

1003 Undersøkelser av krepsdyr og fisk i Juvatn- magasinet og Sandvatn i Mandalsvassdraget høsten 2013

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.

Undersøkelser av krepsdyr og fisk i Juvatn- magasinet og Sandvatn i Mandalsvassdraget høsten 2013

Trygve Hesthagen
Bjørn Walseng

Hesthagen, T. & Walseng, B. 2014. Undersøkelser av krepsdyr og fisk i Juvatn-magasinet og Sandvatn i Mandalsvassdraget høsten 2013. NINA Rapport 1003. 43 s.

Trondheim, februar 2014

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2613-4

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.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Agder Energi Vannkraft

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Aleksander Andersen

FORSIDEBILDE

Dam på utløpet av Juvatn-magasinet. Foto: Trygve Hesthagen

NØKKEWORD

-Mandalsvassdraget, Vest-Agder

-vannkvalitet

-krepsdyr

-fisk (aure)

-utsettinger

-etterundersøkelser

-vassdragsreguleringer

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. 2014. Undersøkelser av krepsdyr og fisk i Juvatn-magasinet og Sandvatn i Mandalsvassdraget høsten 2013. NINA Rapport 1003. 43 s.

Denne rapporten omhandler vannkvalitet, krepsdyr og fisk i Juvatn-magasinet og Sandvatn, lokalisert i øvre deler av Mandalsvassdraget i Åseral kommune, Vest-Agder. Det er også gjort en vurdering av ulike kompensasjonstiltak for fisk. Fiskebestandene i de to innsjøene er i senere år undersøkt i 2004 og 2008 (Juvatn) og 2006 og 2008 (Sandvatn). Det har vært samme fangstinnsetts ved prøvafiske i alle år, med 30 bunngarn (Nordiske oversiktsgarn) i Juvatn og 14 garn i Sandvatn. I tillegg ble det benyttet ett flytegarn (SNSF-serie) i hver lokalitet. Utbyttet blir uttrykt som antall individ fanget pr. 100 m² garnareal (Cpue). Juvatn har en reguleringshøyde på 24 m, og fungerer som inntaksmagasin til Logna kraftstasjon. Sandvatn, som er lokalisert nedstrøms Juvatn, er dermed påvirket av Juvatn-reguleringen ved redusert vanngjennomstrømning. Vannslippet fra Juvatn er kun 10-12 l/sek. I Juvatn forsvant auren i løpet av 1970-tallet, mens en innløpsgytende bestand kan ha overlevd i Sandvatn. På 1970-tallet ble det satt i gang utsetninger av aure, men dårlig overlevelse gjorde at de etter hvert opphørte. Rundt 1985 ble utsetningspålegget endret til bekkeroeye, og som ble opprettholdt fram til 2002 i Sandvatn og 2004 i Juvatn. Siden 2005 har det for Juvatn sin del i hovedsak vært satt ut 8 000 énsomrig aure pr. år, eller 9,9 fisk pr. ha. I Sandvatn har de årlige utsetningene etter 2007 omfattet 2 000 individ, tilsvarende 32,9 fisk pr. ha. Stamfisker til settefiskproduksjonen for de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget har siden 2002 vært tatt fra innløpet til Sandvatn. Fisken har vært oppdrettet på Finså Klekkeri i Marnardal og satt ut i slutten av juni hvert år. All settefisk har vært fettfinneklippet. Dette klekkeriet ble nedlagt i 2013, og settefiskproduksjonen er nå lagt til Syrtveit Fiskeanlegg i Evje og Hornnes. Her ble det høsten 2009 lagt inn befruktet rogn av stamfisk fra Sandvatn.

Øvre deler av Mandalsvassdraget er fremdeles et forsuringspåvirket område. Men målinger i 2013 viste at vannkvaliteten nå har bedret seg betraktelig. I Juvatn (nær utløpet) var pH og konsentrasjonen av giftig eller labilt aluminium (Al) henholdsvis 5,47 og 21 µg/l. To tidligere gyttebekker, nordre og søre Austeheibekken, hadde i 2004 og 2008 pH og labilt Al på mellom 4,70-4,95 og 67-143 µg/l. I 2013 viste disse to parametrene verdier på henholdsvis 5,23 vs. 5,30 og 29 vs. 31 µg/l. Den syre nøytraliserende kapasiteten (ANC) har også bedret seg i de to bekkene, og var i 2013 henholdsvis -0,26 og 6,80 µekv/l. På innløpet av Sandvatn er vannkvaliteten bedre fordi det har vært lagt ut kalkstein. Her var pH, labilt Al og ANC henholdsvis 6,08, 5 µg/l og 30,37 µekv/l. Sjølve Sandvatn har noe dårligere vannkvalitet grunnet tilførsel av surt vatn fra sidefeltene. På utløpet ble det i 2013 målt 5,57 i pH, 23 µg/l i labilt Al og 9,98 µekv/l i ANC.

Det ble totalt registrert 22 arter krepsdyr i de to innsjøene, fordelt på 18 vannlopper og 4 hoppekreps. Juvatn og Sandvatn hadde henholdsvis 18 arter (14 arter vannlopper og fire arter hoppekreps) og 13 arter (10 arter vannlopper og 3 arter hoppekreps). I Sandvatn ble det registrert fire arter vannlopper som manglet i Juvatn, til tross for at sistnevnte vatn hadde et mer artsrikt planktonsamfunn totalt sett. Artsantallet i Juvatn og Sandvatn er noe mindre enn i andre undersøkte innsjøer i Agder. Både Juvatn og Sandvatn har imidlertid en god bestand av cyclopoiden *Cyclops scutifer*, noe som viser at de ikke lenger er sterkt forsuringsskadet.

Det er nå kun vanlig brunare i Juvatn, og prøvafiske med bunngarn i 2013 ga et utbytte på 110 individ, eller Cpue på 8,1 individ. Dette var noe lavere enn i 2008, da Cpue var 11,3 individ. Det var til dels stor variasjon i mengden fisk i ulike deler av magasinet. De største fangstene ble registrert i nord/nordvest og lavest i vika vest for Gråbuheii og på stasjonen nord for Bukta. Vertikalfordelingen viste at mengden fisk avtar sterkt med økende dyp, idet fordelingen på 0-3, 3-6 og 6-12 m dyp var henholdsvis 57, 25 og 18 %. I 2008 var hele 94 % av auren i prøvafiskefangsten i Juvatn settefisk. Fram til 2013 har innslaget av settefisk blitt redusert til 78 %. Aldersfordelingen viste forekomst av yngel til 7 år gammel fisk. To-åringene dominerte med totalt 37 individ (33 %), og reduksjonen i antall fisk med økende alder var som forventet. Veksten i

2013 var betydelig dårligere enn i 2008. Eksempelvis var gjennomsnittlig lengde etter andre og tredje leveår i 2008 og 2013 henholdsvis 173 vs. 127 mm og 234 vs. 182 mm. Omregnet i vekt etter tredje leveår blir det henholdsvis 128 og 60 gram. I 2008 var kondisjonsfaktoren (K-faktor) fremdeles god, med en gjennomsnittlig verdi på $1,08 \pm 0,12$. Fram til 2013 har den gått betydelig tilbake, idet den nå var $0,92 \pm 0,13$. K-faktoren avtok også klart med økende fiskelengde, noe som ofte kjennetegner fisk i bestander med dårlige vekstforhold.

I tilknytning til Juvatn ble det el-fisket i nordre og søre Austeheibekken både i 2004, 2008 og 2013. I 2004 ble det ikke påvist fisk i noen av de to bekkene, mens det i 2008 ble fanget én settefisk i hver lokalitet. I 2013 ble det fanget tre større individ i den søre bekken på 155, 178 og 280 mm, hvorav to var settefisk. I nordre Austeheibekken det i 2013 fanget sju naturlig rekrutterte ett-åringer. Det var følgelig vellykket klekking i denne bekken ett år tidligere. Det er trolig 40-50 år siden sist det var naturlig rekruttering i tilløpsbekker til Juvatn.

Vanlig brunaure er også eneste fiskeart i Sandvatn. Bestanden er imidlertid svært tynn med en bunngarnfangst (Cpue) på 5,1 individ (n=32). Dette er noe lavere enn i 2008 (Cpue=6,5), men høyere enn i 2006 (Cpue=3,2). I 2013 ble det også fanget ett individ på flytegarn. Også aurebestanden i Sandvatn domineres av settefisk; med en andel på 82 %. Tilsvarende tall i 2006 og 2008 var henholdsvis 71 og 83 %. En større andel settefisk nå enn på midten av 2000-tallet skyldes trolig økte utsetninger. Aldersfordelingen viste et bra innslag av ett-åringer, mens antall to - og treåringer var lavere enn forventet. Som i tidligere år var innslaget av eldre fisk ubetydelig. Auren i Sandvatn har god vekst og relativt høy K-faktor med en gjennomsnittlig verdi på $1,13 \pm 0,06$.

I Sandvatn er innløpet eneste rekrutteringsområde for aure. I 2006 og 2008 var tettheten av yngel, både vill og utsatt fisk, mellom 20-33 individ pr. 100 m². Blant ett år gamle individ har tettheten vært noe varierende, og naturlig nok betydelig lavere. I 2013 ble det ikke fanget yngel av villfisk. Derimot var tettheten av ett-åringer god med 25 individ pr. 100 m². I tillegg ble det fanget noen få énsomrig settefisk.

Konklusjon Juvatn Magasinet er fortsatt forsuringspåvirket, men vannkvaliteten har bedret seg betydelig i seinere år. Aurebestanden er i dag middels tett, og består i hovedsak av utsatt fisk. Villfisk som ble fanget har trolig i hovedsak vandret inn fra lokaliteter lengre oppe i vassdraget. En kan likevel ikke se bort fra noe naturlig rekruttering, som i nordre Austeheibekken i 2012. Auren i Juvatn-magasinet har i dag dårligere tilvekst og kondisjon enn ved forrige undersøkelse i 2008. Det betyr at næringsforholdene har blitt dårligere. Vi forslår derfor å redusere utsettingsmengden fra 8 000 til 6 000 énsomrig fisk pr. år. Det kan også forventes økt naturlig rekruttering i de to Austeheibekkene i kommende år. Men lav magasinfylling på høsten skaper problemer for gytefisk som skal vandre opp i disse bekkene. Det bør vurderes om forholdene kan bedres ved å bygge en kanal, kombinert med trapp.

Konklusjon Sandvatn Vannkvaliteten er nå relativt god, men aurebestanden er fortsatt svært tynn og består i hovedsak av utsatt fisk. Tilvekst og K-faktor er god, og bestanden synes å være rekrutteringsbegrenset. For auren i Sandvatn er innløpet eneste gyte - og oppvekstområde. Tilgjengelig areal er imidlertid på maksimum 150 m². I tillegg synes rekrutteringen å være svært varierende. Stamfiske på innløpet har hittil trolig redusert den naturlige rekrutteringen grunnet mangel på gytefisk. Det har nå opphørt, bortsett fra at det vil bli hentet inn ny stamfisk med noen års mellomrom. Rekrutteringen på innløpet kan trolig økes ved økt minstevassføring og habitatforbedrende tiltak. For å styrke den stedeigne aurebestanden i Sandvatn ved redusert konkurranse fra utsatt fisk, foreslår vi at utsettingsmengden blir redusert fra 2000 til 1 000 individ pr. år.

Trygve Hesthagen, Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim. E-post: trygve.hesthagen@nina.no. Mobil: 99593389. 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	10
2.1 Beliggenhet og reguleringer.....	10
2.2 Fiskeutsettinger.....	11
3 Materiale og metoder	13
3.1 Vannkjemiske analyser.....	13
3.2 Krepssdyr.....	13
3.3 Garnfiske og prøvetaking av fisk.....	13
3.4 El-fiske.....	18
4 Resultater	19
4.1 Vannkvalitet.....	19
4.2 Krepssdyr.....	20
4.2.2 Planktonsamfunnet.....	21
4.2.3 Littoralsamfunnet.....	22
4.2.4 DCA-ordinasjon.....	24
4.3 Fisk.....	25
4.3.1 Fangstutbytte på garn.....	25
4.3.1.1 Vertikalfordeling.....	26
4.3.1.2 Forholdet mellom merket og ikke-merket fisk.....	26
4.3.1.3 Alder, størrelse og vekst.....	28
4.3.1.4 Kondisjon og kjøttfarge.....	32
4.3.1.5 Kjønnsmodning.....	33
5 Diskusjon	38
6 Referanser	41

Forord

Undersøkelsene i Juvatn-magasinet og Sandvatn høsten 2013 ble gjort på oppdrag for regu-
lanten i Mandalsvassdraget, Agder Energi Vannkraft (AEVK). Hovedhensikten med prosjektet
var å gi en vurdering av vannkjemi, økologisk tilstand basert på forekomst av ulike krepsdyr-
arter, samt gi en status om bestandsforholdene hos fisk med tilrådninger om kompensasjonstiltak
i form av utsettinger og habitatforbedrende tiltak. Feltarbeidet ble utført av Trygve Hesthagen
(NINA) og Svein Haugland (AEVK). Stig Skjæveland deltok i feltarbeid og prøvetaking for
Sandvatn. Leidulf Fløystad (NINA) har aldersbestemt fisken, mens Randi Saksgård (NINA) har
analysert mageinnholdet. NINA takker med dette AEVK for oppdraget.

Februar 2014

Trygve Hesthagen



Strandsona i Juvatn-magasinet i august 2013 da det var betydelig nedtappet. Foto: Trygve Hesthagen.

1 Innledning

I øvre deler av Mandalsvassdraget ble det i perioden 1932-1961 gjennomført omfattende vassdragsreguleringer med etablering av til sammen ni magasiner; Juvatn, Lognavatn, Langevatn, Store Kvernevatn, Storevatn, Stegil, Nåvatn, Skjerkevatn (Hagedalsvatn) og Ørevatn (**figur 1**). I tillegg er flere nedenforliggende innsjøer påvirket av reguleringene. Aure har vært eneste fiskeart i disse innsjøene, men reguleringene førte til at rekrutteringen ble sterkt skadet. Dette skyldtes både at utløpselvene gikk tapt som gyteområder, og at tilløpsbekker ble neddemt. Vassdraget ble etter hvert også hardt rammet av forsuring, som i seg sjøl ville ha utryddet flesteparten av de lokale aurebestandene. På 1970-tallet ble pH målt til rundt 4,5-4,9 i de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget (Gunnerød mfl. 1981). De fleste aurebestandene i øvre deler av vassdraget ble trolig utryddet i løpet av 1960- og 70-tallet (Sevaldrud & Muniz 1980, Hesthagen & Østborg 2008). I reguleringsmagasinene ble det satt i gang utsettinger av anleggsprodusert aure som kompensasjon for tapt naturlig rekruttering. Men etter hvert forsvant også denne fisken pga. forsuring, og utsettingene opphørte (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). Mange av reguleringsmagasinene i øvre deler av Mandalsvassdraget var derfor i en periode trolig helt fisketomme.

Som følge av høy dødelighet og dårlig tilslag hos den utsatte auren i reguleringsmagasinene i Mandalsvassdraget på 1970-tallet, ble det fra rundt 1985 satt i gang utsettinger av bekkerøye (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). Men etter 2005 har det ikke vært tillatt å sette ut denne fremmede fiskearten i norske vassdrag (Hesthagen & Kleiven 2013). For at det igjen skulle bli fisk i de sure magasinene på Sørlandet, var det derfor nødvendig å forsøke utsettinger av vanlig brunauere. Dette kunne motiveres ut fra at vannkvaliteten hadde bedret vannkvalitet i løpet av 2000-tallet (Klif 2012).

Det har siden 2003 vært gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i 12 regulerte eller reguleringspåvirkede innsjøer i Mandalsvassdraget. Noen av disse lokalitetene har også vært undersøkt to ganger (jf. Hesthagen & Walseng 2012). Resultatene viser store forskjeller i bestandstetthet og forekomst av naturlig rekruttert fisk. Utsettingsmengden varierer også til en viss grad mellom de enkelte innsjøene. Det er foreløpig ikke gjort vurderinger av mulige sammenhenger mellom fangstutbytte ved prøvefiske og utsettingsmengde pr. arealenhet.

I 2013 ble det gjennomført undersøkelser i Sandvatn og Juvatn-magasinet og Sandvatn. Sistnevnte lokalitet er blant de største i Mandalsvassdraget, og ble etablert i 1961. Det har ei reguleringshøyde på 24,0 m. Sandvatn ligger rett nedenfor dette magasinet, og er derfor indirekte påvirket av reguleringen. I Juvatn ble fisken undersøkt første gang i 1914 og 1915 (Huitfeldt-Kaas 1927). Bestanden må ha vært relativt tett, for fisken ble karakterisert som «noget mager og i det hele av mindre god kvalitet. Fisket i vannet er visstnok kun måtelig godt». Materialet hans bestod av 23 individ, med ei gjennomsnittlig lengde på 259 mm. Stammen ble vurdert som småvokst, og allerede etter fjerde leveår avtok veksten sterkt. Gjennomsnittlige årlige lengdeøkning i løpet av de sju første leveårene var 40 mm.

I 1956 ble Juvatn og Sandvatn undersøkt av Per Aass (se Gunnerød mfl. 1981). Juvatn hadde da fremdeles en relativt tett bestand. Vanlig størrelse på fisken var likevel så vidt høy som 250 gram, og det var ikke uvanlig å få individ på opp til 2 kg. Bestanden i Sandvatn ble også vurdert som noe overtallig, med fisk av middels kvalitet. Både Juvatn og Sandvatn ble igjen prøvefisket i 1972, altså 11 år etter reguleringen (Gunnerød mfl. 1981). Bestanden i Juvatn var nå i ferd med å dø ut, idet fangstutbyttet bare var på 4 individ. Dette til tross for at det trolig hadde vært satt ut fisk i magasinet i de siste årene (Gunnerød mfl. 1981). Derfor kan alle eller noen av disse individene ha vært settefisk. De skriver: «En så derfor ingen hensikt i å fortsette utsettingene i vatnet og disse ble trukket tilbake etter dette prøvefiske». Tre av de fire individene i fangsten ble aldersbestemt, og de var 4, 6 og 7 år gamle. Den sterke nedgangen i aurebestanden rundt 1970 skyldtes nok en kombinert effekt av regulering og forsuring, som begge resulterer i sviktende rekruttering. I 1972 ble pH i noen regulerte innsjøer i øvre deler av Mandalsvassdraget målt til 4,5-4,9, inkludert Juvatn og Sandvatn (Gunnerød mfl. 1981). I 1972 hadde

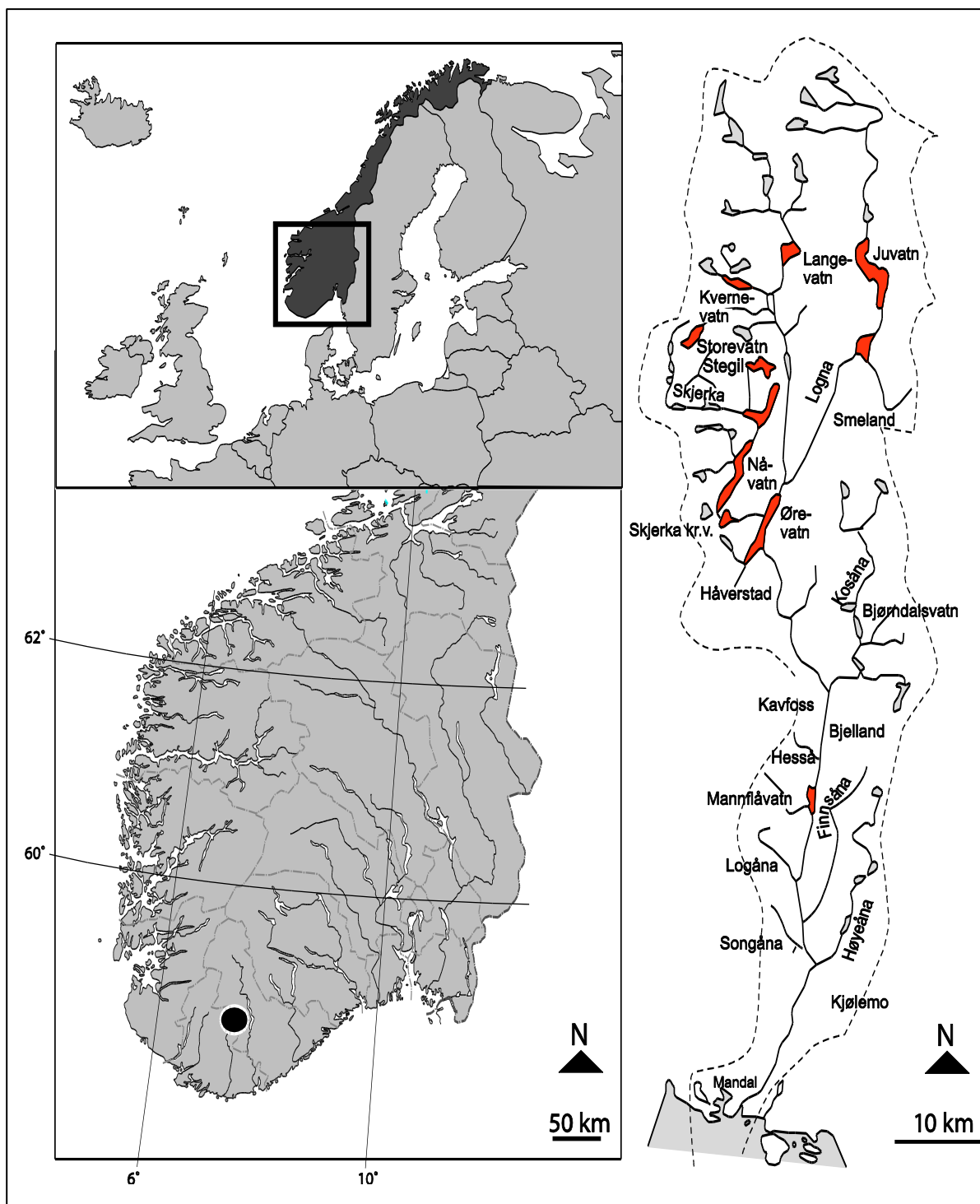
Sandvatn fremdeles en god og livskraftig aurebestand, idet prøvefiske med fem Jensen garnserier ga et utbytte på 71 individ, eller 14,2 pr. serie. Fisken var meget småfallen og 97 % av den var mindre enn 250 mm. Bestanden var ung da den nærmest utelukkende bestod av 3- og 4-åringer. Det er lite trolig at det ble satt ut fisk i Sandvatn før 1972.

I løpet av 2000-tallet ble Juvatn og Sandvatn undersøkt i henholdsvis 2004 og 2008, og i 2006 og 2008 (Hesthagen 2005, Hesthagen & Haugland 2007, 2009). I Sandvatn kom utsettingene av aure i gang i 2003. Bestanden i innsjøen har imidlertid vært svært tynn gjennom hele 2000-tallet. Dette til tross for en tilfredsstillende vannkvalitet, omfattende utsettinger og noe naturlig rekruttering på innløpet. I Juvatn kom aureutsettingene igjen i gang i 2005, og tilslaget har altså kun vært undersøkt én gang, i 2008. Det har hittil ikke vært påvist naturlig rekruttering i noen av tilløpsbekkene til magasinet.

Hensikten med undersøkelsene i Juvatn og Sandvatn var å (i) vurdere de vannkjemiske forholdene, (ii) dokumentere innsjøenes økologiske tilstand basert på forekomsten av littorale og planktoniske krepsdyrarter, (iii) dokumentere tilslaget av siste års fiskeutsettinger, (iv) gi en status for de aktuelle fiskebestandene, (v) vurdere endringer i utsettingene og (vi) vurdere habitatforbedrende tiltak i tilløpsbekker med tanke på å etablere og styrke sjølreproduserende aurebestander. Hovedmålsettingen med fiskekultiveringstiltakene i de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget skal være å styrke svake bestander uten tilstrekkelig sjølrekruttering (Anonym 2010).



Strandsona i Juvatn-magasinet nær utløpet. Foto: Trygve Hesthagen



Figur 1. Kart over Mandalsvassdraget der de enkelte reguleringsmagasinene er markert i rødt. Juvvatn og Sandvatn er lokalisert i nordøstlige deler av vassdraget.

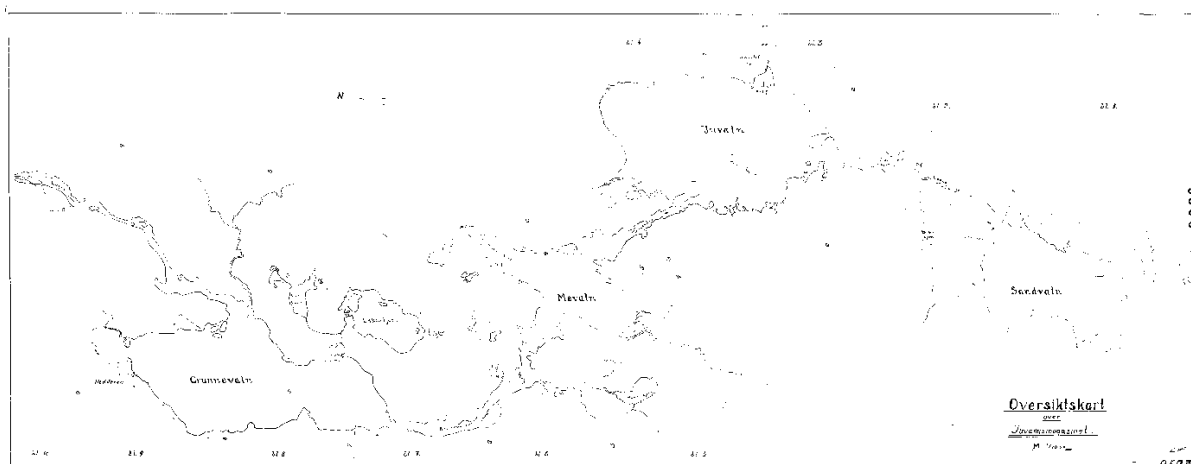
2 Områdebeskrivelse

2.1 Beliggenhet og reguleringer

Juvatn-magasinet og Sandvatn ligger i Åseral kommune i nordøstlige deler av Mandalsvassdraget (**figur 1**). Nedbørfeltet har et areal på 224 km², og er dominert av hardt forvitrede bergarter og lite løsmasser. De to innsjøene er lokalisert i bjørkeregionen, på henholdsvis 513 og 462 m o.h. Ved Kronprinsregentens resolusjon av 7. oktober 1955 ble det gitt tillatelse til regulering av Juvatn, Mevatn og Grunnevatn. Det ble kalt Juvatn-magasinet og ble etablert i 1961, ved ferdigstillingen av Logna kraftverk. De tre innsjøene var opprinnelig lokalisert på henholdsvis 489,7, 489,8 og 491,0 m o.h. Magasinet har ei reguleringshøyde på totalt 24,0 m, og for Juvatn innebærer det en oppdemning og senkning av vannstanden på henholdsvis 23,3 og 0,7 m (**tabell 1**). Juvatn-magasinet dekker ved HRV et areal på 811,57 ha. Ved reguleringen ble 435 hektar land satt under vatn; fordelt på 85 hektar dyrka mark og 350 hektar skog. Sandvatn er lokalisert nedstrøms Juvatn-magasinet, og påvirkes derfor av reguleringen ved redusert vannføring. Vannslippet fra magasinet er på 10-12 liter pr. sek. "Alminnelig lavvannføring", som er i størrelsesorden 10 % av årsmiddel for vannføringen, er i følge NVE på 610 liter pr. sek (Hesthagen 2013).



Sandvatn er omgitt av furuskog. Foto: Trygve Hesthagen.



Figur 2. Kart som viser lokaliseringen av de tre innsjøene som nå utgjør Juvatn-magasinet, Juvatn, Mevatn og Grunnevatn, samt Sandvatn lengre ned.

Tabell 1. Kartreferanse (ved utløp) og noen fysiske data for Juvatn og Sandvatn.

Fysiske data	Juvatn	Sandvatn
Kartblad	1412-1	1412-1
UTM-ref., utløp	160-192	157-178
NVE Magasin-nummer	308	-
NVE Vann-nummer	1170	8893
Høyde HRV (m o.h.)	513	605
Høyde LRV (m o.h.)	489	-
Reguleringshøyde (m)	24,0	-
Areal ved HRV (ha)	811,57	60,82

2.2 Fiskeutsettinger

I reguleringsmagasinene i Mandalsvassdraget ble trolig satt i gang utsettinger av aure i 1960-åra for å kompensere tapt naturlig rekruttering (jf. Gunnerød mfl. 1981). Men den omfattende forsuren på den tiden resulterte i høy dødelighet og få gjenfangster. Disse utsettingene ble derfor avsluttet på 1970-tallet. Sørlandets Fiskestammeoppdrett v/Terje Kvås opplyser at det jevnlig i en 10-års periode på 1970-tallet ble fanget fisk i vatn mellom Lyngdal og Kvinesdal og satt ut i Kvina- og Mandalsvassdraget, inkludert Sandvatn. I løpet av det neste ti-året ble det satset på den mer forsurenstolerante bekkerøya (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). I 1985 ga DVF et årlig utsettingspålegg for Sandvatn og Juvatn på henholdsvis 1000 og 8 000 énsomrig fisk. Vi går ut fra at utsettingene ble igangsatt samme år, men de kan kun dokumenteres fra 1993. I perioden 1993-97 ble den utsatte bekkerøya produsert hos Sørlandets Fiskestammeoppdrett v/Terje Kvås i Lyngdal. I perioden 1998-2004 ble produksjonen overtatt av Finså Klekkeri, med rogn fra Syrtveit Fiskeanlegg i Evje og Hornnes. I 2005 bestemte Direktoratet for naturforvaltning (DN) at det ikke lenger skulle være tillatt å sette ut bekkerøye i norske vassdrag. Forbudet kom fordi forvaltningen var redd for at videre spredning av en fremmed art kunne få negative konsekvenser for stedegne fiskearter og andre organismer i ferskvatn. Arten har likevel etablert seg i nærmere 200 lokaliteter her i landet, og flere av dem ligger i Mandalsvassdraget (Hesthagen & Kleiven 2013).

Etter at utsettingene av bekkerøye opphørte, ble det igjen aktuelt å sette ut vanlig brunaure. Utsettingene av énsomrig fisk i Sandvatn og Juvatn startet opp i henholdsvis 2003 og 2005 (tabell 1). I Sandvatn har utsettingsmengden varierte en del; mellom 500-600 i 2003-05, 1 000 i 2006, og 2 000 individ fra og med 2007. Utsettingene i seinere år tilsvarer 32,9 individ pr. ha. I

Juvatn har de årlige utsettingene i hovedsak vært på 8 000 (9,9 individ pr. ha). I 2006 og 2010 ble det satt ut henholdsvis fra 9 000 og 5 500 individ.

Settefisken har siden 2003 vært avkom av stamfisk fra innløpselva til Sandvatn, med fangst vha. ruser og elektrisk fiskeapparat siden høsten 2002. Gytemodne individ av utsatt fisk har vært ekskludert som stamfisk (skilt ut på basis av fettfinneklipping). Gytefisken ble transportert til Finså Klekkeri for stryking, og deretter avlivet. Den befruktete rogn ble lagt inn i anlegget, der settefisken også har vært produsert.

Finså Klekkeri ble nedlagt i 2013. Syrtveit Fiskeanlegg skal fra og med 2014 produsere settefisk til alle regulerte innsjøer i Mandalsvassdraget. Høsten 2009 ble det lagt inn befruktet rogn av stamfisk fra Sandvatn i anlegget, og høsten 2013 var den klar som ny stamfisk (Nils Børge Kile, pers. medd.). Anlegget bruker 2009-årgangen til å bygge opp en ny årgang stamfisk før det blir hentet inn ny stamfisk fra Sandvatn. Dette forventes å skje første gang i 2016.

Den utsatte fisken i de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget har vært merket ved å fjerne fettfinnen. Utsettingene har hvert år blitt gjennomført i slutten av juni måned. For Juvatn er fisken satt ut i sjølve magasinet, mens for Sandvatn sitt vedkommende har den blitt satt ut både på innløpet og i sjølve vatnet. Settefisken fra Finså Klekkeri hadde ei gjennomsnittlig lengde \pm sd på 65 \pm 3 mm, basert på målinger fra 2006-08.

Tabell 2. Utsetting av énsomrig settefisk av bekkerøye og aureunge i Juvatn og Sandvatn i perioden 2000 til 2013.

År	Juvatn		Sandvatn	
	Bekkerøye	Aure	Bekkerøye	Aure
2000	8000		1000	
2001	8000		1000	
2002	8000		1000	
2003	8000			600
2004	8000			500
2005		8000		500
2006		9000		1000
2007		8000		2000
2008		8000		2000
2009		8000		2000
2010		5500		2000
2011		8000		2000
2012		8000		2000
2013		8000		2000

3 Materiale og metoder

3.1 Vannkjemiske analyser

Det ble tatt vannprøver fra ymse tilløpsbekker, samt i sjøve vatna på/nær utløpet. Alle prøvene ble analysert for full ionebalanse slik at syrenøytraliserende kapasitet (ANC) kunne beregnes. ANC er definert som summen av basekationer [BC] (Ca + Mg + Na + K) minus summen av sterke syrer anioner [SAA] (SO₄ + NO₃ + Cl). ANC er modifisert slik at organiske syrer som opptrer permanent som anioner i pH-området for naturlig vatn (pH > 4,5), inngår sammen med de uorganiske sterksyreanionene (Lydersen mfl. 2004). Parameteren blir beregnet på basis av to konstanter og innholdet av TOC (total organisk carbon): [BC] - ([SAA] + (1/3 * 10,2 * TOC)). Ulike Al-fraksjoner ble analysert for alle prøver, inkludert den uorganiske og giftige fraksjonen (labilt Al). Vannprøvene ble analysert på Analysesenteret, Trondheim kommune.

3.2 Krepssdyr

To planktonprøver er tatt med håvtrekk fra ca. 15 m dyp og opp til overflata fra antatt dypeste punkt i hver innsjø. I tillegg er det tatt to kvalitative littoralprøver med planktonhåv. Prøvene ble tatt ved å kaste håven like over bunnen i et habitat som er representativt for lokaliteten. Total trekkklengde var ca. 25 m. Håven hadde ei maskevidde på 90 µm, diameter 30 cm og dybde 57 cm.

Individuelle krepssdyrprøver ble fraksjonert og minst 200 individer 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 om forekomst og fravær av ulike arter, sammen med data fra de ni Agdervatna som ble prøvetatt etter samme opplegg i 2006 (Hesthagen mfl. 2006). Disse vatna er behandlet passivt i et datasett bestående av forsurede lokaliteter (Bjorvatn og Kvernelandsvatn i Rorevassdraget), samt artslistene fra Sognevatn (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 artslistene med ulik artssammensetning blir liggende lengre fra hverandre i plottet. Da forskjeller i artssammensetning mellom stasjonene gjenspeiler forskjeller i miljøet, vil aksene i plottet representere underliggende miljøvariabler. Sjø i en ikke-forsuret situasjon må vi påregne å finne survannstolerante arter. Vi kan derfor ikke forvente at de undersøkte lokalitetene får en artssammensetning lik den vi har "konstruert" i DCA-analysen. Resultatet vil imidlertid fortelle oss i hvilken retning utviklingen går, samt vise forskjeller mellom de undersøkte lokalitetene.

3.3 Garnfiske og prøvetaking av fisk

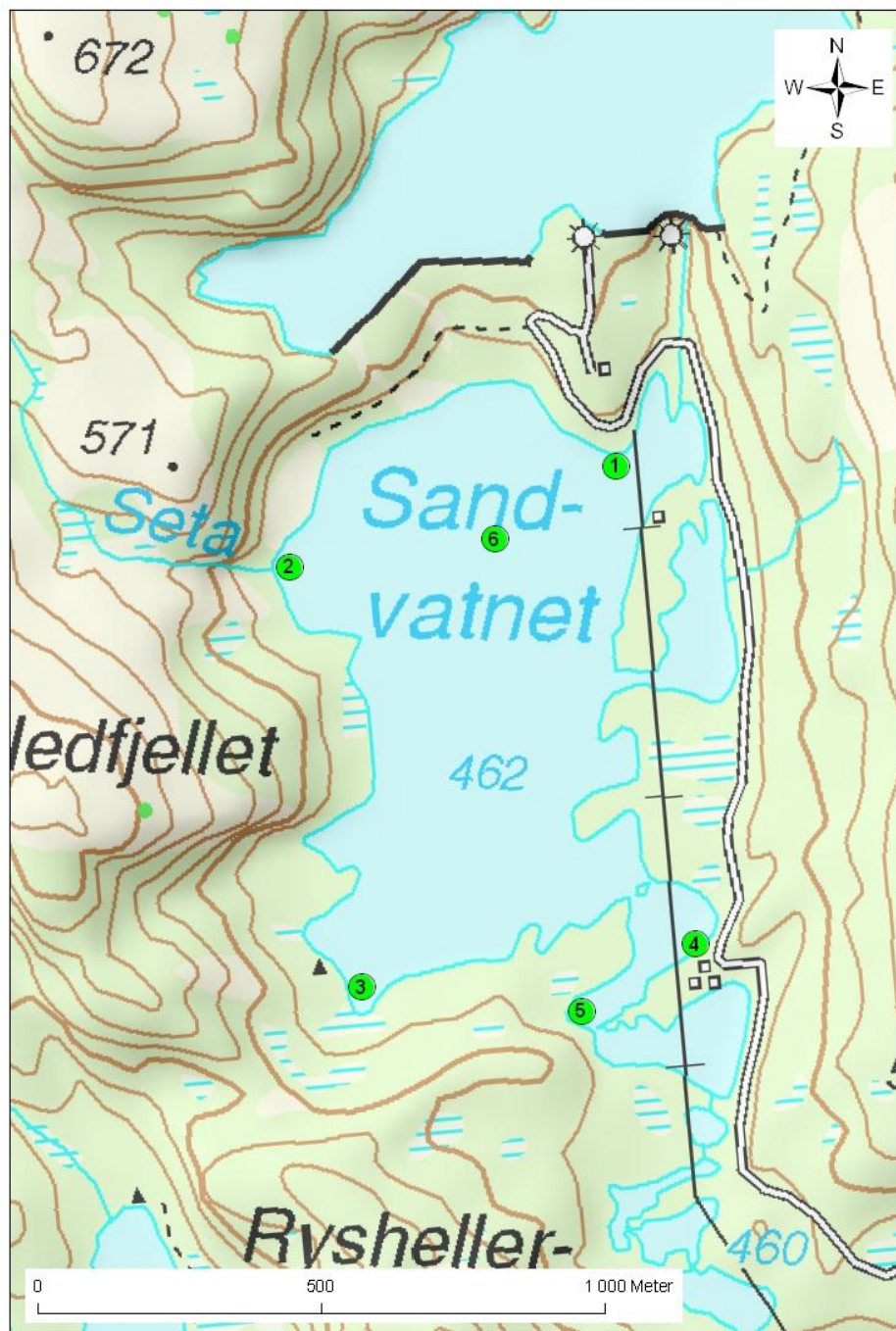
Prøvefiske i Juvatn og Sandvatn ble gjennomført i perioden 12. - 15. august 2013. Det ble benyttet henholdsvis 30 og 14 Nordiske oversiktsgarn (bunngarn) fordelt på 10 og 5 stasjoner (**tabell 3, figur 3a,b**). Hvert garn er 30 m langt og 1,5 m dypt, og dekker følgelig et areal på 45 m². Garnene er inndelt 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 mfl. 1995). Det innebærer at hver maskevidde er representert med et areal på 2,5 m x 1,5 m (3,75 m²). Garnene ble satt i fire standard dybdeintervaller: 0-3, 3-6, 6-12 og 12-20 m. I tillegg ble det satt én serie flytegarn på 0-6 m dyp i hver innsjø. En slik serie består av ei lenke på 54 m x 6 m (324 m²), med åtte maskevidder: 10, 12,5,

16, 21, 25, 29, 35 og 43 mm (Rosseland mfl. 1979). Utbyttet på garn blir uttrykt som antall individ fanget pr. 100 m² garnareal pr. natt, eller ca. 12 timers fiske (Cpue). Antall fisk fanget på bunngarn og flytegarn i forsøksperioden er vist i **tabell 4**.

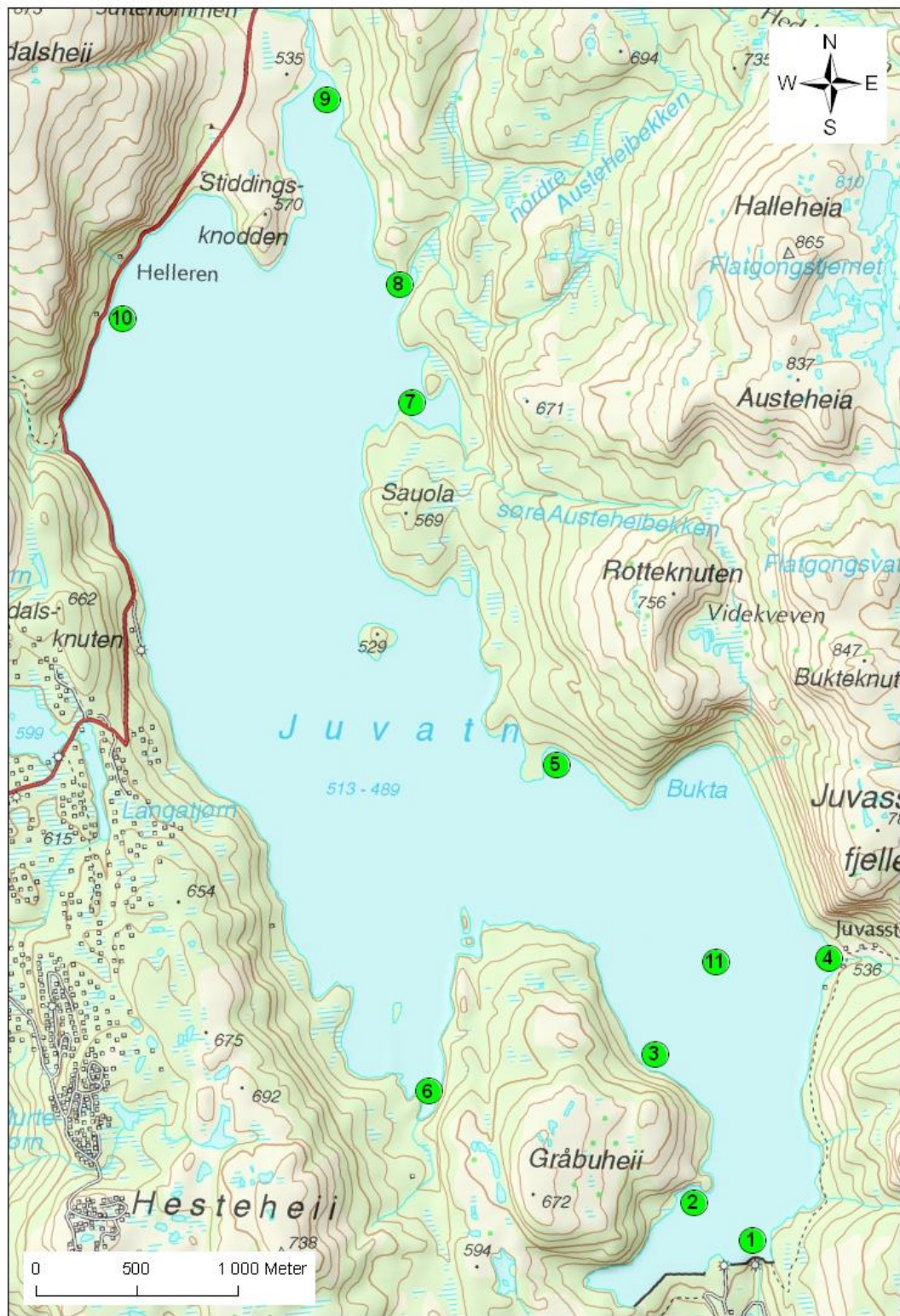
For hver fisk ble det registrert lengde (nærmeste mm), vekt (nærmeste gram), kjønn, modningsgrad og kjøttfarge. Til aldersbestemmelsen ble det tatt skjellprøver av all fisk, samt øres-teiner (otolitter) fra et utvalg individ. Fiskens lengde ble tilbakeregnet ved å anta et lineært forhold mellom fiskens lengde og skjellradius (jf. **figur 4**). All fisk ble undersøkt med hensyn på om fettfinnen var fjernet, dvs. om den var vill eller utsatt. Det ble også notert om fisken hadde andre ytre tegn til oppdrett, som slitte eller deformerte finner. I tvilstilfeller om det var villfisk eller settefisk, ble også skjellmønsteret undersøkt.



Fisken i Juvatn og Sandvatn blir merket ved å fjerne fettfinnen. Foto: Trygve Hesthagen.



Figur 3a. Lokaliseringen av de enkelte stasjonene for prøvefiske med bunngarn i Sandvatn (1-5), samt flytegarstasjonen (6).



Figur 3b. Lokaliseringen av de enkelte stasjonene for prøvetaking med bunngarn i Juvatn-magasinet (1-10), samt flytegarntasjonen (11).



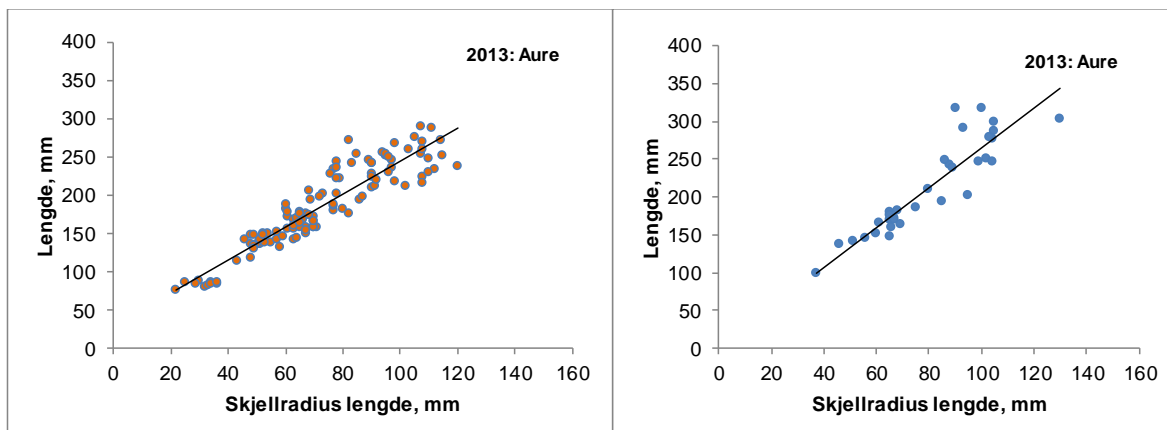
Alt gjøres klart til garnfiske i Juvatn i 2008; Leidulf Fløystad (v) fra NINA og Svein Haugland (h) fra AEVK. Foto: Trygve Hesthagen.

Tabell 3. Fangststinsatsen med Nordiske bunngarn på de enkelte stasjonene i Juvatn og Sandvatn høsten 2013, fordelt på ulike dyp (0-3, 3-6, 6-12 og 12-20 m).

Stasjon	Juvatn				Sandvatn			
	0-3 m	3-6 m	6-12 m	12-20 m	0-3 m	3-6 m	6-12 m	12-20 m
1	1	1			1	1	1	1
2	1	1			1	1	1	
3	1	1	1		1	1	1	
4	1	1	1	1	1	1		
5	1	1	1	1	1	1		
6	1	1	1					
7	1	1	1					
8	1	1	1					
9	1	1	1					
10	1	1	1					
Totalt	10	10	8	2	5	5	3	1

Tabell 4. Fangstene av aure og bekkerøye på bunngarn og flytegarn i Juvatn og Sandvatn i perioden 2004 til 2013. Det ble ikke foretatt undersøkelser i Sandvatn i 2004 og i Juvatn i 2006.

År	Juvatn		Sandvatn			
	Aure		Bekkerøye		Aure	
	Bunngarn	Flytegarn	Bunngarn	Flytegarn	Bunngarn	Flytegarn
2004	0	0	80	2	-	-
2006	-	-	-	-	20	4
2008	152	5	1	0	41	0
2013	110	2	0	0	32	1
Totalt	262	7	81	2	93	5



Figur 4. Sammenhengen mellom fiskelengde og skjellradius hos aure i Juvatn ($y=2,15*x + 28,16$, $F_{1,110}=640,0$, $p < 0,0001$, $R^2=0,85$) og Sandvatn ($y=2,61*x+3,5$, $F_{1,31}=148,1$, $p < 0,0001$, $R^2=0,83$).

3.4 El-fiske

El-fiske ble foretatt med et bærbart elektrisk fiskeapparat av typen Paulsen i to tilløpsbekker til Juvatn og i innløpet til Sandvatn. Hver lokalitet ble avfisket én gang.



Elfiske i nordre Austeiebekken høsten 2013. Foto: Svein Haugland.

4 Resultater

4.1 Vannkvalitet

Både Juvatn og Sandvatn har fremdeles en relativt dårlig vannkvalitet. På innløpet av Juvatn-magasinet var pH i 2004 og 2008 henholdsvis 5,27 og 5,06 (**tabell 5**). Konsentrasjonen av den giftige fraksjonen av aluminium, den labilt eller uorganiske delen, var begge åra 40 µg/L. I 2008 var ANC på innløpet 2,6 µekv/l. I 2013 var pH=5,47, labilt Al=21 µg/l labilt Al og ANC=3,49 µekv/l. Nordre og søre Austeheibekkenene hadde i 2004 og 2008 en mye dårligere vannkvalitet, med pH, labilt Al og ANC på henholdsvis 4,70-4,95, 67-143 µg/l og -5,40 til - 25,3 µekv/l. I 2013 var vannkvaliteten i de to bekkene betydelig bedre, med pH 5,23 og 5,30, labilt Al 29 vs. 31 µg/l og ANC (syre nøytraliserende kapasitet) - 0,26 og + 6,80 µekv/l.

Innløpet til Sandvatn har hatt en relativt god vannkvalitet i seinere år. Dette skyldes utlegg av kalkgrusen ved flere anledninger, siste gang i 2007 (Hesthagen & Haugland 2009). I 2006 ble pH målt til 6,09, mot 5,90 i 2008. Innholdet av labilt Al har også vært lavt, med henholdsvis 7 og 20 µg/l. ANC var høy med 66,8 og 87,9 µekv/l. Prøvene fra 2013 viser at vannkvaliteten på innløpet fortsatt er god. Utløpet har derimot en betydelig dårligere vannkvalitet, spesielt i 2008, med 4,97 i pH og 47 µg/l i labilt aluminium. ANC var naturlig nok også lav det året, med 1,7 µekv/l. I 2013 var pH og labilt Al henholdsvis 5,57 og 23 µg/l.

Innholdet av total organisk carbon (TOC) er relativt lavt for de undersøkte lokalitetene, i hovedsak 1,9-8,5 mg/l. Mengden humusstoffer er følgelig ikke særlig høyt. 2013 var TOC-innholdet noe lavere enn i tidligere år. Kalsium-innholdet er spesielt lavt i Juvatn og i de to Austeheibekkenene med 0,13-0,36 mg/l. Innløpet av Sandvatn har noe høyere verdier grunnet utlegg av kalkgrus.

Tabell 5. Noen vannkjemiske data for Juvatn og Sandvatn i perioden 2004 til 2013. ANC er modifisert etter innholdet av TOC (jf. Metoder). * Prøven tatt nær dammen i 2013.

Lokalitet/Sted	År	pH	Kalsium mg/L	Labilt Al µg/l	TOC mg/l	ANC µekv/l
Juvatn Innløp*	2004	5,27	0,36	40	5,6	-8,30
	2008	5,06	0,26	40	5,6	2,60
	2013	5,47	0,25	21	3,1	3,49
Austeheibekken S	2004	4,87	0,15	67	5,2	-20,0
	2008	4,95	0,13	72	5,2	-5,40
	2013	5,23	0,17	31	4,2	-0,26
Austeheibekken N	2004	4,74	0,26	97	8,5	-25,3
	2008	4,70	0,21	143	8,5	-11,8
	2013	5,30	0,26	29	5,7	6,80
Sandvatn Innløp	2006	6,09	1,22	7	1,9	66,8
	2008	5,90	2,29	20	11,5	87,9
	2013	6,08	0,89	5	3,2	30,37
Sandvatn Utløp	2006	5,67	0,95	13	1,9	43,9
	2008	4,97	0,33	47	5,9	1,70
	2013	5,57	0,48	23	4,2	9,98

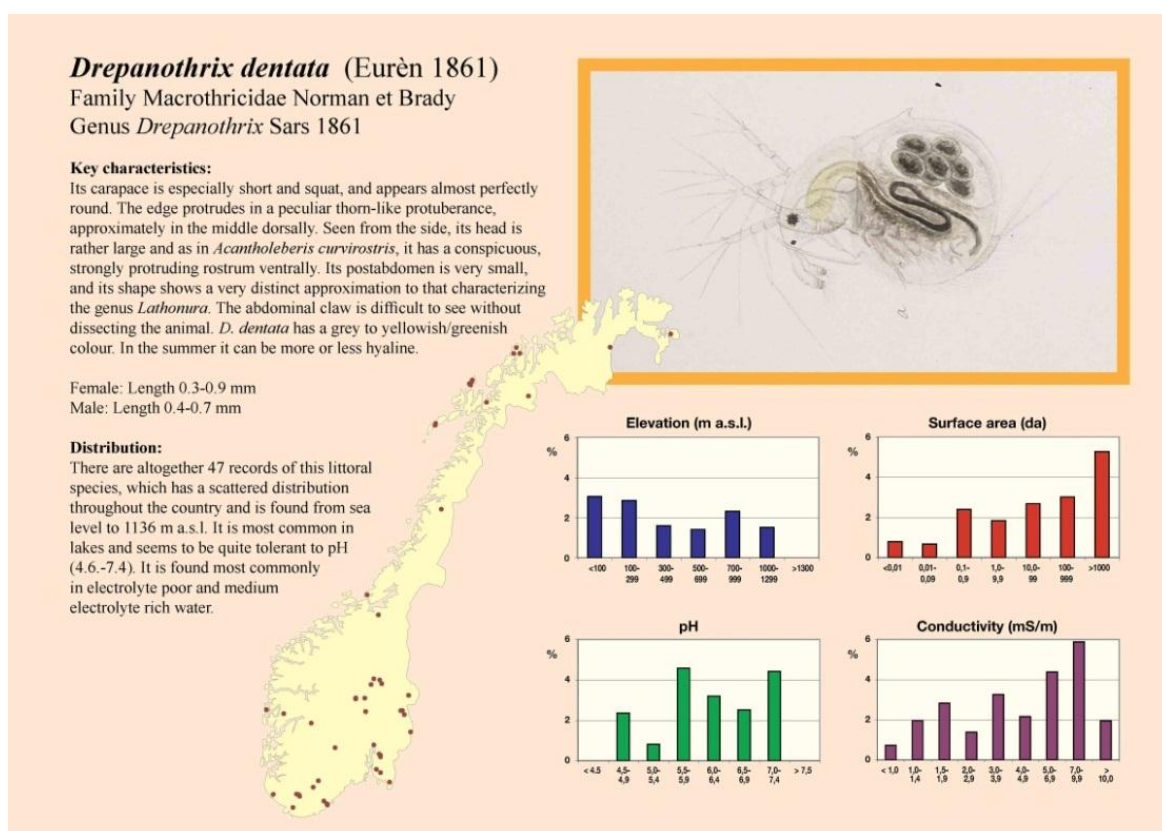
4.2 Krepsdyr

4.2.1. Artsforekomst

Det ble totalt registrert 22 arter krepsdyr fordelt på 18 vannlopper og 4 hoppekreps (**tabell 6**). Juvatn og Sandvatn hadde henholdsvis 18 arter (14 arter vannlopper og fire arter hoppekreps) og 13 arter (10 arter vannlopper og tre arter hoppekreps). Det er oppført et minimumstall for antall cyclopoide hoppekreps når det ble funnet nauplier og små copeoditter som ikke kunne artsbestemmes. Det ble registrert fire arter vannlopper i Sandvatn som manglet i Juvatn, til tross for at sistnevnte lokalitet var mer artsrikt. Artsantallet er noe mindre enn i ni vatn i Agder som ble undersøkt i 2006, hvor det ble funnet i gjennomsnitt 20 arter (16-31 arter) (Hesthagen mfl. 2006).

Drepanothrix dentata, som ble funnet i Juvatn, er den mest sjeldne arten (cf. **Faktaark 1**). På landsbasis er den funnet i 60 lokaliteter, det vil si i underkant av 2 % av alle undersøkte vatn. Den fins spredt i alle landsdeler. I Vest-Agder er den tidligere funnet i fire vatn, Lygnevatn, Hellevatn, Ungustjørn og Liansvatn, alle i Lyngdalsvassdraget. Fra Aust-Agder foreligger det fem registreringer. Med unntak av ett funn fra Gråhei (Spikkeland 1977), er de øvrige fra Arendalsvassdraget. Sjøl om de langt fleste funnene er gjort ved pH >5,5, synes ikke lav pH å begrense artens forekomst. De fire lokalitetene i Lyngdalsvassdraget hadde pH 4,6-4,8.

Sammenlignet med andre lokaliteter i Agder var artsdiversiteten relativt lav både i Juvatn og Sandvatn. Hesthagen mfl. 2006 fant 41 arter i en undersøkelse av ni vatn med samme innsats som i denne undersøkelsen. I følge Fauna Norvegica, oppdatert våren 2013, er det registrert 65 arter i Vest-Agder; 42 arter vannlopper og 23 arter hoppekreps (Walseng & Halvorsen 1996 a,b).



Faktaark 1. *Drepanothrix dentata*

4.2.2 Planktonsamfunnet

I begge innsjøene ble vannloppene *Holopedium gibberum* og *Bosmina longispina* funnet. Førstnevnte var dominant i Juvatn, mens *B. longispina* dominerte i Sandvatn (**tabell 6**). I tillegg ble det funnet noen få individ av *D. brachyurum* i Sandvatn. Her var den mer vanlig i littoralsonen. Stor dominans av *H. gibberum*, også kalt gelékreps på norsk, er ikke uvanlig i sommermånedene. Den blir ofte registrert i store tettheter i perioden juni-august.

Kun enkeltindivider av *H. gibberum* ble påvist i planktonet fra Sandvatn. Her utgjorde imidlertid *B. longispina* respektive 8,2 og 20,9 % i de to håvtrekkene. I Juvatn var den relativt fåtallig i kun én av prøvene. Den er vår vanligste planktonart, og fins fra lavlandet til høyfjellet. Den har også en vid toleranse i forhold til de fleste miljøvariabler. Små dammer med høye konsentrasjoner av næringssalter er de eneste lokalitetene hvor *B. longispina* er fraværende. 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 individ varierer derfor mye. Ofte kan den tallmessig dominere planktonet.

Bythotrephes longimanus ble ikke funnet i noen av vatna. Den er en rovform og et ettertraktet byttedyr hos bl.a. aure. Den ble imidlertid funnet i planktonprøvene fra Nåvatn og Skjerkavatn i 2011 (Hesthagen & Walseng 2012). Daphnier ble heller ikke funnet verken i Juvatn eller Sandvatn, som tyder på at begge lokalitetene kan være noe forsuret.

Calanoidene *Eudiaptomus gracilis* og *Heterocope saliens* samt cyclopoiden *Cyclops scutifer*, var felles for begge vatn. Sistnevnte art var kun representert med én voksen hunn fra Sandvatn, ellers var det i hovedsak nauplier og noen få copepoditter (cop. I) som ble funnet. Det er liten grunn til å tro at naupliene skal tilhøre en annen cyclopoid hoppekreps. I begge vatn dominerte nauplier i planktonet. Vi kan derfor konkludere med at det er en solid bestand av *C. scutifer* i begge vatna, noe som tyder på at de ikke er sterkt forsuret. *C. scutifer* får problemer når pH<5,0, og er bl.a. favorisert av kalking (Eriksson mfl. 1983, Sandøy & Nilssen 1987). Undersøkelser har vist at arten bl.a. får nedsatt eggproduksjon ved lav pH (Arvola mfl.



Tre vannlopper som ble registrert i planktonet i Juvatn og Sandvatn: *Diaphanosoma brachyurum* (til venstre), *Holopedium gibberum* (i midten) og *Bosmina longispina*. Tegninger av G.O. Sars.

Tabell 6. Krepssamfunnetenes sammensetning i Juvatn og Sandvatn i 2013

Lokalitet	Juvatn	Juvatn	Juvatn	Juvatn	Sandvatn	Sandvatn	Sandvatn	Sandvatn
Dato	13.08.2013	13.08.2013	13.08.2013	13.08.2013	14.08.2013	14.08.2013	14.08.2013	14.08.2013
lengde	plankton I	plankton II	littoral I	littoral II	plankton I	plankton II	littoral I	littoral II
substr								
Cladocera								
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T					0,1		3,9	5,3
Latona setifera (O.F.M.)			0,1	0,0				
Holopedium gibberum Zaddach	11,5	18,1	3,9	4,6		0,4	1,7	
Bosmina longispina Leydig		1,3	0,4		8,2	20,9	62,1	27,4
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)			0,1					
Drepanothrix dentata (Eurén)			0,1					
Ophryoxus gracilis Sars							0,1	
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)							4,8	48,4
Acroperus harpae (Baird)			0,1	0,0				
Alona affinis (Leydig)			1,6	0,4			0,1	
Alonella excisa (Fischer)				0,0				
Alonella nana (Baird)			2,3	0,8			0,4	3,2
Alonopsis elongata Sars			1,2	0,8				1,1
Chydorus sphaericus (O.F.M.)			0,4				0,1	2,1
Paralona piger Sars			0,4	0,0				
Eurycerus lamellatus (A.F.M.)				0,0				
Rhynchotalona falcata Sars			1,2					
Polyphemus pediculus (Leuck.)							0,4	
Copepoda								
Eudiaptomus gracilis Sars	15,5	13,3	38,8	71,4	1,9	0,8	21,0	4,2
Heterocope saliens (Lillj.)	1,7	3,2	2,7	16,7	0,1	0,4	1,7	4,2
cal naup	2,9	1,9	3,5		0,3	0,6	0,4	
cyclopoida								
Cyclops scutifer Sars	2,6	1,3			0,3			
Diacyclops nanus (Sars)			0,8	0,0				
naup	65,8	60,8	41,1	5,0	89,1	77,0	3,1	4,2
cycklopoditt indet			1,6					
tot ant vannlopperarter	2	2	12	9	2	2	9	6
tot ant hoppekrepsarter	3	3	3	3	3	3	3	3
tot ant krepssdyrarter	5	5	15	12	5	5	12	9
tot ant individer	3480	3090	1289	2396	3435	2610	1143	95
trekk lengde	15	15	30	30	15	15	30	30
ant dyr pr m ³	3600	3197	2667	4957	3553	2700	2365	197

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). At det ble funnet nauåplier samt noen få copepoder i både Juvatn og Sandvatn, kan tyde på at arten har en ettårig syklus i begge vatna.

Calanoiden *E. gracilis* var dominant i Juvatn, mens den utgjorde små fraksjoner i Sandvatn. Unntaket var den ene littoralprøven der arten utgjorde mer enn 20 % av individene. *H. saliens* var også noe mer vanlig i Juvatn (1,7 % og 3,2 %) enn i Sandvatn (0,1 % og 0,4 %).

Tettheten av plankton var nesten identisk i Juvatn og Sandvatn, og i størrelsesorden 3 000 individ pr.m³. Til sammenligning var gjennomsnittet for ni vatn i Agder 6 700 individ pr.m³ (Hesthagen m.fl. 2006). Her var det imidlertid stor variasjon mellom de undersøkte vatna, fra 300 til 20 000 individ pr. m³.

4.2.3 Littoralsamfunnet

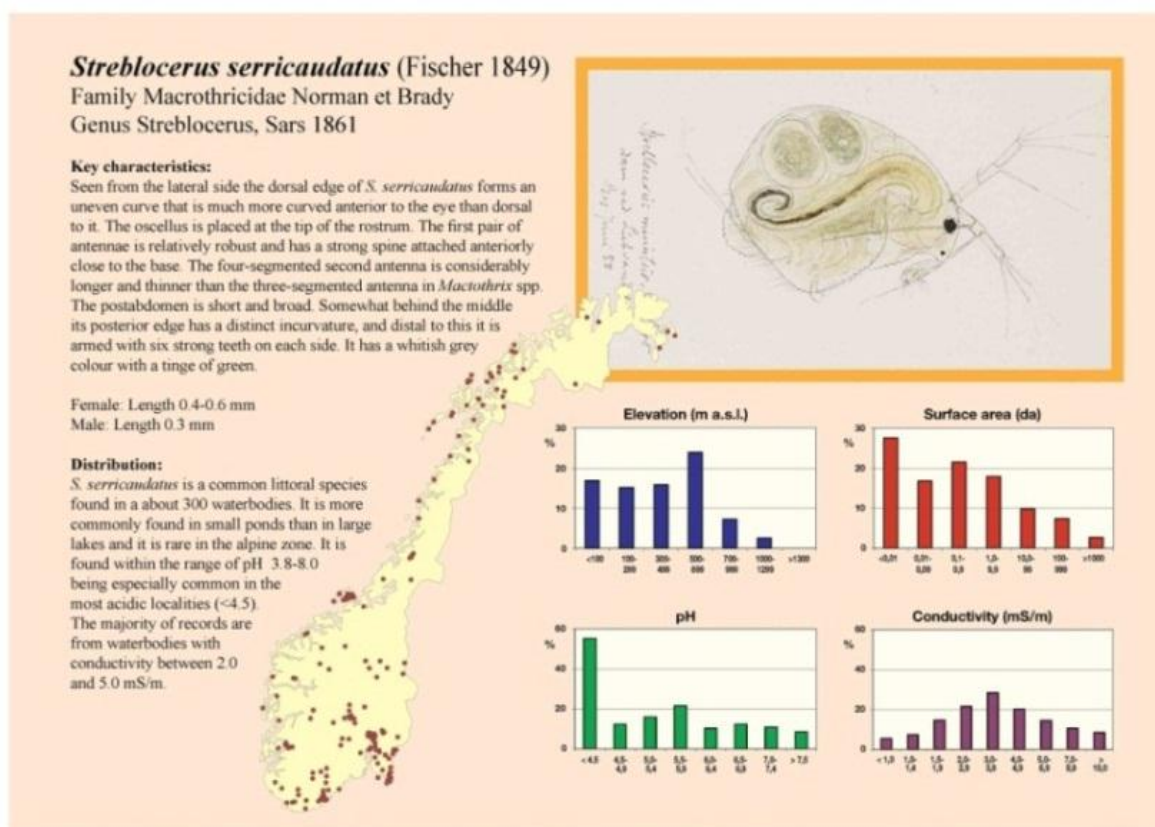
I både Juvatna og Sandvatna var littoralprøvene dominert av arter som også er typiske for planktonet i de frie vannmasser. *Streblocerus serricaudatus* er det eneste unntaket, som er en ren littoral form (jf. **Faktaark 2**). Denne utgjorde respektive 4,8 % og 48,4 % i de to prøvene fra Sandvatn. Arten ble ikke registrert i Juvatn. *S. serricaudatus* er vanlig på landsbasis, der den

er funnet i ca. 10 % av alle undersøkte ferskvannsforkomster. Den er utbredt over hele landet, men er sjelden når vi nærmer oss tregrensa. Den synes å være svært tolerant i forhold til pH. *Bosmina longispina* var dominant i begge prøvene fra Sandvatn (62,1 % og 27,4 %), mens den kun forekom fåtallig i den ene prøven fra Juvatn. *B. longispina* er en plankton/littoral art, det vil si at den forekommer både i planktonet i de frie vannmassene og i littoralsonen. Den formerer seg partenogentisk i løpet av sommermånedene og antall individer varierer. Noen ganger kan vatnet i littoralen være blakket når arten forekommer i ekstreme tettheter.

Alonella nana er den eneste littorale arten som var vanlig (>1 %) i begge vatn. Ellers ble arter som vanligvis dominerer i littoralen, kun funnet fåtallig (jf. *Alonopsis elongata*, *Acroperus harpae*, slektene *Alona* og *Pleuroxus* og *Polyphemus pediculus*). Littorale hoppekrepsarter var helt fraværende. Nå skal det tilføyes at calanoider, *E. gracilis* og *H. saliens* i vårt tilfelle, kan dominere både i planktonet og i littoralen.

Tettheten var omtrent som i planktonet, det vil si et gjennomsnittsnitt på i underkant av 3 000 individ pr. m³.

Forekomst/fravær-data fra Juvatn og Sandvatn i tillegg til de ni vatna fra Hesthagen mfl. (2006), ble analysert passivt ved hjelp av en DCA-ordinasjon som besto av artslister fra respektive forsurede og ikke-forsurede lokaliteter (jf. metodekapittelet) (figur 5). Nedveiling 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.

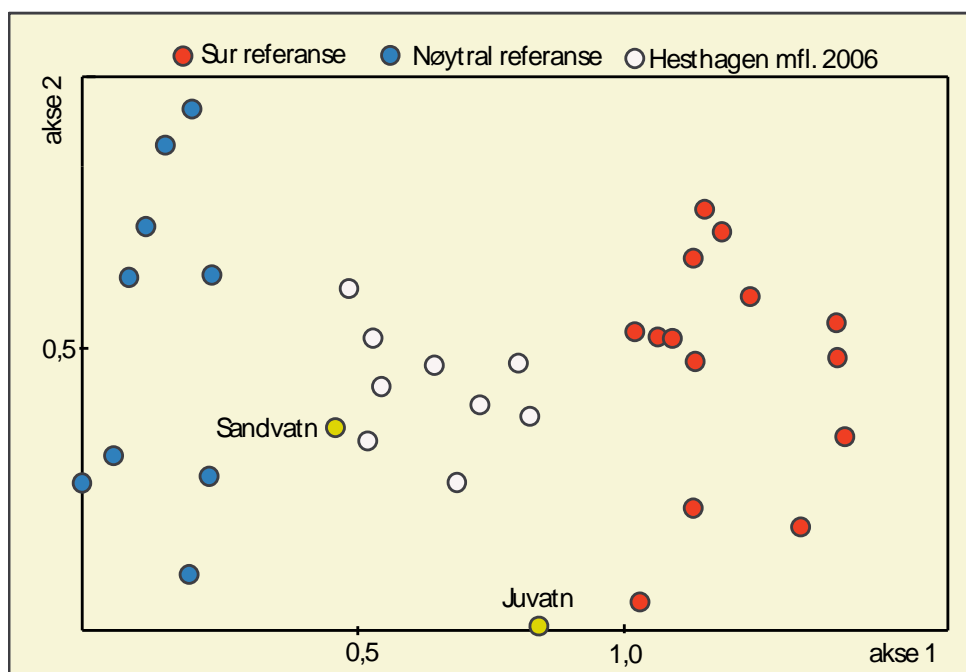


Faktaark 2. *Streblocerus serricaudatus*. Tegning av G.O. Sars.

4.2.4 DCA-ordinasjon

Ordinasjonen resulterte i at 41,8 % av variasjonen i materialet kunne forklares 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. Juvatn og Sandvatn og de øvrige ni vatna (Hesthagen mfl. 2006) plasserte seg mellom de sure og de nøytrale referansevatna. Sandvatn har størst likhet med de nøytrale referansevatna også sammenlignet med vatna som ble undersøkt i Hesthagen mfl. (2006). Dette skyldes bl.a. at ingen av de tre forsuringstolerante artene *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus*, ble funnet her. Det gjorde imidlertid den svakt forsuringfølsomme arten *Ophryoxus gracilis*. Denne ble også funnet i to av ni undersøkte vatn i Agder i 2006 (Hesthagen mfl. 2006).

I motsetning til dataene fra Sandvatn plasserer de fra Juvatn seg i samme ende som de forsurrede vatna. Dette kan delvis forklares ved at begge de to forsuringstolerante artene, *A. curvirostris* og *D. nanus*, ble registrert her. *Drepanothrix dentata*, som ikke ble registrert i noen av de øvrige vatna som er med i analysen, er en viktig årsak til at Juvatn skiller seg fra de øvrige langs 2-aksen.



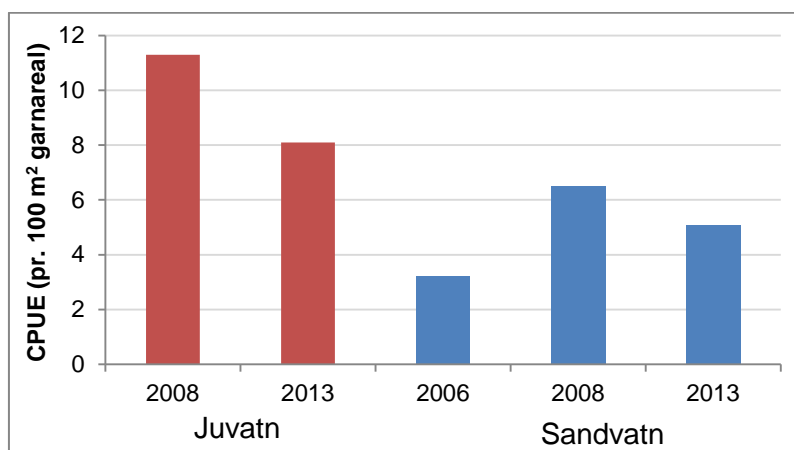
Figur 5. Passiv DCA-ordinasjon av krepsdyrfaunaen (forekomst/fravær) i Juvatn og Sandvatn samt i ni andre sørlandslokaliteter (Hesthagen mfl. 2006).

4.3 Fisk

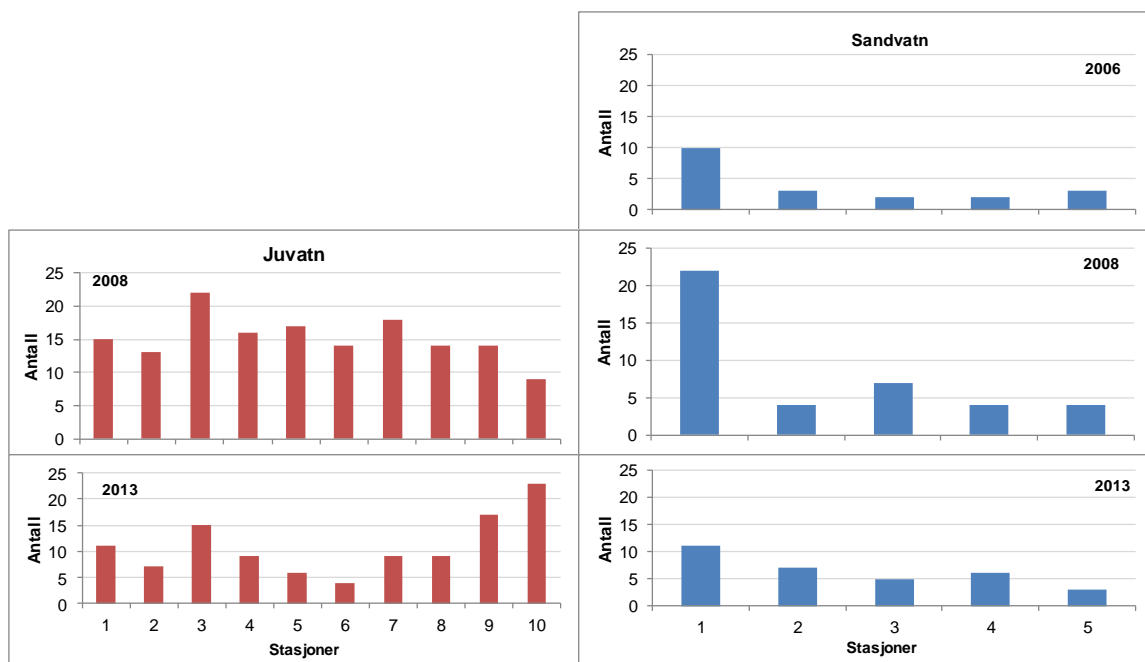
4.3.1 Fangstutbytte på garn

Juvatn hadde i 2013 et noe lavere fangstutbytte enn i 2008, idet Cpue (antall pr. 100 m² garnareal) på bunngarn var henholdsvis 8,1 og 11,3 individ (**figur 6**). Det var til dels stor variasjon i tettheten av fisk i ulike deler av magasinet (**figur 7**). De største fangstene ble tatt på stasjon 9 og 10 i henholdsvis helt nord og i nordvestlige deler av magasinet, ved Hellenen (jf. **figur 3**), med 17 og 23 individ. Det laveste utbyttet ble registrert i vika vest for Gråbuheii (n=4) og på stasjonen nord for Bukta (n=5). Det var heller ikke spesielt høye tettheter på de to stasjonene nærmest dammen, med henholdsvis 11 og 7 individ. I 2008 var det til sammenlikning relativt små forskjeller i mengden fisk mellom de enkelte stasjonene. Da ble laveste utbytte registrert på stasjon 10.

Også i Sandvatn var det et noe lavere fangstutbytte på bunngarn i 2013 enn i 2008, med Cpue på henholdsvis 5,1 og 6,5 individ (**figur 6**). I 2006 var utbyttet enda lavere (Cpue=3,2). Den romlige variasjonen i mengden fisk var også betydelig i Sandvatn (**figur 7**). Det ble tatt desidert mest fisk på stasjon 1 nærmest innløpet. Dette samme var tilfelle både i 2006 og 2008. Det var spesielt tydelig i 2008 da ca. halvparten av fisken ble tatt på denne stasjonen. Det har vært lav tetthet på alle de andre stasjonene gjennom hele forsøksperioden.



Figur 6. Bunngarnfangster av aure i Juvatn i 2008 og 2013, og i Sandvatn i 2006, 2008 og 2013, uttrykt som antall fisk pr. 100 m² garnareal (Cpue).



Figur 7. Antall aure fanget på de enkelte stasjonene i Juvatn i 2008 og 2013, og i Sandvatn i 2006, 2008 og 2013. Lokaliseringen av de enkelte stasjonene er vist i figur 3.

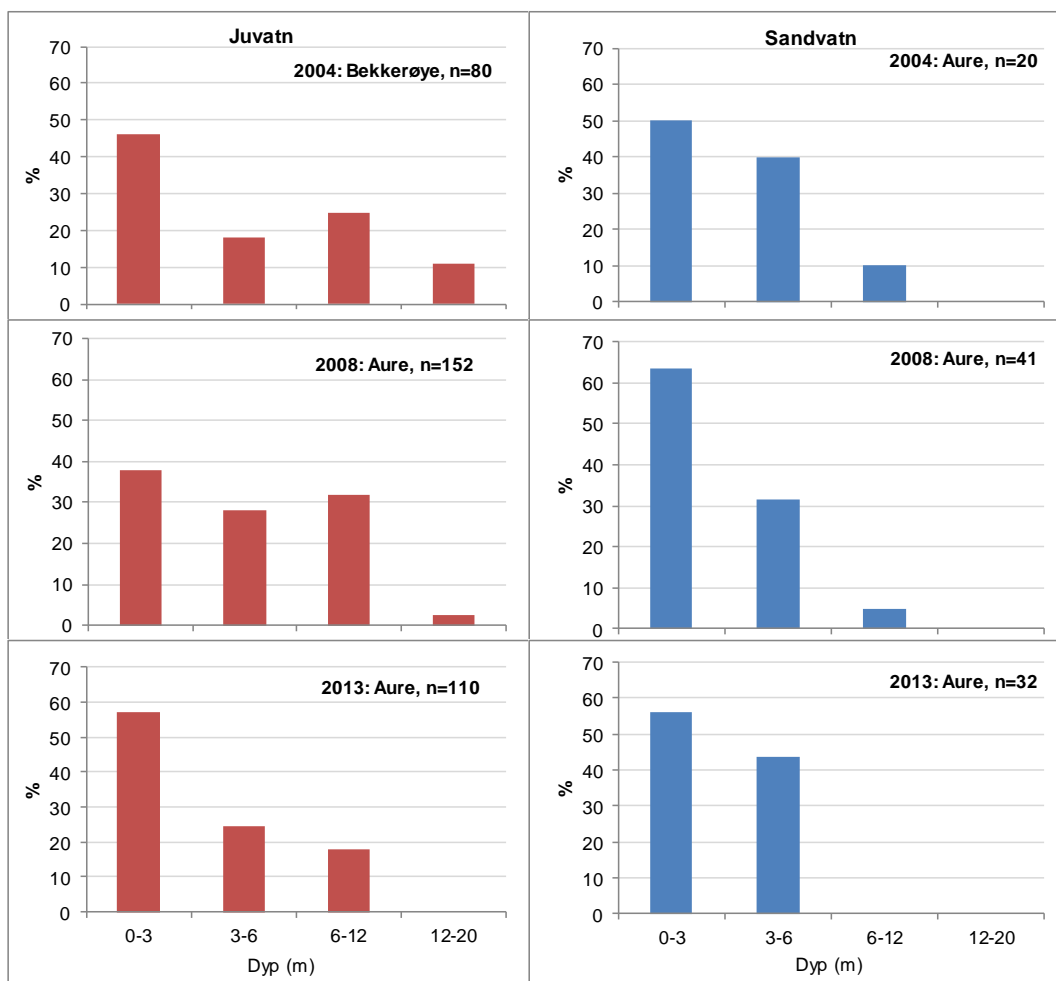
4.3.1 Vertikalfordeling

Vertikalfordelingen av prøvefiskefangsten fra 2013 viser at i Juvatn avtar mengden fisk sterkt med økende dyp (**figur 8**). Fordelingen av fangstene på 0-3, 3-6 og 6-12 m dyp var henholdsvis 57, 25 og 18 %. I 2008 var det derimot små forskjeller i mengden fisk mellom de tre dypene, med en variasjon på 42–59 %. I 2008 ble det også fanget noen individ på 12-20 m dyp. Hos bekkerøya i 2004 avtok også mengden med økende dyp, men den utnyttet dypere områder i noe større grad enn auren.

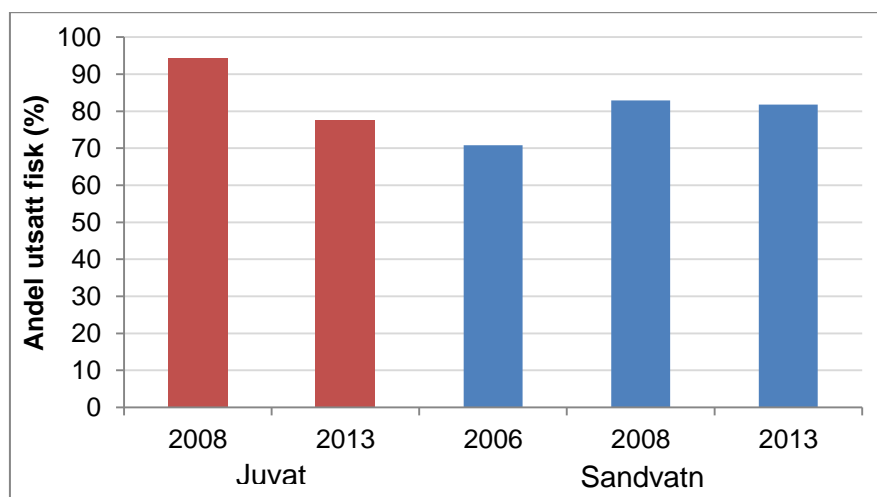
I Sandvatn har det vært relativt små forskjeller i mengden aure på 0-3 og 3-6 m dyp, bortsett fra i 2008. I 2013 ble henholdsvis 56 og 44 % av fisken tatt på de to dypene. Det ble altså ikke fanget fisk på større dyp.

4.3.2 Forholdet mellom merket og ikke-merket fisk

I Juvatn var hele 94 % av auren i prøvefiskefangsten fra 2008 merket. Fram til 2013 har innslaget av villfisk økt noe, og andelen utsatt fisk var nå redusert til 78 % (**Figur 9**). I Sandvatn har derimot andelen settfisk økt noe i løpet av de siste årene; fra 71 % i 2006, 83 % i 2008 og 82 % i 2013.



Figur 8. Fordeling (%) av bekkerøye og aure fanget på ulike dyp av Juvatn og Sandvatn ved prøvefiske med bunngarn i 2004-2013. n= antall fisk fanget.



Figur 9. Andel utsatt aure i Juvatn og Sandvatn i perioden 2006-2013

Aldersanalysen fra Juvatn i 2008 viste at villfisken var ett til tre år gammel (**tabell 7**). Seks av totalt ni individ ble fanget på stasjon 7 (ved søre Austheibekken) og stasjon 9 (ved innløpet). I 2013 var den naturlig rekrutterte fisken noe eldre, fra to til seks år, med en dominans av 2+ og 3+. Villfisken fordelte seg stort sett jevnt rundt hele magasinet. Men blant 2-åringene ble fem av seks individ fanget på stasjonene 7-8, dvs. ved Austheibekkene og innløpet (stasjon 9).

I Sandvatn har villfisken vært av noe varierende alder, men med få unntak bestod den av aldersgruppene 3+ og 4+. I hele forsøksperioden er det bare fanget to villfisk på 1+ og 2+, resten altså eldre individ.

4.3.3 Alder, størrelse og vekst

I Juvatn var aldersfordelingen hos auren i 2008 i samsvar med utsettingene siden 2005, idet den var 0+ til 3+ (**figur 10**). Aldersfordelingen var imidlertid noe ujevn med størst innslag av ett-åring (n=66, 42 %). I 2013 var det naturlig nok også innslag av eldre individ, med 7+ som eldste aldersgruppe. Det var flest to-åring i materialet, med totalt 37 individ (33 %). Som forventet var det en klar reduksjon i antall fisk med økende alder.

Tabell 7. Antall vill og utsatt aure fordelt på alder i Juvatn (2008 og 2013) og Sandvatn (2006, 2008 og 2013).

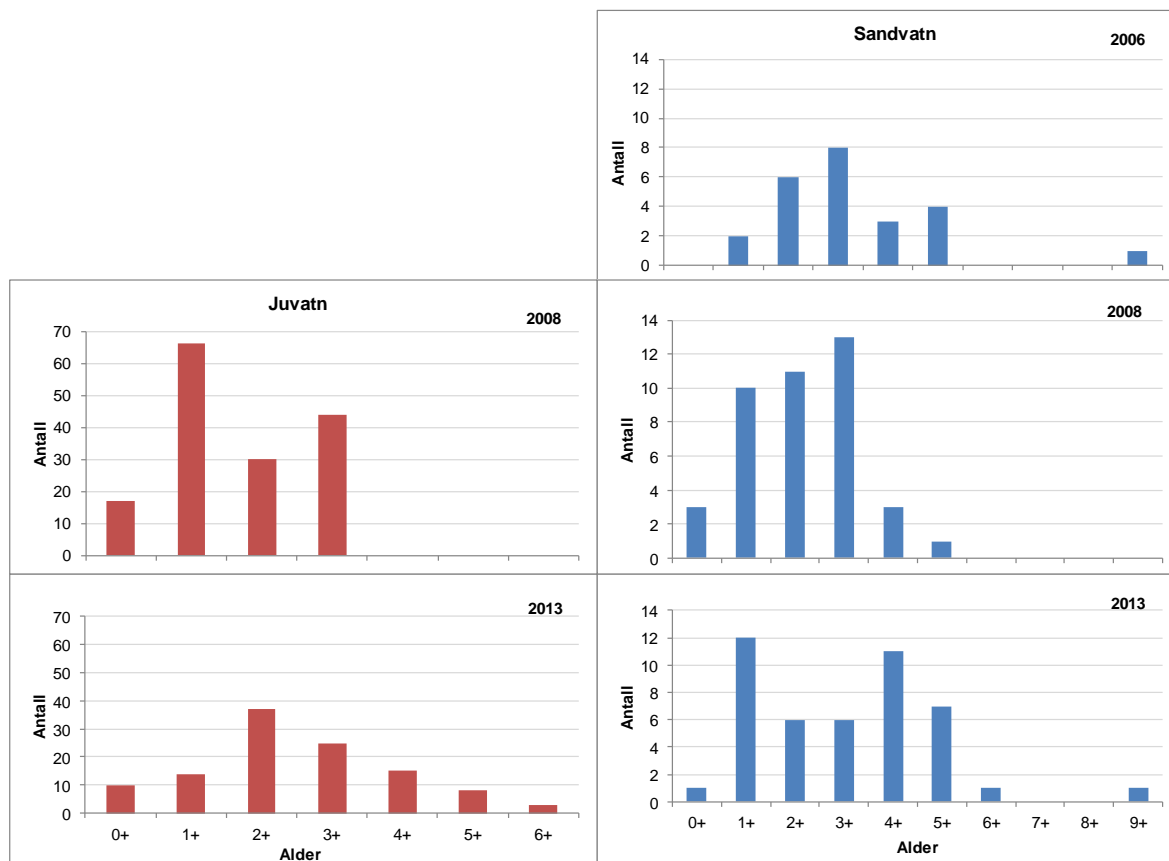
	Juvatn				Sandvatn					
	2008		2013		2006		2008		2013	
Alder	Vill	Utsatt	Vill	Utsatt	Vill	Utsatt	Vill	Utsatt	Vill	Utsatt
0+	0	17	0	10	0	0	0	3	0	1
1+	3	63	0	14	1	1	0	10	0	12
2+	3	27	6	31	0	6	1	10	0	6
3+	3	41	8	17	1	7	3	10	3	3
4+	0	0	5	10	2	1	2	1	2	3
5+	0	0	4	4	2	2	1	0	0	2
6+	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0
9+	0	0			1	0	0	0	0	0
Antall	9	148	25	87	7	17	7	34	6	27

I Sandvatn hadde aurebestanden i 2006 en svak rekruttering, idet ett-åring bare utgjorde 8 % av totalen. Aldersgruppene 2+ og 3+ dominerte ved å utgjøre henholdsvis 25 og 33 % av fangsten. Følgelig var det få individ med alder $\geq 4+$. I 2008 var det en større andel yngre individ, idet aldersgruppene 0+ og 1+ utgjorde 32 % av fangsten. Innslaget av to- og treåring var også relativt høyt, med en andel på 59 %. Men det var få individ med en alder på $\geq 4+$. Også i 2013 var innslaget av 1+ relativt høyt, mens antall to- og treåring var færre enn forventet. Få individ var eldre enn fem år.

Lengdefordelingene hos bekkerøya og auren i Juvatn i henholdsvis 2004 og 2008/2013 viser til dels tydelig de ulike aldersgruppene (**figur 11**). De fleste bekkerøyeene hadde lengder på 19-25 cm (ett-åring). Hos auren var flere størrelsesgrupper representert, og det forekom også en del individ > 25 cm.

Tilbakeregnet lengde ved ulike aldre viser at auren i Juvatn i 2013 hadde en betydelig dårligere tilvekst sammenliknet med i 2008 (**figur 13**). Oppnådd gjennomsnittlig lengde etter andre og tredje leveår i de to årene var henholdsvis 173 vs. 127 mm og 234 vs. 182 mm. Omregnet i vekt i tredje leveår ved å anta en kondisjonsfaktor på 1,0, blir henholdsvis 128 og 60 gram. For eldre fisk kan det ikke foretas noen sammenligning av tilveksten for de to årene, da eldste individ i 2008 bare var 3 år.

Også auren i Sandvatn vokser dårligere nå enn i tidligere år. I 2006 hadde den noe mindre tilvekst fram til slutten av tredje leveår enn i 2013, men noe høyere i fjerde leveår. I 2008 hadde den oppnådd en lengde etter tredje leveår på 241 mm, mot 192 mm i 2006 og 205 mm i 2013. Deretter inntraff det en vekststagnasjon fram til fjerde leveår, for igjen å øke noe i neste leveår. Auren i Sandvatn hadde i 2013 en bedre tilvekst enn i Juvatn.

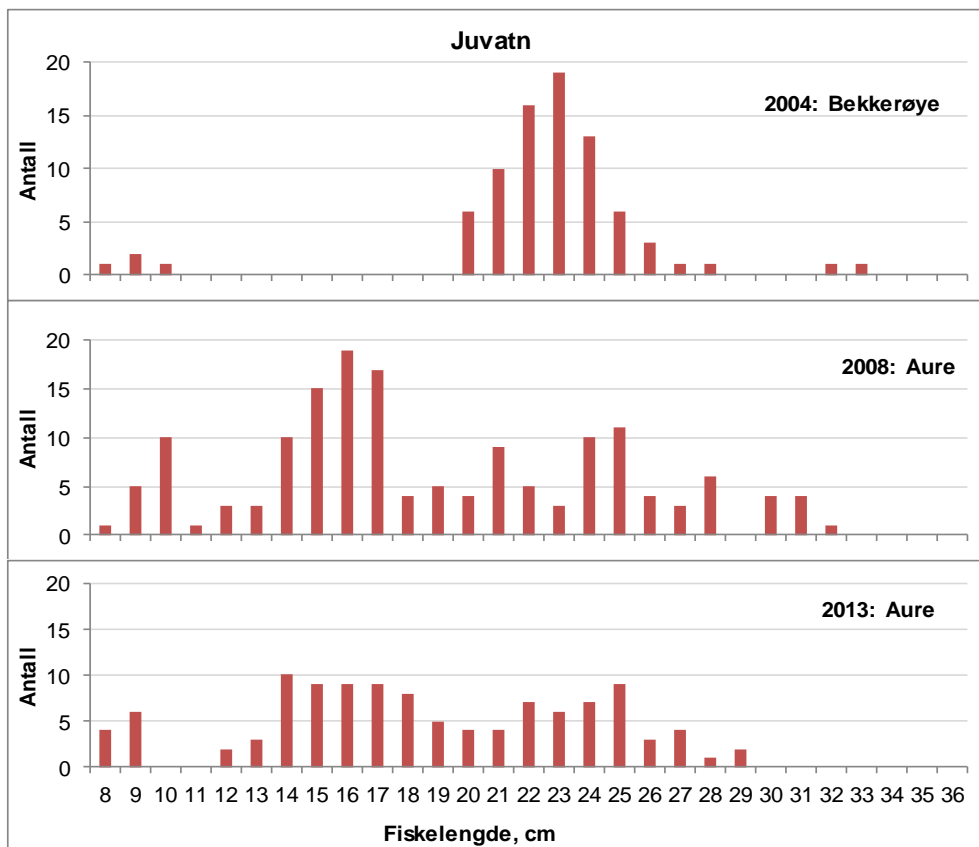


Figur 10. Aldersfordelingen hos aure i prøvfiskefangstene i Juvatn (2008 og 2013) og Sandvatn (2006, 2008 og 2013).

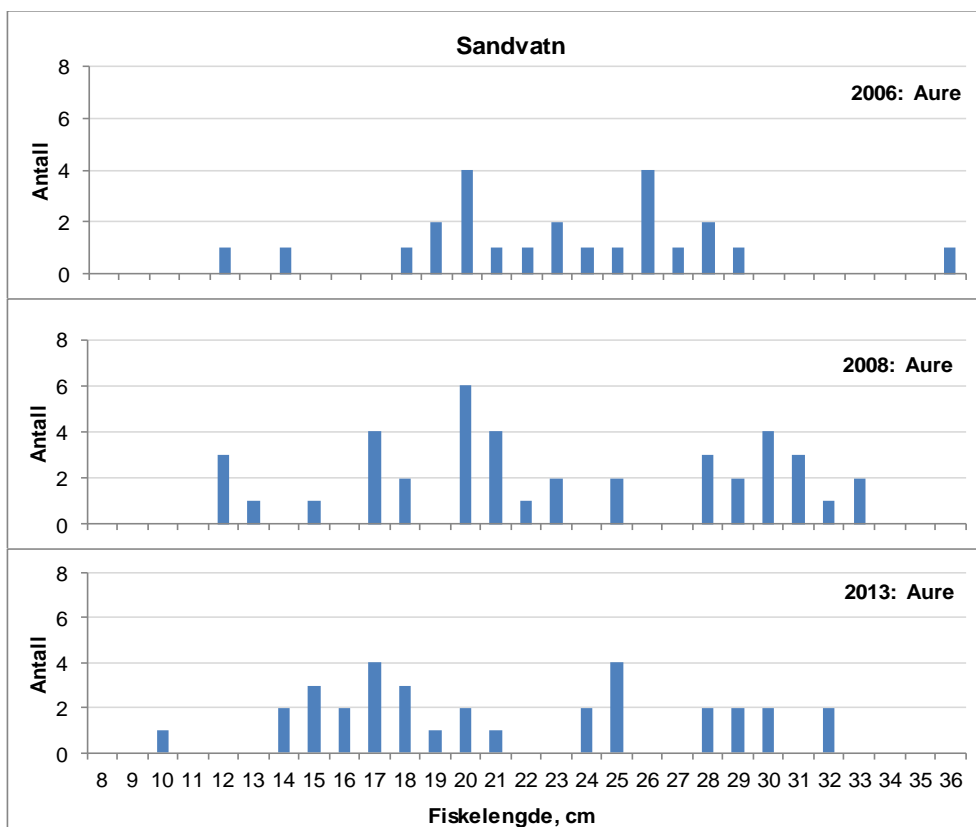
Gjennomsnittlig observert lengde hos aure i ulike aldersgrupper fra Juvatn (2008 og 2013) og Sandvatn (2006, 2008 og 2013) er vist i **tabell 8**. I Juvatn hadde tre-årig fisk i de to årene ei gjennomsnittlig lengde på henholdsvis 259 og 218 mm. Fisken får en vekststagnasjon rundt 260 mm. I Sandvatn har derimot auren en vekstøkning fram til en lengde på ca. 300-350 mm.



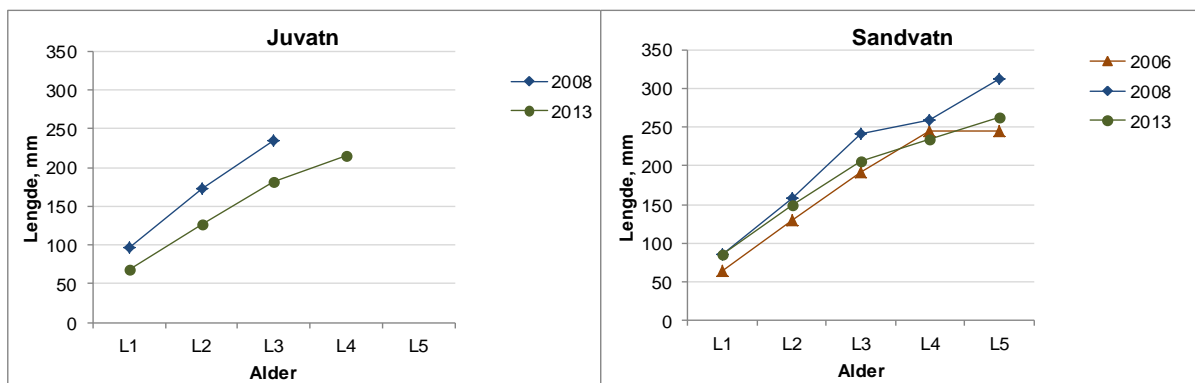
Auren i Juvatn-magasinet har pr. 2013 en kondisjonsfaktor som er noe under middels god. Foto: Trygve Hesthagen.



Figur 11. Lengdefordelingen hos bekkerøye og aure i prøvafiskefangstene fra Juvatn-magasinet i henholdsvis 2004 og 2008 og 2013.



Figur 12. Lengdefordelingen hos auren i Sandvatn prøvefiskefangstene i 2006, 2008 og 2013.



Figur 13. Tilbakeberegnet lengde ved gitt alder hos auren i Juvatn i 2008 og 2013 og i Sandvatn i 2006, 2008 og 2013.

Tabell 8. Gjennomsnittlig lengde±standard avvik hos aure i ulike aldersgrupper fra Juvatn (2008 og 2013) og fra i Sandvatn (2006, 2008 og 2013). Antall fisk i parentes.

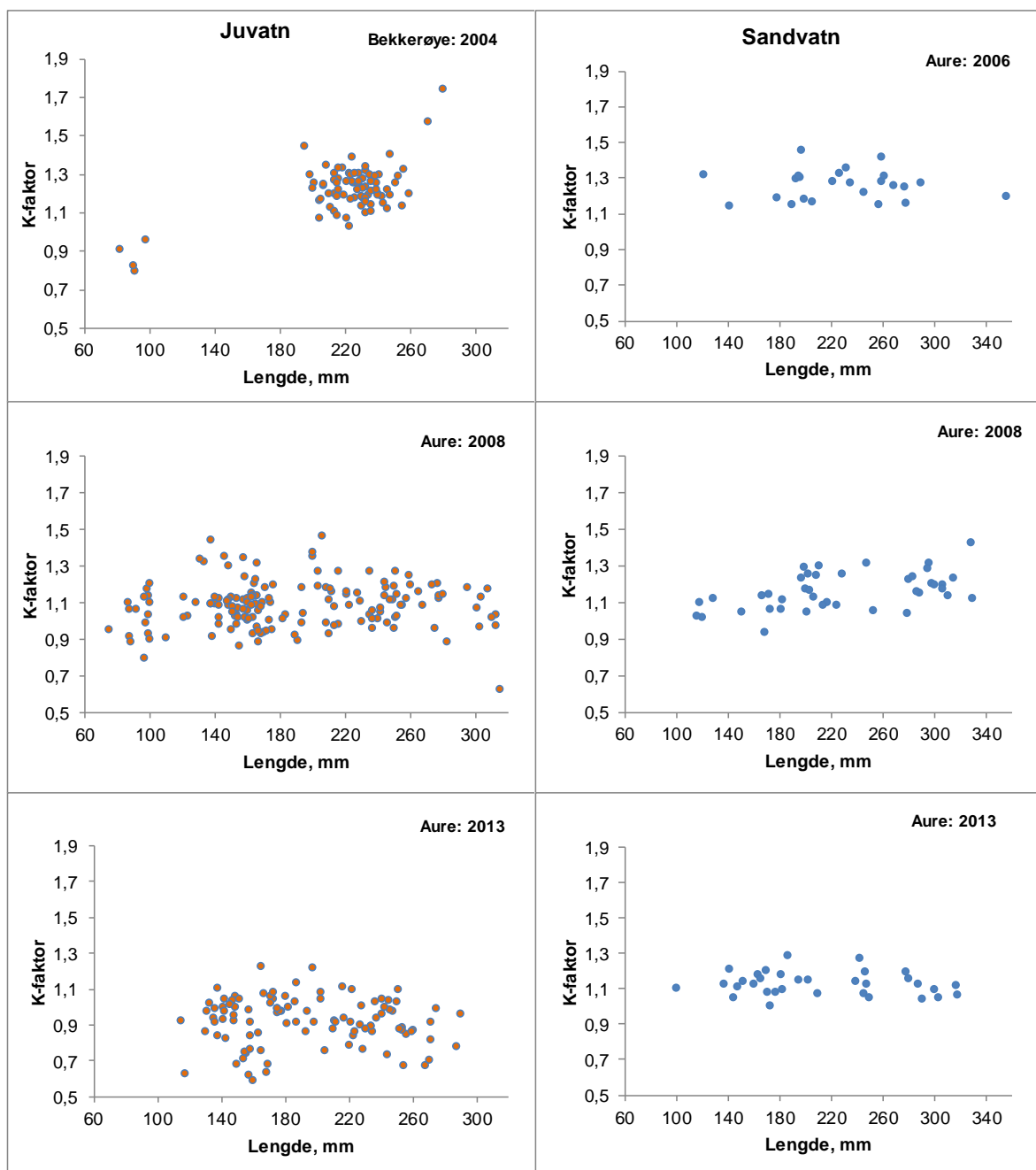
Alder	Juvatn		Sandvatn		
	2008	2013	2006	2008	2013
0+	94±8 (17)	84±4 (10)		118± (3)	100±0 (1)
1+	155±13 (66)	138±11 (14)	132±13 (2)	181± (10)	160±15 (12)
2+	209±27 (30)	164±19 (37)	195±9 (6)	213± (11)	217±37 (6)
3+	259±34 (44)	218±27 (25)	228±28 (8)	285± (13)	256±60 (6)
4+		240±19 (15)	302±50 (3)	284± (3)	257±26 (5)
5+		260±22 (8)	226±9 (4)	330± (1)	283±49 (2)
6+		250±18 (3)			300± (1)
9+			259±0 (1)		

4.3.4 Kondisjon og kjøttfarge

Auren i Juvatn hadde i 2008 en god kondisjonsfaktor (K-faktor), uavhengig av fiskelengde (**figur 14**). Den gjennomsnittlige verdien var $1,08 \pm 0,12$ sd, og rundt 75 % av individene hadde en verdi $\geq 1,0$. For en del av fisken under 12 cm var K-faktoren noe lavere. Dette kan imidlertid være misvisende pga. unøyaktige vektmålinger (vekt bare målt til nærmeste gram). Fram til 2013 har imidlertid K-faktoren hos auren i Juvatn avtatt klart, idet gjennomsnittlig verdi var redusert til $0,92 \pm 0,13$ sd. Den avtar også klart med økende lengde, noe som ofte kjennetegner fisk i bestander med dårlige vekstforhold. Til sammenlikning hadde bekkerøya i Juvatn i 2004 en uvanlig høy K-faktor, med en gjennomsnittlig verdi på $1,25 \pm 0,12$ for ettårig og eldre fisk ($n=76$).

I Sandvatn har auren en relativt høy K-faktor, og den har i liten grad endret seg i de siste årene. Riktignok var den gjennomsnittlige verdien noe høyere i 2006 ($1,26 \pm 0,08$) enn i 2008 ($1,16 \pm 0,10$) og 2013 ($1,13 \pm 0,06$).

Både i Juvatn og Sandvatn hadde bare to individ rød kjøttfarge, mens henholdsvis 22 og 7 individ var lyserød i kjøttet. Kjøttfargen vil være avhengig av fiskens lengde, og en prøvefiskefangst består av mye små fisk. Andelen fisk med rød kjøttfarge må likevel anses som lav i begge innsjøene.



Figur 14. Kondisjonsfaktoren relatert til kroppslengde hos bekkerøye i Juvatn i 2004 og hos aure i 2008 og 2013, og hos auren i Sandvatn i 2006, 2008 og 2013.

4.3.5 Kjønnsmodning

Alder og størrelse med kjønnsmodning gir en indikasjon om vekstforholdene i en lokalitet. I Juvatn blir en del hanner kjønnsmodne alt som ett-åring, med en andel på 19 % (**tabell 9**). Den øker med økende alder, til 48 % hos 2+ og 67 % hos 3+. For eldre individ er materialet lite og derfor usikkert. Hunnene i Juvatn blir kjønnsmodne som 2+ (14 %). Også hos disse er det en klar økning i andelen kjønnsmodne individ med økende alder, til ca. 60 % hos både 3+ og 4+. I Juvatn var gjennomsnittlig lengde blant kjønnsmodne hunner 263 ± 32 mm ($n=29$).

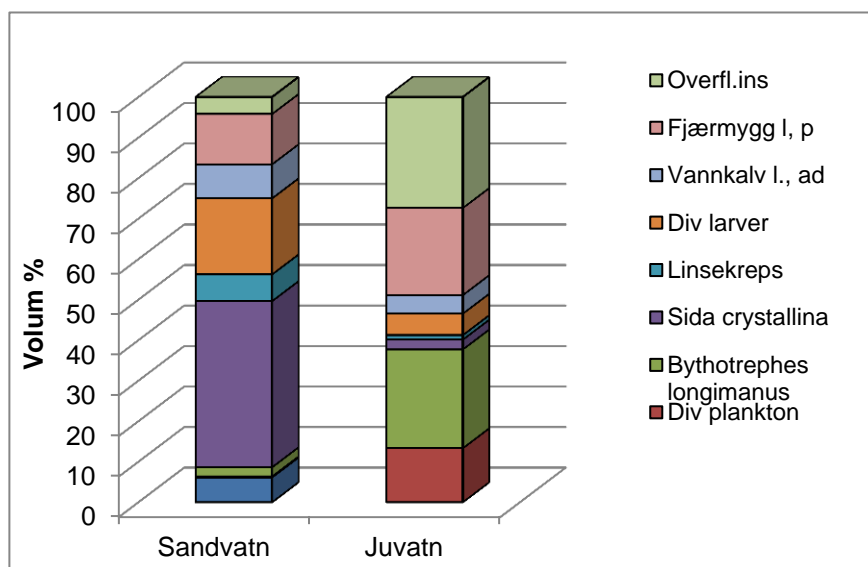
Tabell 9. Antall umodne (Um) og modne (Mo) hanner og hunner hos aure fra Juvatn (2008 og 2013) og Sandvatn (2006, 2008 og 2013).

Alder	Juvatn				Sandvatn			
	HanUm	HanMo	HoUm	HoMo	HanUm	HanMo	HoUm	HoMo
0+	16	0	11		1		3	
1+	43	10	27		11	3	9	
2+	24	22	18	3	3	10	8	2
3+	13	26	13	17	2	13	6	6
4+	0	5	4	6	1	3	2	5
5+	2	3		3		4	1	2
6+	3	0				1		0
9+	0	0						1
Totalt	101	66	73	29	18	34	29	16

Også i Sandvatn blir en del hanner kjønnsmodne som ett-åringer, med 21 % (tabell 9). Andelen øker med økende alder, til 77 % hos 2+ og 87 % hos 3+. For eldre individ er materialet lite og derfor usikkert. Hunnene i Sandvatn blir også kjønnsmodne etter to år (20 %). Også her øker andelen med alderen, til 50 % hos 3+ og 71 % hos 4+. Gjennomsnittlig lengde hos kjønnsmodne hunner i Sandvatn var 285±32 mm (n=16).

4.3.5. Ernæring

Dietten hos auren i Juvatn og Sandvatn viste betydelige forskjeller (figur 15). I Juvatn hadde fisken i stor grad ernært seg av den store vannloppen *Bythotrephes longimanus*, med en volumprosent (V-%) på 24,4. Andre planktonarter som inngikk i dietten var *Sida crystallina* og linsekreps (totalt 3,5 V-%), samt diverse andre uidentifiserte arter (13,3%). Andre næringsemner av betydning var ulike vannlevende insekter, i hovedsak fjærmygglarver/pupper, med totalt 31,4 V-%. Videre utgjorde overflateinsekter er betydelig del av dietten (27,4 V-%). I Sandvatn hadde auren i stor grad ernært seg av *S. crystallina* med en V-% på hele 41,0. Av andre planktonarter kom linsekreps (6,6 V-%) og *B. longimanus* (2,3 V-%). Også her har auren i betydelig grad spist ulike vanninsekter, både fjærmygg og andre grupper, totalt ca. 40 V-%. *B. longimanus* var eneste dyreplanktonart som inngikk i dietten, med 10 V-%. Forekomsten av overflateinsekter var ubetydelig (4,2 V-%).



Figur 15. Ernæringen hos aure fanget på bunngarn i Juvatn og Sandvatn i midten av august 2013, uttrykt som volumprosent (Volum-%). Antall undersøkte mager i de to innsjøene var henholdsvis 24 og 23 stk.

4.3.6. El-fiske

I innløpsbekken til Sandvatn ble et areal på ca. 80 m² elfisket både i 2006, 2008 og 2013. Dette omfattet de nederste 15 m (15 x 3 m), samt ei strekning på 12 m noe lengre oppe (12 x 3 m). En mellomliggende strekning på ca. 14 m blir ikke undersøkt grunnet mye krypsiv, som gjør elfisket lite effektivt. Fisken kan vandre ytterligere 55 m oppover bekken fra den øverste strekningen som ble elfisket. Det er ved flere anledninger lagt ut kalkstein på innløpet til Sandvatn, siste gang i 2007. Den øverste strekningen mot Juvatn vurderes pr. i dag som uegnet for gyting. Totalt har innløpet et oppvekstområde på maksimum 150 m². Strekningen som blir elfisket har følgende substratfordeling: 2-16 cm (50 %), 16-32 cm (40 %) og > 32 cm (10 %). Dominerende dyp på sommeren er 5-15 cm. Elvebunnen på deler av den undersøkte strekningen er til dels betydelig dekt med mose.

Tetthetene av fisk på innløpet av Sandvatn er fordelt på vill og utsatt fisk, 0+ og 1+ (**tabell 10**). Forekomsten av eldre individ har vært ubetydelig. I 2006 var tettheten av vill og utsatt yngel nær den samme, med ca. 20 individ pr. 100 m². Blant ett-åringer var tettheten av utsatt fisk relativt høy, med 25 individ pr. 100 m². Derimot var tettheten lav for ettårig villfisk, med 7,3 individ pr. 100 m². I 2008 var tettheten av yngel noe høyere enn i 2006, og nærmest lik for vill og utsatt fisk, med 31-33 individ pr. 100 m². I 2008 var derimot tettheten av ett-åringer lavere for utsatt enn for naturlig produsert fisk. I 2013 ble det ikke fanget yngel av villfisk, mens tettheten av ett-åringer var relativt god med 25 individ pr. 100 m². I tillegg ble det fanget noe énsomrig settefisk (11 individ pr. 100 m²).

I tilknytning til Juvatn ble de to Austeheibekkene elfisket. I 2004 ble det ikke fanget fisk i noen av de to bekkene (Hesthagen 2005). I 2008 ble ei 50 m lang strekning av søre Austeheibekken undersøkt (areal= 250 m²) (Hesthagen & Haugland 2009). Stasjonen startet ved øvre deler av HRV, og det ble kun fanget én utsatt aure på 178 mm. Det var relativt høy vassføring under feltarbeidet i 2008, og elfiske begrenset seg til ei strekning der elva utvider seg og var noe grunnere. Oppvekstforholdene for fisk vurderes som gode, med 5-30 cm i dominerende substrat og 5-25 cm dyp. I nordre Austeheibekken ble det i 2008 elfisket et areal på 90x4=360 m², fra HRV og oppover. Her besto fangsten av én merket aure på 180 mm. Både substratet (5-30 cm) og dyp (10-30 cm) på denne stasjonen er gunstig.



Nedre deler av Nordre Austeheibekken har til dels gode gyte- og oppvekstforhold for aure. Foto: Trygve Hesthagen.

I 2013 ble de to Austeheibekkene elfisket ved lav vannføring og dermed under gunstige forhold. I den sørlige bekken omfattet det et areal på 45x5 m (225 m²) ovenfor HRV, og her ble det fanget ett ikke-merket individ på 280 mm. I tillegg ble det elfisket et areal på 100 x 4 m (400 m²) nedenfor HRV, som ga en fangst to merkede individ (155 og 178 mm). Ved HRV er det et svaberg som vanskeliggjør oppgangen for gytefisk når vannstanden i magasinet på høsten (september/oktober) er under dette nivået. Dette vil i noen grad avhenge av vannføringen i bekken. Gytemulighetene i det gamle elveløpet, altså ovenfor HRV, synes å være tilfredsstillende. I elveløpet i reguleringssona er de fysiske forholdene mindre gunstige, bl.a. fordi det er noe innslag av svaberg.



Utløpet av nordre Austeheibekken i midten av august 2013. Her hindrer trolig svaberg oppvandring av gytefisk dersom ikke vannstanden er nær HRV ca. 1. oktober. Foto: Trygve Hesthagen.

Nordre Austeheibekken ble elfisket fra HRV og så langt som fisken kan vandre. Dette representerer ei strekning på ca. 160 m. Bekken har ei bredde på 2-3 m, dvs. et areal på ca. 400 m². Midtpartiet på denne strekningen er stilleflytende, mens de øverste 45 m har noe helling. På denne siste strekningen ble det fanget sju villfisk på 75, 79, 81, 8, 88, 90 og 98 mm, med ei gjennomsnitt lengde på 85±8 mm. De var alle ett år gamle. I tillegg ble det observert tre individ på samme område og med tilsvarende lengder. I det stille midtpartiet ble det observert to individ på ca. 110 og 250 mm. Dersom vannstanden i Juvatn er under HRV på høsten, vil også potensiell gytefisk ha problemer med oppvandringen. Det er et potensiale for å bedre gyte- og oppvekstforholdene i bekken ved å fjerne noe grov stein. Strekningen nedenfor HRV har gode gyteforhold. Men her er bekken relativt grunn, og det er stor fare for bunnfrysing på vinterstid.



På denne strekningen av nordre Austheiebekken ble det høsten 2013 fanget naturlig rekrut-tert aure. Foto: Trygve Hesthagen.

Tabell 10. Fangstutbytte og tetthet av vill og utsatt aure på innløpet av Sandvatn i 2006, 2008 og 2013, fordelt på 0+ og 1+ fisk, med gjennomsnittlig lengde \pm standard avvik ($L \pm sd$). I 2013 ble det også tatt ett individ på 157 mm som ikke var merket.

År	Alder	Stamme	Fangst 1. og 2. omgang	Tetthet pr. 100 m ²	L \pm sd (mm)
2006	0+	Vill	8-4	20,0	47 \pm 4
	0+	Utsatt	12-4	22,0	71 \pm 4
	1+	Vill	3-2	7,3	97 \pm 8
	1+	Utsatt	15-2	25,0	118 \pm 10
2008	0+	Vill	14-8	30,6	52 \pm 5
	0+	Utsatt	16-8	33,3	83 \pm 7
	1+	Vill	2-5	10,3	92 \pm 11
	1+	Utsatt	2-0	2,9	125 \pm 8
2013	0+	Vill	0-0	0,0	-
	0+	Utsatt	8-1	11,1	87 \pm 8
	1+	Vill	17-3	24,7	80 \pm 11
	1+	Utsatt	0-0	0,0	-

5 Diskusjon

Det foreligger få historiske data om de vannkjemiske forholdene i øvre deler av Mandalsvassdraget. I 1961 ble det tatt pH-målinger på tre steder i tilknytning til Juvatn. Prøven fra utløpet (bunnvatn) viste 4,95, mens de fra like ovenfor demningen og i Logna ovenfor Juvatn hadde pH 4,85 og 5,05 (Anonym 1965). Disse målingene synes å være pålitelige, idet de viste små forskjeller. Også pH-målingene fra Ørevatn det året viste samme nivå (5,00-5,05). I 1972 var pH i Juvatn-magasinet og Sandvatn noe lavere, med henholdsvis 4,7 og 4,8 (Gunnerød mfl. 1981). Dette er da også sannsynlig ut fra den omfattende forsuringen på Sørlandet i løpet av 1960-årene (cf. Sevaldrud & Muniz 1980).

Siden 1970-tallet har vannkvaliteten i Mandalsvassdraget blitt betydelig bedre. I 2004 og 2008 var pH i innløpselva til Juvatn henholdsvis 5,27 og 5,06. Men at pH var lavere i 2008 enn i 2004, viser at de vannkjemiske forholdene fortsatt var ustabile. Innholdet av labilt Al var også relativt høyt i de to årene med 20-40 µg/l. I de to Austeheibekkene var vannkvaliteten enda dårligere, med pH, labilt Al og syre nøytraliserende kapasitet (ANC) på henholdsvis 4,70-4,95, 67-143 µg/l og -12 til -25 µekv/l. Fram til 2013 har vannkvaliteten i de to bekkene bedret seg overraskende mye, idet pH, labilt Al og ANC var henholdsvis 5,23 vs. 5,30, 29 vs. 31 µg/l og -0,26 vs. +6,80 µekv/l.

Sandvatn har hatt en betydelig bedre vannkvalitet enn Juvatn-magasinet gjennom hele 2000-tallet. På innløpet har pH og labilt Al variert mellom henholdsvis 5,90-6,50 og 7-20 µg/L. Den gode vannkvaliteten på innløpet skyldes i hovedsak flere utlegg av kalkstein. Sjølve Sandvatn får imidlertid tilført surt vatn fra sidefelter, som bl.a. fra Seta i vest. Vannkvaliteten på utløpet er derfor betydelig dårligere enn på innløpet. På utløpet har pH og labilt Al variert mellom henholdsvis 4,97-5,67 og 13-47 µg/L.

Krepsdyrsamfunnene i Juvatn og Sandvatn reflekterer også de vannkjemiske forholdene, med en artsfattig fauna. Den synes å være minst forsuringsskadet i Sandvatn. Ellers karakteriseres krepsdyrsamfunnene i begge innsjøene ved at både littoral- og planktonfaunaen er dominert av de samme artene. Unntaket var *Streblocerus serricaudatus* som kun dominerte i Sandvatn. En annen art, *Drepanothrix dentata*, som ble funnet i Juvatn, er tidligere kun registrert i fire vatn i Vest-Agder, Lyngdalsvassdraget (Halvorsen 1981, Walseng & Bongard 2001, unpubl. data).

Den stedegne aurebestanden i Juvatn gikk trolig tapt på 1970-tallet, idet et prøvafiske i 1972 ga et utbytte på fire individ (Gunnerød mfl. 1981). Fangsten bestod av større og litt eldre individ, idet gjennomsnittlig vekt og alder var henholdsvis 395 gram og 5,7 år. Dette viser en tydelig forsuringsskadet bestand, med sviktende rekruttering. Juvatn ble ikke prøvefisket igjen før i 2004, da det kun ble fanget bekkerøye (Hesthagen 2005). Utsettingene av aure kom altså i gang ett år seinere. Et nytt prøvafiske i 2008 viste at magasinet nå hadde en middels tett aurebestand, som for det meste bestod av utsatt fisk med en andel på 94 % (Hesthagen & Haugland 2009). Det kan ikke utelukkes at enkelte individ som ble karakterisert som villfisk i 2008, i virkeligheten var settefisk. Ved finnekipping av et stort antall fisk kan det være vanskelig å unngå at noen få individ ikke blir merket. Men skjellmønsteret hos den ikke-merkede fisken i 2008, tydet på at de var villfisk. Aldersanalysen fra det året var for øvrig i overensstemmelse med utsettingene siden 2005, idet bestanden bestod av yngel (0+) og opp til tre år gamle individ.

I 2013 hadde innslaget av settefisk i prøvafiskefangsten i Juvatn gått ned til 78 %. For første gang ble det også påvist naturlig rekruttering i en tilløpsbekk; nemlig i nordre Austheiebekken. Dette var ett år gamle individ, som viser at det var vellykket klekking våren 2012. Dette er første gang det er påvist vellykket gyting hos den nye aurestammen i Juvatn. Det er trolig ca. 40-50 år siden sist det var naturlig rekruttering i tilløpsbekker til dette magasinet. Vi kan ikke sikkert si om det har vært naturlig gyting i Austeheibekkene før 2012. Men ut fra de vannkjemiske forholdene i f.eks. 2008, med ANC på -5,4 og -11,8 µekv/l, er dette lite sannsynlig (jf. Hestha-

gen mfl. 2008). Det var heller ikke særlig mye kjønnsmoden fisk i Juvatn før i 2008, idet hunnene når kjønnsmoden alder etter tre år (**tabell 9**). Første utsetting av aure var altså i 2005.

Aldersanalysen viste at villfisken fra Juvatn-magasinet i 2013 var fra 2 til 6 år gammel, totalt 25 individ (**tabell 7**). Det ble altså ikke fanget ett-åringer, jf. fangsten av fisk i denne aldersgruppen i nordre Austeheibekken i 2013. Den naturlige rekrutteringen i denne eller andre bekker i de siste årene kan derfor ikke ha vært særlig stor. Av individene på seks år ble to fanget ved de to Austeheibekkene (stasjonene 7 og 8), og tre ved innløpet (stasjon 9). I 2008 ble seks av ni ikke-merkede individ fanget på stasjon 7 eller nær innløpet. Ut fra fangststed kan villfisken fra Juvatn i 2008 og 2013 like gjerne ha kommet fra høyereliggende områder, som å være rekruttert fra en tilløpsbekk. Den innvandrede fisken kan ha kommet fra området rundt Hovestøylvatnet lokalisert ca. 9 km oppstrøms Juvatn-magasinet. Et prøvefiske med én Jensen garnserie i denne innsjøen i 2005 ga et utbytte på ni aure (Enge 2006). Dette kan ha vært avkom av fisk som overlevde forsureningen i vassdraget. Men på 1980-tallet ble det også satt ut aure i Sendingfotbekken, som var det siste stedet med observasjon av fisk i dette området. Omtrent på samme tid, rundt 1985, ble det også satt ut fisk oppstrøms Hovestøylvatnet. Det kan ikke utelukkes at en del av fisken som er fanget i Juvatn i de siste årene har vandret ned fra høyereliggende områder.

Juvatn-magasinet har i dag en middels tett aurebestand av utsatt fisk, med en andel på ca. 80 %. Både tilvekst og kondisjon har utviklet seg i negativ retning siden forrige undersøkelse i 2008. Dette viser at næringstilgangen har utviklet seg i negativ retning. Vi foreslår derfor at de årlige utsettingene blir redusert fra 8 000 til 6 000 fisk. Vannkvaliteten i de to Austeheibekkene er fremdeles marginal mht. forventet naturlig rekruttering. Arealmessig kan de heller ikke fullrekruttere Juvatn-magasinet på sikt. Bekken ved Juvasstølen vil trolig også kunne bidra til den naturlige rekrutteringen til magasinet. På innløpet (Logni) vil den naturlige rekrutteringen være svært begrenset eller helt fraværende grunnet mangel på egnet gytesubstrat.

Oppgangsforholdene for gytefisken i de to Austeheibekkene er pr. dag problematiske. De er nå i stor grad avhengig av vannstanden, da svaberg i nærheten av HRV-nivået hindrer oppgangen. Det er antatt at gytetidspunktet for auren i Juvatn er ca. 1. oktober, og at den strekker seg fra slutten av september til midten av oktober. Magasinet har imidlertid på langt nær vært fullt den 1. oktober i løpet av de siste 10 årene (**figur 16**). Et unntak var høsten 2011 da magasinet var helt fullt på det tidspunktet. Det året må det altså ha vandret opp gytefisk i nordre Austeheibekken, da det var vellykket klekking her våren 2012. Det bør derfor være fokus på oppvandringsforholdene i Austeheibekkene, f. eks om de kan bedres ved å sprengne ut en kanal kombinert med trapp. Manøvrering av vannstanden for å få størst mulig fylling rundt 1. oktober bør også vurderes. Det er ellers viktig å følge den vannkjemiske utviklingen, fastslå gytetidspunkt og undersøke om det foregår naturlig rekruttering i de to Austeheibekkene.

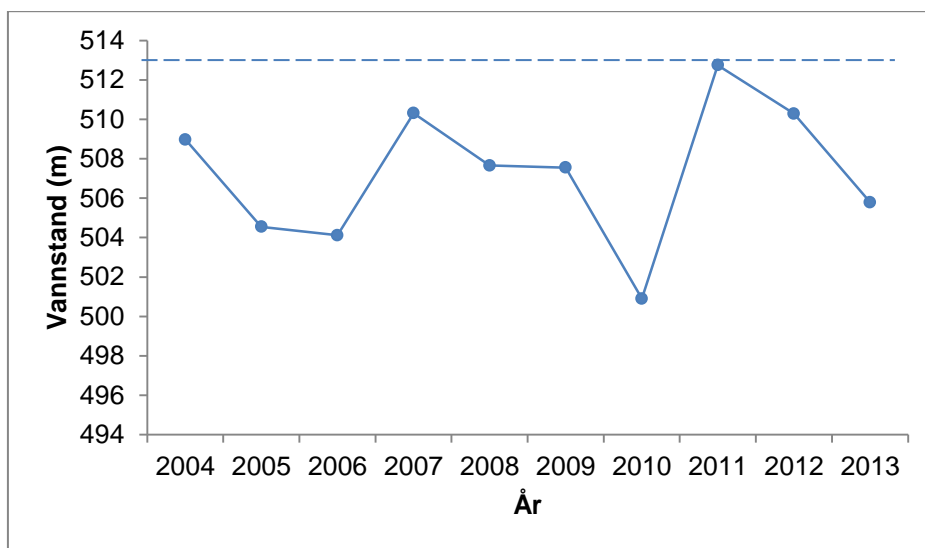
Omfanget av de fremtidige utsettingene i Juvatn-magasinet må vurderes ut fra bestandsutviklingen, både mengde- og kvalitetsmessig. De må også sees i forhold til naturlig rekruttering og beskatning. Rekrutteringen i Austeheibekkene kom i gang tidligere enn forventet (jf. Hesthagen & Haugland 2009). Dette skyldes en klar bedring av vannkvaliteten i seinere år. Det er derfor ikke lenger aktuelt med installasjon av kalkbrønner, eller utlegg av kalkstein i disse bekkene.

Sandvatn har fremdeles en svært tynn aurebestand til tross for at det siden 2007 har vært satt ut 2 000 settefisk hver år. Det tilsvarer ca. 33 individ pr. ha, eller tre ganger høyere enn i Juvatn. Det har likevel vært en viss bestandsøkning i seinere år, noe som har sammenheng med økte utsettinger. Fra 2003 og fram til 2006 ble det hvert år satt ut 500-1000 énsomrig settefisk (Hesthagen & Haugland 2007).

Auren i Sandvatn har innløpet som eneste gyteplass, men pr. i dag kan det på langt nær fullrekruttere innsjøen. Ei-fiske i de siste årene har vist store variasjoner i rekrutteringen. I 2013 ble det over hode ikke fanget naturlig produsert yngel her. Lite innslag av villfisk i Sandvatn, dvs. manglende rekruttering fra innløpet, kan skyldes (i) for lite gyte- og oppvekstareal, jf. at

oppvekstratioen, som er forholdet mellom tilgjengelig gyte- og oppvekstareal og innsjøens areal, er alt for lavt (jf. Hesthagen & Haugland 2009), (ii) dårlig kvalitet på substratet mht. gyting og skjul, (iii) konkurranse fra utsatt settefisk, (iv) lav vannføring og høy sommertemperatur, og (v) for liten gytebestand fordi uttaket til settefiskproduksjon har vært for høyt. Et bra innslag av ett-åringer i 2013, tyder på manglende forekomst av yngel det året skyldes en liten gytebestand.

Med et vannslipp fra Juvatn på bare 10-12 liter pr. sek, vil trolig store deler av innløpet til Sandvatn bunnfryse i løpet av vinteren. Til sammenligning er "alminnelig lavvannføring" fra Juvatn, som er i størrelsesorden 10 % av årsmiddel for vannføringen, oppgitt til 610 liter pr. sek (Hesthagen 2013). For å få en større rekruttering på innløpet er det foreslått å øke minstevannføringen fra Juvatn (Hesthagen 2013). Dette vil øke både vanddyp og vanddekt areal på innløpet, spesielt er trolig vannføringen om vinteren en flaskehals for overlevelsen hos egg og ungfisk.



Figur 16. Vannstanden i Juvatn-magasinet den 1. oktober i perioden 2004 til 2013. Stiplet linje viser høyeste regulerte vannstand på 513 m o.h.(HRV).

Det vil trolig også være mulig å øke rekrutteringen på innløpet av Sandvatn ved habitatforbedrende tiltak. Ikke minst er det nødvendig å etablere noen kulper eller dypere partier. Det kan også være aktuelt å lage et smalere elveløp, som vil gi et større vanddyp og redusere sjansene for bunnfrysing. I dag er øvre deler av innløpet lite egnet som gyte- og oppvekstområde for fisk. Utlegg av stein med passe størrelse vil kunne skape gyteplasser også på denne strekningen.

Det blir altså nå etablert en stamfiskbestand av Sandvassaure på Syrtveit Fiskeanlegg. Det vil derfor ikke lenger bli drevet stamfiske på innløpet av Sandvatn hver høst, kun supplering av stamfiskbestanden med visse mellomrom. Gytefisk vil heretter bli fanget ved el-fiske, strøket på stedet og satt ut igjen i Sandvatn (Nils Børge Kile, pers. medd.). At det ikke lenger blir tatt ut på langt nær så mye gytefisk på innløpet av Sandvatn som tidligere, vil trolig øke den naturlige rekrutteringen. Utsetting av så vidt mye fisk i Sandvatn har trolig virket negativt på den naturlige rekrutterte fisken i vatnet. For å styrke den stedege aurebestanden i Sandvatn ved redusert konkurranse fra utsatt fisk, foreslår vi at det bare blir satt ut 1 000 individ pr. år. Det er viktig at settefisk ikke blir satt ut på innløpet, da den konkurrerer med naturlig rekruttert fisk. Det er altså usikkert om innløpet fungerer tilfredsstillende som rekrutteringsområde. For å belyse dette nærmere, har det vært verdifullt med oftere el-fiske for å registrere ungfisktettheten, og mengden gytefisk under gytetida på høsten.

6 Referanser

- Anonym 1965. Fiskeriinspektørens årsmelding om ferskvannsfisket for årene 1951-1962. Landbruksdepartementet. [Det er usikkerhet vedrørende både når rapporten ble publisert og når de omtalte pH-målingene ble tatt. Men i og med at prøven fra utløpet av Juvatn blir omtalt som «bunnvannet» og den fra sjølve vatnet som «like ovenfor demningen», må de være tatt etter at Juvatn-magasinet stod ferdig, altså i 1961 eller 1962].
- 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 for Vassdragsregulering, 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.
- Enge, E. 2006. Fiskeundersøkelser i Logn august 2005. Vannkjemi, restbestander og aktuelle tiltak. Stensilert rapport. 4158 Bru.
- 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. 1981. Hydrografi og evertebrater i Lyngdalsvassdraget i 1978 og 1980. Kontaktutvalget for vassdragsregulering, Univ. I Oslo, Rapp. 26. 89 s.
- Halvorsen, G. & Elgmork, K. 1976. Vertical distribution and seasonal cycle of *Cyclops scutifer* Sars (Crustacea, Copepoda) in two oligotrophic lakes in southern Norway. *Norw. J. Zool.* 24: 142-160.
- 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. 2005. Reetablering av aure i reguleringsmagasiner på Sørlandet. Fiskebiologiske undersøkelser i Ørevatn, Brelandsvatn og Juvatn i Mandalsvassdraget høsten 2004. NINA Minirapport 101. 25 s.
- Hesthagen, T. 2013. En vurdering av bestandsforholdene hos fisk i deler av Logna i Mandalsvassdraget. NINA Minirapport 457. 22 s.

- Hesthagen, T. & Haugland, S. 2007. Fiskebiologiske undersøkelser i Sandvatn og Lognavatn i Mandalsvassdraget høsten 2006. NINA Minirapport 189. 21 s.
- Hesthagen, T. & Østborg, G. 2008. Endringer i areal med forsurede fiskebestander i norske innsjøer fra rundt 1990 til 2006. NINA Rapport 169. 114 s.
- Hesthagen, T. & Haugland, S. 2009. Fiskebiologiske undersøkelser i Juvatn-magasinet og Sandvatn i Mandalsvassdraget høsten 2008. NINA Minirapport 259. 27 s.
- Hesthagen, T. & Walseng, B. 2012. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Nåvatn og Skjerkevatt i Mandalsvassdraget høsten 2011 – Fisk og krepsdyr. NINA Rapport 804. 30 s.
- Hesthagen, T. & Kleiven, E. 2013. Forekomst av reproduserende bestander av bekkerøye (*Salvelinus fontinalis*) i Norge pr. 2013. NINA Rapport 900. 70 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., Fiske, P. & Skjelkvåle, B.L. 2008. Critical limits for acid neutralizing capacity of brown trout (*Salmo trutta*) in Norwegian lakes differing in organic carbon concentrations. *Aquatic Ecol.* 42: 307-316.
- Hill, M.O. 1979. DECORANA - A Fortran program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell University, Ithaca, New York.
- Hill, M.O. & Gauch, H.G. 1980. Detrended correspondence analysis; an improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47-58.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1927. Studier over aldersforhold og veksttyper hos norske ferskvannsfisker. Nationstrykkeriet. Oslo. 358 s.
- Kiefer, F. 1973. Ruderfusskrebse (Copepoden). - Kosmos-Verlag, Franckh, Stuttgart, 99 s.
- Kiefer, F. 1978. Freilebende Copepoda. - Elster, H. J. & Ohle, W. (red). *Das Zooplankton der Binnengewässer* 26: 1-343.
- Klif 2012. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 2011. Klima – og forurensningsdirektoratet Statlig program for forurensningsovervåking Rapport nr. 1122/2012. 160 s. (TA Rapport 2934/2012).
- Lydersen E., Larssen T. & Fjeld E. 2004. 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.
- Møkkelgjerd, P.I. & Gunnerød, T.B. 1985. Utsetting av bekkerøye i regulerte vassdrag på Sørlandet. Rapport fra kontrollfiske i 1984. DVF Reguleringsundersøkelsene Rapport 10-1985. 53 s. + vedlegg.
- Rosseland, B.O., Balstad, P., Mohn, E., Muniz, I.P., Sevaldrud, I.H. & Svalastog, D. 1979. Bestandsundersøkelser. DATAFISK-SNSF-77. Presentasjon av utvalgskriterier, innsamlingsmetodikk og anvendelse av programmet ved SNSF-prosjektets prøvefiske i perioden 1976-79. SNSF-prosjektet, TN 45/79. 63 s.
- 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 + vedlegg.

- Smirnov, N.N. 1971. Chydoridae. Fauna USSR, Crustacea 1 (2). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1974, 644 s.
- Spikkeland, I. 1977. Acidotrofe vann og dammer i Bygland, Aust-Agder. En undersøkelse av hydrografi og limnetiske og litorale crustacesamfunn. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi, Universitetet i Oslo. 118 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.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996a. Cladocera *Vannlopper*. – S. 95-99 i: Aagaard, K. & Dolmen, D. (red.). Limnofauna norvegica. Katalog over norsk ferskvannsfæuna., Tapir Forlag, Trondheim.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996b. Copepoda *Hoppekreps*. – S. 103-107 i: Aagaard, K. & Dolmen, D. (red.). Limnofauna norvegica. Katalog over norsk ferskvannsfæuna. Tapir Forlag, Trondheim.
- Walseng, B. & Bongard, T. 2001. Invertebratundersøkelser i kalkete og ukalkete deler av Lyngdalsvassdraget 1978-1998/90). NINA oppdragsmelding 707. 35 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: 978-82-426-2613-4

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