

NINA Norsk institutt for naturforskning

Invertebratundersøkelser i kalkete og ukalkete deler av Lyngdalsvassdraget (1978-1998/99)

Bjørn Walseng
Terje Bongard

NINA oppdragsmelding 707



NINA • NIKU
STIFTELSEN FOR NATURFORSKNING
OG KULTURMINNEFORSKNING

Invertebratundersøkelser i kalkete og ukalkete deler av Lyngdalsvassdraget (1978-1998/99)

Bjørn Walseng
Terje Bongard

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

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

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

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

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project-Report

Serien presenter resultater fra begge instituttene 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 miljøvernavdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

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

Opplag: 1200-1800

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

Walseng, B. & Bongard, T. 2001. Invertebratundersøkelser i kalkete og ukalkete deler av Lyngdalsvassdraget (1978-1998/99). - NINA Oppdragsmelding 707: 1-35.

Oslo, september 2001

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1253-6

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

Sats: Inpublish Kopisentralen AS, Fredrikstad

Trykk: Inpublish Kopisentralen AS, Fredrikstad

Opplag: 200

Trykt på 100% resirkulert papir!

Kontaktadresse:

NINA

Dronningensgt 13

Postboks 736 Sentrum

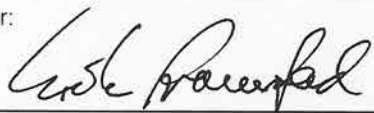
N-0105 Oslo

Tel: 23 35 50 00

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 15344

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Walseng, B. & Bongard, T. 2001. Invertebratundersøkelser i kalkete og ukalkete deler av Lyngdalsvassdraget (1978-1998/99). - NINA Oppdragsmelding 707: 1-35.

Lyngdalsvassdraget er blitt prøvetatt med hensyn til vannkjemi, krepssdyr og bunndyr i 1978 og 1998/99, dvs før og etter oppstart av kalking. Tolv elvestasjoner og seks innsjøer ble undersøkt i 1998/99. Øvre deler av Lyngdalsvassdraget hører fortsatt til de mest forsurete områdene i hele sørlandsregionen med pH ned mot 4,6 både i juni og august. I Møska, som er det største sidevassdraget til Lyngdalselva, var pH ca 5,0 i nedre deler, hvilket er en svak bedring i forhold 1978. Gletne, som har vært kalket siden 1989, har i dag en pH på ca 6,0. Det samme er tilfelle for Lygne samt hovedelva nedstrøms dosereren som ble startet i 1991. Krepssdyrfaunaen i Lygne indikerer små forsuringsskader med blant annet de forsuringfølsomme artene *Daphnia longispina*, *D. cristata* og *Leptodora kindti*. *D. longispina* ble også funnet i Gletne. Også i littoralsonen er det kommet til nye arter som kan karakteriseres som moderat forsuringfølsomme. I Møska er krepssdyrfaunaen fortsatt dominert av survannstolerante arter. Det er imidlertid også her skjedd små endringer i artssammensetningen som kan indikere noe mindre forsuringsskader i dag enn i 1978. Tre døgnfluer, *Baetis rhodani*, *Cloeon* sp og *Heptagenia sulphurea* var nye i 1998, og den følsomme arten *B. rhodani* ble funnet ved alle stasjoner som hadde fått en bedre vannkvalitet som følge av kalking. Store tettheter nedstrøms kalkdoserer og i Gletnebekken indikerer også en relativt stabil pH uten alvorlige sure episoder. Steinfluene *Nemoura avicularis* og *Diura nanseni* er også nye arter som sannsynligvis har kommet som følge av en bedre vannkvalitet.

Emneord: Lyngdalsvassdraget - Ferskvann - Invertebrater - Kalking - Naturlig reetablering

Bjørn Walseng, NINA, Boks 736, Sentrum, 0105 Oslo
Terje Bongard, NINA, Tungasletta 2, 7485 Trondheim

Abstract

Walseng, B. & Bongard, T. 2001. Invertebrates in limed and untreated parts of the River Lyngdalsvassdraget (1978-1998/99). - NINA Oppdragsmelding 707: 1-35.

Chemistry, crustaceans (cladocera and copepods) and bottom dwelling animals have been studied in the River Lyngdalsvassdraget in respectively 1978 and 1998/99, it means before and after parts of the river system was limed. Twelve riversites and six lakes were included in this study. The upper parts of River Lyngdalsvassdraget still belongs to the most acidified parts of southern Norway and in both June and August pH around 4.6 was measured. In River Møska, which is the largest tributary to River Lyngdalselva, pH was about 5.0 upstream the outlet, which is a small increase compared to 1978. In River Gletne, which has been limed since 1989, pH seems to have stabilised around 6.0. This is also true for Lake Lygne and the main river downstream the calcium doser which started to run in 1991. The crustacean species in Lygne indicate that this lake has recovered compared to 1978 and includes acid-sensitive species like *Daphnia longispina*, *D. cristata* and *Leptodora kindti*. *D. longispina* was also found in Lake Gletne. Also in the littoral zone new species were found that can be characterised as moderately acid-sensitive. In River Møska the crustaceans are still dominated by acid-tolerant species but small changes in the species composition may indicate that recovery from acidification has started. Three species of mayflies (ephemeroptera), *Baetis rhodani*, *Cloeon* sp and *Heptagenia sulphurea* were new species in 1998. The acid-sensitive species, *B. rhodani*, was found at all sites where pH has improved due to liming. High densities of this species downstream Lake Lygne and River Gletne indicate that pH is quite stable. The stoneflies *Nemoura avicularis* and *Diura nanseni* are also new species compared to 1978 and this may also be due to an improved water quality.

Key words: River Lyngdalsvassdraget - Freshwater - Invertebrates - Liming - Natural recovery

Bjørn Walseng, NINA, Boks 736, Sentrum, N-0105 Oslo.
Terje Bongard, NINA, Tungasletta 2, N-7485 Trondheim

Forord

I 1998 og 1999 ble det bevilget penger fra Direktoratet for naturforvaltning til undersøkelser av invertebrater i rennende og stillestående vann i Lyngdalsvassdraget. Ideen var å kartlegge en eventuell reetablering av forsurningsfølsomme arter som følge av både en lavere sulfatdeposisjon samt kalking i deler av vassdraget. Vassdraget ble undersøkt i 1978 i forbindelse med Verneplan III, og det skulle legges opp til å bruke det samme stasjonsnettet og den samme innsamlingsmetodikken som dengang. Vi vil få takke Lars Walseng og Håkon Hals som hjalp til under feltarbeidet, Svein Erik Sloreid som var behjelpelig med DCA-analysene, samt Steinar Sandøy i DN for et behagelig samarbeide.

Oslo, september 2001

Bjørn Walseng

Innhold

Referat

Abstract

Forord

1 Innledning	05
2 Beskrivelse av vassdraget	05
2.1 Beliggenhet.....	05
2.2 Klima	09
2.3 Geologi/kvartærgeologi.....	09
2.4 Vegetasjon	09
3 Materiale og metoder	10
4 Kalking og kalkingsmål	11
5 Resultater og diskusjon	12
5.1 Vannkjem.....	12
5.2 Krepssdyr.....	13
5.2.1 Variasjon i artsmangfold.....	13
5.2.2 Planktoniske krepssdyr.....	15
5.3.3 Littorale krepssdyr	18
5.3 Bunndyrfaunaen	20
5.3.1 Bunndyrfaunaen i stillestående vann	20
5.3.2 Bunndyrfaunaen i rennende vann	20
5.3.3 Bunndyrindeks	22
6 Konklusjon	23
7 Sammendrag	23
8 Litteratur	25
Vedlegg	28

1 Innledning

I 1973 ble Lyngdalsvassdraget midlertidig vernet i 10 år for at naturvitenskapelige og andre interesser skulle utredes nærmere. Som en følge av dette ble det i 1978 gjort undersøkelser av invertebrater i rennende og stillestående vann (Halvorsen 1981). Seinere ble Lyngdalsvassdraget, som et av få vassdrag innen regionen, varig vernet.

Lyngdalsvassdraget har vært sterkt rammet av sur nedbør på 1900-tallet, og store skader på fauna og flora er registrert. Storskalakalking med blant annet oppstartning av kalkdoserer ble igangsatt i 1991. I denne sammenheng startet DN overvåking av vannkjemi og fisk for å kunne vurdere effekten av kalkings-tiltakene. Invertebratfaunaen i vassdraget er imidlertid ikke blitt overvåket. Undersøkelsene fra 1978 utgjør et interessant referansemateriale med tanke på å registrere eventuelle effekter av kalking på invertebratfaunaen, og i 1998/99 ble det bevilget penger til å kartlegge eventuelle endringer av invertebratfaunaen etter kalking.

Undersøkelsen skulle omfatte 12 elvestasjoner og seks vann; Gaukdalsvatn, Hellevatn, Skolandsvatn, Lygne, Rossevatn og Gletne. Nye stasjoner i 1998/99 er innsjøen Gletne, som er første store vann i vassdraget som ble kalket (1988), samt elvestasjonen nedstrøms vannet. Kalkdosereren startet opp i 1991. Stasjonene i Møska og i de ukalkede deler av hovedvassdraget er inkludert som referanser for survannssituasjonen. Undersøkelsen skulle utføres over to år, og prøver skulle bli tatt til samme tid som i 1978 for at resultatene skulle bli mest mulig sammenlignbare. Samme metodikk som ble brukt i 1978, skulle brukes ved prøvetaking. Til forskjell fra 1978 da bunndyrprøvene ble plukket i felt, ble dette utført på laboratoriet i 1998/99.

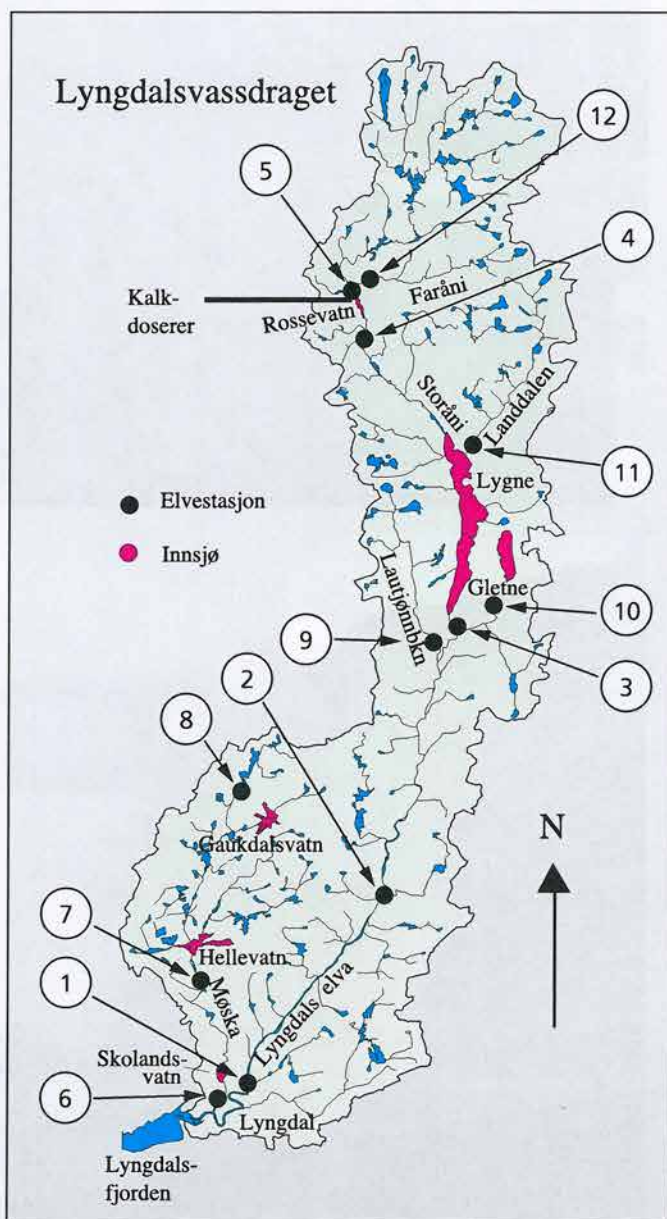
I forbindelse med vassdragsutbyggingsplaner i områdene nord for Eiken (Vest-Agder elektrisitetsverk), ble det foretatt et naturvitenskapelig utredningsarbeid i 1980. Av praktiske grunner ble dette rapportert sammen med resultatene fra undersøkelsene i 1978 (Halvorsen 1981). Av øvrige arbeider på ferskvannsinvertebrater fra området foreligger det kun en liste over arter funnet i driv nedstrøms Lygne og Skolandsvatn (Knutsen unpubl.). Vannkjemisk overvåking av vassdraget i forbindelse med kalking er rapportert i DNS rapportserie av kalkingsprosjekter. Fra tidligere fins det også publiserte data med hovedvekt på kjemi (Holtan et al. 1973, Tollan 1977, Henriksen 1979).

2 Beskrivelse av vassdraget

2.1 Beliggenhet

Lyngdalsvassdraget (**figur 1**) har et nedbørfelt på ca 670 km² og ligger i sin helhet i Vest-Agder fylke med sentrale deler innen kommunene Lyngdal og Hægebostad. Øvre deler av sidevassdraget Møska ligger i Kvinesdal kommune, mens den nordøstlige delen av hovedvassdraget tilhører Åseral kommune.

Fra sitt utspring i fjellområdene mellom Åseral og Kvinesdal i nord renner vassdraget (**figur 2**) sørover til utløp ved Lyngdal. Det renner ut i Lyngdalselva få hundre meter før utløp i havet. Oddevasshøgda (966 m o.h.) i nord er høyeste punkt i nedbørfeltet.



Figur 2. Lyngdalsvassdragets nedbørfelt med prøvetakingsstasjonene inntegnet.
The catchment area of River Lyngdalsvassdraget including sites where samples were taken.



Gletne



Lyngdalselva (st. 2)



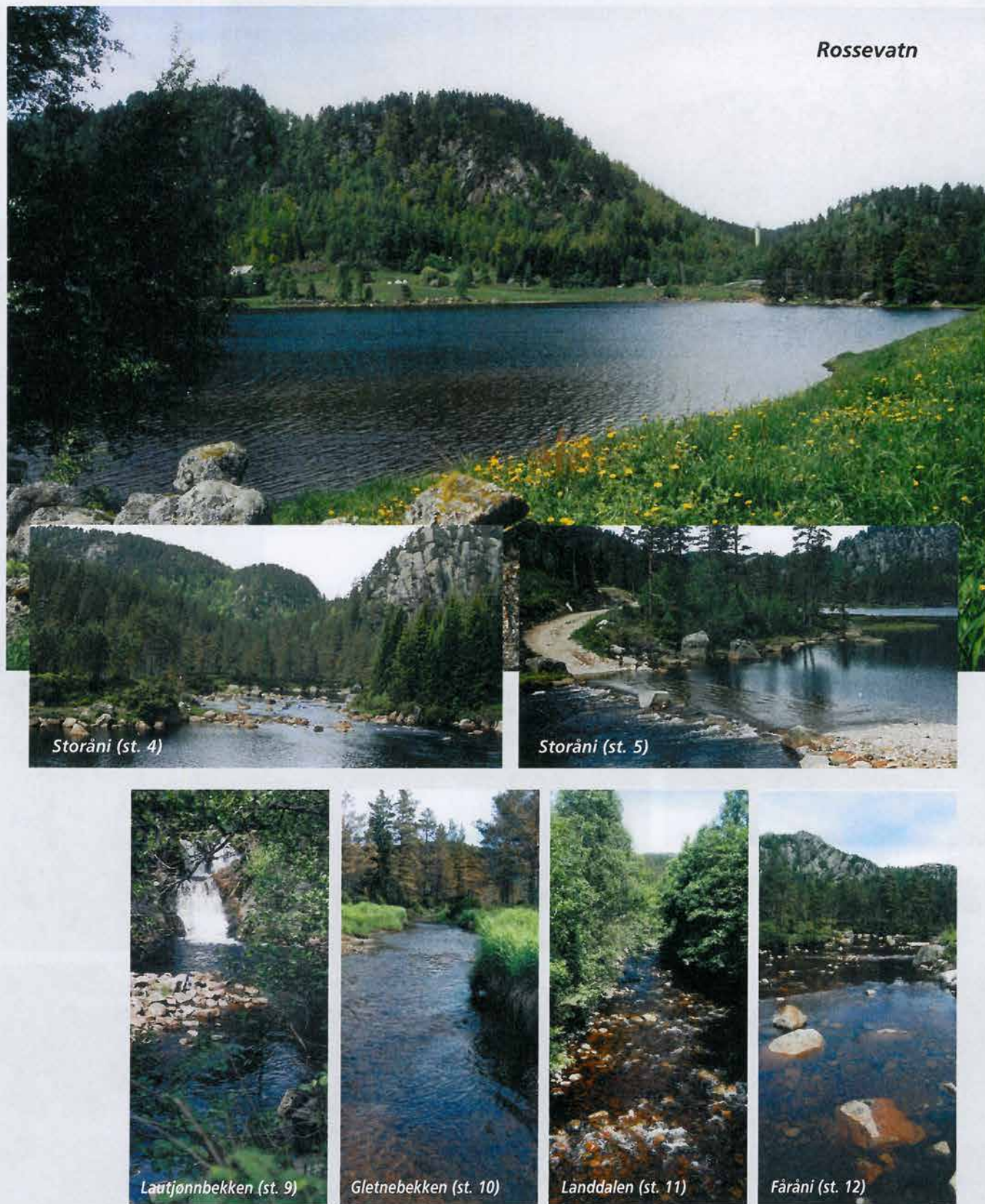
Lyngdalselva (st. 3)



Lyngdalselva (st. 1)



Lygne



Figur 2. Undersøkte lokaliteter i hovedvassdraget.
Investigated sites in the main river Lygne.

Skolandsvatn



Figur 3.
Undersøkte lokaliteter i Møska.
Investigated sites in the river Møska.

Møska I (st. 6)



Møska II (st. 7)



Hellevatn



Gaukdalsvatn



Hidreskog (st. 8)



Vassdraget er rikt på små og mellomstore innsjøer. Lygne (**figur 2**) er størst med beliggenhet sentralt i nedbørfeltet. Innsjøen er lang og smal og orientert nord-syd. Gletne (**figur 2**) som ligger på heia øst for Lygne, er nest største innsjø. Møska (**figur 3**) i vest er største sidevassdrag med et nedbørfelt på ca 120 km². Gaukdalsvatn, Hellevatn og Skolandsvatn er tre innsjøer som Møska renner gjennom, på vei til samløp med Lyngdalselva. Faråni og Landdalen drenerer betydelige arealer i nordøst.

