

1127 Undersøkelser av krepsdyr og fisk i fem regulerte og reguleringspåvirkede innsjøer i Mandalsvassdraget høsten 2014

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 fem regulerte og reguleringspåvirkede innsjøer Mandalsvassdraget høsten 2014

Trygve Hesthagen
Bjørn Walseng

Hesthagen, T. & Walseng, B. 2015. Undersøkelser av krepsdyr og fisk i fem regulerte og reguleringspåvirkede innsjøer i Mandalsvassdraget høsten 2014. NINA Rapport 1127. 38 s.

Trondheim, mars 2015

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2749-0

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Agder Energi Vannkraft

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Aleksander Andersen

FORSIDEBILDE

Øyvind Haugland styrer båten under prøvofiske i Langevatn høsten 2014. Foto: Trygve Hesthagen

NØKKELOORD

-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. 2015. Undersøkelser av krepsdyr og fisk i fem regulerte og reguleringspåvirkede innsjøer i Mandalsvassdraget høsten 2014. NINA Rapport 1127. 38 s.

Denne rapporten omhandler vannkvalitet, krepsdyr og fisk i Store Kvernevatn og Langevatn-magasinet (Langestølstjern, Roddeivsvatn, Sandvatn og Langevatn), og i tre reguleringspåvirkede innsjøer; Lisle Kvernevatn (nedstrøms Store Kvernevatn), Tjørni (nedstrøms Langevatn-magasinet) og Tjønnnæ (nestrøms Ljoslandsvatn). Alle de fem innsjøene er lokalisert i øvre deler av Mandalsvassdraget i Åseral kommune, Vest-Agder. Langevatn og Store Kvernevatn har reguleringshøyder på henholdsvis 16,8 og 25,8 m. Innsjøene ble prøvofisket med Nordisk oversiktsgarn, og utbyttet uttrykkes som antall individ pr. 100 m² garnareal (Cpue). Fiskens vertikalfordeling ble undersøkt ved å sette garna på standard dyp; 0-3, 3-6, 6-12 og 12-20 m. Fiskebestandene i Langevatn og Store Kvernevatn ble også undersøkt i 2003 og 2009. Dette ble foretatt på de samme stasjonene og med samme garninnsats som i 2014. Krepsdyrundersøkelsene er begrenset til Store Kvernevatn og Langevatn.

For Langevatn og Store Kvernevatn er det fastsatt utsetningspålegg tidligere. I de tre siste årene (2012-2014) har det vært satt ut henholdsvis 1000 og 2000 énsomrig aure pr. år. I Lisle Kvernevatn og Tjørni ble utsettingene satt i gang i 2011, og siden er det satt ut henholdsvis 250 og 500 individ pr. år. I Tjønnnæ blir det ikke satt ut fisk. Settefisker er fettfinneklippet for å skille den fra naturlig rekruttert fisk. Settefiskproduksjonen ble fra 2014 lagt til Syrtveit Fiskeanlegg i Evje og Hornnes.

Innsjøene i øvre deler av Mandalsvassdraget er fremdeles påvirket av forurening. Men i seinere år har vannkvaliteten i enkelte lokaliteter bedret seg noe, som i tilløpsbekkene til Store Kvernevatn. Her varierte pH i 2003 og 2014 mellom henholdsvis 4,91-5,16 og 5,03-5,38. Også innholdet av labilt og giftig aluminium (Ali) har avtatt noe i løpet av de siste 10 årene, fra 17-72 µg/L i 2003 til 11-27 µg/L i 2014. ANCmod (syrenøytraliserende kapasitet) er fremdeles negativ i alle lokaliteter, fra -3 til -8 µekv/L. Lisle Kvernevatn har en liknede vannkvalitet som Store Kvernevatn. Blant tilløpsbekkene til Langevatn er den til Langestølstjern surest, med pH 4,99. Tilløpene til Sandvatn og Roddeivsvatn hadde noe høyere pH-verdier, med henholdsvis 5,30 og 5,40. Innholdet av Ali er i dag moderat med 20-26 µg/L. I selve magasinet, basert på en prøve nær dammen, er vannkvaliteten omtrent den samme som i innløpselvene, med pH=5,27-5,35 og Ali=16-33 µg/L (2003-2014). ANCmod var pr. 2014 noe lavere i Langevatn med tilløpsbekker enn i Store Kvernevatn, med -3 til +1 µekv/L. Tjørni hadde en svært dårlig vannkvalitet med pH=4,64, Ali=49 µg/L og ANCmod = -9 µekv/L. Dette skyldes trolig tilførsel av surt vann fra tilløpsbekkene i øst (fra Falkefjellet og Geitheii). Tjønnnæ har en noe bedre vannkvalitet både mht pH (5,27), Ali (18 µg/L) og ANCmod (-1 µekv/L).

Langevatn og Store Kvernevatn har svært artsfattige krepsdyrsamfunn. I Langevatn ble det funnet 9 arter (4 arter vannlopper og 5 arter hoppekreps), mens Store Kvernevatn hadde 14 arter (9 arter vannlopper og 5 arter hoppekreps). *Alonella excisa* var den eneste av artene i Langevatn som ikke ble funnet i Store Kvernevatn. Selv om begge innsjøene har artsfattige krepssamfunn, er det indikasjoner på at situasjonen for ferskvannsfauunaen er noe bedre i sistnevnte lokalitet. Dette er basert på funn av flere arter, men også at den svakt forureningsfølsomme hoppekrepsen *C. scutifer* er mer vanlig.

I Langevatn var det en kraftig økning i fangstutbyttet fra 2003 og fram til 2009, med Cpue på henholdsvis 4,8 og 12,0 individ. I 2014 var det noe lavere enn i 2009 med Cpue på 10,4. Store Kvernevatn var nærmest fisketomt i 2003. Men utsettingene fra 2006 og utover resulterte i en relativt tett bestand, og allerede i 2009 var Cpue på 12,7 individ. I 2014 var fangsten en god del lavere, med 7,2 individ. Både Lisle Kvernevatn og Tjønnnæ har middels tette aurebestander med Cpue på ca. 12 individ. Tjørni har derimot en relativt tynn bestand med Cpue = 5,3 individ.

Vertikalfordelingen av garnfangstene viste at i Langevatn i 2003 avtok mengden fisk klart med økende dyp. Det ble ikke fanget fisk på 12-20 m dyp. Fram til 2009 hadde dette endret seg vesenlig da fisken også i stor grad ble fanget på 12-20 m dyp. I 2014 ble det også fanget fisk på 12-20 m dyp. Undersøkelsen i Store Kvernevatn i 2009 viste at mengden fisk avtok klart med økende dyp. I 2014 fordelte fisken seg derimot mer jamnt på ulike dyp.

I Langevatn har andelen settefisk avtatt gradvis i seinere år. I 2003 var 56 % av fisken i fangstene utsatt, mens den i 2009 og 2014 var henholdsvis 43 og 17 %. I Store Kvernevatn var nær all fisk i 2009 utsatt (98 %). Også her har andelen settefisk avtatt, og var i 2014 på 69 %. I Lisle Kvernevatn var andelen settefisk enda lavere (45 %), mens det i Tjørni var en dominerende andel utsatt fisk (63 %). Aurebestanden i Tjønnæ består kun av naturlig rekruttert fisk.

I Langevatn har stedegen aure en normal alderssammensetning. I Store Kvernevatn var kun enkelte årsklasser representert, noe som tyder på en varierende naturlig rekruttering. Auren i Lisle Kvernevatn og Tjønnæ synes å ha en relativt stabil naturlig rekruttering. I Tjørni er den naturlige rekrutteringen svak, og trolig sviktende i enkelte år.

Auren i Langevatn har nå en betydelig dårligere tilvekst enn tidligere. Oppnådd gjennomsnittlig lengde etter tredje leveår i 2003 og 2014 var f eks henholdsvis 209 og 167 mm. Forskjellen blir enda tydeligere blant eldre individ. Det har vært en tilsvarende negativ utvikling hos auren i Store Kvernevatn. Her var oppnådd lengde etter tredje leveår hos fisk fanget i 2009 og 2014 henholdsvis 206 og 162 mm. Auren i de andre innsjøene har også relativt dårlig vekst, spesielt gjelder det bestanden i Tjønnæ. Nedenfor blir det gitt konklusjoner for hver innsjø.

Langevatn Både tilvekst og kondisjon viser at bestanden er alt for stor i forhold til næringsgrunnlaget. Selv om ikke utsettingene har blitt vesentlig redusert i de siste årene, utgjør den en stadig mindre del av bestanden. Utsettingene bør derfor avsluttes, men selv uten utsettinger vil bestanden være alt for stor i forhold til næringsgrunnlaget.

Store Kvernevatn Fangstutbyttet var i 2014 en del mindre enn i 2009. Innslaget av naturlig rekruttert fisk har imidlertid økt kraftig siden 2009. Dette viser at det foregår noe gyting i én eller flere bekker. Det er usikkert om nedgangen i fangstutbyttet skyldes tilfeldigheter eller om det er en effekt av reduserte årlige utsettingene siden 2010, fra 3000 til 2000 énsomrige individ. Produksjonsgrunnlaget er kraftig redusert både pga. regulering og forsurening. Beskatningen synes også å være svært begrenset. Både fiskens tilvekst, størrelse og kondisjon vitner om relativt dårlige bestandsforhold. Dette må hensyntas ved fastsettelsen av utsettingspålegg. Dersom det er ønske om å opprettholde en viss størrelse og kvalitet på fisken framfor mengde, anbefales det at utsettingene blir redusert til 1 000 individ pr. år. Tilløpsbekken i nordvest antas å være det viktigste rekrutteringsområdet for bestanden. Men flom under feltarbeidet i 2014 hindret både elfiske og bonitering. Det ble imidlertid påvist flere mindre områder med gyte-substrat. Ellers kan det være visse fysiske hindringer mht oppvandring av fisk i elva i form av svaberg og større steiner. Det bør foretas en nærmere vurdering av gyte- og oppgangsforholdene i denne bekken. Tilløpsbekkene til Store Kvernevatn er fortsatt relativt sure, og kan trolig ha en effekt på den naturlige rekrutteringen.

Lisle Kvernevatn Utsettingene av énsomrig settefisk ble satt i gang i 2011, med 250 individ. Innsjøen har i dag en middels tett aurebestand, hvorav ca. halvparten er naturlig rekruttert. Bestanden består av individ med middels størrelse, vekst og kvalitet. Adkomsten til vannet er lett, og det blir drevet noe stangfiske blant hytteeiere i området. En bør derfor tilstrebe en bestand med så storvekst fisk som mulig. Vi anbefaler at utsettingene blir redusert til 200 individ pr. år. Det finnes trolig også en liten reproduserende bestand av bekkeroye i vannet.

Tjørni Utsettingene av énsomrig settefisk ble satt i gang i 2011, med 500 individ. Innsjøen har i dag en relativt tynn aurebestand med overvekt av utsatt fisk. Mengden fisk synes å være noe lav i forhold til utsettingsmengden. Dette har trolig sammenheng med vannkvaliteten i innsjøen, med tilførsel av surt aluminiumsholdig vann fra bekker i øst. Kvaliteten på auren er meget god

med en gjennomsnittlig kondisjonsfaktor på 1,24. I de siste årene har garnfisket også gitt gode fangster, og det er ikke uvanlig å ta fisk på $> \frac{1}{2}$ kg. Skal en tilsvarende kvalitet og størrelse på fisken vedvare, er det viktig å begrense rekrutteringen. Utsettingene bør derfor reduseres noe, i første omgang til 400 individ pr. år.

Tjønnæ har en middels tett aurebestand av dårlig kvalitet. Veksten stagnerer ved vel 20 cm, bare et fåtall individ når ei lengde på 23 cm, alle individ hadde hvit kjøttfarge og gjennomsnittlig lengde blant kjønnsmodne hunner var 20,1 cm. Auren i vannet vurderes som nærmest verdiløs både til konsum og sportsfiske.

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	6
Forord	7
1 Innledning	8
2 Områdebeskrivelse	10
2.1 Beliggenhet og reguleringer.....	10
2.2 Fiskeutsetninger.....	11
3 Materiale og metoder	13
3.1 Vannkjemiske analyser.....	13
3.2 Krepssdyr.....	13
3.3 Garnfiske og prøvetaking av fisk.....	14
4 Resultater	16
4.1 Vannkvalitet.....	16
4.2 Krepssdyr.....	18
4.2.1 Artsforekomst.....	18
4.2.2 Planktonsamfunnet.....	18
4.2.3 Littoralsamfunnet.....	21
4.2.4 DCA-ordinasjon.....	21
4.3 Fisk.....	24
4.3.1 Fangstutbytte på garn.....	24
4.3.2 Vertikalfordeling.....	24
4.3.3 Forholdet mellom utsatt og naturlig rekruttert fisk.....	25
4.3.4 Alder, størrelse og vekst.....	26
4.3.5 Kondisjon og kjøttfarge.....	29
4.3.6 Kjønnsmodning.....	31
4.3.7 Ernæring.....	31
5 Diskusjon	33
6 Referanser	36

Forord

Denne undersøkelsen ble gjort på oppdrag for regulanten i Mandalsvassdraget, Agder Energi Vannkraft (AEVK). Hovedhensikten med prosjektet var å gi en vurdering av vannkjemi og økologisk tilstand basert på forekomst av ulike krepsdyrarter, samt gi en status for bestandsforholdene hos fisk med tilrådninger om kompensasjonstiltak. Feltarbeidet ble utført av Trygve Hesthagen (NINA), Svein Haugland (AEVK) og Øyvind Haugland. Leidulf Fløystad (NINA) har aldersbestemt fisken, mens Randi Saksgård (NINA) har analysert mageinnholdet. NINA takker med dette AEVK for oppdraget.

