

# Fiskefaglige innspill til ferskvannsbio- logiske undersøkelser i Tokkeåi 2020-2022

## Fagrapport

16. november 2023

Av

**Even Moland, PhD**

UiA, Institutt for naturvitenskapelige fag

**Morten Kraabøl, PhD**

Multiconsult, Seksjon for vannmiljø

**Esben Moland Olsen, PhD**

UiA, Institutt for naturvitenskapelige fag



## Sammendrag

Universitetet i Agder (UiA) og Multiconsult (MC) fikk i oppdrag av Tokke kommune å foreta en faglig vurdering av NINA rapport 2272 i sammenheng med oppfølgingen av den gjennomførte vilkårsrevisjonen av Tokke-Vinje reguleringene. Bakgrunnen er pålegg fra tidligere Fylkesmannen i Vestfold og Telemark (nå Statsforvalteren) datert 10. oktober 2019.

Pålegget som svares ut i NINA rapport 2272 er den delen av påleggene som omfatter videre fiskebiologiske undersøkelser av gytebestand og ungfisk hos storørret i Tokkeåi, og studiene er gjennomført i perioden 2020-2022.

Denne felles UiA/MC-rapporten gir en faglig vurdering av metodikken som er brukt i ungfiskregistreringer, tellinger av gytefisk og gytegroper, genetiske undersøkelser og anbefalinger til videre oppfølging av påleggene.

Det vurderes å være vesentlige svakheter i studiets design, konklusjoner og anbefalinger når det gjelder følgende tematikk;

1) kriterium for å skille mellom gytegroper anlagt av storørret og vanlig ørret, 2) verifikasjonsmetodikk for å tilordne øyerogn/plommeseckkyngel i gytegroperne om våren opp mot observert gravende hunnørret foregående høst, 3) grunnlag for de genetiske undersøkelsene (biologisk materiale fra gytegroper og innsamlet ungfisk), 4) manglende referanser til nylige fagutredninger om storørret i Tokkeåi, 5) manglende diskusjon av resultatene opp mot inngrepshistorikk, og at dagens utbredelse av storørret i Tokkeåi i sin helhet har vært, og vil fortsatt bli, påvirket av driften av Lio kraftverk, og 6) faglige innvendinger mot konklusjoner og anbefalinger til forvaltningen.

Våre konklusjoner er hovedsakelig knyttet til følgende momenter;

1) at skillekriteriet for gytegroper av storørret og vanlig ørret har variert mellom ulike forskningsinstitusjoner gjennom årene med registreringer, og at de derfor ikke egner seg som tidsserie for overvåkning av storørret, 2) bruk av 1 m lengde i stedet for 1,2 m bredde som nedre størrelsesgrense for storørretgroper, svekker i betydelig grad studiets design når det gjelder evnen til å finne eventuelle genetiske segregeringer i datagrunnlaget, 3) mangel på genetisk segregering i ungfiskmaterialet representerer kun forholdene for perioden 2020-2022, og kan være en effekt av at gytestrekningen ble redusert fra 12 til 4,5 km i 1969, og at flere tiår med felles gyteområder for storørret og vanlig ørret gjennom mer enn 50 år kan ha bidratt til gradvis å viske ut eventuelle naturgitte forskjeller før regulering.

I tillegg har det etter 2015 blitt lagt ut gytegrus som er egnet gytesubstrat for både stor og mindre ørret, noe som bidrar til sannsynligheten for genflyt som kan bidra til rask fjerning av eventuelle tidligere forskjeller. Ungfisk som er brukt i undersøkelsene fra 2020-2022 stammer fra foreldre som har gravd ned rogn på de nyetablerte gyteområdene. Genetikkstudiene som ble publisert i NINA rapport 1050 i 2015 viste en signifikant forskjell mellom storørret og vanlig ørret, og de bør derfor ikke forkastes med henvisning til rapport 2272.

Hovedkonklusjonen er at anbefalingene som er gitt i rapport 2272 og Statkrafts følgebrev til myndighetene bør anvendes med forsiktighet.

## Bakgrunn og innledning

Universitetet i Agder (UiA) og Multiconsult (MC) fikk i oppdrag av Tokke kommune å foreta en faglig vurdering av NINA rapport 2272 (Myrvold m.fl. 2023) i sammenheng med oppfølgingen av den gjennomførte vilkårsrevisjonen av Tokke-Vinje reguleringene. Rapporten er utarbeidet av forskere fra NINA, LFI Naturhistorisk museum ved Universitetet i Oslo (UiO) og Universitetet i Sørøst-Norge, og oppdraget ble gitt av Statkraft. Bakgrunnen er pålegg fra tidligere Fylkesmannen i Vestfold og Telemark (nå Statsforvalteren) datert 10. oktober 2019. Pålegget som svares ut i NINA rapport 2272 (heretter omtalt som rapporten) er den delen av påleggene som omfatter videre fiskebiologiske undersøkelser av gytebestand og ungfisk hos storørret i Tokkeåi. Påleggets ordlyd er som følger:

*«Kartlegging av ungfisk i Tokkeåi nedenfor Helvetesfossen, inkludert genetiske analyser som viser andel storørretunger, i 2020, 2021 og 2022. Metodikk og stasjoner skal være sammenlignbare med tidligere ungfiskundersøkelser i Tokkeåi»*

Rapporten oppsummerer resultatene fra overvåkingen av bestandsstatus for storørret, herunder en ny tilnærming for å undersøke eventuelle genetiske struktureringer hos ørret som lever i Tokkeåi ovenfor vs. nedenfor Helvetesfossen, samt sidevassdraget Dalaåi. I tillegg evalueres effekten av de tidligere gjennomførte habitattiltakene i Tokkeåis nedre deler.

Tokke kommune har forespurt våre faglige innspill til rapporten. Vår tilnærming er basert på metodikken, konklusjonene og anbefalingene som er gitt i NINA rapport 2272 og tilhørende følgebrev fra Statkraft til angjeldende myndigheter, samt tidligere publikasjoner som omhandler ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi og Bandak.

For referanser til faglitteratur som omhandler tematikkens detaljer, henvises det til tidligere publikasjoner som omhandler fiskebiologiske undersøkelser og utredninger for Tokkeåi.

## Vurderinger av anvendt metodikk i NINA rapport 2272

### Undersøkelser av ungfisk og gytefisktelinger

Metodikken som omfatter ungfiskundersøkelser og gyteregistreringer i perioden 2020 – 2022 omfatter tradisjonelle og etablerte metoder som er egnet til formålet. Undersøkelsene har bidratt til å øke kunnskapsgrunnlaget, spesielt ved at tidsseriene har økt i omfang og at metodikken er sammenlignbar mellom årene.

Det vurderes likevel som problematisk, både i overvåkingssammenheng og som grunnlag for genetiske analyser, at skillekriteriet for gytegrøper fra storørret vs. vanlig ørret ikke er gjennomført etter samme definisjonskriterium når det gjelder fysiske mål av gytegrøpene. Endringen illustreres ved at en gytegrøp fra storørret i NINA-rapport 1050 (Kraabøl m.fl. 2015) ble definert ut ifra at de skulle ha en minste bredde på 1,2 meter for å bli definert som gytegrøp fra storørret. Størrelseskriteriet som er benyttet senere gytegrøpregistreringer (Heggenes m.fl. 2017) og i NINA rapport 2272 (Myrvold m.fl. 2022), er at gytegrøpas lengde skal være minst 1 meter. Dette utgjør en vesentlig forskjell når det gjelder definisjon av skillet mellom gytegrøper fra storørret og vanlig ørret.

I rapporten er det gitt en skisse over ei typisk gytegrøp og tilhørende målepunkter for benyttes i slike undersøkelser (Figur 3, side 20). Videre beskrives ei gytegrøp som «*lyse felter i elvebunnen pga. den aktive gravingen under gyting*». Ei gytegrøp omtales som «*en karakteristisk bølgeform med løsere og noe sortert grus*» (kap 2.5.1., side 20), altså hele graveformasjonen. Beskrivelsene viser at det i rapporten er lagt til grunn at det er lengden på hele den bølgeformede formasjonen, altså grøp + hale (jf. Figur 3), som hunnfisken former

gjennom sin graveaktivitet under gytingen. I Figur 3 er derimot selve gropa angitt som kun den øvre forsenkningen i graveformasjonen, jf. mål b i figurforklaringen, mens bølgeformasjonen omfatter både gropa og nedstrøms hale. Begge disse seksjonene former lyse felter i Tokkeåi. Det bemerkes også at graveformasjonene i grovt substrat i mindre grad får en haleformasjon i nedre del, noe som er en av begrunnelsene for at et breddemål er et bedre kriterium.

Dette betyr at det anvendte størrelsesskillet mellom gytegroper etablert av storørret og vanlig ørret i betydelig grad skiller seg fra tidligere omforent skillekriterium mellom groper/graveformasjoner anlagt av storørret og vanlig ørret. I praksis gir det nye kriteriet høy risiko for at groper/graveformasjoner anlagt av vanlig ørret blir kategorisert som storørretgroper. I praksis betyr denne endringen at arealet på de synlige graveformasjonene er mer enn halvert sammenlignet med tidsserien som ble innsamlet tidligere. I henhold til denne nye definisjonen, som er lagt til grunn i perioden 2020-2022, kan en graveformasjon (grop + hale) på 1 meters lengde ha en bredde på anslagsvis 50-60 cm og likevel bli definert som storørretgrop. NINA rapport 2272 legger derfor til grunnen betydelig endring i definisjonskriteriene sammenlignet med den tidligere omforente definisjonen på 1,2 meters bredde (NINA rapport 1050).

Gytegropernes og hele graveformasjonens bølgeformede fasong varierer etter de lokale hydrauliske forholdene, men karakteriseres ofte med en mer eller mindre oval form i lengderetningen. Den tidligere definisjonen som forfatterne av NINA rapport 1050 la til grunn, var at de minste ferdiggravde gytegroper fra storørret har bredde på minst 1,2 meter (og lengder som gjerne er mellom 1,5 og 3 meter, avhengig av bunnssubstratets tekstur, vannhastighet og porøsitet). En slik endring i definisjonen av skillet mellom gytegroper fra storørret og vanlig ørret kan derfor medføre en kamuflering av en eventuell reell nedgang i antall storørretgroper i de senere årene, ettersom flere groper som tidligere ble tilordnet vanlig ørret nå er regnet inn som storørretgroper. Det angis for øvrig ikke verken bredde- eller lengdemål på de enkelte gropene som er lagt til grunn for de genetiske analysene. Dermed er registreringene ikke egnet til bruk i kontinuerlig overvåkning av antall storørretgroper.

Dersom det likevel er gjennomført konkrete målinger av gropene (jf. mål b i Figur 3), og ikke hele bølgeformasjonen, burde dette kommet frem både i metodebeskrivelsen og resultatfremstillingen. Slike målinger kan bare gjøres med en pålitelig nøyaktighet under snorkling/dykking etter endt gyting. Definisjon av dette skillet ut ifra dronevideo-analyser alene innebærer større grad av usikkerhet. Skillet mellom grop (jf. mål b i Figur 3) og hale (jf. mål e i Figur 3) er i mange tilfeller vanskelig å definere, ettersom de første eggdeponeringene kan ligge i øvre del av formasjonens hale. NB! Målene c og e er forvekslet i forklaringen til Figur 3).

Nedenfor gis innspill til å forstå konsekvensene av denne metodiske endringen i målemetoder og størrelseskriterier på gytegroper.

## **Grunnlaget for genetiske undersøkelser**

### **Bruk av fysiske mål på gytegroper som skillekriterium**

De genetiske undersøkelsene hadde til hensikt å undersøke i hvilken grad det fantes eventuell genetisk differensiering mellom antatt storørret og mindre ørret, og om dette var koblet til fenotype (kroppsstørrelse). Metodikken gikk ut på å hente ut øyerogn og plommesekkynge fra henholdsvis store og mindre gytegroper. For å eliminere muligheten for eventuelle effekter av geografisk avstand, ble det valgt områder av elva der det fantes både

store og små gytegroper innenfor samme elveavsnitt. Dette ble gjort for å redusere en mulig effekt av geografisk avstand mellom store og små groper.

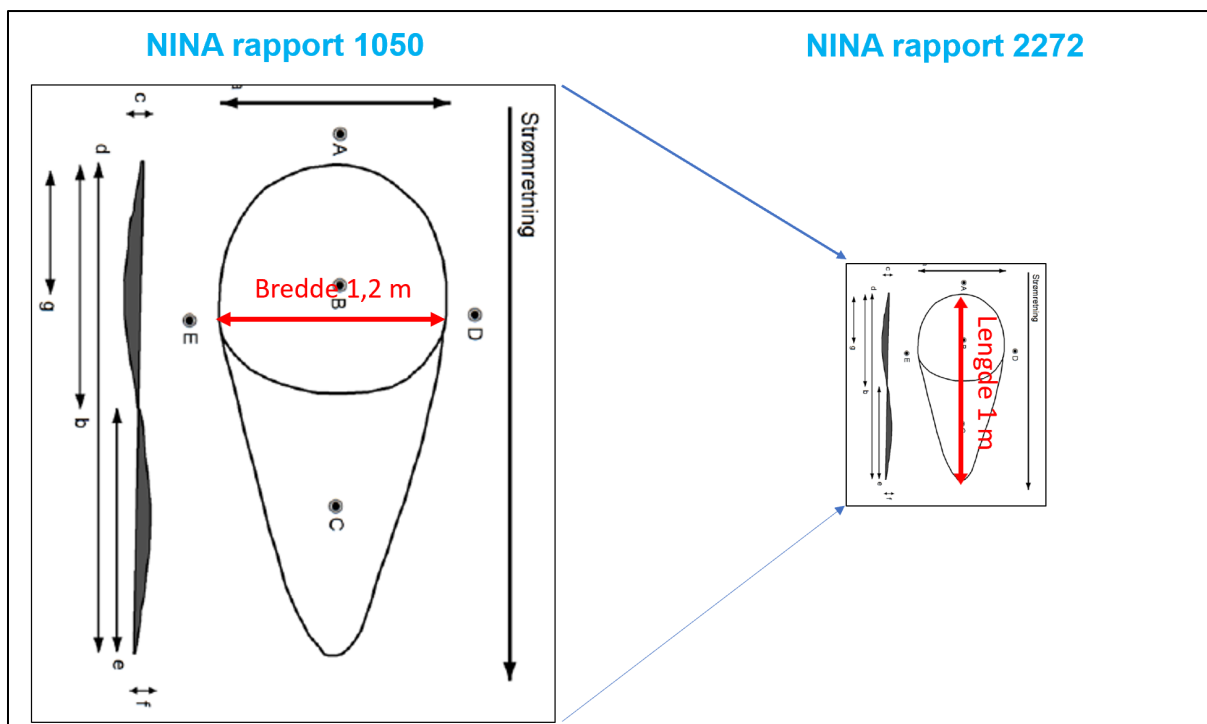
Som redegjort ovenfor, ble skillet mellom store og små gytegroper forandret fra 1,2 meters bredde til 1 m i lengderetningen i undersøkelsene fra 2020-2022. Dette metodiske avviket fra tidligere skillekriterier mellom groper av storørret og vanlig ørret er en grunnleggende svakhet i studiens design, både når det gjelder egnet målemetode og definisjon av fysiske mål som skiller mellom gytegroper av storørret/vanlig ørret. Forfatterne som utarbeidet sluttrapporten etter undersøkelsene i perioden 2011-2013 skrev følgende i sitt metodekapittel (NINA rapport 1050; Kraabøl et al. 2015, kap. 3.6, side 30):

*«Under gyte tellingene i 2011 og 2012 ble det skilt mellom groper av storørret og «vanlig ørret» med bakgrunn i et estimat på bredde og lengde på ferdig etablerte gytegroper. Groper med en anslått bredde over 1,2 m ble definert som storørretgroper. Gropenes lengde varierte med tekstur i substratet og strømhastighet, og ble derfor ikke benyttet som kriterium».*

Denne tematikken er altså behandlet både i NINA rapport 1050 (Kraabøl m.fl. 2015) og NINA rapport 2272 (Myrvold m.fl. 2023). Til sammen fem fagpersoner står på forfatterlista på begge rapportene. Det stilles derfor spørsmål ved at skillekriteriene mellom gytegroper fra storørret vs. vanlig ørret er betydelig endret i den siste undersøkelsen. Det gis ingen begrunnelse for at de anvendte målekriteriene definerer gytegropenes lengde som et skillekriterium, i stedet for bredde. Det er heller ikke begrunnet at 1 meters lengde på en gytegrop representerer et egnet mål som skiller groper som er etablert av storørret og vanlig ørret, bortsett fra at dette målet ble brukt i tidligere undersøkelser.

Det bemerkes derfor at årsaken til denne metodiske variasjonen mellom ulike tidsperioder ikke er redegjort for i rapporten, og det er åpenbart at endringen i både målemetode og redusert størrelseskriterium på gytegroperne bidrar til å øke risiko for at undersøkelsene fra 2020-2022 analyserer på eventuelle forskjeller mellom to grupper på grunnlag av et diskutabelt skille mellom gytegroper anlagt av henholdsvis storørret og såkalt vanlig ørret. Risikoen er først og fremst begrunnet med at den siste definisjonen (1 m lengde vs. 1,2 m bredde) øker sjansene for at vanlig ørret inkluderes i den gruppen som er kategorisert som storørret i de statistiske analysene. Kun et fåtall slike feilkategoriseringer vil, etter vår oppfatning, redusere studiens evne til å påvise eventuelle reelle signifikante forskjeller mellom gruppene.

I overvåkningssammenheng gir en slike endringer i metodikk for å overvåke gytebestanden hos storørret i Tokkeåi en begrenset verdi. Slik resultatene fremstilles i rapporten, er det ikke grunnlag for å fastslå en trend i utviklingen av storørretgroper i henhold til tidligere definisjonskriterium på 1,2 meters bredde.



Figur 1. Illustrasjonen viser hvordan de ulike definisjonene av skillekriterier mellom gytegroper anlagt av storørret og vanlig ørret slår ut i praksis (opprinnelig figur hentet fra Wollebæk m.fl. 2003 og NINA rapport 2272).

Det oppgis også på side 22 (Kap. 2.5.3. Dykking) at «*Antall, størrelse og posisjon til all observert stor ørret (større enn ca 45 cm) ble registrert og notert på ortofoto i målestokk 1:1500*». Det bemerkes at bruk av anslått fiskelengde på 45 cm som et morfologisk skille mellom storørret og vanlig ørret også virker i favør av å inkludere såkalt vanlig ørret inn i grupperingen som defineres som storørret.

Det er godt kjent at lengden på ferdigstilte gytegroper varierer med hunnfiskens størrelse og andre faktorer. Forfatterne av rapporten diskuterer til en viss grad dette, men det legges ikke til grunn at det er overveiende sannsynlig at det benyttede skillet mellom groper etablert av storørret og mindre ørret er mindre egnet til bruk i en slik genetisk undersøkelse. De reelle grenseverdiene er ikke kjent, og en kompliserende faktor er at de varierer i tråd med elvas vannhastighet, bunnssubstrat m.m. på gytelokaliteten. Denne variasjonen kan derfor også gi ulike fysiske mål på gytegroperne i elvegrusen for ørret i lik størrelse, både innad i elva i samme sesong, men også mellom år som følge av ulike vannføringer under gyteperioden. Et studiedesign som hadde holdt seg til tidligere omforent kriterium (dvs 1,2 m bredde), eller skilt klarere mellom store og små groper, gjerne med et mellom-intervall som reduserer usikkerheten knyttet til de reelle størrelseskriteriene, hadde styrket studiets design.

Begrunnelsen for denne innvendingen er at det statistiske grunnlaget er sårbart for feilkategoriseringer. Det er for eksempel vanskelig å skille mellom to nærliggende gytegroper, eller at samme ørret enten har forflyttet seg noen desimeter under innledende graveforsøk. To nærliggende gytegroper av mindre ørret (<45 cm) som er lagt i lengderetningen i forhold til vannstrømmen, vil også kunne få en lengde som tilsvarer ei grop anlagt av storørret (som gjerne har kroppslengder over 60 cm). Videre er det slik at hunnfisken gyter rogn ut porsjonsvis, og disse deponeringene skjer først når gropa er funnet egnet av den gravende hunnørreten. I et gravevennlig substrat kan derfor

gytegrøpene fra fisk av samme størrelse bli mindre omfangsrike enn i mer utfordrende substrat. Av den grunn argumenteres det for at gytegrøpenes bredde er den best egnede målemetode.

Elvegrusens tekstur, sammensetning og «gravbarhet» varierer mye innad i samme elv og gyteområde. Dette kan for eksempel medføre at en mindre ørret som har valgt et utfordrende substrat må gjøre flere graveforsøk før all rogn er plassert i de ulike egglommene. Storørret på flere kilo er mindre sårbare for denne type variasjon som følge av større evne til å bevege grovt substrat. Ørret som har valgt et problematisk område å grave i, vil derfor kunne ende opp med et oppgravd område (ferdig etablert gytegrøp) som er vesentlig lengre enn det som forventes ut ifra ørretens kroppsstørrelse. Dette vil også virke i favør av å inkludere vanlig ørret inn i grupperingen som defineres som storørret.

### Bruk av dronofilm og dykking som verifikasjonsmetode

Undersøkelser som omfatter gytefisk og gytegrøper benytter i økende grad både luftdroner og dykking, fortrinnsvis snorkling. Disse metodene har vist seg å være godt egnet. I undersøkelsene fra 2020 til 2022 er begge metodene benyttet.

Det vurderes likevel å være en svakhet ved bruk av disse metodene som verifikasjon av sammenhengen mellom de observerte gravende hunnfiskenes kroppsstørrelse og dermed genetisk tilhørighet (storørret vs. vanlig ørret) til uthentet øyerogn og plommeseekkyngel fra de identifiserte grøpene den påfølgende våren. Begrunnelsen er at verifisering av gytefiskenes størrelse og tilhørighet til den enkelte gytegrøpa kun dekker et svært kort tidsintervall sammenlignet med varigheten til hele gyteperioden. Verifisering med drone eller dykking utgjør kun minutter, eller et fåtalls timer, og er derfor lite egnet som verifikasjonsmetode for opprinnelse til uthentet øyerogn/plommeseekkyngel om våren. Det bemerkes for øvrig at det ikke er praktisk mulig å gjennomføre en kontinuerlig overvåking av gytegrøper gjennom hele den aktive gyteperioden i dette elvesystemet. Det skyldes både at det er umulig å holde en drone i lufta gjennom hele gyteperioden, og at det ikke er mulig å filme det som skjer på gyteplassene om natten. Denne kombinerte metodikken evner derfor ikke å verifisere at det er hentet øyerogn/plommeseekkyngel fra de samme individene som ble observert som gyteaktive den forutgående høsten.

I tillegg er studiet lagt opp til å fokusere på gyteområder der både store og mindre ørreter gyter innenfor et mindre geografisk område. Studiets design er heller ikke på dette området dekkende for å utelukke tilstedeværelse av andre gytefisker i den tiden det ikke er foretatt dronofilm. Den metodiske svakheten ligger derfor i antakelsen om at de observerte hunnfiskene på dronevideo er en verifisering av at disse individene var de eneste som la rogn i gytegrøpene som ble plukket for øyerogn og plommeseekkyngel. Det er stor sannsynlighet for at dette ikke er tilfelle.

Begrunnelsen er at gyteperioden strekker seg over flere uker om høsten, og oppgravd substrat er attraktive gyteområder for andre, og spesielt mindre, ørreter. Selv om det er godt mulig å verifisere kroppsstørrelsen på gravende hunnfisk på denne måten, så er det overveiende sannsynlig at andre ørreter kan ha gravd og deponert rogn i etablerte gytegrøper, spesielt fordi gyteperioden varer over flere uker og at det ble valgt gyteområder med forekomst av både store og mindre individer. Slik overgraving av hverandres gytegrøper er et godt dokumentert fenomen hos ørret, spesielt der hvor det er et høyt antall gytefisk (intraspesifikk konkurranse), tidsforskjeller mellom gyteperioder innad i bestanden, eller mangel på godt egnede områder. Konkurranse mellom gytefiskene i Tokkeåi vurderes å være relativt lav, selv om det er dokumentert arealer med høy tetthet av gytegrøper av varierende størrelse i Tokkeåi. Studiene fra 2020-2022 la vekt på å benytte slike områder med tilstedeværelse av både stor og liten ørret. Dette er et godt grep for å redusere effekten

av geografisk distanse, men det øker risiko for at mindre ørret har deponert rogn i tidligere oppgravde storørretgroper.

Ulikt gytetidspunkt for henholdsvis storørret (som er modnet ute i Bandak) og vanlig ørret (som i stor grad har modnet i elvedeltaet) vurderes som sannsynlig i Tokkeåi. En årsak til dette kan være temperaturforskjeller i vannmassene som de har oppholdt seg i under eggmodningen, noe som differensierer tidspunkt for eggløsning og dermed også gytetidspunkt. Forskjell i gytetidspunkt mellom storørret og vanlig ørret er derfor sannsynlig i dette tilfellet, ettersom de oppholder seg i ulike temperaturregimer under eggmodningsperioden og kan derfor få eggløsning/bli gyteklare til ulike tidspunkt om høsten.

Det kan for eksempel også være slik at de nyetablerte gyteområdene (tilførsel av gytegrus) har et substrat som er egnet både for storørret og vanlig ørret, noe som i så fall vil øke sannsynligheten for at flere individer av ulik kroppsstørrelse kan gyte på helt eller delvis overlappende gyteområder.

Disse påvirkningsfaktorene er hverken omtalt eller diskutert i rapporten, til tross for at kun et fåtall slike tilfeller vil bidra til å svekke styrken til de statistiske analysene.

Sannsynligheten for at øyerogn og plommeseckyngel fra de undersøkte gytegroperne kan være avkom fra en eller flere andre ørreter som har overgravd andres groper vurderes derfor som såpass stor at resultatene og den faglige verdien som kunnskapsgrunnlag ikke bør anses som en endelig avklaring på hvorvidt det er genetiske skiller hos ørret som gyter i Tokkeåi.

#### Bruk av ungfisk for undersøkelse av genetisk differensiering

Bruk av ungfisk fra flere el-fiskestasjoner ble også brukt som grunnlag for å undersøke for eventuelle genetiske differensieringer. Disse ble sammenlignet med dataene fra utplukket øyerogn og plommeseckyngel fra gytegroper fra antatt storørret og vanlig ørret. Det ble ikke funnet forskjeller i genetisk profil i dette materialet. Også på dette grunnlaget ble det konkludert med at storørret ikke representerer en egen genetisk bestand i Tokkeåi.

Resultatene verdi er imidlertid begrenset til å gjelde for undersøkelsesperioden 2020-2022. De representerer en situasjon der det har gått over 50 år siden at Helvetesfossen ble et vandringshinder for storørret, og at den storørretførende strekningen ble redusert fra 12 til 4,5 km. I tillegg er det nylig tilført gytegrus nedenfor Helvetesfossen som har en tekstur som er egnet for gyting hos både vanlig ørret og storørret. Sumeffektene av at eventuelt tidligere segregerte delbestander måtte dele felles gyteområder nedenfor fossen etter bygging av Lio kraftverk, og at det i nyere tid er etablert gyteområder som øker sannsynligheten for at vanlig ørret og storørret gyter på de samme områdene, tilsier at mulighetene for genetisk segregering gjennom naturlig utvalg har blitt betydelig redusert. Dersom disse godt dokumenterte endringene i fysisk karakter og utstrekning i storørretens elvemiljø legges til grunn, vurderes det som overveiende sannsynlig at mangel på segregering like gjerne representerer en alvorlig negativ effekt av byggingen av Lio kraftverk og at det har blitt lagt til rette for felles gytearealer for vanlig ørret og storørret på et komprimert område.



## Referanser til nyere fagutredninger

Rapportens forfattere har ikke referert til nyere faglige publikasjoner som Tokke kommune har fått utarbeidet, men omtaler selektivt undersøkelsene som Norce har utført på oppdrag fra Statkraft (med unntak av Kraabøl & Gregersen 2016). Dette til tross for at rapporten inneholder et eget kapittel om dette (*kapittel 2.1 Områdebeskrivelse og tidligere undersøkelser*). Statkraft er gjort kjent med fagrapportene som Tokke kommune har finansiert, både ved oversendelse fra Tokke kommune og samtaler på Vassdragsseminaret den 5. september 2020, som ble avholdt på Dalen.

Det bemerkes at problemstillingene knyttet til Helvetesfossen ikke er en del av mandatet til NINA rapport 2272, men ettersom de omtaler og refererer til enkelte eldre befaringsrapporter som omhandler dette (Sømme 1959, Harstad & Løkensgard 1968), fremstår det underlig at de nyeste og mest omfattende fagrapportene som dekker denne tematikken ikke er omtalt. I rapporten legges det ensidig vekt på uttalelser i disse tidligere og gamle befaringsrapportene, noe som gir en skjev fremstilling av det utarbeidede faggrunnlaget. Det fremstilles som avklart at elvestrekningen oppstrøms Helvetesfossen kun hadde stasjonær ørret før vannkraftutbyggingen. Dette er uriktig, ettersom flere nyere utredninger klart dokumenterte hvordan byggingen av Lio kraftverk endret de fysiske forholdene i Helvetesfossen, og spesielt at fossens fallhøyde økte med minst 3,5 meter (Kraabøl et al. 2020, 2022). Det påpekes også i rapporten at det er ingen eller svært liten genflyt opp forbi Helvetesfossen pr i dag. Dette gir faktisk en liten indikasjon på at enkelte ørreter kan ta seg opp fossen slik den ble etter bygging av Lio kraftverk, noe som tidligere telemetristudier også indikerte (referanse til telemetrierapporten). I NVE sin innstilling datert 21. februar 2021 fremgår det for øvrig en aksept for at reguleringsinngrepene førte til at Helvetesfossen ble en vandringsbarriere for storørret.

## Innspill til konklusjoner og anbefalinger i NINA rapport 2272

Rapport 2272 konkluderer med at «*Analysene som er gjennomført her fant ikke tilstrekkelig genetisk strukturering til å kalle storørret en egen genetisk delbestand i Tokkeåi*». Med grunnlag i ovenstående begrunnelser knyttet til metodiske svakheter i studiedesignet, vurderes denne konklusjonen som lite holdbar og bør ikke legges til grunn som en avklaring knyttet til storørretens genetiske integritet.

I rapporten omtales de genetiske undersøkelsene som ble rapportert i NINA rapport 1050, som var basert på vevsprøver fra storørret og vanlig ørret. Disse resultatene viste en signifikant genetisk strukturering mellom storørret og vanlig ørret fanget i deltaet. Det er liten tvil om at oppløsningen i de genetiske metodene som ble benyttet i undersøkelsene fra 2020-2022 er bedre enn de som ble brukt ti år tidligere, og at utvalgsstørrelsen var noe begrenset. I rapport 2272 påstås det imidlertid (side 52) at «*utvalget besto av storørret fra hele Bandak, inkludert Tokkeåi, kan det også ha inkludert enkeltindivider som opprinnelig kom fra andre lokaliteter*».

Det er riktig at et eventuelt innslag av storørret fra andre lokaliteter kan forstyrre analysen, men faktum var at storørretene som inngikk i de genetiske analysene i NINA rapport 1050 ble fanget i Tokkeåi og elvedeltaet. Det er derfor stor sannsynlighet for at alle individene kunne tilordnes som storørret fra Tokkeåi, slik begge rapportene omhandler vanlig ørret fanget i Tokkeåi eller tilhørende delta. Det vurderes derfor slik de genetiske resultatene som ble presentert i Kraabøl m. fl. (2015) fortsatt har stor relevans. Dersom det for eksempel besluttes at det bør foretas en såkalt «kick-start» (utlegging av øyerogn/plommeseekyngel) av storørretproduksjon oppstrøms Helvetesfossen i forbindelse med bygging av fiskepassasje, vurderes det som uforsvarlig at det benyttes stamfisk fra vanlig ørret (<45 cm) fanget i Tokkeåi.

I rapporten diskuteres heller ikke resultatene av genetikkstudiene i lys av de omfattende endringer som reguleringene har medført i livsmiljøet til storørret i Tokkeåi. Dersom det legges til grunn at etableringen av Lio kraftverk medførte at Helvetesfossen ble et permanent vandringshinder for storørret (ved 3,5 m økning av fossens fallhøyde), vil det bety at den storørretførende elvestrekningen ble redusert fra 12 til 4,5 km. Elvestrekningene nedenfor og ovenfor fossen er såpass ulike at det er grunn til å anta at de i sin naturlige tilstand ville favorisert ulike livshistorier og morfologiske trekk. Slike tilpasninger drives til dels av fenotypisk plastisitet, men ender gjerne opp i genetisk basert strukturering over tid. Rapportene til Kraabøl m.fl. (2020, 2022) begrunner disse evolusjonære forholdene nærmere.

En konsekvens av et nytt vandringshinder (3,5 m økt høyde på Helvetesfossen) og en såpass stor reduksjon i gyte- og oppvekstområder for ørret i Tokkeåi (fra 12 til 4,5 km elvestrekning), er at all gytemoden ørret ble tvunget til å gyte nedstrøms Helvetesfossen som følge av etableringen av Lio kraftverk. Dersom det legges til grunn at naturtilstanden var slik at elvestrekningen oppstrøms fossen var en drivende faktor for utvikling av en mer storvokst delbestand (jf. storørret), og at byggingen av Lio kraftverk medførte at denne delen av bestanden måtte dele reproduksjonsområder med en annen delbestand som var tilpasset elvemiljøet nedstrøms fossen, burde det tilsi at reguleringen av vassdraget er den primære årsaken til en eventuell utvisking av naturlige genetiske tilpasninger til ulike elvemiljø. Utelatelsen av fagrapportene som omhandler disse aspektene har derfor medført at konklusjonene ikke fanger opp de historiske endringene i elvemiljøet for storørret.

En annen del av konklusjonen hevder «*At noen individer kan bli store viser imidlertid at bestanden som helhet har potensial til å produsere store individer kjent som storørret*». Dette fremstilles som om det er avklart at det ikke er en storørretbestand pr i dag. I et historisk perspektiv er det hevet over tvil at bestanden både kvalifiserer innenfor både tidligere og nyere definisjonskriterier for storørret, og at bestanden har blitt redusert som følge av konsekvensene av reguleringsinngrepene i Tokkeåi; avkortning av gyte- og oppvekstområdene, variabel kraftverksdrift og gjennomgripende endringer som har forringet de økologiske forholdene for både ørret og dens byttedyr. Det er for øvrig godt kjent at både sjørørret- og storørretvassdrag har mer eller mindre stasjonær ørret innen samme vassdraget.

Det er oppsiktsvekkende at det anbefales vurderinger av beskatningen av storørretbestanden som helhet, uten å nevne en rekke andre faktorer som har/kan ha negativ effekt på bestanden. Beskatningen er allerede strengt regulert og svært begrenset, spesielt i Tokkeåi og deltaet. Beskatningen av storørretbestanden ute i Bandak er av mindre betydning for bestandssituasjonen. I en fiskebiologisk undersøkelse i nedre deler av Tokkeåi, samt deltaet, burde det være anbefalinger om å følge opp tidligere undersøkelser av eventuelle negative konsekvenser av variabel kraftverksdrift i Lio kraftstasjon. Begrunnelsen er at dette har større betydning for både bestanden og for hele økosystemet i elva og i deltaet. Denne nedre elvestrekningen er i stor grad påvirket av driftsvannføringen, og variabel drift medfører stranding av unge årsklasser av ørret helt opp mot Helvetesfossen. I midtre og nedre deler av Tokkeåi og i deltaet, er viktige byttefiskarter som bekkeniøye og trepigget stingsild spesielt sårbare for raske nedrampinger i vannføringen/vannstanden. Denne formen for kraftverksdrift påvirker næringstilgangen til ørret som er i overgangsfasen til fiskediett.

## **Kommentar til oversendelsesbrevet fra Statkraft til myndigheter**

Undertegne er også forelagt følgeteksten i eposten som Statkraft v/Jostein Kristiansen sendte til representanter hos angjeldende myndigheter (Tokke og Vinje kommuner, Fylkeskommunen, Statsforvalteren og NVE). I denne teksten fremkommer det at

*«Det har vært knyttet stor usikkerhet blant forskningsinstitusjonene til hvorvidt storørreten som gyter i Tokkeåi er en egen bestand, eller om størrelsen er et resultat av fenotypisk plastisitet».*

Vår kommentar er at det er ukjent for oss at det var stor usikkerhet om dette blant forskningsinstitusjonene. Resultatene som kom frem ved å sammenligne genetisk struktur til vevsprøver fra voksen storørret fanget i Tokkeåi og deltaet med mindre ørret fanget i deltaet, viste at forskjellene var signifikante (Kraabøl m. fl. 2015). Slike forskjeller i genetisk signatur mellom bestander står ikke i motsetning til fenotypisk plastisitet. Evolusjon av genetiske forskjeller mellom bestander skyldes at naturlig seleksjon virker på fenotypen, og genotypen kan endres som en følge av favorisering av fenotype (som følgelig er forbundet med genotypen). For øvrig bemerkes at avstengning av Helvetesfossen i 1969, etterfulgt av et bortfall av 8 km gyte- og oppvekstelv som favoriserer fenotypen storørret, førte til at alle fenotyper av vandrende ørret i Bandak-Tokkeåi systemet ble tvunget til å gyte på den 4,8 km elvestrekningen nedstrøms fossen. Denne vesentlige begrensningen i gyte- og oppvekstområdene i elvesystemet kan like gjerne være årsaken til en eventuell utvisking av genetiske forskjeller som representerte ulike tilpasninger til et variert elvemiljø.

Videre står det i følgeteksten at *«Revisjonsprosessen ble tidlig preget av påstander om at den store ørreten i Bandak er en egen unik genetisk stamme som er kritisk truet, påstander basert på antagelser mer enn å være forankret i tilstrekkelig fiskefaglig forskning».*

Vår kommentar er at det synes rimelig at revisjonsprosessen ble preget av funnene fra de genetiske studiene av vevsprøver fra voksen storørret og mindre ørret fra deltaet. Analysene ble gjort av et kompetent fagmiljø (Universitetet i Sørøst Norge, og resultatene ble diskutert i plenum i forskerkonsortiet, som deretter publiserte sine resultater i egen samlerapport (Kraabøl et al. 2015). Det bemerkes også at fem fagpersoner deltok både i forskerkonsortiene bak fagrapportene til Kraabøl m.fl. (2015) og Myrvold m.fl. (2023). Vår vurdering er derfor at det er urimelig av Statkraft å hevde overfor myndighetene at oppfatningen av storørret som en kritisk truet genetisk enhet var basert på antakelser. Faktum er at de var forankret i et eget delprosjekt som Statkraft selv mente var nyttig i revisjonsprosessen. Vurderingene av bestanden som kritisk truet er basert på beregningene av effektiv populasjonsstørrelse ( $N_e$ ) og de internasjonale retningslinjene for genetiske kriterier for levedyktige bestander.

Som nevnt andre steder i denne rapporten, vurderer vi metodikken som ble lagt til grunn av Myrvold m.fl. (2023) ikke er tilstrekkelig for å avskrive verken genetisk segregering eller at den er kritisk truet. Videre mener vi at eventuell bygging av fiskepassasje forbi Helvetesfossen tilsier at det vil kunne skje en genetisk segregering i retning av naturtilstanden.

I følgeteksten i oversendelsesbrevet fra Statkraft er det satt opp seks punkter, og for ordens skyld gir vi kommentarer til hvert enkelt punkt.

- 1) *Det ikke er tilstrekkelig genetisk strukturering til å kalle storørret en egen genetisk delbestand i Tokkeåi. At noen individer blir store fiskespisere mens andre ikke oppnår samme størrelse, enten som elvestasjonære individer eller som utvandrere til Bandak som aldri slår over på fiskediett eller overlever til nødvendig størrelse, skyldes trolig den store fenotypiske plastisiteten hos ørret. At noen individer kan bli store viser*

*imidlertid at bestanden som helhet har potensial til å produsere store individer kjent som storørret.*

Kommentar: Det er ikke faglig uenighet om at ørret utviser stor fenotypisk plastisitet, men vi vurderer metodikken bak de genetiske analysene av øyerogn/plommeseekkyngel fra gytegroper som indirekte og mer usikre enn direkte vevsprøver fra de gruppene man ønsker å sammenligne (se Kraabøl m.fl. 2015). Det er for enkelt å påstå at fenotypisk plastisitet alene er årsaken til at noen individer blir storørret, mens andre blir stasjonære i dette tilfellet. Elvesystemet har gjennomgått store fysiske og økologiske endringer som følge av reguleringen, som f.eks betydelig avkortning av gytetrekning og variabel kraftverksdrift og vannføring i Tokkeåi. Dette er tidligere utredet av Kraabøl m.fl. 2015; 2010; 2022).

2) *Den samlede tettheten av ungfisk synes relativt stabil i perioden siden 2011.*

Kommentar: Det er interessant at tettheten av ungfisk har vært relativt stabil siden 2011. Dette kan bety at effekten av de fysiske tiltakene i nedre deler av Tokkeåi ikke har hatt ønsket effekt. En av årsakene kan være at tiltakene er gjort så nært, og delvis innenfor elvedeltaet, der det er begrensede muligheter for årsunger av ørret å finne seg et leveområde. Predasjonsrisikoen er stor i dette området, som følge av homogent habitat og nærhet til delta og innsjø. Det er for øvrig ikke god faglig praksis at det legges så stor vekt på habitattiltak i nedre deler av vassdrag med laks og ørret, spesielt når reguleringene har medført et vandringshinder i nedre halvdel av naturlig storørretførende strekning. Undersøkelser bør i større grad inkludere bruk av el-båt, slik at områdene ute i elva/deltaet også inkluderes i overvåkingen.

3) *Antallet store gytegroper har variert i den samme perioden mellom 43 og 55.*

Kommentar: Telling av store gytegroper i Tokkeåi i perioden 2011 til dags dato er gjort med ulike definisjonskriterier (se redegjørelse ovenfor i denne rapporten). Før 2011 ble de gjort ut ifra en definisjon på minst 1 m i lengderetningen, mens det i perioden 2011-2013 ble benyttet et omforent minstekriterium på 1,2 m bredde. De siste års tellinger har igjen benyttet den opprinnelige målemetoden. Ulike definisjonskriterier for storørret-groper gir lite egnede data for overvåking av gytebestanden hos storørret i Tokkeåi. Metodeendringen tilsier at det ikke foreligger data som belyser trender i antall storørretgroper i Tokkeåi.

4) *Tidligere undersøkelser gjort i Bandak viser at ørretbestanden allerede er tett i forhold til næringsgrunnlaget.*

Kommentar: Det foreligger ikke etter vårt syn undersøkelser som tilsier at ørretbestanden er for tett i forhold til næringsgrunnlaget. Det bestrides ikke at sikbestanden er aldersakkumulert, men dette alene gir ikke grunnlag til å si at næringsgrunnlaget er for spinkelt. I en vurdering av næringsgrunnlaget for ørret bør det inngå vurderinger av hvilke påvirkninger som begrenser næringsgrunnlaget i den storørretførende delen av Tokkeåi, og spesielt med fokus på historisk, nåværende og fremtidig drift av Lio kraftverk. Tiltak for å styrke næringsgrunnlaget i deltaet og Tokkeåi bør nevnes i en slik sammenheng. I deltaet og nedre Tokkeåi er det fortsatt bestander av bekkeniøye og trepigget stingsild, som begge er sårbare for vannførings- og vannstandsendringer, dvs variabel drift av Lio kraftverk. Disse artene var viktige byttedyr for ørret, og det er grunn til å tro at de er spesielt viktige for ørret som vil foreta et nisjeskifte fra elv til innsjø. En diett med betydelig innslag av niøye og stingsild vil gi raskere vekst enn bare invertebrat-basert diett, og forutsetningene for å lykkes som fiskespiser i Bandak kan derfor settes i sammenheng med tettheten av disse artene i deltaet og nedre del av Tokkeåi. Ute i Bandak har hydroakustiske

studier vist at storørret utnytter dype områder av Bandak, noe som indikerer predasjon på røye. Det er også åpenbart at en aldersakkumulert sikbestand produserer store mengder årsyngel, noe som gir god tilgang på små byttefisk nært deltaet og i pelagiske områder i Bandak hver vår og sommer, før de eventuelt beites ned av artsfrender. Det bemerkes at utløpstunnelen fra Tokke kraftverk, og omkringliggende områder, er et velkjent gyteområde for sik. Det forekommer derfor betydelige mengder 0+ sik fra deltaet og nedover i Bandak på forsommeren.

- 5) *I det videre anbefales derfor vurderinger rundt forbedring av næringstilgangen for ørret i Bandak og en vurdering av beskatningen av ørretbestanden som helhet.*

Kommentar: Det er fordelaktig for storørret dersom det gjennomføres tiltak som forbedrer næringsgrunnlaget for storørret i Bandak. Tynningsfiske på sik kan gi økt forekomst av yngre årsklasser med individer som er egnet som byttefisk for storørret. Dette vil imidlertid kreve en omfattende og vedvarende innsats i uoverskuelig fremtid. Vår vurdering er imidlertid at næringsgrunnlaget for storørret ute i Bandak er tilfredsstillende, ettersom de aller fleste av storørretene som er dokumentert med lengde og vekt viser en spredning av K-faktor mellom 1,2 og 1,8, noe som er i det øverste sjiktet av det som er kjent fra andre storørretinnsjøer. Videre påpeker Statkraft at det bør gjøres en vurdering av beskatningen av ørretbestanden som helhet. Vi er enige i dette, men påpeker at beskatningen for lengst ble sterkt redusert ved at garnfisket i deltaet opphørte. I denne sammenheng påpekes også at det er for lengst innført strenge fiskeregler i Tokkeåi som utgjør et effektivt vern av storørret. Fra vår side påpekes det også at behovet for enda strengere restriksjoner, bl.a. ved fredning av storørret i Bandak, bør begrunnes i de negative effektene som reguleringsinngrepene har medført for storørret. Etableringen av Lio kraftverk har fjernet 8 km av den tidligere 12 km lange storørretførende elvestrekningen, og varierende kraftverksdrift påvirker gyting og oppvekst hos all ørret, uavhengig av opprinnelse og strukturering. Dette fremkommer ikke av utredningen til Myrvold m.fl. (2023), til tross for omfattende dokumentasjon fra tidligere studier. I det videre arbeidet anbefales i stedet et utvidet økosystem-perspektiv som favner om reguleringskonsekvenser.

*6. En nøkkelfaktor i å bevare en regulær forekomst av store individer i bestanden er tilgang til små byttefisk ute i næringslokaliteten. Bandak er en stor, dyp og næringsfattig innsjø med lav produksjon både av de pelagiske byttefiskartene sik og røye og de mer strandnære artene ørret, niøye og trepigget stingsild. Veksten hos storørret i Bandak er typisk for type B-bestander som kjennetegnes ved utholdende vekst (Museth m.fl. 2018).*

Kommentar: Vi deler oppfatningen om at forekomsten av storvokste individer av storørret er avhengig av tilgangen til små byttefisk ute i næringslokaliteten. I dette systemet bør deltaet og nedre deler av Tokkeåi innlemmes i begrepet «næringslokaliteten for storørret», ettersom det er dokumentert at ørret i stor grad beites på niøye og stingsild før reguleringen. Det gjør den i noen grad fortsatt, men disse bestandene er negativt påvirket av variabel drift av Lio kraftverk. Ivaretagelse av disse bestandene er derfor en viktig del av forvaltningsutfordringene. Vår vurdering er derfor at det er en skjev fremstilling å legge så stor vekt på at den dype og næringsfattige innsjøen Bandak har en lav produksjon av alle de viktige byttefiskartene. Den høye K-faktoren til storørret som ble fanget i innsjøen, deltaet og i Tokkeåi tilsier i stedet at tilgangen til byttefisk er god. Det oppfattes derfor som underlig at betydningen av deltaet og nedre deler av Tokkeåi som næringslokalitet for storørret i overgangsfasen blir underkommunisert såpass tydelig. Vi deler for øvrig oppfatningen om at storørreten i Tokkeåi er representativ for type B-bestander.

I siste del av oversendelsesteksten bemerker Statkraft «at tiltakene for å bedre forholdene for storørret bør vurderes nøye da det er en fare for å øke den generelle rekrutteringen av ørret i forhold til næringsgrunnlaget». Vår vurdering er at denne faren først og fremst er knyttet til at reguleringseffektene har redusert bestandene av bekkeniøye, tre-pigget stingsild og akvatiske insekter i Tokkeåi og deltaet Voksen storørret som har gått over på fiskediett i Bandak har vesentlig bedre K-faktor enn andre storørretbestander, og det er derfor ikke grunnlag for å hevde at økt mengde ørret i Bandak vil møte problemer med spinkelt næringsgrunnlag. Det er avgjørende viktig at byttefiskartene niøye og stingsild, samt akvatiske insektfauna, får bedre livsbetingelser enn det som har vært tilfelle i årene fra etableringen av Lio kraftverk og frem til i dag. Forbedringer har skjedd, men dette bør følges opp videre med artsspesifikke undersøkelser. Vi er derfor enige i at «tiltak bør rettes inn mot å bedre næringsforholdene for ørret generelt», men problemet bør ikke skyves vekk fra reguleringseffekter og over til de økologiske forholdene ute i Bandak. I det videre arbeidet bør storørretens utfordringer knyttes sterkere opp til den fremtidige driften av Lio kraftverk, som har stor innvirkning på hele rekrutterings- og oppvekstområdet til ørret som senere skal vandre ut i Bandak.

## Litteratur

- Harstad, J. & Løkensgard, T. 1968. Virkninger på fisken og fisket i Vestvatna; Bandak, Kviteseidvatn og Flåvatn. Erklæring fra de rettslig oppnevnte fiskerisakkyndige. Notat fra Fiskerikonsulenten for det Østenfjeldske, datert 22. november 1968, 10 sider.
- Heggenes, J., Karlsson, T. & Brattestå, K. 2017. Gytegrepregistreringer i Tokkeåi høsten 2017. HSN-skrift XX-2017, 29 sider.
- Heggenes, J., Fjeldheim, P.T., Karlson, T., Schartum, E., Olsen, E.M., Moland, E. 2018. Hydroakustiske undersøkelser av vandringsadferd og habitatbruk til ørret (*Salmo trutta*) i Bandak og Tokkeåi i Telemark 2014-2016. HSN Skriftserien nr. 30 ISBN 978-82-7206-474-6
- Kraabøl, M. & Gregersen, F. 2017. Fiskebiologiske undersøkelser i Tokkeåi og Dalaåi ovenfor antatt vandringshinder for storørret. Multiconsult 129247-RIM-RAP-001.
- Kraabøl, M., Brabrand, Å., Bremnes, T., Heggenes, J., Johnsen, S. I., Pavels, H., Saltveit, S. J. 2015. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Tokkeåi. Sluttrapport for perioden 2010-2013 - NINA Rapport 1050. 99 sider + vedlegg.
- Kraabøl, M. Moland, E., & Moland Olsen, E. 2020. Fiskebiologiske vurderinger av bestandssituasjon og tiltak for storørret i Tokkeåi, Dalen i Telemark. Multiconsult/Universitetet i Agder rapport nr. 130906-RIM-RAP-002, 50 sider.
- Kraabøl, M. Moland, E. & Moland Olsen, E. 2022. Ferskvannsbiologiske vurderinger av miljøbasert minstevannføring, fiskepassasje og omløpsventil i Tokkeåi/Lio kraftverk. Multiconsult/Universitetet i Agder rapport nr 10214160-RIM-RAP-001, 33 sider.
- Museth, J., Dervo, B., Brabrand, Å., Heggenes, J., Karlson, S. & Kraabøl, M. 2018. Storørret i Norge. Definisjon, status, påvirkningsfaktorer, og kunnskapsbehov. NINA rapport 1498, 102 sider.
- Myrvold, K.M., Brabrand, Å., Heggenes, J., Taugbøl, A., Karlsson, S., Bremnes, T., Saltveit, S.J. & Pavels, H. 2023. Fiskebiologiske undersøkelser i Tokkeåi. Undersøkelser i perioden 2020-2022. NINA rapport 2272, 67 sider.

Sømme, S. 1959. Til ekspropriasjonsskjønnet for Tokke-reguleringen. Rapport VIII, datert 3. juni 1959, 12 sider.

Wollebæk, J., Thue, R. & Heggenes, J. 2003. Valg av gyteplasser og karakterisering av gytegroper til storørret på elv – kvantitativ modellering av gytehabitat. Rapport Laboratorium for Ferskvannsekologi og Innlandsfiske (LFI), Universitetet i Oslo.