2.2 Klima

Det finnes ikke målestasjoner innen nedbørfeltet, men Konsmo-Eikeland som ligger rett øst for Lyngdalsvassdraget skulle være representativ. Årsnedbøren er her betydelig, med 2258 mm i 1999. Nedbøren må antas å være noe høyere i øvre deler av Lyngdalsvassdraget, mens den avtar noe ut mot kysten. Mesteparten av nedbøren kommer i perioden august-desember med oppunder 200 mm i snitt pr måned. Månedene mars, april og mai har minst nedbør med i underkant av 100 mm pr måned.

2.3 Geologi/kvartærgeologi

Nedbørfeltet ligger i sin helhet innenfor det sydnorske grunnfjellsområdet. Tungt forvitrelige gneis og gneisgranitter dominerer. Overflaten er sterkt bearbeidet av isen og danner et kupert terreng med avrundede former. Vassdraget er relativt fattig på løsmasser. Raet krysser vassdraget sør for Lygne, og de største løsmasseavsetningene befinner seg langs dalbunnen sør for raet (Andersen 1960). Elva har her mange steder gravd seg ned i løsmasser. Bringsjordnes, som ligger mellom Møska og Lyngdalselva der de møtes, er bygd opp av elvtransportert materiale.

Marin grense går ved 20-25 m, og Skolandsvatn er eneste innsjø som ligger under denne (Andersen 1960).

2.4 Vegetasjon

Informasjon vedrørende vegetasjon er blant annet hentet fra Halvorsen (1981).

Vassdraget er dominert av fattige vegetasjonstyper med innslag av edelløvskog i nedre deler. Eikeskoger med innslag av bjørk, rogn og hassel fins i dalsidene til hovedelva sør for Lygne. Ellers er bjørka vanligste treslag, og i områdene over ca 400 m o.h. dominerer den helt. Indre deler av Møska består av røsslyngheier med innslag av blåbærbjørkeskog. Røsslyngheiene nord for Eiken har ofte en fuktigere utforming med innslag av dvergbjørk.

Barskog, med furu som viktigste treslag, er vanlig i de midtre deler av vassdraget. Størst arealer med furuskog fins i områdene like nord og øst for Eiken. Grana har her sin naturlige vestgrense med spredte forekomster. Tregrensa varierer med avstand til kysten, og i de ytre områder ligger den på ca 350 m o.h. I de indre områdene går den opp til omtrent 700 m o.h.

Vannvegetasjonen er relativt godt utviklet i de grunnere innsjøene syd for Rossevatn, med spesielt stort innslag av flaskestarr, botnegras, flotgras og gul nøkkerose. De høyereliggende innsjøene nord for Eiken har gjennomgående en fattig vannvegetasjon.

Blåtopp dominerer både på hellende bakkemyrer og i strandsonen langs elver og innsjøer.

3 Materiale og metoder

Innsamling av materialet foregikk i periodene 10-11/6 og 18-19/8 i 1998 og 11-12/6 og 17-18/8 i 1999. Disse datoene sammenfaller med tidspunktene for prøvetaking i 1978.

Det foreligger kvalitative planktonprøver fra seks innsjølokalteter: Gaukdalsvatn, Hellevatn, Skolandsvatn, Lygne, Rossevatn og Gletne (**tabell 1**). Det ble tatt to håvtrekk fra bunn og opp til overflate (maskevidde 90 mm). I littoralsonen ble det tatt 1-4 håvtrekk (maskevidde 90 mm) avhengig av variasjon i substrat/vannvegetasjon. 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 (cladocerene) er bestemt ved hjelp av Smirnov (1971), Flössner (1972) og Herbst (1976), mens hoppekrepsene (copepodene) er bestemt ved hjelp av Sars (1903, 1918), Rylov (1948) og Kiefer (1973, 1978). Nauplier og copepoditter er ikke artsbestemt.

Krepsdyrmaterialet innsamlet i 1978 og 1999 er analysert med Detrended Correspondence Analysis (DCA) (Hill 1979, Hill &

Gauch 1980) med programmet CANOCO (ter Braak 1987, 1990). Ordinasjon er gjort på forekomst/fravær data for artene i de enkelte prøver. 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. Sure og nøytrale referansevann fra Bjerkreimvassdraget (1996-99) er inkludert i analysen da analyser av dette materialet viste at 1-aksen er sterkt korrelert med pH (Walseng & Sloreid 2000).

Bunndyrundersøkelsen omfattet 12 elvestasjoner hvorav 11 ble prøvetatt i 1978 (**tabell 1**). Ny stasjon i 1998 er stasjonen nedstrøms Gletne. Det foreligger også bunndyrprøver fra de samme seks innsjøer som ble undersøkt med hensyn til krepsdyr.

I både rennende og stillestående vann ble det tatt roteprøver fra et representativt substrat for den enkelte lokalitet (1-8 min). Prøvene ble konserverert på etanol og senere sortert under lupe. Snegl, døgnfluer, steinfluer og vårfluer, som er grupper der tålegrensene med hensyn til forsurening er godt kjent (Fjellheim & Raddum 1990, Lien et al. 1991), ble bestemt til art. Forsuringsindeksene er beregnet etter Fjellheim & Raddum (1990) og Kroglund et al. (1994). Verdien 1 viser et bunndyrsamfunn som ikke er forsuret, mens verdien 0 viser et sterkt skadet samfunn.

Tabell 1

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

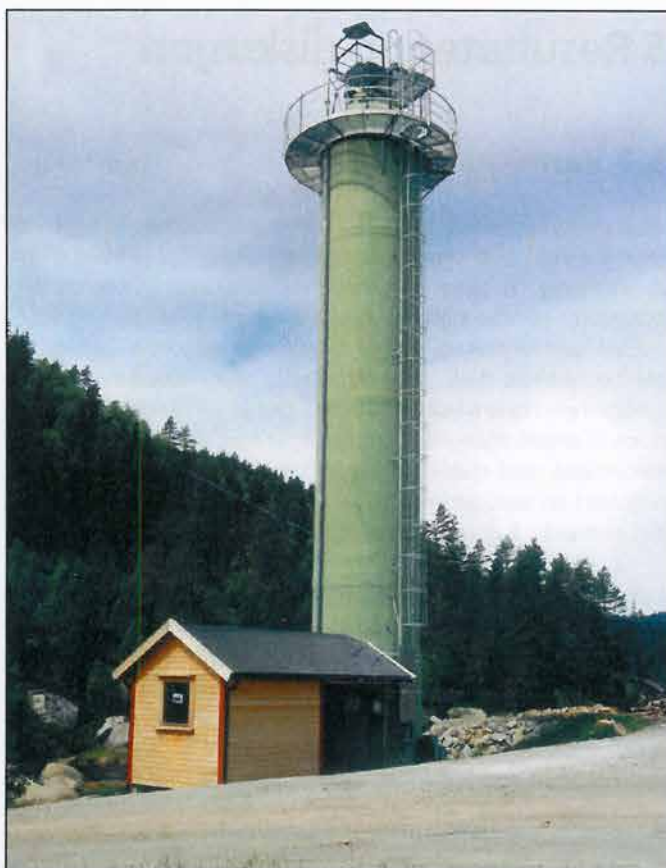
nr no	navn name	h. o. h. m a.s.l.	UTM (32V) UTM (32V)	dyp (m) depth (m)	areal (km ²) areal (km ²)	år year
1	Lyngdalselva I	10	LK 876 493			1978/98
2	Lyngdalselva II	55	LK 939 593			1978/98
3	Lyngdalselva III	175	LK 963 727			1978/98
4	Storåni I	320	LK 904 892			1978/98
5	Storåni II	366	LK 892 904			1978/98
6	Møska I	2	LK 864 483			1978/98
7	Møska II	200	LK 844 537			1978/98
8	Hidreskog	300	LK 853 632			1978/98
9	Lautjønnebekken	180	LK 955 732			1978/98
10	Gletnebekken	370	LK 982 742			1999
11	Landdalen	200	LK 964 836			1978/98
12	Faråni	400	LK 899 909			1978/98
I	Gaukdalsvatn	337	LK 870 635	20	0,88	1978/99
II	Hellevatn	211	LK 840 557	35	1,00	1978/99
III	Skolandsvatn	4	LK 860 490	35	0,31	1978/99
IV	Lygne	188	LK 960 825	40	7,25	1978/99
V	Rossevatn	340	LK 897 907	10	0,25	1978/99
VI	Gletne	321	LK 988 780	35	1,80	1999

4 Kalking og kalkingsmål

Kalkingen av Gletne startet i 1988 med innsjøkalking. Vannet er siden blitt kalket årlig. Det foreligger imidlertid få data med hensyn til kalkmengder og pH-utvikling i vannet.

Hovedvassdraget er siden 1991 kalket ved hjelp av en kalkdoserer plassert rett oppstrøms innløpet til Rossevatn (**figur 4**). I 1999 brukte dosereren 2378 tonn NK3 (86% CaCO_3) (Kaste 2000).

Vannkvalitetsmålet er satt til at Lygne samt Lyngdalselva nedstrøms Kvåsfossen til enhver tid skal ha pH over 5,5 og alkalitet (Alk-E) over 20 mekv/l. Det biologiske målet er å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet til at aure kan leve i Lygne og i kalkede innsjøer i nærområdet. Sjøaure skal kunne leve og reproducere nedstrøms Kvåsfossen.



Figur 4. Kalkdosereren ved Rossevatn.

The lime doser at Lake Rossevatn.



5 Resultater og diskusjon

5.1 Vannkjemi

Med unntak av de to nederste stasjonene i Møska var pH i de ukalkete delene av Lyngdalsvassdraget under 5,0 i 1998 (**figur 5, vedlegg 1**). Ved den nederste stasjonen i Møska, rett oppstrøms samløp med Lyngdalselva, var pH 5,04 i juni og 5,12 i august. Ved Hidreskog, som er den øverste stasjonen i Møska, var pH henholdsvis 4,85 og 4,89. Under snøsmeltingen er sannsynligvis pH i hele Møska under 5,0. Det er vanskelig på grunnlag noen få enkeltmålinger å sammenligne med situasjonen i 1978. I forbindelse med overvåkingen av sur nedbør (SFT 2000) er det registrert en svak bedring av pH på begynnelsen av 90-tallet, og det er rimelig å anta at dette også har vært tilfelle i Møska.

I de øvre deler av hovedvassdraget er det fortsatt meget surt, og i hovedelva oppstrøms kalkdosereren ble det målt 4,60 i juni og 4,64 i august 1998. I Faråni som er den største sidegrenen i den øvre delen av vassdraget, var tilsvarende pH, 4,67 og 4,69. På kalkingsmøte i Kristiansand 2001 ble det hevdet at øvre deler av Kvina og Lyngdalsvassdraget i dag hører til de mest forsurede områdene på hele Sørlandet. Enkeltmålingene i 1998 og 1999 fra Lyngdalsvassdraget bekrefter dette. I følge Kaste (2000) var gjennomsnittet for referansestasjonen oppstrøms doserer 4,76 og 4,81 i respektive 1998 og 1999. Minimumsverdier de to samme årene var henholdsvis 4,68 og 4,55.

Landdalen, som drenerer områdene øst for Lygne, hadde lavest

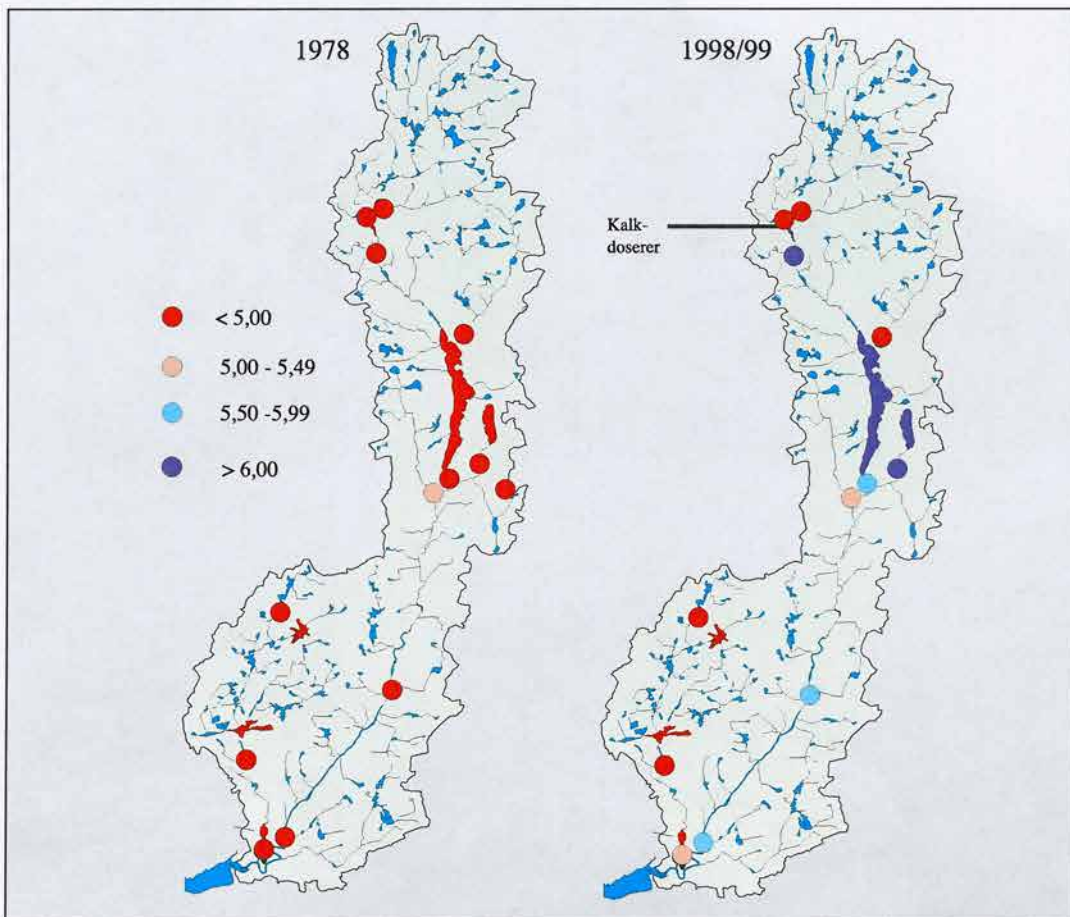
pH i undersøkelsen fra 1978 (pH 4,6). Her ble det registrert noe bedre vannkvalitet i 1998, da det ble målt 4,90 (juni) og 4,88 (august).

I de deler av hovedvassdraget der det har vært kalket siden 1992, ble det registrert en markert bedring i pH. Lygne hadde pH 6,08 i juni og 6,48 i august. NIVAs målinger samme år viste et snitt for året ved utløp av Lygne på 6,17, med pH 5,65 og pH 6,63 som henholdsvis høyeste og laveste verdi (Kaste 2000). pH i Lyngdalselva synker fra utløp av Lygne og ned til stasjonene nedstrøms Kvåsfossen der pH varierte mellom 5,65 og 5,91. NIVA har en automatisk pH-logger ved Vegge, som ligger mellom stasjonene Lyngdalselva I og Lyngdalselva II (Kaste 2000). Ti ganger i løpet av 1999 ble det registrert pH under 5,5, mens det ved to anledninger i 1998 ble målt pH 5,0 ved Vegge. Lavere pH i nedre del av Lyngdalselva sammenlignet med utløpet av Lygne skyldes tilsig av mange små sidebækker med surt vann.

I Rossevatn, nedstrøms kalkdosereren, ble det målt 6,6 og 6,4 i respektive juni og august. Vannet bærer tydelig preg av at det blir kalket rett oppstrøms. Et kalklignende belegg dekker vegetasjonen og bunnsubstratet.

I 1978 var Lautjønn på vestsiden av Lygne eneste lokalitet der pH både i vannet og i utløpsbekken ble målt til over 5,0, dvs 5,2. I 1998, dvs 20 år seinere, er situasjonen i utløpsbekken nesten uendret med pH 5,24 i juni og 5,12 i august.

Gletne, som ikke var med i undersøkelsen i 1978, hadde pH 6,1 i både juni og august 1999. I bekken nedstrøms vannet ble det målt pH 6,2 i 1998.



Figur 5.
pH målt i juni i henholdsvis 1978 og 1998/99.
pH measured in June respectively in 1978 and 1998/99.

5.2 Krepssdyr

5.2.1 Variasjon i artsmangfold

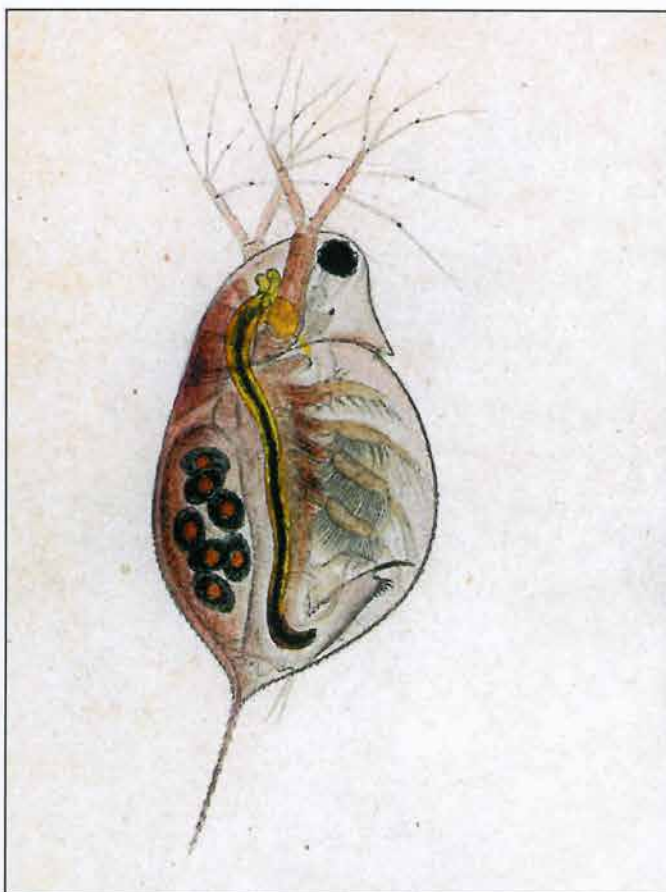
Det er i 1978 og 1999 påvist tilsammen 49 krepssdyrarter, henholdsvis 34 arter vannlopper og 15 arter hoppekrepss (vedlegg 2). Skolandsvatn, Hellevatn, Lygne og Gletne var omtrent like artsrike (figur 6). Artsantallet varierte mellom 27 og 33 arter både i 1978 og 1999. Gaukdalsvatn hadde færrest arter. Her ble det ikke registrert mer enn 20 arter.

