5	1606	8	2,47	6,73	3 / M	2	GjMoAb	mesotrof
5 Vollsnesputten	179 788	0,8 4,0	5300	45	1,57	6,31	3	1	Ka	(poly)eutrof
6 Hersjøen	195 783	64,0 16,5	600	6	19,7-22,0	7,69-7,83	4	2	ØrGjMoAb	oligo(meso)trof
7 Nordkulpen	214 782	0,5 3,0	18000	140	3,14	5,65	2	1	(Gj)MoAb	hypereutrof
8 Sandtjern	213 778	1,5 7,0	2010	155	4,01	5,85	2	2	GjMoAb	mesotrof
9 Majorsetertjern**	224 783	0,1 6,5	150	107	2,6-2,7	5,8-5,9	3	1		ultraoligotrof
10 Transjøen	183 775	9,3 22,0	200	5	25,60	7,97	4 / M	1	GjMoAb	(ultra)oligotrof
11 Vesletjern	183 766	0,8 4,0	1327	6	24,2-28,5	7,60-7,61	4	2	GjMoAb	mesotrof
12 Mjøntjern	186 767	0,6 8,5	463	8	25,6-29,0	7,66-7,70	4	1	GjMoAb	oligotrof
13 Katt-tjern	191 763	1,3 13,5	564	14	1,19-1,36	5,39-5,67	1	3	ØrKa	oligotrof
14 Danielsetertjern	183 762	4,8 5,5	3500	13	17,5-19,2	7,29	3	2	GjMoAb	eutrof
15 Skråtjern	187 763	0,9 11,5	2340	19	6,29-7,61	7,01-7,06	3 / M	1	AbKa	mesotrof
16 Bakketjern	197 755	2,4 14,8	4590	32	4,14-4,63	6,72-6,90	3 / M	2	MoAb	eutrof
17 Vesle Bakketjern	190 754	0,3 9,5	21000	165	3,58	5,52	1 / M	2		hypereutrof
18 Stormåsan	193 753	0,9 5,5	5900	57	1,81-1,89	4,35-4,38	1	1		polyeutrof
19 Dagsjøen	198 750	2,0 7,0	971	6	21,5-24,9	7,85-7,92	4	4		oligomesotrof
20 Vilbergstjern	201 744	2,4 17,0	4200	6	1,22-1,32	5,64-5,86	1 / M	3	Ka	eutrof
21 Grovtjern	235 750	1,7 7,0	1937	130	4,19	6,42	3 / M	1	GjMoAb	mesotrof
22 Sofrutjern**	237 749	1,0 3,0	10500	104	0,90-1,50	6,0-6,2	1	1	(Gj)MoAb	poly(hyper)eutrof
23 Bonntjern	207 731	4,6 9,0	7437	13	5,29-5,77	6,73-6,89	3	1	MoAb	polyeutrof
24 Svenskestutjern	205 726	2,2 17,0	677	5	1,57-1,79	5,07-5,22	1	1	MoAb	oligotrof
25 Skånetjern**	189 713	1,1 5,5	16000	33	6,80-6,90	7,60-9,30	3	1		hypereutrof
26 Svarttjern	198 711	2,2 10,5	357	5	17,9-21,0	7,44-7,58	3	1	GjMoAb	oligotrof
27 Nordbytjern	202 710	26,4 23,5	1129	7	25,3-27,9	7,36-7,37	4 / M	1	GjMoAb	oligomesotrof
28 Ljøgodttjern	188 700	2,4 16,0	909	12	11,00	7,02	3 / M	3	GjMoAb	oligomesotrof
Vikka I	146 723				24,3-27,2	7,82-7,91				
Vikka II	153 723				27,10	7,81				
Songna I	133 748				28,7-33,0	7,80-7,82				
Songna II	145 726				31,5-36,8	6,90-7,20				
Songna III	143 717				28,10	7,46				
Leira I	142 718				10,00	6,29				

* Fra Hongve & Løvstad (1991)

** Fra Brettum (1994)

Hydrologisk type (Hydrological type):

- 1) Innsjøer uten grunnvannsinntilførsel og uten overflatetilførsel. Lakes without contact with the groundwater, and without surface inlet.
- 2) Innsjøer uten direkte grunnvannsinntilførsel, men med overflatetilførsel. Lakes without contact with the groundwater, with surface inlet.
- 3) Innsjøer som kommuniserer direkte med grunnvannet. Uten overflatetilførsel og -avløp. Lakes that communicate with the groundwater, without surface inlet or outlet.
- 4) Innsjøer med direkte grunnvannstilførsel og avløp til vassdrag. Lakes with groundwater input, with surface outlet.

Fisk (Fish):

Ab-abor (Perch), Gj-gjedde (Pike), Ka-karuss (Crucian carp), Mo-mort (Roach), Ør-ørret (Brown trout)

Verneverdi (Conservation value):

- 1) Lokalteter av typer som er enestående i internasjonal sammenheng. Lakes of unique international limnological interests.
- 2) Lokaltetstyper som er enestående eller meget sjeldne i nasjonal sammenheng. Localities which in national context are unique or very rare.
- 3) Lokalteter som er viktige for at helheten i gruppen skal ivaretas. Localities which are important in order to show the totality of the kettle lakes.
- 4) Øvrige lokaliteter. Other localities.

5 Resultater og diskusjon

5.1 Vannkjemi

Det foreligger kun vannprøver fra overflaten, og de er kun analysert med hensyn til pH og ledningsevne (**tabell 2**).

5.1.1 pH

Stormosan hadde lavest pH, pH 4,38, mens Transjøen hadde høyest, pH 7,97. Blant de øvrige lokalitetene er det kun Sørmotjern og Flatnertjern som hadde pH under 5. Grunnvannet har klar innflytelse på pH. Lokaltiteter uten kontakt med grunnvannet hadde lavest pH (hydrologisk type 1 og 2), mens de med direkte grunnvannstilførsel og avløp til vassdrag (type 4) hadde høyest pH (**figur 3**). Gjennomsnittlig pH var henholdsvis 5,2 i type 1 og 7,7 i type 4. Dette er i godt samsvar med resultatene til Brettum (1994), selv om hans resultater ligger noe høyere enn både våre og de til Hongve & Løvstad (1991). Vikka og Songna ligger nær grunnvannsutløpet i ravinene og indikerer hvilke pH grunnvannet har, omkring pH 7,9.

5.1.2 Ledningsevne

Ledningsevnen varierte fra 0,73 mS m⁻¹ i Fugletjernet i juni til 36,8 mS m⁻¹ i Mjøntjern i september. Lokaltitetene uten kontakt med grunnvannet (type 1) hadde lavest ledningsevne med et gjennomsnitt på 1,7 mS m⁻¹ (**figur 4**). Alle de høyeste ledningsevnene ble re-

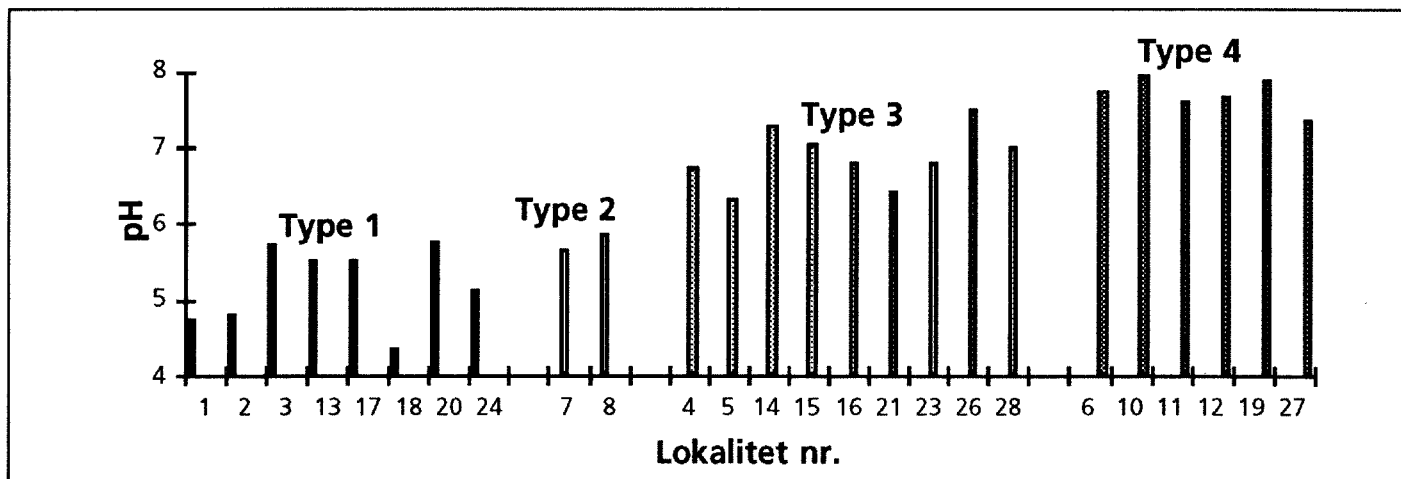
gistrert innen type 4, det vil si lokaliteter med direkte grunnvannstilførsel og avløp til vassdrag. Her var gjennomsnittlig ledningsevne 25,0 mS m⁻¹. Det er god overensstemmelse mellom våre data og resultatene til Brettum (1994), mens de for enkelte lokaliteter avviker noe fra resultatene hos Hongve & Løvstad (1991). Grunnvannets ionesammensetning går delvis fram av resultatene i Vikka og Songna.

5.2 Krepsdyr

5.2.1 Registrerte arter

Området er rikt på arter. Det er tilsammen påvist 62 arter, 43 arter vannlopper og 19 arter hoppekreps (**tabell 3** og **4**), som tilsvarer ca. halvparten av de norske artene. Til sammenligning ble det i mer enn 100 lokaliteter i Nordmarka registrert 55 arter (Jørgensen 1972). I Dokkadeltaet, som ble studert i en fire-års periode fra 1987 til 1990, ble det funnet 78 arter (Halvorsen upubl.).

Enkelte av artene er tidligere kun funnet en eller noen få ganger i Norge. Dette gjelder bl.a. *Oxyurella tenuicaudis* som for første gang ble beskrevet av Sars i 1861 (Sars 1993) fra et par små dammer ved Oslo. Den ble opprinnelig beskrevet som en art innen slekten *Alona*, som den har mange fellestrekk med. Den er senere ikke registrert i Norge før den igjen ble funnet i fire lokaliteter i Gardermo-området. I følge Sars er den begrenset til små dammer, men forekomsten i bl.a. Hersjøen viser at den også har tilhold i større vann, noe som er i overensstemmelse med Flössner (1972). *O. tenuicaudis* forekommer både i den holarktiske og



Figur 3
pH i de enkelte lokaliteter angitt som middelerdien for de to målingene i juni/juli og september 1993.
pH in the localities given as the mean of the readings from June/July, and September 1993.

den etiopiske dyregeografiske region og er i Kaukasus funnet opp til 1920 m o.h. Den er oftest funnet i tilknytning til plante-stengler og synes å unngå direkte kontakt med bunnsedimentet. Den er relativt tolerant overfor høye saltkonsentrasjoner og er funnet i lokaliteter med salinitet opp til 6 ‰ (Flössner 1972).

Etter at *Ceriodaphnia megops* ble beskrevet for første gang av Sars (1891) fra Bogstadvannet, er den senere i Norge kun funnet i Sævsjøen i Kynnavassdraget (Sandlund & Halvorsen 1980), i Dokkedeltaet (Halvorsen upubl.) og i Østfold (Walseng upubl.). Den er relativt vanlig i mellom-Europa og er vanligst i små dammer, men fins også i litoralsonen i større sjøer (Prószyńska 1962). Den er dessuten vanlig i temporære dammer (Mahoney et al. 1987). På Romerike ble den funnet i tilsammen seks tjern, ofte i stort antall. *C. megops* er den største av de norske *Ceriodaphnia*-artene.

Ceriodaphnia reticulata skiller seg lett ut fra de øvrige *Ceriodaphnia*-artene ved kraftige pigger midt på furcakloen. Den er tidligere kun funnet i Kynnavassdraget (Sandlund & Halvorsen 1980), i Nakkedalen nær Tromsø (Walseng & Halvorsen 1993) og i flere lokaliteter i Østfold (Walseng upubl.). Den blir som *C. megops* ofte funnet i store tettheter når den først er tilstede. Den er i følge Sars (1993) vanlig rundt Oslo der den oftest ble funnet i små dammer med klart vann. Den ble derfor sjeldent funnet sammen med f.eks. *C. quadrangula*. Dette var ikke tilfelle på Romerike der de forekom sammen i tre lokaliteter.

Noen få individer av *Camptocercus lilljeborgi* er tidligere funnet av

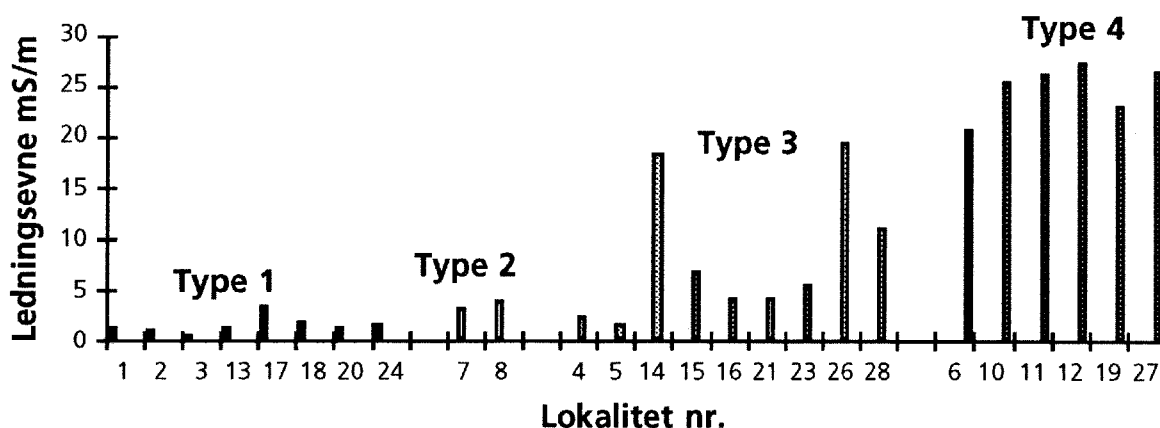
Sars (1889) i en stille lone av Tista ved Halden. Det er senere ikke publisert funn av arten fra Norge, men i et foreløpig upublisert materiale fra Mosse- og Haldenvassdraget er den funnet i flere lokaliteter (Walseng upubl.). I følge Flössner (1972) er den en vestpalearktisk art som fins i mindre vannforekomster. Den fins bare unntaksvis i Nord-Italia og er observert nord til Midt-Sverige og Syd-Finland. I vest stopper utbredelse ved Ural. Den synes å unngå sure og kalkfattige lokaliteter. I Gardermo-området ble det kun funnet voksne hunner.

Hoppekrepsarten *Ectocyclops phaleratus* ble første gang funnet i dammer med stagnerende vann nær Oslo, der overflaten ofte var dekket med andemat (Sars 1918). Senere er den kun funnet i noen få lokaliteter i Nordmarka (Jørgensen 1972) før den igjen dukker opp på Romerike. Den er en typisk bunnform som oppholder seg nær bunnsubstratet hvor den forflytter seg med raske bevegelser. Den har en vid utbredelse og fins i hele Europa samt i Nord-Amerika og Australia.

5.2.2 Antall arter

Antall arter varierte fra 10 i Nordkulpen og Stormåsan til 36 i både Hersjøen og Nordbytjern, med et gjennomsnitt på 23,4 arter pr lokalitet (figur 5). Dette er 11 arter mer enn gjennomsnittet for resten av landet (12,3).

Vannloppene dominerte med et gjennomsnitt på 16,7 arter pr lokalitet, mens gjennomsnittet for hoppekrepsene var 6,7.



Figur 4

Ledningsevnen (mS m^{-1}) i de enkelte lokaliteter angitt som middelerdien for de to målingene i juni/juli og september 1993. The specific conductivity (mS m^{-1}) in the localities given as the mean of the readings from June/July, and September 1993.

Tabell 3

Utbredelsen av vannlopper i dammer og vann på Gardemoen.

Distribution of cladocerans in the kettle lakes of the Gardermoen area.

Lok. nr.	1	2	3	13	17	18	20	24	7	8	4
Hydrol. type	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	x	x		x			x	x			x
Sida crystallina (O.F.M.)				x	x	x	x			x	x
Holopedium gibberum Zaddach	x	x		x			x	x	x		
Ceriodaphnia pulchella Sars									x	x	x
Ceriodaphnia megops Sars										x	x
Ceriodaphnia reticulata (Jur.)											
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)			x	x	x	x		x		x	
Daphnia cristata Sars											x
Daphnia cucullata Sars											
Daphnia galeata Sars											
Daphnia longispina (O.F.M.)								x			
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x			x	x	x	x			x	x
Simocephalus serrulatus (Koch)								x			
Simocephalus vetula (O.F.M.)	x	x	x	x	x		x			x	
Bosmina longirostris (O.F.M.)				x				x		x	x
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x			x	x	x	x	x
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)	x										
Lathonura rectirostris (O.F.M.)										x	
Ophryoxus gracilis Sars											x
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)			x	x	x			x			
Acroperus harpae (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x			x
Alona affinis (Leydig)	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Alona costata Sars											
Alona guttata Sars	x	x	x	x	x		x	x	x		x
Alona quadrangularis (O.F.M.)											
Alona rectangula Sars							x				
Alonella excisa (Fischer)	x		x			x	x	x			
Alonella exigua (Fischer)		x								x	x
Alonella nana (Baird)		x	x	x			x	x	x	x	x
Anchistropus emarginatus Sars											
Camptocercus lilljeborgi Schoedler								x			
Camptocercus rectirostris Schoedler											
Chydorus gibbus Lilljeborg										x	
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x			x	
Eurycerus lamellatus (A.F.M.)											
Graptoleberis testudinaria (Fischer)	x	x	x	x	x		x	x		x	x
Oxyurella tenuicaudis (Sars)											
Pleuroxus aduncus (jurine)											
Pleuroxus trigonellus (O.F.M.)											
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)				x	x	x	x	x	x	x	x
Pseudochydorus globosus (Baird)										x	
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x			x	x	x		x			x
Leptodora kindti (Focke)											x
Σ vannlopper/Cladocera	13	11	11	17	12	9	15	17	7	16	19
Σ krepsdyr/Crustacea	17	16	16	24	14	10	21	24	10	22	30

17

Tabell 4

Utbredelsen av hoppekreps i dammer og vann på Gardermoen.

Distribution of copepods in the kettle lakes of the Gardermoen area.

