

Krepsdyr i 12 kransalgesjøer på Hadeland (Lunner og Gran kommuner, Oppland fylke) langs en trofi-gradient

Bjørn Walseng, Tor Erik Brandrud
Grete Gausemei, Syverin Lierhagen
Asbjørn Tufto

NINA fagrapport 057

NINA Fagrapport
ex 1



NINA • NIKU
STIFTELSEN FOR NATURFORSKNING
OG KULTURMINNEFORSKNING

Krepsdyr i 12 kransalgesjøer på Hadeland (Lunner og Gran kommuner, Oppland fylke) langs en trofi-gradient

Bjørn Walseng, Tor Erik Brandrud
Grete Gausemel, Syverin Lierhagen
Asbjørn Tufto

NINA•NIKU, Biblioteket
Tungasletta 2, N - 7485 Trondheim

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig. Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding NIKU Oppdragsmelding

Det er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befæringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a. Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project-Report

Serien presenter resultater fra begge instituttenes prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelige på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problem eller tema, etc. Opplaget varierer avhengig av behov og målgruppe.

Temahefter

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

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner). Opplag: 1200-1800

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

Walseng, B., Brandrud, T.E., Gausemel, G., Lierhagen, S. & Tufto, A. 2002. Krepssdyr i 12 kransalgesjøer på Hadeland (Lunner og Gran kommuner, Oppland fylke) langs en trofi-gradient. - NINA Fagrapport 057: 1-46

Oslo, juli 2002

ISSN 0805-469X
ISBN 82-426-1325-7

Klassifisering av publikasjonen:

Norsk: Forurensning og miljøovervåking i limnisk miljø - Invertebrater

Engelsk: Pollution and monitoring of fresh water ecosystems - Invertebrates

Rettighetshaver:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning (NINA-NIKU)

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Erik Framstad
NINA, Oslo

Design og layout:
Simplicity

Trykk:
Kopisentralen

Opplag: 100

Trykt på 100% resirkulert papir!

Kontaktadresse:

NINA
Dronningensgt 13
Postboks 736 Sentrum
N-0105 Oslo
Tel: 23 35 50 00
internett: www.ninaniku.no

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 15304

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for Naturforvaltning (DN)
Fylkesmannen i Oppland

Referat

Walseng, B., Brandrud, T.E., Gausemel, G., Lierhagen, S. & Tufto, A. 2002. Krepsdyr i 12 kransalgjesjøer på Hadeland (Lunner og Gran kommuner, Oppland fylke) langs en trofi-gradient. - NINA Fagrapport 057: 1-46

Kransalgjesjøer er en sjelden innsjøtype i Norge som er lite undersøkt. For å øke kunnskapsnivået ble tilsammen 12 kransalgjesjøer i Lunner og Gran kommuner i Oppland undersøkt mht vannkjemi og krepsdyrfauna i 2000 og 2001 (juni og september begge år). Seks av innsjøene kan betegnes som intakte kransalgjesjøer mens de øvrige i varierende grad er forurenset av landbruksvirksomhet. pH varierte mellom 7,40 og 8,85 med lavest verdier under høstflommen 2000. Kalsiuminnholdet varierte mellom 31,3 mg/l og 103,7 mg/l. Total fosfor nådde aldri ekstreme verdier, mens nitrat varierte med mer enn 1000x. Det ble påvist tilsammen 56 krepsdyrarter, henholdsvis 36 arter vannlopper og 20 arter hoppekreps. Det ble funnet fem nye arter for Oppland fylke, vannloppene *Ceriodaphnia reticulata*, *Camptocercus lilljeborgi* og *Oxyurella tenuicaudis* samt hoppekrepsene *Ectocyclops phaleratus* og *Cyclops insignis*. Alle fem er karakterisert som relativt sjeldne i Norge. Med ett unntak var forholdet mellom vannlopper og hoppekreps 2:1 i de ikke forurensete lokalitetene, mens i de forurensete lokalitetene var andelen av hoppekreps høyere. Langtjernet og Breidtjernet, begge med høye nitrogenbelastninger, har faunistiske fellestrekk og skiller seg fra de øvrige lokalitetene i så måte. Det samme var tilfelle med Vassjøtjernet, Rokotjernet, Kjevlingen, Kalvsjøtjernet og Bråtåtjernet som var mindre forurenset. Grunningen har få fellestrekk med de øvrige lokalitetene. Kransalgjesjøene hadde en forventet fauna i forhold til pH. Nitrat var best korrelert med artsinventaret etterfulgt av kalsium og alkanitet. Kalvsjøtjernet hadde flest planktonisk arter (11) mens Breidtjernet hadde kun fem. De fleste vannene bærer preg av liten fiskepredasjon. De samme artene dominerte både i planktonet og i litoralsonen.

Emneord: Hadeland - Ferskvann - Invertebrater - Kransalgjesjøer - Biomangfold - Landbruksforurensning

Bjørn Walseng og Tor Erik Brandrud, NINA, Boks 736, Sentrum, 0105 Oslo

Grete Gausemel, Kulturavdelingen Gran kommune, 2770 Gran
Syverin Lierhagen, NINA, Tungasletta 2, 7485 Trondheim
Asbjørn Tufto, Ringerike kommune, serviceboks 4, 3504 Hønefoss

Abstract

Walseng, B., Brandrud, T.E., Gausemel, G., Lierhagen, S. & Tufto, A. 2002. Crustaceans in 12 Chara-lakes in Hadeland (Lunner and Gran municipalities, county Oppland) along a trophic gradient. - NINA Fagrapport 057: 1-46

Chara lakes are rare in Norway and little is known about these lakes. Therefore altogether 12 Chara lakes in the municipalities Lunner and Gran, county Oppland, were investigated with respect to chemistry and crustaceans. The study was conducted in 2000 and 2001, sampled two times a year (June and September). Six of the lakes were characterised as relatively undisturbed while the remaining six suffered from pollution mainly from farming. pH varied from 7.40 to 8.85 with the lowest values during the flood in late autumn 2000. The levels of calcium varied between 31.3 mg/l and 103.7 mg/l. Total phosphorous was relatively low while nitrate varied more than a 1000 fold. Total number of recorded crustaceans was 56 species, 36 cladocerans and 20 copepods. Five species were new to county Oppland, respectively the cladocerans *Ceriodaphnia reticulata*, *Camptocercus lilljeborgi* and *Oxyurella tenuicaudis* and the copepods *Ectocyclops phaleratus* and *Cyclops insignis*. All these species are characterised as quite rare in Norway. In the less polluted lakes the relationship between cladocerans and copepods was 1:2 while the fraction of copepod species was higher in the polluted lakes. Lake Langtjernet and Lake Breidtjernet, with high loads of nitrate, were similar with respect to species composition and differed from the other lakes. The same was true for Lake Vassjøtjernet, Lake Rokotjernet, Lake Kjevlingen, Lake Kalvsjøtjernet and Lake Bråtåtjernet having a lower mean load of nitrogen. Lake Grunningen was different from the other lakes due to species composition. Being lakes of pH 8.0-8.5 the species composition of the Chara-lakes was expected. Of the abiotic variables, NO_3^- was most clearly correlated to species composition, followed by calcium and alkalinity. Total phosphorous showed no correlation. The highest number of planktonic species was found in Lake Kalvsjøtjernet (11) whereas Lake Breidtjernet was poor in plankton species (5). Based on the structure and the composition of the plankton, predation from fish appeared to be low in most of the lakes. The same species were dominant in both the plankton and littoral communities.

Key words: Hadeland - Freshwater - Invertebrates - Chara lakes - Biodiversity - Arable pollution

Bjørn Walseng and Tor Erik Brandrud, NINA, Boks 736, Sentrum, N-0105 Oslo.

Grete Gausemel, Kulturavdelingen Gran kommune, N-2770 Gran
Syverin Lierhagen, NINA, Tungasletta 2, N-7485 Trondheim
Asbjørn Tufto, Ringerike kommune, serviceboks 4, N-3504 Hønefoss

NINA•NIKU, Biblioteket
Tungasletta 2, N - 7485 Trondheim

Forord

I 2000 ble det bevilget penger fra fylkesmannen i Oppland til kartlegging av krepsdyrfaunaen i kransalgesjøer på Hadeland. Resultatene fra undersøkelsen i 2000 var meget interessant, og i 2001 ble det gitt en tilleggsbevilgning fra Direktoratet for Naturforvaltning til oppfølgende undersøkelser i 2001 og til sammenstilling av data samt til skriving av en fagrapport. Fylkesmannen i Oppland har finansiert analyser av vannprøver. Vi vil få takke Børre Kindt Dervo (NINA, Lillehammer) som har bidratt med utsnitt fra Vanninfobasen og Svein Erik Storeid som har vært behjelpelig med DCA-analysene. Erik Framstad har lest korrektur og bidratt med kommentarer til manuset mens Kari-Anne Steffensen har vært behjelpelig med fotografering av innsjøene. Vi vil også få takke Heidi Hansen, Direktoratet for Naturforvaltning, og Ola Hegge, Fylkesmannen i Oppland, for et behagelig samarbeid.

Oslo, juli 2002

Bjørn Walseng

Innhold

Referat	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	5
2 Områdebeskrivelse	6
2.1 Beliggenhet	6
2.2 Geologi/kvartærgeologi	7
2.3 Kulturpåvirkning og status	7
3 Materiale og metoder	8
4 Resultater og diskusjon	10
4.1 Vannkjemi	10
4.1.1 pH	10
4.1.2 Kalsium	10
4.1.3 Fosfor	10
4.1.4 Nitrat	11
4.1.5 Silisium	11
4.1.6 Øvrige kjemiparametre	11
4.2 Krepsdyr	12
4.2.1 Arter	12
4.2.2 Forholdet vannlopper/hoppekreps	12
4.2.3 DCA-analyser av artsinventar	14
4.2.4 Artsforekomst i forhold til pH	14
4.2.5 Artsforekomst i forhold til nitrat	16
4.2.6 Planktoniske krepsdyr	16
4.2.7 Litorale krepsdyr	20
5 Enkeltlokaliteter	24
5.1 Stortjern (Gran)	24
5.2 Grunningen (Gran)	25
5.3 Breidtjernet (Gran)	26
5.4 Langtjernet (Gran)	27
5.5 Bråtåtjernet (Gran)	28
5.6 Rokotjernet (Gran/Lunner)	29
5.7 Øyskogtjernet (Gran/Lunner)	30
5.8 Korsrudtjernet (Lunner)	31
5.9 Kjevlingen (Lunner)	32
5.10 Nyborgtjernet (Lunner)	33
5.11 Vassjøtjernet (Lunner)	34
5.12 Kalvsjøtjernet (Lunner)	35
6 Konklusjon	36
7 Sammendrag	37
8 Summary	38
9 Litteratur	39
Vedlegg	42

1 Innledning

Det er blitt stadig større fokus på artsmangfold og de trusselfaktorer som forårsaker at artsmangfoldet blir redusert. I Norge står ca 3000 arter på rødlisten over arter som kan gå tapt. I ferskvann er det stort sett arter innen de mest iøynefallende invertebratgruppene, som f.eks. amfibier, øyestikkere, vannteger og biller, som er blitt vurdert i forhold til rødlista. Vannlopper og hoppekreps, med til sammen 126 arter i Norge (Walseng & Halvorsen 1996a, 1996b), er ikke blitt vurdert til tross for at det foreligger god dokumentasjon for denne gruppen fra ca 2650 ferskvannforekomster i hele landet. Ingen andre grupper av ferskvannsinvertebrater er bedre kartlagt i Norge. Kunnskapen om krepsdyr og deres økologiske krav gjør gruppen godt egnet for kartlegging av biologisk mangfold i forskjellige ferskvannsbiotoper.

Fra Oppland foreligger det krepsdyrdata fra 181 lokaliteter (Huitfeldt-Kaas 1906, Elgmork 1964, 1966, Eie 1974, Blakar & Jacobsen 1979, Halvorsen 1980,82,83,85 Nøst 1981, Eie 1982, Jensen 1982, Nøst 1982, Saltveit 1985, Walseng et al. 1987, Walseng & Halvorsen 1987a,b, Walseng 1990, Walseng & Halvorsen 1991, Halvorsen et al. 1996). Tilsammen er det registrert 97 arter krepsdyr (65 arter vannlopper og 32 arter hoppekreps) i Oppland. I Norge er det kun i Østfold og Akershus/Oslo at det er registrert flere arter, henholdsvis 105 arter og 103 arter.

I de nord og nordvestlige delene av Oppland dominerer grunnfjellsbergarter som er tungt forvitrelige. Vannene her er klare og næringsfattige med relativt lav pH og med et lavt elektrolyttinnhold (oligotrofe eller ultraoligotrofe). Faunaen er også relativt artsfattig. I de midtre deler av fylket består berggrunnen av sparagmitt, dvs sandstein som er ca 600 millioner år gammel. Den er i utgangspunktet noe lettere forvitrelig enn grunnfjell, men gir likevel små utslag med hensyn til økt artsrikdom i vassdragene. Innen enkelte vassdrag, som for eksempel Gausa og Tromsa, er det imidlertid innslag av kalsium i sparagmitt, noe som resulterer i en gunstig pH og en høyere artsrikdom. Berggrunnsgeologisk tilhører de sørlige deler av fylket Oslofeltet, med blant annet innslag av kalkrike bergarter fra kambrosilur-perioden. Områdene øst for Randsfjorden, herunder kommunene Gran og Lunner, har en slik berggrunn. I Sør-Norge er det kun rundt de indre delene av Oslofjorden og ved Mjøsa at vi finner tilsvarende. Innsjøer i områder rike på kalk blir ofte betegnet som kranalgesjøer på grunn av de spesielle vannplantene (kranalger) som fins i disse vannene.

Kalsium er et viktig mineral for krepsdyrene og da særlig for vannloppene. Mineralet fins i skallet som omgir vannloppene og det er vist at enkelte arter er avhengig av et gitt kalsium-nivå for å kunne eksistere. Eksperimentelt er det f.eks. vist at oppbygging av skallet og eggproduksjonen til *Daphnia magna* ble sterkt

redusert ved kalsiumverdier under 10 mg/l (Alstad et al. 1999, Hessen et al. 2000). Gjennomsnittlig kalsiumnivå i norske innsjøer er ca 1 mg/l (Skjelkvåle et al. 1997), og mange vann har verdier under 0,5 mg/l. De mest kalsiumfattige lokalitetene er hovedsakelig høyfjellslokaliteter og/eller forsurede vann. Dersom en ser bort fra disse, er det fortsatt mindre enn 10% som har et kalsiuminnhold på over 10 mg/l (Hessen et al. 1995). Kranalgesjøer hører til denne siste gruppen av innsjøer. Kalsium vil her aldri være en begrensende faktor, tvert imot vil kalsiumnivået heller kunne forårsake at kalkskyende arter ikke forekommer.

Kranalgesjøene på Hadeland drenerer i ulik grad arealer som er brukt til jordbruksformål, og tilførsel av nitrogen- og fosfor-komponenter vil derfor variere i disse vannene. Undersøkelser i lokaliteter med høye belastninger av nitrogen og fosfor har vist at disse variablene er korrelert med artsinventaret (Stokker et al. 1999, Ekeberg & Walseng 2000). I Canada er kalsium brukt til å redusere fosfor i næringsrike lokaliteter (Prepas et al. 2001). Det høye kalsiuminnholdet i kranalgesjøene på Hadeland vil således kunne bidra til å felle ut og binde opp fosfor som blir tilført innsjøene fra tiliggende dyrket mark eller fra husholdningskloakk. Dette forhindrer likevel ikke at flere av kranalgesjøene har hatt problemer med forhøyede fosforverdier med algeoppblomstringer som resultat (Espvik & Nicholls 1990, Faafeng & Skulberg 1993, Faafeng 1994). Nitrogenforbindelsene er i mindre grad påvirket av kalsiuminnholdet og vil derfor kunne forekomme i ekstremt høye konsentrasjoner.

Til tross for at det er relativt god dokumentasjon av krepsdyrmangfoldet fra ferskvann i Oppland, er det dårlig med data fra kranalgesjøene i Gran og Lunner kommuner. Også på landsbasis er kranalgesjøer dårlig kartlagt med hensyn til krepsdyr. Fra Oppland foreligger det kun undersøkelser av planktonsamfunnet i Jarevatnet (Løvik 1984, NIVA upubl.). Fra nærliggende områder fins det dokumentasjon av både planktoniske og litorale krepsdyr fra kalsiumrike lokaliteter i Gardermo-området (Halvorsen et al. 1994, Erikstad et al. 1995).

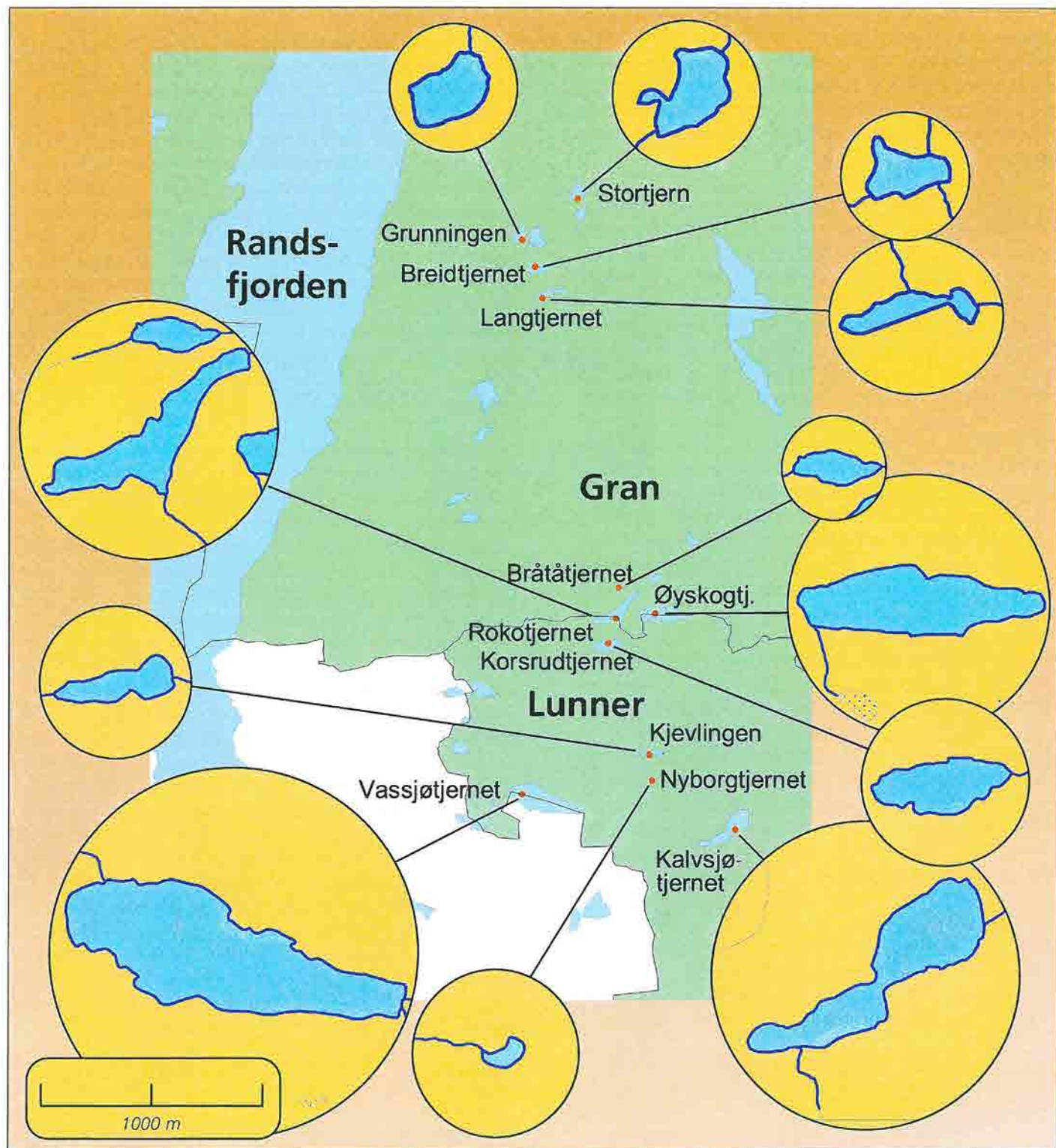
I denne undersøkelsen vil vi rette fokus på krepsdyrfaunaen i kranalgesjøene innen Gran og Lunner kommuner og vurdere dens bidrag til den totale diversiteten innen både fylket og resten av landet. Krepsdyrene har i mange sammenhenger vist seg som gode indikatorer for vannkvalitet og skulle i så måte være en egnet gruppe til å karakterisere en for Norge spesiell innsjøtype. Vi vil også fokusere på abiotiske parametre som kan tenkes å påvirke artsinventaret i kranalgesjøene. Hvordan påvirker f.eks. de høye kalsiumkonsentrasjonene krepsdyrfaunaen i vannene? Vi vet også at landbruksforurensningen med blant annet tilførsel av nitrogen og fosfor, varierer i de forskjellige lokalitetene i vår undersøkelse. Resultatene kan derfor gi ny informasjon om krepsdyrenes toleranse i forhold til disse parameterene og således bidra til utviklingen av et verktøy for biologisk overvåking av ferskvann i kulturlandskapet.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Beliggenhet

De 12 undersøkte lokalitetene (tabell 1, figur 1) ligger i sin helhet i Lunner og Gran kommuner i Oppland. De fire nordligste vannene, Stortjern, Grunningen, Breidtjernet og Langtjernet,

renner alle til Tingelstadvassdraget med utløp i Randsfjorden sør for Røykenvika. Sammen med Bråtåtjernet ligger disse vannene i sin helhet i Gran kommune. Bråtåtjernet renner sørover sammen med Øyskogtjernet, Rokotjernet og Korsrudtjernet og tilhører den nordlige grenen av Sløvikvassdraget. Øyskogtjernet og Rokotjernet ligger på grensen mellom Gran og Lunner kommuner mens Korsrudtjernet samt lokalitetene som kommenteres i fortsettelsen tilhører Lunner kommune. Nyborgtjernet,



Figur 1. Belliggenheten til de undersøkte kranalgesjøene i Gran og Lunner kommuner.
Location of the investigated Chara lakes in the municipalities Gran and Lunner.

Tabell 1

Noen karakteristiske data for de undersøkte lokalitetene.
Some characteristic data for the investigated lakes.

navn name	kommune municipality	UTM (32V) UTM (32V)	vassdrag catchment	h.o.h. m a.s.l.	areal (km ²) area (km ²)
Stortjern	Gran	NM 823 967	Tingelstadvassdraget	240	0,089
Grunningen	Gran	NM 813 958	Tingelstadvassdraget	239	0,079
Breidtjernet	Gran	NM 816 953	Tingelstadvassdraget	241	0,067
Langtjernet	Gran	NM 818 947	Tingelstadvassdraget	242	0,052
Bråtåtjernet	Gran	NM 838 892	Sløvikvassdraget	408	0,037
Rokotjernet	Lunner/Gran	NM 838 886	Sløvikvassdraget	407	0,153
Øyskogtjernet	Lunner/Gran	NM 846 887	Sløvikvassdraget	404	0,219
Korsrudtjernet	Lunner	NM 837 881	Sløvikvassdraget	407	0,099
Kjevlingen	Lunner	NM 847 860	Sløvikvassdraget	369	0,058
Nyborgtjernet	Lunner	NM 848 855	Sløvikvassdraget	375	0,014
Vassjøtjernet	Lunner	NM 823 850	Sløvikvassdraget	307	0,484
Kalvsjøtjernet	Lunner	NM 865 847	Viggavassdraget	358	0,236

Vassjøtjernet og Kjevlingen tilhører den sørlige delen av Sløvikvassdraget som renner vestover til utløp i Randsfjorden i Sløvika. Kalvsjøtjernet tilhører Viggavassdraget som renner nordøstover via Jarenvatnet til utløp i Randsfjorden i Røykenvika.

Størrelsen varierer fra 14 dekar (Nyborgtjernet) til 484 dekar (Vassjøtjernet). Vannene som tilhører Sløvikvassdraget og Viggavassdraget, ligger alle i forsenkninger som følger kalkrygg-landskapet i området, dvs med strøkretning vest-øst eller svakt sørvest-nordøst.

Vannene i undersøkelsen fordeler seg fra 239 og til 408 m o.h. De fire vannene som tilhører Tingelstadvassdraget, ligger alle ca 240 m o.h. Bråtåtjernet er høyest beliggende lokalitet, øverst i den nordlige delen av Sløvikvassdraget.

2.2 Geologi/kvartærgeologi

Områdene øst for Randsfjorden innenfor kommunene Gran og Lunner tilhører Oslofeltet. Dette er et 45-75 km bredt område fra Langesund i sør til Brummundal i nord. Feltet var et innsunket parti av jordskorpa hvor det samlet seg tykkere lag av havsedimenter enn i områdene omkring. På Hadeland trengte havet inn over land fra nordvest og i dette området var tykkelsen av de fosilførende kambrosiluriske sedimentære bergartene anslått til 700-1000 m (Holte Dahl & Schetelig 1923).

Mørkegrå skifer med oppstikkende lag av hardere sandstein og knollekalk dominerer arealmessig Hadelands kambrosiluriske berggrunn. Skiferen inneholder kvarts- og kalkspatkorn og er relativt løst pakket (Kjærnes 1984). Det karakteristiske kollelandskapet innen jordbruksområdene på Hadeland består av slike kalkrike bergarter fra kambrosilur. Under og etter siste istid dannet is og vann løsmassene ved nedbryting av det faste fjell, og ga landskapet sin nåværende utforming (Kjærnes 1984). De mange små innsjøene i området har begrensede nedbørfelt og er alle sterkt påvirket av et kalkmettet grunnvann. Dette forklarer de høye kalsiumkonsentrasjonene som er målt i disse vannene.

2.3 Kulturpåvirkning og status

De spesielle, homogene geologisk-geomorfologiske forholdene på Hadelandsbygda gir grunn til å tro at de 12 innsjøene i undersøkelsen i utgangspunktet har vært svært like. De er alle små, relativt grunne og ligger i forsenkninger i kalkrygg-landskapet. Videre er de alle kjennetegnet av små nedbørfelt, betydelig grunnvannspåvirkning, moderat/lavt humusinnhold og meget høyt kalkinnhold. Enkelte historiske data indikerer at alle disse innsjøene tidligere har vært mer eller mindre velutviklede kranalgesjøer, med kalkmergelbanker langs deler av/hele innsjøen. Det som i dag primært skiller disse innsjøene i dag er grad av kulturpåvirkning, og de er derfor egnet for å studere effekter av for eksempel forurensning.

I dag er det bare seks av de 12 innsjøene som kan betegnes som "intakte" kranalgesjøer, men det er registrert mindre forekomster av kranalger i alle innsjøene bortsett fra Langtjernet og Kjevlingen (ikke grundig undersøkt). De seks intakte kranalgesjøene er de minst forurensede/eutrofierte av de 12 undersøkte objektene og kan alle betegnes som næringsfattige-moderat næringsrike.

De intakte kranalgesjøene i materialet kan skilles i to kategorier. Den første kategorien innsjøer (Nyborgtjernet, Korsrudtjernet) ligger nesten helt omkranset av skog og er svært lite kulturpåvirket. Disse lokalitetene har sannsynligvis hatt en meget stabil tilstand de siste 30-40 årene, med intakte kranalge- og mergelbanker i store deler av innsjøene.

Den andre kategorien (Vassjøtjernet, Øyskogtjernet, Rokotjernet og Bråtåtjernet) ligger delvis mot åker og engmark og er mer kulturpåvirket. De er karakterisert som mesotrofe og har enkelte alge-oppblomstringer. Disse innsjøene balanserer på en smal knivegg; på den ene siden har de en lang historie som kultur-landskapssjøer, med endel sjeldne/sårbar arter som begunstiges av en viss nærings-anrikning (mesotrofe forhold), frodighet og av tradisjonell hevd av strandsonen med beite og slått. På den annen side står disse i stor fare for å "bikke over" og bli såvidt forurenset/eutrofiert med hyppige algeoppblomstringer og

kraftig tilgroing at de mest sårbare biosamfunnene forsvinner. For Vassjøtjernet, Øyskogtjernet og Rokotjernet har det vært en påtagelig tilbakegang av kransalger de siste 10-20 årene. Den fjerde innsjøen, Bråtåtjernet, har trolig hatt den samme utviklingen, men dette er ikke dokumentert.

De seks andre innsjøene er sterkt forurenset/næringsriket (eutrofe-hypertrofe) og kan i dag betegnes som kalkrike kulturlandskapssjøer med et truet og delvis utarmet biomangfold. Mest oppmerksomhet har forurensningsutviklingen i Kalvsjøtjernet fått da det her er registrert kraftige algeoppblomstringer av giftige former av blågrønnalgen *Oscillatoria agardhii* og *Microcystis* spp.

De seks eutrofe-hypereutrofe innsjøene er i dag nærmest helt uten undervannsvegetasjon eller de er helt dominert av vasspest. Av disse er det indikasjoner gjennom tidligere funn og observasjoner at det tidligere var velutviklede kransalgebanker i Langtjernet, Breidtjernet, Grunningen og Kalvsjøtjernet.

3 Materiale og metoder

Til sammen 12 tjern/innsjøer inngår i undersøkelsen; Stortjern, Grunningen, Breidtjernet, Langtjernet, Bråtåtjernet, Rokotjernet, Øyskogtjernet, Korsrudtjernet, Kjevlingen, Nyborgtjernet, Vassjøtjernet og Kalvsjøtjernet (**figur 2**). Med unntak av Korsrudtjernet er alle vannene undersøkt i både 2000 og 2001. I 2000 foreligger det prøver fra både juni og september, mens juni-prøve i 2001 mangler fra Nyborgtjernet, Stortjern og Øyskogtjernet.

