

Prøvefiske i 5 innsjøer  
i Sogn og Fjordane  
høsten 2007



R  
A  
P  
P  
O  
R  
T

Rådgivende Biologer AS 1161

*Forsidefoto: Litlevatnet i Fjaler 31.08.2007.*



# Rådgivende Biologer AS

**RAPPORTENS TITTEL:**

Prøvefiske i 5 innsjøer i Sogn og Fjordane høsten 2007

**FORFATTERE:**

Bjart Are Hellen      Erling Brekke      Steinar Kålås

**OPPDRAKSGIVER:**

Fylkesmannens miljøvernavdeling i Sogn og Fjordane, ved Rådgiver Merete Farstad,  
Statens hus Sogn og Fjordane, Njøsavegen 2, 6863 Leikanger

**OPPDRAGET GITT:**

18. august 2007

**ARBEIDET UTFØRT:**

August 2007- Februar 2008

**RAPPORT DATO:**

29.02.08

**RAPPORT NR:**

1161

**ANTALL SIDER:**

38

**ISBN NR:**

ISBN 978-82-7658-643-5

**EMNEORD:**

- Prøvefiske i 2007      -Sogn & Fjordane  
- Kalking                - Aure  
-Høyanger kommune   -Fjaler kommune

**SUBJECT ITEMS:**

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS  
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen  
Foretaksnummer 843667082  
Internett: [www.radgivende-biologer.no](http://www.radgivende-biologer.no) E-post: [post@radgivende-biologer.no](mailto:post@radgivende-biologer.no)  
Telefon: 55 31 02 78      Telefax: 55 31 62 75

## FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Fylkesmannens miljøvernavdeling i Sogn og Fjordane gjennomført prøvefiske, samlet inn bunndyr, dyreplankton og tatt vannkjemiske prøver i 5 innsjøer med tilhørende gytebekker i Sogn og Fjordane høsten 2007. Feltarbeidet ble utført av Steinar Kåås og Bjart Are Hellen.

Formålet med undersøkelsene var:

- Vurdere forsurenings situasjonen for fisk og andre ferskvannsorganismer
- Kartlegge det biologiske mangfoldet av fisk og dyreplankton
- Evaluere kjemiske og biologiske effekter av kalking i kalkete lokaliteter
- Gi forslag til endringer av kalkingsstrategi dersom ønsket effekt av kalking ikke er oppnådd

Flere personer i de to kommunene bidro med informasjon om fiskebestander og tidligere tiltak i de undersøkte innsjøene og mange stilte velvillig opp slik at prøvefisket kunne gjennomføres raskt og effektivt. Følgende takkes spesielt: Atle Langeland, Karl-Jan Erstad og Svein Arne Forfod.

De vannkjemiske analysene er utført av Chemlab Services AS, Bergen.

Bunndyrprøvene ble analysert av LFI, Universitet i Oslo.

Rådgivende Biologer AS takker alle samarbeidspartene for innsatsen og takker Fylkesmannens miljøvernavdeling i Sogn og Fjordane for oppdraget.

Bergen 29. februar 2007.

## INNHOLDSFORTEGNELSE

|  |    |
|--|----|
| Forord .....                             | 2  |
| Innholdsfortegnelse .....                | 2  |
| Sammendrag .....                         | 3  |
| Sammenstilling.....                      | 4  |
| 1 Øvre Trollebotnsvatnet i Høyanger..... | 12 |
| 2 Norddalsvatnet i Høyanger.....         | 16 |
| 3 Storevatnet-Nord i Fjaler.....         | 20 |
| 4 Litlevatnet i Fjaler.....              | 26 |
| 5 Storevatnet - Einunga i Fjaler.....    | 31 |
| Litteratur .....                         | 37 |
| Vedleggstabell.....                      | 38 |

## SAMMENDRAG

HELLEN, B.A., E. BREKKE, & S. KÅLÅS 2008 *Prøvefiske i 5 innsjøer i Sogn og Fjordane høsten 2007. Rådgivende Biologer AS rapport 1161, 38 sider, ISBN 978- 82-7658-643-5.*

I perioden fra 29. august – 1. september 2007 ble det gjennomført prøvefiske i 5 innsjøer i Sogn og Fjordane. Innsjøene ligger i Høyanger og Fjaler kommuner.

For hver enkelt innsjø er det gjort en vurdering av status for aurebestanden, og en vurdering av hvilke faktorer som er begrensende for den enkelte bestand. Dette er gjort for å vurdere effekten av kalking eller avsluttet kalking, og eventuelle tiltak som kan være aktuelle for å trygge eksistensen til fiskebestanden.

Alle innsjøene har eller har i varierende grad vært påvirket av kalking, fra utlegging av kalkgrus enkelte år i en kort periode, til fullkalking og bekkalking årlig siden begynnelsen på 1990-tallet. Kalkingsmålet for alle lokalitetene har vært å bevare aurebestanden, med unntak av Storevatnet-nord der kalkingsmålet er å oppnå god økologisk status.

Det har vært en generell bedring i vannkvaliteten på Vestlandet de siste 15-20 årene, men spesielle episoder har forekommet enkelte år. I mange høyereliggende innsjøer har det likevel vært lav rekruttering helt fram til siste halvdel av 1990-tallet, noe som trolig skyldes klimatiske forhold med mye vinternedbør og korte vekstsesonger. Varmere klima, sammen med generell bedring i vannkvalitet har ført til at rekrutteringen av aure har økt markert i mange innsjøer siden 1997.

Øvre Trollebotsvatnet og Norrdalsvatnet i **Høyanger** har tynne bestander av aure. Etter at utsettingen stoppet har det vært rekruttering i 2002 og 2004, tilslaget i rekrutteringen kommer uavhengig av kalkingsaktivitet, og gyteforhold og klimatiske forhold er trolig de viktigste begrensningene for rekrutteringen. Det er periodevis lav pH om våren som kan være marginal for aure, men vil trolig ikke være avgjørende for rekrutteringen de fleste år. Bedring av gytemulighetene i utløpet, med utlegging av grov kalkgrus eller gytegrus vil sannsynligvis føre til flere år med vellykket rekruttering i innsjøen. Næringsgrunnlaget for fisk er begrenset, og en økt rekruttering kan fort føre til en småfallen og lite attraktiv fiskebestand.

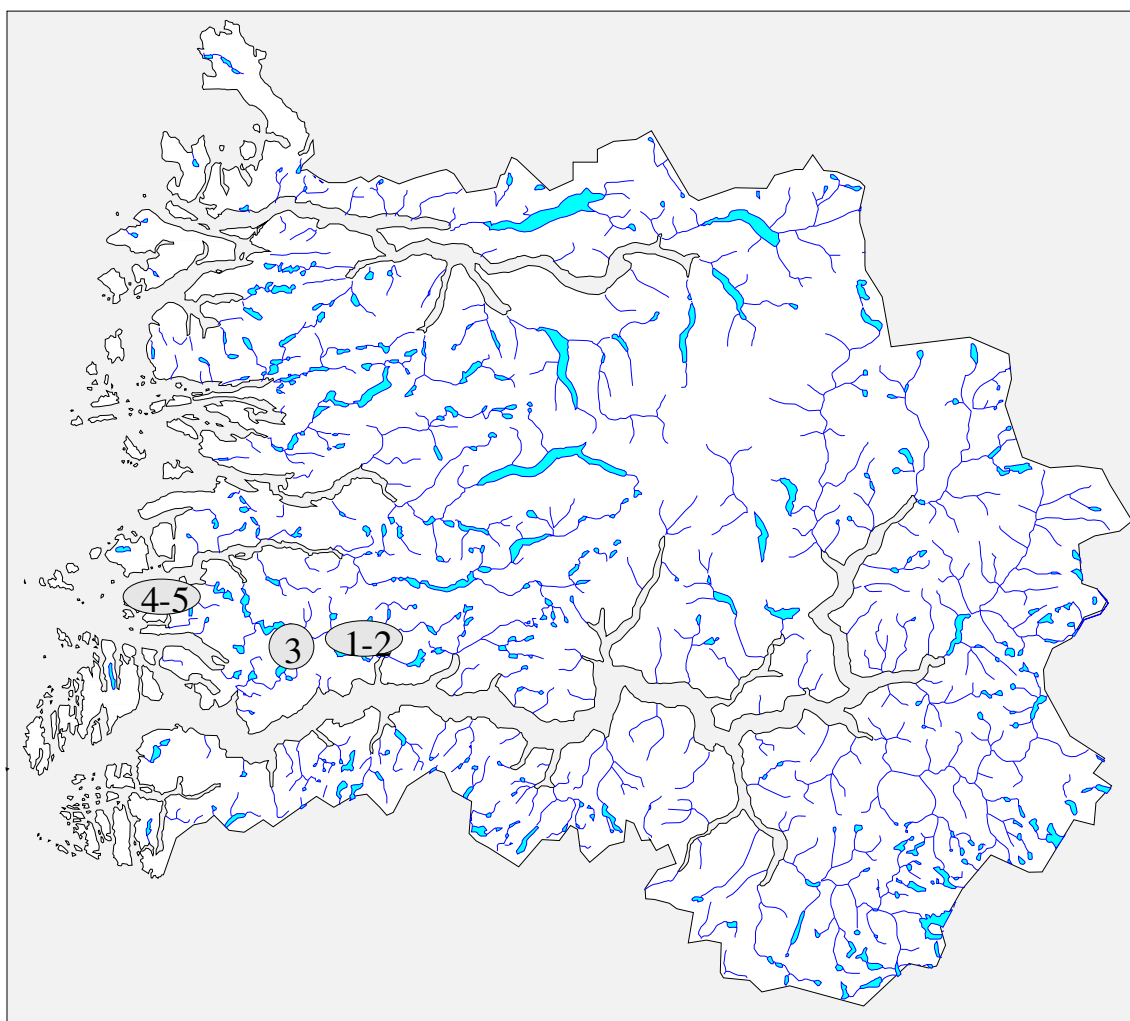
Storevatnet-nord i **Fjaler** var tidligere fisketomt. Det ble satt ut fisk i 2002 og 2003 og innsjøen har vært fullkalket siden 2002. Det var naturlig rekruttering første gang 2005, siden årlig. Bestandstettheten har økt betydelig og er nå høy, og sannsynligvis vil tilveksten for aure bli betydelig redusert i årene som kommer. Vannkvalitetsmålingene viser at det periodisk kan ha vært marginal vannkvalitet for aure, og spesielt er det lite kalsium. Utlegging av kalkgrus har bedret gyteforholdene og kan være medvirkende årsak til den gode rekrutteringen de siste årene. Det ble registret en forsurningsfølsom døgnflueart i 2007, en art som trolig har etablert seg etter at kalkingen startet opp. Det var en fiskebestand i innsjøen som døde ut på slutten av 1980-tallet, trolig pga. forsuring. Det har vært en markert forbedring i vannkvaliteten siden den gang, og det er trolig ikke behov for å kalle innsjøen for å opprettholde den nyetablerte fiskebestanden i innsjøen.

Storevatnet og Litlevatnet ved Einunga har middels tette bestander av aure. Fiskens kondisjon og årlige tilvekst er normalt god til god. Det er årlig rekruttering av aure i innsjøen, utløpselven er viktigste gytelokalitet. Fiskebestandene har hatt økende tetthet siden prøvefisket i 2001. Innsjøene ble sist gang kalket i 2002, og det er trolig ikke lenger noen effekt av denne kalkingen på vannkvaliteten i innsjøene, men rester av kalkgrus finnes i gytebekkene og kan ha betydning der. Vannkvalitetsmålingene og funn av vannloppen *Daphnia longispina* i Litlevatnet indikerer at auren i innsjøen ikke har noe forsurningsproblem. De hyppige sjøsalttilførslene gjør og at auren i innsjøen blir mer tolerant for vannkvaliteter som ellers kunne vært skadelig.

## SAMMENSTILLING

### INNSJØENE

I perioden fra 29. august til 1. september 2007 ble det gjennomført prøvafiske i 5 innsjøer i Sogn og Fjordane (tabell 1). To av innsjøene ligger i Høyanger, mens tre ligger i Fjaler. Øvre Trollebotnsvatnet og Norddalsvatnet i Høyanger ligger hhv. 900 og 885 moh. Storevatnet-nord i Fjaler ligger 660 moh., mens Litlevatnet og Storevatnet ved Einunga i Fjaler ligger hhv 15 og 14 moh. Den minste innsjøen er Litlevatnet på 0,016 km<sup>2</sup>, mens de andre innsjøene er mellom 0,5 og 2,0 km<sup>2</sup>. De to innsjøene i Høyanger har vært mer eller mindre kalket siden starten på 1990 – tallet, i Storevatnet ved Einunga har det blitt kalket i perioden 1993 til 2002. Litlavatnet har vært kalket to ganger, og i Storevatnet-nord har det vært kalket årlig siden 2002. Kalkingsmålet for alle lokalitetene har vært å bevare aurebestandene, med unntak av Storevatnet-nord der kalkingsmålet er å oppnå god økologisk status. Aure er eneste fiskeart i de undersøkte innsjøene, med unntak av de to innsjøene ved Einunga der det også er ål og stingsild.



FIGUR 1. Plassering av innsjøer prøvefisket i Sogn og Fjordane høsten 2007:  
1 Øvre Trollebotnsvatnet, 2 Norddalsvatnet i Høyanger, 3 Storevatnet-nord, 4 Litlevatnet, 5 Storevatnet ved Einunga i Fjaler

TABELL 1. Oversikt over de 5 innsjøene som ble prøvofisket i Sogn og Fjordane høsten 2007.

| Nr | Kommune  | Innsjø               | Innsjø nr | Vassdr. nr. | UTM-øst | UTM-nord | Kart blad | Hoh. (m) |
|----|----------|----------------------|-----------|-------------|---------|----------|-----------|----------|
| 1  | Høyanger | Ø. Trollebotnsvatnet | 28712     | 079.7C      | 338301  | 6792955  | 1217-2    | 900      |
| 2  | Høyanger | Norddalsvatnet       | 28709     | 079.7C      | 339293  | 6792999  | 1217-2    | 885      |
| 3  | Fjaler   | Storevatnet, nord    | 28730     | 082.DZ      | 318800  | 6791800  | 1217-3    | 660      |
| 4  | Fjaler   | Litlevatnet, Einunga | 80840     | 082.2       | 286200  | 6800700  | 1117-4    | 21       |
| 5  | Fjaler   | Storevatnet, Einunga | 28572     | 082.2       | 286400  | 6800900  | 1117-4    | 14       |

TABELL 2. Morfometri og tiltak i de 5 innsjøene som ble prøvofisket i Sogn og Fjordane høsten 2007.

| Nr | Innsjø          | Areal (km <sup>2</sup> ) | Strand linje (m) | Maks dyp (m) | Snitt dyp (m) | Nedbør -felt (km <sup>2</sup> ) | Tiltak – Merknader (kalking- fiskeutsetting)     |
|----|-----------------|--------------------------|------------------|--------------|---------------|---------------------------------|--|
| 1  | Ø. Trollebotnsv | 0,18                     | 2900             | 24           | 9,4           | 0,7                             | Fullkalk 8 ganger fra 1990-2007, utsett til 1998 |
| 2  | Norddalsvatnet  | 0,20                     | 2300             | 63           | 39            | 0,6                             | Fullkalk 8 ganger fra 1990-2007, utsett til 1998 |
| 3  | Storev.-nord    | 0,13                     | 2200             |              |               |                                 | Fullkalk 2002-2007, kalkgrus 2002, uts 01&02     |
| 4  | Litlev, Einunga | 0,016                    | 585              | 11           | 5,9           | 0,15                            | Fullkalk 1993 & 1999, kalkgrus, terrengkalk      |
| 5  | Storev, Einunga | 0,056                    | 1830             | 8            | 5             | 0,75                            | Fullkalk 6 ganger 1994-2002, kalkgrus 94-02      |

## METODE

### Garnfiske

Prøvefisket ble gjennomført med seksjonerte fleromfangsgarn (oversiktsgarn). Hvert bunngarn er 30 meter langt og 1,5 m dypt, og er satt sammen av 12 like lange seksjoner med forskjellige maskevidder, tilfeldig plassert i garnet. Maskeviddene som er benyttet er: 5,0 - 6,3 - 8,0 - 10,0 - 12,5 - 16,0 - 19,5 - 24,0 - 29,0 - 35,0 - 43,0 - og 55,0 mm. Innsjøene ble prøvofisket etter et oppsett som hadde relativt høy innsats i det habitatet der en forventer å finne mest fisk i innsjøer med tynne fiskebestander, men også andre habitat ble avfisket.

### Bestandsestimater

Det finnes informasjon fra prøvofiske i innsjøer der antallet fisk er kjent ved at mesteparten av fisken senere er blitt oppfisket, eller der antallet er bestemt ved nyere akustisk utstyr (Sægrov 2000, Knudsen og Sægrov 2004). Disse resultatene tilsier at et bunngarn i praksis fanger all fisk som oppholder seg i fem meters bredde på hver side av garnet, totalt 10 meters bredde og innen et areal på 300 m<sup>2</sup>. Et flytegarn avfisker grovt sett 1 hektar (10000 m<sup>2</sup>) i det sjiktet garnet står. Det må også tas med i vurderingen at fisk som er mindre enn ca. 12 cm har lavere fangbarhet enn større fisk, og at aure som er mindre enn 12 cm framdeles kan oppholde seg i bekker/elver. Det er også sannsynlig at stor fisk (> 25 cm) har et større aktivitetsområde i løpet av en beiteperiode enn fisk i lengdegruppen 12-25 cm, og dette betyr at antall større fisk kan bli beregnet for høyt. Ved beregning av total bestand er det videre antatt at gjennomsnittsfangsten pr. garnnatt er representativ for hele innsjøen.

Bestanden er estimert ved å ta gjennomsnittlig fangst per garnnatt i bunngarnene som står i strandsonen, anta at disse ganene avfisker 10 meter av standlinjen og gange opp fangsten med lengden av strandlinjen.

### Elektrofiske

Potensielle gytebekker ble elektrofisket med en gangs overfiske med elektrisk fiskeapparat, og gyteforholdene ble vurdert. Fisken ble artsbestemt og lengdemålt og deretter sluppet ut igjen.

### Fiskeoppgjøring og aldersbestemming

All fisk er lengdemålt til nærmeste mm fra snutespissen til ytterst på halefinnen når fisken ligger naturlig utstrakt. Vekten er målt til nærmeste gram på elektronisk vekt. Kondisjonsfaktoren (K) er regnet ut etter formelen  $K = (\text{vekt i gram}) * 100 / (\text{lengde i cm})^3$ . Kjønn og kjønnsmodning ble bestemt. Kjøttfargen er inndelt i kategoriene hvit, lyserød og rød. Gjennomsnittlig lengde, vekt og kondisjon for

fangsten i de enkelte innsjøene er oppgitt med standardavvik. Til aldersfastsettelse er det brukt øresteiner og skjell.

### Dyreplankton

I forbindelse med prøvefisket ble det tatt planktonprøver og siktedyp i innsjøene. Antall vertikale håvtrekk og fra hvilket dyp prøvene ble tatt er beskrevet for hver innsjø. Planktonhåven hadde håvdiameter på 30 cm og maskevidde på 90 eller 60 µm. Prøvene ble fiksert og konservert med etanol. Innholdet i prøvene ble artsbestemt i tellesleide under binokular lupe og talt opp. Det ble tatt delprøver dersom prøven inneholdt svært mange individer, og hele prøven ble scannet for arter med fåtallige individer. Tettheten er beregnet og oppgitt som dyr/m<sup>2</sup> og dyr/m<sup>3</sup>. Arter som ikke sikkert kunne artsbestemmes under lupe ble preparert med melkesyre på objektglass og bestemt under mikroskop. Det ble også samlet inn prøver av dyreplankton i den littorale sonen, her ble det forsøkt å dekke flere ulike habitater for å samle inn flest mulig arter. Vannlopper, hoppekreps og hjuldyr i disse prøvene ble artsbestemt som beskrevet over.

*TABELL 3. Dato for prøvefiske (garn trukket), siktedyp (m), vanntemp (°C) hvor mange bunn- som ble satt, fangsttinnings (bunningsgarn/hektar), og antall gytebekker/lokaliteter av potensielle gytebekker som ble elektrofisket. Antall pelagiale og fra hvilket dyp (m) planktontrekkene ble tatt i de 5 undersøkte innsjøene i Sogn og Fjordane høsten 2007.*

| Nr | Innsjø            | Dato       | Sikte-<br>dyp (m) | Vann-<br>temp °C | Bunningsgarn |         | Gytelokal.<br>undersøkt | Planktontrekk |         |
|----|-------------------|------------|-------------------|------------------|--------------|---------|-------------------------|---------------|---------|
|    |                   |            |                   |                  | Antall       | Garn/ha |                         | Ant.          | Dyp (m) |
| 1  | Ø. Trollebotnsv   | 30.08.2007 | 16,5              | 8,6              | 7            | 0,40    | 2/2                     | 2             | 15      |
| 2  | Norddalsvatnet    | 30.08.2007 | 14,5              | 8                | 7            | 0,35    | 1/1                     | 2             | 35      |
| 3  | Storevatnet, nord | 31.08.2007 | 5,7               | 11,3             | 7            | 0,54    | 1/1                     | 2             | 15      |
| 4  | Litlev, Einung    | 01.09.2007 | 1,5               | 16,2             | 4            | 5,71    | 1/1                     | 2             | 9       |
| 5  | Storev, Einung    | 01.09.2007 | 1,8               | 15,7             | 6            | 1,20    | 3/3                     | 2             | 7,5     |

### Bunndyr

Det ble tatt bunndyrprøve i utløpet fra hver innsjø. Prøvene ble samlet med sparkemetoden (Frost mfl. 1971) og samlet i håv med 250 µm maskevidde. Prøven ble konservert på etanol og senere sortert og bestemt under lupe. Materialet er gjort opp ved LFI, Oslo.

De ulike artene av evertebrater i bunndyrfaunaen har ulike tålegrenser overfor forsurening (Fjellheim og Raddum 1990, Lien mfl. 1996). Artssammensetningen i bunndyrfaunaen vil derfor kunne gi informasjon om forsurningsnivået i elven. Ved å se på forekomsten av den minst forsuringstolerante organismen som forekommer, kan en antyde hvor surt det har vært i elven i løpet av dyrets levetid. Bunndyrfaunaen forteller altså ikke bare om den vannkjemiske situasjonen på prøvetakingstidspunktet, men kan også si noe om hvordan vannkvaliteten har vært tidligere. Dette avhenger av livssyklusen til dyrene i bunnprøven, dvs. hvor lenge dyrene har vært i elven. De fleste artene har ettårige livssykluser, og eggene legges i løpet av sommerhalvåret. Hvis arten har dødd ut i løpet av vinteren, vil en ikke finne den i elven om våren, men artene kan rekolonisere fra andre elver eller sidebekker, en kan dermed finne arten i elven om høsten. Det er derfor relativt normalt at en lokalitet har en høyere forsurningsindeks om høsten enn om våren. Bunndyrprøvene som ble samlet inn i Sogn og Fjordane i 2007, ble samlet inn på høsten, og avspeiler således en relativt kort periode. Innslaget av de forskjellige artene i elven er også avhengig av bl.a. vannføring og substrat, det er derfor forsøkt å ta prøver på områder med ulikt substrat i hver enkelt elv. Ut fra de artene som finnes i elven og deres tålegrenser kan en gi elven en forsurningsindeks. Det er i dag i bruk to forsurningsindekser, indeks 1 og indeks 2.

Forsurningsindeks 1 deles inn i fire kategorier. Kategori 1 brukes når det finnes en eller flere svært forsurningsfølsomme arter i bunndyrfaunaen, surheten i elven er da høyere enn pH 5,5. Dersom det bare finnes moderat forsurningsfølsomme arter i elven, dvs. arter som tåler pH ned til 5,0 vil lokaliteten få indeks 0,5. En lokalitet som bare har individer som tåler pH ned mot 4,7 vil bli indekset til verdien 0,25. Hvis det bare er arter som er svært forsurningstolerante vil elven bli indekset til 0. Dersom en har



få prøver fra en lokalitet kan en regne med å ikke få med enkeltarter, spesielt gjelder dette de få artene som gir indeks 0,25. En kan derfor ikke uten videre si at pH i en elv har vært lavere enn 4,7 hvis en ikke finner disse artene, og elven indekseres til verdien 0.

Forsuringsindeks 2 er i hovedsak lik indeks 1, men den har finere inndeling mellom verdiene 0,5 og 1, dvs. at denne indeksen kan brukes til å avdekke moderat forsuringsskade i lokaliteten (Raddum 1999).

### **Vannkvalitet**

Det ble gjort analyser av vannkvaliteten, vannprøver ble samlet inn i utløpet fra hver innsjø. Prøvene ble analysert for parametrene: surhet (pH), turbiditet, farge, konduktivitet, total aluminium, reaktivt aluminium, illabilt aluminium, fosfor, kalsium, magnesium, natrium, kalium, sulfat, klorid, nitrat og silisium. Innholdet av labil aluminium og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ble beregnet. Chemlab AS sitt laboratorium i Bergen utførte vannkvalitetsanalysene.

### **Temperatur og siktedyp**

Vanntemperaturen ble målt ca 20 cm under vannoverflaten i innsjøen og i hver av bekkene som ble elektrofisket. Siktedypet ble målt med secchi-skive over innsjøens dypeste punkt.

## **RESULTATER**

### **DYREPLANKTON**

Sammensetningen av dyreplanktonet kan være en god indikator på forekomst og tetthet av fisk, samtidig som dyreplankton er blant de viktigste næringsementene for fisk. I tillegg vil andre faktorer som vannkvalitet kunne påvirke sammensetningen av dyreplankton i innsjøene, på bakgrunn av at dyrene har noe forskjellig toleranse med hensyn til for eksempel forsuring.

### **Dyreplankton som indikator på vannkvalitet**

Mengde og forekomst av algebeitende dyreplankton er avhengig av tilgang på både alger og vannkvalitet. Produksjonen av alger er i de fleste innsjøer på Vestlandet avgrenset av tilgang på fosfor og lys. Vannloppene av slekten *Daphnia* er de mest effektive algebeiterene og er svært viktige i næringsomsetningen i innsjøer. De er normalt konkurransesterke i forhold til andre algespisere, men de er også følsomme for surt, kalsiumfattig vann og metallforurensing. Dafniene ser generelt ikke ut til å trives i innsjøer med pH-verdier særlig under 5,5, og i innsjøer med surt vann og lite kalsium er det gjerne *Bosmina longispina* og *Holopedium gibberum* som er de dominerende algespisende vannloppene (Hessen m.fl. 1995). Minst en av disse to artene er dominerende vannlopper i de fem innsjøene i denne undersøkelsen.

I Litlavatnet ble *Daphnia longispina* påvist og tyder på at vannkvaliteten med hensyn på forsuring er god i denne innsjøen, også i 2001 ble denne arten påvist, men da i lavere tetthet (Lund mfl. 2002). *Daphnia longispina* ble derimot ikke påvist i planktonprøvene eller i mageprøvene fra Storevatnet nedstrøms Litlavatnet, og det er noe overraskende. Man ville forvente en jevn tilførsel av arten til Storevatnet, og arten ble også påvist i lav tetthet i innsjøen så tidlig som i 1996, men likevel klarer den ikke å etablere seg. Den ble heller ikke påvist ved undersøkelsen i 2001. Det finnes ikke noen gode forklaringer på dette, men tilsvarende er registrert i Gaularvassdraget, der *Daphnia lacustris* ble påvist i Lauvatnet i 1997 og 1999, mens arten bare ble funnet i svært lav tetthet i det nedenforliggende Viksdalsvatnet i 1997, og ikke ble påvist verken i 1998 eller 1999 (Sægrov & Brekke 2000). I Viksdalsvatnet var riktignok pH trolig marginal for *Daphnia*, noe den ikke ser ut til å være i Storevatnet i Fjaler. *Daphnia cristata* som ofte opptrer som en pionerart i forbindelse med kalking ble ikke funnet i noen av de undersøkte innsjøene.

Forskjellige hjuldyrarter har ulik pH-toleranse, og utbredelse og preferanse i forhold til pH for 227 arter i Sverige er utarbeidet av Berzins & Pejler (1987). En analyse av blant annet forekomsten av

hjuldyr i Sogn og fjordane viste at artene *Keratella hiemalis* og *Keratella cochlearis*, samt slekten *Polyarthra* sp. hadde signifikant lavere forekomst i sure innsjøer enn i referanseinnsjøene (Hobæk 1998), og disse artene blir ut fra dette regnet som noe forsuringssensitive. Det motsatte var tilfellet for *Keratella serrulata*, som helst forekommer i surt miljø. Det kan likevel være grunn til å være noe forsiktig med å trekke for bastante konklusjoner vedrørende slekten *Polyarthra*, da flere arter innen denne slekten er rapportert å ha vide pH-toleranser (Nogrady & Segers 2002). *Polyarthra* spp. ble påvist i de tre lavestliggende innsjøene i denne undersøkelsen, og i Storevatnet-nord som *Polyarthra major*. Denne er oppgitt å finnes i pH-intervallet 3,5 – 9 (Nogrady & Segers 2002), selv om hovedutbredelsen er mellom pH 5,9 – 8,9 (Berzins & Pejler 1987). I de to innsjøene ved Einunga ble den artsbestemt til *Polyarthra cf. remata*.

### Forekomst av dyreplanktonarter i de fem undersøkte innsjøene i Sogn og Fjordane

For de planktoniske og littorale prøvene samlet var det relativt stor forskjell i artsrikhet av dyreplankton (krepsdyr og hjuldyr). I de to høyestliggende innsjøene var det hhv 13 og 16 arter, mens det var hele 59 ulike arter i Litlevatnet, i gjennomsnitt var det 36 arter per innsjø. Størst artsrikhet var det av hjuldyr med snitt på 16 ulike arter, de fleste ble påvist littoralt. Av hoppekreps var det i snitt bare i underkant av 5 arter per innsjø, mens snittet for vannlopper var 10,6 arter per innsjø.

I Storevatnet-nord ble hjuldyrarten *Dicranophorus proclestes* påvist i den littorale planktonprøven, denne er tidligere ikke registrert i Norge. Også i Litlevatnet ble det påvist en art som tidligere ikke er registrert i Norge i den littorale planktonprøven, hjuldyrarten *Proales doliaris*. Hoppekrepsartene *Eucyclops denticulatus* og *Paracyclops affinis* som er forholdsvis sjeldne for Sogn og Fjordane ble påvist i Litlevatnet, førstnevnte ble også registrert i Storevatnet ved Einunga.

## BUNNDYR

En sammenligning mellom bunndyrprøvene samlet inn i 2001/2002 med prøvene samlet inn i 2007 viste redusert forsuringssindeks i Norddalsvatnet og i Litlevatnet, og økt forsuringssindeks i Storevatnet-Nord og i Storevatnet ved Einunga. Det var generelt relativt få bunndyrarter i prøvene slik at resultatene i relativt stor grad er utsatt for tilfeldigheter. I Storevatnet-nord er det sannsynlig at økt bunndyrsindeks skyldes kalkingstiltakene i innsjøen. I 2007 ble bunndyrene samlet inn i slutten av august og etter flyveperioden for de fleste insektgrupper. De fleste arter som finnes i elvene burde bli fanget opp i prøvene, men noen arter er svært små og lar seg ikke artsbestemme på dette tidspunktet.

TABELL 4. Forsuringssindeks i utløpet av de undersøkte innsjøene i 2001 og 2002 (Lund mfl. 2002, Hellen mfl. 2003), og i 2007.

| Innsjø               | Kalking   | 2001/02 | 2007 |
|----------------------|---|---------|------|
| Ø. Trollebotnsvatnet | Fullkalk høst 1990, 93, 95, 97, 98, 02, 04, 07                          | 0       | 0    |
| Norddalsvatnet       | Fullkalk høst 1990, 93, 95, 97, 98, 02, 04, 07                          | 0,5     | 0    |
| Storevatnet, nord    | Fullkalk høst 2002-2007, kalkgrus høst 2002                             | 0       | 1    |
| Litlevatnet, Einung  | Fullkalk 1993 & 2002, kalkgrus til 2002                                 | 1       | 0    |
| Storevatnet, Einung  | Fullkalk høst 93 - 95, 97, 99, 00, 02, kalkgrus høst 94, 95, 96, 97, 02 | 0,25    | 0,5  |

## FISK

### VURDERINGSGRUNNLAG

#### Bestandstetthet

Bestandens status er vurdert ut i fra bestandstetthet, vekstmønster til fisken og artssammensetningen av dyreplanktonsamfunnet. Innsjøene bæreevne varierer mye i forhold til næringsgrunnlaget, og lik

fisketetthet kan gi ulike vekstmønstre avhengig av næringsgrunnlaget i innsjøene. Å vurdere bestandsstatus ut fra fangst per garn er en tilnærming som medfører en del usikkerhet. Fangsten i garnene vil være avhengig av tid på året det blir fisket, innsjøens høyde over havet og de klimatiske forhold. Fiskens fangbarhet, som er relatert til fiskens aktivitet og størrelse, vil være avhengig av temperaturen i vannmassene, hvilke byttedyr som er tilgjengelig og hvordan byttedyrene fordeler seg i vannmassene. Videre kan garnenes plassering ha betydning for hvor høye fangstene blir.

Fangbarheten til fisk i bestander med mye og lite fisk er heller ikke lik. I tette bestander kan fisken ofte ha mindre aktivitetsområde per fisk enn i bestander med lav tetthet, fiskens fangbarhet kan derfor være lavere i tette bestander enn i tynne bestander (Borgstrøm 1995).

En bestand som er tett trenger ikke nødvendigvis å være overtallig, dette avhenger av alderssammensetning, størrelse og av næringstilgangen for fisken i innsjøen. Det kan også tenkes at en tynn bestand kan være overtallig i enkeltår med svært dårlig næringstilgang, mens den ikke trenger være det i år med god næringstilgang.

### Vekst/kondisjon

Veksten hos aure er hovedsakelig avhengig av to faktorer, temperatur og næringstilgang. Normalt vil auren ikke vokse i lengde når temperaturen i vannet synker under fire grader, mens den har maksimal vekst når temperaturen er 12-13 °C, røyen har noe lavere optimal veksttemperatur. I høyfjellet vil det være færre dager med temperatur over 4 °C enn i lavlandet, det samme vil normalt være tilfelle for antall dager med optimal veksttemperatur. I høyfjellet er dessuten de fleste innsjøer nokså næringsfattige sammenlignet med lavlandsinnsjøer, næringstilgangen er derfor ofte lavere i høyfjellet enn i lavlandet. Resultatet er at veksten hos fisk i lavlandet normalt er bedre enn for fisk i høyfjellet i årene før kjønnsmodning. Normal tilvekst i lavlandet vil ofte være ca. fem cm per år, og kan i enkelttilfeller nærme seg ti cm per år. I høyfjellet vil tilvekst opp mot fire cm per år være bra.

Kondisjonen til fisken beskriver forholdet mellom fiskens lengde og vekt. Normal kondisjon for aure vil ligge rundt  $1,0 \pm 0,1$ . Fiskens kondisjon kan variere relativt mye, fra år til år og gjennom sesongen, og er derfor ikke noe godt mål på tilstanden i bestanden, med mindre kondisjonsfaktoren avviker vesentlig fra det normale.

### AURE

Fangsten varierte mellom 13 aure i Norddalsvatnet og 60 aure i Storevatnet-nord, som tilsvarer en fangst per bunn garnnatt på henholdsvis 1,9 og 8,6. Ut fra fangst per innsats i strandsonen, strandlinjens lengde ble bestandstettheten beregnet (tabell 5). I Øvre Trollebotnsvatnet og i Norddalsvatnet er bestandene middels tette, i Litlevatnet og i Storevatnet ved Einuga og Storevatnet-nord er bestandene tette.

*TABELL 5. Oversikt over gjennomsnittsvekt og K-faktor. Antall fisk fanget i flytegarn. Fangst på bunn garn, fangst per bunn garnnatt og, gjennomsnittlig gram aure per bunn garn.*

| Nr | Innsjø          | Snitt-vekt (g) | K-faktor | Bunn garn  |             |           | Bestands-status | Antall fisk/ garn i strandsonen | Bestands-estimat (antall) | Kg/hektar |
|----|-----------------|----------------|----------|------------|-------------|-----------|-----------------|---------------------------------|---------------------------|-----------|
|    |                 |                |          | Fangst (n) | Antall/garn | Gram/garn |                 |                                 |                           |           |
| 1  | Ø. Trollebotnsv | 212            | 0,97     | 14         | 2,0         | 424       | Middels         | 2,8                             | 812                       | 9,5       |
| 2  | Norrdalsvatnet  | 169            | 0,89     | 13         | 1,9         | 314       | Middels         | 2,6                             | 608                       | 5,0       |
| 3  | Storev, nord    | 157            | 1,00     | 60         | 8,6         | 1346      | Tett            | 10,4                            | 2288                      | 27,6      |
| 4  | Litlev, Einung  | 151            | 1,11     | 15         | 3,8         | 566       | Tett            | 3,8                             | 222                       | 21,0      |
| 5  | Storev, Einung  | 97             | 1,05     | 41         | 6,8         | 663       | Tett            | 9,8                             | 1830                      | 31,7      |

Storevatnet ved Einunga hadde lavest snittvekt på fisken, med 97 gram, høyest snittvekt var det i Øvre Trollebotnsvatnet med 212 gram. I vekt per bunn garn var det Storevatnet-nord som hadde klart høyest fangst, med 1,3 kg per garn.

## DISKUSJON

For hver av de 5 innsjøene er det gjort en vurdering av status for aurebestanden. I tillegg til kartlegging av bestandsstatus ble det gjort en vurdering av hvilke faktorer som er begrensende for den enkelte bestand. Dette er gjort for å vurdere effekten av kalking og for å klargjøre eventuelle tiltak som kan være aktuelle for å trygge eksistensen til fiskebestandene. Enkelte av de undersøkte innsjøene har små nedbørfelt og tørrlegging av gytebekk kan være begrensende for rekrutteringen av aure, dårlige gyteforhold kan også være en begrensende faktor. I noen tilfeller vil bestanden kunne være begrenset av begge faktorene samtidig.

De giftige komponentene for fisk i forsuret vann er Aluminium og  $H^+$  (Kroglund 2007). Med marginal vannkvalitet for overlevelse av aure menes normalt lav pH, lave konsentrasjoner av kalsium og høye konsentrasjoner av labilt aluminium. Aluminium er svært vanlig i jordsmonnet, og kommer hovedsakelig fra forvitret berggrunn. Ved forsuring øker løseligheten av aluminium og konsentrasjonen i avrenningsvannet blir høyere. Det er spesielt den labile fraksjonen av aluminium som øker når vannet blir surere, og det er denne delen som er giftig for fisken i vassdrag som er forsuret. Årsaken til dette er at aluminium legger seg på gjellene og kan i verste fall medføre akutt død. Konsentrasjoner av labilt aluminium på 40  $\mu g$  pr. liter kan i noen spesielle tilfeller være akutt giftig for fisk (Rosseland m.fl. 1992). Andelen av labilt aluminium er også påvirket av mengden humus i vannet, når humusinnholdet øker vil andelen av labilt aluminium reduseres. Det var generelt lave konsentrasjoner av labilt aluminium i de undersøkte innsjøene. Det er derfor lite trolig at konsentrasjonen av labilt aluminium vil utgjøre en trussel for overlevelsen av aure i de lokalitetene som ble undersøkt i 2007.

Surhet varierer relativt mye over tid avhengig av nedbør og snøsmelting, slik at en kan forvente at det for de fleste innsjøene episodisk kan være lavere pH enn det som er målt. For aure kan en ikke forvente redusert overlevelse før pH er under 5,0 (Kålås 2004). Det er da særlig de yngste stadiene, inkludert egg og plommeseekkyngel, som er mest utsatt. Disse livsstadiene er oftest lokalisert til bekker og her vil pH variere mer, og ofte være lavere enn i innsjøen. I innsjøen kan det være refugier med bedre vannkvalitet som større aure kan utnytte, dessuten er større aure mer tolerant for lave pH-verdier. Av de undersøkte innsjøene er det aldri målt pH under 5,0, men i de tre høyestliggende er det målt pH under 5,5 både før og etter kalkingen startet opp. For de fleste innsjøene er det tatt få vannprøver før kalkingen startet opp, og det er sannsynlig at det i perioder har vært pH som er lavere enn det som er målt. I flere av innsjøene er det sannsynlig at pH i perioder har vært under 5,0 før kalkingen startet opp. En kan dermed ikke utelukke at det enkeltår med spesielt lav pH har vært redusert overlevelse på ungfisken i bekkene. Slik utviklingen med tanke på sur nedbør og den generelle statusen for vannkvalitet i vassdragene har vært de siste 20 årene er det likevel lite sannsynlig at bestandene vil være truet om enkelte årganger får redusert overlevelse eller ikke slår til i det hele tatt.

Lavt kalsiuminnhold kan i kombinasjon med lav pH gi redusert overlevelse på aureegg. Det er i Øvre Trollebotnsvatnet, Norrdalsvatnet og i Storevatnet-nord det er målt lavest konsentrasjon av kalsium, med verdier ned mot 0,1 mg/l. De svært lave konsentrasjonene av kalsium, sammen med lav pH kan føre til redusert overlevelse på egg og/eller yngel, spesielt i forbindelse med spesielle forsuringsepisoder, og de tre nevnte innsjøen kan alle være utsatt.

I en del aurebestander kan spesielle klimatiske forhold være begrensende for reproduksjonen pga faren for økt dødelighet for rogn /yngel på gytebekken. Øvre Trollebotnsvatnet og Norrdalsvatnet har små nedbørfelt og egg kan være utsatt i gytebekken. Variasjonen som observeres i årsklassestyrke for disse innsjøen kan skyldes begrensningen i overlevelse på grunn av klimatiske forhold.

I en tett aurebestand med rekruttering de fleste år vil ikke konsekvensene av en tapt årsklasse være særlig alvorlig. Tapte årsklasser i en på forhånd tynn bestand vil derimot kunne få større

konsekvenser. For det første vil bestanden bli ytterligere redusert og sannsynligheten for at bestanden skal dø ut pga. tilfeldigheter er økende. Når en bestand blir svært tynn, vil deler av den genetiske variasjonen i bestanden gå tapt, og bestandens overlevelsesmuligheter avtar ytterligere.

Det har vært en generell bedring i vannkvaliteten på Vestlandet de siste 20 årene, med unntak av spesielle episoder enkelte år. I mange innsjøer har det likevel vært liten rekruttering helt fram til siste halvdel av 1990-tallet, noe som trolig skyldes klimatiske forhold med mye vinternedbør og korte vekstsesonger. En endring i dette de siste årene, sammen med den generelle bedringen i vannkvalitet har ført til at mange innsjøer har fått en økning i rekruttering av aure siden 1997.

## INNSJØ/OMRÅDEVIS VURDERING AV BESTANDER OG TILTAK

### Høyanger

Øvre Trollebotnsvatnet og Norddalsvatnet har vært kalket med finkalk i innsjøen åtte ganger siden 1990. Det har vært satt ut fisk fram til 1998. Det er en tynn bestand av aure i begge innsjøene. Etter at utsettingen stoppet har det vært rekruttering i 2002 og 2004 i begge innsjøene. Tilslaget i 2002 kom etter fire år uten kalking, mens tilslaget i 2004 kom etter to år uten kalking, altså i perioder da vannkvaliteten var nær naturlig. Gytemuligheter er begrenset til utløpene i begge innsjøene og substratet og arealet kan være avgrensende på rekrutteringen. Klimatiske forhold er trolig også avgjørende for om enkeltår vil få rekruttering. Det er periodevis lav pH om våren og denne kan være marginal for aure, men vil trolig ikke være avgjørende for rekrutteringen de fleste år. Bedring av gytemulighetene i utløpet, med utlegging av grov kalkgrus eller gyttegrus vil sannsynligvis føre til flere år med vellykket rekruttering i innsjøen.

### Fjaler

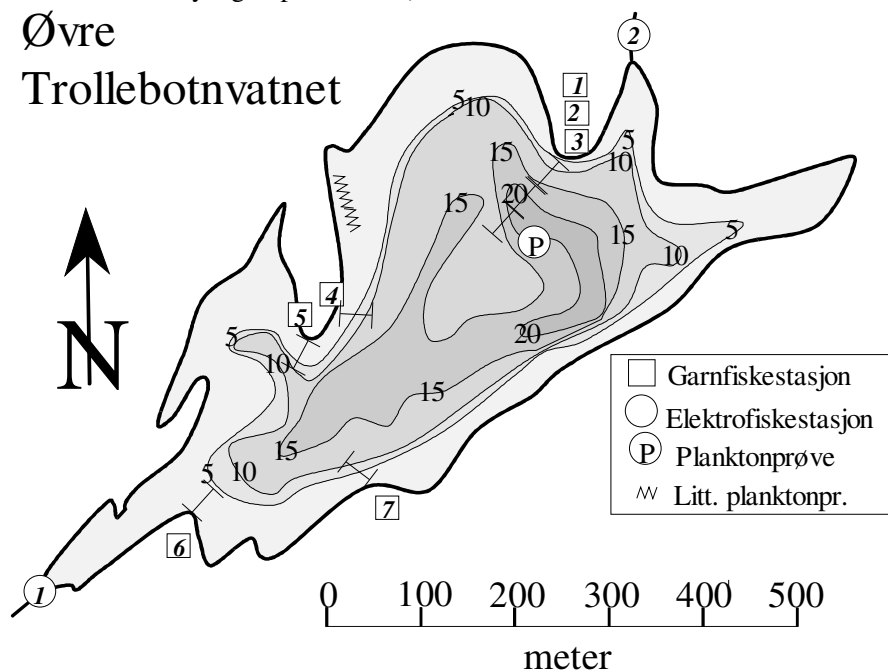
Storevatnet-nord har vært fullkalket årlig siden 2002, i 2002 ble det også lagt ut kalkgrus i utløpet. Ved prøvefiske i 2001 ble det ikke fanget fisk og innsjøen var trolig fisketom. Det ble satt ut villfisk i 2002 og 2003. Disse rekrutterte første gang 2005 og bestandstettheten har økt betydelig og er nå høy, og sannsynligvis vil tilveksten for aure bli betydelig lavere når den blir opp mot 20 cm sammenlignet med det den var for de utsatte fiskene som har vokst meget godt. Vannkvalitetsmålingene viser at det periodisk kan ha vært marginal vannkvalitet for aure, og spesielt er det lite kalsium. Utlegging av kalkgrus har bedret gyteforholdene og kan være medvirkende årsak til den gode rekrutteringen de siste årene. Det ble registrert en forsurningsfølsom døgnflueart i 2007, en art som trolig har etablert seg etter at kalkingen startet opp. Det har tidligere vært en fiskebestand i innsjøen, men denne døde ut på slutten av 1980-tallet, trolig pga forsuring. Det har siden den gang vært en naturlig forbedring i vannkvaliteten og det er trolig ikke behov for å kalle innsjøen for å opprettholde den nyetablerte fiskebestanden i innsjøen.

Storevatnet og Litlevatnet ved Einunga har middels tette bestander av aure. Fiskens kondisjon og årlige tilvekst er normalt god til god. Det er årlig rekruttering av aure i innsjøen, utløpselvene er de viktigste gytelokalitetene. Fiskebestandene har hatt økende tetthet siden prøvefisket i 2001. Innsjøene ble sist gang kalket i 1999, og det er ikke lenger noen effekt av denne kalkingen på vannkvaliteten i innsjøen, men rester av kalkgrus finnes i gytebekkene og kan ha betydning der. Vannkvalitetsmålingene og funn av vannloppen *Daphnia longispina* i Litlevatnet indikerer at auren i innsjøen ikke har noe særlig forsurningsproblem. De hyppige sjøsaltilførslene gjør at skadelige sjøsaltepisoder med kortvarig tømning av  $H^+$  ikke forekommer.

# 1 ØVRE TROLLEBOTNSVATNET I HØYANGER

## INNSJØEN

Øvre Trollebotnsvatnet (LN 379 928, 1217-2) ligger i Øyrelvassdraget (079.7C) i Høyanger kommune, 900 moh. Innsjøen har et areal på 0,18 km<sup>2</sup> og et nedbørfelt på 0,7 km<sup>2</sup>. Det er en innløpsbekk i nordøst, utløpsbekken i sørvest renner ned i Nedre Trollebotnsvatnet. Største målte dyp i forbindelse med prøvefiske var 24 meter og middeldypet er 9,4 meter (Forseth mfl. 1999). Strandlinjen er 2900 meter. Oppholdstiden på vannet i innsjøen er beregnet til ca 0,9 år. Ved prøvefiske i 1998 ble det fanget 18 aure, hvorav alle trolig stammet fra utsetninger. Bestanden ble karakterisert som noe tynn, og inn og utløpsbekken ble vurdert som uegnet som gytebekker (Forseth mfl. 1999). Ved prøvefiske i 2002 ble det fanget 6 utsatte aure i innsjøen og 11 naturlig rekruttert årsyngel i utløpet (Hellen mfl. 2003). Det ble den gang anbefalt utlegging av grov grus eller kalkgrus for å forbedre gytemulighetene, da klima og gyteforhold ble vurdert som viktige begrensninger for rekrutteringen. Innsjøen ble første gang fullkalket høsten 1990 (Forseth mfl. 1999). Siden har det vært kalket med finkalk i innsjøen i 1993, 1995, 1997, 1998, 2002, 2004 og 2007. Det ble fram til 1997 årlig satt ut 300 sommerfåret settefisk fra klekkeriet i Årøy (Forseth mfl. 1999). Siste utsetting var i 1998 da det ble satt ut 200 villaure fanget i Sørestrandsvatnet i Lavikdalen, disse var mellom 10 og 20 cm (Svein Arne Forfod, Høyanger, pers. medd.).



FIGUR 1.1. Dybdekart for Øvre Trollebotnsvatnet i Høyanger. Bekkene som ble elektrofisket er angitt med nummererte sirkler. Stedene der det ble satt garn er avmerket med nummererte firkanter.

## METODER

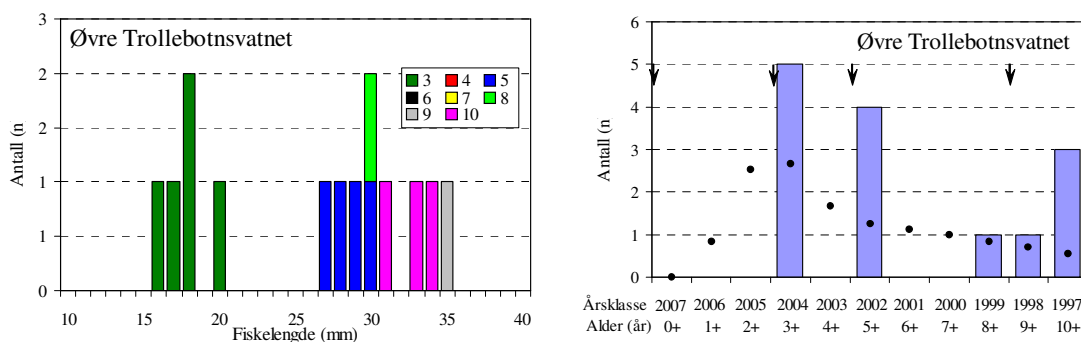
Innsjøen ble garnfisket 29. - 30. august i 2007 med fire enkle fleromfars bunngarn i dybdeintervallet 0-11 meter og en bunngarnslenke bestående av tre garn i dybdeintervallet 0-21 meter (figur 1.1). I inn- og utløpsbekken ble det elektrofisket, i utløpet ble det også tatt en vannprøve og bunndyrprøve. Over innsjøens dypeste punkt ble det tatt to trekk med planktonhåv fra 15 meters dyp. Det var overskyet, stort sett opphold, men enkelte snøbyger under prøvefisket.

## RESULTAT

### Garnfiske

Under garnfisket ble det fanget 14 aure. Fisken varierte i lengde fra 16,7 til 35,0 cm, med en gjennomsnittslengde på 26,5 ( $\pm 6,7$ ) cm. Vekten varierte fra 44 til 460 gram, snittvekten var 212 ( $\pm 132$ ) gram, og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 0,97 ( $\pm 0,10$ ). De to ytterste garna i bunngarnlenken var tomme, i de andre bunngarnene varierte fangsten mellom 1 og 4 fisk og den gjennomsnittlige fangst per bunngarnnatt var 2,0. Siktedypet var 16,5 meter og overflatetemperaturen i innsjøen var 8,6 °C ved prøvefisket.

Aurene var fra tre til ti år gamle, men flere årsklasser manglet (figur 1.2). Veksthastigheten, som er tilbakeregnet på grunnlag av skjellanalyser, viser at fisken etter første vekstsesong var gjennomsnittlig 3,6 cm, det andre året var tilveksten 5 cm og 6,5 cm det tredje året, deretter avtok tilveksten gradvis.



FIGUR 1.2. Lengde- og aldersfordeling for aurene som ble fanget under garnfisket i Øvre Trollebotnsvatnet 30. august 2007. I figuren over aldersfordelingen er forventet aldersfordeling i bunngarnene i innsjøer høyere enn 750 moh markert med prikker. År med kalking i innsjøen er vist med piler.

Det ble fanget 2,8 aure i snitt på de fem bunngarnene som sto i strandsonen, bestanden ble ut fra dette estimert til å være på ca 800 aure, med en snittvekt på 212 gram, tilsvarer dette 9,5 kg per hektar, som kan betraktes som relativt mye en så næringsfattig innsjø.

To av de største aurene hadde skadde ryggfinner, som kan indikere at fiskene var utsatt, men det var ikke mulig å slå dette fast ut fra vekstmønster på skjell og otolitter. All kjønnsmoden fisk var ni år eller eldre. Fire av aurene var rød i kjøttet, alle over 27 cm. For de eldste fiskene er aldersfastsettelsen noe usikker. Fjærmyggpupper var absolutt vanligste byttedyr, og utgjorde over 90 % av mageinnholdet.

### Elektrofiske

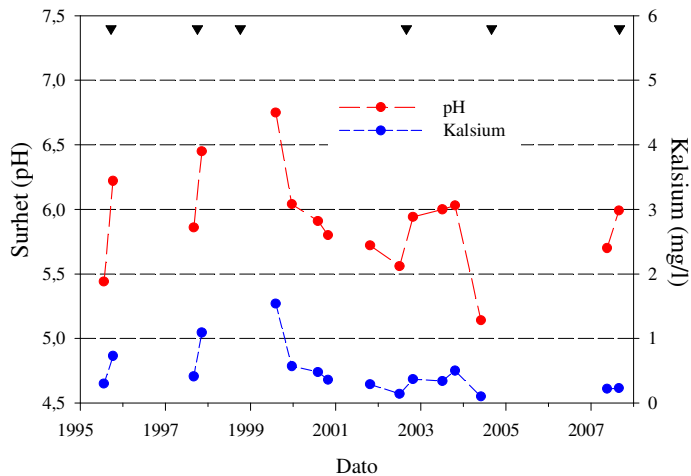
I utløpsbekk (1) (LN 379 928) er bunnsstratet dominert av stein, med små partier med grus innimellom. Det vokser mye mose i elven. Elven er 3-4 meter bred og var opp til 30 cm dyp ved elektrofiske. Det var lav vannføring og rolig strøm og vanntemperaturen var 8,6 °C. Auren kan gå 15 meter nedover elven før den møter vandringshinder. Gyteforholdene er dårlige, og begrenser seg til noen få kvadratmeter. Hele elven, og strandsonen et stykke inn i innsjøen totalt ca 80 m<sup>2</sup>, ble elektrofisket, men det ble ikke fanget eller observert aure.

Innløpselv (2) (LN 385 933) har et bunnsstrat dominert av stein og det vokser mye mose, men litt opp i bekken er det små felt med egnet gytesubstrat. Elven har et nedbørfelt på ca 0,1 km<sup>2</sup>, og vil sannsynligvis i perioder med lite nedbør være helt tørrlagt. Ved elektrofiske var det lav vannføring i bekken, vanntemperaturen var 8,2 °C. Hele elven ble elektrofisket uten at det ble fanget eller observert fisk.

## Vannkvalitet

Det ble tatt en vannprøve i utløpet av Øvre Trollebotnsvatnet 29. august 2007, tre år etter siste kalking. pH var 5,99 og kalsiumkonsentrasjonene var 0,23 mg/l. Innholdet av labilt aluminium var 3 µg/l, dette viser at innsjøen på dette tidspunktet hadde en vannkvalitet som var brukbar for aure (vedleggstabell A). Tidsserier av vannkvaliteten med målinger siden 1995 viser at pH normalt faller ned mot 5,5 i perioder uten kalking, men ved ett tilfelle tidlig i juni 2004 ble pH målt til 5,14. Kalsiumkonsentrasjonen er naturlig nok relativt høy like etter kalking, men faller gradvis ned mot et nivå rundt 0,2 mg/l, men ble våren 2004 målt til 0,1 mg/l (figur 1.3). Labilt aluminium har aldri vært målt over 16 µg/l, med unntak av våren 2006 da det ble målt 23 µg/l.

FIGUR 1.3. Analyseresultat fra vannprøver tatt i utløpet av Øvre Trollebotnsvatnet i perioden 1995 til 2007. Tidspunkt for innsjøkalking er vist med pil. Data fra Fylkesmannens miljøvernavdeling i Sogn og Fjordane.



## Dyreplankton

Av vannloppene var det *Holopedium gibberum* som dominerte, av hoppekreps ble det bare påvist *Cyclops scutifer*, men det var både calanoide og cyclopoide copepoditter, som viser at det er flere arter i systemet. Av hjuldyr var det *Conochilus* sp. som dominerte, men det var og en del av den noe forsuringfølsomme arten *Keratella hiemalis* (tabell 1.1). *Bosmina longispina* som var en av de dominerende vannloppeartene i 2002, hadde lav tetthet i 2007. For hoppekreps var det ingen markerte endringer fra 2002. Av hjuldyr ble den noe forsuringfølsomme *Keratella cochlearis* påvist i 2002, denne manglet i den pelagiske prøven i 2007, men ble påvist i den littorale prøven.

TABELL 1.1. Tetthet av dyreplankton (antall dyr per m<sup>2</sup> og antall dyr per m<sup>3</sup>) i Øvre Trollebotnsvatnet 29. august 2007.

| Dyregruppe             | Art/gruppe                    | Dyr/m <sup>2</sup> | Dyr/m <sup>3</sup> |
|------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| Vannlopper (Cladocera) | <i>Acroperus harpae</i>       | 21                 | 1                  |
|                        | <i>Alonopsis elongata</i>     | 7                  | 0,5                |
|                        | <i>Bosmina longispina</i>     | 7                  | 0,5                |
|                        | <i>Holopedium gibberum</i>    | 2 292              | 153                |
| Hoppekreps (Copepoda)  | <i>Cyclops scutifer</i>       | 141                | 9                  |
|                        | Cyclopoide nauplier           | 3 056              | 204                |
|                        | Calanoide copepoditter        | 21                 | 1                  |
|                        | Cyclopoide copepoditter       | 340                | 23                 |
| Hjuldyr (Rotatoria)    | <i>Collotheca</i> sp.         | 3 565              | 238                |
|                        | <i>Conochilus</i> sp.         | 106 952            | 7 130              |
|                        | <i>Kellicottia longispina</i> | 2 122              | 141                |
|                        | <i>Keratella hiemalis</i>     | 340                | 23                 |
| Totalt                 |                               | 118 864            | 7 924              |

Foruten de fire vannloppeartene som ble påvist pelagisk ble den noe forsuringfølsomme arten *Alona intermedia* påvist i den littorale prøven, slik at det totale antallet vannloppearter som ble samlet inn den 29. august var fem. Av hoppekreps var det totalt to arter, og av hjuldyr var det totalt fem arter



(tabell 1.2). Det var noen færre littorale planktonarter i 2007 sammenlignet med i 2002, og artene indikerer at det er sparsomt med vegetasjon i strandsonen. Planktonsamfunnet er relativt typisk for en næringsfattig og moderat sur innsjø.

TABELL 1.2. Arter av dyreplankton i littorale håvtrekk i Øvre Trollebotnsvatnet 29. august 2007.

| Vannlopper                 | Hoppekreps                      | Hjuldyr                       | Annet    |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------|
| <i>Alona intermedia</i>    | <i>Cyclops scutifer</i>         | <i>Collotheca</i> sp.         | Fjærmygg |
| <i>Bosmina longispina</i>  | <i>Mixodiaptomus laciniatus</i> | <i>Conochilus</i> sp.         |          |
| <i>Holopedium gibberum</i> | cyclopoide nauplier             | <i>Kellicottia longispina</i> |          |
|                            | calanoide copepoditter          | <i>Keratella cochlearis</i>   |          |
|                            | cyclopoide copepoditter         | <i>Keratella hiemalis</i>     |          |

### Bunndyr

Det ble ikke funnet forsuringsfølsomme bunndyrarter, og dette kan indikere at pH tidvis kan være lavere enn 5,0, men kan også skyldes at forekomsten av bunndyr er svært liten. Antall taxa er svært få og indikerer næringsfattige forhold (tabell 1.3).

TABELL 1.3. Oversikt over grupper/arter og antall individer i bunnprøver i utløpselvene fra Øvre Trollebotnsvatnet 29. august 2007. Materialet er gjort opp ved LFI, Oslo.

| Dyregruppe/Art                    | Indeks | Antall dyr |
|-----------------------------------|--------|------------|
| <b>Steinfluer (Plecoptera)</b>    |        |            |
| <i>Amphinemura standfussi</i>     | 0      | 4          |
| <b>Krepsdyr (Crustacea)</b>       |        |            |
| <i>Eurycercus lamellatus</i>      |        | 8          |
| <b>Bløtdyr (mollusca)</b>         |        |            |
| <b>Fjærmygg (Chironomidae)</b>    |        | 100        |
| <b>Knott (Simuliidae)</b>         |        |            |
| Ubestemte larver                  |        | 260        |
| <b>Småstankelbein (Limonidae)</b> |        |            |
| <b>Sum</b>                        |        | 372        |
| <b>Indeks 1</b>                   |        |            |

### VURDERING

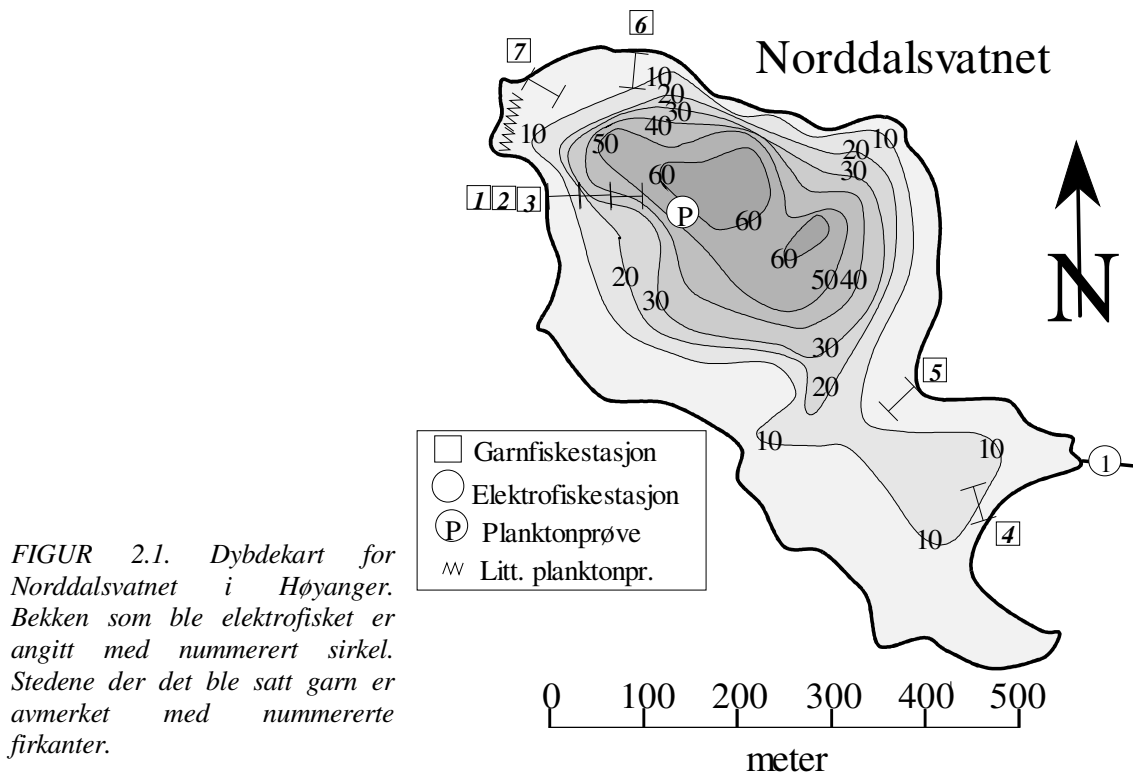
Øvre Trollebotnsvatnet har en relativt tett bestand av aure, med normalt god kondisjon. Innsjøen har vært kalket med finkalk åtte ganger siden 1990, noe som har bedret vannkvaliteten i perioder på ett til to år etter kalking. Lav pH våren 2004 skyldes trolig at det under isen har vært et sjikt med surere vann som ikke har blandet seg med de kalkete vannmassene (Barlaup mfl. 1998). Siste kalking før prøvefisket i 2002 var i 1998. Vannkvaliteten var da ikke påvirket av kalking, det ble likevel registrert naturlig rekruttert yngel i utløpsbekken for første gang dette året. Det var også rekruttering i 2004, to år etter kalkingen i 2002. Det har ikke vært rekruttering våren etter kalking, med mulig unntak for 1999. Vannkvalitetsmålingene viser at det i perioder kan være marginal vannkvalitet for aure, men denne vil trolig ikke være avgjørende for rekrutteringen de fleste år. Rekrutteringstilslag uavhengig av kalkingsaktivitet indikerer at vannkvaliteten ikke er avgrensende for rekrutteringen i innsjøen, men trolig er klima og gyteforhold de viktige faktorer.

Bedring av gytemulighetene i utløpet, med utlegging av grov kalkgrus eller gytegrus vil sannsynligvis føre til flere år med vellykket rekruttering i innsjøen. Anbefalt kalkgrusmengde vil være ca 1 tonn første året, med supplering på 250 kg per år (Barlaup mfl. 2002). Den generelle bedringen i vannkvaliteten gjør det imidlertid usikkert om kalking er nødvendig, men en bedring av gytemulighetene med utlegging av gytesubstrat kan øke rekrutteringen i år hvor klima er gunstig og ikke er begrensende på overlevelsen.

Selv uten årsviss rekruttering er tettheten av fisk relativt høy i forhold til næringsgrunnlaget, og hyppigere rekruttering fører til at fisken i innsjøen blir småfallen og av dårligere kvalitet.

**INNSJØEN**

Norrdalsvatnet (LN 398 931, 1217-2) ligger i Øyrelvassdraget (079.7C) i Høyanger kommune, 895 moh. Innsjøen har et areal på 0,20 km<sup>2</sup>, og nedbørfeltet er ca 0,6 km<sup>2</sup>. Det er ingen markerte innløpsbekker, utløpsbekken renner gjennom to tjern og ned i Bergsvatnet. Største målte dyp er 63 meter og middeldypet er 39 meter (Forseth mfl. 1999). Oppholdstiden på vannet er beregnet til ca 5 år. Ved prøvefiske i 1998 ble det fanget 19 aure og en bekkerøye, hvorav alle trolig stammet fra utsetninger. Bestanden ble karakterisert som noe tynn, og utløpsbekken ble vurdert som mulig som gytebekk, men med dårlige forhold (Forseth mfl. 1999). Ved prøvefiske i 2002 ble det fanget 16 utsatte aure, og 11 årsyngel i utløpet (Hellen mfl. 2003), det ble foreslått å forbedre gytemuligheten i utløpet for å øke rekrutteringen. Innsjøen ble første gang fullkalket høsten 1990 (Forseth mfl. 1999). Siden har den vært kalket med finkalk i innsjøen i 1993, 1995, 1997, 1998, 2002, 2004 og 2007 (data fra MVA Sogn og Fjordane). Det ble fram til 1997 årlig blitt satt ut 300 sommerfåret settefisk fra klekkeriet i Årøy (Forseth mfl. 1999). Siste utsetning var i 1998 da det ble satt ut 200 villaure fanget i Sørestrandsvatnet i Lavikdalen, disse var mellom 10 og 20 cm (Svein Arne Forfod, Høyanger, pers. med.). I 1978/79 ble det satt ut bekkerøye i innsjøen.

**METODER**

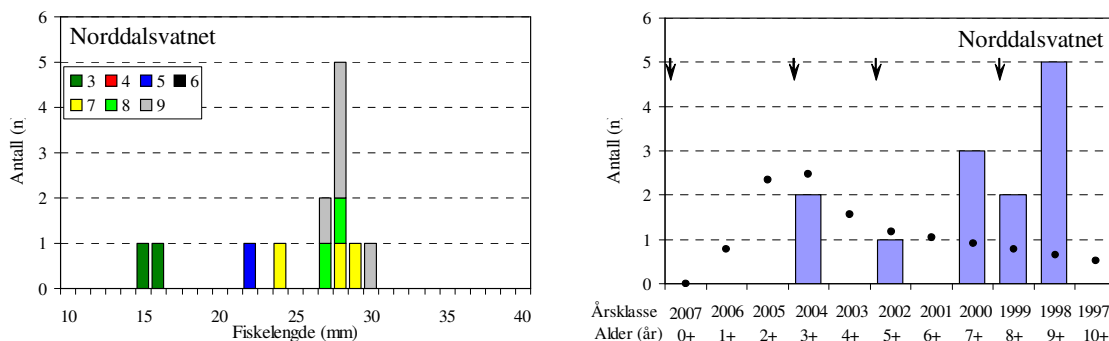
Innsjøen ble garnfisket 29. - 30. august 2007 med fire enkle fleromfars bunngarn i dybdeintervallet 0-15 meter og en bunngarnslenke bestående av tre garn i dybdeintervallet 0-33 meter (figur 2.1). I utløpsbekken ble det elektrofisket, og tatt en vann- og bunndyrprøve. Over innsjøens dypeste punkt ble det tatt to trekk med planktonhåv fra 35 meters dyp. Det var overskyet, stort sett opphold og enkelte snøbyger under prøvefisket.

## RESULTAT

### Garnfiske

Under garnfisket ble det fanget 13 aure. Fisken varierte i lengde fra 15,6 til 30,8 cm, med en gjennomsnittslengde på 25,9 ( $\pm 4,8$ ) cm. Vekten varierte fra 21 til 280 gram, snittvekten var 169 ( $\pm 73$ ) gram, og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 0,89 ( $\pm 0,15$ ). De to ytterste garna i bunngarnlenken og det enkle bunngarnet som sto dyppest var tomme, i de andre bunngarnene varierte fangsten mellom 2 og 5 fisk og den gjennomsnittlige fangst per bunngarnnatt var 1,9. Siktedypet var 14,5 meter og overflatetemperaturen i innsjøen var 8,0 °C ved prøvofisket.

Aurene var fra tre til ni år gamle, men to årsklasser manglet (figur 2.2). Veksthastigheten, som er tilbakeregnet på grunnlag av skjellanalyser, viser at fisken etter første vekstsesong var gjennomsnittlig 3,5 cm, det andre året var tilveksten 4,5 cm og deretter knapt fire cm i tre år for så å avta gradvis.



FIGUR 2.2. Lengde- og aldersfordeling for aurene som ble fanget under garnfisket i Norddalsvatnet, 30. august 2007. I figuren over aldersfordelingen er forventet aldersfordeling i bunngarnene i innsjøer høyere enn 750 moh markert med prikker. År med kalking er vist med piler.

Det ble fanget 2,6 aure i snitt på de 5 bunngarnene som sto i strandsonen, bestanden ble ut fra dette estimert til å være på ca 600 aure, med en snittvekt på 169 gram, tilsvarer dette 5,0 kg per hektar, som kan betraktes som ut fra fiskens kondisjon synes å være relativt mye i forhold til næringssituasjonen i 2007.

To av de største aurene hadde skadde ryggfinner, som kan indikere at fiskene var utsatt, men det var ikke mulig å slå dette fast ut fra vekstmønster på skjell og otolitter. Yngste kjønnsmodne hannfisk var fem år, mens yngste kjønnsmodne hunnfisk var sju år, men denne hadde også vært kjønnsmoden tidligere. En aure på 29,6 cm hadde lyserød kjøttfarge, resten var hvit i kjøttet. De viktigste byttedyrene var linsekrepser og fjærmyggpupper, og disse utgjorde over 90 % av magefyllingen.

### Elektrofiske

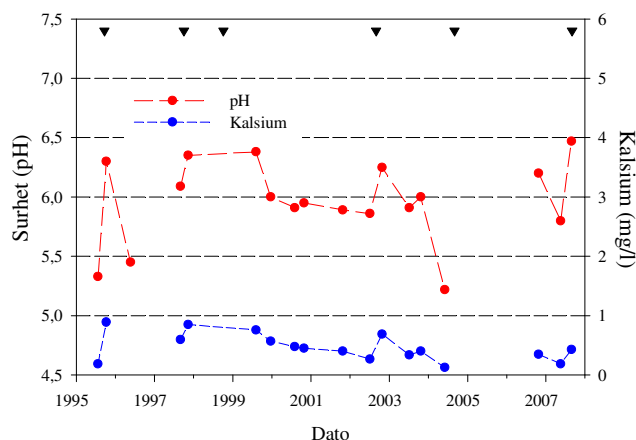
I utløpsbekk (1) (LN 398 931) er bunnsstratet dominert av stein, men med innslag av grus og fjell, ca 50 % av elvebunnen er dekt med mose. Elven er 2-3 meter bred og auren kan gå ca 100 meter nedover til en lone. Utløpet har tidligere vært forsøkt stengt med jerngitter, men det er nå passasjemuligheter gjennom dette. Gyteforholdene i elven er brukbare, men begrenset til noen få kvadratmeter. Vanntemperaturen var 8 °C, det var normal til lav vannføring og rolig til middels strøm ved elektrofisket. Et område på 100 m<sup>2</sup> ble overfisket, det ble observert en aure på ca 20 cm og det ble tatt opp en død aure på 25 cm, denne var svært tynn.

De andre bekkene inn til innsjøen er bare flombekker og er ikke aktuelle som gytebekker.

## Vannkvalitet

Det ble tatt en vannprøve i utløpet av Norddalsvatnet 29. august 2007, tre år etter siste kalking. pH var 6,47 og kalsiumkonsentrasjonene var 0,43 mg/l. Innholdet av labilt aluminium var 1 µg/l, dette viser at innsjøen på dette tidspunktet hadde en vannkvalitet som var god for aure (vedleggstabell A). Tidsserier av vannkvaliteten med målinger siden 1995 viser at pH faller ned mot 5,5 i perioder uten kalking, men ved ett tilfelle tidlig i juni 2004 ble pH målt til 5,22. Kalsiumkonsentrasjonen er naturlig nok relativt høy like etter kalking, men faller gradvis ned mot et nivå rundt 0,2 mg/l, men ble våren 2004 målt til 0,13 mg/l (figur 2.3). Labilt aluminium har aldri vært målt over 18 µg/l, med unntak av våren 2006 da det ble målt 31 µg/l.

FIGUR 2.3. Analyseresultat fra vannprøver tatt i utløpet av Norddalsvatnet i perioden 1995 til 2007. Tidspunkt for innsjøkalking er vist med pil. Data fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Sogn og Fjordane.



## Dyreplankton

Hoppekrepsen *Cyclops scutifer* dominerte i planktonet, mens det var lave tettheter av vannlopper. Av hjuldyr var det *Conochilus* sp. som dominerte, men det var også en del av den noe forsuringssensitive hjuldyrarten *Keratella hiemalis* (tabell 2.1).

TABELL 2.1. Tetthet av dyreplankton (antall dyr per m<sup>2</sup> og antall dyr per m<sup>3</sup>) i Norddalsvatnet 29. august 2007.

| Dyregruppe             | Art/gruppe                    | Dyr/m <sup>2</sup> | Dyr/m <sup>3</sup> |
|------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|
| Vannlopper (Cladocera) | <i>Bosmina longispina</i>     | 509                | 15                 |
|                        | <i>Holopedium gibberum</i>    | 509                | 15                 |
| Hoppekreps (Copepoda)  | <i>Cyclops abyssorum</i>      | 7                  | 0                  |
|                        | <i>Cyclops scutifer</i>       | 6 196              | 177                |
|                        | Cyclopoide nauplier           | 9 167              | 262                |
|                        | Cyclopoide copepoditter       | 22 833             | 652                |
| Hjuldyr (Rotatoria)    | <i>Conochilus</i> sp.         | 31 576             | 902                |
|                        | <i>Kellicottia longispina</i> | 5 093              | 146                |
|                        | <i>Keratella hiemalis</i>     | 7 130              | 204                |
| Totalt                 |                               | 83 022             | 2 372              |

Foruten *Bosmina longispina* og *Holopedium gibberum*, som også var pelagisk ble det i tillegg påvist fire andre arter littoralt. I tillegg ble det funnet skallrester av vannloppeartene *Chydorus* sp. og *Eurycercus lamellatus*, sistnevnte ble også påvist i mageprøver sammen med hoppekrepsarten *Megacyclops gigas*. Det totale antallet vannloppearter som ble samlet inn den 29. august var dermed åtte. Av hoppekreps var det totalt fem arter, og av hjuldyr var det totalt fire arter. Sammenlignet med i 2002 var det noen flere vannloppearter, men noen færre hjuldyrarter i 2007. Artene indikerer en næringsfattig og moderat sur innsjø med sparsomt med vegetasjon i strandsonen.

TABELL 2.2. Arter av dyreplankton i littorale håvtrekk i Norddalsvatnet 29. august 2007.

| Vannlopper                 | Hoppekreps                  | Hjuldyr                       | Annet                    |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| <i>Acroperus harpae</i>    | <i>Cyclops scutifer</i>     | <i>Conochilus</i> sp.         | Muslingkreps (Ostracoda) |
| <i>Alona intermedia</i>    | <i>Eucyclops serrulatus</i> | <i>Kellicottia longispina</i> |                          |
| <i>Alonella excisa</i>     | Harpacticoida               | <i>Keratella hiemalis</i>     |                          |
| <i>Alonopsis elongata</i>  | cyclopoide nauplier         | <i>Lecane stichaea</i>        |                          |
| <i>Bosmina longispina</i>  | cyclopoide copepoditter     |                               |                          |
| <i>Holopedium gibberum</i> |                             |                               |                          |

### Bunndyr

Det ble funnet svært få bunndyr. Antall taxa er og svært få og indikerer næringsfattige forhold. Det ble ikke funnet forsurningsfølsomme arten i utløpet, og dette kan indikere at pH har vært lavere enn 5,0 siden sommeren, men kan også være et resultat av de næringsfattige forholdene. I 2002 ble det påvist en moderat forsurningsfølsom steinflueart og den noe følsomme ertemuslingen (Hellen mfl. 2003).

TABELL 2.3. Oversikt over grupper/arter og antall individer i bunnprøver i utløpselven fra Norddalsvatnet 29. august 2002. Materialet er gjort opp ved LFI, Oslo.

| Dyregruppe/Art                  | Indeks | Antall dyr |
|---------------------------------|--------|------------|
| <b>Vårfluer (Trichoptera)</b>   |        |            |
| <i>Plectrocnemia conspersa</i>  | 0      | 16         |
| <i>Rhyacophila nubila</i>       | 0      | 12         |
| <b>Krepsdyr (Crustacea)</b>     |        |            |
| Cladocera ubestemte             |        | 4          |
| <i>Eurycercus lamellatus</i>    |        | 4          |
| <b>Fjærmygg (Chironomidae)</b>  |        | 225        |
| <b>Knott (Simuliidae)</b>       |        |            |
| Ubestemte larver                |        | 140        |
| <b>Flimmerorm (Turbellaria)</b> |        | 4          |
| <b>Sum</b>                      |        | 405        |
| <b>Indeks 1</b>                 |        | 0          |

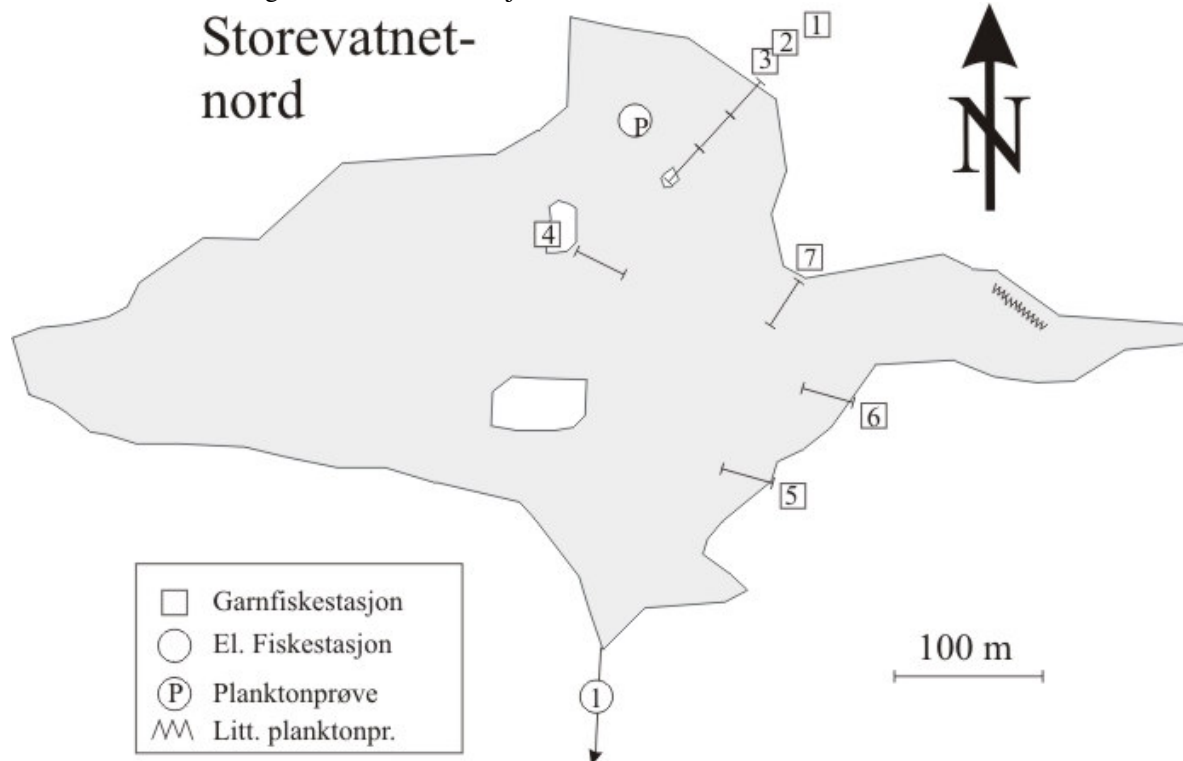
### VURDERING

Norddalsvatnet har en relativt tett bestand i forhold til næringsgrunnet, med noe dårlig kondisjon. Det har vært naturlig rekruttering i innsjøen i 2002 og 2004, muligens også i 2000. Innsjøen har vært kalket åtte ganger siden 1990, noe som har bedret vannkvaliteten i noen år etter kalking. Lav pH våren 1996 og 2004 skyldes trolig at det under isen har vært et sjikt med surere vann som ikke har blandet seg med de kalkete vannmassene (Barlaup mfl. 1998). Siste kalking før prøvafisken i 2002 var i 1998, og vannkvaliteten var trolig lite påvirket av kalking dette året. Det ble likevel registrert naturlig rekruttert yngel i utløpsbekken for første gang i 2002. Dette indikerer at vannkvaliteten ikke er avgrensende for rekrutteringen i innsjøen, men trolig er klima, gytebestand og gyteforhold de viktige faktorene.

Bedring av gytemulighetene i utløpet, med utlegging av grov kalkgrus vil sannsynligvis føre til flere år med vellykket rekruttering i innsjøen. Anbefalt grusmengde vil være 2-3 tonn første året, med supplering på 500 kg per år (Barlaup mfl. 2002). Økt rekruttering kan imidlertid gi en så høy bestandstetthet at fisken blir småfallen og av dårlig kvalitet.

**INNSJØEN**

Storevatnet (LN 186 915, 1217-3) ligger øverst i Guddalsvassdraget i Fjaler kommune, 660 moh. Innsjøen har et areal på 0,13 km<sup>2</sup>. Det er ingen markerte innløpsbekker, utløpsbekken i sør renner ned i Krokevatnet. Største målte dyp under feltarbeidet var 17 meter. Ved prøvefiske i 2001 ble det ikke fanget fisk, innsjøen var mest sannsynlig fisketom (Lund mfl. 2002). Det har tidligere vært aure i innsjøen, men denne døde ut på slutten av 1980-tallet (Lund mfl. 2002). I 2002 ble det satt ut noen hundre og i 2003 ett hundre villfisk på mellom 5 og 20 cm (Atle Langeland, pers. medd.). I 2002 ble innsjøen kalket med 10 tonn finkalk og det ble lagt ut 12 tonn kalkgrus i utløpet. I årene etter er det kalket med mellom 5 og 7 tonn finkalk i innsjøen.



FIGUR 3.1. Dybdekart for Storevatnet i Fjaler. Bekken som ble elektrofisket er angitt med nummerert sirkel. Stedene der det ble satt garn er avmerket med nummererte firkanter.

**METODER**

Innsjøen ble garnfisket 30. - 31. august 2007 med fire enkle fleromfars bunngarn i dybdeintervallet 0-3 meter og en bunngarnslenke bestående av tre garn i dybdeintervallet 0-17 meter (figur 3.1). I utløpsbekken ble det elektrofisket og det ble tatt en bunndyrprøve. Over innsjøens dypeste punkt ble det tatt to trekk med planktonhåv fra 15 meters dyp. Det var klart og litt vind under prøvefisket.

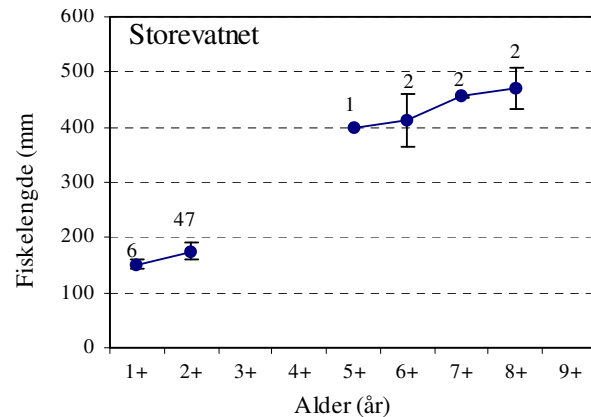
## RESULTAT

### Garnfiske

Under garnfisket ble det fanget 60 aure. Fisken varierte i lengde fra 14,6 til 49,8 cm, med en gjennomsnittslengde på 20,4 ( $\pm 29,6$ ) cm. Vekten varierte fra 28 til 1158 gram, snittvekten var 157 ( $\pm 296$ ) gram, og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 1,00 ( $\pm 0,9$ ). Det ytterste garnet i bunngarnlenken var tomt. I de andre bunngarnene varierte fangsten mellom 8 og 15 fisk og den gjennomsnittlige fangst per bunngarnnatt var 8,5. Siktedypet var 5,7 meter og overflatetemperaturen i innsjøen var 11,3 °C ved prøvafisket.

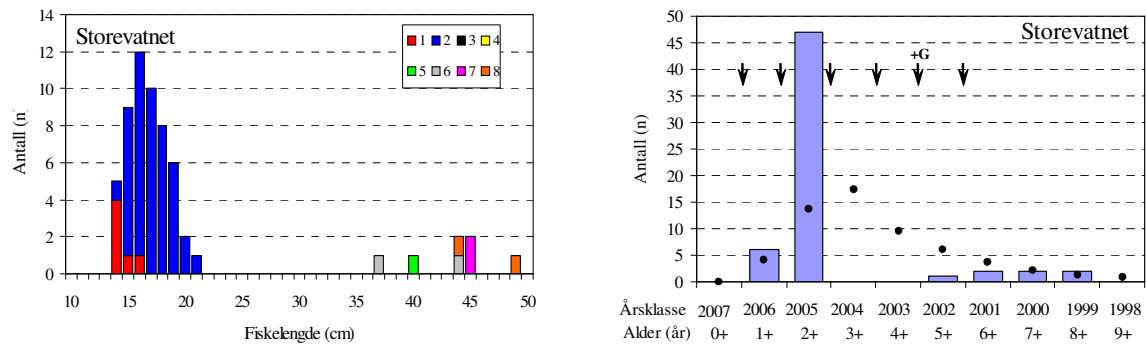
Aurene var fra ett til åtte år gamle, tre- og fireåringene mangler (figur 3.2 og figur 3.3). Veksthastigheten, som er tilbakeregnet på grunnlag av skjellanalyser, viser at fisken etter første vekstsesong var gjennomsnittlig 4,6 cm, deretter er tilveksten rundt 7 cm per år i tre år, deretter avtar tilveksten gradvis (figur 3.2).

FIGUR 3.2. Empirisk vekst, med standard avvik, ved avsluttet vekstsesong, for aure fanget i Storevatnet. Antall fisk som utgjør beregningsgrunnlaget er markert over linjen.



Det ble fanget 10,4 aure i snitt på de fem bunngarnene som sto i strandsonen, bestanden ble ut fra dette estimert til å være på ca 2300 aure, med en snittvekt på 157 gram, tilsvarer dette 27 kg per hektar, som kan betraktes som relativt mye. Stor fisk har trolig relativt høy aktivitet og kan ha blitt noe overestimert, men det vil uansett være en høy biomasse per hektar.

Aldersfordelingen for auren i Storevatnet viser at det har vært vellykket reproduksjon i 2005 og 2006, i tillegg ble det fanget en del eldre fisk som mest sannsynlig stammer fra usettingene i 2002 og 2003 (figur 3.3, tabell 3.2). Årsklassen fra 2005 er svært tallrik.



FIGUR 3.3. Lengde- og aldersfordeling for aurene som ble fanget under garnfisket i Storevatnet, 31. august 2007. I figuren over aldersfordelingen er forventet aldersfordeling i bunngarnene i innsjøer mellom 300 og 750 moh markert med prikker. År med innsjøkalking er vist med piler, år med utlegging av kalkgrus er vist med +G.

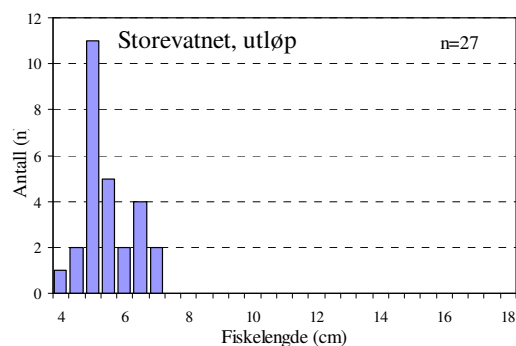
Alle aurene som var fem år eller mer hadde rød kjøttfarge, ett og toåringene hadde hvit kjøttfarge. Gjennomsnittlig alder ved kjønnsmodning var 2 år for hannauren, en av 16 to år gamle hunnaure var kjønnsmodne, av eldre hunnaure ble det fanget en fem- og en seksåring som begge var kjønnsmodne. Det viktigste byttedyret var krystallkrepsen (*Sida crystallina*), men det var også en del beiting på bunndyr som vårfluer, vannkalv, og buksvømmere.

TABELL 3.1. Gjennomsnittlig lengde i mm, standard avvik, største og minste lengde av aure av ulike aldersgrupper fanget under garnfiske i Storevatnet i Fjaler 31. august 2007.

|                | ALDER (VEKSTSESONGER) |       |       |       |       |       |       |       | Totalt |
|----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                | 1+(2)                 | 2+(3) | 3+(4) | 4+(5) | 5+(6) | 6+(7) | 7+(8) | 8+(9) |        |
| Antall         | 6                     | 47    |       |       | 1     | 2     | 2     | 2     |        |
| Lengde         | 152                   | 175   |       |       | 400   | 412   | 456   | 471   |        |
| Standard avvik | 9                     | 15    |       |       |       | 48    | 1     | 39    |        |
| Minste         | 146                   | 149   |       |       |       | 378   | 455   | 443   |        |
| Største        | 169                   | 212   |       |       |       | 446   | 457   | 498   |        |

### Elektrofiske

I utløpsbekk (1) (LN 188 915) er bunnsstratet sammensatt av grus, småstein og noe sand, det er lagt ut kalkgrus i elven, og rester av dette ble observert. Elven er en til tre meter bred og opp til 40 cm dyp. Det var lav vannføring og rolig strøm ved elektrofisket og vanntemperaturen var 11,3 °C. Auren kan gå 150 meter nedover elven før den møter absolutt vandringshinder, 75 meter nedenfor utløpet har det vært murt opp et vandringshinder tidligere, men fisk kan passere dette. Totalt ble et areal på ca 50 m<sup>2</sup> elektrofisket. Det ble totalt fanget 27 aure (figur 3.4).



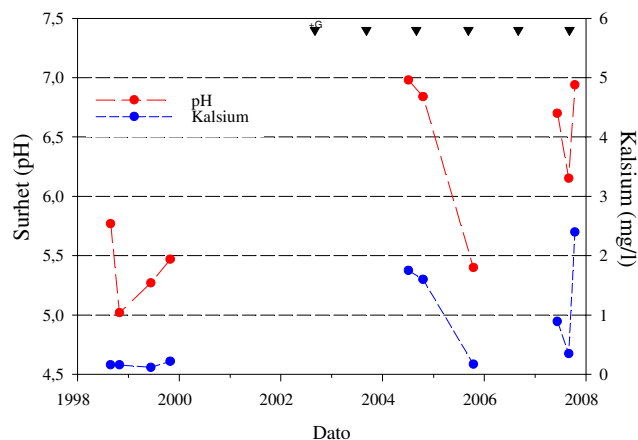
FIGUR 3.4. Lengdefordeling for aurene som ble fanget ved elektrofiske i utløpsbekken fra Storevatnet 30. august 2007.

### Vannkvalitet

Det ble tatt en vannprøve i utløpet av Storevatnet 30. august 2007, nesten ett år etter siste kalking. pH var 6,15 og kalsiumkonsentrasjonene var 0,35 mg/l. Innholdet av labilt aluminium var 10 µg/l, dette viser at innsjøen på dette tidspunktet hadde en vannkvalitet som var god for aure (vedleggstabell A). Tidsserier av vannkvaliteten med målinger på slutten av 1990-tallet og siden 2004 viser at pH før kalking var mellom 5 og 5,5, etter kalkingen kom i gang har pH stort sett vært mellom 6 og 7, men en enkeltmåling med pH under 5,5, bare en måned etter kalking. Kalsiumkonsentrasjonen har jevnt over vært noe høyere etter kalking, før kalkingen startet opp var kalsiumkonsentrasjonen svært lav (figur 1.5). Labilt aluminium har aldri vært målt over 50 µg/l og totalt aluminium aldri over 102 µg/l, etter kalkingen startet opp har labilt aluminium har aldri vært målt over 15 µg/l.



FIGUR 3.5. Analyseresultat fra vannprøver tatt i utløpet av Storevatnet i perioden 1998 til 2007. Tidspunkt for utlegging av kalkgrus er vist med +G og tidspunkt for innsjøkalking er vist med pil. Data fra Fylkesmannens miljøvernavdeling i Sogn og Fjordane.



### Dyreplankton

Av vannlopper var det *Bosmina longispina* og *Holopedium gibberum* som var mest tallrike, av hoppekreps hadde *Mixodiptomus laciniatus* høyest tetthet i den pelagiske prøven (tabell 3.4). Av hjuldyr var den vanligste arten *Kellicottia longispina*, men de noe forsuringssensitive *Keratella hiemalis* og *Polyarthra major* ble også påvist i moderate tettheter.

TABELL 3.4. Tetthet av dyreplankton (antall dyr per m<sup>2</sup> og antall dyr per m<sup>3</sup>) i Storevatnet 30. august 2007.

| Dyregruppe             | Art/gruppe                     | Dyr/m <sup>2</sup> | Dyr/m <sup>3</sup> |
|------------------------|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| Vannlopper (Cladocera) | <i>Alona intermedia</i>        | 7                  | 0,4                |
|                        | <i>Alonella nana</i>           | 255                | 15                 |
|                        | <i>Bosmina longispina</i>      | 7 300              | 429                |
|                        | <i>Holopedium gibberum</i>     | 3 226              | 190                |
| Hoppekreps (Copepoda)  | <i>Cyclops scutifer</i>        | 21                 | 1                  |
|                        | <i>Hetercope saliens</i>       | 198                | 12                 |
|                        | <i>Mixodiptomus laciniatus</i> | 424                | 25                 |
|                        | Cyclopoide nauplier            | 1 273              | 75                 |
|                        | Cyclopoide copepoditter        | 1 867              | 110                |
| Hjuldyr (Rotatoria)    | <i>Collotheca</i> sp.          | 2 801              | 165                |
|                        | <i>Conochilus</i> sp.          | 16 977             | 999                |
|                        | <i>Kellicottia longispina</i>  | 74 697             | 4 394              |
|                        | <i>Keratella hiemalis</i>      | 1 613              | 95                 |
|                        | <i>Lecane lunaris</i>          | 85                 | 5                  |
|                        | <i>Polyarthra major</i>        | 679                | 40                 |
| <b>Totalt</b>          |                                | <b>111 423</b>     | <b>6 554</b>       |

Foruten *Bosmina longispina* og *Alonella nana* som også var pelagisk, ble det påvist ytterligere 11 arter vannlopper littoralt (tabell 3.4 & 3.5). Det ble i tillegg påvist *Bythotrephes longimanus* i mageprøver, slik at det totale antallet vannlopperarter som ble samlet inn den 30. august var 16, av disse er *Acantholeberis curvirostris* og *Alona rustica* survannsindikatorer, mens *Alona intermedia* er moderat forsuringfølsom. Av hoppekreps ble det registrert ytterligere fire arter i den littorale prøven, slik at det totalt ble registrert sju hoppekrepsarter. Av hjuldyr var det totalt 16 arter, inkludert den noe forsuringssensitive arten *Polyarthra major*. *Dicranophorus proclestes* er tidligere ikke registrert i Norge.

TABELL 3.5. Arter av dyreplankton i littorale håvtrekk i Storevatnet 30. august 2007.

| Vannlopper                         | Hoppekreps                         | Hjuldyr                         | Annet        |
|------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------|
| <i>Acantholeberis curvirostris</i> | <i>Acanthocyclops cf. vernalis</i> | <i>Conochilus</i> sp.           | Fjærmygg     |
| <i>Acroperus harpae</i>            | <i>Eucyclops</i> sp.               | <i>Dicranophorus proclestes</i> | Fåbørstemark |
| <i>Alona guttata</i>               | <i>Heterocope saliens</i>          | <i>Euchlanis</i> sp.            |              |
| <i>Alona rustica</i>               | <i>Macrocyclops</i> sp.            | <i>Kellicottia longispina</i>   |              |
| <i>Alonella excisa</i>             | <i>Mixodiaptomus laciniatus</i>    | <i>Lecane lunaris</i>           |              |
| <i>Alonella nana</i>               | Harpacticoida                      | <i>Lecane mira</i>              |              |
| <i>Alonopsis elongata</i>          | cyclopoide nauplier                | <i>Notommata falcinella</i>     |              |
| <i>Bosmina longispina</i>          | cyclopoide copepoditter            | <i>Notommata tripus</i>         |              |
| <i>Ceriodaphnia quadrangula</i>    |                                    | <i>Ploesoma triacanthum</i>     |              |
| <i>Chydorus sphaericus</i>         |                                    | <i>Polyarthra major</i>         |              |
| <i>Eurycercus lamellatus</i>       |                                    | cf. <i>Ptygura</i> sp.          |              |
| <i>Polyphemus pediculus</i>        |                                    | <i>Tetrasiphon hydrocora</i>    |              |
| <i>Sida crystallina</i>            |                                    | <i>Trichocerca longiseta</i>    |              |
|                                    |                                    | Bdelloidea                      |              |

### Bunndyr

Den forsuringssensitive døgnflueslekten *Baëtis* ble påvist i utløpet. Dette gir forsuringssindeks I lik 1, mot null i 2001 (Lund mfl. 2002). Det ble påvist omtrent like mange arter av steinfluer som i 2001, mens antall døgnfluer hadde økt fra null til to, og antall vårfluearter fra 2 til 6, det var generelt betydelig høyere antall arter og antall dyr i 2007 (tabell 2.4).

TABELL 3.6. Oversikt over grupper/arter og antall individer i bunnprøver fra utløpselvene i Storevatnet 30. august 2007. Materialet er gjort opp ved LFI, Oslo.

| Dyregruppe/Art                      | Indeks | Antall dyr |
|-------------------------------------|--------|------------|
|                                     |        | Utløp      |
| <b>Steinfluer (Plecoptera)</b>      |        |            |
| <i>Amphinemura sulcicollis</i>      | 0      | 4          |
| <i>Leuctra hippopus</i> (små)       | 0      | 44         |
| <i>Nemoura cinerea</i>              | 0      | 36         |
| <b>Døgnfluer (Ephemeroptera)</b>    |        |            |
| <i>Baëtis</i> sp. (små)             | 1      | 4          |
| <i>Leptophlebia marginata</i>       | 0      | 68         |
| <b>Vårfluer (Trichoptera)</b>       |        |            |
| <i>Neureclipsis bimaculata</i>      | 0      | 248        |
| <i>Oxyethira</i> sp.                | 0      | 56         |
| <i>Plectrocnemia conspersa</i>      | 0      | 4          |
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> | 0      | 4          |
| Polycentropodidae ubestemte (små)   |        | 8          |
| <i>Rhyacophila nubila</i>           | 0      | 8          |
| <b>Biller (Coleoptera)</b>          |        |            |
| <i>Elmis aenea</i> (larver)         |        | 68         |
| <i>Elmis aenea</i> (voksne)         |        | 12         |
| <b>Krepsdyr (Crustacea)</b>         |        |            |
| Copepoda, Calanoida                 |        | 4          |
| <b>Fjærmygg (Chironomidae)</b>      |        | 4600       |
| <b>Knott (Simuliidae)</b>           |        |            |
| Ubestemte larver                    |        | 270        |
| Ubestemte pupper                    |        | 180        |
| <b>Dansfluer (Empididae)</b>        |        | 4          |
| <b>Møkkflue (Muscidae)</b>          |        |            |
| <i>Limnophora</i> sp.               |        | 8          |
| <b>Vannmidd (Hydracarina)</b>       |        | 50         |
| <b>Sum</b>                          |        | 5680       |
| <b>Indeks 1</b>                     |        | 1          |

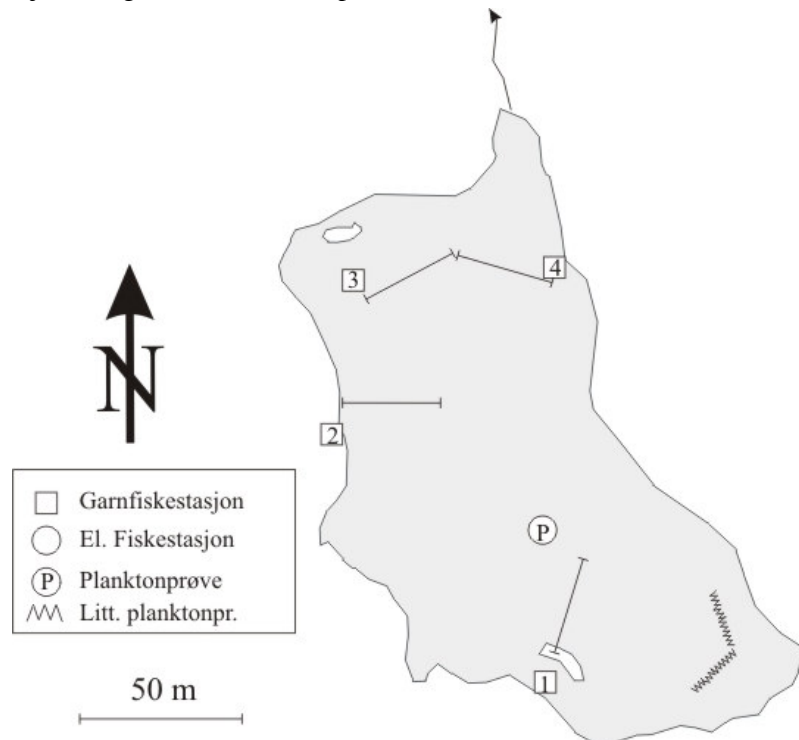
## **VURDERING**

Storevatnet har en tett bestand av aure, dominert av ung fisk. Fiskens kondisjon er normalt god, den årlige tilveksten er god de første årene. Fisken som ble satt ut i 2002/03 har hatt god tilvekst og er nå over 40 cm stor og veier fra 0,6 til 1,2 kg. Det har vært naturlig rekruttering siden 2005, og bestandstettheten har økt voldsomt de siste årene, og sannsynligvis vil tilveksten for aure bli betydelig lavere når den blir opp mot 20 cm sammenlignet med det den var for de utsatte fiskene. Vannkvalitetsmålingene viser at det periodisk kan ha vært marginal vannkvalitet for aure, og spesielt er det lite kalsium. Gytearealet ble vurdert som lite og begrensende i forhold til innsjøens størrelse i 2001 (Lund mfl. 2002). Utlegging av kalkgrus har bedret gyteforholdene og kan være medvirkende årsak til den gode rekrutteringen de siste årene. Det ble registret en forsuringfølsom døgnflueart i 2007, en art som trolig har etablert seg etter at kalkingen startet opp. Det har tidligere vært en fiskebestand i innsjøen, men denne døde ut på slutten av 1980-tallet, trolig pga forsuring. Det har vært en markert forbedring i vannkvaliteten uavhengig av kalking siden den gang, og det er trolig ikke behov for å kalle innsjøen for å opprettholde den nyetablerte fiskebestanden i innsjøen.

**INNSJØEN**

Litlevatnet (KP 861 008, 1117-4) ligger i et lite kystvassdrag ved Einunga i Fjaler kommune, 15 moh. Innsjøen har et areal på 0,016 km<sup>2</sup>. Det er ingen markerte innløpsbekker, utløpsbekken i nord renner ned i Storevatnet. Største målte dyp er 9 meter, teoretisk oppholdstid er beregnet til 0,4 år (Erstad & Holsen 1991). Innsjøen ble prøvefisket med åtte garn i 1991, og det ble da fanget 27 aure, og bestanden var middels tett (Erstad & Holsen 1991). Ved prøvefiske i 2001 var det en svært tynn bestand av aure i innsjøen (Lund mfl. 2002), men den gang var det et større uttak en det er i dag. Det skal ha blitt kalket i innsjøen og i terrenget rundt i 1993 (Lund mfl. 2002). Det skal også ha blitt kalket i innsjøen i 1999, og det ble funnet rester av kalkgrus i utløpsbekken ved undersøkelsene i 2007. Det blir fisket noen tiltalls aure i innsjøen årlig (Karl-Jan Erstad, pers. med.).

*FIGUR 4.1. Kart for Litlevatnet i Fjaler. Bekken som ble elektrofisket er angitt med nummerert sirkel. Stedene der det ble satt garn er avmerket med nummererte firkanter.*

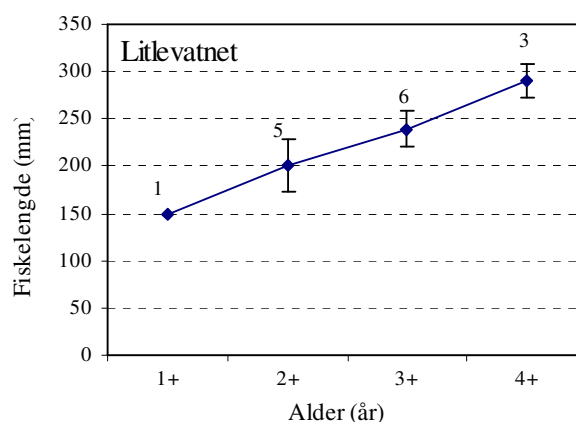
**METODER**

Innsjøen ble garnfisket fra 31. august til 1. september 2007 med fire enkle fleromfars bunngarn i dybdeintervallet 0-8 meter (figur 4.1). Utløpsbekken ble elektrofisket, og det ble tatt en bunndyrprøve og en vannprøve i denne. Over innsjøens dypeste punkt ble det tatt to trekk med planktonhåv fra 9 meters dyp. Det var fra klart til overskyet og stille under prøvefisket.

**RESULTAT****Garnfiske**

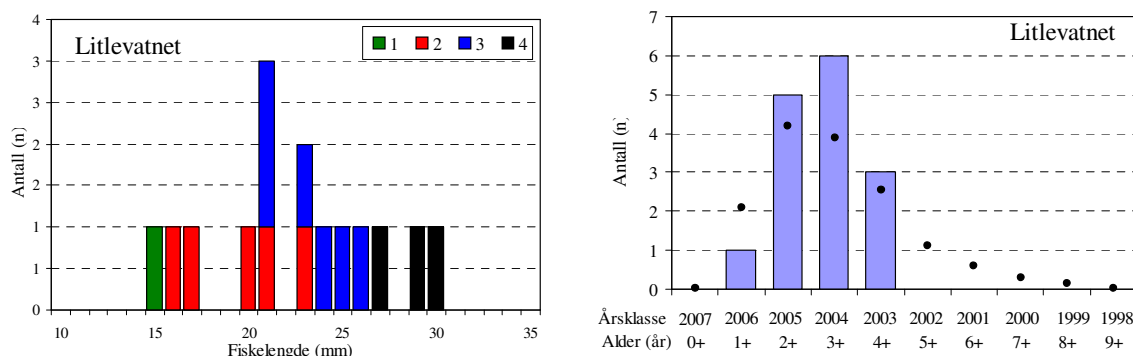
Under garnfisket ble det fanget 15 aure. Fisken varierte i lengde fra 15,0 til 30,4 cm, med en gjennomsnittslengde på 23,0 ( $\pm 4,5$ ) cm. Vekten varierte fra 39 til 304 gram, snittvekten var 151 ( $\pm 82$ ) gram, og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 1,11 ( $\pm 0,07$ ). Fangsten varierte mellom 3 og 5 fisk og den gjennomsnittlige fangst per bunngarnnatt var 3,8. Siktedypet var 1,5 meter og overflatetemperaturen i innsjøen var 16,2 °C ved prøvefisket.

Aurene var fra ett til 4 år gamle (figur 4.2 og figur 4.3). Veksthastigheten, som er tilbakeregnet på grunnlag av skjellanalyser, viser at fisken etter første vekstsesong i gjennomsnittlig var like under 7 cm, deretter er tilveksten mellom 6 og 7 cm per år i to år, deretter avtar tilveksten til rundt 4,5 cm (figur 4.2).



FIGUR 4.2. Empirisk vekst ved avsluttet vekstsesong for aure fanget i Litlevatnet. Antall fisk som utgjør beregningsgrunnlaget er markert over linjen.

Aldersfordelingen for auren i Litlevatnet viser at det har vært vellykket reproduksjon hvert år i perioden fra 2003 til 2006 (figur 4.3, tabell 4.2). Årsklassen fra 2004 er litt tallrik.



FIGUR 4.3. Lengde- og aldersfordeling for aurene som ble fanget under garnfisket i Litlevatnet, 1. september. I figuren over aldersfordelingen er forventet aldersfordeling i bunngarnene i innsjøer under 300 moh markert med prikker.

Det ble fanget 3,8 aure i snitt på de 4 bunngarnene som sto i strandsonen, bestanden ble ut fra dette estimert til å være på ca 220 aure, med en snittvekt på 151 gram, tilsvarer dette 21 kg per hektar, som kan betraktes som normalt for en lavtliggende innsjø.

TABELL 4.1. Gjennomsnittlig lengde i mm, standard avvik, største og minste lengde av aure av ulike aldersgrupper fanget under garnfiske i Litlevatnet i Fjaler 1. september 2007.

|                | ALDER (VEKSTSESONGER) |       |       |       |       |       |       |       | Totalt |
|----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                | 1+(2)                 | 2+(3) | 3+(4) | 4+(5) | 5+(6) | 6+(7) | 7+(8) | 8+(9) |        |
| Antall         | 1                     | 5     | 6     | 3     | 0     | 0     | 0     | 0     | 15     |
| Lengde         | 150                   | 200   | 239   | 291   |       |       |       |       | 230    |
| Standard avvik |                       | 28    | 19    | 18    |       |       |       |       | 45     |
| Minste         |                       | 169   | 217   | 270   |       |       |       |       | 150    |
| Største        |                       | 238   | 260   | 304   |       |       |       |       | 304    |

Alle aurene hadde lyserød kjøttfarge, med unntak av den minste og en aure på 25 cm som begge var hvit i kjøttet. Gjennomsnittlig alder ved kjønnsmodning så ut til å være 2-3 år for hannaure og tre år for hunnaure. Den yngste auren som var kjønnsmoden var en hann på ett år og 15 cm, mens den minste

kjønnsmodne hunnauren var en 23,2 cm og tre år gammel. Bare en av aurene hadde synlige parasitter i innvollene. Tre av aurene hadde spist stingsild, alle var fra ca 25 cm og oppover. Ellers dominerte svevemygg, men det var også en del *Daphnia longispina* i mageprøvene.

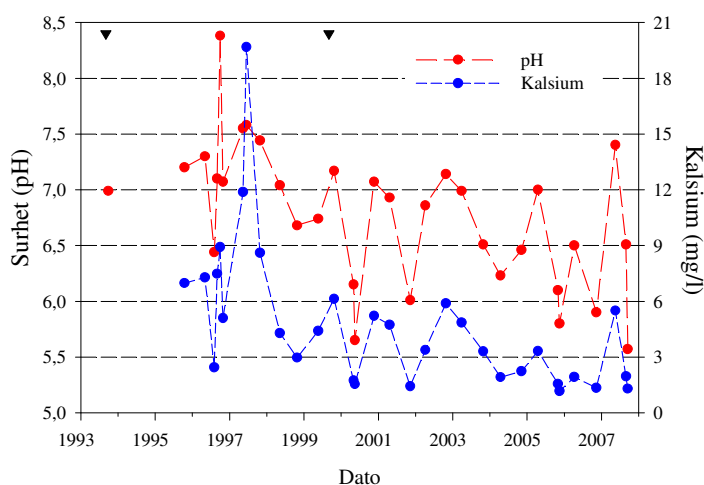
### Elektrofiske

Utløpsbekken fra Litlevatnet har relativt stort innslag av berg og småstein, små partier med grus finnes og det er brukbare gyteforhold på små områder nedover elven. Det er rester etter kalkgrus øverst og nederst i elven. Elven er opp til 30 cm dyp og 1 meter bred. Det er ikke vandringshinder mellom Litlevatnet og Storevatnet. Det var lav vannføring og rolig strøm og vanntemperaturen var 16,2 °C den 31. august. Det meste av elven ble elektrofisket og det ble fanget tre aure på hhv. 69, 73 og 76 cm. Nederst var det relativt mye stingsild, det ble også observert fem åler i bekken.

### Vannkvalitet

Det ble tatt en vannprøve i utløpet den 31. august 2007, analysene indikerer at vannkvaliteten da var relativt god for fisk, med pH på 6,5 og kalsiuminnhold på 1,96 mg/l. Innholdet av total aluminium er høyt, men det er mye humus og andelen labilt aluminium er relativt lavt og vil sjelden være noe problem for auren. Enkelte vannkvalitetsmålinger fra sigene inn i innsjøen viser at det tilføres surt vann (Lund mfl. 2002). pH-målinger fra utløpet av innsjøen tidligere år viser imidlertid at pH ikke har vært under 5,5 og at kalsiuminnholdet er over 1 mg/l (figur 4.4). Prøvene er tatt i utløpselven som er kalket med kalkgrus, dette kan påvirke vannkvaliteten i perioder med lav vannføring, men har liten effekt på vannkvaliteten i perioder med mye nedbør.

Vanntilførslene til innsjøen er dominert av tilsig fra store myrområder, noe som har betydning for surhetstilstanden. Den kystnære beliggenheten gir imidlertid hyppige tilførsler av sjøsalter til systemet, noe som gir høy ledningsevne og høy syrenøytraliserende kapasitet. I slike systemer kan aure klare seg godt selv ved pH under 5,0 (Kålås mfl. 1999).



FIGUR 4.4. Analyseresultat fra vannprøver tatt i utløpet av Litlevatnet i perioden 1993 til 2007. Tidspunkt for innsjøkalking er vist med pil. Data fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Sogn og Fjordane.

### Dyreplankton

Av vannlopper var *Diaphanosoma brachyurum* og *Holopedium gibberum* de mest vanlige, i tillegg ble den noe forsuringsfølsomme arten *Daphnia longispina* påvist. Av hoppekreps var *Eudiaptomus gracilis* mest tallrik (tabell 4.2). Av hjuldyr var den absolutt mest vanlige arten *Conochilus* sp. De noe forsuringsensitive artene *Keratella hiemalis* og *Keratella cochlearis* ble også påvist i lave tettheter, men survannsindikatoren *Keratella serrulata* ble også påvist. Det var også en relativt høy tetthet av svevemygglarven *Chaoborus flavicans* i innsjøen.

TABELL 4.2. Tetthet av dyreplankton (antall dyr per m<sup>2</sup> og antall dyr per m<sup>3</sup>) i Litlevatnet 31. august 2007.

| Dyregruppe             | Art/gruppe                               | Dyr/m <sup>2</sup> | Dyr/m <sup>3</sup> |
|------------------------|--|--------------------|--------------------|
| Vannlopper (Cladocera) | <i>Bosmina longispina</i>                |                    | 85                 |
|                        | <i>Daphnia longispina</i>                |                    | 764                |
|                        | <i>Diaphanosoma brachyurum</i>           | 3 395              | 377                |
|                        | <i>Holopedium gibberum</i>               | 4 753              | 528                |
| Hoppekreps (Copepoda)  | <i>Cyclops scutifer</i>                  | 170                | 19                 |
|                        | <i>Eudiaptomus gracilis</i>              | 3 226              | 358                |
|                        | Calanoide nauplier                       | 849                | 94                 |
|                        | Cyclopoide nauplier                      | 85 731             | 9 526              |
|                        | Calanoide copepoditter                   | 16 128             | 1 792              |
|                        | Cyclopoide copepoditter                  | 7 639              | 849                |
| Hjuldyr (Rotatoria)    | <i>Collotheca</i> sp.                    |                    | 85                 |
|                        | <i>Conochilus</i> sp.                    | 1 222 310          | 135 812            |
|                        | <i>Kellicottia longispina</i>            | 8 149              | 905                |
|                        | <i>Keratella cochlearis</i>              | 679                | 75                 |
|                        | <i>Keratella hiemalis</i>                | 594                | 66                 |
|                        | <i>Keratella serrulata</i>               | 85                 | 9                  |
| Annet                  | Svevemygg ( <i>Chaoborus flavicans</i> ) | 325                | 36                 |
|                        | Vannmidd (Hydracarina)                   | 7                  | 1                  |
| Totalt                 | Totalt                                   | 1 354 974          | 150 553            |

TABELL 4.3. Arter av dyreplankton i littorale håvtrekk i Litlevatnet 31. august 2007.

| Vannlopper                        | Hoppekreps                     | Hjuldyr                             | Annet                                    |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| <i>Acroperus harpae</i>           | <i>Acanthocyclops vernalis</i> | <i>Aspelta angusta</i>              | Bjørnedyr (Tardigrada)                   |
| <i>Alona affinis</i>              | <i>Eucyclops denticulatus</i>  | <i>Cephalodella</i> cf. <i>mus</i>  | Fjærmygg (Chironomidae)                  |
| <i>Alona guttata</i>              | <i>Eudiaptomus gracilis</i>    | <i>Cephalodella</i> spp.            | Fåbørstemark (Oligochaeta)               |
| <i>Alona intermedia</i>           | <i>Macrocyclus albidus</i>     | <i>Conochilus</i> sp.               | Svevemygg ( <i>Chaoborus flavicans</i> ) |
| <i>Alona rustica</i>              | <i>Paracyclops affinis</i>     | <i>Dicranophorus robustus</i>       | Vannmidd (Hydracarina)                   |
| <i>Alonella excisa</i>            | calanoide nauplier             | <i>Eothinia lasiobiotica</i>        | Øyestikker (Odonata)                     |
| <i>Alonella nana</i>              | cyclopoide nauplier            | <i>Euchlanis meneta</i>             |  |
| <i>Alonopsis elongata</i>         | calanoide copepoditter         | <i>Euchlanis triquetra</i>          |  |
| <i>Chydorus sphaericus</i>        | cyclopoide copepoditter        | <i>Keratella cochlearis</i>         |  |
| <i>Daphnia longispina</i>         |                                | <i>Keratella serrulata</i>          |  |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i>    |                                | <i>Lecane constricta</i>            |  |
| <i>Drepanothrix dentata</i>       |                                | <i>Lecane ligona</i>                |  |
| <i>Graptoleberis testudinaria</i> |                                | <i>Lecane lunaris</i>               |  |
| <i>Holopedium gibberum</i>        |                                | <i>Lecane mira</i>                  |  |
| <i>Polyphemus pediculus</i>       |                                | <i>Lecane signifera</i>             |  |
| <i>Streblocerus serricaudatus</i> |                                | <i>Lecane stichaea</i>              |  |
|                                   |                                | <i>Lepadella patella</i>            |  |
|                                   |                                | <i>Notommata pseudocerberus</i>     |  |
|                                   |                                | <i>Notommata tripus</i>             |  |
|                                   |                                | <i>Ploesoma lenticulare</i>         |  |
|                                   |                                | <i>Ploesoma triacanthum</i>         |  |
|                                   |                                | <i>Proales doliaris</i>             |  |
|                                   |                                | <i>Polyarthra</i> cf. <i>remata</i> |  |
|                                   |                                | <i>Testudinella neumanni</i>        |  |
|                                   |                                | <i>Trichocerca</i> cf. <i>cavia</i> |  |
|                                   |                                | <i>Trichocerca collaris</i>         |  |
|                                   |                                | <i>Trichocerca jenningsi</i>        |  |
|                                   |                                | <i>Trichocerca</i> sp.              |  |
|                                   |                                | Bdelloidea                          |  |

Med unntak av *Bosmina longispina* ble alle artene som var pelagisk også påvist littoralt, men i tillegg ble det påvist ytterligere 13 arter i den littorale prøven, slik at det totale antallet vannlopperarter som

ble samlet inn den 31. august var 17. Av hoppekreps ble bare *Eudiaptomus gracilis* påvist littoralt og pelagisk, men det ble totalt påvist seks hoppekrepsarter. Av de seks pelagiske hjuldyrartene var tre også littoralt, men i tillegg ble det påvist 26 andre arter, slik at det totalt var 32 hjuldyrarter, inkludert den noe forsuringssensitive arten *Polyarthra cf. remata*, og arten *Proales doliaris* som tidligere ikke er påvist i Norge. (tabell 4.2 & 4.3). Planktonsamfunnet gjenspeiler en lavtliggende humøs innsjø med variert vannvegetasjon.

### Bunndyr

Bunndyrprøven er artsfattig og det ble ikke påvist noen forsuringssensitive arter i utløpet. Dette gir forsuringssindeks I lik 0, og indikerer at pH kan ha vært under 5,0 siden sommeren (tabell 4.4). I 2001 ble det påvist en moderat forsuringfølsom art (Lund mfl. 2002).

TABELL 4.4. Oversikt over grupper/arter og antall individer i bunnprøver fra utløpselvene i Litlevatnet 31. august 2007. Materialet er gjort opp ved LFI, Oslo.

| Dyregruppe/Art                    | Indeks | Antall dyr |
|-----------------------------------|--------|------------|
|                                   |        | Utløp      |
| <b>Steinfluer (Plecoptera)</b>    |        |            |
| <i>Nemoura cinerea</i>            | 0      | 52         |
| Nemouridae ubestemte (små)        |        | 112        |
| <b>Vårfluer (Trichoptera)</b>     |        |            |
| Limnephilidae ubestemte           |        | 4          |
| <i>Plectrocnemia conspersa</i>    | 0      | 36         |
| Polycentropodidae ubestemte (små) |        | 4          |
| <b>Krepsdyr (Crustacea)</b>       |        |            |
| Copepoda, Calanoida               |        | 4          |
| Copepoda, Cyclopoida              |        | 12         |
| Cladocera ubestemte               |        | 8          |
| <i>Eurycercus lamellatus</i>      |        | 8          |
| Ostracoda                         |        | 60         |
| <b>Rundorm (Nematoda)</b>         |        | 4          |
| <b>Fåbørstemark (Oligochaeta)</b> |        | 52         |
| <b>Fjærmygg (Chironomidae)</b>    |        | 200        |
| <b>Sviknott (Ceratopogonidae)</b> |        | 20         |
| <b>Knott (Simuliidae)</b>         |        |            |
| Ubestemte larver                  |        | 156        |
| <b>Vannflue (Ephydriidae)</b>     |        | 4          |
| <b>Stankelbein(Tipulidae)</b>     |        |            |
| <i>Tipula</i> sp.                 |        | 4          |
| <b>Møkkflue (Muscidae)</b>        |        |            |
| <i>Limnophora</i> sp.             |        | 20         |
| <b>Spretthaler (Collembola)</b>   |        | 4          |
| <b>Sum</b>                        |        | 764        |
| <b>Indeks 1</b>                   |        | 0          |

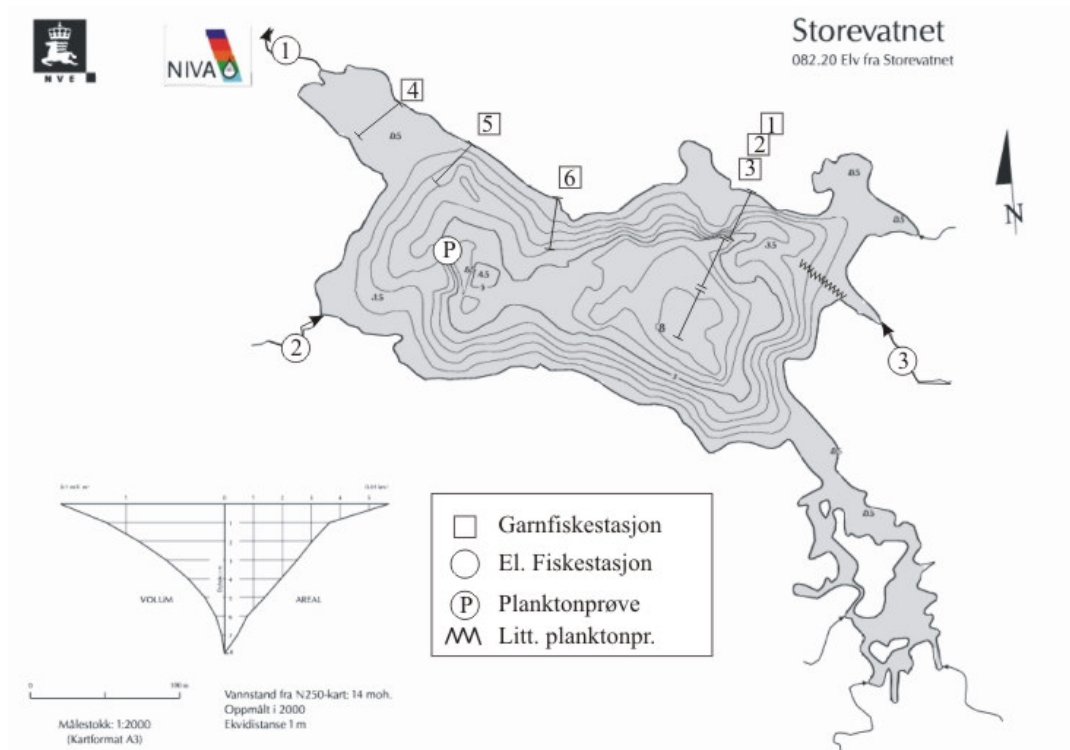
### VURDERING

Litlevatnet har nå en tett bestand av aure. Fiskens kondisjon er relativt normalt god, den årlige tilveksten er god, men ikke unormalt høy for innsjøer som ligger nær kysten. Alle årsklassene fra 2003 til 2007 er representert, som i mange lavereliggende innsjøer ved kysten virker de å være relativt kort levealder på fisken i Litlevatnet. Det er noe reproduksjon av aure i utløpselven. Fiskebestanden har hatt økende tetthet siden prøvefisket i 2001, redusert uttak er trolig medvirkende årsak til dette. Innsjøen ble sist gang kalket i 1999, og det er ikke lenger noen effekt av denne kalkingen på vannkvaliteten i innsjøen. Vannkvalitetsmålingene og funn av vannloppen *Daphnia longispina* indikerer at auren i innsjøen ikke har noe særlig forsuringssproblem. De hyppige sjøsaltilførslene gjør og at auren i innsjøen blir mer tolerant for vannkvaliteter som ellers kunne vært skadelig.



## INNSJØEN

Storevatnet (KP 862 011, 1117-4) ligger i et lite kystvassdrag ved Einunga i Fjaler kommune, 14 moh. Innsjøen har et areal på 0,056 km<sup>2</sup>. Det er to innløpsbekker, utløpsbekken i nordvest renner ut i Vilnesfjorden. Største målte dyp er 8 meter (Lund mfl. 2002). Oppholdstiden i innsjøen er beregnet til 0,24 år (Erstad & Holsen 1991). Ved prøvefiske i 1991 var det en middels tett bestand av aure (Erstad & Holsen 1991). Ved prøvefiske i 2001 ble bestandstettheten vurdert som noe under middels, og det var bra rekruttering av aure (Lund mfl. 2002). Det har vært kalket med finkalk i innsjøen i seks år mellom 1994 og 2002 og med kalkgrus fem ganger i den samme perioden. Det blir tatt ut noen hundre fisk fra innsjøen årlig.



FIGUR 5.1. Dybdekart for Storevatnet i Fjaler. Bekkene som ble elektrofisket er angitt med nummererte sirkler. Stedene der det ble satt garn er avmerket med nummererte firkanter. Kart fra NVE – Atlas.

## METODER

Innsjøen ble garnfisket 31. - 1. september 2007 med tre enkle fleromfars bunngarn i dybdeintervallet 0-4 meter og en bunngarnslenke bestående av tre garn i dybdeintervallet 0-8 meter (figur 5.1). To innløpsbekker og utløpsbekken ble elektrofisket, i utløpet ble det tatt vann og bunndyrprøve. Over innsjøens dypeste punkt ble det tatt to trekk med planktonhåv fra 7,5 meters dyp. Det var fra klart vær til overskyet og relativt stille under prøvefisket.

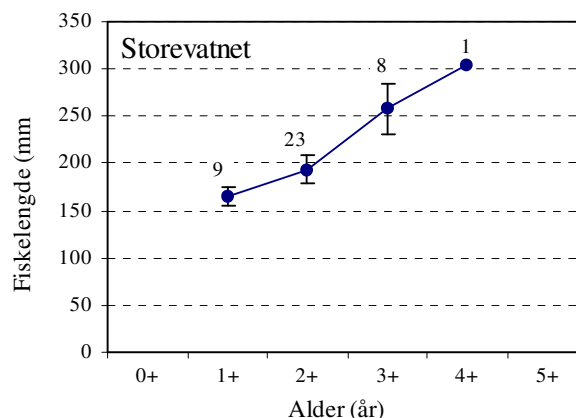
## RESULTAT

### Garnfiske

Under garnfisket ble det fanget 41 aure. Fisken varierte i lengde fra 15,4 til 20,4 cm, med en gjennomsnittslengde på 20,3 ( $\pm 3,9$ ) cm. Vekten varierte fra 38 til 298 gram, snittvekten var 97 ( $\pm 62$ ) gram, og gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var 1,05 ( $\pm 0,07$ ). Det ytterste garnet i bunngarnlenken var tomt, i det nest ytterste ble det fanget to aure. I de andre bunngarnene varierte fangsten mellom 7 og 14 fisk og den gjennomsnittlige fangst per bunngarnnatt var 6,8. Siktedypet var 1,8 meter og overflatetemperaturen i innsjøen var 15,7 °C ved prøvafisket.

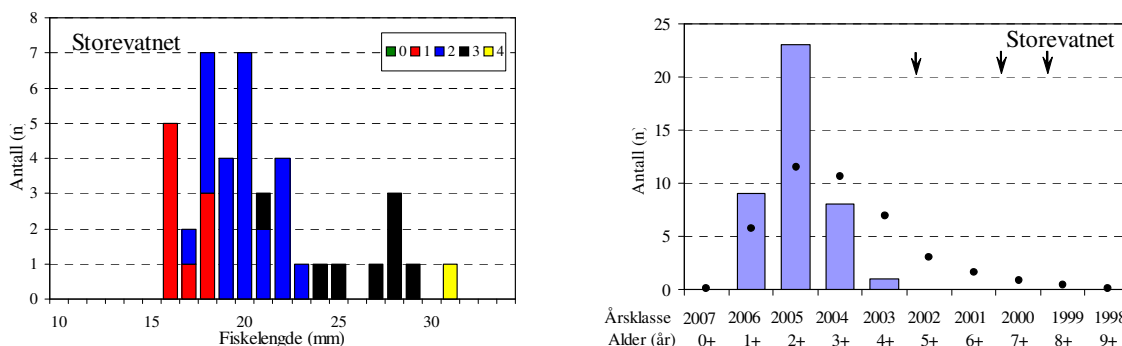
Aurene var fra ett til fire år gamle (figur 5.2 og figur 5.3). Veksthastigheten, som er tilbakeregnet på grunnlag av skjellanalyser, viser at fisken etter første vekstsesong var gjennomsnittlig 7,3 cm, den andre vekstsesongen er tilveksten rundt 7 cm i snitt, men det er relativt stor variasjon. Tredje og fjerde vekstsesong er tilveksten ca 5 cm (figur 5.2).

FIGUR 5.2. Empirisk vekst ved avsluttet vekstsesong, for aure fanget i Storevatnet. Antall fisk som utgjør beregningsgrunnlaget er markert over linjen.



Det ble fanget 9,8 aure i snitt på de 4 bunngarnene som sto i strandsonen, bestanden ble ut fra dette estimert til å være på ca 1800 aure, med en snittvekt på 97 gram, tilsvarer dette 32 kg per hektar, som kan betraktes som normalt i lavereliggende grunne innsjøer.

Aldersfordelingen for auren i Storevatnet viser at det har vært vellykket reproduksjon hvert år i perioden fra 2003 til 2006 (figur 5.3, tabell 5.2). Årsklassen fra 2005 er tallrik, det er lite eldre fisk.



FIGUR 5.3. Lengde- og aldersfordeling for aurene som ble fanget under garnfisket i Storevatnet, 31. august 2007. I figuren over aldersfordelingen er forventet aldersfordeling i bunngarnene i innsjøer lavere enn 300 moh markert med piler. År med kalking er vist med piler.

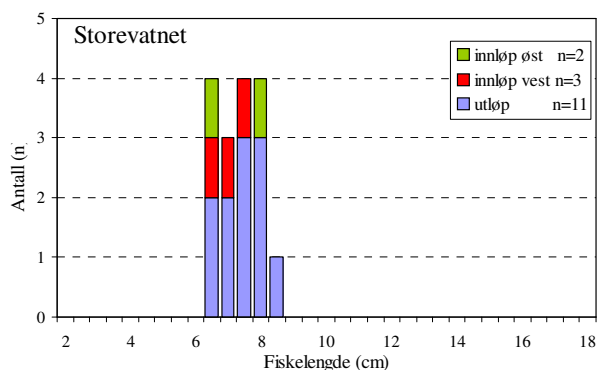
Henholdsvis 37 % av aurene hadde lyserrød kjøttfarge og 63 % hadde hvit kjøttfarge. Gjennomsnittlig alder ved kjønnsmodning var 2 år for hannauren og 2-3 år for hunnauren i Storevatnet. Den minste auren som var kjønnsmoden var en hann på ett år og 15,9 cm, mens den minste kjønnsmodne hunnauren var en 2 år gammel og 17,5 cm. De viktigste byttedyrene var svevemygg, de to vannloppeartene *Bythotrephes longimanus* og *Latona setifera* og fjærmyggpupper.

TABELL 5.1. Gjennomsnittlig lengde i mm, standard avvik, største og minste lengde av aure av ulike aldersgrupper fanget under garnfiske i Storevatnet i Fjaler 31. august 2007.

|                | ALDER (VEKSTSESONGER) |       |       |       |       |       |       |       | Totalt |
|----------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                | 1+(2)                 | 2+(3) | 3+(4) | 4+(5) | 5+(6) | 6+(7) | 7+(8) | 8+(9) |        |
| Antall         | 9                     | 23    | 8     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 41     |
| Lengde         | 165                   | 194   | 258   | 304   |       |       |       |       | 203    |
| Standard avvik | 10                    | 16    | 28    |       |       |       |       |       | 39     |
| Minste         | 154                   | 168   | 203   |       |       |       |       |       | 154    |
| Største        | 179                   | 222   | 287   |       |       |       |       |       | 304    |

### Elektrofiske

I utløpsbekk (1) har bunnssubstratet sammensatt av grus, småstein og større stein, det er rester etter kalkgrus. Det er vandringshinder for oppvandrende fisk ca 100 meter nedstrøms innsjøen. Det er brukbare gyteforhold i den øvre del av bekken. Det var middels til lav vannføring og rolig til litt stri strøm ved elektrofisket og vanntemperaturen var 15,7 °C. Totalt ble et areal på ca 40 m<sup>2</sup> elektrofisket. Det ble totalt fanget 11 aure, alle var sannsynligvis årsyngel (figur 5.4).



FIGUR 5.4. Lengdefordeling for aurene som ble fanget ved elektrofiske i inn og - utløpsbekker i Storevatnet 30. august 2007.

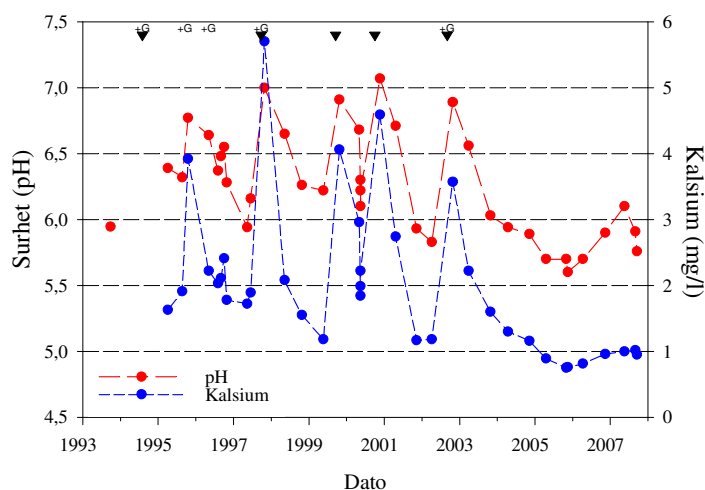
Innløpselv (2) fra Litlevatnet har relativt stort innslag av berg og småstein, små partier med grus finnes og det er brukbare gyteforhold på små områder nedover elven. Det er rester etter kalkgrus øverst og nederst i elven. Elven er opp til 30 cm dyp og en meter bred. Det er ikke vandringshinder mellom Litlevatnet og Storevatnet. Det var lav vannføring og rolig strøm og vanntemperaturen var 16,2 °C den 31. august. Det meste av elven ble elektrofisket og det ble fanget totalt 3 årsyngel (figur 5.4). Nederst i elven var det også relativt mye stingsild, det ble også observert fem åler i bekken.

I innløpselv (3) i øst var det lav vannføring og rolige strømforhold den 31. august 2007.. Bunnssubstratet er en blanding av småstein og grus. Det var relativt lite begroing og det er gyteforhold nederst i elven. Elven var opp til 20 cm dyp ved elektrofiske. Elvebredden er ca 0,5 meter og fisken kan vandre 100 meter oppover elven. Et areal på totalt ca 20 m<sup>2</sup> ble elektrofisket og det ble fanget i alt 3 aure, alle var trolig årsyngel

### Vannkvalitet

Det ble tatt en vannprøve i utløpet den 31. august 2007, analysene indikerer at vannkvaliteten da var relativt god for aure (vedleggstabell A). pH var 5,9 og innholdet av kalsium var 1,02 mg/l. Innholdet av total aluminium er høyt, men det høye humusinnholdet gjør at bare en liten del foreligger som labilt aluminium og vil trolig ikke være skadelig for aure. Tidsserier av vannkvaliteten med målinger siden tidlig på 1990-tallet viser at pH like etter kalking har vært rundt 7,0, men i løpet av ett års tid er pH ned mot et naturlig nivå mellom 5,5 og 6,0. Kalsiuminnholdet varierer naturligvis også mye med kalkingspåvirkningen, men ser ut til å stabilisere seg rundt 1 mg/l i perioder uten kalking (figur 5.5). Labilt aluminium har med unntak av en måling aldri vært målt over 32 µg/l.

FIGUR 5.5. Analyseresultat fra vannprøver tatt i utløpet av Storevatnet i perioden 1993 til 2007. Tidspunkt for innsjøkalking er vist med pil. Data fra Fylkesmannens miljøvernnavdeling i Sogn og Fjordane.



### Dyreplankton

Av vannlopper var *Diaphanosoma brachyurum* og *Holopedium gibberum* de mest vanlige artene, i tillegg ble *Bosmina longispina* påvist. Av hoppekreps var det *Eudiaptomus gracilis* som hadde høyest tetthet, mens det var lav tetthet av *Cyclops scutifer* i den pelagiske prøven (tabell 5.2). Av hjuldyr var den vanligste arten *Conochilus* sp., men de noe forsuringssensitive artene *Keratella hiemalis* og *Keratella cochlearis* ble også påvist, for sistnevnte i relativt høy tetthet. Det var også en relativt høy tetthet av svevemygglarven *Chaoborus flavicans* i innsjøen.

TABELL 5.2. Tetthet av dyreplankton (antall dyr per m<sup>2</sup> og antall dyr per m<sup>3</sup>) i Storevatnet 31. august 2007.

| Dyregruppe             | Art/gruppe                               | Dyr/m <sup>2</sup> | Dyr/m <sup>3</sup> |
|------------------------|--|--------------------|--------------------|
| Vannlopper (Cladocera) | <i>Bosmina longispina</i>                |                    | 509                |
|                        | <i>Diaphanosoma brachyurum</i>           | 7 724              | 1 030              |
|                        | <i>Holopedium gibberum</i>               | 5 008              | 668                |
| Hoppekreps (Copepoda)  | <i>Cyclops scutifer</i>                  | 28                 | 4                  |
|                        | <i>Eudiaptomus gracilis</i>              | 1 103              | 147                |
|                        | Calanoide nauplier                       | 6 791              | 905                |
|                        | Cyclopoide nauplier                      | 32 255             | 4 301              |
|                        | Calanoide copepoditter                   | 5 942              | 792                |
|                        | Cyclopoide copepoditter                  | 4 244              | 566                |
| Hjuldyr (Rotatoria)    | <i>Asplanchna priodonta</i>              | 85                 | 11                 |
|                        | <i>Collotheca</i> sp.                    | 3 056              | 407                |
|                        | <i>Conochilus</i> sp.                    | 81 487             | 10 865             |
|                        | <i>Kellicottia longispina</i>            | 3 056              | 407                |
|                        | <i>Keratella cochlearis</i>              | 10 186             | 1 358              |
|                        | <i>Keratella hiemalis</i>                | 764                | 102                |
|                        | <i>Polyarthra major</i>                  | 85                 | 11                 |
|                        | <i>Testudinella</i> sp.                  | 85                 | 11                 |
| Annet                  | Fjærmygg (Chironomidae)                  | 7                  | 1                  |
|                        | Svevemygg ( <i>Chaoborus flavicans</i> ) | 191                | 25                 |
|                        | Vannmidd (Hydracarina)                   | 7                  | 1                  |
| <b>Totalt</b>          |  | <b>162 614</b>     | <b>21 682</b>      |

Foruten de tre vannlopperartene som også var pelagisk, ble det påvist ytterligere åtte arter littoralt, samt to arter i mageprøver (*Bythotrephes longimanus* og *Latona setifera*), slik at det totale antallet vannlopperarter som ble samlet inn den 31. august var 13. Av hoppekreps ble bare *Eudiaptomus gracilis* påvist littoralt og pelagisk, men det ble påvist totalt fire arter littoralt, slik at det totalt ble påvist fem hoppekrepsarter. Av hjuldyr var det totalt 22 arter, inkludert de noe forsuringssensitive artene *Keratella hiemalis*, *Keratella cochlearis* og *Polyarthra* spp. (tabell 5.2 & 5.3).

Planktonsamfunnet gjenspeiler en lavtliggende humøs innsjø med variert vannvegetasjon. Det er noe overraskende at den forsuringfølsomme vannloppen *Daphnia longispina* ikke ble påvist i innsjøen, da denne arten er relativt vanlig i det ovenforliggende Litlavatnet. *Daphnia* ble påvist i Storvatnet i lav tetthet i 1996, men ikke i 2001.

TABELL 5.3. Arter av dyreplankton i littorale håvtrekk i Storevatnet 31. august 2007.

| Vannlopper                         | Hoppekreps                     | Hjuldyr                             | Annet        |
|------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| <i>Acantholeberis curvirostris</i> | <i>Acanthocyclops vernalis</i> | <i>Ascomorpha ovalis</i>            | Fjærmygg     |
| <i>Alona affinis</i>               | <i>Eucyclops denticulatus</i>  | <i>Conochilus</i> sp.               | Fåbørstemark |
| <i>Alona intermedia</i>            | <i>Eudiaptomus gracilis</i>    | <i>Euchlanis meneta</i>             | Svevemygg    |
| <i>Alonopsis elongata</i>          | <i>Macrocyclops albidus</i>    | <i>Keratella cochlearis</i>         | Vannmidd     |
| <i>Bosmina longispina</i>          | calanoide nauplier             | <i>Lecane constricta</i>            | Buksvømmer   |
| <i>Chydorus piger</i>              | cyclopoide nauplier            | <i>Lecane lunaris</i>               |              |
| <i>Chydorus sphaericus</i>         | calanoide copepoditter         | <i>Notommata pseudocerberus</i>     |              |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i>     | cyclopoide copepoditter        | <i>Notommata tripus</i>             |              |
| <i>Holopedium gibberum</i>         |                                | <i>Ploesoma triacanthum</i>         |              |
| <i>Polyphemus pediculus</i>        |                                | <i>Proales fallaciosa</i>           |              |
| <i>Streblocerus serricaudatus</i>  |                                | <i>Polyarthra</i> cf. <i>remata</i> |              |
|                                    |                                | cf. <i>Ptygura</i> sp.              |              |
|                                    |                                | <i>Resticula nyssa</i>              |              |
|                                    |                                | <i>Testudinella neumanni</i>        |              |
|                                    |                                | <i>Trichocerca longiseta</i>        |              |
|                                    |                                | <i>Trichocerca tigris</i>           |              |

### Bunndyr

Bunndyrprøven er relativt artsfattig, det ble påvist en moderat forsuringssensitiv vårflueart i utløpet. Dette gir forsuringssensitiv indeks I lik 0,5 og indikerer at pH ikke har vært under 5,0 siden sommeren (tabell 4.4). I 2001 ble det ikke påvist forsuringfølsomme arter i utløpet (Lund mfl. 2002).

TABELL 4.4. Oversikt over grupper/arter og antall individer i bunnprøver fra utløpselvene i Storevatnet 31. august 2007. Materialet er gjort opp ved LFI, Oslo.

| Dyregruppe/Art                      | Indeks | Antall dyr<br>Utløp |
|-------------------------------------|--------|---------------------|
| <b>Vårfluer (Trichoptera)</b>       |        |                     |
| <i>Lepidostoma hirtum</i>           | 0,5    | 4                   |
| <i>Polycentropus flavomaculatus</i> | 0      | 40                  |
| Polycentropodidae ubestemte (små)   |        | 4                   |
| <b>Biller (Coleoptera)</b>          |        |                     |
| <i>Elmis aenea</i> (larver)         |        | 8                   |
| <b>Krepsdyr (Crustacea)</b>         |        |                     |
| <i>Eurycercus lamellatus</i>        |        | 12                  |
| Ostracoda                           |        | 4                   |
| <b>Bløtdyr (mollusca)</b>           |        |                     |
| <i>Pisidium</i> sp.                 | 0,25   | 180                 |
| <b>Fåbørstemark (Oligochaeta)</b>   |        | 330                 |
| <b>Fjærmygg (Chironomidae)</b>      |        | 1200                |
| <b>Sviknott (Ceratopogonidae)</b>   |        | 8                   |
| <b>Knott (Simuliidae)</b>           |        |                     |
| Ubestemte larver                    |        | 2000                |
| <b>Stankelbein (Tipulidae)</b>      |        |                     |
| <i>Tipula</i> sp.                   |        | 12                  |
| <b>Møkkflue (Muscidae)</b>          |        |                     |
| <i>Limnophora</i> sp.               |        | 4                   |
| <b>Sum</b>                          |        | 3806                |
| <b>Indeks 1</b>                     |        | 0,5                 |

## VURDERING

Storevatnet har en relativt tett bestand av aure. Fiskens kondisjon og årlige tilvekst er normalt god. Det er årlig rekruttering av aure i innsjøen, utløpselven er viktigste gytelokalitet. Fiskebestanden har hatt økende tetthet siden prøvefisket i 2001, noe som trolig skyldes redusert uttak. Som i mange kystnære innsjøer virker det å være relativt kort levealder på fisken. Innsjøen ble sist gang kalket i 2002, og det er ikke lenger noen effekt av denne kalkingen på vannkvaliteten i innsjøen, men rester av kalkgrus finnes i gytebekkene og kan ha betydning der. Vannkvalitetsmålingene indikerer at auren i innsjøen ikke har noe særlig forsøringsproblem. De hyppige sjøsaltilførslene gjør og at auren i innsjøen blir mer tolerant for vannkvaliteter som ellers kunne vært skadelig. *Daphnia longispina* ble ikke påvist i planktonprøvene eller i mageprøvene, på tross av at arten finnes i det ovenforliggende Litlevatnet. Dette skulle tilsi at det er en jevn tilførsel av arten til Storevatnet, likevel klarer den ikke å etablere seg. Det finnes ikke noen gode forklaringer på dette, men tilsvarende er registret i Gaularvassdraget.

## LITTERATUR

- BĚRZIŇŠ, B. & B. PEJLER 1987. Rotifer occurrence in relation to pH. *Hydrobiologia* 147, side 107-116.
- BORGSTRØM, R. 1995. Dynamiske endringer i aurebestander side 57-70 i: BORGSTRØM, R., B. JONSSON & J. H. L'Abée-Lund 1995. Ferskvannsfisk, Økologi kultivering og utnytting. Sluttrapport for forskningsprosjektet "Fiskeforsterkningstiltak i norske vassdrag", FFT. Norges Forskningsråd.
- ERSTAD, K.-J. & T. HOLSEN. 1991. Resultat av prøvofiske etter aure i Storevatn & Litlevatn, Grytøyra i Fjaler - Storevatn Grunneigarlag - 08.-10. november 1991. Fureneset Forskningsstasjon Rapport nr. 1/1991. 44 s.
- FJELLHEIM, A. & G.G. RADDUM 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment* 96: 57-66
- FORSETH, T., H.M. BERGER, T. NØST, K. AAGAARD, J. BREISTEIN, H. DYRENDAL, T. BONGARD & L. FLØYSTAD. 1999. Biologisk status I 22 innsjøer I Sogn og Fjordane I 1998. NINA stensilrapport: 1-156.
- FROST, S., A. HUNI & W.E.KERSHAW 1971 Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.* 49: 167-173.
- HESSEN, D.O., B. A. FAAFENG & T. ANDERSEN 1995. Competition or niche segregation between *Holopedium* and *Daphnia*; empirical light on abiotic key parameters. *Hydrobiologia* 307: 253-261.
- HOBÆK, A. 1998. Dyreplankton fra 38 innsjøer i Sogn og Fjordane. NIVA-rapport nr 3871-98. 34 sider.
- KNUDSEN, F. R. & H. SÆGROV 2002. Benefits from horizontal beaming during acoustic survey: application to three Norwegian lakes. *Fisheries Research* 56: 205-211.
- KROGLUND, F. 2007. Metode for å beregne en "naturlig" vannkvalitet i kalka innsjøer i Aust-Agder. NIVA-rapport 5364-2007.
- KÅLÅS 2004. Fiskeundersøkingar i Haugdalselva 2000 til 2003. Rådgivende Biologer AS, rapport 734, 53 sider. ISBN 82-7658-249-4
- KÅLÅS, S., A. E. BJØRKLUND & G. H. JOHNSEN 1996. Kalkingsplan for Fedje kommune 1995. Rådgivende Biologer AS, rapport 186, 30 sider. ISBN 82-7658-090-4
- LIEN, L., G.G.RADDUM, A.FJELLHEIM & A HENRIKSEN. 1996. A critical limit for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new analyses of fish and invertebrate responses. *The Science of the Total Environment* 177: 173-193.
- LUND, R. A., R. SAKSGÅRD, T BONGARD, K AAGAARD, R. H. DAVERDIN, T FORSETH & L FLØYSTAD 2002. Biologisk status i 15 innsjøer i Sogn og Fjordane i 2001. NINA stensilrapport: 1-119 s.
- NOGRADY, T. & H. SEGERS (eds.) 2002. Rotifera Volume 6. Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental waters of the world 18. Backhuys Publishers, Leiden. 264 sider.
- RADDUM, G. G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. side 7 - 16 i: RADDUM, G. G., B. O. ROSSELAND & J. BOWMAN, Workshop on biological assessment and monitoring: avaluation and models, NIVA - rapport 4091-99, ISBN 82-577-3698-8
- ROSSELAND, B.O., I.A.BLAKAR, A.BULGER, F.KROGLUND, A.KVELLESTAD, E.LYDERSEN, D.H.OUGHTON, B.SALSBU, M.STAURNES & R.VOGT 1992. The mixing zone between limed and acid waters: complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. *Environmental Pollution* 78:3-8.
- SÆGROV, H. (red.) 2000. Konsekvensutgreiing Kjøsnesfjorden Kraftverk – Fiskebiologiske undersøkingar. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 421, 105 sider.
- SÆGROV, H. & E. BREKKE 2000. Fiske- og planktonundersøkingar i Viksdalsvatnet, Hestafjorden og Lauvavatnet i 1999. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 452, 19 sider. ISBN 82-7658-305-9

## VEDLEGGSTABELL

*Vedleggstabell A. Vannkvalitet i utløpet fra 5 innsjøer i Sogn og Fjordane høsten 2007.*

| Vann ID | Innsjø                 | Dato     | Fargetall | pH   | Ca   | Mg   | Na   | K    | Cl   | N    | Sulfat | Al   | Alum.<br>(reaktiv) | Alum.<br>(illabil) | Alum.<br>(labil) | ANC    |
|---------|------------------------|----------|-----------|------|------|------|------|------|------|------|--------|------|--------------------|--------------------|------------------|--------|
|         |                        |          | mg Pt/l   |      | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | mg/l | µg/l | mg/l   | µg/l | µg/l               | µg/l               | µg/l             | µekv/l |
| 28712   | Øvre Trollebotnsvatnet | 29.08.07 | <5        | 5,99 | 0,23 | 0,08 | 0,65 | <0,1 | 1,6  | <20  | 0,55   | 169  | 9                  | 6                  | 3                | -9,3   |
| 28709   | Norrdalsvatnet         | 29.08.07 | <5        | 6,47 | 0,43 | 0,11 | 0,78 | <0,1 | 1,5  | 39   | 0,58   | 154  | 7                  | 6                  | 1                | 9,6    |
| 28730   | Storevatnet nord       | 30.08.07 | 10        | 6,15 | 0,35 | 0,12 | 0,93 | <0,1 | 1,7  | <20  | 0,52   | 148  | 16                 | 10                 | 6                | 9,9    |
| 160054  | Litlevatnet            | 31.08.07 | 118       | 6,51 | 1,96 | 0,77 | 4,9  | 0,17 | 8,4  | <20  | 2,6    | 291  | 52                 | 51                 | 1                | 85,0   |
| 28572   | Storevatnet Einunga    | 31.08.07 | 92        | 5,91 | 1,02 | 0,74 | 5,1  | 0,24 | 8,8  | <20  | 2,4    | 213  | 56                 | 55                 | 1                | 38,9   |