Lok. nr.	1	2	3	13	17	18	20	24	7	8	4
Hydrol. type	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3
Calanoida											
<i>Acanthodiaptomus denticornis</i> (Wierz.)	x	x	x	x	x	x	x	x			
<i>Eudiaptomus gracilis</i> Sars											x
<i>Hetercope appendiculata</i> Sars							x			x	x
<i>Hetercope saliens</i> (Lillj.)		x	x								
Cyclopoida											
<i>Macrocyclops albidus</i> (Jur.)	x	x	x	x			x	x		x	x
<i>Macrocyclops fuscus</i> (Jur.)				x				x			
<i>Eucyclops denticulatus</i> (A. Graet.)		x					x	x			x
<i>Eucyclops macrurides</i> (Lillj.)											x
<i>Eucyclops macrurus</i> (Sars)							x	x			x
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fisch.)			x	x	x			x		x	x
<i>Eucyclops speratus</i> (Lillj.)											
<i>Paracyclops affinis</i> Sars							x				
<i>Ectocyclops phaleratus</i> (Koch)				x							
<i>Cyclops scutifer</i> Sars	x			x			x	x		x	x
<i>Megacyclops gigas</i> (Claus)			x							x	
<i>Megacyclops viridis</i> (Jur.)											x
<i>Acanthocyclops robustus</i> Sars					x	x			x		
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)	x	x	x	x							x
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars)									x	x	
Σ hoppekreps/Copepoda	4	5	5	7	2	1	6	7	3	6	10
Σ krepssdyr/Crustacea	17	16	16	30	20	36	10	22	31	23	25

Sammenlignet med Dokkadeltaet, der krepssdyrfaunaen er fulgt gjennom fire år (Halvorsen upubl.), var andelen vannlopper noe større i Gardermo-området. Forholdet mellom vannlopper og hoppekreps var henholdsvis 2:1 og 2,5:1. Antall arter hoppekreps er imidlertid sannsynligvis noe høyere i Gardermo-området enn påvist da det ofte var dominans av nauplier og små copepoditter. Disse er i de fleste tilfeller ikke artsbestemt. Erfaringene fra Dokkadeltaet viser at undersøkelser gjennom hele året gir flere arter hoppekreps.

5.2.3 Planktoniske krepssdyr

I følge Pennak (1957) er planktonsamfunnet i gjennomsnitt sammensatt av henholdsvis tre arter hoppekreps og fem arter vannlopper. Gjennomsnittet for lokalitetene i Gardermo-området er derfor omtrent som forventet, med 2,8 arter hoppekreps og 4,8 arter vannlopper (figur 6).

Det ble registrert 13 arter planktoniske vannlopper og 7 arter hoppekreps, hvorav fire arter calanoider og tre arter cyclopoider (vedlegg 1). Artslisten inkluderer både arter som er vanlige i sure områder og arter som vanligvis er knyttet til næringsrike lokaliteter på Østlandet. Hoppekrepsene dominerer planktonsamfunnene i flest vann, men klar dominans av vannlopper forekommer også. Vannloppenes og hoppekrepsenes vertikale fordeling er vist for noen sentrale vann i figur 7, mens de øvrige vannene er presentert i vedlegg 2.

Tettheten varierte mye fra mindre enn 10 000 ind.m⁻³ til mer enn 700 000 ind.m⁻³. I Sørmoetjern, Danielsetertjern og Svenskestutjern var tettheten større enn 200 000 ind.m⁻³ både i juni og september (figur 8). Størst tetthet hadde Sørmoetjernet i september, med dominans av cyclopoide nauplier og *Bosmina longispina*. Danielsetertjern hadde størst tetthet i juni, mens Svenskestutjern hadde like stor tetthet både i juni og september, ca. 300 000 ind.m⁻³. Tettheten synes ikke å ha sammenheng

5	14	15	16	17	18	19	2	21	23	24	26	27	28
3	3	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
	x		x			x		x	x	x	x	x	x
	x	x					x		x		x	x	
x	x	x	x			x	x	x		x	x	x	x
x	x	x				x		x		x	x		x
	x	x	x				x			x			
	x		x			x	x	x		x	x	x	x
x		x		x		x		x		x	x		x
	x								x			x	
			x				x	x			x	x	x
				x		x	x		x	x	x	x	x
x	x	x	x		x	x		x	x			x	x
x	x	x	x			x						x	
5	9	7	8	2	1	9	6	10	5	7	8	10	9
24	34	25	27	14	10	26	21	24	16	24	32	36	27

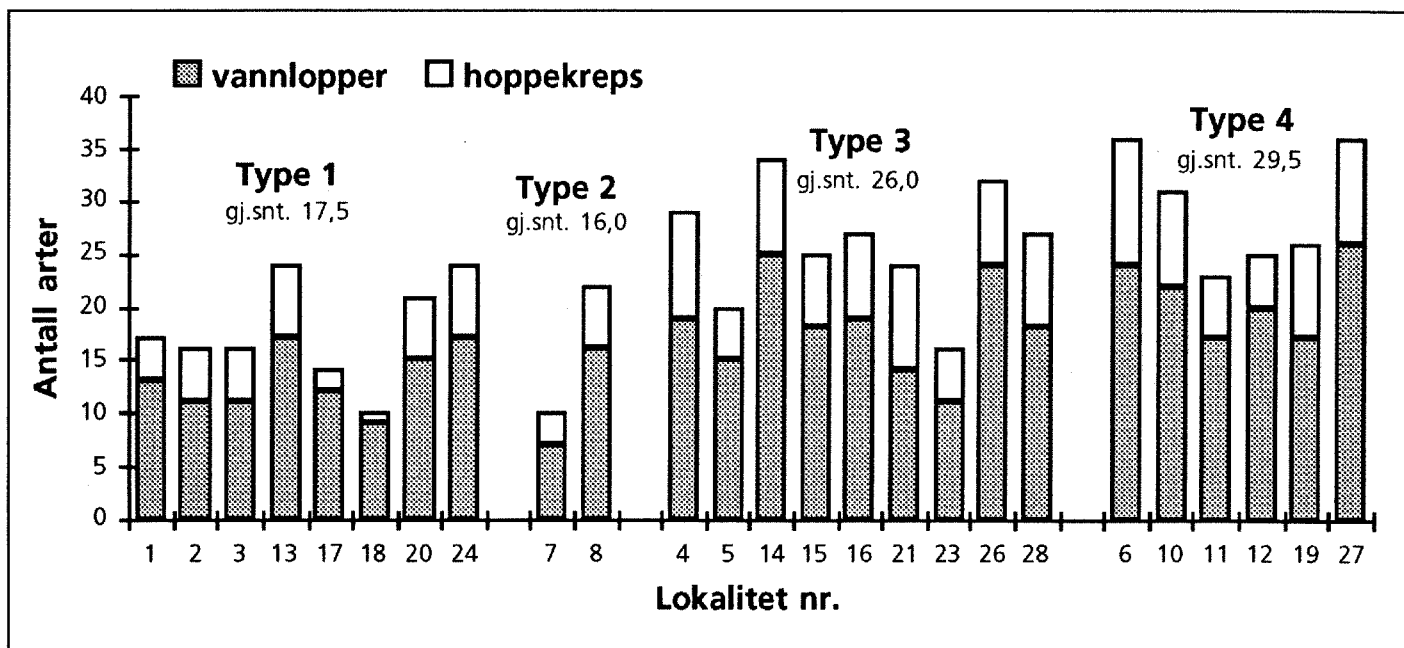
hverken med pH, ledningsevnen eller tilstedeværelse av fisk eller ikke. Danielsetertjern og Svenskestutjern har begge bestander av mort og abbor. Planktonbiomassen er ikke beregnet, men større former i de fisketomme lokalitetene gir større biomasse her enn i vann med fisk og som er dominert av mindre former.

Diaphanosoma brachyurum ble registrert i planktonet i alle lokaliteter med unntak av Dagsjøen og Vollnesputten. *D. brachyurum* opptrer vanligvis i lite antall i planktonet (Sandøy 1984, Wærvågen 1985), noe som stort sett også var tilfelle i Gardermo-området. Vanligvis utgjorde den mindre enn 10 %, men i fire tilfeller var den vanligere. Størst andel av samfunnet utgjorde den i juni i Svenskestutjern med 15,1 %. I Flatnertjern utgjorde den 11,9 % og 14,9 % i henholdsvis juni og september. Den er beskrevet som en varmtvannsform (Herzig 1984) og har vanligvis liten døgnvandring (Sandøy 1984). I Flatnertjern, der den utgjorde mer enn 10 % ved begge besøk, ble dyrene funnet på henholdsvis 2 og 4 m, men ikke på 0 m. Hunner med

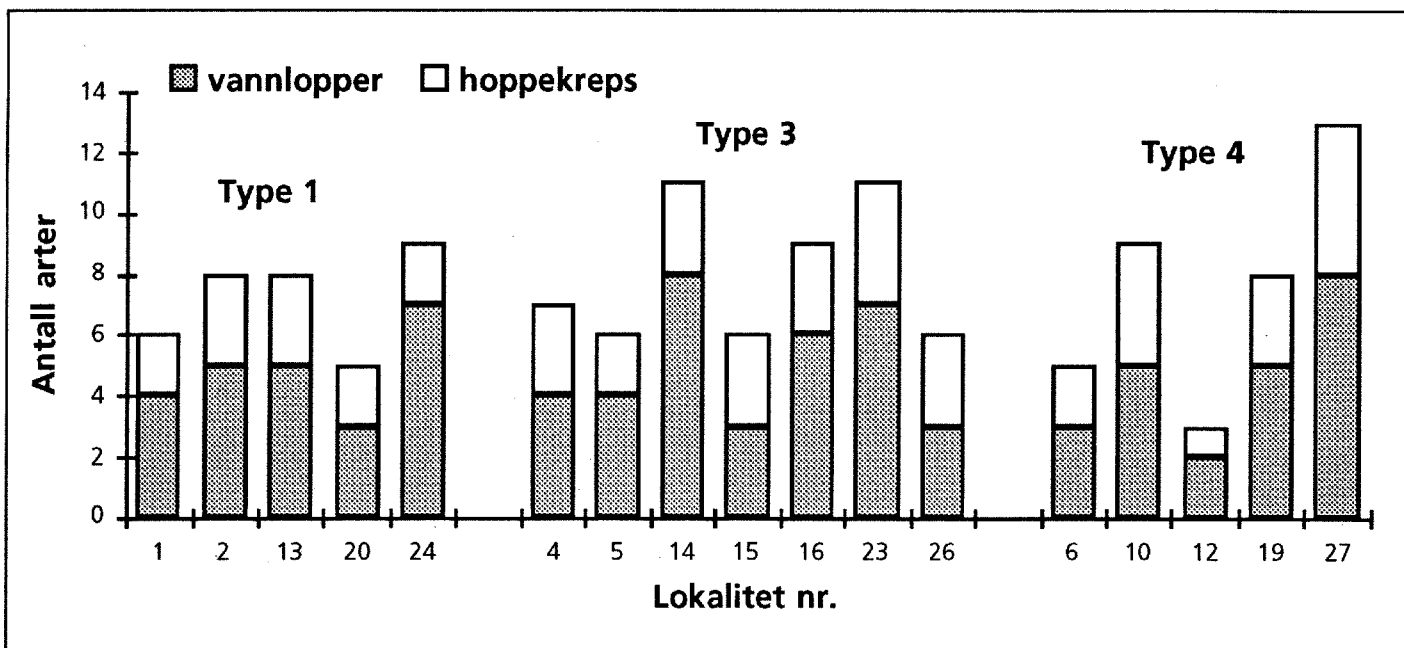
egg var tilstede ved begge besøk med størst andel i september.

Bosmina longispina manglet i kun fire lokaliteter og var den arten som utgjorde størst andel av planktonsamfunnene. I Sørmoetjern, Flatnertjern og Svenskestutjern utgjorde den mellom 20 og 60 % av planktonet i både juni og september. I Danielsetertjern var bildet noe annerledes ved at den her utgjorde mer enn 40 % i juni, mens den i september kun ble påvist i lite antall. Hunner med egg var tilstede i noe større andel i september enn i juni. Hanner ble kun påvist i Svenskestutjern og Kattjern. Dette er den vanligste vannloppearten i Norge og er utbredt over hele landet. I Sør-Norge er den påvist i nesten alle lokaliteter. Den synes imidlertid å være noe mindre dominant i næringsrike lokaliteter på Østlandet (Walseng upubl.), hvor innslag av planktonspisende fisk synes å favorisere *B. longirostris* til fordel for *B. longispina*.

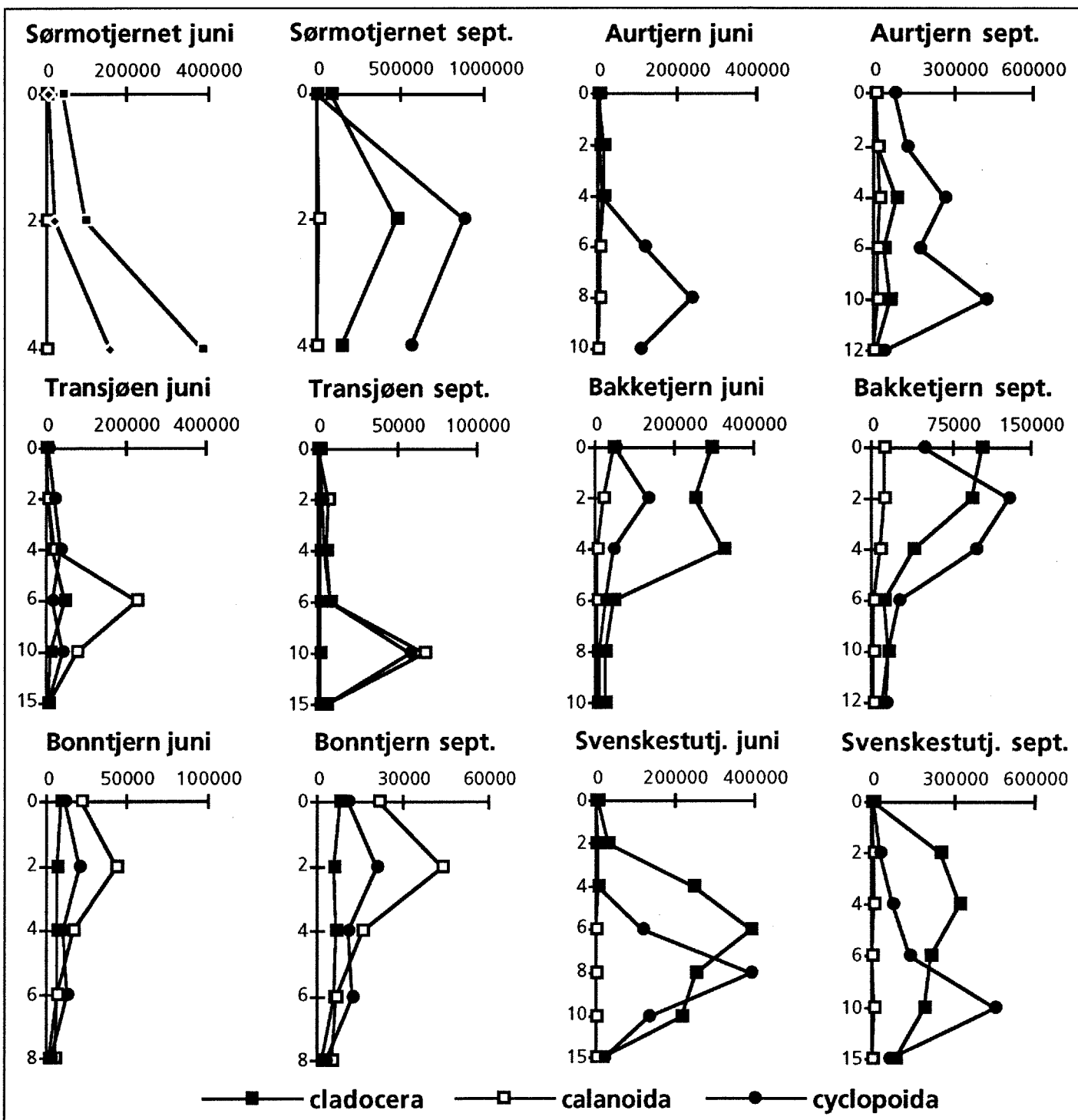
B. longispina formerer seg partenogenetisk i løpet av sommer-



Figur 5
 Antall arter vannlopper og hoppekreps i de enkelte lokaliteter ordnet etter hydrologisk type.
 Number of species of Cladocera and Copepoda in the different lakes arranged according to their hydrological type.



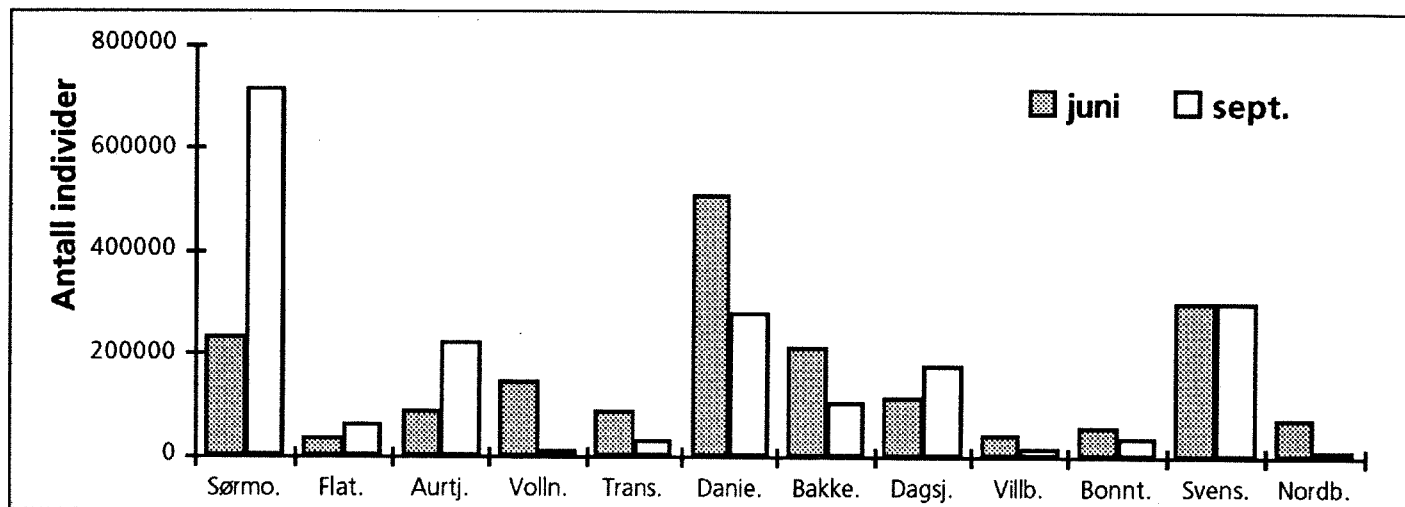
Figur 6
 Antall arter planktoniske vannlopper og hoppekreps i de enkelte lokaliteter ordnet etter hydrologisk type.
 Number of planktonic species of Cladocera and Copepoda in the different lakes arranged according to their hydrological type.