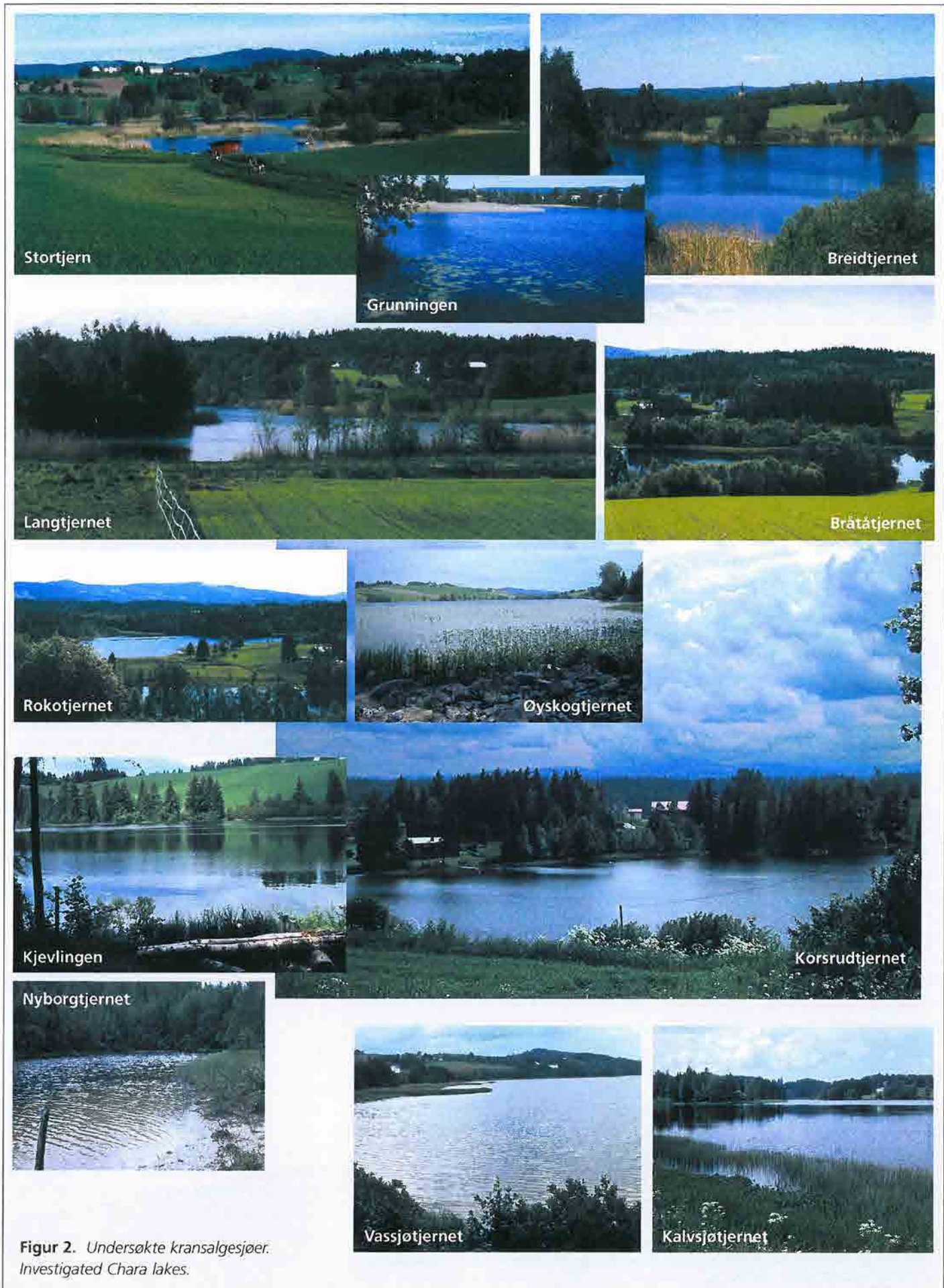
Innsamling av materialet foregikk i periodene 22-29/6 og 12-15/9 i 2000 og 14-20/6 og 18-20/9 i 2001. Det foreligger vannprøver fra alle besøk, dvs høstprøvene i 2000 ble tatt ca to måneder etter at krepsdyrprøvene ble tatt. Dette falt sammen med stor vannføring og skulle derfor representere vannkvaliteten i mer ekstreme perioder.

Vannprøvene ble analysert ved vannlaboratoriet ved NINA. Farge, pH, alkanitet, Ca, Mg, Na, K, Nitrat, Silisium, Al, tot P, TOC, Fe, U, Cu, og Sr ble analysert begge år, i tillegg ble S, Rb og Si analysert i 2000 mens SO₄, Cl, ANC, Cd, Pb, Th, Zn og Ba ble målt i 2001. Atomabsorpsjonsspektrometri ble benyttet i 2000, mens det for 2001-prøvene ble benyttet høyoppløselig ICP-MS (HR-ICP-MS), for alle metallene. Den interne metoden er MS-V1. Vannprøvene konserveres til 0.1M med Scan Pure HNO₃ og analyseres mot eksterne kalibreringsløsninger. Som sertifisert referansmateriale benyttes SPS-SW1 og SW2 fra Chem Scan A/S.

Det foreligger kvalitative planktonprøver samt litoralprøver fra alle lokalitetene. Det ble tatt to håvtrekk fra bunn og opp til overflate (maskevidde 90 mm) fra antatt dypeste del av vannet. I litoralsonen ble det tatt to horisontale håvtrekk (maskevidde 90 mm) der det ble lagt vekt på at dominerende substrat/vannvegetasjon var representert.

Ved bearbeiding av krepsdyrmaterialet ble minst 200 individer talt opp med tanke på å få et inntrykk av tettheten, samt for å få et bilde av mengdeforholdet mellom artene. Resten av prøvene ble deretter gjennomgått for at eventuelt sjeldne arter skulle bli registrert. Vannloppene (cladocere) er bestemt ved hjelp av Smirnov (1971), Flössner (1972) og Herbst (1976), mens hoppekrepse (copepodene) er bestemt ved hjelp av Sars (1903, 1918), Rylov (1948) og Kiefer (1973, 1978).

Krepsdyrmaterialet innsamlet i 2000 og 2001 er analysert med Detrended Correspondence Analysis (DCA) (Hill 1979, Hill & Gauch 1980) med programmet CANOCO (ter Braak & Smilauer 1998). Ordinasjon er gjort på forekomst/fravær data og dominansforhold basert på både enkeltbesøk og år, dvs juni- og septemberprøver er blitt slått sammen. Dominansklassene (1=<1,0%, 2=1-10%, 3=>10 %) er basert på artenes frekvens i enkeltprøver, det vil si at en art som er dominant (klasse 3) i en prøve vil bli representert med score 3 i regnearket som blir brukt som grunnlag i analysen. DCA arrangerer artslistene slik at de med lik artssammensetning blir liggende nær hverandre når resultatet plottes i et aksekors, mens artslistene med ulik artssammensetning blir liggende lengre fra hverandre i plottet. Da forskjeller i artssammensetning mellom stasjonene gjenspeiler forskjeller i miljøet, vil aksene i plottet representere underliggende miljøvariabler.



Figur 2. Undersøkte kransalg sjøer.
Investigated Chara lakes.

4 Resultater og diskusjon

4.1 Vannkjemi

4.1.1 pH

pH varierte mellom 7,40 og 8,85 (**vedlegg 1**). Prøvene som ble tatt under flommen seinhøstes 2000 hadde gjennomgående lavere pH enn hva som ble målt både ved tidligere og seinere besøk. Dersom en ser bort fra høstprøvene 2000, var pH 7,90 målt i Grunningen i september 2001 laveste pH. I Vassjøtjernet, Kalvsjøtjernet og Kjevlingen ble det målt pH over 8,5 med høyest pH 8,85 i sistnevnte innsjø. Høyest snitt, pH 8,48, ble registrert i Vassjøtjernet, mens lavest snitt med i underkant av pH 8,00, ble målt i Stortjern. pH var ikke korrelert til noen av de øvrige parametrene som ble målt (**vedlegg 2**).

Medianverdi for pH i hele landet er 6,4 (Skjelkvåle et al. 1997). Sammenlignet med pH i ferskvannlokaliteter i Norge er derfor pH i kransalgesjøene på Hadeland betydelig høyere. De fleste vannene i Norge ligger i områder der berggrunnen består av tungt forvitrelige bergarter og der pH ligger under 7,0. I grunnfjellsområder på Sørlandet er naturlig pH sannsynligvis under 6,0 mange steder. Forsuring har imidlertid resultert i betydelig lavere pH i disse områdene.

I områder med kambro-silur i berggrunnen finner vi imidlertid pH rundt eller høyere enn 7,0. De fleste grytehullsjøene på Gardermoen som hadde grunnvannskontakt hadde pH mellom 7,0 og 8,0 (Halvorsen et al. 1994). I tillegg til ekstremt høye kalsiumnivåer vil sommer-pH også være påvirket av algeoppblomstringer.

4.1.2 Kalsium

Kalsiuminnholdet varierte mellom 31,3 mg/l i Kalvsjøtjernet (september 2001) og 103,7 mg/l i Stortjern (november 2000) (**vedlegg 1**). I følge Økland & Økland (1998) er innsjøer med kalsium over 11,8 mg/l karakterisert for å ha hardt vann. Vannets totale hardhet er basert på summen av kalsium- og magnesiumioner. Selv om de høyeste kalsiumkonsentrasjonene i kransalgesjøene ble registrert under høstflommen i november 2000, ble det i tre vann, Kjevlingen, Langtjernet og Vassjøtjernet, registrert høyere verdier i juni enn i november. Stortjern hadde høyeste snitt (87,9 mg Ca/l), etterfulgt av Langtjernet og Grunningen med respektive 74,0 og 69,5 mg Ca/l. De laveste snittkonsentrasjoner ble målt i Korsrudtjernet og Kalvsjøtjernet med henholdsvis 37,2 og 39,8 mg Ca/l.

I følge Skjelkvåle et al. (1997) er gjennomsnittet for kalsium i sjøer på Østlandet (1000 innsjøer) 1,7 mg/l. Sammenlignet med landsgjennomsnittet er kalsiumkonsentrasjonene i innsjøene på Hadeland en faktor 10-100x høyere. Også i Gardermo-området (Erikstad & Halvorsen 1992) er det registrert kalsiumnivåer tilsvarende de som fins i kransalgesjøene på Hadeland. I Transjøen og Vesletjern er det registrert ca 55 mg Ca/l.

Som en kan forvente var kalsiumkonsentrasjonene sterkt korrelert med alkanitet ($r^2=0,76$, $p<0,001$), mens den var dårlig korrelert til pH ($r^2=0,08$) (**vedlegg 2**). Magnesium, som er et

kation som også forekommer i relativt høye konsentrasjoner, var også godt korrelert til kalsium ($r^2=0,44$, $p<0,001$).

4.1.3 Fosfor

Fosfor er regnet som en begrensende faktor for produksjon i ferskvann da planteplankton er avhengig av fosfor for vekst. Fosfat er imidlertid ofte bundet til uorganisk substrat som for eksempel leirpartikler og er derfor vanskelig tilgjengelig for primærprodusentene. Det er viktig å være klar over dette forholdet. I vår undersøkelse har vi kun registrert total fosfor som inkluderer både tilgjengelig og ikke tilgjengelig fosfor.

Laveste innhold av total fosfor ble registrert i juni 2000 (**figur 3, vedlegg 1**) da det ble registrert 2,6 og 4,9 $\mu\text{g/l}$ i henholdsvis Korsrudtjernet og Øyskogtjernet. I alle innsjøene fikk vi en topp under flommen seinhøstes 2000, og i Bråtåttjern ble det registrert 107,9 $\mu\text{g/l}$ som var det høyeste innhold av fosfor som ble registrert i denne undersøkelsen. Korsrudtjernet hadde også laveste snitt med 4,1 $\mu\text{g/l}$, mens Bråtåttjern hadde et snitt på 42,8 $\mu\text{g/l}$.

I følge Braskerud (2001) er det i avrenningsvannet fra dyrket mark vanlig med fosforkonsentrasjoner på 0,17-0,4 mg/l, det vil si mer enn det som ble registrert på det meste i kransalgesjøene. I fangdammer i kulturlandskapet er det under flomsituasjoner registrert betydelig høyere konsentrasjoner. Under flom i mai 1996 ble det i en rensedam på Kinn registrert 14,3 mg/l total fosfor (Braskerud 2001). Det er viktig å presisere at fangdammer representerer ekstremtilfeller mht til vannkvalitet og er ikke representative for større innsjøer i kulturlandskapet (<30 fosfor $\mu\text{g/l}$).

Flere av kransalgesjøene på Hadeland har hatt problemer med forhøyede konsentrasjoner av fosfor med algeoppblomstringer på sensommeren samt oksygenvinn i bunnslammet som resultat. I en rapport fra Avløpssambandet Nordre Øyeren (Espvik & Nicholls 1990) ble det konkludert med at Kalvsjøtjernet og Vassjøtjernet i 1989 hadde større mengder forurensninger enn det som var tilrådelig på sikt. I denne undersøkelsen var gjennomsnittet for total fosfor respektive 27,5 $\mu\text{g/l}$ i Kalvsjøtjernet og 12,5 $\mu\text{g/l}$ i Vassjøtjernet. På 8 meters dyp var konsentrasjonene henholdsvis 41,5 og 16,0 fosfor $\mu\text{g/l}$ i gjennomsnitt. I en ny undersøkelse i Kalvsjøtjernet i 1992 ble det på nytt fastslått at vannet var preget av høye konsentrasjoner av fosfor og at vannkvaliteten i følge SFTs system for klassifisering av ferskvann var "dårlig" (Faafeng & Skulberg 1993). Året etter ble det vurdert hvordan nitratbehandling av bunnslammet som restaureringstiltak ville virke (Faafeng 1994). Nitratbehandling er imidlertid ikke blitt brukt på Kalvsjøtjernet. Hvilke effekter det høye kalsiuminnholdet i kransalgesjøene har for prosessene i vannet, er ikke kommentert i noen av rapportene. Fra Canada er kalsium blitt brukt for å redusere fosformengden i sterkt forurensede sjøer (Prepas et al. 2001).

I følge Schartau et al. (1997) øker artsrikdommen av krepsdyr innenfor intervallet 7-50 μg fosfor/l, mens artsmangfoldet i de mest eutrofierte innsjøene, dvs >50 μg fosfor/l, synes å avta i forhold til i moderat eutrofe innsjøer. Fosforkonsentrasjonene som ble målt i kransalgesjøene, skulle med unntak av i noen få episoder, ikke være noen trussel for artsrikdommen. Silisium var den eneste parameteren som var korrelert med fosfor ($r^2=0,44$, $p<0,001$) (**vedlegg 2**).

4.1.4 Nitrat

De målte verdier av nitrat varierte med mer enn 1000x og varierte derfor mer enn total fosfor (**figur 4, vedlegg 1**). I Bråtåtjernet ble det f.eks. registrert 0-1 $\mu\text{g NO}_3/\text{l}$, i juni begge år, mens det under høstflommen i 2000 ble målt 1825 $\mu\text{g NO}_3/\text{l}$. Liksom for fosfor ble det i alle lokaliteter registrert høyest nitratverdier i november 2001, med 4906 $\mu\text{g NO}_3/\text{l}$ i Grunningen som maksimum. I snitt hadde imidlertid både Breidtjernet (2717 $\mu\text{g NO}_3/\text{l}$) og Langtjernet (2639 $\mu\text{g NO}_3/\text{l}$) høyere belastninger enn Grunningen (2488 $\mu\text{g NO}_3/\text{l}$). Korsrudtjernet, som riktignok kun ble analysert for nitrat i 2000, hadde laveste snitt med 86 $\mu\text{g/l}$. Cu og Fe var de eneste parametrene som var korrelert til nitrat (**vedlegg 2**).

I følge Skjelkvåle et al. (1997) er gjennomsnittet for nitrat i sjøer på Østlandet, 16 $\mu\text{g/l}$. Våre målinger viste at nitrat i kransalgesjøene var 10-100x høyere.

Et balanseregnskap for Norge i 1990 viste at 70% av det nitrogenet som ble tilført jordbruket som gjødsel ikke ble utnyttet i jordbruksproduksjonen. Når nitrogenforbindelsene kommer ut i et vassdrag, resulterer mikrobiell denitrifikasjon, sedimentering og opptak i vegetasjon, i at nitrogen holdes tilbake i vassdrag (Økland & Økland 1998). I næringsrike innsjøer i Trøgstad (Ekeberg & Walseng 2000) er det målt like høye nivåer av nitrat som i kransalgesjøene.

Det er bemerkelsesverdig at de fleste kransalgesjøene er relativt næringsfattige mht fosfor (oligotrofe-mesotrofe), mens de mhp nitrat må betraktes som tidvis sterkt eutrofe. Dette reflekteres i periodevis sterke algeoppblomstringer.

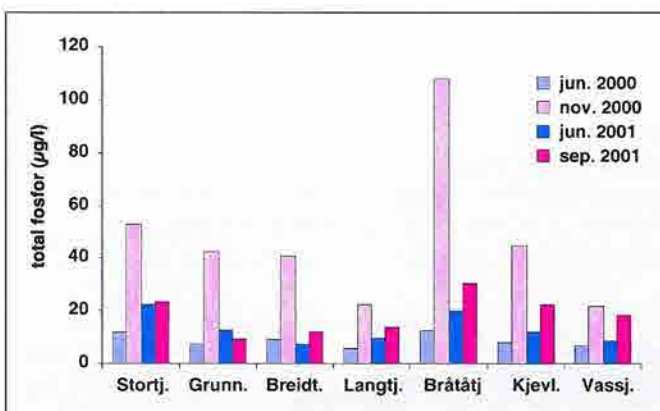
4.1.5 Silisium

Silisium kommenteres spesielt på grunn av forskjeller mellom vår og høstprøver (**figur 5**). Silisium utgjør ca 30% av berggrunnen, og feltspat er hovedkilden for silisiumtilførsel til vassdragene. Det er to hovedformer for silisium (Økland & Økland 1998), løst kiseltsyre (H_4SiO_4) som vanligvis fins i konsentrasjoner som er langt under den teoretiske metningsverdien, samt partikulær kiseltsyre (amorf SiO_2) som fins i kiselalger og enkelte andre organismer. Mediumverdien for SiO_2 i Norge er 0,9 mg/l (Skjelkvåle et al. 1997). For Østlandet var den noe høyere, 1,7 mg/l. Dette er noe i overkant av hva som ble registrert i kransalgesjøene på Hadeland.

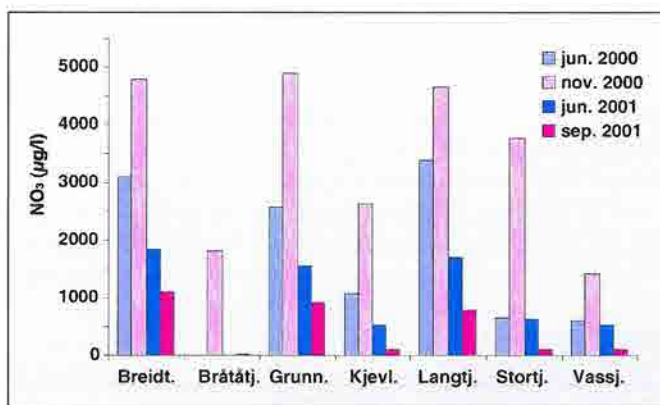
Kiselalger blomstrer opp vår og forsommer, men vil brått minke når silisiuminnholdet i vannet når et minimum. Dette var tilfelle i slutten av juni da vi registrerte svært lave verdier. Under stagnasjonsperioden om sommeren vil mye av SiO_2 -innholdet som sitter i skallet til døde kiselalger samle seg i sedimentet (Økland & Økland 1998). Det er først ved neste sirkulasjon at silisium kommer opp til de øvre vannlagene. Økningen i silisium mellom juni- og septemberprøver i vår undersøkelse tyder på at det har vært omrøring av vannmassene før besøket i september. Dette er sannsynligvis forårsaket av en kombinasjon av vind og av at innsjøene er forholdsvis grunne. Høstsirkulasjonen inntreffer etter at vi tok våre prøver. Silisium var best korrelert til total fosfor (**vedlegg 2**) hvilket indikerer at fosfor er viktig for kiselalgene.

4.1.6 Øvrige kjemiparametre

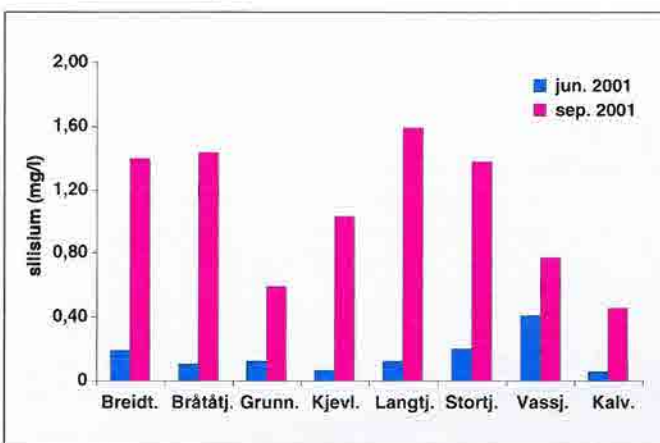
En rekke spormetaller ble analysert med laboratoriets nye HR-ICP-MS. Dette instrumentet muliggjør bestemmelse av enkelte metaller (f.eks. thorium) på ekstremt lave nivåer, helt ned til nanogramnivå (ng). I **vedlegg 2** framgår sammenhenger mellom de ulike parametrene. Det er til dels meget bra korrelasjon mellom en del metaller. I denne rapporten vil vi ikke diskutere de forskjellige konsentrasjonene av metallene og eventuelle konsekvenser dette har for biologien.



Figur 3. Total fosfor i syv kransalgesjøer.
Total phosphorous in seven Chara lakes.



Figur 4. Nitrat i syv kransalgesjøer.
Nitrate in seven Chara lakes.



Figur 5. Silisium i åtte kransalgesjøer.
Silicium in eight Chara lakes.

4.2 Krepsdyr

4.2.1 Arter

Det ble påvist tilsammen 56 krepsdyrarter, henholdsvis 36 arter vannlopper og 20 arter hoppekreps (**vedlegg 3**). Artsantallet varierte mellom 22 og 38 arter med flest arter i Øyskogtjernet (**figur 6**). Her ble det registrert 25 vannlopper og 13 hoppekreps. Kjevlingen (32 arter), Grunningen (31 arter), Bråtåjtjernet (30 arter) og Rokotjtjernet (30 arter) hadde også 30 arter eller mer. Nyborgtjern hadde færrest arter med 22 (11 arter vannlopper og 11 arter hoppekreps). I Dokkadeltaet ble det i perioden 1987-1990 registrert tilsammen 80 krepsdyrarter, henholdsvis 54 arter vannlopper og 36 arter hoppekreps (Halvorsen et al. 1996). Dokka-undersøkelsen var basert på intensiv innsamling av krepsdyr i fire år. Mange av artene i denne undersøkelsen ble kun registrert i ett tilfelle. I Gardermo-området ble det i tilsammen 25 lokaliteter registrert 62 krepsdyrarter, henholdsvis 43 arter vannlopper og 19 arter hoppekreps (Halvorsen et al. 1994).

Det ble funnet fem nye arter for Oppland fylke, vannloppene *Ceriodaphnia reticulata*, *Camptocercus lilljeborgi* og *Oxyurella tenuicaudis* samt hoppekrepsene *Ectocyclops phaleratus* og *Cyclops insignis*. Alle artene må karakteriseres som relativt sjeldne i Norge og ingen er registrert i mer enn 2% av tilsammen ca 2000 lokaliteter der litorale krepsdyr er kartlagt. Alle artene ble funnet i grytehullsjøene på Gardermoen på 90-tallet (Halvorsen et al. 1994, Erikstad et al. 1995). I fortsettelsen følger noen kommentarer til de nye artene for Oppland.

Camptocercus lilljeborgi ble funnet i Bråtåjtjernet, Rokotjtjernet og Øyskogtjernet. Et fåtall individer av arten ble første gang funnet av Sars (1889) i en stille lone av Tista ved Halden. Den er senere påvist i flere lokaliteter i Mossevasdraget og Haldensvasdraget (Walseng 1994) samt i Skottesjøen nær Trøgstad (Ekeberg & Walseng 2000) (**figur 7a**). I følge Flössner (1972) fins *C. lilljeborgi* i mindre ferskvannsförekomster og er en vespalearktisk art. Den fins bare unntaksvis i Nord-Italia, mens den er observert nord til Midt-Sverige og i Syd-Finland. I øst stopper artens utbredelse ved Ural. Den synes å unngå sure, kalkfattige lokaliteter.

Ceriodaphnia reticulata ble funnet i Øyskogtjernet. Arten skiller seg fra de øvrige *Ceriodaphnia*-artene ved at den har 3-4 kraftige pigger midt på furcakloen. I tillegg til Gardermo-området er arten tidligere funnet i Kynnavasdraget (Sandlund & Halvorsen 1980), i Nakkedalen nær Tromsø (Walseng & Halvorsen 1993) og i dammer rundt og øst for Oslo (Spikkeland 1998, Stokker et al. 1999, Ekeberg & Walseng 2000, Schartau et al. upubl.) (**figur 7b**). I følge Sars (1992) er den vanlig rundt Oslo der den oftest ble funnet i små dammer med klart vann. Dette er i god overensstemmelse med funnene vår undersøkelse der Øyskogtjernet sammen med Korsrudtjernet var de to lokalitetene med størst siktedyp.

Oxyurella tenuicaudis ble funnet i Breidtjernet. Den ble første gang beskrevet fra et par små dammer i Oslo i 1861 av Sars (Sars 1992). Siden er den ikke registrert i Norge før den ble funnet i fem lokaliteter i Gardermo-området i 1993 (Halvorsen et al. 1994) (**figur 7c**). Seinere er den også registrert i to gårdsdammer,

henholdsvis i Aurskog og ved Rødnessjøen (Stokker et al. 1999) samt i dammer rundt Oslo (Schartau et al. upubl.). Den ble opprinnelig beskrevet som en art innen slekten *Alona* som den har mange fellestrekk med. Siden er den plassert i en egen slekt. I følge Sars er dens spesielle bevegelser forårsaket av at carapax er sammenpresset. *O. tenuicaudis* er en holarktisk og etiopisk art og er i Kaukasus funnet opp til 1920 m o.h. Arten er oftest funnet i tilknytning til plantestengler 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).

Hoppekrepsen *Ectocyclops phaleratus* (**figur 7d**) ble funnet i åtte av kranalgesjøene på Hadeland. Arten ble første gang funnet i dammer rundt Oslo med stagnerende vann der overflaten ofte var dekket med andemat (Sars 1918). Siden er den kun funnet i mindre dammer på Østlandet (Jørgensen 1972, Spikkeland 1998, Stokker et al. 1999, Ekeberg & Walseng 2000, Schartau et al. upubl.), i en nykonstruert fangdam på Jæren (Walseng et al. 1995) samt i en mesotrof innsjø (Temse) i Arendalsvasdraget (Walseng et al. 2001) (**figur 8**). Den er en typisk bunnform som oppholder seg nær bunnsubstratet hvor den forflytter seg med raske bevegelser. Arten har en vid utbredelse og fins i hele Europa samt i Nord-Amerika og Australia.

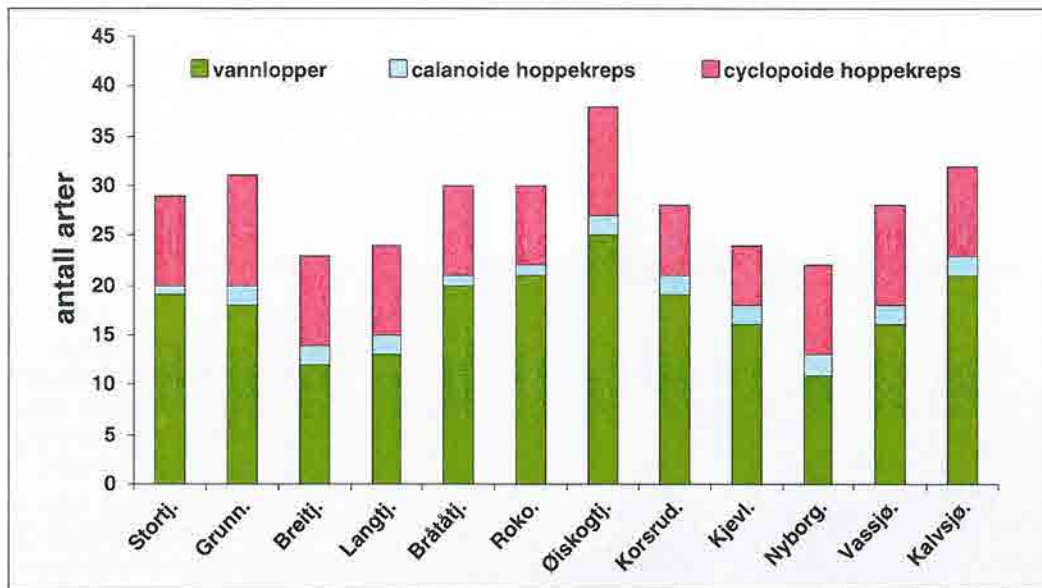
Cyclops insignis ble funnet i Grunningen, Kjevlingen og Rokotjtjernet. Den ble første gang funnet av G.O. Sars i dammer rundt Kristiania (Oslo) (Sars 1918). Seinere er den blitt registrert på Varangerhalvøya (Eie et al. 1982), i tre vann på Gardermoen (Erikstad et al. 1995), i Mjær i Mossevasdraget (Walseng 1994) samt i dammer rundt Oslo (Schartau et al. upubl.) (**figur 7f**). Det ble ikke funnet voksne individer i kranalgesjøene, men kun store copepoditter i både vår- og høstprøvene. Dette er i overensstemmelse med funnene i Danielsetertjern på Gardermoen (Halvorsen et al. 1994) der funn fra flere besøk indikerer at arten går i diapause i juni for så å gå ut av diapausen en gang i slutten av september. I løpet av perioden fra slutten av september til begynnelsen av juni skjer utviklingen fram til voksent stadium, reproduksjon og utvikling fram til små copepoditter. Dette er i overensstemmelse med Sars (1918) som fant store individtettheter tidlig på våren for så ikke å finne arten seinere på sommeren. Arten er en av våre største hoppekrepsarter.

Fire arter vannlopper (*Daphnia longispina*, *Bosmina longispina*, *Chydorus sphaericus* og *Pleuroxus truncatus*) og tre arter hoppekreps (*Macrocyclus albidus*, *Eucyclops serrulatus* og *Mesocyclops leuckarti*) ble registrert i alle kranalgesjøene (**vedlegg 3**). Vannloppene *Acroperus harpae*, *Alona guttata* og *Graptoleberis testudinaria* samt den calanoide hoppekrepsen *Heterocope appendiculata* manglet kun i en lokalitet. Interessant er det at *Ectocyclops phaleratus*, som det kun foreligger ca 40 funn av i Norge, ble registrert i hele åtte av kranalgesjøene.