Det ble funnet åtte nye arter for vassdraget i forhold til 1978, og sammenligner en de fem lokalitetene som ble undersøkt begge år, ble det registrert 11 nye arter. Av disse kan seks karakteriseres som følsomme mot forurening. To *Daphnia*-arter, *D. cristata* og *D. longispina* (figur 7) var nye for Lygne i 1998. Begge er sjeldne ved pH lavere enn 5,5. Den planktoniske rovformen *Leptodora kindti* (figur 8) var også ny art i Lygne sammenlignet med 1978. Denne er også følsom for lav pH og er blitt kommet inn i Nesvatn etter kalking.

De to littorale krepssdyrartene, *Camptocercus rectirostris* og *Pseudochydorus globosus*, ble funnet Lygne i 1999. Begge er karakterisert som relativt forurensfølsomme og er blant annet blitt mer vanlig i Rore-vassdraget etter at det ble kalket (Walseng et al. 2001).

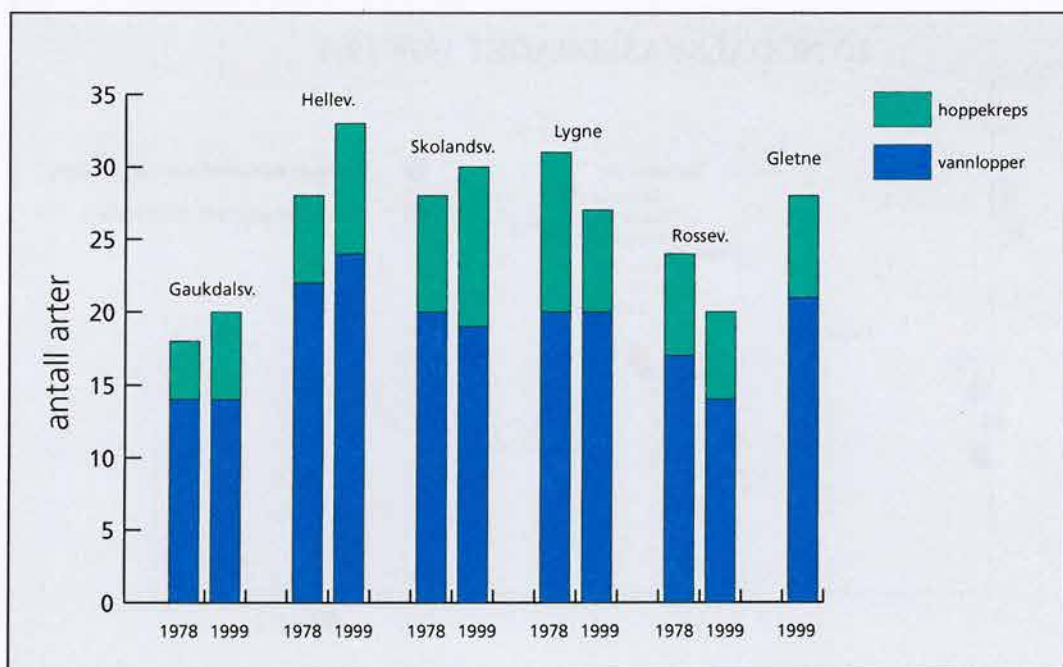
Alona intermedia, som ble registrert i Hellevatn og Gletne i 1999, ble i 1978 bare funnet i Lauvtjønn som den gang var det eneste vannet i Lyngdalsvassdraget med pH over 5,0.

Artslistene for henholdsvis 1978 (fem vann) og 1999 (seks vann) ble analysert ved hjelp av DCA-ordinasjon (jfr metodekapittelet) (figur 9). For at det skulle bli et størst mulig spenn i gradientlengde ble artslistene fra et surt (Maudalsvatn) og et nøytralt referansevann (Oslandsvatn), begge i Bjerkreimvassdraget, inkludert i analysen. Nedveining av sjeldne arter ble benyttet. Forsommer og høstdata ble slått sammen da tidligere

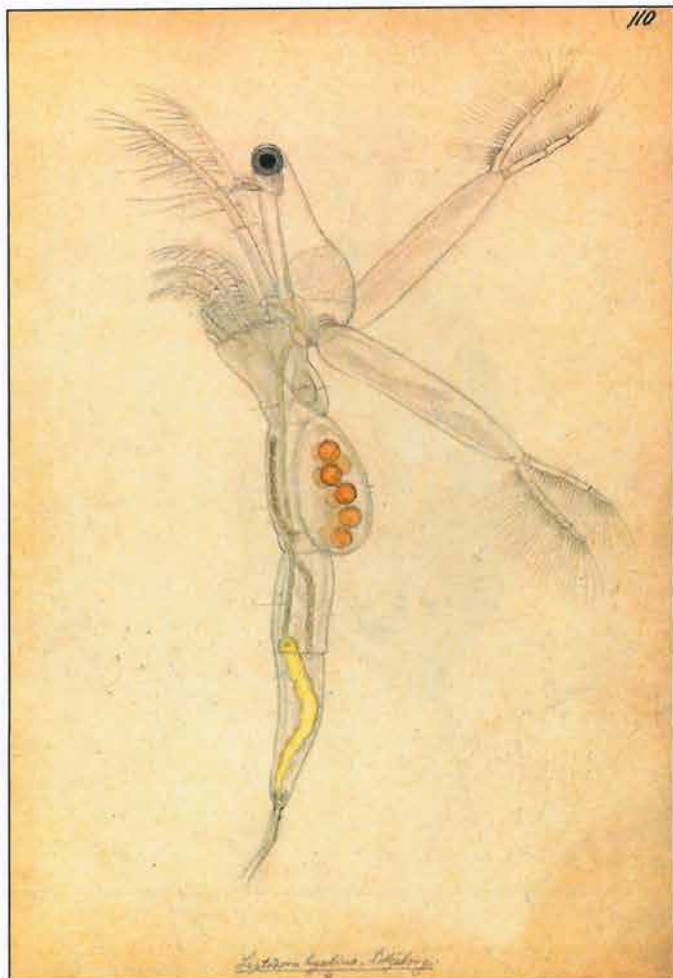


Figur 7.
Vannloppen *Daphnia longispina* (Sars 1992).
The cladoceran *Daphnia longispina* (Sars 1992).

undersøkelser har vist at disse datasettene supplerer hverandre. Erfaring fra andre undersøkelser som inkluderer lokaliteter med variasjon i pH, har resultert i ordinasjonsplott der variasjonen langs 1-aksen er sterkt korrelert med pH.



Figur 6.
Antall registrerte krepssdyr i de undersøkte vannene i 1978 og 1999.
Number of crustaceans in the investigated lakes respectively in 1978 and 1999 (cladocerans in blue, copepods in red).



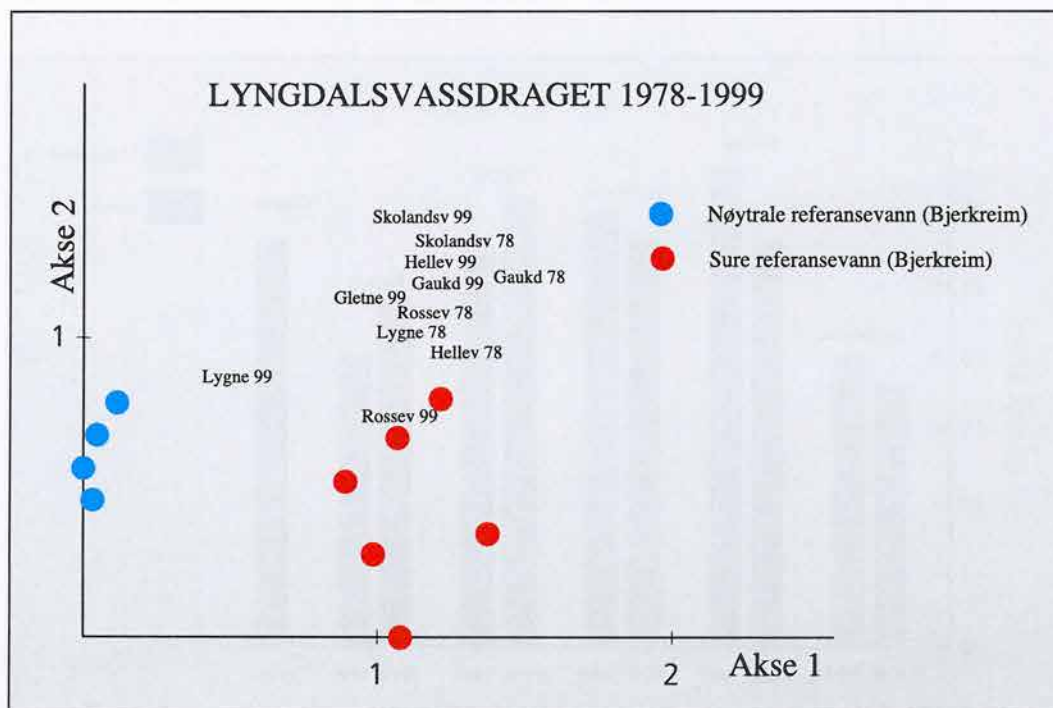
Figur 8.

Vannloppen *Leptodora kindti* (Sars 1992).
The cladoceran *Leptodora kindti* (Sars 1992).

DCA-ordinasjon resulterte i at 31,6% av variasjonen i artssammensetningen i materialet kunne forklares av de to første aksene. At 1-aksen er korrelert med pH, går fram ved at de to referansevannene Oslandsvatn og Maudalsvatn plasserer seg i hver ende av denne aksen. Akselengden er riktignok ikke lenger enn 1,53, men i og med at den helt tydelig reflekterer pH, har vi valgt å bruke DCA og ikke CCA som hadde vært et alternativ. Med unntak av Lygne 99 plasserer alle lokalitetene fra Lyngdalsvassdraget seg i den sure enden av 1-aksen. Gletne ligger riktignok noe nærmere den nøytrale enden av 1-aksen enn de øvrige. Det fins ikke førdata fra denne lokaliteten så det er usikkert hvor denne lokaliteten ville plassert seg før kalking. Korrelasjonen mellom 1-aksen og pH når alle kalkede vann med unntak av Lygne er utelatt fra analysen, var meget signifikant ($r^2=0,91$) (figur 10). Korrelasjonen er noe mindre når Gletne blir inkludert i analysen ($r^2=0,71$). Dette kan tolkes dithen at dette vannet fortsatt har en fauna dominert av survannstolerante arter. *D. longispina*, som var vanlig i planktonet, har riktignok kommet inn som ny art etter at vannet ble kalket. Dersom også Rossevatn inkluderes i analysen, blir korrelasjonen $r^2=0,56$, noe som kan forklares ved at artsinventaret ikke gjenspeiler vannets pH i dag. Plottet som representerer vannet, blir da en outlier i diagrammet.

Figuren viser at Lygne har flyttet seg fra den sure enden og i retning den nøytrale enden av 1-aksen. Dette er et resultat av at flere forsuringfølsomme arter har kommet inn etter kalking. Fortsatt er det forskjeller i artssammensetningen mellom Oslandsvatn og Lygne. Dette skyldes blant annet at Oslandsvatn har flere forsuringfølsomme copepoder enn Lygne.

Maudalsvatn (surt referansevann i Bjerkreimvassdraget) og de sure referansevannene i Lyngdalsvassdraget ligger relativt spredt langs 2-aksen, som har en akselengde på 1,2. Artsrikdommen er gjennomgående høyere i Lyngdalsvassdraget. Det er imidlertid dårlig korrelasjon ($r^2=0,29$) mellom artsrikdom og 2-aksen. Med



Figur 9.

DCA ordinasjon av krepsdyrssammensetningen Lyngdalsvassdraget i henholdsvis 1978 og 1999 basert på forekomst/fravær av alle arter. DCA ordination based on crustacean species (presence/absence) found in River Lyngdalsvassdraget in respectively 1978 and 1999 (neutral reference lakes in blue, acidified references in red, both from the river Bjerkreim)

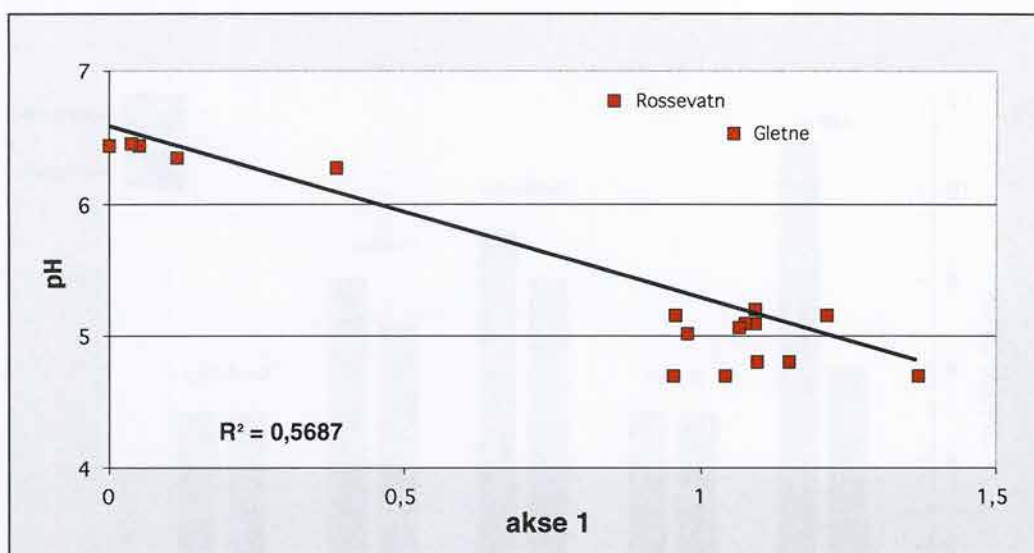
Figur 10.

Korrelasjon mellom pH og

akse 1 (figur 9).

Correlation between pH and

axis 1 (figure 9).



unntak av Hellevatn 1978 ligger alle vannene i Møska øverst langs akse 2. Disse vannene skilte seg fra de øvrige i Lyngdalsvassdraget i 1978 mht farge (Halvorsen 1981).

Rossevatn har ikke respondert på kalking slik som Lygne. Dette til tross for at kalkdoserer ble etablert oppstrøms vannet i 1991. Vannet er artsfattig med mange indifferente arter, det vil si arter som ikke er kjent for å være verken spesielt tolerante eller spesielt følsomme for forurening. Vannet er preget av stor gjennomstrømning. Slike vann er ofte karakterisert ved dårlig utviklete planktonsamfunn, men kan ha en relativt rik littoralfauna (Walseng & Halvorsen 1987).

Artsinventaret i Gletne er fortsatt dominert av survannstolerante arter. Det fins dårlig med pH-data fra vannet, og det er derfor usikkert hvorvidt det er fortsatt sure episoder som har resultert i at flere forureningsfølsomme arter har hatt problemer med å etablere seg.

Med hensyn til de ukalkede vannene i Møska, Skolandsvatn, Hellevatn og Gaukdalsvatn, er det en liten endring i artssammensetning i retning av en noe mindre forureningsskadd fauna. Dette synliggjøres ved en svak forflytning mot den nøytrale enden av akse 1. Datagrunnlaget er selvsagt alt for tynt til å kunne trekke klare konklusjoner, men de observerte endringer i artsinventar kan være en første respons på en noe bedre vannkvalitet.

5.2.2 Planktoniske krepsdyr

Planktonsamfunnene i de seks undersøkte vannene varierte fra fem (tre vannlopper og to hoppekreps) i Gaukdalsvatn og til 11 arter i Lygne (syv vannlopper og fire hoppekreps) (figur 11, tabell 2). Med unntak for Lygne var det små endringer fra 1978 til 1998. Foruten de tre forureningsfølsomme artene, *Daphnia cristata*, *D. longispina* og *Leptodora kindti*, ble også *Mesocyclops leuckarti* registrert i planktonet i Lygne i 1999. Sistnevnte art ble kun funnet i littoralsonen i 1978 og er således ikke ny art for vannet. I Møska økte antall planktoniske arter nedover i vassdraget. I 1999 var det respektive fem arter i Gaukdalsvatn, åtte arter i Hellevatn og ni arter i Skolandsvatn.

Samfunnene i alle vannene var dominert av vannloppen *Bosmina*

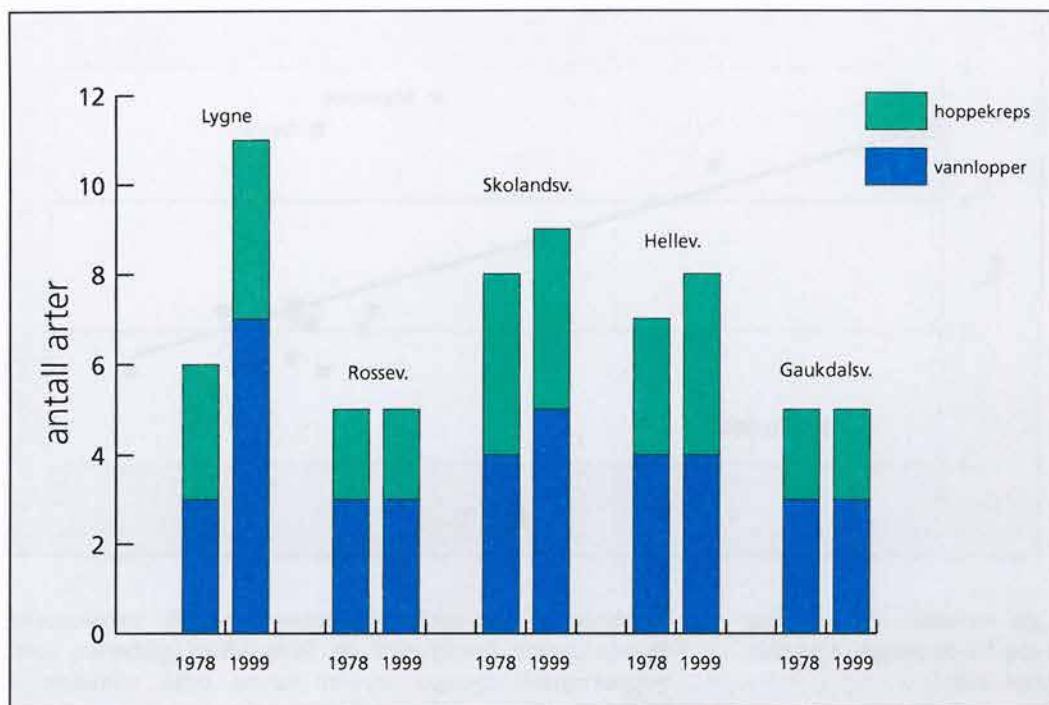
longispina og calanoiden *Eudiaptomus gracilis*. Vannloppene *Diaphanosoma brachyurum* og *Holopedium gibberum* samt hoppekrepsen *Cyclops scutifer* kunne også dominere. I fortsettelsen følger noen kommentarer til enkeltarter.