Figur 7

Vertikalfordelingen av planktoniske vannlopper og hoppekreps i enkelte sentrale lokaliteter.

Vertical distribution of planktonic cladocerans and copepods in some key lakes.



Figur 8

Antall individer pr. m³ i planktonet i enkelte lokaliteter beregnet som gjennomsnitt av prøvene med Schindler-henteren.

Number of individuals per m³ in the planktonic community in some localities based on averages of samples from the Schindler Sampler.

månedene, og antall individer varierer derfor mye. Dette er samtidig den arten som oftest dominerer i antall. En viktig forklaring til artens vide utbredelse er dens evne til å benytte ulike ernæringsstrategier alt etter tilgjengelig føde (DeMott 1982, Hessen 1985), og er dessuten svært tolerant overfor ekstreme miljøforhold. I Nord-Sverige er den blant annet funnet i en lokalitet med pH 3,3 (Vallin 1953).

Bosmina longirostris ble funnet i 10 lokaliteter. I Bakketjern utgjorde den 28,2 % og 17,7 % av krepsdyrsamfunnet i henholdsvis juni og september, mens den i Skråtjern, som bare ble undersøkt i september, utgjorde 27,3 % av samfunnet. Den er gjennomgående noe mindre enn *B. longispina*, og har i Norge en noe mer begrenset utbredelse og er funnet i langt færre lokaliteter. Den er bl.a. sjelden på Vestlandet, Sørlandet og i Midt-Norge. Den er sannsynligvis ofte blitt forvekslet med *B. longispina* og er derfor trolig mer vanlig enn antatt. Den foretrekker dammer og grunne lokaliteter (Elgmork 1966) og kan her ofte være dominant (Carter 1971, Daborn 1974). I næringsrike lokaliteter i Østfold (Walseng unpubl.) er *B. longirostris* meget vanlig.

Holopedium gibberum hadde desidert størst dominans i Flatnertjern med 35,9 % og 23,7 % av individene i henholdsvis juni og september. Også i Sørmoetjern var andelen større enn 10 % i juni, mens antallet var lite i september. I Gardermo-området er *H. gibberum* vanligst i lokaliteter med lav pH, men også i Skråtjern med pH 7,1 utgjorde den 7,2 % av krepsdyrsamfunnet. Arten er meget vanlig i humuspåvirkete og næringsfattige innsjøer og er karakterisert som en ren sommerform med størst

tetthet i epilimnion (Lampert & Krause 1976). I Flatnertjern stod den i juni nærmest bunnen, dvs på 4 m dyp, mens tettheten var størst rundt 2 m i september. *H. gibberum* er av Hamilton (1958) regnet som en indikatorart for kalkfattig vann og i følge Hutchinson (1967) er den sjeldent funnet i vann med kalkinnhold høyere enn 28 mg/l.

Ceriodaphnia quadrangula dominerte planktonet i Kattjern med hele 88,5 %. Den var også til stede i Svenskestutjern og Bonntjern, med størst tetthet i Svenskestutjern hvor den utgjorde 9,5 % og 12,2 % av planktonsamfunnet i henholdsvis juni og september. I juni stod den dypere enn 2 m, mens den i september også var til stede på 2 m. Den er utbredt over hele landet og fins i mange forskjellige typer lokaliteter. Lav pH synes ikke å være noen begrensning for arten da den er vanlig også på Sørlandet. Den er også funnet i eutrofe lokaliteter på Østlandet.

Ceriodaphnia pulchella utgjorde en betydelig andel av planktonet i Danielsetertjern og Bakketjern. I Danielsetertjern utgjorde den henholdsvis 7,7 % i juni og 48,1 % i september, mens den i Bakketjern utgjorde 34,4 % i juni og 19,9 % i september. Den er utbredt over hele landet, men med tyngdepunkt i øst. Den synes å unngå lav pH, og i Troms og Finnmark (Walseng & Halvorsen 1993), hvor det foreligger 13 funn, er alle gjort i lokaliteter med pH over 6,5. I Gardermo-området ble den imidlertid også funnet i Flatnertjern ved pH 4,8.

Det ble totalt funnet fire arter *Daphnia* spp. i området, med *D. cristata* som den vanligste. Samtlige funn av *D. cristata* ble gjort i

lokaliteter med pH 6,5 eller høyere. Med unntak av Aurtjern forekom den i relativt lite antall. I Aurtjern utgjorde den imidlertid nær 10 % av planktonsamfunnet i september. I juni stod nesten alle individene rundt 2 m og dypere enn 8 m manglet de helt. I september stod de noe dypere med flest individer rundt 6 m. *D. cristata* er en av de minste *Daphnia*-artene og er den vanligste i vann med stor fiskepredasjon. Aurtjern, Transjøen, Bonntjern og Bakketjern, der arten var tilstede både i juni og september, har både mort og abbor. Den er utbredt over hele landet fra Finnmark i nord (Walseng & Halvorsen 1993) til Jæren i sørvest (Walseng 1993). Den er imidlertid vanligst i de sørøstlige deler av landet.

D. longispina er større enn *D. cristata* og er derfor et mer ettertraktet byttedyr for planktonspisende fisk. Den ble funnet i Vollnesputten, Svenskestutjern og Dagsjøen. I Vollnesputten utgjorde den hele 32,6 % og 15,3 % av samfunnet i henholdsvis juni og september. I de to øvrige lokalitetene var den fåtallig. Den ble ikke funnet i Svenskestutjern på begynnelsen av 70-tallet (Halvorsen 1974). Vollnesputten har relativt gunstig pH (6,0) og er uten planktonspisende fisk. Den har derimot en tett bestand av svevemygg (*Chaoborus* spp.), som beiter på små former, altså motsatt av det fisken gjør. Den er derfor en egnet lokalitet for *D. longispina*. Mer overraskende er det imidlertid at den også var tilstede i Svenskestutjern som både har lavere pH enn det som er antatt å være ideelt for arten og bestander av abbor og mort. Den er imidlertid flere ganger påvist ved enda lavere pH (Walseng & Halvorsen 1987).

De mest sjeldne av *Daphnia*-artene i Gardermooområdet er *D. cucullata* og *D. galeata*. *D. galeata* er kun funnet i Dagsjøen i lite antall i september. Dette er en art som for øvrig har vid utbredelse i Sør-Norge (Walseng upubl.). *D. cucullata* er tidligere kun funnet i noen næringsrike lokaliteter på Jæren (NIVA 1985, Rognerud & Skogheim 1975) og på Østlandet (Walseng 1990, Walseng & Storeid 1990). I Gardermooområdet ble den funnet i Hersjøen, Mjøntjern, Danielsetertjern og Nordbytn som alle har pH mellom 7,0 og 8,0, og som samtidig har høyt elektrolyttinnhold. I Hersjøen utgjorde den mer enn halvparten av individene i september. I Nordbytn utgjorde den 12,5 % i september, mens andelen i juni var sunket til 1,9 %. I Nordbytn ble den i juni funnet fra 4 m og ned til bunnen med et tetthetsmaksimum på 4 m. I september ble den funnet dypere enn 2 m og var da jevnere fordelt enn i juni.

Polyphemus pediculus er kun funnet i lite antall. Den er vanligvis knyttet til litoralsonen, men kan vandre ut i pelagialen og opptre i store tettheter også her. En annen rovform, *Leptodora kindtii*

forekommer også normalt i lite antall. Undersøkelser i blant annet Vannsjø har imidlertid vist at den også kan opptre i større tettheter (Walseng upubl.).

Den dominerende calanoiden var *Eudiaptomus gracilis*. Tettheten er sannsynligvis betraktelig større enn angitt i tabellen da mange nauplier og små copepoditter ikke er bestemt til art. Disse tilhører trolig denne arten. I Danielsetertjern utgjorde f.eks. calanoide nauplier og copepoditter 33,8 % av planktonet i juni, mens voksne *E. gracilis* utgjorde omtrent samme andelen i september. Størst dominans hadde den i Dagsjøen med 73,8 % og 96,6 % i henholdsvis juni og september. Også i Mjøntjern, Transjøen og Svartjern utgjorde den mer enn halvparten av planktonet.

E. gracilis er dominerende calanoide på Sørlandet og i Sørøst-Norge og fins nord til Elverumstraktene. På Nordvestlandet og nordover til og med Troms er den ikke funnet. Den dukker imidlertid opp igjen i de østlige deler av Finnmark, der den er funnet både i Tana og Pasvik (Walseng & Halvorsen 1993). *E. gracilis* er en av de vanligste artene i europeiske innsjøer (Hutchinson 1967). Den har stor økologisk spennvidde og fins i lokaliteter med svært forskjellig vannkvalitet (Ponyi 1956). Livssyklus varierer sterkt, fra en generasjon til 11 generasjoner pr år (Wærvågen 1985, Zankai 1987). I Gardermooområdet ble den kun funnet i lokaliteter med pH 6,5 eller høyere. Med unntak av Dagsjøen, som mangler fisk (?), er det mort og abbor i de øvrige lokalitetene. Hvorfor den ikke forekommer i de surere lokalitetene kan muligens skyldes konkurranse med *Acantodiaptomus denticornis*.

Den andre calanoiden som forekom i større antall, er *Acantodiaptomus denticornis*. Den var vanlig i Sørøstjernet, Flatnertjern, Kattjern og Svenskestutjern, som alle er blant de lokalitetene som har lavest pH. Med unntak av Svenskestutjern som både har mort og abbor, og Kattjern som har karuss og ørret, er de andre fisketomme. *A. denticornis* har sin hovedutbredelse i Midt-Norge, mens *E. gracilis* dominerer i Sør-Norge og *E. graciloides* i den nordlige landsdelen. *A. denticornis* er større enn de to *Eudiaptomus*-artene og er trolig et ettertraktet næringsdyr for fisk. De fysiske-kjemiske forholdene i vannene på Gardermoen er neppe til hinder for hverken *E. gracilis* eller *A. denticornis*, da begge fins under tilsvarende forhold i henholdsvis Sørlandet og Trøndelag. Det er derfor nærliggende å anta at tilstedeværelsen av planktonspisende fisk, i dette tilfelle mort og abbor, er avgjørende for hvorvidt de forekommer eller ikke. *E. gracilis* tåler trolig predasjon fra fisk i større grad enn *A. denticornis* og vil derfor dominere i lokaliteter med fisk, mens den utkonkurreres av *A. denticornis* i de sureste lokalitetene.

Heterocope saliens ble i planktonet kun funnet i Flatnertjern, men i tillegg ble den også påvist inne i litoralsonen i Fugletjern. Den er svært vanlig i hele Sør-Norge og er utbredt nord til Åndervatnet på Senja (Walseng & Halvorsen 1993). Den fins fra havnivå og helt opp til høyfjellet (Eie 1974, Nilssen 1976). Forsuring synes å ha liten virkning på artens utbredelse, og den er ikke uvanlig i vann med pH lavere enn 4,5 (Hendrey & Wright 1976, Sandøy & Nilssen 1986). Den er stor og i likhet med *A. denticornis* er den ettertraktet som byttedyr for fisk. Større forekomst av planktonspisende fisk i de østlige deler av landet kan være en viktig grunn til artens begrensede forekomst her.

Heterocope appendiculata er noe mindre enn *H. saliens* og ser ut til å være mer tolerant overfor predasjon fra fisk. Den har sin hovedutbredelse i øst og fins helt nord til Finnmark (Walseng & Halvorsen 1993). Den forekommer relativt sjeldent sammen med *H. saliens* selv om dette også forekommer (Halvorsen 1980, Walseng & Storeid 1990). I Gardermo-området ble den hovedsaklig funnet i de minst sure og samtidig de mest næringsrike lokalitetene med bl.a. mort og abbor tilstede. Et unntak er Vilbergstjern med pH 5,6-5,8 og med karuss som eneste påviste fiskeart. Vilbergstjern er imidlertid karakterisert som eutrof av Brettum (1994). Størst andel utgjorde den i juni i Bonntjern med 11,2%. Den var da tilstede i hele vannsøylen, men med størst tetthet rundt 2 m. Også Transjøen hadde i september en betydelig andel *H. appendiculata*.

Den vanligste av cyclopoidene både med hensyn til antall lokaliteter og dominans, var *C. scutifer*. De angitte tettheter er minimumstall da et stort antall nauplier og små copepoditter trolig tilhører denne arten. Den ble funnet i hele spekteret av lokalitetstyper fra sure vann som Sørmotjern og Flatnertjern og til Transjøen som er et av de mer næringsrike. Størst dominans hadde den i Aurtjern og Svenskestutjern med henholdsvis 27,2 % og 33,4 % i juni og 25,0 % og 28,5 % i september. I Svenskestutjern var det en overvekt av cop. II - cop. V i juni med få individer nær overflaten. I september hadde den en mer jevn fordeling i hele vannsøylen med flest voksne individer. Tidligere undersøkelser i lokaliteten viste også klar dominans av *C. scutifer* (Halvorsen 1974). I Aurtjern var det en overvekt av voksne individer i juni, mens små copepoditter dominerte i september.

C. scutifer er utbredt over hele landet fra lavland til høyfjell. Den er noe mindre dominant i næringsrike lokaliteter i Østfold og Akershus (Walseng upubl.) enn den er i landet for øvrig. Den er vår best undersøkte art, og viser en utrolig variasjon i livssyklus (Elgmork 1985). Den kan ha ettårig livssyklus med eller uten diapause i sedimentet. I store høyfjellssjøer som Gjende, Bessvatn

og Flakevatn har den to- til treårig livssyklus (Elgmork & Eie 1989, Halvorsen upubl.). Det er også påvist treårig livssyklus i lavlandet, men da i kombinasjon med diapause (Elgmork 1981). Populasjoner med blanding av ett- og toårig, og to- og treårig livssyklus er vanlig. Den vanligste typen livssyklus er trolig en kombinasjon av ett- og toårig livssyklus uten diapause (Halvorsen & Elgmork 1976).

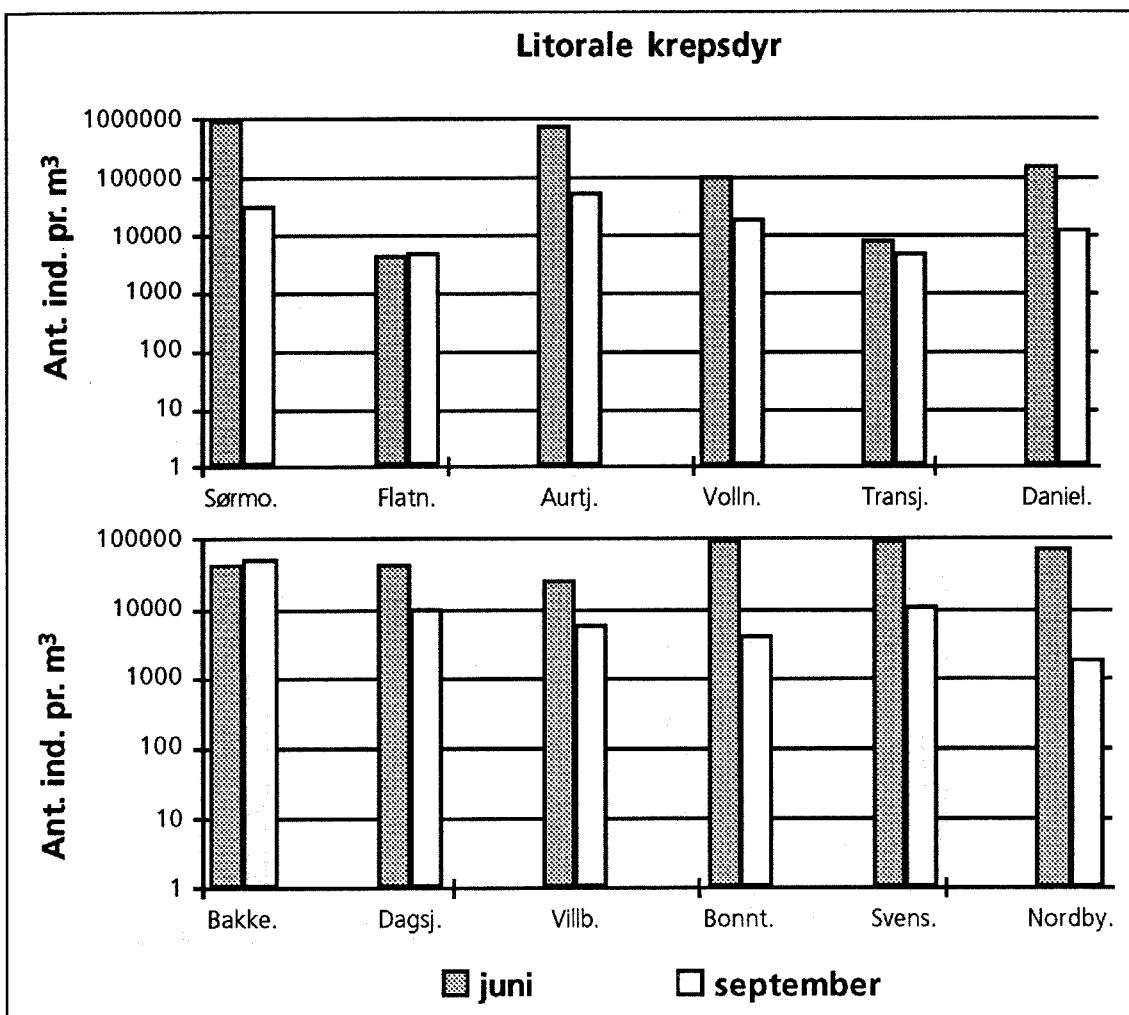
Mesocyclops leuckarti og *Thermocyclops oithonoides* er begge vanlige, men deres dominansforhold er vanskelig å vurdere da de er vanskelige å skille som nauplier og små copepoditter. Begge er med sikkerhet påvist i Vollnesputten, Danielsetertjern, Bakketjern og Nordbytn. *T. oithonoides* forekom dessuten i stort antall i Sandtjern og Nordkulpen, med spesielt stor tetthet i Sandtjern med mer enn 1 000 000 ind.m⁻³. Den ble også påvist her på slutten av 60-tallet, men da i mindre antall og med *Cyclops strenuus* som dominerende (Mygland 1970). Sameksistens mellom *M. leuckarti* og *T. oithonoides* er ikke uvanlig (Hessen & Nilssen 1983, Walseng upubl.). De er ikke funnet i de sureste lokalitetene i Gardermo-området. Blant lokalitetene med *T. oithonoides* hadde Vollnesputten lavest pH med 6,31 i juni. Den er tidligere funnet i oligotrofe (Sarvala 1979), mesotrofe (Faafeng & Nilssen 1981, Patalas 1954) og eutrofe lokaliteter (Faafeng & Nilssen 1981, Gliwicz 1969, Karabin 1978, Patalas 1954).