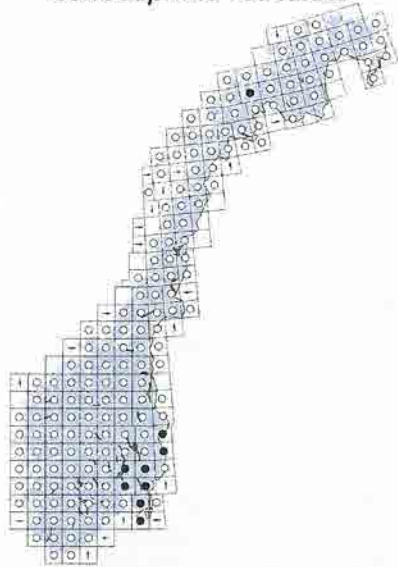
4.2.2 Forholdet mellom vannlopper og hoppekreps

Vanligvis er forholdet mellom vannlopper og hoppekreps 2:1 (Walseng upubl.). I Bråtåjtjernet, Kalvsjøtjernet, Kjevlingen, Korsrudtjernet, Rokotjtjernet, Stortjern og Øyskogtjernet var dette tilfelle (**vedlegg 3**). I næringsrike/forurensede lokaliteter

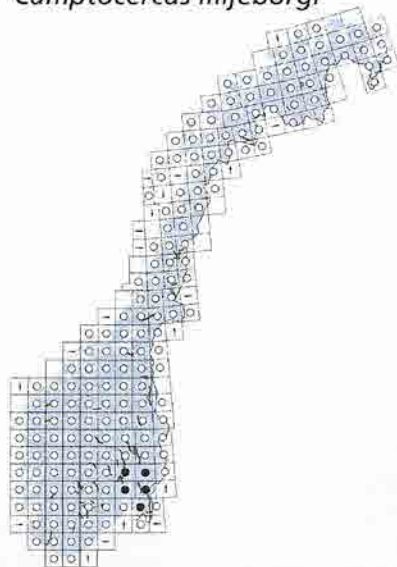
Figur 6. Antall registrerte krepsdyr (vannlopper og hoppekreps) i 12 kransalgeløker. Number of recorded crustaceans (cladocerans and copepods) in 12 Chara lakes



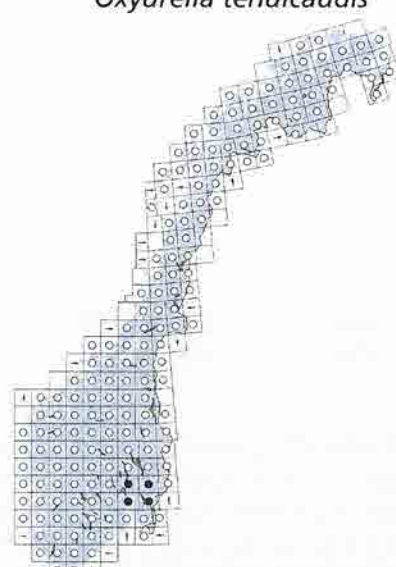
Ceriodaphnia reticulata



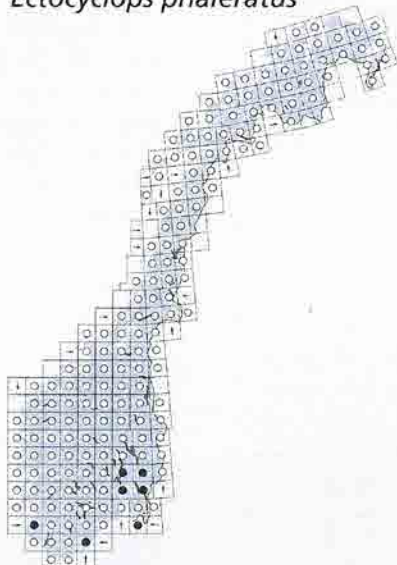
Camptocercus lilljeborgi



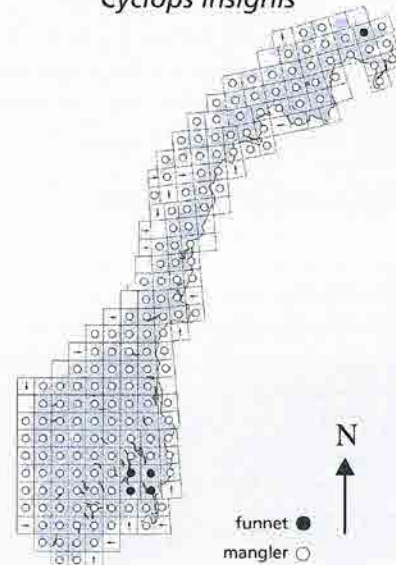
Oxyurella tenuicaudis



Ectocyclops phaleratus



Cyclops insignis

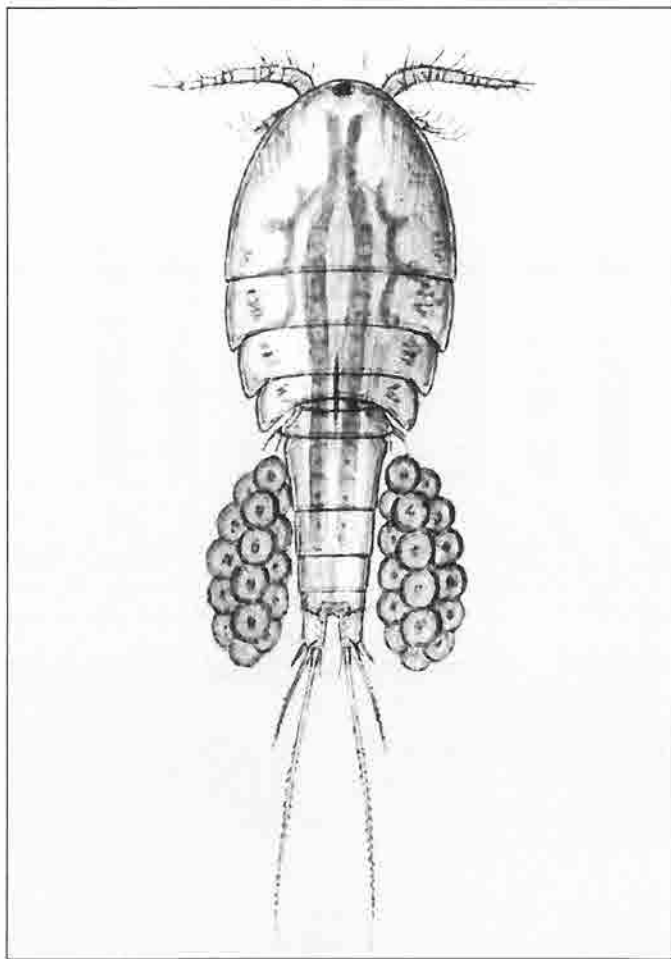


Figur 7. Utbredelsen til vannloppene *Ceriodaphnia reticulata*, *Camptocercus lilljeborgi* og *Oxyurella tenuicaudis* samt hoppekrepsene *Ectocyclops phaleratus* og *Cyclops insignis*.

Distribution of the cladocerans

Ceriodaphnia reticulata, *Camptocercus lilljeborgi* and *Oxyurella tenuicaudis* and the copepods *Ectocyclops phaleratus* and *Cyclops insignis*.

N
↑
funnet ●
mangler ○



Figur 8. Hoppekrepsen *Ectocyclops phaleratus* (Sars 1918).
The copepod *Ectocyclops phaleratus* (Sars 1918).

forskyves forholdet mellom de to krepdyrgruppene i favør av hoppekreps. I fangdammer i kulturlandskapet med høye belastninger av nitrogen og fosfor, er det registrert flere arter hoppekreps enn det er av vannlopper (Stokker et al. 1999, Ekeberg & Walseng 2001). Når en bruker forholdet mellom vannlopper og hoppekrepsarter i de 12 kransalgesjøene samt gjennomsnittlige nitrat-verdier som grunnlag for en regresjon, blir $r^2=0,37$ som er signifikant ($p<0,05$). Til tross for liten nitrogenbelastning hadde Nyborgtjernet like mange vannlopper som hoppekreps. Dette vannet skiller seg ut med en mer dystrof karakter. Dersom vi utelukker denne lokaliteten fra analysen blir korrelasjonen meget signifikant ($r^2=0,68$, $p<0,002$).

4.2.3 DCA-analyser av artsinventar

Fire datasett (forekomst/fravær data og dominansforhold basert på både enkeltbesøk og år, dvs juni- og septemberprøver er blitt slått sammen) ble brukt som grunnlag for DCA-analyser (jfr metodekapittelet). I de fire analysene forklarte 1-aksen 14,4-20,9% av totalvariasjonen i materialet. Størst forklaring langs 1-aksen ble funnet når dominansklasser fra hvert av årene ble brukt som grunnlag. **Figur 9** viser DCA-analysen der artslistene (tilstede/ikke tilstede) for hvert av årene er lagt til grunn, dvs tilsammen 23 artslistene. I dette plottet var lengden til 1-aksen 1,6, og den forklarte 17,7% av variasjonen i materialet. I fortsettelsen

vil vi bruke plottet til å kommentere fellestrekk og ulikheter mellom kransalgesjøene basert på artsinventaret. DCA arrangerer artslistene slik at de med lik artssammensetning blir liggende nær hverandre når resultatet plottes i et aksekors, mens artslistene med ulik artssammensetning blir liggende lengre fra hverandre i plottet. Forskjellene i artssammensetning gjenspeiler forskjeller i miljøet, mens aksene i plottet representerer underliggende miljøvariabler.

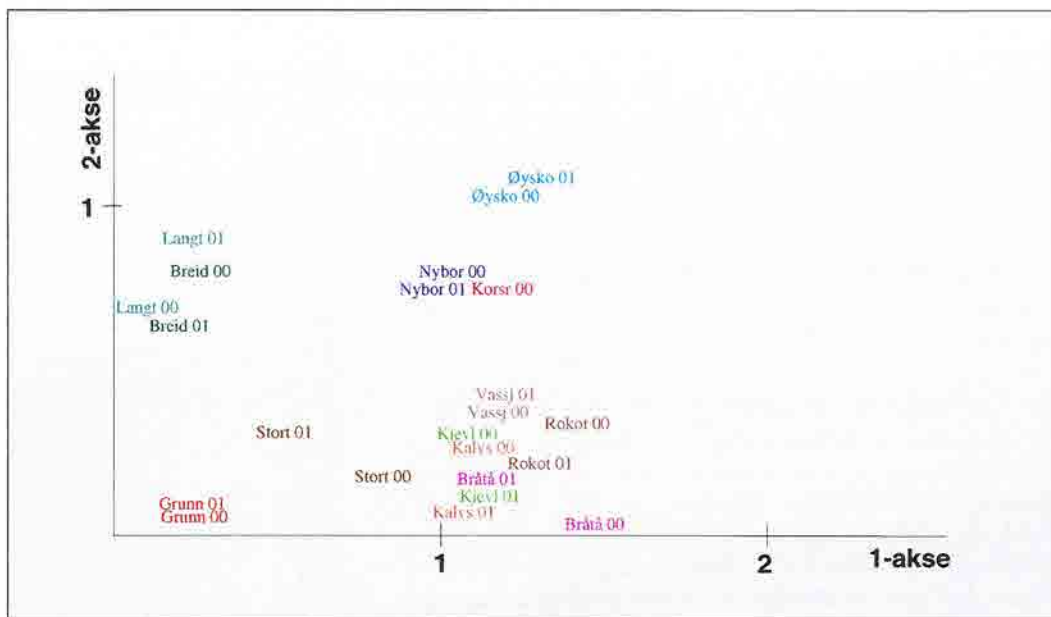
Langtjernet og Breidtjernet har mange felles arter og ligger adskilt fra de øvrige lokalitetene både langs 1- og 2-aksen. Dette impliserer at disse lokalitetene skiller seg fra de øvrige ved at artene her har en annen toleranse i forhold til de miljøvariabler som er sterkest korrelert til både 1- og 2-aksen. Grunningen og Øyskogtjernet ligger isolert i diamentralt motsatte deler av plottet. Dette tilsier at det er store artsforskjeller mellom disse to vannene. Nyborgtjernet og Korsrudtjernet, som er relativt like mht artssammensetning, er de lokalitetene som har flest likhetstrekk med Øyskogtjernet. Vassjøtjernet, Rokotjernet, Kjevlingen, Kalvsjøtjernet og Bråtåtjernet ligger relativt samlet og har derfor også artsmessig mange fellestrekk. Stortjern ligger sentralt i plottet, dvs lokaliteten har fellestrekk med de fleste lokalitetene. Plottene som representerer de to årene i Stortjern ligger imidlertid spredt hvilket indikerer at det var relativt store forskjeller i artssammensetning mellom 2000 og 2001.

4.2.4 Artsforekomst i forhold til en pH-gradient

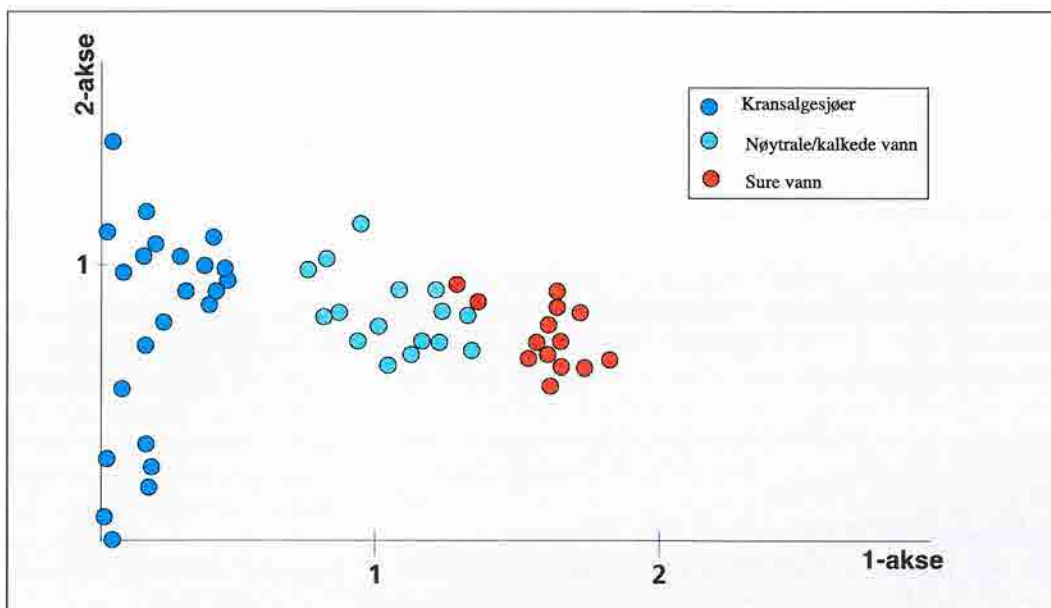
Som tidligere nevnt, er medianverdiene for hele landet pH 6,4. Snittverdiene for kransalgesjøene varierte mellom pH 8,0 og pH 8,5, og kransalgesjøene på Hadeland representerer derfor en ytterlighet. Tidligere undersøkelser har vist at pH er den parameteren som korrelerer best med artsinventaret (Hann & Turner 2000, Schartau et al. 2001). Dette var også tilfelle i en DCA-ordinasjon av fem innsjøer i Gardermo-området (Erikstad et al. 1995). I dette datasettet inngikk tre vann med pH mellom 7,0 og 8,0 samt to humusrike vann med pH ca 5,0. Parametre som samvarierer med pH, som f.eks aluminium og alkanitet, vil også være korrelert til artsinventaret. Kransalgesjøene varierer imidlertid lite mht pH, og det var ingen signifikant korrelasjon mellom de første aksene i DCA-plottet og pH.

I en undersøkelse fra Østfold (Walseng & Karlsen 2001), som inkluderte 15 kalkete og ukalkete vann med pH 4,5 - 7,0, var korrelasjonen mellom pH og 1-aksen signifikant ($r^2=0,72$, $p<0,001$). **Figur 10** viser hva som skjer når kransalgesjøene ble analysert sammen med dette datasettet. Alle kransalgesjøene la seg til venstre på 1-aksen og korrelasjonen mellom 1-aksen og pH (**figur 11**) ble ytterligere forsterket ($r^2=0,86$, $p<0,001$) i forhold til hva som var tilfellet når Østfold-materialet ble analysert isolert. Lengden til 1-aksen var 1,9 og den forklarte 19,7% av variasjonen i materialet. Av **Figur 10** går det samtidig frem at kransalgesjøene ligger spredt langs 2-aksen. Når kransalgesjøene ble analysert isolert, var det ingen korrelasjon mellom pH og artsinventaret.

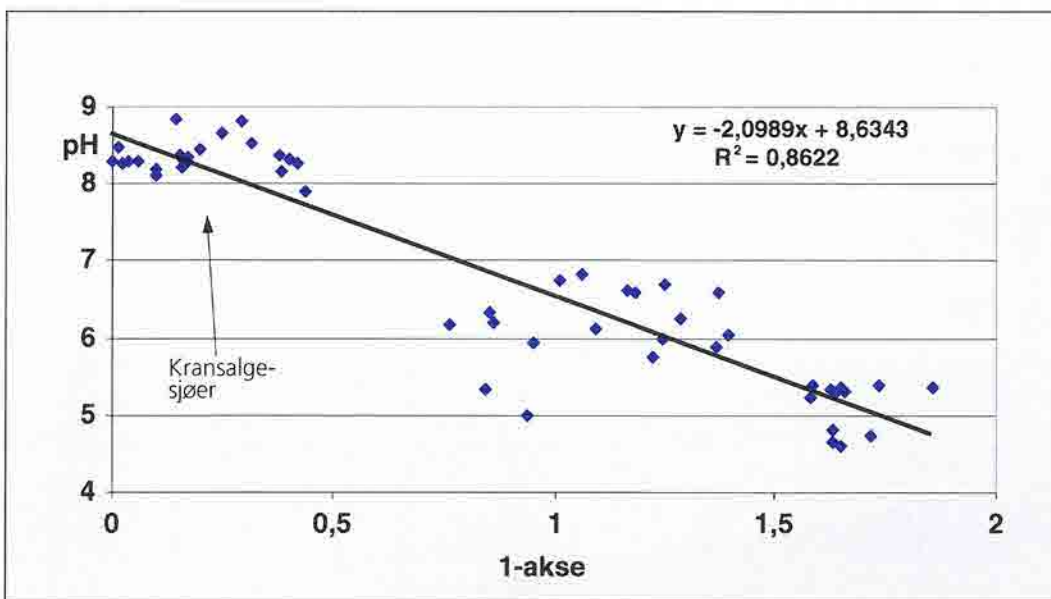
Fleire survannsindikatorarter som var vanlige i de sure vannene i Østfold, manglet i kransalgesjøene. Vannloppene *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Alonella excisa* samt hoppekrepsene *Acanthocyclops vernalis* og *Diacyclops nanus* er slike eksempler.



Figur 9. DCA ordinasjon av krepsdyrsammensetningen i kransalgesjøene basert på dominansklasser fra 2000 og 2001.
DCA ordination of the Chara lakes based on crustacean species (dominance) in respectively 2000 and 2001.



Figur 10. DCA ordinasjon av krepsdyrfaunaen i 12 kransalgesjøer og 15 lokaliteter i Østfold med variasjon i pH (Walseng & Karlsen 2001) basert på tilstedeværelse/fravær av registrerte arter.
DCA ordination of the crustacean fauna in 12 Chara lakes and 15 lakes of varying pH from Østfold county (Walseng & Karlsen 2001) based on absence/presence data of recorded species.



Figur 11. Korrelasjon mellom pH og 1-aksen basert på DCA ordinasjonen vist i figur 10.
Correlation between pH and axis 1 based on the DCA ordination presented in figure 10.

Gelekrepsen *Holopedium gibberum* (figur 12) ble heller ikke registrert i kransalgesjøene. Dette var ikke uventet da arten er regnet som kalkskyende og i følge Hutchinson (1967) forekommer den ikke ved kalsiumkonsentrasjoner over 22 mg/l. Arten gikk kraftig tilbake i tetthet etter kalking av de store innsjøene Fyresvatn og Nisser (Walseng & Bongard 2000). Den er en av våre vanligste planktonarter og er registrert i nærmere 2/3 av ferskvannslokaliteter i Norge. Den var vanlig i Østfoldundersøkelsen og ble funnet i 10 av 15 lokaliteter her (Walseng & Karlsen 2001).

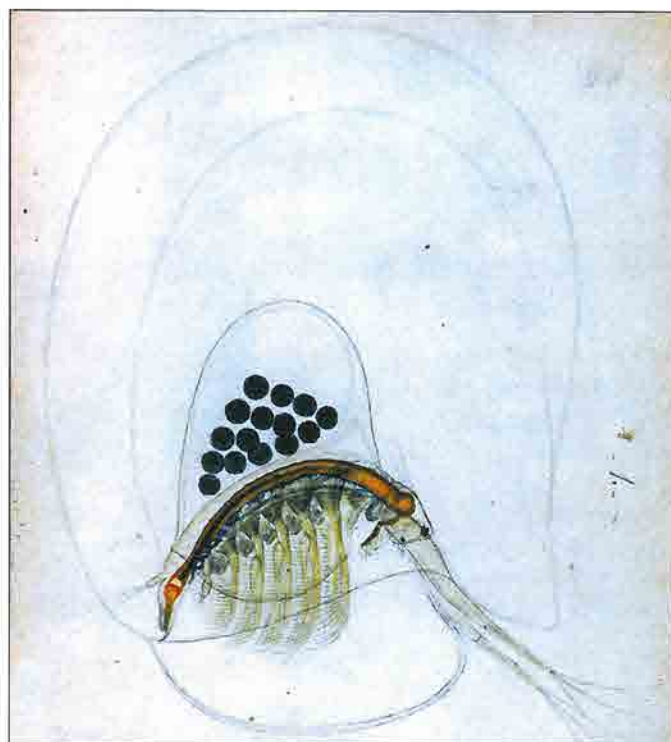
Mer enn halvparten av artene (ca 30) som ble funnet i kransalgesjøene, er normalt assosiert med pH 6,0 eller høyere og mangler derfor i sure vann (Walseng unpubl.). *Alona rectangula*, *Ectocyclops phaleratus*, *Acanthodiatomus denticornis*, *Eucyclops macrurus* og *Alonella exigua* var de vanligst forekommende artene i den delen av artsplottet for DCA-ordinasjonen der lokalitetene er kjennetegnet ved høy pH. Artsplottet er ikke vist i rapporten.

Bråtåttjernet og Langtjernet, som ligger i hver ende av 2-aksen i figur 10, er de samme vannene som ble liggende i hver sin ende av 1-aksen i plottet der bare kransalgesjøene var lagt til grunn (figur 9). Dette viser at det er andre miljøvariabler enn pH som forklarer forskjellen mellom artssamfunnene i kransalgesjøene.

4.2.5 Artsforekomst i forhold til nitrat

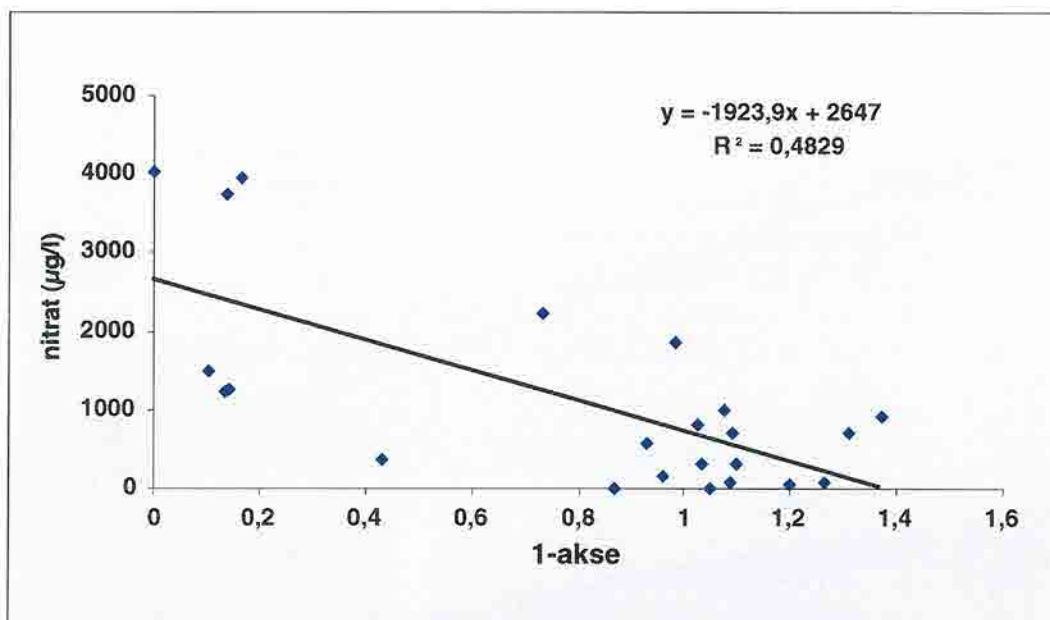
Nitrat (NO_3) er den variabelen som var best korrelert med 1-aksen i alle DCA-ordinasjonene (jfr metodekapittelet). Korrelasjonen varierte fra $r^2=0,41$ til $r^2=0,48$ (figur 13) i de fire analysene og var alltid høyst signifikant ($p<0,01$). Dominansklasser fra hvert av årene ga best korrelasjon. Undersøkelser fra fangdammer i Østfold har vist at artsforekomsten der også var korrelert med total-nitrogen (Stokker et al. 1999, Ekeberg & Walseng 2000).

Simocephalus expinosus er eksempel på en art som var assosiert med den enden av 1-aksen der lokalitetene med høyest

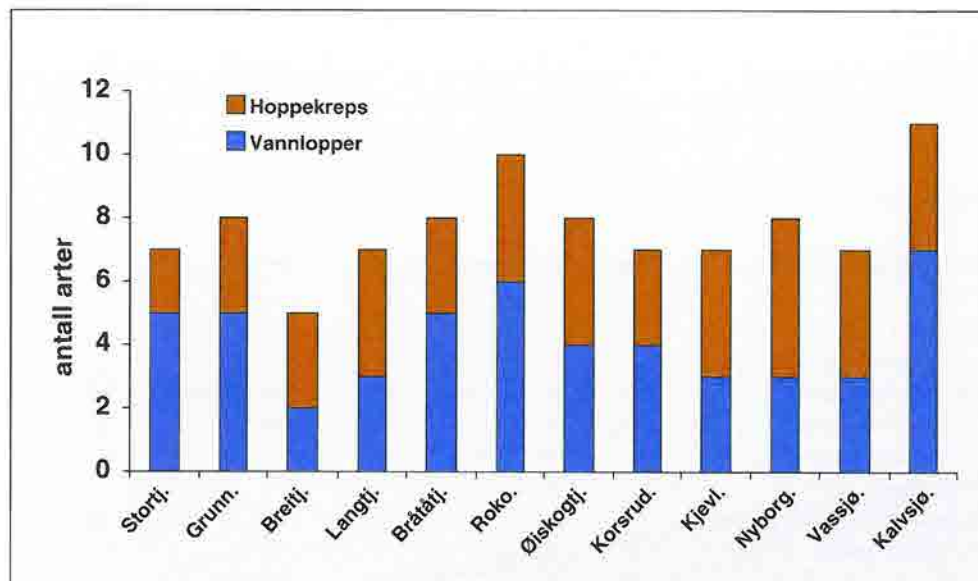


Figur 12. Vannloppen *Holopedium gibberum* (Sars 1992).
The cladoceran *Holopedium gibberum* (Sars 1992).

nitrogenbelastning ble funnet. Den er beskrevet som en typisk damform av Fryer (1985). I følge G.O. Sars (1992) var *S. expinosus*, som han riktignok kalte *S. congener* den gang, en av de vanligste artene i dammer rundt Kristiania (Oslo). Etter funnet til Sars ble den neste gang registrert i en tungt belastet dam på Romerike på 60-tallet (Elgmork 1964). I de seinere årene er det gjort mange funn i små belastede dammer på Østlandet (Berg 1934, Spikkeland 1998, Ekeberg & Walseng 2000, Schartau et al. unpubl.). Vannloppen *Latonura rectirostris*, som kun ble funnet i Grunningen, er kjent fra vegetasjonsrike deler av innsjøer. Toleranse i forhold til nitrogen er ukjent for denne arten.



Figur 13. Korrelasjon mellom nitrat og 1-aksen basert på DCA-ordinasjonen vist i figur 9. Correlation between nitrate and axis 1 based on the DCA ordination presented in figure 9.



Figur 14. Antall arter vannlopper og hoppekreps i planktonet.
Number of planktonic crustaceans (cladocerans and copepods).

Flere arter hoppekreps er også assosiert med de mest nitratrike lokalitetene. Eksempler er *Eudiaptomus gracilis*, *Eucyclops macruroides*, *Ectocyclops phaleratus* og *Paracyslops affinis*. *E. gracilis* har en forekomst som tyder på at den er tolerant mot både forurening og høye belastninger av nitrogen og fosfor (Schartau et al. 1997).

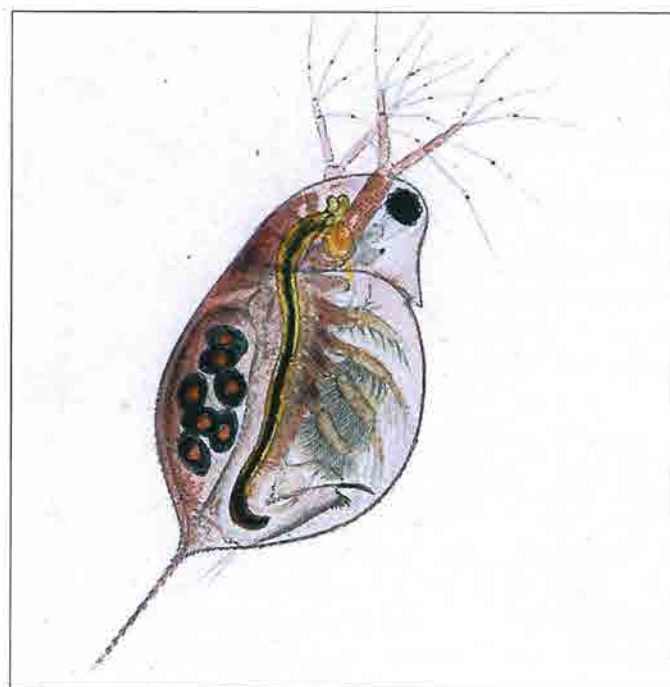
Alona costata, *Camptocercus lilljeborgi*, *Daphnia cristata* og *Alonopsis elongata* er eksempler på vannlopper som manglet i lokaliteter med høy belastning.