Diaphanosoma brachyurum ble registrert i planktonet i alle vannene med unntak av Gletne. I de tre vannene i Møska forekom den tallrikt i august og den dominerte i Skolandsvatn (44,0%) og i Gaukdalsvatn (12,8%). I Store Finntjern, som ligger i Aust-Agder (Kaste et al. 1999), ble det funnet størst tetthet av *D. brachyurum* i augustprøvene. I Lygne utgjorde den 1,1 % i august. I 1978 utgjorde den til sammenligning 10,7%.

Det finns eksempler på at *D. brachyurum* har respondert forskjellig på kalking. Hörnström et al. (1992) fant i Sverige en økning og tilbakegang av arten i like mange vann. I Store Finntjern gikk arten tilbake etter kalking, mens i de to nabovannene, Skuggetjern og Lille Finntjern, økte tettheten til *D. brachyurum* etter kalking (Sandøy 1984). *D. brachyurum* er også i mange vann i Sverige funnet i større tettheter etter kalking (Naturvårdsverk 1981, Eriksson et al. 1982, Eriksson et al. 1983). I Gårdsjön var dette den av de nye artene som økte raskest i antall etter kalking. Allerede sommeren etter kalking dominerte den i planktonet (Svensson et al. 1995). En viktig grunn til at denne arten økte i antall til tross for at det samme også var tilfelle for predatorer som svevemygg og vannteger, er sannsynligvis dens evne til å unnsnippe disse (Drenner & McComas 1980). Den er også registrert som ny etter kalking (Hörnström & Ekström 1986). Grunnen til tilbakegang av *D. brachyurum* i Lygne er vanskelig å vurdere ut i fra datagrunnlaget som foreligger, og ut i fra erfaringer fra andre vann som har vært kalket.

Holopedium gibberum, også kjent som gelekreps, manglet helt i Lygne og Rossevatn. Arten utgjorde små andeler i Rossevatn i 1978, mens den dengang også manglet i Lygne. Størst tettheter av arten ble registrert i Skolandsvatn og Gaukdalsvatn. Den var dominant i begge vannene i juni. I Gaukdalsvatn dominerte den også i august. Arten regnes som kalkskyende og i undersøkelser fra bl a Bjerkeimvassdraget har arten gått tilbake etter kalking.

Ceriodaphnia quadrangula ble kun påvist i Rossevatn (0,3%). I 1978 ble den bare funnet i Lauvtjønn der den dominerte totalt i høstprøvene (82,3%). Lauvtjønn var den av de undersøkte lokali-



Figur 11.
Antall planktoniske krepsdyr i 1978 og 1999.
Number of planktonic crustaceans in 1978 and 1999 (cladocerans in blue, copepods in green).

Tabell 2

Planktonsamfunnenes sammensetning i 1978 og 1999 (+ registrert).
Composition of the zooplankton in 1978 and 1999 (+ found).

lokalitet måned	Lygne juni	Lygne aug	Rossev juni	Rossev aug	Skol.v juni	Skol.v aug	Hellev juni	Hellev aug	Gaukd. juni	Gaukd. aug	Gletne juni	Gletne aug
Vannlopper												
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	+	1,1		4,4	3,5	44,0	0,0	8,9		12,8		
Sida crystallina (O.F.M.)												0,0
Holopedium gibberum Zaddach					11,0	4,5	1,7		12,4	10,3	3,7	1,3
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)				0,3								
Daphnia cristata Sars		0,7										
Daphnia longispina (O.F.M.)	2,2	8,2										0,3
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)												
Simocephalus vetula (O.F.M.)												
Bosmina longispina Leydig	66,6	16,0	68,8	94,6	22,6	24,1	64,4	72,5	44,0	38,5	41,8	11,8
Polyphemus pediculus (Leuck.)		1,1			0,3							
Bythotrephes longimanus Leydig		+			0,0	+	+					
Leptodora kindti (Focke)	0,9	0,4										
Hoppekreps												
Eudiaptomus gracilis Sars	2,7	49,3			36,9	8,6	29,2	14,9	31,1	38,5	22,6	3,3
Mixodiaptomus laciniatus												
Heterocope saliens (Lillj.) cal naup cyclopoida	+				0,3	+	3,5	0,2	6,2	+	0,3	0,2
Cyclops abyssorum S.L.	2,7	11,0	25,8		13,7	0,8	1,2	1,1	5,4		9,0	5,7
Cyclops scutifer Sars												
Mesocyclops leuckarti (Claus) naup	21,8	10,3	2,7	0,6	2,2	0,4	0,0	1,4			21,7	17,0
		0,4						0,0				
	3,1	1,8	2,7		9,4	17,7		0,9	0,8		0,9	60,3
Totalt ant ind	2252	14101	186	1575	3711	13303	6923	4371	24100	5071	6550	3001
trekk lengde	40	40	14	10	25	35	35	30	16	20	35	29
ant ind pr m ³	797	4992	188	2230	2102	5382	2801	2063	21329	3590	2650	1465

tene i 1978 med høyest pH. *C. quadrangula* er i Sverige både registrert som ny art etter kalking (Naturvårdsverk 1981, Hörnström et al. 1992) og som en art som har økt i antall (Hultberg & Andersson 1982, Alenäs 1986). Tilbakegang er også konstatert (Hillbricht-Ilkowska et al. 1977, Hörnström et al. 1992).

Daphnia longispina, som ble registrert i både Lygne og Gletne i 1999, er tidligere ikke funnet i Lyngdalsvassdraget. I Lygne forekom den forholdsvis tallrikt og i august utgjorde den 8,0% av planktonet. I Gletne var den mer sjelden og utgjorde kun 0,3 i august. Her ble den ikke påvist i juni. *D. longispina* er vurdert som en av de sikreste indikatorartene på en bedret vannkvalitet. Den fins i omtrent halvparten av vann med pH høyere enn 5,5. Det er kjent at *Daphnia* sp kan overleve i bunnsedimentet i mange år og egg kan klekke når forholdene ligger til rette (Weider et al. 1997). Dette forklarer hvorfor arten ofte responderer raskt på en bedret vannkvalitet. Yndesdalsvatnet er eksempel på et vann der *D. longispina* har etablert seg etter kalking (Walseng et al. 1995). I 1999 ble den også påvist i Fyresvatn for første gang (Walseng & Bongard 2000). Dette vannet ble kalket i 1997.

Fra Sverige er det i flere lokaliteter dokumentert at *Daphnia*-arter kommer inn etter kalking (Eriksson et al. 1982, Hultberg & Andersson 1982, Hasselrot et al. 1984, Alenäs 1986, Hörnström & Ekström 1986, Hörnström et al. 1992). I vann der *Daphnia* sp er tilstede før kalking er det påvist økning i antall etter kalking (Eriksson et al. 1983, Nyberg 1984, 1995).

Daphnia cristata ble registrert i Lygne i august og er liksom *D. longispina* en ny art for vassdraget. *D. cristata* er utbredt over hele landet fra Finnmark i nord til Jæren i sørvest (Walseng & Halvorsen 1996). Den er imidlertid vanligst i de sørøstlige deler av landet. Som de fleste *Daphnia*-artene er den følsom for forsuring og er bare i noen få lokaliteter registrert ved pH under 5,5. Den er registrert i flere vann i Østfold etter kalking (Walseng & Hansen 1994). I Sverige er den liksom *D. longispina* funnet i Stora Härsjön etter kalking (Appelberg 1995).

Bosmina longispina dominerte planktonsamfunnene i Lyngdalsvassdraget både i 1978 og i 1999. Den er den vanligste vannloppen i Norge, og i Sør-Norge er den påvist i nesten alle lokaliteter. Den formerer seg partenogenetisk i løpet av sommermånedene, og antall individer kan derfor variere mye.

Arten er svært tolerant overfor ekstreme miljøer, og den er i Nord-Sverige funnet i en lokalitet med pH 3,3 (Vallin 1953). I Norge er den funnet ved pH 3,9 i Nordmarka/Krokskogen (Jørgensen 1972). Arten opptrer med høy frekvens ved alle pH verdier, med størst andel av lokalitetene når pH ligger mellom 4,5 og 5,0. Ved pH lavere enn 4,5 avtar frekvensen til ca 60%.

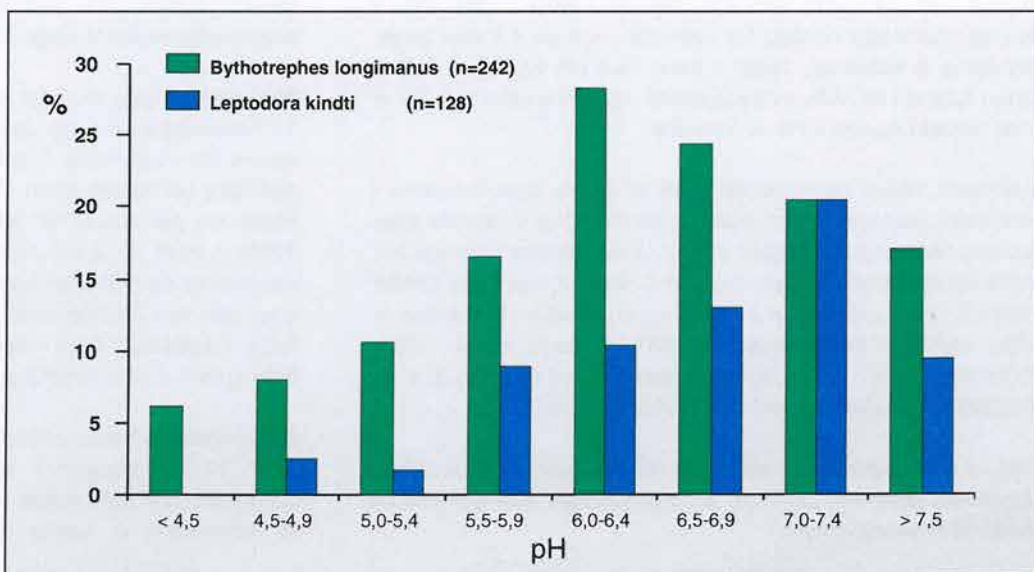
Polyphemus pediculus ble påvist i planktonet i Lygne i både 1978 og 1999. I tillegg ble den også registrert planktonisk i Skolandsvatn i 1999. Arten som er predator er vanlig i littoralsonen der den kan forekomme i høye tettheter. Den er imidlertid en planktonlittoral form dvs at den kan vandre ut i pelagialen og også forekomme her. *P. pediculus* er kommet inn som ny art i både Gårdsjön (Henrikson & Oscarson 1984) og Store Härsjön (Eriksson et al. 1982) etter kalking. Under eksperimentelle betingelser fant Arvola et al. (1986) arten kun ved pH 5,0 eller høyere.

Bythotrephes longimanus er en stor rovform som ble funnet i Lygne, Skolandsvatn og Hellevatn både i 1978 og 1999. Den forekommer sjelden i store tettheter og den utgjorde aldri mer enn 1,0% av planktonsamfunnet. Verken fra Norge eller Sverige foreligger det dokumentasjon på at denne arten er kommet inn som følge av en bedret vannkvalitet. Forekomsten til arten i Norge viser at den er tolerant i forhold til lav pH og forekommer også i mange vann med pH lavere enn 5,0 (**figur 12**).

Leptodora kindti ble funnet i Lygne både i juni og august 1999. Den ble ikke registrert i Lyngdalsvassdraget i 1978 og er derfor ny art for vassdraget. *L. kindti* er en stor planktonisk rovform som sjelden er funnet i lokaliteter med pH under 5,5, og den er aldri registrert i de sureste lokalitetene (pH < 4,5) (**figur 12**). Høyest frekvens (20%) forekommer i vann der pH ligger mellom 7,0 og 7,5. Arten er hyalin (gjennomsiktig) og er favorisert i vann med stor fiskepredasjon. Den er registrert som ny art i Nesvatn etter kalking. I ti undersøkte innsjøer i midt-Sverige ble den registrert som ny art i to vann mens den hadde økt i antall i fire andre etter kalking (Hörnström et al. 1992).

Eudiaptomus gracilis manglet i Rossevatn 1999. Med unntak av Gletne var den dominerende copepode, og det var kun *B. longispina* som forekom i større antall. Situasjonen var den samme i 1978. Dominans av disse to artene er meget vanlig i sure

Figur 12.
Forekomst (%) av vannloppen *Bythotrephes longimanus* og *Leptodora kindti* i forhold til pH for 2500 undersøkte lokaliteter i Norge.
Occurrence (%) of the caldocerans *Bythotrephes longimanus* and *Leptodora kindti* relative to pH (data from 2500 localities in Norway).



vann på Sørlandet. *E. gracilis* er vanligst i vann med pH fra 4,5 til 5,0 der den er funnet i overkant av halvparten av lokalitetene. Frekvensen avtar med økende pH, og den er funnet i vann med pH opp til 7,97, i Transjøen nær Gardermoen (Halvorsen et al. 1994). Interessant er det imidlertid at pH 4,5 ser ut til å være en nedre grense for *E. gracilis*. Arvola et al. (1986) fant eggbærende hunner ved pH 4,0, men ved pH 3,5 og 3,0 ble den ikke funnet. Etter kalking er det i Sverige registrert både en økning (Hörnström et al. 1992), en tilbakegang (Eriksson et al. 1982, Alenäs, Andersson et al. 1991, Hörnström 1992) og at situasjonen er uendret med hensyn til artens forekomst (Hultberg & Andersson 1982, Henrikson et al. 1984, Hörnström et al. 1992). Endringer i dominansforhold hos *E. gracilis* i forbindelse med kalking må i første rekke tilskrives biotiske forhold.

Heterocope saliens ble registrert i alle lokalitetene med unntak av Rossevatn. Situasjonen var den samme i 1978. Høyest andel (6,2%) ble funnet i Gaukdalsvatn i juni da vannet hadde pH 4,95. *Heterocope saliens* er en art som forekommer med klart høyest frekvens i sure lokaliteter. Den er funnet i ca 70% av vannforekomstene med pH fra 4,5 til 5,0. Den er funnet ved pH 3,9 i Nordmarka/Kroksgogen (Jørgensen 1972) og i Løyningvatn nordøst for Nesvatn ved pH 4,0 (Walseng & Halvorsen 1988). Frekvensen avtar med økende pH og ved pH høyere enn 7,0 er den funnet i mindre enn 20 % av lokalitetene.

Cyclops abbyssorum ble påvist fåtallig i Skolandsvatn i 1999. I 1978 ble den i tillegg også registrert i Rossevatn. I Bjerkreimvassdraget dominerer arten i Svelavatn som liksom Skolandsvatn og Rossevatn er et vann med stor gjennomstrømning. I Norge er den sjelden funnet ved pH under 5,5 (2%) og aldri ved pH lavere enn 4,5. Den er funnet i ca 10% av lokalitetene med pH over 5,5.

Cyclops scutifer manglet kun i Gaukdalsvatn. Den dominerte i Lygne og Gletne mens den forekom fåtallig i Rossevatn, Skolandsvatn og Hellevatn. I 1978 manglet den også i Rossevatn mens den forekom fåtallig i de øvrige vannene, dvs også i Lygne. Den er vår vanligste planktoniske hoppekreps, og den er utbredt over hele landet fra lavland til høyfjell. Den viser en utrolig variasjon i livssyklus (Halvorsen & Elgmork 1976, Elgmork 1981, Elgmork 1985, Elgmork & Eie 1989).

C. scutifer er relativt tolerant overfor lav pH, men er aldri funnet ved pH lavere enn 4,0. Den er funnet i seks vann i Napetjernområdet nordøst for Fyresvatn med pH 4,4 eller lavere (Walseng & Halvorsen 1988). I vann med pH fra 4,5 til 5,0 er arten funnet i ca 35% av lokalitetene. I pH-intervallet 5,0-7,0 er den funnet i nesten 60% av vannene.

I Nesvatn, Nisser og Fyresvatn, som er de tre store innsjøene i Arendalsvassdraget, er det registrert en økning av *C. scutifer* etter kalking (Walseng & Bongard 2000). Undersøkelser i Sverige har også vist at *Cyclops* sp, sannsynligvis *C. scutifer*, i de fleste tilfeller synes å være favorisert av kalking, og en økning i bestanden er ofte registrert (Naturvårdsverk 1981, Eriksson et al. 1983, Hörnström et al. 1992). Undersøkelser har vist at arten bl a får nedsatt eggproduksjon ved lav pH (Arvola et al. 1986).

Det vil være naturlig å konkludere med at funn av *C. scutifer* i Rossevatn samt den markerte økningen i Lygne kan tilskrives en bedring av vannkvaliteten.

Mesocyclops leuckarti er mindre vanlig enn *C. scutifer*. Den forekommer ofte i grunne lokaliteter og i littoralsonen til større innsjøer. Den ble registrert i planktonet i Lygne og Hellevatn i 1999. I 1978 ble den kun registrert i Lauvtjønn. I fylkene Telemark, Aust- og Vest-Agder forekommer arten hyppigere ved gunstig pH enn i sure lokaliteter. I 155 vann med pH under 5,0 er den registrert i 12%, mens den i lokaliteter med pH høyere enn 6,0 (30 lok.) er funnet i 37 % av lokalitetene.