Mars 2015

Trygve Hesthagen

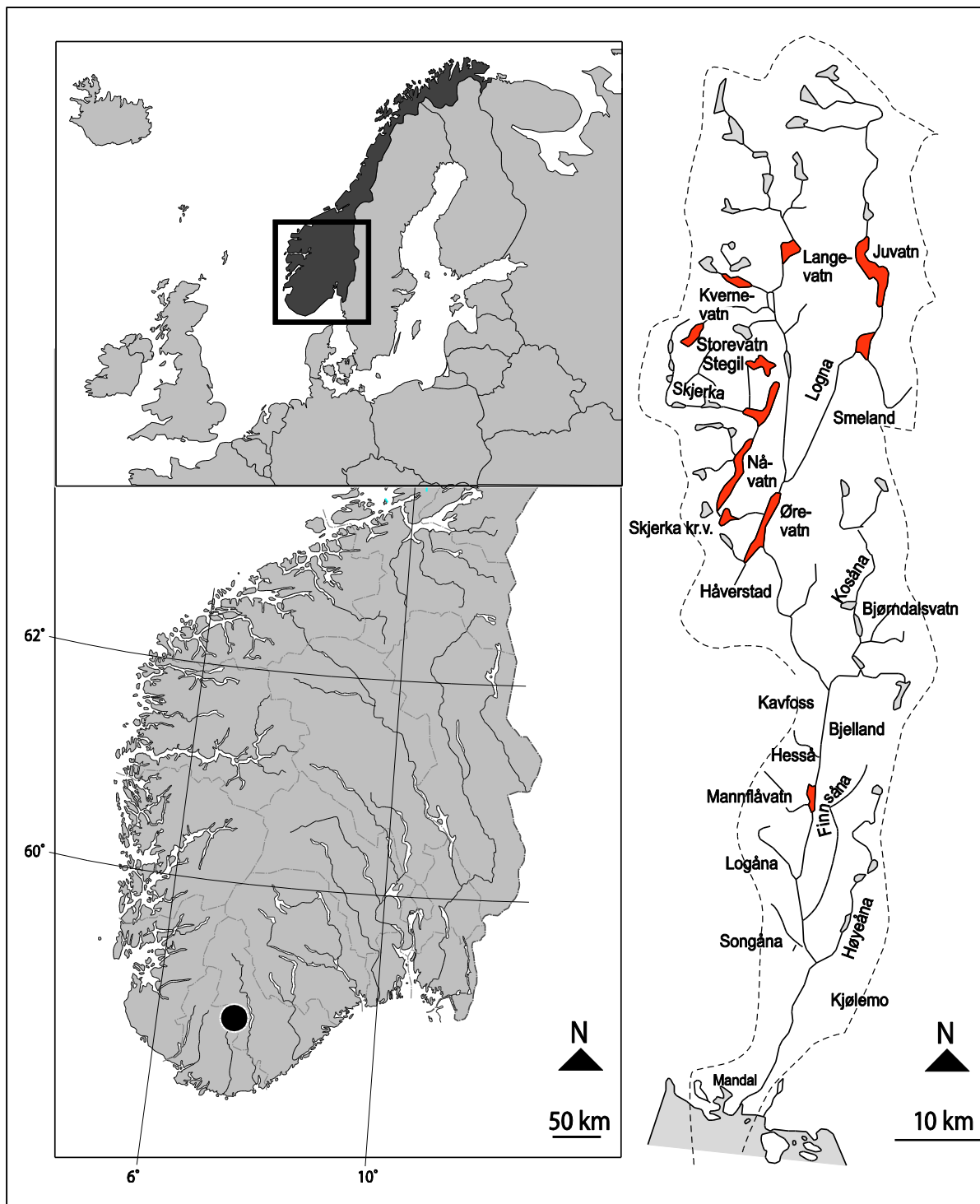
1 Innledning

I øvre deler av Mandalsvassdraget ble det i perioden 1932-1961 etablert ni reguleringsmagasiner; Juvatn, Lognavatn, Langevatn, Store Kvernevatn, Storevatn, Stegil, Nåvatn, Skjerkevatn og Ørevatn (**figur 1**). I tillegg påvirket disse reguleringene flere innsjøer lengre ned i vassdraget. Området ble etter hvert også ble hardt rammet av forsuring, og på 1970-tallet ble pH målt til rundt 4,5-4,9 i flere av de regulerte innsjøene (Gunnerød mfl. 1981). De fleste aurebestandene i øvre deler av vassdraget ble trolig utryddet i løpet av 1960/70-tallet (Sevaldrud & Muniz 1980, Hesthagen & Østborg 2008). I reguleringsmagasinene ble det derfor satt i gang omfattende utsetninger av aure som kompensasjon for tapt naturlig rekruttering. Men forsuringen førte til at denne fisken også etter hvert forsvant. Utsettingene ble derfor stoppet (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). Mange av reguleringsmagasinene i øvre deler av Mandalsvassdraget var derfor i en periode trolig helt fisketomme.

Fra ikring 1985 ble det satt ut bekkerøye i mange av reguleringsmagasinene på Sørlandet (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). Utsettingsforsøk i sure innsjøer hadde nemlig vist at bekkerrøya hadde en høy toleranse for surt vann (Grande mfl. 1970, Grande & Andersen 1976a, b, Grande mfl. 1980). I 2005 ble det ikke lenger tillatt å sette ut bekkerrøye fordi den var en fremmed art (Hesthagen & Kleiven 2013). Det ble derfor nødvendig å teste ut om vanlig aure igjen kunne leve og eventuelt reetablere seg i de sure magasinene på Sørlandet. På tidlig 2000-tall ble det derfor på nytt satt i gang utsetninger av aure. Dette kunne også motiveres ut fra at vannkvaliteten etter hvert også hadde bedret seg (Klif 2012).

Fiskebestanden i Langevatn ble undersøkt første gang i 1950 (Gunnerød mfl. 1981). Innsjøen hadde da en tallrik bestand av aure, men fisken hadde likevel middels god vekst og kvalitet. I 1975 samlet SNSF-prosjektet inn data om fiskestatus fra både Langevatn og Store Kvernevatn (Sevaldrud & Muniz 1980). Det ble da opplyst at aurebestandene i begge magasinene hadde forsvunnet pga sur nedbør i henholdsvis 1960- og 1970-årene. Det er derfor grunn til å tro at disse aurebestandene ble skadet allerede på slutten av 1950-tallet eller tidlig 1960-tall. Langevatn ble prøvofisket på nytt i 1978. Magasinet hadde da en tynn bestand av aure, men dette kunne i sin helhet ha vært utsatt fisk (jf. Gunnerød mfl. 1981). Store Kvernevatn ble prøvofisket i 1972, men uten at det ble fanget fisk.

Siden 2003 er det gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i alle de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget. Noen av dem har også vært undersøkt to ganger, bl.a. Langevatn og Store Kvernevatn i 2003 og 2009 (Hesthagen 2003, Hesthagen mfl. 2010). Etter den siste undersøkelsen ble utsettingene i begge magasinene redusert. Hensikten med denne undersøkelsen er å foreta en ny vurdering av fiskebestandene. I tillegg skulle Lisle Kvernevatn og Tjørni også inngå i undersøkelsen, der det ble satt igang utsetninger i 2011. I tillegg var det ønske fra lokalt hold om å undersøke bestandsforholdene hos aure nedenfor Ljoslandsvatn. Her ble Tjønnnæ valgt ut. Alle de fem innsjøene ble prøvofisket høsten 2014, samtidig med at det ble samlet inn vannprøver. I Langevatn og Store Kvernevatn ble krepsdyrsamfunnene også undersøkt for å kunne vurdere innsjøenes økologiske tilstand. Hensikten med undersøkelsene ellers var å gi en status for de aktuelle fiskebestandene, evaluere fiskeutsettingene i seinere år, og om mulig foreslå habitatforbedrende tiltak med tanke på å etablere og styrke sjølreproduserende aurebestander. En hovedmålsetting med fiskekultiveringstiltakene i de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget, er å styrke svake bestander som ikke har tilstrekkelig selvrekruttering (Anonym 2010).



Figur 1. Kart over Mandalsvassdraget der de enkelte reguleringsmagasinene er markert i rødt.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Beliggenhet og reguleringer

Alle de undersøkte innsjøene ligger i Åseral kommune i nordlige deler av Mandalsvassdraget (**figur 1**). Vassdraget har et areal på 224 km², og er dominert av harde bergarter som forvitrer seint, og lite løsmasser. De undersøkte innsjøene er lokalisert i bjørkeregionen mellom 500 og 771 moh.

Tillatelsen til å regulere Store Kvernevatn og Langevatn-magasinet ble gitt ved kgl. res. av 11. desember 1950. Store Kvernevatn har en reguleringshøyde på 25,8 m. Langevatn-magasinet er dannet av fire mindre innsjøer: Langevatn, Sandvatn, Roddeivsvatn og Langestølstjern. Største reguleringshøyde er 16,0 m. Vann fra begge magasinene blir ført i tunnel til Nåvatn og videre til Skjerkavatn (Skjerkamagasinet). Herfra går vannet i tunnel til Skjerka Kraftverk ved Ørevatn, og videre i tunnel til Håverstad Kraftverk ved Mandalselva.



Store Kvernevatn med dam på utløpet. Foto: Trygve Hesthagen.

Lisle Kvernevatn er lokalisert rett nedstrøms Store Kvernevatn. Store Kvernevatn hadde opprinnelig ikke avløp til Lisle Kvernevatn, men den regulære tappetunnelen går ned i dette vannet. Det innebærer tilførsel av kaldt vann fra dypere lag av Store Kvernevatn. Lisle Kvernevatn består av to bassenger, med en mindre mellomliggende elvestrekning. Det nederste delen er dypest med et maks dyp på 20 m. Det går en anleggsvei langs sørsiden av vannet, og det er anlagt ei bru ved utløpet.

Tjørni er lokalisert nedstrøms Langevatn-magasinet. Det er følgelig påvirket av denne reguleringen ved manglende vannslipp, bortsett fra i perioder med overvann fra magasinet. Tjørni er grunn med 1-3 m som dominerende dyp, og med et maksdyp på 6,6 m. Det er bygd en terskel på utløpet, men dette har ikke økt vannspeilet i vesentlig grad (Hans Ackermann, pers. medd.). Derimot har vannstanden blitt betydelig mer stabil etter at terskelen ble etablert. Det er fem hytter ved eller i nærheten av vannet. En beverhytte ble registrert på østsiden.



Lisle Kvernevatn med osen i forgrunnen. Foto: Trygve Hesthagen.

Tjønnæ er lokalisert ikring ½ km nedstrøms utløpet av Ljoslandsvatn, og må nærmest karakteriseres som en utvidelse av elva. Lokaliteten er grunn med et godt utviklet vegetasjonsbelte. Største dyp ble målt til 15 m.

Tabell 1. Noen fysiske data for de undersøkte innsjøene i Mandalsvassdraget høsten 2014.

Fysiske data	Langevatn	Store Kvernevatn	Lisle Kvernevatn	Tjørni	Tjønnæ
Magasin-nr.	307	306	-	-	-
Vann nr. (NVE)	1164	1163	68910	8857	67982
Høyde i moh (HRV)	683,6	771,0	747	598	500
Høyde i moh (LRV)	667,6	745,2	-	-	-
Reguleringshøyde (m)	16,0	25,8	-	-	-
Areal HRV (km ²)	2,0796	2,0028	0,0777	0,1464	0,1233
Største målte dyp (m)		31	20	6,6	15
Siktedyp	4	10	8	2	3

2.2 Fiskeutsettinger

Utsettingene av aure i de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget omfattet i perioden 2003-2013 avkom av stamfisk fra innløpselva til Sandvatn nedstrøms Juvatn (Hesthagen & Walseng 2104). I denne perioden ble det hver høst fanget gytefisk med ruser og elektrisk fiskeapparat. Det ble også satt ut settefisk i dette vannet (merket), men gytemodne individ ble ekskludert som stamfisk. Gytefisken ble transportert til Finså Klekkeri for stryking, og ble deretter avlivet. Den befruktede rogn ble lagt inn i anlegget, der settefisken også ble produsert. Finså Klekkeri ble nedlagt i 2013.

I 2014 startet produksjon av settefisken til de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget ved Syrtveit Fiskeanlegg i Evje og Hornnes kommune (Hesthagen & Walseng 2014). Grunnlaget for

produksjonen ble lagt høsten 2009 da det ble det lagt inn befruktet rogn av stamfisk fra Sandvatn. Høsten 2013 var den klar som stamfiskbeholdning (Nils Børge Kile, pers. medd.). Anlegget bruker altså 2009-årgangen til å bygge opp en ny årgang stamfisk. Men det skal også hentes inn ny stamfisk fra Sandvatn, og det forventes å skje første gang i 2016. Settefisken i de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget blir satt ut som énsomrige individ i slutten av juni. Den er merket ved å fjerne fettfinnen. Settefisken produsert ved Finså Klekkeri hadde en gjennomsnittlig lengde \pm sd på 65 \pm 3 mm, basert på målinger fra 2006-08 (Hesthagen & Walseng 2014).

Tabell 2. Antall énsomrig settefisk utsatt i Store og Lisle Kvernevatn, Langevatn og Tjørni i perioden 2005-2014.

År	Store Kvernevatn	Lisle Kvernevatn	Langevatn	Tjørni
2005			3000	
2006	3000			
2007	3000		1500	
2008	3000		1500	
2009	3000		1500	
2010	2000		1000	
2011	3000	250	3000	500
2012	2000	250	1000	500
2013	2000	250	1000	500
2014	2000	250	1000	500

I Store Kvernevatn ble utsettingene satt i gang i 2006 med 3000 individ fram til og med 2009. Siden har det vært satt ut 2000 individ pr. år, bortsett fra 3000 individ i 2011 (**tabell 2**). I Langevatn har utsettingsantallet variert en god del i løpet av de siste årene. Utsettingene er nå trappet ned, og siden 2012 har de omfattet 1000 individ. I Lisle Kvernevatn og Tjørni ble utsettingene satt i gang i 2011, med henholdsvis 250 og 500 individ pr. år. I Tjønnæ har det aldri vært satt ut fisk.



Tjørni sett fra utløpet. Foto: Trygve Hesthagen.

3 Materiale og metoder

3.1 Vannkjemiske analyser

I Langevatn og Store Kvernevatn ble det tatt vannprøver fra ymse tilløpsbekker, samt i selve magasinene nær utløpet. Det foreligger også vannprøver fra disse lokalitetene i 2003 og 2009. Fra de øvrige innsjøene ble det tatt en vannprøve fra utløpet. Alle prøvene ble analysert for full ionebalanse for beregning av syrenøytraliserende kapasitet (ANC). Den er definert som summen av basekationer [BC] (Ca + Mg + Na + K) minus summen av sterke syrers anioner [SAA] ($\text{SO}_4 + \text{NO}_3 + \text{Cl}$). ANC er modifisert (ANC_{mod}) slik at organiske syrer som opptre permanent som anioner i pH-området for naturlig vatn (pH>4,5), inngår sammen med de uorganiske sterksyre-anionene (Lydersen mfl. 2004). Parameteren blir beregnet på basis av to konstanter og innholdet av TOC (total organisk carbon): $\text{ANC}_{\text{mod}} = (\text{BC}) - (\text{SAA} + (\frac{1}{3} * 10,2 * \text{TOC}))$. ANC_{mod} for 2003 er tidligere ikke beregnet pga manglende TOC-målinger det året. Vi har nå beregnet TOC for det året vha en regresjon mellom TOC og Fargetall (Pt/L) fra et datasett for regulerte innsjøer i Mandalsvassdraget for årene 2005-2014. Det omfatter også data fra Langevatn og Store Kvernevatn i 2009 og 2014. Det foreligger 34 parallelle målinger av Fargetall og TOC. Forholdet mellom de to parametrene kan beskrives ved ligningen:

$$\text{TOC} = 0,082 * \text{Fargetall} + 1,53 \quad (F_{1,33} = 83,91, R^2_{\text{ad}} = 0,71, P < 0,0001)$$

Ulike Al-fraksjoner ble analysert for alle prøver, inkludert den uorganiske og giftige fraksjonen (labilt Al). Vannprøvene ble analysert ved Analysesenteret, Trondheim kommune.

3.2 Krepssdyr

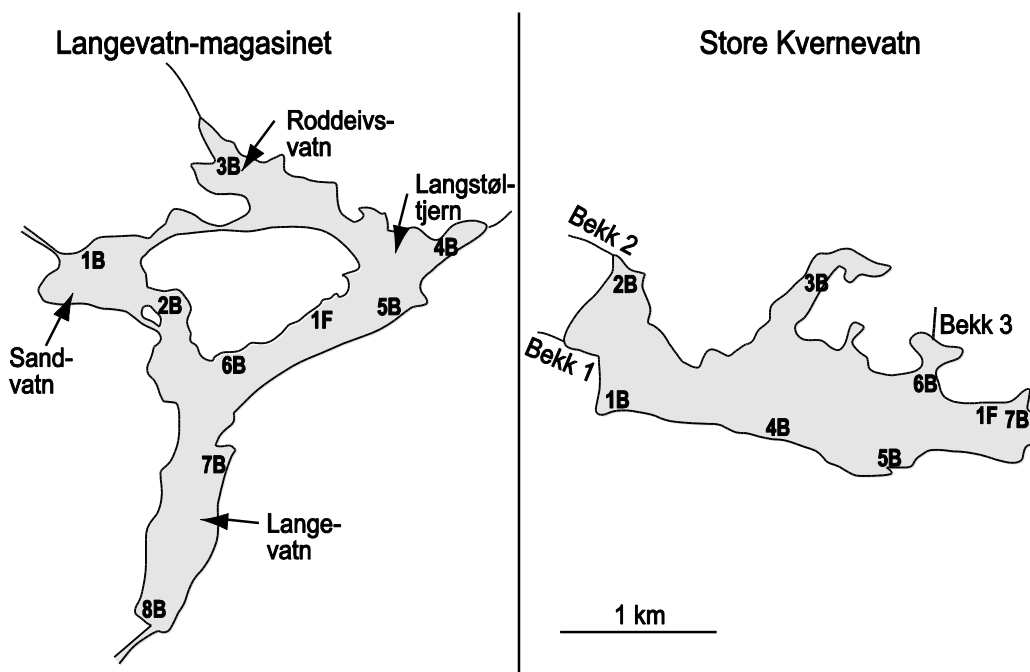
To planktonprøver fra de frie vannmassene i Langevatn og Store Kvernevatn ble tatt med en håv fra 15 m dyp og opp til overflaten fra ett av de dypeste områdene i hver innsjø. I tillegg ble det tatt to kvalitative littoralprøver med planktonhåv. Prøvene ble tatt med kast like over bunnen i et habitat som er representativt for lokaliteten. Totalt trekk lengde på hver prøve var ca. 25 m. Håven som ble benyttet hadde en maskevidde på 90 µm, og med diameter og dybde på henholdsvis 30 og 57 cm.

Individuelle krepssdyrprøver ble fraksjonert og minst 200 individer ble artsbestemt. Resten av prøven ble så gjennomgått for eventuelt flere arter. Rotatoriene er bestemt etter Ruttner-Kolisko (1972). Vannloppene (cladocere) 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 sammen med ni vann i Vest-Agder som ble prøvetatt etter samme opplegg i 2006 (Hesthagen mfl. 2006). Disse vannene er behandlet passivt i et datasett bestående av forsuredde lokaliteter (Bjorvatn og Kvernelandsvatn i Rorevassdraget), samt artslistene fra Sognevatn (minus tre survannstolerante arter). De er ment å representere en tilnærmet uforsuret 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. Selv i en uforsuret 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 forskjeller mellom de undersøkte lokalitetene.

3.3 Garnfiske og prøvetaking av fisk

Undersøkelsen ble gjennomført i perioden 10. - 14. august 2014, med bunn garn og flyte garn (kun Langevatn). Bunn garn var av typen Nordisk oversiktsgarn, med 12 ulike maskevidder representert på samme garn; 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). Disse garn er 30 m lange og 1,5 m dype (areal 45 m²), og hver maskevidde utgjør ei lengde på 2,5 m (areal 3,75 m²). I Langevatn er det opprettet 8 stasjoner fordelt på alle de fire opprinnelige innsjøene i magasinet, totalt 29 garn (**figur 2**, **tabell 3**). Garn ble satt i standard dybdeintervaller: 0-3 m, 3-6 m, 6-12 m og 12-20 m. I Store Kvernevatn er det opprettet 7 stasjoner fordelt over hele magasinet, med en totalinnsats på 16 garn i dybdeintervallene 0-3, 3-6 og 6-12 m. I Lisle Kvernevatn, Tjørni og Tjønnæ varierte innsatsen mellom 4-8 garn. En flyte garnserie består av ei lenke på 54 m med åtte maskevidder: 10, 12,5, 16, 21, 25, 29, 35 og 43 mm (Rosseland mfl. 1979). Flyte garnet er 6 m dypt og dekker følgelig et areal på 324 m². Sterk vind gjorde det ikke mulig å sette flyte garn i Store Kvernevatn. Fangstutbyttet (Cpue) blir uttrykt som antall fisk pr. 100 m² garnareal pr. natt, eller ca. 12 timers fiske. Vanntemperaturen i overflaten i de undersøkte innsjøene varierte mellom 14,4 og 16,8 °C. Unntatt var Lisle Kvernevatn hvor det ble målt 7,9 °C. Lavere temperatur her skyldes tilførsel av kaldt bunnvann fra Store Kvernevatn.



Figur 2. Skisse av Langevatn-magasinet og Store Kvernevatn, med angivelse av stasjonene for bunn garn (B) og flyte garn (F), samt tilløpsbekker for vannprøvetaking i Store Kvernevatn (Bekk 1-3).

For hver fisk ble det registrert lengde (nærmeste mm), vekt (nærmeste gram), kjønn, modningsgrad og kjøttfarge (hvit, lys rød og rød). Til aldersbestemmelsen ble det tatt skjellprøver av all fisk, samt øresteiner (otolitter) fra et utvalg individ. Fiskens lengde ble tilbakeregnet ved å anta et lineært forhold mellom fiskens lengde og skjellradius. All fisk ble undersøkt med hensyn til om de var merket (fettfinneklippet). Det ble også notert om fisken hadde ytre tegn til oppdrett i form av slitte eller deformerte rygg- hale eller bukfinner. I tilstilfeller mellom naturlig rekruttert fisk og anleggsproduisert settefisk, ble også skjellmønsteret undersøkt. Det ble tatt mageprøver fra et utvalg individ i hver lokalitet for næringsanalyser, og fordelingen mellom ulike grupper/arter ble bestemt ut fra volum.

Det er foretatt en sammenstilling av fangstutbyttet, som for Langevatn og Store Kvernevatn som også omfatter data fra 2003 og 2009 (**tabell 4**). I tillegg til aure i alle innsjøer, ble det i 2014 også tatt én bekkerøye i Langevatn og to individ i Lisle Kvernevatn.

Tabell 3. Fangstinnsatsen med Nordiske bunngarn på de enkelte stasjonene i de fem innsjøene i Mandalsvassdraget som ble prøvfisket høsten 2014, fordelt på ulike dyp (0-3, 3-6,6-12 og 12-20 m).

Dyp (m)	Langevatn	Store Kvernevatn	Lisle Kvernevatn	Tjørni	Tjønnæ
0-3	8	7	2	6	3
3-6	8	7	2	2	2
6-12	8	2	0	0	2
12-20	3	0	0	0	0
Totalt	29	16	4	8	7
Antall st.	8	7	2	6	3

Tabell 4. Fangstene av aure og bekkerøye på bunngarn og flytegarn i Langevatn og Store Kvernevatn i 2003, 2009 og 2014, og på bunngarn i Lisle Kvernevatn, Tjørni og Tjønnæ i 2014. – betyr at ingen undersøkelser ble foretatt.

Innsjø	Aure: Bunngarn			Aure: Flytegarn			Bekkerøye: Bunngarn		
	2003	2009	2014	2003	2009	2014	2003	2009	2014
Langevatn	59	156	136	4	0	6	3	0	1
Store Kvernevatn	1	93	52	0	0	-	14	0	0
Lisle Kvernevatn	-	-	22	-	-	-	-	-	2
Tjørni	-	-	19	-	-	-	-	-	0
Tjønnæ	-	-	38			-	-	-	0

4 Resultater

4.1 Vannkvalitet

Fra innløpsbekkene til Langevatn og Store Kvernevatn foreligger det vannkjemiske data også for årene 2003 og 2009 (**Tabell 5**). Resultatene viser at innsjøene i øvre deler av Mandalsvassdraget fortsatt er relativt sure. I løpet av de siste ti årene har vannkvaliteten likevel bedret seg noe. Dette gjelder spesielt i tilløpsbekkene til Store Kvernevatn, der pH i 2003 var 4,91-5,16, mens den i 2014 hadde økt til 5,03-5,38. Også prøver tatt ved dammen viste en pH-øking i samme periode, fra 5,13 til 5,37. Innholdet av labilt Al (Ali) har avtatt i løpet av de siste 10 årene basert på de fire målepunktene, fra 17-72 µg/L i 2003 til 11-27 µg/L i 2014. ANCmod er likevel negativ i alle lokaliteter, fra -3 til -8 µekv/L. Lisle Kvernevatn, som tilføres vann fra Store Kvernevatn, har naturlig nok en liknede vannkvalitet, med pH = 5,27, Ali = 29 µg/L og ANCmod = -6 µekv/L.

Blant tilløpsbekkene til Langevatn-magasinet er den fra Langestølstjern surest, med pH 4,99. Her har vannkvaliteten faktisk blitt dårligere siden 2003 da pH var 5,49. Tilløpene til Sandvatn og Roddeivsvatn hadde en noe høyere pH, med henholdsvis 5,30 og 5,40. Her har ikke pH endret seg vesenlig i løpet av de siste 10 årene. Innholdet av Ali i disse lokalitetene er moderat med 20-26 µg/L. Vannkvaliteten i selve Langevatn, basert på en prøve nær dammen, er omtrent den samme som i innløpselvene, med pH 5,27-5,35 og Ali på 16-33 µg/L. ANCmod er pr. 2014 noe lavere i Langevatn enn i Store Kvernevatn med -3 til +1 µekv/L.

Tjørni, som ligger nedstrøms Langevatn hadde en svært dårlig vannkvalitet med pH 4,64, Ali på 49 µg/L og ANCmod -9 µekv/L. Dette skyldes trolig tilførsel av surt vann fra tilløpsbekkene i østlig retning. I Tjønnæ nedstrøms Ljoslandsvatn var derimot vannkvaliteten langt bedre både mht pH (5,27), Ali (18 µg/L) og ANCmod (-1 µekv/L).

Innholdet av næringssalter er svært lavt i alle forsøkslokalitene med bare 0,08-0,40 mg Ca/L. Innløpsbekkene til Store Kvernevatn har de laveste verdiene. Total organisk carbon (TOC), eller mengden humus, er relativt lavt med 1,2-6,8 mg/L. Ett unntak var Tjørni med 10,6 mg/L. Siktedypet er også en indiasjon på mengden humus i vannet. Kvernevatna er mer klarvannssjøer med siktedyp på 8-10 m, mot bare 2-4 m i de andre tre innsjøene (**tabell 1**).



Tilløpsbekk til Store Kvernevatn (Bekk 2). Foto: Trygve Hesthagen.

Tabell 5. Noen vannkjemiske data for Langevatn (2003, 2009 og 2014), Store Kvernevatn (2003, 2009 og 2014), samt Lisle Kvernevatn, Tjørni og Tjønnæ i 2014. ANC er også modifisert etter innholdet av TOC, kalt ANCmod (jf. Metoder). For lokaliseringen av de enkelte bekkene i Langevatn og Store Kvernevatn, se **figur 2**.

Lokali- tet	Sted	År	pH	Alk	Ca	Ledn	Turb	Farge	TOC	Ali	ANC	ANCmod
				µek v/L	mg/L	µS/c m	FTU	mg Pt/L	mg/L	µg/L	µekv/L	µekv/L
Lange- vatn	Bekk Langs. tjern	2003	5,49	0	0,22	9,1	0,83	34		13	22	7
		2009	5,02	0	0,22	10,0	0,67	50	6,8	33	12	-11
		2014	4,99	6	0,21	9,0	0,96	54	5,3	26	15	-3
	Bekk Sandvatn	2003	5,35	0	0,25	8,1	0,78	16		25	7	-3
		2009	5,30	2	0,19	9,0	0,57	24	3,6	31	9	-4
		2014	5,40	15	0,20	8,0	0,77	16	3,3	20	9	-2
	Bekk Rod. tjern	2003	5,46	0	0,36	8,5	0,67			23	6	-3
		2009	5,40	3	0,24	9,0	0,47	15	2,6	21	7	-1
		2014	5,30	14	0,28	9,0	0,80	24	4,1	23	12	-2
	Ved dam	2003	5,27	0	0,27	8,2	0,97	16		33	1	-9
		2009	5,32	4	0,24	9,0	1,70	22	6,9	20	11	-13
		2014	5,35	15	0,22	8,0	0,58	18	2,4	16	10	1
St.Kver- nevatn	Bekk 2	2003	4,91	0	0,46	15,3	0,47	13		72	-12	-21
		2009	5,12	0	0,09	9,0	0,53	28	4,0	28	4	-10
		2014	5,03	7	0,11	8,0	0,42	33	4,4	34	7	-8
	Bekk 1	2003	5,00	0	0,11	9,0	0,24	4		53	-11	-17
		2009	5,13	0	0,08	9,0	0,31	2	2,4	23	-5	-13
		2014	5,38	15	0,11	9,0	0,52	6	1,5	11	-3	-8
	Bekk 3	2003	5,16	0	0,22	8,8	0,52	9		17	-1	-8
		2014	5,40	14	0,13	9,0	0,58	9	1,8	25	3	-3
	Ved dam	2003	5,13	0	0,21	10,3	0,43	9		58	-10	-17
		2009	5,34	1	0,21	10,0	0,44	5	1,6	7	-2	-7
2014		5,37	13	0,17	10,0	0,33	4	1,2	27	-3	-7	
Lisle Kvernevt	Utløp	2014	5,27	13	0,20	11,0	0,34	10	1,7	29	0	-6
Tjørni	Utløp	2014	4,64	0	0,42	19,0	0,77	129	10,6	49	27	-9
Tjønnæ	Utløp	2014	5,29	17	0,40	11,0	0,58	39	5,5	22	18	-1



Tjønnæ er omgitt av bratte fjell i vest. Foto: Trygve Hesthagen.

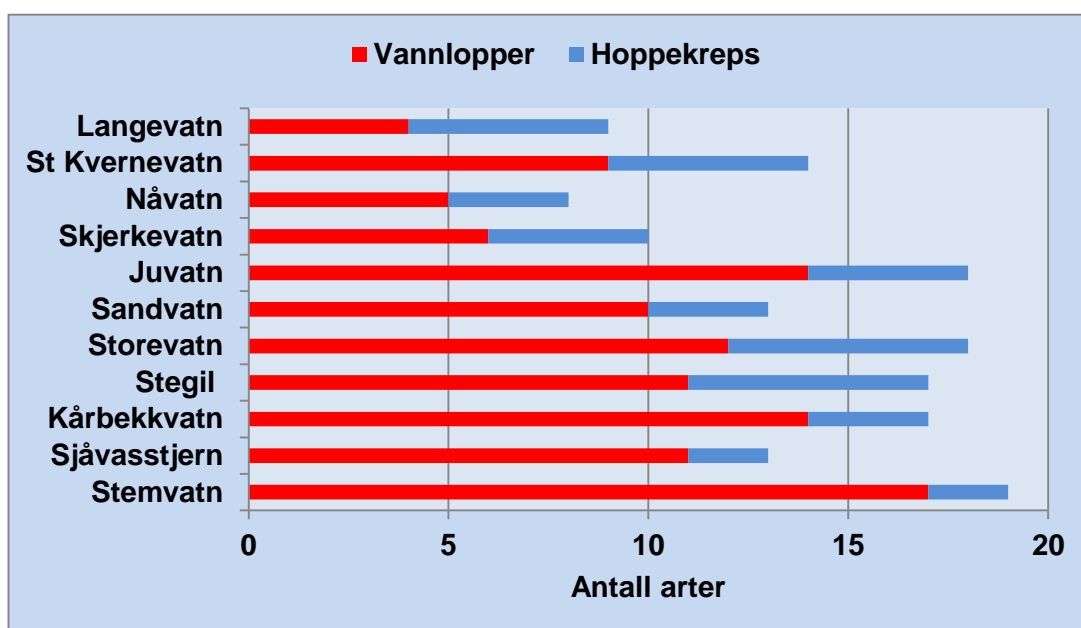
4.2 Krepssdyr

4.2.1 Artsforekomst

Både Langevatn og Store Kvernevatn har svært artsfattige krepssdyrsamfunn, og totalt ble det kun registrert 15 arter fordelt på 10 vannlopper og 5 hoppekreps (**tabell 6**). I Langevatn ble det funnet 9 arter (4 arter vannlopper og 5 arter hoppekreps), mens Store Kvernevatn hadde 14 arter (9 arter vannlopper og 5 arter hoppekreps). *Alonella excisa* var den eneste av artene i Langevatn som ikke ble funnet i Store Kvernevatn.

Artsantallet er mindre enn gjennomsnittet for ni andre vann i Mandalsvassdraget (Hesthagen & Walseng 2012, 2013, 2014), som er blitt undersøkt tidligere etter samme opplegg som i 2014 (**figur 3**). Artsantallet i disse vannene har variert mellom 8 og 17, med et gjennomsnitt på 14. Åtte arter (5 vannlopper og 3 hoppekreps) ble registrert i Nåvatn i 2013. Hesthagen mfl. (2006) fant 41 arter i en undersøkelse av ni vann med samme innsats som i denne undersøkelsen. I følge Fauna Norvegica (Walseng & Halvorsen 1996 a,b, oppdatert våren 2013), er det registrert 65 arter (42 arter vannlopper og 23 arter hoppekreps) i Vest-Agder.

Sammenligner vi de regulerte innsjøene (Langevatn, Store Kvernevatn, Nåvatn, Skjerkevatn, Juvatn, Storevatn og Stegil) med vann som ikke er påvirket av regulering, er gjennomsnittlig artsrikdom størst i den sistnevnte kategorien; med 16,8 mot 11,3 arter. Det er spesielt littoralsamfunnene i reguleringsmagasinene som er artsfattige, noe som skyldes svært ustabile forhold i strandsonen.



Figur 3. Artsrikdommen av vannlopper og hoppekreps i 11 vann i Mandalsvassdraget, både regulerte, påvirket av regulering (Sandvatn) og ikke-regulerte vann (Kårbekkvatn, Sjøvasstjern og Stemvatn) (jf. Hesthagen & Walseng 2012, 2013, 2014).

4.2.2 Planktonsamfunnet

Det kolonidannende hjuldyret (Rotatoria) *Conochilus unicornis/hippocreps* dominerte i begge vannene, og i Langevatn var det nesten total dominans av arten. I Store Kvernevatn var også *Kellicottia longispina* dominant, mens den var mindre vanlig i Langevatn. I tillegg til disse to artene ble *Keratella hiemalis* påvist i Store Kvernevatn. Lugol som fikseringsmiddel for konservering av hjuldyr er ikke optimal, og det kan derfor være mulig at noen (mindre vanlige)

arter har blitt oversett. Før kalkingen av Nesvatn var *K. longispina* enerådende hjuldyr. Straks etter kalking, og med en pH på rundt 5,0, dukket den kolonidannede arten *Conochilus unicornis /hippocrepes* opp. I både Langevatn og Store Kvernevatn var det høye tettheter av hjuldyr.

Tabell 6. *Rotatoria* (hjuldyr) sin sammensetning i Langevatn og Store Kvernevatn i august 2014. Det ble tatt to prøver fra hver lokalitet (plankton I og II).

Lokalitet	Langevatn	Langevatn	St Kvernev	St Kvernev
Dato	11.08.2014	11.08.2014	11.08.2014	11.08.2014
lengde	plankton I	plankton II	plankton I	plankton II
Rotatoria				
Keratella hiemalis Carlin			0,6	
Kellicottia longispina (Kellicott)	0,9	2,9	45,5	43,5
Conochilus unicornis/Rousselet/hippocrepes (Schrank)	99,1	97,1	54,0	56,5
tot ant individer	22500	2085	17600	18400
trekk lengde	15	15	15	15
ant dyr pr m3	21225	1967	16603	17357

Tabell 7. Krepssamfunnenes sammensetning i Langevatn og Store Kvernevatn høsten 2014.

Lokalitet	Langevatn	Langevatn	Langevatn	Langevatn	St Kvernev	St Kvernev	St Kvernev	St Kvernev
Dato	11.08.2014	11.08.2014	11.08.2014	11.08.2014	11.08.2014	11.08.2014	11.08.2014	11.08.2014
lengde	plankton I	plankton II	littoral I	littoral II	plankton I	plankton II	littoral I	littoral II
Cladocera								
Holopedium gibberum Zaddach	52,4	81,3			4,7	7,0	+	+
Bosmina longispina Leydig	38,7	10,2	98,2	97,5	0,4	0,1	24,9	35,6
Acroperus harpae (Baird)					+			0,4
Alonella excisa (Fischer)	0,1							
Alonella nana (Baird)							1,0	+
Alonopsis elongata Sars					+	0,0	21,2	21,2
Chydorus sphaericus (O.F.M.)					+		2,7	5,2
Rhynchotalona falcata Sars							+	
Polyphemus pediculus (Leuck.)			1,8	2,5			1,7	0,8
Bythotrephes longimanus Leydig					+			
Copepoda								
Eudiaptomus gracilis Sars	3,2	0,5	+	+	6,2	8,5	23,9	6,0
Heterocope saliens (Lillj.)	1,0	1,6	+	+	0,1			
cal. naup	0,5							
Eucyclops serrulatus (Fisch.)		+					0,2	0,4
Cyclops scutifer Sars	1,5	1,6			2,8	3,2	3,2	1,2
Diacyclops nanus (Sars)	0,5						+	
cycl. naup	2,0	4,3			85,7	81,3	21,2	29,2
cycklopoditt indet		0,5						
tot ant vannlopperarter	3	2	2	2	6	3	7	7
tot ant hoppekrepsarter	4	3	2	2	3	2	4	3
tot ant krepssdyrarter	7	5	4	4	9	5	11	10
tot ant individer	982	187	83402	36202	3816	2791	4103	2502
trekk lengde	15	15	25	25	15	15	25	25
ant dyr pr m3	926	176	47206	20490	3600	2633	2322	1416

Vannloppene *Holopedium gibberum* (gelékreps) og *Bosmina longispina* (snabelkreps) dominerte planktonet i Langevatn, og utgjorde henholdsvis 52,4 % og 38,7 % av individene i den mest individrike planktonprøven (jf. **plansje 1**). I tillegg ble det funnet et individ av den littorale formen *Alonella excisa* (stripedvergkreps). De to calanoide hoppekrepsene *Eudiaptomus gracilis* (sørhops) og *Heterocope saliens* (spasmehops), samt de cyclopoide hoppekrepsene, *Cyclops scutifer* (vingehops) og *Diacyclops nanus* (myrvannshops), forekom i mindre tettheter. *C. scutifer* var representert med et fåtall voksne hunner samt noen få nauplier, mens det ble påvist et voksent individ av *D. nanus*.

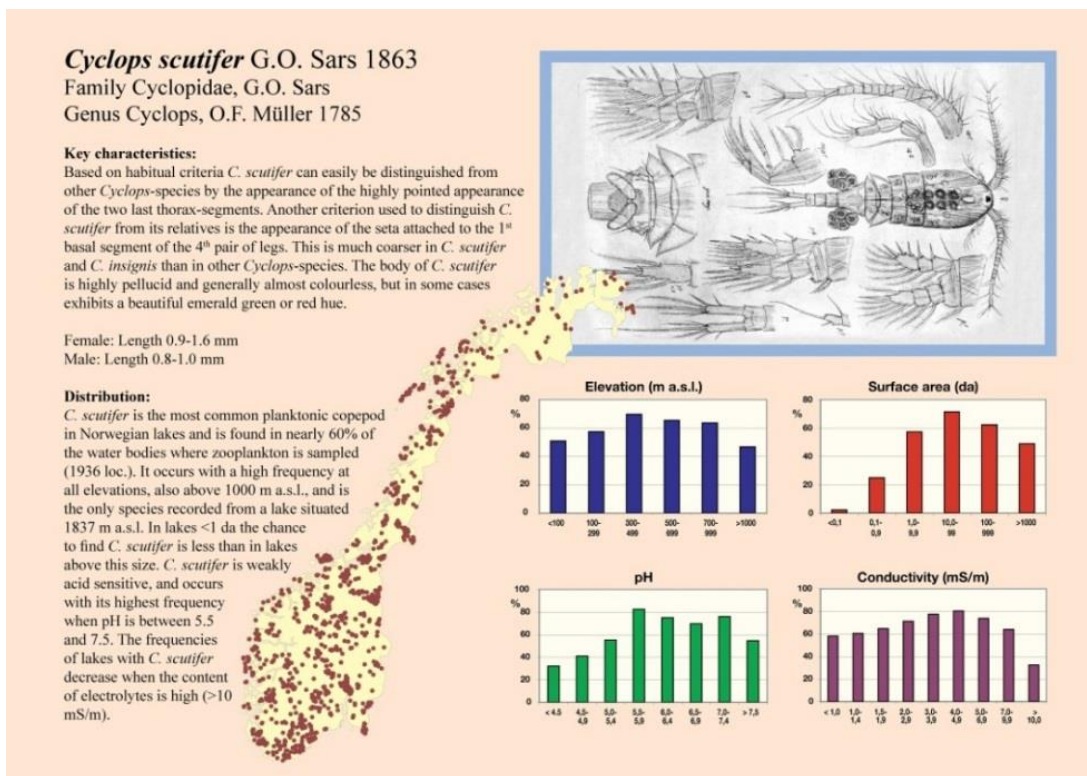
I Store Kvernevatn var hoppekrepsen *C. scutifer* dominerende art når vi teller med nauplier tilhørende arten. Også voksne hunner var tallrike. Vannloppen *H. gibberum* og hoppekrepsen *E. gracilis* var også vanlige. Sistnevnte art var representert med copepoditter (cop II - cop V). *H. saliens* ble kun påvist som enkeltindivid.

Når vi inkluderer nauplier, var individtettheten størst i Store Kvernevatn. Men på grunn av den høye andelen av *H. gibberum* i Langevatn, er biomassen av krepsdyr størst her. *H. gibberum* er en av våre største arter (jf. **plansje 1**).



Plansje 1. Eksempler på vannloppene som ble registrert i planktonet i Langevatn og Store Kvernevatn: *Holopedium gibberum* (til venstre), *Bosmina longispina* (i midten) og *Bythotrephes longimanus* (høyre). Den siste arten inngikk også i dietten hos auren i flere av de undersøkte innsjøene (jf. Kap. 4.3.7. (Tegninger av G.O. Sars).

Vi kan konkludere med at Store Kvernevatn har en solid bestand av *C. scutifer*, noe som tyder på at vannet ikke er veldig forsuret. Denne arten (**plansje 2**) får problemer når $\text{pH} < 5,0$, og en økning i bestanden er ofte registrert etter kalking (Eriksson mfl. 1983, Sandøy & Nilssen 1987). Det har vist seg at arten bl.a. får nedsatt eggproduksjon ved lav pH (Arvola mfl. 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 få individer i Langevatn, kan tyde på at dette vannet er mer forsuret enn Store Kvernevatn. Selv om pH var den samme i de to vannene da prøvene ble tatt, kan situasjonen ha vært annerledes under snøsmeltingene eller under episoder med store nedbørmengder.



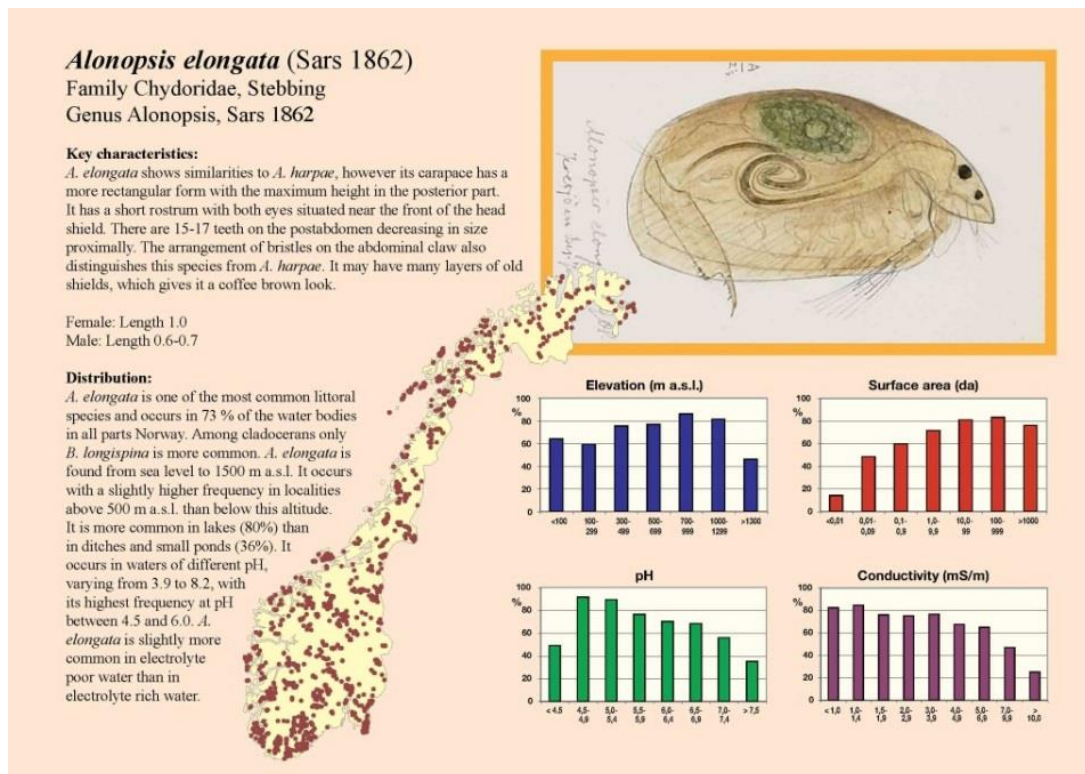
Plansje 2. Hoppekrepsen *Cyclops scutifer*. (Tegninger av G.O. Sars).

4.2.3 Littoralsamfunnet

Store Kvernevatn har et mer artsrikt littoralsamfunn enn Langevatn. Her ble det kun funnet to arter av vannlopper, *B. longispina* og *Polyphemus pediculus* (rovkreps). Det var total dominans av førstnevnte art, med 98,2 % og 97,5 % i de to prøvene. Den forekom i ekstremt høye tettheter, og i den ene prøven var det nærmere 100 000 individer pr. m³. I tillegg til disse vannloppene ble hoppekrepsartene *E. gracilis* og *H. saliens* også påvist. Det er ikke uvanlig at enkeltprøver kan bli fulle med *B. longispina*. Dette kan skyldes en kombinasjon av generelt høye tettheter, i tillegg til at fremherskende vindretning kan ha resultert i en oppstuvning av dyr. Erfaringen er at når dette skjer, kan andre arter være sjeldne eller utebli helt. *B. longispina* er en planktonlittoral art, dvs. at den forekommer både i planktonet og littoralsonen. Den formerer seg parteno-genetisk i løpet av sommermånedene, og antall individer varierer. Noen ganger kan vannet i littoralen være blakket når arten forekommer i ekstreme tettheter.

Også i Store Kvernevatn var *B. longispina* dominerende art i begge prøver (24,9 % og 35,6 %), Vannloppen *Alonopsis elongata* (klarvannskreps) (**plansje 3**) var også dominant, og utgjorde 21,2 % av individene i begge prøvene. Dette er vår vanligste littorale art, sammen med *B. longispina* og *Chydorus sphaericus*. Den er typisk for næringsfattige klare innsjøer. Dette er i god overensstemmelse med at vannprøven fra utløpet hadde et fargetall på kun 4.

De øvrige artene som ble funnet i Store Kvernevatn er alle vanlige i norske vann, og har en vid toleranse i forhold til pH. Tettheten av dyr var omtrent som i planktonet, dvs. med et gjennomsnittsnivå på i underkant av 3000 individer pr. m³.

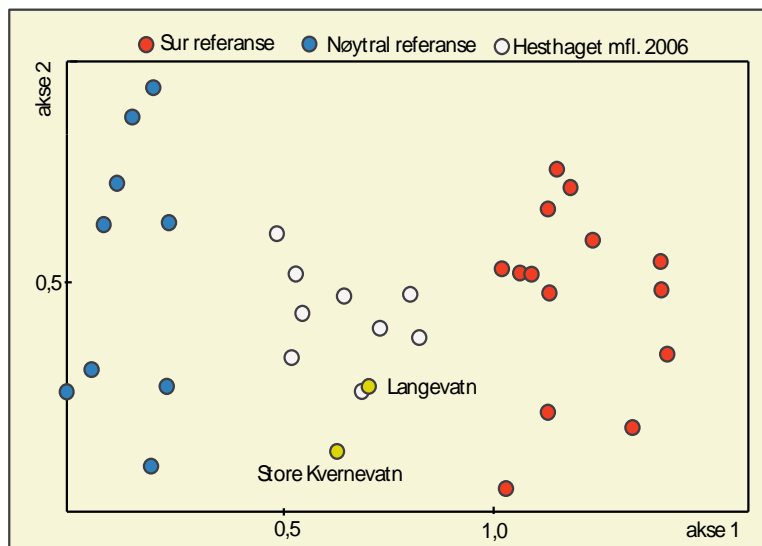


Planje 3. Vannloppen *Alonopsis elongata*. (Tegning av G.O. Sars).

4.2.4 DCA-ordinasjon

Forekomst/fravær-data fra Langevatn og Store Kvernevatn ble analysert passivt ved hjelp av en DCA-ordinasjon som bestod av artslister fra respektive forsurrede og ikke-forsurrede lokaliteter (jf. Metodekapitlet og **figur 4**). Tillegg er ni vann fra Hesthagen mfl. (2006) vist i figuren. 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.

Ordinasjonen resulterte i at 41,8 % av variasjonen i materialet kunne forklares av de to første aksene der 1-aksen forklarte 34,3 % av variasjonen, mens 2-aksen bidro med ytterligere 7,5 %. Lengden til 1-aksen var 1,41, mens lengden av 2-aksen var 0,95 SD-enheter. De sure og de nøytrale referansevannene la seg i hver sin ende av akse 1, mens vi finner de øvrige vannene som er behandlet passivt, et sted i mellom. Store Kvernevatn legger seg omtrent midt i plottet, noe nærmere de nøytrale referansevannene enn Langevatn. *Diacyclops nanus*, som ble påvist i begge vannene, er regnet som en survannsindikator. *A. excisa* er også oftest assosiert med sure lokaliteter, mens de øvrige artene er indifferente i forhold til pH.



Figur 4. Passiv DCA-ordinasjon av krepsdyrfaunaen (forekomst/fravær) i Langevatn og Store Kvernevatn (angitt i gult), samt i ni andre sørlandslokaliteter (Hesthagen mfl. 2006).

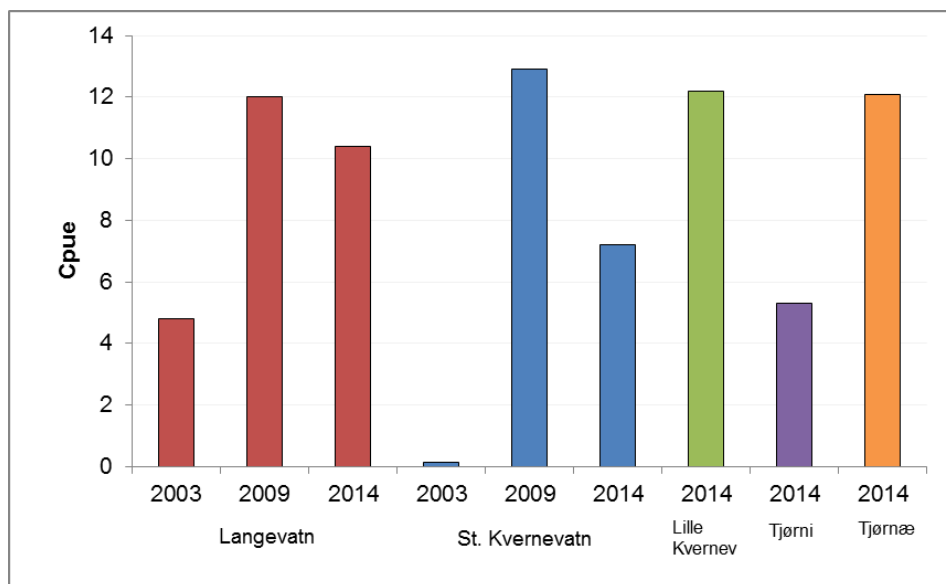
Selv om både Langevatn og Store Kvernevatn har artsfattige krepssamfunn, er det indikasjoner på at situasjonen for ferskvannsfæunaen er noe bedre i sistnevnte lokalitet. Dette er både med tanke på funn av flere arter, men også at den svakt forsuringsfølsomme hoppekrepsen *C. scutifer* er mer vanlig.

4.3 Fisk

4.3.1 Fangstutbytte på garn

I Langevatn skjedde det er kraftig økning i fangstutbyttet fra 2003 og fram til 2009, med Cpue (antall pr. 100 m² garnareal) på henholdsvis 4,8 og 12,0 individ (**figur 5**). Fangstutbyttet i 2014 var noe lavere enn fem år tidligere med Cpue = 10,4 individ. Store Kvernevatn var nærmest fisketomt da innsjøen ble prøvafisket første gang i 2003, med et utbytte på ett individ. Utsettingene her ble altså satt i gang i 2006, og det resulterte i en relativt tett bestand allerede i 2009, med et utbytte (Cpue) på 12,7 individ. I 2014 var fangsten en god del lavere med 7,2 individ. Både Lisle Kvernevatn og Tjønnæ hadde middels tette aurebestander med Cpue på ca.12 individ. Bestanden i Tjørni synes derimot å være betydelig mindre med Cpue=5,3 individ.

I Langevatn ble det bare tatt seks individ på flytegarn (**tabell 4**). Auren i dette magasinet utnytter derfor i liten grad de frie vannmassene. Dette er i samsvar med utbyttet på flytegarn i 2003 og 2009, som gav henholdsvis fire og null fisk.

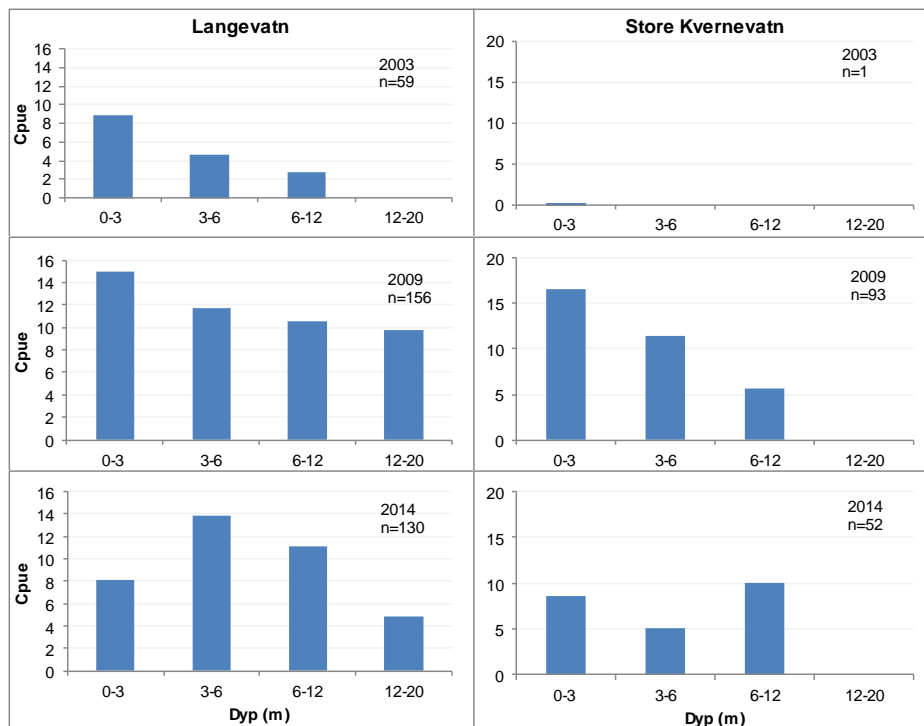


Figur 5. Fangstene av aure på bunngarn uttrykt som antall fisk pr. 100 m² areal (Cpue); i Langevatn og Store Kvernevatn i 2003, 2009 og 2014, og i Lisle Kvernevatn, Tjørni og Tjønnæ i 2014.

4.3.2 Vertikalfordeling

Vertikalfordelingen av prøvafiskefangstene fra Langevatn i 2003 viste at mengden fisk avtok klart med økende dyp (**figur 6**). Fangstene (Cpue) på 0-3 og 6-12 m dyp var da henholdsvis 8,9 og 2,8 individ. Det ble ikke fanget fisk på dypere områder av magasinet (12-20 m). Fram til 2009 hadde dette endret seg vesenlig da fisken også i stor grad ble fanget på 12-20 m dyp. Det var relativt små forskjeller i mengden fisk på de fire dypene, med en variasjon i Cpue mellom 9,8 og 15,0 individ. I 2014 ble det fanget mest fisk på 3-6 og 6-12 m dyp (13,9 vs. 11,1 individ) og klart minst på 12-20 m dyp (4,9 individ).

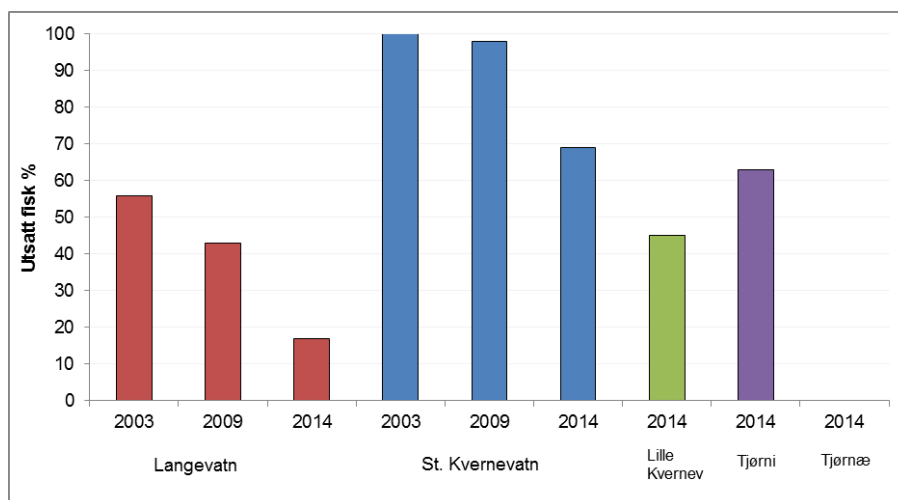
I Store Kvernevatn ble det altså bare fanget ett individ i 2003. Vertikalfordelingen av fangsten fra 2009 viste at mengden fisk avtok klart med økende dyp. På 0-3 m dyp var utbyttet (Cpue) 16,5 individ, mot bare 5,6 individ på 6-12 m dyp. I 2014 var det ingen slikt mønster, idet utbyttet var størst på 6-12 m dyp. I Store Kvernevatn er det ikke satt garn på 12-20 m dyp.



Figur 6. Vertikalfordelingen av prøvfisikefangsten hos aure i Langevatn og Store Kvernevatn i 2003, 2009 og 2014, fordelt på 0-3, 3-6, 6-12 og 12-20 m dyp. n=antall fisk. I Store Kvernevatn er det ikke satt garn på 12-20 m dyp.

4.3.3 Forholdet mellom utsatt og naturlig rekruttert fisk

I Langevatn var 56 % av all fisk fanget i 2003 utsatt (figur 7). Seinere har andelen settefisk avtatt gradvis, til 43 % i 2009 og til bare 17 % i 2014. I Store Kvernevatn var nær all fisk i 2009 utsatt (98 %). Også i dette magasinet har andelen settefisk avtatt, til 69 % i 2014. I Lille Kvernevatn var andelen settefisk enda lavere med 45 %. I Tjørni var derimot en dominerende andel av fisken utsatt (63 %).



Figur 7. Andel utsatt aure i Langevatn og Store Kvernevatn i årene 2003, 2009 og 2014, og i Lille Kvernevatn og Tjørni i 2014. I Tjønnæ blir det ikke satt ut fisk.

Det er foretatt en sammenstilling av aldersfordelingen hos utsatt og naturlig rekruttert aure i Langevatn og Store Kvernevatn fordelt på årene 2003, 2009 og 2014 (tabell 8). I Langevatn var

innslaget av utsatt fisk i de yngste aldersgruppene betydelig lavere i 2014 enn i 2009. Dette var ikke forventet, idet utsetningsmengden ikke har blitt vesentlig redusert. I 2009 ble det fanget 21 settefisk i aldersgruppene 1+ og 2+, mot bare seks individ i 2014. Det samme mønsteret synes å være tilfelle i Store Kvernevatn. Her ble det i 2009 fanget 52 settefisk som tilhørte aldersgruppene 1+ og 2+. Til sammenligning var det i 2014 bare ni individ i disse to aldersgruppene. Resultatene tyder på at overlevelsen hos utsatt fisk har avtatt i seinere år.

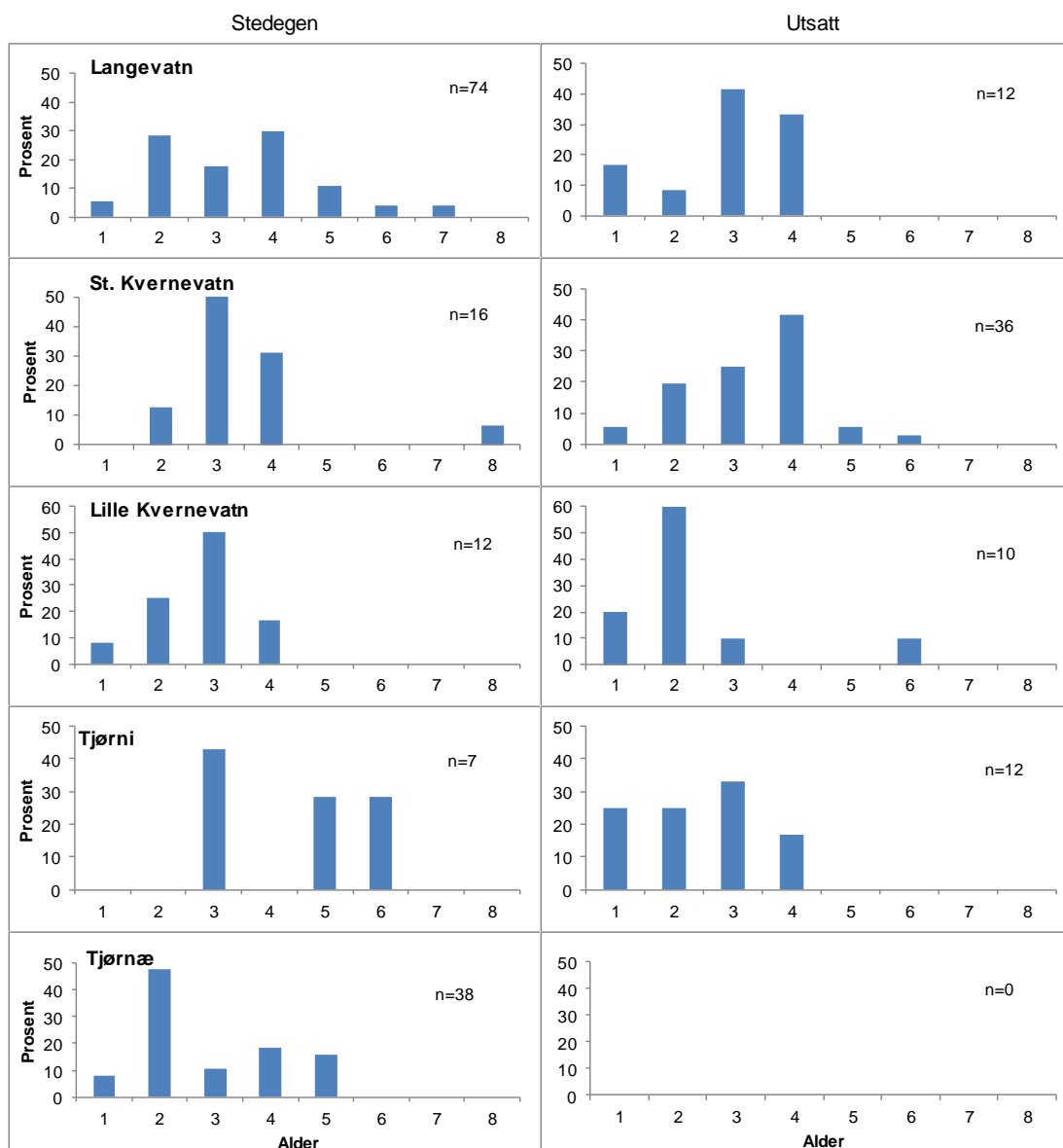
Tabell 8. Antall stedegen og utsatt aure i Langevatn og Store Kvernevatn i 2003, 2009 og 2014, fordelt på i ulike aldersgrupper.

Alder	Langevatn						Store Kvernevatn					
	2003		2009		2014		2003		2009		2014	
	Vill	Utsatt	Vill	Utsatt	Vill	Utsatt	Vill	Utsatt	Vill	Utsatt	Vill	Utsatt
0+				2					0	21	0	0
1+	14	0	0	8	4	2			0	25	0	2
2+	4	0	11	17	21	1			0	27	2	7
3+	3	6	18	4	13	5			1	18	8	9
4+	2	20	12	7	22	4			0	0	5	15
5+	5	7	5	2	8	0		1	0	0	0	2
6+	0	2	4	0	3	0		0	0	0	0	1
7+			1	0	3	0		0	0	0	0	0
8+			1	0	0	0		0	0	0	1	0
9+				0	0	0		0	1	0	0	0
Tot	28	35	52	40	74	12	0	1	2	91	16	36

4.3.4 Alder, størrelse og vekst

I Langevatn har naturlig rekruttert aure en normal alderssammensetning, idet alle aldersgrupper mellom 1+ og 7+ var representert (**figur 8**, venstre del). Ettåringene var riktignok fåtallige, men det skyldes i hovedsak garnseleksjon idet de er mindre fangbare på garn enn større og eldre individ. I Store Kvernevatn tilhørte den ikke-merkede fisken aldersgruppene 2+, 3+ og 4+. I tillegg ble det fanget ett individ på åtte år. Fraværet at eldre naturlig rekruttert fisk skyldes at det er først i seinere år at en ny aurestamme har etablert seg. I Lisle Kvernevatn og Tjønnæ synes aurebestandene å ha en relativt stabil naturlig rekruttering. Aldersfordelingen fra Tjørni tyder derimot på sviktende rekruttering i enkelte år.

Når det gjelder den utsatte fisken, så var flere årsklasser representert både i Langevatn og Store Kvernevatn (**figur 8**, høyre del). I Lisle Kvernevatn var aldersfordelingen som forventet ut fra utsettingene i 2011-2014, med innslag av ettårig til tre-årig (énsomrig fisk fra 2014 ikke fanget). I tillegg ble det fanget ett individ på seks år som må ha vandret ned fra Store Kvernevatn. I Tjørni var også aldersfordelingen som forventet ut fra utsettingene, med fisk i aldersgruppene 1+ til 3+. I tillegg ble det tatt to 4-åringer (utsatt i 2010), som må ha vandret ned fra Langevatn.



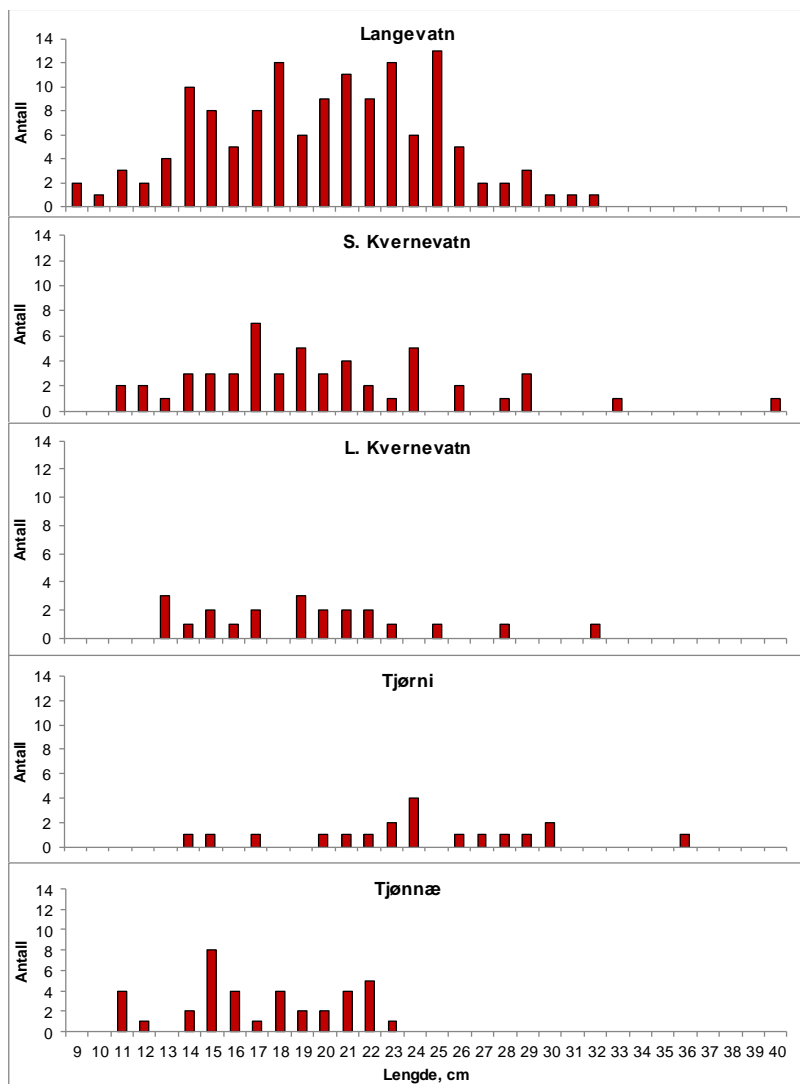
Figur 8. Aldersfordelingen hos stedegen og utsatt aure i prøvfiskefangstene fra de fem undersøkte innsjøene i 2014. n=antall fisk.

Lengdefordelingene viser en dominans av fisk mellom 15-25 cm i alle de undersøkte innsjøene, bortsett fra i Tjønnæ (**figur 9**). Et fåtall individ oppnår lengder over 30 cm. Det største individet ble tatt i Tjørni, og var på 35,7 cm. I Tjønnæ ble det ikke tatt fisk med en lengde over 24 cm.

Tilbakeregnet lengde for de enkelte aldersgruppene viser at veksten hos auren i Langevatn har avtatt i seinere år (**tabell 9**). I 2003 og 2014 var oppnådd gjennomsnittlig lengde etter tredje leveår henholdsvis 209 og 167 mm. Omregnet i vekt ved å anta en kondisjonsfaktor på 1,0, tilsvarer det 91 og 47 gram. Blant eldre individ blir forskjellen enda tydeligere, som for 6-åringene blir henholdsvis 325 og 137 gram. Tilsvarende utvikling ser en hos auren i Store Kvernevatn, der tilbakeberegnet lengde etter tredje leveår for fisk fanget i 2009 og 2014 var henholdsvis 206 og 162 mm (87 vs. 43 gram). Også auren i de andre innsjøene vokser dårlig. Det gjelder spesielt i Tjønnæ der tilbakeberegnet lengde etter 5. leveår bare var 207 mm.

Det er en tendens til at utsatt fisk er noe større enn stedegne individ ved samme alder (**tabell 10**). Forskjellene er imidlertid ikke systematiske og tydelige. At settefisken kan være noe større

enn villfisken av samme alder, skyldes nok i stor grad at settefisken har et forsprang i størrelse etter første leveår, som er tilbrakt i oppdrett.



Figur 9. Lengdefordelingen hos aure i prøvefiskefangstene i de fem innsjøene i 2014.

Tabell 9. Tilbakeberegnet lengde i mm vist som gjennomsnitt±standard avvik hos aure i Lanegvatn i 2003, 2009 og 2014, i Store Kvernevatn i 2009 og 2014 og i de tre andre innsjøene i 2014, fordelt på alder 1-6 (L1-L6)

Innsjø	År	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Langevatn	2003	61±12	146±21	209±23	256±23	279±29	319±47
	2009	54±14	118±22	177±32	233±41	273±43	301±47
	2014	50±13	108±20	167±3	205±28	219±17	239±14
Store Kvernevatn	2009	82±13	140±20	206±29			
	2014	60±11	113±23	162±32	205±41	257±32	292±90
Lisle Kvernevatn	2014	69±12	129±23	185±28	244±50		
Tjørni	2014	69±17	140±29	199±36	220±38	244±31	277±65
Tjønnæ	2014	54±7	117±16	163±14	190±10	207±8	

Tabell 10. Observert gjennomsnittlig lengde \pm standrad avvik hos vill og utsatt aure fordelt på alder i de fem undersøkte innsjøene i 2014. Antall fisk i hver aldersgruppe er angitt i parentes.

Alder	Langevatn		Store Kvernevatn		Lisle Kvernevatn		Tjørni		Tjønnæ
	Vill	Utsatt	Vill	Utsatt	Vill	Utsatt	Vill	Utsatt	Vill
1	99 \pm 13 (4)	144 \pm 4 (4)		115 \pm 1 (2)	131 \pm 0- (1)	158 \pm 10 (2)	153 \pm 19 (3)		113 \pm 3 (3)
2	142 \pm 14 (21)	185 \pm 0 (1)	141 \pm 4 (21)	144 \pm 24 (7)	207 \pm 12 (3)	146 \pm 15 (6)	218 \pm 17 (3)		149 \pm 16 (18)
3	202 \pm 47 (13)	191 \pm 26 (5)	181 \pm 1 9 (8)	192 \pm 44 (9)	200 \pm 11 (6)	233 \pm 0 (1)	250 \pm 28 (4)	251 \pm 29 (3)	184 \pm 6 (4)
4	229 \pm 28 (22)	237 \pm 19 (4)	211 \pm 3 5 (5)	225 \pm 48 (15)	285 \pm 52 (2)		263 \pm 49 (2)		207 \pm 11 (7)
5	233 \pm 14 (8)			283 \pm 11 (2)				280 \pm 25 (2)	218 \pm 8 (6)
6	248 \pm 16 (3)			240 \pm 0 (1)		277 \pm 0 (1)		314 \pm 62 (2)	
7	258 \pm 18 (3)								
8			403 \pm 0 (1)						

4.3.5 Kondisjon og kjøttfarge

Fisk av middels god kvalitet har en kondisjonsfaktor (K-faktor) på ikring 1,0, mens fisk med verdier over 1,2 og under 0,80 blir karakterisert som henholdsvis meget feit og mager. Hos auren i Langevatn i 2014 avtok K-faktoren klart med økende lengde (**figur 10**). Dette er typisk for bestander med dårlige næringsforhold. I Langevatn opprettholder fisken en god til meget god K-faktor til den når lengder på ca. 25 cm. Deretter avtar den sterkt til under 0,8 for de største individene i bestanden. I 2003 hadde auren i Langevatn en gjennomsnittlig K-faktor på 1,15, mens den i 2009 og 2014 var henholdsvis 0,98 og 0,94 (**tabell 11**). Også auren i Store Kvernevatn har god/meget god kondisjon til de når lengder på 25-27 cm. Deretter avta K-faktoren sterkt. Den har ikke endret seg vesentlig siden i 2009, og er noe høyere enn i Langevatn (**tabell 11**). I Lisle Kvernevatn og Tjønnæ har auren middels god kondisjon, men også her avtar den med økende lengde. Gjennomsnittsverdien for i begge bestandene var 1,02. I Tjørni hadde derimot auren meget god kondisjon, og økte med økende lengde. Gjennomsnittlig verdi var på hele 1,24.

Auren i Tjønnæ var i stor grad parasitert med bl.a. cyster på innvoller og magesekk. Infiseringsgraden var 54 %, og de fleste av disse individene hadde 1-2 store cyster på magesekken. Fisken i de andre innsjøene hadde også slike cyster, men i betydelig mindre omfang.

Tabell 11. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor \pm standard avvik hos auren i Langevatn og Store Kvernevatn i 2003, 2009 og 2014, og for auren i Lisle Kvernevatn, Tjørni og Tjønnæ i 2014. n= antall fisk.

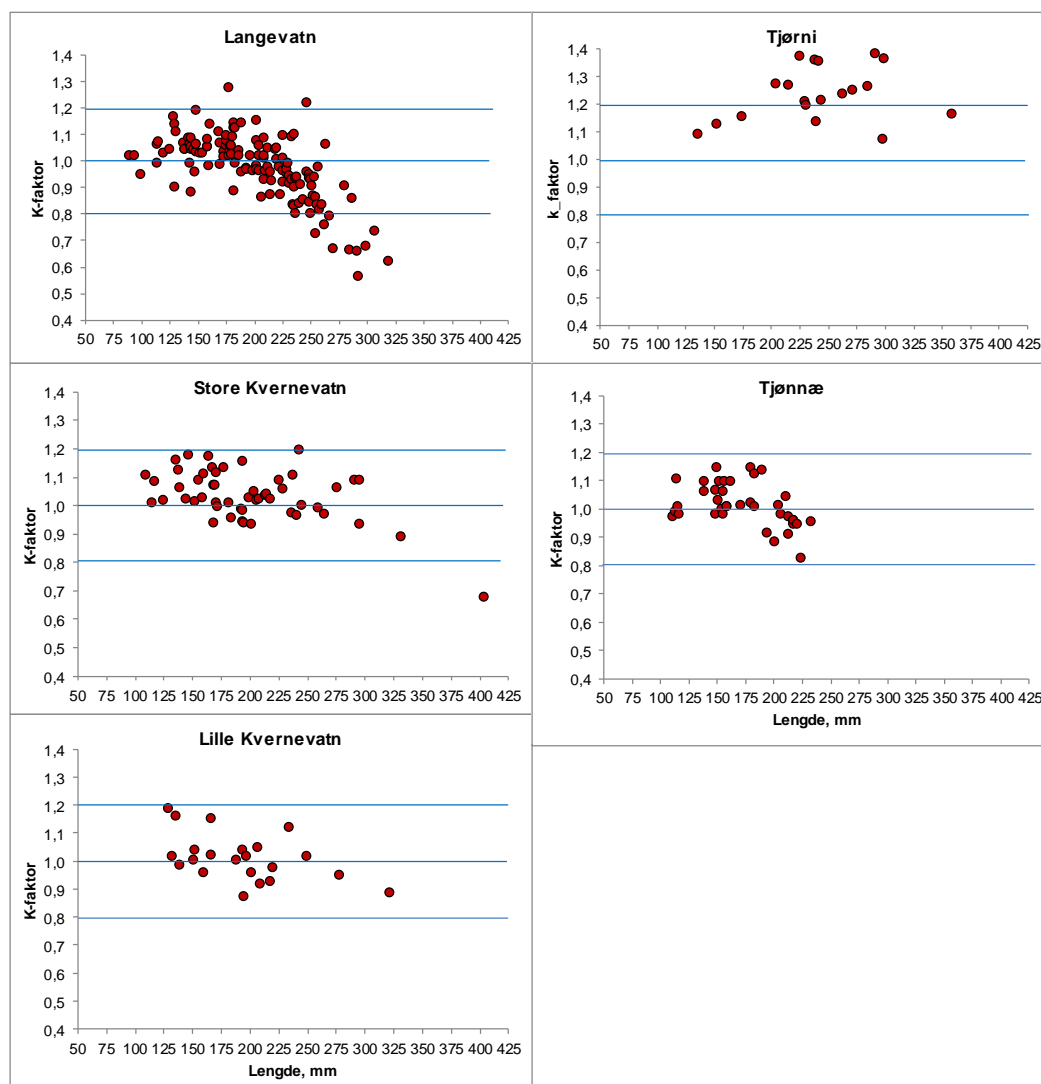
Innsjø	2003	n	2009	n	2014	n
Langevatn	1,15 \pm 0,15	63	0,94 \pm 0,10	156	0,98 \pm 0,12	136
Store Kvernevatn	1,22 \pm 0,00	1	1,05 \pm 0,09	93	1,04 \pm 0,09	52
Lisle Kvernevatn					1,02 \pm 0,08	22
Tjørni					1,24 \pm 0,10	19
Tjønnæ					1,02 \pm 0,07	38

Fiskens kjøttfarge ble klassifisert som hvit, lys og rød. Forekomsten av fisk med rød kjøttfarge er til en viss grad en effekt av størrelse da andelen vanligvis øker med økende lengde/vekt. Fisk

med rød kjøttfarge var lav og ble kun påvist i Langevatn, Store Kvernevatn og Tjørni, med en andel på 5-7 % (**tabell 12**). Fisken i Tjønnæ skilte seg ut ved at alle individ hadde hvit kjøttfarge.

Tabell 12. Antall fisk med hvit, lys og rød kjøttfarge i de fem undersøkte innsjøene i Mandalsvassdraget høsten 2014.

Lokalitet	Hvit	Lys	Rød
Langevatn	102	25	9
Store Kvernevatn	37	12	3
Lisle Kvernevatn	18	4	0
Tjørni	10	8	1
Tjønnæ	38	0	0



Figur 10. Kondisjonsfaktoren relatert til kroppslengde hos auren i de fem undersøkte innsjøene i Mandalsvassdraget høsten 2014.

4.3.6 Kjønnsmodning

Fiskens alder og størrelse ved kjønnsmodning kan gi en indikasjon på vekstforholdene i en bestand. Dette gjelder spesielt hunnene, der tidlig kjønnsmodning tyder på dårlige vekst-forhold. I Langevatn blir en del hanner kjønnsmodne som 3-åringer, og de utgjorde litt under halvparten av individene i den aldersgruppen (**tabell 13**). Blant 4-årige hanner var over halvparten kjønnsmodne. Også hunnene i Langevatn blir kjønnsmodne som 3-åringer, men andelen er under 30 %. De kjønnsmodne hunnene hadde en gjennomsnittlig lengde på $25,3 \pm 2,5$ cm ($n=25$).

I Store Kvernavatn blir nærmere 20 % av hannene kjønnsmodne som 1-åringer. Andelen øker med økende alder til nærmere 70 % blant 4-åringene. Hunnene blir kjønnsmodne som 3-åringer, med en andel på 20 %. Disse individene hadde en gjennomsnittlig lengde på $24,7 \pm 2,9$ cm ($n=4$).

I Lisle Kvernevatn og Tjørni er materialet for lite til å gi gode data om alder og størrelse med kjønnsmodning. I Lisle Kvernevatn ble det kun fanget én kjønnsmoden hunn (27,7 cm og 6+). I Tjørni var tre hunner kjønnsmodne. De hadde en alder på 3+, 4+ og 6+, med gjennomsnittlig lengde på $31,5 \pm 3,7$ mm. I Tjønnæ var gjennomsnittlig alder og lengde på de kjønnsmodne hunnene henholdsvis 4,1 år og $20,1 \pm 1,4$ cm ($n=7$).

Tabell 13. Antall umodne (U) og modne (M) hanner og hunner hos auren i Langevatn og Store Kvernevatn basert på totalfangstene i 2003, 2009 og 2014, og for de tre andre innsjøene i 2014.

Alder	Langevatn				Store Kvernevatn				Lisle Kvernevatn				Tjørni				Tjønnæ				
	Hanner		Hunner		Hanner		Hunner		Hanner		Hunner		Hanner		Hunner		Hanner		Hunner		
	U	M	U	M	U	M	U	M	U	M	U	M	U	M	U	M	U	M	U	M	
0+	2				12		9														
1+	17		11		13	3	11		2		1		3				2		1		
2+	29		27		8	4	24		2	1	6				3		8	1	9		
3+	11	9	21	8	9	12	12	3	0	2	1			3	3	1	1	1	1	1	1
4+	12	13	16	26	4	9	7	0	4	2					1	1	2	1	0	4	
5+	7	11	1	8	1	1	0	1							2	0		3	1	2	
6+	3	1	1	4			1						1		1	1					
7+		3		1																	
8+		1				1															
9+						1															
Tot.	79	38	77	47	47	31	64	4	8	5	8	1	3	3	10	3	13	6	12	7	

4.3.7 Ernæring

Dietten hos auren i de fem vatna viste betydelige forskjeller (**figur 11**). I Langevatn hadde fisken i stor grad ernært seg av linsekreps som utgjorde 52 Volum-% (V-%) av dietten. De hadde også spist noe av den store vannloppen *Bythotrephes longimanus* (14,3 V-%), samt andre planktonarter (8,8 V-%). Andre byttedyr av en viss betydning for auren i Langevatn var fjærmygglarver/pupper med 10,5 V-%, samt diverse bunndyr (11,6 V-%). Individene fanget på flytegarv hadde i hovedsak spist *B. longimanus* (31,7 %), overflateinsekter (31,7 %) og linsekreps (25 %).

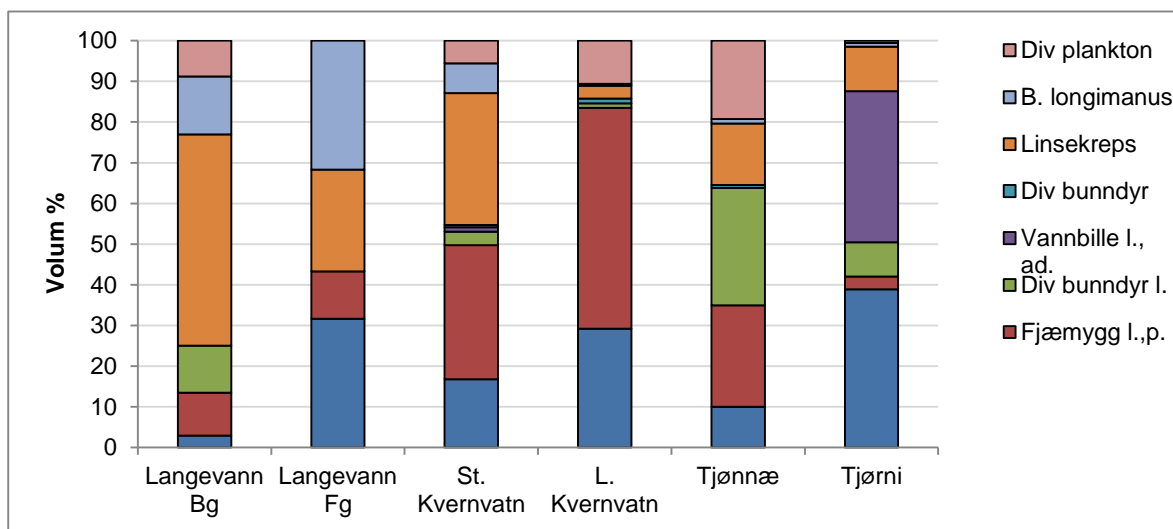
Auren i Store Kvernevatn hadde fjærmygglarver/pupper som viktigste næringsgruppe, med en andel på 33,0 V-%. Bidraget fra linsekreps var nær identisk (32,4 V-%). Den hadde også spist noe *B. longimanus* (7,3 V-%) og andre arter planktonarter (5,6 %). Overflateinsekter utgjorde en større andel enn i Langevatn (16,8 V-%), mens bidraget fra diverse bunndyr bare var på 5,0 V-%.

Også auren i Lisle Kvernevatn hadde fjærmygglarver/pupper som sin dominerende næringsgruppe med 54,3 V-%. Her var også overflateinsekter viktig i dietten på høsten med 29,2 V-%.

Linsekreps og *B. longimanus* ble påvist i kun små mengder (3,5 V-%), mens andre planktonarter utgjorde 10,6 V-%. Diverse bunndyr stod for en ubetydelig del av dietten (2,3 V-%).

I Tjørni var overflateinsekter og vannbiller (larver og adult) de to viktigste næringsgruppene, ved å utgjøre henholdsvis 38,9 og 37,1 V-% av dietten. Det var også noe innslag av diverse bunndyr (11,6 V-%) og linsekreps (10,9 V-%). Pankton ellers inngikk i liten grad i dietten (1,6 V-%).

I Tjænnæ var fjærmygglarver/pupper og diverse bunndyr de viktigste næringsdyrene hos aure, ved å utgjøre henholdsvis 25,0 og 28,9 V-% av dietten. Videre hadde den ernært seg av plankton, både av linsekreps (15,1 V-%) og andre planktonarter (19,3 V-%).



Figur 11. Ernæring hos aure fanget på bunngarn (Bg) og flytegrn (Fg) i Langevatnet, samt på bunngarn i de fire andre innsjøene i midten av august 2014, uttrykt som volumprosent (V-%) Antall undersøkte mager angitt i parentets: Langevatn (43, tre på flytegrn), Store Kvernevatn (27), Lisle Kvernevatn (16), Tjørni (15) og Tjænnæ (24).



Øyvind og Svein Haugland under prøvefiske i Store Kvernevatn høsten 2014. Foto: Trygve Hesthagen.

5 Diskusjon

I Langevatn var fangstutbyttet ved prøvafiske i 2014 omtrent på samme nivå som i 2009, eller litt lavere. Andelen villfisk har imidlertid økt kraftig i løpet av de siste årene. I 2014 utgjorde den 83 % av totalen. Magasinet er fortsatt forsuringspåvirket, men vannkvaliteten synes ikke å begrense den naturlige rekrutteringen. Nedgangen i andelen settefisk har trolig sammenheng både med økt naturlig rekruttering og reduserte utsetninger i seinere år. Fiskens tilvekst fortsetter også å avta. I 2009 var eksempelvis oppnådd lengde etter femte leveår 27,3 cm, mot bare 21,9 cm i 2014. I vekt tilsvarer dette fisk på henholdsvis 203 og 105 gram, basert på 1,0 i K-faktor. At fisken i økende grad utnytter dypere områder av magasinet, er trolig også et utslag av en større bestand og økt konkurranse om plass og næring (jf. **figur 6**). Utsettingene bør derfor avsluttes. Men med dagens naturlige rekruttering vil bestanden fortsatt være alt for stor i forhold til næringsgrunnlaget. En kan derfor ikke forvente at fiskens størrelse og kvalitet vil bedre seg i noen særlig grad, selv uten utsetninger. Aurebestanden i Langevatn er i dag sterkt næringsbegrenset, og består av lite attraktiv fisk. Beskatningen i seinere år synes da også å være svært liten.

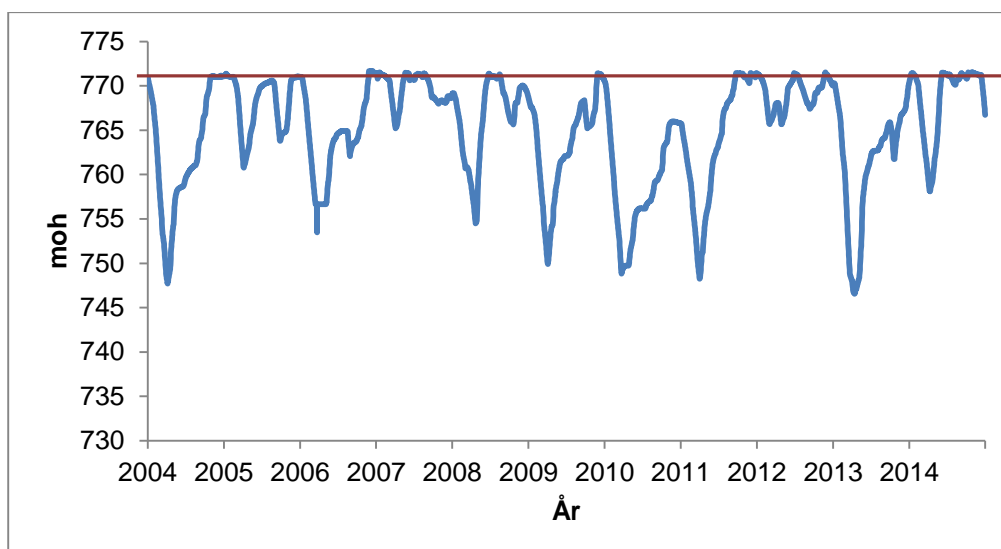


Aure tatt under prøvafiske i Langevatn høsten 2014. Som det går fram av bildet, er det stor forskjell i kvaliteten på fisken i magasinet. Foto: Trygve Hesthagen.

I Store Kvernevatn var fangstutbyttet ved prøvafiske i 2014 en del lavere enn i 2009, med Cpue på henholdsvis 7,2 og 12,9 individer. Det er usikkert om dette skyldes tilfeldigheter, lavere overlevelse hos settefisk eller reduserte utsetninger i seinere år. I perioden 2006 til 2009 ble det hvert år satt ut 3000 énsomrig settefisk. De årlige utsettingene har siden 2010 omfattet 2000 fisk, bortsett fra 3000 individ i 2011. De økte utsettingene i 2011 kan ikke spores ved en sterkere årsklasse det året, dvs. 3-årig fisk i 2014 (jf. **figur 8**). Vannkvaliteten i tilløpsbekkene til Store Kvernevatn kan trolig til en viss grad influere på aurens naturlige rekruttering. Men en økende andel stedegen fisk i bestanden viser noe vellykket gyting i én eller flere tilløpsbækker. Ut fra alderen på den stedegne fisken kom den naturlige rekrutteringen for alvor i gang i 2010 (jf. **figur 8**). Bekken i nordvestlig del av innsjøen (Bekk 2, jf. **figur 2**) antas ut fra de fysiske forholdene å være den viktigste gytebekken. Men den er fortsatt relativt sur, idet målinger høsten 2014 viste 5,03 i pH, 23 µg/L giftig labilt aluminium (Ali) og ANCmod på - 8 µekv/L. En må forvente at vannkvaliteten er betydelig dårligere på våren når yngelen klekkes. Men vannkvaliteten i Bekk 2 har i alle fall bedret seg noe i løpet av de siste årene. Målinger høsten 2003 viste et innhold av

labilt Ali på 72 µg/L, mens den syrenøytraliserende kapasiteten var - 21 µekv/L ANCmod). Vannkvaliteten i selve magasinet er ikke lenger kritisk med 5,37 i pH og ANCmod på - 7 µekv/L. Det ble også påvist en solid bestand av hoppekrepsarten *C. scutifer*, noe som tyder på at vannet ikke lenger er veldig forursagsskadet.

I Store Kvernevatn var innslaget av naturlig rekruttert fisk i prøvafiskefangsten høsten 2014 på 31 %. Det viser at det nå forekommer noe vellykket gyting i én eller flere tiløpsbekker. Halvparten av disse individene ble fanget på stasjon 1B i sørvestlige deler av magasinet (jf. **figur 2**). Bekken i nærheten av denne stasjonen (Bekk 1) vurderes ikke som noen egnet gytebekk (Øyvassåni). Men Bekk 2 ligger bare litt lengre nordvest (jf. avsnittet lengre opp). Når magasinet er nedtappet er det trolig ikke stor avstand mellom disse to områdene, og fisk vil kunne lett spre seg. De andre ikke-merkede individene i prøvafiskefangsten høsten 2014 ble fanget på stasjonene 3B (n=5) og 6B (n=3). Det bør foretas en nærmere vurdering av gyte- og oppgangsforholdene i Bekk 2. Under feltarbeidet høsten 2014 gjorde flom det umulig å foreta elfiske og nødvendig bonitering. Men det ble registrert lommer med gytesubstrat flere steder i bekken. Ellers kan trolig svaberg og større steiner til en viss grad hindre fisken i å forsere øvre deler av bekken. Vannstanden i Store Kvernevatn synes å nå HRV tidlig på høsten i de fleste år (**figur 12**). Det antas derfor at varierende vannstand under gyteperioden ikke har særlig betydning for fiskens oppgangsmuligheter til aktuelle gytebekker.



Figur 12. Vannstandskurve for Store Kvernevatn i perioden 2004 til 2014 med avgivelse av HRV (horisontal strek). Data fra Agder Energi Vannkraft.

Produksjonsgrunnlaget i Store Kvernevatn har blitt kraftig redusert både pga. reguleringen (25,8 m) og forsureningen. Fiskens tilvekst, størrelse og kondisjon tilsier da også at bestandsforholdene er relativt dårlige. Og de har forverret seg kraftig i seinere år. F. eks. var oppnådd lengde etter tredje leveår hos fisk fanget i 2009 og 2014 henholdsvis 206 og 162 mm. Omregnet i vekt tilsvarer det henholdsvis 87 og 43 gram. Følgelig er vekten til denne aldersgruppen halvert i løpet av fem år. Beskatningen av aurebestanden i Store Kvernevatn synes også å være svært begrenset. Alle disse forholdene må vurderes ved fastsettelsen av nytt utsettingspålegg. Dersom det fra lokalt hold er ønske om å opprettholde en viss størrelse og kvalitet på fisken framfor mengde, anbefales det at utsettingene blir redusert fra 2 000 til 1 000 individer pr. år.

Lisle Kvernevatn har en middels tett aurebestand, som består av ikring 50 % naturlig rekruttert fisk. Fisker gyter trolig både på både osen og på strekningen mellom de to bassengene i vannet. Det har siden 2011 vært satt ut 250 énsomrig settefisk pr. år. Det tilsvarer 32,5 individ pr. hektar. Det er et relativt høyt tall sammenliknet med f. eks. Store Kvernevatn med 9,6 fisk pr. hektar. Aurebestanden i Lisle Kvernevatn består av individ med middels størrelse, vekst og kvalitet, og det synes ikke å være noe næringsoverskudd. Det er lett adkomst til vannet, og det blir brukt til

noe stangfiske blant hytteeiere i området (Oddmund Ljosland, pers. medd.). Det er derfor viktig at fisken holder en viss kvalitet og størrelse. Dette kan bl.a. reguleres ved å begrense utsettingene. Vi anbefaler derfor at de blir noe redusert, i første omgang til 200 individ pr. år. Lisle Kvernevatn blir også tilført fisk fra Store Kvernevatn gjennom tappetunnelen. Under prøvefiske høsten 2014 ble det fanget ett merket individ på seks år (utsatt i 2008). Lisle Kvernevatn blir tilført kaldt bunnvann fra Store Kvernevatn. Målinger i august 2014 viste en temperatur i overflatevannet på 7,9 °C. I Store Kvernevatn ble det samtidig målt 14,4 °C. Det kalde vannet vil virke negativt på produksjonsevnen. Det ble også tatt to bekkerøyer under prøvefiske i Lisle Kvernevatn. Det er ikke lenger noen kjent forekomst av bekkerøye i Store Kvernevatn, og alle utsettinger opphørte på midten av 2000-tallet (Hesthagen & Kleiven 2013). Det er derfor sannsynlig at Lisle Kvernevatn har en liten reproduserende bestand av bekkerøye.

Tjørni har en relativt tynn aurebestand med et utbytte (Cpue) på 5,3 individ. Vel 60 % av fisken i prøvefiskefangsten var utsatt. Også her kom utsettingene i gang i 2011, med 500 énsomrig individ pr. år (34,3 pr. hektar). I tillegg forekommer altså noe naturlig rekruttert fisk. Auren i Tjørni har tre mulige gytebekker som kommer ned fra øst, men de er svært marginale. Den nordligste bekken kommer ned mellom steinur. Det kan være gytemuligheter helt nederst, på overgangen til tjernet. Bekken litt lengre sør renner over svaberg helt nederst, og bunnsubstratet består av organisk materiale. Det kan være gytemuligheter på en 6-8 m lang strekning ovenfor svaberget. I den sørligste bekken kan det være oppgangshinder helt nederst. Lengre opp er det en mulig gytestrekning på 5-6 m, men substratet synes å være i fineste laget. Det kan være gytemuligheter på overgangen mellom bekk og tjern.

Fangstutbyttet ved prøvefisket i Tjørni var derfor noe lavere enn forventet. Det er usikkert om villfisken er rekruttert fra noen av de tre bekkene i øst, eller om den blir tilført fra Langevatn ved overvann og flom. Også før utsettingene kom i gang ble det tatt en del fisk i Tjørni (Hans Ackermann, pers. medd.). Det dårlige tilslaget av settefiske kan ha sammenheng med en marginal vannkvalitet. Høsten 2014 ble pH målt til 4,64, mens innholdet av labilt Ali var 49 µg/L. Det antas at vannkvaliteten under snøsmeltingen er enda dårligere. Innholdet av humus målt i form av TOC er også relativt høyt med 10,6 mg/L. Dette gjenspeiles også i siktedypet som var på bare 2 m. Vannkvaliteten i Tjørni vil med stor sannsynlighet forårsake dødelighet hos aureunger. Tjernet er en svært grunt med 1-3 m som dominerende dyp. Under snøsmeltingen vil derfor det sure vannet skylle gjennom innsjøen uten at fisken har tilgang til områder (refugier) med bedre vannkvalitet.

Kvaliteten på fisken i Tjørni er i dag meget god med en gjennomsnittlig kondisjonsfaktor på 1,24. I de siste årene har garnfisket gitt bra fangster, og det er ikke uvanlig med fisk på > ½ kg (Hans Ackermann, pers. medd.). Skal en tilsvarende kvalitet og størrelse vedbare, er det viktig å begrense rekrutteringen. Utsettingene bør derfor reduseres, og vi anbefaler 400 individ pr. år.

Tjønnæ har en middels tett aurebestand av svært dårlig kvalitet. Veksten stagnerer ved vel 20 cm, og bare et fåtall individ når lengder på opptil 23 cm. All fisk hadde hvit kjøttfarge, og gjennomsnittlig lengde blant kjønnsmodne hunner var kun 20,1 cm. Auren i Tjønnæ var også i stor grad parasitert med bl.a. cyster på innvoller og magesekk. Infiseringsgraden var 54 %, og de fleste av disse individene hadde 1-2 store cyster på magesekken. Auren i Tjønnæ vurderes derfor som nærmest verdiløs, både til konsum og som sportsfisk.

6 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.
- 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.
- Grande, M., Opsahl, V. & Henriksen, A. 1970. Sammenheng mellom oksygeninnhold, organisk stoff, surhetsgrad og fiskeproduksjon i små innsjøer. Forsøk med utsetting av aure og «brøding» (*Salvelinus fontinalis* Mitchill x *Salvelinus alpinus* L.) i små, sure, humusholdige innsjøer. - NIVA Fremdriftsrapport Del II. 20 s.
- Grande, M. & Andersen, S. 1976a. Sammenheng mellom oksygeninnhold, organisk stoff, surhetsgrad og fiskeproduksjon i små innsjøer. Sammenliknende forsøk med utsetting av bekkerøye og andre laksefisk i sure, humusholdige innsjøer. NIVA Fremdriftsrapport Del III. 21 s.
- Grande, M. & Andersen, S. 1976b. Bekkerøye og brøding klarer seg bra i sure vann. *Jakt-Fiske-Friluftsliv* nr. 12-1976: 32-35.
- Grande, M., Andersen, S. & Sevaldrud, I. 1980. Forsøk med utsetting av bekkerøye (*Salvelinus fontinalis* Mitchill) i sure innsjøer 1975-1978. SNSF prosjektet IR 66. 75 s + vedlegg.
- 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-Regulerings-undersøkelsene, Rapport 4-1981. 206 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 Wasser- flöhe). - Kosmos-Verlag Franckh, Stuttgart. 130 s.
- Hesthagen, T. 2003. Reetablering av aure i reguleringsmagasin på Sørlandet. Fiskebiologiske undersøkelser i Store Kvernevattn og Langevatn-magasinet i Mandalsvassdraget høsten 2003. NINA Minirapport 42. 23 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., Ousdal, J.-O. & Saksgård, R. 2010. Fiskebiologiske undersøkelser i tre regulerte og én reguleringspåvirket innsjø i Mandalsvassdraget høsten 2009. NINA Minirapport 289. 24 s.
- Hesthagen, T. & Walseng, B. 2012. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i Nåvatn og Skjerkevatn. Mandalsvassdraget høsten 2011 – Fisk og krepsdyr. NINA Rapport 804. 30 s.
- Hesthagen, T. & Walseng, B. 2013. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i Storevatn og Stegil i Mandalsvassdraget høsten 2012. NINA Rapport 924. 35 s.
- Hesthagen, T. & Walseng, B. 2014. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i Juvatn-magasinet og Sandvatn i Mandalsvassdraget høsten 2013. NINA Rapport 1003. 43 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. & Kleiven, E. 2013. Reproduerte bestander av bekkerøye (*Salvelinus fontinalis*) i Norge pr. 2013. NINA Rapport 900. 69 s.
- 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.
- 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 utvalgsriterier, innsamlingsmetodikk og anvendelse av programmet ved SNSF-prosjektets prøvofiske i perioden 1976-79. SNSF-prosjektet, TN 45/79. 63 s.
- Ruttner-Kolisko, A. 1972. Rotatoria. 53 Abb., 4 Taf. – S. 99-234 I: Elster, H.-J. & W. Ohle (Red.). *Das Zooplankton der Binnengewässer* 1. Teil. – *Die Binnengewässer* 26 (1). (E. Schweizerbart). Stuttgart.
- 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.
- 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. 1996 a. Vannlopper. – S. 95-99 i: Aagaard, K. & Dolmen, D. (red). Limnofauna norvegica, katalog over norsk ferskvannsfæuna. Tapir, Trondheim.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996 b. Hoppekreps. – S. 103-107 i: Aagaard, K. & Dolmen, D. (red.). Limnofauna norvegica, katalog over norsk ferskvannsfæuna. Tapir, Trondheim.



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: 978-82-426-2749-0

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