Korrelasjon mellom 1-aksen i ordinasjonen der dominansklasser fra hvert av årene ble lagt til grunn og de øvrige målte parametrene, viste best korrelasjon for kalsium ($r^2=0,26$, $p<0,001$) etterfulgt av alkanitet ($r^2=0,20$, $p<0,01$). Kalsium og alkanitet kovarierer ($r^2=0,77$, $p<0,001$), og at disse parameterene responderer relativt likt i forhold til artssamfunnene er derfor ventet.

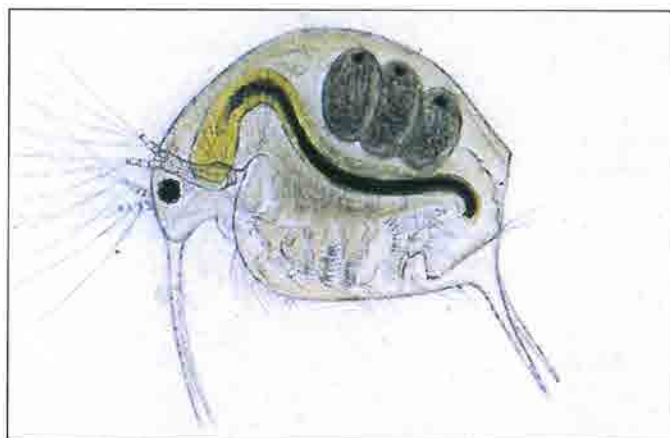
4.2.6 Planktoniske krepssdyr

I gjennomsnitt ble det funnet 4,1 arter vannlopper og 3,6 arter hoppekreps i planktonet. Til sammenligning var gjennomsnittet for lokalitetene i Gardermo-området henholdsvis 4,8 vannlopper og 2,8 hoppekreps. I følge Pennak (1957) er planktonsamfunnet i gjennomsnitt sammensatt av henholdsvis fem arter vannlopper og tre arter hoppekreps. Med unntak av tre vann bestod planktonsamfunnene i kransalgesjøene av 7-8 arter (**figur 14**). Kalvsjøtjernet og Rokotjernet hadde flere arter, henholdsvis 11 arter (syv arter vannlopper og fire arter hoppekreps) og 10 arter (seks arter vannlopper og fire arter hoppekreps). Breittjernet hadde kun fem arter, to arter vannlopper og tre arter hoppekreps.

Ingen av vannene bærer preg av sterk fiskepredasjon da krepssdyrtetthetene oftest var høye samtidig med at artene og individene som dominerte var store. *Daphnia longispina* (**figur 15**) og *Bosmina longispina* (**figur 16**) var de dominerende vannloppene (**tabell 2**). *D. longispina* ble funnet som dominerende art i 10 av vannene, mens den i de to siste, Nyborgtjernet og Vassjøtjernet, ble beskrevet som vanlig



Figur 15. Vannloppen *Daphnia longispina* (Sars 1992).
The cladoceran *Daphnia longispina* (Sars 1992).



Figur 16. Vannloppen *Bosmina longispina* (Sars 1992).
The cladoceran *Bosmina longispina* (Sars 1992).

Tabell 2

Dominansforhold i planktonet i 12 kransalgesjøer (sommer og høstprøver) i 2001 og 2001 • < 1,0% •• 1-10% ••• > 10%
 Dominance of zooplankton in 12 Chara lakes (summer and autumn samples) in 2001 and 2001 • < 1,0% •• 1-10% ••• > 10%.

Lokalitet	Stort	Grunn	Breitj	Langt	Bråtå	Rokot	Øysk	Korsr	Kjevl	Nybo	Vassj	Kalvs
Vannlopper												
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	•				•				••			
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>	•••				••	••						•
<i>Daphnia cristata</i>						••					•	•
<i>Daphnia cucullata</i>	••											
<i>Daphnia galeata</i>								•				
<i>Daphnia longispina</i>	•••	•••	•••	•••	•••	•••	••	•••	•••	••	•••	•••
<i>Bosmina longirostris</i>	••	•		•	•••	••		•	••			•
<i>Bosmina longispina</i>		•••	•••	•••		•••	•••	•••	•••	•••	••	•
<i>Polyphemus pediculus</i>		•										
<i>Bythotrephes longimanus</i>							•					•
<i>Leptodora kindtii</i>	•				•		•					•
andre	•								•			••
Hoppekreps												
<i>Acanthodiptomus denticornis</i>							•	••	•••	•••	••	•••
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	•••	•••	•••	•••								
<i>Heterocope appendiculata</i>		••	•	••	•	••	•	•	•	•••	••	••
<i>cal naup</i>	••	•	••	••				••	•	•••		••
<i>Macrocylops albidus</i>									•			
<i>Cyclops abyssorum</i>				••	•					••		
<i>Cyclops insignis</i>						•			••			
<i>Cyclops scutifer</i>		•••	•••			••	••	•••		••	•••	•••
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	•••			•	•••	••	•		•••	•••	•	••
<i>Cycl. Naup</i>	•••	••	•••	••	•••	•••	•••	•••	••	•••	•••	•••
cycklopoditt indet					••	••			•••	••	•	

forekommende. *B. longispina* dominerte i ni av vannene, mens den kun manglet i Stortjern. Her ble den registrert i litoralsonen.

Acanthodiptomus denticornis og *Eudiaptomus gracilis* var dominerende calanoide hoppekreps med førstnevnte som dominant i de minst forurensede vannene. Det ble aldri registrert sameksistens av de to artene. Det samme mønsteret i forekomst ble registrert på Gardermoen og her ble dette satt i sammenheng med at *E. gracilis* tålte predasjonstrykket fra små mortefisk bedre enn *A. denticornis*. Den tredje og største calanoiden, *Heterocope appendiculata*, forekom mindre tallrik enn de to andre. Den manglet imidlertid bare i Stortjern. *Cyclops scutifer* og *Mesocyclops leuckarti* var de to dominerende cyclopoide hoppekrepsartene. Dominansforholdene mellom de to artene synes ikke å være relatert til grad av forurensning. Dybdeforholdene er sannsynligvis viktigst med hensyn til å forklare forekomsten. *M. leuckarti* er oftest vanlig i grunne lokaliteter der *C. scutifer* er sjelden.

I fortsettelsen følger noen kommentarer til artene som ble funnet i planktonet.

Vannlopper

Diaphanosoma brachyurum ble registrert i planktonet i tre av lokalitetene. I tillegg ble den registrert i litoralsonen til ytterligere fire vann. I Nyborgtjernet var den vanlig mens den kun ble påtruffet i Rokotjernet og Grunningen. *D. brachyurum* opptrer vanligvis

i lite antall i planktonet (Sandøy 1984, Wærvågen 1985), noe som er i overensstemmelse med hva vi observerte i kransalgesjøene. Arten er beskrevet som en varmtvannsform (Herzig 1984). I Nyborgtjernet ble den registrert både i juni og september, mens den i de to andre vannene kun ble registrert i september.

Ceriodaphnia pulchella dominerte i planktonet i Stortjern, mens den var vanlig i Bråtåtjernet og Rokotjernet. I tillegg ble den påvist i planktonet i Kalvsjøtjernet. I litoralsonen ble den også påvist i Kjevlingen, Vassjøtjernet og Øyskogtjernet. I juniprøven fra Stortjern i 2000 utgjorde den hele 40% av planktonet. *C. pulchella* er utbredt over hele landet, men med tyngdepunkt i øst. Arten synes å unngå lav pH, og av nærmere 100 funn i Norge er kun et par gjort ved pH<5,5 (Walseng upubl.).

Daphnia cristata ble kun funnet i Kalvsjøtjernet, Rokotjernet og Vassjøtjernet. Den utgjorde aldri mer enn 2,6% av planktonsamfunnet, noe som var tilfellet i Rokotjernet i juni 2000. I Kalvsjøtjernet og Vassjøtjernet utgjorde den aldri mer enn 1%. I Gardermo-området var *D. cristata* den vanligste *Daphnia*-arten og utgjorde gjerne mer enn 10%. *D. cristata* er en av de minste daphniene og er den vanligste i vann med stor fiskepredasjon. I de vannene der den var vanligst på Gardermoen, bestod fiskesamfunnet av både mort og abbor. Den er utbredt over hele landet fra Finnmark i nord (Walseng & Halvorsen 1993) og til Jæren i sørvest (Walseng 1993). Den er imidlertid vanligst i de sørøstlige deler av landet (Walseng upubl.).

Daphnia cucullata er ved siden av *D. galeata* den mest sjeldne av daphniene i kransalgesjøene og ble kun funnet i Stortjern. Tidligere er arten funnet i næringsrike lokaliteter på Jæren (Rognerud & Skogheim 1975, NIVA 1985) og på Østlandet (Walseng 1990a, Walseng & Storeid 1990, Halvorsen et al. 1994). Funnene i Gardermo-området ble gjort i vann med pH mellom 7,0 og 8,0, som samtidig hadde et høyt elektrolyttinnhold. Her forekom arten ofte tallrik (>25%).

Daphnia galeata ble kun funnet fåtallig i Korsrudtjernet i juni 2000. Den er utbredt i hele Norge og er den nest vanligste *Daphnia*-arten etter *D. longispina*. Den ble ikke funnet i vannene på Gardermoen. I Randsfjorden utgjorde *D. galeata* en betydelig andel av planktonet (Halvorsen et al. 1996).

Daphnia longispina dominerte i 10 av vannene. I Nyborgtjernet og Øyskogtjernet var den vanlig forekommende. Dominansen av *D. longispina* kunne være total liksom i Kjevlingen i september 2000, da den utgjorde 83,1%. I september 2001 utgjorde den 72,4% av planktonet i Langtjern.

D. longispina er større enn *D. cristata* og er derfor et ettertraktet byttedyr for planktonspisende fisk. I så måte indikerer store tettheter av *D. longispina* fravær av planktonspisende fisk i kransalgesjøene. Den er vår desidert vanligste daphnia-art og er utbredt over hele landet. Den er vurdert som en av de sikreste indikatorartene på en god vannkvalitet, og i forsuringsskadete vann er den kommet inn etter kalking (Eriksson et al. 1982, Hörnström et al. 1992).

Bosmina longirostris er gjennomgående noe mindre enn *B. longispina*. Disse to artene forekom sammen i syv av kransalgesjøene. Det var kun i Bråtåtjernet at *B. longirostris* dominerte i planktonet. Her utgjorde den mer enn 75% ved tre av fire besøk. I Norge har *B. longirostris* en mer begrenset utbredelse enn *B. longispina* og er funnet i langt færre lokaliteter. Den er sjelden på Vestlandet, Sørlandet og i Midt-Norge. *B. longirostris* foretrekker ofte dammer og grunne lokaliteter (Elgmork 1966) og kan ofte dominere her (Carter 1971, Daborn 1974). I næringsrike lokaliteter i Østfold er *B. longirostris* også meget vanlig (Walseng 1994).

Bosmina longispina var sammen med *D. longispina* det krepssdyret som dominerte i flest vann, tilsammen ni. I Kalvsjøtjernet og Nyborgtjernet var den tilstede i planktonet, mens den ikke ble påtruffet i planktonet i Stortjern. Her ble den imidlertid registrert i litoralprøvene. Størst dominans ble funnet i Rokotjernet i juni 2000 da arten utgjorde 88% av planktonet.

B. longispina er den vanligste vannloppen i Norge. Den er utbredt over hele landet og i Sør-Norge er den påvist i nesten alle lokaliteter. I næringsrike lokaliteter på Østlandet er dominans av arten mindre vanlig. Innslaget av planktonspisende fisk synes her å favorisere *B. longirostris* til fordel for *B. longispina*. Den formerer seg partenogenetisk i løpet av sommermånedene, og antallet 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).

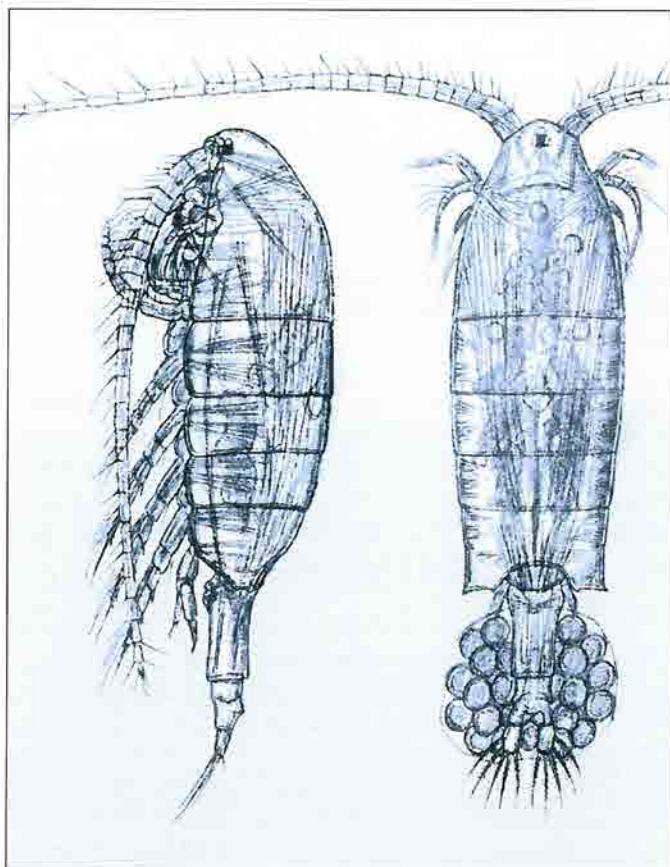
Polyphemus pediculus ble kun påvist i planktonet i Kalvsjøtjernet der den forekom i vårprøvene fra 2001. Den er vanligvis knyttet til litoralsonen, men kan vandre ut i pelagialen og opptre i store tettheter også her.

Bythotrephes longimanus er en stor rovform som ble påvist i Kalvsjøtjernet og Øyskogtjernet i juni 2000. Den forekommer sjelden i store tettheter, og det ble kun funnet få individer i vår undersøkelse. Den synes å unngå planktonhåven da mageanalyser fra fisk indikerer at arten er langt vanligere enn det som går fram av hävtrekkprøver. Den er utbredt over hele landet og er registrert i underkant av 20% av de vannene som har pH>7,5%.

Leptodora kindti ble funnet i fire vann, Bråtåtjernet, Kalvsjøtjernet, Stortjern og Øyskogtjernet. Den forekommer hyppigst i vann der pH ligger mellom 7,0 og 7,5 (ca 20%). I vann med pH>7,5 er den funnet i mindre enn 10%. Arten er hyalin (gjennomsiktig) og er favorisert av stor fiskepredasjon.

Hoppekreps

Acanthodiaptomus denticornis (figur 17) ble funnet i halvparten av kransalgesjøene og dominerte i planktonet til Kalvsjøtjernet, Kjevlingen og Nybotjernet. Størst dominans ble funnet i Kjevlingen høsten 2001 der den utgjorde 43,4% av planktonet. *A. denticornis* har sin hovedutbredelse i Midt-Norge. Den er større enn *E. gracillis*, som er den andre calanoide hoppekrepsen som dominerte i planktonet. På grunn av størrelsen er *A. denticornis* mer ettertraktet som byttedyr for fisk enn *E. gracillis*.



Figur 17. Hoppekrepsen *Acanthodiaptomus denticornis* (Sars 1903.).

The copepod Acanthodiaptomus denticornis (Sars 1903.).

Eudiaptomus gracilis ble funnet i fire vann, Breidtjernet, Grunningen, Langtjernet og Stortjern, der den også var dominerende calanoide hoppekreps. Med unntak av Stortjern ble den funnet sammen med *Heterocope appendiculata*. Størst dominans ble konstateret i Langtjernet der den i både juni og september 2000 utgjorde mer enn 50%. Også i Grunningen ble den funnet i store tettheter (30-50%).

E. gracilis er dominerende calanoide på Sørlandet og i Sørøst-Norge og fins nord til Elverumstraktene. Fra Midt-Norge 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 et av de vanligste krepsdyrene i europeiske innsjøer (Hutchinson 1967). Den har stor økologisk toleranse og fins i ferskvannlokalteter med svært forskjellig vannkvalitet (Ponyi 1956). I Gardermoen-området ble den kun funnet i lokaliteter med pH 6,5 eller høyere. Med unntak av ett vann var det i denne undersøkelsen mort og abbor i alle lokalitetene der den ble funnet. Hvorfor arten ikke forekommer i de surere lokalitetene kan muligens skyldes konkurranseforholdene her. Livssyklus varierer sterkt, fra én generasjon til 11 generasjoner pr år (Zankai 1978, Wærvågen 1985). Livssyklus i kranalgesjøene ble ikke vurdert.

Heterocope appendiculata manglet kun i Stortjern. Med unntak av Nyborgtjernet, der den dominerte (13,1% i juni 2000), var den vanlig eller sjelden i planktonet. Den har sin hovedutbredelse i øst og fins helt nord til Finnmark (Walseng & Halvorsen 1993). Slektingen *H. saliens* ble funnet på Gardermoen (Halvorsen et al. 1993). Her ble *H. appendiculata* hovedsaklig funnet i de mest næringsrike lokalitetene med mort og abbor. Den forekommer sjeldent sammen med slektingen *H. saliens* selv om dette også har vært registrert (Halvorsen 1980, Walseng & Sloreid 1990).

Cyclops abyssorum ble påvist i Bråtåtjernet mens den var vanlig forekommende i Langtjernet og Nyborgtjernet. I Nyborgtjernet ble den funnet i sameksistens med *C. scutifer*. I Norge er *C. abyssorum* funnet i ca 10% av lokalitetene med pH>5,5. Arten forekommer i størst frekvens ved pH>7.5 der den er funnet i ca 15% av vannene.

Cyclops insignis ble funnet i Kjevlingen og Rokotjernet. I tillegg ble den funnet i litoralsonen til Grunningen. Som nevnt innledningsvis er den en av våre største hoppekrepsarter. Den forekommer i store individtettheter tidlig på våren for så å gå i diapause på forsommeren. Hele sommerhalvåret mangler den derfor i planktonet, for så å dukke opp om høsten.

Cyclops scutifer var den cyclopoide hoppekrepsen som dominerte i flest vann, tilsammen fem (Breidtjernet, Grunningen, Kalvsjøtjernet, Korsrudtjernet og Vassjøtjernet). I tillegg var den vanlig forekommende i tre (Nyborgtjernet, Rokotjernet og Øyskogtjernet). Størst dominans ble funnet i Vassjøtjernet der den utgjorde 87% av planktonet i juni begge år. I flere av de øvrige vannene ble den funnet store mengder ubestemte nauplier som sannsynligvis også tilhører arten. I Breidtjernet, Korsrudtjernet og Nyborgtjernet kunne nauplier utgjøre 70-90% av planktonet.

C. scutifer er vår vanligste planktoniske hoppekreps og 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 & Eie 1989, Halvorsen & Elgmork 1976). Livssyklus i kranalgesjøene ble ikke vurdert.

Mesocyclops leuckarti er omtrent like vanlig som *C. scutifer* i kranalgesjøene. Den dominerte i fire vann, Bråtåtjernet, Kjevlingen, Nyborgtjernet og Stortjern. I tillegg var den vanlig eller ble påtruffet i fem vann. I de tre vannene den manglet ble den funnet i litoralsonen. *M. leuckarti* forekommer ofte i grunne lokaliteter og i litoralsonen til større innsjøer. Den er relativt sjelden i Trøndelagsfylkene, Nordland, Troms og Vest-Finnmark, og er først og fremst en lavlandsart som synes å mangle i høyfjellet selv om den er funnet opp til over 900 m o.h. (Halvorsen 1980). Den er funnet i 19% av vann i Norge med pH>7.5.

4.2.7 Litorale krepsdyr

De fleste av artene som dominerte i planktonet var også dominante i litoralsonen (tabell 3). Dette skyldes både at flere av vannene var forholdsvis grunne og den innsamlingsmetodikken som ble brukt. I grunne innsjøer vil arter som er vanlig forekommende både i litoralsonen og i planktonet, dominere. Slike arter blir ofte kalt for plankton-litorale arter. Vannloppen *B. longispina* og hoppekrepsen *M. leuckarti* er eksempler på slike arter. Når innsamling av litorale arter blir gjort med håvtrekk, vil man fange arter som fins i vannsøylen over bunnen og i mindre grad de arter som lever i den øverste delen av bunnsedimentet. Kvantitative feller bestående av trakter som blir satt ned i bunnsedimentet og som fanger ved at artene beveger seg horisontalt i vannsøylen om natten, ville ha fanget flere sanne litorale former. Sammenligning av de to metodene (Walseng in press) viser at antallet sanne litorale vannlopper (chydorider) blir underrepresentert ved bruk av håvtrekk, men med få unntak blir alle artene representert.

Liksom i planktonet dominerte vannloppene *D. longispina* og *B. longispina* også i litoralsonen. Med unntak for *C. scutifer* var det samme også tilfelle for hoppekrepsene. *C. scutifer* dominerte i planktonet i fem vann, mens den i litoralsonen kun ble funnet å dominere i Breidtjernet. Blant de planktoniske artene som ble funnet i kranalgesjøene er *C. scutifer* sammen med de to store rovformene *Bythotrephes longimanus* og *Leptodora kindti*, de mest typiske planktoniske formene, dvs de var sjeldne i litoralen. Calanoider opptre erfaringsmessig ofte i store tettheter også i litoralsonen. *E. gracilis* dominerte både i planktonet og i litoralsonen i alle de fem vannene den ble funnet.

Vannlopper

Av sanne litorale former var *Chydorus sphaericus* (figur 18) den vanligste arten. Den ble funnet i alle vannene og var dominerende i fem. Ved siden av *B. longispina* er dette den vanligste krepsdyret i Norge og er funnet i 95% av alle vann. Den er svært tolerant og er sammen med *Daphnia pulex* og *Simocephalus expinosus* de vannloppene som tåler ekstreme belastninger av nitrogen og fosfor best (Ekeberg & Walseng 2001).

Tabell 3

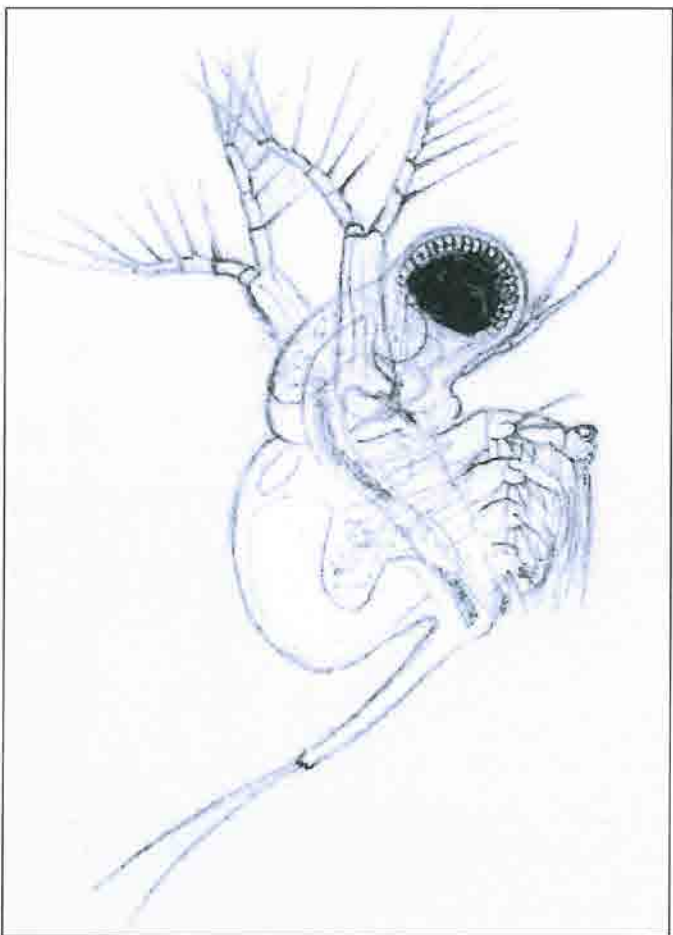
Dominansforhold i litoralsamfunnet i 12 kransalgjesjøer (sommer og høstprøver) i 2001 og 2001 • < 1,0% •• 1-10% ••• > 10 %.
 Dominance of littoral crustaceans in 12 Chara lakes (summer and autumn samples) in 2001 and 2001 • < 1,0% •• 1-10% ••• > 10 %.

Lokalitet	Stort	Grunn	Breitj	Langt	Bråtå	Rokot	Øysk	Korsr	Kjevl	Nybo	Vassj	Kalvs
Vannlopper												
Diaphanosoma brachyurum T		•				•	•		•	••		•
Sida crystallina	••				••	•••	••	••	••	•••	•••	•
Ceriodaphnia pulchella	•••				•••	••	•		•		•	•••
Ceriodaphnia reticulata							•					
Daphnia cristata						••					•	•
Daphnia cucullata	••											
Daphnia galeata								•				
Daphnia longispina	•••	•••	•••	•••	•••	•••	••	•••	•••	••	•••	•••
Scapholeberis mucronata ••				•••	•	•	••	•	••	••	••	
Simocephalus expinosus		•••		•								
Simocephalus serrulatus										•		
Simocephalus vetula	••						•	•				•
Bosmina longirostris	•••	••		•	•••	•••		•	••			•••
Bosmina longispina	••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	••
Lathonura rectirostris		••										
Ophryoxus gracilis							••					
Acroperus harpae	•	••	••	••	•	•••	•••	••		••	••	•••
Alona affinis	•	••	••	•••		•	•	•	•		••	•
Alona costata					••	••						
Alona guttata	•	••	•••	•••	•	•	••	•	•	••		••
Alona rectangula	•	••	•••	••	•	•	•	•	•		•	
Alonella exigua		•••	••	••	••		•	•			••	•••
Alonella nana		•			••	•	•	•	•		•	
Alonopsis elongata						•	•••	•••				
Camptocercus lilljeborgi					•	•	•					
Camptocercus rectirostris			•			•	•		•			
Chydorus sphaericus	•••	••	•••	••	••	••	•	••	•••	••	•••	•••
Eurycercus lamellatus		••		••		•	•	••			•	•
Graptoleberis testudinaria	•	••		••	•	••	•	•	••	••	••	•
Pleuroxus trigonellus	•				•							
Pleuroxus truncatus	••	•	••		•••	••	••	•••	•••	••	••	••
Pseudochydorus globosus		•					•					•
Polyphemus pediculus	•••	•			••	•••	•	•••	••		•••	•••
Bythotrephes longimanus							•					•
Leptodora kindti	•						•					•
Hoppekreps												
Acanthodiptomus denticornis							•	••	•••	•••	••	•••
Eudiaptomus gracilis	•••	•••	•••	•••								
Heterocope appendiculata		••	•	••	••	••	••	••	••	•••	••	•••
cal naup	•••	•	•••	••				••	•	•••		••
Macrocyclops albidus	•	••	••	•••	••	•	••	••	••	••	•••	•
Macrocyclops fuscus							•	•			•	
Eucyclops denticulatus			•	••			•			•		
Eucyclops macruroides	••	••	•	••								
Eucyclops macrurus	•		•	••	••	••	••	••	••	••	••	
Eucyclops serrulatus	•	••	••	••	••	•	••	•	••	••	••	•
Eucyclops speratus	••	••		••	••	••	•	•	••	••	••	•
Paracyclops affinis	•	••			•							•
Paracyclops fimbriatus					•						••	
Ectocyclops phaleratus	•	•••	•	••			•			•	•	•
Cyclops abyssorum				••	•					••		
Cyclops insignis		••				•			••			
Cyclops scutifer		•••	•••			••	••	•••		••	•••	•••
Megacyclops gigas	••	••	•	••	•	•	•				•	•
Megacyclops viridis							•					
Mesocyclops leuckarti	•••	•	•	••	•••	••	••	•	•••	•••	••	•••
Cryptocyclops bicolor		••										
naup	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	••	•••	•••	•••
cycklopoditt indet	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••	•••



Figur 18. Vannloppen *Chydorus sphaericus* (Sars 1992).
The cladoceran *Chydorus sphaericus* (Sars 1992).

Rovformen *Polyphemus pediculus* (**figur 19**) ble funnet som dominerende i fem vann. Dette er en planktonlitoral form som også kan opptre i høye tettheter i planktonet. Dette var ikke tilfelle i kransalgesjøene der den bare ble påvist i planktonet i Grunningen. *P. pediculus* er noe mindre tolerant sammenlignet med *C. sphaericus*, og er sjelden ved lav pH (Walseng upubl.) og mangler ved høy fosfor- og nitrogenbelastning (Ekeberg & Walseng 2001). Dette stemmer godt med at arten manglet i



Figur 19. Vannloppen *Polyphemus pediculus* (Sars 1992).
The cladoceran *Polyphemus pediculus* (Sars 1992).

Breidtjernet, Grunningen og Langtjernet, som hadde høyest belastning av nitrat.

Acroperus harpae manglet kun i ett vann og ble funnet dominerende i tre. Den synes å være relativt tolerant overfor de fleste miljøforhold, men liksom flertallet av vannlopper er den sjelden ved høye belastninger av nitrogen og fosfor (Ekeberg & Walseng 2001).

Pleuroxus truncatus (**figur 20**) manglet kun i Langtjernet. I Grunningen ble den kun registrert, mens den i de øvrige vannene var vanlig eller dominerende. Ved siden av Breidtjernet er dette de mest nitrogenbelastede vannene, og artens forekomst gir derfor signaler om at arten får problemer i sterkt forurensede lokaliteter. Arten er vanligst ved pH 5,5-6,5, men er også funnet i 18% av vannene med pH>7,5.

Ceriodaphnia pulchella, som også er en vanlig planktonisk art, dominerte i tre vann, Bråtåtjernet, Kalvsjøtjernet og Stortjern, dvs ikke i vannene med de høyeste nitrogen-belastningene. *C. pulchella* er vanlig i næringsrike lokaliteter på Østlandet, men i litoralsonen blir den ofte erstattet av slektningene *C. megops* og *C. reticulata*. Dette var ikke tilfelle i kransalgesjøene.