5.2.3 Littorale krepsdyr

Vannloppene *B. longispina*, *Chydorus sphaericus* og *P. pediculus* dominerte oftest i littoralsonen (**vedlegg 3**). Ved enkeltbesøk ble det også registrert dominans av *Sida crystallina*, *Holopedium gibberum* og *Alonopsis elongata*. Blant hoppekrepsene var det kun *Heterocope saliens* som kunne dominere, mens *Eucyclops serrulatus* var den som ble registrert i flest tilfelle. Skolandsvatn, Hellevatn og Gletne var de mest artsrike vannene med i underkant av 30 arter. Rossevatn var den klart mest artsfattige med kun 15 arter tilsammen.

I fortsettelsen følger en kommentar til littoralsamfunnene i de enkelte vannene.

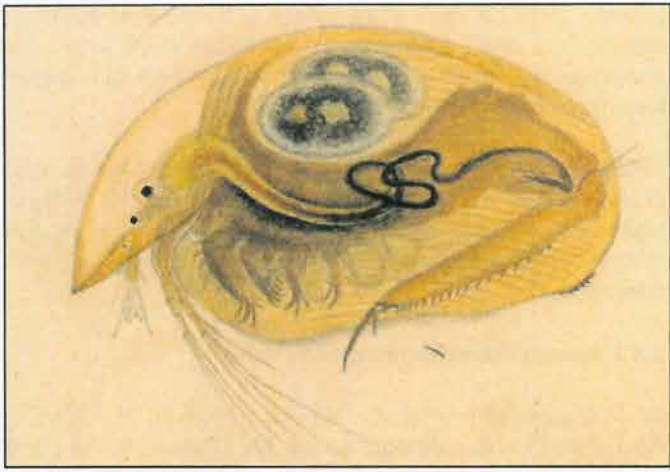
Lygne hadde et forholdsvis artsfattig littoralsamfunn bestående av kun 19 arter, 15 vannlopperarter og kun fire hoppekrepsarter. Dette er færre enn i 1978 da det ble registrert 28 arter. Blant arter som ble registrert i 1978, men som manglet i 1999, er de survannstolerante vannloppene *Alona rustica* og *Alonella excisa* samt hoppekrepsen *Diacyclops nanus*. Vannloppen *Acantholeberis curvirostris*, som også er kjent for å være svært forsuringstolerant, ble funnet begge år.

Nye arter som kan settes i sammenheng med en bedret vannkvalitet er vannloppene *Camptocercus rectirostris* (**figur 13**) og *Pseudochydorus globosus*. **Figur 14** viser de to artenes forekomst i forhold til pH.

P. pediculus dominerte i juni og august både i 1978 og 1999. I 1978 dominerte den bl a sammen med *Alonella excisa* som manglet helt i 1999. Dette er en forsuringstolerant art som er funnet i 70% av lokaliteter med pH under 5,0. I august 1999 dominerte den sammen med *Pleuroxus truncatus*, som ble påvist fåtallig i 1978, og som kan karakteriseres som en moderat forsuringfølsom art. Stor dominans av denne kan være en direkte eller indirekte følge av kalkingen.

Rossevatn hadde det mest artsfattige littoralsamfunnet med kun 11 vannlopperarter og fire hoppekrepsarter. *B. longispina* dominerte i juni mens *C. sphaericus* dominerte sammen med *P. pediculus* om høsten. Vann med stor gjennomstrømning, slik som Rossevatn, har ofte et rikt littoralsamfunn (Walseng & Halvorsen 1987). I 1978 var artsrikdommen noe større, 21 arter (16 arter vannlopper og fem arter hoppekreps). Littoralfaunaen bestod av arter som kan karakteriseres som indifferente i forhold til pH. Et fattig krepsdyrsamfunn i Rossevatn kan være forårsaket av et belegg som dekket vegetasjonen og bunnsubstratet i vannet.

Skolandsvatn hadde et forholdsvis rikt littoralsamfunn med 24 arter, 17 vannlopperarter og syv hoppekrepsarter. Det totale artsantallet var det samme i 1978. Survannstolerante arter som *A. curvirostris*, *A. rustica* og *D. nanus* ble funnet begge år.



Figur 13. Vannloppen *Camptocercus rectirostris* (Sars 1992).
The cladoceran *Camptocercus rectirostris* (Sars 1992).

Monospilus dispar, som kan karakteriseres som moderat følsom, var ny art i 1999. Ellers ble ingen forsuringfølsomme arter registrert som nye i 1999.

Det var total dominans av *P. pediculus* både i juni og august 1999. I 1978 var det total dominans av *B. longispina* i juni, mens *D. brachyurum* dominerte sammen med *B. longispina* i august.

Hellevatn hadde det rikeste littoralsamfunnet med 29 arter, 22 vannlopperarter og syv hoppekrepsarter. Også i 1978 ble det registrert mange littoralarter i vannet, tilsammen 26 arter (21 vannlopper og fem hoppekreps). De survannstolerante artene *A. curvirostris*, *A. rustica* og *D. nanus* ble funnet begge år. *Alona intermedia* er en moderat følsom art som var ny i 1999. Kun ett av ca 80 funn av denne arten i Norge er gjort ved pH under pH 5,0. Hellevatn hadde pH henholdsvis 4,95 i juni og 5,23 i august 1999 dvs nær nedre grense for hva arten synes å tolerere.

Hellevatn hadde total dominans av *B. longispina* i juni og av

Alonopsis elongata i august. Situasjonen var den samme i 1978, da det riktignok var noen flere arter som var dominante i august.

Gaukdalsvatn hadde det fattigste littoralsamfunnet av de tre vannene i Møska med 18 arter, 13 vannlopperarter og fem hoppekrepsarter. De survannstolerante artene *A. rustica* og *D. nanus* ble funnet begge år. Liksom i Skolandsvatn ble *M. dispar* funnet i august.

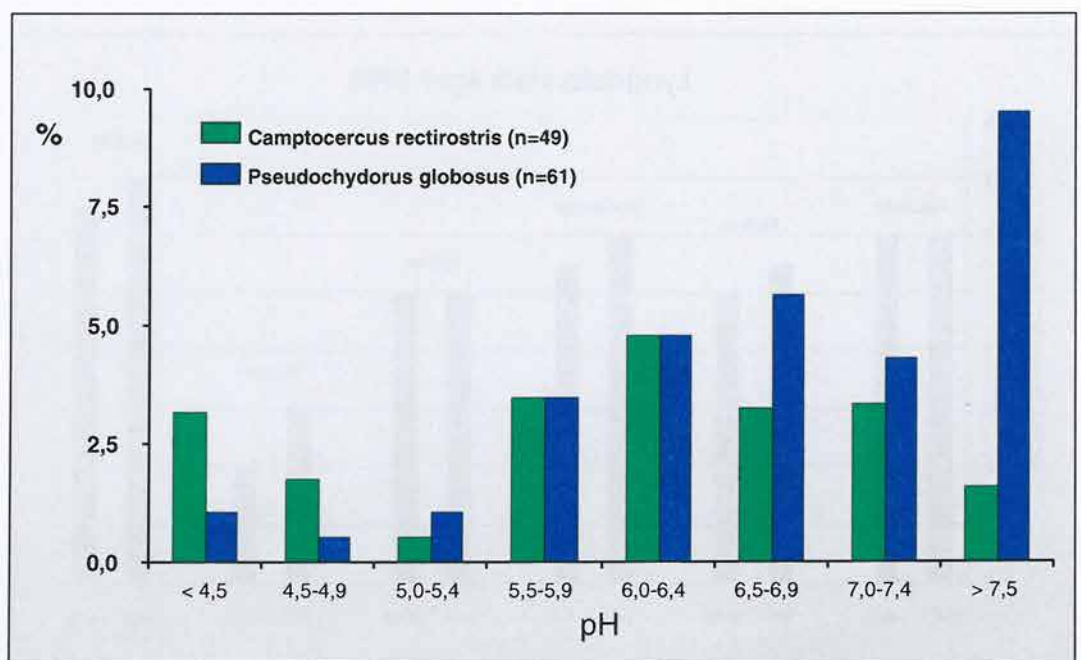
Calanoiden *H. saliens* dominerte i juni, mens *H. gibberum* dominerte i august. Begge artene er normalt vanligst i pelagialen. *B. longispina* utgjorde i 1978 mer enn 50% ved begge besøk. I august var i tillegg *A. elongata* dominant.

Gletne hadde et rikt littoralsamfunn med 27 arter, 20 vannlopperarter og syv hoppekrepsarter. *D. longispina* ble funnet i littoralsonen og sammen med *A. intermedia* indikerer disse artene små forsuringsskader. Survannsindikatoren *A. rustica* ble imidlertid også registrert. I juni var det total dominans av *Acroperus harpae*, en art som ikke var dominant i noen av de øvrige vannene. I august var *S. crystallina* og *B. longispina* dominerende arter.

Med hensyn til littorale vannlopper foreligger det så langt meget sparsomt med opplysninger vedrørende reetablering av arter etter kalking. Fra Gårdsjön foreligger det imidlertid littorale prøver fra både før og etter kalking (Henrikson et al. 1984). Den mest interessante slekten i forsuringssammenheng, *Alona* sp, er her ikke bestemt til artsnivå. *Acantholeberis curvirostris*, som er en forsuringstolerant art (Potts & Fryer 1979), forsvant etter kalking. Det samme var også tilfelle i Stora Holmavatten (Hasselrot et al. 1984).

I Bowland Lake (Canada) ble det registrert økning av littorale krepsdyrarter etter kalking (Keller et al. 1990). Blant artene som kun ble registrert etter kalking, var bl a *Acroperus harpae* og *Alona guttata*, som i Norge er regnet for å være relativt forsuringstolerant.

Figur 14.
Forekomst (%) av
vannloppene *Camptocercus rectirostris* og
Pseudochoydorus globosus i
forhold til pH for 2500
undersøkte lokaliteter i
Norge.
Occurrence (%) of the
caldocerans *Camptocercus rectirostris* and
Pseudochoydorus globosus
relative to pH (data from
2500 localities in Norway).



5.3 Bunndyrfaunaen

5.3.1 Bunndyrfaunaen i stillestående vann

Gletne var representert med flest bunndyrgrupper, tilsammen 16, hvorav 14 både i juni og september (**figur 15, vedlegg 4**). De eneste gruppene som manglet var buksvømmere og ryggsvømmere. Dette er grupper som er følsomme for fiskepredasjon. Rosse vann hadde færrest bunndyrgrupper, seks i juni og kun fire i september. I de øvrige vannene varierte antallet mellom 10 og 13.

Snegl (*Lymnea* sp) ble registrert i Gletne i juni. I forsuringssammenheng er snegl sett på som en sikker indikator på en bedret vannkvalitet. Den har også kommet inn etter kalking av Audna, Vikedalselva og Bjerkreimvassdraget (Scourfield & Harding 1958, Walseng & Nøst 1998). Mange av igleartene er også assosiert med en god vannkvalitet. Hundigle (*Erpobdella octoculata*) og tøyet flatigle (*Helobdella stagnalis*), som blant annet ble funnet Gaukdalsvann, synes imidlertid å være relativt forsuringstolerante. Den førstnevnte er blant annet registrert i Maudalsvatnet i Bjerkreimvassdraget som er referanse vann for survannssituasjonen i dette vassdraget.

I 1978 ble det registrert muslinger i grabbprøver fra tilsammen syv vann i vassdraget, hvorav flere av vannene måtte karakteriseres som sterkt forsuringsskadet. Artsbestemmelse av muslinger i 1978 resulterte i tre arter som alle ble karakterisert som forsuringstolerante. I 1998/99 ble ikke muslinger bestemt til art.

Det ble med sikkerhet registrert fem døgnfluearter i 1999 (**vedlegg 5**). *Cloeon dipterum* og *C. inscriptum* er nye arter for vassdraget. Slekten *Cloeon* er vurdert som en følsom gruppe (Raddum & Fjellheim 1984). I august var begge artene vanlig forekommende i Gletne, mens det ble registrert tre individer *C. inscriptum* i Lygne i august. *Siphonorus alternatus*, *Heptagenia fuscogrisea* og *Leptophlebia* sp er survannstolerante arter og ble funnet både i 1978 og i 1999.

Liksom i 1978 ble det i 1999 funnet få individer av steinfluer, tilsammen 5 arter. Gletne og Lygne hadde fleste arter med tilsammen fire. Ingen av artene kan karakteriseres som spesielt forsuringfølsomme.

Av vårfluer ble det registrert 17 taxa. Vårfluene ble ikke bestemt til art i 1978 slik at det er ikke mulig å sammenligne de to årene. Ingen av artene som ble funnet i 1999 kan karakteriseres som sjeldne. Toleranse i forhold til pH er lite kjent for vårfluer i stillestående vann.

5.3.2 Bunndyrfaunaen i rennende vann

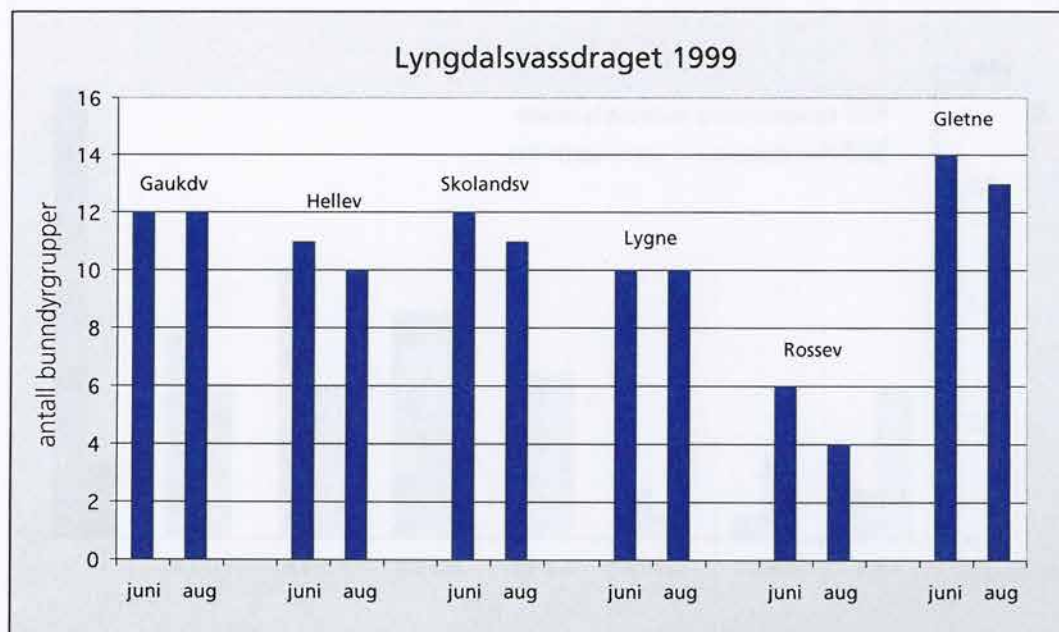
Antall grupper av invertebrater varierte mellom 10 og 13 ved de 12 elvestasjonene (**vedlegg 6a og 6b**). Døgnfluer var oftest dominerende gruppe etterfulgt av steinfluer og vårfluer. Muslinger (*Bivalvia*) var vanlig ved de to nederste stasjonene i Lyngdalselva samt i Storåni sør for Rosse vann. Det ble registrert to individer i Gletnebekken. Det ble ikke funnet muslinger i lokaliteter med pH rundt 5,0 eller lavere (Møska, Faråni og Storåni oppstrøms kalkdoserer).

Biller, både larver og adulte, ble funnet i store tettheter ved de to nederste stasjonene i Lyngdalselva samt i Lautjørnbekken og Gletnebekken. Med unntak av Gletnebekken, som ikke ble undersøkt i 1978, var biller dominerende gruppe ved de samme stasjonene også i 1978.

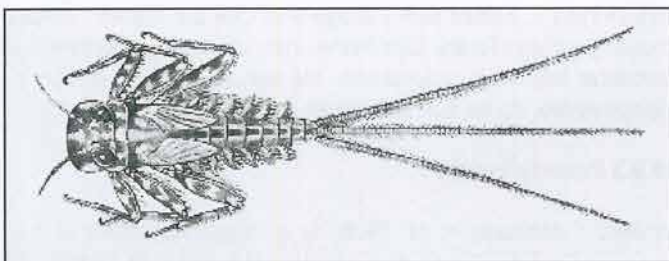
Døgnfluer (Ephemeroptera)

I 1978 ble det kun registrert tre survannstolerante arter i vassdraget hvorav to *Leptophlebia*-arter, *L. vespertina* og *L. marginata* samt *Heptagenia fuscogrisea* (**figur 16**). Disse artene var typiske for sørlandsregionen på 70- og 80-tallet. I en omfattende undersøkelse fra Tovdalsvassdraget (Saltveit 1980) ble kun disse registrert, og liksom i Lyngdalsvassdraget var det de to *Leptophlebia*-artene som dominerte.

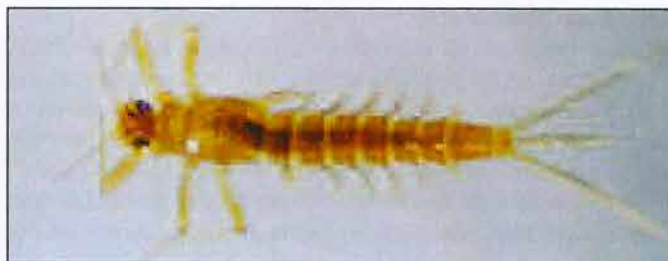
Tre nye arter, *Baetis rhodani* (**figur 17**), *Cloeon* sp og *H. sulphurea* ble funnet i 1998 (**vedlegg 7a og 7b**). *B. rhodani* (**figur 18**) var ny art ved alle stasjoner som var berørt av kalking



Figur 15.
Antall bunndyrgrupper representert i vannene.
Groups of bottom dwelling animals found in the lakes.



Figur 16. Døgnfluen *Heptagenia fuscogrisea*.
The mayfly *Heptagenia fuscogrisea*.



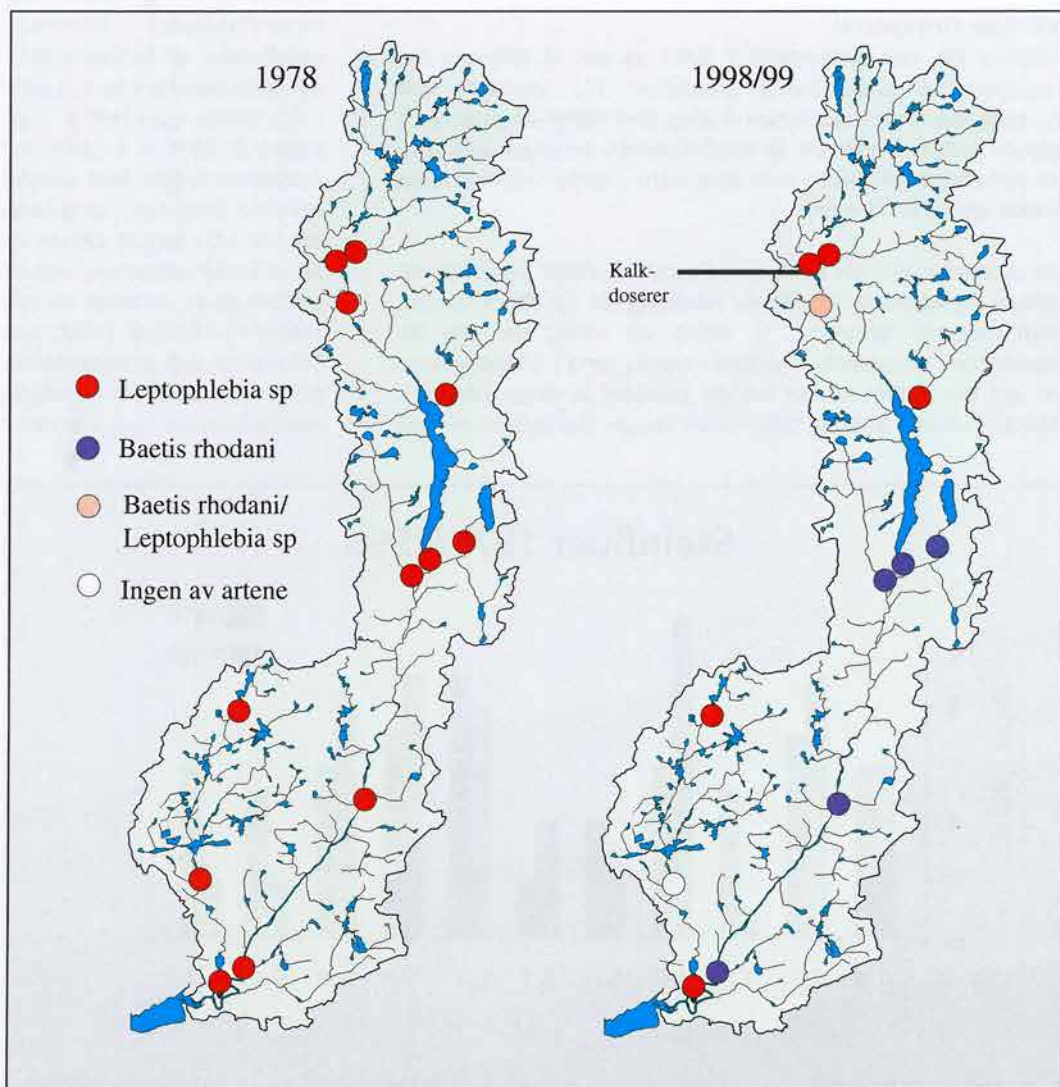
Figur 17. Døgnfluen *Baetis rhodani*.
The mayfly *Baetis rhodani*.

og da med størst tettheter nedstrøms utløpet av Lygne. Også i Gletnebekken som har hatt en gunstig pH på hele 90-tallet ble det registrert store tettheter av arten. Interessant var også funnet av mer enn hundre individer *B. rhodani* i Lautjønnbekken i august. Her ble arten ikke registrert i juni. Lautjønnbekken var den av funnlokalitetene som hadde lavest pH, 5,24 i juni og 5,12 i august. Under snøsmeltingen og på forsommeren må vi anta at pH har vært ennå lavere. Normalt regner en pH 5,5 som nedre grense for arten (Raddum & Fjellheim 1984) slik at ut fra pH skulle en ikke vente å finne arten i bekken. Den er imidlertid også tidligere registrert ved pH ned mot 5,0, og det er rimelig å anta at pH i løpet av sommeren kan ha vært mer gunstig enn det som ble registrert under prøvetakingen i august. Det er kort avstand

fra hovedelva, som hadde høye tettheter av *B. rhodani*, og opp til stasjonen i Lautjønnbekken.

Cloeon sp, som også er ny art for Lyngdalsvassdraget, ble også funnet i Lautjønnbekken, riktignok kun ett individ. Det er vanskelig å forklare at denne arten, som normalt trives best ved pH over 6,0 (Raddum & Fjellheim 1984), ble funnet her.

Store tettheter av *B. rhodani* nedstrøms kalkdoserer og i Gletnebekken indikerer at pH er relativt stabil over året uten sure episoder. Tettheten til arten var klart størst ved stasjonen nedstrøms utløpet av Lygne der pH også var gunstigst.



Figur 18.
Forekomsten av døgnfluene *Baetis rhodani* og *Leptophlebia* sp i Lyngdalsvassdraget i 1978 og 1998.
Occurrence of the mayflies *Baetis rhodani* and *Leptophlebia* sp in the River Lyngdalsvassdraget in respectively 1978 and 1998.

Steinfluer (Plecoptera)

Det ble registrert 12 arter steinfluer både i 1978 og 1998. Lautjønnbekken var den mest artsrike med tilsammen ni arter, fire arter i juni og syv arter i august. Høy artsrikdom tyder på at bunnsubstratet er variert og tilbyr egnede nisjer for bunndyr. Lautjønnbekken var den lokaliteten som hadde gunstigst pH i 1978, og er fortsatt den av de ukalkete lokalitetene som har best vannkvalitet. Høy artsrikdom av steinfluer i sure lokaliteter viser at denne gruppen er generelt mindre forsuringfølsom enn døgnfluer (figur 19).

Diura nanseni, *Nemoura avicularis* og *Leuctra digitata* var nye arter i 1998 (vedlegg 7a og 7b). Hvorvidt dette har sammenheng med en bedret vannkvalitet i deler av vassdraget er usikkert. *N. avicularis* ble kun funnet i deler av vassdraget som er påvirket av kalking, det vil si i Lyngdalselva nedstrøm utløpet av Lygne. *D. nanseni* ble funnet i Lyngdalselva nedstrøms doserer samt i Lautjønnbekken og Gletnebekken. Lautjønnbekken er ikke påvirket av kalking, men skulle ha en akseptabel vannkvalitet for en art som er registrert ned mot pH 5,0. *L. digitata* ble funnet i Gletnebekken og i Storåni oppstrøms kalkdoserer. Funnet i Storåni viser at arten er relativt forsuringstolerant.

Amphinemura standfussi, *A. sulcicollis* og *Nemurella picteti* ble funnet i 1978 men manglet i 1998. All disse tre artene er kjent for å være forsuringstolerante og er funnet ned mot pH 4,5 (Raddum & Fjellheim 1984).

Vårfluer (Tricoptera)

Vårfluer ble kun artsbestemt i 1998 da det til sammen ble registrert 16 arter. Størst artsrikdom ble registrert ved Lyngdalselva II med tilsammen ti arter. Den nederste stasjonen i Møska hadde ni arter slik at artsrikdommen avhenger ikke bare av surhetsgraden. De to øvre stasjonene i dette sidevassdraget hadde imidlertid få arter.

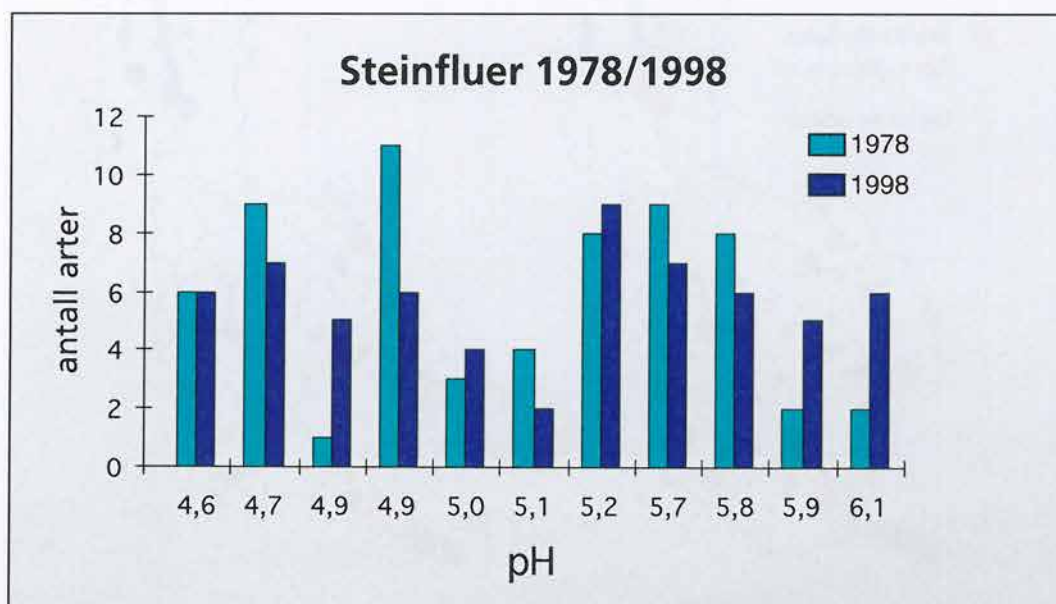
Tre av artene som ble funnet, *Hydropsyche siltalai*, *Lepidostoma hirtum* og *Apatania stigmatella* (vedlegg 7a og 7b) er vurdert som moderat følsomme. *H. siltalai* var vanlig ved alle tre stasjonene i Lyngdalselva, nederst i Møska samt i Gletnebekken. At det ble funnet relativt mange individer av arten nederst i Møska indikerer at arten tåler relativt lav pH. Det samme er også

tilfelle med *L. hirtum* som i tillegg til at den ble funnet i Møska, også var vanlig i Faråni. Den tredje arten som er karakterisert som moderat følsom, *A. stigmatella*, ble kun funnet ved stasjon II i Lyngdalselva, og da kun ett individ.

5.3.3 Bunndyrindeks

Indeks 1 (Walseng et al. 1995) er en forsuringindeks som er basert på toleransen til invertebrater etter følgende system: De mest følsomme artene for forsuring gir indeks 1, moderate følsomme arter 0,5, mens forsuringstolerante arter gir indeks 0,1. Dette skyldes innslag av *Baetis rhodani*. Også Lautjønnbekken har indeks 1. Steinfluen *Leuctra fusca* ble funnet fåtallig i Møska i 1978, mens den ble funnet tallrikt oppstrøms doserer. I 1998 ble det funnet små nymfer av *L. digitata/fusca* ved de to øverste stasjonene i Møska, mens *L. hippopus* ble funnet ved den nederste stasjonen. *L. fusca* er karakterisert som moderat følsom og gir derfor indeks 0,5. Det er et spørsmål hvorvidt denne arten burde vært karakterisert som forsuringstolerant i og med at den forekommer tallrikt i områder som hører til de mest forsuringsskadete delene av Sør-Norge. Ertemuslinger, som i følge indeks 1 tåler surhet ned mot 4,80, ble i 1978 funnet ved lavere pH i indre deler av Lyngdalsvassdraget.

Indeks 2 (Raddum et al. 1988) inkluderer biotiske responser på suboptimal vannkvalitet. Den legger vekt på forholdet mellom *B. rhodani* og antall tolerante steinfluer for å avdekke begynnende forsuringsskader i rennende vann. I lokaliteter med god vannkvalitet er forholdet mellom følsomme døgnfluer og tolerante steinfluer nesten alltid > 1, mens den i pH-området 5,5 – 6,0 synker raskt mot 0. Uten følsomme døgnfluer tilstede var indeks 2 alltid 0 i 1978. I 1998 hadde alle tre stasjonene nedstrøms Lygne samt Gletnebekken indeks 1. Det vil si, den nederste stasjonen i Lyngdalselva hadde indeks 0,1 i juni, mens den var 1,0 i august. pH var respektive 5,7 i juni og 5,9 i august. NIVAs kontinuerlige pH-overvåkingstasjon ved Vegge, som ligger mellom de to nederste bunndyrstasjonene, registrerte 21 dager med pH under 5,5. I både januar og mars ble det målt pH 5,0. Tilførsel av surt smeltevann fra mange sidebekker bidrar til lave pH-verdier. Dette er sannsynligvis den indirekte årsaken til at indeks 2 var lav i juni ved den nederste stasjonen.



Figur 19.

Forekomsten av antall steinfluarter i forhold til pH. Occurrence of plectoptera relative to pH.

6 Konklusjon

Undersøkelsen av Lyngdalsvassdraget har vist at forsuringfølsomme invertebrater har etablert seg i deler av vassdraget som er kalket, både i rennede og stillestående vann. Undersøkelser fra 1978 viste at faunaen dengang bare bestod av forsuringstolerante arter. Lyngdalsvassdraget oppstrøms doserer samt Møska har fortsatt betydelige forsuringsskader, og pH bekrefter at denne delen av vassdraget hører til de mest forsurete delene av Sørlandet i dag. Små endringer i krepsdyrfaunaen gir en liten indikasjon på en mulig naturlig bedring i Møska, som ikke er kalket.

7 Sammendrag

I 1973 ble Lyngdalsvassdraget midlertidig vernet i 10 år for at naturvitenskapelige og andre interesser skulle utredes nærmere. Som en følge av dette ble det i 1978 gjort undersøkelser av invertebrater i rennende og stillestående vann som konkluderte med betydelige forsuringsskader.

Storskalakalking med blant annet oppstarting av kalkdoserer, ble igangsatt i 1991. I denne sammenheng startet DN overvåking av vannkjemi og fisk for å kunne vurdere effekten av kalkingstiltakene. I 1998/99 ble det også bevilget penger til å kartlegge invertebratfaunaen etter kalking.

Lyngdalsvassdraget har et nedbørfelt på ca 670 km² og ligger i sin helhet i Vest-Agder fylke med sentrale deler innen kommunene Lyngdal og Hægebostad.

Fra sitt utspring i fjellområdene mellom Åseral og Kvinesdal i nord renner vassdraget sørover til utløp ved Lyngdal. Møska i vest er største sidevassdrag med et nedbørfelt på ca 120 km². Det renner ut i Lyngdalselva få hundre meter før utløp i havet. Lygne er største innsjø med beliggenhet sentralt i nedbørfeltet.

Årsnedbøren er her betydelig og avtar noe ut mot kysten. Mesteparten av nedbøren kommer i perioden august-desember med oppunder 200 mm i snitt pr måned.

Nedbørfeltet ligger i sin helhet innenfor det sydnorske grunnfjellsområdet. Tungt forvitrelige gneis og gneisgranitter dominerer. Overflaten er sterkt bearbeidet av isen og danner et kupert terreng med avrundede former. Vassdraget er relativt fattig på løsmasser. Marin grense går ved 20-25 m, og Skolandsvatn er eneste innsjø som ligger under denne.

Vassdraget er dominert av fattige vegetasjonstyper med innslag av edelløvkog i nedre deler. Ellers er bjørka vanligste treslag og i områdene over ca 400 m o.h. dominerer den helt. Barskog, med furu som viktigste treslag, er vanlig i de midtre deler av vassdraget. Tregrensa varierer med avstand til kysten, og i de ytre områder ligger den på ca 350 m o.h. I de indre områdene går den opp til omtrent 700 m o.h. Vannvegetasjonen er relativt godt utviklet i de grunnere innsjøene syd for Rossevatn, med spesielt stort innslag av flaskestarr, botnegras, flotgras og gul nøkkerose.

Undersøkelsen omfatter 12 elvestasjoner og seks vann: Gaukdalsvatn, Hellevatn, Skolandsvatn, Lygne, Rossevatn og Gletne. Nye stasjoner i 1998/99 er innsjøen Gletne, som er første store vann i vassdraget som ble kalket (1988), samt elvestasjonen nedstrøms vannet.

Innsamling av materialet foregikk i periodene 10-11/6 og 18-19/8 i 1998 og 11-12/6 og 17-18/8 i 1999. Disse datoene sammenfaller med tidspunktene for prøvetaking i 1978.

Med unntak av de to nederste stasjonene i Møska var pH i de ukalkete delene av Lyngdalsvassdraget under 5,0. I de øvre deler av hovedvassdraget er det fortsatt meget surt, og i hovedelva oppstrøms kalkdosereren ble det målt 4,60 i juni og 4,64 i august. I Faråni, som er den største sidegrenen i den øvre delen av vassdraget, var tilsvarende pH 4,67 og 4,69.

I de deler av hovedvassdraget der det har vært kalket siden 1992, ble det registrert en markert bedring i pH. Lygne hadde pH 6,08 i juni og 6,48 i august. I Rossevatn, nedstrøms kalkdosereren, ble det målt 6,64 og 6,41 i respektive juni og august. Vannet bærer tydelig preg av at det blir kalket rett oppstrøms, og et kalklignende belegg dekker vegetasjonen og bunnsubstratet. Gletne, som ikke var med i undersøkelsen i 1978, hadde pH 6,79 i juni og pH 6,76 i august 1999. I bekken nedstrøms vannet ble det målt pH 6,2 i 1998.

Det er i 1978 og 1999 påvist tilsammen 49 krepsdyrarter, henholdsvis 34 arter vannlopper og 15 arter hoppekreps. Det ble funnet åtte nye arter for vassdraget i forhold til 1978, og sammenligner en de fem lokalitetene som ble undersøkt begge år, ble det registrert 11 nye arter. Av disse kan seks karakteriseres følsomme mot foruring. To *Daphnia*-arter, *D. cristata* og *D. longispina* var nye for Lygne i 1998. Begge er sjeldne ved pH lavere enn 5,5. Den planktoniske rovformen *Leptodora kindti* var også ny art i Lygne sammenlignet med 1978. Denne er også følsom for lav pH og er bl a kommet inn i Nesvatn etter kalking.

De to littorale krepsdyrartene, *Camptocercus rectirostris* og *Pseudochydorus globosus*, ble funnet Lygne i 1999. *Alona intermedia*, som ble registrert i Hellevatn og Gletne i 1999, ble i 1978 bare funnet i Lauvtjønn som den gang var det eneste vannet i Lyngdalsvassdraget med pH over 5,0.

