

804 Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Nåvatn og Skjerkevatn i Mandalsvassdraget høsten 2011 – Fisk og krepsdyr

NINA Rapport

Trygve Hesthagen
Bjørn Walseng



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Nåvatn og Skjerkevatn i Mandalsvassdraget høsten 2011 – Fisk og krepsdyr

Trygve Hesthagen
Bjørn Walseng

Hesthagen, T. & Walseng, B. 2012. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Nåvatn og Skjerkevatt i Mandalsvassdraget høsten 2011 – Fisk og krepsdyr. - NINA Rapport 804. 31 s

Trondheim, juni 2012

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2399-7

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Kjetil Hindar (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Agder Energi Produksjon

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Aleksander Andersen

FORSIDEBILDE

Langevatn-magasinet. Foto: Trygve Hesthagen

NØKKELOD

- Mandalsvassdraget, Vest-Agder)
- fisk (aure)
- konsekvensutredning
- vassdragsregulering

]

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00
Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkeltgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00
Telefaks: 61 22 22 15

www.nina.no

Sammendrag

Hesthagen, T. & Walseng, B. 2012. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Nåvatn og Skjerkevatn i Mandalsvassdraget høsten 2011 – Fisk og krepsdyr. - NINA Rapport 804. 31 s.

Høsten 2011 ble det gjennomført ferskvannsbiologiske undersøkelser i Nåvatn og Skjerkevatn (Hagedalsvatn) i Mandalsvassdraget. Hensikten med prosjektet var å gi en status om miljøforholdene basert på vannkjemi og planktonsamfunn, samt å vurdere bestandsstatus og kompensasjonstiltak for aure i form av utsetninger for å opprettholde et best mulig fiske. De to magasinene ble etablert i 1932, med en reguleringshøyde på henholdsvis 36,5 og 14,0 m. Det foreligger ingen pålegg om fiskeutsetninger for de to innsjøene. I perioden 1985-2001 ble det imidlertid satt ut bekkerøye, og siden 2006/2007 har det vært årlige utsetninger av aure. I 2011 omfattet dette henholdsvis 5 000 og 3 000 énsomrig settefisk. Det ble også gjennomført en fiskebiologisk undersøkelse i de to innsjøene høsten 2005.

Både Nåvatn og Skjerkevatn og de to innløpselvene til Nåvatn i nordvest, Uvdalsbekken og Vetingåni, er fortsatt betydelig forsuringspåvirket, med pH og labilt (giftig) Al på henholdsvis 5,0-5,2 og 20-23 µg/L. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) er negativ når man inkluderer organiske syrer (ANC_{mod}), med verdier mellom +0,1 og -9,3 µekv/L. Alkaliteten er lav, med 1-9 µekv/L. Alle de undersøkte lokalitetene er næringsfattige, med 0,17-0,24 mg/L kalsium og 3,2-5,0 µg/L i total fosfor (P).

Planktonsamfunnene i både Nåvatn og Skjerkevatn blir vurdert som noe forsuringsskadet. *C. scutifer* ble nemlig påvist begge steder, og hadde innsjøene vært sterkt forsuringsskadet ville vi ikke denne hoppekrepsarten forekommet. Planktonsamfunnene var for øvrig meget artsfattige, og daphnier synes å mangle helt. I begge vannene var det en dominans av de tre vannloppene *Holopedium gibberum*, *Bosmina longispina* og *Bythotrephes longimanus*. Littoralfaunaen var også meget artsfattig, med en klar dominans av *B. longispina*.

I Nåvatn ble det fisket med 22 Nordiske oversiktsgarn (30 x 1,5 m) fordelt på ni stasjoner og tre dyp (0-3, 3-6 og 6-12 m). Magasinet har fremdeles en meget tynn aurebestand, med en totalfangst på 38 individ. Det tilsvarer et utbytte pr. 100 m² garnareal (Cpue) på 3,8 individ. Bestanden har imidlertid økt betydelig siden 2005, da Cpue var 1,0 (n=10). I 2011 ble det fanget mest fisk på de fire stasjonene i sørligste del av magasinet, samt på én stasjon i nordenden. Fangstene på disse stasjonene utgjorde nærmere 80 % av totalen. På de to stasjonene i Svartevatn inn mot Solbu ble det bare tatt to aure. I 2011 var innslaget av settefisk i Nåvatn 58 %, mot 20-30 % i 2005. Det var store variasjoner i andelen settefisk innen magasinet; fra 27 % på stasjonene lengst nord, 56 % på de i midtre deler og 82 % på de lengst sør. Det ble fanget fisk i aldersgruppene fra 0+ til 5+. Auren i Nåvatn viser små endringer i tilveksten i de siste årene. Kondisjonsfaktoren er fortsatt god med en gjennomsnittlig verdi på 1,10. I Nåvatn vurderes bare Uvdalsbekken og Vetingåni som aktuelle gytebekker. Det ble ikke påvist naturlig rekruttering i disse to bekkene, og fangsten begrenset seg til én utsatt aure i Uvdalsbekken. Den ikke-merkede auren i garnfangstene i Nåvatn antas å komme fra Langevatn via overføringstunnelen i nord, hvor den naturlige rekrutteringen har vært økende i senere år. I Nåvatn har det i de siste årene vært en reduksjon i mengden utsatt aure fra 10 000 individ i 2007/2008, til 2 500 i 2009, 4 500 i 2010 og 5 000 individ i 2011. Ut fra at auren i magasinet ennå ikke reproducerer, og at bestanden er meget tynn og har middels god vekst, foreslår vi at utsettingene i kommende 5-års periode holdes på 2011-nivå. Det er viktig at settefisken blir spredt godt rundt hele magasinet.

Det biologiske målet for reguleringsmagasinene i Mandalsvassdraget er naturlig reproduserende aurebestander som kan gi et høstbart overskudd av fisk med god kvalitet. I Nåvatn er Uvdalsbekken og Vetingåni de eneste aktuelle gytebekkene for aure. Begge lokalitetene har egnet gytesubstrat, men vannkvaliteten er ennå for dårlig til at aure kan produsere. Et alternativ er derfor å kalke én av disse elvene. Men de har relativt stor vannføring, så det er trolig nød-

vendig med tilførsel av mye kalk for å få en vellykket avsyring av vannet. Driften av et kalkingsanlegg basert på brønner i så vidt avsidesliggende lokaliteter vil trolig også by på problemer. Resultatet av et kalkingsprosjekt er derfor usikkert, og ikke tilrådelig. Men med en forventning om at elvene etter hvert får en akseptabel vannkvalitet, foreslås det å sette ut fisk med ca. 250 individ i hver pr. år.

I Skjerkevatn ble det fisket med ni Nordiske oversiktsgarn på tre stasjoner, og på de samme dypene som i Nåvatn. I 2005 var magasinet nærmest fisketomt på grunn av manglende utsettinger, med en fangst på kun én aure og to bekkerøyer. I 2011 ga prøvefiske et utbytte på 22 aure, eller Cpue på 5,4 individ. All fisk var fettfinneflippet og dermed utsatt. Utsettingene av 3000 individ pr. år siden 2007 har derfor gitt et bra resultat. Fisken hadde også rimelig god vekst og kvalitet. Fiskebestanden i Skjerkevatn synes å være tilstrekkelig stor for å høste et visst overskudd. Det er viktig at fisken holder en bra størrelse og kvalitet, og det forslås at de årlige utsettingene blir redusert til 2 500 individ. Skjerkevatn har trolig ingen egnet gytebekk, kanskje bortsett fra den fra Lonin i nordøst.

Trygve Hesthagen, Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685, 7485 Trondheim.

E-post: trygve.hesthagen@nina.no

Bjørn Walseng, Norsk institutt for naturforskning. Gaustadaløen 21, 0349 Oslo. E-post: bjorn.walseng@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Områdebeskrivelse	8
2.1 Belligenhet og reguleringer.....	8
3 Fiskeutsetninger	11
4 Metoder	12
4.1 Vannkjemiske analyser.....	12
4.2 Krepssdyr.....	12
4.3 Garnfiske.....	12
4.4 Elfiske.....	13
5 Resultater	15
5.1 Vannkvalitet.....	15
5.2 Krepssdyr.....	15
5.2.1 Planktonsamfunnet.....	16
5.2.2 Littoralsamfunnet.....	18
5.2.3 DCA-ordinasjon.....	19
5.3 Bestandsforholdene hos fisk.....	21
5.3.1 Fangstutbytte ved prøvefiske med garn.....	21
5.3.2 Alder, vekst og størrelse.....	22
5.3.3 Kondisjon.....	25
5.3.4 Kjønnsmodning.....	26
5.3.5 Ernæring.....	26
5.3.6 Elfiske.....	27
6 Diskusjon	28
7 Referanser	30

Forord

Undersøkelsene i Nåvatn og Skjerkevattn ble gjennomført høsten 2011 på oppdrag for reguleren i Mandalsvassdraget, Agder Energi Produksjon (AEP). Hovedhensikten med prosjektet var å gi en vurdering av bestandsforholdene og gi tilrådninger om kompensasjonstiltak i form av fiskeutsetninger. Feltarbeidet ble utført av Trygve Hesthagen (NINA) og Svein Haugland (AEP). Leidulf Fløystad (NINA) har aldersbestemt fisken, mens Randi Saksgård (NINA) har analysert fiskens mageinnhold. Rapporten er kvalitetssikret av Odd Terje Sandlund (NINA). Vi takker med dette AEP for oppdraget.

Juni 2012
Trygve Hesthagen

1 Innledning

Øvre deler av Mandalsvassdraget har flere regulerte innsjøer, med Juvatn, Langevatn, Nåvatn og Ørevatn som de største (**figur 1**). Reguleringene ble gjennomført i perioden 1932 til 1961. Aure har vært eneste fiskeart i disse områdene, og rekrutteringen ble sterkt skadet som følge av disse reguleringene. Dette skyldtes både etablering av dammer på utløpene og neddemning av andre gyteområder. Etter hvert ble vassdraget også hardt rammet av forsuring, med pH-verdier på 4,5-4,7. Dette førte til at alle de lokale aurebestandene ble utryddet i løpet av 1960/70-tallet grunnet sviktende rekruttering (Gunnerød m.fl. 1981, Sevaldrud & Muniz 1980, Hesthagen & Østborg 2008a). I mange reguleringsmagasiner ble tapet av aure etter hvert kompensert ved utsetting av anleggsprodusert fisk. Men etter hvert som forsuring økte i omfang, forsvant også denne fisken. Mange av reguleringsmagasinene i øvre deler av Mandalsvassdraget var derfor i en periode helt fisketomme. På 1980-tallet ble det satt i gang utsettinger av bekkerøye i vassdraget. Tilslaget var bra fordi den er betydelig mer tolerant for surt vann en vanlig brunauere.

I løpet av de siste årene er det gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i flere reguleringsmagasiner i Mandalsvassdraget. Høsten 2005 omfattet dette Nåvatn og Skjerkevatn (Hesthagen & Haugland 2006). Det ble satt ut bekkerøye i begge magasinene i perioden 1985 til 2001. Det var bare i Nåvatn at det i årene forut for undersøkelsen i 2005 ble satt ut aure, nemlig 5 000 individ i 2002. Undersøkelsen i 2005 viste at Nåvatn hadde svært tynne bestander av både bekkerøye og aure, med en fangst på henholdsvis 9 og 10 individ. I Skjerkevatn ble det kun fanget én aure og to bekkerøyer. Det ble ikke påvist naturlig rekruttering hos aure verken i Nåvatn eller Skjerkevatn. Et prøvofiske i 1972 viste at de stedeagne aurebestandene i Nåvatn og Skjerkevatn var gått tapt eller var i ferd med å gå tapt, med et fangstutbytte på henholdsvis null og ett individ (Gunnerød m.fl. 1981). Begge lokalitetene var kronisk sure, med pH-verdier på 4,6.

Etter den forrige undersøkelsen i 2005 har det vært omfattende utsettinger av aure i både Nåvatn og Skjerkevatn, med totalt henholdsvis 37 500 og 15 000 individ fram til 2011. Etter 2005 er det ikke lenger tillatt å sette ut bekkerøye i norske vassdrag fordi det er en fremmed art. Hensikten med dette prosjektet er evaluere resultatet av de pågående fiskeutsettingene i de to magasinene. Her inngår fangstutbytte i ulike deler av magasinene, andel merket (utsatt) fisk, samt analyse av alder, vekst og kondisjon. Det vil også bli foretatt en analyse av forsuringssstatusen til de to innsjøene, basert på vannkjemi og planktonsamfunn i frie vannmasser og i strandsonen.