T. oithonoides er den mest sjeldne av de to artene i Norge. Det foreligger flest funn fra Østlandet (Hessen & Nilssen 1983, Sandlund & Halvorsen 1980), men den er også funnet i Kvernvatnet ved Risør (J.P. Nilssen upubl.) og i Borrevatnet i Vestfold (E. Fjeld upubl.). Den er funnet både i Tyrifjorden (Langeland 1974) og i Bergstjern (Elgmork 1958) og lokalitetens størrelse synes derfor ikke å være avgjørende. Den synes å være dominerende i forhold til *M. leuckarti* i oligotrofe og svakt mesotrofe lokaliteter (Faafeng & Nilssen 1981, Sarvala 1979).

M. leuckarti er vanlig i Norge med størst utbredelse i Østlandsområdet. Den er relativt sjelden fra Trøndelag og nordover. Den er først og fremst en lavlandsart som synes å mangle i høyfjellet (Walseng upubl.), selv om den er funnet opp til over 900 m o.h. (Halvorsen 1980).

5.2.4 Litorale krepsdyr

Tettheten inne i litoralsonen varierte også sterkt, fra under 2 000 ind.m⁻³ til mer enn 1 000 000 ind.m⁻³. Det var bare i Bakketjern det ble observert en svak økning i tettheten fra juni til september (figur 9 og 10). I Flatnertjern var det ingen endring, mens tetthe-



Figur 9
Antall individer pr. m³ i littoralsonen i enkelte lokaliteter basert på Schindler-henter.
Number of individuals per m³ in the littoral zone in some localities based on averages of samples from the Schindler Sampler.

ten i de øvrige lokalitetene var markert størst i juni. Den gikk drastisk ned i mange lokaliteter og størst var nedgangen i Nordbytiern fra i gjennomsnitt 76 000 ind.m⁻³ i juni til 1 750 ind.m⁻³ i september. Størst tettheter hadde Sørmotjern med nær 1 000 000 ind.m⁻³, tett fulgt av Aurtjern. Vollnesputten, Danielsetertjern, Bonntjern, Svenskestutjern, Nordbytiern, Hersjøen, Nordkulpen og Sandtjern hadde alle tettheter omkring 100 000 ind.m⁻³.

Forholdet mellom vannlopper og hoppekreps varierte sterkt i littoralsonen og total dominans av begge grupper forekommer (**figur 11**). Oftest skyldes dette stor forekomst av enkelte arter. I juni var det f.eks. total dominans av *Bosmina longispina* og *Ceriodaphnia pulchella* i henholdsvis Sørmotjern og Aurtjern (**vedlegg 3**). Tilsvarende var det total dominans av *Thermocyclops oithonoides* i Nordkulpen i september.

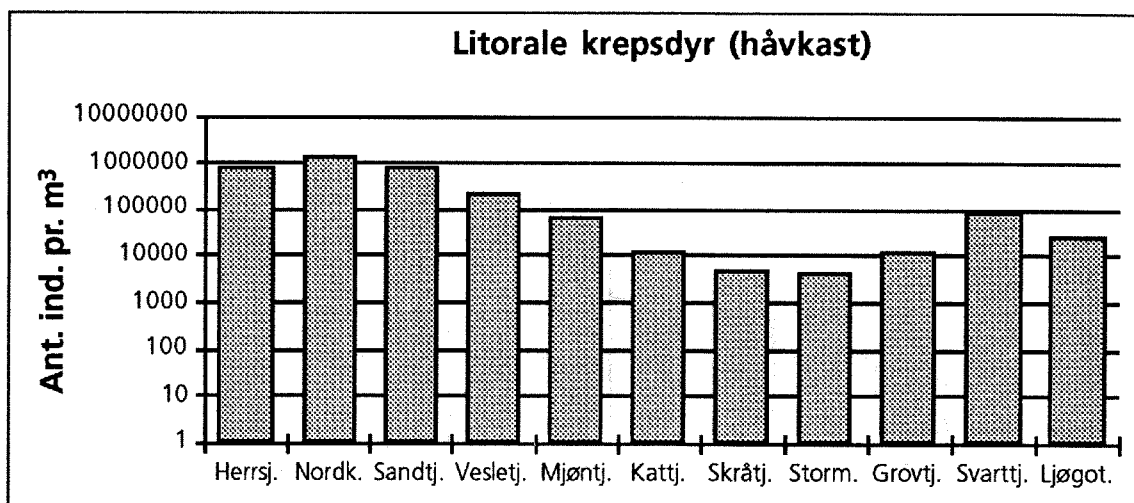
Littoralsonen mangler her vannvegetasjon og det var liten forskjell mellom faunaen her og ute i de fri vannmasser. Nordbytiernet hadde stor dominans av hoppekreps både i juni og september. Her ble prøvene tatt i takrør med spredt forekomst av nøkkerose.

Dominansforholdene i littoralsonen er i Gardermo-området noe forskjellig fra det en normalt finner i landet for øvrig. Det er imidlertid vanskelig å finne en sammenheng mellom littoralsonens utforming og de observerte krepsdyrsamfunn. *Alonopsis elongata*, som er en av de vanligste litorale artene i Norge, manglet f.eks. helt. På Sørlandet er denne funnet i samtlige lokaliteter. Den er ofte assosiert med næringsfattige lokaliteter (Duigan 1992), men er i Norge funnet i store tettheter i mange typer lokaliteter (Walseng upubl.). Den er vanligst i tett vegetasjon, men fins også på stein- og sandbunn. Det er rimelig å anta at den i de mange

Figur 10

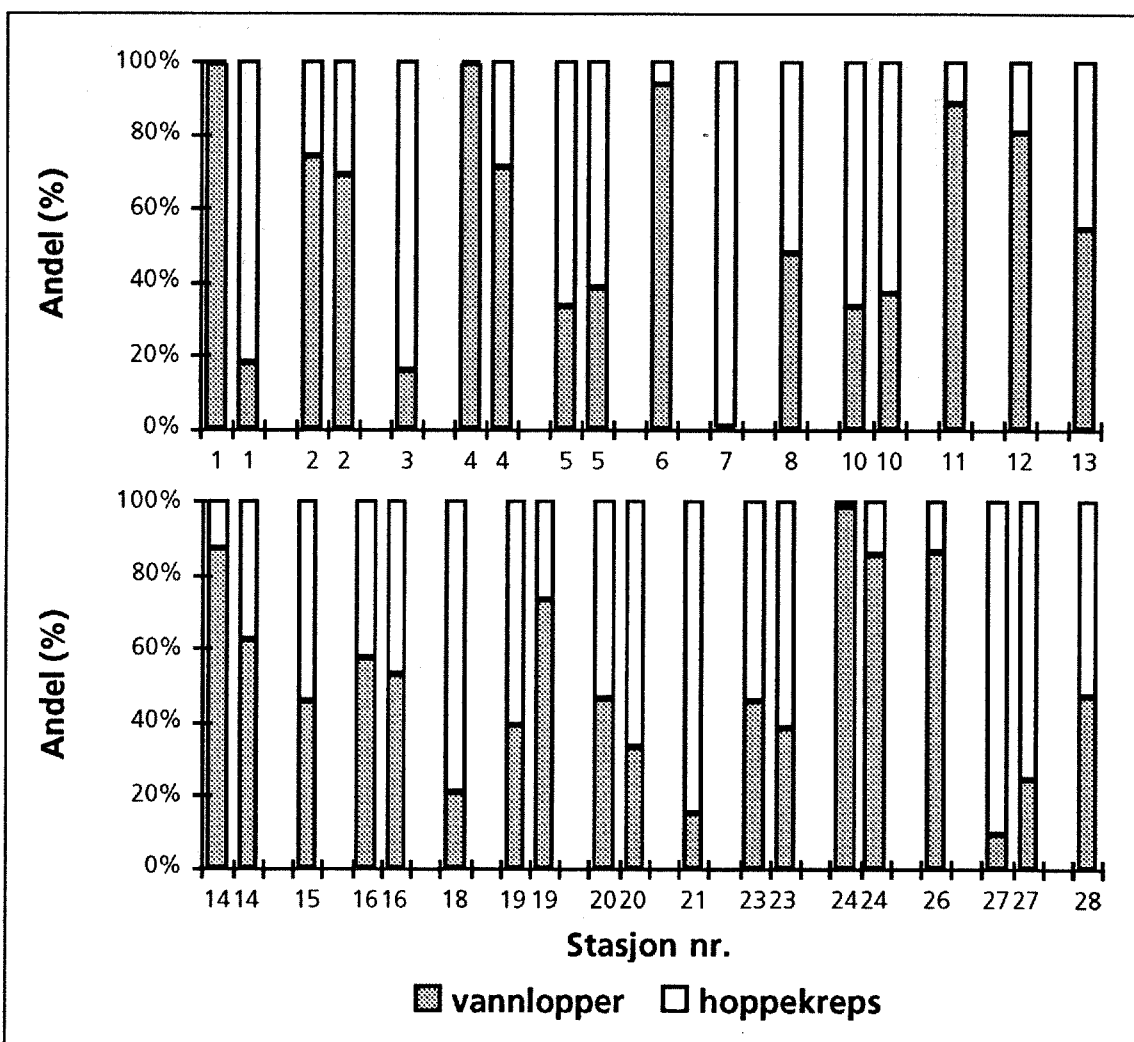
Antall individer pr. m^3 i littoralsonen i enkelte lokaliteter basert på håvkast.

Number of individuals per m^3 in the littoral zone in some localities based on samples taken by planktonnet.

**Figur 11**

Andelen (%) av vannlopper og hoppekreps i littoralsonen i enkelte lokaliteter.

The proportion (%) of cladocerans and copepods in the littoral zone in some localities.



næringsrike lokalitetene på Gardermoen taper i konkurranse med andre arter.

Pleuroxus truncatus er blant de vanligste artene i litoralsonen. Den utgjør vanligvis ikke noen stor andel av samfunnet, men er den vanligste av *Pleuroxus*-artene i Norge og er utbredt over hele landet. Den har i Gardermo-området en noe høyere frekvens enn normalt. I de sørligste fylkene er den f.eks. funnet i bare ca 6 % av vannene. Den er ofte knyttet til vegetasjon og detritus i alkaliske og svakt sure vann (Duigan 1992). Dette kan forklare at *P. truncatus* blant annet manglet i Nordkulpen, som mangler vegetasjon, og i Sørmoetjern og Flatnertjern, som er svært sure i tillegg til at litoralvegetasjonen er dårlig utviklet. Størst dominans hadde den i Skråtjern med 13,6 %.

Ikke uventet er det *Bosmina longispina* som oftest dominerer i litoralsonen (figur 12). Den er imidlertid vanligere ellers i landet enn i Gardermo-området, og forekommer i henholdsvis mer enn 90 % og 65 % av lokalitetene. I Sørmoetjern og Flatnertjern utgjorde den i juni henholdsvis 99,6 % og 65,4 % av individene, mens andelen i september var sunket til ca. 1/10 av dette. Også de to nabolokalitetene Bonntjern og Svenskestutjern hadde klar dominans av *B. longispina*. I Bonntjern utgjorde den i overkant av 30 % ved begge besøk, mens andelen i Svenskestutjern, som er av samme innsjøtype som Sørmoetjernet og Flatnertjern, avtok fra 97,8 % i juni til 15,5 % i august. Erfaringsmessig er utslaget i dominansforhold ofte noe større i sure enn i mindre sure og

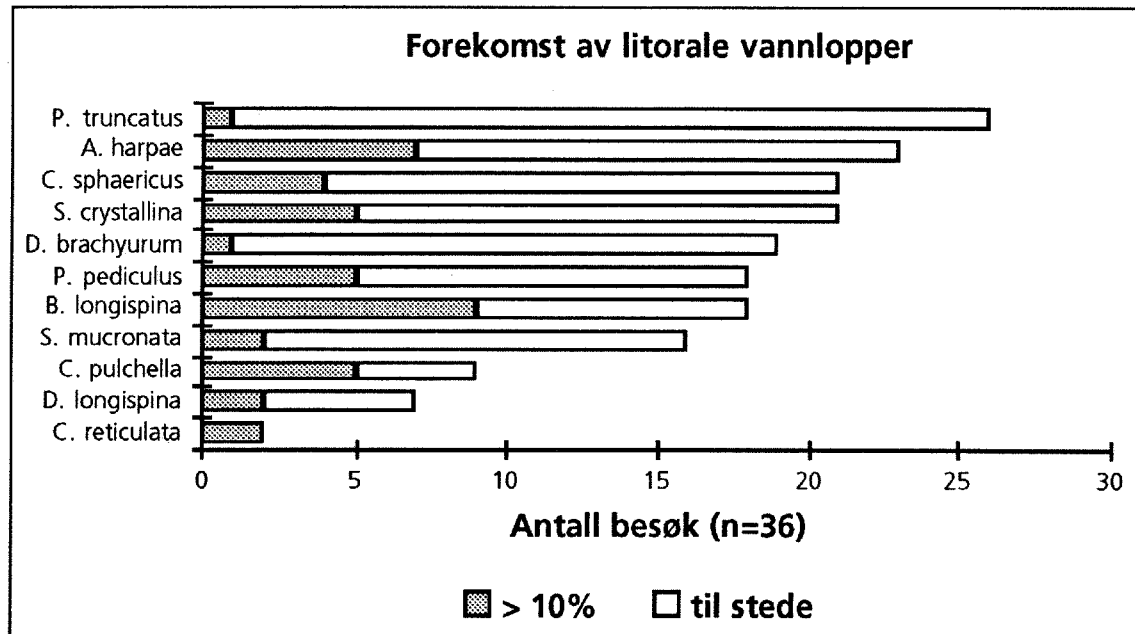
næringsrike lokaliteter. Situasjonen for *B. longispina* var omtrent den samme i Bonntjern for 20 år siden, mens den var mer fåtallig i Svenskestutjern (Halvorsen 1974).

Acroperus harpae, *Chydorus sphaericus*, *Sida crystallina*, *Polyphemus pediculus* og *Scapholeberis mucronata* er registrert i ca. 50 % av prøvene, og utgjorde i enkelte prøver mer enn 10 % av individene. *P. pediculus* er den eneste rovformen av disse, mens de øvrige er vanlige på sand- og steinbunn og/feller i vegetasjon. *S. crystallina* er en av våre største vannlopper og er derfor viktig i biomassesammenheng. Den dominerer ofte i tilknytning til vegetasjon og kan opptre i store tettheter på stenglene og bladene til bl.a. nøkkerose.

Daphnia longispina er en planktonisk form som i Vollnesputten også dominerte inne i strandsonen hvor den utgjorde 32,9 % og 36,2 % i henholdsvis juni og september. Den samme dominansen hadde den i planktonet. Lokaliteten mangler imidlertid flytebladvegetasjon og litoralsonen bestod for det meste av død kvist.

Diaphanosoma brachyurum og *Ceriodaphnia pulchella* er planktonlitorale former som i Gardermo-området dominerte både ute i pelagialen og inne i strandsonen.

Dominansforholdene hos de forskjellige artene av hoppekreps er mer usikre da denne gruppen hovedsakelig bestod av ikke arts-



Figur 12

Forekomsten av de vanligste litorale vannloppene med angivelse av totalt antall funn og i hvor mange av disse de forekom med mer enn 10 % av individene.

The occurrence of the most common littoral cladocerans, number of samples where they occurred relative to the total number of samples (n=36), and in how many of these samples they constituted more than 10 % of the individuals.

bestemte nauplier og små copepoditter. Samfunnene er som oftest dominert av cyclopoide arter, men også calanoide nauplier kan dominere i juni slik som i Vilbergstjern, Bonntjern og Nordbytjern. Blant de mer typiske litorale artene var det *Macrocyclus albidus* som var den vanligste uten at den forekom i spesielt stor tetthet. Størst dominans hadde *Thermocyclops oithonoides* i Nordkulpen, hvor den var enerådende. Litoralsonen manglet her vegetasjon og krepsdyrfaunaen nær land var nær identisk med den som ble funnet ute i de fri vannmasser.

5.3 Bunndyr

5.3.1 Grytehullsjøene

Gjennomsnittlig tetthet av de forskjellige bunndyrgruppene i stilstående vann er vist i **tabell 5** og dominansforholdet er vist i **figur 13**. Antall individer fra de to innsamlingsdatoene er vist hver for seg. Det er tilsammen påvist 22 grupper, hvorav kun tre forekom på alle lokalitetene, fjærmygg, fåbørstemark og rundormer. Flest grupper hadde Hersjøen, Transjøen og Nordbytjern, mens det i Fugletjern kun ble funnet 8.

Av de vanligste gruppene er fjærmygg og fåbørstemark klart de to med størst tetthet. Størst tetthet hadde fåbørstemarkene i Hersjøen og Nordbytjernet med nær 30 000 ind.m⁻², men det var store variasjoner i tetthet mellom de to innsamlingstidspunktene. Fjærmyggene var mest tallrike i Aurtjern og Dagsjøen. En gjennomgående tendens er at antall fjærmygg pr m⁻² er lavere i september enn i juni/juli, noe som trolig skyldes at larvene klekker. Rundormene er ikke særlig tallrike i noen av sjøene, men de fins i alle lokalitetene. I Fugletjern var gruppen imidlertid dominerende sammen med fjærmygg. Her var tettheten på over 20 000 ind.m⁻². Mange av de øvrige gruppene forekom også i flere av lokalitetene, men med lavere tetthet. Buksvømmerne (Corixidae) var f.eks. meget vanlige i Fugletjern, noe mer fåtallig i Aurtjern og Vollnesputten, mens de manglet i de øvrige lokalitetene. Gruppen er meget utsatt for fiskepredasjon og forekommer derfor mest tallrik i fisketomme innsjøer, her representert med Fugletjern. Karussen, som fins i Vollnesputten, er herbivor og derfor ikke en trusel mot bunndyrene. Her ble det for øvrig også observert meget store mengder hvirvlere på overflaten. Den store forekomsten av svevemygg i Vollnesputten og Fugletjernet viser også at fiskepredasjonen er liten da dette er en gruppe som også er sterkt utsatt for predasjon. Snegl og småmuslinger ble påvist hver for seg eller samtidig i samtlige lokaliteter, bortsett fra Fugletjern og Vollnesputten. Begge grupper, og da spesielt snegl, er følsomme overfor lav pH og manglet derfor i

de to sureste lokalitetene. Sneglefaunaen er tidligere undersøkt i flere av vannene i området. I blant annet Hersjøen er det tidligere påvist fem arter (Økland 1990). Dammusling (*Anodonta piscinalis*) ble funnet i flere av lokalitetene, men de er ikke registrert kvantitativt da annen metodikk kreves til såpass store dyr. Dammusling er relativt vanlig mange steder på Østlandet. Marflo (*Gammarus lacustris*) ble funnet i fire av sjøene, mens asell (*Asellus aquaticus*) ble funnet i tre. Dette er, med unntak av Dagsjøen, de samme lokalitetene hvor de to artene er registrert tidligere (Økland 1979). I Dagsjøen ble marflo funnet. Marflo er en art som er vanlig utbredt over store deler av landet. I lavlandsjøer der temperaturen kan bli høy, er arten imidlertid avhengig av spesielt høye pH- og kalsiumverdier (Økland 1980b). Våre funn er alle fra sjøer med de høyeste verdier av disse parametre. Asellen har en langt mer begrenset utbredelse og fins vanligst i lavlandet på Østlandet. Den tolerer lavere pH- og kalsiumverdier enn marfloa, og den er også mer tolerant overfor høye temperaturer og lave oksygenkonsentrasjoner (Økland 1980a). Det er noe uvanlig at de to artene fins i de samme lokalitetene.