Krystallkrepsen (*Sida crystallina*) og *Scapholeberis mucronata* dominerte i henholdsvis tre og to vann hver. Begge artene er vanlig forekommende i Norge. Mens artene er like tolerante mot forsurening synes sistnevnte å være noe mer tolerant mot høye belastninger av nitrogen og fosfor (Walseng upubl.).

Alona guttata og *Alonella exigua* dominerte i to vann. De er utbredt over hele Norge og er vanlige i sure, nøytrale og basiske vann. *Alona guttata* ble funnet i 25% av vann med pH>7,5 og det er derfor ikke uventet at den ble funnet i 11 av kransalgesjøene. *A. exigua* derimot er noe mindre vanlig i vann med høy pH, og ved pH>7,5 er den funnet i ca 12% av vannene. Slektingen *A. excisa*, som den lett kan forveksles med, er blitt funnet hyppigere i basiske lokaliteter. Erfaringen fra



Figur 20. Vannloppen *Pleuroxus truncatus* (Sars 1992).
The cladoceran *Pleuroxus truncatus* (Sars 1992).

undersøkelser i næringsrike lokaliteter på Østlandet indikerer at *A. exigua* er vel så vanlig som *A. excisa*.

Funn av *Alona rectangulara* knytter arten til kalkrike lokaliteter og høy pH. De fleste funnene i Norge er gjort ved pH>7,0, og flere er gjort i kalkrike lokaliteter og i vann som er kalket (Walseng & Halvorsen 1993, Walseng et al. 2001). Den er ikke uvanlig i dammer med moderate belastninger av nitrogen og fosfor. Artens tilknytning til kalkrike lokaliteter blir bekreftet av at den ble funnet i hele åtte av kransalgesjøene.

Interessant er det at begge de to *Camtocercus*-artene, *C. rectirostris* og *C. lilljeborgi*, ble registrert. Den førstnevnte synes relativt tolerant mot lav pH selv om den er brukt som indikator på en bedret vannkvalitet. Det er flere eksempler på at arten er kommet inn etter kalking. *C. lilljeborgi* er derimot bare funnet i næringsrike lokaliteter på Østlandet. Med alle forbehold gir de få funnene, som alle er gjort i de minst forurensede kransalgesjøene, en indikasjon på at den trives dårlig ved sterk forurensning.

Hoppekreps

Sanne litorale hoppekrepsarter dominerte sjelden i kransalgesjøene, men forekom ofte vanlig. Artsbestemmelse av nauplier og små copepoditter, som dominerte i mange prøver, ville forandret dette bildet.

Etter *Mesocyclops leuckarti*, som også er en planktonisk form, var *Macrocyclops albidus* den vanligste hoppekrepsarten i litoralsonen. Den er en tolerant art og synes å tåle relativt høye belastninger av nitrogen og fosfor (Ekeberg & Walseng 2001).

Eucyclops sp er den slekten som var mest tallrikt representert i litoralsonen. Alle fem artene, som tilhører slekten i Norge, ble funnet i kransalgesjøene. De ble aldri registrert i samme lokalitet, men i flere vann ble det registrert fire arter. I Langtjernet var *E. denticulatus*, *E. macruroides*, *E. macrurus* og *E. serrulatus* alle vanlig forekommende. Dette var det vannet der det ble registrert høyest nitratbelastning i 2000. *Eucyclops* sp er tolerant overfor høye belastninger av nitrat. I nyetablerte fangdammer er *E. serrulatus* en av de første artene som kommer inn, mens den i mer etablerte dammer ofte er den dominerende arten ved høye belastninger (Walseng et al. 1995, Ekeberg & Walseng 2000). Med unntak av denne arten er de fire øvrige artene følsomme for lav pH og er brukt som indikatorer med hensyn til forsuring (Walseng 1998).

De to *Paracyclops*-artene, *P. affinis* og *P. fimbriatus*, er sjeldne i sure lokaliteter. Flest funn av begge arter er gjort ved pH>5.5. I flere tilfelle som f eks i Rorevassdraget og i Bjerkreimvasdraget er det imidlertid gjort funn av begge artene i partier av sure vann som har tilsig fra kulturlandskap (Walseng & Halvorsen 1994, Walseng & Storeid 1998). Et visst tilskudd av næringssalter ser derfor ut til å favorisere artene, som begge ble funnet i den sterkt belastede dammen på Kinn (Stokker et al. 1999).

Hoppekrepsen *Ectocyclops phaleratus*, som ble funnet i åtte av kransalgesjøene, er allerede kommentert i forbindelse med at dette var en ny art for Oppland. I juni 2000 utgjorde arten 30% i en av prøvene fra Grunningen. Selv om det var en individfattig

prøve (80 ind.) er det tidligere aldri funnet så mange individer av arten i en prøve. Funnene i dammer og næringsrike lokaliteter tyder på at arten er tolerant overfor landbruksforurensning. Den ble bl a funnet i Kinn (Stokker et al. 1999) der det ble registrert svært høye konsentrasjoner av fosfor.

5 Enkeltlokaliteter

5.1 Stortjern (Gran)

UTM: NM 824 968

Hø: 240 m

Areal: 0,089 km²

Fiskearter: abbor

pH: 7,4-8,3

Stortjernet (**figur 21**) ligger på Tingelstadhøgda rett nordøst for Tingelstad kirke, og det tilhører den nordlige greinen til Tingelstadvassdraget som renner ut i Randsfjorden ved Askjum. Innsjøen er relativt liten og grunn. Bunnforholdene er preget av bløt, svart gyttje, samt noe kalkmergel. Stortjernet er nesten helt omgitt av åkermark, med litt sumpskog i sør. Innsjøen ligger i et intensivt drevet kulturlandskap og er betydelig påvirket av forurensning/eutrofiering.

Det er kalkutfellinger på vegetasjon og steiner, og kalkinnholdet er ekstremt høyt (73,1–103,7 mg Ca/l). Forurensningen/nærings-

anrikningen er relativt høy, og innsjøen befinner seg i det eutrofe området (103-3774 µg NO₃/l). Lokaliteten har mer eller mindre årvise alge-opp-blomstringer og lavt siktedyp.

Flytebladsvegetasjon av gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) danner en sone utenfor sivbeltene. Velutviklet kransalge-vegetasjon forekommer i nord og vest. Kantvegetasjonen er kraftig utviklet, med frodig høyvokste, brede belter av tavrør (*Phragmites australis*). Stedvis opptrer smal dunkjevle (*Typha angustifolia*) i ytterkant av beltet.

Vannet var middels artsrikt med til sammen 29 arter krepsdyr (19 vannlopper og 10 hoppekreps). Faunistisk har vannet likhetstrekk med alle kransalgesjøene på Hadeland og er i så måte i en særstilling. Faunaen gjenspeiler middels nitrogenbelastning og har en normal fordeling mellom hoppekreps og vannlopper. Hoppekrepsen *Ectocyclops phaleratus* er karakterisert som sjelden og er ny art for Oppland. Planktonsamfunnet er dominert av vannloppene *Ceriodaphnia pulchella* og *Daphnia longispina* samt hoppekrepsene *Eudiaptomus gracilis* og *Cyclops scutifer*. *Bosmina longirostris* erstatter *B. longispina* i planktonet. Dette forholdet i tillegg til at *D. cucullata* er vanlig i planktonet, indikerer et visst trykk fra planktonspisende fisk.



Figur 21. Stortjern (foto: Grete Gausemel).
Lake Stortjern (photography: Grete Gausemel).

5.2 Grunningen (Gran)

UTM: NM 813 959

Hoh: 239 m

Areal: 0,079 km²

Fiskearter: Ørret, abbor og karuss

pH: 7,8-8,4

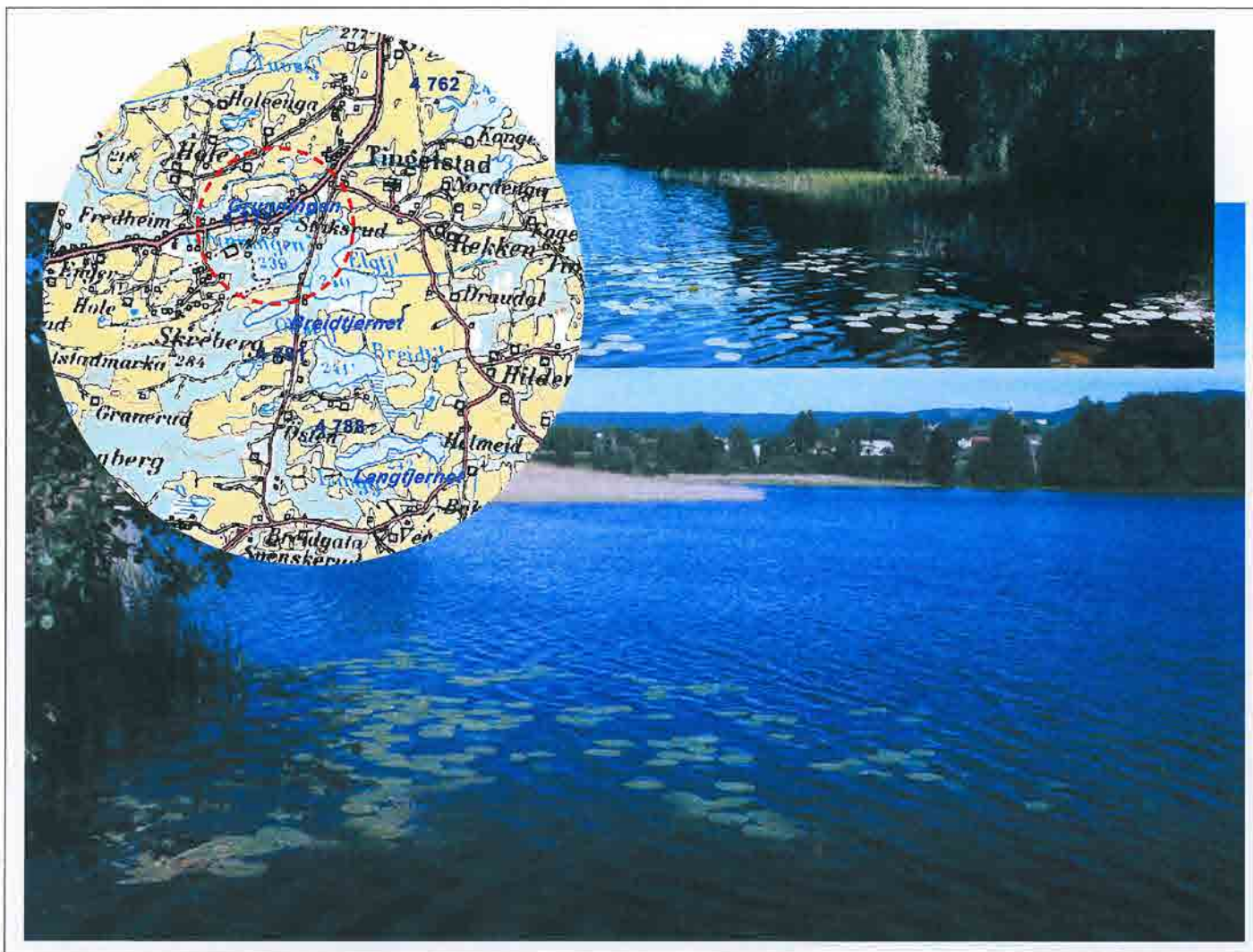
Grunningen (**figur 22**) ligger på Tingelstadhøgda rett vest for Tingelstad kirke og tilhører Tingelstadvassdraget som renner ut i Randsfjorden ved Askjum. Innsjøen ligger i et intensivt drevet kulturlandskap, og den er påvirket av kraftig eutrofiering gjennom diffus avrenning. Innsjøen er relativt liten og grunn. Bunnforholdene er preget av bløt, svart gyttje, og har innslag av kalkmergel. Grunningen er omgitt av skog og delvis eksponerte kalkberg på sør- og sørvestsiden, for øvrig av gårdstun, villaer og jorder. Innsjøen kan i dag betegnes som en (kalk)rik kulturlandskapsjø.

Det er kalkutfellinger på vegetasjon og steiner, og kalkinnholdet er som i resten av vassdraget ekstremt høyt (52,2–88,1 mg Ca/l).

Forurensning i form av nærings-tilsig til vassdraget er høy, og innsjøen befinner seg i det sterkt eutrofe området (929-4906 µg NO₃/l). Lokaliteten har som følge av næringsbelastningen tidvis kraftige alge-opp-blomstringer.

Vannvegetasjonen er dominert av undervannsvegetasjon av langskuddsplanter, særlig av vasspest (*Elodea canadensis*) som først ble observert i 1968. Kantvegetasjonen er i øst preget av takrør (*Phragmites australis*) med en brem av smal dunkjelve (*Typha angustifolia*) utenfor. I sør og vest er det mest sjøsvaks som dominerer (*Schoenoplectus lacustris*).

Vannet var middels artsrikt med til sammen 31 arter krepsdyr (18 vannlopper og 13 hoppekreps). Faunistisk har vannet flest likhets-trekk med Stortjern. Faunaen gjenspeiler høy nitrogenbelastning, men har likevel relativt mange arter vannlopper. Hoppekrepsene *Ectocyclops phaleratus* og *Cyclops insignis* er karakterisert som sjeldne og er nye arter for Oppland. Planktonsamfunnet er dominert av vannloppene *Daphnia longispina* og *Bosmina longispina* samt hoppekrepsene *Eudiaptomus gracilis* og *Cyclops scutifer*. Strukturen og volumet av planktonet indikerer lite predasjonstrykk fra planktonspisende fisk.



Figur 22. Grunningen (foto: Grete Gausemel).
Lake Grunningen (photography: Grete Gausemel).

5.3 Breidtjernet (Gran)

UTM: NM 817 953

Höh: 241 m

Areal: 0,067 km²

Fiskearter: ørret og abbor

pH: 7,8-8,3

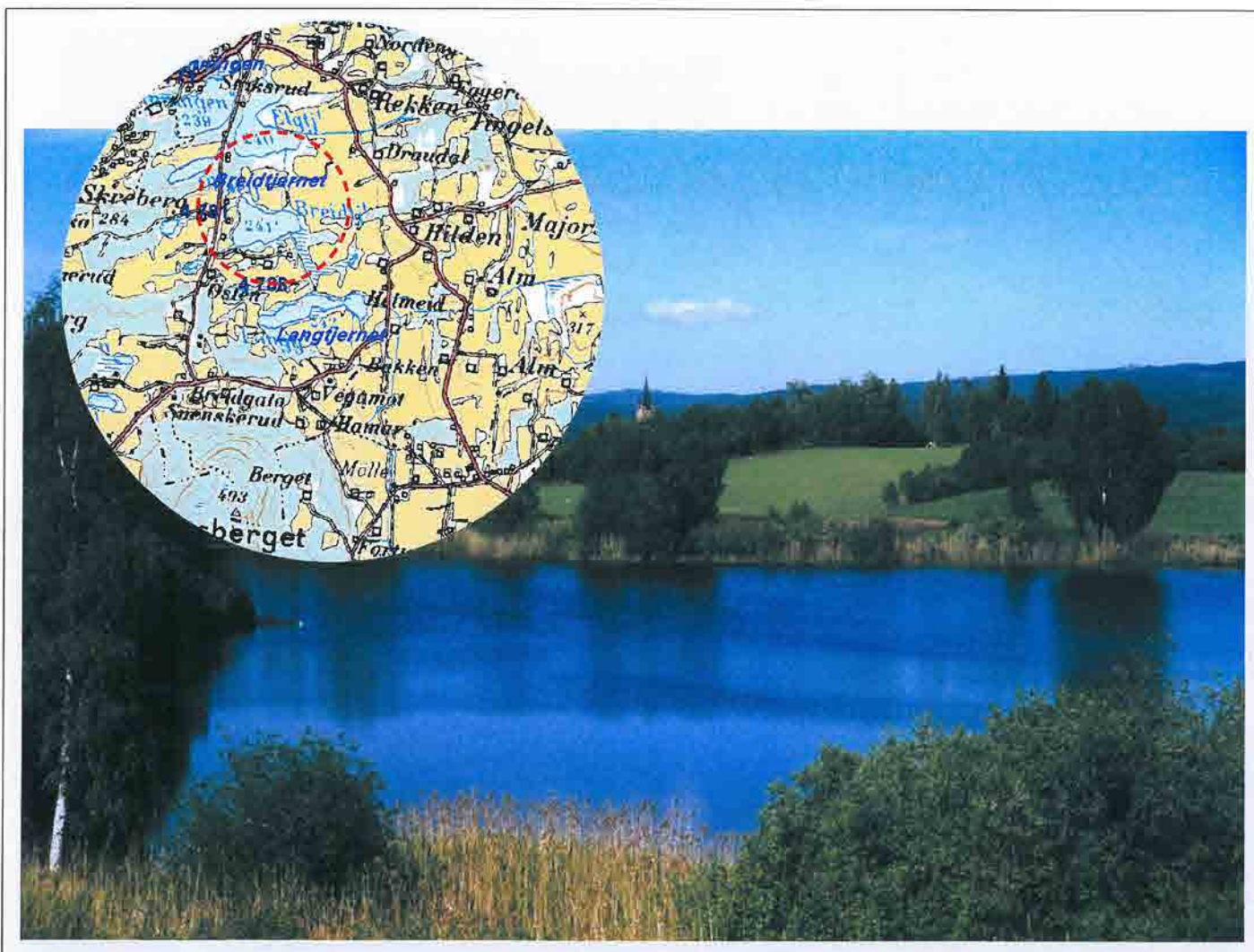
Breidtjernet (**figur 23**) ligger på Tingelstadhøgda sør for Tingelstad kirke og tilhører Tingelstadvassdraget som renner ut i Randsfjorden ved Askjum. Innsjøen er liten og grunn. Bunnforholdene er preget av bløt, svart gyttje, og innslag av kalkmergel. Breidtjernet er nesten helt omgitt av åkermark, samt litt sumpskog. Innsjøen og det ovenforliggende vassdraget ligger i et intensivt drevet kulturlandskap og er betydelig påvirket av forurensning/eutrofiering.

Det er kalkutfellinger på vegetasjon og steiner, og kalkinnholdet er som i resten av vassdraget meget høyt (65,9–82,3 mg Ca/l). Forurensningen/næringsanrikningen i vassdraget er høy, og

innsjøen befinner seg i det sterkt eutrofe (hypereutrofe) området (1108-4800 µg NO₃/l). Lokaliteten har hyppige, kraftige algeoppblomstringer og et meget lavt siktedyp.

Vannvegetasjonen er helt dominert av vasspest (*Elodea canadensis*) i dybdesonen fra ca 1 m og ut til ca 3-4 m. Kantvegetasjonen er kraftig utviklet, med høyvokste, 2-3 m brede sivbelter av sjøsivaks (*Schoenoplectus lacustris*) og stedvis takrør (*Phragmites australis*).

Vannet var artsfattig med til sammen 23 arter krepsdyr (12 vannlopper og 11 hoppekreps). Faunistisk har vannet flest likhets-trekk med Langtjernet. Faunaen gjenspeiler høy nitrogenbelastning med blant annet en høy andel hoppekreps i forhold til vannlopper. Vannloppen *Oxyurella tenuicaudis* og hoppekrepsen *Ectocyclops phaleratus* er karakterisert som sjeldne og er nye arter for Oppland. *O. tenuicaudis* ble ikke funnet i de øvrige kransalgesjøene. Planktonsamfunnet er dominert av vannloppene *Daphnia longispina* og *Bosmina longispina* samt hoppekrepsene *Eudiaptomus gracilis* og *Cyclops scutifer*. Strukturen og volumet av planktonet indikerer lite predasjonstrykk fra planktonspisende fisk.



Figur 23. Breidtjernet (foto: Grete Gausemel).
Lake Breidtjernet (photography: Grete Gausemel).

5.4 Langtjernet (Gran)

UTM: NM 820 948

Hoh: 242 m

Areal: 0,052 km²

Fiskearter: ørret og abbor

pH: 7,8-8,3

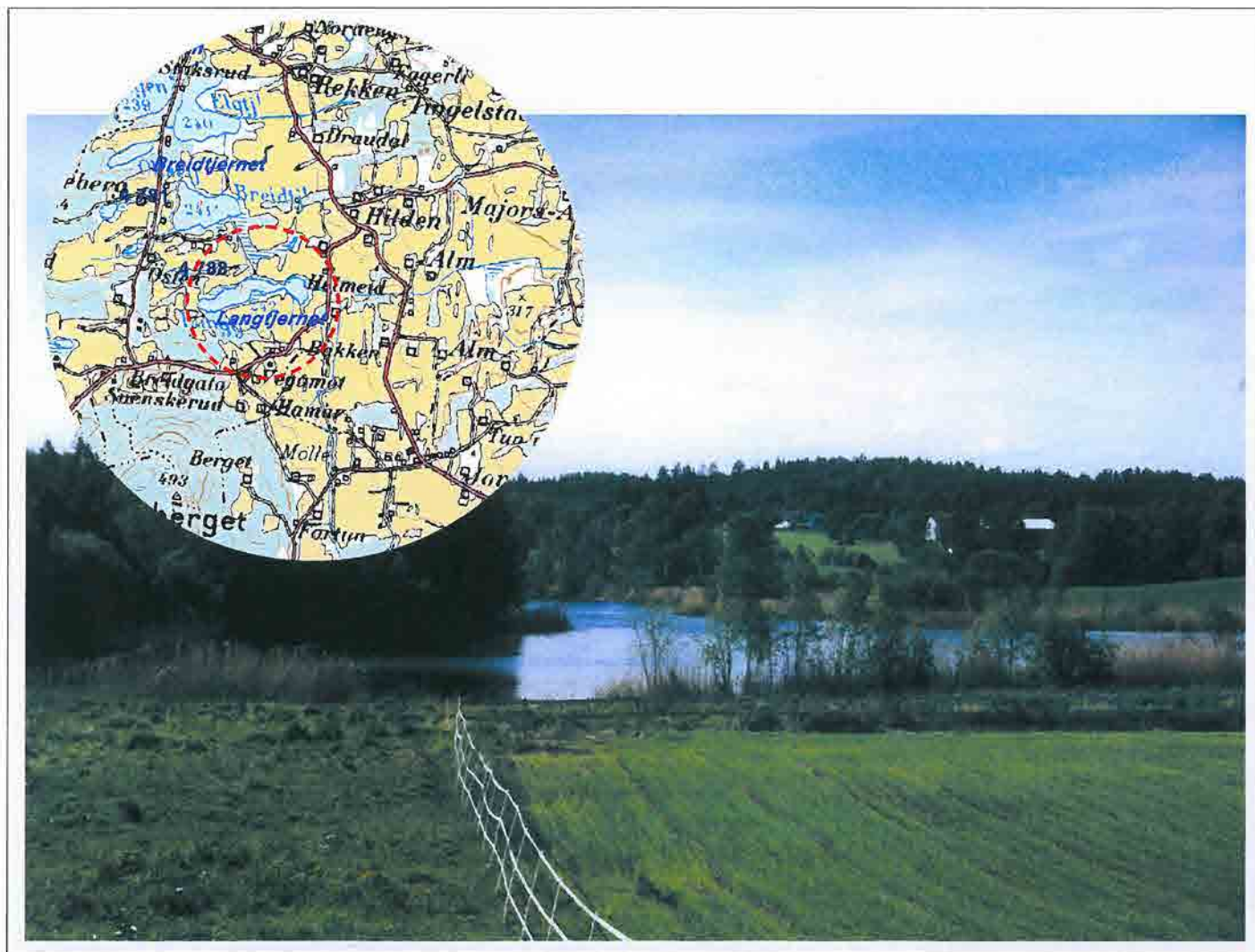
Langtjernet (**figur 24**) ligger på Tingelstadhøgda sør for Tingelstad kirke og tilhører Tingelstadvassdraget som renner ut i Randsfjorden ved Askjum. Innsjøen er liten, langstrakt og grunn. Bunnforholdene er preget av bløt, svart gyttje, trolig med innslag av kalkmergel. Langtjernet er nesten helt omgitt av åkermark og (heste)beite. Innsjøen ligger i et innsvikt drevet kulturlandskap og er betydelig påvirket av forurensning/eutrofiering. Tilgroing av sivbelter har vært betydelig de siste 20-30 årene.

Kalkinnholdet er som i resten av vassdraget meget høyt (64,1–82,2 mg Ca/l). Forurensningen/næringsanrikningen i

vassdraget er høy, og innsjøen befinner seg i det sterkt eutrofe (hypereutrofe) området (789-4670 µg NO₃/l). Lokaliteten har hyppige, kraftige alge-opp-blomstringer (trolig mest av blågrønnalger/cyanobakterier) og meget lavt siktedyp.

Vannvegetasjonen er helt dominert av vasspest (*Elodea canadensis*), som danner heldekkende tepper i dybdesonen fra ca 1 m og ut til ca 3-4 m. Kantvegetasjonen er kraftig utviklet, med meget frodig høyvokste belter av takerør (*Phragmites australis*), noen steder med litt sjøsvaks (*Schoenoplectus lacustris*).

Vannet var artsfattig med til sammen 24 arter krepsdyr (13 vannlopper og 11 hoppekreps). Faunistisk har vannet flest likhetstrekk med Breidtjernet. Faunaen gjenspeiler høy nitrogenbelastning med blant annet en høy andel hoppekreps i forhold til vannlopper. Alle krepsdyrartene er registrert i Oppland tidligere. Planktonsamfunnet er dominert av vannloppene *Daphnia longispina* og *Bosmina longispina* samt hoppekrepsen *Eudiaptomus gracilis*. Strukturen og volumet av planktonet indikerer lavt predasjonstrykk fra planktonspisende fisk.



Figur 24. Langtjernet (foto: Grete Gausemel).
Lake Langtjernet (photography: Grete Gausemel).

5.5 Bråtåtjernet (Gran)

UTM: NM 838 892

Hoh: 408 m

Areal: 0,037 km²

Fiskeart: abbor

pH: 7,9-8,5

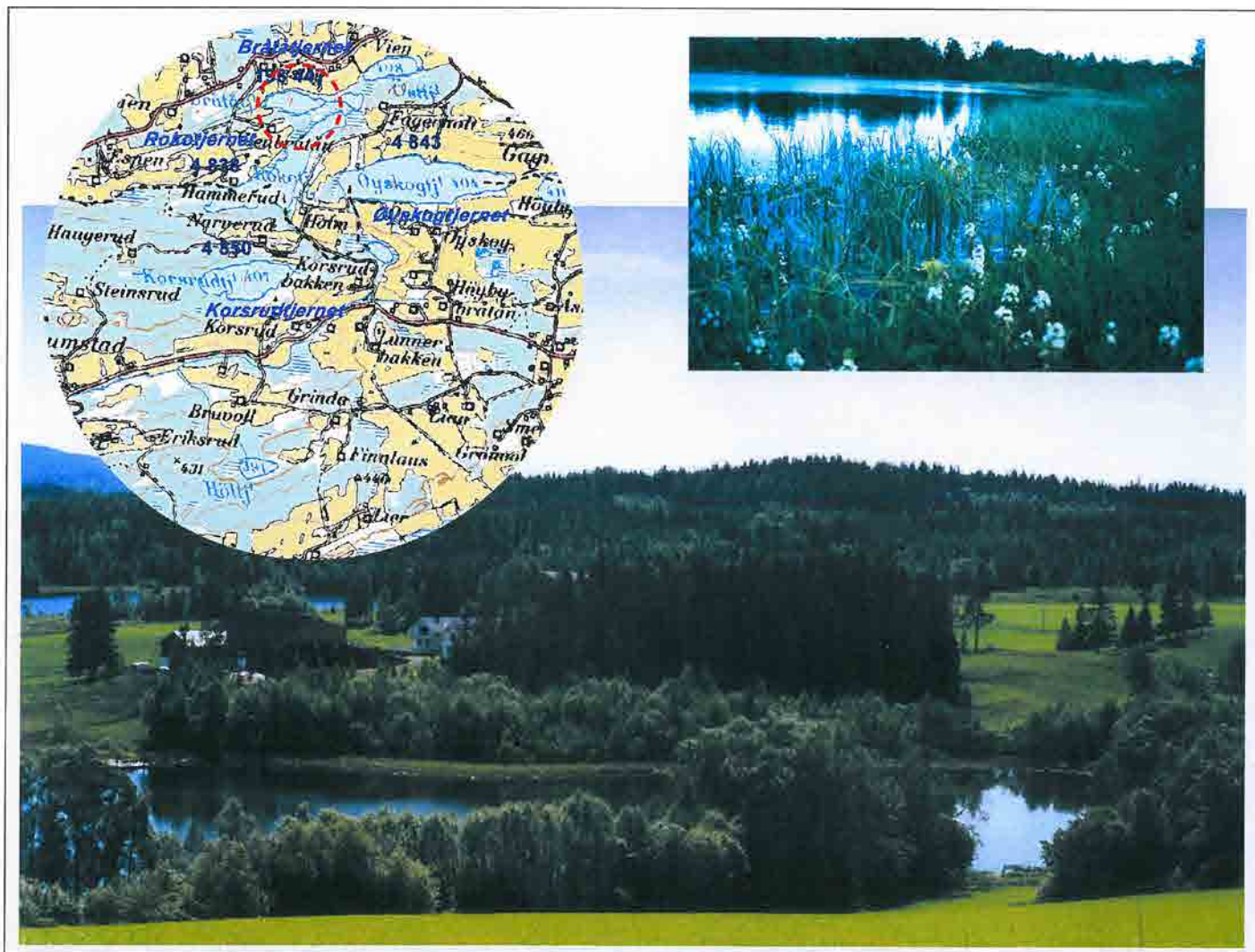
Bråtåtjernet (**figur 25**) ligger ca 3 km nordvest for Lunner kirke og tilhører den nordre greina av Sløvikvassdraget med utløp i Randsfjorden ved Sløvika. Tjernet er lite og langstrakt og med bunnforhold som er preget av bløt kalkmergel og mer rein, svart gytte. Det er omgitt av kalkbarkskog, sumpskog, beitemark og åker og er en utpreget kalksjø med svært lite nedbørfelt og stor grunnvannspåvirkning. Innsjøen ligger delvis i et åkerlandskap og er noe påvirket av gjødselstilsig.