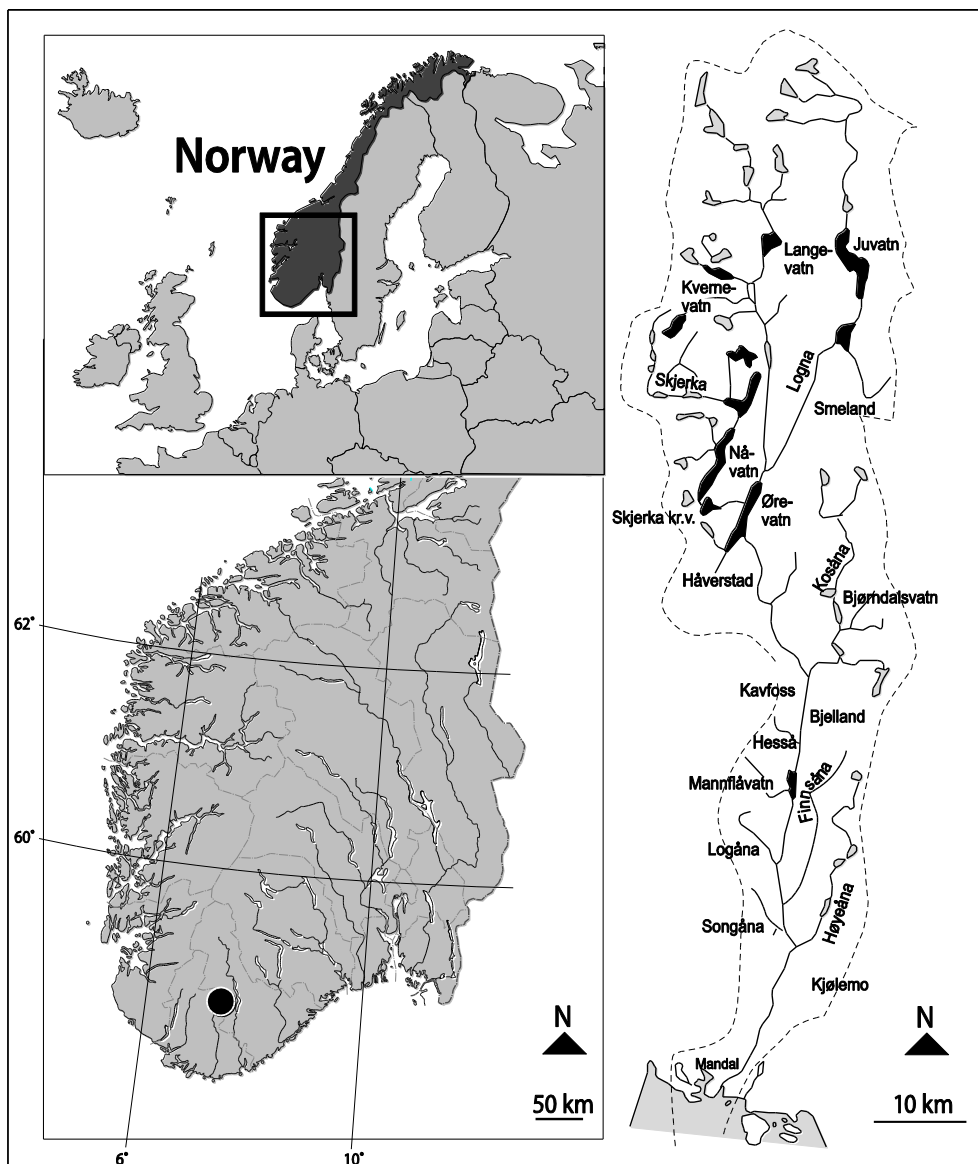
2 Områdebeskrivelse

2.1 Beliggenhet og reguleringer

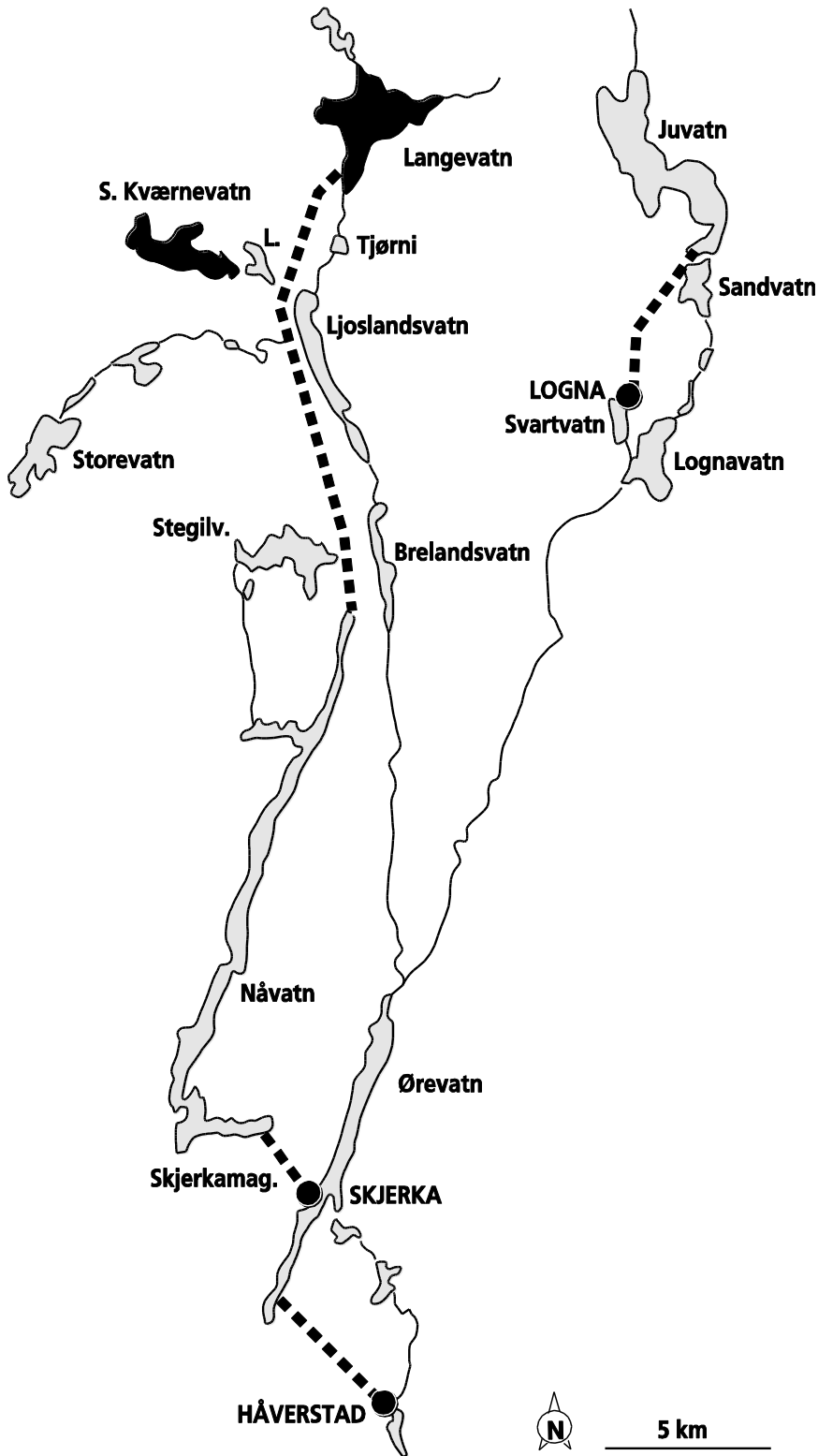
Både Nåvatn og Skjerkevatn (Hagedalsvatn) ligger i Åseral kommune i nordvestlige deler av Mandalsvassdraget (**figur 1**). Begge magasinene er lokalisert i bjørkeregionen, på henholdsvis 628 og 605 m o.h. (**tabell 1**). Nedbørfeltet har også noe innslag av andre løvtrær som rogn, samt furu som i indre deler av Nåvatn. Dette magasinet består av fire innsjøer: Åstølvatn og Svartevatn i nord (627 m o.h.), Sandvatn (606 m o.h.) og Nåvatn (606 m o.h.). Største målte dyp i nord (Svartevatn) var 38 m, mot 58 m i søre deler av magasinet. Skjerkevatn (Hagedalsmagasinet) består av Hagedalsvatn, øvre Skjerkevatn og nedre Skjerkevatn. Både Nåvatn og Skjerkevatn ble regulert i forbindelse med byggingen av Skjerka kraftverk i 1932. Reguleringshøydene er henholdsvis 36,5 og 14,0 m. Begge magasinene er en del av en større regulering i Mandalsvassdraget, der vatn fra Langevatn og Store Kvernevatn blir ført i tunnel til Nåvatn og videre til Skjerkevatn (**figur 2**). Herfra blir vatnet ført i tunnel til Skjerka Kraftverk ved Ørevatn, og videre i tunnel til Håverstad Kraftverk ved Mandalselva. Det går vei til Nåvatn både til utløpet og til Svartevatn i nord, mot Solbu. Det går vei langs deler av Skjerkevatn. Siktedypet i Nåvatn og Skjerkevatn ble i 2005 og 2011 målt til henholdsvis 3 vs. 3,5 m og 3 vs. 4,0 m.

Tabell 1. Kartreferanse og noen fysiske data for Nåvatn og Skjerkevatn.

	Nåvatn	Skjerkevatn
Kartblad	1412-III	1412-III
UTM-referanse	64950-4015	64938-4030
Magasin nr.	310	309
Vann-nr.	7657	1178
Vassdrags-nr.	022.E2C1	022.E2B1
Høyde HRV (m)	628	605
Reguleringshøyde (m)	36,5	14,0
Areal ved HRV (ha)	913	170



Figur 1. Lokalisering av Mandalsvassdraget, med nedbørfelt der reguleringsmagasinene i vassdraget er skravert i svart. Náváttn og Skjerkeváttn er lokalisert i vestlige og midtre deler av vassdraget.



Figur 2. Kart over øvre deler av Mandalsvassdraget med overføringstuneller til og fra Nåvatn.

3 Fiskeutsettinger

Det eksisterer ingen utsettingspålegg for verken Nåvatn-magasinet eller Skjerkevatn. I 1939 ble det avsatt et fiskefond for disse innsjøene, der renteavkastningen skulle dekke kostnadene til settefisk. Utsettinger med bruk av aure kom i gang i 1962, etter avtale mellom Vest-Agder Energiverk og Landbruksdepartementet (Saltveit 1994). I 1973 opphørte disse utsettingene fordi det viste seg at overlevelsen var dårlig på grunn av det sure vannet. Fram til og med 1984 ble det ikke satt ut fisk i disse to magasinene.

Tabell 2. Utsetting av bekkerøye (B) og aure (A) i Nåvatn og Skjerkevatn i perioden 1998-2011.

År	Nåvatn	Skjerkevatn
1998	3 900 B	2 700 B
1999	3 900 B	2 100 B
2000	3 900 B	2 700 B
2001	900 B	700 B
2002	5 000 A	0
2003	0	0
2004	0	0
2005	0	0
2006	5 500 A	0
2007	10 000 A	3 000 A
2008	10 000 A	3 000 A
2009	2 500 A	3 000 A
2010	4 500 A	3 000 A
2011	5 000 A	3 000 A

I 1985 ble det satt i gang utsettinger av énsomrig bekkerøye Nåvatn og Skjerkevatn, med henholdsvis 1 500 og 1 200 individ pr. år. Disse utsettingsmengdene ble trolig opprettholdt fram til slutten av 1990-tallet, da de er angitt som påleggstill i DN's register. I perioden 1998-2000 ble det hvert år satt ut 3 900 bekkerøyer i Nåvatn, mens antallet i Skjerkevatn varierte mellom 2 100 og 2 700 individ (**tabell 2**). I 2001 var antallet redusert til henholdsvis 900 og 700 bekkerøyer i de to magasinene. I Nåvatn ble også satt ut aure i 2002, med 5 000 ettåringer ved Sikil nord i magasinet. I de tre påfølgende årene var det ingen utsettinger i Nåvatn. Da utsettingen igjen kom i gang i 2006, ble det satt ut 5 500 énsomrige aureunger i magasinet. Dette ble økt til 10 000 individ i 2007 og 2008. I de to siste årene, 2010 og 2011, har utsettingene omfattet henholdsvis 4 500 og 5 000 individ (5,5 individ pr. hektar). I Skjerkevatn ble det satt i gang utsettinger av aure i 2007, og siden har det hvert år omfattet 3 000 énsomrige individ (17,6 individ pr. hektar).

