

924 Ferskvannsbiologiske undersøkelser i magasinene Storevatn og Stegil i Mandalsvassdraget høsten 2012

NINA Rapport

Trygve Hesthagen
Bjørn Walseng



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

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

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

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

Annen publisering

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

Ferskvannsbiologiske undersøkelser i magasinene Storevatn og Stegil i Mandalsvassdraget høsten 2012

Trygve Hesthagen
Bjørn Walseng

Hesthagen, T. & Walseng, B. 2013. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i magasinene Storevatn og Stegil i Mandalsvassdraget høsten 2012. NINA Rapport 924. 35 s.

Trondheim, mai 2013

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2528-1

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 ved Stegil med avløp til Langevannet. Foto: Trygve Hesthagen

NØKKEWORD

- Mandalsvassdraget, Vest-Agder
- aure
- etterundersøkelse
- vassdragsregulering

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

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

NINA Oslo

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

NINA Tromsø

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

NINA Lillehammer

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

www.nina.no

Sammendrag

Hesthagen, T. & Walseng, B. 2013. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i magasinene Storevatn og Stegil i Mandalsvassdraget høsten 2012. - NINA Rapport 924. 35 s.

Høsten 2012 ble det gjennomført ferskvannsbiologiske undersøkelser i Storevatn og Stegil i Mandalsvassdraget. Hensikten var å (i) vurdere den økologiske tilstanden i de to regulerte innsjøene basert på vannkjemi og dyreplankton, (ii) dokumentere tilslaget av de siste utsettingene av aure og dermed gi en bestandsstatus, (iii) vurdere behovet for videre utsettinger og (iv) foreslå habitatforbedrende tiltak med tanke på å etablere sjølreproduserende aurebestander. Stegil og Storevatn ble regulert i henholdsvis 1950 og 1966, med reguleringshøyder på 8 og 6 m. De stedegne aurebestandene gikk tapt på 1960-tallet, hovedsakelig grunnet rekrutteringssvikt relatert til forsurening. Som kompensasjon for sviktende rekruttering ble det satt ut énsomrig aure fra 1962 i Stegil, og trolig fra slutten av 1960-tallet i Storevatn. Disse utsettingene opphørte i 1973 grunnet manglende tilslag på grunn av forsurening. Fra 1985 ble det satt i gang utsettinger av énsomrig bekkerøye. Men siden 2005 har det ikke vært tillatt å sette ut denne fremmede fiskearten. I 2007 ble det igjen satt ut aure i Stegil; med 1 500 énsomrig individ. Siden 2009 har det vært satt ut 2000 individ årlig. I Storevatn ble det satt ut 3 000 énsomrig individ i både 2009 og 2011. All utsatt fisk har vært merket ved å fjerne fettfinnen.

Storevatn og Stegil ligger i et forsuringssatt område, og de er fremdeles i betydelig grad påvirket av sur nedbør. I 2012 var pH og labilt (giftig) aluminium i de to innsjøene henholdsvis 5,17 vs. 4,99 og 17 vs. 23 µg/L. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) var -11,3 og -14,8 µekv/L. Begge innsjøene er næringsfattige og de har en lav bufferkapasitet med en alkalitet på henholdsvis 5 og 0 µekv/L. Storevatn har et siktedyp på 9,5 m, mens det i Stegil bare var 2,5 m på grunn av mye humus i vatnet. Denne forskjellen gjenspeiler seg også i TOC-nivåene (total organisk carbon) deres, med henholdsvis 0,6 og 2,6 mg C/L. Fargetallene ble målt til henholdsvis < 1 og 27 mg Pt/L.

Storevatn og Stegil har middels forsuringsskadde planktonsamfunn, og har mange fellestrekk med andre svakt forsurede vann innen regionen. Planktonsamfunnene deres skiller seg likevel noe fra de i Nåvatn og Skjerkavatn i samme vassdrag, ved at littoralfaunen har en større diversitet (flere arter). Da vannkvaliteten i de fire magasinene ikke er vesentlig forskjellig, har reguleringsene av Storevatn og Stegil i mindre grad påvirket diversiteten av det litorale planktonsamfunnet.

Storevatn og Stegil ble prøvefisket med henholdsvis 16 og 13 Nordiske oversiktsgarn (30 x 1,5 m) fordelt på dydene 0-3, 3-6, 6-12 og 12-20 m. I Storevatn ble det tatt 55 aure som alle var merket. Det gir et fangstutbytte pr. 100 m² garnareal (Cpue) på 7,6 individ. Det tilsvarer en tynn fiskebestand. Vertikalfordelingen viste at mengden fisk avtar sterkt med økende dyp, med Cpue på 14,2 individ på 0-3 m dyp, mot 7,6 og 2,7 individ på henholdsvis 3-6 og 6-12 m dyp. Det ble ikke tatt fisk på 12-20 m dyp. I Stegil ble det tatt 13 aure, som alle var merket. Dette tilsier et Cpue på bare 2,2 individ, eller en meget tynn bestand. I Stegil ble det kun tatt fisk på 0-3 m dyp. Det ble el-fisket i innløpet til Storevatn og i en tilløpsbekk til Stegil; Sløkeliibekken, men uten fangst av fisk.

I Storevatn var aldersfordelingen i prøvefiskefangsten i samsvar med utsettingene i 2009 og 2011, dvs. 3-årig (n=44) og 1-årig fisk (n=11). I Stegil er aldersfordelingen også i samsvar med utsettingene siden 2007. Her var eldste fisk fem år gammel, og i tillegg var det innslag av fisk i aldersgruppene 1+ til 4+. I Storevatn varierte lengden blant ett- og treåringer mellom henholdsvis 91-123 og 180-311 mm. I Stegil hadde de to eldste individene på 5 år lengder på 276 og 300 mm. Tilbakeregnet lengde viste at auren i Storevatn har en betydelig bedre vekst enn den i Stegil. Lengde etter første leveår var likevel ikke vesentlig forskjellig, med et gjennomsnitt på henholdsvis 84 og 75 mm. Vekstforskjellen forsterker seg imidlertid med økende alder, idet lengdene ved alder 2 og 3 var henholdsvis 162 vs. 131 mm, og 227 vs. 197 mm. Dette innebærer at auren i Storevatn har en vekstøkning i andre leveår på 78 mm, mot 66 mm i Stegil.

Tilveksten i tredje leveår er derimot omtrent den samme i de to lokalitetene, med henholdsvis 65 og 66 mm. I fjerde og femte leveår er tilveksten hos auren i Stegil henholdsvis 40 og 36 mm.

Auren i Storevatn hadde en uvanlig høy kondisjonsfaktor (K-faktor). Blant 3-åringene var gjennomsnittlig verdi hele $1,43 \pm 0,14$ ($n=44$). Dette tilsvarer meget feit fisk. K-faktoren økte med økende fiskelengde, et tegn på gode vekstforhold. Den høyeste K-faktoren for ett enkelt individ var hele 1,72. Også auren i Stegil hadde god kondisjon, med en gjennomsnittlig verdi på $1,26 \pm 0,08$ ($n=13$). Dette innebærer at fisken i magasinet må vurderes som feit.

Auren i Storevatn hadde i stor grad ernært seg av den store vannloppen *Bythotrephes longimanus*, idet den utgjorde nær halvparten av dietten (48 Volum-%). Andre næringsemner av betydning var ulike vanninsekter, både voksne (adulte) og larver (41 V-%). Overflateinsekter utgjorde resten av dietten (11 V-%). I Stegil hadde auren i stor grad spist overflateinsekter (53 V-%) og ulike vanninsekter, spesielt vårfluellarver (36,5 V-%). Her utgjorde *B. longimanus* bare en liten del av dietten (10 V-%). Snegl ble registrert i én fiskemage.

Verken Stegil eller Storevatn har lenger sjøreproduserende aurebestander. Det biologiske målet for reguleringsmagasinene i Mandalsvassdraget er å etablere reproduserende fiskebestander, og et høstbart overskudd av fisk med god kvalitet. Det er foreslått habitatforbedrende tiltak i tilløpsbekker til begge magasinene med tanke på å etablere reproduserende bestander av aure. For Storevatn foreslår vi å redusere utsettingspålegget fra 3 000 til 2 000 individ annet hvert år. Dette skyldes at tilgangen på næring vil avta etter hver som det blir satt ut mer fisk og bestanden øker. Beskatningen av aurebestanden i Storevatn er også svært begrenset på grunn av vanskelig adkomst. Det er derfor viktig å etterstrebe så storvokst fisk som mulig for at vatnet skal bli mest mulig attraktivt for lokale fiskere. Stegil har nå en meget tynn aurebestand, og vi anbefaler å øke utsettingene fra 2 000 til 3 500 énsomrig individ pr. år. Både fiskens vekst og K-faktor tyder på at aurebestanden i Stegil kan økes noe uten at det går særlig ut over fiskens størrelse og kvalitet.

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	9
2.1 Beliggenhet og reguleringer.....	9
2.2 Fiskeutsetninger.....	11
3 Metoder	13
3.1 Vannkjemiske analyser.....	13
3.2 Krepssdyr.....	13
3.3 Garnfiske.....	13
3.4 El-fiske.....	16
4 Resultater	17
4.1 Vannkvalitet.....	17
4.2 Krepssdyr.....	18
4.2.1 Planktonsamfunnet.....	19
4.2.2 Littoralsamfunnet.....	21
4.2.3 DCA-ordinasjon.....	22
4.3 Fisk.....	24
4.3.1. Fangstutbytte på garn.....	24
4.3.2. Alder, vekst og størrelse.....	25
4.3.3. Kondisjon og kjøttfarge.....	28
5 Diskusjon	31
6 Referanser	33

Forord

Undersøkelsene i Storevatn og Stegil ble gjennomført høsten 2012 på oppdrag for regulanten i Mandalsvassdraget, Agder Energi Vannkraft (AEVK). Hovedhensikten med prosjektet var å gi en vurdering av bestandsforholdene og gi tilrådninger om kompensasjonstiltak i form av fiskeutsetninger og habitatforbedrende tiltak. Feltarbeidet ble utført av Trygve Hesthagen (NINA) og Svein Haugland (AEVK). Leidulf Fløystad (NINA) har aldersbestemt fisken, mens Randi Saks-gård (NINA) har analysert mageinnholdet. NINA takker AEVK for oppdraget.