DCA-ordinasjon resulterte i at 31,6% av variasjonen i artssammensetningen i materialet kunne forklares av de to første aksene. 1-aksen var korrelert med pH. Med unntak av Lygne 99 plasserer alle lokalitetene fra Lyngdalsvassdraget seg i den sure enden av 1-aksen. Gletne ligger riktignok noe nærmere den nøytrale enden av 1-aksen enn de øvrige. Når Gletne og Rossevatn utelukkes fra ordinasjonsanalysen, var korrelasjonen mellom pH og 1-aksen ($r^2=0,91$). Korrelasjonen er 0,71 når Gletne blir inkludert i analysen, og 0,56 når også Rossevatn tas med.

Planktonsamfunnene i de seks undersøkte vannene varierte fra fem (tre vannlopper og to hoppekreps) i Gaukdalsvatn og til 11 arter i Lygne (syv vannlopper og fire hoppekreps). Med unntak for Lygne var det små endringer fra 1978 til 1998. I Møska økte antall planktoniske arter nedover i vassdraget og det var respektive fem arter i Gaukdalsvatn, åtte arter i Hellevatn og ni arter i Skolandsvatn.

Samfunnene i alle vannene var dominert av vannloppen *Bosmina longispina* og calanoiden *Eudiaptomus gracilis*. Vannloppene *Diaphanosoma brachyurum* og *Holopedium gibberum* samt hoppekrepsen *Cyclops scutifer* kunne også dominere.

Vannloppene *B. longispina*, *Chydorus sphaericus* og *Polyphemus pediculus* dominerte oftest i littoralsonen. Ved enkeltbesøk ble det også registrert dominans av *Sida crystallina*, *Holopedium gibberum* og *Alonopsis elongata*. Blant hoppekrepsene var det kun *Heterocope saliens* som kunne dominere, mens *Eucyclops serrulatus* var den som ble registrert i flest tilfelle. Skolandsvatn, Hellevatn og Gletne var de mest artsrike vannene med i underkant av 30 arter. Rossevatn var den klart mest artsfattige med kun 15 arter tilsammen.

Blant innsjøene var Gletne representert med flest bunndyr-

grupper, tilsammen 16, hvorav 14 både i juni og september. De eneste gruppene som manglet var buksvømmere og ryggsvømmere som begge er følsomme for fiskepredasjon. Rossevann hadde færrest bunndyrgrupper, seks i juni og kun fire i september. I de øvrige vannene varierte antallet mellom 10 og 13. Snegl (*Lymnea* sp), som ble registrert i Gletne i juni, er i foruringsssammenheng sett på som en sikker indikator på en bedret vannkvalitet. Det ble med sikkerhet registrert fem døgnfluearter i 1999 hvorav *Cloeon dipterum* og *C. inscriptum* er nye arter for vassdraget. Av steinfluer og vårflyer ble det registrert respektive fem og 17 taxa.

Antall grupper av invertebrater i rennende vann varierte mellom 10 og 13 ved de 12 elvestasjonene. Døgnflyer var oftest dominerende gruppe etterfulgt av steinfluer og vårflyer. Muslinger (*Bivalvia*) var vanlig ved de to nederste stasjonene i Lyngdalselva samt i Storåni sør for Rossevann.

Tre nye døgnfluearter, *Baetis rhodani*, *Cloeon* sp og *H. sulphurea* ble funnet i 1998. *B. rhodani* var ny art ved alle stasjoner som var berørt av kalking. Ved alle fire stasjonene nedstrøms kalkdoserer ble arten registrert og da med størst tettheter nedstrøms utløpet av Lygne. Også i Gletnebekken, som har hatt en gunstig pH på hele 90-tallet, ble det registrert store tettheter av arten. Store tettheter av *B. rhodani* nedstrøms kalkdoserer og i Gletnebekken indikerer at pH er relativt stabil over året uten sure episoder.

Det ble registrert 12 arter steinfluer både i 1978 og 1998. Lauvtjønnbekken var den mest artsrike med tilsammen ni arter, fire arter i juni og syv arter i august. Høy artsrikdom av steinfluer i sure lokaliteter viser at denne gruppen er generelt mindre foruringsfølsom enn døgnflyer. *Diura nanseni*, *Nemoura avicularis* og *Leuctra digitata* var nye arter i 1998.

Det ble registrert 16 vårflyerarter. Størst artsrikdom ble registrert ved Lyngdalselva II med tilsammen ti arter. Tre av artene som ble funnet, *Hydropsyche siltalai*, *Lepidostoma hirtum* og *Apatania stigmatella* er vurdert som moderat følsomme. *H. siltalai* var vanlig ved alle tre stasjonene i Lyngdalselva, nederst i Møska samt i Gletnebekken.

Bunndyrindeks 1 og 2 indikerer begge at det ikke er foruringskader verken nedstrøms kalkdoserer eller i Gletne og Gletnebekken. I de ukalkede delene av vassdraget er det fortsatt foruringskader.

8 Litteratur

- Alenäs, I. 1986. Kalkningsprosjektet Härskogen 1976-86. Swedish Environm. Res. Inst., B 846.
- Alenäs, I., Andersson, B. I. & Hultberg, H. 1991. Liming and reacidification reactions of a forest lake ecosystem, lake Lysevatten, in SW Sweden. *Water, Air, Soil and Pollut.* 59: 55-77.
- Andersen, B.G. 1960. Sørlandet i sen- og postglacial tid. NGU 210. 142 s.
- Appelberg, M. 1995. Liming strategies and effects: the Lake Stora Härsjön case study. Liming of acidified surface waters. A Swedish synthesis. L. Henrikson and Y. W. Brodin, Berlin. Springer Verlag: 339-351.
- Arvola, L., Salonen, K., Bergström, I., Heiänen, A. & Ojala, A. 1986. Effects of experimental acidification on phyto-, bacterio- and zooplankton in enclosures of a highly humic lake. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 71(6): 737-758.
- Drenner, R.W. & McComas, S.R. 1980. The role of zooplankton escape ability and fish size selectivity in the selective feeding and impact of planktivorous fish. Evolution and ecology of zooplankton communities. W. C. Kerfoot. New Hampshire, Hanover, N.H., Univ. Press: 587-593.
- Elgmork, K. 1981. Extraordinary prolongation of the life cycle in a freshwater planktonic copepod. *Holarct. Ecol.* 4: 278-290.
- Elgmork, K. 1985. Prolonged life cycles in the planktonic copepod *Cyclops scutifer* Sars. *Verh. int. Ver. Limnol.* 22: 3154-3158.
- Elgmork, K. & Eie, J.A. 1989. Two- and three-year life cycles in the planktonic copepod *Cyclops scutifer* in two high mountain lakes. *Holarct. Ecol.* 12: 60-69.
- 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.
- Eriksson, F., Hörnström, E., Mossberg, P. & Nyberg, P. 1983. Ecological effects of lime treatment of acidified lakes and rivers in Sweden. *Hydrobiologia* 101: 145-164.
- Fjellheim, A. & Raddum G.G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The science of the Total Environment* 96: 57-66.
- Flössner, D. 1972. Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüßer, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. - *Tierwelt Deutschl.* 60: 1-501.
- Halvorsen, G. 1981. Hydrografi og evertebrater i Lyngdalsvassdraget i 1978 og 1980. *Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp.* 26: 1-89.
- Halvorsen, G. & Elgmork K. 1976. Vertical distribution and seasonal cycle of *Cyclops scutifer* Sars (Crustacea, Copepoda) in two oligotrophic lakes in southern Norway. *Norw. J. Zool.* 24: 142-160.
- Halvorsen, G., Sloreid, S.E., Sporsheim, P. & Walseng, B. 1994. Ferskvannsbioologiske undersøkelser av grytehullsjøene i Gardermo-området. NINA Forskningsrapport 57: 1-42.
- Hasselrot, B., Andersson, B.I. & Hultberg, H. 1984. Ecosystem shifts and reintroduction of arctic char (*Salvelinus salvelinus* (L.)) after liming of a strongly acidified lake in Southwestern Sweden. *Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm* 61: 78-92.
- Henriksen, A. 1979. Regionale undersøkelser av innsjøers kjemi Sør-Norge vinteren 1979. SNSF-prosjektet TN 50/79. 24 s.
- Henrikson, L. & Oscarson, H.G. 1984. Lime influence on macroinvertebrate zooplankton predators. *Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm* 61: 93-103.
- Henrikson, L., Oscarson, H.G. & Stenson, J.A.E. 1984. Development of the crustacean zooplankton community after lime treatment of the fishless Lake Gårdsjön, Sweden. *Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm* 61: 104-114.
- Herbst, H.V. 1976. Blattfusskrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüßer und Wasser- flöhe). - Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart, 130 s.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. 1980. Detrended corespondence analysis; an improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47-58.
- Hill, M. O. 1979. DECORANA - A Fortran program for detrended corespondence analysis and reciprocal averaging. Cornell University, Ithaca, New York.
- Hillbricht-Ilkowska, A., Rybak, B. I., Kajak, Z., Dusoge, K., Ejsmont-Karabin, J., Spodniewska, I., Weglénska, T. & Godlewska-Lipowa, W.A. 1977. Effect of liming on a humic lake. *Ekol. pol.* 25(3): 379-420.
- Holtan, H., Holvik, Ø. & Knutzen, J. 1973. Regionale vassdragsutredninger for Vest-Agder. NIVA 0-160/72. 80s.
- Hultberg, H. & Andersson, I.B. 1982. Liming of acidified lakes: induced long-term changes. *Water, Air, and Soil Pollut.* 18: 311-331.
- Hörnström, E. & Ekström, C. 1986. Acidification and Liming Effects on Phytoplankton in Some Swedish West Coast Lakes, Statens naturvårddsverk.
- Hörnström, E., Ekström, C. & Andersson, P. 1992. 10 Mellansvenska sjöar, kalkningseffekter på plankton och vattenkemi., Statens naturvårddsverk. 29 sider.
- Jørgensen, I. 1972. Forandringer i strukturen til planktoniske og littorale 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.

- Kaste, Ø. 2000. Lygnavassdraget -Vannkjemi - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. DN-Notat 2000-2, s. 167-189.
- Kaste, Ø., Brettum, P., Kleiven, E., Kroglund, F., Oug, E. & Walseng, B. 1999. Store Finntjern i Aust-Agder. Vannkjemisk og biologisk utvikling i løpet av 15 år med kalking. NIVA-rapport. ISBN 82-577-3632-5.: 72 s.
- Keller, W., Molot, L. A., Griffiths, R.W. & Yan, N.D. 1990. Changes in the zoobenthos community of acidified Bowland Lake after whole lake neutralization and lake trout (*Salvelinus namaycush*) reintroduction. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 47: 440-445.
- 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.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G.G., Staurnes, M., Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. DN - Utredning 1994-10: 98.
- Lien, L., Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II. Norsk Institutt for Vannforskning. Rapport nr. O-89185-2.
- Naturvårdsverk, F.S. 1981. Kalkning av sjøar og vattendrag. Informasjon frå Søtvattenslaboratoriet, Drottningholm (1981) 4: 1-201.
- Nyberg, P. 1984. Impact of Chaeborus predation on planktonic crustacean communities in some acidified and limed forest lakes in Sweden. *Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm* 61: 154-166.
- Nyberg, P. 1995. Liming strategies and effects: the Lake Västra Skälsjön case study. Liming of acidified surface waters. A Swedish synthesis. L. Henrikson and Y. W. Brodin. Berlin, Springer Verlag: 327-338.
- Potts, W.T.W. & Fryer, G. 1979. The effects of pH and salt content on sodium balance in *Daphnia magna* and *Acantholeberis curvirostris* (Crustacea: Cladocera). *J. comp. Physiol.* 129: 289-294.
- Raddum, G. & A. Fjellheim 1984. Acidification and early warning organisms in freshwater in Western Norway. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22: 1973-1980.
- Raddum, G.G., Fjellheim, A. & Hesthagen, T. 1988. Monitoring of acidification through the use of aquatic organism. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 23: 2291-2297.
- Rylov, W.M. 1948. Freshwater Cyclopoida. Fauna USSR, Crustacea 3 (3). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1963, 314 s.
- Saltveit, S.J. 1980. Bunndyr i elver og bekker i Tovdal, Aust-Agder. *Rapp. Lab. Ferskv.øk. Innlandsfiske, Oslo*, 42: 1-50.
- 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. 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.
- Scourfield, D. J. & Harding 1958. utbredelse *A.excigua/excisa* jfr Quade 1969.
- SFT 2000. Overvåking av langtransportert forurendet luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 1999. SFT- rapport 804/00. TA-1748/2000."
- Smirnov, N.N. 1971. Chydoridae. Fauna USSR, Crustacea 1 (2). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1974, 644 s.
- Svensson, J.-E., Henrikson, L., Larsson, S. & Wilander, A. 1995. Liming strategies and effects: The lake Gårdsjön case study. Liming of acidified surface waters. A Swedish synthesis. L. Henrikson and Y. W. Brodin. Berlin, Springer Verlag: 309-325.
- ter Braak, C.J.F. 1987. CANOCO-a FORTRAN program for canonical community ordination by (partial) (detrended) (canonical) correspondance analysis, principal components analysis and redundancy analysis (Version 2.1). - TNO Institute of Applied Computer Sci.
- ter Braak, C.J.F. 1990. Update notes: CANOCO version 3.10. Agriculture Math. Group, Wageningen. 35 pp.
- Tollan, A. 1977. Sur nedbør og noen alternative kilder som årsak til forsuring av vassdrag. SNSF-prosjektet. 156 s.
- Vallin, S. 1953. Zwei acidotrophe Seen im Küstengebiet von Nordschweden. *Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm* 34: 167-189.
- 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. & Halvorsen, G. 1987. Vannkjemi og krepsdyr i Åbjøra og Reinavassdraget, Oppland fylke. *Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp.* 113: 1-55.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1988. Krepsdyrundersøkelser i forbindelse med byggingen av Napetjern kraftverk. Økoforsk Utredning 1988, 15: 1-41.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996. Vannlopper. Limnofauna norvegica, katalog over norsk ferskvannsf fauna. K. Aagaard and D. Dolmen. Trondheim, Tapir: 95-99.
- Walseng, B. & Hansen, H. 1994. Krepsdyr og bunndyr i sure vann i Østfold." NINA Oppdragsmelding 335: 1-29.

Walseng, B., Halvorsen, G. & Sloreid, S.E. 2001. Littoral microcrustaceans (Cladocera and Copepoda) as indices of recovery of a limed water system. *Hydrobiologia*.

Walseng, B. & Nøst, T. 1998. Bjerkreimvassdraget -Bunndyr i Bjerkreimvassdraget - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-Notat 1998-3, s. 185.

Walseng, B., Raddum, G.G. & Kroglund, F. 1995. Kalking i Norge. Invertebrater. DN-utredning 1995-6. 63 s.

Walseng, B. & Sloreid, S.E. 2000. Bjerkreimvassdraget -Krepsdyr i Bjerkreimvassdraget - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. DN-Notat 2000-2, s. 239-240.

Weider, L.J., Lampert, W., Wessels, M., Colbourne, J.K. & Limburgh, P. 1997. Long-term genetic shifts in a microcrustacean egg bank associated with anthropogenic changes in the Lake Constance ecosystem. *Proceedings of the royal society of London series B-biological sciences* vol. 264, nr. 1388 (1997), s. 1613-1618.

Vedlegg 1

pH i Lyngdalsvassdraget.

pH in River Lyngdalsvassdraget.

nr (no)	navn (name)	1978	1978	1998	1998	1999	1999
		jun	aug	jun	aug	jun	aug
1	Lyngdalselva I	4,80	5,10	5,70	5,91		
2	Lyngdalselva II	4,80	5,10	5,65	5,83		
3	Lyngdalselva III	4,70		5,64	6,19		
4	Storåni I	4,80		6,20	6,04		
5	Storåni II		4,60	4,60	4,64		
6	Møska I	4,80	5,00	5,04	5,12		
7	Møska II	4,80	4,80	4,88	5,04		
8	Hidreskog	4,70	4,80	4,85	4,89		
9	Lautjønnbekken	5,20	5,20	5,24	5,12		
10	Gletnebekken			6,15	6,20		
11	Landdalen	4,60	4,60	4,90	4,88		
12	Faråni	4,70	4,70	4,67	4,69		
I	Gaukdalsvatn	4,70	4,80			4,98	5,22
II	Hellevatn	4,80	4,80			4,95	5,23
III	Skolandsvatn	4,80	4,80			4,99	5,33
IV	Lygne	4,70	4,70			6,08	6,45
V	Rossevatn	4,70	4,70			6,64	6,41
VI	Gletne					6,79	6,76

Vedlegg 2

Krepsdyrarter registrert i Lyngdalsvassdraget i 1978 og 1999.

Crustaceans found in River Lyngdalsvassdraget respectively in 1978 and 1999..

Lokalitet	1978 Gauk.v	1999 Gauk.v	1978 Hellev	1999 Hellev	1978 Skol.v	1999 Skol.v	1978 Lygne	1999 Lygne	1978 Rossev	1999 Rossev	1999 Gletne
Vannlopper											
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Sida crystallina (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Holopedium gibberum Zaddach	x	x	x	x	x	x			x	x	x
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)			x	x	x				x	x	
Daphnia cristata Sars								x			
Daphnia longispina (O.F.M.)								x			x
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
Simocephalus vetula (O.F.M.)			x				x				
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)			x	x	x	x					
Drepanothrix dentata (Eurén)				x							
Iliocryptus sordidus (Liév.)				x							
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)			x	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
Alona guttata Sars		x	x	x	x		x	x			x
Alona intermedia Sars				x							x
Alona rustica Scott	x	x	x	x	x	x	x		x		x
Alonella excisa (Fischer)	x		x	x	x	x	x		x	x	x
Alonella nana (Baird)	x		x	x	x	x	x	x	x		x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Camptocercus rectirostris Schoedler								x			
Chydorus latus Sars						x					x
Chydorus piger Sars		x				x					x
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eurycercus lamellatus (A.F.M.)			x	x	x		x	x	x	x	x
Graptoleberis testudinaria (Fischer)	x			x		x	x		x		x
Monospilus dispar		x			x	x					
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)			x		x	x	x	x			x
Pseudochydorus globosus (Baird)								x			
Rhynchotalona falcata Sars	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x
Polyphemus pediculus (Leuck.)		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bythotrephes longimanus Leydig			x	x	x	x	x	x			
Leptodora kindti (Focke)								x			
Hoppekreps											
Eudiaptomus gracilis Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Heterocope saliens (Lillj.)	x	x	x	x	x	x	x	x			x
cyclopoida											
Macrocyclus albidus (Jur.)		x		x		x	x	x		x	x
Macrocyclus fuscus (Jur.)				x	x	x	x	x			x
Eucyclus serrulatus (Fisch.)		x	x	x	x	x	x	x		x	x
Eucyclus speratus (Lillj.)									x		
Paracyclus affinis Sars					x	x	x			x	
Cyclops abyssorum S.L.					x	x			x		
Cyclops scutifer Sars			x	x	x	x	x	x		x	x
Megacyclus gigas (Claus)							x		x	x	
Megacyclus viridis (Jur.)		x									
Acanthocyclops capillatus (Sars)	x		x								
Acanthocyclops robustus Sars			x	x			x		x		x
Diacyclops nanus (Sars)	x	x		x	x	x	x		x		
Mesocyclops leuckarti (Claus)				x			x	x			
Antall arter vannlopper	14	14	22	24	20	19	19	20	17	14	21
Antall arter hoppekreps	4	6	6	9	8	9	11	7	6	6	7
Totalt antall arter	18	20	28	33	28	28	30	27	23	20	28

Vedlegg 3

Litoralsamfunnets prosentvise sammensetning.

Composition (%) of the littoral crustaceans.

Lokalitet dato	Lygne juni	Lygne aug	Rossev juni	Rossev aug	Skol.v juni	Skol.v aug	Helle.v juni	Helle.v aug	Gauk.v juni	Gauk.v aug	Gletne juni	Gletne aug
Vannlopper												
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T						0,4	+			+		
Sida crystallina (O.F.M.)	1,0	+		0,2	0,4	1,7	0,2	3,3	1,0	8,9	+	47,5
Holopedium gibberum Zaddach					+				0,7	61,5	+	+
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)				+				0,6				
Daphnia cristata Sars												
Daphnia longispina (O.F.M.)												0,2
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)		0,6		3,7		2,5	+	4,1				0,4
Bosmina longispina Leydig	14,6	8,0	64,9	2,0	6,4	5,6	85,5	3,3	2,0	1,5	0,9	12,6
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)						0,6		0,6				
Drepanothrix dentata (Eurén)								0,1				
Iliocryptus sordidus (Liév.)								0,1				
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)								0,1				
Acroperus harpae (Baird)		0,2	0,1	+		0,4	+	1,0		0,8	94,1	2,5
Alona affinis (Leydig)	+	0,2		+				0,3		0,6	+	
Alona guttata Sars		0,2						0,1	+	0,9	+	
Alona intermedia Sars								+			+	+
Alona rustica Scott					0,2	6,9		0,6		+	+	
Alonella excisa (Fischer)			0,1		0,2	0,4		0,1			+	+
Alonella nana (Baird)		0,3			+	0,8		0,2			+	0,5
Alonopsis elongata Sars	0,6	2,2	1,2		1,6	1,8	0,2	80,8	1,3	5,1	2,7	2,6
Camptocercus rectirostris Schoedler		0,5										
Chydorus latus Sars						0,4					+	
Chydorus piger Sars						0,1				+	+	+
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	+	10,2	12,0	67,8	3,3	1,3	+	0,8	+		0,6	2,6
Eurycercus lamellatus (A.F.M.)	+	+		+				0,9			+	0,5
Graptoleberis testudinaria (Fischer)						0,4		0,1				0,5
Monospilus dispar						0,1				0,6		
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	0,3	39,8				1,3						+
Pseudochydorus globosus (Baird)		+										
Rhynchotalona falcata Sars	+	+						0,1		1,9	0,1	0,5
Polyphemus pediculus (Leuck.)	74,5	29,6	3,5	26,3	87,3	68,2	+	0,4		+	0,2	1,3
Hoppekreps												
Eudiaptomus gracilis Sars		7,4			0,4		+		0,3	0,6	0,5	0,6
Heterocope saliens (Lillj.)	+				+		13,5	1,1	94,3	13,6		+
cal naup		0,6				0,4					+	
cal cop						0,4						
cyclopoida												
Macrocyclus albidus (Jur.)	+		0,4			0,1	0,6	+		+	+	0,5
Macrocyclus fuscus (Jur.)		+				0,7	+					+
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	3,5	0,3	5,1	+	+	0,3		+		0,5	+	+
Paracyclops affinis Sars			+			0,4						
Cyclops abyssorum S.L.												
Cyclops scutifer Sars	+										+	+
Megacyclops gigas (Claus)			+									
Megacyclops viridis (Jur.)									+			
Acanthocyclops robustus Sars							+	0,2			+	
Diacyclops nanus (Sars)						0,3		0,1	0,2	0,2		
Mesocyclops leuckarti (Claus)												
naup	0,2					2,8		0,7		0,3	+	20,8
cycl cop (I-III)	5,1		12,8			1,4	+		0,2	2,7	0,3	6,0
tot ant ind	57640	64609	7523	45607	4855	711	35320	1399	29903	1074	29270	12149
m	10	10	10	10	10	8	10	5	10	5	10	10
ant ind pr m3	81272	91098	10607	64305	6845	1253	49801	3945	42163	3028	41270	17130

Vedlegg 4

Bunndyr i stillestående vann i Lyngdalsvasdraget i 1999.

Bottomdwelling animals in lakes of Rover Lyngdalsvassdraget.

år	jun	jun	jun	jun	jun	jun	aug	aug	aug	aug	aug	aug
lokalitet	Gauk.v	Hellev.	Skol.v	Lygne	Rossev	Gletne	Gauk.v	Hellev.	Skol.v	Lygne	Rossev	Gletne
Rundormer (Nematoda)	3	1	1	3			3		3			4
Fåbørster (Oligochaeta)	90	4	7	14	750	58	127	18	16	255		261
Igler (Hirunidea)	3					1	16	5		31		1
Snegl (Gastropoda)						11						
Muslinger (Bivalvia)						2	1					5
Midd (Hydracarina)	3	5	13	12		5			11	80		17
Øyestikkere (Odonata)		10	1			2			2			2
Døgnfluer (Ephemeroptera)	276	133	24	2	3	23	1	16		9		77
Steinfluer (Plecoptera)	5	5	1			8	2		2			15
Buksvømmere (Corixidae)		11	19	1			4	53	266	1		
Ryggvømmere ()					1			1				
Biller (Coleoptera)	5	19	20	1	3	65	14	20	19	40	58	177
Fjærmygg (Chironomidae)	321	29	206	35	880	171	224	169	266	1370	17	434
Sviknott (Ceratopogonidae)	26		22	2		504	5	3	5	15		63
Tovinger ind. (dipt. ind.)	19	4	9	9	1	55	91	5	5	85	20	13
Vårfluer (Trichoptera)	19	6	6	13		58	98	35	13	5	8	27
Fisk	4					1						
Antall grupper	13	11	12	10	6	14	13	10	12	10	4	14
Antall dyr pr min spark	258	76	110	31		322	195	325	203	630		365
min	3	3	3	3		3	3	1	3	3		3

Vedlegg 5

Døgnfluer, steinfluer og vårfluearter i seks vann i Lyngdalsvassdraget i 1999.

Species of ephemeroptera, plecoptera and tricoptera in six lakes in River Lyngdalsvassdraget in 1999.

	jun	aug	jun	aug	jun	aug	jun	aug	jun	aug	jun	aug
	Gauk.v	Gauk.v	Hellev	Hellev	Skol.v	Skol.v	Lygne	Lygne	Rossev	Rossev	Gletne	Gletne
Døgnfluer												
Siphonurus spp.					1							
Siphonurus alternatus				1				1				7
Cloëon dipterum												6
Cloëon inscriptum								3				52
Heptagenia sp								1				
Heptagenia fuscogrisea							1		2			
Leptophlebia sp				13								
Leptophlebia vespertina	300	1	260		21				1		20	
Antall arter	1	1	1	2	2		1	3	2		1	3
Steinfluer												
Amphinemura RIS, 1902												
Amphinemura borealis											1	
Amphinemura sulcicollis											1	
Nemoura cinerea	3	2	4								3	2
Nemurella pictetii	2										4	6
Leuctra sp					1							1
Leuctra fusca						2						
Antall arter	2	1	1		1	1					4	3
Vårfluer												
Oxyethira spp.												2
Polycentropus flavomaculatus	1	80		13	1							
Plectrocnemia conspersa		2		1							1	
Holocentropus dubius		1	1	1		7					1	
Agrypnia spp.				19		1		3				2
Potamophylax cingulatus											1	1
Limnephilidae								2		6		
Limnephilus spp. Art 1					2							
Limnephilus spp. Art 2				1		1					5	
Limnephilus spp. Art 3	5		1									
Limnephilus spp. Art 4	1											
Limnephilus centralis			2									
Limnephilus rhombicus	7		1									
Halesus radiatus	1											
Tribe chaetopterygini											12	
Fam. Leptoceridae		2				3						
Athripsodes spp												8
Athripsodes cinereus	2	13									1	
Mystacides azurea							9				26	
Mystacides spp.												10
antall arter	6	5	4	5	2	4	1	2		1	7	5
Totalt antall arter	9	7	6	7	5	5	2	5	2	1	12	11

Vedlegg 6a

Bunn dyr i rennende vann i Lyngdalsvassdraget.

Bottomdwelling animals in the streams of River Lyngdalsvassdraget.

lokalitet måned	Lyng I jun	Lyng I aug	Lyng II jun	Lyng I aug	Lyng III jun	Lyng III aug	Storåni I jun	Storåni I aug	Storåni II jun	Storåni II aug	Møska I jun	Møska I aug
Rundormer (Nematoda)	8			14			7	4		12		
Fåbørster (Oligochaeta)	90	218	48	123	14	25	29	17	20	208		3
Muslinger (Bivalvia)		3	24	15			20	41				
Midd (Hydracarina)	23	58		68	14	19	1	7		3	36	27
Spretthale (Collembola)								2	7		18	
Øyestikkere (Odonata)									3			
Døgnfluer (Ephemeroptera)	10	160	119	191	446	138	45	101	49	42		6
Steinfluer (Plecoptera)	110	106	547	437	69	38	124	48	134	66		6
Mudderfluer (Megaloptera)												1
Biller larve (Coleoptera)	83	247	1333	1392	8	6	2	4				
Biller adult (Coleoptera)	10	29	5	27		6						
Fjærmygg (Chironomidae)	435	771	643	450	1049	319	72	388	77	266	1775	276
Sviknott (Ceratopogonidae)			24		124		4	4			18	
Knott (Simuliidae)	8	29		27		69	18	28	25	248	18	
Svevemygg (Chaeborus)				14					1			
Tovinger ind. (dipt. indet.)	98	15	167	82	248	13	20	23	15	18	71	15
Vårfluer (Trichoptera)	90	76	99	232	26	269	67	18	105	101	71	265
Antall dyr i prøven	963	1712	3008	3071	1998	901	409	686	436	965	2006	599

Vedlegg 6b

Bunn dyr i rennende vann i Lyngdalsvassdraget.

Bottomdwelling animals in the streams of River Lyngdalsvassdraget.

lokalitet måned	Møska II jun	Møska II aug	Hidresk jun	Hidresk aug	Lautjørnb jun	Lautjørnb aug	Gletneb jun	Gletneb aug	Land.e jun	Land.e aug	Faråni jun	Faråni aug
Rundormer (Nematoda)		25	35		3	19			1		2	
Fåbørster (Oligochaeta)		19	6		48	208	60	29	32	25	18	34
Muslinger (Bivalvia)								2				
Midd (Hydracarina)	28	6	13		14	76	162	112	17	12	2	
Spretthale (Collembola)						9			1			
Øyestikkere (Odonata)		2	2				6				1	
Døgnfluer (Ephemeroptera)			1	147	3	104	294	761	2	4	21	76
Steinfluer (Plecoptera)	22	174	53	165	186	889	762	384	214	95	386	1494
Mudderfluer (Megaloptera)		2			1						1	5
Biller larve (Coleoptera)					107	548	132	219			5	8
Biller adult (Coleoptera)	1				6	10	60	10			1	
Fjærmygg (Chironomidae)	280	497	1767	957	37	397	150	296	66	109	204	562
Sviknott (Ceratopogonidae)			88		28			24			6	
Knott (Simuliidae)	134	37	18	35		189	30	24	13	21	14	201
Svevemygg (Chaeborus)			5									
Tovinger ind. (dipt. indet.)	37	143	88	18	11	104	108	102	19	14	36	126
Vårfluer (Trichoptera)	109	342	142	335	59	156	30	34	25	46	62	361
Antall dyr i prøven	611	1246	2218	1657	503	2710	1794	1997	390	327	760	2868

Vedlegg 7a

Arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer i rennende vann i Lyngdalsvassdraget 1998.

Species of ephemeroptera, plecoptera and trichoptera at 12 stream sites in River Lyngdalsvassdraget in 1999.

Stasjons nr (site no)	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Navn (name)	Lyng I	Lyng I	Lyng II	Lyng II	Lyng III	Lyng III	Storåni I	Storåni I	Storåni II	Storåni II	Møska I	Møska I
Måned (month)	jun	aug	jun	aug	jun	aug	jun	aug	jun	aug	jun	aug
Døgnfluer												
Baetis rhodani	10	72	85	191	446	49	43	40				
Cloëon sp												
Heptagenia sulphurea								20	4			
LEPTOPHLEBIIDAE		8										
Leptophlebia sp								41		42		6
Leptophlebia vespertina							2		45			
Antall arter	1	2	1	1	1	1	2	3	2	1		1
Steinfluer												
Diura nanseni		13		35		6						
Isoperla sp				7								
Isoperla grammatica					7							
Siphonoperla burmeisteri												
Taeniopteryx nebulosa		3		28				5		13		
Brachyptera risi												
Amphinemura borealis	55	3	29		62		99		80			3
Nemoura sp								19		3		
Nemoura avicularis				7								
Nemoura cinerea												
Protonemura meyeri						1						3
Leuctra digitata/fusca	55		12				12		54			
Leuctra digitata										46		
Leuctra fusca		32		49		8	12	5				
Leuctra hippopus		3		14				19		3		
Antall arter	2	4	2	5	2	3	2	4	2	4		2
VÅRFLUER												
Rhyacophila nubila	27	4	10	29	16	13	7	1		10		8
Oxyethira spp.		2		7				14				5
Wormaldia subnigra	5			1								
Polycentropus flavomaculatus		11		7	5	188	20	2	53	76	7	199
Plectrocnemia conspersa		2			1	27			5	7		13
Holocentropus dubius						13	7		32	6		13
Neureclipsis bimaculata					1				11		18	13
Cyrnus trimaculatus							3					
Hydropsyche spp.												
Hydropsyche siltalai	27	15	74	22	1	27					36	5
Potamophylax cingulatus												
Lepidostoma hirtum	27	4	10	4	0		3	1			7	8
Limnephilidae										1		
Limnephilus spp.												
Halesus radiatus									5			
Apatania sp.												
Apatania stigmatella				1								
Tribe chaetopterygini												
Fam. Leptoceridae		0	2	1	1			0		1	4	
Athripsodes cinereus			3	1			27					
Oecetis testacea	5			1								
Adicella reducta												
Antall arter	5	7	5	10	7	5	6	5	5	6	5	8

Vedlegg 7b

Arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer i rennende vann i Lyngdalsvassdraget 1998.

Species of ephemeroptera, plecoptera and trichoptera at 12 stream sites in River Lyngdalsvassdraget in 1999.

Stasjons nr (site no)	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12
Navn (name)	Møska II	Møska II	Hidreskog	Hidreskog	Lautjønnb	Lautjønnb	Gletneb	Gletneb	Landdalen	Landdalen	Faråni	Faråni
Måned (month)	jun	aug	jun	aug	jun	aug	jun	aug	jun	aug	jun	aug
Døgnfluer												
Baetis rhodani						104	294	448				
Cloëon sp					1							
Heptagenia sulphurea												8
LEPTOPHLEBIIDAE										4		68
Leptophlebia sp				25								
Leptophlebia vespertina			1						2		21	
Antall arter			1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Steinfluer												
Diura nanseni							26		23			
Isoperla sp												
Isoperla grammatica					19		14		11			
Siphonoperla burmeisteri					2	9		2			39	
Taeniopteryx nebulosa		46				26				38		
Brachyptera risi											58	
Amphinemura borealis	9	35	21	6	84	9	55		150		116	
Nemoura sp				8								
Nemoura avicularis											19	
Nemoura cinerea												
Protonemura meyeri		35		8		51		45				89
Leuctra digitatafusca	2		32		82				54		154	
Leuctra digitata							14					
Leuctra fusca						34	41	133		19		
Leuctra hippopus				6		17	14	23		38		89
Antall arter	2	3	2	4	4	7	5	5	3	3	5	2
VÅRFLUER												
Rhyacophila nubila	33	34	14	17	2	12	8	26	10	25	6	35
Oxyethira spp.								2	1	2		
Wormaldia subnigra					0							
Polycentropus flavomaculatus	33	40	64	168	2	12	2	6	8	12	25	176
Plectrocnemia conspersa	11	20	14	34	0	6			6	5	3	105
Holocentropus dubius	22	34	21	101								
Neureclipsis bimaculata	11		14	17								
Cyrnus trimaculatus												
Hydropsyche spp.		7					1					
Hydropsyche siltalai							1	0				
Potamophylax cingulatus					17							
Lepidostoma hirtum												18
Limnephilidae											28	
Limnephilus spp.												
Halesus radiatus			14									
Apatania sp.												
Apatania stigmatella								0				
Tribe chaetopterygini												18
Fam. Leptoceridae							1					
Athripsodes cinereus												
Oecetis testacea												
Adicella reducta										2		
Antall arter	5	5	6	5	5	3	5	5	4	5	4	5

NINA oppdragsmelding 707

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1253-6

NINA Avd. for landskapsøkologi
Dronningens gt. 13
Postboks 736 Sentrum
0105 OSLO
Telefon: 23 35 50 00
Telefaks: 23 35 50 01

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01