Settefisker i alle de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget har i de siste årene vært produsert ved Finså klekkeri i Marnadal. Siden 2002 har dette vært avkom av aure fra Sandvatn, lokalisert nedstrøms Juvatn-magasinet øst for Langevatn. Her har det vært fanget stamfisk med ruse og elektrisk fiskeapparat på innløpet. I Sandvatn har det også vært forsterkningsutsettinger. Gytemodne individ av utsatt fisk har imidlertid ikke vært benyttet som stamfisk, da den har vært fettfinneklippet og kunne skilles fra naturlig produsert fisk. Gytefisk fra Sandvatn blir transportert til Finså klekkeri hvor den ble strøket. I 2006, 2007 og 2008 var gjennomsnittlig lengde±sd hos settefisker henholdsvis 64±3, 67±4 og 65±3 mm (Hesthagen & Haugland 2009). All fisk som i de siste årene har vært satt ut i innsjøer i Mandalsvassdraget har vært merket ved å fjerne fettfinnen. Fisker har vært satt ut i slutten av juni måned.

4 Metoder

4.1 Vannkjemiske analyser

Det ble tatt vannprøver fra ymse tilløpsbekker og selve de to magasinene både i 2005 og 2011. Prøvene ble analysert for full ionebalanse for beregning av syrenøytraliserende kapasitet (ANC), dvs. summen av base kationer [BC] (Ca + Mg + Na + K) minus summen av sterke syrers anioner [SAA] (SO₄ + NO₃ + Cl). Det er foreslått å modifisere ANC hvor organiske syrer som permanent opptrer som anioner i pH-området for naturlig vatn (pH > 4,5) inngår sammen med de uorganiske sterksyreanionene (Lydersen m.fl. 2004a, b). Parameteren blir kalt ANC_{mod} og blir beregnet på basis av to konstanter og innholdet av TOC (total organisk karbon):

$$\text{ANC}_{\text{mod}} = [\text{BC}] - ([\text{SAA}] + (\frac{1}{3} * 10,2 * \text{TOC}))$$

Ulike aluminiumfraksjoner (Al) ble også analysert, inkludert den uorganiske og giftige fraksjonen, som kalles labilt aluminium. Prøvene ble analysert på Trondheim kommune sitt vannkjemiske laboratorium.

4.2 Krepssdyr

Planktonprøver i de frie vannmasser ble tatt med håvtrekk fra bunnen og opp til overflaten fra antatt dypeste punkt i de to innsjøene. I tillegg ble det tatt to kvalitative littoralprøver ved å kaste håven like over bunnen i et habitat som var representativt for lokaliteten. I begge habitatene ble det benyttet en med planktonhåv med maskevidde 90 µm, diameter 30 cm og dybde 57 cm. I Nåvatn ble den littoralen prøven ble tatt ved dammen, mens planktonprøven ble tatt ut fra stasjon 9 (jf. **figur 3**). I Skjerkevatt ble littoralprøven tatt ved stasjon 1, mens planktonprøver ble tatt midtfjords ut fra denne stasjonen (jf. **figur 3**).

Individuelle krepssdyrprøver ble fraksjonert og minst 200 individ ble artsbestemt. Resten av prøven ble så gjennomgått for eventuelt flere arter. Vannloppene (cladocerene) er bestemt ved hjelp av Smirnov (1971), Flössner (1972) og Herbst (1976), mens hoppekrepssene (copepodene) er bestemt ved hjelp av Sars (1903, 1918), Rylov (1948) og Kiefer (1973, 1978). Nauplier og små copepoditter er ikke artsbestemt.

Krepssdyrmaterialet er analysert med Detrended Correspondence Analysis (DCA) (Hill 1979, 1980), med programmet CANOCO (ter Braak & Smilauer 1998). Ordinasjon er gjort på forekomst/fravær data der Nåvatn og Skjerkevatt sammen med ni Agdervannene som ble prøvetatt etter samme opplegg i 2006 (Hesthagen m.fl. 2006) er behandlet både passivt og aktivt i et datasett bestående av forsurede lokaliteter (Bjorvatn og Kvernelandsvatt i Rorevassdraget) samt artslister fra Songevatt i Vennessla (minus tre survannstolerante arter) som er ment å representere en tilnærmet ikke-forsuret situasjon. DCA arrangerer artslistene slik at de med lik artssammensetning blir liggende nær hverandre når resultatet plottes i et aksekors, mens artslister med ulik artssammensetning blir liggende lengre fra hverandre i plottet. Da forskjeller i artssammensetning mellom stasjonene gjenspeiler forskjeller i miljøet, vil aksene i plottet representere underliggende miljøvariabler. Selv i en ikke-forsuret situasjon må vi påregne å finne survannstolerante arter, og vi kan derfor ikke forvente at de undersøkte lokalitetene skal få samme artssammensetning som den vi operer med i DCA-analysen. Resultatet vil imidlertid fortelle oss i hvilken retning utviklingen går, samt forskjeller mellom de undersøkte lokalitetene.

4.3 Garnfiske

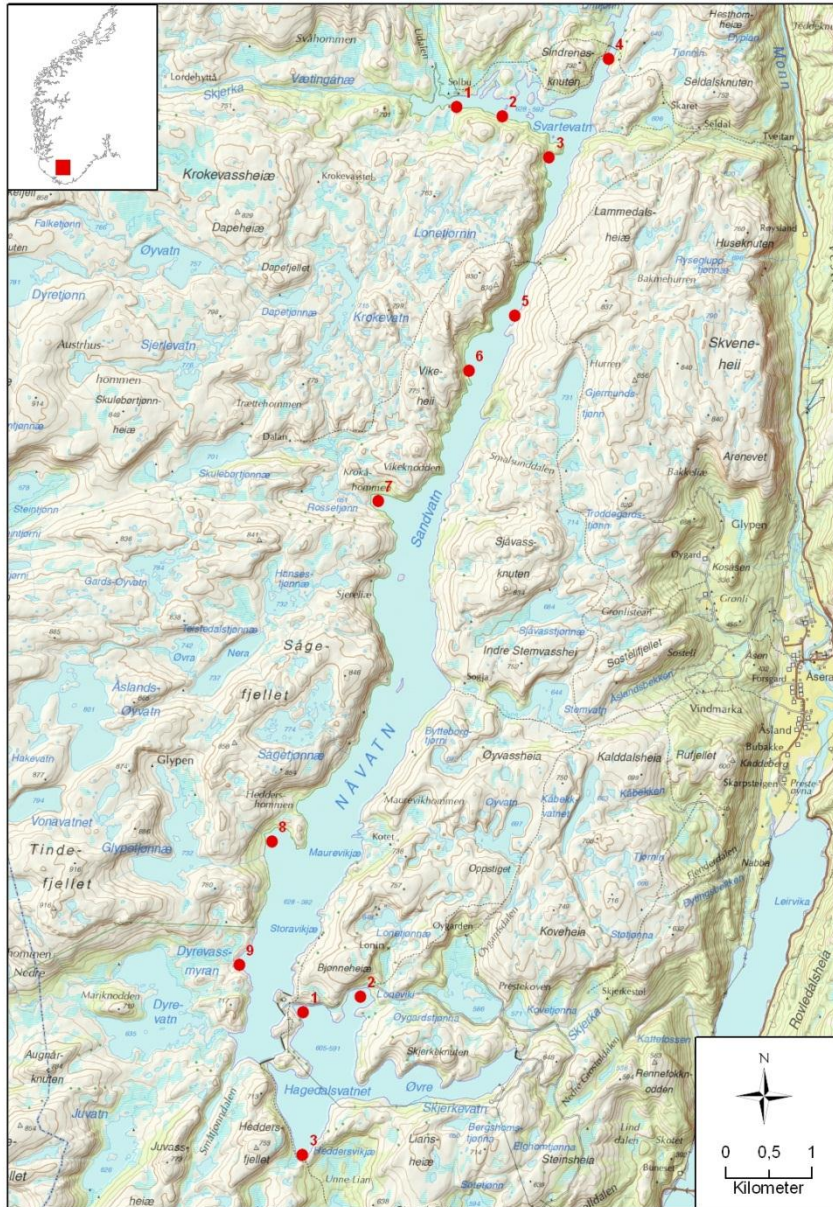
Prøvefiske ble gjennomført i perioden 8. til 11. august, og fulgte samme opplegg som i 2005 (jf. Hesthagen & Haugland 2006). I Nåvatn ble det benyttet 22 Nordiske oversiktsgarn (bunnegarn) fordelt på ni stasjoner fra nord til sør i magasinet (**figur 3**). Hvert garn er 30 m langt og 1,5 m

dypt, og dekker følgelig et areal på 45 m². Disse garna er inndelt i 12 segmenter med maskeviddene 5.0, 6.3, 8.0, 10.0, 12.5, 15.5, 19.5, 24.0, 29.0, 35.0, 43.0 og 55.0 mm (Appelberg m.fl. 1995). Det innebærer at hver maskevidde er representert med et areal på 2,5 m x 1,5 m (3,75 m²). Garna ble satt i tre dybdeintervaller: 0-3 (n=9), 3-6 (n=9) og 6-12 m (n=4). I Skjerkevatn ble det satt ni garn på tre stasjoner og i de samme dybdeintervallene som i Nåvatn (**figur 3**). Utbyttet blir uttrykt som antall individ fanget pr. 100 m² garnareal pr. natt, eller ca. 12 timers fiske (Cpue).

For hver fisk ble det registrert lengde (nærmeste mm), vekt (nærmeste gram), kjønn og modningsgrad. Til aldersbestemmelse ble det tatt skjellprøver, samt øresteiner (otolitter) fra et utvalg individ. Ved prøvetakingen ble det registrert om fisken var merket ved at fettfinnen var fjernet. Det ble også notert om fisken hadde andre ytre tegn til oppdrett, som slitte eller deformerte finner. Fiskens opphav ble også vurdert på grunnlag av skjellene i forbindelse med aldersanalysen.

4.4 Elfiske

Det ble gjennomført elfiske med et bærbart elektrisk fiskeapparat av typen Paulsen i ulike tiløpsbekker til Nåvatn. Hver lokalitet ble avfisket én gang.



Figur 3. Kart som viser plasseringen av garnstasjonene i Nåtun (1-9) og Skjerkevåtn (1-3).

5 Resultater

5.1 Vannkvalitet

Uvdalsbekken og Vetingåni i vestenden av Svartevatn i nordlige deler av Nåvatn-magasinet er fortsatt betydelig forsuret med pH 5,0-5,10 og 20-23 µg/L giftig labilt Al (Al-L) (**tabell 3**). Nåvatn og Skjerkevatt hadde en tilsvarende vannkvalitet, med pH 5,20 og 21-22 µg/L labilt Al. Bekken fra Rossetjønna, som renner ut i Nåvatn (tidligere Sandvatn), er også forsuret med pH 5,01 og 24 µg/L labilt Al målt i 2005 (jf. Hesthagen & Haugland 2006). Syrenøytraliserende kapasitet beregnet ved å inkludere sterke syrer (ANC_{mod}) er fortsatt lav med verdier fra +0,1 til -9,3 µekv/L. I noen lokaliteter har ANC_{mod} avtatt siden 2005, noe som trolig skyldes økt innhold av TOC; med 3,1-6,4 mg/L mot 1,5-2,8 mg/L i 2005. Alkaliteten er lav, med 1-9 µekv/L. Alle de undersøkte lokalitetene er næringsfattige, med 0,17-0,24 mg/L kalsium og 3,2-5,0 µg/L total fosfor (P).

Tabell 3. Vannkjemiske data fra Uvdalsbekken og Vetingåni som renner ut i Nåvatn i nordvest, og i selve magasinene av Nåvatn (N) og Skjerkevatt (S) i 2005 og 2011.