Mai 2013

Trygve Hesthagen

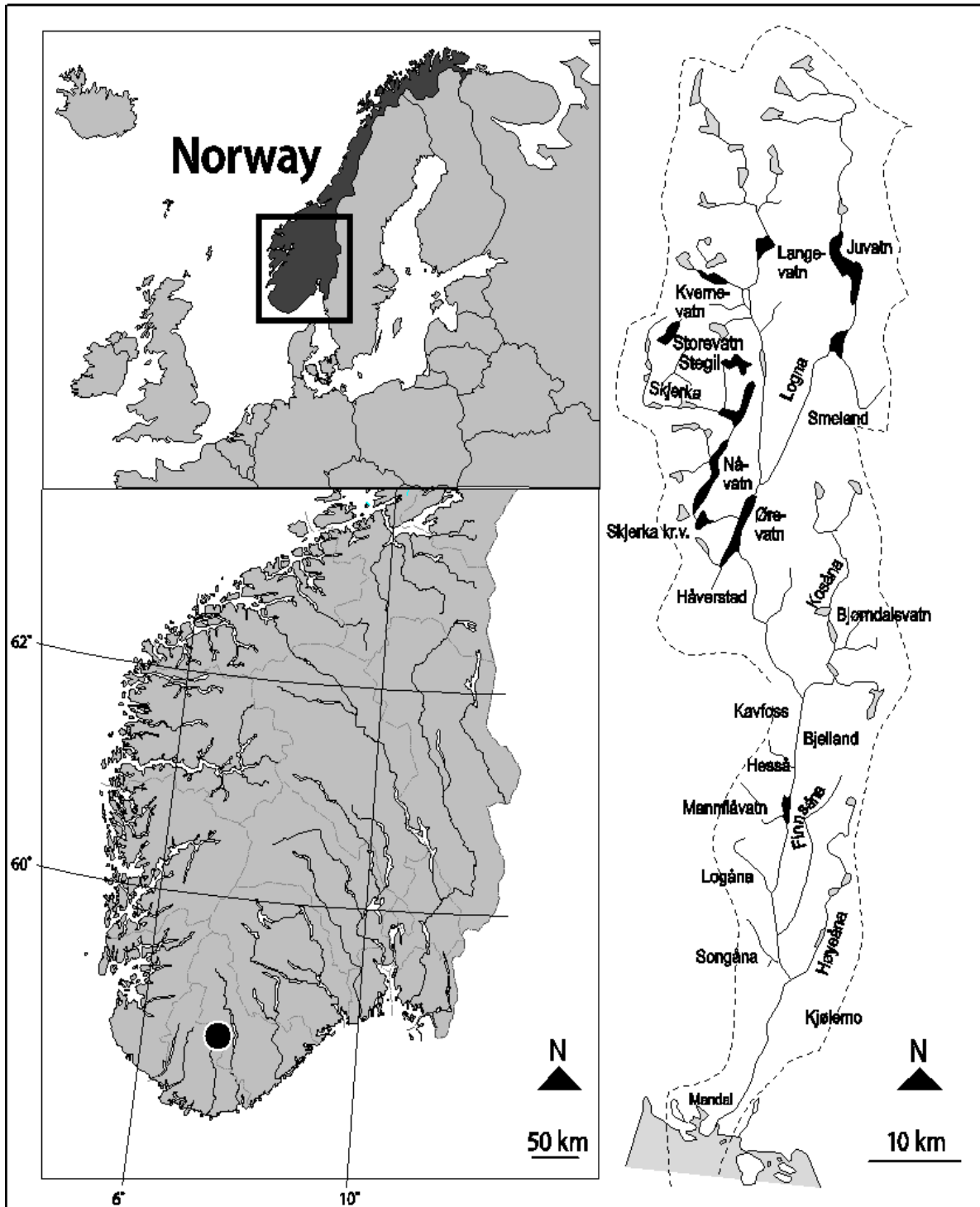
1 Innledning

I øvre deler av Mandalsvassdraget er det foretatt omfattende vassdragsreguleringer med til sammen ni magasiner; Juvatn, Lognavatn, Langevatn, Store Kvernevatn, Storevatn, Stegil, Nåvatn, Skjerkevatn (Hagedalsvatn) og Ørevatn (**figur 1**). I tillegg er flere innsjøer påvirket av disse reguleringene, som ble gjennomført i perioden 1932 til 1961. 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 rekrutteringsområder, og at tilløpsbekker ble neddemt. Vassdraget ble etter hvert også hardt rammet av forsurening, som i seg sjøl ville ha utryddet de lokale aurebestandene. På 1970-tallet ble pH målt til rundt 4,5-4,7 målt i flere av de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget (Gunnerød mfl. 1981). De fleste aurebestandene i øvre deler av vassdraget ble utryddet i løpet av 1960 og 70-tallet (Sevaldrud & Muniz 1980, Hesthagen & Østborg 2008). I reguleringsmagasinene ble disse tapene forsøkt kompensert ved å sette ut anleggsprodusert fisk. Men etter hvert som forsureningen økte i omfang, forsvant også denne fisken (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). Mange av reguleringsmagasinene i øvre deler av Mandalsvassdraget var derfor i en periode helt fisketomme. På 1980-tallet ble det satt i gang utsetninger av bekkerøye i mange regulerte innsjøer i de forsuringsrammede områdene på Sørlandet. Denne fremmede fiskearten ga ofte gode gjengefangster fordi den er mindre følsom for surt vann enn vanlig brunauere (Gunnerød mfl. 1981, Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). Men etter 2005 har det ikke vært tillatt å sette ut bekkerøye i norske vassdrag. For at det igjen skulle bli fisk i disse magasinene, var det derfor nødvendig å forsøke om vanlig brunauere kunne overleve. Dette motiveres ut fra at vannkvaliteten har bedret seg i løpet av de siste årene (Skjelkvåle mfl.2005). I Mandalsvassdraget kom utsettingene av aure på nytt i gang i 1998, i Langevatn-magasinet (Hesthagen 2004).

Det har siden 2003 vært gjennomført fiskebiologiske undersøkelser i ni 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.

Storevatn og Stegil (Stikil) ble prøvefisket første gang i 1972, men med negativt resultat (Gunnerød mfl. 1981). Det er derfor grunn til å tro at de stedegne aurebestandene her gikk tapt i løpet av 1960-tallet. På det tidspunktet var de to innsjøene allerede sterkt forsuret, med pH 4,5-4,6 (Gunnerød mfl. 1981). De var også svært næringsfattige, med en ledningsevne på henholdsvis 17,9 og 20,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Storevatn hadde imidlertid et betydelig større siktedyp enn Stegil, med henholdsvis 7,0 og 2,8 meter (Gunnerød mfl. 1981). I løpet av 1980-tallet ble det satt ut bekkerøye i begge magasinene, men tilslaget må ha vært dårlig, for ved et prøvefiske i 1993 ble det bare fanget til sammen åtte individ i de to innsjøene (Saltveit 1994a). I Stegil har det opp gjennom årene vært fanget en del bekkerøye (Odd Arild Eikeland, Åseral, pers. medd.). I Storevatn er derimot bestandsforholdene for bekkerøye i seinere år ikke kjent.

Stegil og Storevatn ble det igjen satt utsetninger av aure i henholdsvis i 2007 og 2009. Hensikten med denne undersøkelsen var å (i) vurdere deres økologiske tilstand basert på vannkjemi og dyreplankton, (ii) dokumentere tilslaget av de siste utsettingene, med status for de to aurebestandene, (iii) vurdere behovet for videre utsetninger og (iv) foreslå habitatforbedrende tiltak i tilløpsbekker med tanke på å etablere sjøleproduserende aurebestander.



Figur 1. Kart over Mandalsvassdraget med lokaliseringen av de enkelte reguleringsmagasinerne, i svart. Storevatn og Stegil er lokalisert i vestlige og midtre deler av vassdraget.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Beliggenhet og reguleringer

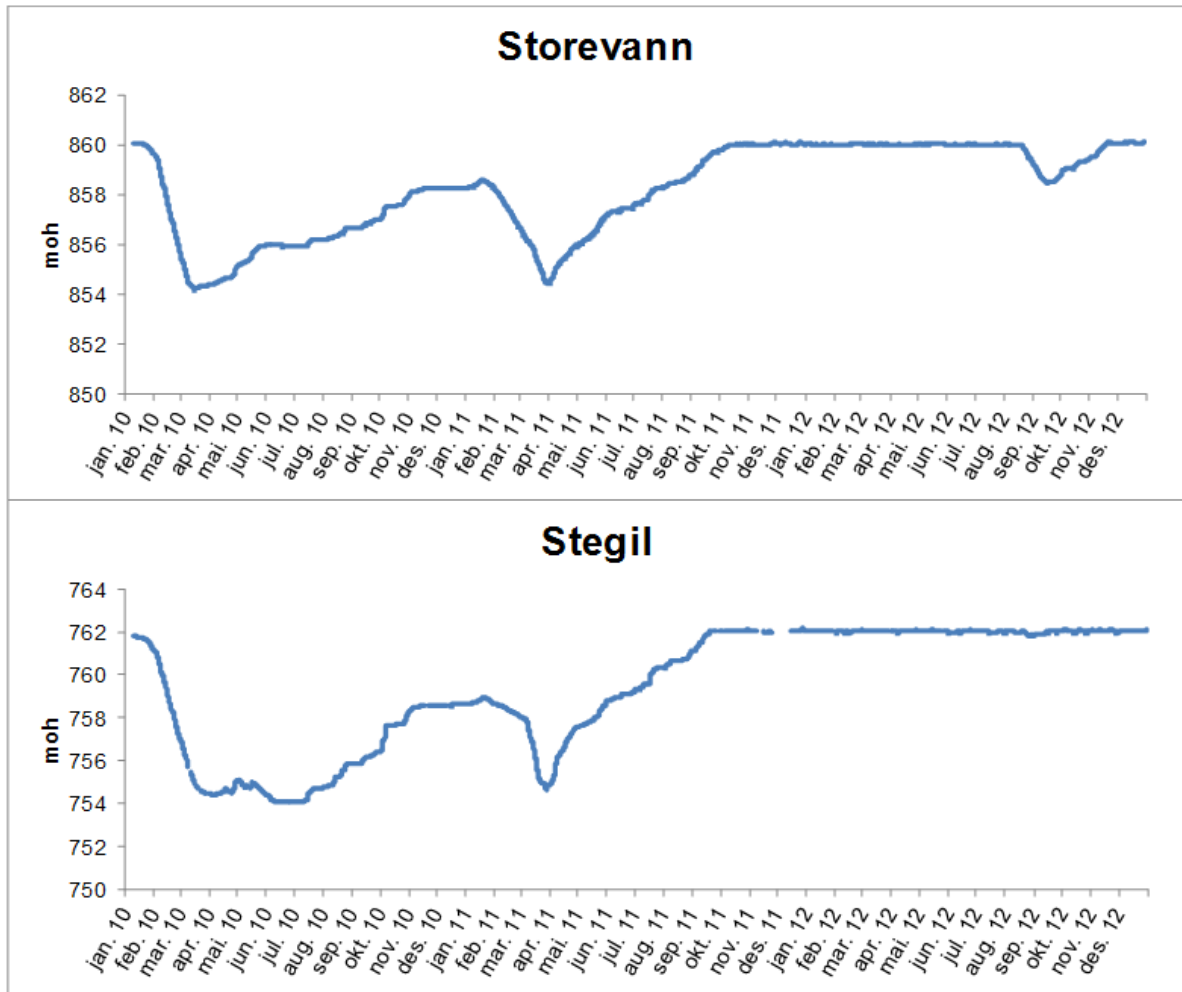
Storevatn og Stegil ligger i Åseral kommune i nordvestlige og øvre deler av Mandalsvassdraget i Vest-Agder fylke. Storevatn er lokalisert 860 m o.h. (HRV), og nedbørfeltet er dominert av grasmark og lynchhei. Det er noe innslag av vier og bjørkeskog, og i underskogen vokser det en del bregner. Det er også en del innslag av bart fjell. Storevatn er en middels dyp innsjø, med enkelte dypere partier ned til 25 m dyp ved stasjon 2 og 4 i vest (jf. **figur 3**). Lengst sør og nord varierer største dyp mellom henholdsvis 7-15 og 10-12 m (ved HRV). Enkelte steder er det en del øyer og skjær som stikker opp av vatnet. Storevatn har en grønnlig blå vannfarge, med et siktedyp på 9½ m. Det er ingen bebyggelse i nedbørfeltet. Ei dambu ligger rett nedenfor utløpet. Ved innløpet går det ei høyspentlinje gjennom terrenget. Stegil er lokalisert i bjørkeregio- nen på 752 m o.h. (HRV). Største dyp ble målt i vestre del av magasinet med ca. 15 m. Vatnet har en brunlig gul farge, med et siktedyp på 2,5 m. Det lave siktedypet skyldes at innsjøen er humuspåvirket, slik vannfargen indikerer.

Reguleringene av Stegil og Storevatn er en del av Skjerka kraftverk utbyggingen. Kongelige resolusjoner for de to reguleringene ble gitt henholdsvis 7. januar 1949 og 26. mai 1950. Dammene ved de to magasinene ble bygget ferdig i henholdsvis 1950 og 1966. Dammene rundt Storevatn ble rehabilitert i 1989-90. Begge innsjøene blir benyttet som magasiner for sei- nere overføring av vann til Nåvatn. Vann fra Storevatn renner mot nordøst og ned i et bekke- inntak på overføringen mellom Langevatn-magasinet og Nåvatn. Stegil blir tappet via ei luke i vestre dam. Dette skjer hovedsakelig i vinterhalvåret, spesielt i februar og mars. Resten av året er tappeluka normalt stengt. Utløpet ned til Langevannet nedenfor vestre dam har derfor svært lav vannføring fra ettervinteren og fram til høsten. Unntaket er perioder med flomvann. Det foreligger planer om å ta alt vann fra Stegil og overføre det til et fremtidig kraftverk ved Nåvatn (Øygard kraftverk). Fra Nåvatn blir vatnet i dag ført nedi Skjerkavatn, og videre i tunnel til Skjerka Kraftverk ved Ørevatn. Derfra går det i tunnel til Håverstad Kraftverk ved Mandalselva.

Storevatn har ei reguleringshøyde på 6 m, som i sin helhet består av oppdemming. I 2010 ble vannstanden holdt på et relativt lavt nivå, uten maksimal fylling samme høst (**figur 2**). I 2011 var imidlertid vannstanden på HRV i november. I 2012 var det bare en mindre nedtapping i oktober. Dette skyldtes at Agder Energi Vannkraft hadde godt med vann, og at det var tidlig tilsig. Det var derfor ikke behov for å føre vatnet nedi Nåvatn for å kjøre det på Skjerka-anlegget. Det er antatt at manøvreringen av vannstanden i de fleste tidligere år har vært som i 2010, med nedtapping ned mot LRV i løpet av vinteren. Stegil er regulert 8 m, med ei oppdemming på 4 m. Vannstanden ble holdt på et relativt lavt nivå gjennom store deler av både 2010 og 2011. I 2012 ble derimot magasinet ikke tappet ned (se kommentar for Storevatn). Manøvreringen av vannstanden i de fleste tidligere år har trolig vært som i 2010, med en nedtapping mot LRV i løpet av vinteren.

Tabell 1. Kartreferanse (ved utløp) og noen fysiske data for Storevatn og Stegil.

	Storevatn	Stegil
Kartblad	1412-IV	1412-III
UTM-ref., utløp	974 137	028 101
Magasin-nummer	312	311
Vann-nummer	1184	1183
Høyde HRV (m o.h.)	860	762
Høyde LRV (m o.h.)	854	754
Reguleringshøyde (m)	6,0	8,0
Areal ved HRV (ha)	208,39	178,89
Volum (millioner m ³)	10,9	10,9



Figur 2. Vannstanden i Storevatn og Stegil i perioden januar 2010 til desember 2012.



Storevatn er lokalisert i et område med lite løsmasser og harde bergarter, med liten evne til å bufre sur nedbør. Foto: Trygve Hesthagen.

2.2 Fiskeutsettinger

I henhold til konsesjonsvilkårene i Kgl.res. av 30.6 1939 for Skjerka og den av 7.1.1949 for Stegil, ble det opprettet et fiskefond på henholdsvis kr. 17 500 og kr. 15 000 til fremme av fisket i Skjerkavassdraget (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985, Saltveit 1994b). Fondet skulle forvaltes av kommunen, og renteavkastningen skulle blant annet gå til utsetting av fisk. Det er likevel usikkert om det ble satt ut fisk i de første årene etter reguleringen (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). Den 15. mars 1962 ble det inngått en avtale mellom Landbruksdepartementet og Vest-Agder Elverk om at den årlige renteavkastningen av fondene skulle dekke utgiftene til utsetting av fisk i Nåvatn, Stegil og Skjerkamagasinet. Utsettingene, som omfattet vanlig brunauere, kom trolig i gang i samme år. I Storevatn, som ble regulert i 1966, kom trolig utsettingene i gang på slutten av 1960-tallet. Utsettingene i begge magasinene opphørte i 1973 fordi forsøringsproblemene i landsdelen gjorde overlevelsen til settefisk svært dårlig (jf. Gunnerød mfl. 1981). Fram til 1985 ble derfor ikke fondene belastet (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). Grunnkapitalen utgjorde da ca. kr. 79 500, med en årlig renteavkastning på ca. kr. 7 000. Dette tilsvarte utgiftene ved utsetting av ca. 3 500 énsomrig bekkerøyer, som det nå var bestemt å sette ut. Antallet fordelte seg slik; 800 i Stegil, 1 500 i Nåvatn og 1 200 i Skjerkamagasinet. Fra 1985 ble derfor dette den årlige utsettingen i Stegil. Det antallet som burde vært satt ut i de tre magasinene ble for øvrig vurdert til 6 000 fisk, hvorav 1 500 individ i Stegil.

Ved reguleringen av Storevatn ble konsesjonæren pålagt å sette ut et visst antall settefisk og/eller yngel etter nærmere bestemmelse av vedkommende departement. Men det ble trolig ikke utformet noe slikt pålegg etter reguleringen på 1960-tallet; jf. DN påleggsarkiv (Gunnerød mfl. 1981). I 1985 ble det gitt et pålegg om en årlig utsetting av 1 500 énsomrig bekkerøye for

Storvatn (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). De angitte utsettingene av bekkerøye i Stegil og Storevatn ble opprettholdt fram til 2005.

I 2007 ble utsettingene av aureunger i Stegil tatt opp igjen, med 1 500 énsomrige individ (**tabell 2**). Det samme antallet ble satt ut i 2008, mens det i seinere år har vært satt ut 2 000 individ, eller 11,2 fisk pr. ha. I Storevatn ble det satt ut 3 000 énsomrig aureunger i både 2009 og 2011. Det tilsvarer en årlig utsetting på 7,2 individ pr. ha.

Tabell 2. Utsetting av énsomrig aureunge i Storevatn og Stegil i perioden 2007-2012.

År	Storevatn	Stegil
2007		1500
2008		1500
2009	3000	2000
2010	0	2000
2011	3000	2000
2012	0	2000

Settefisken i de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget har i de siste årene vært produsert ved Finså klekkeri i Marnadal. Siden 2002 har det vært benyttet avkom av aure fra Sandvatn, som er lokalisert nedstrøms Juvatn-magasinet i nordsøstlige deler av Mandalsvassdraget. På innløpet har det vært årlig innsamling av stamfisk med ruse og elektrisk fiskeapparat. Gytetfisk ble transportert til Finså klekkeri for stryking. I 2011 og 2012 hadde settefisken en dominerende lengde på 60-70 mm. All utsatt fisk i de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget har vært merket ved å fjerne fettfinnen. Utsettingene har i de siste årene vært gjennomført i slutten av juni måned.

3 Metoder

3.1 Vannkjemiske analyser

Det ble tatt vannprøver fra tre tilløpsbekker, samt i sjøve magasinene i overflaten nær utløpene. Prøvene fra de tre bekkene ble kun analysert med hensyn på pH, kalsium og ulike aluminiumsfraksjoner (Al). Vannprøvene fra magasinene 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 syrers anioner [SAA] (SO₄ + NO₃ + Cl). Det er foreslått å modifisere ANC hvor organiske syrer som permanent opptre som anioner i pH-området for naturlig vatn (pH > 4,5) inngår sammen med de uorganiske sterksyreanionene (Lydersen mfl. 2004a, b). Parameteren blir kalt ANC_{mod} og 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

Det ble tatt to kvalitative prøver av både det litorale og planktoniske krepssdyrsamfunnet med håvtrekk. De planktoniske prøvene ble tatt fra et bestemt dyp og opp til overflaten på et relativt dypt område. De litorale prøvene ble tatt ved å kaste håven ut fra land og trekke den inn igjen like over bunnen i et representativt habitat for lokaliteten. Total trekk lengde i hver prøve var ca. 25 m. I begge habitatene ble det benyttet en planktonhåv med maskevidde 90 µm, diameter 30 cm og dybde 57 cm. I Storevatn ble de litorale prøvene tatt like sørøst for dammen på utløpet, mens planktonprøvene ble tatt fra 20 m dyp ut for stasjon 1 og 2 (jf. figur 3). I Stegil ble de litorale prøvene samlet inn litt vest for dammen med avløp til Langevannet, mens planktonprøvene ble tatt fra 15 m dyp ut for stasjon 2.

Individuelle krepssdyrprøver ble fraksjonert og minst 200 individ ble artsbestemt. Resten av prøven ble så gjennomgått for eventuelt flere arter. Vannloppene (cladocere) er bestemt med 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). Ordinasjonen er gjort på forekomst/fravær data der Storevatn og Stegil, sammen med data fra 2011 i Nåvatn og Skjerkavatn (jf. Hesthagen & Walseng 2012), samt ni vann fra Agder som ble prøvetatt etter samme opplegg i 2006 (Hesthagen mfl. 2006). Vi har også inkludert data fra de to forsurede lokalitetene Bjorvatn og Kvernelandsvatn i Rorevassdraget, samt fra Songevatn i Vennessla. DCA arrangerer artslistene slik at de med lik artssammensetning blir liggende nær hverandre når resultatet blir plottet, 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 (f.eks. pH). Sjø i ikke-forsurete innsjøer må vi påregne å finne survannstolerante arter. Det kan følgelig ikke forventes at de undersøkte lokalitetene skal få samme artssammensetning som den vi operer med i DCA-analysen. Resultatet vil imidlertid angi i hvilken retning utviklingen går, samt forskjeller mellom de undersøkte lokalitetene.

3.3 Garnfiske

Prøvefiske ble gjennomført i perioden 20. - 23. august 2012. I Storevatn og Stegil ble det benyttet henholdsvis 16 og 13 Nordiske oversiktsgarn (bunn-garn) fordelt på fem og fire stasjoner

(tabell 3, figur 3). Hvert garn er 30 m langt og 1,5 m dypt, og dekker følgelig et areal på 45 m². Garna er inndelt i 12 segmenter med maskeviddene 5.0, 6.3, 8.0, 10.0, 12.5, 15.5, 19.5, 24.0, 29.0, 35.0, 43.0 og 55.0 mm (Appelberg mfl. 1995). Det innebærer at hver maskevidde er representert med et areal på 2,5 m x 1,5 m (3,75 m²). Garna ble satt i fire standard dybdeintervaller: 0-3, 3-6, 6-12 og 12-20 m. Fangstutbyttet blir uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal pr. natt, eller ca. 12 timers fiske (Cpue).

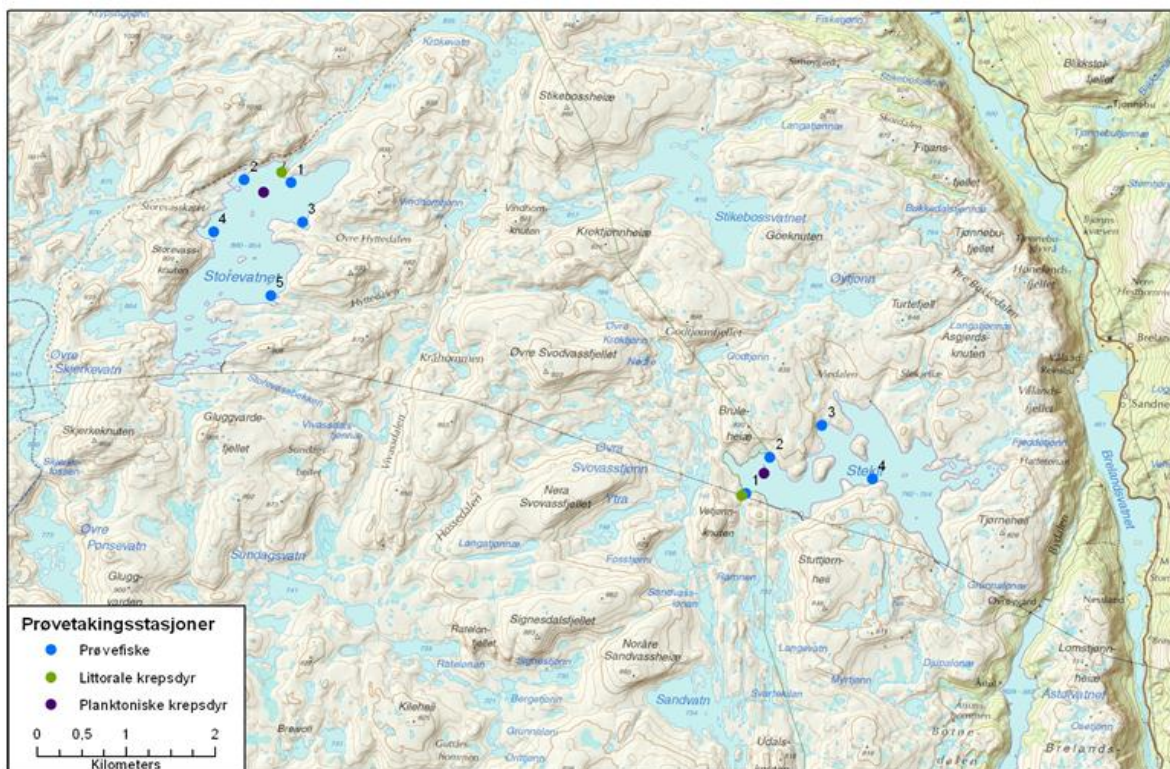


Båt ble fraktet til Storevatn og Stegil ved hjelp av helikopter. Foto: Trygve Hesthagen.

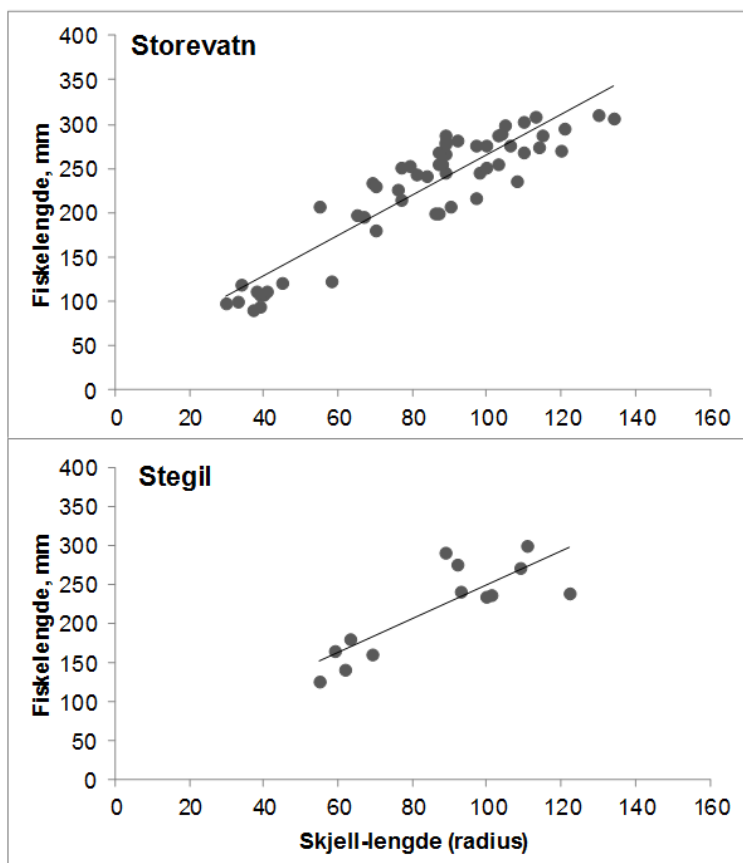
Tabell 3. Fangsttinsnsatsen med Nordiske bunngarn på forskjellige stasjoner i Storevatn og Stegil høsten 2012, fordelt på fire dyp.

Stasjon	Storevatn				Stegil			
	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	1	1
3	1	1	1		1	1	1	1
4	1	1	1		1	1	1	
5	1	1	1					
Totalt	5	5	5	1	4	4	3	2

For hver fisk ble det registrert lengde (nærmeste mm), vekt (nærmeste gram), kjønn og modningsgrad. 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 (jf. **figur 4**). All fisk ble undersøkt 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.



Figur 3. Kart med plassering av garnstasjonene i Storevatn (1-5) og Stegil (1-4), samt hvor det ble tatt littorale og planktoniske krepsdyrprøver.



Figur 4. Sammenhengen mellom fiskelengde og skjellradius hos aure i Storevatn og Stegil.

3.4 El-fiske

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



Det ble foretatt elfiske på innløpet til Storevatn. Foto: Trygve Hesthagen.

4 Resultater

4.1 Vannkvalitet

Stegil og Storevatn har begge en forsuringfølsom vannkvalitet med liten evne til å nøytralisere sur nedbør. Eksempelvis er konsentrasjonen av kalsium henholdsvis 0,19 og 0,12 mg/L (**tabell 4**). De to magasinene er fortsatt betydelig forsuringpåvirket med pH 4,99 og 5,17. Innholdet av giftig uorganisk, dvs. labilt aluminium (Al), kan imidlertid ikke karakteriseres som spesielt høyt med henholdsvis 34 og 17 µg/L. Den syrenøytraliserende kapasiteten (ANC) er fortsatt lav, med -14,8 µekv/L i Stegil og -11,3 µekv/L i Storevatn. Sterke syrer var da inkludert, uten at det i særlig grad endret verdiene, grunnet lave nivå av total organisk carbon (TOC). Alkaliteten er også lav, med henholdsvis 0 og 5 µekv/L. Siktedypet i de to innsjøene var henholdsvis 2,5 og 9,5 m. Dette gjenspeiler seg også i TOC-nivåene som var på henholdsvis 2,6 vs. 0,6 mg C/L, og i fargetallene på henholdsvis <1 og 27 vs. < 1 mg Pt/L. Storevassbekken og innløpet til Storevatn hadde en lignende vannkvalitet som sjølve magasinet, med pH 5,31 vs. 5,39 og i labilt Al på 11 og 12 µg/L. Sløkeliibekken i den nordlige delen av Stegil hadde en noe bedre vannkvalitet enn sjølve magasinet, med pH 5,20 og 18 µg/L i labilt Al.

Tabell 4. Vannkjemiske data fra Stegil og Storevatn med tilløpsbekker høsten 2012.

Parameter	Enhet	Stegil		Storevatn		
		Ved utløp	Sløkeliibekken	Ved utløp	Storevassbekken	Innløp
Turbiditet	FTU	1,7		0,39		
Farge	mg Pt/L	27		<1		
Ledningsevne	µS/cm	13		11		
pH		4,99	5,20	5,17	5,31	5,39
Alkalitet	µekv/L	0		5		
Ca	mg/L	0,19	0,29	0,12	0,10	0,11
Mg	mg/L	0,11		0,11		
Na	mg/L	0,93		0,96		
K	mg/L	0,08		0,07		
SO ₄	mg/L	0,69		0,66		
Cl	mg/L	1,53		1,61		
Nitrat	µg N/L	120		120		
Si	mg/L	0,33		0,11		
Tot-Al	µg/L	131	159	53	44	87
TM-Al	µg/L	70	84	17	11	31
Om-Al	µg/L	36	66	0	0	19
Labilt Al	µg/L	34	18	17	11	12
Pk-Al	µg/L	61	75	36	33	56
TOC	mg C/L	2,8		0,6		
ANC	µekv/L	-5,2		-9,3		
ANC _{mod}	µekv/L	-14,8		-11,3		

4.2 Krepssdyr

Totalt ble det registrert 23 arter krepssdyr fordelt på 14 vannlopper og ni hoppekreps (**tabell 5**). Storevatn og Stegil hadde henholdsvis 18 arter (12 vannlopper og 6 hoppekreps) og 17 arter (11 vannlopper og 6 hoppekreps). Til sammen 12 arter var felles for de to innsjøene; 9 vannlopper og 3 hoppekreps. Vannloppen *Bythotrephes longimanus* ble ikke påvist i noen av håvtrekkene (jf. **figur 7**). Den ble imidlertid funnet i høye tettheter i fiskemagene i Storevatn (**tabell 8**). Dette er en stor rovform som beveger seg raskt, og den unngår derfor vanligvis å bli fanget ved håvtrekk. Arten er moderat forsuringfølsom, og finnes også i vatn med pH < 5,0. Den forekommer oftest i lokaliteter med pH 6,0-6,5. Siden dette er en stor art, er den attraktiv som føde for fisk. Med unntak av *Latona setifera* (**figur 5**) er alle artene funnet i mer enn 10 % av innsjøene i Vest-Agder som har vært undersøkt med hensyn til litorale krepssdyr. I følge Fauna Norvegica er det registrert 53 arter (34 arter vannlopper og 19 arter hoppekreps) i Vest-Agder (Walseng & Halvorsen 1996 a,b). Etter at Limnofauna Norvegica ble publisert i 1996, er det kommet til 13 nye arter, 7 vannlopper og 6 hoppekreps. Før 2012 var *L. setifera* kun påvist i seks vann innen fylket. I Langevannet nedstrøms Stegil, som også ble undersøkt i 2012, ble arten funnet i relativt høye tettheter (Bjørn Walseng, upubl. data).

Tabell 5. Krepssdyrsamfunnenes sammensetning i Storevatn og Stegil høsten 2012 fordelt på planktoniske og littorale prøver.

Lokalitet	Storevatn	Storevatn	Storevatn	Storevatn	Stegil	Stegil	Stegil	Stegil
Dato	20.08.2012	20.08.2012	20.08.2012	20.08.2012	21.08.2012	21.08.2012	21.08.2012	21.08.2012
	plankton I	plankton II	littoral I	littoral II	plankton I	plankton II	littoral I	littoral II
Vannlopper								
<i>Latona setifera</i> (O.F.M.)			0,3					
<i>Sida crystallina</i> (O.F.M.)			+	+			+	
<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach	7,6	7,5	1,8	0,3	24,7	22,0	+	0,2
<i>Bosmina longispina</i> Leydig	46,9	39,4	53,5	70,2			+	+
<i>Acantholeberis curvirostris</i> (O.F.M.)			+					
<i>Alona affinis</i> (Leydig)			+				+	
<i>Alona rustica</i> Scott								+
<i>Alonella nana</i> (Baird)			0,6				+	0,4
<i>Alonopsis elongata</i> Sars		+	2,9	1,6			98,0	95,3
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.M.)				+			0,9	2,0
<i>Eurycerus lamellatus</i> (A.F.M.)	+							
<i>Rhynchotalona falcata</i> Sars			0,3	0,3			+	0,4
<i>Polyphemus pediculus</i> (Leuck.)							+	
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig	mage	mage			mage	mage		
Hoppekreps								
<i>Eudiaptomus gracilis</i> Sars	5,5	5,2	19,4	6,5				
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i>					0,3	1,2	+	1,2
<i>Heterocope saliens</i> (Lillj.)	0,5	0,5	1,5	1,0	1,6	1,2	+	
cal naup	1,3	0,5	0,6	3,6	1,1	1,2		
cyclopoida								
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fisch.)			+					
<i>Cyclops scutifer</i> Sars	18,0	16,4	+		1,6	0,1	+	
<i>Acanthocyclops capillatus</i> Sars					0,3			
<i>Acanthocyclops robustus</i> Sars				+				
<i>Diacyclops nanus</i> (Sars)			+				+	+
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)						0,1		
naup	20,3	30,5	7,4	2,9	70,5	74,2		
cyclopoditt indet			11,8	13,6			0,9	0,6
tot ant vannlopper	4	4	9	6	2	2	9	7
tot ant hoppekreps	3	3	5	3	4	3	4	2
tot ant arter krepssdyr	7	7	14	9	6	5	13	9
tot ant individer	7681	4262	34006	15453	738	842	10561	5123
trekk lengde	20	20	25	25	15	15	25	25
ant dyr pr m3	5434	3015	19247	8746	696	794	5978	2900

De tre survannstolerante artene, *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus*, som har vært vanlig/dominante i sure lokaliteter på Sørlandet, ble registrert.

Sammenlignet med andre innsjøer, var artsdiversiteten middels høy i de to innsjøene. De to nærliggende magasinene Nåvatn og Skjerkavatn, hadde respektive 10 arter av krepsdyr (6 vannlopper og 4 hoppekreps) og 8 arter (5 arter vannlopper og 3 arter hoppekreps) (Hesthagen & Walseng 2012). Hesthagen mfl. (2006) fant 41 arter i en undersøkelse av 9 vann i Agder, basert på samme innsats som i denne undersøkelsen.



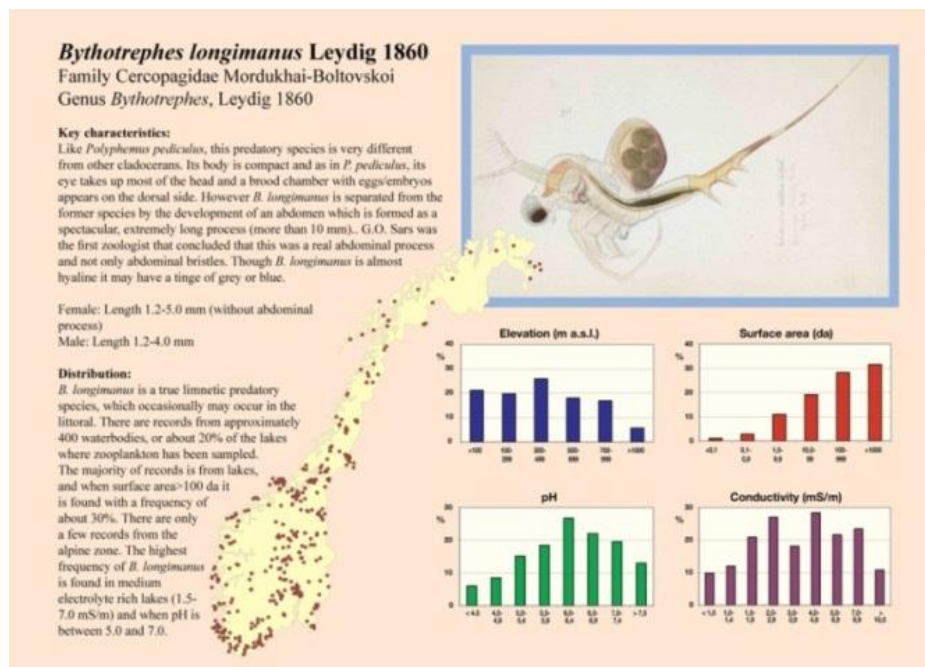
Figur 5. Vannloppen *Latona setifera*. Tegning: G.O. Sars.

4.2.1 Planktonsamfunnet

Gelekrepsen *Holopedium gibberum* er en av våre vanligste planktoniske vannlopper (**figur 6a**). Den var vanlig forekommende i Storevatn (7,6 og 7,5 % av individene i de to prøvene), mens den dominerte i Stegil (24,7 og 22,0 %). *H. gibberum* var også dominerende vannloppe i Nåvatn, mens den bare ble påvist i planktonet fra Skjerkavatnet (Hesthagen & Walseng 2012). Stor dominans av *H. gibberum* er ikke uvanlig i sommermånedene da arten er kjent som en sommerform. Den blir derfor ofte registrert i store tettheter i perioden juni-august.



Figur 6a og 6b. Vannloppene *Holopedium gibberum* (til venstre) og *Bosmina longispina*. Tegninger: G.O. Sars.



Figur 7. Faktaark for vannloppen *Bythotrephes longimanus*.

I Storevatn var *Bosmina longispina* dominerende art i planktonet, og utgjorde henholdsvis 46,9 og 39,4 % av individene i hver av de to prøvene (jf. figur 6b). I Stegil var den fraværende i planktonet til tross for at den ble påvist i littoralsonen. Totalt fravær i planktonet er sjeldent i sure lokaliteter på Sørlandet. *B. longispina* er den vanligste vannloppen i Norge, og i Sør-Norge er den påvist i nesten alle lokaliteter. Den formerer seg partenogenetisk (ukjønnnet) i løpet av sommermånedene, og antall individ kan derfor variere mye. Arten er svært tolerant overfor ekstreme miljøer, og i Nord-Sverige er den funnet i én lokalitet med pH 3,3 (Vallin 1953). Den opptrer med høy frekvens ved alle pH nivåer, men med størst andel ved pH 4,5-5,0. Ved pH lavere enn 4,5 avtar frekvensen til ca. 60 %.

Med hensyn til hoppekreps var calanoiden *Heterocope saliens* og cyclopoiden *Cyclops scutifer* felles for begge innsjøene. *H. saliens*, som ble registrert i lave tettheter (0,5-1,6 %), forekommer med høyest frekvens i sure lokaliteter. Den er funnet i ca. 70 % av alle undersøkte vannforekomster med pH 4,5-5,0. Frekvensen avtar med økende pH, og ved verdier høyere enn 7,0 er den funnet i mindre enn 20 % av alle undersøkte lokaliteter.

C. scutifer, som regnes som en moderat følsom art med tanke på forurening, hadde en livskraftig bestand i Storevatn. Her utgjorde den respektive 18,0 og 16,4 % av alle individer i de to prøvene. Det var hovedsakelig små copepoditter (cop I og cop II), men det ble også påvist voksne hunner. I Stegil ble det funnet et fåtall individer. *C. scutifer* er relativt tolerant overfor lav pH, men er aldri funnet ved pH lavere enn 4,0. I pH-intervallet 5,0-7,0 er den funnet i nesten 60 % av alle undersøkte vann. Undersøkelser har vist at arten blant annet 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). Arten var vanlig forekommende i både Nåvatn og Skjerkavatn.

I tillegg til den store calanoiden *H. saliens* hadde Storevatn og Stegil copepoditter av en mindre calanoide i planktonet. I Stegil ble et voksent individ av *Mixodiaptomus laciniatus* funnet i littoralsonen. Vi kan derfor med stor sannsynlighet slå fast at det er copepoditter av denne arten som ble funnet i planktonet, henholdsvis 0,3 og 1,2 % av de opptalte individene. *M. laciniatus* ble også funnet i Skjerkavatn. I Arendalsvassdraget er denne arten kommet inn i Nesvatn, Fyresvatn og store Finntjern etter kalking (Hindar mfl. 1997, Kaste mfl. 1999). *M. laciniatus* er sjelden ved lav pH, men i Sandvatn på heia rett vest for Nisser ble den funnet ved

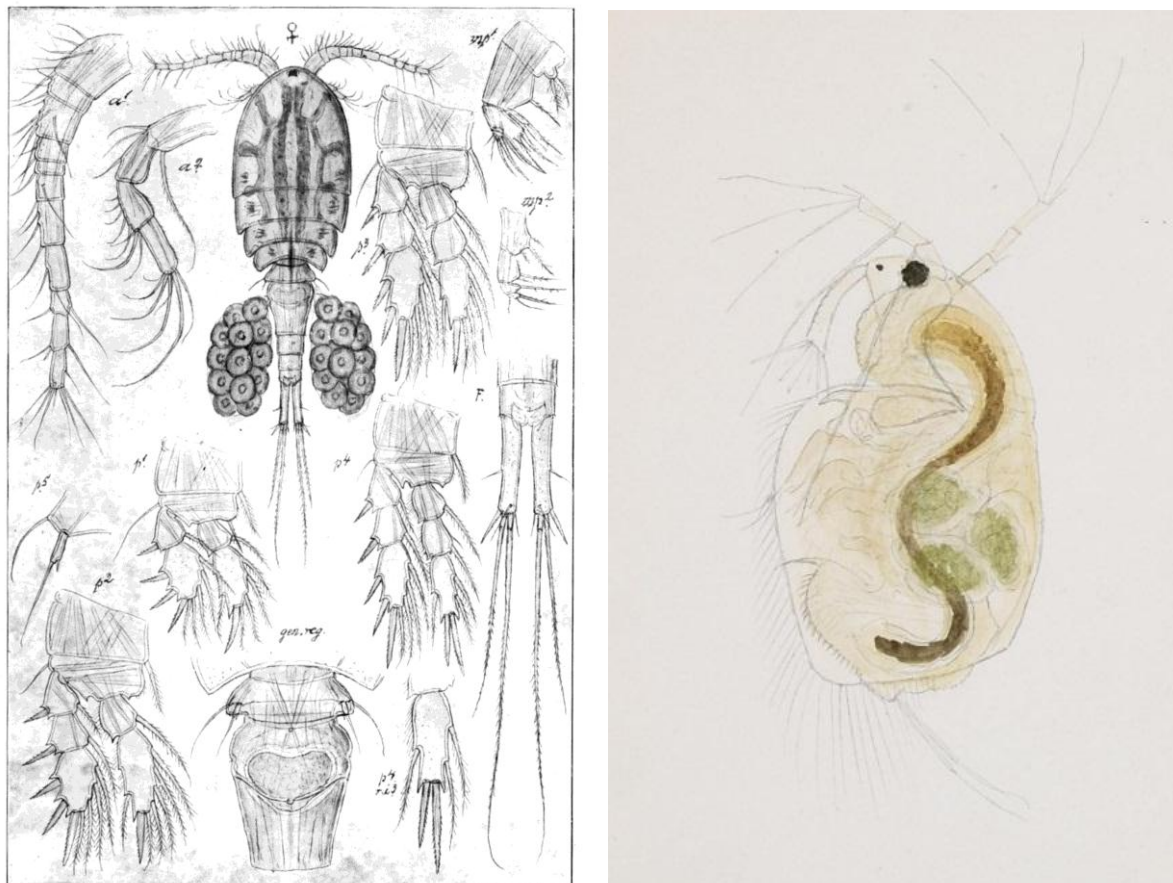
pH 4,3 (Walseng & Halvorsen 1988). Utbredelsen til denne arten kan tyde på at den er svært tolerant i forhold livsmiljø, men er konkurransesvak. Slike arter kalles gjerne opportunister. ‘

I Stegil utgjorde calanoide copepoditter (hovedsakelig cop IV) henholdsvis 5,5 og 5,2 % av individene i de to planktontrekkene. Med et lite forbehold tilhører disse *Eudiaptomus gracilis*, som er den vanligste calanoiden i Sør-Norge. I Hesthagen mfl. (2006) dominerte den i fem av ni vann. Den var også vanlig forekommende i både Skjerkavatn og Nåvatn (Hesthagen & Walseng 2012). *E. gracilis* er vanligst i vann med pH 4,5-5,0 der den er funnet i overkant av halvparten av lokalitetene. Frekvensen avtar med økende pH, men er funnet i vann med pH helt opp til 7,97, i Transjøen nær Gardermoen (Halvorsen mfl. 1994). Interessant er det imidlertid at pH 4,5 ser ut til å være en nedre grense for denne arten. Arvola et al. (1986) fant eggbærende hunner ved pH 4,0, men ikke ved pH 3,0 og 3,5.

Med hensyn til tettheten av plankton, ble det funnet i størrelsesorden 7-8 ganger flere dyr i Storevatn enn i Stegil. Hadde beregningen vært basert på biomasse, hadde forskjellen imidlertid vært liten. Det skyldes at planktonsamfunnet i Stegil var dominert av store individer av *H. gibberum*, som er en av våre største planktoniske vannlopper. Med hensyn til tettheten av dyreplankton, kan Storevatn sammenlignes med Nåvatn, og Stegil med Skjerkavatn (Hesthagen & Walseng 2012). Sistnevnte vann hadde ennå lavere tettheter enn Stegil. Dominansen av den store calanoiden *H. saliens* i Skjerkavatn bidrar til at biomassen er sammenlignbar med den i andre vann hvor vi har slike data foreligger.

4.2.2 Littoralsamfunnet

Ti tross for at littoralsamfunnene i Storevatn og Stegil var relativt artsfattige, ble det funnet langt flere arter enn i Nåvatn og Skjerkavatn. Sjøl om de fleste artene var felles for de to innsjøene, var det stor forskjell i artssammensetningen. I Storevatn var det stor dominans av *Bosmina longispina* (53,5 og 70,2 %), mens i Stegil var det i begge prøvene total dominans av *Alonopsis elongata* (98,0 og 95,3 %). I tillegg til disse artene ble vannloppene *Sida crystallina*, *Alona affinis*, *Alonella nana*, *Chydorus sphaericus* og *Rhynchotalona falcata*, funnet i begge innsjøene. Av hoppekreps ble de planktoniske formene *H. saliens* og *C. scutifer* også påvist i littoralsonen, i tillegg til cyclopoiden *Diacyclops nanus* (**figur 8a**). Sistnevnte art er svært forsuringstolerant, og er derfor regnet som en god indikator på forsuring. Det samme er tilfelle med *A. curvirostris* (**figur 8b**), som ble registrert i Storevatn og *A. rustica* som ble funnet i Stegil. For de tre artene var det kun snakk om få individ.



Figur 8a og 8b. Eksempel på en forsureningstolerant vannloppe (*Acantholeberis curvirostris*), til venstre) og hoppekreps (*Diacyclops nanus*). Tegninger: G.O. Sars.

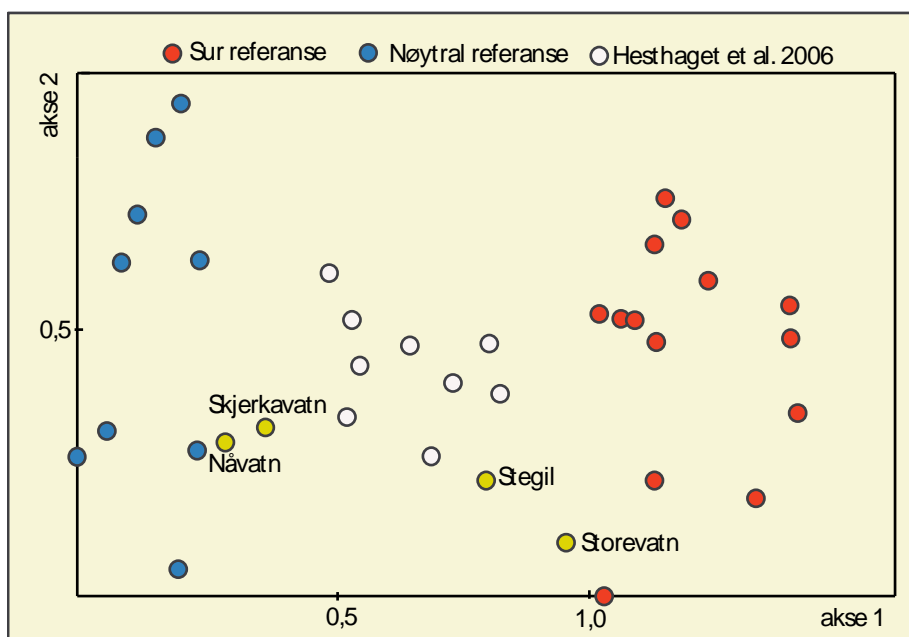
Alonopsis elongata er det vi kan kalle en typisk litoral art, og er ved siden av *Bosmina longispina* og *Polyphemus pediculus* våre mest vanligste litorale arter. *B. longispina* er like vanlig i planktonet som i litoralen. *A. elongata* har en vid utbredelse i Norge, og er registrert i 73 % av alle undersøkte lokaliteter. Den forekommer med høyest frekvens i næringsfattige lokaliteter. Den mangler i næringsrike dammer og i de mest eutrofe/hypertrofe innsjøene. *Chydorus sphaericus*, som også ble funnet i begge innsjøene, riktignok fåtallig, har også en vid utbredelse. Den er også en av våre vanligste krepsdyrarter og er funnet i 67 % av alle undersøkte lokaliteter. Den er sammen med *Alonella nana*, som også ble påvist i begge innsjøene, blant våre minste vannlopper.

Også i littoralsonen ble det funnet høyere tettheter i Storevatn enn i Stegil. I den ene prøven fra Storevatn var det 20 000 individ pr. m³. Til sammenligning ble det i en av prøvene fra Skjerkavatn i 2011 funnet hele 163 000 individ pr. m³.

4.2.3 DCA-ordinasjon

Forekomst/fravær-data av plankton fra Storevatn, Stegil, Nåvatn og Skjerkavatn, i tillegg til ni andre vann i Agder (jf. Hesthagen mfl. 2006), ble analysert passivt ved hjelp av en DCA-ordinasjon. Data besto av artslister fra respektive forsuredde og ikke-forsuredde lokaliteter (jf. metodekapittelet) (**figur 9**). Nedveiing av sjeldne arter ble benyttet. Erfaringen 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. 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. Stegil og Storevatn har flest likhetstrekk med de sure referansesjøene (jf. **figur 9**). Mens Stegil plasserer seg sammen med de sureste lokalitetene fra Agder (jf. Hesthagen mfl. 2006), legger Storevatn seg tett opp til de sure referansesjøene. Dette kan forklares med at vi ikke finner noen forsuringfølsomme arter i noen av innsjøene. I de nøytrale referansesjøene og i de minst sure innsjøene fra Hesthagen mfl. (2006), finner vi blant annet *Daphnia longispina*, som er et godt eksempel på en forsuringfølsom art. Som tidligere nevnt ble alle de tre forsuringstolerante artene, *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus*, også påvist i ett eller begge innsjøene. Forekomsten av *C. scutifer* indikerer at innsjøene likevel ikke tilhører de mest forsurede innsjøene i regionen.

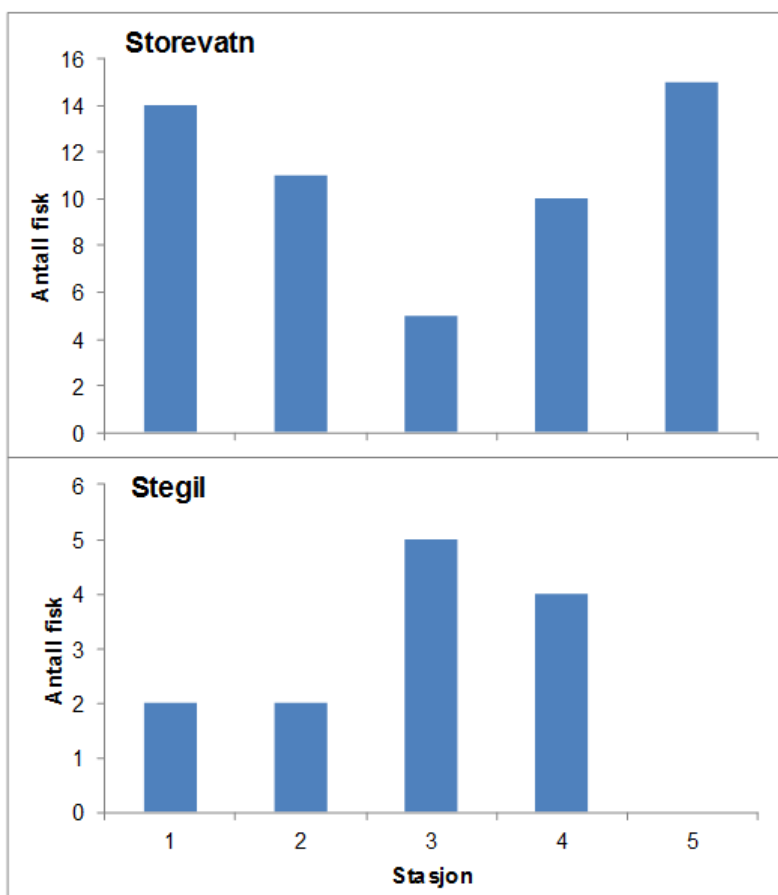


Figur 9. Passiv DCA-ordinasjon av kreps-dyrfaunaen (forekomst/fravær) i Stegil, Storevatn, Nåvatn, og Skjerkavatn, samt i ni andre lokaliteter i Agder (Hesthagen mfl. 2006).

4.3 Fisk

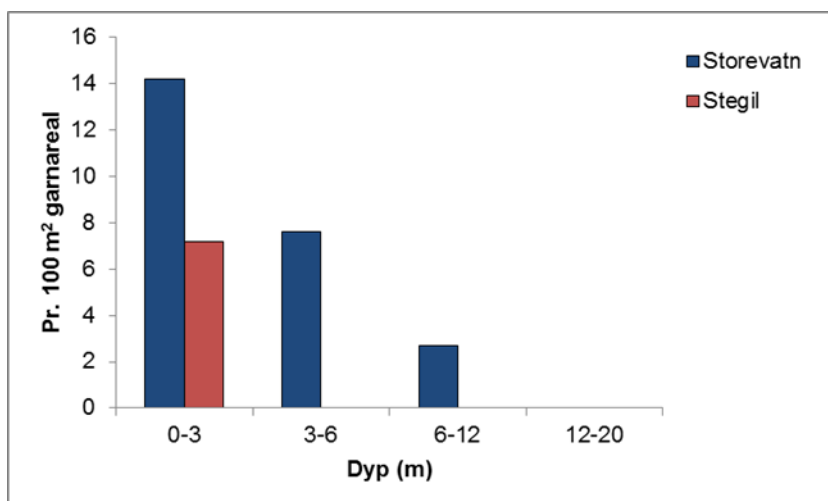
4.3.1 Fangstutbytte på garn

I Storevatn ble det fanget 55 aure som alle var merket. Det gir et utbytte i form av Cpue (antall pr. 100 m² garnareal) på 7,6 individer, som tilsvarer en tynn bestand. Mengden fisk varierte en god del i ulike deler av magasinet. De største fangstene ble tatt på stasjon 1 ved dam/utløp og stasjon 5 ved dam i vest, med henholdsvis 14 og 15 individer (**figur 10**). Det laveste utbytte var på stasjon 3, lokalisert i vika vest for innløpet. Stasjon 2 og 4 hadde intermediære fangster, med henholdsvis 11 og 10 individer. Vertikalfordelingen viser at utbyttet av aure i Storevatn avtar sterkt med økende dyp (**figur 11**). På 0-3 m dyp var Cpue 14,2 individ, mens det på 3-6 og 6-12 m dyp var henholdsvis 7,6 og 2,7 individ. Det ble ikke tatt fisk på 12-20 m dyp.



Figur 10. Antall aure fanget ved prøvefiske med garn på de enkelte stasjonene i Storevatn og Stegil høsten 2012.

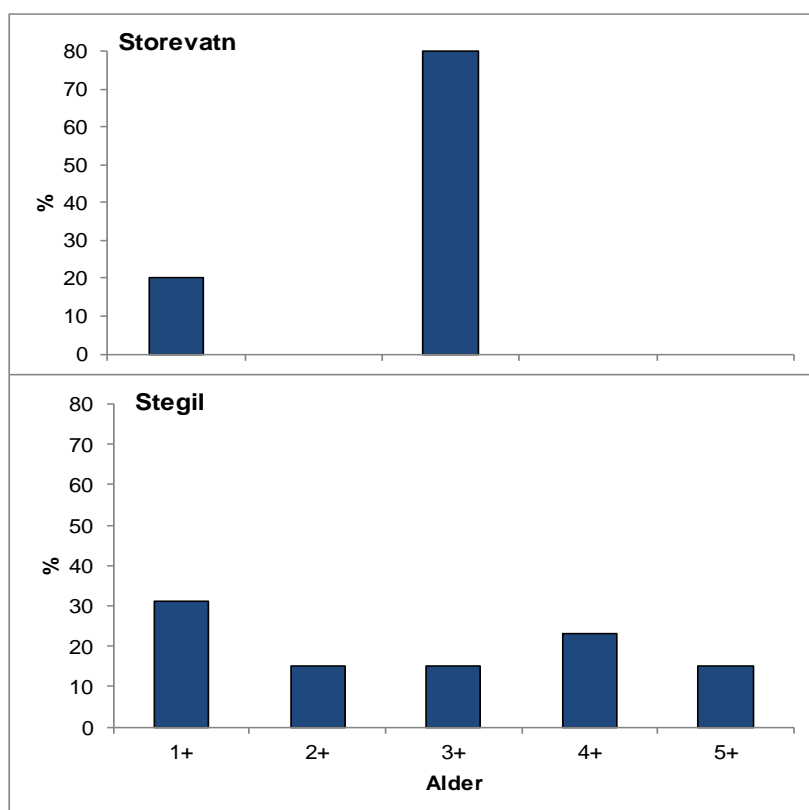
I Stegil var fangstutbyttet bare på 13 aure som alle var merket. Det tilsvarer en Cpue på 2,2 individ, eller en svært tynn bestand. Utbyttet varierte en del i ulike deler av magasinet, men materialet er for lite til å gi noen vurdering av den horisontale variasjonen. Vertikalfordelingen viser at det kun ble tatt fisk på 0-3 m dyp (Cpue=7,2), tilsvarende ca. halvparten av utbyttet på samme dyp i Storevatn.



Figur 11. Garnfangstene av aure på ulike dyp av Storevatn og Stegil høsten 2012, uttrykt som antall individ pr. 100 m² garnareal (Cpue).

4.3.2. Alder, vekst og størrelse

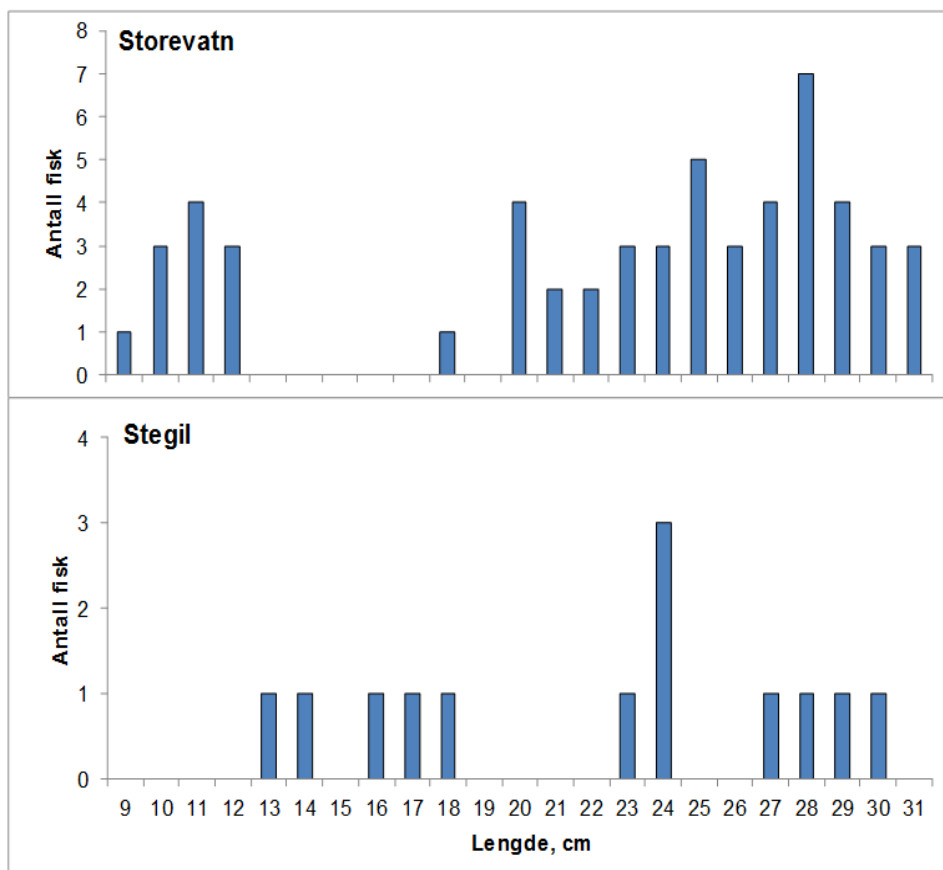
I Storevatn er aldersfordelingen i samsvar med utsetningsårene i 2009 og 2011, dvs. forekomst av 3-årig og 1-årig fisk (**figur 12**). Andelen av de to aldersgruppene var henholdsvis 80 (n=44) og 20 % (n=11). I Stegil er også aldersfordelingen i prøvefiskefangsten i samsvar med utsettingene, med de eldste individene på fem år (n=2), dvs. utsatt i 2007 (jf. **tabell 2**). I Stegil var det også innslag av fisk i aldersgruppene 1+ til 4+.



Figur 12. Aldersfordelingen hos aure i prøvefiskefangstene med garn i Storevatn og Stegil høsten 2012.

I prøvefiskefangstene fra Storevatn variet lengden hos ettåringene mellom 91-123 mm, og for tre-åringene mellom 180-311 mm (**figur 13**). Den eldste auren i Stegil oppnår ikke større lengder enn den i Storevatn til tross for at de var to år eldre. Gjennomsnittlig lengde for de fire største individene i de to innsjøene var henholdsvis 285 og 292 mm.

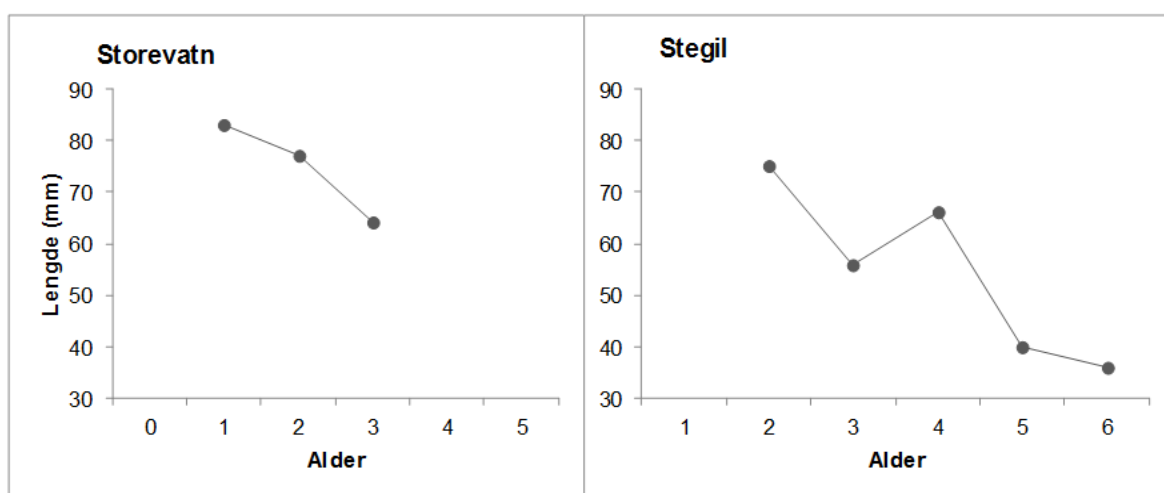
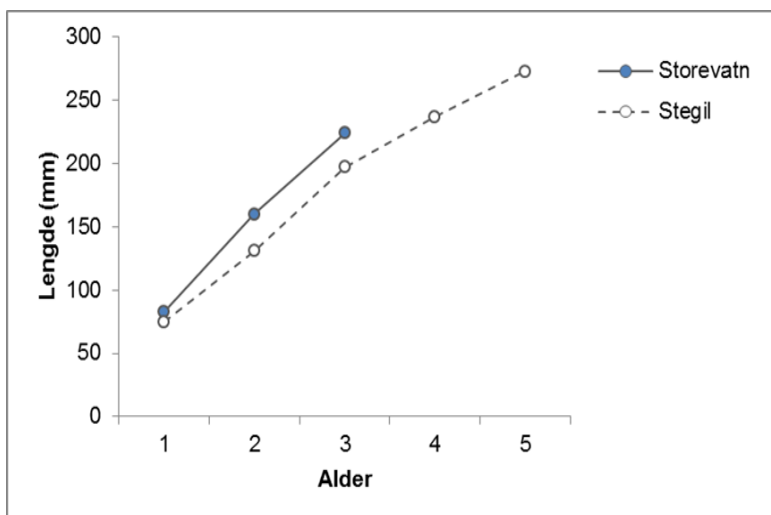
Tilbakeregnet lengde viser at auren i Storevatn har en betydelig bedre vekst enn i Stegil (**figur 14**). Oppnådd lengde etter første leveår var ikke vesentlig forskjellig, med et gjennomsnitt på henholdsvis 84 og 75 mm. Men forskjellen forsterker seg til en viss grad med økende alder, idet lengde ved alder 2 og 3 var henholdsvis 162 vs. 131 mm og 227 vs. 197 mm. Dette innebærer at auren i Storevatn har en vekstøkning i andre leveår på 78 mm, mot 66 mm i Stegil. I tredje leveår er derimot tilveksten omtrent den samme i de to lokalitetene, med henholdsvis 65 og 66 mm. I fjerde og femte leveår er tilveksten hos auren i Stegil henholdsvis 40 og 36 mm.



Figur 13. Lengdefordelingen hos auren tatt ved prøvefiske i Storevatn og Stegil høsten 2012.



Mye av auren tatt i Storevatn høsten 2012 var uvanlig feit. Foto: Trygve Hesthagen



Figur 14. Tilbakeberegnet lengde ved gitt alder (øverst) og årlig tilvekst (nedst) hos auren i Storevatn og Stegil, basert på fangstene høsten 2012.

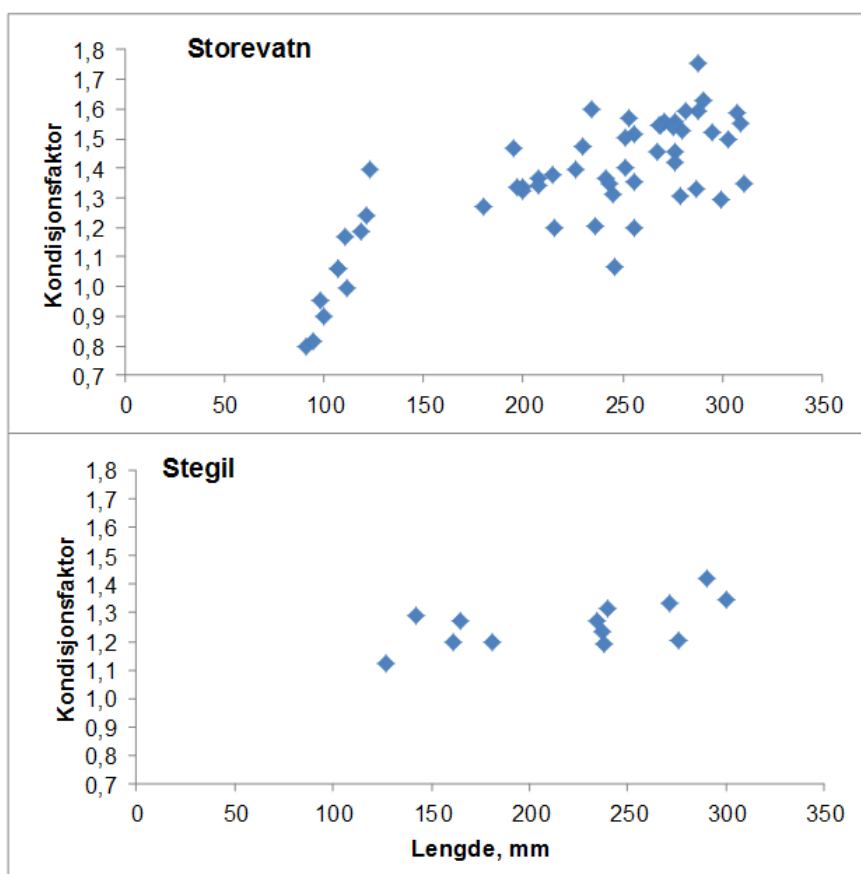
Tabell 6. Gjennomsnittlig lengde og vekt ± standard avvik (sd) hos auren i ulike aldersgrupper fanget i Storevatn og Stegil høsten 2012. n=antall fisk.

Alder	Storevatn			Stegil		
	Gj.lengde±sd	Gj. vekt±sd	n	Gj.lengde±sd	Gj. vekt±sd	n
1+	108±11	14,1±6	11	155±21	48±18	5
2+				234±00	163±00	1
3+	255±35	255±108	44	239±02	173±13	2
4+				266±26	258±93	3
5+				288±17	309±78	2

4.3.3. Kondisjon og kjøttfarge

Auren i Storevatn har en uvanlig høy kondisjonsfaktor (K-faktor) (**figur 15**). Rett nok hadde noen ettåringer en K-faktor under 1,0, men ellers varierte den mellom 1,05-1,41. Beregning av K-faktoren være noe misvisende for små fisk fordi unøyaktige vektmålinger kan gi store utslag. Blant 3-åringene var gjennomsnittlig K-faktor hele $1,43 \pm 0,14$ ($n=44$). Dette tilsvarer meget feit fisk. K-faktoren økte også med økende fiskelengde, et tegn på gode vekstforhold. Den høyeste K-faktoren for ett enkelt individ var hele 1,72! Også auren i Stegil hadde en høy K-faktor, med en gjennomsnittlig verdi på $1,26 \pm 0,08$ ($n=13$). Dette innebærer at fisken må vurderes som feit.

Hos den ettårige auren i Storevatn ble kjøttfargen ikke vurdert fordi slik små fisk vanligvis er kvit i kjøttet. Blant 3-åringene var det en dominans av fisk med rød kjøttfarge (58 %). Videre hadde 15 individ lyserød kjøttfarge (33 %), mens de resterende var kvit i kjøttet (9 %). I Stegil hadde ingen fisk rød kjøttfarge. De fleste hadde lys kjøttfarge ($n=11$), mens resten altså var hvite ($n=2$). Noe av forklaringen på denne forskjellen er nok at fisken i Stegil gjennomgående var mindre enn i Storevatn (jf. **figur 13**).



Figur 10. Kondisjonsfaktoren hos auren i Storevatn og Stegil høsten 2012, sett i forhold til deres kroppslengde.

4.3.4. Kjønnsmodning

Hos hannene i Stegil var det en dominans av kjønnsmodne individ (**tabell 7**). Blant de seks hunnene var bare ett individ kjønnsmodent, som hadde en lengde på 271 mm. I Storevatn var 25 av 32 hanner kjønnsmodne (78 %), mot bare 8 av 23 hunner (35 %). Blant de 3-åringene hunnene var de kjønnsmodne individene betydelig lengre enn de umodne, med gjennomsnittlige lengder på henholdsvis 281 ± 26 ($n=8$) og 225 ± 32 mm ($n=10$). Blant hannene var derimot de umodne noe større enn de modne, med gjennomsnittlige lengder på henholdsvis 260 ± 32 ($n=24$) og 246 ± 7 ($n=2$).

Tabell 7. Antall umodne og modne hanner og hunner blant aure som ble fanget ved prøvafiske i Stegil og Storevatn høsten 2012.

Innsjø	Kjønn	Umodne individ	Modne individ
Stegil	Hanner	1	6
Stegil	Hunner	5	1
Storevatn	Hanner	7	25
Storevatn	Hunner	15	8

4.3.5. Ernæring

Auren i Storevatn og Stegil hadde betydelige forskjeller i dietten (**tabell 8**). I Storevatn hadde fisken i stor grad ernært seg av den store vannloppen *Bythotrephes longimanus*, med en volumprosent (Volum-%) på 48. Andre næringsemner av betydning var ulike vannlevende insekter, både adult (voksne) og larver, med totalt 41 V-%. Videre utgjorde overflateinsekter vel 11 V-% av dietten. I Stegil hadde auren i stor grad ernært seg av overflateinsekter (53 V-%) og ulike vanninsekter, spesielt vårfluelarver (36,5 V-%). Her var *B. longimanus* eneste dyreplanktonarten som inngikk i dietten, med 10 V-%. Snegl ble registrert i én mage.

Tabell 8. Ernæringen hos aure fanget i Storevatn og Stegil i slutten av august 2012, uttrykt i volumprosent (V-%). Antall undersøkte mageprøver var henholdsvis 20 og 13 stk.

Næringsgruppe	Storevatn	Stegil
Overflateinsekter	11,3	53,1
<i>Bythotrephes longimanus</i>	47,7	10,0
Linsekreps		0,2
Fjærmygg larver/pupper	0,5	0,9
Vårfluelarver	8,7	19,4
Mudderfluelarver	4,6	
Døgnfluelarver	0,3	
Vannkalv-adult	14,3	8,3
Vannkalv-larver	10,1	7,9
Stankelbein-larver	2,5	
Snegl		0,2

4.3.6. El-fiske

Ved Storevatn ble ei 50 m lang strekning i innløpet el-fisket, men uten at det ble fanget fisk. Ved Stegil ble ei strekning på 60 m i Sløkeliibekken el-fisket, men heller ikke her ble det fanget fisk.



Innløpsbekken til Storevatn. Foto: Trygve Hesthagen.



Innløpet til Storevatn kan bli en gytebekk, men foreløpig har fisken problemer med oppgangen. Foto: Trygve Hesthagen.

5 Diskusjon

De stedeagne aurebestandene i Storevatn og Stegil gikk trolig tapt i løpet av 1960-tallet, og nye bestander er ennå ikke etablert. Ved et prøvefiske i 1972 ble det ikke fanget fisk i noen av de to magasinene (Gunnerød mfl. 1981). For Stegil var trolig reguleringen i 1950 den direkte årsaken til at aurebestanden forsvant fordi alle gyteplassene forsvant. Aurebestanden i Storevatn var trolig godt som tapt på grunn av forsuring før reguleringen i 1966. De første vannkjemiske målingene i de to innsjøene ble foretatt høsten 1972, og da var de allerede sterkt forsuret med 4,5-4,6 i pH (Gunnerød mfl. 1981). Også aurebestanden i Stegil ville derfor etter hvert ha fått sviktende rekruttering på grunn av forsuring, uavhengig av reguleringen. Også andre aurebestander i området forsvant på 1960-tallet. Det gjelder f.eks. den i Langevannet nedstrøms Stegil, der det skjedde rundt 1960-65 (Odd Arild Eikeland, pers. medd.).

Både Storevatn og Stegil er næringsfattige innsjøer med lav produksjon. I tillegg begrenser reguleringene i betydelig grad produksjonskapasiteten, med vannstandsvariasjoner gjennom året på henholdsvis 6 og 8 m. Innsjøene er også fremdeles i betydelig grad forsuret, med pH i tilløpsbekker og sjølve magasinene på 4,99-5,39. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og alkalitet viser også at vannkvaliteten er dårlig, med henholdsvis -11,3 vs. -14,8 $\mu\text{ekv/L}$ og 5 vs. 0 $\mu\text{ekv/L}$. Innholdet av giftig labilt Al er derimot ikke lenger spesielt høyt, med 11-34 $\mu\text{g/L}$. Stegil er også i betydelig grad humuspåvirket, med et siktedyp på bare 2,5 m. Dette er et mål på hvor langt sollyset trenger ned i vatnet. Innholdet av total organisk karbon og fargetallene gjenspeiler også siktedypet. Lokalteter med tilsvarende siktedyp som Stegil har en mye lavere primærproduksjon enn klarvannsjøer. Dette påvirker sekundærproduksjon, og dermed også fiskeproduksjon. Storevatn har mye klarere vann med et siktedyp på 9½ m, og følgelig en høyere primærproduksjon. Men innsjøen er lokalisert vel 100 m høyere enn Stegil, og har derfor en kortere vekstsesong.

Planktonsamfunnene i Storevatn og Stegil karakteriseres som middels forsuringsskadede. De har mange fellestrekk med andre svakt forsurede vann innen regionen. Planktonsamfunnene deres skiller seg likevel noe fra de i Nåvatn og Skjerkavatn ved at littoralfaunen har en større diversitet. Da vannkvaliteten i disse regulerede innsjøene er relativt lik, kan det ha sammenheng med at reguleringsgraden er noe forskjellig. Krepsdyrsamfunnet i Storevatn og Stegil er likevel klart assosiert med en survannsfauna, med 22 registrerte arter fordelt på 14 vannlopper og 8 hoppekreps. Med unntak av vannloppene *Latona setifera* og *Drepanothrix dentata*, er alle arter funnet i mer enn 10 % av tidligere undersøkte vann i Vest-Agder. I følge Fauna Norvegica er det registrert 53 arter i fylket; 34 vannlopper og 19 hoppekreps (Walseng & Halvorsen 1996 a, b). *L. setifera* og *D. dentata* er tidligere kun blitt påvist i fire vann i Vest-Agder. Tidligere undersøkelser inkluderer oftest fire planktoniske og fire litorale arter fra hvert vann. Sett i denne sammenheng kan artsantallet i Storevatn og Stegil betegnes som relativt høyt.

Storevatn har fortsatt en tynn aurebestand, idet utbyttet (Cpue) bare var på 7,6 individ. Fisken vokser bra, og ut fra K-faktoren er kvaliteten uvanlig god. Men økt bestandsstørrelse etter flere utsetninger i årene framover, vil føre til økt næringskonkurranse. Beskatningen i Storevatn er også begrenset fordi det ligger langt fra vei. Vi anbefaler derfor at utsetningsmengden blir noe redusert i de kommende årene. Da blir bestanden bedre tilpasset næringsgrunnet og produksjonskapasiteten i en slik høyereliggende, næringsfattig og regulert innsjø, som i tillegg er forsuret. Med tanke på å oppnå et best mulig fritidsfiske, er det viktig at bestanden består av så storvokst fisk som mulig. Vi foreslår derfor at utsetningspålegget blir endret fra 3 000 til 2 000 énsomrig settefisk annet hvert år. Det er viktig at settefisk blir godt spredt slik at næringsgrunnet i hele magasinet blir best mulig utnyttet.

Stegil har en meget tynn aurebestand, med et fangstutbyttet (Cpue) på kun 2,2 individ. To garn på 20 omfars maskevidde som ble satt i den østligste deler av magasinet i juli 2012 ga imidlertid hele 20-25 fisker (Odd Arild Eikeland, pers. medd.). Gjennomsnittsstørrelsen var på ca. 300 gram. Men fangsten var dominert av bekkerye, og sier derfor lite om aurebestanden. Fritidsfiske i Stegil vurderes som beskjedent, og gode enkeltfangster kan inntreffe. I tidlig sep-

tember 2012 ble det for øvrig tatt to aure i den vestlige delen som hver veide ca. 1 kg (Odd Arild Eikeland, pers. medd.). At auren i prøvofisikefangsten fra 2012 hadde så bra kondisjon i et slikt næringsfattig og sterkt regulert vann, forsterker inntrykket av at magasinet har en svært tynn aurebestand. De årlige utsettingene i Stegil er altså betydelig større enn i Storevatn, med henholdsvis 11,2 og 7,2 individ pr. ha. Det betyr at fisken i Stegil har en mye høyere dødelighet enn i Storevatn. Dette kan ha sammenheng med flere faktorer, som næringsforholdene, vannstandsmanøvrering og reguleringsgrad. Materialet er lite, men aldersfordelingen antyder en viss variasjon i årsklassestyrken, altså årsvariasjoner i overlevelse (jf. **figur 12**). Vi anbefaler derfor at utsettingene i Stegil blir økt en god del; fra 2 000 til 3 500 énsomrig individ pr. år. Etter at dette har vært gjennomført i noen år, bør bestandsforholdene igjen undersøkes. Det er viktig at settefisken blir spredt rundt hele magasinet. Fisken har hittil vært satt ut i slutten av juni, som om mulig bør endres til midten av juli. Da er tilgangen på næringsdyr større, noe som kan gi settefisken økt vekst og overlevelse. Aurebestanden i Stegil beskattes optimalt med 20 omfars garn (31,5 mm maskevidde). Det innebærer at fisken blir fanget ved en størrelse på ca. 30 cm, da tilveksten er i ferd med å flate ut (jf. **figur 14**). I tillegg kan man med fordel benytte garn med noe grovere maskevidde for å ta ut den større fisken i bestanden.

Det biologiske målet for reguleringsmagasinene i Mandalsvassdraget er å etablere reproduserende aurebestander med et høstbart overskudd av kvalitetsmessig god fisk (Anonym 2010). Men etter reguleringene har ikke Storevatn og Stegil lenger gytebekker for naturlig rekruttering. Det er imidlertid mulig med relativt enkle midler å legge til rette for at begge magasinene igjen kan få sjølreproduserende aurebestander. For Storevatn gjelder dette innløpet i sør, der problemet i dag er et oppgangshinder der bekken renner ut i vatnet. Oppgangen bør legges på vestsida av bekken, der det er en smal passasje fra før. Her er det nødvendig å fjerne stein eller bygge en terskel for at fisk skal kunne gå opp i bekken. Den har ei potensiell gytestrekning på minst 100 m, med ei bredde på 0,5 til 4,0 m og dominerende dyp på 10-30 cm. Det var flere mindre områder i bekken som ble vurdert som aktuelle gyteplasser, og det er ikke behov for tilførsel av gytesubstrat. Bekken har flere strømkreninger (brekk), etterfulgt av stillere partier eller loner. Den synes å ha bra vannføring, men er noe grunn med fare for bunnfrysing. Dette kan forårsake økt dødelighet på rogn i løpet av vinteren. Klimatiske forhold kan derfor påvirke gyte- og rekrutteringssuksessen i denne bekken. Det er også mulig å skape noen gyteplasser i bekken som renner ned i magasinet i sørøst. Her må det eventuelt sprenges en passasje helt nederst for at fisken skal kunne gå opp i bekken. Ellers renner bekken over en del svaberg og stor stein. Etter ca. 30 m er det et betydelig vandringshinder på > 1 m. Bekken må tilføres noe gytesubstrat. De to tilløpsbekkene har trolig et tilstrekkelig areal til å fullrekruttere Storevatn med aure. Også Sløkeliibekken til Stegil er det mulig å etablere som gytebekk. Men her må det først fjernes noen større steiner, og eventuelt tilføres egnet gytesubstrat. Bekken har et potensielt gyteareal på ca. 60 x 0,5 m, som ikke er tilstrekkelig til å fullrekruttere Stegil med aure. Det vil derfor likevel være nødvendig med forsterkningsutsettinger.

Vannkvaliteten i tilløpsbekkene til Storevatn og Stegil må fremdeles vurderes som en flaskehals for at rekrutteringen hos aure skal bli vellykket. I 2012 var pH 5,20-5,39, innholdet av labilt Al 11-18 µg/L og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) - 11 til -15 µekv/L (målinger fra magasinene). Disse verdiene for ANC skal normalt resultere i sviktende naturlig rekruttering hos aure (Hesthagen mfl. 2008). Men forsuringen i Sør-Norge har avtatt klart i løpet av de siste årene, sjøl om utviklingen har stoppet noe opp i seinere tid (KLIF 2012). Man må likevel forvente at vannkvaliteten på sikt vil bedre seg ytterligere, og bli akseptabel for naturlig rekruttering hos aure. Man kan derfor allerede nå planlegge de foreslåtte habitatforbedrende tiltakene i tilløpsbekkene til Storevatn og Stegil.

Sommeren 2012 ble det altså fanget en del bekkerøye på garn av lokale fiskere i den østlige delen av Stegil. Prøvefiske ble foretatt lengre vest i magasinet, og ga altså bare aure. Trolig reproducerer bekkerøya i sidevassdraget som omfattes av Fjeddetjønna i den østlige delen av Stegil (Odd Arild Eikeland, pers. medd.). Det synes som bekkerøya er stasjonær og holder seg til et avgrenset område av Stegil. Det er fremdeles flere reproduserende bestander av bekkerøye i øvre deler av Mandalsvassdraget (Hesthagen & Kleiven 2013).

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 Poll.* 85: 401-406.
- Arvola, L., Salonen, K., Bergström, I., Heinänen, A. & Ojala, A. 1986. Effects of experimental acidification on phyto-, bacterio- and zooplankton in enclosures of a highly humic lake. *Int. Revue ges. Hydrobiol.* 71: 737-758.
- DeMott, W. R. 1982. Feeding selectivities and relative ingestion rates in *Daphnia* and *Bosmina*. *Limnol. Oceanogr.* 27: 518-527.
- Eie, J.A. 1982. Atnavassdraget hydrografi og evertebrater - en oversikt. Kontaktutvalg Vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 41: 1-76.
- Elgmork, K. 1981. Extraordinary prolongation of the life cycle in a freshwater planktonic copepod. *Holarct. Ecol.* 4: 278-290.
- Elgmork, K. 1985. Prolonged life cycles in the planktonic copepod *Cyclops scutifer* Sars. *Verh. int. Ver. Limnol.* 22: 3154-3158.
- Elgmork, K. & Eie, J.A. 1989. Two- and three-year life cycles in the planktonic copepod *Cyclops scutifer* in two high mountain lakes. *Holarct. Ecol.* 12: 60-69.
- Eriksson, F., Hornström, E., Mossberg, P. & Nyberg, P. 1983. Ecological effects of lime treatment of acidified lakes and rivers in Sweden. *Hydrobiol.* 101: 145-164.
- Flössner, D. 1972. Krebstiere, Crustacea, Kiemen- und Blattfüsser, Branchiopoda, Fischläuse, Branchiura. *Tierwelt Deutschl.* 60: 1-501.
- Gravem, F.R. & Gregersen, H. 2006. Uldalsvassdraget – vurdering av utsettingspålegg. SWECO Grøner AS, Rapport 1-2006. 54 s.
- Gunnerød, T.B., Møkkelgjerd, P.I., Klemetsen, C.E., Hvidsten, N.A. & Garnås, E. 1981. Fiskebiologiske undersøkelser i regulerte vassdrag på Sørlandet 1972-1978. DVF-Reguleringsundersøkelsene, Rapport 4-1981. 206 s.
- Halvorsen, G. & K. Elgmork 1976. Vertical distribution and seasonal cycle of *Cyclops scutifer* Sars (Crustacea, Copepoda) in two oligotrophic lakes in southern Norway. *Norw. J. Zool.* 24: 142-160.
- Halvorsen, G., Storeid, S.E., Sporsheim, P. & Walseng, B. 1994. Ferskvannsbiologiske undersøkelser av grytehullsjøene i Gardermo-området. NINA Forskningsrapport 57. 42 s.
- Haraldstad, Ø. & Ousdal, J.-O. 1988. Utsetting av bekkerøye i Roskreppfjorden. Rapport fra kontrollfisket i 1986. Fylkesmannen i Vest-Agder Miljøvernavdelingen, Rapport 1/1988. 25 s. + vedlegg.
- 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. 2003. Reetablering av aure i reguleringsmagasin på Sørlandet. Fiskebiologiske undersøkelser i Store Kvernevatt og Langevatn-magasinet i Mandalsvassdraget høsten 2003. – NINA Minirapport 42. 23 s.
- Hesthagen, T. 2005. Reetablering av aure i reguleringsmagasiner på Sørlandet. Fiskebiologiske undersøkelser i Ørevatt, Brelandsvatt og Juvatt i Mandalsvassdraget høsten 2004. NINA Minirapport 101. 25 s.
- Hesthagen, T. 2011. Plan om tilleggsregulering av Langevatn-magasinet i Mandalsvassdraget – En analyse av mulige effekter på fisk. NINA Rapport 770. 29 s.

- Hesthagen, T. & Haugland, S. 2006. Fiskebiologiske undersøkelser i Nåvatn-magasinet og Hagedalsvatn i Mandalsvassdraget høsten 2005. NINA Minirapport 160. 16 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 forsuringskadede 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. Reproduserende bestander av bekkerøye (*Salvelinus fontinalis*) i Norge pr. 2013. NINA Rapport 900.
- 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.
- Hindar, A., Walseng, B., Lindstrøm, E.-A., Brandrud, T.E., Larsen, B.M. & Skiple, A. 1997. Arendalsvassdraget. - S. 28-41 i: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-Notat 1997-1.
- Jørgensen, I. 1972. Forandringer i strukturen til planktoniske og littorale Crustacea-samfunn under gjengroing av humusvann i området Nordmarka og Krokskogen ved Oslo, korrelert med hydrografiske data. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi, Univ. i Oslo. 83 s.
- Kaste, Ø., Brettum, P., Kleiven, E., Kroglund, F., Oug, E. & Walseng, B. 1999. Store Finntjern i Aust-Agder Vannkjemisk og biologisk utvikling i løpet av 15 år med kalking. NIVA Rapport. ISBN 82-577-3632-5. 72 s.
- Kiefer, F. 1973. Ruderfusskrebse (Copepoden). - Kosmos-Verlag, Franckh, Stuttgart. 99 s.
- Kiefer, F. 1978. Freilebende Copepoda. - S. 1-343 i: Elster, H. J. & Ohle, W. (red.). *Das Zooplankton der Binnengewässer* 26.
- 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. 2004a. The influence of total organic carbon (TOC) on the relationship between acid neutralizing capacity (ANC) and fish status in Norwegian lakes. *Sci. Total Environ.* 326: 63-69.
- Lydersen, E., Larssen, T. & Fjeld, E. 2004b. Betydningen av humus for forholdet mellom syre-nøytraliseringskapasitet (ANC) og fiskestatus i norske innsjøer. pH-status 10 (nr.1-2004): 4-5.
- 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.
- Næsje, T. & Haraldstad, Ø. 1986. Bekkerøyeundersøkelser i Njardarheim 1982-1984. Fylkesmannen i Vest-Agder Miljøvernavdelingen Rapport 2/86. 34 s.
- Rylov, W.M. 1948. *Freshwater Cyclopoida. Fauna USSR, Crustacea* 3 (3). Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1963. 314 s.

- Saltveit, S.J. 1994a. Fiskebiologiske undersøkelser i forbindelse med nye Skjerka kraftverk i Vest-Agder. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 153. 55 s.
- Saltveit, S.J. 1994b. En vurdering av tiltak og fiskeutsettinger i reguleringsmagasinene Skjerkevatt, Nåvatn og Stegilsvatn, i Vest-Agder. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, Notat nr.1-1994.15 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.
- Skjelkvåle, B.L., Stoddard, J.L., Jeffries D., Tørseth, K., Hågåsen, T., Bowman, J., Mannio J, Monteith, D., Moselo, R., Rogora, M., Rzychon, D., Vesely, J., Wieting, J., Wilander, A. & Worsztynowicz, A. 2005. Regional scale evidence for improvements in surface water chemistry 1990-2001. Environ. Poll. 137: 165-176.
- Smirnov, N.N. 1971. Chydoridae. Fauna USSR, Crustacea 1 (2). - Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1974. 644 s.
- ter Braak, C.J.F. & Smilauer, P. 1998. CANOCO reference manual and User's guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination, (version 4). Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA.
- Vallin, S. 1953. Zwei acidotrophe Seen im Küstengebiet von Nordschweden. Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm 34: 167-189.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996. Vannlopper. - S. 95-99 i: Aagaard, K. & Dolmen, D. (red.). Limnofauna norvegica, katalog over norsk ferskvannsf fauna. Tapir, Trondheim.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996. Hoppekreps. - S. 103-107 i: Aagaard, K. & Dolmen, D. (red.). Limnofauna norvegica, katalog over norsk ferskvannsf fauna. Tapir, Trondheim.
- Walseng, B. 2004. Lygna - 5 Krepssdyr. - S. 95-97 i: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2003. DN-Notat 2004-2.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1988. Krepssdyrundersøkelser i forbindelse med byggingen av Napetjern kraftverk. Økoforsk Utredning 1988, 15. 41 s.
- Walseng, B., Halvorsen, G. & Schartau, A.K.L. 1994. Ferskvannsbilologiske undersøkelser i Kvenna. NINA Oppdragsmelding 321. 33 s.



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

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

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

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

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger