

1995

NINA Rapport

Fiskebiologiske undersøkelser i Nåvatn-Skjerkevattmagasinet og Tjørni i Mandalsvassdraget høsten 2020

Trygve Hesthagen, Nils Børge Kile og Erik F. Lie



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 Nåvatn- Skjerkevatt-magasinet og Tjørni i Mandalsvassdraget høsten 2020

Trygve Hesthagen
Nils Børge Kile
Erik F. Lie

Hesthagen, T., Kile, N.B. & Lie, E.F. 2021. Fiskeribiologiske undersøkelser i Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet og Tjørni i Mandalsvassdraget høsten 2020. NINA Rapport 1995

Trondheim, juni 2021

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4774-0

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Trygve Hesthagen

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingeborg P. Helland (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Agder Energi Vannkraft

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Aleksander Andersen

FORSIDEBILDE

Den nye damkronen i Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet. Foto: AEVK

NØKKELOD:

- Agder
- Åseral kommune
- Mandalsvassdraget
- Reguleringsmagasin
- Aure
- Vannkvalitet
- Etterundersøkelse

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

Thormøhlensgate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Hesthagen, T., Kile, N.B. & Lie, E.F. 2021. Fiskeribiologiske undersøkelser i Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet og Tjørni i Mandalsvassdraget høsten 2020. NINA Rapport 1995. Norsk institutt for naturforskning.

Hensikten med denne undersøkelsen var å gi en bestandsstatus for auren i form av (i) fangstutbytte, vekst, kvalitet og kjønnsmodning, (ii) dokumentere tilslaget av utsettingene og (iii) vurdere behovet for videre utsettinger. Prøvefiske ble foretatt med Nordiske oversiktsgarn (bunn garn). Det tidligere Nåvatn- og Skjerkevatnmagasinet ble i 2018 slått sammen til ett magasin. Maksimum reguleringshøyde i det nye magasinet er 37,0 m. Tjørni er lokalisert nedstrøms Langevatnmagasinet, og er derfor påvirket ved et sterkt redusert vannføring. Det har vært utsettinger i Nåvatn og Skjerkevatn i henholdsvis 2002-2016 og 2007-2017. I Tjørni har det vært årlige utsettinger siden 2011 med 400-500 énsomrige individ. All utsatt fisk har vært fettfinneklippet. Tidligere har det vært foretatt fiskebiologiske undersøkelser i Nåvatn (2005, 2011 og 2017), Skjerkevatn (2005 og 2011) og Tjørni (2014). Aure er eneste fiskeart i disse lokalitetene. I Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet ble det satt garn på stasjoner både i tidligere Nåvatn og Skjerkevatn. Utbyttet blir uttrykt som antall individ fanget pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue).

Vannprøver ble tatt fra både innsjøoverflaten og i noen tilløpsbekker. Alle høyereliggende innsjøer i Mandalsvassdraget har vært sterkt forsuret siden tidlig på 1900-tallet. De er fremdeles relativt sure, men i løpet av de siste 15 åra har vannkvaliteten bedret seg betydelig. I 2020 lå pH og alkalitet på henholdsvis 5,36-5,80 og 14-27 µek/L. Bufferkapasiteten i form av syrenøytraliserende kapasitet (ANC) har økt fram til 2020 både i Skjerkevatn (siden 2011) og Tjørni (siden 2014), fra henholdsvis -6,0 og -9,0 til +5,4 og +14,0 µekv/L. Innholdet av giftig labilt Al er nå lavt. Vannkvaliteten tilsier vellykket naturlig rekruttering hos auren.

Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet og Tjørni har fortsatt tynne til meget tynne fiskebestander. I Nåvatn har det imidlertid vært en klar økning i fangstene av villfisk fra 2017 til 2020 med Cpue på respektive 1,8 og 6,7 individ. Derimot har mengden settefisk avtatt fra Cpue på 1,9 til 1,3 individ pga. manglende utsettinger i seinere år. I Skjerkevatn var fangsten av settefisk noe lavere i 2020 enn i 2011 av samme grunn, med Cpue på henholdsvis 4,4 og 5,4 individ. I tillegg ble det fanget noen få villfisk. I Tjørni var fangstene betydelig lavere i 2020 enn i 2014 med henholdsvis 2,7 og 5,2 individ. I 2005 var innslaget av settefisk i Nåvatn ca. 25 %. Fram til 2011 og 2017 hadde andelen økt til henholdsvis 58 og 52 %. I 2020 var derimot deres andel bare 17 %. I Skjerkevatn ble i 2005 kun fanget ett individ; én settefisk. I 2011 bestod fangsten bare av settefisk, som også dominerte i 2020 (82 %). I Tjørni var andelen settefisk i samme størrelsesorden både i 2014 og 2020 med henholdsvis 63 og 70 %.

Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet har en svært begrenset produksjonskapasitet, både pga. den kraftige reguleringen og en fortsatt marginal vannkvalitet. Den årlige tilveksten er relativt lav og hunnene blir kjønnsmodne alt ved en lengde på ca. 270 mm. Fritidsfiske med garn er svært begrenset. For å opprettholde en best mulig kvalitet og størrelse på fisken må rekrutteringen begrenses. Vi anbefaler derfor at stoppen i utsettingene opprettholdes. Tiltak for om mulig å øke den naturlige rekrutteringen i noen tilløpsbekker anbefales likevel. Tjørni har også lav produksjonskapasitet, noe som kan ha sammenheng med at det er sterkt humuspåvirkning. Et lavere fangstutbytte sist år kan skyldes at vannet inneholdt mye humus som la seg på garna og reduserte fangsteffektiviteten. Tjørni har også vært påvirket av partikkel- og nitrogenforurensning fra byggingen av ny dam i Langevatnmagasinet. Næringsgrunlaget synes å være svært begrenset og det tilsier at utsettingene ikke bør økes.

Trygve Hesthagen, Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim. E-post: trygve.hesthagen@nina.no. Mobil: 995 93 389

Nils Børge Kile Syrtveit Fiskeanlegg, Setesdalvegen 1085, 4735 Evje. E-post: nils.borge.kile@ae.no. Mobil: 915 47 807

Erik F. Lie Norsk institutt for naturforskning. Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim. E-post: erik.lie@nina.no. Mobil: 456 61 285

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Områdebeskrivelse	8
2.1 Beliggenhet og reguleringer	8
2.2 Fiskeutsetninger	9
3 Metoder	11
3.1 Vannkjemiske analyser.....	11
3.2 Garnfiske.....	11
3.3 Prøvetaking og alders- og vekstanalyser	11
4 Resultater	12
4.1 Vannkvalitet	12
4.2 Fisk	14
4.3.1 Fangstutbyttet på garn.....	14
4.3.2 Alder, størrelse og vekst.....	15
4.3.3 Kondisjon	20
4.4 Økologisk tilstand basert på vannkvalitet og fisk.....	22
5 Diskusjon	24
6 Referanser	27

Forord

Undersøkelsene av vannkvalitet og fisk i Nåvatn-Skjerkevattmagasinet og Tjørni er gjennomført på oppdrag for regulanten i Mandalsvassdraget, Agder Energi Vannkraft (AEVK). Hovedhensikten med prosjektet var å gi en vurdering av bestandsforholdene og gi råd om kompensasjonstiltak. Feltarbeidet ble utført av Nils Børge Kile og Bernt Olaf Martinsen hos AEVK. Erik F. Lie hos NINA har aldersbestemt fisken. NINA takker AEVK for oppdraget.

Juni 2021

Trygve Hesthagen

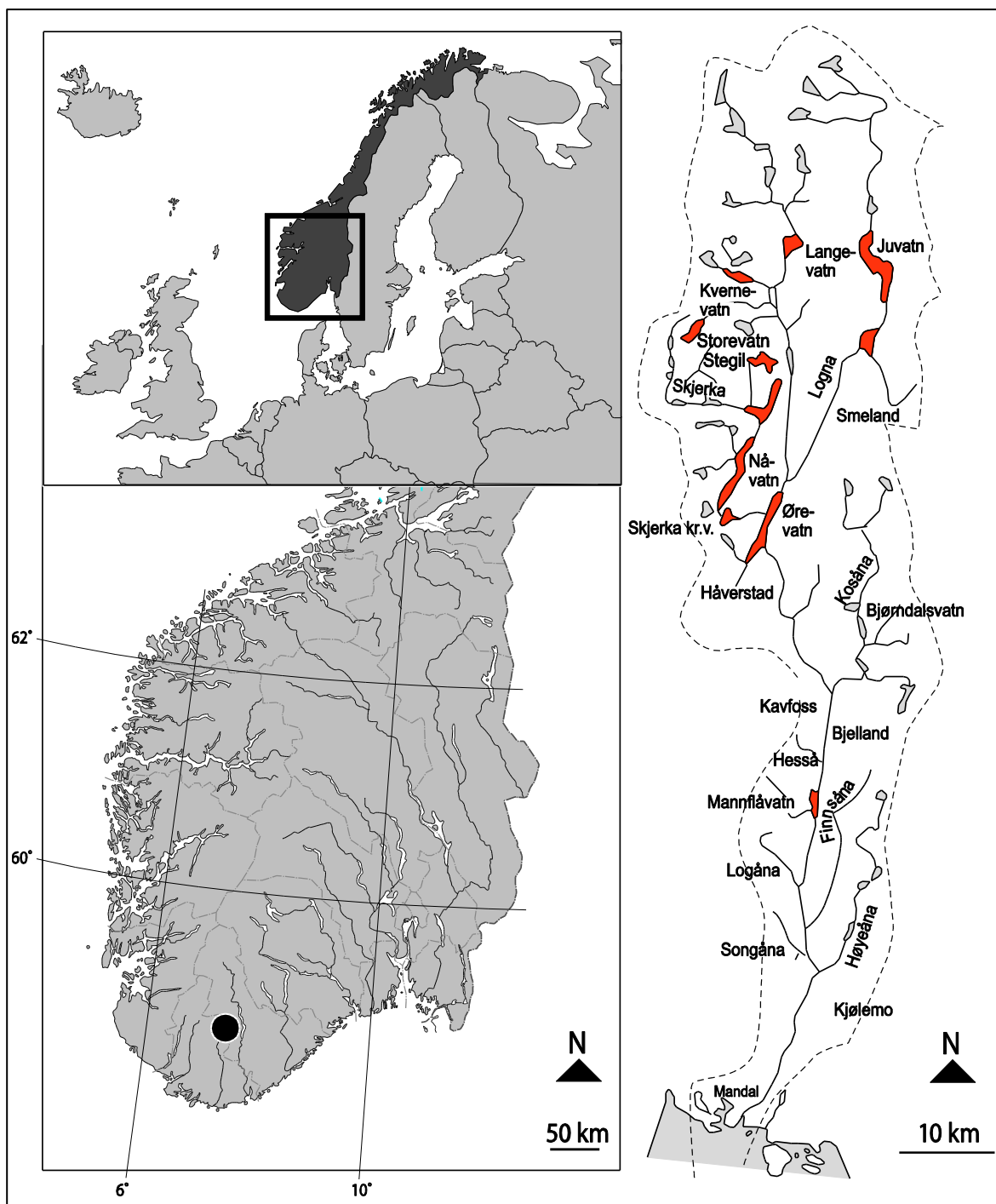
1 Innledning

I øvre deler av Mandalsvassdraget i Åseral kommune er det til sammen etablert ni reguleringsmagasiner; Juvatn, Lognavatn, Langevatn, Store Kvernevatn, Storevatn, Stegil, Nåvatn, Skjerkevatn og Ørevatn (**figur 1**). Dermed ble deler av tilløpsbekkene neddemt og utløpene ikke lenger tilgjengelige som gyteområder. Dette førte til redusert naturlig rekrutteringen hos aure. I tillegg ble aurebestandene i disse innsjøene tidlig skadet av forsuring. Allerede tidlig på 1900-tallet ble det opplyst at auren i mange tidligere fiskerike vann i høyereliggende strøk av Åseral hadde avtatt og endog forsvunnet. Både Huitfeldt-Kaas og Knut Dahl foretok fiskebiologiske undersøkelser her på den tiden (Dahl 1920, 1922, Huitfeldt-Kaas 1927). De første pH-målingene ble foretatt i Skjerkegreina i 1932, og viste verdier på 5,3-5,4 (Sunde 1932). Rundt 20 år seinere lå pH i Logna-greina og i Ørevatn på 4,95- 5,05. I løpet av et par tiår var alle regulerte eller reguleringspåvirkete innsjøer kronisk sure med pH 4,6-4,9 (Hesthagen 2019). I løpet av 1960/1970-tallet hadde forsuringen utryddet de fleste aurebestandene i øvre deler av Mandalsvassdraget (Sevaldrud & Muniz 1980, Hesthagen & Østborg 2008). Disse tapene ble i en tid forsøkt kompensert ved utsetninger av anleggsprodusert aure. Men etter hvert som forsuringen økte i omfang, forsvant også denne fisken (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). I en periode ble derfor mange av reguleringsmagasinene i øvre deler av Mandalsvassdraget liggende fiske-tomme.

På midten av 1980-tallet ble det satt i gang utsetninger av bekkerøye i mange regulerte innsjøer på Sørlandet (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). Den nordamerikanske arten er nemlig mindre følsom for surt og aluminiumsholdig vann enn vanlig norsk aure (Dunson & Martin 1973, Muniz & Leivestad 1979). Bekkerøya slo i mange tilfeller et godt til, men etter 2005 er det ikke lenger tillatt å sette ut en slik fremmed art i norske vassdrag (Hesthagen & Kleiven 2013, Hesthagen mfl. 2018). Det finnes ikke lenger bekkerøye i noen av de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget.

Utover på 2000-tallet ble bekkerøya etter hvert erstattet av énsomrig aure i flere av de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget (Hesthagen 2019). Dette var motivert ut fra at vannkvaliteten hadde bedret seg i løpet av de siste åra (Skjelkvåle mfl. 1998). Utsettingene kom i gang i 2002 i den nordlige delen av Nåvatn. I løpet av de neste fem åra ble det satt ut énsomrig aure i Lognavatn, Sandvatn, Juvatn, Store Kvernevatn, Stegil og Skjerkevatn. Men etter hvert ble det påvist naturlig rekruttering flere steder, og utsettingene ble da redusert og etter hvert også avsluttet. I åra 2017-2020 var utsettingene begrenset til Store Kvernevatn, Lille Kvernevatn, Stegil, Storevatn, Skjerkevatn og Tjørni.

Hensikten med denne undersøkelsen var å gi en bestandsstatus for auren i Tjørni og Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet i form av fangstutbytte, vekst, kvalitet og kjønnsmodning, dokumentere tilslaget av utsettingene og vurdere behovet for videre utsetninger. Tjørni er lokalisert nedstrøms Langevatnmagasinet, noe som gjorde at tilsiget til tjernet ble sterkt redusert. I Tjørni har det vært årlige utsetninger siden 2011. I Nåvatn og Skjerkevatn ble derimot utsettingene avsluttet i henholdsvis 2016 og 2017. Tidligere har det vært foretatt fiskebiologiske undersøkelser både i Tjørni (2024), Nåvatn (2005, 2011 og 2017) og Skjerkevatn (2005 og 2011) (Hesthagen & Walseng 2014, 2018).



Figur 1. Mandalsvassdraget med lokalisering av de enkelte reguleringsmagasinene, angitt i rødt. Nåvatn-Skjerkemagasinet er lokalisert i vestlige og midtre deler av vassdraget, mens Tjørni ligger i den nordøstlige deler av vassdraget nedstrøms Langevatnmagasinet.

2 Områdebeskrivelse

2.1 Beliggenhet og reguleringer

Nåvatn og Skjerkevatn ble regulert på 1930-tallet og var altså fram til 2018 to separate magasiner (Hesthagen 2019). Begge magasinene er en del av en større regulering i Mandalsvassdraget, der vatn fra Langevatn og Store Kvernevatn blir ført i tunnel til det nye magasinet (**figur 1**). Herfra blir vatnet ført i tunnel til Skjerka Kraftverk ved Ørevatn, og videre i tunnel til Håverstad Kraftverk ved Mandalselva.

Nåvatnmagasinet (nr. 310) er lokalisert 628 moh. og dekket opprinnelig et areal på 913 hektar (HRV). Magasinet bestod av Åstølvatn (627 moh.), Svartevatn (627 moh.), Sandvatn (606 moh.) og Nåvatn (606 moh.). Største målte dyp i nord (Svartevatn) er 38 meter, mot 58 meter i søre deler av magasinet. Nedbørfeltet er dominert av bjørkeskog, med noe innslag av rogn og furu i indre deler. Reguleringshøydene i Sandvatn og Nåvatn lengst sør er 36,5 meter, mellom 628-591,5 m. Det går vei til Nåvatn både til utløpet og til Svartevatn i nord.

Skjerkemagasinet (nr. 309) bestod av Hagedalsvatn, øvre Skjerkevatn og nedre Skjerkevatn. Det var opprinnelig lokalisert 605 moh. Reguleringshøyden var 14,0 meter, basert på en heving av vannstand. Magasinet hadde etter regulering et areal på 170 hektar.

Ved sammenslåingen av Nåvatn og Skjerkevatnet ble det på utløpet av det tidligere Skjerkevatnmagasinet bygget to nye steinfallingsdammer, dam Heddersvika og dam Skjerkevatn. Den gamle dammen på utløpet av Nåvatn ble da revet. Dermed ble vannstanden i Skjerkevatn hevet 23 m, opp til HRV i Nåvatn på kote 627,7. Skjerkevatn har nå en reguleringshøyde på 37,0 m. Arealet på Skjerkevatn ble økt med 60 hektar ved den nye reguleringen, slik at det nye magasinet har et areal på 1143 hektar ved HRV. Som følge av dette har produksjonen av kraft i Skjerka kraftverk økt med ca. 40 GWh i året.



Oversiktsbilde av det nye Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet. Kilde: AEVK

Tjørni (NVE nr. 8857) er lokalisert 598 moh. nedstrøms Langevatnmagasinet og dekker et areal på 14,6 hektar. Ved overføringen av vann fra Langevatnmagasinet til Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet fikk Tjørni sterkt redusert vannslipp, bortsett fra i perioder med overvann fra magasinet. Tjørnet er grunt med 1-3 meter som dominerende dyp, og med et største målte dyp på 8,0 meter (Kviljo 2018). Det er bygget en terskel på utløpet. Dette har ikke økt vannspeilet i noen vesentlig grad, men vannstanden har blitt betydelig mer stabil. Vannet er noe turbid med et siktedyp på ca. to meter. Det er fem hytter ved eller i nærheten av tjørnet.



Tjørni sett mot innløpet. Foto: Nils Børge Kile.

2.2 Fiskeutsettinger

Det ble trolig ikke satt ut fisk i de første åra etter reguleringene av Skjerkevatn og Nåvatn på 1930-tallet (Møkkelgjerd & Gunnerød 1985). I 1962 inngikk Landbruksdepartementet og Vest-Agder Elverk en avtale om at renteavkastningen av et avsatt fond skulle dekke utgiftene til fiskeutsettinger i Stegil, Nåvatn og Skjerkevatn. Utsettingene av vanlig aure kom trolig i gang samme år (Saltveit 1994a,b).

I alle magasiner i Mandalsvassdraget ble utsettingene foreløpig avsluttet i 1973 fordi forsueringen hadde resultert i svært dårlig overlevelse hos settefisk (Gunnerød mfl. 1981). I 1985 ble det satt i gang utsettinger av bekkerøye med 1500 individ i Nåvatn og 1200 individ i Skjerkevatn. Disse utsettingene ble trolig opprettholdt fram til og med 2001 (Hesthagen 2019).

I 2002 ble utsettinger av aure i Nåvatn gjenopptatt med 5000 ettåringer. I de tre påfølgende åra var det ingen utsettinger. De kom i gang igjen i 2006 med utsetting av 5500 énsomrige aureunger. Dette ble økt til 10 000 individ i 2007 og 2008. I 2009 ble det imidlertid bare satt ut 2500 individ. I åra 2010-2015 ble det satt ut 4500-5000 énsomrige aureunger hvert år. I 2016 ble tallet redusert til 2300 individ. Siden har det ikke vært satt ut fisk i Nåvatn. I Skjerkevatn kom utsettingen i gang i 2007, og fram til og med 2017 var det hvert år satt 2500-3000 énsomrige individ. Siden 2018 har det ikke vært satt ut fisk i Skjerkevatn. I Tjørni kom utsettingene i gang i 2011 med 500 énsomrige årlig fram til og med 2014. Siden har utsettingene omfattet 400 individ årlig.

Settefisk som benyttes i de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget ble fram til 2013 produsert ved Finså klekkeri i Marnadal. I åra 2002-2009 ble det tatt stamfisk fra innløpet til Sandvatn lokalisert nedstrøms Juvassmagasinet. Her ble det fanget stamfisk med ruse og elektrisk fiskeapparat. I Sandvatn har det også vært forsterkningsutsettinger, og gjenfanget settefisk ble derfor ikke brukt som stamfisk. Dette var mulig fordi all settefisk har vært fettfinneklippet. Gytefisk fra Sandvatn blir transportert til Finså klekkeri for stryking. Plassmangel gjorde det ikke mulig å bygge opp en egen stamfiskbeholdning. De måtte derfor fange et stort antall stamfisk hver høst for å få nok rogn til å kunne produsere det nødvendig antall settefisk.

I 2009 fikk Syrtveit Fiskeanlegg tillatelse av Fylkesmannen i Vest-Agder til å bygge opp en stamfiskebeholdning av Sandvassaure. Det første innlegget av rogn fra Sandvatn ble foretatt høsten 2009, basert på rogn levert av Finså klekkeri. Denne årgangen ble strøket høsten 2013, da fisken altså var tre år gammel. Yngel fra dette partiet ble satt ut i reguleringsmagasiner i

Åseral i 2014. Siden har Syrtveit Fiskeanlegg produsert all settefisk til disse lokalitetene. Stamfisk av 2010-årgangen ble brukt til produksjon av settefisk fram til og med utsettingene i 2017. Høsten 2017 var 2014-årgangen gytemoden, og de ble brukt som foreldrefisk til 2018-utsettet. Syrtveit Fiskeanlegg hentet inn stamfisk fra Sandvatn høsten 2013 og 2015. Fisken ble strøket i felt og satt tilbake i bekken. Ferdig befruktet rogn ble fraktet til Syrtveit Fiskeanlegg. I 2019 ble det hentet inn rogn og melke fra Sandvatn. Den utsatte fisken i alle de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget har vært merket ved å fjerne fettfinnen. I åra 2006-2008 hadde settefisken en dominerende lengde på 6,4-6,7 cm (Hesthagen & Haugland 2009). Den énsomrige settefisken fra Syrtveit Fiskeanlegg har hatt en tilsvarende størrelse. I de siste åra har utsettingene vært foretatt i første del av august.

3 Metoder

3.1 Vannkjemiske analyser

Det ble tatt vannprøver fra overflaten til Skjerkevatn og i tre tilløpsbekker i sørlige deler av Nåvatn og i Skjerkevatn, og i overflaten og utløpet av Tjørni. Alle prøver ble analysert med hensyn til pH, ulike aluminiumsfraksjoner (Al), og anioner og kationer for beregning av syrenøytraliserende kapasitet (ANC). Denne parameteren er definert som summen av basekationer [BC] (Ca + Mg + Na + K) minus summen av sterke syrers anioner [SAA] (SO₄ + NO₃ + Cl). ANC er modifisert ved at organiske syrer som permanent opptrer som anioner i pH-området for naturlig vann (pH>4,5) inngår sammen med de uorganiske sterksyreanionene (Lydersen mfl. 2004a, b). ANC blir beregnet på basis av to konstanter og innholdet av TOC (total organisk carbon) ut fra formelen: [BC] – ([SAA] + (1/3 * 10,2 * TOC)). De ulike Al-fraksjonene inkluderer også den uorganiske/labile fraksjonen som er giftig. NO₃ ble ved en feiltakelse ikke målt, derfor ble verdiene fra forrige undersøkelse benyttet. Vannprøvene ble analysert på Analysesenteret, Trondheim kommune.

3.2 Garnfiske

Prøvefiske i 2020 med Nordiske bunngarn (oversiktsgarn) ble gjennomført den 2.-3. september i Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet og den 10.-11. september i Tjørni. I Nåvatn ble det satt fem garn fordelt på to stasjoner, på henholdsvis 0-3, 3-6, 6-12 og 0-3 og 3-6 m dyp. Garna ble satt i vika ved Rossetjønn ved stasjon 7 som har vært benyttet ved tidligere undersøkelser (Hesthagen & Haugland 2006, Hesthagen & Walseng 2012, 2018). I Skjerkevatn ble garna satt på fire stasjoner fordelt på de samme tre dydene som angitt for Nåvatn. Det ble også satt ett garn på 12-20 m dyp, men dette ble utelatt ved beregningen av det totale fangstutbyttet. Det ble ikke fanget fisk på dette dypet, og det har heller ikke vært satt garn på dette dypet tidligere. I Skjerkevatn ble det i 2005 og 2011 satt garn på tre stasjoner på de tre angitte dydene (Hesthagen & Haugland 2006, Hesthagen & Walseng 2012). I Tjørni ble det som i 2014 satt åtte garn fordelt på fire stasjoner med seks garn på 0-3 m og to garn på 3-6 m dyp (Hesthagen & Walseng 2015).

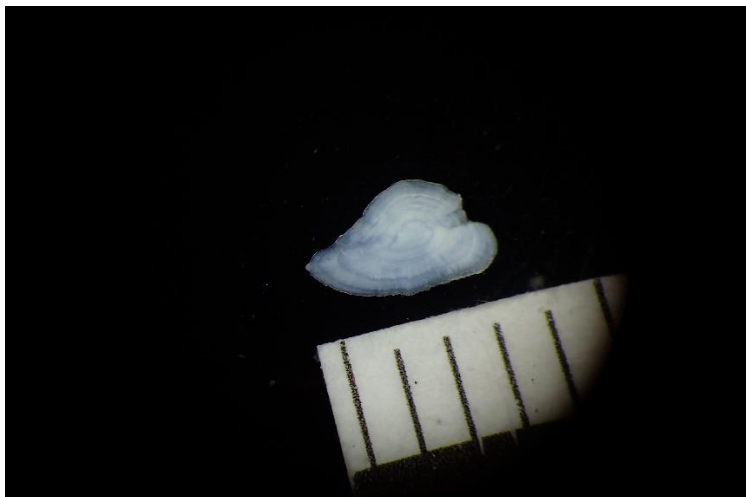
Hvert Nordisk bunngarn er 30 meter langt og 1,5 m dypt og har følgelig et areal på 45 m². Garna består av 12 segmenter med maskeviddene 5,0, 6,3, 8,0, 10,0, 12,5, 15,5, 19,5, 24,0, 29,0, 35,0, 43,0 og 55,0 mm (Appelberg mfl. 1995). Hver maskevidde er derved representert med et areal på 2,5 x 1,5=3,75 m². Utbyttet blir uttrykt som fangst pr. 100 m² garnareal pr. natt (Cpue).

Bestandsstatus hos en aurebestand kan vurderes ut fra fangstutbyttet ved et prøvefiske med Jensen-serie (JS) og vekstforholdene uttrykt som gjennomsnittlig lengde hos kjønnsmodne hunner (Ugedal mfl. 2005). Vi foretok en omregning fra Nordiske bunngarn (NB) til Jensen-serie basert på data fra tre innsjøer i Drivavassdraget i Trøndelag, der begge garnseriene ble benyttet (Hesthagen mfl. 2015). Det ble funnet en signifikant sammenheng mellom fangstutbyttet på de to seriene, basert på fisk ≥ 15 cm i Nordiske bunngarn (NB): JS= 0,338 * NB + 3,25 (F_{1,17}=5,05, R²=0,24, p<0,05).

3.3 Prøvetaking og alders/vekstanalyser

For hver fisk ble det notert stasjon og dyp, kjønn, modningsgrad, samt målinger av total lengde til nærmeste mm og vekt til nærmeste gram. All fisk ble sjekket for om fettfinnen var fjernet, dvs. om fisken var vill eller utsatt. Det ble også notert om fisken hadde andre ytre tegn til oppdrett, som slitte eller deformerte finner.

Til aldersbestemmelsen ble det tatt skjellprøver av all fisk og øresteiner (otolitter) fra et utvalg litt større (og eldre) individ. Fiskens lengde ble tilbakeregnet ved å anta et lineært forhold mellom fiskens lengde og skjellradius. Det var en signifikant sammenheng mellom skjellradius (y) og fiskelengde (x): F_{1,53}=83,43, R²=0,60, p<0,0001. Ligningen er: y=0,21 * x + 10,94.



Otolitt av en fire år gammel aure. Foto: Erik F. Lie.

4 Resultater

4.1 Vannkvalitet

I Nåvatn var Udalsånæ og Vætingånæ i vestenden av Svartevatn i nordlige deler betydelig forsuringspåvirket både i 2005 og 2011 med pH 4,99-5,21 og 15-29 µg/L giftig labilt Al (**tabell 1**). Tilsvarende verdier i selve magasinet (overflatevann) i de to åra var henholdsvis pH 5,63 vs. 5,20 og 10 vs. 21 µg/L labilt Al. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ble i 2005 og 2011 beregnet til mellom +0,1 til -9,3 µekv/L. Unntaket var 9,0 µekv/L i overflatevannet i 2005. I noen lokaliteter hadde ANC forverret seg fra 2005 til 2011. Det kan ha sammenheng med økt innhold av TOC som ble målt til 1,5-2,2 mg/L i 2005, mot 3,7-6,4 mg/L i 2011. Alkaliteten var lav i alle undersøkte tilløpsbekker til Nåvatn både i 2005 og 2011 med 0-9 µekv/L. Fram til 2017 bedret ikke vannkvaliteten seg vesentlig, med pH 5,03-5,18 og labilt Al 10-14 µg/L. Ett unntak var at alkaliteten i overflatevannet var relativt høy med 18 µekv/L. Nåvatn med tilløpselver har et lavt innhold av mineraler som kalsium (Ca) og ledningsevne med verdier på henholdsvis 0,20-0,23 mg/L og 12,0 µS/cm. Vannet er også næringsfattig med 3,2-5,0 µg/L total fosfor (Hesthagen & Walseng 2012). I 2017 var turbiditet og fargetall i Nåvatn henholdsvis 1,0-1,3 FTU og 53-66 Pt/L. Siktedypet i Nåvatn og Skjerkevatn lå i 2005 og 2011 på 3-4 meter.

Fra Skjerkevatn ble det tatt en vannprøve fra overflaten og fra bekk fra Lonetjønnæ (648 moh.) på østsiden av innsjøen. I tillegg ble det tatt vannprøver fra utløpene til Dyrevatnet (635 moh.) vest for den gamle Nåvassdammen og fra Småtjønnin (628-631 moh.) litt lengre sør. Overflateprøven viste en bedret vannkvalitet siden 2005/2011, idet pH og alkalitet nå var henholdsvis 5,49 og 8 µekv/L. I 2005 og 2011 lå ANC på respektive -6,7 og -6,0 µekv/L. Fra til 2020 hadde ANC bedret seg klart og var nå +5,4 µekv/L. Innholdet av labilt Al hadde avtatt fra 22 til 13,0 µg/L. De tre tilløpsbekkene hadde også en tilfredsstillende vannkvalitet med pH 5,36-5,61, alkalitet 18-27 µek/L og ANC 7,5-16,9 µek/L. Bekken fra Dyrevatnet hadde noe labilt Al med 24 µ/L, mens det i bekkene fra Småtjønnin og Lonetjønnæ bare var 2,0- 4,0 µg/L.

I Tjønni hadde i 2014 en dårlig vannkvalitet med 4,64 i pH, ingen alkalitet og negativ ANC (-9,0 µekv/L). Innholdet av labilt Al var også relativt høyt med 49 µg/L. I 2020 var pH på både innløp og i overflaten betydelig høyere med respektive 5,76 og 5,80, Alkalitet og ANC var også positiv på de to stedene med respektive 20 vs. 23 µekv/L og 9,1 vs. 14,0 µekv/L. Innholdet av labilt Al var også lavt med 1,0 og 2,0 µg/L.

Tabell 1. Vannkjemiske data fra Nåvatn (Nå) i 2005, 2011 og 2017 (Uvdalsbekken [Uv-bk], Ve-tingåni [Ve-åni] og overflate), fra Skjerkevatt (Sk) i 2005 og 2011 (overflate) og 2020 (overflate) og Bekk 1 fra Dyrevatnet, Bekk 2 fra Småtjønnin og Bekk 3 fra Lonin) og fra Tjørni (Tj) i 2014 (overflate) og 2020 (innløp og overflate).

Inn sjø	Sted	År	Kon d	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl	NO ₃	Ali	TOC	ANC
			µS/cm		µek/L	mg/l	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	mg/L	µekv/L
Nå	Uv-bk	2005	12,4	4,99	0	0,25	0,12	0,96	0,09	0,79	1,58	39	29	2,2	-5,0
Nå	Uv-bk	2011	10,0	5,10	6	0,24	0,11	0,77	0,09	0,50	0,88	19	23	6,4	-1,5
Nå	Uv-bk	2017	10,0	5,07	6	0,23	0,12	0,96	0,07	0,39	1,33	42	14	5,7	-3,1
Nå	Ve-åni	2005	6,2	5,21	0	0,11	0,07	0,52	0,03	0,37	0,75	5	15	1,5	+0,1
Nå	Ve-åni	2011	11,0	5,00	1	0,17	0,11	0,71	0,03	0,47	0,89	30	20	6,3	-9,3
Nå	Ve-åni	2017	12,0	5,03	8	0,20	0,14	0,99	0,06	0,42	1,33	35	12	6,3	-4,1
Nå	Overfl	2005	10,6	5,63	2	0,34	0,12	0,97	0,11	0,83	1,36	39	10	1,5	+9,0
Nå	Overfl	2011	10,0	5,20	9	0,21	0,10	0,81	0,07	0,62	1,15	52	21	3,7	-5,9
Nå	Overfl	2017	12,0	5,18	18	0,23	0,13	0,99	0,07	0,46	1,41	42	10	5,2	-3,0
Sk	Overfl	2005	12,8	5,05	0	0,22	0,13	0,99	0,08	0,79	1,57	99	38	1,6	-6,7
Sk	Overfl	2011	11,0	5,20	9	0,19	0,11	0,91	0,12	0,66	1,35	68	22	3,1	-6,0
Sk	Overfl	2020	9,9	5,49	14	0,23	0,11	0,88	0,07	0,41	1,21		13	2,8	+5,4
Sk	Bekk 1	2020	11,0	5,58	18	0,24	0,14	1,12	0,08	0,44	1,43		24	4,2	+7,5
Sk	Bekk 2	2020	11,0	5,61	27	0,50	0,16	1,16	0,08	0,60	1,05		4	8,4	+16,9
Sk	Bekk 3	2020	12,0	5,36	23	0,49	0,17	1,09	0,05	0,40	1,27		2	7,1	+15,8
Tj	Innløp	2020	9,0	5,76	20	0,42	0,11	0,84	0,09	0,73	1,13		1	3,3	+9,1
Tj	Overfl	2014	19,0	4,64	0	0,42	0,16	0,78	0,05	0,45	1,13	21	49	10,6	-9,0
Tj	Overfl	2020	11,0	5,80	23	0,54	0,12	0,88	0,11	0,84	1,17		4	3,5	+14,0

4.2 Fisk

4.2.1 Fangstutbytte

I Nåvatn besto fangsten i 2005 av ti individ som ga et utbytte (Cpue) på 1,0 individ (**tabell 2**). I 2011 var fangsten nesten fire ganger høyere med Cpue=3,8 individ. Cpue for villfisk og settefisk var henholdsvis 1,6 og 2,2 individ. I 2017 var utbyttet det samme som seks år tidligere (Cpue=3,8). Det var heller ikke nå stor forskjell i utbyttet av villfisk og settefisk med Cpue på henholdsvis 1,8 og 1,9. I 2020 var fangstutbyttet betydelig høyere; Cpue=8,0 individ. Villfisk utgjorde den klart største andelen med Cpue=6,7 individ. Det ble altså bare fisket på to stasjoner i 2020, slik at resultatet kan være noe misvisende.

Den vertikale fordelingen i Nåvatn viser klart størst tetthet i strandnære områder på 0-3 m dyp med Cpue=5,7, 6,0 og 8,9 individ i henholdsvis 2011, 2017 og 2020. I 2020 ble det også fanget noe fisk på 3-6 og 6-12 m dyp.

I Skjerkevatt ble det ikke fanget villfisk verken i 2005 eller i 2011. I 2020 var utbyttet fem villfisk, tilsvarende Cpue=1,0 individ. I 2005 bestod fangsten av én settefisk. Fram til 2011 økte bestanden av settefisk med Cpue=5,4 individ. I 2020 var utbyttet noe lavere med Cpue=4,4 individ. I Skjerkevatt var tettheten av fisk i 2011 klart størst i strandsona (0-3 m dyp) med Cpue for settefisk 10,4 individ i 2011. Tilsvarende tetthet på 3-6 m dyp var 4,4 individ. I 2020 var det større tetthet av fisk på 3-6 m dyp (Cpue=7,2) enn i strandsona (Cpue=5,0).

Tjørni har lave tettheter av både villfisk og settefisk. Det var en nedgang fangstene av begge kategorier fra 2014 til 2020 med Cpue på henholdsvis 3,3 vs. 1,8 og 1,9 vs. 0,8 individ. Samlet for 2014 og 2020 ble alle 28 individ fanget på 0-3 m dyp og bare ett på 3-6 m dyp.

Tabell 2. Fangstutbyttet vist som antall individ pr. 100 m² garnareal (Cpue) for villfisk og settefisk på ulike dyp av Nåvatn, Skjerkevatt og Tjørni i perioden 2005-2020. n=antall fisk.

Innsjø	Stamme	År	0-3 m		3-6 m		6-12 m		Totalt	
			Cpue	n	Cpue	n	Cpue	n	Cpue	n
Nåvatn	Villfisk	2005	1,0	4	0,7	3	0,0	0	1,0	7
		2011	2,7	11	1,0	4	0,6	1	1,6	16
		2017	2,9	9	1,3	4	0,0	0	1,8	13
		2020	7,8	7	6,7	6	4,4	2	6,7	15
Nåvatn	Settefisk	2005	0,5	2	0,2	4	0,0	0	0,3	3
		2011	3,0	12	1,2	5	2,8	5	2,2	22
		2017	3,2	10	1,3	4	0,0	0	1,9	14
		2020	1,1	1	2,2	2	0,0	0	1,3	3
Skj.vatn	Villfisk	2005	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
		2011	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
		2020	1,1	2	1,6	3	0,0	0	1,0	5
Skj.vatn	Settefisk	2005	0,7	1	0,0	0	0,0	0	0,2	1
		2011	10,4	14	4,4	6	1,5	2	5,4	22
		2020	5,0	9	7,2	13	0,0	0	4,4	22
Tjørni	Villfisk	2014	2,2	6	1,1	1	-	-	1,9	7
		2020	1,1	3	0,0	0	-	-	0,8	3
Tjørni	Settefisk	2014	4,4	12	0,0	0	-	-	3,3	12
		2020	2,6	7	0,0	0	-	-	1,9	7

4.2.2 Andel settefisk

Nåvatn hadde i 2005 et innslag av merka fisk på anslagsvis 20-30 % (Hesthagen & Haugland 2006). I 2011 og 2017 var denne andelen økt betydelig og var på henholdsvis 57,9 og 51,9 % (**tabell 3**). Fram til 2020 har andelen settefisk blitt betydelig redusert og var nå bare 16,7%. I

Skjerkevatn begynte altså utsettingene i 2007. Her ble det i 2005 kun fanget ett individ som var en settefisk. I 2011 bestod fangsten også av bare settefisk. I 2020 var det også en sterk dominans av settefisk med 81,5 %. I Tjørni var andelen settefisk i samme størrelsesorden i 2014 og 2020 med henholdsvis 63,2 og 70,0 %.

Tabell 3. Antall villfisk og settefisk fanget ved prøvefiske i Nåvatn, Skjerkevatn og Tjørni i enkelte år i perioden 2005-2020. *I 2005 ble andelen settefisk i Nåvatn anslått til 20-30 %, og den settes derfor til 25 % (jf. Hesthagen & Haugland 2006).

Innsjø	År	Antall villfisk	Antall settefisk	% settefisk
Nåvatn	2005	7	3	25,0*
	2011	16	22	57,9
	2017	13	14	51,9
	2020	15	3	16,7
Skjerkevatn	2005	0	1	100
	2011	0	22	100
	2020	5	22	81,5
Tjørni	2014	7	12	63,2
	2020	3	7	70,0



Fangsten fra Tjørni høsten 2020, de tre individene til venstre er villfisk. Foto: Nils Børge Kile.

4.3.2. Alder, vekst og størrelse

I Nåvatn ble det i 2005 fanget fisk i aldersgruppene 2-6 år, samt ett individ på 8 år (**figur 2, tabell 4**). I 2011 var det innslag av både årsyngel (én villfisk) og ettåringer (n=9 med 67 % villfisk). Alderen på de andre individene varierte mellom 2 og 5 år. Blant fireåringene dominerte settefisker med 69 %, mens begge individene på fem år var settefisk. I 2017 varierte alderen på fisken i prøvefiskefangsten mellom ett og sju år. Blant de tre yngste aldersgruppene (1+ til 3+) var det en dominans av settefisk (65 %). Blant eldre individ var det derimot omtrent bare villfisk (86%). I 2020 var det altså en dominans av villfisk med sju individ både blant tre- og fireåringer. I tillegg ble det fanget ett individ på seks år. Blant settefisker ble det fanget tre individ fra de to siste åra med utsettinger, dvs. to fireåringer og én femåring.

I Skjerkevatn ble det i 2011 fanget settefisk i aldersgruppene 1+ til 5+, med desidert flest toåringer (59%). Her var altså første utsetting i 2007, så femåringene må ha vandret ned fra

Nåvatn. I 2020 varierte alderen blant settefisken mellom 1+ og 8+. Alderen på de yngste individene er i overensstemmelse med siste utsetting i 2017. De dominerte også blant denne gruppen (59%).

I Tjørni var også aldersfordelingen i 2014 stort sett som forventet ut fra utsettingene som startet i 2011, idet det ble fanget fisk i aldersgruppene 1+ til 3+. I tillegg ble det tatt to 4-åringer, som må ha vandret ned fra Langevatnmagasinet. Villfisken varierte i alder mellom 4+ og 6+. I 2020 ble det bare fanget tre villfisk med alder 1+, 2+ og 10+. Settefisken i 2020 (n=6) var ung og besto av aldersgruppen 1+ til 3+.

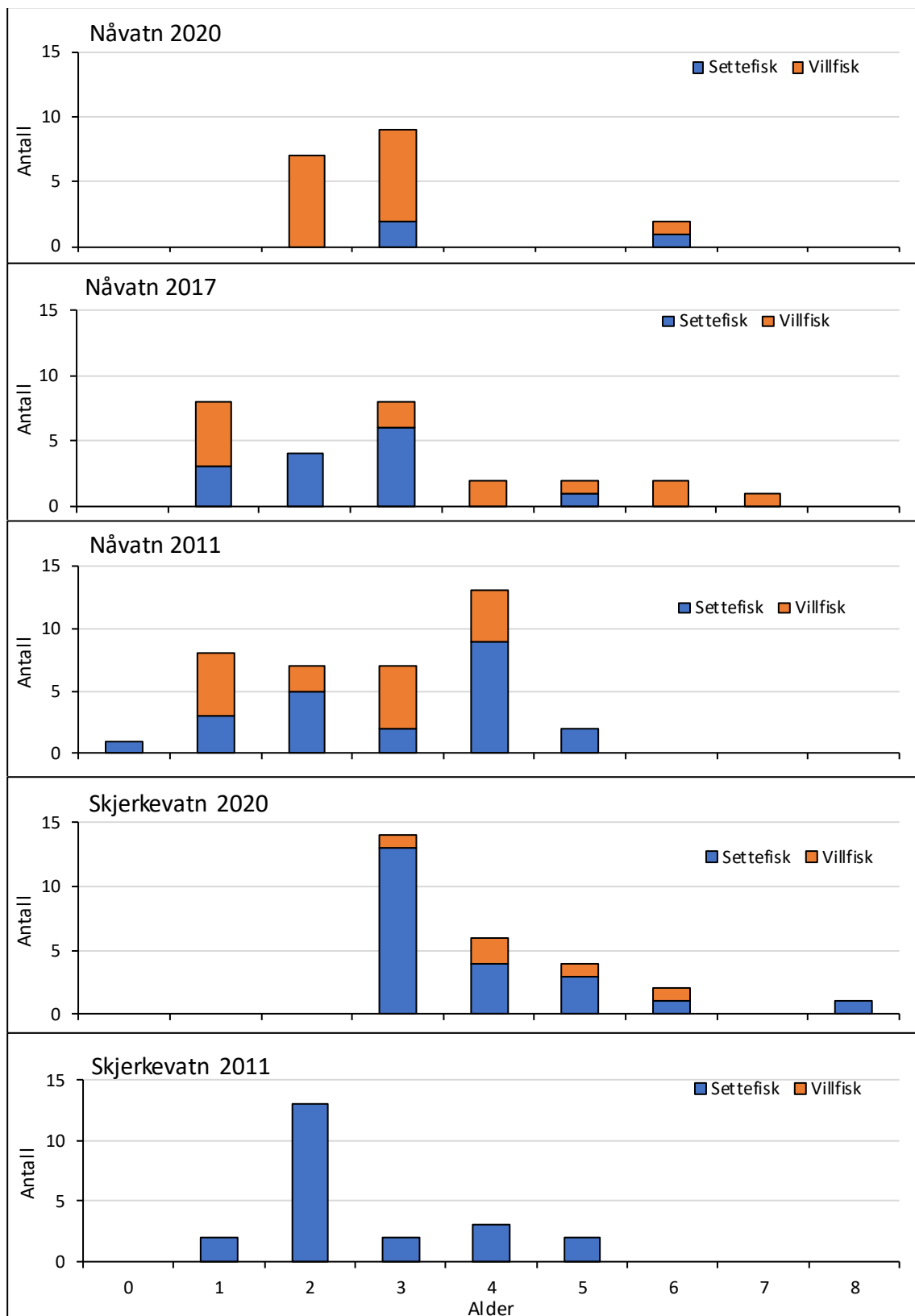
Observerte lengde og vekt hos fisken i Nåvatn viser at settefisken generelt er mindre enn villfisken ved en gitt alder (**tabell 4**). Det er imidlertid få individ i hver aldersgruppe, slik at sammenligningen blir usikker.

Tilbakeberegnet lengde viser variasjoner mellom villfisk og settefisk, mellom aldersgrupper, mellom de enkelte innsjøene og mellom år (**tabell 5**). I Nåvatn har settefisken bedre vekst i første leveår enn villfisken, med en variasjon på henholdsvis 40-55 og 74-77 mm. I andre leveår er dette mønsteret endret med en tilvekst på 62-80 mm hos villfisken og 54-58 mm hos settefisken. Dette gjør seg også gjeldende i 3. leveår med en tilvekst på henholdsvis 64-82 og 51-66 mm. Tilveksten i 4. til 6. leveår bygger på relativt få individ slik at en sammenligning ikke blir pålitelig.

For Skjerkevatn er det bare grunnlag for en analyse av veksten hos settefisk. I 2011 og 2020 ble lengda etter 1. leveår beregnet til henholdsvis 71 og 65 mm. I 2011 var tilveksten i 2. leveår noe mindre enn i 1. leveår med 66 mm. I materialet fra 2020 var tilveksten i 2. leveår høyere enn i det første med 76 mm. I det 3. og 4. leveår er tilveksten i de to åra relativt liten med 57-62 mm.

Ved en sammenligning av lengde over tid er data fra Nåvatn og Skjerkevatn slått sammen for år 2011 og 2017/2020 (**figur 3**). For villfisken var det ingen forskjell i vekst fram til 3. leveår for de to periodene. Derimot vokser fisken noe dårligere fram til 4. leveår i 2017/2020 enn i 2011 med en oppnådd lengde på henholdsvis 238 og 258 mm. Med en kondisjonsfaktor (KF) på 1,0 tilsvarer dette vekter på henholdsvis 135 og 172 gram. Hos settefisken er det små forskjeller i tilvekst mellom de to periodene. Den har oppnådd en større lengde etter 1. og 2. leveår enn villfisken (**figur 3**, høyre del). Grunnen er at settefisken har oppnådd en større lengde enn villfisken i sitt første leveår. Blant eldre individ jevner veksten seg ut mellom de to kategoriene. I 2011 var villfisken noe lengre etter 4. leveår enn settefisken.

I Tjørni har villfisken en dårligere tilvekst i 1. leveår enn settefisken i både 2014 og 2020 med respektive 52 vs. 55 og 80 vs. 72 mm. I 2. leveår er forskjellen i tilvekst også tydelig med 70 vs. 67 og 76 vs. 108 mm. Materialet er lite for å kunne vurdere tilveksten i 2014 og 2020. Ved å slå sammen dataene for settefisk og villfisk, var oppnådde lengder i 1. 2. og 3. leveår for fisk fanget i 2014 henholdsvis 69, 140 og 199 mm. Tilsvarende verdier i 2020 var 67, 158 og 222 mm.



Figur 2. Aldersfordelingen hos villfisk og settefisk i prøvafiskefangstene fra Skjerkevatn i 2011 og 2020 og i Nåvatn i 2011, 2017 og 2020. I 2005 var det ikke mulig å skille settefisk og villfisk i Nåvatn, og aldersfordelingen det året er derfor utelatt.

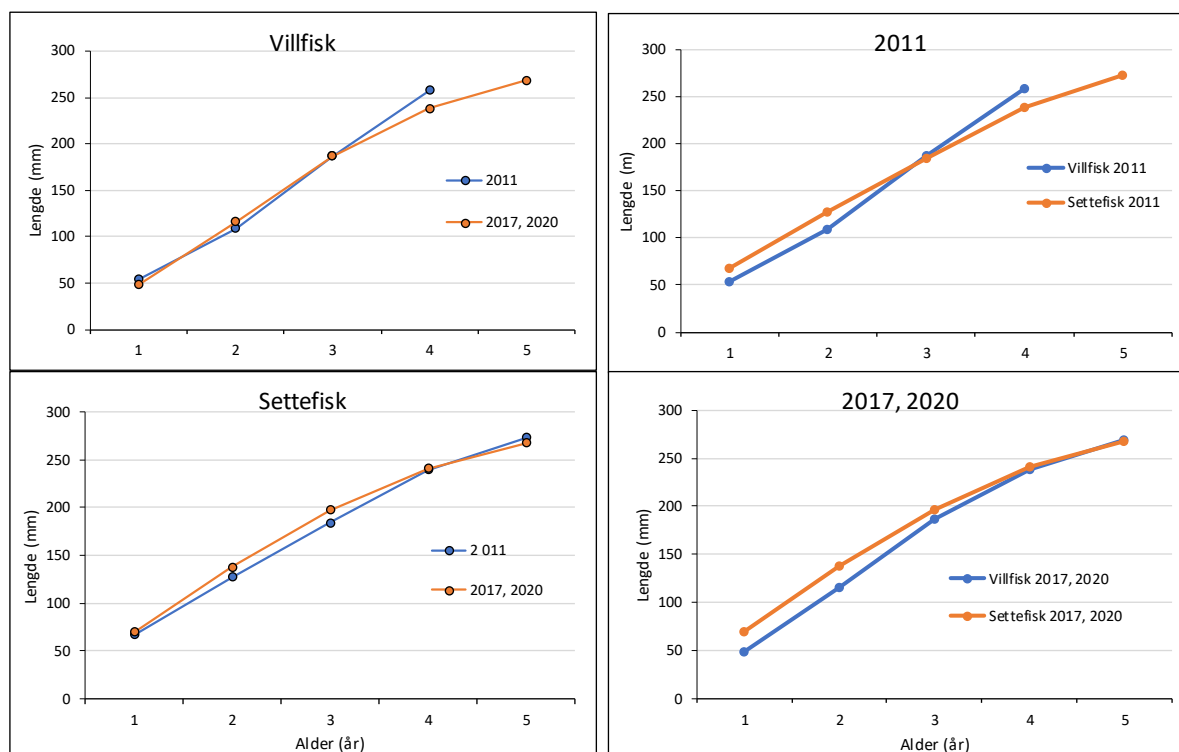
Tabell 4. Gjennomsnittlig lengde og vekt±standard avvik ($xL \pm sd$ og $xV \pm sd$) i ulike aldersgrupper hos villfisk og settefisk fanga i enkelte år mellom 2011 og 20120 i Nåvatn, Skjerkevatn og Tjørni. n =antall fisk.

Innsjø	År	Stamme	Alder	$xL \pm sd$	$xV \pm sd$	n
Nåvatn	2011	Villfisk	1	128±11	22±6	6
			2	197±00	83±0	1
			3	227±18	126±29	5
Nåvatn	2011	Settefisk	4	288±64	265±131	4
			0	88±00	7±00	1
			1	155±12	42±09	3
			2	153±16	44±19	5
			3	244±05	171±13	2
Nåvatn	2017	Villfisk	4	260±22	205±48	9
			5	243±11	175±20	2
			1	101±12	11±4	5
			3	245±45	140±64	2
			4	242±13	136±04	2
Nåvatn	2017	Settefisk	5	277±00	195±00	1
			6	277±00	206±34	2
			7	294±00	301±00	1
			1	135±07	26±06	3
			2	177±09	61±12	4
Nåvatn	2020	Villfisk	3	212±22	110±32	6
			5	283±00	281±00	1
			3	205±30	101±42	7
Nåvatn	2020	Settefisk	4	248±20	170±48	7
			6	323±00	348±00	1
			4	252±21	188±64	2
Skjerkevatn	2020	Villfisk	5	265±00	214±00	1
			3	239±00	144±00	1
			4	256±18	160±35	2
			5	290±00	275±00	1
Skjerkevatn	2011	Settefisk	6	273±00	172±00	1
			1	129±01	23±01	2
			2	180±24	68±26	13
			3	202±15	94±28	2
Skjerkevatn	2020	Settefisk	4	260±09	205±22	3
			5	333±45	342±122	2
			3	234±17	145±23	13
			4	279±16	225±49	4
			5	292±30	261±95	3
Tjørni	2014	Villfisk	6	263±00	220±00	1
			8	239±00	155±00	1
			3	251±29	197±82	3
			5	280±25	253±42	2
Tjørni	2014	Settefisk	6	314±62	390±202	2
			1	153±19	42±17	3
			2	218±17	138±39	3
			3	250±28	220±83	4
Tjørni	2020	Villfisk	4	263±49	254±155	2
			1	170±00	51±00	1
			2	204±00	102±00	1
Tjørni	2020	Settefisk	10	341±00	294±00	1
			1	180±01	68±04	2
			2	224±18	133±27	4
			3	275±00	271±00	1

Tabell 5. Tilbakeberegnet lengdevekst i mm ved 1. til 6. leveår±standard avvik i enkelte aldersgrupper hos villfisk og settefisk med gjennomsnittlig verdi (xL) i Nåvatn (Nå) i 2011, 2017 og 2020, i Skjerkevatt (Sk) i 2011 og 2020 og i Tjørni (Tj) i 2014 og 2020. Bare verdier basert på to eller flere individ er inkludert, mens gjennomsnittet bygger på totalmaterialet. n=antall individ.

Lok	År	Stamme	Alder	n	1. år	2. år	3. år	4. år	5. år	6. år	
Nå	2011	Villfisk	1	6	65±05						
			3	5	44±07	58±10	75±12				
			4	4	49±02	60±20	91±47	59±29			
			xL	16	54±11	62±15	82±31	59±29			
Nå	2011	Settefisk	1	3	81±03						
			2	5	53±08	52±07					
			3	2	79±02	89±04	57±12				
			4	9	59±08	52±11	71±11	58±18			
			5	2	54±02	46±01	57±01	52±11	22±01		
			xL	21	62±13	55±15	66±11	56±11	22±01		
Nå	2017	Villfisk	1	5	54±11						
			3	2	50±09	78±09	85±32				
			4	2	57±05	72±05	51±10	34±05			
			6	2	52±06	85±04	57±01	41±06	17±04	15±01	
			xL	12	55±10	80±08	64±20	34±10	17±03	15±01	
Nå	2017	Settefisk	1	3	75±09						
			2	4	81±01	53±11					
			3	6	77±04	56±05	52±13				
			xL	14	77±05	54±07	52±12	50±00	45±00		
Nå	2020	Villfisk	3	7	36±08	58±26	73±14				
			4	7	40±09	60±17	73±9	56±7			
			xL	15	40±16	62±23	75±11	56±6			
Nå	2020	Settefisk	4	2	80±5	67±20	44±12	39±6			
			xL	3	74±10	58±21	51±15	43±9			
Sk	2011	Settefisk	1	2	74±04						
			2	13	74±11	70±16					
			3	2	59±10	48±01	60±14				
			4	3	68±18	66±36	61±11	53±37			
			5	2	68±17	64±11	50±01	76±36	57±18		
			xL	22	71±12	66±18	57±10	62±34	57±18		
Skj	2020	Settefisk	3	13	64±10	84±19	64±13				
			4	4	61±08	78±14	69±17	62±16			
			5	3	69±11	57±9	61±09	53±36	43±11		
			xL	22	65±11	76±20	63±13	57±22	37±14		
Tj	2014	Villfisk	3	3	58±04	85±11	70±29				
			5	2	43±14	61±08	68±23	42±16	32±06		
			6	2	51±01	56±24	58±24	46±06	32±01	35±24	
			xL	7	52±07	70±19	66±22	44±11	32±04	35±24	
Tj	2014	Settefisk	1	5	82±11						

Tj	2014	Settefisk	3	2	85±15	67±10	61±19			
			4	3	74±21	79±33	54±05	30±04		
			xL	2	80±13	76±17	58±15	30±03		
Tj	2020	Villfisk	xL	3	55±09	67±10				
Tj	2020	Settefisk	1	2	87±02					
			2	4	67±12	107±17				
			xL	7	72±13	108±15				



Figur 3. Tilbakeberegnet lengdevekst ved gitt alder hos villfisk og settefisk i Nåvatn og Skjerkevatn i 2011 og 2017/2020 (venstre del) og tilveksten hos de to gruppene i 2011 og 2017/2020 (høyre del).

Det er gjort et utvalg av de fem største individene av villfisk og settefisk i fangstene i hver lokalitet (**tabell 6**). Dette skal gi en indikasjon på vekstpotensialet. I Nåvatn har det vært liten variasjon i størrelse hos villfisk over tid med et gjennomsnitt på 219-248 gram. De tre største individene hadde vekt på 301, 348 og 440 gram. Settefisken hadde en tilsvarende størrelse i 2011 med et gjennomsnitt på 240 gram. I 2017 og 2020 var den derimot betydelig mindre med et gjennomsnitt på henholdsvis 158 og 197 gram.

I Skjerkevatn foreligger det data for villfisk bare fra 2020, med en gjennomsnittlig vekt på 182 gram. Derimot var settefisken betydelig tyngre med et gjennomsnitt på 259 gram i 2011 og 273 gram i 2020. Denne forskjellen kommer av at villfisken i liten grad har etablert seg i Skjerkevatn.

I Tjørni var både villfisken og settefisken fanget i 2014 betydelig større enn i 2020. I 2014 var gjennomsnittlig vekt i de to gruppene henholdsvis 315 og 234 gram. Tilsvarende størrelse i 2020 var bare henholdsvis 149 og 161 gram.

Tabell 6. Vekta i gram til de fem største individene med gjennomsnitt ($xL \pm sd$) hos villfisk og settefisk i Nåvatn, Skjerkevatn og Tjørni i perioden 2011-2020. * kun tre individ.

Innsjø	Stamme	År	Vekter	$xL \pm sd$
Nåvatn	Villfisk	2011	140, 160, 248, 252, 440	248±19
		2017	182, 185, 195, 230, 301	219±50
		2020	159, 161, 179, 274, 348	224±84
Nåvatn	Settefisk	2011	192, 241, 248, 255, 266	240±29
		2017	107, 114, 142, 145, 281	158±71
		2020	143, 214, 233*	197±47
Skjerkevatn	Villfisk	2020	135, 144, 172, 185, 275	182±56
	Settefisk	2011	186, 199, 229, 255, 428	259±98
		2020	231, 245, 266, 269, 353	273±47
Tjørni	Villfisk	2014	223, 247, 283, 291, 532	315±124
		2020	51, 102, 294*	149±128
	Settefisk	2014	175, 182, 210, 239, 363	234±77
		2020	110, 119, 131, 172, 271	161±66

4.3.3. Kondisjon

Auren i Nåvatn fanget i 2005 hadde en meget høy kondisjonsfaktor (KF) med en gjennomsnittlig verdi på 1,34 (**tabell 7**). Dette omfatter både villfisk og settefisk. Kvaliteten tapte seg noe fram til 2011, men var fortsatt middels god både for villfisk (1,05) og settefisk (1,06). I 2017 lå KF på samme nivå for begge gruppene, mens den var noe høyere i 2020 med 1,10 vs. 1,15. I Skjerkevatn var KF i 2020 noe under middels for villfisk med 0,99. For settefisk var den noe høyere både i 2011 og 2020 med 1,10. I Tjørni har KF avtatt noe fra 2014 til 2020. I 2014 var kvaliteten meget god med en KF på 1,19 for villfisk og 1,28 for settefisk. I 2020 var KF hos villfisk noe lavere (0,99), men den bygger kun på data fra tre individ.

Tabell 7. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor \pm standard avvik ($X \pm Sd$) hos villfisk og settefisk i Nåvatn, Skjerkevatn og Tjørni i enkelte år i perioden 2005-2020. n=antall fisk.

Innsjø	Stamme	År	$X \pm Sd$	n
Nåvatn	Villfisk	2005	1,34±0,14	10
		2011	1,05±0,11	16
		2017	1,02±0,12	13
		2020	1,10±0,10	15
Nåvatn	Settefisk	2011	1,16±0,06	22
		2017	1,11±0,09	14
		2020	1,15±0,07	3
Skjerkevatn	Villfisk	2020	0,99±0,11	5
	Settefisk	2011	1,10±0,10	22
		2020	1,10±0,10	22
Tjørni	Villfisk	2014	1,19±0,07	7
		2020	0,99±0,23	3
Tjørni	Settefisk	2014	1,28±0,12	12
		2020	1,19±0,08	7

4.3.4. Kjønnsmodning

Her er data fra Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet for ulike perioder slått sammen fordi det er få individ hvert år (**tabell 8**). Blant hannene var det en noe større andel kjønnsmodne individ blant settefisk (59 %) enn blant villfisk (48 %). Tilsvarende resultat ble også funnet hos hunnene med andeler på henholdsvis 44 og 33 %. I Tjørni er materialet lite og resultatene derfor usikre. Samlet for villfisk og settefisk av begge kjønn er andelen kjønnsmodne individ rundt 34 %.

I Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet var lengden blant gytemodne hunner omtrent identisk hos villfisk og settefisk med et gjennomsnitt på henholdsvis 276 og 268 mm (**tabell 9**). Hunnene i de to kategoriene oppnår også kjønnsmodningen ved omtrent samme alder; dvs. ved henholdsvis 4,7 og 4,3 år. I Tjørni er altså materialet lite, men verdiene avviker trolig ikke mye fra de som ble funnet hos auren i Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet.

Tabell 8. Antall umodne og modne hanner og hunner blant villfisk og settefisk fanget ved prøvefiske i Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet samlet i 2011, 2017 og 2020 og i Tjørni i 2014 og 2020.

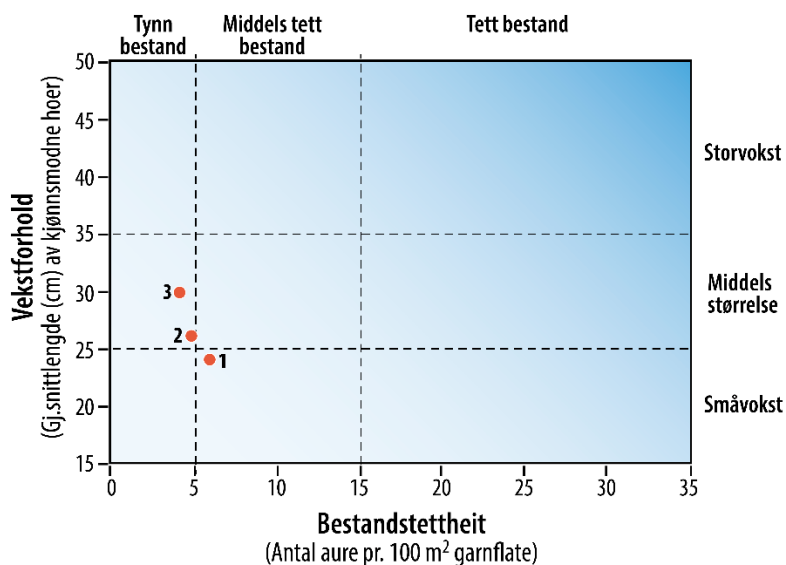
Innsjø	Stamme	Hanner		Hunner	
		Umoden	Moden	Umoden	Moden
Nåvatn-Skjerkevatn	Villfisk	14	13	14	7
	Settefisk	17	24	30	24
Tjørni	Villfisk	1	2	6	1
	Settefisk	5	4	7	3

Tabell 9. Gjennomsnittlig lengde og alder med standard avvik ($xL \pm Sd$) hos kjønnsmodne hunner av villfisk og settefisk i Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet og Tjørni i perioden 2011-2020. n =antall fisk.

Innsjø	Stamme	$XL \pm Sd$	Gj. alder	N
Nåvatn/Skjerkevatn	Villfisk	276 \pm 50	4,7 \pm 1,3	7
	Settefisk	268 \pm 46	4,3 \pm 1,4	24
	Totalt	270 \pm 46	4,4 \pm 1,4	31
Tjørni	Villfisk	357 \pm 00	6,0 \pm 00	1
	settefisk	288 \pm 12	3,3 \pm 0,6	3
	Totalt	305 \pm 36	4,0 \pm 1,4	4

4.2.3 Økologisk tilstand basert på vannkvalitet og fisk

Status hos en aurebestand kan altså vurderes ut fra fangstutbyttet ved et prøvefiske (Cpue) med Jensen-serie og vekstforholdene basert på størrelsen til kjønnsmodne hunner (Ugedal mfl. 2005). Vi har regnet om fangstene på Nordiske oversiktsgarn til gjeldende for Jensen-serier (jf. Hesthagen mfl. 2015). Dette gav følgende relative tettheter i form av Cpue: 6,0 for Nåvatn, 4,9 for Skjerkevatn og 4,2 for Tjørni. Gjennomsnittlig lengde hos kjønnsmodne hunner i de tre innsjøene i 2020 var henholdsvis 240 (n=3), 260 (n=10) og 305 mm (n=4). For Tjørni benyttet vi data fra både 2014 og 2020. Bestandene i Skjerkevatn og Tjørni blir etter dette karakterisert som tynne med fisk av middels størrelse (**figur 12**). Nåvatn har nå en middels tett bestand, på grensa til tynn bestand. Vekstforholdene er noe dårligere enn i de to andre lokalitetene.



Figur 12. Diagram for vurdering av bestandsstatus hos aure i Nåvatn (1), Skjerkevatn (2) og Tjørni (3) med hensyn til tetthet (Cpue) og vekstforhold basert på størrelsen til kjønnsmodne hunner. Diagram etter Ugedal mfl. (2005).

Vannforskriften (EUs vanddirektiv) foreslår at miljøtilstanden en innsjø blant annet kan klassifiseres på basis av ulike kvalitetselementer; vannkvalitet, dyreplankton og fisk (Sandlund mfl. 2015). Klassegrenser for vannkvalitet blir vurdert etter innsjøtype ut fra kalsium og humusinnhold (TOC). Økologisk tilstand basert fisk (Cpue) og vannkvalitet i form av pH, uorganisk giftig Al (Ali) og ANC er vist i **tabell 10**.

Tabell 10. Fastsettelse av økologisk tilstand i Nåvatn, Skjerkevatn og Tjørni basert på vannkvalitet (pH, Ali og ANC) og fisk (Cpue). Tilstand for fisk er fastsatt på grunnlag av lite oppvekstareal i forhold til innsjøareal (jf. Vannforskriften for fisk). For Nåvatn er vannkvaliteten fra Skjerkevatn i 2020 lagt til grunn (overflateprøven).

Innsjø	Variabel	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Nåvatn	Vannkvalitet pH			X		
	Vannkvalitet Ali	X				
	Vannkvalitet ANC			X		
	Fisk			X		
Skj.vatn	Vannkvalitet pH			X		
	Vannkvalitet Ali	X				
	Vannkvalitet ANC			X		
	Fisk					X
Tjørni	Vannkvalitet pH			X		
	Vannkvalitet Ali	X				
	Vannkvalitet ANC			X		
	Fisk					X

Ut fra pH og ANC har alle de tre lokalitetene *Moderat tilstand*. Derimot er innholdet av labilt Al nå så lavt at ut fra denne parameteren gir *Svært god tilstand*. Dette er altså basert på overflateprøver og vannkvaliteten kan være dårligere i tilløpsbekker. For fisk skal kun fangstene (Cpue) av villfisk legges til grunn (jf. **tabell 2**). Det innebærer at den tidligere Nåvatndelen av Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet har *God tilstand* ut fra fisk som kvalitetselement. Derimot har både Skjerkevatn og Tjørni svært tynne bestander av villfisk, og havner i kategorien *Svært dårlig*.

5 Diskusjon

Forsuringen førte til store skader på fiskebestander i øvre deler av Mandalsvassdraget allerede tidlig på 1900-tallet (Dahl 1920, 1921, 1922, Huitfeldt-Kaas 1927). Fra rundt 1990 og framover har imidlertid vannkvaliteten bedret seg i hele landsdelen (Skjelkvåle mfl. 1998, Garmo mfl. 2014). Dette har også vært tilfelle for de regulerte innsjøene i Mandalsvassdraget med økende pH, alkalitet, ANC og avtakende innhold av giftig labilt Al (**tabell 1**).

I Nåvatn har det vært en klar bestandsøkning siden den første undersøkelsen i 2005, da utbyttet i form av antall fisk pr. 100 m² garnareal (Cpue) var 1,0 individ. I 2011 og 2017 var fangsten nesten fire ganger høyere med Cpue på 3,8 individ. Fram til 2020 har bestanden økt betydelig, for fangsten hadde fordoblet seg sammenliknet med tre år tidligere. Utbyttet (Cpue) var nå kommet opp i 8,0 individ. Dette skyldes økt naturlig rekruttering, da utsettingene altså opphørte i 2016. I 2011 og 2017 var andelen villfisk henholdsvis 42 og 48 %, mens den i 2020 var hele 83 %. I 2017 var det en dominans av egenrekruttert fisk på stasjonene i den nordlige delen av Nåvatn med 65 %, mens tilsvarende andel i den sørlige delen var bare 23 %.

Prøvefiske i Nåvatn 2020 var begrenset til to stasjoner, slik at resultatet kan være noe usikkert. Disse to lokalitetene lå omtrent midt i det gamle Nåvatnmagasinet. Det er liten eller ingen naturlig rekruttering i denne delen av magasinet, idet andelen villfisk i den sørlige delen av Nåvatn høsten 2017 bare var 23 %. Følgelig rekrutteres aurebestanden i Nåvatn i stor grad fra bekker, eventuelt innsjøgyting, helt nord i magasinet (Hesthagen & Walseng 2018). At tettheten av villfisk i midtre deler av det tidligere Nåvatnmagasinet nå er så vidt høy, tyder på at tilsiget av villfisk fra nordlige deler er økende. Den naturlige rekrutteringen synes nå å være tilstrekkelig til å rekruttere hele magasinet.

Skjerkevatn var nesten fisketomt ved den første undersøkelsen i 2005 (Hesthagen & Haugland 2006). Her begynte altså utsettingene i 2007 og fire år seinere hadde det etablert seg en tynn bestand av settefisk med Cpue=5,4 individ. Derimot har det ikke vært noen bestandsøkning fram til 2020, med Cpue=4,4 individ. Dette skyldes i hovedsak at utsettingene ble avsluttet fra og med 2018. Det innebærer at den eldste settefisken i 2020 var tre år. I 2011 utgjorde ett- og toåringene hele 68 % av fangsten. Manglende utsettinger i de siste åra blir nå gradvis kompensert med økt innslag av villfisk. I 2020 utgjorde de 18 % av fangsten. Den yngste villfisken i fangstene både i Nåvatn og Skjerkevatn var tre år gammel (**tabell 4**). Det tyder på manglende naturlig rekruttering i denne delen av det nye magasinet. Villfisken på denne strekningen har derfor mest trolig vandret inn fra nordlige deler av Nåvatn. Vi anser nemlig mulighetene for naturlig rekruttering fra tilløpsbekker i sørlige deler av det nye magasinet som begrenset. Høsten 2020 ble tre lokale tilløpsbekker elfisket uten å påvise aureunger. Det gjaldt Loninbekken øst for Skjerkevatn og utløpene fra Dyrevatnet og Småtjønnin vest for den tidligere dammen på utløpet av Nåvatn. Bekken fra Dyrevatnet består av flåfjell og grov stein og med lite eller manglende gytesubstrat. En strekning på 35 m ble avfisket én gang. Bekken fra Småtjønnin mangler også gytesubstrat, der grov stein med enkelte sandlommer dominerer. Her ble en strekning på 40 m avfisket. I Loninbekken har enkelte steder brukbart gytesubstrat. Dette er den eneste innløpsbekken til Skjerkevatn av noen størrelse. Etter en befaring av bekken i 2007 ble det konkludert med at hevingen av vannstanden i Skjerkevatn med 23 meter ikke ville få noen negative konsekvenser for rekrutteringsmulighetene (Andersen 2007). Den strekningen som nå er lagt under vann var uten gytemuligheter og ellers marginal mht. fiskeproduksjon. Dagens vannstand har lettet fiskeoppgangen over de bratte partiene nederst i bekken.

Loninbekken kan trolig etableres som et rekrutteringsområde for aure med noen fysiske tiltak (Andersen 2007). Det krever for det første at det legges ut egnet gytegrus. I tillegg må en fjerne det første vandringshinderet oppstrøms dagens HRV, da de beste oppvekstområdene ligger lengre opp. Bekken vurderes til å ha sikker vannføring gjennom hele året. Vannkvaliteten i Loninbekken skulle ikke lenger begrense den naturlige rekrutteringen. Høsten 2020 var pH 5,36 og med en alkalitet på 23 µekv/L (**tabell 2**). Den syrenøytralisende kapasiteten (ANC) var god med 15,8 µekv/L. Loninbekken ligger like ved vei og grusutlegg og ikke minst oppfølging av rekruttering vil være lett å gjennomføre. Det kan også være aktuelt å legge ut kalkstein. Det er viktig å undersøke mulig oppvandring av gytefisk i månedsskiftet september-oktober. Påfølgende sommer/høst er det viktig å sjekke mulig rekruttering basert på elfiske.



Den nederste delen av bekken fra Dyrevatnet som synes å være lite egnet som gytebekk. Foto: Nils Børge Kile.

En del areal rundt Skjerkevatn ble satt under vann ved etableringen av den nye dammen i 2018. Neddemming av jordareal resulterer vanligvis i at fisk får økt vekst og kondisjon i en viss tid, og at fisket blir bedre. Denne såkalte reguleringseffekten skyldes at en del organismer vaskes ut av jordsmonnet, og at næringsstoff frigjøres (Aass 1972). Tilbakeberegnet lengde viser da også at tre- og fireåringene som ble fanget i 2020 hadde bedre vekst i sitt første og andre leveår (2018 og 2019) enn de som ble fanget i 2011 (**tabell 6**).

En kraftig regulering og marginal vannkvalitet gjør at Nåvatn-Skjerkevatnmagasinet har en svært begrenset produksjonskapasitet. Det vises klart av ulike bestandsparametre: (i) dårlig tilvekst med en lengde etter 5. leveåret på ca. 270 mm, (ii) lav maksimal oppnådd størrelse på ca. 250 gram, (iii) en lengde på bare ca. 270 mm blant kjønnsmodne hunner og (iv) et lavt fangstutbytte med $Cpue=4-8$ individ. Forholdet mellom $Cpue$ og størrelsen på de kjønnsmodne hunnene viser at magasinet har en tynn fiskebestand med fisk av middels størrelse. Fisk som kvalitets-element viser moderat økologisk tilstand (jf. **figur 12, tabell 10**). I tidligere Skjerkevatn er produksjonsgrunnlaget ytterligere forringet etter den siste reguleringen på 23 meter. Det foreligger ingen oversikt over omfanget av fritidsfiske med garn, men det ansees som svært begrenset. For noen år siden kom det enkelte rapporter om et bra utbytte på garn i sørlige deler av Nåvatn (Hesthagen & Walseng 2018). For å opprettholde en best mulig kvalitet og størrelse på fisken, må rekrutteringen begrenses. Vi vil derfor anbefale at stoppen i utsettingene opprettholdes. Tiltak for å øke eller etablere naturlig rekruttering i noen tilløpsbekker som i Loninbekken anbefales likevel (jf. Anonym 2010).

I Tjørni var fangstutbyttet i 2020 betydelig lavere enn i 2014 med et $Cpue$ på henholdsvis henholdsvis 2,7 og 5,2 individ. Andelen settefisk var i samme størrelsesorden i begge åra med 63 og 70 %. Den lave naturlige rekrutteringen skyldes et fravær på egnede gytebekker. Det er tre tilløpsbekker i den østlige delen av tjernet, men de ansees som svært marginale for naturlig rekruttering (Hesthagen & Walseng 2015). Den nordligste bekken kommer ned gjennom en

steinurd, begrenset til gyteplasser helt nederst. Bekken litt lengre sør er trolig ingen gytemuligheter. Den renner over svaberg helt nederst, og bunnen er for det meste dekt av organisk materiale. Mulig gyteplasser er trolig begrenset til en kort strekning ovenfor svaberget gitt at fisken kan ta seg så langt opp. I den sørligste bekken kan det være et oppgangshinder helt nederst. Lengre opp er det en potensiell gytestrekning, men substratet er lite egnet. Det kan være gytemuligheter helt nederst i bekken. Noe fisk vandrer trolig ned fra Langvatnmagasinet i perioder med overvann og flom.

Fangstutbyttet i Tjørni er lavere enn forventet ut fra utsettingen på nærmere 30 individ pr. hektar. Tidligere kan et dårlig tilslag hos settefisken ha sammenheng med en marginal vannkvalitet. Høsten 2014 var pH 4,64, innholdet av labilt Al 49 µg/L og ANC -9,0 µekv/L. En må forvente at vannkvaliteten hadde vært enda dårligere under snøsmeltingen. Tjørni er svært grunt med 1-3 meter som dominerende dybde. Under snøsmeltingen vil derfor det sure vannet skylle gjennom innsjøen, uten at fisken har tilgang til refugier med bedre vannkvalitet. Fram til 2020 har vannkvaliteten imidlertid bedret seg betydelig, idet pH på innløpet og i overflatevannet var henholdsvis 5,76 og 5,80. Alkaliteten og ANC på de to stedene var også positiv med respektive 20 vs. 23 µekv/L og 9,1 vs. 14,0 µekv/L. Innholdet av labilt Al er også svært lavt (1 vs. 4 µg/L). Vannkvaliteten skulle følgelig være tilfredsstillende for aure mht. overlevelse og naturlige rekruttering.

Tjørni har et relativt høyt innhold av humus. I 2014 var siktedypet 2,0 meter. Under prøvefiske i 2020 var det sterkt humuspåvirket med et siktedyp på maks 50 cm. På det tidspunktet var det stor vannføring i innløpselva og det forårsaket sterk strøm i vannet. Dette kan ha ført til et lavere fangstutbytte ved at humusstoffer festet seg på garna og reduserte fangsteffektiviteten. Et liknende forhold ble funnet ved prøvefiske i Nåvatn høsten 2017. Magasinet var da sterkt nedtappet med påfølgende utvasking av humusstoffer fra bunnsedimentet (Hesthagen & Walseng 2018).

Aurebestanden i Tjørni kan også ha vært påvirket av byggingen av ny dam på utløpet av Langevatnmagasinet. I 2018 ga det opphav til partikkel- og nitrogenforurensning ned mot Tjørni i perioder med mye nedbør og avrenning fra anleggsområdet (Kviljo 2018). Prøvetakingen den 21.8. 2018 viste en turbiditet på ulike dyp på hele 16,6-18,9 NTU. Verdiane den 11.12. 2018 var derimot betydelig lavere med 4,8-6,3 NTU. Verdiane i vinterprøvene forventes å ha sammenheng med mye organisk partikulært materiale som har lav eller ingen synkehastighet. Det ble målt relativt lave pH-verdier på ulike dyp både i august og desember 2018 med henholdsvis 4,8-4,9 og 5,1-5,4. Oksygenverdiene i desember var derimot generelt gode, som følge av god omrøring før isen la seg. Avrenningen fra Langvatnmagasinet kan ha hatt en midlertidig negativ effekt på næringsforholdene og fisken i Tjørni. Det antas at den nå har stagnert eller stoppet helt opp.

Tjørni har ikke noen spesielt gode næringsforhold (Hesthagen & Walseng 2015). Det høye humusinnholdet gjør at primærproduksjonen blir svært begrenset med påfølgende lave tettheter av dyreplankton og bunndyr. At det nesten ikke ble fanget fisk på 3-6 meter dyp skyldes trolig de dårlige næringsforholdene. Høsten 2014 var overflateinsekter og vannbiller de viktigste næringsgruppene for fisken ved å utgjøre 76 volumprosent av deres diett. Diverse bunndyr og dyreplankton (linsekreps) utgjorde resten av næringen. For å opprettholde fisk av best mulig størrelse og kvalitet er det viktig å begrense rekrutteringen. Vi foreslår derfor å opprettholde de årlige utsettingene med 400 énsomrig individ. Tjørni synes å ha en bra bestand av fisk i høstbare størrelse. I de siste åra har det vært vanlig med 1-5 fisk pr. garn og størrelsen ligger jevnt over på rundt en halv kilo (Hans Ackermann pers. medd.).

6 Referanser

- Anonym 2010. Handlingsplan for innlandsfisk i regulerte deler av Mandalsvassdraget 2011-2020. Fagrådet for innlandsfisk i Agder. Kristiansand.
- Andersen, A. 2007. Vurdering av mulige skader på gytebekk ved heving av HRV i Skjerevatn. Agder Energi, Notat.
- 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 and Soil Pollution* 85: 401-406.
- Dahl, K. 1920. Innberetning om virksomheten i 1917-1919. I: Fiskeriinspektørens innberetning om ferskvannsfiskerierne for årene 1917-1919. S. 21-26. Landbruksdepartementet. Central-trykkeriet. Kristiania.
- Dahl, K. 1921. Undersøkelser over ørretens utdøen i det sydvestlige Norges fjeldvand. *Norsk Jæger- og Fiskerforenings Tidsskrift* 50: 249-267.
- Dahl, K. 1922. Supplerende bemerkninger til: Undersøkelser over ørretens utdøen i det sydvestlige Norges fjeldvand. *Norsk Jæger - og Fiskerforenings Tidsskrift* 51: 64-66.
- Dunson, W.A. & Martin, R.R. 1973. Survival of brook trout in a bog-derived acidity gradient. *Ecology* 54: 1370-1376.
- 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., Pateron, 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.
- 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.
- Hesthagen, T. & Haugland, S. 2006. Fiskebiologiske undersøkelser i Nåvatn-magasinet og Hagedalsvatn i Mandalsvassdraget høsten 2005. NINA Minirapport 160. Norsk institutt for naturforskning.
- Hesthagen, T. & Østborg, G. 2008. Endringer i areal med forsuret fiskebestander i norske innsjøer fra rundt 1990 til 2006. NINA Rapport 169. Norsk institutt for naturforskning.
- Hesthagen, T. & Haugland, S. 2009. Fiskebiologiske undersøkelser i Juvatn-magasinet og Sandvatn i Mandalsvassdraget høsten 2008. NINA Minirapport 259. Norsk institutt for naturforskning.
- Hesthagen, T. & Walseng, B. 2012. Ferskvannsbilologiske undersøkelser i Nåvatn og Skjerkevatn i Mandalsvassdraget høsten 2011 – Fisk og krepsdyr. NINA Rapport 804. Norsk institutt for naturforskning.
- Hesthagen, T. & Kleiven, E. 2013. Reproduerende bestander av bekkerøye (*Salvelinus fontinalis*) i Norge pr. 2013. NINA Rapport 900. Norsk institutt for naturforskning.
- 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 naturforskning.
- Hesthagen, T., Saksgård, R. & Sandlund, O.T. 2015. Fiskebiologiske undersøkelser i Dalsvatnet, Ångardsvatnet og Tovatna i Trollheimen, 2014. NINA Rapport 1172. Norsk institutt for naturforskning.
- Hesthagen, T. & Walseng, B. 2018. Vannkvalitet, krepsdyr og fisk i tre reguleringsmagasiner i Mandalsvassdraget høsten 2017. NINA Rapport 1485. Norsk institutt for naturforskning.

- 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.
- Hesthagen, T. 2019. Ørreten I Åseral i Mandalsvassdraget – et historisk tilbakeblikk etter tiår med sur nedbør og reguleringsinngrep. NINA Rapport 1718. Norsk institutt for naturforskning.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1917. Indberetning fra fiskeristipendiat H. Huitfeldt-Kaas om hans virksomhet i 1914. Bilag 12. I: Fiskeri-inspektørens indberetning om ferskvandsfiskerierne for aaret 1914. S. 50-52. Landbruksdepartementet. Centraltrykkeriet. Kristiania.
- Kviljo, T. 2018. Vannprøverapport fra Tjørni – Ljosland - Åseral kommune. Vannovervåking – første vinterprøve - 11 desember 2018. Terrateknikk Notat.
- Lydersen, E., Larssen, T. & Fjeld, E. 2004a. The influence of total organic carbon (TOC) on the relationship between acid neutralizing capacity (ANC) and fish status in Norwegian lakes. *Sci. Total Environ.* 326: 63-69.
- Lydersen, E., Larssen, T. & Fjeld, E. 2004b. Betydningen av humus for forholdet mellom syrenøytraliseringskapasitet (ANC) og fiskestatus i norske innsjøer. pH-status 10 (nr.1-2004): 4-5.
- Muniz I.P. & Leivestad, H. 1979. Langtidseksposering av fisk til surt vann. SNSF prosjektet, Intern Rapport 44.
- 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. 1994a. Fiskebiologiske undersøkelser i forbindelse med nye Skjerka kraftverk i Vest-Agder. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, Rapport 153.
- 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.
- Sevaldrud, I.H. & Muniz, I.P. 1980. Sure vatn og innlandsfiske i Norge. Resultater fra intervjuundersøkelsene 1974-1979. SNSF prosjektet, Intern Rapport 77/80.
- Skjelkvåle, B.L., Wright, R.F. & Henriksen, A. 1998. Norwegian lakes show widespread recovery from acidification: results of national surveys of lakewater chemistry 1986-1997. *Hydrol. Earth Sys. Sci.* 2: 555-562.
- 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
- Ugedal, O., Forseth, T. & Hesthagen, T. 2005. Garnfangster og størrelse på gytefisk som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander. NINA Rapport 73. Norsk institutt for naturforskning.
- Aass, P. 1972. Virkning av reguleringer på fiskebestander. – Side 23-34 i: Liv i regulerte vassdrag, Elgmork, K. (red.). Kraft og Miljø nr. 1.

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er ein uavhengig stiftelse som forskar på natur og samspelet natur–samfunn.

NINA vart etablert i 1988. Hovudkontoret er i Trondheim, med avdelingskontor i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driv NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskingsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINA driv både med forskning og utgreiing, miljøovervaking, rådgjeving og evaluering. Instituttet har stor breidde i kompetanse og erfaring, med både naturvitarar og samfunnsvitarar i staben. Vi har kunnskap om artane, naturtypene, menneska sin bruk av naturen og korleis dei store drivkreftene i naturen verkar.

1995

NINA Rapport

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-4774-0

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovudkontor

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