

433

# OPPDRAKSMELDING

Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Kvenna 1995 med fokus på indikatorarter som redskap i forsureningsovervåkingen

Bjørn Walseng  
Gunnar Raddum  
Randi Saksgård  
Ann Kristin Lien Schartau



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

RETTELSE I RAPPORTEN «FERSKVANNSBIOLOGISKE UNDERSØKELSER I KVENNA 1995 MED FOKUS PÅ INDIKATORARTER SOM REDSKAP I FØRSURINGSOVERVÅKINGEN».

Følgende setning skulle vært inkludert i rapportens forord, s. 4:

Trygve Hesthagen, NINA har vært ansvarlig for planlegging av fiskeundersøkelsene i Kvenna.

Rettelse i kap. 3 Materiale og metoder, s. 10:

Mageprøver av aure fra Gunneiksbuvatn ble innhentet under feltarbeidet fra en som fisket i vantnet, mens mageprøver fra Fjellsjøen, Dargesjøen og Urdevatn ble samlet inn i september av anonyme prøvetakere.

Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Kvenna 1995  
med fokus på indikatorarter som redskap i forsureningsovervåkingen

Bjørn Walseng  
Gunnar Raddum  
Randi Saksgård  
Ann Kristin Lien Schartau

**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 befæringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset, normalt 50-100.

**Temahefter**

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

Opplag: Varierer

**Fakta-ark**

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

Opplag: 1200-1800

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

Walseng, B., Raddum, G., Saksgård, R., & Schartau, A.K.L. 1996. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Kvenna 1995, med fokus på indikatorarter som redskap i forsuringsovervåkingen. - NINA Oppdragsmelding 433: 1-36.

Oslo, oktober 1996

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0744-3

Forvaltningsområde:

Norsk: Overvåking - invertebrater

Engelsk: Monitoring - invertebrates

Rettighetshaver ©:

NINA•NIKU

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Erik Framstad

NINA•NIKU

Design og layout:

Ingrid M. Arnesen

NINA, Oslo

Opplag: 150

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Dronningensgate 13

Postboks 736 Sentrum

0105 Oslo

Tlf: 22 94 03 00

Fax: 22 94 03 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.:13527

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

## Referat

Walseng,B., Raddum,G., Saksgård,R., & Schartau,A.K.L. 1996.

Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Kvenna 1995, med fokus på indikatorarter som redskap i forsuringsovervåkingen. - NINA Oppdragsmelding 433: 1-37.

Kvenna ble i 1995 undersøkt i forbindelse med overvåkingsprogrammet for langtransportert forurenset luft og nedbør i Norge. Det fins referansemateriale for vassdraget fra 1978 (Verneplan-III). Nedbørfeltet ligger sentralt på Hardangervidda med et areal på 824 km<sup>2</sup>. Klimaet er arktisk med en midlere årsnedbør som varierer fra 1500 mm i den vestligste delen til 800 mm i øst. I de østlige deler av feltet består berggrunnen hovedsakelig av granitter, mens de vestlige deler av feltet har innslag av kambro-siluriske fyllitter. Undersøkelsen inkluderer 14 innsjølokaliteter og 20 elve/bekkestasjoner beliggende mellom 1076 og 1355 m o.h. pH gjenspeiler berggrunnsgeologien og varierte mellom 6,0 og 6,7, med noe lavere verdier i 1995 enn i 1978. Ledningsevnen varierte mellom 6,0 og 12,8 µS/cm. Verdiene av totalt syrereaktivt aluminium (TR-Al) og labilt aluminium (UM-Al) var under 10 µg/l. Det ble funnet forursingsskader på elve/bekkefaunaen i den vestligste og mest nedbørrike delen av nedbørfeltet. Innsjøfaunaen synes ikke å ha forursingsskader her. I den midtre delen av Kvenna ble det i Valgardsvatn ikke funnet noen av de følsomme gruppene/artene som var tilstede i 1978. For øvrig hadde elvene og innsjøene i denne delen av Kvenna ingen påviselige forursingsskader. I Vesle Meinsvatn og Urdevatn i den østlige delen av Kvenna ble det registrert endringer som kan settes i sammenheng med en forverring i forursingssituasjonen. Snegl, marflo og enkelte følsomme døgnfluearter var de grupper/arter hvor endringer i forekomst ga best indikasjoner på en forverring i forursingssituasjonen.

Emneord: Ferskvann - Krepsdyr - Bunndyr - Hardangervidda - Sur nedbør

Bjørn Walseng, NINA, Boks 736 Sentrum, 0105 Oslo  
Gunnar Raddum, LFI, Zoologisk institutt, Universitetet i Bergen, Allégt. 47, 5007 Bergen  
Randi Saksgård og Ann Kristin Lien Schartau, NINA, Tungasletta 2, 7005 Trondheim

## Abstract

Walseng,B., Raddum,G., Saksgård,R. & Schartau,A.K.L. 1996.

Freshwater investigations in Kvenna 1995, with special emphasis on indicator species used in the monitoring of acidification. - NINA Oppdragsmelding 433: 1-37.

Freshwater studies have been conducted in the river Kvenna as part of the Norwegian monitoring programme for long-range transported air pollutants. Reference material is available from 1978. The catchment area 824 km<sup>2</sup>, is situated in the central parts of Hardangervidda. It has an alpine climate, with yearly precipitation varying from more than 1500 mm in the western part to less than 800 in the eastern part. Precambrian rocks dominate the eastern part while cambro-silurian phyllites are found in the western part. This study includes 14 lakes and 20 river sites located between 1076 and 1355 m a.s.l. pH varied between 6.0 and 6.7, with pH slightly lower in 1995 compared to 1978. Specific conductivity varied between 6.0 og 12.8 µS/cm. Values of acid total reactive aluminium (TR-Al) and labile aluminium (UM-Al) were below 10 µg/l. Indications of acidification damage was found in the stream fauna from the the western part of the catchment which has the highest precipitation. The lake fauna of this area did not appear to have acidification damage. In the central part of Kvenna in the lake Valgardsvatn some of the acidification sensitive species/groups present in 1978 were not found in 1995. Otherwise the streams and lakes in this part of Kvenna did not appear to have noticeable acidification damage. In the lakes Vesle Meinsvatn and Urdevatn in the eastern part of Kvenna, changes were observed which may be related to a deterioration of the acidification status. The best indicators of acidification are changes in frequency of snails, *Gammarus* and some sensitive species of Ephemeroptera.

Key words: Freshwater - Crustacean - Benthos - Hardangervidda - Acid precipitation

Bjørn Walseng, NINA, PO Box 736 Sentrum, N-0105 Oslo, Norway  
Gunnar Raddum Zoological institute, University of Bergen, Allégt. 47, N-5007 Bergen  
Randi Saksgård and Ann Kristin Lien Schartau, NINA, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway

## Forord

Kvenna inngår i overvåkingen av sur nedbør i Norge. Hensikten er å studere kjemiske og biologiske langtidstrender i alpine ferskvannssystemer. Et omfattende materiale fra vassdraget ble innsamlet i forbindelse med Verneplan for vassdrag-III i 1978. Dette ble seinere bearbeidet og rapportert (Walseng et al. 1994). Undersøkelsen i 1995 er en oppfølging av dette arbeidet. Direktoratet for naturforvaltning har bekostet undersøkelsen som har vært et samarbeidsprosjekt mellom LFI-Bergen og NINA. Prosjektledere har vært henholdsvis Ann Kristin Lien Schartau for NINA og Gunnar Raddum for LFI-Bergen.

Vi vil få takke:

- Georg Strømme som i tillegg til å manøvrere helikopteret på en betryggende måte, også hjalp til under feltarbeidet sammen med Lars Walseng.
- Morten Nilsen har bidratt med viktige opplysninger fra bl a Litlos hvor vi også fikk den beste forpleining på en overfylt hytte til tross for vår noe spesielle ankomst med helikopter.
- Miljøvernavdelingen i Hordaland som har bidratt til innsamling av mageprøver.

Oslo, oktober 1996

Bjørn Walseng

## Innhold

Referat .....	3
Abstract .....	3
Forord .....	4
<b>1 Innledning.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Områdebeskrivelse.....</b>	<b>6</b>
2.1 Beliggenhet.....	6
2.2 Klima.....	7
2.3 Berggrunn og løsmasser .....	7
2.4 Vegetasjon.....	7
<b>3 Materiale og metoder.....</b>	<b>9</b>
<b>4 Forsuringsindeks.....</b>	<b>11</b>
<b>5 Lokalitetsbeskrivelse .....</b>	<b>12</b>
<b>6 Resultater og diskusjon .....</b>	<b>13</b>
6.1 Vannkjemi.....	13
6.2 Krepssdyr .....	13
6.2.1 Registrerte arter .....	13
6.2.2 Planktonets og litoralsamfunnets sammensetning.....	15
6.2.3 Livsstadier .....	19
6.3 Bunndyr .....	22
6.3.1 Bunndyrfaunaen i elver/bekker .....	22
6.3.2 Bunndyrfaunaen i vann .....	25
6.4 Prøvefiske.....	27
6.5 Forsuringsfølsomme grupper/arter i Kvenna .....	30
<b>7 Konklusjon .....</b>	<b>32</b>
<b>8 Sammendrag .....</b>	<b>32</b>
<b>9 Litteratur .....</b>	<b>34</b>

# 1 Innledning

Overskridelse av naturens tålegrenser skjedde sannsynligvis før 1880 i de mest følsomme deler av Norge (Mylona 1993, Kroglund et al. 1994), men først i 1951 ble sammenhengen mellom sur nedbør og forsuring av vann påvist (Dannevig 1959). I de siste ti-årene har det både i Norge (Drabløs & Tollan 1980) og i en rekke andre land vært en sterk fokusering på sur nedbør og dens effekt på livet både i vann og på landjorden (Muniz 1991, Havens 1993, Nyberg 1984, Schindler 1988).

Selv om det i forsuringssammenheng oftest har blitt fokusert på fisk, har det lenge vært klart at endringer i vannkvalitet påvirker hele økosystemet, og det fins en bred empirisk dokumentasjon på at det biologiske mangfoldet av invertebrater totalt sett blir redusert ved forsuring (Drabløs & Tollan 1980, Økland & Økland 1986, Havens & DeCosta 1987, Havens & DeCosta 1988, Baker et al. 1990, Morling & Pejler 1990, Siegfried & Sutherland 1992, Fleischer & Kessler 1993, Herrmann et al. 1993). Også eksperimentelt foreligger det en meget grundig dokumentasjon på at mange arter får problemer ved forsuring (Haines 1981, Singer 1982, Engblom & Lingdell 1984, Arvola et al. 1986, Garrison et al. 1988, Raddum & Fjellheim 1988, Havens 1991, 1992a, 1992b, Locke 1991).

I Norge har forskningsaktiviteten rundt sur nedbør vært størst på Sør- og Vestlandet og da med størst innsats i vassdrag som ligger under tregrensen. I den senere tid har det i større grad også blitt fokusert på forsuring i høyereliggende områder, og Kvenna er i denne sammenheng vurdert som et aktuelt vassdrag å undersøke. Store deler av Kvenna drenerer berggrunns-områder som er tungt forvitrelige. Morenedekket i deler av vassdraget er dårlig utviklet og har derfor liten bufringsevne mot sur nedbør. Det ligger dessuten i et område som er influert av sur nedbør, og egner seg derfor godt i forbindelse med overvåking av forsuringsutviklingen i norske fjellvann. Interessant er det også at nedbøren i vassdraget avtar langs en gradient fra vest mot øst.

Kvenna ble allerede under Verneplan for vassdrag II midlertidig vernet i 10 år fram til 1984. I forbindelse med behandlingen av Verneplan III ble det gjennomført feltundersøkelser innenfor hele nedbørfeltet i 1978. Ved opprettelsen av Hardangervidda nasjonalpark ble imidlertid vassdraget automatisk vernet da nedbørfeltet i sin helhet lå innenfor nasjonalparkgrensa. Det innsamlete materialet ble derfor av kostnadmessige grunner ikke bearbeidet og rapportert den gang. Direktoratet for naturforvaltning og NINA har imidlertid bidratt økonomisk til at dette arbeidet ble slutført i 1994 (Walseng et al. 1994).

Undersøkelsen i 1995 er en oppfølging av undersøkelsene fra 1978 med fokus på eventuelle endringer i forekomsten av forsuringfølsomme arter som en følge av forsuringssituasjonen. Muntlige opplysninger vedrørende høyfjellslokaliteter i Sør-Norge gir inntrykk av at arter som marflo og skjoldkreps er i tilbakegang. Undersøkelsen i 1995 vil kunne gi indikasjoner på om hvorvidt dette også er tilfelle i Kvennavassdraget.

Undersøkelsen baserer seg på kun ett besøk i hver lokalitet, og det vil derfor være knyttet flere usikkerhetsfaktorer ved en sammenligning med tidligere resultater, som f.eks. nøyaktig tidspunkt og prøvested. Innsamlingsmetodikken er imidlertid sammenlignbar.

Allerede rundt århundreskiftet besøkte Huitfeldt-Kaas (1906) flere vann i Nordmannslågen i forbindelse med sine planktonundersøkelser i norske ferskvann. Fra området omkring Hardangerjøkulen foreligger det en krepsdyrundersøkelse fra et utvalg småvann og dammer (Halvorsen 1973). Materialet i denne undersøkelsen ble innsamlet i begynnelsen av august i 1971 og i siste del av mars 1973. NOU-Hardangervidda (1974) viser utbredelsen til marflo og skjoldkreps for deler av Hardangervidda inklusive Kvennavassdraget. Opplysninger om marflo og skjoldkreps fins også i fiskeundersøkelser fra Kvenna (Kildal 1982). Også fra Lengjedalen og Hivjuåi i nordvest fins det undersøkelser av både krepsdyr og bunndyr fra august 1990 (Walseng & Storeid 1990, Walseng & Halvorsen 1991).



## 2 Områdebeskrivelse

### 2.1 Beliggenhet

Kvennas nedbørfelt ligger sentralt på Hardangervidda grensende mot nedbørfeltene Nordmannslågen i nord og Songa i sør. Det drenerer arealer innen Hordaland og Telemark fylker, og er dekket av kartbladene Lågaros 1515 III, Møsstrand 1514 IV, Nordmannlågen 1415 II, Songvatnet 1414 I, Hårteigen 1415 III og Haukelisetter 1414 IV (M 711-serien). Nedbørfeltet har et areal på 824 km<sup>2</sup> og strekker seg fra vest mot øst med utløp i den nordvestlige delen av Møsvatn (figur 1). Det ligger innen deler av kommunene Vinje, Odda, Ullensvang og Eidsfjord kommuner, og er relativt rikt på små og mellomstore innsjøer.

Vassdraget har sine kilder på vannskillet mot Vestlandet. Fra Sledalsvatnet og Krokavatnet i nordvest renner Sledalselvi gjennom Kollsvatnet og Litlosvatnet før innløp i Kvennsjøen. Bekkene fra Krokavatnet og Skavatnet i nord slutter seg til denne grenen. Fra Holmavatnet i sørøst kommer Kvenno, som over lange partier har et bredt og stilleflytende løp. I sør ligger Belganuten, som er nedbørfeltets høyeste topp, 1590 m o.h. Kvennsjøen er, med et areal på ca 5 km<sup>2</sup>, nedbørfeltets største innsjø. Den er sannsynligvis også en av de dypeste med et registrert dyp på 22 m.

Fra Kvennsjøen har Kvenno et anastomerende løp og renner bl a gjennom Krokavatni. Fra nord kommer Grota som drenerer et innsjørikt område med bl a Grottjerna.

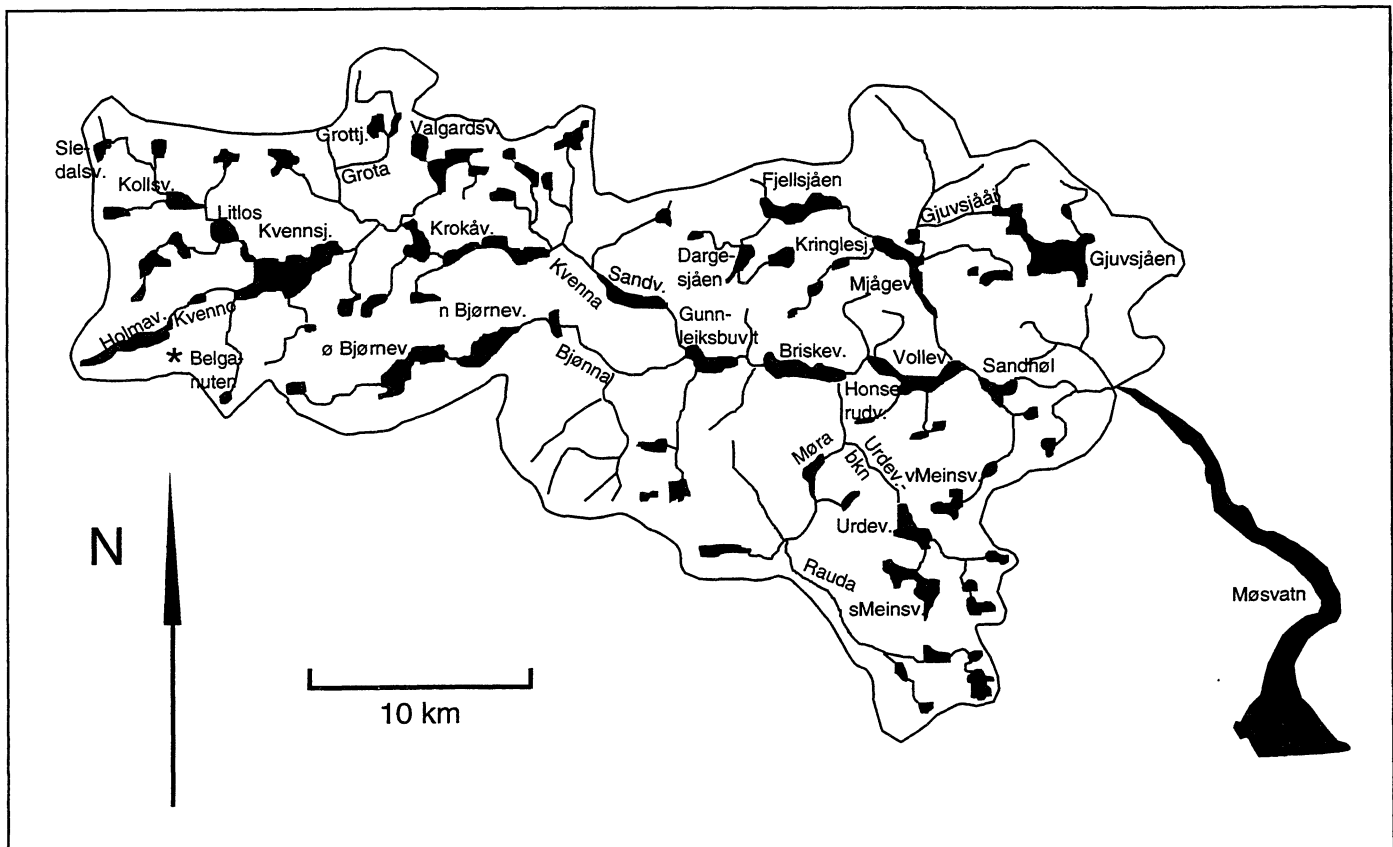
Lenger øst ligger Valgardsvatna som renner ut i øvre Krokavatnet.

Fra nedre Krokavatnet og ned til Sandvatnet faller Kvenno 32 m med bl a Skyttarfossen. Også mellom Sandvatn og det nedenforliggende Gunnleiksbuvatn går hovedelva i fosser og stryk. I Gunnleiksbuvatnet slutter Bjønna seg til hovedvassdraget fra sørøst. Her ligger øvre og nedre Bjørnevatnet, som med arealer på henholdsvis 3 og 2 km<sup>2</sup>, er to av nedbørfeltets største innsjøer.

Nedstrøms Briskevatnet følger på rekke og rad Honserudvatnet, Vollevatnet og Sandhøl, som kun er adskilt av korte elvestrekninger. Flere sidevassdrag slutter seg til vassdraget på denne strekningen hvorav Svetta, som kommer fra nord og slutter seg til hovedvassdraget i Vollevatnet, er det største. Dargesjøen, Fjellsjøen og Skardvatnet ligger i den vestre delen av dette delnedbørfeltet. I Mjågevatn renner elva fra disse sammen med Gjuvsjøåi som kommer fra Gjuvsjøen. Dette vannet har et areal på i underkant av 5 km<sup>2</sup>.

Møra i sør renner ut i østenden av Briskevatn. Elva kommer fra flere større vann i det sørøstre hjørnet av nedbørfeltet. Her heter elva Rauda, som seinere tar navnet Møra. Ca 3 km før utløpet i Briskevatn slutter Urdevassbekken seg til Møra. Denne bekken drenerer bl a Urdevatnet og Store Meinsvatnet. Vesle Meinsvatnet ligger øst for disse vannene, og elva herfra renner nordover med utløp i Sandhøl.

På strekningen fra Sandhøl og til utløpet i Møsvatn faller Kvenna mer enn 100 m og danner bl a Plassfoss.