Fåbørstemarkfaunaen

Ikke alle fåbørstemarkene har latt seg bestemme til art og det er nødvendig med enkelte forklaringer til artslista (**tabell 6**). Mange tubificider kan ikke eller er vanskelige å artsbestemme med sikkerhet når de ikke er kjønnsmodne. Dette gjelder *Limnodrilus* spp. som sannsynligvis er *L. hoffmeisteri* og Tubificidae med hårseta som sannsynligvis er *Tubifex tubifex*. Tubificidae type 1 har ikke latt seg bestemme, men de skiller seg fra de øvrige tubificidene, og det dreier seg derfor om forskjellige arter. *Nais variabilis* og *Nais communis* er to naidider som er ganske like og vanskelige å skille på børsternes form. Det fins glidende overganger mellom de to artene, og de er derfor her ført sammen. *Cognettia*-type og *Cernosvitoviella*-type er enchytraeider som etter habitus å dømme sannsynligvis tilhører de to nevnte slektene. Videre er gruppen "Uten seta" nyklekte individer som ennå ikke har utviklet karakteristisk utseende børster og lar seg derfor ikke artsbestemme. Totalt er det påvist 31 taxa fåbørstemark i de undersøkte vannene. Av disse er 19 bestemt til art.

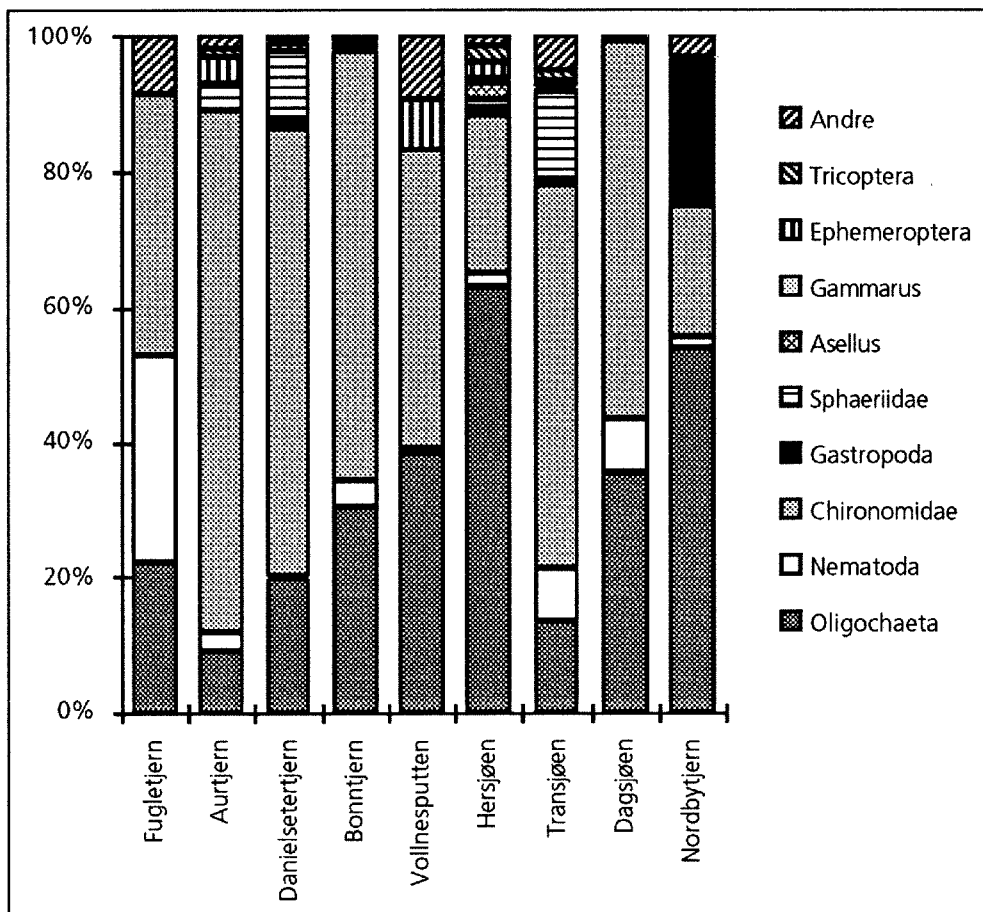
Fra tidligere foreligger det kun en undersøkelse der det er foretatt artsbestemmelse av fåbørstemark fra området. Hongve (1972) fant i Nordbytjern *Tubifex tubifex*, *Stylaria* sp. og individer fra familien Lumbriculidae. *Stylaria* sp. var etter all sannsynlighet arten *Stylaria lacustris* som er ganske vanlig og det er også den eneste arten innen slekten som er funnet i Norge (Bremnes & Storeid 1994).

Det ble funnet størst artsrikdom i Hersjøen og i Dagsjøen, totalt 13

Tabell 5

Bunnsfaunaen i stillestående vann (antall individer pr m²). (X=observert)
Benthic fauna in some of the kettle lakes (number of individuals per m²). (X=observed)

	Fugletj.	Aurtjern		Danielsetertjern		Bonntjern		Vollnesputten		Hersjøen	Transjøen		Dagsjøen		Nordbytj.
	28. jun.	28. jun.	7. sep.	30. jun.	9. sep.	29. jun.	8. sep.	30. jun.	7. sep.	1. jul.	28. jun.	7. sep.	29. jun.	8. sep.	28. jun.
Hydrol. type	1	3		3		3		3		4	4		4		4
Fåbørstemark (Oligochaeta)	11440	1300	4333	4030	3510	13910	130	4290	20085	28990	585	4030	17073	12220	27213
Rundormer (Nematoda)	15860	737	737	130		1820	130	260	130	910	1690	1170	1170	5243	780
Fjærmygg (Chironomidae)	20150	43897	3293	14755	10530	24830	4550	15275	12805	10660	12025	7735	36443	9923	9620
Igler (Hirudinea)														43	
Snegl (Gastropoda)		87			520	130				650	260			43	10227
Småmuslinger (Sphaeriidae)		260	2123		3835					520	3055	1430		43	260
Dammusling (Anodonta)										X					
Midd (Hydracarina)				65		130		195		130	65				1300
Gråsugge (Asellus aquaticus)										1170		130	130	43	
Marflo (Gammarus lacustris)										260		130		43	87
Øyestikker (Odonata)	130					130		65			65				87
Døgnfluer (Ephemeroptera)		2340	87	130	325	260	130		4745	1040	325				347
Buksvømmere (Corixidae)	2210	87						65							
Ryggsvømmere (Notonectidae)						130									
Mudderflue (Megaloptera)			43								65				
Billelarver (Coleoptera)	130	43		65				195					43		87
Vårfluer (Tricoptera)		347	347		195		130			1170	195	390	130	43	173
Tovinger indet (Diptera indet.)								65		130	65				
Sviknott (Ceratopogonidae)	1560	130	867		65			390	2535	390	520	910			87
Svevemygg (Chaoborus)	390							2145	260						
Total	51870	49226	11830	19110	19045	41080	5330	22750	40755	46020	18915	15925	54990	27647	50266
Σ grupper/taxa	8	10	8	5	8	6	7	9	7	13	12	8	6	9	12



Figur 13

Dominansforholdene i bunndyrsamfunnene i enkelte utvalgte grytehullsjøer. The structure of the benthic community in some selected kettle lakes.

taxa. I Fugletjern ble det kun funnet en gruppe, Tubificidae med hårseta, som sannsynligvis er arten *Tubifex tubifex*. I Dagsjøen ble de to artene *Aulodrilus limnobius* og *A. pigueti* funnet. Tidligere er *A. limnobius* bare påvist i noen få lokaliteter i lavlandet på Østlandet (Bremnes & Storeid 1994), mens *A. pigueti* ikke tidligere er påvist her i landet. Den er utbredt over hele verden (Brinkhurst & Jamieson 1971) og er av Särkkä (1987) funnet både i litoralen og profundalen i innsjøer. *A. pigueti* karakteriseres som en mesotrof til eutrof art (Milbrink 1983, Särkkä 1987).

Sett under ett har området en relativ rik fauna av arter innen familien Naididae. I Danielsetertjern ble det funnet 9 arter samt en ubestemt art innen slekten *Pristina*, mens det i Hersjøen ble funnet 7 arter samt ubestemte naidider. *Nais simplex* var her den klart vanligste arten, og forekom i uvanlig stor tetthet. Den er tidligere funnet i noen få lokaliteter i Norge (Bremnes & Storeid 1994). *Nais variabilis* / *Nais communis* forekommer i flest lokaliteter. Dette er som forventet, da begge artene er vanlige i en rekke typer habitater (Bremnes & Storeid 1994). *Pristina*-artene, *Nais*

pardalis og *N. pseudobtus* har tidligere blitt funnet i noen få lokaliteter i lavlandet i Sør-Norge, som regel i tilknytning til vannvegetasjonen. De andre artene av naidider har en videre utbredelse i Sør-Norge og må karakteriseres som relativt vanlige (Bremnes & Storeid 1994).

Figur 14 viser den prosentvise forekomsten av fåbørstemark innen de enkelte familier. I fem av vannene dominerer tubificidene, mens naididene er dominante i tre. Det er vanskelig å gi en forklaring på dette. Inndelingen av vannene etter hydrologisk type synes ikke å være avgjørende. Riktignok var naididene kun dominerende i vann av hydrologisk type 3, mens tubificidene er dominante i vann av alle typer. Uten et mere omfattende materiale kan en slik fordeling på familier mer tilskrives variasjoner i tid og f. eks. prøvetaksingssted. Fåbørstemarkenes forekomst er i stor grad avhengig av bunnsubstratets karakter. Naididene er i større grad enn tubificidene og lumbriculidene knyttet til vannvegetasjonen. Tubificidene fins som regel mer tallrike i sandete og organogene substrater. En illustrasjon av dette kan ses i prøvene

Tabell 6

Fåbørstermarkfaunaen i stillestående vann (antall individer pr m²).
Oligochaeta in some of the kettle lakes (number of individuals per m²).

	Fugletj.	Aurtjern	Danielsetertjern	Bonntj.	Vollnesputten	Hersjøen	Transjøen	Dagsjøen
	28. jun.	28. jun. 7. sep.	30. jun. 9. sep.	29. jun.	30. jun. 7. sep.	1. jul.	28. jun. 7. sep.	30. jun. 8. sep.
<i>Lumbriculus variegatus</i>				130	65		65	
<i>Limnodrilus</i> spp		4333			1950 15730	260	260	997 1170
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>		43			390		65	43
<i>Limnodrilus udekemianus</i>								43
<i>Tubifex ignotus</i>		87						
<i>Tubifex tubifex</i>		87						130
<i>Aulodrilus limnobius</i>								477 1950
<i>Aulodrilus pigueti</i>								173 1820
<i>Tubificidae</i> type I							65 2210	
<i>Tubificidae</i> m. hårseta	10660	217	260	1560	1300 1625	5720 260	195	5633 4290
<i>Chaetogaster</i> spp								
<i>Pristina aequisetia</i>			260					
<i>Pristina longiseta</i>			65					
<i>Pristina</i> spp			260				455	87
<i>Uncineus uncinata</i>						650		
<i>Ripistes parasita</i>					347			
<i>Specaria josinae</i>			130 260	260		260		
<i>Stylaria lacustris</i>		87	195 260			1690		
<i>Vejdovskyella commata</i>		87						
<i>Nais variabilis/communis</i>		303	1300 2860	4420	260 260	2730 650	195	1387 867
<i>Nais pardalis</i>			3640					
<i>Nais pseudobtusa</i>			780	130				
<i>Nais simplex</i>		303	1170		65	14300	455	563 43
<i>Naididae</i> indet						520		
<i>Enchytraeidae</i>						260		
<i>Enchytraeidae</i> Cognettia-type			260	2340				
<i>Enchytr.</i> Cernovitoviella-type				260				43
Indet		43				520		87 130
Uten seta					65	780		
Σ indiv.	10660	1213 4377	2730 8970	9100	4377 17680	28600	455 3510	9577 10357
Σ arter/taxa	1	8 2	6 8	7	7 4	13	3 6	10 9

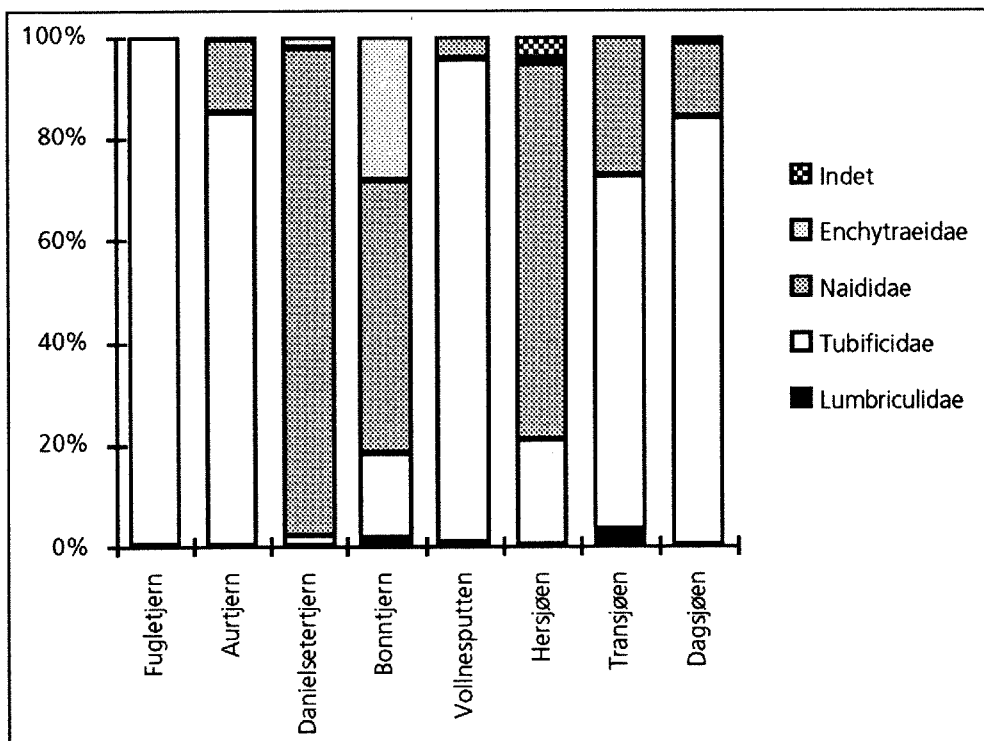
fra Aurtjern hvor de i september er tatt på sandbunn, og hvor bunndyrfaunaen utelukkende består av arter innen slekten *Limnodrilus*. I juni ble prøvene tatt i et område med større innslag av vegetasjon og da var naididene mest tallrike.

5.3.2 Songna, Vikka og Leira

Substratet tatt i betraktning var bunndyrfaunaen i Songna, Vikka og Leira overraskende rik. Substratet består hovedsakelig av leire og silt med lite innslag av organisk materiale. Dette er i stadig

bevegelse og omrøring og er derfor lite egnet som substans for bunndyrfaunaen. Totalt ble det påvist 10 bunndyrgrupper (**tabell 7**) hvorav alle ble funnet på stasjon Vikka I, mens Songna I hadde kun 4 grupper. Leira I hadde størst tetthet, ca. 47 000 ind.m⁻², og dette har trolig sammenheng med at denne stasjonen er sterkt påvirket av tilsig fra jordbrukslandskapet rundt elva. Næringstilgangen i Leira er derfor antagelig langt høyere enn på de øvrige lokalitetene. Songna I og Vikka I ligger i kort avstand fra sine grunnvannskilder og er lite påvirket av menneskelige aktiviteter, og er av den grunn sannsynligvis langt fattigere på næringsstoffer. I tillegg er vanntemperaturer vesentlig lavere enn i

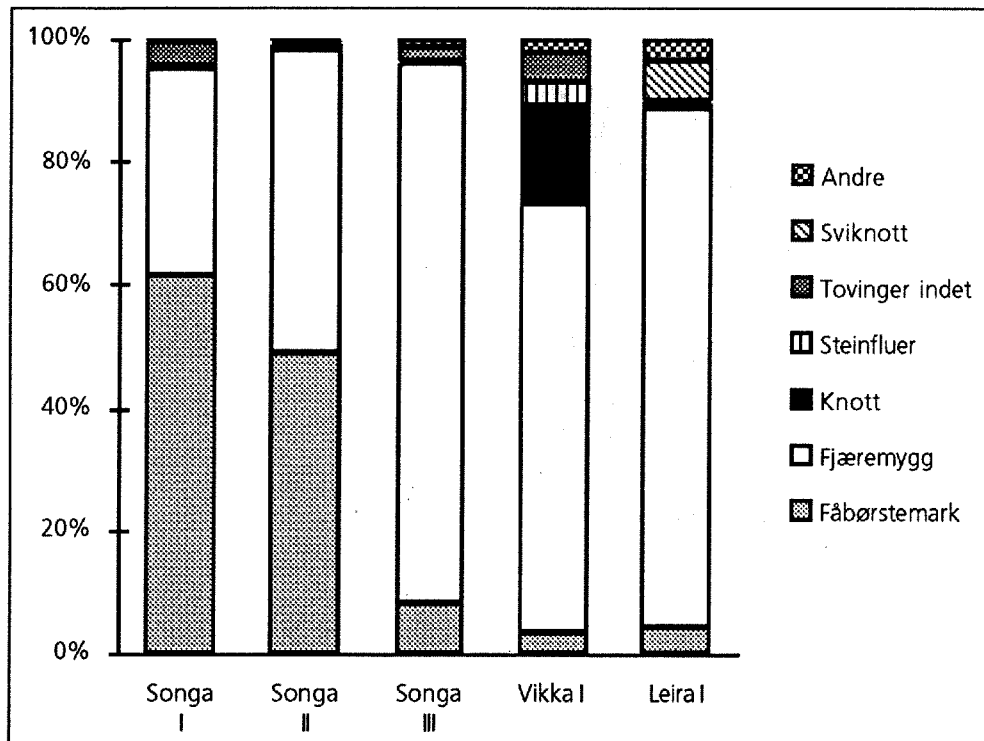
Figur 14
Dominansforholdene i fåbørstemark-
samfunnet i enkelte utvalgte gryte-
hullsjøer.
The structure of the oligochaet-com-
munity in some selected kettle lakes.



Tabell 7

Bunnfaunaen i rennende vann (antall individer pr m²).
Benthic fauna of running waters (number of individuals per m²).

	Songna I		Songna II	Songna III	Vikka I		Leira I
	1. jul.	10. sep.	1. jul.	1. jul.	1. jul.	17. sep.	1. jul.
Fåbørstemark (Oligochaeta)	702	4299	6240	303	78	61	2132
Rundormer (Nematoda)		9	78	43	26	0	910
Fjærmygg (Chironomidae)	1391	1343	6318	3146	1179	1603	39754
Snegl (Gastropoda)	13				9		
Knott (Simuliidae)		35			633	9	
Døgnfluer (Ephemeroptera)				9	35		546
Steinfluer (Plecoptera)				26	147		260
Vårfluer (Tricoptera)					17		286
Tovinger indet (Diptera indet)	169	173	130	69	78	104	286
Sviknott (Ceratopogonidae)			26		9		2964
Σ indiv.	2275	5859	12792	3596	2211	1777	47138
Σ grupper/taxa	4	5	5	6	10	5	8

**Figur 15**

Dominansforholdene i bunndyrssamfunnene i Songna, Vikka og Leira.

The structure of the bottom community in the rivers Songna, Vikka and Leira.

Leira, og dette kan være årsaken til at bunndyrtettheten er lavere her.

Også i rennende vann er det fjæremygg og fåbørstemark som dominerer. Største tetthet av fjæremygg hadde Leira med ca 40 000 ind.m⁻², mens fåbørstemarkene forekom mest tallrike ved stasjon Songna II, der vel 6 000 ind.m⁻² ble funnet. Av de øvrige gruppene forekommer tovinger ved samtlige stasjoner. Denne består vesentlig av stankelbeinlarver. Det ble registrert lave tettheter av knott. Denne gruppen er ofte dominerende i rennende vann, men dens fravær her skyldes mangel på egnet substrat. Knottlarvene sitter festet til bunns substratet og er derfor vanligst å finne på stein o.l. På disse stasjonene består substratet av sand og silt og det er meget ustabil.

Steinfluer er også en karaktergruppe for rennende vann, men ble her kun funnet i lite antall. Sannsynligvis er substratet lite egnet for de fleste bunndyrgrupper, da det er lite stabilt og i stadig skiftninger ved endringer i vannføringen.

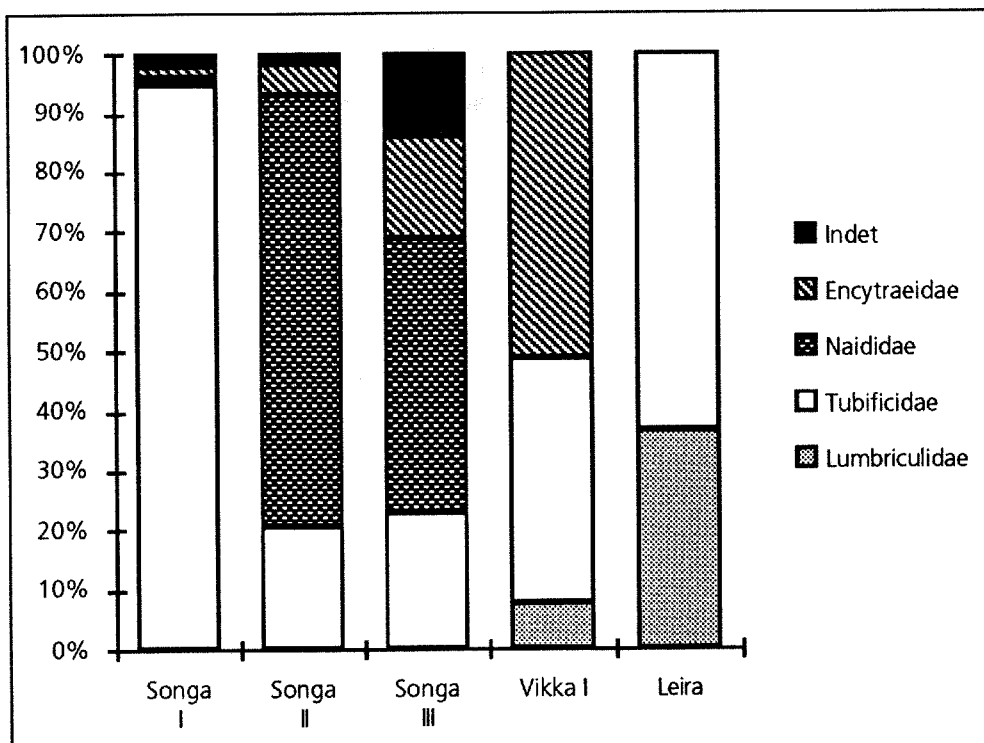
Dominansforholdene mellom de forskjellige bunndyrgruppene viser at fåbørstemark og spesielt fjæremygg er fullstendig dominerende (figur 15). Ved Songna I dominerer fåbørstemarkene, mens forholdet dem i mellom er ca 1:1 ved Songna II. Ved de øvrige sta-

sjonene er fjæremyggene klart dominerende. Det er vanlig at fjæremygg er den mest tallrike bunndyrgruppen i rennende vann.

Fåbørstemarkfaunaen

Prosentvis fordeling av de enkelte familier av fåbørstemark og deres tettheter er vist i henholdsvis figur 16 og tabell 8.

Fåbørstemarkfaunaen i de undersøkte elvene består av arter som er vanlige i Sør-Norge. Leira skiller seg klart fra de øvrige stasjonene. Ved siden av *Stylodrilus heringianus* som også ble funnet i Vikka, består faunaen her utelukkende av de to artene *Limnodrilus hoffmeisteri* og *L. udekemianus*. Disse ble ikke funnet ved de øvrige stasjonene. *L. hoffmeisteri* er relativt vanlig i lavlandet i Sør-Norge og forekommer i spesielt store mengder ved organisk forurensing. *L. udekemianus* er funnet mere spredt i Norge, men også den er knyttet til næringsrike forhold. Stasjonen i Leira så ut til å være sterkt påvirket av organisk forurensing da elvebredden bar preg av at kyr regelmessig besøkte stedet. Den tredje arten, *S. heringianus*, er derimot regnet som en art som er knyttet til oligotrofe innsjøer, men det er observert tidligere at arten kan opp tre tallrik ved organisk forurensing så lenge oksygentilgangen er god. I rennende vann er oksygenmangel sjeldent noe problem og den er f.eks. funnet tallrik i en organisk foruren-



Figur 16
Dominansforholdene i fåbørstemark-
samfunnet i Songna, Vikka og Leira.
The structure of the oligochaet-com-
munity in the rivers Songna, Vikka and
Leira.

Tabell 8

Fåbørstemarkfaunaen i rennende vann (antall individer pr m²).
Oligochaeta fauna of running waters (number of individuals per m²).

	Songna I		Songna II	Songna III	Vikka I		Leira
	1. jul.	10. sep.			1. jul.	17. sep.	
Stylodrilus heringianus					13		780
Limnodrilus spp.							572
Limnodrilus hoffmeisteri							520
Limnodrilus udekemianus							260
Tubifex tubifex	78	104	65				
Tubificidae m. hårseta	403	4082	1209	69	26	43	
Chaetogaster diaphanus	26		52	61			
Nais variabilis/communis	39		4485	78			
Encytraeidae	13	87	312	52	78	9	
Encytraeidae Cernosvitoviella-type						9	
Indet				26			
Uten seta	78	26	117	17			
Σ indiv.	637	4299	6240	303	117	61	2132
Σ arter/taxa	6	4	6	6	3	3	4

set bekk på Jæren (Bremnes & Sloreid 1994). De ubestemte individene av *Limnodrilus* er sannsynligvis *L. hoffmeisteri*, men de var ikke kjønnsmodne og kan dermed ikke artsbestemmes med sikkerhet.

Tubifex tubifex ble funnet ved to av stasjonene i Songna. Denne arten kan bare artsbestemmes med sikkerhet når den er kjønnsmoden, og tubificider med hårseta i tabellen er høyst sannsynlig også *T. tubifex*. I tillegg består gruppen "Uten seta" også sannsynligvis av nyklekte *T. tubifex*. Arten kan derfor sies å være tallrik ved de to øverste stasjonene i Songna, men den forekom også ved de to andre stasjonene. *T. tubifex* er meget vanlig i Sør-Norge og den fins fra lavlandet til høyfjellet. Den kan forekomme i meget store tettheter ved organisk forurensing og under forhold med oksygenvinn. Arten er økologisk fleksibel, men den regnes å være konkurransesvak. Artsforekomst under disse ustabile bunnsstratforholdene kan der-

for muligens tilskrives dens fleksibilitet og mulig mangel på konkurranse.

Av øvrige arter forekom *Nais variabilis*/*Nais communis* i Songna, og de var helt dominerende ved Songna II. Artene er vanskelig å skille fra hverandre, da det er glidende overganger mellom flere av artskjennetegnene. De er de vanligste naididene i Sør-Norge og forekommer i alle typer av lokaliteter.

Enchytraeidene fins fåtallig ved de fleste av stasjonene. Familien er vanskelig å artsbestemme og er derfor oppført på familienivå, med unntak av noen få individer fra slekten *Cernosvitoviella* i Vikka. Enchytraeidene forekommer vanlig i alle typer vannforekomster og de er vanlige både i terrestre og semiakvatiske miljøer. Av øvrige taxa ble det påvist enkelte individer av *Chaetogaster diaphanus*, en rovform som trolig er relativt vanlig.

6 Sammenfattende diskusjon

Blant de faktorene som i størst grad bestemmer faunasammensetningen i et område kan vi spesielt nevne ulikheter i fysisk-kjemiske forhold, produksjonsmessige forhold, tilstedeværelse av fisk og spredningsøkologiske forhold. Lokalitetene i Gardermområdet oppviser en meget stor variasjon innen alle disse faktorene. Det mangler imidlertid data som kan belyse variasjonene i spredningsøkologiske forhold, og vi vet også lite om hvordan de aktuelle fiskeslagene strukturerer samfunnene.

Miljøforholdene i Songna og Vikka er særlig preget av ustabil substrat samtidig som de øvrige miljøfaktorene som temperatur og vannkvalitet, er relativt konstante. Faunaen er til en viss grad dominert av konkurransesvake arter.

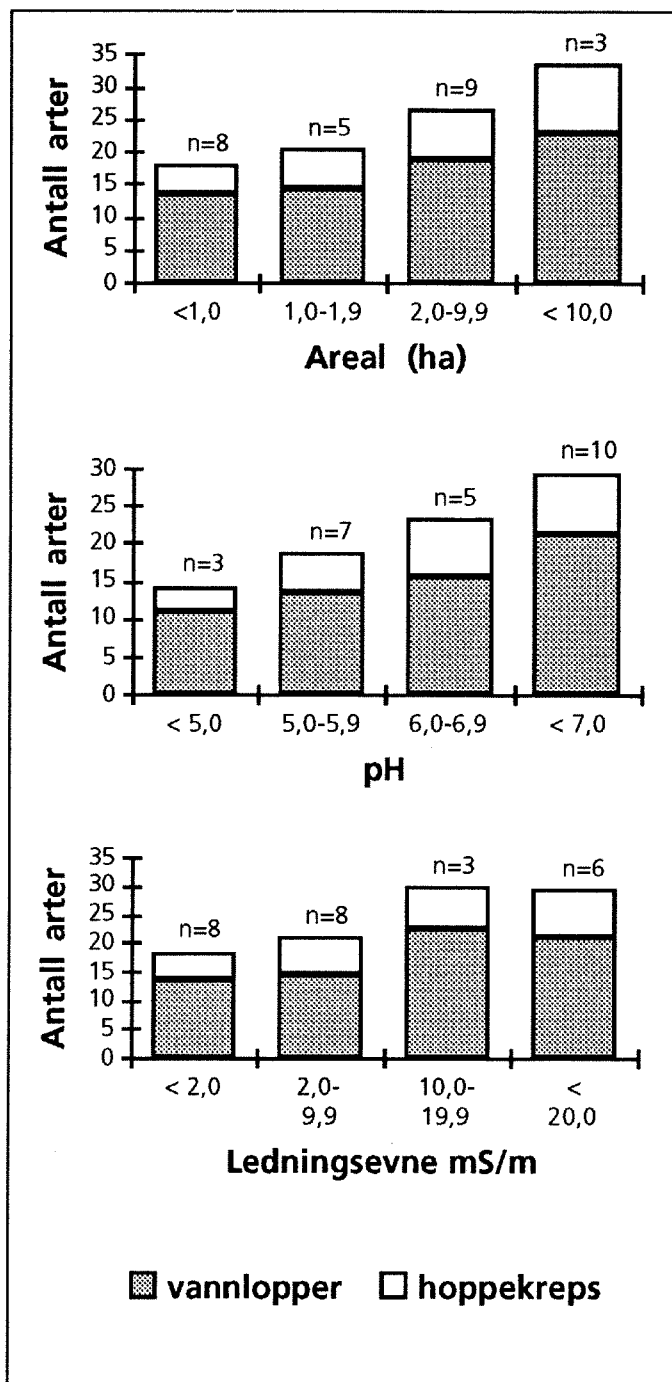
Grytehullsjøene i Gardermområdet er inndelt i fire hydrologiske typer etter hvordan de er influert av grunnvannet (Hongve & Løvstad 1991). I den videre diskusjon vil det være naturlig å ta utgangspunkt i denne inndelingen.

Tettheten i planktonet og i litoralsonen varierer sterkt innen lokalitetene, men det er ingen klare sammenhenger mellom tetthet, pH, ledningsevne, hydrologisk type og tilstedeværelse av fisk.

6.1 Faunamessig likhet

Antall arter krepsdyr viser en klar positiv korrelasjon med lokalitetenes areal, pH og ledningsevne (figur 17). Som et mål for eventuelle faunamessige likheter innen de forskjellige gruppene av lokaliteter, er samfunnsindeksen CC beregnet for krepsdyrfaunaen (figur 18). Tidligere undersøkelser (cf. Halvorsen 1980, Halvorsen 1981, Walseng 1989) har vist at lokaliteter med samfunnsindeks CC > 60 kan betraktes som artsmessig relativt like. Innen type 1 var det kun Svenskestutjern og Kattjern som hadde stor faunamessig likhet, mens faunasammensetningen i de øvrige lokalitetene var svært forskjellig. Stormåsan og Flatnertjern hadde f.eks. bare noen få arter felles. Inndelingen i innsjøtyper er kun basert på grunnvannets innflytelse, mens det er store forskjeller mellom dem også med hensyn til en rekke andre faktorer. Det er f.eks. store forskjeller innen type 1 med hensyn til humusinnhold, og dette vil også influere på artssammensetningen.

Også blant lokalitetene i type 3 var det få likhetstrekk. Størst faunamessig likhet hadde Skratjern og Vollnesputten. Gjennomsnittlig likhet var likevel noe større her enn innen type 1. Størst likhet var det imidlertid innen type 4. Hersjøen hadde faunames-



Figur 17

Antall arter vannlopper og hoppekreps korrelert med innsjøareal (ha), pH og ledningsevne (mS m^{-1}).

Number of species of cladocerans and copepods correlated with the surface area of the lakes, pH and specific conductivity (mS m^{-1}).

Sørmotj.	Flatnertj.	Fugletj.	Kattj.	v Bakke.	Storm.	Villb.	Svensk.	
	57	48	58	35	29	52	41	Sørmotj.
		52	48	25	8	48	38	Flatnertj.
			48	43	18	37	38	Fugletj.
				52	26	50	60	Kattj.
					50	35	31	v Bakke.
						24	17	Storm.
							45	Villb.
								Svensk.

Aurtj.	Volln.	Daniel.	Skråtj.	Bakketj.	Grovttj.	Bonntj.	Svarttj.	Ljøgot.	
	28	52	45	58	42	35	48	46	Aurtj.
		42	61	38	38	24	24	34	Volln.
			51	56	41	35	47	45	Daniel.
				53	53	32	42	41	Skråtj.
					46	39	37	46	Bakketj.
						21	37	59	Grovttj.
							41	26	Bonntj.
								44	Svarttj.
									Ljøgot.

Hersj.	Transj.	Vesletj.	Mjøntj.	Dagsj.	Nordbytj.	
	67	63	61	51	67	Hersj.
		46	51	50	68	Transj.
			45	32	44	Vesletj.
				42	49	Mjøntj.
					48	Dagsj.
						Nordbytj.

Figur 18

Krepsdyrfaunaen i lokalitetene innen hydrologisk type 1 (øverst), type 3 (midten) og type 4 (nederst) sammenlignet ved hjelp av samfunnsindeksen (CC).

The crustacean fauna in lakes of different hydrological types compared by applying the community index (CC). Hydrological type 1 (upper), type 2 (middle), and type 3 (lower figure).

Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	
	43	49	51	Type 1
		44	45	Type 2
			81	Type 3
				Type 4

Figur 19

*Krepsdyrfaunaen i lokalitetene innen de ulike hydrologiske type-
ne sammenlignet ved hjelp av samfunnsindeksen (CC).*

*The crustacean fauna in localities of the four hydrological types
compared by the community index (CC).*

sige likhetstrekk med alle de andre innsjøene innen gruppen, spesielt med Nordbytjern og Transjøen. De to sistnevnte hadde også innbyrdes stor likhet.

I **figur 19** er den faunamessige likheten mellom de fire typer av ferskvannsforekomster vist. Artene innen hver gruppe er her slått sammen. Ikke overraskende er likheten i artssammensetning meget stor mellom type 3 og 4, mens type 1 og 2 hadde få fellestrekk med de to andre. I den følgende diskusjon er derfor lokalitetene innen type 3 og 4 vurdert samlet. Kun to innsjøer tilhører type 2, henholdsvis Nordkulpen og Sandtjern, og artsammensetningen i disse representerer en klar overgangstype mellom 1 og 3 og 4.

Tilsvarende resultater viser også bunndyrfaunaen. Det er store forskjeller mellom lokalitetene, men det er ingen markerte forskjeller mellom lokalitetene innen type 3 og 4. Gjennomsnittlig antall dyregrupper og antall arter fåbørstemark er imidlertid noe høyere innen type 4 enn innen type 3, henholdsvis 10,0 versus 7,5 og 8,2 versus 6,0. Gjennomsnittlig tetthet var også noe høyere i type 4 enn i type 3. Fra type 1 foreligger det kun data fra Fugletjern, som derimot skiller seg klart fra de andre lokalitetene ved spesielt stor andel av nematoder. Fåbørstemarkfaunaen er dessuten totalt dominert av kun en familie, Tubificidae. Det foreligger ikke data fra noen av type 2 lokalitetene.

6.1.1 Type 1

Det var klare forskjeller i antall arter innen de forskjellige typene av ferskvannsforekomster i Gardermooområdet. Lokalitetene in-

nen type 1 hadde i gjennomsnitt 17,5 krepsdyrarter, mens det tilsvarende tall for lokalitetene innen type 4 var 29,5 arter (**figur 5**). Forskjellen i antall arter i planktonet var derimot mindre, men type 1 hadde færre arter hoppekreps enn type 3 og 4, henholdsvis i gjennomsnitt 2,4 og 3 arter. Variasjonen i antall arter var dessuten mindre innen type 1 enn innen type 4.