Inn- sjø	Sted	År	Kond µS/cm	pH	Alkali- tet µekv/L	Ca mg/l	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	SO ₄ mg/L	Cl mg/L	NO ₃ µg/L	Labilt Al µg/L	TOC mg/L	ANC µekv/L	ANC- mod µekv/L
N	Uvdalsbk	2005	12,4	4,99	0	0,25	0,12	0,96	0,09	0,79	1,58	39	29	2,2	+2,5	-5,0
N	Uvdalsbk	2011	10,0	5,10	6	0,24	0,11	0,77	0,09	0,50	0,88	19	23	6,4	+20,2	-1,5
N	Vetingåni	2005	6,2	5,21	0	0,11	0,07	0,52	0,03	0,37	0,75	5	15	1,5	+5,2	+0,1
N	Vetingåni	2011	11,0	5,00	1	0,17	0,11	0,71	0,03	0,47	0,89	30	20	6,3	+12,2	-9,3
N	Magasin	2005	10,6	5,63	2	0,34	0,12	0,97	0,11	0,83	1,36	39	10	1,5	+14,1	+9,0
N	Magasin	2011	10,0	5,20	9	0,21	0,10	0,81	0,07	0,62	1,15	52	21	3,7	+6,7	-5,9
S	Magasin	2005	12,8	5,05	0	0,22	0,13	0,99	0,08	0,79	1,57	99	38	1,6	-1,2	-6,7
S	Magasin	2011	11,0	5,20	9	0,19	0,11	0,91	0,12	0,66	1,35	68	22	3,1	4,5	-6,0

5.2 Krepssdyr

Det ble kun registrert 10 krepssdyrarter fordelt på seks vannlopper og fire hoppekrepss (**tabell 2**). Nåvatn og Skjerkevatt hadde respektive åtte arter (fem arter vannlopper og tre arter hoppekrepss) og 10 arter (seks arter vannlopper og fire arter hoppekrepss). Alle åtte artene som ble funnet i Skjerkevatt, var også til stede i Nåvatn. Alle krepssdyrartene er vanlig forekommende på Sørlandet.

Sammenlignet med andre undersøkelser var artsdiversiteten svært lav i de to vannene. Hesthagen m.fl. (2006) fant 41 arter i en undersøkelse av ni vann i Vest-Agder og Aust-Agder, med samme innsats som i denne undersøkelsen. I følge Fauna Norvegica er det i Vest-Agder registrert 53 arter fordelt på 34 vannlopper og 19 hoppekrepss (Walseng & Halvorsen 1995 a,b). Det er meget spesielt at planktonprøvene fra de frie vannmassene i begge vannene var like artsrike som littoralprøvene.

5.2.1 Planktonsamfunnet

I begge vannene ble de tre vannloppene *Holopedium gibberum*, *Bosmina longispina* og *Bythotrephes longimanus* funnet i planktonet (**figur 4**). Calanoidene *Eudiaptomus gracilis* og *Heterocope saliens* samt cyclopoiden *Cyclops scutifer* var også felles for begge vann, mens calanoiden *Mixodiaptomus laciniatus* kun ble funnet i Skjerkevatt. I Arendalsvassdraget er denne arten kommet inn i Nesvatn og Fyresvatn i Telemark etter kalking (Hindar m.fl. 1997). Det samme har skjedd i store Finntjern i Aust-Agder (Kaste m.fl. 1999) og Austrumdalsvatn i Bjerkreim (Walseng 2000). *M. laciniatus* er sjelden ved lav pH, men i Sandvatn på heia rett vest for Nisser ble den funnet ved pH 4,3 (Walseng & Halvorsen 1988). Med unntak av to myrpytter med pH i underkant av 5,0 (Eie 1982, Walseng m.fl. 1994), er den ikke funnet ved pH lavere enn 5,0. Utbredelsen til arten kan imidlertid tyde på at den er svært tolerant i forhold livsmiljøet. Den er imidlertid konkurransesvak, dvs. det vi kaller en opportunist. Nesvatn og Fyresvatn er i tillegg til at de er kalket, også regulert. *H. gibberum*, også kalt gelékrepss på norsk, er dominerende vannloppe i Nåvatn (**figur 4**), mens *B. longispina* var det i Skjerkevatt. Stor dominans av *H. gibberum* er ikke uvanlig i sommermånedene i norske innsjøer, da arten er kjent som en sommerform som ofte blir registrert i store tettheter i perioden juni-august. Den

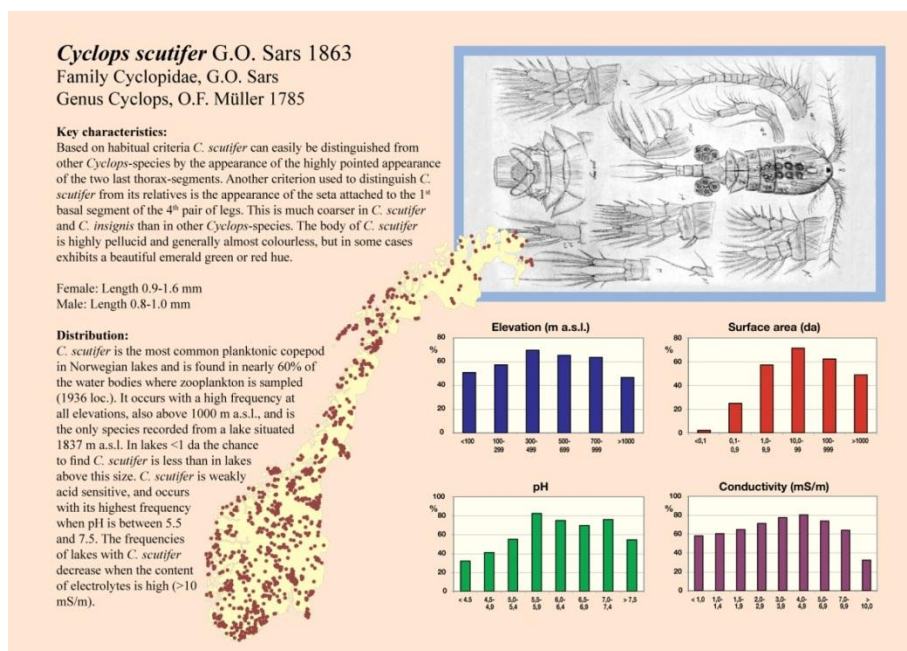
Tabell 4. Krepssamfunnenes sammensetning i Nåvatn og Skjerkevatt 2011.

Lokalitet	Nåvatn	Nåvatn	Nåvatn	Nåvatn	Skjerkevatt	Skjerkevatt	Skjerkevatt	Skjerkevatt
Dato	09.08.2011	09.08.2011	09.08.2011	09.08.2011	10.08.2011	10.08.2011	10.08.2011	10.08.2011
lengde	plankton I	plankton II	littoral I	littoral II	plankton I	plankton II	littoral I	littoral II
Vannlopper								
<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach	65,9	56,2	0,5			0,2		
<i>Bosmina longispina</i> Leydig	14,6	4,5	95,9	99,6	44,3	57,8	98,4	99,2
<i>Alona affinis</i> (Leydig)								0,3
<i>Alonopsis elongata</i> Sars			0,5	0,5				0,3
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.M.)		0,9	3,5	0,3	0,5	0,8	0,8	0,6
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig	0,4				0,8	0,2		
Hoppekrepss								
<i>Eudiaptomus gracilis</i> Sars	1,7	2,8	0,5		9,0	6,4	0,8	0,3
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i>					1,6		0,8	0,3
<i>Heterocope saliens</i> (Lillj.)	1,5	0,2	0,7	1,0	35,9	19,5	1,6	0,7
cal naup	0,8					0,4		
cal indet					7,9	6,0		
<i>Cyclops scutifer</i> Sars	5,7	0,3				8,8		
naup	0,8	0,9						
tot ant vannlopper	3	3	4	3	3	4	2	4
tot ant hoppekrepss	3	3	2	1	3	3	3	3
tot ant krepssdyr	6	6	6	4	6	7	5	7
tot ant krepssdyr	2611	11611	22003	205201	379	502	128602	345903
trekk lengde	15	15	30	30	15	15	30	30
ant dyr pr m ³	2463	10953	10378	96786	358	474	60657	163151



Figur 4. Vannloppene *Holopedium gibberum* (venstre), *Bosmina longispina* (midten) og *Bythotrephes longimanus* (høyre). (Tegninger av G.O. Sars).

ble også påvist i planktonet fra Skjerkevatn. Få individer her kan muligens forklares ved at arten allerede har hatt en oppblomstring tidligere på sesongen og at den nå er på retur. I de vannene som ble undersøkt av Hesthagen m.fl. (2006) var det i de fleste tilfellene de to samme vannloppene som byttet på å være dominante. *Bythotrephes longimanus* (figur 4), som ble påvist i begge vannene i vår undersøkelse, er en rovform som er et ettertraktet byttedyr hos blant annet aure. Daphnier ble ikke funnet i hverken Nåvatn eller Skjerkevatn, og kan tyde på at begge lokalitetene er noe forsuret. Grunnen til at vi bruker begrepet "noe forsuret" skyldes at *C. scutifer* ble påvist begge steder, riktignok i lave tettheter. Hadde innsjøene vært sterkt forsuret, ville vi ikke funnet denne arten. *C. scutifer* (figur 5) får problemer i innsjøer med pH under 5,0 og er blant annet favorisert av kalking.



Figur 5. Faktaark for *Cyclops scutifer*. (Tegninger av G.O. Sars).

En bestandsøkning hos ulike planktonarter er ofte registrert etter kalking (Eriksson m.fl. 1983, Sandøy & Nilssen 1987). Undersøkelser har vist at arten blant annet får nedsatt eggproduksjon ved lav pH (Arvola m.fl. 1986). Den er vår vanligste planktoniske hoppekreps, og er utbredt over hele landet fra lavland til høyfjell. Den viser en utrolig variasjon i livssyklus (Halvorsen & Elgmork 1976, Elgmork 1981, Elgmork 1985, Elgmork & Eie 1989). I både Nåvatn og Skjerkevatn ble det funnet noen få voksne hunner, samt noen små copepoditter (cop. I og cop. II). Dette kan tyde på at arten har en toårig syklus i begge vann.

Calanoiden *E. gracilis* synes normalt favorisert når pH<5,0 da den kan dominere helt. Dette var ikke tilfelle i denne undersøkelsen der *H. saliens* var eneste hoppekreps som dominerte. I Skjerkevatn utgjorde den respektive 35,9 % og 19,5 % av individene i de to prøvene, mens den i Nåvatn utgjorde beskjedne andeler (1,5 % og 0,2 %). En så stor dominans som den som ble registrert i Skjerkevatn er meget spesielt, og til sammenligning kan nevnes at største tetthet registrert for arten i ni innsjøer i Agder var 1,7 % (Hesthagen m.fl. 2006).

Med hensyn til tetthet ble det funnet i størrelsesorden 10x flere dyr i Nåvatn enn i Skjerkevatn. Hadde vi regnet på biomasse er det mulig at forskjellen hadde blitt mindre i og med at planktonsamfunnet i Skjerkevatn var dominert av *H. saliens*. Dett er den største planktoniske hoppekrepsen. Dette er en art som forekommer med klart høyest frekvens i sure lokaliteter. Den er funnet i ca. 70 % av vannforekomstene med pH 4,5 til 5,0. Den er funnet ved pH 3,9 i Nord-

marka/Krokstogen (Jørgensen 1972), og i Løyningvatn nordøst for Nesvatn ved pH 4,0 (Wal-seng & Halvorsen 1988). Frekvensen avtar med økende pH, og ved pH høyere enn 7,0 er den funnet i mindre enn 20 % av lokalitetene.

5.2.2 Littoralsamfunnet

Det er tidligere ikke registrert tilsvarende artsfattige planktonsamfunn i littoralsonen i noen undersøkelser på Sørlandet. Kun seks arter ble påvist, og av disse kan bare tre arter karakteriseres som typiske littorale former: *Alona affinis*, *Alonopsis elongata* og *Chydorus sphaericus*. Ingen av disse dominerte. Største andel ble registrert i den ene littoralprøven fra Nåvatn, der *C. sphaericus* utgjorde 3,5 %. I alle de fire littoralprøvene var det total dominans av *B. longispina* som utgjorde > 95 % av individene. Det var store tettheter i alle fire prøvene (>10 000 individ pr. m³) og i én av prøvene fra Skjerkevatt var det hele 350 000 individer (163 000 individ pr. m³). Den er vår vanligste planktonart og forekommer fra lavland til høyfjell. Arten er vanlig i både den pelagiske og littorale sonen.



Figur 6. Vannloppene *Alona affinis* (til venstre), *Alonopsis elongata* (i midten) og *Chydorus sphaericus*. (Tegninger av G.O. Sars).

Den har også en vid toleranse i forhold til de fleste miljøvariabler, så også til pH. Nord-Sverige er den funnet ved pH 3,3 (Vallin 1953). Små dammer med høye konsentrasjoner av næringsalter er de eneste lokalitetene hvor *B. longispina* ikke blir funnet. En viktig forklaring til artens vide utbredelse er dens evne til å benytte ulike ernæringsstrategier, alt etter tilgjengelig føde (DeMott 1982, Hessen 1985). Den formerer seg partenogenetisk i løpet av sommermånedene, og antallet individer varierer derfor mye. Selv om *H. saliens* først og fremst er assosiert med planktonet i de frie vannmasser, er det ikke uvanlig at den også fins i littoralsonen. Når den først blir funnet i littoralsonen er det ofte i større tettheter enn ute i pelagialen. Det har ikke vært gjort noen systematisk gjennomgang av krepsdyrsamfunnene fra reguleringsmagasiner her i landet, men kombinasjonen av *H. saliens* og stor oppblomstring av *B. longispina* er også blitt registrert i Nesvatn i Telemark som er sterkt regulert. At det også er innslag av de to andre calanoidene, *E. gracilis* og *M. laciniatus* i littoralsonen, er heller ikke uvanlig. Calanoidene blir nemlig generelt sett på som pelagisk/littorale former, dvs. at de forekommer i begge habitater.

De tre artene vi har valgt å kalle "typiske" littorale former hører med til våre mest vanligste littorale arter. *Alonopsis elongata* har en vid utbredelse i Norge. Etter *B. longispina* og rovformen *Polyphemus pediculus*, som ikke ble funnet i vår undersøkelse, er det den arten som oftest dominerer i littoralsonen. Den er registrert i 73 % av alle undersøkte lokaliteter i Norge, og forekommer med høyest frekvens i næringsfattige lokaliteter. Den mangler i næringsrike dammer og i de mest eutrofe/hypetrofe vannene. *Chydorus sphaericus*, som var den vanligste av de

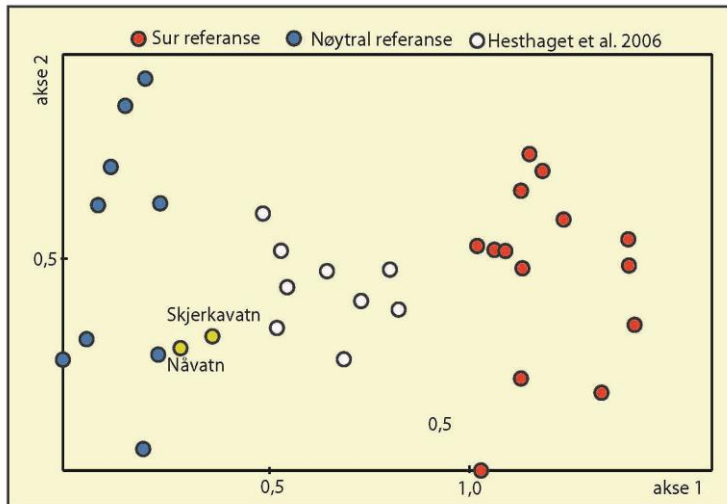
”sjeldne artene”, har en vid utbredelse. Den er også en av våre vanligste krepsdyrarter og er funnet i 67 % av alle undersøkte lokaliteter. Den er en av våre minste cladocerer, og voksne individer blir ikke større enn 0,3-0,5 mm. *Alona affinis* tilhører den mest artsrike chydorideslekten, og er dessuten den største av til sammen 10 arter i denne slekten, som er funnet i Norge. Hunnen kan bli opptil 1,3 mm. Arten har en vid utbredelse og er funnet i 43 % av alle undersøkte lokaliteter her i landet. Den har en vid økologisk toleranse, men forekomsten er noe større i innsjøer i lavlandet enn i fjellet der den er funnet opptil 1396 m o.h. Den er også noe vanligere i littoralsonen i større innsjøer enn i småvann og i dammer.

5.2.3 DCA-ordinasjon

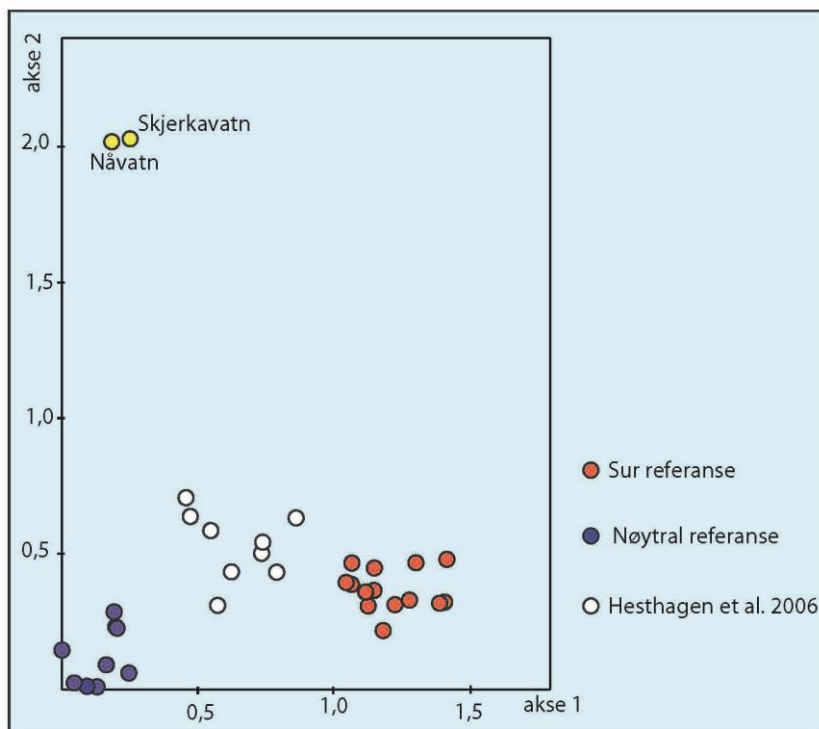
Forekomst/fravær-data fra Nåvatn og Skjerkevatn i tillegg til ni andre vann fra Agder (jf. Hesthagen m.fl. 2006) ble analysert passivt ved hjelp av en DCA-ordinasjon som besto av artslistene fra respektive forsurede og ikke-forsurede lokaliteter (**figur 7**). Nedveiing av sjeldne arter ble benyttet. Erfaring fra andre undersøkelser som inkluderer lokaliteter med et stort spenn i pH, er at DCA-analyser resulterer i ordinasjonsplott der variasjonen langs 1-aksen er sterkt korrelert med pH. Hvorvidt pH direkte eller indirekte påvirker artsinventaret, tar vi ikke stilling til.

Ordinasjonen resulterte i at 41,8 % av variasjonen i materialet kunne forklare av de to første aksene. 1-aksen alene forklarte 34,3 % av variasjonen, mens 2-aksen bidro med ytterligere 7,5 %. Lengden til 1-aksen var 1,41, mens 2-aksen var 0,95 SD-enheter. Nåvatn og Skjerkevatn og de øvrige ni vannene i Agder (Hesthagen m.fl. 2006) plasserte seg mellom de sure og de nøytrale referansevannene (**figur 8**). Skjerkevatn og Nåvatn har størst likhet med de nøytrale referansevannene uten at vi kan trekke for mye ut av dette grunnet de få artene som ble funnet her. Ingen av artene kan karakteriseres som verken spesielt forsuringfølsomme er forsuringstolerante.

Dersom vi gjør en DCA-analyse med utgangspunkt i det samme datasettet der vi lar alle vannene være aktivt med i analysen, blir resultatet forskjellig. Det er Nåvatn og Skjerkevatn som utgjør forskjellen. Mens de øvrige vannene viser samme mønster som i den forrige analysen, legger Nåvatn og Skjerkevatn seg i motsatt ende av 2-aksen som er mye lengre i denne analysen enn den var i den første analysen. Ordinasjonen resulterte nå i at 31,6 % av variasjonen i materialet kunne forklare av de to første aksene. 1-aksen alene forklarte 22,3 % av variasjonen, mens 2-aksen bidro med ytterligere 9,3 %. Lengden til 1-aksen var 1,42, mens 2-aksen var 2,02 SD-enheter; dvs. mer enn dobbelt så lang som i den forrige analysen. Dette skyldes den artsfattige faunaen i de to vannene. At de ligger i nærheten av hverandre skyldes at de med unntak av to arter hadde den samme artssammensetningen, og at den ene av artene som utgjorde forskjellen, *Mixodiptomus lanciniatus*, kun ble funnet i Skjerkevatn. Den bidro derfor lite til analysen siden nedveiing av sjeldne arter ble benyttet.



Figur 7. Passiv DCA-ordinasjon av krepsdyrfaunaen (forekomst/fravær) i Nåvatn og Skjerkevattn, samt i ni andre sørlandslokaliteter (Hesthagen m.fl. 2006) og i åtte nøytrale referanse-lokaliteter.



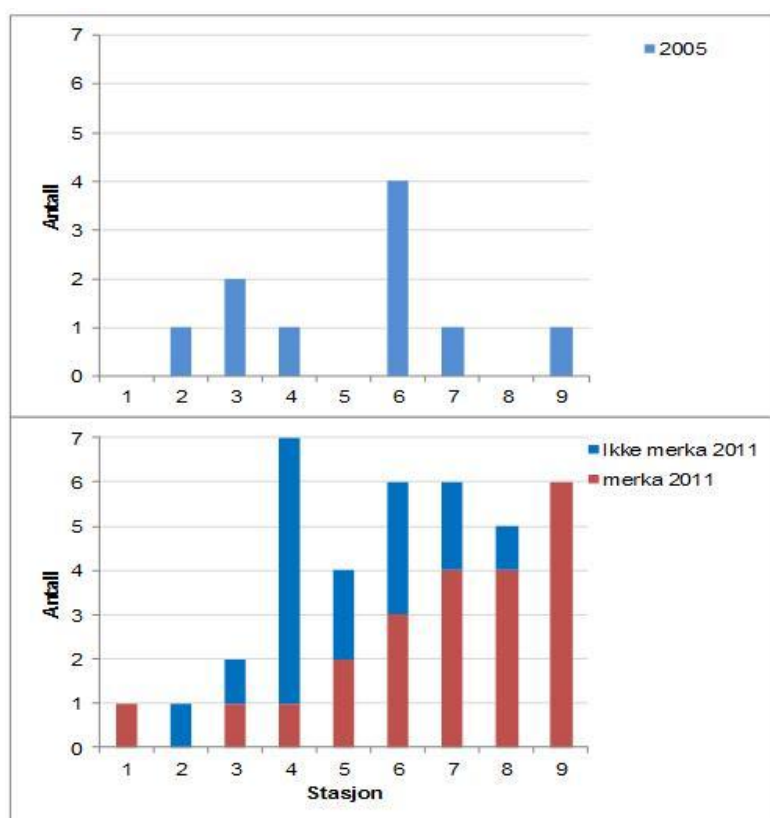
Figur 8. Aktiv DCA-ordinasjon av krepsdyrfaunaen (forekomst/fravær) i Nåvatn og Skjerkevattn samt i ni andre sørlandslokaliteter (Hesthagen m.fl. 2006) og åtte nøytrale innsjøer som benyttes som referanselokaliteter.

5.3 Bestandsforholdene hos fisk

5.3.1 Fangstutbytte ved prøvafiske med garn

Aurebestanden i Nåvatn har økt kraftig i løpet av 2000-tallet. Høsten 2005 hadde magasinet en svært tynn aurebestand, idet prøvafiske ga et utbytte på 10 aure, tilsvarende Cpue (antall pr. 100 m² garnareal) på 1,0 individ. I 2011 ble det tatt 38 aure på tilsvarende innsats, eller Cpue på 3,8. I 2005 ble det i tillegg fanget ni bekkerøyer, mens arten ikke ble registrert i fangstene i 2011. I Skjerkavtn ble det i 2005 bare fanget én aure og to bekkerøyer. I 2011 var utbyttet 22 aure som alle var merket. Det gir en Cpue på 5,4 individ, dvs. noe høyere enn i Nåvatn.