Det er kalkutfellinger på vegetasjon og steiner, og et meget høyt kalkinnhold (60,0–76,1 mg Ca/l). Eutrofiering/næringsanrikningen er moderat (0-1825 µg NO₃/l), sannsynligvis mesotrof

vannkvalitet. Det ble konstatert en markert algeoppblomstring under prøvetaking i juni 2000, noe som indikerer at innsjøen periodevis ligger i det eutrofe området.

Bråtåtjernet er en utpreget kransalgesjø, med større forekomster av kalkinnsatte kransalger i vannvegetasjonen. Den øvrige vannvegetasjonen er ikke undersøkt, men må antas å likne de nærliggende vannene, Rokotjernet og Øyskogtjernet.

Vannet var middels artsrikt med til sammen 30 arter krepsdyr (20 vannlopper og 10 hoppekreps). Faunistisk har vannet flest likhetstrekk med Kjevlingen, Kalvsjøtjernet og Rokotjernet. Faunaen gjenspeiler liten nitrogenbelastning med blant annet normal fordeling mellom hoppekreps og vannlopper. Vannloppen *Camptocercus lilljeborgi* er karakterisert som sjelden og er en ny art for Oppland. Den ble også funnet i nabotjernet, Rokotjernet og Øyskogtjernet. Planktonsamfunnet er dominert av vannloppene *Daphnia longispina*, *Bosmina longispina* og *B. longirostris* samt hoppekrepsen *Mesocyclops leuckarti*. Dominans av *B. longirostris* indikerer innslag av planktonspisende fisk.



Figur 25. Bråtåtjernet (foto: Grete Gausemel).
Lake Bråtåtjernet (photography: Grete Gausemel).

5.6 Rokotjernet (Gran/Lunner)

UTM: NM 838 888

Hoh: 407

Areal: 0,153 km²

Fiskearter: ørret og abbor

pH: 8,0-8,3

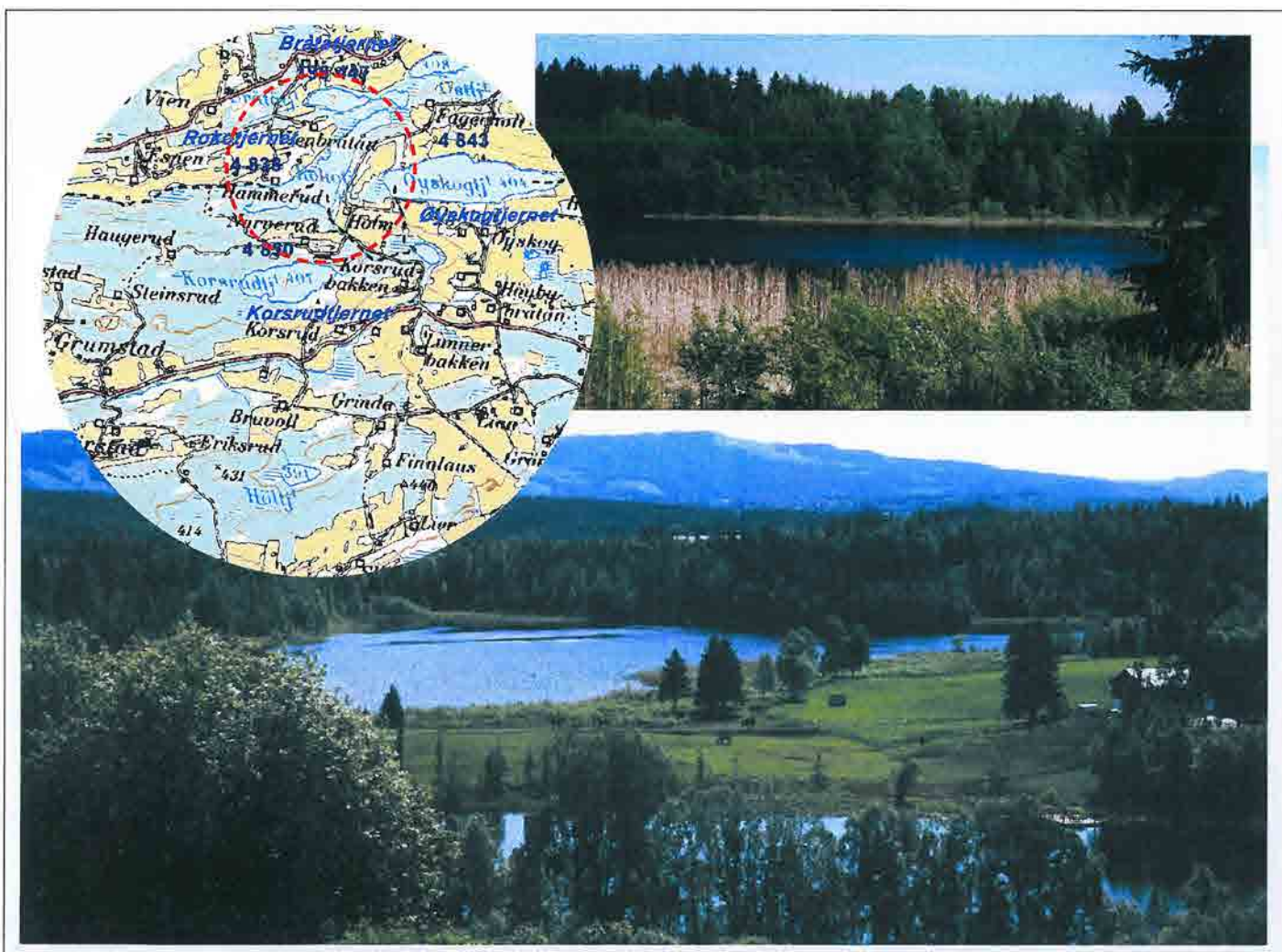
Rokotjernet (**figur 26**) ligger ca. 2,5 km nordvest for Lunner kirke, rett vest for Øyskogtjern, og tilhører den nordre greinen av Sløvikvassdraget med utløp i Randsfjorden ved Sløvika. Innsjøen er relativt liten, grunn og langstrakt, og med bunnforhold som er preget av bløt kalkmergel og stedvis mer rein, svart gyttje. Rokotjernet er omgitt av beitemark, åker og en gård ned til vannet på nordsiden, mens sørsiden grenser til skog og litt åker. Innsjøen er en utpreget kalksjø med svært lite nedbørfelt og stor grunnvannspåvirkning. Innsjøen ligger i kulturlandskapet, og særlig nordsiden er påvirket av tradisjonell hevd av kulturlandskapet (beite, tidligere slått), samt eutrofiering gjennom avrenning.

Det er kalkutfellinger på vegetasjon og steiner, og meget høyt kalkinnhold (56,0–69,1 mg Ca/l). Eutrofieringen/næringsanrikningen er moderat, og innsjøen synes stort sett å ligge i det

mesotrofe (-svakt eutrofe) området (47–1199 µg NO₃/l). Det er imidlertid de seinere årene i økende grad observert alge-oppblomstringer.

Rokotjernet er en utpreget kransalgesjø med velutviklede bestander av kalkinnsatte kransalger fra 50 cm dyp og ut til ca 2–3 m dyp. Spredte bestander av hvit og gul nøkkerose (*Nymphaea alba coll.* & *Nuphar lutea*) fins langs bredden. Ofte er kalkmergelen i strandsonen eksponert med kun glissen vegetasjon, mens det langs store deler av sørsiden er utviklet et smalt belte av flaskestarr. Nordsiden er mer tilgrodd, med blant annet et taksrøbelte (*Phragmites australis*). Elvesnelle (*Equisetum fluviatile*) danner et bredt belte helt i vest.

Vannet var middels artsrikt med til sammen 30 arter krepsdyr (21 vannlopper og ni hoppekreps). Faunistisk har vannet flest likhetstrekk med Kjevlingen, Kalvsjøtjernet og Bråtåtjernet. Faunaen gjenspeiler liten nitrogenbelastning med blant annet normal fordeling mellom hoppekreps og vannlopper. Vannloppen *Camptocercus lilljeborgi* og hoppekrepsen *Cyclops insignis* er karakterisert som sjeldne og er nye arter for Oppland. Planktonsamfunnet er dominert av vannloppene *Daphnia longispina* og *Bosmina longispina*. Høye tettheter og dominans av *D. longispina* indikerer fravær av planktonspisende fisk.



Figur 26. Rokotjernet (foto: Grete Gausemel).
Lake Rokotjernet (photography: Grete Gausemel).

5.7 Øyskogtjernet (Gran/Lunner)

UTM: NM 846 888

Hoh: 404 m

Areal: 0,219 km²

Fiskearter: ørret, abbor og karuss

pH: 7,9-8,3

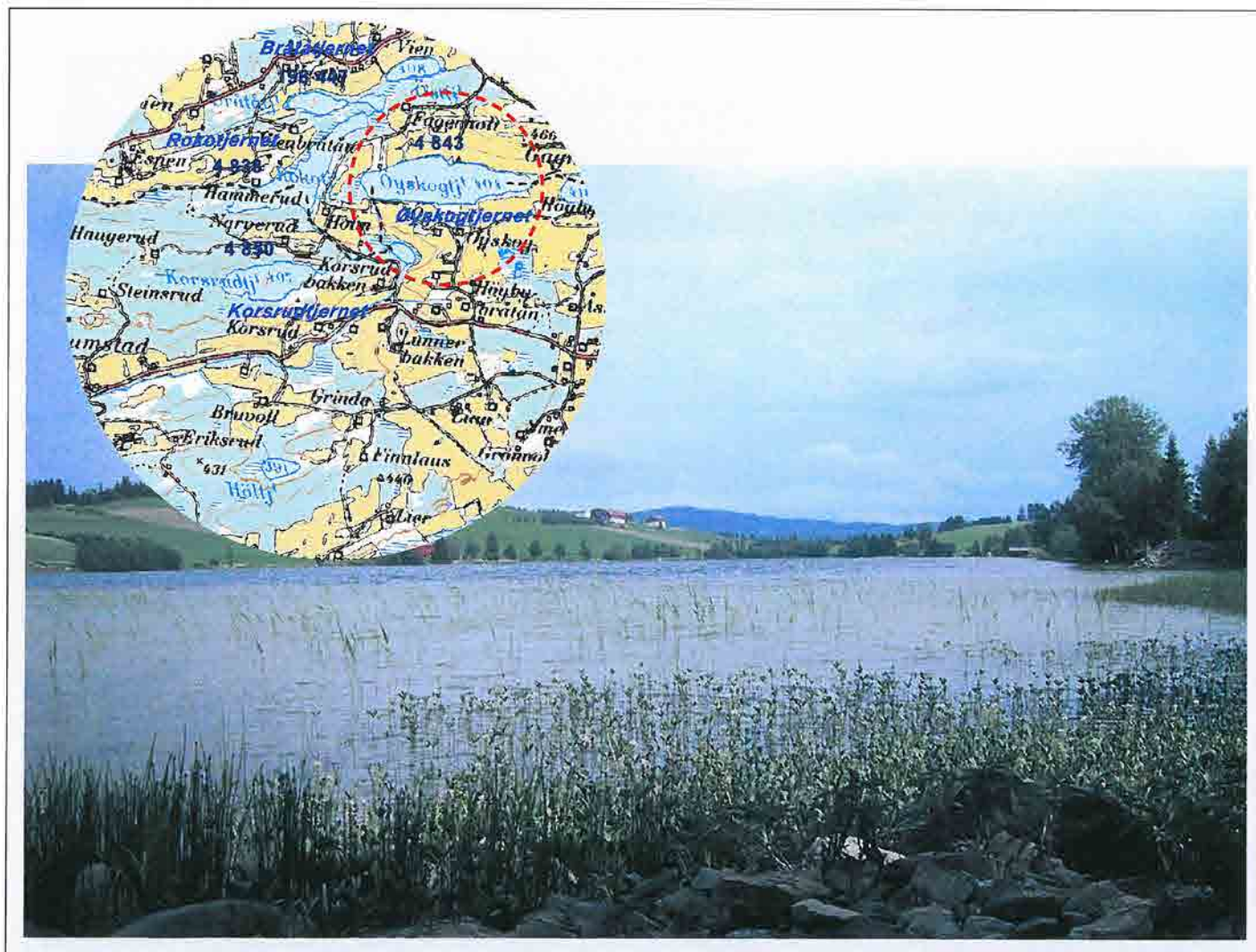
Øyskogtjernet (**figur 27**) ligger ca 2 km nordvest for Lunner kirke og tilhører den nordre greinen av Sløvikvassdraget med utløp i Randsfjorden ved Sløvika. Innsjøen er relativt liten, langstrakt og forholdsvis dyp. Bunnforholdene er preget av bløt kalkmergel og stedvis mer rein, svart gyttje. Øyskogtjernet er omgitt av åker- og beitemark. Innsjøen er en utpreget kalksjø med svært lite nedbørfelt og stor grunnvannspåvirkning. Innsjøen ligger midt i kulturlandskapet er påvirket av tradisjonell hevd (beite, tidligere slått), og avrenningen er preget av eutrofiering.

Det er kalkutfellinger på vegetasjon og steiner, og meget høyt kalkinnhold (35,6–50,8 mg Ca/l). Eutrofieringen/næringsanrikningen er moderat, og innsjøen synes stort sett å ligge i det

mesotrofe (svakt eutrofe) området (77–1106 µg NO₃/l). Det er observert enkelte alge-opp-blomstringer.

Øyskogtjernet kan vegetasjonsmessig klassifiseres som en utpreget kransalgesjø, med store, sammenhengende bestander av kransalger i vannvegetasjonen fra ca 40 cm til ca 3 m dyp. Kantvegetasjonen er dominert av sjøsvaks (*Schoenoplectus lacustris*) som danner store bestander i øst og nordøst. Elvsnelle (*Equisetum fluviatile*) danner enkelte små, vifteformete bestander i nord.

Vannet var den mest artsrike av kransalgesjøene med til sammen 38 arter krepsdyr (25 vannlopper og 13 hoppekreps). Faunistisk har vannet flest likhetstrekk med Nyborgtjernet og Korsrudtjernet. Faunaen gjenspeiler liten nitrogenbelastning med blant annet normal fordeling mellom hoppekreps og vannlopper. Vannloppene *Camptocercus lilljeborgi* og *Ceriodaphnia reticulata* samt hoppekrepsen *Ectocyclops phaleratus* er alle karakterisert som sjeldne og er nye arter for Oppland. Vannloppen *Bosmina longispina* var den eneste arten som ble funnet å dominere i planktonet som hadde høye tettheter av små ubestemte nauplier. Mangel på store calanoide hoppekreps i planktonet indikerer innslag av planktonspisende fisk.



Figur 27. Øyskogtjernet (foto: Kari-Anne Steffensen).
Lake Øyskogtjernet (photography: Kari-Anne Steffensen).

5.8 Korsrudtjernet (Lunner)

UTM: NM 837 880

Hø: 407 m

Areal: 0,099 km²

Fiskearter: ørret, røye, abbor og karuss

pH: 8,0-8,4

Korsrudtjernet (**figur 28**) ligger ca 2,5 km nordvest for Lunner kirke og tilhører den nordre greina av Sløvikvassdraget med utløp i Randsfjorden ved Sløvika. Innsjøen er liten og langstrakt med bunnforhold som er preget av bløt kalkmergel og mer rein, svart gyttje. Tjernet er omgitt av kalkbarkskog, beitemark og åker. Innsjøen er en utpreget kalksjø med svært lite nedbørfelt og stor grunnvannspåvirkning (uten innløpsbekk). Innsjøen ligger i stor grad i skogsterrang, og er mindre påvirket enn naboinnsjøene Rokotjernet og Øyskogtjernet.

Det er kalkutfellinger på vegetasjon og steiner, og et høyt kalkinnhold (34,2–40,1 mg Ca/l). Eutrofiering/næringsanrikning

er meget liten (11-162 µg NO₃/l), og innsjøen synes å ligge nær naturtilstanden, med oligotrof (næringsfattig)-svakt mesotrof vannkvalitet.

Korsrudtjernet er en utpreget kransalgesjø, med større forekomster av kalkinnsatte kransalger i vannvegetasjonen både på nord- og sørsiden, samt i østenden. Den øvrige vannvegetasjonen er ikke undersøkt, men må antas å være relativt lite utviklet, muligens med sjeldnere arter som nøkktjønnaks og trådtjønnaks som fins i de nærliggende Rokotjernet og Øyskogtjernet.

Vannet var middels artsrikt med til sammen 28 arter krepsdyr (19 vannlopper og ni hoppekreps). Faunistisk har vannet flest likhetstrekk med Nyborgtjernet. Faunaen gjenspeiler liten nitrogenbelastning med blant annet normal fordeling mellom hoppekreps og vannlopper. Ingen av krepsdyrartene var nye for Oppland. Planktonsamfunnet er dominert av vannloppene *Daphnia longispina* og *Bosmina longispina* og hoppekrepsen *Cyclops scutifer*. Høye tettheter av tildels store individer av de to vannloppene indikerer fravær av planktonspisende fisk.



Figur 28. Korsrudtjernet (foto: Kari-Anne Steffensen).
Lake Korsrudtjernet (photography: Kari-Anne Steffensen).

5.9 Kjevlingen (Lunner)

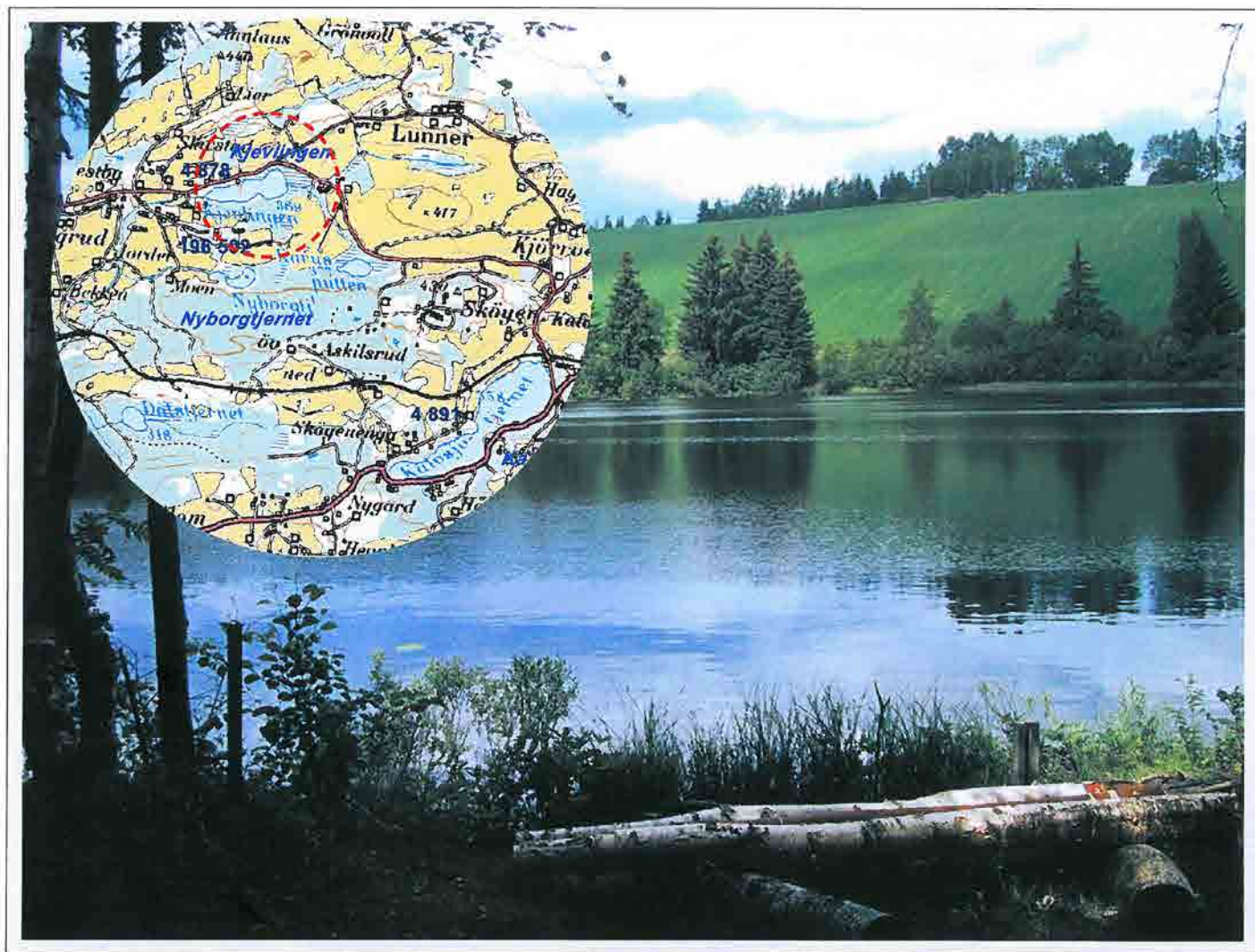
UTM: NM 847 860
 Hoh: 369 m
 Areal: 0,058 km²
 Fiskeart: abbor
 pH: 7,9-8,9

Kjevlingen (**figur 29**) ligger sørvest for Lunner kirke, øverst i den søndre greinen av Sløvikvassdraget. Innsjøen er relativt liten og langstrakt og er på sørsiden omgitt av barskog og sumpskog, men nedbørfeltet er dominert av åkermark. Sørsiden har intakte strender mot skogsmark, mens nordsiden er en del kulturpåvirket med åkermark, veifylling og brygger.

Det er kalkutfellinger på vegetasjon og steiner, og meget høyt kalkinnhold (50,7–65,0 mg Ca/l). Innsjøen er sterkt eutrof (hypereutrof) med hyppige og relativt kraftige algeoppblomstringer. Den er preget av næringstilsig fra omkringliggende jordbruksområder, samt forurenset innløpsbekk (97–2636 µg NO₃/l).

Innsjøen er ikke nærmere undersøkt, men observasjoner fra land indikerer at det ikke forekommer undervannsvegetasjon. En del flytebladsvegetasjon dominert av gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) forekommer. Sivbelter med takrør (*Phragmites australis*) og sjøsvaks (*Schoenoplectus lacustris*) er i vekslende grad utviklet langs innsjøen.

Vannet var relativt artsfattig med til sammen 24 arter krepsdyr (16 vannlopper og åtte hoppekreps). Faunistisk har vannet flest likhetstrekk med Bråtåtjernet, Rokotjernet, Vassjøtjernet og Kalvsjøtjernet. Faunaen indikerer noe mindre belastning i dag enn det som har vært rapportert, både basert på artsinventar og på fordelingen mellom hoppekreps og vannlopper. Hoppekrepsen *Cyclops insignis* er karakterisert som sjelden og er ny art for Oppland. Planktonsamfunnet er dominert av vannloppene *Daphnia longispina* og *Bosmina longispina* samt hoppekrepsene *Acanthodiptomus denticornis* og *Mesocyclops leuckarti*. *A. denticornis* blir sjelden funnet i vann med tette bestander av planktonspisende fisk.



Figur 29. Kjevlingen (foto: Kari-Anne Steffensen).
 Lake Kjevlingen (photography: Kari-Anne Steffensen).

5.10 Nyborgtjernet (Lunner)

UTM: NM 848 855

Hoh: 375 m

Areal: 0,014 km²

Fiskearter: ørret og karuss

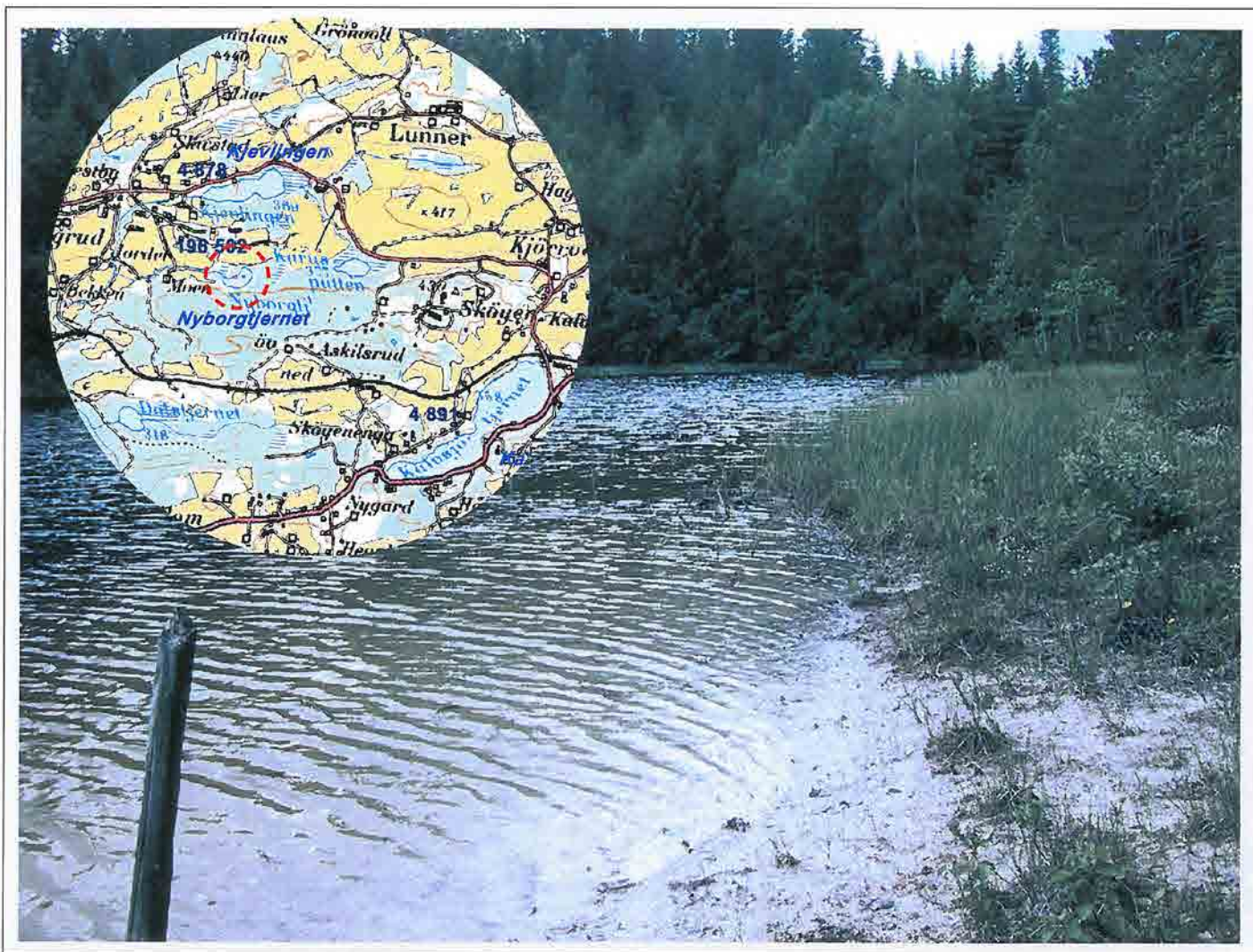
pH: 7,8-8,4

Nyborgtjernet (**figur 30**) ligger rett sørvest for Lunner og tilhører Vassjøtjern-greinen av Sløvikvassdraget med utløp i Randsfjorden ved Sløvika. Innsjøen er liten og grunn, og bunnforholdene er preget av bløt kalkmergel, særlig på nordsiden og med mer mørk gyttiebunn på sørsiden. Innsjøen er en utpreget kalksjø med et lite nedbørfelt og med stor grunnvannspåvirkning. Tjernet ligger i skogsterreng og er lite påvirket.

Det er kalkutfellinger på vegetasjon og steiner, og et meget høyt kalkinnhold (54,8-64,1 mg Ca/l). Eutrofieringen/næringsanrikingen er liten, og innsjøen er oligotrof (4-1148 µg NO₃/l).

Nyborgtjernet er en utpreget kransalg sjø med velutviklede bestander av kalkinnsatte kransalger i vannvegetasjonen fra strandsonen og ut til ca 2-3 m dyp. Den lille øya i den nordlige delen består av kalkmergel med velutviklet fukteng-tørreng. Langs tjernet ellers er det en smal myrkant på mergel som er dominert av kravfulle brunmoser, men med lite torvdannelse.

Vannet var artsfattig med til sammen 22 arter krepsdyr (11 vannlopper og 11 hoppekreps). Faunistisk har vannet flest likhetstrekk med Korsrudtjernet. Artsinventaret plasserer vannet blant de lite belastede lokalitetene. Ingen av krepsdyrartene var nye for Oppland. Planktonsamfunnet er dominert av vannloppen *Bosmina longispina* og hoppekrepsene *Acanthodiptomus denticornis*, *Heterocope appendiculata* og *Mesocyclops leuckarti*. Høye tettheter av store calanoide hoppekreps indikerer fravær av planktonspisende fisk.



Figur 30. Nyborgtjernet (foto: Kari-Anne Steffensen).
Lake Nyborgtjernet (photography: Kari-Anne Steffensen).

5.11 Vassjøtjernet (Lunner)

UTM: NM 837 880

Hoh: 307 m

Areal: 0,484 km²

fiskearter: ørret, røye, abbor og karuss

pH: 8,1-8,8

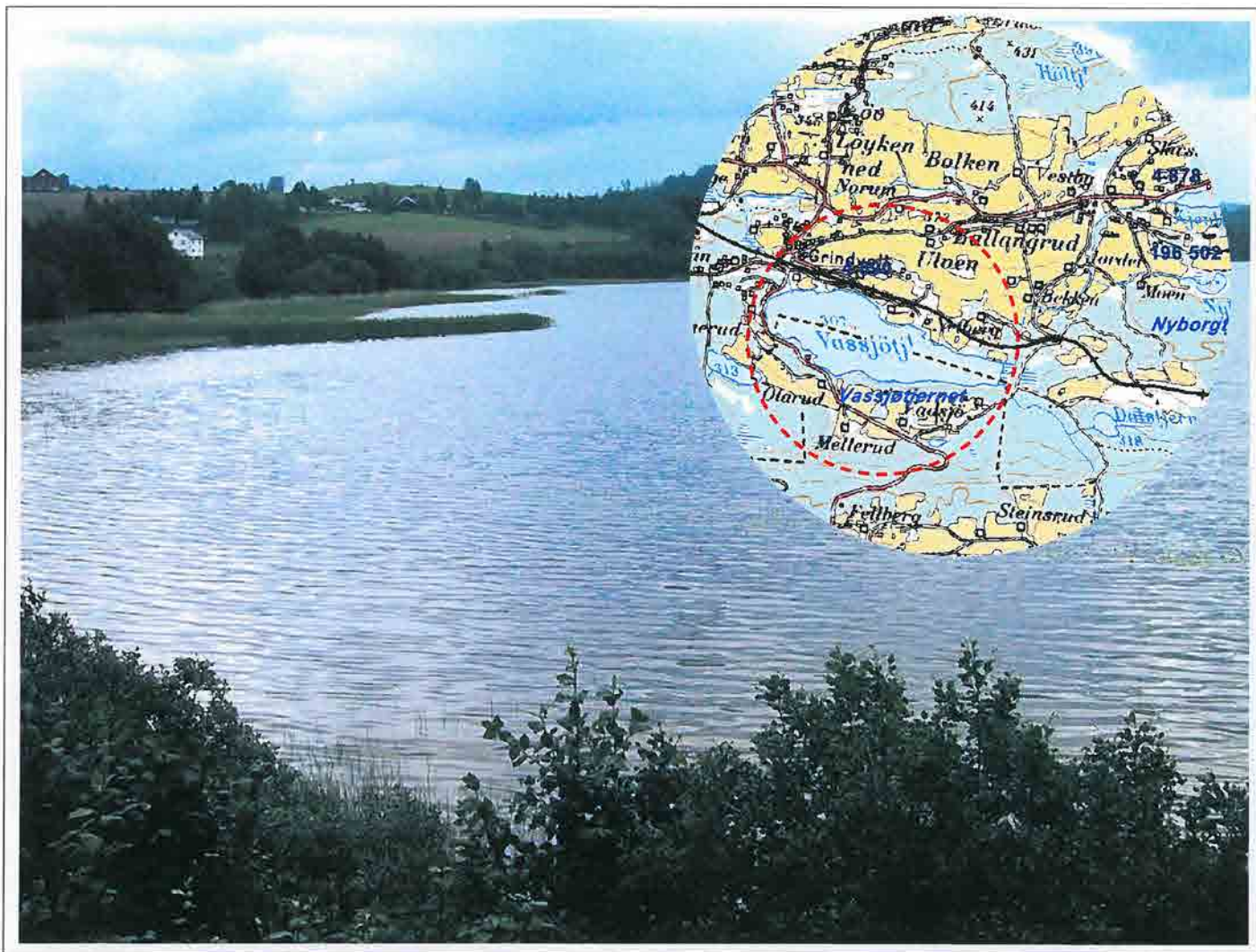
Vassjøtjernet (**figur 31**) ligger på Grindvoll, øverst i den søndre greinen av Sløvikvassdraget med utløp i Randsfjorden ved Sløvika. Innsjøen er middels stor og langstrakt. Det er store grunner i vestenden. Bunnforholdene er preget av bløt kalkmergel og stedvis mer rein, svart gyttje. Vassjøtjernet er omgitt av kalkbarkskog, beitemark og åker. Innsjøen er en utpreget kalksjø med lite nedbørfelt og stor grunnvannspåvirkning.

Det er kalkutfellinger på vegetasjon og steiner, og et meget høyt kalkinnhold (39,9–64,6 mgCa/l). Innsjøen er mesotrof (moderat

næringsrik) (102-1413 µg NO₃/l), dvs at den er preget av noe næringstilsig, og det er observert noen algeoppblomstringer.

Vassjøtjernet er en utpreget kransalgesjø, med velutviklede bestander av kalkinnsatte kransalger i vannvegetasjonen fra strandsonen og ut til ca 2,5-3 m dyp. Kantvegetasjonen er langs deler av nordsiden dominert av tildels brede belter av takrør og med enkelte smale belter av flaskestarr.

Vannet var middels artsrikt med til sammen 28 arter krepsdyr (16 vannlopper og 12 hoppekreps). Faunistisk har vannet flest likhetstrekk med Kjevlingen, Rokotjernet og Kalvsjøtjernet. Faunaen gjenspeiler moderat nitrogenbelastning basert på fordelingen mellom hoppekreps og vannlopper. Hoppekrepsen *Ectocyclops phaleratus* er karakterisert som sjelden og er ny art for Oppland. Planktonsamfunnet er dominert av vannloppen *Daphnia longispina* og hoppekrepsen *Cyclops scutifer*. Høye tettheter av tildels store individer av *D. Longispina* indikerer fravær av planktonspisende fisk.



Figur 31. Vassjøtjernet (foto: Kari-Anne Steffensen).
Lake Vassjøtjernet (photography: Kari-Anne Steffensen).

5.12 Kalvsjøtjernet (Lunner)

UTM: NM 866 847

Høh: 358 m

Areal: 0,236 km²

Fiskearter: ørret, røye, sik, abbor og karuss

pH: 7,9-8,7

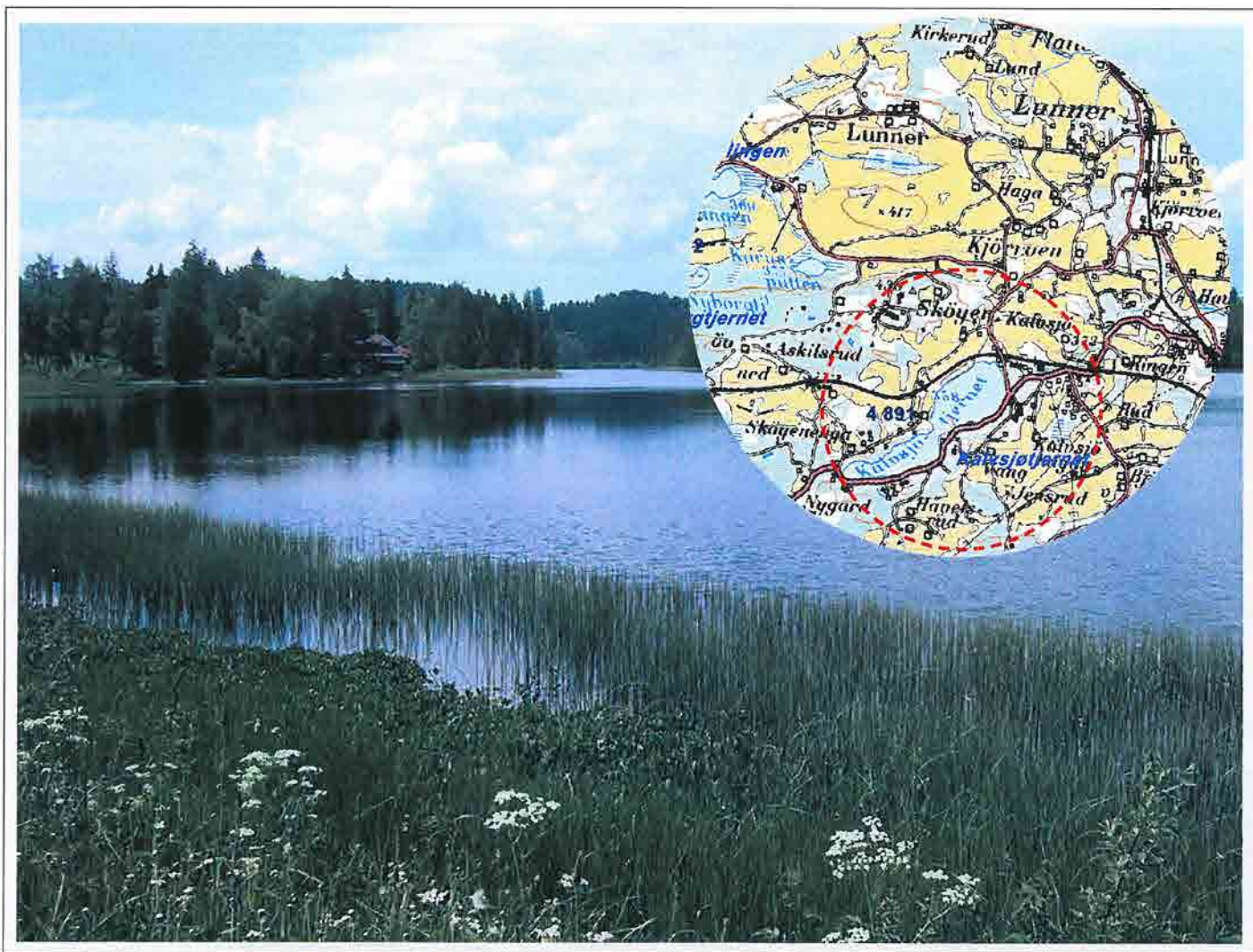
Kalvsjøtjernet (**figur 32**) ligger mellom gamle og nye riksvei 35 på Kalvsjø. Innsjøen hører til Viggavassdraget som renner nordover via Jarenvatnet til utløp i Randsfjorden i Røykenvika. Den er middels stor og relativt dyp og er omgitt av fulldyrket åkerlandskap. Det er enkelte gruntområder i østenden. Bunnforholdene er preget av svart gyttje, stedvis trolig med lag av kalkmergel under. Hele området er kraftig kulturpåvirket og innsjøen er forurenset.

Det er kalkutfellinger på vegetasjon og steiner, og høyt kalkinnhold (31,7–47,4 mg Ca/l). Innsjøen er (sterkt) eutrof (65–813 µg NO₃/l), dvs preget av næringstilsig fra omkringliggende jordbruksområder og kloakk, og har kraftige algeopp-

blomstringer. Det er etterhvert bygget seg opp betydelige næringslagre av fosfor i bunn-sedimentet, noe som bidrar til intern fosfor-gjødsling etter perioder med stagnasjon og oksygenvinn.

Vannvegetasjonen i Kalvsjøtjernet har vært dominert av vasspest siden midten av 1980-tallet (første gang observert i 1982). Undervannsvegetasjonen er for øvrig artsfattig og lite utviklet. Kantvegetasjonen er velutviklet langs deler av innsjøen (der det ikke er veifyllinger) og er preget av høyvokste sivbelter av takrør og sjøsavaks.

Vannet var middels artsrikt med til sammen 32 arter krepsdyr (21 vannlopper og 11 hoppekreps). Faunistisk har vannet flest likhetstrekk med Kjevlingen, Stortjern (2001), Brååtjernet, Rokotjernet, og Vassjøtjernet. Funn av enkeltarter indikerer at det er/har vært en forurenset lokalitet. Hoppekrepsen *Ectocyclops phaleratus* er karakterisert som sjelden og er ny art for Oppland. Planktonsamfunnet er dominert av vannloppen *Daphnia longispina* samt hoppekrepsene *Acanthodiaptomus denticornis* og *Cyclops scutifer*. Store volum av *D. longispina* og *A. denticornis* indikerer fravær av planktonspisende fisk.



Figur 32. Kalvsjøtjernet (foto: Kari-Anne Steffensen).

Lake Kalvsjøtjernet (photography: Kari-Anne Steffensen).

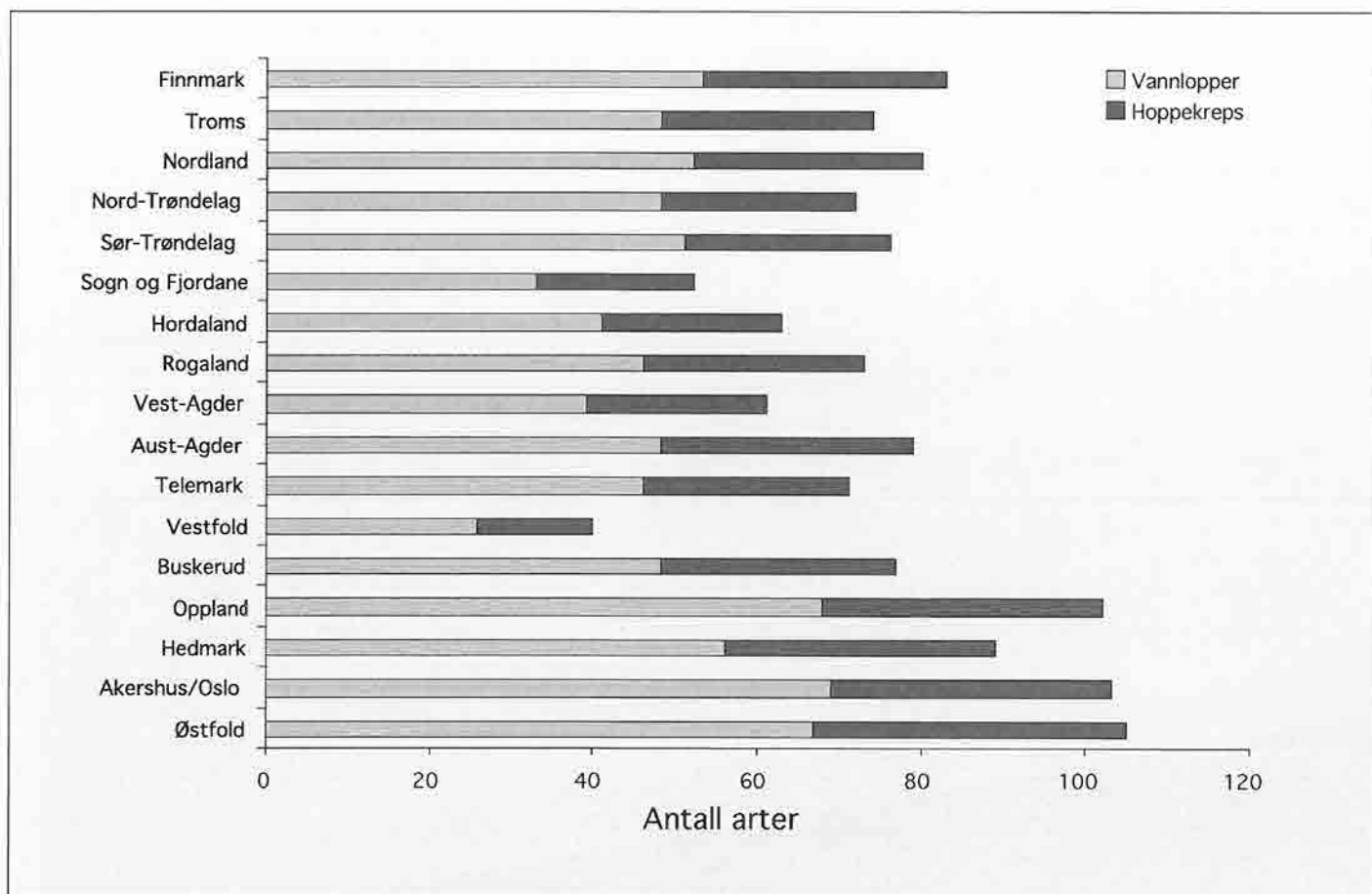
6 Konklusjon

Etter at krepsdyrfaunaen i 12 kransalgjesjøer på Hadeland ble kartlagt i 2000 og 2001 er det registrert 102 krepsdyrarter (68 vannlopper og 34 hoppekreps) i Oppland (**figur 33**). Det ble funnet fem nye arter for fylket, vannloppene *Ceriodaphnia reticulata*, *Camptocercus lilljeborgi* og *Oxyurella tenuicaudis* samt hoppekrepsene *Ectocyclops phaleratus* og *Cyclops insignis*. Alle artene er kjent fra næringsrike lokaliteter i Østfold, Oslo og Akershus. En av artene, *E. phaleratus*, ser ut til å være favorisert av landbruksforurensning, ved at den gjerne forekommer i lokaliteter med høy belastning av nitrogen. Den dominerte bl a i Grunningen. Dette skyldes sannsynligvis at arten er tolerant og har konkurransefordeler i slike lokaliteter.

Et stort artsmangfold i Oppland gjenspeiler fylkets variasjon med

hensyn på ferskvannslokaliteter. De er spredt fra høyfjell til lavland, på berggrunn bestående av grunnfjell fattig på løsmasser til kalkrike kambrosilur-bergarter i områder med varierende tykkelse på løsmassedekke samt varierende grad av tilførsel av næringsalter (landbruksforurensning) etc.

Kransalgjesjøene er spesielle ved at fosfor i stor grad blir bundet opp av kalsium og sedimenteres som kalkmergel i innsjøene. Nitrogenet blir ikke berørt av denne prosessen, og konsentrasjonene av dette mineralet varierer derfor langt mer enn for fosfor. I forurensede lokaliteter er artsinventaret vanligvis korrelert med både nitrogen og fosfor. Kransalgjesjøene gir oss derfor en mulighet til å belyse nitrogenets betydning for faunaen. Resultatene viste at artsinventaret i kransalgjesjøene var signifikant korrelert til nitrogen, mens det var ingen korrelasjon til fosfor.



Figur 33. Antall krepsdyrarter registrert i de enkelte fylker i Norge (Walseng unpubl.).
Number of crustacean species recorded in Norwegian counties (Walseng unpubl.).

7 Sammendrag

Krepsdyrfaunaen i 12 kransalgesjøer innen Gran og Lunner kommuner ble undersøkt for å kunne kartlegge deres bidrag til den totale diversiteten innen Oppland fylke. Fra Oppland foreligger det fra før krepsdyrdata fra 181 lokaliteter hvor det tilsammen er registrert 91 arter krepsdyr (61 arter vannlopper og 30 arter hoppekreps).

De fire nordligste vannene, Stortjern, Grunningen, Breidtjernet og Langtjernet renner alle til Tingelstadvassdraget med utløp i Randsfjorden sør for Røykenvika. Bråtåjtjern renner sørover sammen med Øyskogtjernet, Rokotjernet og Korsrudtjernet og tilhører den nordlige grenen av Sløvikvassdraget. Nyborgtjernet, Vassjøtjernet og Kjevlingen tilhører den sørlige delen av Sløvikvassdraget som renner vestover til utløp i Randsfjorden i Sløvika. Kalvsjøtjernet tilhører Viggavassdraget som renner nordøstover via Jarenvatnet til utløp i Randsfjorden i Røykenvika.

Innsjøene varierer i størrelse fra ca 10 dekar (Nyborgtjernet) til ca 600 dekar (Vassjøtjernet) og fordeler seg fra 239 til 408 m o.h.

De spesielle, homogene geologisk-geomorfologiske forholdene på Hadelandsbygda indikerer at de 12 innsjøene i utgangspunktet har vært svært like. De er alle små, relativt grunne og ligger i forsenkninger i kalkrygglandskapet.

I dag er det bare seks av de 12 innsjøene som kan betegnes som intakte kransalgesjøer, hvorav Nyborgtjernet og Korsrudtjernet ligger nesten helt omkranset av skog og er lite kulturpåvirket. Vassjøtjernet, Øyskogtjernet, Rokotjernet og Bråtåjtjern ligger delvis mot åker og engmark og er mer kulturpåvirket. De seks andre innsjøene (Langtjernet, Breidtjernet, Kjevlingen, Grunningen og Kalvsjøtjernet) er sterkt forurenset/næringsanriket (eutrofe-hypertrofe).

pH varierte mellom 7,40 og 8,85 med lavest verdier under høstflommen 2000. Høyest snitt, pH 8,48, ble registrert i Vassjøtjernet, mens lavest snitt ble målt i Stortjern med i underkant av pH 8,00. Kalsiuminnholdet varierte mellom 31,3 mg Ca/l (Kalvsjøtjernet) og 103,7 mg/l (Stortjern). Kalsiumkonsentrasjonene var sterkt korrelert med alkanitet, mens den var dårlig korrelert til pH.

Vi registrerte et maksimum i total fosforbelastning under flommen seinhøstes 2000, og i Bråtåjtjern ble det registrert 107,9 µg fosfor/l. Korsrudtjernet hadde laveste snitt med 4,1 µg fosfor/l. Bråtåjtjernet hadde et snitt på 42,8 µg fosfor/l. Fosforinnholdet i kransalgesjøene ligger innenfor området som skulle være optimalt for artsrikdommen.

Nitrat varierte mer enn 1000x og med betydelig variasjon innen en lokalitet. I snitt var Breidtjernet (2717 µg NO₃/l), Langtjernet (2639 µg NO₃/l) og Grunningen (2488 µg NO₃/l) de mest belastede lokalitetene, mens Korsrudtjernet hadde laveste snitt med 86 µg NO₃/l.

Det ble påvist tilsammen 56 krepsdyrarter, henholdsvis 36 arter vannlopper og 20 arter hoppekreps. Øyskogtjernet hadde størst

artsrikdom med 38 arter (25 vannlopper og 13 hoppekreps), mens Nyborgtjern hadde færrest arter med 22 (11 arter vannlopper og 11 arter hoppekreps).

Det ble funnet fem nye arter for Oppland fylke, vannloppene *Ceriodaphnia reticulata*, *Camptocercus lilljeborgi* og *Oxyurella tenuicaudis* samt hoppekrepsene *Ectocyclops phaleratus* og *Cyclops insignis*. Alle artene er karakterisert som relativt sjeldne i Norge. *E. phaleratus* ble funnet i åtte av kransalgesjøene.

I de ikke/lite forurensete lokalitetene var forholdet mellom vannlopper og hoppekreps 2:1, mens i de forurensete lokalitetene (jfr Breidtjernet og Grunningen) ble forholdet mellom de to krepsdyrgruppene forskjøvet i favør av hoppekreps.

Langtjernet og Breidtjernet har faunistiske fellestrekk og skiller seg fra de øvrige lokalitetene. Vassjøtjernet, Rokotjernet, Kjevlingen, Kalvsjøtjernet og Bråtåjtjern har artsmessig også mange fellestrekk. Nyborgtjernet og Korsrudtjernet, som er relativt like mht artssammensetning, er de lokalitetene som har flest likhetstrekk med Øyskogtjernet. Grunningen har få fellestrekk med de øvrige lokalitetene.

Kransalgesjøene hadde en forventet fauna i forhold til pH. En rekke arter, som er regnet som survannsindikatorer, manglet i kransalgesjøene. Det samme var tilfelle med gelekrepsen (*Holopedium gibberum*) som er regnet som kalkskyende. Mer enn halvparten av artene i kransalgesjøene (ca 30 arter) er vanligvis assosiert med pH 6 eller høyere.

I DCA-analyser var nitrat den variabelen som var best korrelert med 1-aksen. *Simocephalus expinosus* er eksempel på en art som var assosiert med den samme enden av 1-aksen som der lokalitetene med høyest nitrogenbelastning ble funnet. Korrelasjon mellom 1-aksen og de øvrige målte parameterene var best for kalsium, etterfulgt av alkanitet.

I gjennomsnitt ble det funnet 4,1 arter vannlopper og 3,6 arter hoppekreps i planktonet. Kalvsjøtjernet og Rokotjernet hadde flere arter, henholdsvis 11 og 10 arter, mens Breidtjernet hadde kun fem arter, to arter vannlopper og tre arter hoppekreps.

Ingen av vannene bærer preg av sterk fiskepredasjon da krepsdyrtetthetene oftest var høye samtidig med at artene og individene som dominerte var store. *Daphnia longispina* og *Bosmina longispina* var dominerende vannlopper, mens *Eudiaptomus gracilis*, *Cyclops scutifer* og *Mesocyclops leuckarti* var dominerende hoppekreps.

De fleste artene som dominerte i planktonet dominerte også i litoralsonen. Av typiske litorale former var *Chydorus sphaericus* den vanligste arten. Rovformen *Polyphemus pediculus* dominerte i fem vann. *Acroperus harpae*, *Pleuroxus truncatus*, *Ceriodaphnia pulchella* og *Sida crystallina* var dominerende arter i tre vann. *Macrocyclus albidus* var den eneste litorale hoppekrepsarten som dominerte.

8 Summary

Altogether 12 Chara lakes in the municipalities Lunner and Gran, county Oppland, were investigated with respect to crustaceans. We wanted to establish their contribution to the total biodiversity within county Oppland where crustaceans have been investigated in 181 lakes. Altogether 91 species of crustaceans are known (61 cladoceran species and 30 copepod species).

The four northernmost lakes, Lake Stortjern, Lake Grunningen, Lake Breidtjernet and Lake Langtjernet all flow to River Tingelstadvassdraget with outlet in Lake Randsfjorden south of Røykenvika. Lake Bråtåjern, Lake Øyskogtjernet, Lake Rokotjernet and Lake Korsrudtjernet belong to the northernmost part of River Sløvikvassdraget. Lake Nyborgtjernet, Lake Vassjøtjernet and Lake Kjevlingen belong to the southern part of this riversystem which drains westwards to outlet in Lake Randsfjorden at Sløvika. Lake Kalvsjøtjernet belongs to River Viggavassdraget which flows through Lake Jarenvatnet and further to Lake Randsfjorden with outlet in Røykenvika.

Surface area of the lakes varied from 10 dekar (Lake Nyborgtjernet) to about 600 dekar (Lake Vassjøtjernet), and they were situated between 239 and 408 m a.s.l. Geology indicates that the 12 lakes originally have been of a similar type, they are relatively small, rather shallow and are situated in depressions of the limestone landscape.

Today only six of the 12 lakes can be called Chara lakes. Lake Nyborgtjernet and lake Korsrudtjernet are surrounded by forest and are to a small extent affected by farming. Lake Vassjøtjernet, Lake Øyskogtjernet, Lake Rokotjernet and Lake Bråtåjern are partly surrounded by arable land and are more affected by farming than the former lakes. The remaining six lakes (Lake Langtjernet, Lake Breidtjernet, Lake Kjevlingen, Lake Grunningen and Lake Kalvsjøtjernet) are more or less heavily polluted as a result of farming activities (eutrophic-hypereutrophic).

pH varied from 7.40 to 8.85 with the lowest values during the flood in late autumn 2000. The highest mean, pH 8.48, was found in Lake Vassjøtjernet, while the lowest mean, about pH 8.00, was measured in Lake Stortjern. The levels of calcium varied between 31.3 mg/l and 103.7 mg/l and were strongly correlated with alkalinity and not with pH.

Total phosphorous was relatively low. A maximum of total phosphorous was recorded during the flood in late autumn 2000, and in Lake Bråtåjern we measured 107,9 µg phosphorous/l. Mean phosphorous in Lake Korsrudtjernet was 4.1 µg/l. Mean in Lake Bråtåjern was 42.8 µg phosphorous/l. According to the literature the levels of phosphorous in the Chara lakes should favour a high diversity.

Nitrate varied more than a thousand fold and the highest mean values were found in Lake Breidtjernet (2717 µg NO₃/l), Lake Langtjernet (2639 µg NO₃/l) and Lake Grunningen (2488 µg NO₃/l).

The total number of crustacean species was 56, 36 cladocerans and 20 copepods. The highest number of species was found in

Lake Øyskogtjernet, having 38 species (25 cladocerans and 13 copepods), while the lowest number, 22 species (11 cladocerans and 11 copepods), was found in Lake Nyborgtjernet.

Five species were new to county Oppland, respectively the cladocerans *Ceriodaphnia reticulata*, *Camptocercus lilljeborgi* and *Oxyurella tenuicaudis* and the copepods *Ectocyclops phaleratus* and *Cyclops insignis*. All these species are characterised as quite rare in Norway. *E. phaleratus* was found in eight of the lakes. In the less polluted lakes the relationship between cladocerans and copepods was 1:2, while the fraction of copepod species was higher in the polluted lakes.

Lake Langtjernet and Lake Breidtjernet, with high loads of nitrate, were similar with respect to species composition and differed from the other lakes. The same was true for Lake Vassjøtjernet, Lake Rokotjernet, Lake Kjevlingen, Lake Kalvsjøtjernet and Lake Bråtåjern, having a mean load of nitrogen not that high. Lake Grunningen was isolated from the other lakes on the basis of species composition.

Being pH 8.0-8.5 lakes the species composition in the Chara lakes was expected. Acid tolerant species like *Acanthocyclops curvirostris*, *Alona rustica*, *Alonella excisa* and *Diacyclops nanus* were not found in the Chara lakes. The same was also true for *Holopedium gibberum* which is known to avoid high levels of calcium. More than 50% of the species found in the Chara lakes (about 30 species) are normally associated with pH>6.0.

Of abiotic variables NO₃ was most clearly correlated to species composition, followed by calcium and alkalinity. Total phosphorous showed no correlation. *Simocephalus expinosus* was associated with the same end of axis 1 as were the lakes where highest levels of nitrate were found.

On average the plankton communities consisted of 4.1 species of cladocerans and 3.6 species of copepods. The highest number of planktonic species was found in Lake Kalvsjøtjernet (11) while Lake Breidtjernet was poor in plankton species (5).

The predation from fish is supposed to be low because the lakes contained high densities of crustaceans and because the individuals were large. *Daphnia longispina* and *Bosmina longispina* were dominating cladocerans while *Eudiaptomus gracilis*, *Cyclops scutifer* and *Mesocyclops leuckarti* were dominating species among copepods.

The same species dominating in the plankton were also dominating in the littoral zone. Among true littoral cladocerans, *Chydorus sphaericus* was the most common species. The predator *Polyphemus pediculus* was found as dominating in five lakes. *Acroperus harpae*, *Pleuroxus truncatus*, *Ceriodaphnia pulchella* and *Sida crystallina* were found as dominating in three lakes each. *Macrocyclus albidus* was the only littoral copepod that was found dominating.

9 Litteratur

- Alstad, N.E.W., Skardal, L. & Hessen, D.O. 1999. The effect of calcium concentration on the calcification of *Daphnia magna*. – *Limnol. Oceanogr.* 44: 2011-2017.
- Berg, K. 1934. Cyclic reproduction, sex determination and depression in the Cladocera. – *Biol. Rev.* 11: 139-174.
- Blakar, I.A. & Jacobsen, O.J. 1979. Zooplankton distribution and abundance in seven lakes from Jotunheimen, a Norwegian high mountain area. – *Arch. Hydrobiol.* 85: 277-290.
- Braskerud, B.C. 2001. Phosphorous Retention In: Sedimentation in small Constructed Wetlands. Retention of Particles, Phosphorous and Nitrogen in Streams from Arable Watersheds. Dr. Scient. Theses 2001:10, Agric. Univ. of Norway, Ås, Norway.
- 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.
- 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.
- Eie, J.A. 1982. Hydrografi og evertebrater i elver og vann i Grimsavassdraget, Oppland og Hedmark, 1980. – *Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp.* 37: 1-51.
- Eie, J.A., Brittain, J. & Huru, H. 1982. Naturvitenskapelige interesser knyttet til vann og vassdrag på Varangerhalvøya. – *Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp.* 34: 1-64.
- Ekeberg, A.K. & Walseng, B. 2000. Kolonisering av tre nyetablerte fangdammer i Trøgstad kommune. – NINA Fagrapport 043: 1-49.
- Elgmork, K. 1964. Dynamics of zooplankton communities in some small inundated ponds. – *Folia Limnol. scand.* 12: 83.
- Elgmork, K. 1966. On the relation between lake and pond plankton. – *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 16: 216-221.
- 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.
- Eriksson, F., Hörnström, E., Mossberg, P. & Nyberg, P. 1982. Ekologiska effekter av kalkning i försurade sjöar og vattendrag. – *Information från Søtvattenslaboratoriet, Drottningholm (1982)* 6: 1-96.
- Erikstad, L. & Halvorsen, G. 1992. Områder med nasjonal og internasjonal naturverdi ved Hauer seter-trinnet, Akershus fylke. – NINA Oppdragsmelding 136: 1-28.
- Erikstad, L., Brettum, P., Halvorsen, G., Sloreid, S.E. & Walseng, B. 1995. Gardermoen - limnologiske undersøkelser 1994-95. – NINA oppdragsmelding 396: 1-46.
- Espvik, K. & Nicholls, M. 1990. Vassdragsundersøkelse - sjøer og bekker i Lunner kommune, 1989. Avløpssambandet Nordre Øyeren. ANØ - rapprt 36/90. 21 s.
- Faafeng, B. 1994. Vurdering av nitratbehandling av bunnslammet i Kalvsjøtjernet i Lunner 1992. NIVA - rapport l.nr. 3049. 24 s.
- Faafeng, B. & Skulberg, O.M. 1993. Innledende undersøkelser av Kalvsjøtjernet i Lunner 1992. NIVA - rapport l.nr. 2946. 23 s.
- Flössner, D. 1972. Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüsser, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. – *Tierwelt Deutschl.* 60: 1-501.
- Fryer, G. 1985. An ecological validation of a taxonomic distinction: the ecology of *Acanthocyclops vernalis* and *A. robustus* (Crustacea: Copepoda). – *Zool. Journ. Linn. Soc.* 84: 165-180.
- Halvorsen, G. 1980. Planktoniske og litorale krepsdyr innenfor vassdragene Etna og Dokka. – *Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp.* 11: 1-95.
- Halvorsen, G. 1982. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Joravassdraget. – *Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp.* 38, I.: 1-59.
- Halvorsen, G. 1983. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Råkåvatn-området, Lom og Sjøk, Oppland. – *Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp.* 64: 1-43.
- Halvorsen, G. 1985. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i vassdragene Imsa og Trya, Hedmark fylke. – *Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp.* 82: 1-44.
- 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, G., Sloreid, S.E. & Walseng, B. 1996. Dokka-deltaet - ferskvannsbiologiske konsekvenser av kraftutbyggingen i Dokkavassdraget. – NINA Oppdragsmelding 437: 1-101.
- Halvorsen, G., Sloreid, S.E., Sporsheim, P. & Walseng, B. 1994. Ferskvannsbiologiske undersøkelser av grytehullsjøene i Gardermo-området. – NINA Forskningsrapport 57: 1-42.
- Hann, B.J. & Turner, M.A. 2000. Littoral microcrustacea in Lake 302S in the Experimental Lakes Area of Canada: acidification and recovery. – *Freshwater Biology* 43: 133-146.

- 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., Faafeng, B.A. & Andersen, T. 1995. Competition or niche segregation between *Holopedium* and *Daphnia*; empirical light on abiotic key parameters. – Hydrobiologia 307: 153-261.
- Hessen, D.O., Alstad, N.E.W. & Skardal, L. 2000. Ca limitation in *Daphnia magna*. – Journal of Plankton research 22: 553-568.
- Hill, M.O. 1979. DECORANA - A Fortran program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell University, Ithaca, New York.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis; an improved ordination technique. – Vegetatio 42 47-58:
- Holtedahl, O. & Schetelig, J. 1923. Kartbladet Gran. – Nor. geol. unders. 97. 46 s.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1906. Planktonundersøgelser i norske vande. – Nationaltrykkeriet, Christiania. 199 s.
- Hutchinson, G.E. 1967. A treatise on limnology. II. Introduction to lake biology and the limnoplankton. - New York, John Wiley & Sons, Inc. – 1115 s s.
- Hörnström, E., Ekström, C. & Andersson, P. 1992. 10 Mellansvenska sjöar, kalkningseffekter på plankton och vattenkemi. – Statens naturvårdsverk, Rapport 4048:
- Jensen, J.W. 1982. A check on the invertebrates of a Norwegian Hydroelectric Reservoir and Their Bearing Upon Fish Production. – Institute of Freshwater Research Drottningholm, Lund, Rapport No 60.
- Jørgensen, I. 1972. Forandringer i strukturen til planktoniske og litorale Crustacea-samfunn under gjengroing av humusvann i området Nordmarka og Krokskogen ved Oslo, korrelert med hydrografiske data. – Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi (upubl.), Univ. i Oslo. 83 s.
- Kiefer, F. 1973. Ruderfusskrebse (Copepoden). – Kosmos-Verlag, Franckh, Stuttgart, 99 s.
- Kiefer, F. 1978. Freilebende Copepoda. – Elster, H. J. & Ohle, W., red. Das Zooplankton der Binnengewässer 26: 1-343.
- Kjærnes, P.A. 1984. Description of the Quaternary geological map 1815 I – 1:50 000. – Nor. geol. unders. Skr. 53: 1-26.
- Løvik, J.E. 1984. Dyreplanktonsuksesjon i Jarevatnet, ein eutrof innsjø på Hadeland. Fauna 37: 26-33.
- NIVA 1985. Overvåking av Orrevassdraget. Hovedrapport 1979-83. – Rapp. 191A/85: 1-128.
- Nøst, T. 1981. Ferskvannsbiologiske og hydrografiske undersøkelser i Drivavassdraget 1979-80. – K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport, Zool. Ser. 1981-10: 1-77.
- Nøst, T. 1982. Hydrografi og ferskvannsevertebrater i Raumavassdraget 1982. – K. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport, Zool. Ser. 1983-2: 1-74.
- 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.
- Prepas, E.E., Babin, J., Murphy, T.P., Chambers, P.A., Sandland, G. & Sereciak, M. 2001. Longterm effects of successive Ca(OH)₂ and CaCO₃ treatments on the water quality of two eutrophic hardwater lakes. – Freshwater Biology 46: 1049-1060.
- Rognerud, S. & Skogheim, O.K. 1975. En limnologisk befaring av innsjøer på Jæren i 1974. Oslo, 4. juni 1975, Notat, 27 s.
- Rylov, W.M. 1948. Freshwater Cyclopoida. Fauna USSR, Crustacea 3 (3). – Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1963, 314 s.
- Saltveit, S.J. 1985. Sundheimselva kraftverk, Vestre Slidre, Oppland. En vurdering av de fiskeribiologiske forhold og virkninger på fisk og næringsdyr i de berørte innsjøer og elvestrekninger. – Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 74: 1-79.
- 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, Univ. Oslo, 247.
- 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):v 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. 1992. On the freshwater crustaceans occurring in the vicinity of Christiania. – John Grieg Produksjon A/S, Bergen. 197 s.
- Schartau, A.K., Walseng, B. & Snucins, E. 2001. Correlation between crustacean communities and environmental variables in

- Killarney, Sudbury. – Water, air and soil pollution 130: 1325-1330.
- Schartau, A.K., Hobæk, A., Faafeng, B., Halvorsen, G., Løvik, J.E., Nøst, T., Solheim, A.L. & Walseng, B. 1997. Vann og vassdrag i by- og tettstednære områder. – NINA temahefte 14, NIVA Inr 3768-97 58 s.
- Skjelkvåle, B.L., Henriksen, A., Faafeng, B.A., Fjeld, E., Traaen, T., Lien, L., Lydersen, E. & Buan, A.K. 1997. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer, Statlig program for forurensningsovervåking. – Rapport 677/96, TA-1389/1996. 73 s.
- Smirnov, N.N. 1971. Chydoridae. Fauna USSR, Crustacea 1 (2). – Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1974, 644 s.
- Spikkeland, I. 1998. Dammer i Askim - Hydrografi og dyreliv. – Natur i Østfold.
- Stokker, R., Walseng, B., Braskerud, B., Brittain, J., Dolmen, D. & Storeid, S.E. 1999. Artsmangfold i to syv år gamle fangdammer i Haldenvassdraget med forskjeller i vannkvalitet. – NINA Fagrapport 034: 1-48.
- ter Braak, C.J.F. & Smilauer, P. 1998. CANOCO reference manual and User's guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination, (version 4). Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA.
- Walseng, B. 1990a. Ferskvannsbefaringer i 6 vassdrag i Vest-Agder og Aust-Agder. – NINA Utredning 9: 1-46.
- Walseng, B. 1990b. Ferskvannsbefaringer i 13 vassdrag i Oppland og Hedmark. – NINA Utredning 16: 1-61.
- Walseng, B. 1993. Verneplan I og II, Rogaland Krepdyrundersøkelser. – NINA Oppdragsmelding 222: 1-33.
- Walseng, B. 1994. Verneplan I og II, Østfold - Krepdyrundersøkelser. – NINA Oppdragsmelding 304: 26.
- Walseng, B. 1998. Occurrence of Eucyclops species in acid and limed water. – Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 2007-2012.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1987a. Biologiske undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanene for Moksavassdraget i Øyer, Oppland fylke. II. Vannkemi og krepdyr. – Rapp. Lab.Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 95: 1-13.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1987b. Vannkemi og krepdyr i Åbjøra og Reinavassdraget, Oppland fylke. – Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 113: 1-55.
- Walseng, B. & Storeid, S.E. 1990. Ferskvannsbefaringer i 19 vassdrag i Telemark og Buskerud. – NINA Utredning 15: 1-56.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1991. Verneplan IV. Ferskvannsbefaringer i 5 vassdrag i Oppland og Buskerud. – NINA Utredning 22: 1-35.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1993. Verneplanstatus i Troms og Finnmark med fokusering på vannkjemiske forhold og krepdyr. – NINA Utredning 54: 1-97.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996a. Vannlopper. – I Aagaard, K. & Dolmen, D., red. Limnofauna norvegica, katalog over norsk ferskvannsf fauna. Tapir, Trondheim: 95-99.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996b. Hoppekreps. – I Aagaard, K. & Dolmen, D., red. Limnofauna norvegica, katalog over norsk ferskvannsf fauna. Tapir, Trondheim: 103-107.
- Walseng, B. & Storeid, S.E. 1998. Bjerkreimvassdraget - Krepdyr i Bjerkreimvassdraget - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-Notat 1998-3, s. 186-187.
- Walseng, B. & Bongard, T. 2000. Arendalsvassdraget - Zooplankton og bunndyr - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. DN-Notat 2000-2, s. 51-54.
- Walseng, B. & Karlsen, L.F. 2001. Planktonic and littoral microcrustaceans as indices of recovery in limed lakes in S.E. Norway. – Water, air and soil pollution. 130: 1313-1318.
- Walseng, B., Brittain, J.E. & Halvorsen, G. 1987. Flerbruksplan for vassdrag i Gudbrandsdalen - limnologiske befaringer, september 1985 og juli 1986. – Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo. Rapp. 104: 1-78.
- Walseng, B., Halvorsen, G. & Storeid, S.E. 2001. Littoral microcrustaceans (Cladocera and Copepoda) as indices of recovery of a limed water system. – Hydrobiologia 450: 159-172.
- Walseng, B., Hagmann, E., Halvorsen, G. & Storeid, S.E. 1995. Krepdyr- og bunndyrfaunaen i en rensepark på Jæren med syv fangdammer - et pilotprosjekt. – NINA Oppdragsmelding 336: 19.
- Wærvågen, S.B. 1985. En limnologisk studie av Gjerstadvatn i Aust-Agder med spesiell vekt på zooplanktonsamfunnets livshistorier og populasjonsdynamikk. – Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi, Univ. Oslo, 177 s.
- Zankai, P.N. 1978. The duration of development of Eudiaptomus gracilis (G.O.Sars) (Copepoda) in Lake Balaton. – Acta Biol. Debrecina 15: 183-198.
- Økland, J. & Økland, K.A. 1998. Vann og vassdrag 3. Kemi, fysikk og miljø. – Vett & Viten AS, 1360 Nesbru.

Vedlegg 1a

Farge, pH, alkanitet, Ca, Mg, Na og K i de undersøkte kransalgesjøene.

Colour, pH, alkanity, Ca, Mg, Na and K in the investigated Chara lakes.

Lokalitet	Dato	Farge mgPt/l	pH pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
Stortjern	23.06.09	31	8,3	4532	90,80			
Stortjern	28.11.00	98	7,40	3908	103,67	11,96	7,32	3,68
Stortjern	28.11.00	35	8,10	4184	83,76	10,20	7,86	5,12
Stortjern	21.09.01	27	8,01	4237	73,15	11,89	8,66	6,11
Grunningen	28.06.00	29	8,35	3107	69,20			
Grunningen	28.11.00	52	7,79	3290	88,12	8,66	5,79	4,09
Grunningen	21.06.01	29	8,22	2863	68,47	5,88	4,64	3,11
Grunningen	19.09.01	22	7,90	2805	52,20	5,64	4,12	3,00
Breidtjernet	28.06.00	29	8,27	3684	82,25			
Breidtjernet	28.11.00	54	7,81	2977	77,20	7,51	4,84	3,57
Breidtjernet	21.06.01	30	8,29	3387	78,87	6,69	5,41	3,38
Breidtjernet	19.09.01	24	8,18	3575	65,91	7,10	5,67	3,60
Langtjernet	28.06.00	26	8,29	3716	82,20			
Langtjernet	28.11.00	38	7,81	2762	69,57	6,45	3,83	2,54
Langtjernet	21.06.01	24	8,26	3579	80,00	7,02	6,42	3,41
Langtjernet	19.09.01	23	7,98	3477	64,12	7,31	6,31	3,19
Bråttjernet	28.06.00	27	8,47	2869	60,00			
Bråttjernet	28.11.00	51	7,85	3046	68,32	2,58	2,89	2,69
Bråttjernet	21.06.01	32	8,45	3279	76,10	2,48	3,47	2,76
Bråttjernet	21.09.01	25	7,98	3463	64,72	2,83	3,23	2,71
Rokotjernet	29.06.00	23	8,32	2953	62,35			
Rokotjernet	28.11.00	41	7,98	3182	69,19	3,31	3,11	2,81
Rokotjernet	21.09.01	23	8,17	2906	56,09	3,06	2,94	2,84
Øyskogtjernet	29.06.00	12	8,28	1892	39,75			
Øyskogtjernet	28.11.00	20	7,90	2208	50,81	4,62	2,55	3,70
Øyskogtjernet	21.09.01	10	8,14	1891	35,63	3,72	2,20	3,33
Korsrudtjernet	29.06.00	9	8,36	2020	34,25			
Korsrudtjernet	28.11.00	10	7,99	2164	40,12	5,36	1,12	0,87
Kjevlingen	29.06.00	35	8,3	3007	65,05			
Kjevlingen	28.11.00	79	7,85	2437	60,80	4,42	2,10	3,14
Kjevlingen	15.06.01	42	8,85	2387	59,74	3,52	2,28	2,49
Kjevlingen	20.09.01	33	8,03	2621	50,69	4,01	2,37	2,59
Nyborgtjernet	28.06.00	28	8,37	2982	59,20			
Nyborgtjernet	28.11.00	90	7,80	2474	56,80	4,64	1,20	0,59
Nyborgtjernet	20.09.01	33	8,20	2966	54,83	4,53	1,32	0,58
Vassjøtjernet	29.06.00	19	8,81	2610	64,60			
Vassjøtjernet	28.11.00	29	8,10	2660	61,05	4,54	2,88	2,57
Vassjøtjernet	15.06.01	23	8,46	2268	55,49	3,69	2,89	2,50
Vassjøtjernet	20.09.01	17	8,54	2100	39,93	3,68	2,45	2,40
Kalvsjøtjernet	28.11.00	31	7,91	2046	47,37	2,69	2,16	2,13
Kalvsjøtjernet	15.06.01	21	8,65	1681	40,21	1,78	1,79	1,66
Kalvsjøtjernet	20.09.01	16	8,03	1613	31,73	2,12	1,83	1,59

Vedlegg 1b

Sulfat, Cl, nitrat, Si, Al, total fosfor, TOC, ANC, Cd og Pb i de undersøkte kransalgesjøene.

Sulfate, Cl, nitrate, Si, Al, total phosphorous, TOC, ANC, Cd and Pb in the investigated Chara lakes.

Lokalitet	Prøvetaking Dato	SO4 mg/l	Cl mg/l	NO ₃ µgN/l	Si mg/l	Al µg/l	Tot-P µg/l	TOC mgC/l	ANC µekv/l	Cd µg/l	Pb µg/l
Stortjern	23.06.09			669	1,09		12,18	10,18			
Stortjern	28.11.00			3774	2,9	22,9	52,64				
Stortjern	28.11.00	41,89	12,13	641	0,20	11	22,19	7,80	4230	0,033	0,028
Stortjern	21.09.01	54,71	16,09	103	1,38	22	23,4	8,58	3559	0,055	0,014
Grunningen	28.06.00			2573	0,49		7,38	7,71			
Grunningen	28.11.00			4906	3,21	28,5	42,44				
Grunningen	21.06.01	26,73	7,31	1546	0,12	12	12,79	5,16	3306	0,054	0,043
Grunningen	19.09.01	30,50	8,42	929	0,59	7	9,2	5,62	2384	0,027	0,007
Breidtjernet	28.06.00			3107	0,38		8,97	7,4			
Breidtjernet	28.11.00			4800	3	69,2	40,59				
Breidtjernet	21.06.01	31,97	8,47	1854	0,19	9	7,47	5,36	3768	0,014	0,012
Breidtjernet	19.09.01	38,43	10,69	1107	1,39	24	11,8	5,88	3029	0,037	0,042
Langtjernet	28.06.00			3398	0,39		5,61	6,62			
Langtjernet	28.11.00			4670	2,87	59,8	22,45				
Langtjernet	21.06.01	30,98	8,71	1699	0,12	7	9,61	4,89	3922	0,020	0,035
Langtjernet	19.09.01	37,09	10,80	789	1,59	12	13,9	5,58	3022	0,037	0,041
Bråtåtjernet	28.06.00			1	0,67		12,63	6,99			
Bråtåtjernet	28.11.00			1825	2,8	15,0	107,89				
Bråtåtjernet	21.06.01	16,80	5,54	0	0,11	13	20,00	5,74	3715	0,009	0,037
Bråtåtjernet	21.09.01	18,41	6,70	26	1,44	8	30,7	6,07	3096	0,019	0,014
Rokotjernet	29.06.00			194	0,63		9,46	6,89			
Rokotjernet	28.11.00			1199	2,3	13,3	55,20				
Rokotjernet	21.09.01	19,93	5,84	47	0,28	7	9,0	6,31	2667	0,019	-0,015
Øyskogtjernet	29.06.00			314	0,25		4,85	5,24			
Øyskogtjernet	28.11.00			1106	1,06	18,0	11,49				
Øyskogtjernet	21.09.01	16,65	8,38	77	0,17	20	9,1	4,62	1675	0,002	-0,010
Korsrudtjernet	29.06.00			11	0,34		2,64	3,96			
Korsrudtjernet	28.11.00			162	1,18	9,2	5,60				
Kjevlingen	29.06.00			1084	0,38		8,20	8,38			
Kjevlingen	28.11.00			2636	2,3	74,7	44,99				
Kjevlingen	15.06.01	20,87	3,89	535	0,07	15	12,19	6,37	2849	0,015	0,057
Kjevlingen	20.09.01	23,83	5,19	97	1,03	16	22,6	9,97	2378	0,029	0,188
Nyborgtjernet	28.06.00			19	0,52		4,98	10,06			
Nyborgtjernet	28.11.00			1148	1,97	12,6	8,27				
Nyborgtjernet	20.09.01	18,18	3,17	4	2,74	12	6,0	8,95	2711	0,010	0,014
Vassjøtjernet	29.06.00			595	0,18		6,73	5,22			
Vassjøtjernet	28.11.00			1413	2,56	21,8	21,57				
Vassjøtjernet	15.06.01	19,54	5,87	524	0,41	4	8,62	4,45	2651	0,012	0,068
Vassjøtjernet	20.09.01	21,76	6,57	102	0,78	17	18,4	4,90	1816	0,007	0,005
Kalvsjøtjernet	28.11.00			813	2,18	32,9	56,09				
Kalvsjøtjernet	15.06.01	11,93	3,22	233	0,06	17	8,30	3,75	1916	0,009	0,048
Kalvsjøtjernet	20.09.01	13,64	3,51	65	0,45	10	7,0	4,16	1489	0,009	-0,013

Vedlegg 1c

Th, U, Fe, Si, Cu, Zn, Sr, S og Rb i de undersøkte kransalgeljøene.

Th, U, Fe, Si, Cu, Zn, Sr, Ba, S and Rb in the investigated Chara lakes.

Lokalitet	Prøvetaking Dato	Th µg/l	U µg/l	Fe µg/l	Si µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Sr µg/l	Ba µg/l	S µg/l	Rb µg/l
Stortjern	23.06.09		5,574								1,39
Stortjern	28.11.00		5,932	141,9	3126	1,99		736,93		24770	0,35
Stortjern	28.11.00	0,0049	6,237		0,93	0,63	0,65				
Stortjern	21.09.01			10,2	0,86	0,23	0,21	680,49	144,85		
Grunningen	28.06.00		3,000								0,80
Grunningen	28.11.00		2,668	48,3	3309	1,64		516,80		15430	0,80
Grunningen	21.06.01	0,0036	2,160		1,24	1,13	0,43				
Grunningen	19.09.01			8,6	1,12	1,04	0,20	396,87	87,92		
Breidtjernet	28.06.00		3,636								0,85
Breidtjernet	28.11.00		2,382	79,7	2958	1,73		444,29		13001	0,69
Breidtjernet	21.06.01	0,0030	2,232		1,26	0,94	0,22				
Breidtjernet	19.09.01			23,8	1,27	0,55	0,13	460,27	123,97		
Langtjernet	28.06.00		2,836								0,79
Langtjernet	28.11.00		1,066	57,1	2713	1,33		344,40		10648	0,58
Langtjernet	21.06.01	0,0030	2,155		1,22	1,09	0,34				
Langtjernet	19.09.01			39,1	1,20	0,65	0,56	468,43	117,21		
Bråtåtjernet	28.06.00		0,943								0,74
Bråtåtjernet	28.11.00		0,789	41,2	2589	0,86		265,79		6438	0,48
Bråtåtjernet	21.06.01	0,0033	0,948		0,73	0,49	0,40				
Bråtåtjernet	21.09.01			19,0	0,68	-0,03	0,35	325,83	54,19		
Rokotjernet	29.06.00		0,884								0,76
Rokotjernet	28.11.00		0,968	17,3	2078	0,57		299,84		7977	0,66
Rokotjernet	21.09.01			4,4	0,55	0,03	0,17	305,96	56,56		
Øyskogtjernet	29.06.00		0,348								0,75
Øyskogtjernet	28.11.00		0,383	12,6	932	0,72		315,98		7269	0,90
Øyskogtjernet	21.09.01			8,7	0,38	0,50	0,67	288,42	41,95		
Korsrudtjernet	29.06.00		0,159								0,53
Korsrudtjernet	28.11.00		0,143	5,4	1100	0,28		124,82		3749	0,53
Kjevlingen	29.06.00		0,935								0,80
Kjevlingen	28.11.00		0,701	81,6	2225	1,13		326,21		9168	0,69
Kjevlingen	15.06.01	0,0064	0,808		1,82	0,80	0,67				
Kjevlingen	20.09.01			28,6	1,70	0,76	1,91	368,02	43,16		
Nyborgtjernet	28.06.00		0,140								1,09
Nyborgtjernet	28.11.00		0,125	41,6	1832	0,28		218,54		6643	0,50
Nyborgtjernet	20.09.01			13,5	0,15	-0,08	0,14	283,21	117,09		
Vassjøtjernet	29.06.00		0,758								0,85
Vassjøtjernet	28.11.00		0,647		2391	1,46		282,18		9025	0,79
Vassjøtjernet	15.06.01	0,0024	0,646		1,42	0,78	0,31				
Vassjøtjernet	20.09.01			10,2	1,22	0,33	0,15	246,21	46,01		
Kalvsjøtjernet	28.11.00		0,465	38,4	1998	0,49		187,12		6240	0,98
Kalvsjøtjernet	15.06.01	0,0027	0,455		1,67	0,44	0,28				
Kalvsjøtjernet	20.09.01			5,0	1,44	0,14	0,47	153,84	25,83		

Vedlegg 2

Korelasjonskoeffisienten (R) med 5% signifikansnivå er oppgitt i vedlegget. Betinget formatering; <=0.3 er ikke oppgitt, 0.3-0.6 lys grå skrift, 0.6-0.8 mørk grå skrift og > 0.8 svart skrift. Alle oppgitte verdier for R i tabellen er innenfor oppgitte signifikansnivå ut fra antall analyserte prøver, dvs at blanke celler betyr ikke signifikans.

	Farge	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	NO3	Si	Al	Tot-P	TOC	ANC	Cd	Pb	Th	U	Fe	Ni	Cu	Zn	Rb	Sr	Ba
Farge	1,00																									
pH		1,00																								
Alk			1,00																							
Ca	0,51	0,87	1,00																							
Mg	0,31	0,73	0,72	1,00																						
Na		0,84	0,73	0,81	1,00																					
K		0,54	0,42	0,47	0,78	1,00																				
SO4	0,40	0,66	0,75	0,89	0,68		1,00																			
Cl		0,72	0,50	0,85	0,92	0,88	0,67	1,00																		
NO3	0,51		0,54	0,36	0,33		0,31		1,00																	
Si	0,58						0,39		0,48	1,00																
Al											1,00															
Tot-P		0,43				0,49						1,00														
TOC	0,90	0,37	0,56	0,46			0,59		0,44	0,67			1,00													
ANC	0,62	0,87	0,98	0,62	0,73	0,49	0,49	0,50	0,45					1,00												
Cd		0,58	0,41	0,68	0,69	0,57	0,61	0,66					0,33		1,00											
Pb																1,00										
Th																	1,00									
U		0,83	0,77	0,79	0,91	0,69	0,64	0,92	0,39			0,60	0,37	0,70	0,50				1,00							
Fe	0,82		0,66	0,42			0,44		0,76	0,63				0,80		0,62		0,82	1,00							
Ni		0,44														0,53		0,43	1,00							
Cu	0,46		0,48		0,38	0,41		0,85	0,34				0,41					0,47	0,80	0,60	1,00					
Zn																0,79	0,93	0,46	0,46			1,00				
Rb		0,45																					1,00			
Sr			0,83	0,80	0,89	0,90	0,62	0,89	0,85		0,53		0,52	0,79	0,94			0,91	0,46					1,00		
Ba			0,82	0,80	0,87	0,73		0,76	0,63	0,67				0,78	0,75									0,81	1,00	

Vedlegg 3

Vannlopper og hoppekreps registrert i 12 Charasjøer i Lunner og Gran kommuner, Oppland.

Cladocera and copepoda found in 12 Chara lakes in Lunner and Gran municipalities, county Oppland.

	Stort	Grunn	Breidty	Langt	Bråtå	Rokot	Øysk	Korsr	Kjevl	Nybo	Vassj	Kalvs
Vannlopper												
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	x	x				x	x		x	x		x
Sida crystallina (O.F.M.)	x				x	x	x	x	x	x	x	x
Ceriodaphnia pulchella Sars	x				x	x	x		x		x	x
Ceriodaphnia reticulata (Jur.)							x					
Daphnia cristata Sars						x					x	x
Daphnia cucullata Sars	x											
Daphnia galeata Sars								x				
Daphnia longispina (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x				x	x	x	x	x	x	x	x
Simocephalus expinosus		x		x								
Simocephalus serrulatus										x		
Simocephalus vetula (O.F.M.)	x						x	x				x
Bosmina longirostris (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x		x	x			x
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Lathonura rectirostris (O.F.M.)		x										
Ophryoxus gracilis Sars							x					
Acroperus harpae (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
Alona affinis (Leydig)	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x
Alona costata Sars					x	x						
Alona guttata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Alona rectangula Sars	x	x	x	x	x			x	x		x	
Alonella exigua (Fischer)		x	x	x	x		x	x			x	x
Alonella nana (Baird)		x			x	x	x	x	x		x	
Alonopsis elongata Sars						x	x	x				
Camptocercus lilljeborgi					x	x	x					
Camptocercus rectirostris Schoedler			x			x	x			x		
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eurycerus lamellatus (A.F.M.)		x		x		x	x	x			x	x
Graptoleberis testudinaria (Sars)	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Oxyurella tenuicaudis (Sars)			x									
Pleuroxus trigonellus (O.F.M.)	x				x							
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pseudochydorus globosus (Baird)		x					x					x
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x			x	x	x	x	x		x	x
Bythotrephes longimanus Leydig							x					x
Leptodora kindti Focke	x				x		x					x
Hoppekreps												
Acanthodiatomus denticornis (Wierz.)							x	x	x	x	x	x
Eudiatomus gracilis Sars	x	x	x	x								
Heterocope appendiculata Sars		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Macrocyclus albidus (Jur.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Macrocyclus fuscus (Jur.)							x	x			x	x
Eucyclops denticulatus (A.Graet.)			x	x						x		
Eucyclops macruioides (Lillj.)	x	x	x	x								
Eucyclops macrurus (Sars)	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eucyclops speratus (Lillj.)	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x
Paracyclops affinis Sars	x	x			x							x
Paracyclops fimbriatus (Fisch.)					x						x	
Ectocyclops phaleratus	x	x	x	x			x			x	x	x
Cyclops abyssorum				x	x					x		
Cyclops insignis (Claus)		x				x			x			
Cyclops scutifer Sars		x	x			x	x	x		x	x	x
Megacyclops gigas (Claus)	x	x	x	x	x	x	x				x	x
Megacyclops viridis (Jur.)							x					
Mesocyclops leuckarti (Claus)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cryptocyclops bicolor (Sars)		x										
Antall vannlopper	19	18	12	13	20	21	25	19	16	11	16	21
Antall hoppekreps	10	13	11	11	10	9	13	9	8	11	12	11
Totalt antall krepssdyr	29	31	23	24	30	30	38	28	24	22	28	32

NINA fagrapport 057

ISSN 0805-469X
ISBN 82-426-1325-7

NINA Avd. for landskapsøkologi
Dronningens gt. 13
Postboks 736 Sentrum
0105 Oslo
Telefon: 23 35 51 10
Telefaks: 23 35 51 01

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01
internett: www.ninaniku.no