Diaphanosoma brachyurum, *Holopedium gibberum* og *Bosmina longispina* dominerte planktonsamfunnet innen type 1. Alle disse forekommer også i type 3 og 4, men som oftest i lite antall. Blant calanoidene kan *Heteroscope saliens* og *Acanthodiaptomus denticornis* betegnes som karakterarter for type 1 og ble kun funnet her. De er større og mer iøynefallende enn de andre calanoidene i Gardermoområde, og manglen på planktonspisende fisk er sannsynligvis en viktig årsak til at de kun er funnet her.

Type 1 er med noen få unntak karakterisert ved euryøke arter i littoralsonen. Disse har vid utbredelse i Norge og de fins i de fleste lokalitetstyper, også i de med lavest pH. *Acantholeberis curvirostris* kan nevnes som en karakterart for denne type, selv om den kun ble funnet i Sørmoetjern og Stormosan. Den forekommer som oftest i sure, humøse lokaliteter og ble ikke funnet ellers i Gardermooområdet. *Alona rustica* er en annen art som en også kunne ha forventet å finne i disse lokalitetene, men den ble ikke funnet. Den er vanlig i sure lokaliteter i landet for øvrig. Sars (1993), som innsamlet det meste av sitt materiale på Østlandet, fant den aldri og det første funnet i Norge ble gjort så sent som i 1971 (Halvorsen 1973).

Acanthocyclops robustus er en art som muligens har konkurransemessige fordeler i de sureste lokalitetene. Den ble kun funnet i vesle Bakketjern og Stormåsan.

Funnet av *Daphnia longispina* i Svenskestutjern er noe overraskende da dette er en art som er følsom overfor lav pH. Den ble ikke påvist i 1970 (Halvorsen 1974).

Villbergtjern skilte seg noe ut med hensyn til forholdet mellom vannlopper og hoppekreps i planktonet. Også vedrørende artssammensetningen er det flere interessante funn i dette vannet. Vannloppen *Alona rectangula* og hoppekrepsen *Eucyclops macrurus* er f.eks. begge assosiert med mer næringsrike lokaliteter med gunstigere pH enn hva som er tilfelle i Vilbergtjern.

6.1.2 Type 3 og 4

Antall arter i planktonet varierte fra tre i Mjøntjern og til hele 13

i Nordbytjern. Fra Mjøntjern er det imidlertid kun prøver fra september.

En viktig forskjell mellom type 1 og type 3 og 4 er innslaget av flere *Daphnia*-arter i planktonet i de sistnevnte. Både *D. cristata*, *D. cucullata*, *D. galeata* og *D. longispina* er påvist. Disse er alle pH-følsomme arter som sjeldent fins ved pH lavere enn 5,0, selv om det finnes unntak (Walseng & Halvorsen 1987). Gunstig pH innen type 3 og 4 er derfor en viktig grunn til at *Daphnia*-artene var vanlig her. Hvilke av artene som forekommer er blant annet bestemt av tilstedeværelse av fisk. *D. cristata*, som er blant de mindre artene, er ofte den vanligste ved sterkt predasjonstrykk fra planktonspisende fisk, mens f.eks. *D. longispina* er vanligst i lokaliteter uten planktonspisende fisk.

Ceriodaphnia pulchella er en annen vannloppe som er utbredt over hele landet, men som er sjelden i de sureste deler av landet. Den manglet også i de sureste lokalitetene på Gardemoen.

Mens *H. saliens* og *A. denticornis* var typiske calanoider innen type 1 var *H. appendiculata* og *Eudiaptomus gracilis* de vanligste innen type 3 og 4. Hele sju lokaliteter hadde begge artene, mens det kun var Vollnesputten som manglet begge. *H. saliens* var riktignok tilstede også i Vilbergjtjern. Forskjell i fiskepredasjon er den mest sannsynlige årsaken til denne forskjellen i krepsdyrfaunaen. *Thermocyclops oithonoides* var vanlig i mange av lokalite-

tene innen type 3 og 4, men manglet innen type 1.

Mens det gjennomgående var en overvekt av vannlopper i type 1, var det en mer markert dominans av hoppekreps i type 3 og 4. Klar dominans av hoppekreps i næringsrike lokaliteter er ikke uvanlig. Hersjøen skiller seg riktignok ut med en svak overvekt av hoppekreps. Herfra foreligger det imidlertid kun materiale fra september.

Størst forskjell mellom type 1 og type 3 og 4 var det imidlertid i artssammensetningen inne i litoralsonen. En lang rekke arter som manglet i de mer sure lokalitetene i type 1, forekom i type 3 og 4. Dette er arter som er relativt typiske for mer næringsrike lokalitetene, som f.eks. vannloppene *Ceriodaphnia megops*, *C. reticulata*, *Alona costata*, *A. rectangula*, *Camptocercus lilljeborgi*, *C. retirostris*, *Oxyurella tenuicaudis*, *Pleuroxus aduncus*, *P. trigonellus*, *Pseudochydorus globulosus* og hoppekrepsene *Eucyclops macrurus*, *E. macruroides* og *E. speratus*.

Det er små forskjeller i bunndyrfaunaen innen type 3 og 4, mens den innen type 1 er lite variert. Vi mangler imidlertid data fra de fleste lokalitetene innen type 1, og vi mangler også data fra lokalitetene innen type 3 med flytetorv i strandsonen. Lav tetthet og lite variert fauna har trolig størst sammenheng med det svært ugunstig bunnsubstratet i de lokalitetene som har flytetorv i strandsonen.

7 Litteratur

- Abrahamsen, J. 1970. Aurtjern. En limnologisk undersøkelse 1968/1970. - Hovedfagsoppgave i limnologi (upubl.), Univ. Oslo.
- Boman, E.H. 1975. En undersøkelse av hydrografi og primærproduksjon i Dagsjøen og Vilbergstjern. - Hovedfagsoppgave i limnologi (upubl.), Univ. Oslo.
- Bremmang, G.S. 1972. Transjøen, Vesletjern og Mjøntjern på Romerike. En limnologisk undersøkelse 1969-70. - Hovedfagsoppgave i limnologi (upubl.), Univ. Oslo.
- Bremnes, T. & Storeid, S.E. 1994. Fåbørstemark i ferskvann. Utbredelse i Sør-Norge. - NINA Utredning 56: 1-42.
- Brettum, P. 1994. Referanseundersøkelser av grytehullsjøene i Gardermoen-området 1993. - NIVA-rapport O-93150: 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.
- Carter, J.C.H. 1971. Distribution and abundance of planktonic Crustacea in ponds near Georgian Bay (Ontario, Canada) in relation to hydrography and water chemistry. - Arch. Hydrobiol. 68: 204-231.
- Daborn, G.R. 1974. Biological Features of an Aestival Pond in Western Canada. - Hydrobiologia 44: 287-299.
- DeMott, W.R. 1982. Feeding selectivities and relative ingestion rates in *Daphnia* and *Bosmina*. - Limnol. Oceanogr. 27: 518-527.
- Duigan, C.A. 1992. The ecology and distribution of the littoral Chydoridae (Branchiopoda, Anomopoda) of Ireland, with taxonomic comments on some species. - Hydrobiologia 241: 1-70.
- Eggereide, A. 1978. Fosforomsetning i Svarttjern, Øvre Romerike, med vekt på dyreplankton og alkalisk fosfataseaktivitet. - Hovedfagsoppgave i limnologi (upubl.), Univ. Oslo.
- Eie, J.A. 1974. A comparative study of the crustacean communities in forest and mountain localities in the Vassfaret area (southern Norway). - Norw. J. Zool. 22: 177-205.
- Eilertsen, O., Erikstad, L., Halvorsen, G. & Spidsø, T. 1993. Forslag til naturfaglig overvåkingsprogram. Oslo Lufthavn, Gardermoen. - NINA, upubl. notat.
- Elgmork, K. 1958. On the phenology of *Mesocyclops oithonoides*. - Verh. internat. Ver. Limnol. 13: 778-784.
- Elgmork, K. 1966. On the relation between lake and pond plankton. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 16: 216-221.
- Elgmork, K. 1981. Extraordinary prolongation of the life cycle in a freshwater planktonic copepod. - Holarct. Ecol. 4: 278-290.
- Elgmork, K. 1985. Prolonged life cycles in the planktonic copepod *Cyclops scutifer* Sars. - Verh. int. Ver. Limnol. 22: 3154-3158.
- Elgmork, K. & Eie, J.A. 1989. Two- and three-year life cycles in the planktonic copepod *Cyclops scutifer* in two high mountain lakes. - Holarct. Ecol. 12: 60-69.
- Erikstad, L. & Halvorsen, G. 1992. Områder med nasjonal og internasjonal naturverdi ved Hauer seter-trinnet, Akershus fylke. - NINA oppdragsmelding 136: 1-28.
- Faafeng, B. & Nilssen, J.P. 1981. A twenty-year study of eutrophication in a deep, soft water lake. - Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. Verh. 21: 380-382.
- Flössner, D. 1972. Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. - Tierwelt Deutschl. 60: 1-501.
- Frivold, A. 1963. Hersjøen på Romerike. - Hovedfagsoppgave i limnologi (upubl.), Univ. Oslo.
- Gliwicz, Z.M. 1969. Studies on the feeding of pelagic zooplankton in lakes with varying trophy. - Ecol. Pol. A 17: 663-708.
- Halvorsen, G. 1973. Crustacea from the high mountain area Hardangervidda, South Norway. - Rapp. Høyfjellsøk. Forskn. Stn., Finse, Norge 1973, 2: 1-17.
- 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: 1-89.
- Halvorsen, G. & Elgmork, K. 1976. Vertical distribution and seasonal cycle of *Cyclops scutifer* Sars (Crustacea, Copepoda) in two oligotrophic lakes in southern Norway. - Norw. J. Zool. 24: 142-160.
- Halvorsen, K. 1974. En undersøkelse av to nærliggende, men limnologisk forskjellige grytehullsjøer. - Hovedfagsoppgave i limnologi, Univ. Oslo, 186 s.
- Hamilton, J.D. 1958. On the biology of *Holopedium gibberum* Zaddach (Crustacea, Cladocera). - Verh. int. Verein. Limnol. 13: 785-788.
- Hendrey, G.R. & Wright, R.F. 1976. Acid precipitation in Norway: Effects on aquatic fauna. - J. Great Lakes Res. 2, Suppl. 1: 192-207.
- Herbst, H.V. 1976. Blattfusskrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüßer und Wasserflöhe). - Kosmos-Verlag, Franckh, Stuttgart, 130 s.
- Herzig, A. 1984. Temperature and life cycle strategies of *Diaphanosoma brachyurum*: An experimental study on development. Growth and survival. - Arch. Hydrobiol. 101: 143-178.

- Hessen, D.O. 1985. Filtering structures and particle size selection in coexisting Cladocera. - *Oecologia* (Berl.) 66: 368-372.
- Hessen, D.O. & Nilssen, J.P. 1983. High pH and the abundances of two commonly co-occurring freshwater copepods (Copepoda, Cyclopoida). - *Annls Limnol.* 19: 195-201.
- Hongve, D. 1972. Nordbytjernet. En limnologisk undersøkelse med hovedvekt på macrovegetasjon og avhengighetsforholdet mellom hydrografi og primærproduksjon. - Hovedfagsoppgave i limnologi (upubl.), Univ. Oslo.
- Hongve, D. 1992. Verneverdige innsjøer på Øvre Romerike. - *Vann* 27: 21-28.
- Hongve, D. & Løvstad, Ø. 1991. Verneverdige innsjøer Gardermoområdet. - *Limnoconsult*, Upubl. rapport.
- Hutchinson, G.E. 1967. A treatise on limnology. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton. - New York, John Wiley & Sons, Inc.
- 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. Oslo, 83 s.
- Karabin, A. 1978. The pressure of pelagic predators of the genus *Mesocyclops* (Copepoda, Crustacea). - *Ekol. Polska.* 26: 241-257.
- Kiefer, F. 1973. Ruderfusskrebse (Copepoden). - *Kosmos-Verlag, Franckh, Stuttgart*, 99 s.
- Kiefer, F. 1978. Freilebende Copepoda. - I Elster, H. J. & Ohle, W., red. *Das Zooplankton der Binnengewässer* 26: 1-343.
- Kloster, A.E. 1974. Transjøen, Vesletjern og Mjøntjern. Fysisk/kjemiske forhold, fyroplankton- og makrofytproduksjon i tre grunnvannspåvirkete grytehullsjøer på Romerike. - Hovedfagsoppgave i limnologi (upubl.), Univ. Oslo.
- Lampert, W. & Krause, I. 1976. Zur Biologie der Cladocera *Holopedium gibberum* Zaddach in Windgefällweiher (Schwarzwald). - *Arch. Hydrobiol. Suppl.* 48: 262-286.
- Lande, B.I. 1969. Dagsjøen og Vilbergstjern - En limnologisk undersøkelse av to små grytehullsjøer på Romerike. - Hovedfagsoppgave i limnologi (upubl.), Univ. Oslo.
- Langeland, A. 1974. Long-term changes in the plankton of Lake Tyrifjord, Norway. - *Norw. J. Zool.* 22: 207-219.
- Løvhaugen, F. 1985. En limnologisk undersøkelse av to myrtjern på Øvre Romerike med hovedvekt på planteplanktonets kvalitative og kvantitative sammenheng. - Hovedfagsoppgave i limnologi (upubl.), Univ. Oslo.
- Mahoney, D.L., Mort, M.A. & Taylor, B.E. 1987. Species Richness of Calanoid Copepods, Cladocerans and Other Branchiopods in Carolina Bay Temporary Ponds. - *Am. Midl. Nat.* 123: 244-258.
- Milbrink, G. 1983. An improved environmental index based on the relative abundance of oligochaete species. - *Hydrobiologia* 102: 89-97.
- Mygland, T.J. 1970. Sandtjernet og Nordkulpen. En limnologisk undersøkelse 1968-69. - Hovedfagsoppgave i limnologi (upubl.), Univ. Oslo.
- Nesgård, E. 1974. En undersøkelse av hydrografi, primærproduksjon og plankton i Aurtjern. - Hovedfagsoppgave i limnologi (upubl.), Univ. Oslo.
- Nilssen, J.P. 1976. Community analysis and altitudinal distribution of limnetic entomostraca from different areas in Southern Norway. - *Pol. Arch. Hydrobiol.* 23: 105-122.
- NIVA 1985. Overvåking av Orrevassdraget. Hovedrapport 1979-83. - *Rapp.* 191A/85: 1-128.
- Patalas, K. 1954. Pelagie Crustacean Complexes of 28 Pommerian Lakes. - *Komitet Ekologiczny* 2: 61-92.
- Pennak, R.N. 1957. Species composition of limnetic zooplankton communities. - *Limnol. Oceanogr.* 2: 222-232.
- Ponyi, J.E. 1956. Die Diaptomus-Arten der Natrongewässer auf der grossen Ungarischen Tiefebene. - *Zool. Anz.* 156: 257-403.
- Prószyńska, M. 1962. The annual Cycle in Occurrence of Cladocera and Copepoda in Small Water Bodies. - *Pol. Arch. Hydrobiol.* 10(23): 379-422.
- Rognerud, S. & Skogheim, O.K. 1975. En limnologisk befarung av innsjøer på Jæren i 1974. - Upubl. notat, 27 s.
- Rylov, W.M. 1948. Freshwater Cyclopoida. Fauna USSR, Crustacea 3 (3). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1963, 314 s.
- Sandlund, T. & Halvorsen, G. 1980. Hydrografi og evertebrater i elver og vann i Kynnavassdraget, Hedmark, 1978. - *Kontaktutv. vassdragsreg.*, Univ. Oslo. *Rapp.* 14: 1-80.
- Sandøy, S. 1984. Zooplanktonsamfunnet i to forsura vatn i Gjerstad i Aust-Agder. Virkning av biotiske og abiotiske faktorer på livssyklus og populasjonstetthet. - Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi (Upubl.), Univ. Oslo.
- Sandøy, S. & Nilssen, J.P. 1986. Life cycle dynamics and vertical distribution of *Heterocope saliens* (Lillj.) in two anthropogenic acidic lakes in southern Norway. - *Arch. Hydrobiol.* 110: 83-99.
- Sars, G.O. 1889. Oversigt af Norges Crustaceer, med foreløbige Bemærkninger over de nye eller mindre bekjendte Arter. II. (Branchiopoda-Ostracoda-Cirripedia). - *Forh. Vitensk. Selsk. Krist.* 1890(1):1-80.
- Sars, G.O. 1891. Oversigt av Norges Crustaceer med foreløbige Bemærkninger over de nye eller mindre bekjendte 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.
- Sars, G.O. 1993. On the freshwater crustaceans occurring in the vicinity of Christiania. - John Grieg Produksjon A/S, Bergen.
- Sarvala, J. 1979. Benthic resting stages of pelagic cyclopoids in an oligotrophic lake. - Hol. Ecol. 288-100:
- Särkkä, J. 1987. The occurrence of oligochaetes in lake chains receiving pulp mill waste and their relation to eutrophication on the trophic scale. - Hydrobiologia 155: 259-266.
- Smirnov, N.N. 1971. Chydoridae. Fauna USSR, Crustacea 1 (2). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1974, 644 s.
- Thomassen, J., red. 1992a. Hovedflyplass Gardermoen - flyplass og tilbringersystem, konsekvensutredninger: naturvern, landskap, limnologi, fisk, vilt, friluftsliv. - NINA Oppdragsmelding 141: 1-48.
- Thomassen, J., red. 1992b. Hovedflyplass Gardermoen, konsekvensutredninger: naturvern, landskap, limnologi, fisk, vilt, friluftsliv. - NINA oppdragsmelding 140: 1-41.
- Vallin, S. 1953. Zwei acidotrophe Seen im Küstengebiet von Nordschweden. - Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm 34: 167-189.
- Walseng, B. 1989. Ferskvannsundersøkelser i 8 vassdrag i midtre deler av Nordland. - NINA Utredning 3: 1-49.
- Walseng, B. 1990. Ferskvannsbefaringer i 13 vassdrag i Oppland og Hedmark. - NINA Utredning 16: 1-61.
- Walseng, B. 1993. Verneplan I og II, Rogaland. Krepssdyrundersøkelser. - NINA Oppdragsmelding 222: 1-33.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1987. Vannkjemi og krepssdyr i Åbjøra og Reinavassdraget, Oppland fylke. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 113: 1-55.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1993. Verneplanstatus i Troms og Finnmark med fokusering på vannkjemiske forhold og krepssdyr. - NINA Utredning 54: 1-97.
- Walseng, B. & Storeid, S.E. 1990. Ferskvannsbefaringer i 19 vassdrag i Telemark og Buskerud. - NINA Utredning 15: 1-56.
- Wærvågen, S.B. 1985. En limnologisk studie av Gjerstadvatn i Aust-Agder med spesiell vekt på Zooplanktonsamfunnets livshistorier og populasjonsdynamikk. - Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi (upubl.), Univ. Oslo.
- Zankai, N.P. 1987. Post-embryonic development of cyclopoid copepods in various seasons at Lake Balaton (Hungary). - J. Plankton Res 9: 1057-1068.
- Økland, J. 1990. Lakes and snails. - Universal Book Services/Dr. W. Backhuys, Oegstgeest.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1993. Database for bioindikatorer i ferskvann - et forprosjekt. Naturens Tålegrenser. Fagrapport nr. 39 - Miljøverndepartementet. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 144: 1-42.
- Økland, K.A. 1979. Localities with *Asellus aquaticus* (L.) and *Gammarus lacustris* G. O. Sars in Norway, and revised system of faunistic regions. - SNSF-prosjekt, TN 49/79, 64 s.
- Økland, K.A. 1980a. Ecology and distribution of *Asellus aquaticus* (L.) in Norway, including relation to acidification in lakes. - SNSF-prosjekt, Rapport IR 52/80, 70 s.
- Økland, K.A. 1980b. Økologi og utbredelse til *Gammarus lacustris* G. O. Sars i Norge, med vekt på forsuringsproblemer. - SNSF-prosjekt, Rapport IR 67/80, 87 s.
- Økland, K.A. & Kuiper, J.G.J. 1990. Småmuslinger i norske vann og vassdrag - lokaliteter og miljøforhold. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 123: 1-20 + vedlegg.

Vedlegg

Vedlegg 1

Planktonets artssammensetning og struktur basert på samtlige Schindler-prøver.

The plankton community: species composition and structure (%) based on all the quantitative samples.

Lok. nr.	1	1	2	2	4	4	5	5	10	10
Navn	Sørmotj.	Sørmotj.	Flatnertj.	Flatnertj.	Aurtj.	Aurtj.	Volln.	Volln.	Transj.	Transj.
Dato	juni	sept.	juni	sept.	juni	sept.	juni	sept.	juni	sept.
Vannlopper (Cladocera)										
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	8,6	8,6	11,9	14,5	0,5	2,1	0,1		1,8	0,3
Sida crystallina (O.F.M.)										
Holopedium gibberum Zaddach	14,2	0,7	35,9	23,7					+	
Ceriodaphnia pulchella Sars			0,8							
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)							+			0,0
Daphnia cristata Sars			+		5,6	12,5			1,3	0,9
Daphnia cucullata Sars										
Daphnia galeata Sars										
Daphnia longispina (O.F.M.)							32,6	15,3		
Bosmina longirostris (O.F.M.)								0,6	8,9	0,4
Bosmina longispina Leydig	51,5	23,2	39,6	23,2	+				2,8	0,3
Polyphemus pediculus (Leuck.)	+									
Leptodora kindti (Focke)					0,1	+				
Hoppekrebs (Copepoda)										
Calanoida										
Acanthodiaptomus denticornis (Wierz.)	+	0,5	1,6	4,9						
Eudiaptomus gracilis Sars					1,3	4,3			58,3	44,8
Heterocope appendiculata Sars					0,3	0,0			+	8,0
Heterocope saliens (Lillj.)			1,3	0,4						
cal naup	+		2,1		2,6	0,2			2,6	0,1
cal cop (I-III)		+	0,3		0,7				3,1	
Cyclopoida										
Cyclops scutifer Sars	16,2		0,3		27,2	25,0			12,6	6,2
Mesocyclops leuckarti (Claus)							+		+	0,2
Thermocyclops oithonoides (Sars)							+			
cycl naup	4,6	66,8	6,1	33,1	59,0	55,8	48,2	78,4	8,5	37,7
cycl cop (I-III)	4,9	0,1	0,1	0,1	2,5		19,1	5,7		1,2

Vedlegg 1 (forts.)

Planktonets artssammensetning og struktur basert på samtlige Schindler-prøver.

The plankton community: species composition and structure (%) based on all the quantitative samples.

Lok. nr.	6	12	13	14	14	15	16	16	19	19
Navn	Herrsj.	Mjøntj.	Kattj.	Daniel.	Daniel.	Skråttj.	Bakketj.	Bakketj.	Dagsj.	Dagsj.
Dato	sept.	sept.	sept.	juni	sept.	sept.	juni	sept.	juni	sept.
Vannlopper (Cladocera)										
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T			1,3	1,4	0,4	4,3	11,5	4,9		
Sida crystallina (O.F.M.)	0,8		0,1							
Holopedium gibberum Zaddach						7,2	+			
Ceriodaphnia pulchella Sars				7,7	48,1		34,4	19,9		
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)			88,5		+					
Daphnia cristata Sars					+		+	0,3		
Daphnia cucullata Sars	55,4	3,1		2,5						
Daphnia galeata Sars										0,1
Daphnia longispina (O.F.M.)									+	0,2
Bosmina longirostris (O.F.M.)		5,7			0,2	45,1	28,2	17,7		0,6
Bosmina longispina Leydig	+		3,8	41,8	+					0,1
Polyphemus pediculus (Leuck.)			1,3	+			+	+	0,1	
Leptodora kindti (Focke)										
Hoppekreps (Copepoda)										
Calanoida										
Acanthodiaptomus denticornis (Wierz.)			0,6							
Eudiaptomus gracilis Sars	31,3	62,9		+	35,3		3,4	4,1	73,8	96,6
Heterocope appendiculata Sars						+				
Heterocope saliens (Lillj.)										
cal naup				+	+		1,6	1,1	22,0	
cal cop (I-III)				33,8			0,1			
Cyclopoida										
Cyclops scutifer Sars	12,0		1,3				0,4		0,1	0,1
Mesocyclops leuckarti (Claus)			3,2	0,2	0,6	+		+		
Thermocyclops oithonoides (Sars)				0,1	0,5	1,3	4,4	20,9	+	
cycl naup	0,4	12,6		7,5	11,7	20,4	15,6	31,0	3,9	2,4
cycl cop (I-III)		15,7		4,9	3,1	21,6	0,4	+	0,1	0,1

Vedlegg 1 (forts.)*Planktonets artssammensetning og struktur basert på samtlige Schindler-prøver.**The plankton community: species composition and structure (%) based on all the quantitative samples.*

Lok. nr.	20	20	23	23	24	24	26	27	27
Navn	Villb.	Villb.	Bonntj.	Bonntj.	Svensk.	Svensk.	Svarttj.	Nordbytj.	Nordbytj.
Dato	juni	sept.	juni	sept.	juni	sept.	sept.	juni	sept.

Vannlopper (Cladocera)

Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	6,4	2,4	2,4	3,8	15,1	0,9	1,2	+	0,2
Sida crystallina (O.F.M.)			+						0,2
Holopedium gibberum Zaddach	1,1		0,1		3,0	0,7			
Ceriodaphnia pulchella Sars									
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)			0,1	0,1	9,5	12,2			
Daphnia cristata Sars			6,4	3,3			1,8	0,2	
Daphnia cucullata Sars								1,9	12,5
Daphnia galeata Sars									
Daphnia longispina (O.F.M.)					0,2	0,3			
Bosmina longirostris (O.F.M.)					0,5			2,6	6,5
Bosmina longispina Leydig	12,9	2,8	3,9	7,8	35,1	44,0	8,4	2,5	1,0
Polyphemus pediculus (Leuck.)					+	+			0,1
Leptodora kindti (Focke)			0,2	+				0,1	0,2

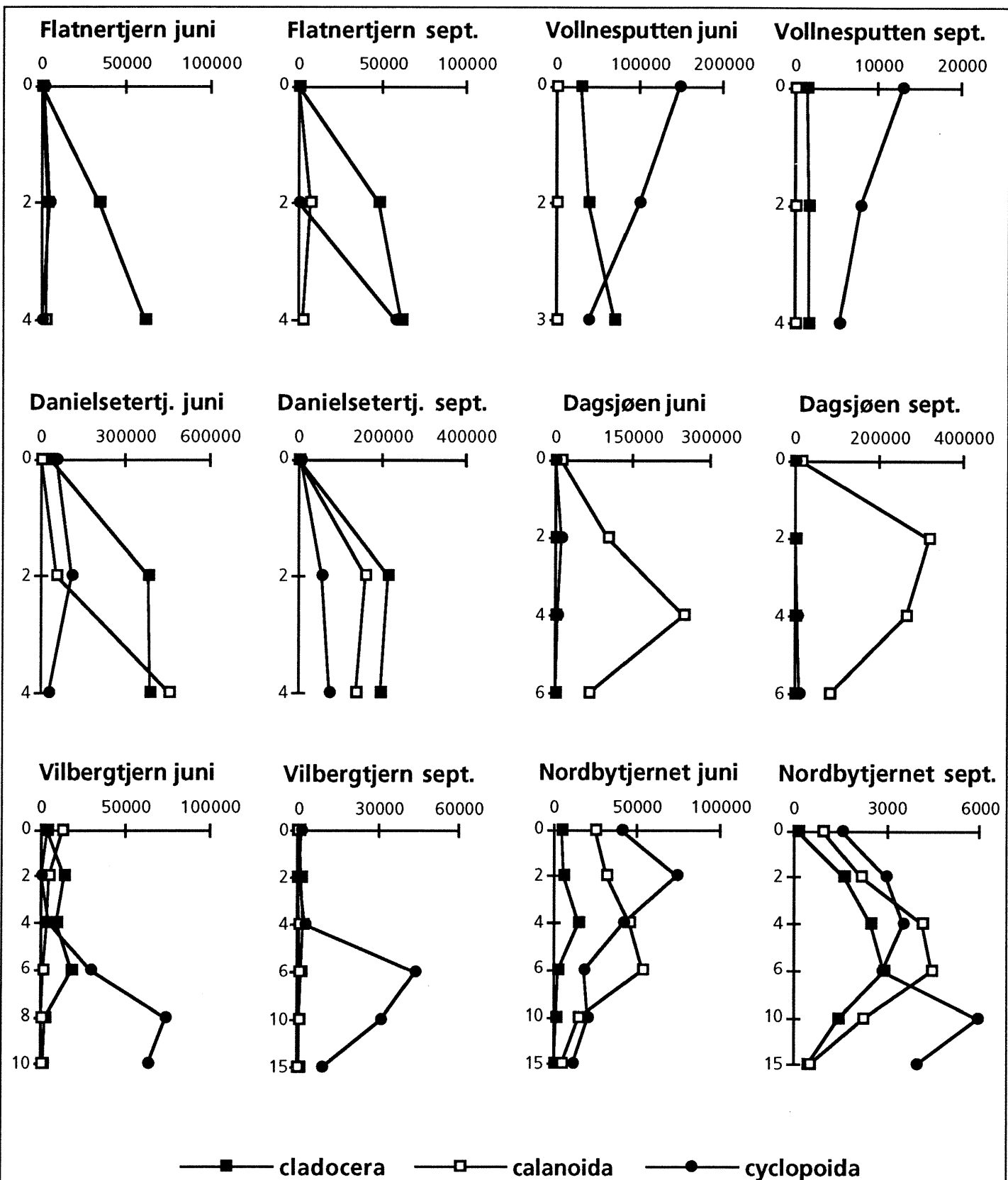
Hoppekreps (Copepoda)**Calanoida**

Acanthodiaptomus denticornis (Wierz.)					+	0,5			
Eudiaptomus gracilis Sars			16,2	12,4			77,8	26,7	11,6
Heterocope appendiculata Sars	4,4	1,2	11,2	1,7			0,6	0,7	0,5
Heterocope saliens (Lillj.)									
cal naup	4,7		49,5	25,3	0,1			14,9	12,8
cal cop (I-III)			1,7	13,4	+				7,7

Cyclopoida

Cyclops scutifer Sars	4,6	1,1	2,6		33,4	20,5	0,6	6,3	7,7
Mesocyclops leuckarti (Claus)				3,3					0,3
Thermocyclops oithonoides (Sars)								2,4	
cycl naup	65,9	92,4	5,6	20,6	3,0	20,8	1,8	28,7	28,6
cycl cop (I-III)		0,1	0,1	8,4			7,8	12,9	10,1

Vedlegg 2



Vedlegg 3

Litoralsonens krepsdyrsamfunn: artssammensetning og struktur basert på kvantitative prøver.

The littoral crustacean community: species composition and community structure based on all the quantitative samples.

Lok. nr.	1	1	2	2	4	4	5	5
Navn	Sørmotj.	Sørmotj.	Flatnertj.	Flatnertj.	Aurtj.	Aurtj.	Volln.	Volln.
Dato	juni	sept.	juni	sept.	juni	sept.	juni	sept.
Vannlopper (Cladocera)								
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	+	5,3	0,8	0,8	+	0,1		
Sida crystallina (O.F.M.)					0,5	6,1		
Ceriodaphnia pulchella Sars			1,6		91,3			
Ceriodaphnia reticulata (Jur.)								
Daphnia longispina (O.F.M.)							32,9	36,2
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)							+	
Bosmina longirostris (O.F.M.)						57,4		
Bosmina longispina Leydig	99,6	11,8	65,4	6,1	0,5			
Acroperus harpae (Baird)	+		0,8	2,3	1,4	0,7		
Alona guttata Sars				20,6		2,7		0,4
Chydorus sphaericus (O.F.M.)		0,1	3,1	34,4			+	
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)					1,0	2,0		
Polyphemus pediculus (Leuck.)					4,8	0,1		
Andre	0,1	0,5	2,4	4,6	+	2,1		1,9
Hoppekreps (Copepoda)								
Eudiaptomus gracilis Sars						0,1		
cal naup			2,4					
cal cop (I-III)						1,4		
cyclopoida								
Macrocyclus albidus (Jur.)	+			11,5	0,5	0,1		2,3
Cyclops scutifer Sars	0,2				0,0	0,7		
Thermocyclops oithonoides (Sars)								
cycl naup	0,1	81,7	22,8	11,5		17,6	42,1	41,6
cycl cop (I-III)		0,5		6,1		7,4	24,8	17,3
Andre hoppekreps			0,8	2,3	+	1,7		0,2
Antall dyr pr m3/ind. per m3	950857	33429	4536	4679	746821	52857	99179	18536

Vedlegg 3 (forts.)

Litoralsonens krepsdyrsamfunn: artssammensetning og struktur basert på kvantitative prøver.

The littoral crustacean community: species composition and community structure based on all the quantitative samples.

Lok. nr.	10	10	14	14	16	16	19	19
Navn	Transj.	Transj.	Daniel.	Daniel.	Bakketj.	Bakketj.	Dagsj.	Dagsj.
Dato	juni	sept.	juni	sept.	juni	sept.	juni	sept.
Vannlopper (Cladocera)								
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T			9,7	39,3	5,9	3,7	1,5	
Sida crystallina (O.F.M.)	9,2	27,5				0,1	1,0	2,5
Ceriodaphnia pulchella Sars			54,0		20,3	10,4		
Ceriodaphnia reticulata (Jur.)			18,0	11,5				
Daphnia longispina (O.F.M.)								0,4
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	0,4	1,5	0,2	2,2	0,8	0,1		
Bosmina longirostris (O.F.M.)	0,9				1,3	0,7		
Bosmina longispina Leydig	0,9		1,9	2,5		3,4		
Acroperus harpae (Baird)	16,7	6,9				1,7	23,6	6,1
Alona guttata Sars	0,9					0,3		1,1
Chydorus sphaericus (O.F.M.)			0,0	1,7		0,1	10,1	55,8
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	1,8		0,2	0,6	1,3	0,7	0,1	5,4
Polyphemus pediculus (Leuck.)	2,6		1,4	2,0	27,9	30,2		
Andre		0,8	1,5	2,2	0,1	1,4	3,3	1,8
Hoppekreps (Copepoda)								
Eudiaptomus gracilis Sars	11,4	7,6	0,2	4,8	1,7	0,3		14,0
cal naup	0,4		0,2		16,9	2,0	0,3	
cal cop (I-III)			2,1		2,5		1,0	
cyclopoida								
Macrocyclus albidus (Jur.)			0,0	1,1	0,1		0,1	0,4
Cyclops scutifer Sars	1,3	3,1					0,1	
Thermocyclus oithonoides (Sars)				6,7	2,5	16,8		
cycl naup	11,0	30,5	3,8	7,3	12,7	24,8	43,3	0,7
cycl cop (I-III)	42,5	18,3	5,4	13,5	5,5	3,0	15,8	10,8
Andre hoppekreps		3,8	1,2	4,5	0,4	0,4	0,1	1,1
Antall dyr pr m3/ind. per m3	8143	4679	150893	12714	42214	53214	43929	9929

Vedlegg 3 (forts.)

Litoralsonens krepsdyrsamfunn: artssammensetning og struktur basert på kvantitative prøver.

The littoral crustacean community: species composition and community structure based on all the quantitative samples.

Lok. nr.	20	20	23	23	24	24	27	27
Navn	Villb.	Villb.	Bonntj.	Bonntj.	Svensk.	Svensk.	Nordbytj.	Nordbytj.
Dato	juni	sept.	juni	sept.	juni	sept.	juni	sept.
Vannlopper (Cladocera)								
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	4,2	2,5	4,4	4,5	0,6			
Sida crystallina (O.F.M.)	1,7	1,3					4,7	2,0
Ceriodaphnia pulchella Sars								
Ceriodaphnia reticulata (Jur.)								
Daphnia longispina (O.F.M.)						0,3		
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	17,7	7,0						
Bosmina longirostris (O.F.M.)							2,8	
Bosmina longispina Leydig	19,4		38,5	30,9	97,8	15,5		2,0
Acroperus harpae (Baird)	1,1	11,5			0,2	4,3	0,0	2,0
Alona guttata Sars		0,6			+			
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	2,0	1,9	1,5				+	2,0
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	0,6	1,3	0,7	0,9		0,7	0,5	8,2
Polyphemus pediculus (Leuck.)			0,7			62,4	0,5	2,0
Andre		7,0		1,8		3,0	0,5	6,1
Hoppekreps (Copepoda)								
Eudiaptomus gracilis Sars			+				+	10,2
cal naup	23,1		31,1	3,6			47,4	2,0
cal cop (I-III)	5,6		1,5	6,4			1,4	2,0
cyclopoida								
Macrocyclus albidus (Jur.)					0,0	0,7		
Cyclops scutifer Sars	0,1				1,3	4,3		16,3
Thermocyclops oithonoides (Sars)							0,5	
cycl naup	22,8	48,4	9,6	28,2		6,3	40,1	16,3
cycl cop (I-III)		17,2	11,8	19,1		2,3	1,4	20,4
Andre hoppekreps	1,7	1,3	+	4,5	0,1	0,3	+	8,2
Antall dyr pr m3/ind. per m3	25393	5607	96500	3929	95321	10821	76071	1750

057

nina
forsknings-
rapport

ISSN 0802-3093
ISBN 82-426-0507-6

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel. (07) 58 05 00