

1612

NINA Rapport

Fiskebiologiske undersøkelser i de to regulerte innsjøene Lille og Store Kvernevatn i Mandalsvassdraget høsten 2018

Trygve Hesthagen



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære 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. 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.

Fiskebiologiske undersøkelser i de to regulerte innsjøene Lille og Store Kvernevatn i Mandalsvassdraget høsten 2018

Trygve Hesthagen

Hesthagen, T. 2019. Fiskebiologiske undersøkelser i de to regulerte innsjøene Lille og Store Kvernevatn i Mandalsvassdraget høsten 2018. NINA Rapport 1612.

Trondheim april 2019

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3354-5

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 Ingeborg Palm Helland (sign.)

OPPDRAAGSGIVER

Agder Energi Vannkraft

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Aleksander Andersen

FORSIDEBILDE

Gamle elveleiet mellom Krokvatn og Store Kvernevatn.

Foto: Nils Børge Kile.

NØKKEWORD

- Mandalsvassdraget, Vest-Agder
- Vannkvalitet
- Fisk (ørret)
- Utsettinger
- Etterundersøkelser
- Vassdragsreguleringer

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen

Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Hesthagen, T. 2019. Fiskebiologiske undersøkelser i de to regulerte innsjøene Lille og Store Kvernevatn i Mandalsvassdraget høsten 2018. NINA Rapport 1612. Norsk institutt for naturforskning.

Rapporten omhandler vannkvalitet og bestandsforholdene hos ørreten i Store og Lille Kvernevatn i øvre deler av Mandalsvassdraget. Store Kvernevatn har en reguleringshøyde på 25,8 m, mens Lille Kvernevatn er påvirket av reguleringen ved tilførsel av vatn fra Store Kvernevatn. Begge innsjøene ble prøvefisket med nordisk oversiktsgarn i september 2018. Utbyttet blir uttrykt som fangst pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue). Garna ble satt på standard dyp; 0-3, 3-6 og 6-12 m. Fiskebestanden og vannkvaliteten i Store Kvernevatn ble også undersøkt i 2003, 2009 og 2014. Lille Kvernevatn ble undersøkt i 2014. Utsettingene i Store Kvernevatn kom i gang i 2006 med 3000 énsomrig individ. I 2010 og 2015 ble de årlige utsettingene redusert til henholdsvis 2000 og 1000 individ. I Lille Kvernevatn startet utsettingene i 2011 og siden har det vært satt ut 200-250 individ hvert år.

Innsjøene i øvre deler av Mandalsvassdraget er fremdeles påvirket av forsurening. I perioden 2003-2018 har imidlertid vannkvaliteten i Store Kvernevatn blitt betydelig bedre. I tre tilløpsbekker og i selve magasinet varierte pH i 2003 og 2018 mellom henholdsvis 4,91-5,16 og 5,57-5,63. Innholdet av giftig labilt aluminium (Ali) var henholdsvis 53-72 µg/L og <10-25 µg/L. I 2003 var syrenøytraliserende kapasitet (ANC) negativ med -3 til -8 µekv/L. I 2018 viste alle prøvene positive verdier med +4 til +11 µekv/L. Lille Kvernevatn (utløpet) hadde i 2014 pH 5,27, mot 5,52 i 2018. Innholdet av Ali og ANC i de to årene var henholdsvis 29 vs. 16 µg/L og -6 vs. -2 µekv/L.

Store Kvernevatn var i 2003 nærmest fisketom, idet prøvefisket ga et utbytte på bare ett individ. I 2009 og etter tre år med utsettinger ble det fanget 93 individ (Cpue=12,9). I 2014 og 2018 var utbyttet noe mindre med Cpue på henholdsvis 7,2 og 8,5 individ. I 2009 bestod ørretbestanden i hovedsak av utsatt fisk (97,9 %). I 2014 og 2018 var denne andelen henholdsvis 69,2 og 77,1 %. Nedgangen i fangstutbyttet fra 2009 og fram til 2014/2018 skyldes med stor sannsynlighet de reduserte utsettingene i seinere år. Produksjonsgrunnlaget er kraftig redusert pga. reguleringen på 25,8 m og en fortsatt noe marginal vannkvalitet. Og fiskens tilvekst og størrelse tilsier at næringsgrunnlaget er relativt dårlig. Fisket i Store Kvernevatn er ubetydelig. Fordi den naturlige rekrutteringen fortsatt er svært begrenset, anbefaler vi å opprettholde en årlig utsetting på 1000 individ. Det er ukjent om villfisker som ble fanget under prøvefiske stammer fra én eller flere av tilløpsbekkene, innsjøgyting eller om den har vandret ned fra ovenforliggende lokaliteter. Vannkvaliteten i tilløpsbekkene antas nå å være tilfredsstillende mht. reproduksjon hos ørret. De fysiske forholdene blir imidlertid vurderte som marginale for gyting.

I Lille Kvernevatn var fangstutbyttet noe høyere enn i Store Kvernevatn, både i 2014 (Cpue=12,2) og 2018 (Cpue=13,9). Det tilsier en middels tett ørretbestand, med en andel settefisk på henholdsvis 45,5 og 76,0 %. Fisker er småvokst og har relativt dårlig vekst. Det blir drevet noe sportsfiske blant hytteeierne i området. En bør tilstrebe å ha en bestand med så storvokst fisk som mulig. Høsten 2018 ble det påvist yngel, eldre ungfisk og gytefisk både på inn- og utløpet av Lille Kvernevatn. Det antas at den naturlige rekrutteringen vil øke ytterligere i årene framover. Vi anbefaler derfor at utsettingene avsluttes for en periode på fire år.

Trygve Hesthagen, Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim. E-post: trygve.hesthagen@nina.no. Mobil: 99593389.

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Områdebeskrivelse	8
2.1 Beliggenhet og reguleringer	8
2.2 Fiskeutsetninger	9
3 Materiale og metoder	11
3.1 Vannkjemiske analyser	11
3.2 Garnfiske og prøvetaking av fisk	11
4 Resultater	13
4.1 Vannkvalitet	13
4.2 Fisk	15
4.2.1 Fangstutbytte på garn	15
4.2.2 Vertikalfordeling	16
4.2.3 Horisontalfordeling	18
4.2.4 Forholdet mellom settefisk og naturlig rekruttert fisk	18
4.2.5 Alder, størrelse og vekst	19
4.2.6 Kondisjon og kjøttfarge	21
4.2.7 Kjønnsmodning	22
4.2.8 Elfiske og mulige gyteområder	23
4.2.8.1 Store Kvernevatn	23
4.2.8.2 Lille Kvernevatn	24
4.2.9 Økologisk tilstand basert på fisk og vannkvalitet	25
5 Diskusjon	27
6 Referanser	30

Forord

Denne undersøkelsen ble gjort på oppdrag for regulanten i Mandalsvassdraget, Agder Energi Vannkraft AS (AEVK). Hovedhensikten med prosjektet var å gi en vurdering av vannkjemi og bestandsstatus hos ørreten i Lille og Store Kvernevatn, samt gi tilrådninger om kompensasjonstiltak i form av utsetninger. Prøvefisket med garn og elfiske høsten 2018 ble utført av Nils Børge Kile, Bernt Olaf Martinsen og Jan Øydna som er ansatt ved Syrtveit Fiskeanlegg (AEVK). Nils Børge Kile har også foretatt en bonitering av ymse tilløpsbekker til Store Kvernevatn og innløp/utløpet til Lille Kvernevatn. Han har også samlet inn opplysninger om bestandsforholdene hos ørret i ymse lokaliteter. Leidulf Fløystad hos NINA har aldersbestemt fisken. NINA takker med dette AEVK for oppdraget.

Mars 2019

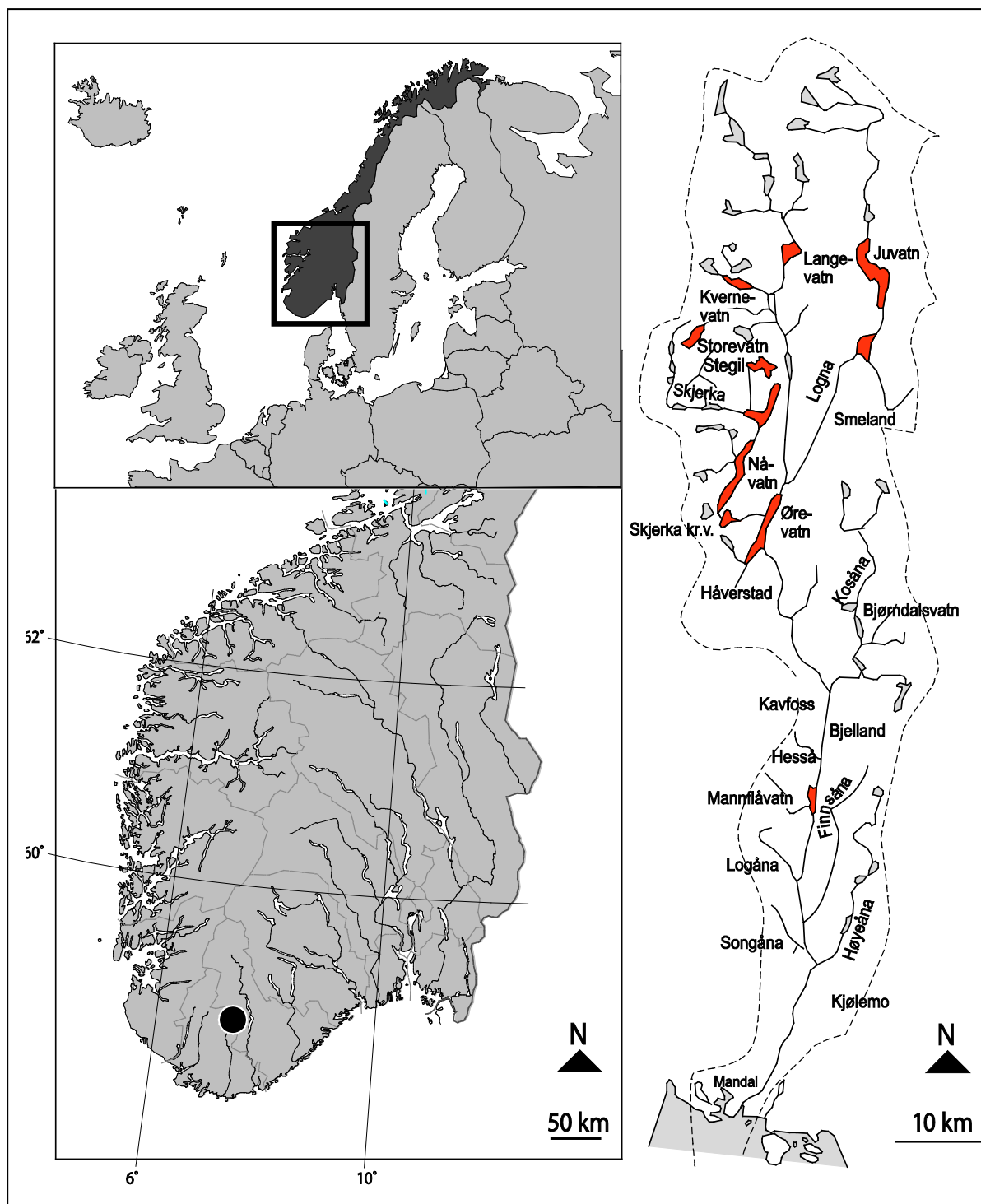
Trygve Hesthagen

1 Innledning

I øvre deler av Mandalsvassdraget ble det i perioden 1932-1961 etablert ni regulerings-magasiner; Storevatn, Stegil, Store Kvernevatn, Nåvatn, Skjerkevatn, Langevatn, Juvatn, Lognavatn og Ørevatn (**figur 1**). I tillegg ble flere nedenforliggende innsjøer påvirket av disse reguleringsmagasinene. Området ble etter hvert også hardt rammet av forsuring, og på 1970-tallet hadde flere av de regulerte innsjøene pH rundt 4,5-4,9 (Gunnerød mfl. 1981). De fleste ørretbestandene i øvre deler av vassdraget ble trolig utryddet i løpet av 1960/1970-tallet (Sevaldrud & Muniz 1980). I reguleringsmagasinene ble det satt i gang omfattende utsettinger av ørret som kompensasjon for tapt naturlig rekruttering. Men forsuringen førte til at også denne fisken døde ut. På 1970-tallet ble derfor utsettingene stoppet (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). I en periode var mange av reguleringsmagasinene i øvre deler av Mandalsvassdraget trolig helt fisketomme. Fra 1982-1985 og fram til tidlig på 2000-tallet ble det derfor satt ut bekkerøye i mange regulerte innsjøer på Sørlandet (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). Det viste seg nemlig at denne arten har en langt høyere toleranse for surt vatn enn vanlig brunørret (Grande mfl. 1970, 1980). Fra og med 2005 ble det ikke lenger tillatt å sette ut bekkerøye i norske vassdrag fordi den er en fremmed art (Hesthagen & Kleiven 2013, Hesthagen mfl. 2018).

Utover på 2000-tallet bedret vannkvaliteten seg i tidligere forsurede vassdrag i Sør-Norge (Garmo mfl. 2014). Det ble derfor aktuelt å teste om vanlig ørret på nytt kunne overleve og etablere reproduserende bestander i de sure magasinene på Sørlandet. På slutten av 1990-tallet, og spesielt fra tidlig på 2000-tallet, ble det derfor satt ut ørret i alle de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget. Dette har vært fulgt opp med fiskebiologiske undersøkelser.

Hensikten med denne rapporten er å evaluere utviklingen i vannkvalitet og fiskebestandene i Lille og Store Kvernevatn. Det ble gjort tilsvarende undersøkelser i Store Kvernevatn i 2003, 2009 og 2014 (Hesthagen 2003, Hesthagen mfl. 2010, Hesthagen & Walseng 2015). Her kom utsettingene i gang i 2006 med 3000 énsomrig individ. Seinere ble utsettingene redusert noe, først til 2000 individ (2010) og så til 1000 individ (2015). Ørretbestanden i Lille Kvernevatn ble undersøkt første gang i 2014. Her ble utsettingene satt i gang tre år tidligere med 250 individ årlig. I rapporten inngår følgende problemstillinger: (i) vurdere vannkvaliteten mht naturlig rekruttering hos ørret, (ii) gi en status for de to ørretbestandene, (iii) evaluere de gjeldende utsettingene og (iv) vurdere muligheter og behov for habitatforbedrende tiltak med tanke på å styrke den naturlige rekrutteringen hos ørreten.



Figur 1. Kart over Mandalsvassdraget der de enkelte reguleringsmagasinene er markert i rødt. Store og Lille Kvernevatn er lokalisert i den nordvestlige delen av vassdraget.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Beliggenhet og reguleringer

Store Kvernevatn (NVE nr. 1163, magasin nr. 307) og Lille Kvernevatn (NVE nr. 167079) ligger i Åseral kommune i nordvestlige deler av Mandalsvassdraget (**figur 1**). Nedbørfeltet har et areal på 224 km², og er dominert av harde og seint forvitrede bergarter. Det er lite løsmasser i området. De to innsjøene er ligger i bjørkeregionen på henholdsvis 771 og 747 moh. Store Kvernevatn har ved HRV et areal på 200,3 hektar. Største målte dyp er 31 m. Lille Kvernevatn ligger rett nedstrøms Store Kvernevatn. Den regulære tappetunnelen fra Store Kvernevatn går ned i Lille Kvernevatn. Så er det en åpen bekk nedenfor Lille Kvernevatn, og bekkeinntaket leder vatn inn på tunnelen fra Langevatn til Nåvatn. Det innebærer at Lille Kvernevatn blir tilført kaldt vatn fra dypere lag av Store Kvernevatn. Lille Kvernevatn består av to bassenger, med ei mindre mellomliggende bekkestrekning. Det nederste bassenget er dypest med et maks dyp på 20 m. Det går en anleggsvei langs sørsiden av vatnet, med ei bru ved utløpet. Lille Kvernevatn dekker et areal på 0,7 hektar.

Det ble gitt tillatelse til reguleringen av Store Kvernevatn ved kgl. res. den 11. desember 1950. Innsjøen har en reguleringshøyde på 25,8 m mellom kote 745,2-771,0. Naturlig vannstand lå på 757 moh, slik at oppdemmingen og senkingen er på henholdsvis 14,0 og 11,8 m. Vatn fra Store Kvernevatn blir ført i tunnel til Nåvatn og videre til det nye Skjerkamagasinet. Herfra går det i tunnel til Skjerka Kraftverk ved Ørevatn, og videre i tunnel til Håverstad Kraftverk ved Mandalselva.



Store Kvernevatn med utløpsdam. Foto: Trygve Hesthagen.



Utløpsosen fra Lille Kvernevatn den 9. oktober 2018. Foto: Nils Børge Kile.

2.2 Fiskeutsettinger

I årene 1982-1985 ble det satt i gang med utsettinger av bekkerøye i Store Kvernevatn, med et pålegg på 1200 énsomrige individ (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). Disse utsettingene ble videreført fram til og med 2003. I Lille Kvernevatn ble det satt ut bekkerøye fram til og med 2004. I de siste årene ble bekkerøya produsert ved Finså Klekkeri.

I 2006 kom utsettingene av vanlig brunørret i gang med 3000 énsomrige individ (**tabell 1**). Samme antall fisk ble satt ut fram til og med 2009. Fra 2010 til 2014 ble utsettingene redusert til 2000 individ pr. år, untatt 3000 individ i 2011. Siden 2015 har de årlige utsettingene vært på 1000 individ. I Lille Kvernevatn startet utsettingene i 2011, og fram 2014 ble det hvert år satt ut 250 énsomringer. Fra og med 2015 ble dette redusert til 200 individ.

Siden 2003 har den utsatte ørreten i de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget vært avkom av stamfisk fra innløpselva til Sandvatn nedstrøms Juvatn (Hesthagen & Walseng 2015). Her fanget personalet fra Finså klekkeri hver høst fra 2002 til 2008 gytefisk med ruser og elektrisk fiskeapparat. Gytefisken ble transportert til klekkeriet for stryking, for deretter å bli avlivet. Finså klekkeri stod for produksjonen av settefisk fram til og med 2013, da anlegget ble nedlagt.

I 2014 ble produksjonen av settefisk til de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget lagt til Syrtveit Fiskeanlegg i Evje og Hornnes kommune (Hesthagen & Walseng 2015). I 2009 fikk anlegget tillatelse av Fylkesmannen i Vest-Agder til å bygge opp en stamfiskebeholdning av ørret fra Sandvatn (Nils Børge Kile, pers. med.). Fisken blir strøket i felt, og satt tilbake i bekken. Det første innlegget av rogn ble foretatt samme høst. Denne årgangen var kjønnsmoden i 2013 (tre år gammel), da den ble strøket. Yngel fra dette partiet ble satt ut i magasinene i Åseral i 2014. Avkom av 2009-årgangen ble brukt til produksjon av settefisk fram til og med utsettingene i 2017. Syrtveit Fiskeanlegg hentet inn ny stamfisk fra Sandvassbekken høsten 2013 og 2015. I 2018 stammer settefisken fra rogn som ble lagt inn i anlegget høsten 2013.

Utsettingstidspunktet i de fire siste årene har variert en del; 19.8. 2015, 22.8. 2016, 26.7. 2017 og 31. august i 2018. En tidlig utsetting i 2017 skyldtes at yngelen hadde uvanlig god vekst det året. Utsettingen i 2018 ble utsatt noe på grunn av høye temperaturer i de enkelte innsjøene. Utsettingen har i alle år kun omfattet énsomrige individ. Størrelsen varierer noe fra år til år; i de siste årene har gjennomsnittlig lengde ligget på 60-80 mm (Nils Børge Kile, pers. med.). Det kan

forekomme enkelte individ på opp til 100 mm. Fisk under ca. 50 mm blir ikke satt ut. All settefisk har vært merket ved å klippe vekk fettfinnen.

Tabell 1. Antall énsomrig settefisk satt ut i Lille og Store Kvernevatn i perioden 2006-2018.

År	Store Kvernevatn	Lille Kvernevatn
2006	3000	0
2007	3000	0
2008	3000	0
2009	3000	0
2010	2000	0
2011	3000	250
2012	2000	250
2013	2000	250
2014	2000	250
2015	1000	200
2016	1000	200
2017	1000	200
2018	1000	200

3 Materiale og metoder

3.1 Vannkjemiske analyser

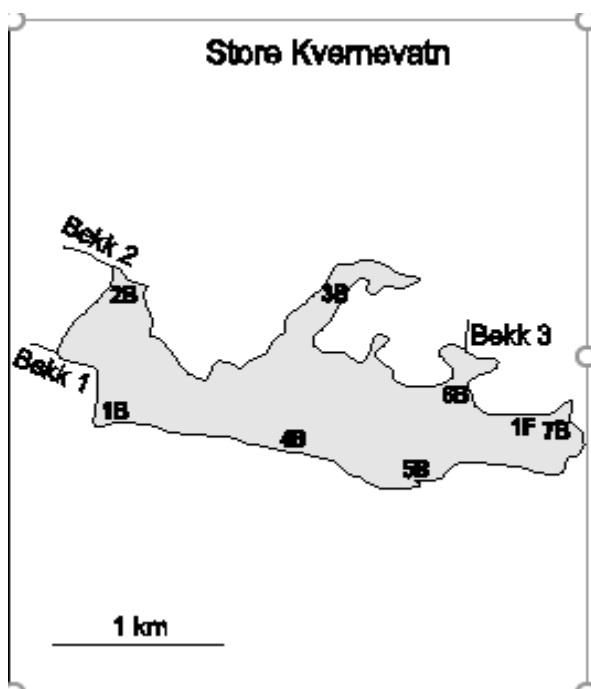
I Store Kvernevatn har vannprøvetakingen omfattet overflatevatn nær dammen og de tre tilløpsbekkene Øyvassånæ, Gråfjeldalsbekken og «Fisketjønnbekken» (jf. **figur 2**). Det foreligger også vannprøver fra de samme lokalitetene i 2003, 2009 og 2014. I Lille Kvernevatn ble det tatt vannprøve fra utløpet. Herfra foreligger det også vannkjemiske data fra 2014. Alle vannprøvene ble analysert for full ionebalanse, slik at syrenøytraliserende kapasitet (ANC) kunne beregnes. ANC er definert som summen av base-kationer [BC] ($\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K}$) minus summen av sterke syrers anioner [SAA] ($\text{SO}_4 + \text{NO}_3 + \text{Cl}$). Det er også beregnet en modifisert ANC, kalt ANC_{mod}, der organiske syrer som opptre permanent som anioner i pH-området for naturlig vatn ($\text{pH} > 4,5$), inngår sammen med de uorganiske sterksyre-anionene (Lydersen mfl. 2004). Parameteren blir beregnet på basis av [BC] og [SAA] 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 ($n=47$) for regulerte innsjøer i Mandalsvassdraget i perioden 2005-2018. Forholdet mellom de to parametrene ble beskrevet ved ligningen:

$$\text{TOC} = 0,085 * \text{Fargetall} + 1,28 \quad (F_{1,46} = 158,98, R^2_{\text{ad}} = 0,77, P < 0,0001).$$

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

3.2 Garnfiske og prøvetaking av fisk

Prøvefiske med Nordisk oversiktsgarn ble gjennomført fra 5. til 6. september 2018. Hvert slikt garn har 12 paneler med disse 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). Hvert garn er 30 m langt og 1,5 m dypt (areal 45 m²), og hver maskevidde utgjør følgelig ei lengde på 2,5 m (areal 3,75 m²). I Store Kvernevatn er det opprettet sju stasjoner fordelt over hele magasinet (**figur 2**). Den totale innsatsen er på 16 garn fordelt på dybdeintervallene 0-3, 3-6 og 6-12 m. Det ble satt garn på de samme stasjonene med samme innsats også i 2003, 2009 og 2014. I Lille Kvernevatn ble det satt to garn på 0-3 og 3-6 m i hver ende av vatnet, totalt fire garn. Fangstutbyttet (C_{pue}) blir uttrykt som antall fisk pr. 100 m² garnareal pr. natt, dvs. ca. 12 timers fiske. Ved tidspunktet for prøvefiske var Store Kvernevatn sterkt nedtappet, idet vannstanden var 8,8 meter under HRV (kote 862,2).



Figur 2. Skisse av Store Kvernevatn, med angivelse av stasjonene for bunngarn (B) og flytegarn (F), og tilløpsbekker (B1-B3) for vannprøvetaking. Bekk 1 er Øyvassånæ, Bekk 2 er Gråfjelldalsbekken, mens Bekk 3 har avrenning fra Fis-ketjønn.

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, og ørestein (otolitter) fra et utvalg individ. Lengden ble tilbakeregnet ved å anta et lineært forhold mellom fiskens lengde og skjellradius. All fisk ble undersøkt med hensyn til merking (fettfinneklippet), altså om de var utsatt. Det ble registrert om fisken hadde ytre tegn til å være oppdrettet i form av slitte eller deformerte rygg-, hale- eller bukfinner.

4 Resultater

4.1 Vannkvalitet

For Store Kvernevatn foreligger det også vannkjemiske data fra tre innløpsbekker og selve magasinet fra 2003, 2009 og 2014 (**tabell 2**). Innsjøene i øvre deler av Mandalsvassdraget er fortsatt i noen grad forsuret. Men i løpet av de siste 15 årene har vannkvaliteten i Store Kvernevatn bedret seg betydelig. I 2003 varierte pH i de fire lokalitetene mellom 4,91 og 5,16. I 2018 viste tilsvarende målinger verdier på 5,57-5,63. Økningen i pH har vært signifikant basert på målingene i de fire angitte årene: $F_{1,13}=31,19$, $R^2=0,68$, $p<0,0001$. Ligning: $\text{pH}=0,033 \cdot \text{År} - 60,55$ (**figur 3**).

I 2003 var det relativt høye verdier av labilt Al (Ali) i alle de tre og i overflatevatnet med 53-72 $\mu\text{g/L}$. I 2018 varierte innholdet av Ali på de samme stedene mellom <10 og 25 $\mu\text{g/L}$. Det har vært en klar signifikant reduksjon i Ali mellom 2003 og 2018: $F_{1,13}=8,6$, $R^2=0,35$, $p<0,05$. Ligning: $\text{Ali} = -1,98 \cdot \text{År} + 4019,20$ (**figur 3**).

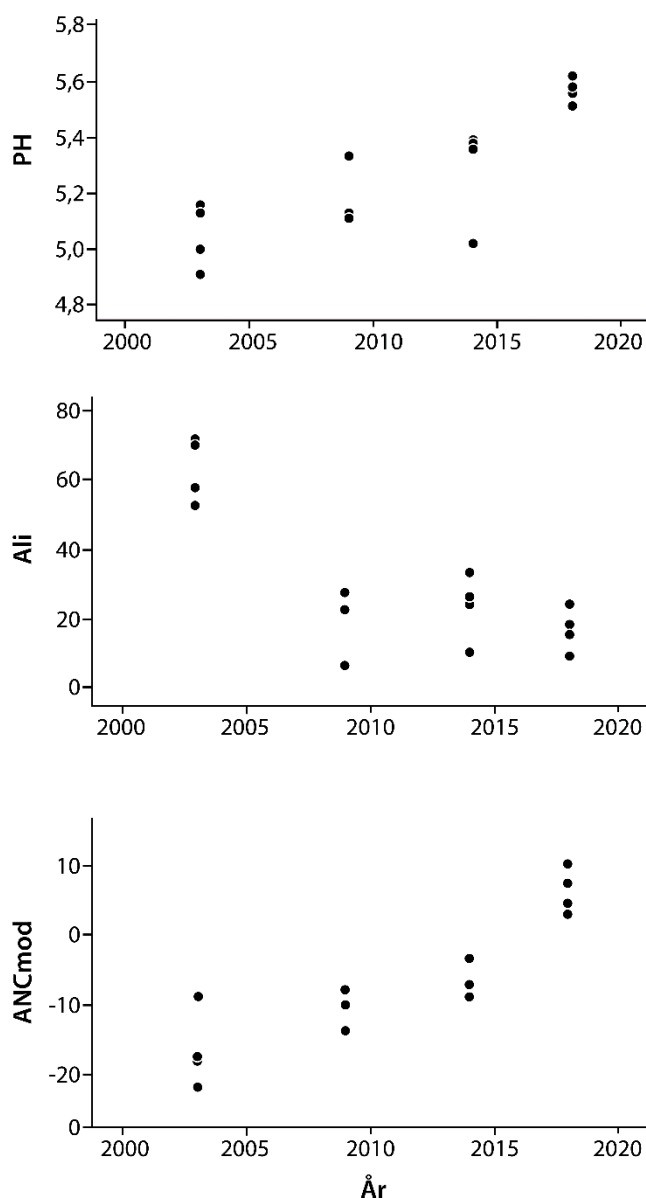
I 2003 hadde både Øyvassånæ, Gråfjelldalsbekken og overflatevatnet negative ANCmod-verdier med -17 til -21 $\mu\text{ekv/L}$. Bekk 3 hadde en noe bedre vannkvalitet med ANCmod -8 $\mu\text{ekv/L}$. I 2018 var ANCmod positiv i alle disse lokalitetene med 4-11 $\mu\text{ekv/L}$. Det har vært en sterk signifikant økning i ANCmod fra 2003 til 2018: $F_{1,13}=43,50$, $R^2=0,75$, $p<0,0001$. Ligning: $\text{ANCmod} = 1,40 \cdot \text{År} - 2821,39$ (**figur 3**). Alkaliteten uttrykker også evnen til å motstå forsuring, og i 2018 var det positive i alle lokaliteter med 21-30 $\mu\text{ekv/L}$.

Lille Kvernevatn blir altså tilført vatn fra Store Kvernevatn. I 2014 var vannkvaliteten relativt dårlig; $\text{pH}=5,27$, $\text{Ali} = 29 \mu\text{g/L}$ og $\text{ANCmod} = -6 \mu\text{ekv/L}$. Men også her har vannkvaliteten bedret seg fram til 2018 med $\text{pH}=5,52$, $\text{Ali} = 16 \mu\text{g/L}$ og $\text{ANCmod} = -2 \mu\text{ekv/L}$. Alkaliteten i 2014 og 2018 var henholdsvis 13 og 24 $\mu\text{ekv/L}$.

Lille og Store Kvernevatn har begge et svært lavt innhold av mineraler med 0,08-0,40 mg Ca/L. I flere lokaliteter låg nivået under 0,25 mg/L. Total organisk carbon (TOC) uttrykker mengden humus, og det var relativt lavt med 1,2-6,8 mg/L. Siktedypet er også en indikator på humusinnholdet. Lille og Store Kvernevatn er begge klarvannssjøer med siktedyp på henholdsvis 8 og 10 m (Hesthagen & Walseng 2015).

Tabell 2. Noen vannkjemiske data fra tre bekker og overflatevatnet i Store Kvernevatn i 2003, 2009, 2014 og 2018, og fra utløpet til Lille Kvernevatn i 2014 og 2018. ANC er presentert både som ikke-modifisert (ANC) og modifisert etter justering for innholdet av TOC (ANCmod). Ali i Fisktjønnbekken i 2003 var tidligere angitt som 17 µg/L. Dett er feil og skal være 71 µg/L. For lokaliseringen av de enkelte tilløpsbekkene til Store Kvernevatn, se **figur 2**.

Lokali- tet	Sted	År	pH	Alk µekv /L	Ca mg/ L	Led n µS/cm	Turb FTU	Farg e mg Pt/L	TOC mg/L	Ali µg/ L	ANC µekv/ L	AN- Cmod µekv/L
Store Kverne- vatn	Gråfjelldal- bekken (Bekk2)	2003	4,91	0	0,46	15,3	0,47	13	2,7	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
		2018	5,63	30	0,25	9,0	0,50	22	3,0	19	18	5
	Øyvass- ånæ (Bekk 1)	2003	5,00	0	0,11	9,0	0,24	4	1,8	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
		2018	5,60	21	0,12	9,0	0,66	1	0,4	<1 0	21	11
	Fisktjønn- bekken (Bekk 3)	2003	5,16	0	0,22	8,8	0,52	9	2,3	71	-1	-8
		2014	5,40	14	0,13	9,0	0,58	9	1,8	25	3	-3
		2018	5,59	30	0,45	16,0	1,90	32	3,8	25	7	4
	Overflate ved dam	2003	5,13	0	0,21	10,3	0,43	9	1,9	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
		2018	5,57	24	0,23	12,0	0,74	4	0,9	<1 0	14	8
Lille Kvernevt	Utløp	2014	5,27	13	0,20	11,0	0,34	10	1,7	29	0	-6
		2018	5,52	24	0,31	11,0	0,81	14	1,9	16	-1,	-2

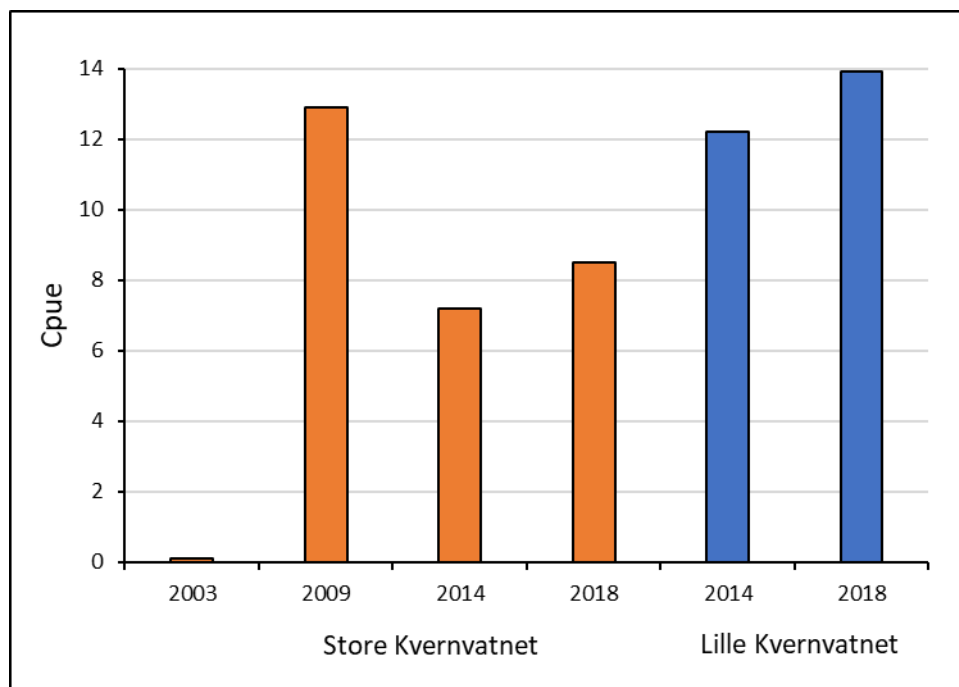


Figur 3. Endringer i pH, labilt uorganisk Al (Ali) og ANCmod i tre tilløpsbekker og overflatevannet i Store Kvernevatn i 2003, 2009, 2014 og 2018.

4.2 Fisk

4.2.1 Fangstutbytte på garn

Store Kvernevatn var i 2003 nærmest fisketomt med et utbytte ved prøvefiske på bare ett individ. Utsettingene av ørret ble altså satt i gang i 2006, og tre år seinere hadde magasinet allerede en relativt tett ørretbestand med et utbytte (Cpue) på 12,7 individ (**figur 4**). I 2014 ga prøvefisket imidlertid et betydelig lavere utbytte med Cpue=7,2 individ. Fram til 2018 hadde utbyttet igjen økt noe med Cpue=8,5 individ. Dette fordelte seg med 1,9 for villfisk og 6,6 for settefisk. Fangstene i Lille Kvernevatn var betydelig høyere enn i hovedbassenget, både i 2014 (Cpue=12,2) og 2018 (Cpue=13,9). Fangstutbyttet av villfisk og settefisk i 2018 fordelte seg på henholdsvis 3,3 og 10,6 individ.

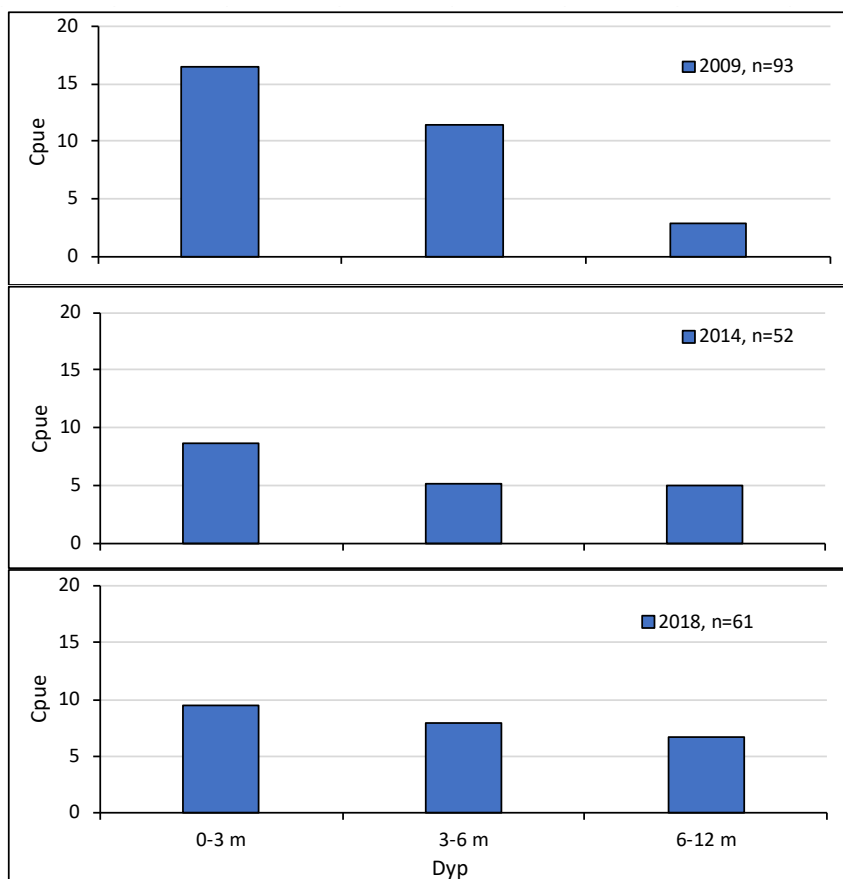


Figur 4. Fangstene (Cpue) av ørret på bunngarn uttrykt som antall individ pr. 100 m² areal i Store Kvernavatn i 2003, 2009, 2014 og 2018 og i Lille Kvernavatn i 2014 og 2018.

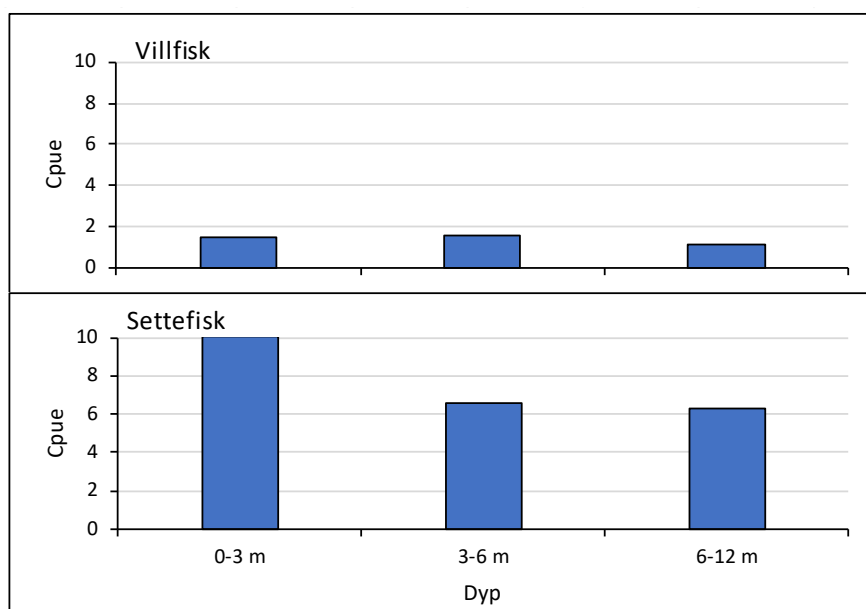
4.2.2 Vertikalfordeling

Vertikalfordelingen hos ørreten i Store Kvernavatn viser et tydelig nedgang med økende dyp (**figur 5**). I 2009 var utbyttet på 0-3 m dyp relativt høyt med Cpue=16,5 individ. Dette avtok til 11,4 og 2,8 individ på henholdsvis 3-6 og 6-12 m dyp. I 2014 var det små forskjeller i fangstutbytte på de tre dypene med Cpue=5,0-8,6 individ. Det samme gjaldt i 2018 med Cpue=9,5 individ på 0-3 m dyp, 7,9 individ på 3-6 m dyp og 6,7 individ på 6-12 m dyp.

Villfisk og settefisk viste små forskjeller i vertikal fordeling, basert på fangstene for alle år (**figur 6**). Hos villfisk var fangstene på 0-3 og 3-6 m nær de samme med Cpue på henholdsvis 1,5 og 1,6 individ. Tilsvarende fangst på 6-12 m dyp var 1,1 individ. Hos settefisken var fangstene på gruntområdene (0-3 m) en del høyere (Cpue=10,1 individ) enn på 3-6 m dyp (Cpue=6,6 individ) og 6-12 m dyp (Cpue=6,3 individ).



Figur 5. Vertikalfordelingen hos ørreten i Store Kvernevatn, basert på prøvefiske i 2009, 2014 og 2018, fordelt på 0-3, 3-6 og 6-12 m dyp. n=antall fisk.



Figur 6. Vertikalfordelingen hos villfisk og settefisk i Store Kvernevatn samlet, basert på prøvefiskefangstene på ulike dyp i 2009, 2014 og 2018.

4.2.3 Horisontalfordeling

Det er i utgangspunktet forventet at settefisk er jamt fordelt på alle de sju stasjonene rundt Store Kvernevatn (jf. **figur 2**). Det forutsetter de samme fysiske forholdene og at fisken har god spredning. For villfisk er det forventet flest individ i nærheten av mulige gytebekker, eventuelt ved innløp fra ovenforliggende innsjøer/bekker med egenrekruttering. Det var stor variasjon i fangstene av villfisk mellom de enkelte stasjonene (**tabell 3**). I 2014 ble villfisk (n=16) kun fanget på tre stasjoner; 1 (n=8), 3 (n=5) og 6 (n=3). I 2018 var fangsten størst på stasjon 3B (n=9) som ligger i kilen inn mot det gamle Krokevatn. Samlet for stasjonene 2, 6 og 7 ble det tatt fem individ. Stasjon 2 ligger i nærheten av Øyvassånæ (Bekk 1) og Gråfjeldalsbekken (Bekk 2). Stasjon 6 ligger ved utløpet av det opprinnelige Fisketjønn, som ved HRV er en del av Store Kvernevatn. Stasjon 7 ligger helt øst, i nærheten av dammen.

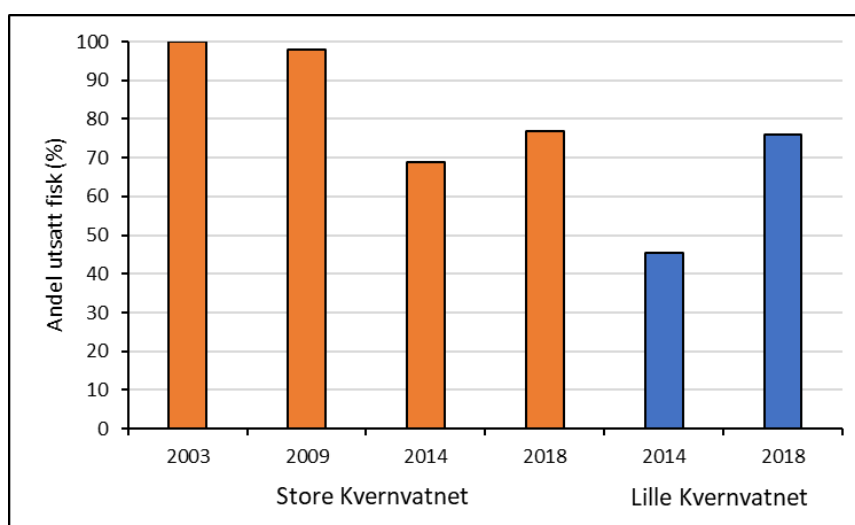
Ved prøvefiske i 2009 var settefisk relativt jamt fordelt mellom de enkelte stasjonene. I 2014 hadde den derimot en mer klumpet fordeling med størst utbytte på stasjon 1 (n=11). På stasjon 7 ble det ikke fanget settefisk overhodet. Dette hadde endret seg fram til 2018 med de største fangstene på stasjon 6 (n=10) og 7 (n=11).

Tabell 3. Antall villfisk og settefisk fanget på de enkelte stasjonene (1-7) i Store Kvernevatn i 2009, 2014 og 2018.

Stasjon	2009		2014		2018	
	Villfisk	Settefisk	Villfisk	Settefisk	Villfisk	Settefisk
1	0	11	8	11	0	8
2	0	13	0	4	2	5
3	1	18	5	3	9	4
4	0	6	0	8	0	5
5	0	13	0	6	0	4
6	1	16	3	4	2	10
7	0	14	0	0	1	11
Totalt	2	91	16	36	14	47

4.2.4 Forholdet mellom settefisk og naturlig rekruttert fisk

I 2009 var det i hovedsak bare settefisk i Store Kvernevatn, idet de utgjorde 97,8% av fangsten (**figur 7**). Så avtok andelen til 69,2% i 2014, for så å øke til 77,1% fram til 2018. I Lille Kvernevatn var også andel settefisk mindre i 2014 (45,5%) enn i 2018 (76,0%).



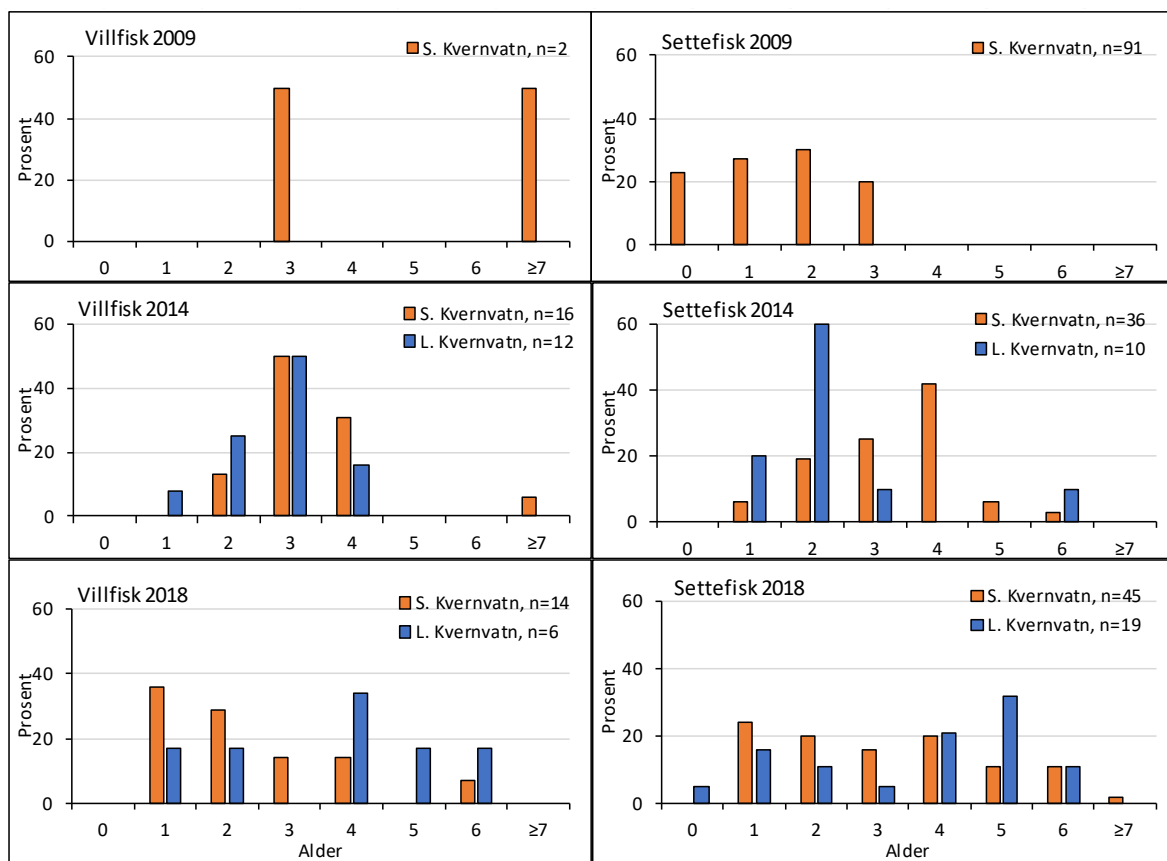
Figur 7. Andelen (%) utsatt ørret i Store Kvernevatn i 2003, 2009, 2014 og 2018, og i Lille Kvernevatn i 2014 og 2018.

4.2.5 Alder, størrelse og vekst

De to villfiskene som ble fanget i Store Kvernevatn i 2009 var henholdsvis tre og ni år gamle (**figur 8**). I 2014 var det meste av villfisken tre år gammel og utgjorde 50 %. I tillegg ble det fanget noen to- og fireåringer, samt ett individ på åtte år. I 2018 var det også en dominans av fisk i yngre årsklasser med flest ettåringer (36 %) og toåringer (29 %). I tillegg ble det fanget noen tre- og fireåringer, og ett individ på seks år.

Blant settefisken i Store Kvernevatn var aldersfordelingen i 2009 som forventet ut fra at utsettingene kom i gang i 2006. De eldste individene var følgelig tre år gamle og utgjorde 20 % av fangsten. Det ble også fanget et relativt stort antall yngel, idet de utgjorde over 20 %. I 2014 ble det fangstet fisk i aldersgrupper mellom 1+ og 6+ representert, med en dominans av fireåringer (42 %). I 2018 var de samme aldersgruppene representert, bortsett at det ble fanget ett individ på sju år. Det var imidlertid færre fisk i aldersgruppene 1+ til 3+ enn forventet. Dette skyldes nok at utsettingene i 2015 ble redusert fra 2000 til 1000 individ.

I Lille Kvernevatn ble det i 2014 fanget villfisk i aldersgruppene 1+ til 4+, med flest treåringer (50 %). I 2018 ble det også fanget noen fem- og seksåringer, mens treåringene var fraværende. I 2014 var innslaget av utsatt fisk som forventet ut fra at utsettingene kom i gang i 2011. Det var både ett-, to- og treåringer i fangstene. I tillegg ble det fanget ett individ på seks år, som trolig hadde vandret ned fra Store Kvernevatn.



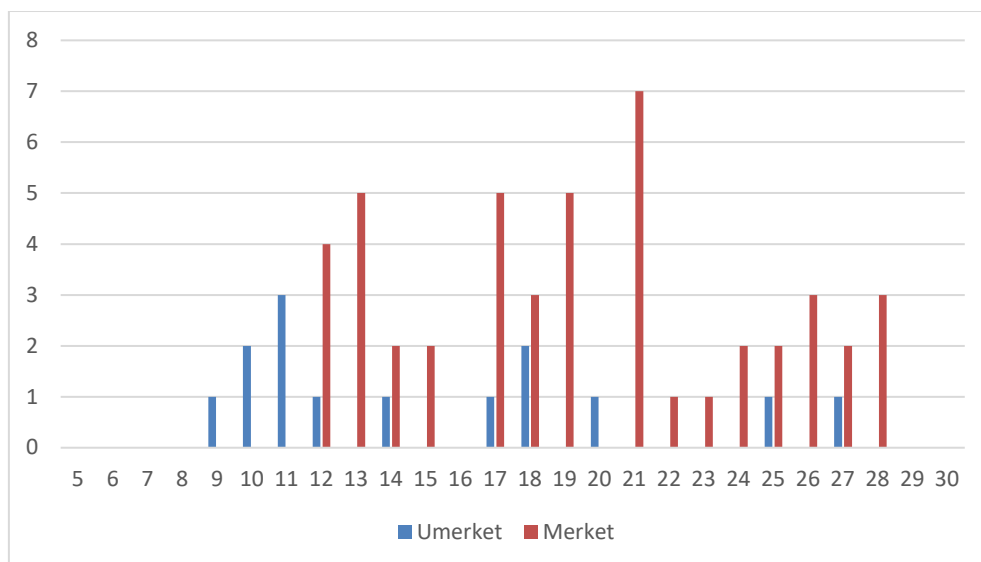
Figur 8. Aldersfordelingen hos villfisk og settefisk i prøvefiskefangstene i Store Kvernevatn i 2009, 2014 og 2018 og i Lille Kvernevatn i 2014 og 2018. n=antall fisk.

I Store Kvernevatn varierte i lengden hos villfisken mellom 9-27 cm, med en dominans av individ på 9-14 cm (**figur 9**). Settefisken varierte i størrelse mellom 12-28 cm, med et betydelig større innslag av individ over 20 cm enn hos villfisk. I Lille Kvernevatn hadde villfisken en lengde på

126-250 mm, hvorav tre individ var >200 mm. Blant settefisk var det én yngel (70 mm), mens de restende individene hadde lengder på 110-270 mm. Tolv individ var >200 mm.

Tilbakeregnet lengde for de enkelte aldersgruppene i Store Kvernevatn viste avtakende vekst i seinere år (**tabell 4**). For villfisk er materialet lite for individ eldre enn fire år. Etter avsluttet lengdevekst etter tre år hadde de som ble fanget i 2009 oppnådd ei lengde på 169 mm. Tilsvarende lengde i 2018 var bare 137 mm. Hvis vi antar at fisken hadde normal kondisjon, vil dette tilsvare en vekt på henholdsvis 48 og 26 gram. I 2009 og 2018 hadde settefisken en lengde etter tredje leveår på henholdsvis 210 og 168 mm. Det tilsvarer en vekt på henholdsvis 93 og 47 gram. Mellom 2014 og 2018 har det vært små vekstendringer hos fisken i både Store og Lille Kvernevatn.

Observert vekt i ulike aldersklasser varierte betydelig mellom år både for villfisk og settefisk (**tabell 5**). Hos villfisk skyldes nok dette varierende bekkeopphold og ved hvilken alder de vandrer ut i magasinet. Resultatene er for øvrig usikre pga. relativt få individ i hver aldersgruppe. Blant den eldste settefisken har det vært en reduksjon i observert vekt ved en gitt alder. Men også her spriker resultatene. De største individene blant både villfisk og settefisk i prøvefiskefangsten hadde en vekt på ca. 200-250 gram. Lille Kvernevatn har en lavere andel fisk over 200 gram enn Store Kvernevatn.



Figur 9. Lengdefordelingen hos ørreten i Store og Lille Kvernevatn i 2018, fordelt på umerket (villfisk) og merket (settefisk).

Tabell 4. Tilbakeberegnet lengde ved alder 1-6 (L1-L6) i mm vist som gjennomsnitt ± standard avvik hos villfisk og settefisk i Store Kvernevatn i 2009, 2014 og 2018, og i Lille Kvernevatn i 2014 og 2018.

Innsjø		År	L1	L2	L3	L4	L5	L6
Store Kvernevatn	Villfisk	2009	55±11	114±17	169±15			
		2014	53±07	108±15	160±24	200±36		
		2018	51±07	108±28	137±42	212±45	257±32	292±90
	Settefisk	2009	82±12	141±20	210±27			
		2014	63±11	115±25	163±36	206±43	250±34	
		2018	71±09	122±17	168±20	207±22	242±20	257±13
Lille Kvernevatn	Villfisk	2014	68±14	132±24	190±26	262±53		
		2018	48±11	105±12	162±25	200±26	230±2	
	Settefisk	2014	69±11	126±21	164±40			
		2018	63±07	116±16	170±17	213±16	234±14	232±15

Tabell 5. Observert gjennomsnittlig vekt \pm standard avvik hos ørreten i Store og Lille Kvernevatn i 2014 og 2018, fordelt på villfisk og settefisk.

Al- der	Store Kvernevatn					Lille Kvernevatn			
	Villfisk		Settefisk			Villfisk		Settefisk	
	2014	2018	2009	2014	2018	2014	2018	2014	2018
1+	23 \pm 0,0	22 \pm 00	27 \pm 08	16 \pm 01	28 \pm 09	23 \pm 00	22 \pm 00	40 \pm 08	31 \pm 12
2+	91 \pm 13	77 \pm 11	51 \pm 16	35 \pm 15	56 \pm 16	91 \pm 13	20 \pm 00	34 \pm 10	41 \pm 16
3+	77 \pm 11	77 \pm 11	154 \pm 55	82 \pm 54	94 \pm 25	77 \pm 11		142 \pm 00	63 \pm 00
4+	225 \pm 96	225 \pm 96		131 \pm 85	125 \pm 33	225 \pm 98	105 \pm 49		128 \pm 40
5+		77 \pm 11		245 \pm 32	201 \pm 37		143 \pm 00		155 \pm 17
6+		225 \pm 96		134 \pm 00	221 \pm 33		151 \pm 00	203 \pm 00	149 \pm 20
7+					245 \pm 00				

4.2.6 Kondisjon og kjøttfarge

Ørret med middels god kvalitet har en kondisjonsfaktor (K-faktor) på omkring 1,0, mens fisk med verdier over 1,2 og under 0,8 blir karakterisert som henholdsvis meget feit og mager. Både vill og utsatt ørret i Store Kvernevatn hadde middels god kondisjon i både 2009, 2014 og 2018. Det har heller ikke vært store endringer over tid. De gjennomsnittlige verdiene varierte i hovedsak mellom ca. 1,00 og 1,08 (**tabell 6**). Det er til dels store individuelle variasjoner i K-faktoren, men det er likevel ingen spesiell tendens til avtakende verdier med økende lengde (**figur 10**). Også ørreten i Lille Kvernevatn har middels god kondisjon, men her avtar den klart med økende lengde.

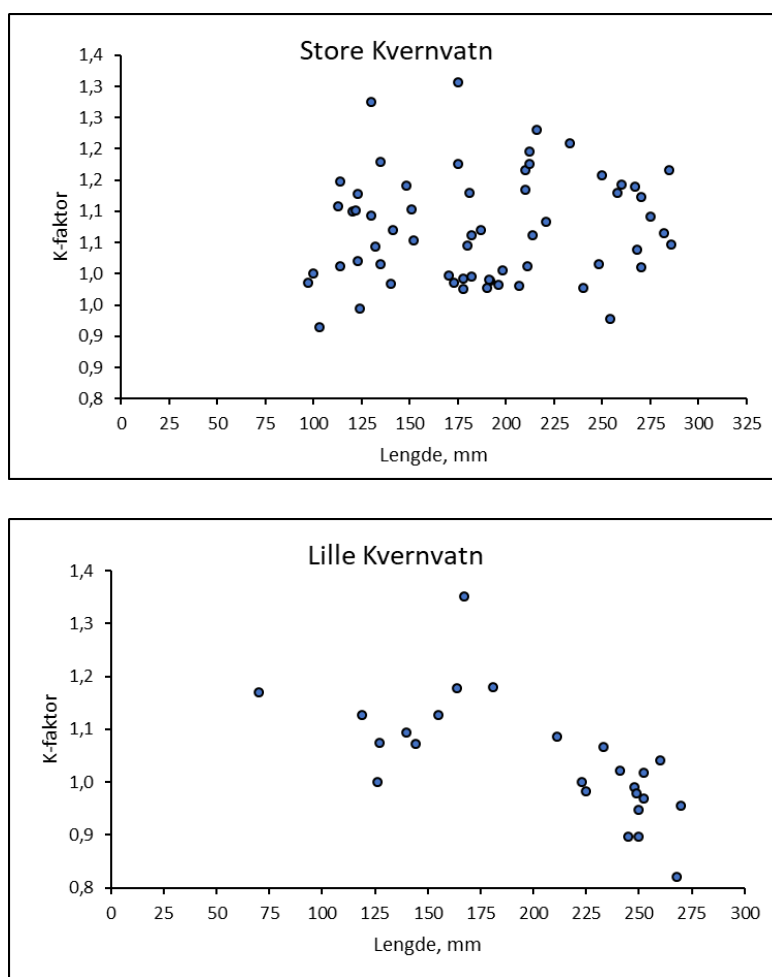
Tabell 6. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor \pm standard avvik ($X \pm SD$) hos villfisk og settefisk i Store Kvernevatn i 2009, 2014 og 2019 og i Lille Kvernevatn i 2014 og 2018. n =antall fisk.

Innsjø	År	Villfisk	n	Settefisk	n
Store Kvernevatn	2009	1,17 \pm 0,05	2	1,05 \pm 0,09	91
	2014	1,01 \pm 0,11	16	1,05 \pm 0,08	36
	2018	1,06 \pm 0,07	14	1,08 \pm 0,09	47
Lille Kvernevatn	2014	0,98 \pm 0,06	12	1,06 \pm 0,09	10
	2018	1,03 \pm 0,09	6	1,05 \pm 0,12	19

Fiskens kjøttfarge ble klassifisert som hvit, lys og rød. Forekomsten av fisk med rød kjøttfarge er en effekt av både næring (forekomst av krepsdyr) og størrelse da andelen vanligvis øker med økende lengde/vekt. I Store Kvernevatn var det en liten andel med fisk som hadde rød kjøttfarge både i 2009 og 2014 med henholdsvis 5,4 og 4,8 % (**tabell 7**). I 2018 var den noe høyere med 13,1 %. I Lille Kvernevatn var det ingen fisk som hadde rød kjøttfarge verken i 2014 eller i 2018.

Tabell 7. Antall fisk med hvit, lys og rød kjøttfarge i Store og Lille Kvernevatn høsten 2018.

Lokalitet		Hvit	Lys	Rød
Store Kvernevatn	2009	72	16	5
	2014	37	12	3
	2018	31	22	8
Lille Kvernevatn	2014	18	4	0
	2018	16	9	0



Figur 10. Kondisjonsfaktoren hos ørreten i Store og Lille Kvernevatn høsten 2018, relatert til kroppslengde.

4.2.7 Kjønnsmodning

Fiskens alder og størrelse ved kjønnsmodning kan gi en indikasjon på vekstforholdene i en bestand. Dette gjelder spesielt hunnfisken, der tidlig kjønnsmodning tyder på dårlige vekstforhold (Ugedal mf. 2005). Blant settefisken i Store Kvernevatn blir hannene kjønnsmodne allerede som ettåringer, mens villfisken ble kjønnsmodne som treåringer, basert på data fra alle år (**tabell 8**). Hos treåringer og eldre fisk er de fleste hannene kjønnsmodne. Blant settefisken blir et fåtall hunner kjønnsmodne allerede som ettåringer. Hos tre- og fire år gamle hunner var henholdsvis 24 og 20 % kjønnsmodne. Derimot var alle individene på 5+ og 6+ (n=4) kjønnsmodne. Blant settefisken hadde de kjønnsmodne hunnene ei gjennomsnittlig lengde på 247 ± 44 mm (n=13). Hos villfisken ble det kun fanget én kjønnsmoden hunn (248 mm). I Lille Kvernevatn hadde de kjønnsmodne hunnene ei gjennomsnittlig lengde på 260 ± 21 mm (n=6).

Tabell 8. Antall umodne (U) og modne (M) hanner og hunner hos vill og utsatt fisk i Store og Lille Kvernevatn basert på totalfangstene i henholdsvis 2003, 2009, 2014 og 2018, og i 2014 og 2018.

Alder	Store Kvernevatn								Lille Kvernevatn							
	Villfisk				Settefisk				Villfisk				Settefisk			
	Hanner		Hunner		Hanner		Hunner		Hanner		Hunner		Hanner		Hunner	
	U	M	U	M	U	M	U	M	U	M	U	M	U	M	U	M
0+					12	0	9								1	
1+	3		2		23	7	15	1	1						3	
2+	1		5		11	5	28	2	1				1		1	
3+	3	3	5		7	12	13	4						1		
4+	4	2	1		3	11	8	2		2				2		2
5+					2	3		2		1				4		2
6+				1	2			2		1				2		
7+						1										
8+		1					1									
9+		1														
Tot.	11	7	13	1	60	39	74	13	2	4	0	0	1	9	5	4

4.2.8 Elfiske og mulige gyteområder

4.2.8.1 Store Kvernevatn

Øyvassånæ (Bekk 1, jf. figur 2) har ingen oppgangshinder, men ovenfor HRV har den kun enkelte lommer med gytegrus. Bekken blir vurdert som lite egnet til gyting, da bunnen i hovedsak består av grov stein og fjell. I reguleringssona er det områder med gytesubstrat som betegnes som godt. Mulige gytt rogn vil imidlertid strande ved nedtappingen i etterkant av gytingen. Det er usikkert hvordan strømforholdene er i selve magasinet der hvor det er gytegrus. Det ble elfisket i reguleringssona i området ikring bekken, men uten at det ble fanget fisk.

Gråfjelldalsbekken (Bekk 2) har ingen oppgangshindre. Over HRV som har bekken ei lengde på ca. 70 meter. Her er det enkelte lommer med gytegrus, men kun et areal på ca. 4 m² der gyteforholdene vurderes som gode. Bunnen består hovedsakelig av grov stein og fjell, men enkelte steder er det likevel noe gytegrus. Bekken har godt skjul for ungfisk og bunnen er dekt av mye mose. I reguleringssona, der bekken hadde ei lengde på 30 meter ved vannstanden under befaringen den 5. september, ble det registrert områder med godt gytesubstrat. Men ved nedtapping vil eventuelle gytegroper bli tørrlagt. Enkelte deler av bekken blir demt opp under HRV, og det dannes kulper. Flere steder i reguleringssona er bunnforholdene egnet til gyting, gitt at de er dekket med vatn under hele perioden mellom gyting og klekking. Elfisket ga ingen fangst verken i reguleringssona eller i bekken.

Sandvassånæ ligger ved garnstasjon 1B sør for Bekk 1. Denne bekken blir vurdert som lite egnet mht. gyting. Over HRV er terrenget bratt og bekkebunnen består av større stein og fjell. I reguleringssona i området rundt garnstasjon 1B er det en del egnet gytegrus, mens substratet i bekkebunnen i reguleringssona er for grovt.

Utløpsosen av tidligere Krokevatn (innenfor stasjon 3B). Lav vannstand under befaringen den 5. september gjorde at det var noe fall fra "gamle" Krokevatn til Store Kvernevatn. Ved vannstanden på det tidspunktet var det ingen oppgangshindre i bekken. Det ble registrert områder med gytegrus i den strømførende delen av elva, samt videre nedover i reguleringssona på dyper vatn. Elva betegnes som et mulig gyteområde ved den vannstanden.

Fisketjønn (ved stasjon 6B). Dette tjernet er altså nå en del av Store Kvernevatn. Grunnet lav vannstand under befaringen den 5. september, hadde det et redusert vannspeil. I det gamle elleveleiet mellom Fisketjønn og Store Kvernevatn blir rekrutteringsmulighetene vurdert som begrensede.

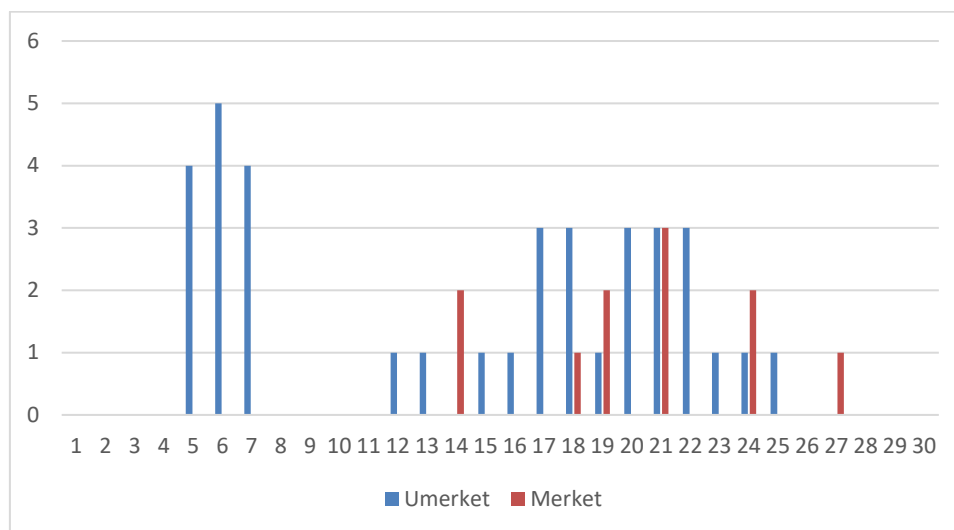
4.2.8.2 Lille Kvernevatn

Utløpet fra Lille Kvernevatn kan ha gyte- og oppvekstområde på et ca. 40 x 2 m stort areal. Men kun ca. 15 m² blir vurdert til å ha egnet gytesubstrat. Innløpet på hovedbassenget (ikke det innerste opp mot Store Kvernevatn) betegnes også som et egnet gyteområde med gode oppvekstforhold på et ca. 35 x 1,5 m stort areal. De mest strømrrike partiene har et areal med egnet gytegrus på ca. 5,0 m². I de sakteflytende partiene består bunnen av sand/silt, og er derfor mindre egnet som gytesubstrat. Bekkebunnen ellers er i stor grad dekket av mose og krypsiv.

Det ble elfisket på ut- og innløpet av Lille Kvernevatn den 6. september, basert på én gangs overfiske. På utløpet ble det mistet ca. fem eldre individ og på innløpet ble det fanget tre umerkede individ med lengder på henholdsvis på 52, 156 og 200 mm. I tillegg ble det mistet minst ti yngel og fem eldre individ. Vanntemperaturen under elfisket var 15,2 °C, som kan ha vært noe høy mht. et effektivt elfiske (Nils Børge Kile, pers. med.).

Den 9. oktober ble det gjort ett nytt elfiske på ut- og innløpet av Lille Kvernevatn, basert på én gangs overfiske. På innløpet ble det avfisket et areal på 70 m², med et utbytte på ni yngel av villfisk på 56-78 mm (**figur 11**). I tillegg ble det fanget 16 individ med lengder på 142-270 mm. Av disse var fem villfisk. Av de 16 individene over 142 mm var 14 gytemodne. På utløpet ble det avfisket et areal på 60 m², og det ga en fangst op 22 villfisk. Fire av disse individene var yngel (53-77 mm), mens resten målte 124-258 mm. Av de 18 individene over 124 mm var 14 gytemodne. I tillegg ble det mistet ti individ.

Under elfisket på inn- og utløpet av Lille Kvernevatn den 9. oktober var det regn og relativ høy vannføring. Det resulterte i lav fangsteffektivitet. Gytetiden syntes da å være på slutten, ettersom enkelte hunner var delvis utgytt. På innløpet var det et innslag av gytemodne hunner.



Figur 11. Lengden av ørret som ble fanget ved elfiske på inn- og utløpet av Lille Kvernevatn den 9. oktober 2018, fordelt på villfisk og settefisk. Figur etter Nils Børge Kile.



Nedre del av innløpet til Lille Kvernevatn. Foto: Nils Børge Kile.



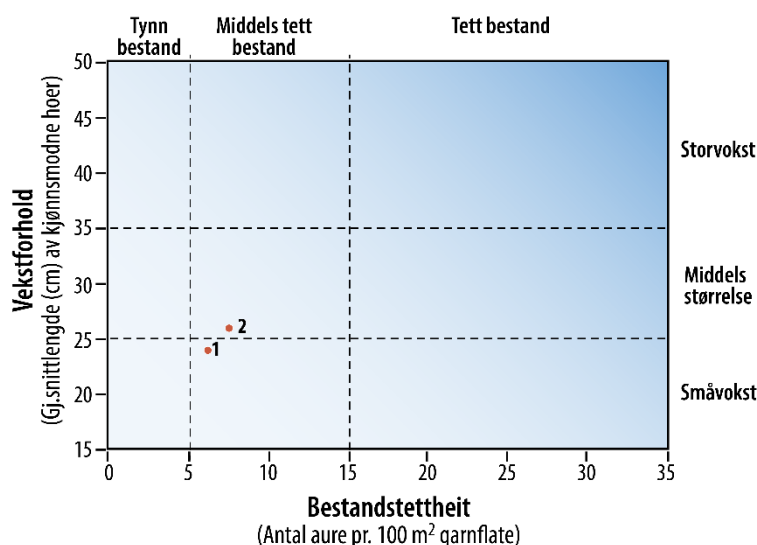
Fisken som ble fanget ved elfiske på innløpet av Lille Kvernevatn den 9. oktober 2018. Det ble fanget både yngel, eldre ørretunger og gytefisk.

Foto: Nils Børge Kile.

4.2.9 Økologisk tilstand basert på fisk og vannkvalitet

Statusen hos en ørretbestand kan vurderes ut fra (i) fangstutbyttet pr. 100 m² garnareal ved prøvefiske (Cpue) med Jensen-serier og (ii) vekstforholdene basert på gjennomsnittlig lengde hos kjønnsmodne hunner (Ugedal mfl. 2005). For ørreten i Store og Lille Kvernevatn var denne lengden henholdsvis 247 og 260 mm. Det innebærer småvokst og så vidt over middels stor fisk (**figur 12**). Fangstene på nordiske oversiktsgarn ble regnet om til å gjelde Jensen-serier, basert på en omregningsfaktor (jf. Hesthagen mfl. 2015). Dette ga et utbytte (Cpue) i Store og Lille Kvernevatn på henholdsvis 6,1 og 7,9 individ. Følgelig har begge innsjøene middels tette ørretbestander, men på grensa til tynne.

På basis av EUs vannforskrift kan miljøtilstanden en innsjø blant annet klassifiseres på basis av fangstutbyttet av fisk ved et prøvefiske, vannkvalitet og forekomst av ulike dyreplanktonarter (Sandlund mfl. 2015). I 2018 ble det ikke samlet inn dyreplakton i Store og Lille Kvernevatn. Ved en vurdering av økologisk tilstand basert på fisk skal innslaget av settefisk trekkes fra den totale fangsten. Det viser seg at begge innsjøene har moderat tilstand mht fisk, basert på fangstene på Nordiske oversiktsgarn og en liten oppvekstratio (**tabell 9**).



Figur 12. Diagram for å vurdere bestandsstatus hos ørreten i Store (1) og Lille Kvernevatn (2) i 2018, basert på fangstutbyttet ved prøvefisket og størrelsen på kjønnsmodne hunner. Diagram etter Ugedal mfl. (2005).

Klassegrensene for vannkvalitet blir først vurdert ut fra innholdet av kalk (konsentrasjon av kalsium) og humus (TOC). I Lille og Store Kvernevatn ligger kalsiumnivået stort sett under 0,25 mg/L (**tabell 2**). Begge innsjøene blir derfor klassifisert som svært kalkfattige (Jf. Sandlund mfl. 2015). Store Kvernevatn har et TOC-innhold mellom <2 og 5 mg/L. Det ligger derfor på grensen mellom svært klar (<2 mg/L) og klar (2-5 mg/L). Men fordi TOC i alle prøvene fra magasinet er < 2,0 mg/L, blir innsjøen klassifisert som svært klar. I Lille Kvernevatn er også innholdet av TOC <2 mg/L (1,7-1,9 mg/L), og er følgelig også svært klar. Økologisk tilstand basert på vannkvalitet blir relatert til pH, uorganisk giftig aluminium (Ali) og ANC (**tabell 9**). Ut fra pH har begge innsjøene God tilstand. For Store Kvernevatn tilsier Ali God/Moderat tilstand, med God tilstand i Øy-vassånæ og magasinet. Basert på Ali har Lille Kvernevatn Moderat tilstand. Ut fra ANC har Store Kvernevatn Svært/God tilstand, mens den for Lille Kvernevatn er Moderat.

Tabell 9. Fastsettelsen av økologisk tilstand for Store og Lille Kvernevatn i 2018 er basert på vannkvalitet (pH, Ali og ANC) og fangstutbyttet ved prøvefiske med bunngarn. Tilstanden for fisk mht. fangstutbyttet er satt på grunnlag av lite oppvekstareal i forhold til innsjøareal.

Innsjø	Variabel	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Store Kvernevatn.	Vannkvalitet: pH		X			
	Vannkvalitet: Ali		X	X		
	Vannkvalitet: ANC	X	X			
	Fisk			X		
Lille Kvernevatn	Vannkvalitet: pH		X			
	Vannkvalitet: Ali			X		
	Vannkvalitet: ANC			X		
	Fisk			X		

5 Diskusjon

Den stedegne ørreten i Store Kvernevatn døde ut for 50-60 år siden. SNSF-prosjektet fikk i 1975 opplyst at bestanden i magasinet da hadde gått tapt (Sevaldrud & Muniz 1980). Dette stemmer med et prøvefiske som ble foretatt i 1972, som ga negativt resultat (Gunnerød mfl. 1981). Det hadde også vært satt ut 2800 yngel hvert år siden begynnelsen på 1960-tallet. Men på grunn av manglende tilslag ble disse utsettingene stoppet. Det ble heller ikke fanget ørret ved et nytt prøvefiske i 1992 (Saltveit 1994). Derimot hadde magasinet nå en tynn bestand av bekkerøye etter utsettinger siden 1985. Tapet av ørretbestanden i Store Kvernevatn skyldtes sur nedbør, idet pH i 1972 var på 4,8 (Gunnerød mfl. 1981). Reguleringen av Store Kvernevatn førte også til at tilgangen på gytebekker ble sterkt redusert (**pkt. 4.2.8**). Den stedegne ørretbestanden hadde uansett dødd ut som følge av forsuring.

Det fantes så godt som ikke ørret i Store Kvernevatn helt fram til tidlig på 2000-tallet, idet prøvefiske i 2003 ga et utbytte på ett individ (Hesthagen 2003). Men etter at utsettingene ble gjenopptatt i 2006, skjedde det en kraftig bestandsøkning fram til 2009. I 2014 og 2018 var fangstutbyttet noe lavere, men det hadde nok sammenheng at utsettingene ble redusert fra 2010 og utover. I perioden 2006-2009 ble det hvert år satt ut 3000 énsomrig settefisk. Fra 2010 til 2014 omfattet de årlige utsettingene 2000 individ, bortsett fra 3000 fisk i 2011. I de siste fire årene (2015-2018) har det vært satt ut 1000 individ hvert år.

Prøvefiske i 2018 viste ingen økningen i forekomsten av villfisk i de siste årene. Det er heller ikke dokumentert vellykket gyting i form av fangst av yngel eller eldre ungfisk i noen av tilløpsbekkene. I 2009 ble det bare fanget to villfisk ved prøvefiske, mens innslaget i 2014 og 2018 var på henholdsvis 16 (31%) og 14 individ (22%). Fangsten av villfisk på de enkelte prøvefiskestasjonene varierte en god del. I 2014 ble halvparten (n=8) av dem fanget på stasjon 1B i den sørvestlige delen av magasinet (jf. **figur 2**). I 2014 ble de andre villfiskene fanget på Stasjon 3B (n=5) og 6B (n=3). Stasjon 3B ligger i kilen inn mot gamle Krokvatn, mens stasjon 6B ligger inn mot Fisketjønn litt vest for dammen. Begge lokalitetene inngår nå i Store Kvernevatn. I 2018 ble villfiskene fanget på stasjonene 2B (n=2), 3B (n=9), 6B (n=2) og 7B (n=1). Potensielle gytebekker er Øyvassånæ som ligger i nærheten av Stasjon 1B. Men denne bekken synes ikke å være noen egnet gytebekk. Det samme gjelder Gråfjelldalsbekken i nordvest som ligger i nærheten av stasjon 2B. Derimot er det enkelte lommer med gytesubstrat i bekken mellom Krokvatn og Store Kvernevatn. Her er det imidlertid innslag av svaberg og større stein som kan hindre fisken sin oppvandring. I det gamle elveleiet mellom Fisketjønn og Store Kvernevatn i nærheten av Stasjon 6B, blir rekrutteringsmulighetene også vurdert som begrensede.

Innsjøgyting er også en alternativ rekrutteringsstrategi, som kan foregå i de gamle bekk- eller elveleiene under HRV. Det gjelder spesielt de fra Gråfjelldalsbekken og Krokvatn. I siste uke av september 2018, som er forventet gytetidspunkt, ble det registrert en bra vannstrøm i disse bekk-leiene (Nils Børge Kile, pers.med.). Ved nedtappingen utover vinteren vil en del av mulig nedlagt rogn bli utsatt for stranding. Men det er trolig en så stor vannføring i disse tilløpsbekken/bekkeleiene i løpet av vinteren at noe av rognen likevel kan overleve. Særlig bekken ut av Krokvatn har god og jevn vannføring, ettersom nedbørfeltet er relativt stort. Det vil være nyttig å få kartlagt om det foregår innsjøgyting i Store Kvernevatn. Dette kan gjøres ved garnfiske på de angitte stedene om høsten. Ved lav vannstand på ettersommeren kan disse områdene også elfiskes for om mulig å påvise yngel. Det samme gjelder tilløpsbekkene oppstrøms HRV, helst under gunstige forhold tidlig på høsten. Man bør også foreta en nærmere vurdering av mulige biotopforbedrende tiltak for å etablere eller øke gyteområdene i noen av disse bekkene. Dette kan omfatte fjerning av mulige vandringshindre og tilførsel av egnet gytesubstrat.

Det er usikkert om manglende magasinfylling på høsten hindrer potensiell gytefisk i å vandre opp i aktuelle gytebekker. Høsten 2017 hadde Store Kvernevatn ekstra lav vannstand pga Skjerkaufbyggingen (**figur 13**). Dette kan i så fall ha påvirket den naturlige rekrutteringen i 2018. Vannstanden kom heller ikke opp til HRV i slutten av september i 2018 på grunn av lite tilsig

etter en svært tørr sommer. Sammenhengen mellom vannstand på høsten og oppgang av gytefisk til aktuelle gytebekkene bør vurderes nærmere. Innsjøgyting er for øvrig også vurdert som sannsynlig i nordlige deler av Nåvatnmagasinet (Hesthagen & Walseng 2018). Det er nemlig god vannstrøm i de smaleste sundene nord og sør for tidligere Åstølsvatn, som var gamle elveleier før reguleringen. Under en befaring i oktober 2016 ble det påvist gytegrus i noen av disse områdene. I andre større reguleringsmagasiner, spesielt i Otravassdraget, kan det også være noe egenrekruttering fra innsjøgyting (Nils Børge Kile, pers. med.).

En del av villfisker som blir fanget i Store Kvernevatn i de siste årene kan ha vandret ned fra ovenforliggende innsjøer. Blaugevatn oppstrøms gamle Krokvatn er en aktuell lokalitet, der ørreten overlevde den verste forsursperioden på 1960/1970-tallet (Bjørn Ljosland, pers. med.). Her ble det tatt ørret på garn både på 1970- og 1980-tallet. Det ble rett nok satt ut "noen hundre" settefisk her, men det var midt på 1990-tallet. Det er fremdeles bra med fisk i Blaugevatn, for garnfiske i 2018 ga et utbytte på ca. tre-fire individ pr. garn. Om en del fisk vandrer ned i Store Kvernevatn fra ovenforliggende innsjøer, var det merkelig at det bare ble tatt ett individ ved prøvufiske i 2003. Men det kan ha vært en kraftig bestandsøkning i Blaugevatn i løpet av de siste årene.

Manglende naturlig rekruttering hos ørreten i tilløpsbekkene til Store Kvernevatn skyldes trolig ikke lenger dårlig vannkvalitet. I 2003 varierte pH her og i selve magasinet mellom 4,91 og 5,16. Innholdet av giftig labil aluminium (Ali) var også relativt høyt med 53-72 µg/L. pH har nå bedret seg kraftig og lå i 2018 på 5,57-5,63, mens innholdet av Ali er redusert til <10-25 µg/L. ANC var i 2003 negativ med - 8 til - 21 µekv/L. I 2018 hadde alle prøvelokalitetene positive verdier med 4 til 11 µekv/L. Alkaliteten tyder heller ikke på noe forsursproblem med 21-30 µekv/L.

Produksjonsgrunnlaget i Store Kvernevatn er kraftig redusert både pga. reguleringen på 25,8 m og en noe marginal vannkvalitet. Fiskens tilvekst og størrelse tilsier da også at bestandsforholdene er relativt dårlige. Og selv om fisketettheten altså ikke er særlig høy, har veksten avtatt i seinere år. Eksempelvis hadde settefisker som ble fanget i 2009 og 2018 en lengde og vekt etter tredje leveår på henholdsvis 210 mm vs. 93 gram og 168 mm vs. 47 gram. Følgelig er vekten hos denne aldersgruppen blitt halvert i løpet av det siste ti-året. Men for å opprettholde en viss bestandstetthet, anbefaler vi likevel at utsettingene holdes på samme nivå som i de siste årene med 1000 individ. Det er ikke behov for å ta hensyn til beskatningen i Store Kvernevatn ved fastsettelsen av utsettingspålegget. Garnfisket i magasinet er nemlig helt ubetydelig (Salve Ansgar Ljosland og Jan Ove Pytten Flodquist, pers. med.). Det er ellers enkelte som fisker med håndredskap (stang).

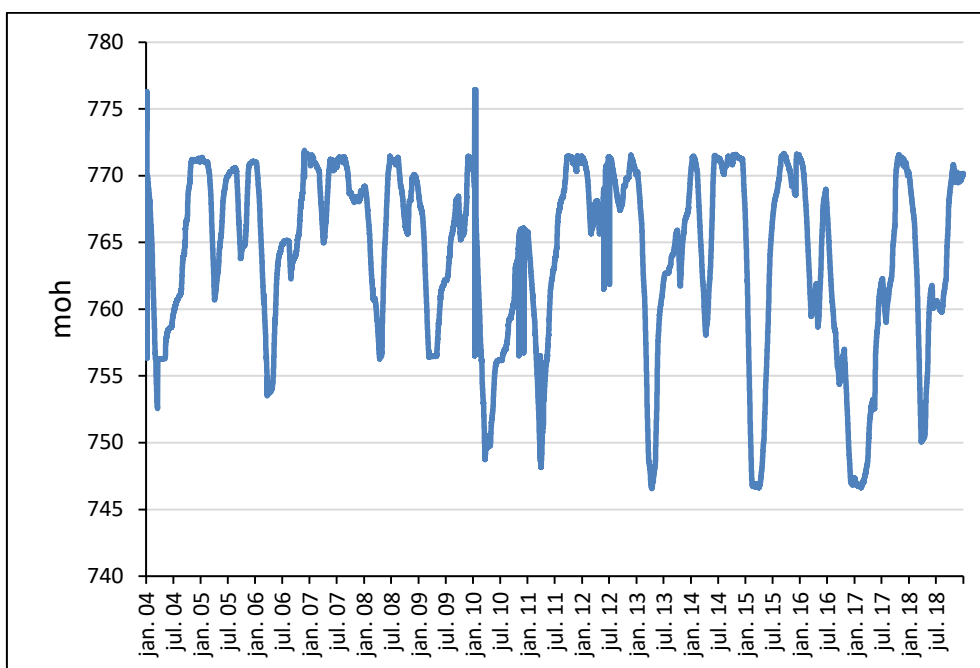
I Lille Kvernevatn har det nå etablert seg en ny ørretstamme, for høsten 2018 ble det fanget yngel og gytefisk både på inn- og utløpet. I prøvufiskefangstene i 2014 og 2018 inngikk villfisk i aldersgruppene 1+ til 6+. Det har følgelig vært vellykket gyting her siden slutten på 2000-tallet. Siden i 2011 har det hvert år blitt satt ut 200-250 énsomrig settefisk. Ørreten i Lille Kvernevatn har i dag en middels størrelse, vekst og kvalitet. Noe særlig næringsoverskudd er følgelig ikke til stede. Lille Kvernevatn blir også tilført kaldt bunnvatn fra Store Kvernevatn, noe som virker negativt på næringsproduksjonen og fiskens vekst. Målinger i august 2014 viste at overflatevatnet hadde en temperatur på 7,9 °C, mot 14,4 °C i Store Kvernevatn. Det er lett adkomst til Lille Kvernevatn, og det foregår noe stangfiske blant hytteeierne i området (Oddmund Ljosland, pers. med.). Det er derfor viktig at fisken holder en så god kvalitet og størrelse som mulig. Vi anbefaler derfor at utsettingene blir avsluttet, foreløpig for en periode på fire år. Vannkvaliteten synes nå å være tilfredsstillende, med pH 5,52 på utløpet. Andelen settefisk var merkelig nok større i 2018 (76,0%) enn i 2014 (45,5%). Det tyder på en viss årlig variasjon i den naturlige rekrutteringen.

På midten av 1980-tallet ble det satt i gang utsettinger av bekkerøye i Store Kvernevatn, men den etablerte aldri noen fast bestand. I ei periode på ca. 20 år hadde magasinet en tynn bestand av bekkerøye (jf. Saltveit 1994). I 2003 fantes det fortsatt noe bekkerøye, da det ble fanget 14 individ med lengder på 157-356 mm (Hesthagen 2003). Det ble imidlertid ikke fanget bekkerøye verken i 2009, 2014 eller i 2018. Den har rekruttert i Velistrengen oppstrøms Blaugrevatn (Bjørn

Ljosland, pers. med.). Dersom dette fortsatt er tilfelle, skulle en forvente at enkelte individ også ha vandret ned i Store Kvernevatn. Det ble også satt ut bekkerøye i Lille Kvernevatn på 1980-tallet, og her fanst den fremdeles i 2014 (Hesthagen & Walseng 2015). Etter som utsettingene opphørte i 2004, må den ha reprodusert. I dag er trolig bestanden gått tapt.

Vannkvaliteten i øvre deler av Mandalsavssdraget synes nå å være så god at ørreten igjen kan reprodusere. Men det kan likevel inntreffe enkelte forurensningsepisoder. For ca. fem år siden registrerte Jan Ove Pytten Flodquist (pers. med.) en fiskedød i vassdraget oppstrøms Pytten. Dette var i midten av september, i etterkant av store nedbørsmengder. Den døde fisken som ble observert var voksne individ, altså mest sannsynlig gytefisk. At fiskedøden skjedde i etterkant av store nedbørsmengder, kan tyde på at fiskedøden var forårsaket av en episode med surt vatn.

Sommeren 2018 var også spesiell med tørke og varmt vær fra midten av mai til ut i juli måned. Pytten Flodquist kom over en mindre bekk hvor han observerte mye død og halvdød fisk. Bekken var i ferd med å tørke ut og vatnet var varmt. Rekrutteringen hos ørret i mange mindre bekker over store deler av Sør-Norge fikk seg trolig en knekk sist sommer. Dette kan også ha gitt seg utslag i manglende forekomst av yngel i de små tilløpsbekkene til Store Kvernevatn samme høst.



Figur 13. Vannstandskurve for Store Kvernevatn i perioden 2004-2018. HRV ligger på 771 moh. Data fra Agder Energi Vannkraft.

6 Referanser

- 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.
- Garmo, Ø.A., Skjelkvåle, B.L., de Wit, H.A., Colombo, L., Curtis, C., Fölster, J., Hoffmann, A., Hruška, J., Høgåsen, T., Jeffries, D.S., Kelle, W.B., Krám, P., Majer V., Monteith, D.T., Paterson, A.M., Rogora, M., Rzychon, D., Steingruber, S., Stoddard, J.L., Vuorenmaa, J. & Worsztynowicz, A. 2014. Trends in surface water chemistry in acidified areas in Europe and North America from 1990 to 2008. *Water, Air and Soil Pollution* 225: 1-14.
- 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* Mitchell x *Salvelinus alpinus* L.) i små, sure, humusholdige innsjøer. NIVA Fremdriftsrapport Del II.
- Grande, M., Andersen, S. & Sevaldrud, I. 1980. Forsøk med utsetting av bekkerøye (*Salvelinus fontinalis* Mitchell) i sure innsjøer 1975-1978. SNSF prosjektet IR 66.
- 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.
- Hesthagen, T. 2003. Reetablering av aure i reguleringsmagasin på Sørlandet. Fiskebiologiske undersøkelser i Store Kvernevatn og Langevatn-magasinet i Mandalsvassdraget høsten 2003. NINA Minirapport 42. Norsk institutt for natutforskning.
- Hesthagen, T., Ousdal, J.-O. & Saksgård, R. 2010. Fiskebiologiske undersøkelser i tre regulerte og én reguleringspåvirket innsjø i Mandalsvassdraget høsten 2009. NINA Minirapport 289. Norsk institutt for natutforskning.
- Hesthagen, T. & Walseng, B. 2012. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i Nåvatn og Skjerkevatn. Mandalsvassdraget høsten 2011 – Fisk og krepsdyr. NINA Rapport 804. Norsk institutt for natutforskning.
- Hesthagen, T. & Kleiven, E. 2013. Reproduserende bestander av bekkerøye (*Salvelinus fontinalis*) i Norge pr. 2013. NINA Rapport 900. Norsk institutt for natutforskning.
- Hesthagen, T. & Walseng, B. 2015. Undersøkelser av krepsdyr og fisk i fem regulerte og reguleringspåvirkede innsjøer i Mandalsvassdraget høsten 2014. NINA Rapport 1127. Norsk institutt for natutforskning.
- Hesthagen, T., Saksgård, R. & Sandlund, O.T. 2015. Fiskebiologiske undersøkelser i Dalsvatnet, Ångardsvatnet og Tovatna i Trollheimen, 2014. NINA Rapport 1172. Norsk institutt for natutforskning.
- Hesthagen, T. & Walseng, B. 2018. Vannkvalitet, krepsdyr og fisk i tre reguleringsmagasiner i Mandalsvassdraget høsten 2017. NINA Rapport 1485. Norsk institutt for natutforskning.
- Hesthagen, T., Bolstad, G.H. & Kleiven, E. 2018. Distribution of brook trout (*Salvelinus fontinalis*) across Norwegian watersheds – is it an invasive species? *Fauna norvegica* 38:1-8.
- 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.
- Saltveit, S.J. 1994. Fiskebiologiske undersøkelser i forbindelse med nye Skjerka kraftverk i Vest-Agder. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, nr. 153.

- Sandlund O.T. (red.) 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013. – revidert 2015. www.vannportalen.no.
- Sevaldrud, I.H. & Muniz, I.P. 1980. Sure vatn og innlandsfiske i Norge. Resultater fra intervjuundersøkelsene 1974-1979. SNSF prosjektet, Intern Rapport 77/80.
- Ugedal, O., Forseth, T. & Hesthagen, T. 2005. Garnfangster og størrelse på gytefisk som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander. NINA Rapport 73. Norsk institutt for natutforskning.

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN: 1504-3312
ISBN: 978-82-426-3354-5

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 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