**Figur 1**  
Nedbørfeltet til Kvennavassdraget.  
The catchment area of the Kvenna Watercourse.

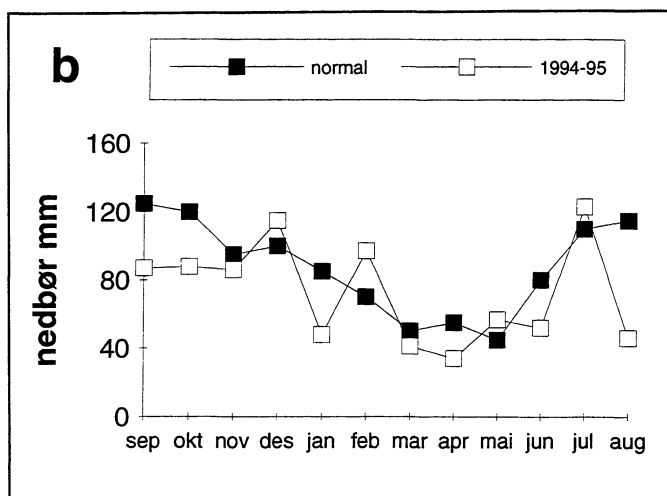
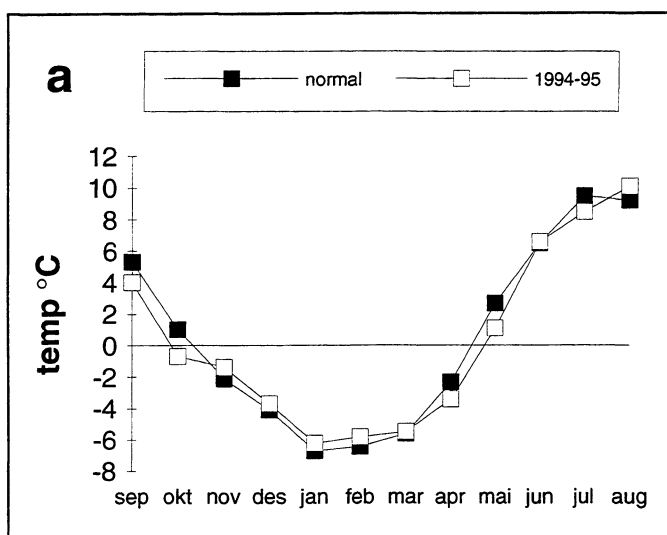


## 2.2 Klima

Nærmeste meteorologiske stasjon, som registrerer både temperatur (Det norske meteorologiske institutt 1986) og nedbør (Det norske meteorologiske institutt 1985), er Midtlæger på Haukelifjell (4651). Stasjonen ligger ca 20 km sør for Holmavatnet på veien mellom Haukeligrend og Røldal. Data fra denne stasjonen (figur 2a og b) gir en indikasjon på normaltemperaturer for høyereliggende deler av feltet samt hvordan temperaturer og nedbør var året forut for undersøkelsen. På grunn av snøbrøyting blir registreringene gjort ved Haukeligrend i vintermånedene.

Klimaet for undersøkelsesområdet er alpint med en mildere årsnedbør som varierer mellom 800 og 1500 mm (figur 3) (Aune 1981). Kaldeste måned (januar) har en gjennomsnittstemperatur på  $-6,7^{\circ}\text{C}$ , mens varmeste måned (juli) har et gjennomsnitt på  $9,5^{\circ}\text{C}$ .

Det var kun små avvik fra normaltemperaturene året forut



**Figur 2**  
Månedlige gjennomsnittstemperaturer (a) og månedlig nedbør (b) for Midtlæger (4651) samt 30-års normalene (1931-60) for den samme stasjonen.  
Monthly mean temperatures (a) and monthly precipitation (b) values.

for undersøkelsen. I perioden fra november til mai var gjennomsnittlige månedstemperaturer  $0-1^{\circ}\text{C}$  under det normale, mens april og mai hadde noe høyere temperaturer enn normalt. Også sommermånedene hadde små avvik fra normaltemperaturene.

Mest nedbør mottar øvre deler av vassdraget, dvs områdene vest for Kvennsjøen, hvor det faller i størrelsesorden 1200-1500 mm årlig. Nedbøren avtar mot øst og i områdene ved utløpet i Møsvatn er den årlige nedbøren ca 800 mm. Det meste av nedbøren kommer i perioden juli-desember med mer enn 100 mm i måneden. Mars, april og mai mottar vanligvis minst nedbør. Gjennomsnittet for mars ligger på 50 mm i året.

I gjennomsnitt falt det året før undersøkelsen noe mindre nedbør enn hva som er normalt. Årgjennomsnittet for stasjonen er 1050 mm mens det falt 874 mm året forut for undersøkelsen. Størst avvik fra normalen hadde august som vanligvis er en av de mest nedbørrike månedene. Normalen for denne måneden er 115 mm mens det i august 1995 kun kom 46 mm.

## 2.3 Berggrunn og løsmasser

Områdets geologi er vist i figur 4 (Sigmond et al. 1984).

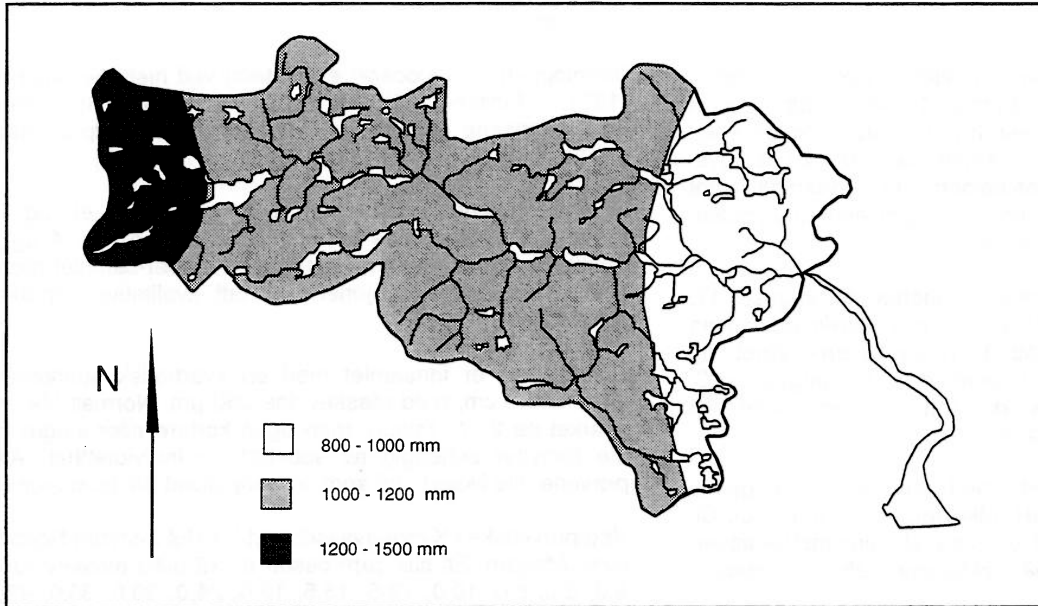
I de østlige deler av feltet består berggrunnen hovedsakelig av granitter av forskjellig alder. Dette er tungt forvitrelige bergarter som gir lite løsmasser.

I de vestlige deler av feltet er det innslag av kambro-siluriske fyllitter som forvitrer lettere enn grunnfjellsbergartene. Områdene sør og vest for Kvennsjøen tilhører bl a skyvedekket og består av fyllitter. Fyllitten er dels grafittholdig med sandige og siltige lag, eller den kan forekomme i form av glimmerskifer. I skyvedekket er det også kvartsitt og sandsteiner av kambro-silurisk alder. Også i et område sør for Nedre Bjørnevatn samt arealer i nord med Dimmedalsvatnet sentralt, består berggrunnen av fyllitt.

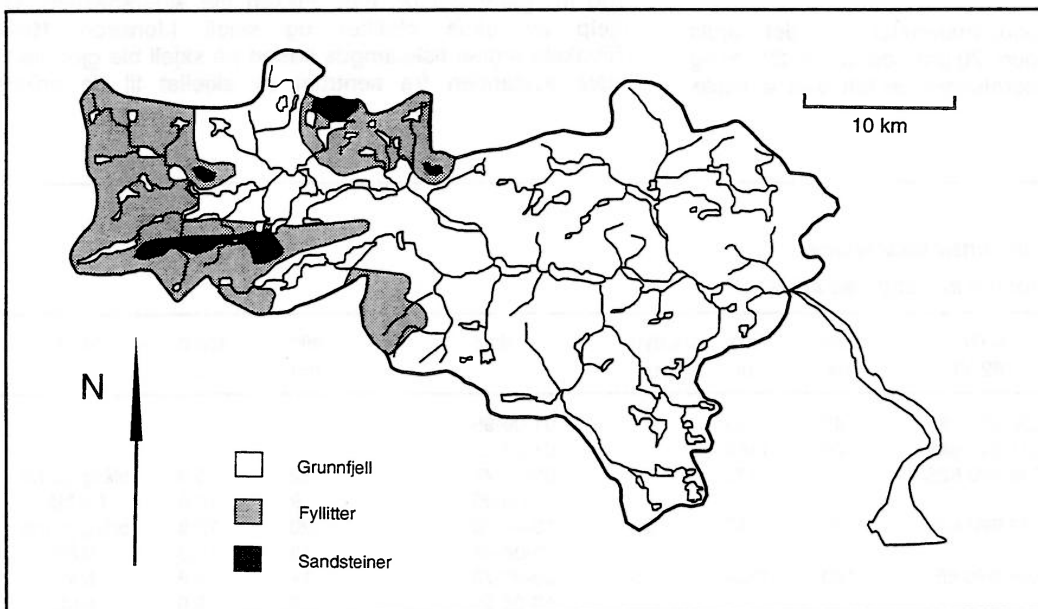
Løsmassedekket er kartlagt på nordsiden av Kvenna (NOU-Hardangervidda 1974). Fra utløp i Møsvatn og vestover mot Kvennsjøen er det stort sett sammenhengende løsmassedekke med lokalt stor mektighet. Lenger mot vest blir løsmassedekket tynt og samtidig usammenhengende og vest for Litlos er det bart fjell. Mellom øvre og nedre Krokavatnet, ved innløp Sandvatnet, innløp Gunnleiksvatnet og mellom Gunnleiksvatnet og Briskevatnet, er det registrert eskere og morenerygger. Også ved Mjågevatnet er det eskere. Flere steder langs hovedløpet er det store mengder av glasifluvialt materiale.

## 2.4 Vegetasjon

En grov botanisk beskrivelse er gitt i NOU om Hardangervidda (1974). Sentrale deler av Kvenna er dårlig undersøkt, mens situasjonen øst for Kvennsjøen er noe bedre med bl a fullstendige artslistene fra plantesamfunnene. Også fra Vollevatnet og til utløpet i Møsvatnet er det tatt opp artslistene. Størstedelen av feltet ligger i mellomalpin sone, men bjørkeskogen strekker seg inn mot Briskevatnet. I områdene rundt Litlos er det registrert ekstreme kalkkrabbesamfunn og ekstreme kalkmyrer. Også nord for Øvre Bjørnevatn fins ekstreme kalkmyrer.



**Figur 3**  
 Nedbørens fordeling  
 innen nedbørfeltet  
 Distribution of the  
 precipitation within the  
 catchment area of  
 Kvenna.



**Figur 4**  
 Berggrunnsgeologiske  
 forhold i Kvennas  
 nedbørfelt.  
 Main geological  
 features of the Kvenna  
 catchment area.

### 3 Materiale og metoder

Det foreligger materiale på vannkjemi, plankton, litorale krepsdyr og bunndyr fra tilsammen 10 vann (**tabell 1a**). I tillegg fins det bunndyrprøver fra tre vann (Krokavatnet, Kollsvatnet og nedre Bjørnevatnet) samt fra en myrpytt. Tilsammen 21 elve/bekkestasjoner er undersøkt mht bunndyr (**tabell 1b**). Urdevatnet, Kringlesjøen, Dargesjøen og Vesle Meinsvatn ble prøvofisket.

Innsjølokalitetene ble undersøkt i perioden 15. august - 17. august mens bunndyrprøver fra elve-/bekkestasjonene samt Krokavatnet, Kollsvatnet, nedre Bjørnevatnet og myrpytten ble innsamlet i perioden 30. august - 2. september. Tilsammen ble det tatt 10 vannprøver, 43 krepsdyrprøver og 35 bunndyrprøver.

Vannprøvene er analysert med hensyn til følgende parametre: ledningsevne, pH, alkalitet, farge, turbiditet, Cl, Ca, Mg, Na, K, NO<sub>3</sub>-N, Si og ulike aluminiumsfraksjoner. Alle parametrene ble målt på NINAs analyselaboratorium.

Krepsdyrprøvene fordeler seg på 30 plankton- og 13 litoralprøver. Fra hvert vann ble det tatt to kvalitative håvtrekk fra antatt største dyp. I tillegg ble det tatt en prøve nær overflaten der håven ble trukket etter båten. Fra litoralsonen foreligger en til to prøver som hovedsakelig ble tatt over stein og sand da vegetasjon forekom sparsomt.

Ved innsamling av krepsdyrmaterialet er det brukt planktonhåv med maskevidde 90 µm, diameter 30 cm og dybde 57 cm. Prøvene i litoralsonen er tatt ved å kaste

håven ut fra land og trekke den inn igjen så nær bunnen som mulig uten å få med for mye av det fine bunnmaterialet.

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

Bunndyrprøvene fordeler seg på 21 prøver fra elv og 14 prøver fra stillestående vann. Fra elvestasjonene 4 og 8 foreligger kvantitative prøver tatt med surber-sampler mens det fra de øvrige stasjonene er tatt kvalitative sparkeprøver.

Bunndyrene er innsamlet med en kvadratisk sparkehåv, 24,3 x 24,3 cm, med maskevidde 250 µm. Normalt ble det sparket ca 2 1/2 minutt, men også kortere eller lengre tid ble benyttet avhengig av substrat og individtetthet. Alle prøvene ble fiksert på sprit og renplukket på laboratoriet.

Ved prøvofiske i Kvennavassdraget ble det benyttet Nordisk oversiktsgarn. Ett slik garn består av 12 ulike maskevidder: 5,0, 6,3, 8,0, 10,0, 12,5, 15,5, 19,5, 24,0, 29,0, 35,0, 43,0 og 55,0 mm. Garna er 30 m lange og 1,5 m dype (45 m<sup>2</sup>), dvs. at hver maskevidde er representert med 2,5 m (3,75 m<sup>2</sup>) på hvert garn. Garna ble satt enkeltvis, fordelt i ulike dybdeintervall og i mest mulig rett vinkel fra land (**tabell 2**). Prøvefiske ble gjennomført i perioden 15.-16. august 1995. Fangstutbyttet (CPUE) er uttrykt som antall fisk fanget pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal pr. natt. Fisken ble aldersbestemt ved hjelp av både otolitter og skjell (Jonsson 1976). Tilbakeberegnet fiskelengde basert på skjell ble gjort ved å måle avstanden fra sentrum av skjellet til de enkelte

**Tabell 1a**

*Noen karakteristiske data for innsjølokalitetene*

*Some characteristic data for the investigated lakes*

nr	lokalitets navn	UTM (32 V)	areal ha	h o h m	max dyp m	dato	sikt (m)	temp °C	farge
I	Krokavatnet	LM 938 660	45	1233		01-09-95			
II	Kollsvatnet	LM 947 643	60	1182		01-09-95			
III	Litlosvatnet	LM 970 625	120	1172	19	05-07-78	12	5,8	blålig grønn
						15-08-95	9	10,0	lys blå
IV	Kvennsjøen	LM 990 605	500	1167	22	10-08-78	20	12,8	blålig grønn
						15-08-95	13	10,3	blått
V	Valgarsvatnet	MM 070 655	180	1324	18	09-07-78	14	5,8	blått
						16-08-95	17	8,0	blått
VI	Øvre Bjørnevatn	MM 050 560	300	1154	15	19-08-78	bunn	13,0	blålig grønn
						15-08-95	bunn	13,5	blålig grønn
VII	Nedre Bjørnevatn	MM 098 570	200	1132		30-08-95			
VIII	myrpytt	MM 109 578		1130		30-08-95			
IX	Gunnleiksbuv.	MM 190 560	130	1076	ukj.	24-08-78	9,5	12,8	gullig grønn
						15-08-95	bunn (7)	13,3	grønn
X	Urdevatnet	MM 278 488	100	1329	15	29-06-78	13	7,2	grønnlig blå
						15-08-95	12,5	12,8	blått
XI	Kringlesjøen	MM 230 610	80	1258	8	14-07-78	bunn (4 m)	10,8	blålig grønn
						17-08-95	bunn (8m)	14,0	grønnlig blå
XII	Dargesjøen	MM 210 610	70	1209	16	13-07-78	bunn (11,5 m)	12,8	gullig grønn
						17-08-95	12	14,5	grønn
XIII	Fjellsjøen	MM 228 625	240	1197	5	12-07-78	bunn	9,5	gullig grønn
						16-08-95	bunn	13,3	blålig grønn
XIV	Vesle Meinsvatn	MM 304 490	70	1355	>13	30-06-78	bunn (10 m)	6,0	grønn
						16-08-95	13	12,3	blått

**Tabell 1b**

Noen karakteristiske data for de undersøkte sparkeprøvelokalitetene  
Some characteristic data for localities where kicking-samples were taken

nr.	lokalitet	UTM (32V)	kartblad 32 V	h o h m	dato	prøve
2	elv fra Krokavatnet	LM 936 657	1415 III	1220	01-09-95	spark
3	Sledalselvi I	LM 933 654	1415 III	1220	01-09-95	spark
4	Sledalselvi II	LM 938 644	1415 III	1190	01-09-95	surber
5	Bergvio	LM 938 641	1415 III	1190	01-09-95	spark
7	Skavassbekken	LM 960 640	1415 III	1195	01-09-95	spark
8	Kollsvatn utløp	LM 957 637	1415 III	1180	01-09-95	surber
9	Fotkjølo	LM 965 617	1415 III	1175	01-09-95	spark
10	Kvennsjøen innløp	LM 981 613	1415 III	1168	01-09-95	spark
11	Kvenno I	LM 970 597	1415 III	1189	02-09-95	spark
12	Grota	MM 022 643	1415 III	1220	31-08-95	spark
13	elv fra Ambjørsvatnet	MM 016 638	1415 III	1210	31-08-95	spark
14	Kvenno II	MM 028 615	1415 III	1167	31-08-95	spark
15	Valgardsbekken	MM 054 629	1415 III	1170	31-08-95	spark
16	Tuvebekken	MM 049 607	1415 III	1167	31-08-95	spark
17	Bjørmo	MM 071 563	1415 III	1140	02-09-95	spark
19	bekk fra Jacobsbudalen	MM 108 581	1415 II	1130	30-08-95	spark
21	Bjørna I	MM 112 581	1415 II	1128	30-08-95	spark
22	Kvenna	MM 181 567	1415 II	1080	30-08-95	spark
23	Bjørna II	MM 179 562	1415 II	1078	30-08-95	spark
24	Merakkåi	MM 187 556	1415 II	1078	30-08-95	spark
25	Gunnleiksbuvatnet utløp	MM 208 562	1415 II	1074	30-08-95	spark

**Tabell 2**

Antall Nordisk oversiktsgarn satt i ulike dyp i fire innsjøer i Kvennavassdraget  
The number of Nordic (benthic) gillnets at different depths in four lakes of the Kvenna watercourse

Dyp	0-3 m	3-6 m	6-12 m	Toltat
Urdevatn (Lok. VI)	4	4	3	11
Kringlesjø (Lok. VII)	9	2	1	12
Dargesjø (Lok. VIII)	4	4	4	12
V. Meinsvatn (Lok. X)	5	4	3	12

årssonene. Metoden forutsetter en direkte proporsjonalitet mellom fiskelengde og skjellradius. Formelen for tilbakeberegning er:  $FL_i = SL_i / Sr \times FL_f$ , der  $FL_i$  er fiskens lengde ved alder  $i$ ,  $SL_i$  er skjellengde ved sone  $i$ ,  $Sr$  er skjellradius og  $FL_f$  er fiskens lengde ved fangst.

Fiskens kondisjonsfaktor (KF) ble beregnet ut fra formelen:  $KF = \text{vekt (g)} \times 100 / (\text{lengde (cm)}^3)$ . Vekt/lengde-forholdet gir et mål på hvor feit fisken er og kan benyttes for å vurdere bestandsforhold.

Mageprøver av aure fra Gunnleiksbuvatn ble innhentet under feltarbeidet fra en som fisket i vatnet, mens mageprøver fra Fjellsjøen, Dargesjøen og Urdevatnet er

sendt fra fiskeforvalteren i Hordaland i september. Disse mageprøvene kommer i tillegg til de som ble samlet inn under eget feltarbeid. Totalt foreligger det et materiale av mageprøver som følger: Gunnleiksbuvatn 6 stk, Urdevatnet 23 stk, Kringlesjøen 5 stk, Dargesjøen 43 stk, Fjellsjøen 24 stk og Vesle Meinsvatn 6 stk.

Fiskens næringsvalg er uttrykt i vektprosent (V%) av ulike næringsdyr (art eller gruppe). Antall individer av hver art/gruppe i hver mageprøve ble telt og lengdemålt (kroppslengde eller hodebredde). Det er utarbeidet likninger for omregning fra lengde/bredde til vekt for de ulike dyregruppene (Botrell et al. 1976, Hindar et al. 1988, Langeland et al. 1991, L'Abée-Lund & Sægrov 1991).

## 4 Forsuringsindeks

Ved å velge arter med stor følsomhet for raske vannkjemiske endringer, og med stor evne til å rekolonisere, kan en fastsette nåværende forsuringstilstand i vassdrag. Det er en rekke faktorer, og samspillet mellom disse, som bestemmer om en art kan leve og trives i en ferskvannlokalitet. Når én faktor er nær eller lik den kritiske kjemiske verdien, kan denne ene faktoren bli avgjørende for artens eksistens. Det er utviklet en forsuringindeks (Raddum & Fjellheim 1985) basert på toleransen til følsomme invertebrater etter følgende system: De mest følsomme artene for forsuring gis indeks 1, moderat følsomme arter 0,5, følsomme arter 0,25, mens forsuringstolerante arter gis verdi 0.

Dersom en lokalitet inneholder rimelige mengder av en eller flere av de artene som gir verdien 1, vil vi karakterisere området som lite påvirket, uavhengig av andre registreringer. Ved sporadiske forekomster reduseres verdien til 0,5, moderat forsuringsgrad.

Mangler derimot følsomme arter helt i prøven, trer registreringer av arter/grupper med verdi 0,5 i funksjon. Dersom en eller flere av disse blir registrert i nødvendig omfang, er lokaliteten karakterisert som moderat forsuringsskadet. Hvis også alle 0,5 verdi-artene mangler, karakteriseres området som tydelig påvirket.

I mange tilfeller er det også undersøkt lokaliteter som egner seg for småmuslinger (*Pisidium*). En eller to av disse artene kan tåle surhet ned mot pH 4,8. Dersom småmuslinger blir registrert i slike tilfeller, karakteriseres området fortsatt som betydelig skadet. Mangler småmuslinger i lokaliteter som biotopmessig skulle være gode for dem og man ellers bare har registrert dyr med høy pH-toleranse, karakteriseres området som sterkt forsuringsskadet, verdi 0.

Vassdragets forsuringsverdi beregnes som middelveidien av enkeltlokalitetene.

Vestnorske vassdrag er meget følsomme for forsuring fordi de er ionefattige og har svært klart vann. For enkelte invertebrater (eksempelvis marflo, skjoldkreps og en del sneglearter) kan pH og kalsiuminnholdet av naturlige årsaker være for lavt til at bestander kan etableres. Fravær av disse artene trenger derfor ikke å bety at lokaliteten er forsuret.

## 5 Lokalitetsbeskrivelse

Tabell 1a og 1b gir en oversikt over noen karakteristiske data fra undersøkte vann og elvelokaliteter i Kvenna. Beliggenheten til henholdsvis innsjø- og elvestasjonene er vist i figur 5 og 6. Alle stasjonene ligger over 1000 m o.h. med Gunnleiksbuvatnet, 1076 m o.h., som den lavest beliggende. Dette vannet er et av flere større vann som ligger i hovedelva før utløp i Møsvatnet.

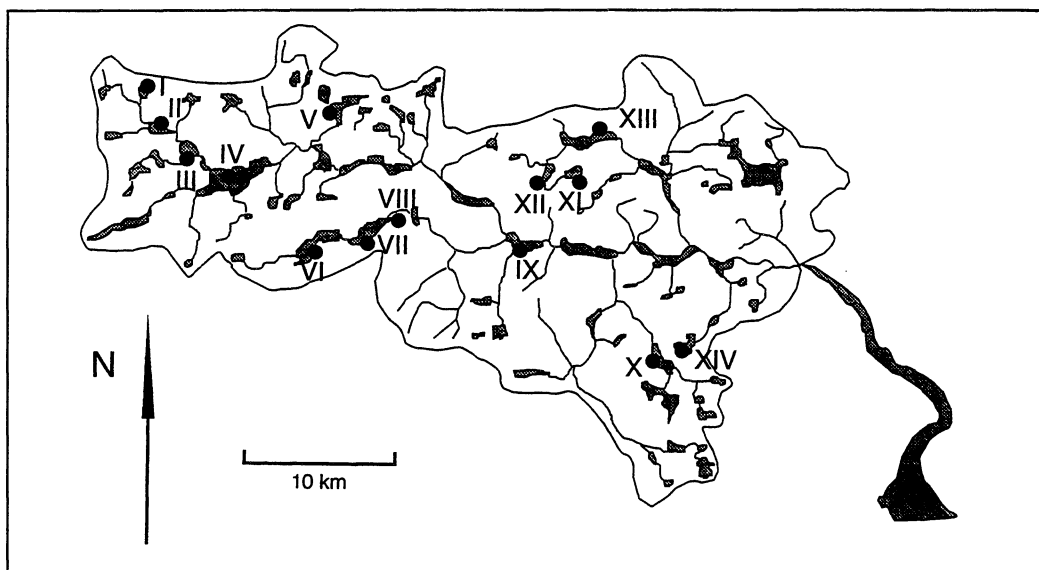
Vesle Meinsvatnet er den høyestliggende lokaliteten, 1355 m o.h. Det ligger på sørsiden av hovedvassdraget og tilhører en egen sidegren som renner ut i Sandhøl. Urdevatnet, som er nabovatn i vest, ligger 1329 m o.h. og tilhører Møra. Også på nordsida av hovedvassdraget er det flere vann som ligger over 1300 m o.h., hvorav Valgardvatnet (1324 m o.h.) inngår i undersøkelsen.

Kvennsjøen ligger i den øvre delen av hovedvassdraget, og er ved siden av Gjuvsjøen i nordøst, nedbørfeltets største med et areal på ca 5 km<sup>2</sup>. Sistnevnte lokalitet ble ikke undersøkt.

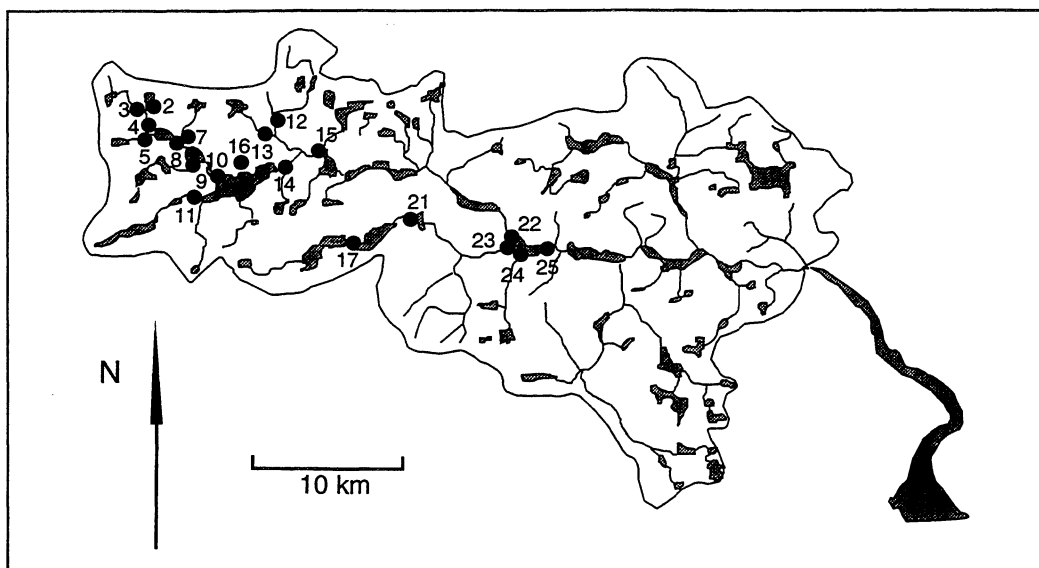
Størst dyp ble loddet i Kvennsjøen med 22 m. I Fjellsjøen og Kringlesjøen ble største dyp målt til henholdsvis fem og åtte meter. Disse ligger også vindutsatt til og dette kombinert med at de samtidig er grunne forårsaker omrøring av vannmassene flere ganger i løpet av sommerhalvåret. De øvrige lokalitetene har dyp mellom 10 og 20 m. Det må tas forbehold om at det fins ennå større dyp da det ikke ble lagt stor vekt på finne maksimalt dyp.

Siktedypet varierte fra 9 m i Litlos til 17 m i Valgardsvatnet. I flere av vannene var Secchiskiva synlig på bunnen og siktedypet ble derfor ikke registrert. Innsjøfargen ble oftest beskrevet som blålig grønn, men også blå og grønn farge samt varianter mot gult ble registrert. I Dargesjøen var fargen gullig grønn. Til tross for variasjoner i både farge og siktedyp er det naturlig å karakterisere alle innsjøene som oligotrofe klarvannssjøer.

Elvestasjonene fordelte seg fra 1220 m o.h. (Vevikbekken) og ned til 1074 m o.h. som var ved utløpet av Gunnleiksbuvatnet.



**Figur 5**  
Prøvetakingsstasjoner i innsjøer i Kvennavassdraget (tabell 1a).  
Sampling stations in lakes within the Kvenna water-course (table 1a).



**Figur 6**  
Prøvetakingsstasjoner i elver i Kvennavassdraget (tabell 1b).  
Sampling stations in running water in the Kvenna water-course (table 1b).

## 6 Resultater og diskusjon

### 6.1 Vannkjemi

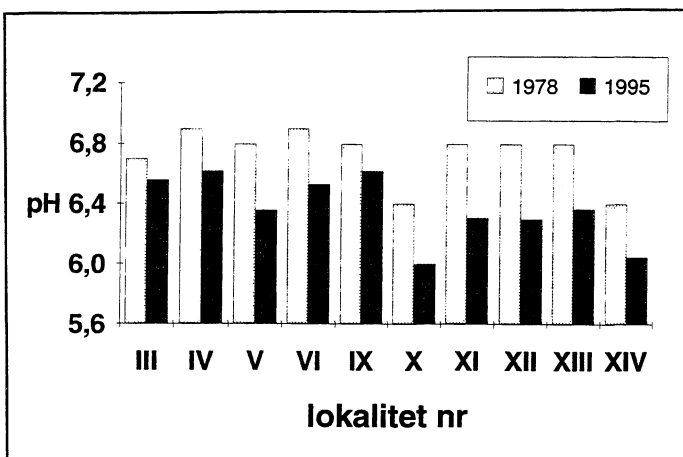
Farge, turbiditet, ledningsevne, pH, alkalitet samt innhold av kationer og anioner i prøver fra 10 innsjøstasjoner er vist i tabellene 3a og 3b.

Laveste pH, 6,00, ble målt i Urdevatnet. Nabovatnet, Vesle Meinsvatn, hadde også lav pH (6,05). Kringlesjøen, Dargesjøen og Fjellsjøen, som tilhører samme sidegren på nordsiden av sidevassdraget, hadde pH mellom 6,30 og 6,37. Valgardsvatnet, som også ligger nord for hovedstrengen, men litt lenger vest, hadde pH i samme størrelsesorden. De tre vannene i selve hovedgrenen, Litlos, Kvennsjøen og Gunnleiksbuvatnet hadde pH på ca 6,6. Det samme var tilfelle med nedre Bjørnevatn.

I grove trekk gjenspeiler pH berggrunnsgeologien. Urdevatnet og Vesle Meinsvatn ligger begge i område med tungt forvitrelig grunnfjell som er fattig på løsmasser. Kringlesjøen, Dargesjøen og Fjellsjøen ligger også på grunnfjell, men et noe mektigere løsmassedecke i dette område kan være forklaringen til at pH er noe høyere her.

Litlos ligger i et område med fyllitter og består av lett forvitrelige kambrosiluriske bergarter. pH i Litlos var derfor gunstigere enn i grunnfjellsområdet lenger øst i vassdraget. Øvre Bjørnevatnet, Kvennsjøen og Gunnleiksbuvatn hadde pH i samme størrelsesorden som i Litlos. Disse innsjøene mottar vann som drenerer områder med fyllitt. Valgardsvatn ligger i et område med fyllitter. Vannet har imidlertid et lite nedslagsfelt, og pH er derfor i stor grad bestemt av nedbøren.

I august var pH gjennomgående lavere i 1995 enn i 1978 (figur 7). I de fem østligste vannene, som ligger på grunnfjell, var pH i størrelsesorden 0,4 pH-enheter lavere. Det samme var tilfelle for Valgardsvatnet mens det for de øvrige var en forskjell på 0,2-0,3 enheter. I 1978 hadde de fire vannene i nord, Kringlesjøen, Dargesjøen, Fjellsjøen og Valgardsvatn, omtrent samme pH som Litlos og Gunnleiksbuvatn i 1978, mens de hadde noe lavere pH i 1995.



**Figur 7**  
pH i 10 innsjøer i 1978 og 1995.  
pH in 10 waterbodies in 1978 and 1995.

I 1978 ble pH målt kolorimetrisk. Dette gir usikre målinger ved lave ionekonsentrasjoner (Blakar 1982). Potensiometrisk målt pH er lavere enn kolorimetrisk målt pH ved pH lavere enn 6,8 og høyere ved pH høyere enn 6,8 (figur 8). Dette skyldes bl a at tilsetning av BTB-indikator vil kunne bufre relativt kraftig rundt pH 6,8 spesielt når den ikke er av ny dato. Dersom en legger forskjeller i målemetoder til grunn, er derfor forskjellen i pH mellom 1978 og 1995 nødvendigvis ikke stor. Reduksjon i innholdet av Ca i samtlige vann fra 1978 til 1995 kan bety at det også har skjedd en endring i pH. Det mangler imidlertid data på sulfatkonsentrasjonen.

I 1978 var pH i størrelsesorden 0,1-0,2 enheter lavere i juni enn i august. Dette ble målt kolorimetrisk slik at den reelle forskjellen var ennå større. Sannsynligvis er den mest kritiske perioden i forhold til surt avrenningsvann i mai/juni.

Laveste og høyeste ledningsevne, 6,00 og 12,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ble registrert i henholdsvis Urdevatnet og Gunnleiksbuvatnet i 1995 (tabell 3a). I 1978 ble også den laveste ledningsevnen 6,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  målt i Urdevatnet mens den i Gunnleiksbuvatnet var 14,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . For alle lokalitetene var ledningsevnen gjennomgående noe lavere i 1995 enn i 1978 (figur 9). De tre vannene i nordøst, Kringlesjøen, Dargesjøen og Fjellsjøen, hadde ledningsevne som var noe høyere enn Urdevatn og Vesle Meinsvatnet i sør, men samtidig lavere enn vannene i hovedvassdraget. Liksom i 1978 var det en tendens til at ledningsevnen økte jevnt nedover i hovedvassdraget. I Litlos var den 9,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mens det ble målt 12,6  $\mu\text{S}/\text{cm}$  i Gunnleiksbuvatnet. Ledningsevnen gjenspeiler forskjeller i berggrunnsgeologien. Fyllitt i de øvre og østlige deler av nedbørfeltet bidrar til et relativt ionerikt vann her. Valgardsvatn hadde f eks en ledningsevne på 1,25  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mens innen grunnfjellsområdet lenger øst var ledningsevnen i størrelsesorden 0,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  eller lavere. Ledningsevnen øker svakt nedover i selve hovedvassdraget.

Urdevatnet og Vesle Meinsvatnet hadde lavest innhold av Ca (figur 10). Begge disse lokalitetene ligger innenfor det sør-norske grunnfjellsområdet. I 1978 var det i enkelte lokaliteter relativt høyt Ca-innhold noe som tydet på at det lokalt er lommer med kalk i fyllitten. Kvennsjøen, Valgardsvatnet, Øvre Bjørnevatn og Gunnleiksbuvatnet hadde Ca-innhold mellom 3,0 og 3,5 mg/l i 1978. I 1995 var Ca-innholdet i alle disse lokalitetene halvert.

Verdiene av totalt syrereaktivt aluminium (TR-Al) og labilt aluminium (UM-Al) var lave i alle fire vannene dvs. mindre enn 10  $\mu\text{g}/\text{l}$ .

## 6.2 Krepssdyr

### 6.2.1 Registrerte arter

Tilsammen ble det påvist 18 arter krepssdyr, 13 vannlopper og fem hoppekreps i 1995 (tabell 4a og b). Alle disse ble funnet i Kvennavassdraget i 1978 og er vanlige i høyereliggende strøk i Sør-Norge. I lokalitetene som ble undersøkt i 1995 er det kun fire arter som mangler i forhold til i 1978. *Sida crystallina* ble i 1978 funnet i Fjellsjøen, *Alona affinis* i Vesle Meinsvatn, *Alonella nana* i Gunnleiksbuvatn og Dargesjøen, mens *Megacyclops viridis* ble funnet i Litlos. *Pleuroxoxus truncata*, som ble funnet i Litlos, er den eneste arten som er ny for de undersøkte lokalitetene i 1995. Den ble i 1978 riktignok funnet i



**Tabell 3a**

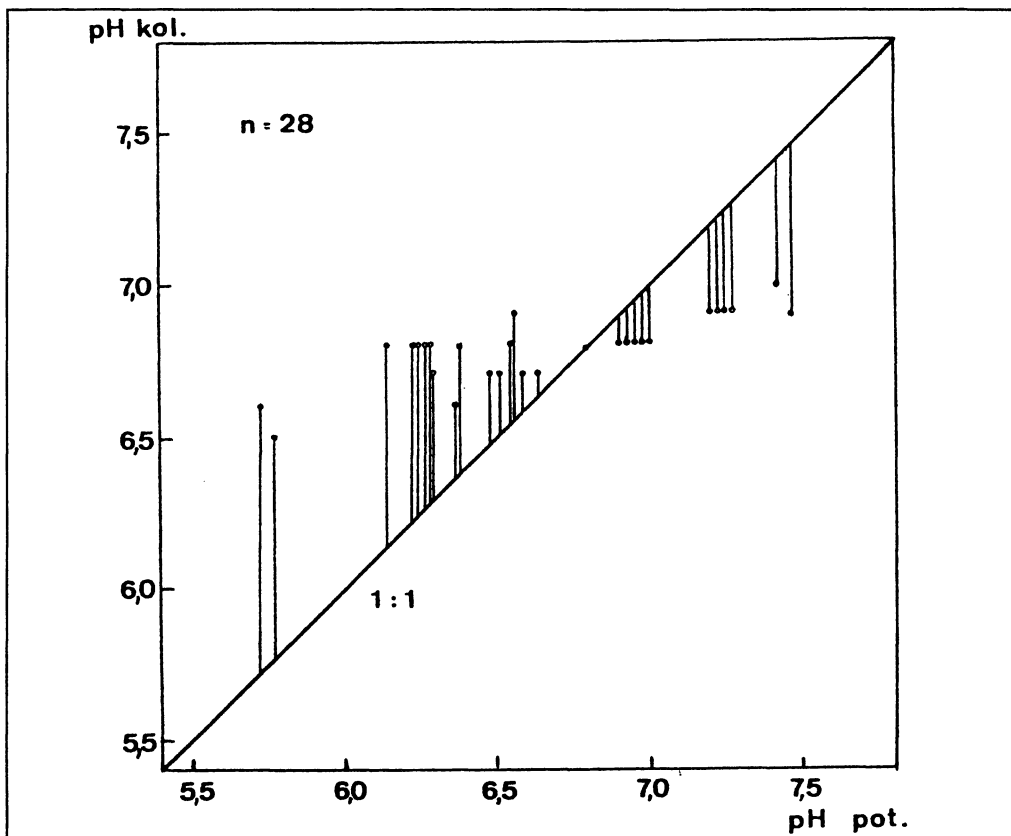
Vannkjemiske data fra de undersøkte lokalitetene  
 Chemical data from the investigated lakes

nr	lokalitet navn	dato	pH	Ledn.e. mS/m	Farge mg Pt/l	Turb FTU	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
III	Litlosvatnet	15-8-95	6,56	0,96	< 5	0,41	43	1,19	0,15	0,35	0,06
IV	Kvennsjøen	15-8-95	6,62	1,19	< 5	0,31	51	1,43	0,13	0,40	0,08
V	Valgarsvatnet	16-8-95	6,36	1,25	< 5	0,26	30	1,42	0,07	0,43	0,10
VI	Øvre Bjørnevatn	15-8-95	6,53	1,14	< 5	0,28	41	1,46	0,07	0,30	0,11
IX	Gunnleiksbuvatn	15-8-95	6,62	1,28	< 5	0,35	46	1,59	0,12	0,44	0,11
X	Urdevatnet	16-8-95	6,00	0,60	< 5	0,35	15	0,44	0,06	0,35	0,10
XI	Kringlesjøen	17-8-95	6,31	0,82	< 5	0,37	32	0,64	0,11	0,65	0,19
XII	Dargesjøen	17-8-95	6,30	0,77	< 5	0,38	32	0,67	0,09	0,51	0,15
XIII	Fjellsjøen	16-8-95	6,37	0,81	< 5	0,35	36	0,74	0,07	0,52	0,16
XIV	Vesle Meinsvatn	16-8-95	6,05	0,63	< 5	0,28	19	0,46	0,08	0,46	0,13

**Tabell 3b**

Vannkjemiske data fra de undersøkte lokalitetene  
 Chemical data from the investigated lakes

nr	lokalitet navn	dato	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Si mg/l	Tr-Al µg/l	Tm-Al µg/l	OM-Al µg/l	UM-Al µg/l	Pk-Al µg/l
III	Litlosvatnet	15-8-95	57	0,13	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
IV	Kvennsjøen	15-8-95	76	0,17	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
V	Valgarsvatnet	16-8-95	53	0,46	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
VI	Øvre Bjørnevatn	15-8-95	44	0,32	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
IX	Gunnleiksbuvatn	15-8-95	44	0,20	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
X	Urdevatnet	16-8-95	48	0,26	10	< 10	< 10	< 10	< 10
XI	Kringlesjøen	17-8-95	0	0,29	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
XII	Dargesjøen	17-8-95	0	0,37	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
XIII	Fjellsjøen	16-8-95	0	0,42	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10
XIV	Vesle Meinsvatn	16-8-95	36	0,33	10	< 10	< 10	< 10	< 10



**Figur 8**  
Sammenligning av pH målt kolorimetrisk og potensiometrisk fra lokaliteter i Joravassdraget (Blakar 1982).  
Comparison between pH measured respectively with colorimetric and potentiometric methods from the river Jora (Blakar 1982).

Vollevatnet som også ligger i Kvennavassdraget (Walseng et al. 1994). I undersøkelsen fra 1978, som tilsammen inkluderte 24 ferskvannslokaliteter, ble i tillegg til de foran nevnte artene, *Diacylops nanus* funnet. Ingen av artene som ble funnet i 1978, men ikke i 1995, er spesielt forsuringfølsomme. Det er sannsynligvis tilfeldigheter som gjør at de ikke er registrert i 1995.

I en undersøkelse fra 18 ferskvannslokaliteter i Finseområdet, som ligger nord for Kvenna, er det funnet 20 arter, respektive 13 vannlopper og syv hoppekreps (Halvorsen 1973).

Som forventet er artsrikdommen liten i høyereliggende områder, med et gjennomsnitt på ca 6 vannlopper og tre hoppekreps pr lokalitet (Walseng et al. 1995). Dette er omtrent som gjennomsnittet for lokaliteter som ligger høyere enn 1000 m o.h. (figur 11).