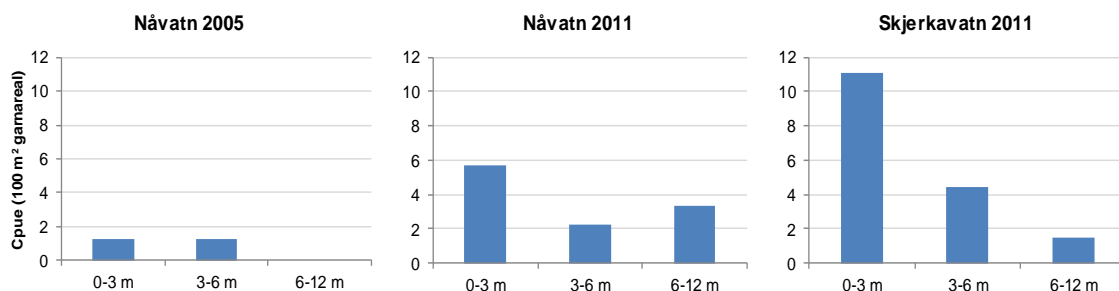
I 2005 var det størst fangstutbytte av aure på stasjon 6 i Nåvatn (**figur 9**). Denne stasjonen er lokalisert relativt langt nord i magasinet, ved Vikehei i det som tidligere var Sandvatn (**figur 3**). De resterende individene som ble tatt i 2005 fordelte seg jevnt på flere stasjoner. I 2011 var det størst utbytte på de fire stasjonene lengst sør (6-9), samt på stasjon 4 i nord (tidligere Åstølvatn). Fangstene på disse stasjonene utgjorde nærmere 80 % av totalen. På stasjon, 5 som er lokalisert ca. 500 m sør for brua over Sandvatn, ble det tatt fire individ. På de to stasjonene i Svartevatn inn mot Solbu ble det bare fanget to aure, det samme antallet som på stasjon 3 litt utenfor. I 2005 var trolig 20-30 % av auren tatt i Nåvatn settefisk (jf. Hesthagen & Haugdal 2006). Tilsvarende andel i 2011 var 58 % (**figur 9**). Det var imidlertid store variasjoner i andelen settefisk innen magasinet, med en økning fra nord til sør. På stasjon 1-4 lengst nord var andelen merket fisk 27 %. På stasjonene 5-7 i midtre deler av magasinet (Sandvatn) var andelen settefisk 56 %, mot 82 % på de tre stasjonene lengst sør (7-9).



Figur 9. Antall aure som ble fanget ved prøvafiske med garn på de enkelte stasjonene i Nåvatn i 2005 og 2011. Materialet fra 2011 er fordelt på merket og ikke merket fisk, mens det i 2005 trolig var rundt 20-30 % merket fisk (jf. Hesthagen & Haugland 2006).

Det ble satt bunngarna på tre ulike dyp; 0-3, 3-6 og 6-12 m. Vertikalfordelingen viser at utbyttet av aure til en viss grad avtar med økende dyp (**figur 10**). For Nåvatn i 2005 var ikke det tilfelle, da det ble fanget like mye fisk på 0-3 og 3-6 m dyp ($C_{pue}=1,2$). I 2005 ble det ikke tatt fisk på 6-12 m dyp i Nåvatn. I 2011 var det et betydelig høyere utbytte på 0-3 m dyp enn på 3-6 m dyp, med C_{pue} på henholdsvis 5,7 og 2,2 individ. Det ble også fanget fisk på dypere områder (6-12 m), med $C_{pue}=3,3$. Garninnsatsen på dette dypet var relativt lav (4 garn), slik at resultatet er mer usikkert.

I Skjerkevatn var det kun utsatt aure i prøvofiskefangsten fra 2011. Utbyttet på de tre stasjonene var henholdsvis 7, 10 og 5 fisk. Den vertikale fordelingen viste klart mest fisk på 0-3 m dyp, med C_{pue} på 11,1 individ (**figur 10**). Utbyttet avtok med økende dyp, med C_{pue} på 3-6 og 6-12 m dyp på henholdsvis 4,4 og 1,5 fisk.

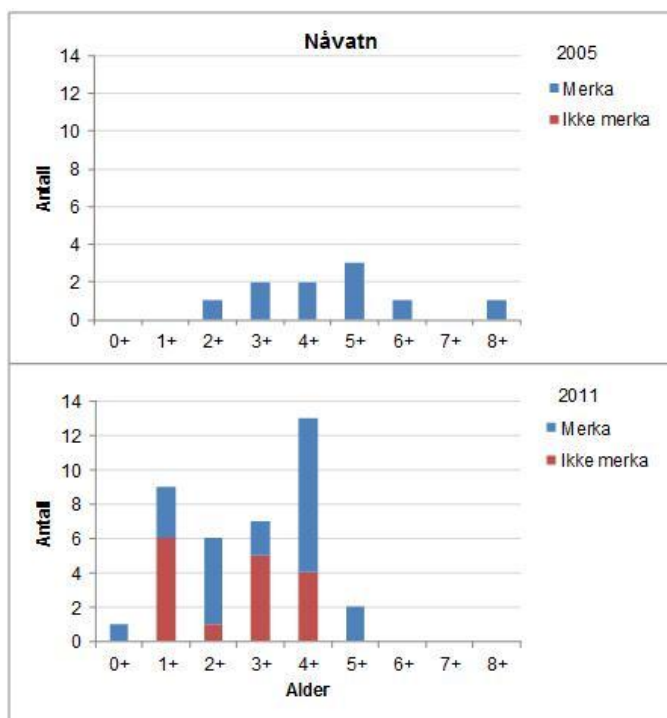


Figur 10. garnfangster av aure i ulike dybder av Nåvatn i 2005 og 2011 og i Skjerkevatn 2011.

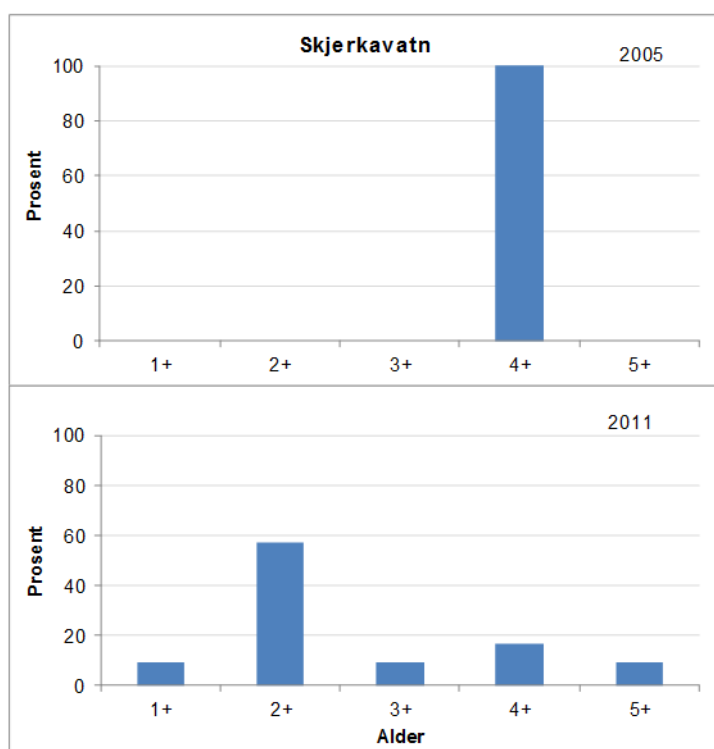
5.3.2 Alder, vekst og størrelse

I 2005 var 2-6 åringer representert i fangstene fra Nåvatn, samt ett individ på 8 år (**figur 11**). I 2011 var det et større innslag av yngre individ, med både årsyngel ($n=1$) og ettåringer ($n=9$), en andel på vel 26 %. De fleste av de resterende individene i fangsten var også relativt unge, med en alder på 2-4 år. I tillegg var det to individ på 5 år. Aldersfordelingen er noe uregelmessig. Det var innslag av settefisk i alle aldersgrupper, men materialet er for lite til å gi noen sikre vurderinger. Innslaget av settefisk synes å være relativt likt blant de yngste (0+ til 2+) og eldste aldersgruppene, med henholdsvis 56 og 59 %.

Den ene aure som ble fanget i Skjerkevatn i 2005 var 4 år gammel (**figur 12**). I 2011 besto prøvofiskefangsten av individ i alderen 1+ til 5+. Det var en dominans av 2-åringer (57 %). Aldersfordelingen var noe uregelmessig, med en underrepresentasjon av 3-åringer.



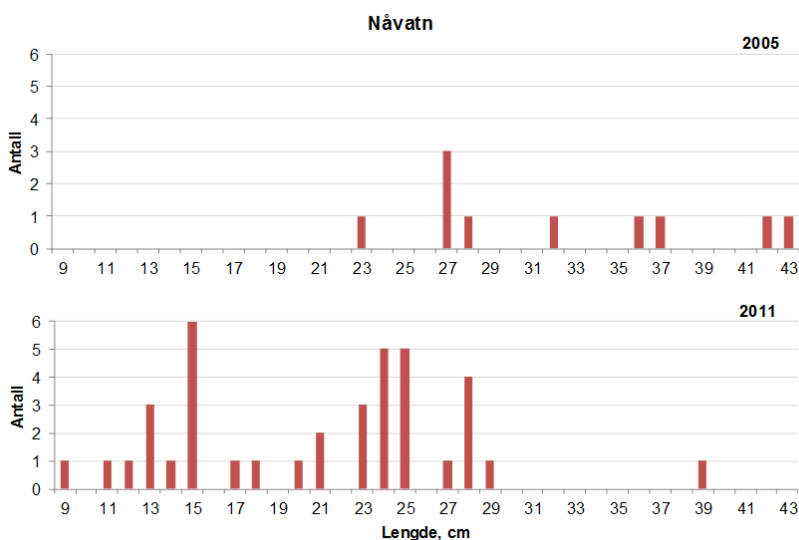
Figur 11. Aldersfordeling hos vill og utsatt aure i prøvafiskefangstene med garn fra Nåvatn i 2005 og 2011.



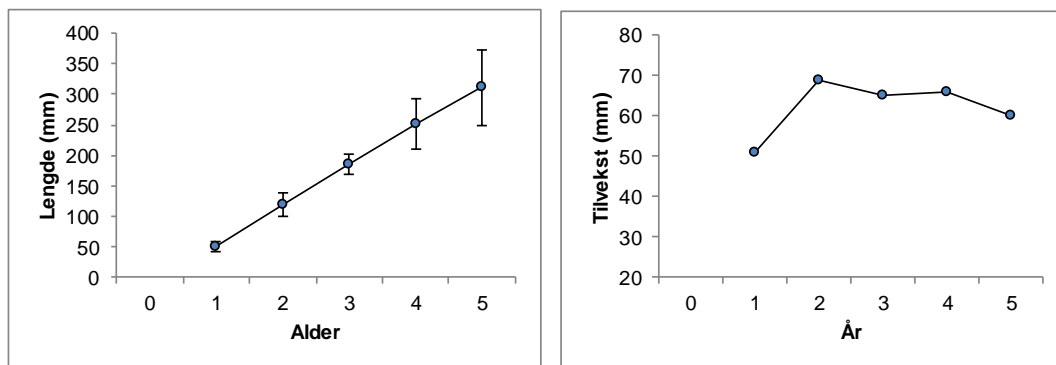
Figur 12. Aldersfordelingen hos aure i prøvafiskefangstene fra Skjerkavatn i 2011. .