### 6.2.2 Planktonets og litoralsamfunnets sammensetning

Vannloppene *Holopedium gibberum*, *Daphnia longispina* og *Bosmina longispina* og hoppekrepsene *Mixodiaptomus laciniatus* og *Cyclops scutifer* var de vanligste planktoniske krepsdyrene (tabell 5). I tillegg til disse var *Alonopsis elongata*, *Chydorus sphaericus* og *Polyphemus pediculus* vanlig i litoralsonen (tabell 6). Typiske litorale hoppekreps som f eks *Eucyclops serrulatus* ble kun funnet sporadisk.

I fortsettelsen følger kommentarer til krepsdyrsamfunnene i de enkelte lokalitetene.

#### Litlos (III)

Planktonet bestod av fire vannlopper og tre hoppekreps. I

følge (Pennak 1957) er planktonsamfunn i gjennomsnitt sammensatt av henholdsvis fem arter vannlopper og tre arter hoppekreps. Tatt i betraktning at Litlos er et høyfjellsvann er det derfor karakterisert ved en relativ artsrik planktonfauna. Calanoiden *M. laciniatus* dominerte i planktonprøven (74,0 %), og tilsvarende dominans av denne arten forekom ikke i noen av de andre lokalitetene i 1995. Arten var ennå mer dominant inne i litoralsonen der den utgjorde 92,3 % av krepsdyrene. Foruten *M. laciniatus* utgjorde *B. longispina* og *C. scutifer* begge ca 10 % av planktonet.

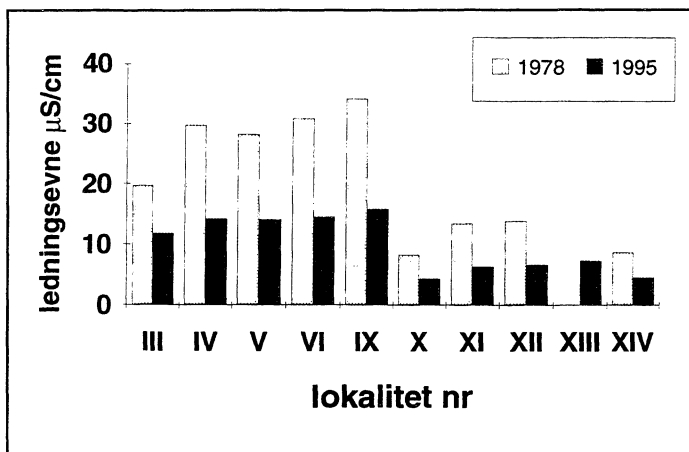
I juniprøver av planktonet i 1978 var forholdet mellom calanoide og cyclopoide hoppekreps det omvendte av hva som var tilfelle i 1995, dvs at *C. scutifer* utgjorde i størrelsesorden 75 % mens ubestemte calanoide copepoditter, som sansynligvis tilhørte *M. laciniatus* utgjorde ca 15 %.

#### Kvennsjøen (IV)

*C. scutifer* utgjorde omtrent halvparten av planktonprøven, mens *M. laciniatus* utgjorde 35 %. Situasjonen var den samme i august 1978. Vannloppene *H. gibberum*, *D. longispina* og *B. longispina* var tilstede begge år. *D. longispina* utgjorde en større andel i 1978 (16,5 %) enn i 1995 (1,6 %). Litoralprøven var liksom i Litlos dominert av *M. laciniatus*. Vannloppen *P. pediculus* utgjorde 26,7 %.

#### Valgardsvatn (V)

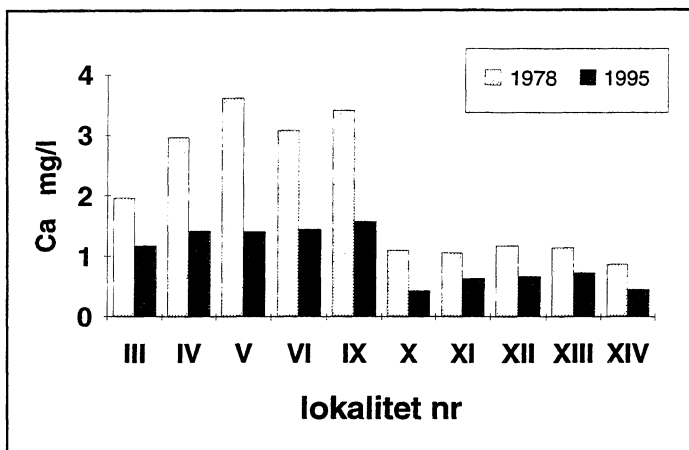
I dette vannet dominerte *B. longispina* (70,2 %) og *C. scutifer* (23,9 %) planktonet, mens *M. laciniatus* utgjorde resten (5,9 %). Også i 1978 dominerte *B. longispina* (79,6 %) mens *D. longispina* utgjorde 7,8 %. Denne arten ble ikke registrert i 1995. Liksom i 1978 var *C. sphaericus* den vanligste i litoralprøven (29,9 %). I 1978 utgjorde den 40,5 %. Med få unntak utgjorde planktoniske former resten av litoralfaunaen begge år.



Figur 9

Ledningsevne (µS/cm) i 10 innsjøer i 1978 og 1995.

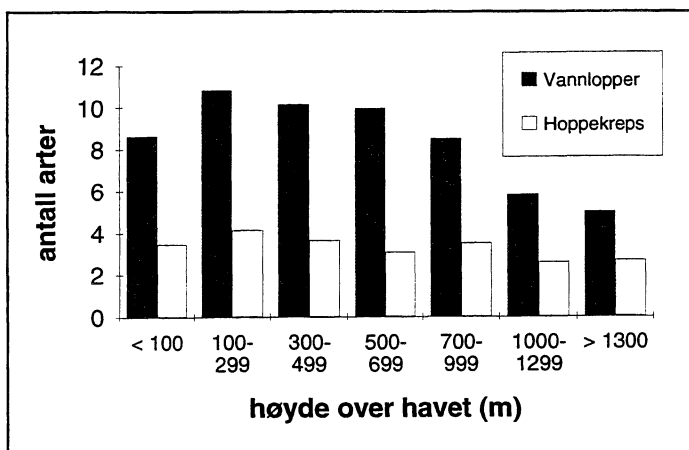
Conductivity (µS/cm) in 10 waterbodies in 1978 and 1995.



Figur 10

Ca (mg/l) i 10 innsjøer i 1978 og 1995.

Ca (mg/l) in 10 waterbodies in 1978 and 1995.



Figur 11

Gjennomsnittlig artsantall pr lokalitet for vannlopper og hoppekreps i forhold til høyde over havet basert på data fra norske innsjølokaler (Walseng et al. 1995).

Mean number of cladoceran and copepod species per site related to latitude, based on a wide selection of Norwegian lake sites (Walseng et al. 1995).

**Øvre Bjørnevatt (VI)**

*H. gibberum*, *B. longispina* og *C. scutifer* dominerte planktonet. I tillegg til disse utgjorde *M. laciniatus* ca 10 %, mens *Heterocope saliens* kun ble funnet fåtallig. I 1978 var det de samme artene som ble funnet i planktonet med *B. longispina* som den vanligste. *A. elongata* utgjorde mer enn halvparten av individene i litoralprøvene i 1995. Dette er en typisk litoral form. *C. scutifer* utgjorde 16,3 %. Det foreligger ikke litoralprøver fra 1978.

**Gunnleiksbuvatn (IX)**

Gunnleiksbuvatn hadde stor dominans av *B. longispina* (85,9 %). *C. scutifer* utgjorde i overkant 10 %, mens resten av individene tilhørte *M. laciniatus*. Sammensetningen av planktonet var nesten nøyaktig det samme i 1978 da *B. longispina* og *C. scutifer* utgjorde respektive 95,6 % og 4,4 %. I litoralprøven fra 1995 var det nesten total dominans av *P. pediculus* (90,9 %). Omregnet til antall dyr pr meter trekk så var Gunnleiksbuvatn den lokaliteten som hadde størst tetthet av dyr i litoralsonen.

**Urdevatnet (X)**

Liksom i Gunnleiksbuvatn var det også i Urdevatn stor dominans av *B. longispina* i planktonet (87,9 %). *H. gibberum*, *M. laciniatus*, *H. saliens* og *C. scutifer* utgjorde den resterende del av prøven. I 1978, da det ble tatt planktonprøver i både juni og september, var det dominans av hoppekreps i juni med *C. scutifer* som den vanligste, mens *H. gibberum* dominerte i august. *B. longispina* utgjorde små fraksjoner og var tallmessig like vanlig som *D. longispina*. Sistnevnte var ikke tilstede i 1995. *P. pediculus* (64,3 %) og *A. elongata* (20,5 %) dominerte i litoralprøven i 1995. I 1978 dominerte planktoniske hoppekreps i litoralsonen.

**Kringlesjøen (XI)**

Hoppekrepsene *M. laciniatus* (37,7 %) og *C. scutifer* (60,5 %) dominerte i planktonet, mens *H. gibberum*, *B. longispina* og *H. saliens* forekom fåtallig. *C. scutifer* dominerte også i 1978 da den utgjorde hele 90,3 %. I tillegg til artene som ble funnet i planktonet i 1995, var også *D. longispina*, *P. pediculus* og *Bythotrephes longimanus* tilstede i 1978. I litoralsonen dominerte *B. longispina* i 1995 (85,6 %) mens *C. scutifer* dominerte i 1978 (90,3 %).

**Dargesjøen (XII)**

*H. gibberum* (37,5 %) og *C. scutifer* (51,3 %) dominerte i planktontrekket. *M. laciniatus* utgjorde 9,1 % mens *D. longispina*, som ikke var tilstede i 1978, utgjorde 1,7 %. Ved siden av Fjellsjøen er Dargesjøen den av innsjøene som hadde lavest tetthet av krepsdyr. Det må imidlertid tas forbehold vedrørende tetthetsestimaterne da store individer av *H. gibberum* resulterte i at håven tettet seg og at mange dyr unngikk å bli fanget. Også i 1978 var det store tettheter av *H. gibberum* som utgjorde 30,5 % av planktonet i juli. Det foreligger ikke prøver fra august dette året. *C. scutifer* utgjorde en mindre andel i 1978 enn i 1995, mens *B. longispina* var vanligere (33,5 %). Calanoiden *H. saliens* utgjorde i underkant av 10 % av planktonet i 1978, dvs samme andel som den utgjorde i litoralprøven fra 1995 der det var klar dominans av *B. longispina* (83,2 %).

**Fjellsjøen (XIII)**

*B. longispina* (66,0 %) og *M. laciniatus* (24,0 %) dominerte i planktontrekket. Den resterende del av prøven bestod i tillegg til planktoniske former, også av flere litorale arter. Dette har sannsynligvis sammenheng med at sjøen er grunn og vindutsatt, og at litorale former derfor lett kan forekomme ute i pelagialen. I 1978 utgjorde *C. scutifer* mer

enn halvparten av individene både i juli og august. I juli var i tillegg *D. longispina* dominant (24,9 %). Fjellsjøen var den av innsjøene som hadde lavest tetthet av krepsdyr. I strandsonen var det i tillegg til *B. longispina* (28,1 %) tre litorale former: *A. elongata* (40,8 %), *C. sphaericus* (9,4 %) og *Eurycercus lamellatus* (12,5 %). Sistnevnte, også kalt linsekreps, er attraktiv fiskeføde som ofte blir funnet i store tettheter i ørretmager. I 1978 dominerer *B. longispina* i juli, mens cyclopoide nauplier/copepoditter, sannsynligvis *C. scutifer*, dominerte i august.

#### Vesle Meinsvatn (XIV)

*C. scutifer* (45,4 %), *B. longispina* (25,8 %) og *H. gibberum* (16,4 %) var de vanligste artene i planktontrekket. I tillegg til disse utgjorde *D. longispina* 7,4 %. Det ble funnet store pigmenterte hunner hvorav noen med egg. I prøver fra

månedsskiftet juni/juli i 1978 ble *D. longispina* ikke funnet. Den gang utgjorde vannloppene bare 1,9 %. *C. scutifer* dominerte, mens den resterende del av prøven bestod av ubestemte calanoide nauplier og copepoditter. *P. pediculus* dominerte i litoralprøvene i 1995, mens planktoniske former av hoppekreps dominerte i 1978.

Generelt var det mange likhetstrekk i planktonsamfunnet sammensetning i 1978 og 1995. Det er kun i Urdevatnet, Vesle Meinsvatnet og Fjellsjøen hvor det har skjedd markerte endringer i dominansforhold. Dette kan delvis ha sammenheng med forskjeller i tidspunkt for prøvetaking og med endringer i predasjon. Krepsdyrfaunaen i litoralsonen var gjennomgående dominert av planktoniske former. Dette er forventet i høyfjellsvann med dårlig utviklet litoralsone.

**Tabell 4a**

Vannlopper og hoppekreps i Kvennavassdraget 1978 og 1995.

Species list of crustaceans found in Kvenna in 1978 and 1995.

lokalitet dato	III Litlos 1978	III Litlos 1995	IV Kvennsj 1978	IV Kvennsj 1995	V Valgar 1978	V Valgar 1995	VI Ø Bjørn 1978	VI Ø Bjørn 1995	IX Gunnl. 1978	IX Gunnl. 1995
<b>VANNLOPPER</b>										
<i>Sida crystallina</i> (O.F.M.)										
<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach	x	x	x	x			x	x		
<i>Daphnia longispina</i> (O.F.M.)			x	x	x					
<i>Bosmina longispina</i> Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ophryoxis gracilis</i> Sars										x
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)			x	x				x	x	x
<i>Alona affinis</i> (Leydig)										
<i>Alonella excisa</i> (Fischer)			x					x	x	
<i>Alonella nana</i> (Baird)									x	
<i>Alonopsis elongata</i> Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.M.)		x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Eurycercus lamellatus</i> (O.F.M.)		x	x	x	x	x		x	x	x
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F.M.)		x								x
<i>Rhynchotalona falcata</i> Sars								x	x	x
<i>Polyphemus pediculus</i> (Leuck.)	x	x	x	x	x		x	x	x	x
<i>Bythotrepeus longimanus</i> Leydig										
antall vannlopper	4	8	9	8	6	4	4	9	9	9
<b>HOPPEKREPS</b>										
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i> (Lillj.)	x	x	x	x	x	x	x	x		x
<i>Heterocope saliens</i> (Lillj.)	x	x	x				x	x		x
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fisch.)			x	x		x				x
<i>Cyclops scutifer</i> Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Megacyclops viridis</i> (Jur.)	x									
<i>Megacyclops gigas</i> (Claus)		x		x		x				x
Antall hoppekreps	3	5	4	4	2	4	3	3	1	5
Totalt ant krepsdyr	7	13	13	12	8	8	7	12	10	14

**Tabell 4b**

Vannlopper og hoppekreps i Kvennavassdraget 1978 og 1995.

Species list of crustaceans found in Kvenna in 1978 and 1995.

lokaltet dato	X Urdev 1978	X Urdev 1995	XI Kringlesj 1978	XI Kringlesj 1995	XII Darges 1978	XII Darges 1995	XIII Fjellsj 1978	XIII Fjellsj 1995	XIV V Meins 1978	XIV V Meins 1995
<b>VANNLOPPER</b>										
Sida crystallina (O.F.M.)							x			
Holopedium gibberum Zaddach	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Daphnia longispina (O.F.M.)	x		x			x	x			x
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ophryoxis gracilis Sars								x		
Acroperus harpae (Baird)							x			x
Alona affinis (Leydig)									x	
Alonella excisa (Fischer)									x	
Alonella nana (Baird)					x					
Alonopsis elongata Sars	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x		x				x	x	x	x
Eurycerus lamellatus (O.F.M.)	x					x		x	x	
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)										
Rhynchotalona falcata Sars										
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x	x		x			x	x	x
Bythotrepeus longimanus Leydig			x	x	x		x	x		
antall vannlopper	7	5	6	4	6	5	8	8	8	7
<b>HOPPEKREPS</b>										
Mixodiaptomus laciniatus (Lillj.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Heterocope saliens (Lillj.)	x	x	x	x	x	x	x	x		
Eucyclops serrulatus (Fisch.)		x		x						
Cyclops scutifer Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Megacyclops viridis (Jur.)										
Megacyclops gigas (Claus)		x								x
Antall hoppekreps	3	5	3	4	3	3	3	3	2	3
Totalt ant krepssdyr	10	10	9	8	9	8	11	11	10	10

**Tabell 5**

Prosentvis forekomst av planktoniske krepssdyr i Kvenna i 1995

Structure (%) of the plankton community in Kvenna

lokaltet nr lokaltet dato	III Litlos 15-08-95	IV Kvennsj. 15-08-95	V Valgard. 16-08-95	VI Ø Bjørn. 15-08-95	IX Gunnl.v. 15-08-95	X Urdevatn 15-08-95	XI Kringlesj. 17-08-95	XII Dargesj. 17-08-95	XIII Fjellsj. v. 16-08-95	XIV Meinsv. 16-08-95
<b>VANNLOPPER</b>										
Holopedium gibberum Zaddach	1,6	6,8		25,5		5,8	1,7	37,5	4,0	16,4
Daphnia longispina (O.F.M.)	1,9	1,6						1,6		7,4
Bosmina longispina Leydig	11,7	3,2	70,2	37,3	85,9	87,9	+	0,4	66,0	25,8
Ophryoxis gracilis Sars					0,1				1,0	
Acroperus harpae (Baird)										0,6
Chydorus sphaericus (O.F.M.)				+						+
Eurycerus lamellatus (O.F.M.)	0,3								0,5	
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	0,3									
Polyphemus pediculus (Leuck.)	0,5				0,1					
Bythotrepeus longimanus Leydig									0,5	
<b>HOPPEKREPS</b>										
Mixodiaptomus laciniatus (Lillj.)	74,0	34,7	5,9	9,0	2,3	2,4	37,7	9,1	24,0	4,2
Heterocope saliens (Lillj.)	0,1			0,1		1,5	+		0,5	
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	0,3						+			
Cyclops scutifer Sars	9,0	49,2	23,9	28,1	11,6	2,5	60,5	51,3	3,5	45,4
Megacyclops gigas (Claus)	0,3	4,5								0,2
Totalt ant dyr (2 trekk)	735	4410	8590	3563	1187	12259	2413	1227	200	4761
trekk lengde	8	20	20	10	6	13	7,5	15	6	15
ant dyr pr m3	648	1555	3028	2512	1395	6648	2268	577	235	2238

**Tabell 6**

Prosentvis forekomst av litorale krepsdyr i Kvenna i 1995  
Structure (%) of the littoral community in Kvenna

lokalitet nr	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	X
lokalitet	Litlos	Kvennsj.	Valgard.	Ø Bjørn.	Gunnl.v.	Urdevatn	Kringlesj.	Dargesj.	Fjellsj. v.	Meinsv.
dato	15-08-95	15-08-95	16-08-95	15-08-95	15-08-95	15-08-95	17-08-95	17-08-95	16-08-95	16-08-95
<b>VANNLOPPER</b>										
Holopedium gibberum Zaddach				3,1		1,9	4,4	4,3		0,2
Bosmina longispina Leydig			19,6	1,0	1,7	7,5	85,6	83,2	28,1	
Ophryoxis gracilis Sars									3,1	
Acroperus harpae (Baird)		1,5		1,0	1,7					4,6
Alonella excisa (Fischer)				1,0						
Alonopsis elongata Sars	0,9	13,4	7,5	60,2	3,0	20,5	4,4	0,5	40,6	5,5
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	0,9	0,7	29,9		0,8	0,1			9,4	1,8
Eurycerus lamellatus (O.F.M.)	0,9	1,5	0,9	1,0	0,4			0,3	12,5	
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	0,1				0,9					
Rhynchotalona falcata Sars				1,0	0,4					
Polyphemus pediculus (Leuck.)	0,9	26,7		8,2	90,9	64,3			3,1	84,1
Bythotreps longimanus Leydig							2,2		3,1	
<b>HOPPEKREPS</b>										
Mixodiaptomus laciniatus (Lillj.)	92,3	43,0	14,0	3,1		0,1	2,2	1,6		
Heterocope saliens (Lillj.)				3,1	+	1,9		9,2		
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	0,9	5,8	2,8		+	0,9				
Cyclops scutifer Sars	0,9		10,3	16,3		2,8	1,1	0,8		3,7
Megacyclops gigas (Claus)	0,1	5,9	0,9		+	0,1				
Cycl naup/cop	1,9	1,5	14,0	1,0						
totalt ant dyr	1062	674	214	490	2342	1073	90	368	32	541
trekk lengde	20	20	30	20	20	20	20	20	30	30
ant dyr pr m3	749	475	101	345	1651	756	63	259	15	254

### 6.2.3 Livsstadier

#### *Mixodiaptomus laciniatus*

*Mixodiaptomus laciniatus* er den vanligste calanoiden i Kvenna og var tilstede i planktonet i samtlige vann. I 1978 manglet den kun i Gunnleiksbuvatn. Den er utbredt fra Jæren i sørvest (Walseng 1993) til nordspissen av Porsangerhalvøya i nord (Walseng & Halvorsen 1993). På Sørlandet og på Østlandet rundt Oslo er den ikke funnet. Den er beskrevet som en kaldtvannsform (Ekman 1922), men er i Sør-Norge funnet 16 m o.h. (Walseng upubl.). I Nord-Norge er den funnet ennå lavere, bl a i Reinevatnet i Lofoten som ligger 8 m o.h. (Walseng et al. 1991). Den er relativt vanlig og er registrert i underkant av 10 % av norske ferskvannslokaliteter. Lenge var arten kun funnet i vann lavere enn 400 m o.h. (Jensen 1968), men seinere ble den funnet i små vannansamlinger i høyereliggende områder (Eie 1974). Hvorfor arten tilsynelatende er blitt så vellykket i Kvenna er usikkert.

*M. laciniatus* ble ikke funnet på Finse i 1973 (Halvorsen 1973). Her var imidlertid slektningen *Arctodiaptomus laticeps* tilstede, som også Huitfeldt-Kaas (1906) fant i sine undersøkelser i Dimmedalsvatnet på slutten av 1800-tallet. 80 år seinere er arten her erstattet av *M. laciniatus* (Walseng et al. 1994).

Det foreligger lite opplysninger vedrørende livssyklus hos *M. laciniatus*. Hos calanoiden *E. gracilis* kan livssyklus variere fra én generasjon til 11 generasjoner pr år (Wærvågen 1985, Zankai 1987). Fordeling av livsstadier i de ti lokalitetene i Kvennavassdraget (figur 12) indikerer at det her er snakk om én generasjon pr år. Det er mange fellestrekk mellom de enkelte lokaliteter med relativt få stadier tilstede samtidig.

Interessant er det at fordelingen mht livsstadier i nabovannene, Kringlesjøen (VII), Dargesjøen (VIII) og Fjellsjøen (XI) er nesten identiske. I alle disse vannene var det nesten uten unntak cop III - cop V da prøvene ble tatt.

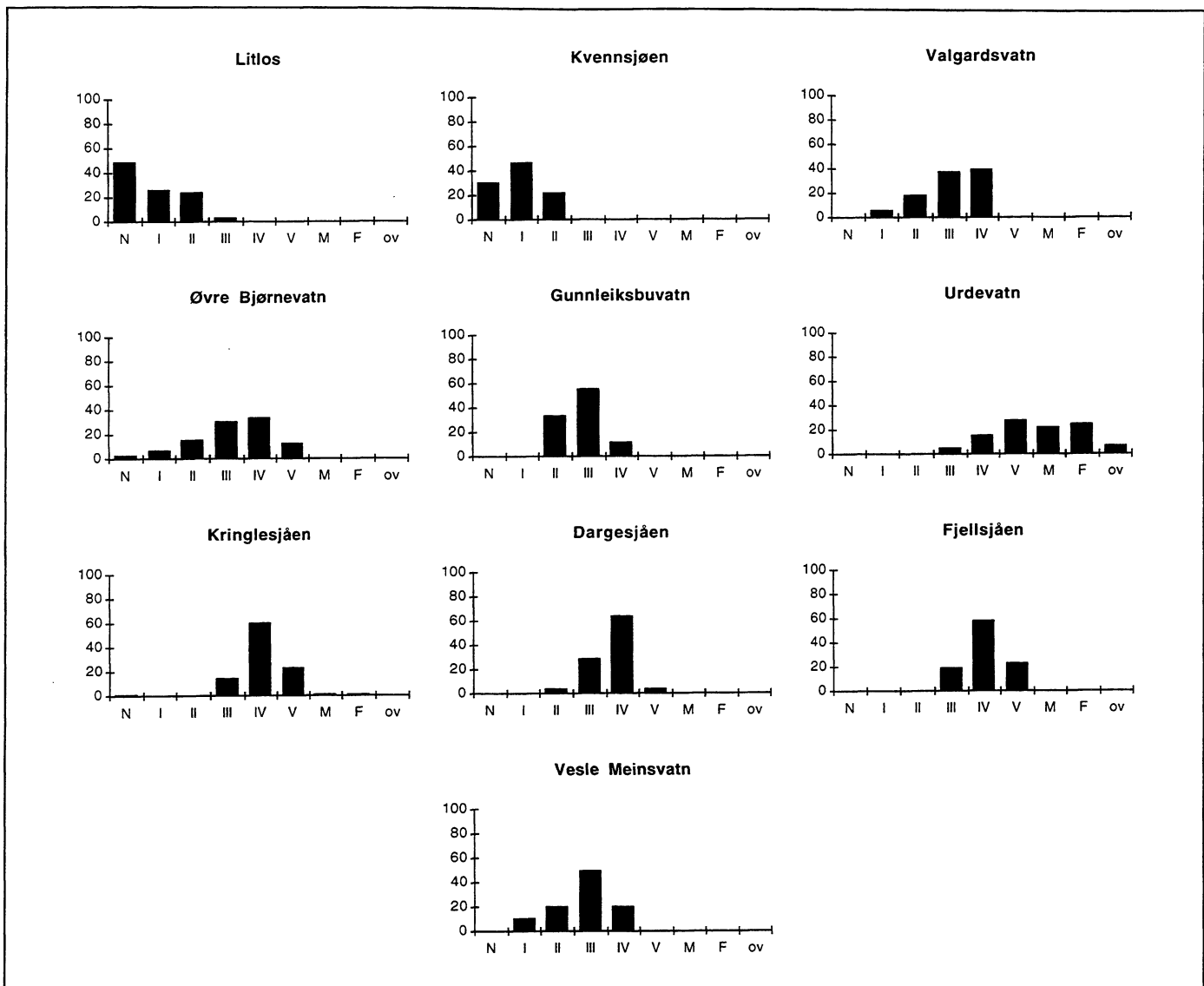
Et interessant trekk er også forskjeller i de tre vannene i hovedvassdraget: Litlos (I), Kvennsjøen (II) og Gunnleiksbuvatnet (V). I Litlos er det fortsatt dominans av nauplier, mens Cop I dominerer i den nedenforliggende Kvennsjøen. I Gunnleiksbuvatn, som ligger nesten 100 m lavere, er det Cop II som dominerer. Dersom en antar at det er en generasjon pr år, er forskjellene i livsstadiefordelingen nedover i vassdraget korrelert til forskjeller i temperaturutviklingen som igjen gjenspeiler høyde over havet. Fordelingen av livsstadier i Øvre Bjørnevatn bekrefter dette bildet. Selv om dette vannet ligger på høyde med Kvennsjøen, har utviklingen kommet like langt som i

Gunnleiksbuvatn. Disse lokalitetene hadde imidlertid samme temperatur nær overflaten da prøvene ble tatt samme dag med få timers mellomrom.

Urdevatn skiller seg fra de øvrige ved at dette er det eneste vannet med adulte individer, både voksne hanner og hunner samt hunner med egg. Hvorfor dette skiller seg fra nabovatnet Vesle Meinsvatn og alle de øvrige er det vanskelig å ha noen formening om.

#### *Cyclops scutifer*

*Cyclops scutifer* var dominerende hoppekreps og ble funnet i samtlige vann. Den var samtidig eneste cyclopoide copepode. Dens prosentvise andel i planktontrekkene varierte fra 2,5 % i Urdevatn til 60,5 % i Kringlesjøen.



**Figur 12**  
De forskjellige utviklingsstadier (%) til *Mixodiaptomus laciniatus*.  
The individual development stages (%) of *Mixodiaptomus laciniatus*.

*C. scutifer* er vår vanligste planktoniske hoppekreps og er samtidig vår best undersøkte art som bl a viser en utrolig variasjon i livssyklus (Elgmork 1985). Den kan ha ettårig livssyklus med eller uten diapause i sedimentet. I store høyfjellssjøer som Gjende, Bessvatn og Flakevatn har den to- til treårig livssyklus (Elgmork & Eie 1989). På Finse ble to lokaliteter studert med hensyn til livssyklus, der det i begge sannsynligvis var tre-årig syklus (Halvorsen 1973). Lav primærproduksjon og kort vekstsesong er viktige faktorer som resulterer i at arten trenger flere år på fullføre livssyklus her,

Resultatene tyder på at *C. scutifer* har minst toårig syklus i alle lokalitetene (figur 13). Informasjon fra kun ett besøk gjør det imidlertid vanskelig å vurdere eksakt livssyklus.

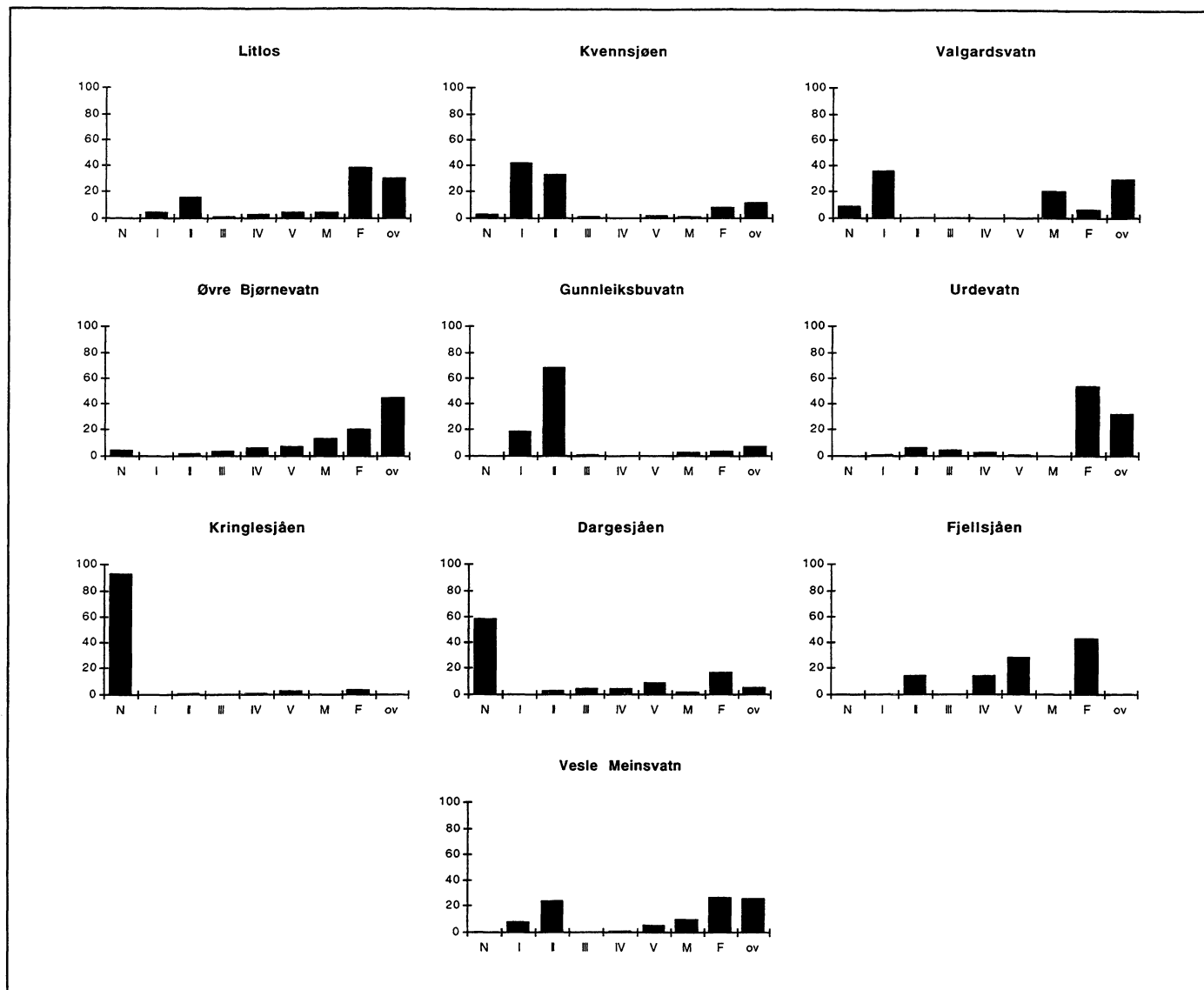
Høyst sannsynlig er det snakk om to- til treårig livssyklus med eventuelt en kombinasjon mellom disse. Det er

imidlertid mulig å gjøre noen betraktninger over eventuelle fellestrekk mellom de forskjellige lokalitetene.

I Litlos, Kvennsjøen og Gunnleiksbuvatn var det i hovedsak de samme stadiene som dominerte. I Litlos var det imidlertid en større andel av voksne individer enn i de nedenforliggende vannene. I Kvennsjøen syntes utviklingen å ha kommet noe lenger enn i Gunnleiksbuvatn ved at cop I var i flertall i førstnevnte mens cop II dominerte i sistnevnte. Samme trend var også tilfelle for *M. laciniatus* og har sannsynligvis sammenheng med at vekstsesongen var kommet lengre i Gunnleiksbuvatn som ligger ca 100 m lavere enn Kvennsjøen.

I Urdevatn og Vesle Meinsvatn var fordelingen av stadier som i Litlos, dvs med dominans av voksne i tillegg til små copepoditter. Voksne individer i alle disse vannene var hovedsakelig voksne hunner med eller uten egg.





**Figur 13**

De forskjellige utviklingsstadier (%) til *Cyclops scutifer*.

The individual development stages (%) of *Cyclops scutifer*.

Kringlesjøen og Dargesjøen syntes å ha samme fordeling, begge med dominans av nauplier og med et fåtall individer som fordelte seg fra cop II og fram til voksent stadium. I Fjellsjøen ble det kun funnet et fåtall individer, og fordelingen her er det derfor ikke grunnlag for å tolke.

Valgardsvatn er den høyestliggende lokaliteten, og utviklingen hadde kommet noe kortere her enn i Vesle Meinsvatn og Urdevatn som ligger noe lavere. Mens små copepoditter og adulte hunner dominerte i de to siste, var det dominans av nauplier/cop I samt adulte hanner i Valgardsvatn. Hannene utvikles før hunner som etter en tid blir eggbærende.

## 6.3 Bunndyr

### 6.3.1 Bunndyrfaunaen i elver/bekker

Totalt ble det registrert 55 arter/grupper av invertebrater i bunnprøvene fra tilsammen 20 stasjoner i rennende vann (tabell 7a og 7b). Antall taxa økte fra de høyestliggende delene i vest til de noe lavereliggende delene mot øst. Dette er illustrert på figur 14 hvor nummereringen av stasjonene hovedsakelig går fra vest til øst. Færrest arter ble funnet i Sledalen og Bergåno med henholdsvis syv og åtte registrerte taxa, mens Merrakelv og utløpet av Gunnleiksbuvatn hadde 23. Økningen i antall taxa fra vest mot øst er sannsynligvis indirekte forårsaket av forskjeller i de klimatiske forholdene.

Det totale antall forsuringfølsomme arter i Kvennavassdraget var 20. Det ble funnet 10 i den vestlige delen og 18 i den østlige. Av de mest følsomme artene ble det bare registrert to i den vestlige, mens den østlige hadde syv arter.

I fortsettelsen følger kommentarer vedrørende forsuringfølsomme arter i de enkelte lokalitetene.

#### Stasjon 2

I elven fra Krokavatn ble det registrert 14 taxa hvorav 59 individer av flimmermarken *Crenobia alpina*. Dette er en kaldtvannsform som er moderat følsom for surt vann. Dette er også tilfelle for steinfluen *Diura nanseni* som ble funnet i elva. Det ble også registrert småmuslinger, en gruppe som bl a består av meget følsomme arter. Muslingene er imidlertid ikke artsbestemt.

#### Stasjon 3

Sledalselva drenerer en snørik dal med sen avsmelting. Dette gjenspeiles i faunaen som kun besto av syv taxa. Av følsomme arter ble *C. alpina*, og de to steinfluene *D. nanseni* og *Capnia sp.* registrert.

#### Stasjon 4

Denne stasjonen ble samlet kvantitativt med Surber samler. Totalt ble det funnet 13 731 ind pr m<sup>2</sup> (tabell 7a). Størst tetthet ble registrert for fjærmygglarver (*Chironomidae*), fåbørstemark (*Oligochaeta*) og musling-kreps (*Ostracoda*). Tettheten av dyr må karakteriseres som høy for alpine områder. Antall følsomme arter har økt med ytterligere en steinflue og med en vårflue sammenlignet med de ovenforliggende stasjonene. Forsuringsbildet endrer seg imidlertid ikke siden alle indikerer samme forsurningsnivå. Økningen skyldes sannsynligvis noe gunstigere klimatiske forhold.

#### Stasjon 5

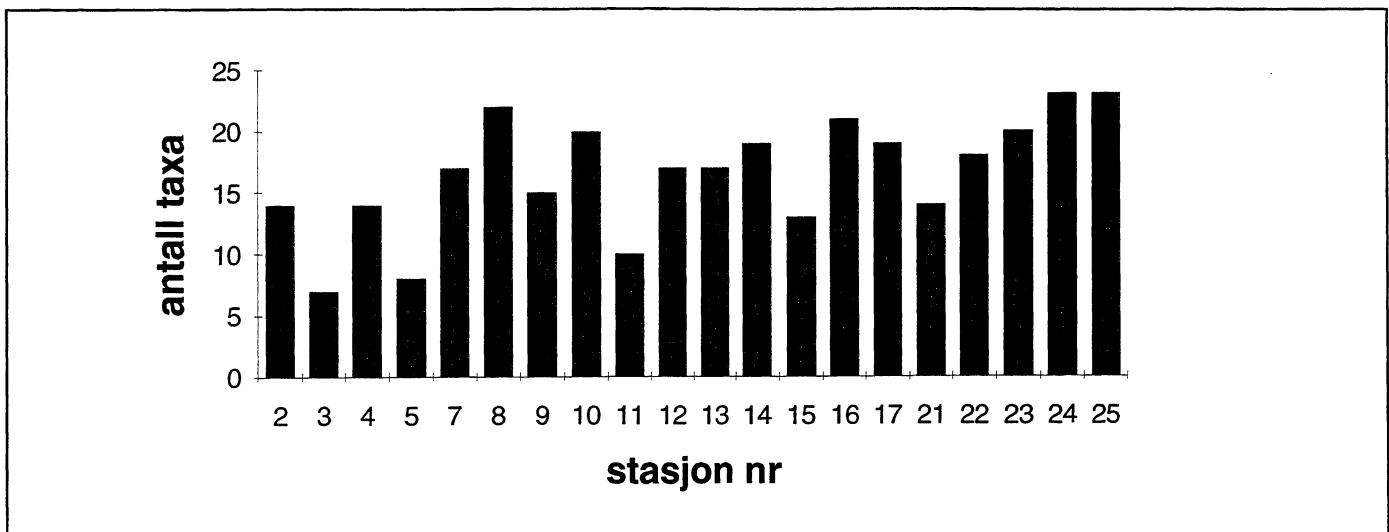
Denne stasjonen ligger i Bergåno, et område som også har sen snøsmelting. I likhet med Sledalen ble det også her registrert få taxa. Av følsomme arter var *C. alpina* tallrik, mens *Capnia sp.* var sporadisk. Ingen andre følsomme arter ble registrert.

#### Stasjon 7

Skavassbekken ble undersøkt i 1978. Den gang inneholdt bekken to døgnfluearter, *Baetis lapponicus* og *B. rhodani*, sistnevnte i et høyt antall i august. I 1995 ble kun *B. rhodani* registrert relativt fåtallig. Dette kan indikere litt surere forhold i 1995 enn i 1978. Av andre følsomme arter ble *C. alpina*, *Capnia sp.*, *D. nanseni* og *Apatania sp* registrert. Bekken oppnår forsuringindeks 1 som den første av de nevnte lokalitetene.

#### Stasjon 8

I utløpselven fra Kollsvatn ble det også tatt kvantitative prøver. Fjærmygglarver dominerte med 11 669 ind pr m<sup>2</sup> (tabell 7a). Dernest fulgte knottlarver (*Simuliidae*) og fåbørstemark med henholdsvis 5 364 og 1 032 ind pr m<sup>2</sup>. Det ble også registrert forholdsvis mange planktoniske krepsdyr som har drevet ut fra Kollsvatn. Det totale antall individer ble beregnet til 21 749 pr. m<sup>2</sup> som er høyt for alpine områder.



Figur 14

Antall taxa ved de undersøkte elvestasjonene.  
Number of taxa found in localities of running water.

**Tabell 7a**

*Bunndyrfaunaen (ant ind) ved elvestasjonene. Ved stasjonene 4 og 8 foreligger kvantitative prøver  
Benthos fauna (no of individuals) of running water. Information from loc. 4 and loc. 8  
are based on quantitative samples*

Stasjon	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13
Gruppe/art											
Turbellaria											
** <i>Crenobia alpina</i>	59	27	471	105	11	99	54	7	1	1	12
Nematoda	2	3	59		1	323	5	1	3	2	1
Oligocheta	19	95	3260	55	14	1032	29	6	10	3	1
Bivalvia											
* <i>Pisidium sp.</i>	2										1
Acaři	4	3	18		4	37	7	5	1	16	13
Ephemeroptera											
*** <i>Baetis rhodani</i>					3		1	2		40	85
Plecoptera											
** <i>Capnia sp.</i>		4	18	1	3	9	2	1		6	
** <i>Diura nanseni</i>	7	7	4		1	11			2	2	3
<i>Amphinemura sulcicollis</i>					28	53				5	3
<i>Amphinemura indet. juv.</i>						24		1			3
<i>Protonemura meyeri</i>											12
<i>Leuctra sp</i>						4					
<i>Nemoura cinerea</i>			2				1				
** <i>Isoperla sp.</i>			2			2		2			1
<i>Plecoptera ind.</i>					5					1	
Trichoptera											
<i>Limnephilus sp</i>								1			
<i>Rhyacophila nubila</i>	11				2	15		1		4	1
<i>Rhyacophila nubila p.</i>								1			
<i>Limnephilidae ind.</i>						2					
** <i>Apatania</i>			24			7	2				
Chironomidae l.	126		5814	110	44	11669	95	140	122	22	24
Chironomidae p.	40	2	53	4	5	169	15				1
Ceratopogonidae						2					
Simuliidae l.	9900		358	8	57	5364	80	58	71	1	105
Tipulidae					6	227	4	1		4	4
<i>Helophorus glacialis</i>							1			1	
<i>Helophorus sp.</i>					1						
Collembola											
Crustacea											
<i>Eurycercus lammelatus</i>								1			
<i>Holopedium gibberum</i>	3					1404		20			
<i>Bosmina longispina</i>	1					114		3	4	1	
Chydoridae sp								10			
Cyclopoida sp	6		88	3	31	216	3	5	19	1	
Ostracoda	32		3560	50	50	966	72	14	4	28	11
Sum	10212	141	13731	336	266	21749	371	280	237	138	281
Forsuringsindeks	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5	1	1	1	1	1
*** Meget følsom											
** Moderat følsom											
* Lite følsom											

**Tabell 7b**

*Bunndyrfaunaen (ant ind) ved elvestasjonene*  
*Benthos fauna (no of ind) of running water*

Stasjon	14	15	16	17	21	22	23	24	25
Gruppe/art									
Turbellaria									
** <i>Crenobia alpina</i>	4							2	1
** <i>Otomesostoma auditum</i>									3
Nematoda			4	9	3	1	5		2
Nematomorpha	1								
Gastropoda									
*** <i>Limnaea peregra</i>					1				2
Oligocheta	7	7	28	6		2	6	9	13
Acari	1	22	8	12	9	14	40	54	13
Ephemeroptera									
** <i>Siphonurus lacustris</i>									
*** <i>Baetis macani</i>			15						
*** <i>Baetis niger</i>	1								
*** <i>Baetis rhodani</i>			4	4		2	8	33	10
*** <i>Baetis subalpinus</i>					3	109	2	1	
*** <i>Baetis sp</i>			91		4	4	27	36	4
** <i>Ameletus sp</i>								1	
<i>Leptophlebia sp.</i>				2					
Plecoptera									
** <i>Diura nanseni</i>			4	10		2	10	1	9
** <i>Capnia sp.</i>	2		3				70	10	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>				4					6
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	3				1				
** <i>Arcynopteryx compacta</i>	47		4						
<i>Amphinemura indet. juv.</i>									
<i>Protonemura meyeri</i>						1	4	23	
<i>Leuctra nigra</i>								3	
<i>Nemoura cinerea</i>		91							
<i>Nemoura sp</i>	2								
** <i>Isoperla sp.</i>					12		9	1	
** <i>Dinocras cephalotes</i>						8			
Trichoptera									
<i>Agrypnia obsoleta</i>									
<i>Agrypnia sp</i>									
<i>Limnephilus sp</i>		3							11
<i>Rhyacophila nubila</i>	1		3	2		2	7	18	
<i>Rhyacophila nubila p.</i>				1				2	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>				12			5		
Limnephilidae ind.							2	1	150
** <i>Apatania</i>	1	2		3					2
<i>Agraylea</i>									3
Chironomidae l.	60	120	60	48	70	45	105	90	52
Chironomidae p.		4							
Simuliidae l.	80	2	4				26	14	2
Tipulidae	29	24	11	12		3	8	33	14
Diptera		2	1	3		4	5	8	2
<i>Hydrophorus palustris</i>									
<i>Hydrophorus morio</i>									
<i>Hydrophorus sp</i>									
<i>Agabus soleri</i>									
<i>Helophorus glasialis</i>		123							
<i>Agabus guttatus</i>		30							
<i>Hydraena sp</i>			1						
<i>Agabus sp</i>			1						
<i>Oreodytes alpinus</i>								1	
Collembola		3	1				1		2
Crustacea									
<i>Cyclops scutifer</i>	1		62	2			1	2	3
Chydoridae	45			25	1	1			15
<i>Holopedium gibberum</i>	30				26				
<i>Bosmina longispna</i>	1		19		6	7	3	1	
<i>Eurycercus lamellatus</i>			4	4		1			20
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i>					8	2			
<i>Bytotrephes longimanus</i>									
Ostracoda	24		20	29	2	5	13	26	7
* Bivalvia									
<i>Pisidium sp</i>				8	95				
Sum	340	433	348	196	241	213	357	370	346
Forsuringsindeks	1	0,5	1	1	1	1	1	1	1
*** Meget følsom									
** Moderat følsom									
* Lite følsom									

Innholdet av sensitive arter kan sammenlignes med Skavassbekken selv om døgnfluene manglet helt. Den moderat følsomme vårfluen *Apatania* ble bl a registrert. Med bakgrunn i resultatene fra 1978 hvor døgnfluene var rikt representert i området (Skavassbekken), er det betenkelig at gruppen ikke ble funnet på st 8 som hadde et velegnet habitat for døgnfluer. Det er lite sannsynlig at klimatiske forhold fra år til år kan forklare fraværet av gruppen. En annen innløpsbekk til Kollsvatn hadde også en rik døgnfluefauna i 1978. Nesten totalt fravær av døgnfluer ved stasjonene oppstrøms Litlosvatn kan skyldes at det har skjedd en forsurings.

#### Stasjon 9

Folkjølna renner også inn i Litlosvatn fra vestlig kant. Her ble det registrert ett individ av *B. rhodani*, mens den følsomme faunaen for øvrig hadde fellestrekk med st 8. Registreringene gir forsuringsindeks 1, men en meget svak sådan.

#### Stasjon 10

Innløp Kvennsjøen inneholdt *B. rhodani* og *Capnia sp.* som de to eneste følsomme artene. Registreringen gir, som for st 9, en svak indeks 1.

#### Stasjon 11

Av følsomme arter i innløpsbekken til Kvennsjøen gjennom Belebottn, ble bare *C. alpina* og *D. nanseni* funnet. Elva drenerer områdene i sørvest som hører til de mer nedbørrike områdene.

#### Stasjon 12

Grota ble også undersøkt i 1978. Elven inneholdt den gang et betydelig antall av døgnfluen *B. rhodani*. Også i 1995 ble det registrert et betydelig antall av samme art. Situasjonen har i så måte endret seg lite. Av andre følsomme arter ble *C. alpina*, *Capnia sp.*, *D. nanseni* og *Isoperla sp.* registrert.

#### Stasjon 13

Bekken fra Ambjørtjern var enda rikere på *B. rhodani* enn Grota. Bekken inneholdt også *D. nanseni* og *Isoperla sp.* Lokaliteten oppnår en klar indeks 1.

#### Stasjon 14

Utløpet av Kvennsjøen inneholdt sparsomt med følsomme arter. Ett individ av *B. niger* ble imidlertid registrert, og gir lokaliteten en svak indeks 1. Videre ble det funnet fire individer av *C. alpina*, to individer *Capnia sp.* og ett individ tilhørende slekten *Apatania sp.* Lokaliteten var et egnet habitat for insektlarver generelt, og den dårlige forekomsten av følsomme arter er derfor noe overraskende. Med unntak Vevikbekken (St 16) er imidlertid registreringene i overensstemmelse med det som ellers er funnet i nedbørfeltet til Kvennsjøen.

#### Stasjon 15

Valgardsbekken var nær tørrlagt under innsamling og må av den grunn tillegges liten vekt. Lokaliteten inneholdt flere tolerante arter og grupper, mens følsomme arter bare var representert med *Apatania sp.* Bekken oppnår av den grunn indeks 0,5.

#### Stasjon 16

Fra noen småvatn mellom Molanuten og Veaviknuten på nordsiden av Kvennsjøen, kommer Vevikbekken. Stasjonen er den høyestliggende elvestasjonen, ca 1255 m o. h. Faunaen her skiller seg klart ut fra de foran nevnte elve/bekkestasjonene. Det ble bl a registrert et meget høyt antall døgnfluer av slekten *Baetis*. Blant følsomme steinfluer

ble *Capnia sp.*, *D. nanseni* og *Archynopteryx compacta* registrert. St 16 ligger lenger øst enn de stasjonene som er diskutert hittil, og den mottar mindre nedbør på årsbasis (figur 3). Dersom nedbøren er sur, vil mindre nedbør resultere i bedre vannkvalitet i Vevikbekken enn i elvene lengre vest. Elva oppnår en meget sterk indeks 1.

#### Stasjon 17

Utløpselva fra Øvre Bjørnevattn inneholdt *B. niger*, *D. nanseni*, *Apatania sp.* og småmuslinger. Lokaliteten oppnår indeks 1. Elva ble undersøkt i 1978 og hadde den gang en sporadisk forekomst av døgnfluer. Faunaen har i så måte endret seg lite.

#### Stasjon 21

Utløpselva fra Nedre Bjørnevattn inneholdt både *B. rhodani* og *B. subalpinus*. Videre ble *Isoperla sp.* registrert samt et betydelig antall småmuslinger. Sammenlignet med 1978 var det ikke endringer i antall registrert døgnfluer. Lokaliteten oppnår derfor indeks 1 både i 1978 og 1995.

#### Stasjon 22

I Kvenna ved innløp Gunnleikbuvatn var det svært høy forekomst av *B. rhodani*. Videre ble både *B. subalpinus* og *B. niger* registrert. Steinfluen *D. nanseni* sammen med *Dinocras cephalotes* var også tilstede. Sistnevnte art er sjelden og har sin høydegrense øverst i bjerkebeltet. Registreringen er derfor interessant med hensyn på utbredelse. Kvenna oppnår her en meget sterk indeks 1 til forskjell fra utløpet av Kvennsjøen.

#### Stasjon 23

Bjønna ved innløp Gunnleiksbuvatn inneholdt de samme følsomme artene som på st 22 med unntak av *D. cephalotes* som manglet. Stasjonen hadde imidlertid *Isoperla sp.* denne lokaliteten i Bjønna oppnår også en klar indeks 1.

#### Stasjon 24

Merrakelv inneholdt den samme rike døgnfluefaunaen som ved de to foran nevnte stasjonene. Elva får en klar indeks 1.

#### Stasjon 25

Ved utløp Gunnleiksbuvatn, ble det foruten døgnfluer også registrert snegl. I tillegg til at både *D. nanseni* og *Apatania sp.* ble funnet, får lokaliteten en sikker indeks 1.

### 6.3.2 Bunndyrfaunaen i vann

Kommentarene til innsjøfaunaen (tabell 8) er liksom for elve/bekkefaunaen gjort med vekt på forsuringsfølsomme organismer.

#### Krokavatn (I)

I Krokavatn ble det registrert *Isoperla sp.* og *Capnia sp.* som begge er moderat følsomme, indeks 0,5 (tabell 8). Faunaen var ellers fattig med størst innslag av fjærmygglarver. Lokaliteten ble også undersøkt i 1978 da det heller ikke ble funnet organismer med høyere forsuringsindeks enn 0,5.

#### Kollsvatn (II)

I Kollsvatn ble det funnet flere moderate følsomme invertebrater enn i Krokavatn. Disse var *O. auditivum*, *S.aestivalis*, *D. nanseni* og *Apatania sp.* Innsjøen ble ikke undersøkt i 1978 slik at mulige endringer ikke kan vurderes.

**Tabell 8**

Bunndyrfaunaen (ant ind) i stillestående vann i Kvennavassdraget  
Benthos fauna (no of ind) of standing water in Kvenna

Lokalitet	Krok	Koll.	Litt.	Kve.	Valg.	Ø.Bj.	N.Bj.	M.py.	Gun.	Urd.	Kring.	Darg.	Fj.s.	V.Me.
lok nr.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII	XIV
Gruppe/art														
Turbellaria			1											
** <i>Crenobia alpina</i>														
** <i>Otomesostoma auditivum</i>		1					8							
Nematoda	18	2	8	34		7	6	1	13	36	9	44	8	18
Oligochaeta	10	48	231	342	358	220	30	3	136	213	69	617	61	437
Bivalvia														
* <i>Pisidium sp.</i>	3		2	11					11	56	16	19	1	7
Gastropoda			23						20				4	
*** <i>Lymnea pergra</i>							2							
Skjoldkrepser												1		
Acari	2	25	2	11	11		31	7	101	39		4	16	38
Ephemeroptera														
** <i>Siphonurus lacustris</i>			20	6		37	1		9				2	
** <i>Siphonurus aestivalis</i>		2												
*** <i>Baetis macani</i>				21					487					
Plecoptera														
** <i>Capnia sp.</i>	5	30					2							
** <i>Diura nanseni</i>		5					9							
<i>Amphinemura sp.</i>						6	2							
<i>Leuvtra sp.</i>	3													
<i>Nemurella picteti</i>				1	61				20		1	1	1	33
<i>Nemoura cinerea</i>			1	1	33				17	2		2	2	11
<i>Nemoura</i>				1					20					7
<i>Nemuridae ind</i>					49				26					
** <i>Isoperla sp.</i>	1		3	2		2			1		1			3
Trichoptera			13	17	13	5			4	4	19	1	18	4
<i>Agrypnia obsoleta</i>								8						
<i>Agrypnia sp.</i>								8						
<i>Limnephilus sp.</i>	1	1												
** <i>Apatania</i>		23							1					
Chironomidae l.	180	120	228	470	275	335		75	83	2180	113	310	32	2310
Chironomidae p.														
Ceratopogonidae														
Simuliidae l.														
Tipulidae	40	7					13	1				4		
Diptera			1	1	3			2	1			2		
<i>Helophorus glacialis</i>														
<i>Hydrophorus palustris</i>								24						
<i>Hydrophorus morio</i>								4						
<i>Hydrophorus sp.</i>								1						
<i>Agabus soleri</i>								2						
<i>Helophorus sp.</i>	1													
Coleoptera					1	8				15	5		9	13
<i>Oreodytes alpinus</i>										1				
Collembola	3	2												
Crustacea														
<i>Eurycercus lammellatus</i>	8	90						40						
<i>Bytotrephes longimanus</i>								1						
<i>Holopedium gibberum</i>		2												
<i>Bosmina longispina</i>								10						
Chydoridae		3						46						
Cyclopidae	34	10					80	30						
Ostracoda	120	40					16	3						
Sum	429	411	533	918	804	620	200	266	865	2629	233	1004	154	2881
Forsuringsindeks	0,5	0,5	1	1	0	0,5	1	0	1	0,5	0,25	1	1	0,5
*** Meget følsom														
** Moderat følsom														
* Lite følsom														

**Litlosvatn (III)**

I Litlosvatn ble det registrert snegl og småmuslinger. Blant døgn- og steinfluene ble *S. lacustris* og *Isoperla sp.* påvist. Innsjøen får indeks 1. I 1978 ble det også registrert svært mange av de nevnte døgnfluer. I tillegg fant en da også *S. aestivalis*. Antall registrerte snegl var dengang betydelig

høyere enn i 1995. Det er vanskelig å si om forskjellene indikerer en forsuringstrend bl a fordi prøvene i 1978 ble innsamlet i juni/juli, mens de i 1995 ble tatt i slutten av august.

**Kvennsjøen (IV)**

I 1978 ble både *S. lacustris* og et betydelig antall *B. macani* funnet i Kvennsjøen. I 1995 var bildet det samme samt at den moderat følsomme steinfluen *Isoperla sp.* ble funnet i tillegg. Det ble også påvist flere småmuslinger. Innsjøen får indeks 1 og er neppe endret siden 1978.

**Valgardsvatn (V)**

Valgardsvatn inneholdt bare forsuringstolerante arter av steinfluer i 1995. Døgnfluer ble ikke påvist. I 1978 ble det registrert døgnfluer samt både snegl og marflo. Registreringen i 1995 skiller seg derfor negativt ut og indikerer en forsuring.

**Øvre Bjørnevatn (VI)**

I Øvre Bjørnevatn ble *S. lacustris* funnet i omtrent samme mengde både i 1978 og 1995. Videre ble også *Isoperla sp.* registrert i 1995. På bakgrunn av de opplysninger som foreligger kan vi ikke påvise noen endringer i faunaen mellom disse årene.

**Nedre Bjørnevatn (VII)**

Nedre Bjørnevatn inneholdt flere følsomme invertebrater. Foruten døgnfluen *S. lacustris* ble det også registrert snegl. Videre ble flimmermarken *O. auditivum*, steinfluene *Capnia sp.* og *D. nanseni* påvist i 1995. I 1978 var antallet døgnfluer betydelig høyere, men som nevnt tidligere ble prøvene den gang innsamlet om våren. Snegl ble også registrert i 1978. Det er derfor vanskelig å påvise noen endring i lokaliteten de siste 17 årene. Innsjøen får indeks 1.

**Myrpytt (VIII)**

Både i 1995 og 1978 ble det gjort undersøkelser av myrpytter. Informasjon fra disse kan neppe gi noe bilde av forsuringen da de har liten vanngjennomstrømming og stort sett representerer stagnerende vann hvor endringer skjer langsomt. Myrpytten, som ble undersøkt i 1995, inneholdt ingen følsomme arter. I 1978 ble det funnet et fåtall følsomme døgnfluer fra myrpytter innen det samme feltet som ble undersøkt i 1995.

**Gunnleiksbuvatn (IX)**

I Gunnleiksbuvatn ble det i 1995 registrert et meget høyt antall individer av *B. macani* og et fåtalls individer av *S. lacustris*. Sistnevnte ble også registrert i 1978, mens førstnevnte ikke ble påvist den gang. Som allerede nevnt, kan både sesong og innsamlingssted påvirke resultatet mellom de to undersøkelsene. Det ble liksom i 1978 også i 1995 registrert flere snegl i bunndyrprøvene. Registreringene i 1995 og 1978 tyder ikke på endringer i vannkvaliteten.

**Urdevatn (X)**

I Urdevatn ble *B. macani* påvist i 1978, mens ingen følsomme døgnfluer ble funnet i 1995. I 1978 ble det også påvist marflo, en meget forsuringfølsom art. Arten ble ikke påvist i 1995. Det ble imidlertid funnet betydelige antall av steinfluer deriblant *Isoperla sp.* som indikerer indeks 0,5. Innsjøen oppnår likevel indeks 1, selv om flere av de mest følsomme artene som ble påvist tidligere ikke ble registrert i 1995. Totalt gir dette inntrykk av at lokaliteten kan ha vært utsatt for noe forsuring.

**Kringlesjøen (XI)**

I Kringlesjøen ble det funnet snegl i 1978, mens det av følsomme grupper/arter kun ble funnet småmuslinger og skjoldkreps i 1995.

**Dargesjøen (XII)**

Dargesjøen var rik på døgnfluer med arten *S. lacustris* i 1978. I 1995 ble det ikke registrert døgnfluer, men ett individ av steinfluen *Isoperla sp.* ble påvist. Snegl som ble påvist i 1978 ble ikke registrert i 1995. Imidlertid ble det funnet ett individ av skjoldkreps i lokaliteten i 1995 som gir indeks 1. Sammenligningen indikerer en svak forsuring til tross for registreringen av skjoldkreps. Denne arten har hvileegg som klekkes om sommeren. Dyrene kan derfor unngå det sureste vannet om våren.

**Fjellsjøen (XIII)**

I Fjellsjøen ble *S. lacustris* funnet i 1995 (indeks 0,5). Bunndyrfaunaen har mange fellestrekk med den som ble funnet i 1978 da det også bare ble funnet et fåtall døgnfluer. Imidlertid ble døgnfluen *B. macani* funnet i 1978, en art som har høyere forsuringindeks enn *S. lacustris*. Fjellsjøen og Urdevatn er begge like ved at *B. macani* ikke ble registrert i 1995, noe som kan tyde på dårligere vannkvalitet.

**Vesle Meinsvatn (XIV)**

Vesle Meinsvatn, som ligger i det samme området som Urdevatn, inneholdt ingen døgnfluer verken i 1978 eller 1995. Det ble heller ikke påvist noen av de andre mest følsomme dyregruppene. Derimot ble det registrert mange steinfluer deriblant den moderat følsomme *Isoperla sp.* Videre inneholdt lokaliteten også småmuslinger. Innsjøen får indeks 0,5. Både marflo og skjoldkreps ble registrert i vannet på slutten av 60-tallet (NOU-Hardangervidda 1974).

## 6.4 Prøvefiske

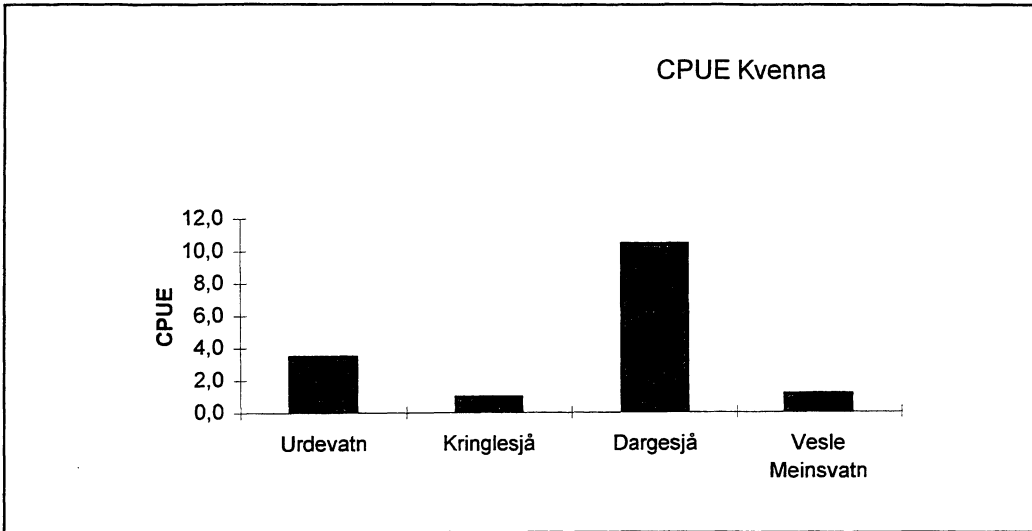
Fangstutbyttet av aure (CPUE) i de enkelte vannene varierte mellom 0,9 og 10,4 individ pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal. Dargesjøen hadde det største fangstutbyttet og Kringlesjøen det laveste (figur 15).

Det var til dels store forskjeller i aldersfordeling i de fire vannene (figur 16). I Vesle Meinsvatn var det nesten utelukkende gammel fisk, og kondisjonsfaktoren (KF) var svært lav (0,8) i forhold til auren i de andre lokalitetene (tabell 9). Aurebestanden i Urdevatn hadde flere årsklasser enn de andre bestandene og var dominert av 4 år gammel fisk. I Kringlesjøen ble det fanget få individer, men de var alle under 6 år gamle, og hadde den høyeste KF av de fire aurebestandene. Aldersfordelingen i Dargesjøen tyder på en god og jevn rekruttering selv om det ikke ble funnet noen ett- eller toåringer. Dette kan skyldes at de fremdeles er i oppvekstområdene i elva/bekken.

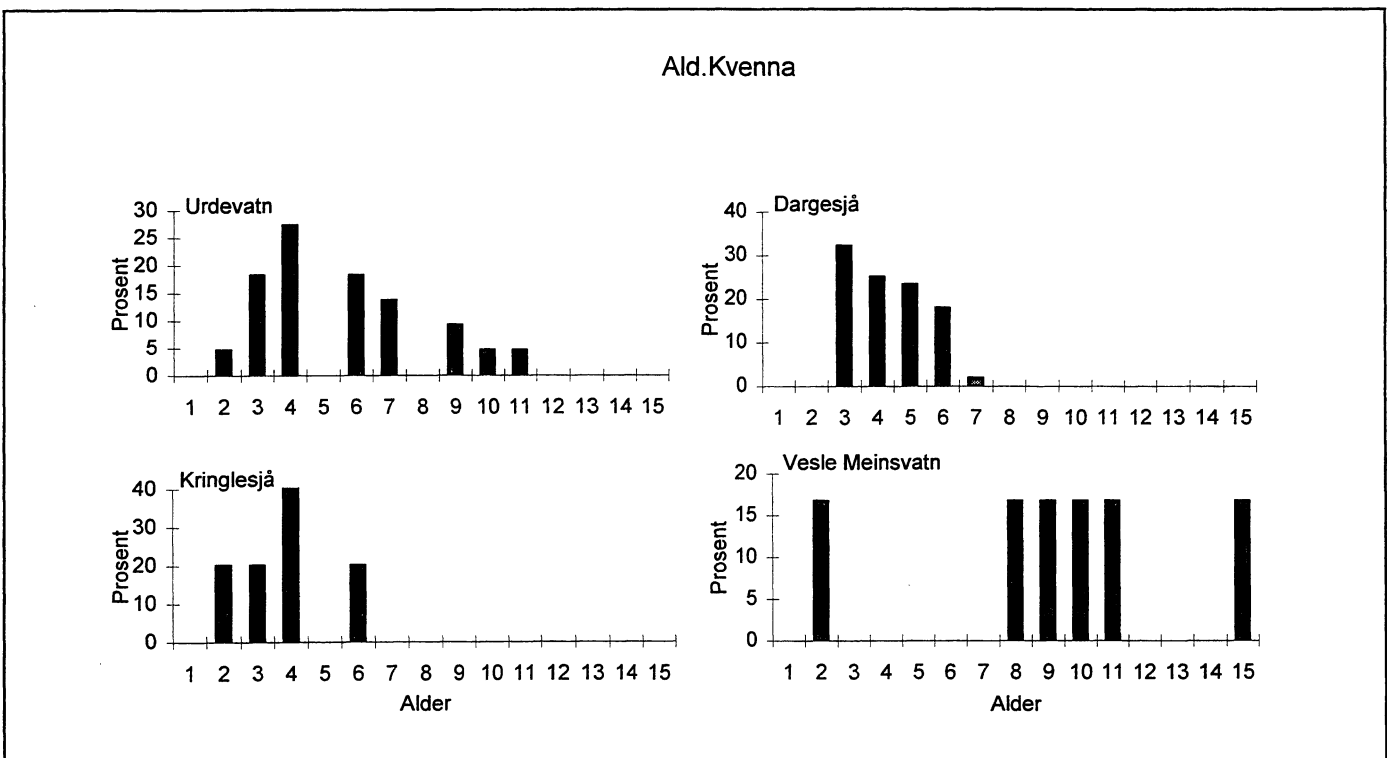
Hovedårsaken til at fisk i forsured vassdrag dør ut, er at reproduksjonen svikter, og det er oftest bare eldre individer i slike fiskepopulasjoner (Appelberg 1989). Bekker kan være refugier for aure i forsuringssoner. Oppvekstareal og de fysiske forholdene i disse bekkene er begrensede faktorer for yngelproduksjon i disse bekkene. Innsjølevende aurebestander i forsuringssoner kan leve i mange år dersom gytebekkene deres ikke blir for sterkt influert av surt vann (Hesthagen et al. 1995)

Aldersavhengig vekst gjør det vanskelig å sammenligne vekstforhold hos ulike fiskebestander. Derfor ble bare 4-åringer benyttet ved tilbakeberegning av lengdevekst (L<sub>4</sub>) da denne årsklassen dominerte materialet fra Urdevatn og Kringlesjøen som begge hadde et lavt fangstutbytte. I Vesle





**Figur 15**  
Fangstutbyttet av aure pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal (CPUE) i Urdevatn, Kringlesjøen, Dragesjøen og Vesle Meinsvatn i august 1995.  
Catch of brown trout per 100 m<sup>2</sup> gillnets (CPUE) in Lake Urdevatn, Kringlesjøen, Dragesjøen and Vesle Meinsvatn in August 1995.



**Figur 16**

Aldersfordeling (%) av aure fanget i Urdevatn, Kringlesjøen, Dragesjøen og Vesle Meinsvatn i august 1995.

Age distribution (%) for brown trout caught in Lake Urdevatn, Kringlesjøen, Dragesjøen and Vesle Meinsvatn in August 1995.

**Tabell 9**

Kondisjonsfaktor (KF) og tilbakeberegnet lengdevekst (L1-L4 for år 1-4) med standardavvik (SD), hos aure (4+) fra ulike lokaliteter. N= antall fisk  
Condition factor (KF) and back-calculated growth (L1-L4 at years 1-4) with standard deviation (SD) for brown trout at four different locations. N= number of fish

Lok. nr	KF	SD	N	L1	SD	L2	SD	L3	SD	L4	SD	N
X	1	0,08	17	29,5	3,8	59	4,9	96,6	8,6	152,8	12,1	4
XI	1,02	0,09	5	35,5	10,1	77,4	21,3	118,2	18,9	160,4	34,5	2
XII	0,96	0,05	36	33,5	5,4	75,3	10,2	120,6	15,3	180,2	20,5	14
XIV	0,8	0,12	6									

**Tabell 10**

Næringsemner i vektprosent (V%) hos aure i seks lokaliteter, + betyr verdier under 0.1 V%, l= larve  
Percent by weight of food items of brown trout in six lakes, + means values less than 0.1, l= larvae

Lokalitetsnr.	IX	X	X	XI	XII	XII	XIII	XIV
Måned	Aug.	Aug.	Sept.	Aug.	Aug.	Sept.	Sept.	Aug.
Overflateinsekter	32,8	18,2	25,3	27,9		2,1		7,3
Diptera l.		0,4	1,8					15,8
Plecoptera l.								9,1
Trichoptera l.		12,3	40,5	11,9	3,5	6,8		41,5
Tipulidae l.			1,1					
Coleoptera ad		2,6		10,9				
Coleoptera l							1,0	9,6
Bivalvia/Gastropoda	0,5					+		
Lepidurus	50,0	0,3	29,4	47,3	90,5	75,7	96,6	
Gammarus					2,1	2,7	2,4	
Eurycercus lammelatus	16,7	66,2			3,8	12,5		7,7
Daphnia sp			1,8					9,1
Bythotrepes longimanus						0,2		
Antall mager	6	14	9	5	21	22	24	11

Meinsvatn var det derimot ingen fire-åringer, og vekstdata fra dette vannet er derfor ikke tatt med.

Gjennomsnittlig lengde etter første leveår (L<sub>1</sub>) varierte fra 29-36 mm, og var minst i Urdevatn (tabell 9). Tilveksten fra første til andre leveår (L<sub>1</sub>-L<sub>2</sub>) var også minst hos auren i Urdevatn (30 mm), mens den var lik hos auren i Kringlesjøen og Dargesjøen (42 mm). Tilveksten fra tredje til fjerde leveår (L<sub>3</sub>-L<sub>4</sub>) var derimot lavest i Kringlesjøen (42 mm), mens auren i Urdevatn og Dargesjøen hadde en tilvekst på henholdsvis 56 og 60 mm. Med unntak av Dargesjøen, som synes å ha en god bestand av aure, hadde de øvrige innsjøene tynne bestander. Aldersfordeling og fangstutbyttet i disse vannene kan tyde på at pH i

gytebekkene i perioder kan være kritisk lav for overlevelsen av yngel.

Skjoldkreps var et viktig næringsdyr for auren i alle vatna unntatt Vesle Meinsvatn (tabell 10). I Urdevatn var linsekreps (66,2 V%) viktigst i august, mens vårfluellarver (40,5 V%) var viktigst i september. Marflo ble bare funnet i mageprøvene hos aure fra Dargesjøen og Fjellsjøen, men utgjorde en svært liten del av dietten i begge vannene. I Vesle Meinsvatn dominerte vårfluellarver og fjærmygglarver i auren diett. *Daphnia* sp. ble bare registrert i auremager fra Urdevatn. Generelt var zooplankton ubetydelig som næring for auren. Det samme var tilfelle for muslinger og snegler.

## 6.5 Forsuringsfølsomme grupper/arter i Kvenna

Samlet ble det registrert 20 følsomme arter/grupper bunndyr i Kvennavassdraget (tabell 11). Dette er et meget høyt antall, og det er ikke tidligere registrert så mange følsomme arter i ett vassdrag. En sammenligning av registreringene fra 1995 med tidligere undersøkelser (NOU-Hardangervidda 1974, Kildal 1982, Walseng et al. 1994) viser imidlertid at det er tegn på forsurening i Kvenna (tabell 12).

Det ble ikke påvist marflo (*Gammarus lacustris*) i noen av bunndyrprøvene under innsamlingene i 1995. Denne arten var tilstede i bunndyrprøver i alle deler av vassdraget i 1978. I 1995 ble den kun funnet i mageprøver fra Dargesjåen og Fjellsjåen samt at den i følge Morten Nilsen (pers medd) fortsatt fins i Litlos. Marflo er svært følsom for fiskepredasjon, men det er ikke kjent at fiskepopulasjonene har endret seg så mye i de aktuelle vannene at dette forklarer at den ikke ble registrert i noen av bunndyrprøvene.

Marflo er imidlertid også en svært pH-følsom art der forekomsten avtar med synkende pH. Den er funnet i vannforekomster med pH 6,0-9,9 (Økland 1980). Allerede ved pH under 6,7 er den frekvensvis forekomsten til arten signifikant lavere enn ved pH over dette nivået (Økland 1980). Eksperimentelt er det vist at larvestadier hos marflo får problemer ved synkende pH (Borgstrøm & Hendrey 1976). Det er også vist at lav pH er dødelig for slektingen *G. pulex* (McCahon et al. 1989, McCahon & Poulton 1991).

I Vesle Meinsvatn og Urdevatn, hvor marflo verken ble påvist i sparkeprøver eller i mageprøver i 1995, er pH i perioder av året lavere enn 6,0 og dermed kritisk lav for arten. Marflo ble registrert i begge disse vannene på slutten av 1960-tallet (NOU-Hardangervidda 1974), mens den bare ble funnet i Urdevatnet i 1978. Også Valgardsvatn er preget av nedbørkjemi, har sannsynligvis også i perioder hatt pH lavere enn 6,0.

Snegl (Gastropoda) ble påvist i tilsammen syv av ti vann i 1978 (tabell 12). I 1995 ble gruppen kun påvist i tre lokaliteter: Litlos, Gunnleiksbuvatn og Fjellsjåen. Snegl er en gruppe som også er svært følsom for surt vann, og fins sjelden i lokaliteter der pH er under 5,5 (Økland 1990). På Sørlandet fins snegl oftest bare i lokaliteter under marin grense, mens de unntaksvis fins i lokaliteter over marin grense. Det fins et fåtall eksempler på kolonisering av snegl etter at vannkvaliteten er blitt forbedret gjennom kalking (Bergquist 1980, Eriksson et al. 1983, Petersen et al. 1984, Walseng & Hansen 1994).

Registreringene av skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*) er ikke så entydige med tanke på en mulig tilbakegang for denne arten. Med unntak av Vesle Meinsvatn ble skjoldkreps funnet i mageprøver fra alle vannene som ble prøvofisket. Skjoldkreps regnes også som en meget følsom art, men den har en livssyklus som kan hjelpe den over sure vårepisoder. Dette skyldes at eggene ligger i dvale fra høsten og frem til neste sommer, juni/juli. Dyrene forsvinner igjen etter egglegging om høsten. Dette betyr at individene opptrer i den perioden hvor forsuringproblemene vanligvis er minst alvorlig. Av den grunn kan de overleve i lokaliteter

Tabell 11

Påviste følsomme taxa i Kvenna i 1978 og 1995.  
pH sensitive taxa in Kvenna 1978 and 1995.

ind.	Art	1995	1978
**	<i>Crenobia alpina</i>	x	x
**	<i>Otomesostoma auditivum</i>	x	x
*	<i>Pisidium sp.</i>	x	x
***	<i>Lymnea pergra</i>	x	x
***	<i>Gammarus lacustris</i>		x
***	<i>Lepidurus arcticus</i>	x	x
**	<i>Siphonurus lacustris</i>	x	x
**	<i>Siphonurus aestivalis</i>	x	x
***	<i>Baetis macani</i>	x	x
***	<i>Baetis lapponicus</i>		x
***	<i>Baetis niger</i>	x	
***	<i>Baetis rhodani</i>	x	x
***	<i>Baetis subalpinus</i>	x	x
***	<i>Baetis sp.</i>	x	x
**	<i>Ameletus sp.</i>	x	x
**	<i>Capnia sp.</i>	x	ikke best.
**	<i>Diura nanseni</i>	x	-
**	<i>Arcynopteryx compacta</i>	x	-
**	<i>Isoperla sp.</i>	x	-
**	<i>Dinocras cephalotes</i>	x	-
**	<i>Apatania</i>	x	-

hvor forsuringen er i en tidlig fase. Det er også vist eksperimentelt at ved pH 5,5 eller lavere synes det å være betydelige effekter på skjoldkrepslarver, for det første direkte dødelighet og for det andre en forsinket utvikling (Borgstrøm & Hendrey 1976). Resultatene fra 1995 bygger nesten utelukkende på opplysninger fra mageprøver. Det var bare i Dargesjåen skjoldkreps ble påvist i bunndyrprøver. I lokalitetene Gunnleiksbuvatn, Kringlesjåen og Fjellsjåen har vi opplysninger om skjoldkreps i 1995, mens arten ikke ble rapportert fra disse i 1978.

Følsomme døgn- og steinfluearter synes å ha klart seg bedre i de sentrale delene av vassdraget (6.3.1 og 6.3.2). Alle følsomme døgnfluarter registrert i 1978 ble også funnet i 1995.

Blant vannlopper og hoppekreps som er funnet i Kvennavassdraget, er *D. longispina* den mest følsomme for lav pH. Dens forekomst i henholdsvis 1978 og 1995 er imidlertid vanskelig å tolke sett i lys av at det skal ha skjedd en endring i forsuringssituasjonen. I Urdevatnet ble den funnet i planktonet i 1978, men ikke i 1995. Den ble riktignok påvist i mageprøver i 1995. I nabovatnet Vesle Meinsvatn utgjorde den 7,4 % i 1995, mens den ikke ble registrert i 1978. Dette er de to sureste lokalitetene der tilstedeværelsen av *D. longispina* indikerer at forsuringssituasjonen ikke er kritisk for denne arten.

I Fjellsjåen, Kringlesjåen og Valgardsvatn ble *D. longispina* funnet i 1978, men ikke i 1995, mens i Dargesjåen og Litlos var det omvendte tilfelle. Kvennsjøen og Urdevatn var de eneste lokalitetene der arten ble registrert begge år, i Urdevatn riktignok kun fra mageprøvene.

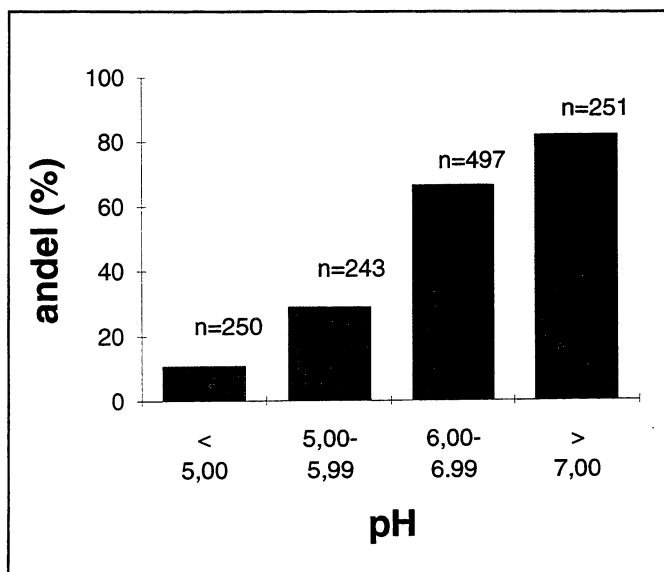
**Tabell 12**

pH-følsomme grupper registrert i Kvennavassdraget før 1978 og i 1995. Informasjon fra Litlos er basert på opplysninger fra Morten Nilsen pers medd.

pH-sensitive groups found in Kvenna before 1978 and in 1995. Information from Litlos is recieved from Morten Nilsen.

1978 1995 1978 og 1995

Lokalitet nr	III	IV	V	VI	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
Lokalitet	Litlos	Kvennsj	Valgar	Ø Bjørn	Gunnl.	Urdev	Kringlesj	Darges	Fjellsj	V Meins
Snegl (Gastropoda)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Daphnier (Daphnia)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Marflo (Gammarus)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Skjoldkrep (Lepidurus)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

**Figur 17**

Forekomsten av *Daphnia longispina* relatert til pH basert på data fra norske innsjølokaliteter (Walseng unpubl.).

The occurrence of *Daphnia longispina* related to pH from a large number of Norwegian lakes (Walseng unpubl.).

*D. longispina* er ikke blant de mest følsomme av *Daphnia*-artene. Den er vanlig helt ned mot pH 5,0, mens den ved lavere pH blir sjelden (figur 17)(Walseng unpubl.). I humusrike lokaliteter er den imidlertid ofte funnet ved lavere pH, og i Nordmarka er den funnet ved pH 4,2 (Jørgensen 1972).

*D. longispina* er et ettertraktet byttedyr for planktonspisende fisk, og endringer i fiskepopulasjoner kan virke inn på *Daphnia* populasjoner. I lavereliggende områder blir den ofte erstattet av mindre *Daphnia*-arter ved hardt beitetrykk fra planktonspisende fisk. Endringene i forekomst av *Daphnia* i de to sureste lokalitetene må antageligvis sees i lys av endringer i fiskepredasjon.

## 7 Konklusjon

I de vestlige og mest nedbørrike delene av Kvenna (> 1500 mm) indikerer elve- og bekkefaunaen at denne delen av nedbørfeltet har vært utsatt for forsuring. I innsjøene innen denne delen av feltet er det imidlertid ikke mulig å påvise endringer som kan relateres til forsuring. I Litlos er det fortsatt forsuringfølsomme grupper/arter som snegl, daphnier, marflo og skjoldkreps tilstede.

I den midtre delen av Kvenna dvs området som mottar i størrelsesorden 1000-1200 mm nedbør på årsbasis, har ikke elve- og bekkefaunaen påviselige forsuringsskader. Dette er heller ikke tilfelle med Kvennsjøen, Nedre og Øvre Bjørnevatn. Situasjonen i Valgardsvatn er imidlertid noe usikker. Selv om dette vannet drenerer områder med fyllitt, har det et lite nedbørfelt og er derfor i større grad enn vannene i selve hovedvassdraget preget av nedbørskjemien. Ingen av de følsomme gruppene/artene snegl, marflo, skjoldkreps, daphnier og døgnfluer ble funnet i Valgardsvatn i 1995. Det foreligger ikke mageprøver fra dette vannet i 1995.

Situasjonen i Kringlesjøen, Dargesjøen og Fjellsjøen synes noe usikker med tanke på at det skal ha skjedd en forsuring i dette området. Marflo ble påvist i både Dargesjøen og Fjellsjøen. Kringlesjøen som ligger øverst i dette delnedbørfeltet manglet snegl og daphnier i forhold til 1978.

Vesle Meinsvatn og Urdevatn har pH som ligger i nedre grense for hva marflo kan tolerere. Disse lokalitetene ligger riktignok i den mest nedbørfattige delen av Kvenna (< 1000 mm), men kombinasjonen av en tungt forvitrelig berggrunn og et lite nedbørfelt, spesielt i tilfelle Vesle Meinsvatn, resulterer i at vannkvaliteten er sterkt preget av nedbørskjemien. Grunnen til at bl a marflo ikke ble påvist verken i sparkeprøver eller mageprøver i 1995, har sannsynligvis sammenheng med en forverring i forsuringssituasjonen.

## 8 Sammendrag

Kvenna er tatt inn i overvåkingen av sur nedbør i Norge etter at miljøforvaltningen ønsket å inkludere høyfjellsvassdrag i Sør-Norge. Et omfattende materiale fra vassdraget ble innsamlet i forbindelse med Verneplan for vassdrag-III i 1978 og er seinere bearbeidet og rapportert.

Kvennas nedbørfelt ligger sentralt på Hardangervidda grensende mot nedbørfeltene Nordmannslågen i nord og Songa i sør. Det har et areal på 824 km<sup>2</sup> og strekker seg fra vest mot øst med utløp i den nordvestlige delen av Møsvatn. Blant innsjøene som inngår i denne undersøkelsen ligger Litlosvatnet, Kvennsjøen og Gunnleiksbuvatn i hovedvassdraget. Nordøst for Kvennsjøen ligger Valgardsvatnet som renner ut i øvre Krokavatnet. Bjønna slutter seg til hovedvassdraget fra sørøst og Øvre og nedre Bjørnevatnet, med arealer på henholdsvis 3 og 2 km<sup>2</sup>, tilhører dette delfeltet. Kringlesjøen, Dargesjøen og Fjellsjøen tilhører et sidevassdrag nord for Kvenna, mens Urdevatnet og Vesle Meinsvatnet ligger på sørsida av hovedvassdraget.

Klimaet for undersøkelsesområdet er alpint med en midlere årsnedbør som varierer mellom 800 og 1500 mm. Kaldeste måned (januar) har en gjennomsnittstemperatur på -6,7 °C, mens varmeste måned (juli) har et gjennomsnitt på 9,5 °C. Det var kun små avvik fra normaltemperaturene året forut for undersøkelsen.

I de østlige deler av feltet består berggrunnen hovedsakelig av granitter av forskjellig alder. I de vestlige deler av feltet er det innslag av kambro-siluriske fyllitter som forvitrer lettere enn grunnfjellsbergartene. Områdene sør og vest for Kvennsjøen tilhører bl a skyvedekket og består av fyllitter.

Størstedelen av Kvennavassdraget ligger i mellomalpin sone, men bjørkeskogen strekker seg inn mot Briskevatnet. I områdene rundt Litlos er det registrert ekstreme kalkrabbesamfunn og ekstreme kalkmyrer. Også nord for Øvre Bjørnevatn fins ekstreme kalkmyrer.

Innsjølokalitetene ble undersøkt i perioden 15. august - 17. august, mens prøvetaking i elve-/bekkestasjonene samt Krokavatnet, Kollsvatnet, Nedre Bjørnevatnet og en myrpytt ble utført i perioden 30. august - 2. september. Alle innsjøstasjonene ligger over 1000 m o.h. med Gunnleiksbuvatnet, 1076 m o.h., som den lavest beliggende. Vesle Meinsvatnet er den høyestliggende lokaliteten, 1355 m o.h. Elvestasjonene fordelte seg fra 1220 m o.h. og ned til 1074 m o.h. som var ved utløp av Gunnleiksbuvatnet. Størst dyp er loddet i Kvennsjøen med 22 m. Siktedypet varierte mellom 9 m i Litlos og 17 m i Valgardsvatnet. Vannfargen er som oftest beskrevet som blålig grønn, men også blå og grønn farge samt variaser mot gult ble registrert. I Dargesjøen var fargen gullig grønn.

I grove trekk gjenspeiler pH berggrunnsgeologien. Urdevatnet og Vesle Meinsvatn som hadde lavest pH, henholdsvis pH 6,00 og pH 6,05, ligger begge i området med tungt forvitrelig grunnfjell som er fattig på løsmasser. De tre vannene i selve hovedgrenen, Litlos, Kvennsjøen og Gunnleiksbuvatnet, hadde pH på ca 6,6. Litlos ligger i et område med fyllitter mens Kvennsjøen og Gunnleiksbuvatn mottar vann som drenerer områder med fyllitt. pH var gjennomgående lavere i 1995 enn i 1978 da pH ble målt kolorimetrisk. Dette gir usikre målinger ved lave ionekon-

sentrasjoner, og det knytter seg derfor en viss usikkerhet til målingene fra 1978.

Laveste og høyeste ledningsevne, 6,0 og 12,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ble registrert i henholdsvis Urdevatnet og Gunnleiksbuvatnet. I 1978 ble også den laveste ledningsevnen, 6,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , målt i Urdevatnet, mens den i Gunnleiksbuvatnet var 14,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . For alle lokalitetene var ledningsevnen gjennomgående noe lavere i 1995 enn i 1978.

Urdevatnet og Vesle Meinsvatnet hadde lavest innhold av Ca. I Kvennsjøen, Valgardsvatnet, Øvre Bjørnevatt og Gunnleiksbuvatnet var Ca-innholdet halvert i forhold til 1978 da det ble målt mellom 3,0 og 3,5 mg/l.

Verdiene av totalt syrereaktivt aluminium (TR-Al) og labilt aluminium (UM-Al) var lave i alle fire vannene, dvs mindre enn 10  $\mu\text{g}/\text{l}$ .

Tilsammen ble det påvist 18 arter krepsdyr, 13 vannlopper og fem hoppekreps. Alle disse ble funnet i Kvennavassdraget i 1978 og er vanlige i høyere liggende strøk i Sør-Norge. Som forventet er artsrikdommen liten i høyere liggende områder med et gjennomsnitt på ca seks vannlopper og tre hoppekreps pr lokalitet. Dette er omtrent som gjennomsnittet for lokaliteter som ligger høyere enn 1000 m o.h.

Vannloppene *Holopedium gibberum*, *Daphnia longispina* og *Bosmina longispina* og hoppekrepsene *Mixodiaptomus laciniatus* og *Cyclops scutifer* var de vanligste planktoniske krepsdyrene. I tillegg til disse var *Alonopsis elongata*, *Chydorus sphaericus* og *Polyphemus pediculus* vanlig i litoralsonen. Generelt var det mange likhetstrekk i planktonsamfunnenes sammensetning i 1978 og 1995. Det er kun i Urdevatnet, Vesle Meinsvatnet og Fjellsjøen hvor det har skjedd markerte endringer i dominansforhold. Dette kan delvis ha sammenheng med forskjeller i tidspunkt for prøvetaking og med endringer i predasjon. Det er ikke grunnlag for å tolke at endringer i sammensetningen av krepsdyrfaunaen er et resultat av at det har skjedd en forsurening. Forekomsten til *D. longispina* i henholdsvis 1978 og 1995 er også vanskelig å tolke sett i lys av at det skal ha skjedd en endring i forsuringssituasjonen.

Med hensyn til elve/bekkefaunaen er det en sammenheng mellom årlig nedbør og forsuringssindeks. Stasjonene innen området som mottar mest nedbør, dvs mer enn 1200 mm pr år, hadde nesten utelukkende en forsuringssindeks på 0,5, hvilket vil si at lokalitetene er karakterisert som moderat forsuringsskadd. Skavassbekken, som også ble undersøkt i 1978, ligger i dette området. Faunaen her indikerte litt surere forhold i 1995 enn i 1978. Stasjonene lenger øst, dvs de som mottar i størrelsesorden 1000-1200 mm nedbør, hadde forsuringssindeks 1,0 hvilket tilsier at området er lite påvirket. Grotta som ble undersøkt både i 1978 og 1995, hadde endret seg lite i løpet av disse årene. Vevikbekken, som ligger på nordsiden av Kvennsjøen og som er den høyestliggende elve/bekkestasjon, skilte seg ut med en faunasammensetning som oppnår en meget sterk indeks 1.

I Litlos er forsuringfølsomme grupper/arter som snegl, daphnier, marflo og skjoldkreps fortsatt tilstede. Dette er sannsynligvis tilfelle for mange av lokalitetene i denne delen av nedbørfeltet hvor fyllitt og stedvis mektige løsmasse-dekker bufrer mot sur nedbør. Situasjonen i Valgardsvatn er imidlertid noe usikker der ingen av de følsomme gruppene ble funnet i 1995. Dette vannet drenerer også områder med fyllitt, men det har et lite nedbørfelt og er derfor i større

grad enn vannene i selve hovedvassdraget preget av nedbørskjemi. I Kringlesjøen, Dargesjøen og Fjellsjøen er fortsatt de fleste følsomme gruppene tilstede. I Vesle Meinsvatn og Urdevatn ble ikke marflo påvist i 1995 noe som kan ha sammenheng med forsuringssituasjonen. Den har vært funnet i begge disse vannene tidligere.

Det ble prøvefisket med oversiktsgarn i Kringlesjøen, Dargesjøen, Urdevatnet og Vesle Meinsvatn. Fangstutbyttet varierte mellom 0,9 og 10,4 individ pr. 100  $\text{m}^2$  garnareal. Dargesjøen hadde det største fangstutbyttet og Kringlesjøen det laveste. I Vesle Meinsvatn var det nesten utelukkende gammel fisk, og kondisjonsfaktoren (KF) var svært lav (0,8). Bestanden i Urdevatn hadde flere årsklasser enn de andre bestandene og var dominert av 4 år gammel fisk. I Kringlesjøen ble det fanget få individer, men de var alle under 6 år gamle, og de hadde den høyeste KF av de fire aurebestandene. Aldersfordelingen i Dargesjøen tyder på en god og jevn rekruttering selv om det ikke ble funnet noen ett- eller toåringar her.

Gjennomsnittlig lengde etter første leveår varierte mellom 29-36 mm, og var minst i Urdevatn. Tilveksten fra første til andre leveår var også minst her, mens den var lik hos auren i Kringlesjøen og Dargesjøen. Tilveksten fra tredje til fjerde leveår var derimot lavest i Kringlesjøen, mens auren i Urdevatn og Dargesjøen hadde en tilvekst på henholdsvis 56 og 60 mm.

Skjoldkreps var et viktig næringsdyr for auren i alle vannene unntatt Vesle Meinsvatn (XIV). I Urdevatn (X) var linsekreps (66,2 V%) viktigst i august, mens vårfuelarver (40,5 V%) var viktigst i september. Marflo ble bare funnet i mageprøvene hos aure tatt i Dargesjøen og Fjellsjøen, men de utgjorde svært lite av dietten. *Daphnia* sp. ble bare registrert i mager fra Urdevatn, og generelt sett var zooplankton ubetydelig som næring for auren i disse vannene. Muslinger og snegler, som er forsuringfølsomme arter, betydde også svært lite i dietten for auren.

Undersøkelsene i Kvennavassdraget i 1995 indikerer at det er forsuringsskader i elver og bekker i den vestligste og mest nedbørrike delen av nedbørfeltet. I de østlige og mer nedbørfattige områdene synes faunaen å ha klart seg bedre. Innsjøene Vesle Meinsvatn og Urdevatn har imidlertid en fauna som bærer preg av å være forsuringsskadet. Disse vannene ligger riktignok i et område med tungt forvitrelig grunnfjell og som er fattig på løsmasser. I Valgardsvatnet er det også mulig at observerte faunaendringer skyldes forsuring.

## 9 Litteratur

- Appelberg, M. 1989. Effektoppfølgning av fisk i svenska kalkade sjöar och vattendrag. - I: Kalking i vann og vassdrag. DN-notat 4: 39-44.
- Arvola, L., Salonen, K., Bergström, I., Heinänen, 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: 737-758.
- Aune, B. 1981. Nedbørkart. - Det norske meteorologiske institutt.
- Baker, J.P., Bernard, D.P., Christensen, S.W., Sale, M.J., Freda, J., Heltcher, K., Marmorek, D., Rowe, L., Scanlon, P., Suter, G., Warren-Hicks, W. & Welbourn, W. 1990. Biological Effects of Changes in Surface Water Acid-Base Chemistry. NAPAP Report 13. - I: National Acid Precipitation Assessment Program, Acidic Deposition: State of Science and Technology, Volume II, 1990.
- Bergquist, B. 1980. Undersökning av bottenfaunaförekomst samt kvicksilverhalt i bottenfauna och sediment i sjön Ölen, Örebro län, 1976-1980. Före och etter kalkning. - Inst. Limnol., Uppsala Univ. 14 s.
- Blakar, I. 1982. Kjemisk-fysiske forhold i Joravassdraget (Dovre fjell) med hovedvekt på ionerelasjoner. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo. Rapp. 38, del II: 1-40.
- Borgström, R. & Hendrey, G.R. 1976. pH tolerance of the first larval stages of *Lepidurus arcticus* (Pallas) and adult *Gammarus lacustris* G. O. Sars. - SNSF-project, IR 22/76, Oslo-Ås, Norway.
- Botrell, H. H., Duncan, A., Gliwicz, Z. M., Grygierek, E., Herzig, A., Hillbricht-Ilkowska, A., Kurasawa, H., Larsson, P. & Weglenska, T. 1976. A review of some problems in zooplankton production studies. - Norw. J. Zool. 24: 419-456.
- Dannevig, A. 1959. Nedbørens innflytelse på vassdragets surhet, og på fiskebestanden. - Jeger og Fisker 3: 116-118.
- Det norske meteorologiske institutt 1985. Nedbørnormaler 1931-60, oktober 1985. - Stensil, 13 s.
- Det norske meteorologiske institutt 1986. Temperaturnormaler 1931-69, januar 1985. - Stensil, 11 s.
- Drabløs, D. & Tollan, A. 1980. Proc. Int. Conf. ecol. Impact Acid Precipitation, Sandefjord, Norway.
- Eie, J.A. 1974. A comparative study of the crustacean communities in forest and mountain localities in the Vassfaret area (southern Norway). - Norw. J. Zool. 22: 177-205.
- Ekman, S. 1922. Djurvärdens utbredningshistoria på skandinaviska halvön. - Stockholm, 614 s.
- 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.
- Engblom, E. & Lingdell, P.-E. 1984. The mapping of short-term acidification with the help of biological pH indicators. - Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm 61: 60-69.
- Eriksson, F., Hornström, E., Mossberg, P. & Nyberg, P. 1983. Ecological effects of lime treatment of acidified lakes and rivers in Sweden. - Hydrobiologia 101: 145-164.
- Fleischer, S. & Kessler, E. 1993. Acidification of surface waters in Sweden - effects and counteracting measures. - Ambio 5: 257-337.
- Flössner, D. 1972. Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüsser, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. - Tierwelt Deutschl. 60: 1-501.
- Garrison, P.J., Brezonic, P.L., Eaton, J.G., Frost, T.M., Perry, J.E., Sierszen, M.S., Swenson, W.A., Watras, D.J. & Webster, K.E. 1988. Experimental acidification in Little Rock Lake: results of acidification to pH 5.1. - Annual International Symposium On Lake And Watershed Management.
- Haines, T.A. 1981. Acid precipitation and its consequences for aquatic ecosystems: a review. - Tran. Am. Fish. Soc. 110: 669-707.
- Halvorsen, G. 1973. Crustacea from the high mountain area Hardangervidda, South Norway. - Rapp. Høyfjellsøk. Forskn. Stn., Finse, Norge 1973, 2: 1-17.
- Havens, K.E. 1991. Crustacean zooplankton food web structure in lakes of varying acidity. - Can. J. Fisch. Aquat. Sci. 48: 1845-1852.
- Havens, K.E. 1992a. Acidification affects on the algal-zooplankton interface. - Can. J. Fisch. Aquat. Sci. 49: 2507-2514.
- Havens, K.E. 1992b. Acidification effects on the plankton size spectrum: An in situ mesocosm experiment. - J. Plankton. Res. 14: 1687-1696.
- Havens, K.E. & Hanazato, T. 1993. Zooplankton community responses to chemical stressors: A comparison of results from Acidification and pesticide contamination research. - Environ. Pollut. 82: 277-288.
- Havens, K. & DeCosta, J. 1987a. The role of aluminium contamination in determining phytoplankton and zooplankton responses to acidification. - Water, Air, and Soil Pollut. 33: 277-294.
- Havens, K. & DeCosta, J. 1988. An experimental analysis of the acid sensitivity of the common planktonic rotifer *Keratella cochlearis*. - Int. Rev. Gesamt. Hydrobiol. 4: 407-416.
- Herbst, H.V. 1976. Blattfusskrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüsser und Wasserflöhe). - Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart, 130 s.
- Herrmann, J., Degerman, E., Gerhardt, A., Johansson, C., Lingdell, P.-E. & Muniz, I.P. 1993. Acid-stress effects on stream biology. - Ambio 22: 298-307.



- Hesthagen, T., Saksgård, R., Fløystad, L., Berger, H. M. & Larsen, B. M. 1995. Bestandsendringer hos aure i innsjøer i Vikedalsfjellet, 1982-1994. - NINA Oppdragsmelding 382: 1-18.
- Hindar, K., Jonsson, B., Andrew, J. H. & Northcote, T. G. 1988. Resource utilization of sympatric and experimentally allopatric cutthroat trout and Dolly Varden charr. - *Oecologia* 74: 481-491.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1906. Planktonundersøgelser i norske vande. utg. - Nationaltrykkeriet, Christiania. 199 s.
- Jensen, J.W. 1968. Planktoniske ferskvanns-crustacea på Hitra i Sør-Trøndelag med en hydrografisk oversikt og notater om littorale crustacea. - Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi (upubl.). Univ. i Oslo. 109 s.
- Jonsson, B. 1976. Comparison of scales and otoliths for age determination in brown trout *Salmo trutta* L. - *Norw. J. Zool.* 24: 295-301.
- 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.
- 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.
- Kildal, T. 1982. Rapport fra fiskeribiologiske undersøkelser i Kvenna og Bjønna 1978. - Fiskerikonsulenten i Øst-Norge. Rapport 1/82: 1-46.
- 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 s.
- L'Abée-Lund, J. H. & Sægrov, H. 1991. Resource use growth and effects of stocking in alpine brown trout, *Salmo trutta* L. *Aquac.* - *Fish. Man.* 22: 519-526.
- Langeland, A., L'Abée-Lund, J. H., Jonsson, B. & Jonsson, N. 1991. Resource partitioning and niche shift in Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta*. - *J. Anim. Ecol.* 60: 895-912.
- Locke, A. 1991. Zooplankton responses to acidification: A review of laboratory bioassays. - *Water, Air, and Soil Pollut.* 60: 135-148.
- McCahon, C.P., Brown, A.F., Poulton, J.M. & Pascoe, D. 1989. Effects of acid, aluminium and lime additions on fish and invertebrates in a chronically acidic Welsh stream. - *Water, Air, and Soil Pollut.* 45: 345-359.
- McCahon, C.P. & Poulton, J.M. 1991. Lethal and sub-lethal effects of acid, aluminium and lime on *Gammarus pulex* during repeated simulated episodes in a Welsh stream. - *Freshw. Biol.* 25: 169-178.
- Miljøverndepartementet. Hardangervidda. Natur-Kultur-Samfunnsliv. - NOU 1974: 30B, 352 s.
- Morling, G. & Pejler, B. 1990. Acidification and Zooplankton Development in Some West-Swedish Lakes 1966-1983. - *Limnol. (Berl.)* 20: 307-318.
- Muniz, I.P. 1991. Freshwater acidification: its effects on species and communities of freshwater microbes, plants and animals. - *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh.* 97B., s. 227-254.
- Mylona, S. 1993. Trends of sulphur dioxide emissions, air concentrations and depositions of sulphur in Europe since 1980. - EMEP/MS-CW Report 2/93. 35 s.
- Pennak, R.N. 1957. Species composition of limnetic zooplankton communities. - *Limnol. Oceanogr.* 2: 222-232.
- Petersen, R.C., Kullberg, A., Persson, U. & Fritzson, A. 1984. Fylleån - biologiska effekter vid kalkning av en försurad å. Slutrapport. - Limnologiska Institutjonen, Lunds Universitet. 49 s. + 51 bil.
- Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1988. Virkninger av sur nedbør på evertebrater og bruk av disse til kartlegging av forursingsskader. - I Andersen, A., red. *Sur nedbør og langtransportert forureining i Sogn og Fjordane, Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, Miljøvernveddelingen.* Rapport 11: 61-79.
- Rylov, W.M. 1948. Freshwater Cyclopoida. Fauna USSR, Crustacea 3 (3). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1963, 314 s.
- 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.
- Schindler, D.W. 1988. Effects of acid rain on freshwater ecosystems. - *Science* 239: 149-157.
- Siegfried, C.A. & Sutherland, J.W. 1992. Zooplankton communities of Adirondack lakes: changes in community structure associated with acidification. - *J. Freshw. Biol.* 7: 97-112.
- Sigmond, E.M.O., Gustavson, M. & Roberts, D. 1984. Berggrunnskart over Norge - 1:1 million. - Norges geologiske undersøkelse.
- Singer, R. 1982. Effects of acidic precipitation on benthos. - I D'Itri, F., red. *Acid precipitation, effects on ecological systems.* Ann Arbor Sci: s. 329-363.
- Smirnov, N.N. 1971. Chydoridae. Fauna USSR, Crustacea 1 (2). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1974, 644 s.
- Walseng, B. 1993. Verneplan I og II, Rogaland Krepsdyrundersøkelser. - NINA Oppdragsmelding 222: 1-33.
- Walseng, B., Eie, J.A. & Halvorsen, G. 1991. Utbredelsen til ferskvannskrepsdyr (cladocerer og copepoder) i Lofoten og Vesterålen. - NINA Forskningsrapport 12: 1-75.

Walseng, B. & Halvorsen, G. 1991. Verneplan IV. Ferskvannsbefaringer i 5 vassdrag i Oppland og Buskerud. - NINA Utredning 22: 1-35.

Walseng, B. & Halvorsen, G. 1993. Verneplanstatus i Troms og Finnmark med fokusering på vannkjemiske forhold og krepsdyr. - NINA Utredning 54: 1-97.

Walseng, B., Halvorsen, G. & Schartau, A.K.L. 1994. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Kvenna 1978. - NINA Oppdragsmelding 321: 1-33.

Walseng, B. & Hansen, H. 1994. Krepsdyr og bunndyr i sure vann i Østfold. - NINA Oppdragsmelding 335: 1-29.

Walseng, B. & Storeid, S.E. 1990. Ferskvannsbefaringer i 19 vassdrag i Telemark og Buskerud. - NINA Utredning 15: 1-56.

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

Wærvågen, S.B. 1985. En limnologisk studie av Gjerstadvatn i Aust-Agder med spesiell vekt på zooplanktonsamfunnets livshistorier og populasjonsdynamikk. - Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi, upubl. Univ. Oslo, 177 s.

Zankai, N.P. 1987. Post-embryonic development of cyclopoid copepods in various seasons at Lake Balaton (Hungary). - J. Plankton Res 9: 1057-1068.

Økland, J. 1990. Lakes and Snails: Environment and Gastropoda in 1500 Norwegian lakes, ponds and rivers. - Universal Book Services/Dr. W. Backhuys, Oegstgeest, Nederland.

Økland, K.A. 1980. Økologi og utbredelse til *Gammarus lacustris* G.O. Sars i Norge, med vekt på forsuringsproblemer. - IR 67/80, SNSF-prosjektet, Ås-NLH. 87 s.

Økland, J. & Økland, K.A. 1986. The effects of acid deposition on benthic animals in lakes and streams. - Experimentia 42: 471-486.

ISSN 0802-4103  
ISBN 82-426-0744-3

433

**NINA**  
**OPPDRAGS-**  
**MELDING**

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

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

**NINA**  
**Norsk institutt**  
**for naturforskning**