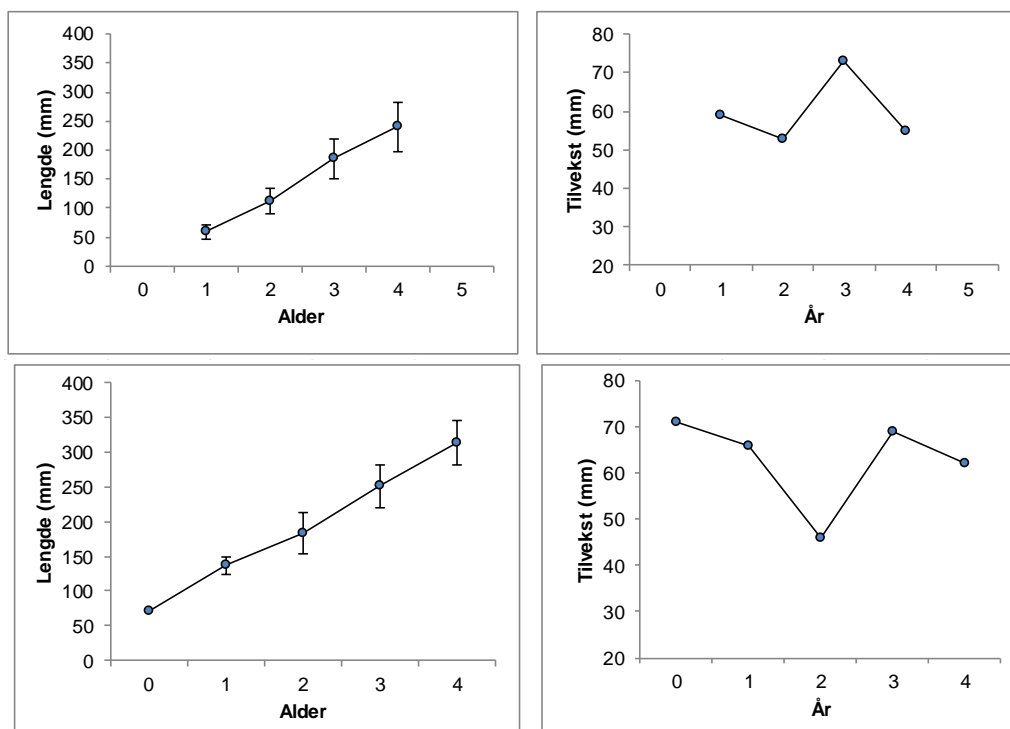
Også aurens lengdefordeling i prøvfiskefangsten fra 2011 viser et betydelig større andel mindre (og yngre) individ enn tilfellet var seks år tidligere (**figur 13**). Gjennomsnittlig lengde \pm Sd i 2005 og 2011 var henholdsvis 321 ± 69 og 207 ± 64 mm. I Nåvatn oppnår nå bare et fåtall individ lengder på over 30 cm. I 2011 hadde auren i Skjerkevatn ei gjennomsnittlig lengde på 202 ± 58 mm.

Tilbakeregnet lengde og årlig tilvekst hos auren i Nåvatn og Skjerkevatn er vist i **figur 14**. I Nåvatn har ikke auren hatt noen vesentlig endring i tilveksten i løpet av de siste årene. Eksempelvis er oppnådd lengde etter 3. vinter den samme (185 mm), mens den etter 4. vinter er noe lavere i 2011 enn i 2005; henholdsvis 240 og 251 mm. Årlig tilvekst mellom 1. og 4. leveår varierte mellom 51-73 mm. Auren i Skjerkevatn vokser noe bedre enn i Nåvatn, med en oppnådd lengde etter 4. vinter på 252 mm. Tilveksten i 4. leveår i de to innsjøene var henholdsvis 69 og 55 mm.



Figur 13. Lengdefordelingen hos auren i Nåvatn basert på prøvfiskefangstene fra 2005 og 2011.

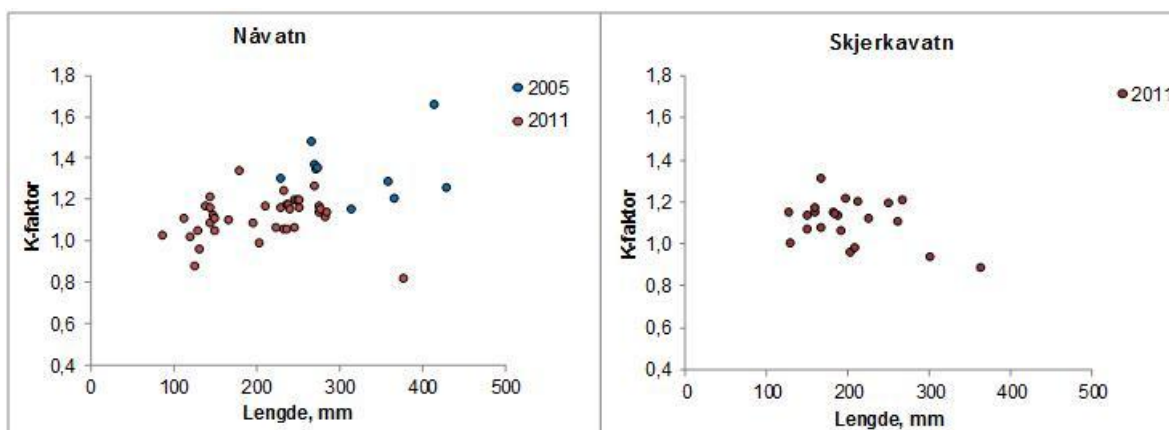




Figur 14. Tilbakeberegnet lengde (venstre) og tilvekst (høyre) hos auren i Nåvatn i 2005 (øverst), Nåvatn 2011 (midten) og Skjerkevattn 2011 (nedst).

5.3.3 Kondisjon

Auren i Nåvatn har hatt avtakende kondisjon i løpet av de siste årene (**figur 15**). I 2005 var vekstforholdene fremdeles meget gode, med en gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) på $1,34 \pm 0,14$ ($n=10$). Den økte også med økende fiskestørrelse. Fram til 2011 har vekstforholdene blitt noe dårligere, og gjennomsnitt K-faktor var nå $1,11 \pm 0,10$ ($n=38$). Dette er likevel fisk av god kvalitet. K-faktoren endrer seg også lite med fiskens lengde. Også auren i Skjerkevattn har god kondisjon, med en gjennomsnittlig verdi på $1,10 \pm 0,10$ ($n=22$). Det er en svak tendens til avtakende K-verdier med økende størrelse.



Figur 15. Kondisjonsfaktoren hos auren i Nåvatn i 2005 og 2011 og i Skjerkevattn i 2011 sett i forhold til fiskens kroppslengde.

5.3.4 Kjønnsmodning

Auren i Nåvatn hadde i 2005 et stort innslag kjønnsmodne hunner, med fem av seks individ (**tabell 5**). Det yngste individet var 3-åring, og gjennomsnittlig størrelse \pm Sd blant de kjønnsmodne hunnene var 321 ± 72 mm. I 2005 var én av fire hanner kjønnsmodne. I 2011 var seks av 25 hunner kjønnsmodne (24%). Alderen var 4+ (n=4) og 5+ (n=2) og med ei gjennomsnittlig lengde på 280 ± 52 mm. Blant hannene var 5 av 12 individ kjønnsmodne (42 %). I Skjerkevatn var en stor andel av hannene kjønnsmodne (47 %), mot bare 14 % blant hunnene (én 4-åring på 250 mm).

Tabell 5. Antall umodne (UM) og modne (M) hanner og hunner i de forskjellige aldersgruppene hos aure i Nåvatn i 2005 og 2011, og i Skjerkevatn i 2011.

Alder	Nåvatn				2011				Skjerkevatn			
	2005								2011			
	Hanner	Hunner	Hanner	Hunner	Hanner	Hunner	Hanner	Hunner	Hanner	Hunner	Hanner	Hunner
	UM	M	UM	M	UM	M	UM	M	UM	M	UM	M
0							1					
1					3		6			1	1	
2	1				1	1	3		6	4	3	
3			1	1	1	2	4		1		1	
4	1			1	2	2	5	4	1	1		1
5	1			2				2		1	1	
6		1										
7												
8				1								
Totalt	3	1		5	7	5	19	6	8	7	6	1

5.3.5 Ernæring

Auren i Nåvatn og Skjerkevatn hadde betydelige forskjeller i dietten høsten 2011 (**tabell 6**). I Nåvatn hadde fisken i stor grad ernært seg av den store vannloppen *Bythotrephes longimanus*, som utgjorde en volumprosent (V-%) på 43. Auren i Nåvatn hadde også spist noe *Sida crystallina* (15,6 V-%), og i mindre grad *Bosmina* (3,3 V-%). Vårfluelarver og fjærmygg (p/l) utgjorde til sammen ca. 16 V-% av dietten. I Skjerkevatn hadde auren ernært seg mest av ulike bunndyr (26 V-%) og overflateinsekter (23 V-%). Blant dyreplanktonet var *Holopedium gibberum* (gelékrepss) viktigste byttedyr, deretter *B. longimanus* (15,1 V-%), samt diverse andre planktonarter (16,5 V-%).

Tabell 6. Ernæring hos aure i Nåvatn (n=20) og Skjerkvatn (n=16) høsten 2011, uttrykt i volumprosent (V-%).

Gruppe	Nåvatn	Skjerkvatn
Overflateinsekter	4,7	22,9
Vårfluelarver	5,0	20,0
Fjærpugg l/p	11,3	4,6
Diverse bunndyr	15,6	1,4
<i>Holopedium gibberum</i>	0	19,5
<i>Sida crystallina</i>	17,1	0
<i>Bythotrephes longimanus</i>	43,0	15,1
Diverse plankton	3,3	16,5

5.3.6 Elfiske

I Uvdalåni ble det fisket på ei strekning på vestsiden av elva opp mot brua (80 x 2 m). Det var 13,7 grader i vannet. Det ble fanget én aure på 270 mm, som var merket (fettfinneklippet).

I Vetingåni ble det elfisket på to strekninger (15 x 2 og 15 x 2 m). Den første stasjonen lå ca. 100 m før en kommer til et stillere parti av elva. Det ble verken fanget eller observert fisk. Det ble målt 14,5 grader i vannet.

6 Diskusjon

Vannkvaliteten i magasinene i øvre deler av Mandalsvassdraget har bedret seg kraftig siden den verste forsuringsperioden på 1960/70-tallet (jf. Gunnerød m.fl. 1981). Men både tilløpsbekkene til Nåvatn nordvestlige deler og begge magasinene er fortsatt relativt sure, med pH 5,2. Derimot er innholdet av giftig labilt Al ikke lenger spesielt høyt, med 20-23 µg/L. Men den syrenøytraliserende kapasitet (ANC) er lav, for ved å inkludere organiske syrer (ANC_{mod}) varierte den fra +0,1 til -9,3 µekv/L. Ved slike vannkvaliteter kan en ikke forvente naturlig rekruttering hos aure (Hesthagen m.fl. 2008b).

Planktonsamfunnene i Nåvatn og Skjerkevatn viser også at de to lokalitetene fortsatt er noe forsuringssskadet, da daphnier ikke ble funnet. Grunnen til at vi bruker begrepet "noe forsuringssskadet" skyldes at *C. scutifer* ble påvist i begge magasinene, riktignok i lave tettheter. Hadde innsjøene vært sterkt forsuringssskadet, ville denne hoppekrepsarten ikke ha forekommet. *C. scutifer* får problemer i innsjøer med pH under 5,0 og er derfor blant annet favorisert av kalking. Planktonsamfunnene i begge innsjøene var ellers meget artsfattige, med en dominans av de tre vannloppene *Holopedium gibberum*, *Bosmina longispina* og *Bythotrephes longimanus*. I littoralen var *Bosmina longispina* mest tallrik. Det regulerte og forsuringspåvirkede Nesvatn i Arendalsvassdraget har en littoralfauna med mange fellestrekk med de to vannene i Mandalsvassdraget (Hindar m.fl. 1997).

Nåvatn har fortsatt en tynn aurebestand, med en fangst pr. 100 m² garnareal (Cpue) på 3,8 individ (n=38). Dette er likevel en betydelig økning siden 2005, da Cpue bare var 1,0 (n=10) (jf. Hesthagen & Haugland 2006). Auren i Nåvatn rekrutterer ennå ikke i noen av tilløpselvene. Den økte bestandsstørrelsen skyldes i første rekke utsetting i senere år, med 37 500 individ i perioden 2006-2011. Tidlig på 2000-tallet begrenset utsettingene seg til 5 000 individ i 2002. I tillegg har trolig Nåvatn i senere år mottatt mer fisk fra Langevatn gjennom overføringstunnelen i nord, både utsatt og vill fisk. I 2011 var innslaget av settefisk i Nåvatn på 58 %, mot 20-30 % i 2005. Aurebestanden i Langevatn har økt kraftig i løpet av de siste årene (Hesthagen 2011). Innslaget av ikke-merket fisk i Nåvatn var størst i området nærmest overføringstunnelen i nord, med 72 % på de fire nordligste stasjonene. Derimot var det totale fangstutbyttet lavt på tre av de fire stasjonene i denne delen av magasinet, både på de to stasjonene i vika inn mot Solbu og på stasjonen like utenfor (tidligere Svartevatn). Utbytte var klart størst på stasjonene lengst sør i Nåvatn, og det skyldtes innslaget settefisk. På de tre sørligste stasjonene (7-9) utgjorde settefisk 82 % av fangsten. Dette kan skyldes at det eventuelt er satt ut mer fisk i denne delen av magasinet.

Selv om Nåvatn fortsatt har en tynn aurebestand, anbefales det at utsettingene begrenses. Dette skyldes at mengden fisk må tilpasses produksjonskapasiteten, og den vurderes som lav både på grunn av den kraftige reguleringen og effektene av forsuren. Auren i Nåvatn har pr. i dag middels god vekst og kondisjon, men med økt bestandsstørrelse vil dette lett endre seg i negativ retning. Og utbytte av garnfiske blant lokale fiskere synes å være relativt bra. Det foreligger to rapporter med en samlet fangst på 45 aure på 7 garn (trolig 29/31 mm maskevidder), dvs. 6,4 fisk pr. garn. Fiskerne sitt inntrykk var at kvaliteten på fisken har blitt noe dårligere. Det har vært en reduksjon i mengden utsatt aure i Nåvatn i senere år, fra 10 000 individ i 2007/2008, til 2 500 i 2009, 4 500 i 2010 og 5 000 individ i 2011. Vi foreslår at de årlige utsettingene i kommende 5-års periode holdes på 2011-nivå. I tillegg får Nåvatn tilført en betydelig mengde villfisk fra Langevatn, da nærmere 40 % av fisken i Nåvatn ikke er merket. Det er for øvrig viktig at settefisk blir spredt godt slik at næringsproduksjonen i ulike deler av magasinet blir best mulig utnyttet.

I følge handlingsplanen for innlandsfisk i regulerte deler av Mandalsvassdraget er det biologiske målet reproduserende aurebestander, som kan gi et høstbart overskudd av fisk med god kvalitet (Anonym 2010). I Nåvatn er Uvdalsbekken og Vetingåni trolig de eneste lokalitetene hvor en på sikt kan forvente naturlig rekruttering. Begge har egnet gytesubstrat, og de var trolig viktige gytebekker tidligere. Men vannkvaliteten er ennå for dårlig til at man kan forvente vel-

lykket naturlig rekruttering. Et alternativ er derfor å kalke Uvdalsbekken eller Vetingåni ved hjelp av kalkbrønner. Men de har en relativt stor vannføring, og det er derfor nødvendig med omfattende tekniske installasjoner. Det vil trolig også være store problemer med å drifte et kalkingsanlegg i slike avsidesliggende lokaliteter. Resultatet vil derfor være svært usikkert, og ikke tilrådelig uten nærmere prosjektering. Tiltak for å begrense effektene av sur nedbør er heller ikke i utgangspunktet et ansvar som regulanten har (Anonym 2010). Men vannkvaliteten vil en eller annen gang bli så god at auren kan reprodusere i disse to tilløpselvene til Nåvatn. I påvente vil det være interessant å sette ut fisk i årene framover. Vi forslår at det blir satt ut ca. 250 individ pr. år både i Uvdalsbekken og Vetingåni. Det er viktig at fisken blir spredt godt, gjerne på ei 2-300 m lang strekning. Det kan også settes ut noe fisk i selve magasinet rett utenfor de to bekkene. Utsettingene ellers i selve magasinet reduseres med tilsvarende mengder.

I Skjerkevatn har aurebestanden hatt en kraftig økning i løpet av de siste årene. I 2005 var magasinet nærmest fisketomt, med en fangst på kun én aure og to bekkerøyer. Dette skyldes manglende utsettinger, og bare et fåtall individ har trolig blitt tilført innsjøen fra Nåvatn i perioder med overløp. I 2011 ga prøvefiske et relativt bra utbytte med Cpue på 5,4 aure (n=22). All fisk var utsatt, og utsettingene med 3 000 individ pr. år siden 2007 har derfor slått bra til. Mengden utsatt fisk pr. arealenhet har vært betydelig høyere i Skjerkevatn enn i Nåvatn, med henholdsvis 17,6 og 5,5 individ pr. hektar (2011). Men auren i Skjerkevatn har likevel bedre vekst og kondisjon enn i Nåvatn. Dette skyldes trolig at Skjerkevatn ikke er så hardt regulert, slik at produksjonskapasiteten er høyere. Fiskebestanden synes å være tilstrekkelig stor til at det kan høstes et visst overskudd. Det er imidlertid viktig at fiskens størrelse og kvalitet holdes på et akseptabelt nivå. Vi forslår derfor at utsettingsmengden reduseres noe; fra 3 000 til 2 500 individ pr. år. Skjerkevatn har trolig ingen egnet gytebekk for aure, kanskje bortsett fra den i nordøst (fra Lonin).

7 Referanser

- Anonym 2010. Handlingsplan for innlandsfisk i regulerte deler av Mandalsvassdraget 2011-2020. Fagrådet for innlandsfisk i Agder. Kristiansand. 22 s.
- Appelberg, M., Berger, H.M., Hesthagen, T., Kleiven, E., Kurkilahti, M., Raitaniemi, J. & Rask, M. 1995. Development and intercalibration of methods in Nordic freshwater fish monitoring. *Water Air Soil Pollut.* 85: 401-406.
- Arvola, L., Salonen, K., Bergström, I., Heinänen, A. & Ojala, A. 1986. Effects of experimental acidification on phyto-, bacterio- and zooplankton in enclosures of a highly humic lake. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 71: 737-758.
- DeMott, W. R. 1982. Feeding selectivities and relative ingestion rates in *Daphnia* and *Bosmina*. *Limnol. Oceanogr.* 27: 518-527.
- Eie, J.A. 1982. Atnavassdraget hydrografi og evertebrater - en oversikt. Kontaktutvalg Vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 41: 1-76.
- Elgmork, K. 1981. Extraordinary prolongation of the life cycle in a freshwater planktonic copepod. *Holarct. Ecol.* 4: 278-290.
- Elgmork, K. 1985. Prolonged life cycles in the planktonic copepod *Cyclops scutifer* Sars. *Verh. int. Ver. Limnol.* 22: 3154-3158.
- Elgmork, K. & Eie, J.A. 1989. Two- and three-year life cycles in the planktonic copepod *Cyclops scutifer* in two high mountain lakes. *Holarct. Ecol.* 12: 60-69.
- Eriksson, F., Hornström, E., Mossberg, P. & Nyberg, P. 1983. Ecological effects of lime treatment of acidified lakes and rivers in Sweden. *Hydrobiologia* 101: 145-164.
- Flössner, D. 1972. Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüsser, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. *Tierwelt Deutschl.* 60: 1-501.
- Gunnerød, T.B., Møkkelgjerd, P.I., Klemetsen, C.E., Hvidsten, N.A. & Garnås, E. 1981. Fiskebiologiske undersøkelser i regulerte vassdrag på Sørlandet 1972-1978. DVF-Reguleringsundersøkelsene, Rapport 4-1981. 206 s.
- Halvorsen, G. & K. Elgmork 1976. Vertical distribution and seasonal cycle of *Cyclops scutifer* Sars (Crustacea, Copepoda) in two oligotrophic lakes in southern Norway. *Norw. J. Zool.* 24: 142-160.
- Herbst, H.V. 1976. Blattfusskrebse (Phyllopoden: Echte Blattfüsser und Wasserflöhe). - Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart, 130 s.
- Hessen, D. O. 1985. Filtering structures and particle size selection in coexisting Cladocera. *Oecologia (Berl.)* 66: 368-372.
- Hesthagen, T. 2011. Plan for opprusting og utvidelse av Skjerkaanlegget i Mandalsvassdraget – En analyse av mulige effekter på fisk ved en tilleggsregulering av Langevatn-magasinet. NINA Rapport 770. 29 s.
- Hesthagen, T. & Haugland, S. 2006. Fiskebiologiske undersøkelser i Nåvatn- og Hagedalsvatn-magasinet i Mandalsvassdraget høsten 2005. NINA Minirapport 160. 16 s.
- Hesthagen, T., Walseng, B., Ugedal, O., Bongard, T., Ousdal, J.-O. & Saksgård, R. 2006. En biologisk inventering av ni kalkede innsjøer i Agder høsten 2006, med vekt på krepsdyr og fisk. NINA Rapport 216. 62 s.
- Hesthagen, T. & Østborg, G. 2008a. Endringer i areal med forsuringskadede fiskebestander i norske innsjøer fra rundt 1990 til 2006. NINA Rapport 169. 114 s.
- Hesthagen, T., Fiske, P. & Skjelkvåle, B.L. 2008b. Critical limits for acid neutralizing capacity of brown trout (*Salmo trutta*) in Norwegian lakes differing in organic carbon concentrations. *Aquatic Ecology* 42: 307-316. DOI 10.1007/s10452-9191-x
- Hill, M.O. 1979. DECORANA - A Fortran program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell University, Ithaca, New York.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. 1980. Detrended corespondence analysis; an improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47-58.
- Hindar, A., Walseng, B., Lindstrøm, E.-A., Brandrud, T.E., Larsen, B.M. & Skiple, A. 1997. Arendalsvassdraget. S. 28-41 i: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-Notat 1997-1.

- Jørgensen, I. 1972. Forandringer i strukturen til planktoniske og littorale Crustacea-samfunn under gjengroing av humusvann i området Nordmarka og Krokskogen ved Oslo, korrelert med hydrografiske data. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi (upubl.), Univ. i Oslo. 83 s.
- Kaste, Ø., Brettum, P., Kleiven, E., Kroglund, F., Oug, E. & Walseng, B. 1999. Store Finntjern i Aust-Agder Vannkjemisk og biologisk utvikling i løpet av 15 år med kalking. - NIVA-rapport. ISBN 82-577-3632-5. 72 s.
- Kiefer, F. 1973. Ruderfusskrebse (Copepoden). - Kosmos-Verlag, Franckh, Stuttgart. 99 s.
- Kiefer, F. 1978. Freilebende Copepoda. S. 1-343 i: Elster, H. J. & Ohle, W. (red.). Das Zooplankton der Binnengewässer 26.
- Lydersen E., Larssen T. & Fjeld E. 2004a. The influence of total organic carbon (TOC) on the relationship between acid neutralizing capacity (ANC) and fish status in Norwegian lakes. - *Sci Total Environ* 326: 63-69.
- Lydersen E., Larssen T. & Fjeld E. 2004b. Betydningen av humus for forholdet mellom syrenøytraliseringskapasitet (ANC) og fiskestatus i norske innsjøer. - *pH-status 10* (nr.1-2004):4-5.
- Rylov, W.M. 1948. Freshwater Cyclopoida. *Fauna USSR, Crustacea* 3 (3). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1963. 314 s.
- Sandøy, S. & Nilssen, J. P. 1987. Cyclopoid copepods in marginal habitats: Abiotic control of population densities in anthropogenic acidic lakes. *Arch. Hydrobiol./suppl* 76 3: 236-255.
- Sars, G.O. 1903. An account of the Crustacea of Norway. IV Copepoda, Calanoida. Bergen. 171 s.
- Sars, G.O. 1918. An account of the Crustacea of Norway. VI Copepoda, Cyclopoida. Bergen. 225 s.
- Sevaldrud, I.H. & Muniz, I.P. 1980. Sure vatn og innlandsfiske i Norge. Resultater fra intervjuundersøkelsene 1974-1979. SNSF prosjektet, Intern Rapport 77/80. 95 s + Tabell A1 – A 59.
- Smirnov, N.N. 1971. Chydoridae. *Fauna USSR, Crustacea* 1 (2). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1974. 644 s.
- ter Braak, C.J.F. & Smilauer, P. 1998. CANOCO reference manual and User's guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination, (version 4). Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA.
- Vallin, S. 1953. Zwei acidotrophe Seen im Küstengebiet von Nordschweden. *Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm* 34: 167-189.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996. Vannlopper. S. 95-99 i: Aagaard, K. & Dolmen, D. (red.). *Limnofauna norvegica, katalog over norsk ferskvannsf fauna*. Tapir, Trondheim.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996. Hoppekreps. S. 103-107 i: Aagaard, K. & Dolmen, D. (red.). *Limnofauna norvegica, katalog over norsk ferskvannsf fauna*., Tapir, Trondheim.
- Walseng, B. 2004. Lygna - 5 Krepsdyr. S. 95-97 i: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2003. DN-Notat 2004-2.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1988. Krepsdyrundersøkelser i forbindelse med byggingen av Napetjern kraftverk. Økoforsk Utredning 1988, 15. 41 s.
- Walseng, B., Halvorsen, G. & Schartau, A.K.L. 1994. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i Kvenna. NINA Oppdragsmelding 321. 33 s



Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-2399-7

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger