

2253

NINA Rapport

Effekten av overvåkingsfiske om høsten på overlevelse og atferd hos laks før og under gyting

Torgeir B. Havn, Johan O. Munkeby, Robert Lennox, Dag H. Karlsen, Jan G. Davidsen, Eva M. Ulvan & Øyvind Solem



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 engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

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 forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Effekten av overvåkingsfiske om høsten på overlevelse og atferd hos laks før og under gyting

Torgeir B. Havn
Johan O. Munkeby
Robert Lennox
Dag. H. Karlsen
Jan G. Davidsen
Eva M. Ulvan
Øyvind Solem

Havn, T.B., Munkeby, J.O., Lennox, R., Karlsen, D.H., Davidsen, J.G., Ulvan, E.M. & Solem, Ø. 2023. Effekten av overvåkingsfiske om høsten på overlevelse og atferd hos laks før og under gyting. NINA Rapport 2253. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, februar 2023.

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-5049-8

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Eva B. Thorstad

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingebrigt Uglem (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

M-2465|2023

KONTAKTPERSONER HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Helge Axel Dyrendal, Miljødirektoratet

Kari Tønset Guttvik, Statsforvalteren Trøndelag

FORSIDEBILDE

Høstfiske ved Rønningen ved Storås. Fisker er Asbjørn Storøien.

© Dag H. Karlsen

NØKKEWORD

- Gjenutsetting
- Høstfiske
- Overvåkingsfiske
- Orkla
- Radiotelemetri
- Overlevelse
- Atferd
- Laks
- Oppdrettslaks

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Havn, T.B., Munkeby, J.O., Lennox, R., Karlsen, D.H., Davidsen, J.G., Ulvan, E.M. & Solem, Ø. 2023. Effekten av overvåkingsfiske om høsten på overlevelse og atferd hos laks før og under gyting. NINA Rapport 2253. Norsk institutt for naturforskning.

Innslaget av rømt oppdrettslaks i gytebestandene til villaksen kartlegges årlig i over 200 vassdrag i Norge. En av de vanligste metodene som benyttes er analyser av skjellprøver fra fisk fanget med sportsfiskeredskap om høsten. Høstfiske er en metode som blir benyttet i omtrent 50 elver i Norge hvert år. Fisket foregår stort sett på samme måte som ved ordinært fang og slipp fiske med fiskestang, med unntak av at det tas skjellprøver av fisken og at det benyttes kraftigere redskap. Fisk som blir vurdert som rømt oppdrettsfisk avlives, og antatt villfisk blir gjenutsatt.

I likhet med fang og slipp fiske om sommeren kan også gjenutsetting om høsten medføre dødelighet og atferdsendringer. Siden høstfiske ofte foregår kort tid før gyting kan det tenkes at risikoen for negative påvirkninger på gytingen er annerledes enn for laks som gjenutsettes om sommeren, siden restitueringsperioden før gyteperioden begynner er kortere. Hvorvidt gjenutsetting under høstfiske medfører dødelighet og påvirker gytingen er lite undersøkt, og ingen tidligere undersøkelser har inkludert en kontrollgruppe som kan brukes til å vurdere om den observerte atferden hos merket fisk er unormal eller ikke.

I 2021 ble det gjennomført en undersøkelse for å evaluere effektene av høstfiske på gjenutsatt laks i Orkla i Orkland kommune. Villaks ble fanget, radiomerket og gjenutsatt både om sommeren ($n = 34$) og høsten ($n = 40$), og fulgt regelmessig frem til gytingen var gjennomført. Fisken som ble merket og gjenutsatt på sommeren antas å ha tilnærmet normal atferd i gytetiden, og ga et sammenligningsgrunnlag når atferden hos gjenutsatt fisk på høsten skulle vurderes. Dødelighet før og etter gjenutsetting ble registrert.

Av 43 laks fanget under høstfiske døde fire (9,3 %), hvorav tre ble avlivet av fiskere på grunn av blødninger i gjellene og én døde etter gjenutsetting. Det meste av dødeligheten skjedde altså før gjenutsetting (tre av 43, 7 %), mens dødeligheten etter gjenutsetting var lav (én av 40, 2,5 %). Ettersom man kan forvente en viss grad av dødelighet ved høstfiske, både før og etter gjenutsetting, er det viktig å vekte denne dødeligheten (og tilsvarende reduserte rogndeponering) opp mot nytten av å ta ut oppdrettslaks fra elva. Hvor store konsekvenser denne dødeligheten har må vurderes for hver enkelt elv før man eventuelt setter i gang høstfisket, noe som er spesielt viktig i elver med små bestander hvor et uttak av fisk kan gjøre at ulempene med høstfiske er større enn fordelene.

Analysene av atferd hos laks fanget om høsten ble delt opp i to; 1) i tiden før gyting, det vil si fra fisken ble fanget og merket om høsten frem til start på gyteperioden (fra 7. september til 11. oktober), og 2) i selve gyteperioden (11. oktober til 31. oktober). I tiden før gyting hadde en overvekt av radiomerket høstfisk (69 %) en annen atferd enn fisk merket om sommeren (kontrollgruppen). De fleste av disse høstfiskene gikk lengre nedstrøms eller kortere oppstrøms enn fisk i kontrollgruppen. Det var også en tendens til at denne effekten var større hos fisk som ble merket nært gyteperioden enn de som ble merket tidlig i september, selv om dette ikke var statistisk signifikant. I selve gyteperioden så det ut til at laksen hadde normal gyteatferd, og det ble ikke funnet noen forskjell i bevegelsesmønster mellom høstgruppen og kontrollgruppen, hverken for totalt samlet forflytningsdistanse eller gjennomsnittlig forflytning per dag. Dette tyder på at gjenutsetting ikke påvirket atferden i gyteperioden i stor grad, og at fisken mest sannsynlig deltok i gytingen.

Inkluderingen av en kontrollgruppe i undersøkelsen i Orkla gjorde at vi kunne vise at høstfiske ser ut til å gi en kortvarig atferdsmessig forstyrrelse hos fisken, og at dette kan påvirke hvor i elva de gyter. Det er usikkert hvor stor denne effekten eventuelt er, da forskjellen i forflytning mellom fisk i gruppene var relativt liten i antall meter. Det var heller ingen tydelige tegn på at høstfiske hadde en negativ effekt på atferden under selve gytingen. Likevel viser våre resultater at høstfiske bør avsluttes i så god tid som mulig før gytingen begynner, og at to uker før er et absolutt minimum. Det bør også tas med i denne beregningen at gytetidspunktet i en elv kan variere fra år til år, slik at det kan være fornuftig å vurdere en tidligere stopp på høstfiske enn to uker før antatt start på gytetiden.

Torgeir B. Havn, Eva M. Ulvan, Øyvind Solem, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5658 Torgarden, 7485 Trondheim. E-post: torgeir.havn@nina.no

Johan O. Munkeby, Jan G. Davidsen, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), Vitenskapsmuseet, 7491 Trondheim.

Robert Lennox, Norwegian research centre (NORCE), 5838 Bergen.

Dag H. Karlsen, Karlsens foto og biotjenester, Meråker 7530.

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Metode	9
3 Resultater	14
4 Diskusjon	21
5 Referanser	25

Forord

Norsk institutt for naturforskning (NINA) har på oppdrag fra Miljødirektoratet og Statsforvalteren i Trøndelag gjennomført undersøkelser av overlevelse og atferd hos laks gjenutsatt under ordinært overvåkningsfiske i Orkla høsten 2021.

Feltarbeidet ble gjort av Johan Otto Munkeby fra NTNU, Dag. H. Karlsen fra Karlsens Foto og Biotjenester og av personell fra NINA. Deler av resultatene fra prosjektet er presentert i en masteroppgave skrevet av Johan Otto Munkeby (The effect of surveillance fishing on migrated distance of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) during the spawning period) (Munkeby mfl. 2022).

En stor takk rettes til sportsfiskere i Orkla og NINAs samarbeidspartnere under høstfiske (Orkla JFF og andre lokale og tilreisende fiskere) som fanget all laks som ble radiomerket. En stor takk rettes også til Orkla fiskeforvaltning for godt samarbeid i prosjektperioden.

Miljødirektoratet og Statsforvalteren i Trøndelag takkes for finansiering av prosjektet. I tillegg bidro også NINA med egne midler til undersøkelsen og vi vil rette en stor takk til Tor F. Næsje.

Resultatene fra undersøkelsen er bearbeidet av Torgeir B. Havn, Johan Otto Munkeby, Robert Lennox og Jan G. Davidsen. Øyvind Solem har hatt det overordnede prosjektlederansvaret.

Trondheim, februar 2023

Øyvind Solem
Prosjektleder

1 Innledning

Innslag av rømt oppdrettslaks i laksefangstene har vært overvåket siden 1989. I dag foregår det en utstrakt kartlegging av innslag av rømt oppdrettslaks i gytebestandene til villaksen (Havforskningsinstituttet 2022). Denne kartleggingen organiseres gjennom et nasjonalt program for overvåking av rømt oppdrettslaks som er utformet og etablert av Fiskeridirektoratet (Havforskningsinstituttet 2022). De vanligste metodene som benyttes er overvåkning i fiskefeller og fisketrapper, drivtelling i forkant av og i gytasesongen samt analyser av skjellprøver fra fisk fanget med sportsfiskeredskap. Innsamling av skjellprøver skjer både ved fiske i ordinær fiskesesong, på høsten før gytingen og ved innsamling av stamfisk til klekkerier. Årsaken til at det utføres fiske på høsten er at oppdrettslaks ofte vandrer opp i elva seinere på året enn villaks, slik at kun analyser av skjellprøver fra ordinær fiskesesong vil kunne underestimere innslaget av oppdrettslaks i gytebestanden.

Høstfiske er en metode som blir benyttet i omtrent 50 elver i Norge hvert år. Fisket skal starte to uker etter sportsfiskets slutt og avsluttes to uker før villaksens antatte gyteperiode (Anon. 2016). Fisket foregår stort sett på samme måte som ved ordinært fang og slipp fiske med fiskestang, med unntak av at det tas skjellprøver av fisken og at det benyttes kraftigere redskap. Fisk som blir vurdert som rømt oppdrettsfisk avlives og antatt villfisk blir gjenutsatt.

I likhet med fang og slipp fiske om sommeren kan også gjenutsetting om høsten medføre dødelighet. Om sommeren er denne dødeligheten typisk i størrelsesorden 3-11 % av gjenutsatt laks (Thorstad mfl. 2007, Havn mfl. 2015, Lennox mfl. 2015, 2016). I tillegg var det noen få laks i disse undersøkelsene som ble ansett som så skadet at de ble avlivet uten å bli gjenutsatt, slik at den totale dødeligheten er noe høyere. Det er vist at gjenutsetting i ordinær fiskesesong fører til atferdsendringer ved at fisken kan slippe seg nedstrøms og bli betydelig forsinket i oppvandringen (Thorstad mfl. 2007, Havn mfl. 2015, Lennox mfl. 2015). Siden høstfiske ofte foregår like før gyting kan det tenkes at risikoen for negative effekter på gytingen er større enn for laks som gjenutsettes om sommeren, siden restitueringsperioden før gyteperioden begynner er kortere. På den andre siden har laksen utviklet gytedrakt og man kan anta at de er mer hardføre og rustet for slike påkjenninger. Det er blant annet vist at det ikke var dødelighet etter eksperimentell gjenutsetting i tanker om høsten, og at egg gytt av tidligere gjenutsatt laks hadde høy overlevelse (Davidson mfl. 1994, Booth mfl. 1995). Eventuelle negative effekter av høstfisket kan være relativt små i store bestander der en liten andel av fisken blir berørt, men det kan potensielt ha store konsekvenser i små elver og vassdrag, og lokalt om mye fisk tas på et begrenset sted i elva.

Hvorvidt gjenutsetting under høstfiske medfører dødelighet og endret atferd ble tidligere undersøkt ved å radiomerke gjenutsatt laks i Lakselva i Porsanger (Lennox et al. 2017a). Total dødelighet var lav (to av 39 blødde i gjellene ved landing og ble avlivet), og all gjenutsatt fisk overlevde til gytingen. I undersøkelsen i Lakselva var det ingen kontrollgruppe (fisk merket på sommeren som antas å ha tilnærmet normal atferd i gytetiden) som kunne brukes til å vurdere om høstfiske medførte atferdsendringer. Resultatene ble i stedet sammenlignet med atferden hos laks radiomerket om sommeren to år tidligere. Sammenligningen viste at forflytningen hos disse to gruppene sett under ett ikke var ulik i tiden frem til gyting. Imidlertid så det ut til at fisk gjenutsatt ved høstfiske hadde en umiddelbar atferdsreaksjon, ettersom kun 15 % av fisken var på gjenutsettingsstedet etter to dager. I tillegg forlot én fisk elva før gyting.

En svakhet med å bruke en kontrollgruppe fra et annet år er blant annet at miljøforhold som vannføring og vanntemperatur er ulik mellom årene, slik at sammenligningen av atferd kan bli usikker. Kontrollgruppen ble heller ikke peilet ofte nok i gytetiden til å kunne vurdere om de relativt store bevegelsene umiddelbart etter gjenutsetting hos fisk gjenutsatt på høsten var normal atferd eller ikke. Tidligere fang og slipp undersøkelser i fiskesesongen har vist at dødelighet og atferd kan variere mellom både elver og år. Derfor er det viktig å gjenta slike undersøkelser for å øke kunnskapen om eventuelle negative effekter forårsaket av dette fisket, siden denne aktiviteten kan medføre økt dødelighet og potensielt redusert gytesuksess hos fisken.

I 2021 ble det gjennomført en undersøkelse for å evaluere effektene av høstfiske på gjenutsatt laks i Orkla. Laks ble fanget, radiomerket og gjenutsatt både om sommeren (kontrollgruppe) og på høsten, og fulgt regelmessig frem til gytingen var gjennomført. Dødelighet før og etter gjenutsetting ble registrert, og ved å sammenligne atferd hos fisk i kontrollgruppen med fisk fanget på høsten kunne man også vurdere om høstfisket hadde negative effekter på atferd før og under gytetiden. Deler av resultatene er tidligere presentert i en masteroppgave fra NTNU (Munkeby mfl. 2022).

Områdebeskrivelse

Orklavassdraget har utspring fra Orkelsjøen i Oppdal kommune (1058 moh.), og munner ut i Orkdalsfjorden ved Orkanger. Orklas lengde er omtrent 185 km. Vassdraget har et nedbørsfelt på om lag 3 344 km². Lakseførende strekning er 88 km opp til Tosetfossen i Rennebu kommune. Laks vandrer også opp i andre sidevassdrag som Resa, Follobekken, Sola, Åsskjerva og Vorma, og benytter disse som gyte- og oppvekstområder. Om lag 39 % av nedbørsfeltet er regulert, og elva har fem kraftverk med en årlig produksjon på omtrent 1250 GWh. Etter regulering er vannføringen utjevnet gjennom året. Vårflommen er redusert med rundt 110 m³/s etter regulering, sommervannføringen synes å være nær naturlig avrenning og vintervannføringen er økt vesentlig (Hvidsten mfl. 2004, Hvidsten mfl. 2012).

Gytebestandsmålet i Orkla er 18911 kg (14183-23639) hunnfisk. De siste fem årene er det årlig fanget mellom 19 til 32 tonn laks i sportsfiskesesongen. Det meste av gytingen hos laks i Orkla foregår som regel over to uker i midten av oktober. NINA, i samarbeid med Orkla JFF og lokale fiskere, organiserer høstfiske i Orkla etter at sportsfiskesesongen er avsluttet (31. august) og frem inntil omtrent to uker før gyting. Vanligvis blir det fanget og skjellprøvetatt mellom 50 til 100 laks hvert år.



Bilde 1. Høstfiske i Ærhølen i Rennebu. Foto: Dag H. Karlsen.

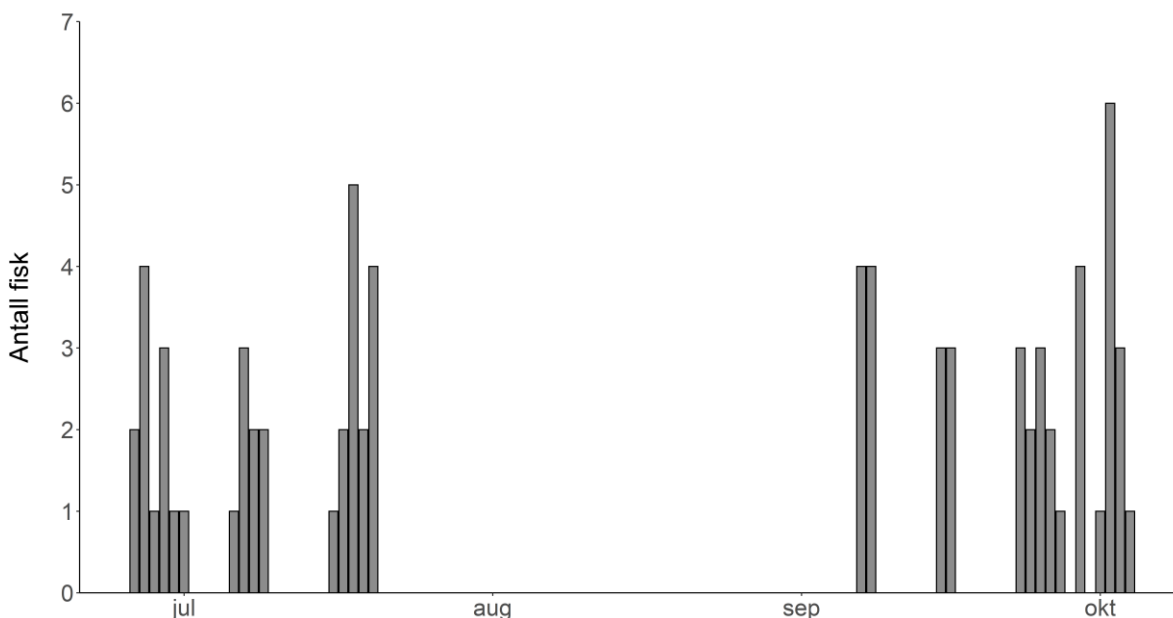
2 Metode

Fangst og merking

To grupper med laks ble fanget, merket med radiosendere og gjenutsatt i perioden 26. juni til 4. oktober 2021 (**figur 1**). Den første gruppen (sommergruppen) besto av 34 laks og ble fanget av erfarne sportsfiskere i fiskesesongen mellom 26. juni og 20. juli. Laksen i den andre gruppen (høstgruppen) ble fanget til dels av de samme fiskerne og av NINAs vante samarbeidspartnere under høstfiske (Orkla JFF og lokale og tilreisende fiskere) mellom 7. september og 4. oktober, og besto av 40 laks. Fisk i sommergruppen ble fanget på områder fra 7,1 til 46,2 km fra elvemunningen, hvor de fleste ble fanget i de nederste 2 milene av elven. Fangstene av fisk i høstgruppe var noe mer jevnt fordelt over lengre elvestrekninger, fra 10,3 til 84,6 km fra elvemunningen. Kjønnsfordelingen var helt lik i begge gruppene med en overvekt av hunnfisk (**tabell 1**). Gjennomsnittslengden på fisken var også svært lik (77 og 80 cm i henholdsvis sommer- og høstgruppen). De fleste fiskene i sommergruppen ble tatt med flue (n = 23) og mark (n = 9), og kun to ble tatt på sluk (**tabell 1**). Fisken i høstgruppen ble tatt på sluk (n = 18), spinner (n = 13) eller flue (n = 9). Mark ble ikke brukt som agn under høstfiske. Tid fra kroking til landing var i gjennomsnitt 7 minutter for fisk i sommergruppen (variasjonsbredde 3-15) og 4 minutter for høstgruppen (variasjonsbredde 2-7).

Tabell 1. Antall, kjønnsfordeling, lengde for fisk i høstgruppen og sommergruppen, samt hvilke redskap de ble fanget med.

Gruppe	Antall	Kjønn (%, hann/hunn)	Lengde (cm)	Redskap (flue/sluk/spinner/mark)
Sommer	34	38/62	76,6 ± 10,0 (57-97)	23/2/0/9
Høst	40	38/62	79,7 ± 9,8 (56-97)	9/18/13/0



Figur 1. Merketidspunkt for både sommer og høstgruppen i Orkla i 2021. Sommergruppen ble fanget og merket mellom 26. juni og 20. juli, og høstgruppen mellom 7. september og 4. oktober.

Om sommeren var personen som utførte merkingen ikke alltid i nærheten av fiskerne når fisken ble landet. Fiskerne hadde derfor oppbevaringsrør plassert i elva som 30 av de 34 fiskene ble holdt i inntil personen med merkeansvar kom til stedet (i gjennomsnitt 157 minutter, variasjonsbredde 15-664). All fisk under høstfisket ble landet i nærværet av personen som hadde merkeansvar, slik at det ikke var nødvendig å bruke oppbevaringsrør.

Etter landing ble fisken i sommergruppen overført til et kar og bedøvd (benzokain, 0,125-0,250 ml/l), før de ble lagt i et vannfylt rør og merket med individuelt kodete radiosendere (Modell F2120 fra Advanced Telemetry Systems, Inc., Isanti, USA, dimensjoner: 21 × 42 × 11 mm, vekt i luft 12 g, frekvensbredde 142.113-142.342 MHz). Radiosenderne ble festet i ryggen under ryggfinnen med rustfri ståltråd, hvor radiomerket har to ståltråder som tres igjennom to kanyler og festes på motsatt side av fisken (**bilde 2**). Fisk i høstgruppen ble ikke bedøvet for å på best mulig måte simulere hvordan høstfiske foregår og for å unngå adferdsmessige effekter av bedøvelse. Etter merking ble fisken gjenutsatt på merkestedet ved at den ble holdt i vannet inntil den svømte av gårde av seg selv. Dette tok i gjennomsnitt fem minutter (SD = 16 minutter, variasjonsbredde 1-110), der mesteparten brukte ett til fem minutt. Bare fire av 74 merket fisk brukte mer enn 10 minutter, og alle disse var i sommergruppen (som ble bedøvet ved merking). Merkingen medfører en liten tilleggsbelastning for fisken, men overlevelsen for fisk merket på samme måte i andre undersøkelser er ofte svært høy og antas å være lite påvirket av selve merkingen (f.eks. Thorstad mfl. 2014). Store radiosendere kan redusere vandringsdistanse hos merket fisk (Thorstad mfl. 2014). Senderne som ble brukt i denne undersøkelsen var relativt små, og vi antar at atferden hos fisk ble lite påvirket av merkingen og radiosenderen. Prosedyrene var godkjent av Mattilsynet (saksnummer 21/75495).

Fiskens lengde, kjønn, potensielle skader o.l. ble notert når fisken lå i merkerøret. Det ble tatt skjellprøve av fisken i høstgruppen slik det normalt gjøres under høstfiske for å bestemme opphav (vill eller oppdrett). Sommergruppen ble ikke skjellprøvetatt. Skjellprøvene fra høstgruppen og genetisk materiale fra merkeutstyret fra sommergruppen (kanyler brukt til merking) ble analysert genetisk for å bestemme kjønn og art. Etter merking ble fisken gjenutsatt på merkestedet.



Bilde 2. En laks i sommergruppen radiomerkes. Foto: Johan O. Munkeby..

Registrering av fiskens bevegelser og verifisering av overlevelse

Fiskens bevegelser i elva ble overvåket kontinuerlig av fire stasjonære automatiske loggestasjoner, fra første fisk ble merket til juni i 2022. Den nederste automatiske loggestasjonen var plassert litt oppstrøms Bårdshaugbrua, omtrent 3,3 km fra utløpet, og registrerte når radiomerket fisk var innenfor rekkevidden av antennene (fra 50 til flere hundre meter) og hvilken retning fisken bevegde seg i. Ved hjelp av denne loggestasjonen, og manuell peiling ovenfor og nedenfor, kunne man overvåke om fisk vandret ut av elva. Neste loggestasjon var plassert 400 m nedenfor Bjørsetdammen, 41 kilometer fra utløpet. De to siste loggestasjonene var plassert på selve Bjørsetdammen og registrerte når fisk vandret opp eller ned forbi lukene på dammen. Ved loggestasjonene var én eller to 4-, 6- eller 9-elements yagiantenner koblet til en radiologger (ATS modell R4500C).

I tillegg ble fiskens posisjon i elva registrert ved manuell peiling, enten fra bil eller til fots (**bilde 3**). Presisjonen på peilingene varierte mellom 20-100 meter, avhengig av elvetopografien og bredden på elva. Mellom 20. juni og 7. september ble all fisk peilet hver tiende dag. Fra 7. september til 15. oktober ble fisken peilet én gang i uka. Mellom 15. oktober og 1. november, når laksegytingen er på topp i Orkla, ble fisken peilet annenhver dag. I tillegg ble ti utvalgte laks peilet intensivt hver fjerde time i to døgn, det vil si seks individuelle peilepunkter hver dag. Dette ble gjort mellom klokken 09:00 18. oktober og kl. 09:00 19. oktober, og mellom kl. 09:00 28. oktober og kl. 09:00 29. oktober. De samme laksene ble peilet begge disse to dagene.

Overlevelse etter gjenutsetting ble bestemt ved å analysere bevegelsesmønsteret til fisken. De aller fleste fiskene skiftet posisjon flere ganger i løpet av undersøkelsesperioden. Oppstrøms forflytning mer enn to dager etter gjenutsetting ble tatt som et tegn på at fisken var i live.



Bilde 3. Posisjonen til merket fisk ble jevnlig registrert ved manuell peiling. Her posisjoneres fisk ovenfor Øyabrua på Vormstad med en håndholdt fire-elements yagiantenne. Foto: Dag H. Karlsen.

Analysen av atferd før og under gytetiden

Av de opprinnelig 34 fiskene som var radiomerket om sommeren, hadde åtte vandret ut av Orkla før gytetiden. Én laks fra sommergruppen ble ikke registrert etter gjenutsetting, muligens på grunn av teknisk feil med senderen, eller at den ble fisket men ikke rapportert inn som gjenfangst.

To laks fra sommergruppen ble fisket på ny og avlivet i fiskesesongen. I tillegg ble sanderne fra to laks funnet på land, en fra sommergruppen og en fra høstgruppen. Sannsynligvis hadde disse dødd etter gjenutsetting og blitt dratt på land av åtseletere. Totalt var det dermed 22 laks fra sommergruppen og 39 fra høstgruppen som ble inkludert i analysene av atferd før og under gytetiden.

Hovedperioden for laksegyting i Orkla er i de fleste år mellom 10. og 25. oktober, og ved analysene av adferd i gytetiden ble derfor peiledata fra 11. oktober til 31. oktober inkludert, med noen unntak. Data fra de intensive peileperiodene 18.-19. oktober og 28.-29. oktober ble ikke inkludert, unntatt siste registrering for hver fisk på 19. og 29. oktober som ble beholdt for å opprettholde peileintervallet for annenhver dag. Ved analyser av atferd før gyting ble peiledata fra 6. september (første høstfisk ble merket 7. september) frem til start av gytingen 11. oktober inkludert.

Skjellanalyser viste at all laks i høstgruppen var villfisk. Det ble ikke tatt skjell av fisk i sommergruppen, men fiskerne og merkerne er svært erfarne og ville trolig identifisert oppdrettslaks før merking. Oppdrettslaks som har rømt tidlig i livet er vanskeligere å identifisere ut i fra utseende, men det er sannsynlig at de aller fleste laks i sommergruppen også var villfisk. Det var ingen forskjell i total kroppslengde for laks i sommergruppen ($n = 34$) og høstgruppen ($n = 40$, Mann-Whitney U test: $W 784$, $p = 0,26$), og det var heller ingen forskjell i total kroppslengde mellom gruppene for fisk inkludert i analysene av atferd i gytetiden ($n = 22$ og 39 for henholdsvis sommer- og høstgruppen, Mann-Whitney U test: $W 489$, $p = 0,37$).

Statistiske analyser

Formålet med undersøkelsen var å undersøke om høstfiske tett opp mot gytingen påvirker overlevelse og gyteadferden hos laks i Orkla. Ettersom tidligere gjenutsettingsundersøkelser har vist at laks kan ha en umiddelbar respons på gjenutsetting, men oppta normal atferd etter en stund, ble analysene delt i to; atferd i tiden fra gjenutsetting frem til gyteperioden og atferd i selve gyteperioden. Atferden hos fisk i sommergruppen i en stund før og under gyting antas å være normal, siden det er lenge siden de ble gjenutsatt, og vil derfor fungere som en kontroll for den observerte atferden hos fisk som ble fanget kort tid før gyting (høstgruppen).

Formålet med analyser av atferd før gytetiden (fra 7. september til 11. oktober) var å se om fisk i høstgruppen bevegde seg som normalt fra de ble fanget frem til starten av gyteperioden 11. oktober, og om en eventuell negativ påvirkning av høstfisket påvirket hvor i elva de gytte. Avstand fra merkested til posisjon ved start av gytingen ble derfor beregnet for all høstfisk. Denne avstanden ble for hver enkelt fisk sammenlignet med forflytningen hos fisk i sommergruppen (kontrollgruppen). For sommerfisk ble det beregnet avstand fra posisjon ved start av gytingen til posisjon ved alle foregående peilerunder. Ved sammenligningen mellom høstfisk og sommerfisk ble det testet om forflytningen hos hver enkelt høstfisk fra merkested til posisjonen ved start av gytetiden var lik tilsvarende forflytning hos all sommerfisk fra den peilerunden som var nærest merketidspunktet i tid. Testen ble gjort med to-sidig ett-utvalg Wilcoxon signed rank tester. Tid fra merketidspunkt for høstfisk til nærmeste sammenlignbare peilerunde med sommerfisk var i gjennomsnitt 1,8 døgn (variasjonsbredde fra 3,1 døgn før merking til 3,0 døgn etter merking). I tillegg ble det testet om kjønn, fiskens lengde, merkested, merketidspunkt eller redskap (sluk, flue og spinner) hadde noen effekt på hvor langt unna merkestedet høstfiskene befant seg ved starten av gytetiden med en multippel regresjonsanalyse. Fordelingen av sommerfisk i elva om høsten var noenlunde lik fordelingen av merkestedene hos høstfisk, slik at områdene de to gruppene brukte før gytetiden overlappet.

Ved analysene av atferd i gytetiden (11. oktober til 31. oktober) ble det undersøkt om gruppene (sommer og høst) var ulike med hensyn til 1) total samlet distanse tilbakelagt i løpet av gytetiden og 2) relativ forflytningsdistanse per dag. Det ble også undersøkt om gruppene var like (for eksempel størrelse og kjønn) og dermed sammenlignbare. Ved analyse av total distanse tilbakelagt i gytetiden ble det brukt en generalisert negativ binomial lineær modell. Modellen inkluderte gruppe (sommer/høst), kjønn, total kroppslengde, redskap (flue/sluk/spinner/mark) og avstand til elvemunningen den 11. oktober. For å analysere relativ forflytningsdistanse per dag ble det

brukt en generalisert negativ binomial lineær mixed-effect modell. Parameterne som ble brukt i denne modellen var gruppe (sommer/høst), kjønn, total kroppslengde, redskap (flue/sluk/spinner/mark), dag på året og avstand til elvemunningen den 11. oktober. Den beste modellen i begge analysene ble funnet ved bruk av AIC (Akaikes informasjons kriterie). Andre analyser av dataene ble undersøkt med Mann-Whitney U tester på grunn av at dataene ikke var normalfordelt. En p-verdi på mindre enn 0,05 ble brukt for å bestemme om resultatene fra de statistiske testene var signifikante. Alle statistiske analyser er gjort med programmet R.

3 Resultater

Dødelighet etter gjenutsetting

Av de 74 laksene som ble radiomerket ble to bekreftet døde; én fra sommergruppen og én fra høstgruppen. Begge radiosenderne ble funnet på land, henholdsvis 67 og 49 dager etter gjenutsetting. Høstfisken som døde var stasjonær fra dag 32 etter merking, noe som kan tyde på at den døde før dag 49 da senderen ble funnet. Det er imidlertid vanskelig å bestemme når fiskene døde ettersom de kan flytte nedover elven og bli flyttet på av dyr i etterkant. De resterende 72 laksene ble bekreftet å ha overlevd fang og slipp. I tillegg til de to som døde ble tre villaks avlivet før gjenutsetting under høstfiske på grunn av blødninger i gjellene. Dermed var dødeligheten etter gjenutsetting i høstfiske 2,5 % (1 av 40) og den totale dødeligheten i høstfiske 9,3 % (4 av 43). Av disse ble tre fanget på sluk og én på flue.

Dødeligheten etter gjenutsetting i sommergruppen var 3 % (1 av 34). Laksen som døde ble fanget med mark. Siden personen med merkeansvar ikke alltid var til stede når fisken ble krocket om sommeren så har vi ikke kontroll på hvor mange som ble avlivet av fiskerne på grunn av blødninger, og dermed ikke noe tall på total dødelighet i sportsfiskesesongen.

Dødeligheten etter gjenutsetting i denne undersøkelsen er for lav til at man kan analysere eventuelle årsaker statistisk. Fisken som døde etter gjenutsetting i høstgruppen (hunnfisk på 88 cm) fikk den ene av krokene fra treblekroken på sluken ut ovenfor øyet, mens den i sommergruppen som døde (hunnfisk 80 cm) hadde ingen skader og virket «middels sprek» ved gjenutsetting.

Utvandring fra elva og gjenfangst

Andelen av radiomerket og gjenutsatt laks som ble fisket en gang til i sportsfiskesesongen var 27 % (9 av 33), hvorav to ble avlivet og sju gjenutsatt. Én av de som ble gjenfanget og gjenutsatt forlot elva før gyting og ble senere gjenfanget ved stamfiske i Mossa ved Inderøy. I tillegg forlot sju andre laks elva før gyting. Av disse ble fem peilet i andre elver hvor det antas at de har gytt; tre i Gaula (én gikk opp i sidevassdraget Bua og to ble peilet mellom Singsås og Haltdalen) og to i Stjørdalselva (én ved Hegra og én litt oppstrøms utløpet av Forra, **figur 2**). Av de 40 laksene som ble merket i høstfiske ble ingen gjenfanget, og ingen forlot elva før gyting.



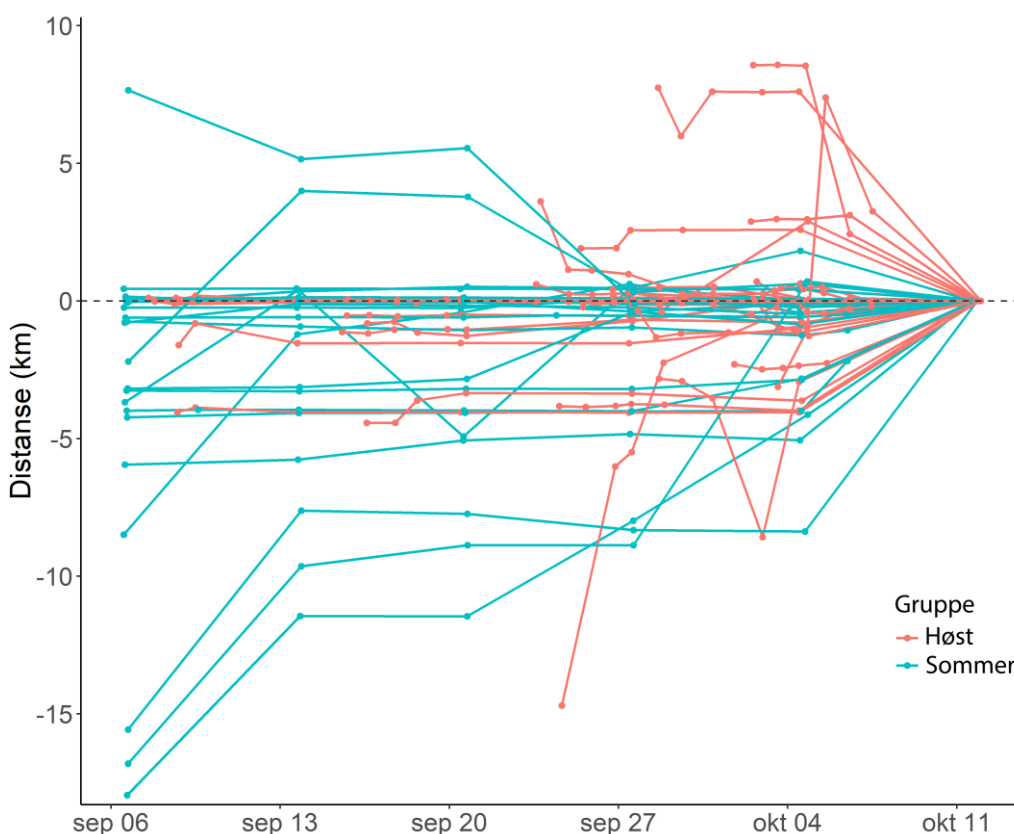
Figur 2. Kart over Trondheimsfjorden med elvene som radiomerket fisk gikk til etter at de forlot Orkla. Tre gikk opp i Gaula, to i Stjørdalselva og én i Mossa.

Atferd fra fangst frem til starten av gytetiden

Posisjonen hos fisk i høstgruppen (n = 39) var median 0,02 km ovenfor merkestedet (fra 14,7 km ovenfor til 8,6 km nedenfor) ved starten av gytetiden (11. oktober). Av disse posisjonene var 41 % (n = 16) ovenfor merkestedet, 31 % (n = 12) i nærheten av merkestedet (mindre enn 100 m unna) og 28 % (n = 11) nedenfor. Posisjonen for fisk i sommergruppen ved de forskjellige peilerundene (6., 13., 20. og 27. september og 4. oktober) i forhold til posisjonene ved start av gytetiden varierte en del, men i store trekk bevegde de fleste i sommergruppen seg oppstrøms i elva eller holdt omtrent samme posisjon i denne perioden frem mot gyting (**figur 3, tabell 2**).

For hver enkelt høstfisk ble forflytningen fra merkestet til posisjon ved starten av gytetiden sammenlignet med forflytning hos fisk i sommergruppen i omtrent samme periode, der peileposisjonene for sommerfisk som var nærmest merketidspunktet i tid ble valgt. For en overvekt av høstfiskene (27 av 39, 69 %) var det en signifikant forskjell i forflytning sammenlignet med sommerfiskene, mens det var ingen forskjell for 31 % (12 av 39, to-sidig ett-utvalg Wilcoxon signed rank tester). De fleste høstfiskene med en signifikant forskjell i forflytning (22 av 27) hadde beveget seg kortere oppstrøms eller lengre nedstrøms enn sommergruppen (**figur 3**). Noen få (5 av 27) hadde gått lengre oppstrøms enn fisk i sommergruppen.

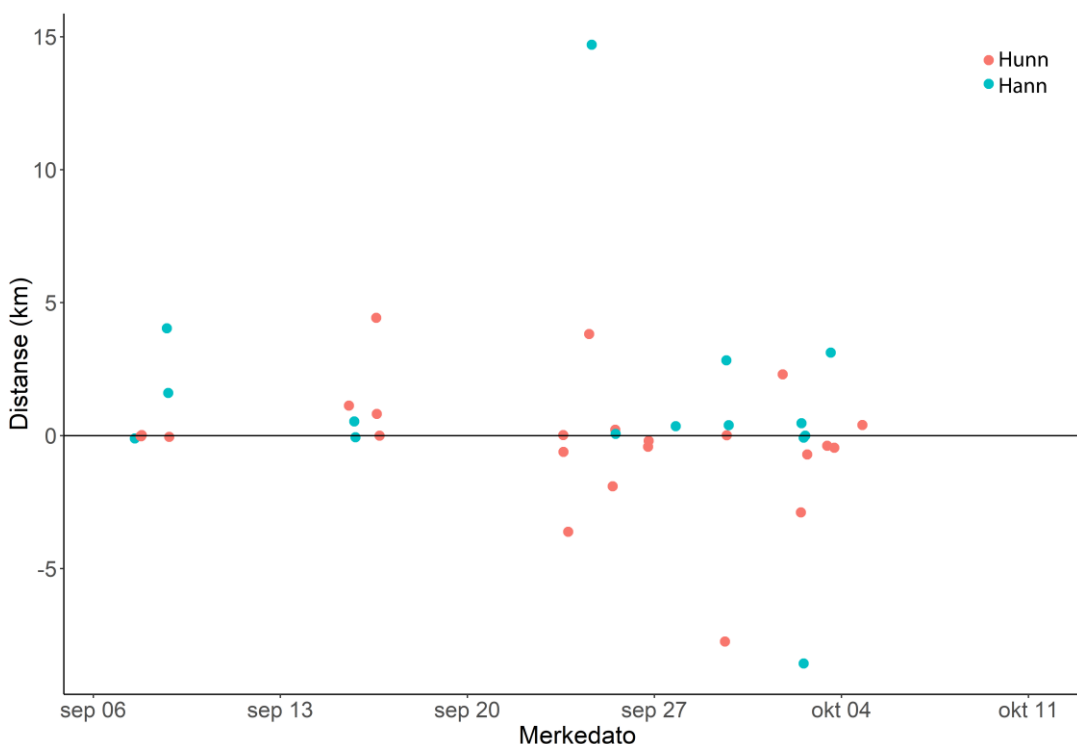
Hverken fiskens lengde, kjønn, merkestet, merketidspunkt eller redskap (sluk, flue og spinner) hadde noen effekt på hvor langt unna merkestedet høstfiskene befant seg ved starten av gytetiden (multipel regresjonsanalyse, alle p-verdier > 0,2, **figur 4**).



Figur 3. De røde linjene viser relativ forflytning fra merkestedet (første punkt på linjen) hos høstfisk i forhold til posisjonen de hadde ved starten på gyteperioden (siste punkt på linjen, 11. oktober, satt til 0). Fisk som har en positiv verdi for merkestedet på y-aksen var posisjonert nedstrøms merkestedet 11. oktober, og fisk med en negativ verdi for merkestedet har forflyttet seg oppover i elva frem til 11. oktober. De grønne linjene viser sommerfiskens posisjon ved de forskjellige peilerundene i forhold til posisjonen de hadde ved starten av gyteperioden.

Tabell 2. Tabellen viser hvordan posisjonene til fisk i sommergruppen ($n = 22$) ved de ulike peilerundene (9. sept – 4. okt) var i forhold til de samme fiskenes posisjon ved starten av gyteperioden (11. oktober). Andelen av fisk som hadde ved de ulike peilerundene en posisjon nedenfor, på samme plass (innenfor 100 meter) eller ovenfor posisjonene de hadde ved starten av gyteperioden er vist. I tillegg gis median avstand til posisjonen 11. oktober (negative verdier betyr at fiskenes posisjon ved peilerunden var nedenfor posisjonene 11. oktober), lengste posisjon ovenfor og lengste posisjon nedenfor. Tilsvarende tall gis også for høstfisk, der posisjonen ved merketidspunktene sammenlignes med posisjonene 11. oktober.

Peilerunde eller merketidspunkt	Posisjon ved peilerunde eller merketidspunkt mot posisjon ved start på gyteperiode (11. okt)					
	Nedenfor (%)	Samme (%)	Ovenfor (%)	Avstand (km)	Lengste ovenfor (km)	Lengste nedenfor (km)
Sommergruppe 9. sept	72	14	14	-2.2	18	-7.6
Sommergruppe 13. sept	59	14	27	-0.4	11.5	-5.2
Sommergruppe 20. sept	63	14	23	-0.5	11.5	-5.5
Sommergruppe 27. sept	59	18	23	-0.3	8.9	-0.6
Sommergruppe 4. okt	64	18	18	-0.3	8.4	-1.8
Merketidspunkt høstgruppe (7. sep - 4. okt)	41	31	28	-0.02	14.7	-8.6

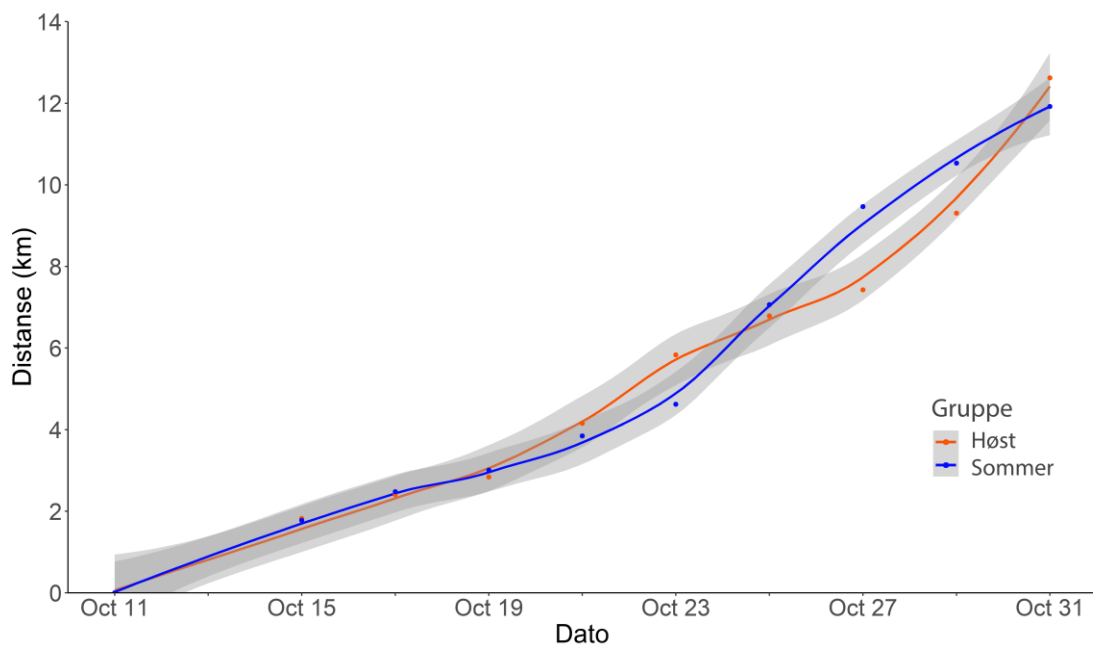


Figur 4. Figuren viser posisjonen til hannlaks og hunnlaks i høstgruppen den 11. oktober i forhold til hvor de ble merket (0 på y-aksen) og når de ble merket (dato på x-aksen). Fisk med positive verdier på y-aksen har flyttet seg oppstrøms fra der de ble merket, og de med negative verdier har flyttet seg nedstrøms.

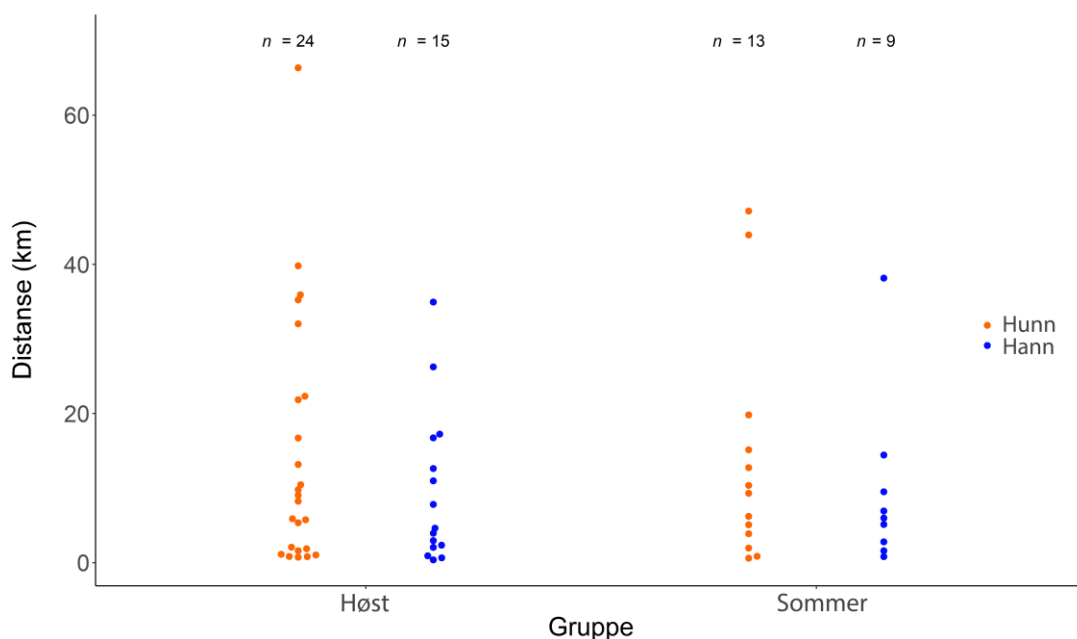
Total distanse tilbaketilgjort i gytetiden

Det var ingen forskjell i total samlet tilbaketilgjort distanse i løpet av gytetiden (11. oktober til 31. oktober) mellom laks i høstgruppen og sommergruppen (Mann-Whitney U test, $W = 424$, $p = 0,95$). Fisk i sommer- og høstgruppen forflyttet seg i gjennomsnitt henholdsvis 11,9 km (fra 0,6

til 47,1 km, SD 13,7 km, median 6,5 km) og 12,6 km (fra 0,5 til 66,3 km, SD 14,6 km, median 7,8 km) i denne perioden (**figur 5 og 6**). Variablene som best forklarte variasjon i tilbakelagt distanse i gytetiden var avstand fra elvemunningen og kjønn. Dess lengre unna elvemunningen fisken oppholdt seg ved starten av gytetiden, dess mer bevegde den seg ($p = 0,01$, **tabell 3**). Modellen antydte også at hannfisk bevegde seg mindre enn hunnfisk, men dette var kun et nært statistisk signifikant resultat ($p = 0,09$, **tabell 3**).



Figur 5. Gjennomsnittlig samlet tilbakelagt distanse for fisk i høst- og sommergruppen i perioden 11. oktober til 31. oktober i Orkla i 2021. Det grå området rundt linjene er 95 % konfidensintervall for gjennomsnittene.



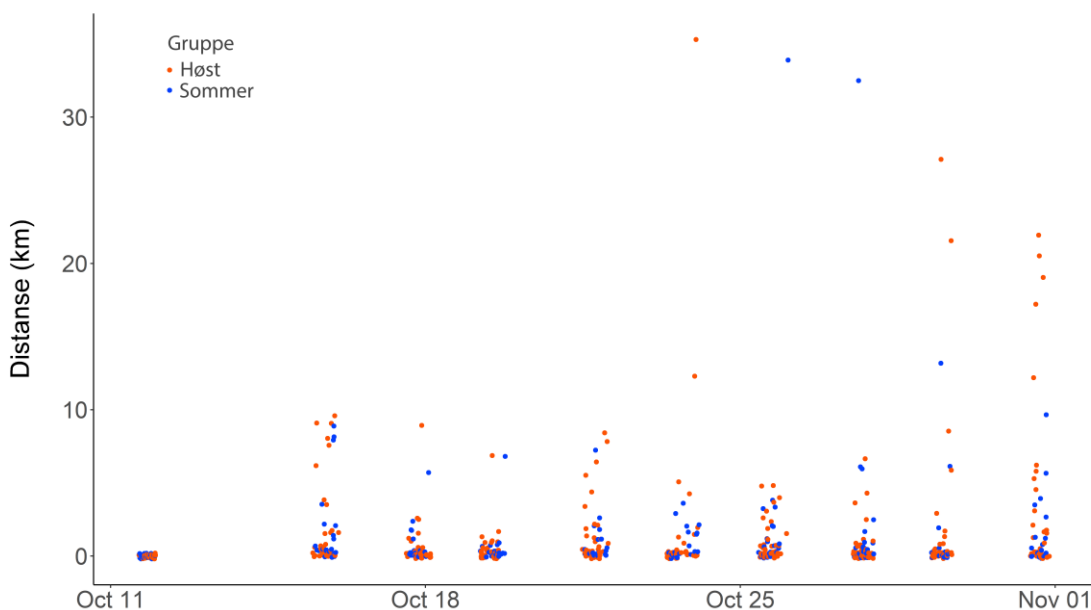
Figur 6. Samlet tilbakelagt distanse for hann- og hunnfisk i høst og sommergruppen i perioden fra 11. oktober til 31. oktober i Orkla i 2021.

Tabell 3. Sammendrag av den generaliserte negative binomiale lineære modellen som best forklarte variasjon i samlet tilbakelagt distanse i gytetiden (11. oktober til 31. oktober).

Effekt	Estimat	Std. error	Z Verdi	p
(Skjæringspunkt)	9,5297	0,1727	55,176	< 0,05
Kjønn (hann)	-0,47	0,2756	-1,705	0,09
Avstand fra elvemunning 11. okt.	0,3441	0,1358	2,534	0,01

Tilbakelagt distanse per dag i gytetiden

Gjennomsnittlig distanse tilbakelagt per dag var lik mellom fisk i sommer- og høstgruppen i gytetiden (11. oktober til 31. oktober). Fisk i sommergruppen bevegde seg i gjennomsnitt 0,75 km per dag (SD 1,90 km, median 0,19 km, variasjonsbredde 0-17,0 km) og fisk i høstgruppen 0,70 km per dag (SD 1,90 km, median 0,17 km, variasjonsbredde 0-17,6 km). Det var en tendens mot at laksen bevegde seg over lengre avstander mellom peilerundene mot slutten av gytetiden (**figur 7**), med forflytninger over 10 km mellom peilerundene (to dagers intervall), sannsynligvis fordi de var ferdige med gytingen. Alle forflytninger over 10 km mellom peilerundene ble gjort av 10 forskjellige laks som gikk nedstrøms i elva, og det var ingen forskjell i distanse på disse lange forflytningene mellom sommer- og høstgruppa (Mann-Whitney U test, $W = 9$, $p = 0,46$).

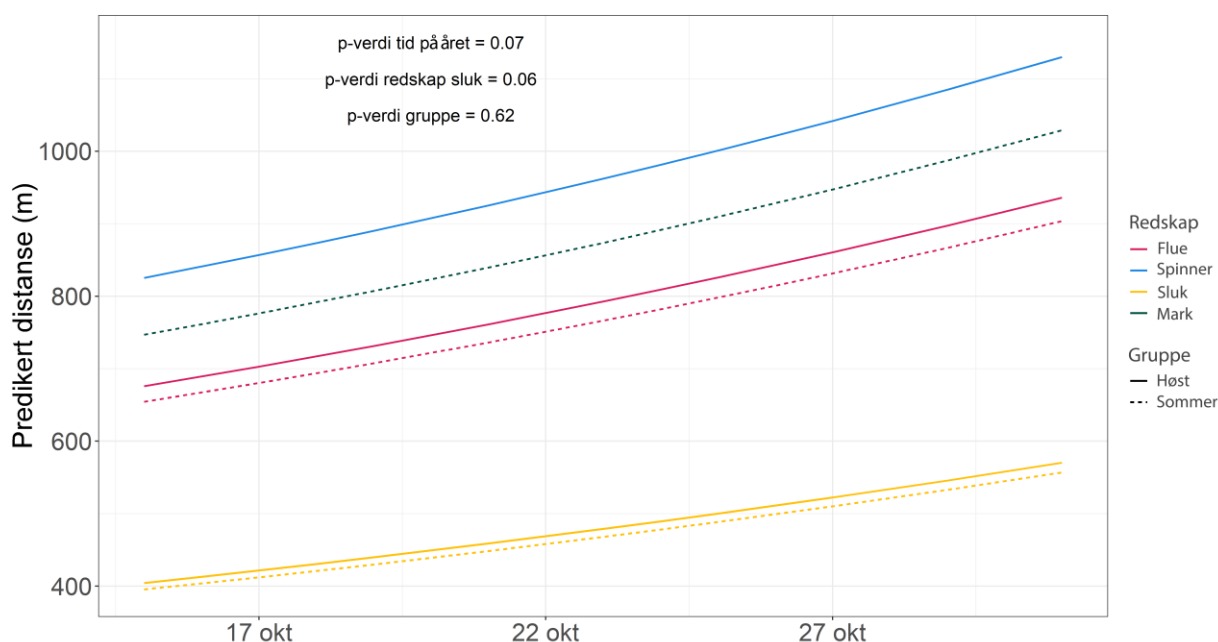


Figur 7. Individuell forflytningsdistanse fra peilerunde til peilerunde i perioden 11. oktober til 31. oktober for fisk i høstgruppen (røde punkter) og sommergruppen (blå punkter).

Resultatene viste at redskap (sluk, flue, spinner, mark) og tid på året (peiletidspunkt) var variablene som hadde størst effekt på hvor mye laksen bevegde på seg hver dag (**tabell 4**, nær signifikante effekter). Daglig tilbakelagt avstand økte utover i gytetiden, og laks fanget på sluk bevegde seg mindre sammenlignet med laks fanget på de tre andre redskapstypene. **Figur 8** viser hvor mye modellen beregner at hver laks beveger på seg i gjennomsnitt fra dag til dag gjennom gytetiden. Gruppe (sommer- eller høstgruppe), avstand fra elvemunningen ved starten av gytetiden (11. oktober), kjønn og kroppslengde hadde ingen statistisk signifikant effekt på daglig tilbakelagt avstand.

Tabell 4. Sammendrag av den generaliserte negative binomiale lineære modellen som best forklarte variasjon i relativ forflytningsdistanse per dag i gytetiden (11. oktober til 31. oktober).

Effekt	Estimat	Std. error	Z Verdi	p
(Skjæringspunkt)	6,6730	0,2646	25,168	< 0,05
Dag på året	0,1300	0,0721	1,799	0,07
Redskap spinner	0,2411	0,0431	0,558	0,57
Redskap sluk	-0,7425	0,4019	1,843	0,06
Redskap mark	0,1971	0,6608	0,298	0,76
Gruppe sommer	-0,2195	0,4488	0,488	0,62
Avstand fra elvemunning 11. oktober	0,1793	0,1744	1,026	0,30

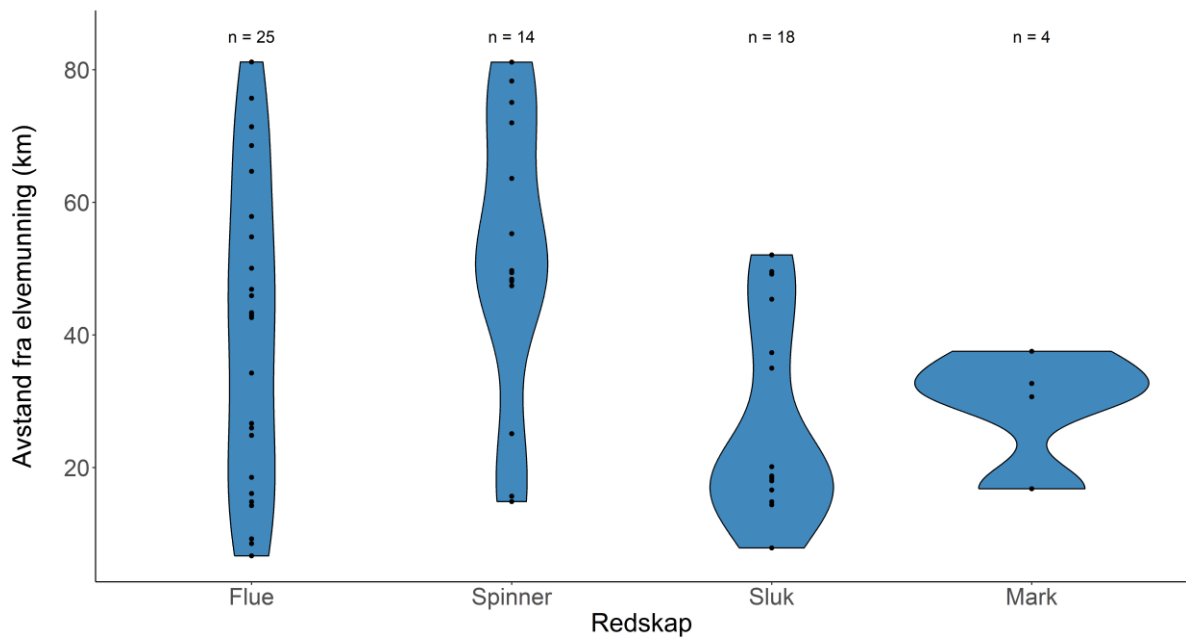


Figur 8. Figuren viser hvor mye modellen beregner at fisken beveger på seg i gjennomsnitt per dag i perioden 15. oktober til 31. oktober 2021. De forskjellige linjene viser beregnet bevegelse for fisk tatt på flue (rød linje), spinner (blå linje), sluk (gul linje) og mark (grønn linje). Prikkede linjer er fisk fanget på sommeren og heltrukket linje for fisk fanget under høstfiske. Det ble ikke fanget fisk på spinner om sommeren og ikke på mark om høsten.

Avstand fra elvemunningen ved starten og slutten av gytetida

Laksens geografiske posisjon i elva (avstand fra elvemunning) ved starten av gytetida (11. oktober) var ikke signifikant forskjellig mellom sommer- og høstgruppen (Mann-Whitney U test: $W = 369$, $P = 0,37$), og posisjonen ved slutten av gytetida var heller ikke forskjellig (Mann-Whitney U test: $W = 320$, $P = 0,17$).

De fleste av laksene tatt på sluk var fanget i de nedre 20 kilometrene av elva, mens fangststedet for fisk tatt på spinner og flue var mer jevnt fordelt i elva fra 5-80 km fra elvemunningen. Laks som ble tatt på sluk var posisjonert lengre ned i elva ved starten av gytetida enn laks tatt på spinner (Tukey ANOVA, $p = 0,01$, $n = 61$). Det ble ikke observert slike forskjeller mellom noen av de andre redskapstypene (Tukey ANOVA, $p > 0,05$, $n = 61$). Laksens avstand fra elvemunningen ved starten av gytetiden kategorisert etter hvilken redskapstype de ble tatt på er vist i **figur 9**.



Figur 9. Figuren viser posisjonen til hver enkelt fisk (i både sommer- og høstgruppen) ved starten av gytetiden (11. oktober) som avstand fra elvemunningen. Fisken er delt inn i hvilket redskap de ble fanget på. Bredden på figurene øker hvis det er mange fisk i samme område og blir smalere hvis det er få fisk i et område.

4 Diskusjon

Dødeligheten hos villaks etter gjenutsetting i høstfiske i Orkla i 2021 var 2,5 % (1 av 40). Laksen som døde fikk en av krokene fra treblekroken på sluken ut ovenfor øyet, noe som kan ha medvirket til at den døde. I tillegg ble tre villaks avlivet før gjenutsetting på grunn av blødninger i gjellene (to ble fanget med sluk og én med flue), slik at den totale dødeligheten i høstfisket var 9,3 % (4 av 43). Dette er i det øvre sjiktet av dødelighetsestimater funnet i tidligere undersøkelser av gjenutsetting om sommeren (3-11 %, Thorstad mfl. 2007; Havn mfl. 2015, Lennox mfl. 2015; 2016) og noe høyere enn under høstfiske i Lakselva i Porsanger kommune (5 %, Lennox mfl. 2017a).

Det meste av dødeligheten skjedde altså før gjenutsetting (tre av fire), noe som viser viktigheten av å fiske på en måte som reduserer risikoen for dyp kroking av fisken. Selv om det ikke var noen redskapstype som forårsaket mer blødninger enn en annen i denne undersøkelsen, er det tidligere vist i en oppsummering at dødelighet etter gjenutsetting kan være lavere for laks tatt på flue enn andre redskapstyper (Lennox mfl. 2017b). For eksempel hadde laks tatt på spinnere (av typen flying C) en høyere dødelighet etter gjenutsetting enn laks tatt på flue (Gargan mfl. 2015). I Lennox mfl. (2017b) anses det som sannsynlig at dødeligheten mellom redskapstypene ikke skyldes selve flua eller sluken *per se*, men at det som oftest brukes mindre kroker på fluer enn andre redskapstyper. Det presiseres også at det meste av forskningen som er gjort på dette har undersøkt dødelighet *etter* gjenutsetting, og at det ikke er like gode tall på avlivning på grunn av skader og blødninger *før* gjenutsetting.

I tillegg til de fiskene som ble merket ble det fanget og gjenutsatt 68 villaks som ikke ble radio-merket under høstfiske i Orkla i 2021. Disse ble fanget av andre personer enn de som var involvert i vår undersøkelse, og ingen ble rapportert som avlivet grunnet blødninger. Denne rapporteringen er ansett som troverdig i Orkla (pers. med. V.M. Ambjørndalen), slik at det er lite trolig at dødeligheten før gjenutsetting var høyere enn det som ble rapportert for denne gruppen. Inkluderes all villaks tatt under høstfiske i Orkla 2021 var dødeligheten før gjenutsetting 3 av 111 (3 %), gitt antakelsen om at rapporteringen var fullstendig. Begge estimatene for avlivning grunnet blødninger eller skader ved landing av fisken (3 og 7 %) er omtrent i samme størrelsesorden som ved tidligere gjenutsetningsundersøkelser (Havn mfl. 2015, Lennox mfl. 2015; 2016; 2017a).

Skjellanalyser viste at sju av totalt 118 laks (6 %) fanget i Orkla under høstfisket i 2021 var oppdrettslaks. Ettersom man kan forvente en viss grad av dødelighet ved overvåkningsfiske, både før og etter gjenutsetting, er det viktig å vekte denne dødeligheten (og tilsvarende reduserte rogndeponering) opp mot nytten av å ta ut oppdrettslaks fra elva. I elver med store bestander slik som i Orkla, vil høstfiske gi en indikasjon på hvor stor oppdrettsinnblandingen er, men i mindre grad være egnet til å ta ut store andeler av oppdrettslaksen som befinner seg i elva ettersom det er lite praktisk gjennomførbart å fiske nok laks til å oppnå dette. Unntaket kan være hvis oppdrettslaksen er konsentrert i enkelte deler i elva, hvor fangsteffektiviteten er større, og uttaket dermed mer effektivt. Telemetriundersøkelser i Namsen har vist at villaks og oppdrettslaks kan fordele seg ulikt i vassdraget (Næsje mfl. 2013). I små elver er det mer gjennomførbart å fiske en større andel av laksen som befinner seg i elva, og dermed redusere oppdrettsinnblandingen i større grad, men da vil også dødeligheten forbundet med høstfiske kunne utgjøre en større andel av gytebestanden. I elver med små bestander kan alternative og mer skånsomme fangstmetoder kunne vurderes fremfor høstfiske med stang (for eksempel fiskefeller, uttak i fisketrapp e.l.). Til sammenligning utgjør de fire laksene som døde i vår undersøkelse 0,2 % av alt dokumentert uttak av laks i Orkla i 2021 (1862 individer i ordinær fiskesesong og fire i høstfiske), og en liten andel av beregnet gytebestand samme år (over 20 000 kg hunnfisk, <https://www.vitenskapsradet.no/VurderingAvEnkeltbestander/#/report/108>). Seks av de sju oppdrettslaksene som ble fanget under høstfiske i Orkla ble korrekt identifisert som oppdrettslaks og avlivet før gjenutsetting. Dette viser at erfaringer er viktig i høstfiske, både når det gjelder å vurdere om en laks er av vilt opphav eller ikke, men også for å redusere dødelighet hos gjenutsatt fisk (Lennox mfl. 2017b).

Tidligere undersøkelser har vist at gjenutsetting om sommeren kan føre til at laks flytter seg nedstrøms, forsinker oppvandring og reduserer total forflytningsdistanse (Thorstad mfl. 2003; 2007, Lennox mfl. 2015, Richard mfl. 2014). Hvordan gjenutsetting om høsten påvirker dødelighet og atferd har så vidt vi vet kun vært undersøkt én gang tidligere med frittsvømmende laks i elva, i Lakselva i Porsanger kommune i 2016 (Lennox mfl. 2017a). Resultatene fra Lakselva viste at selv om fisken overlevde etter gjenutsetting og det ikke var noen tydelig langtidseffekt på atferden under gyting, så ble de kortvarig atferdsmessig forstyrret. Kun 15 % av laksen var på gjenutsettingsstedet etter to dager, og én laks forlot elva før gyting. En overvekt (69 %) av radiomerket høstfisk i Orkla i 2021 bevegde seg i tiden fra merking (fra 7. september til 4. oktober) frem til starten av gytetiden (satt til 11. oktober) forskjellig sammenlignet med fisk i kontrollgruppen i samme periode. De fleste av disse høstfiskene gikk lengre nedstrøms eller kortere oppstrøms enn fisk i kontrollgruppen. Det var også en tendens til at denne effekten var større hos fisk som ble merket nært gyteperioden enn de som ble merket tidlig i september (selv om dette ikke var statistisk signifikant). Dette kan tyde på, i likhet med resultatene fra Lakselv i 2016, at gjenutsetting om høsten kan føre til en umiddelbar atferdsrespons som kan påvirke hvor i elva laksen gyter.

Hvis høstfiske foregår over små begrensede deler av elva, hvor en stor andel av fisken gjenutsettes, tyder våre resultater på at høstfiske potensielt kan føre til høye tettheter av gytefisk i nærliggende områder (for eksempel nedstrøms fiskeplassen), og kunstig lave tettheter av gytefisk i områdene der det fiskes. Dette kan igjen føre til en økt tetthetsavhengig dødelighet hos yngel som klekker i områder med kunstig høye tettheter av gytefisk året før. Den observerte forskjellen mellom høstfisk og kontrollgruppen var imidlertid ikke veldig stor i median antall meter, og en annen forklaring på forskjellene i bevegelsesmønster hos gruppene kan være at høstfiske selekterer på mer bitevillige, aggressive og forflytningsvillige fisk. Det er dermed vanskelig å si hvor stor denne potensielle negative effekten av høstfiske eventuelt er. Imidlertid gikk høstfisken i hovedsak lengre nedstrøms eller kortere oppstrøms enn kontrollfisken, og hvis det var ulikheter i aggressivitet og forflytningsvilje som var årsaken til forskjellene mellom gruppene burde høstfisken gått omtrent like mye opp- som den gikk nedstrøms. Det anbefales uansett å være føre var og fordele innsatsen ved høstfiske over hele elva slik at enkelte områder ikke belastes unødvendig mye, og at fisket avsluttes i god tid før gytingen begynner. Våre resultater tyder på at dagens praksis, der høstfiske som regel avsluttes to uker før gytingen, er et absolutt minimum.

I selve gyteperioden (11. oktober til 31. oktober) ble det ikke funnet noen forskjell i bevegelsesmønster mellom høstgruppen og kontrollgruppen, hverken for totalt samlet forflytningsdistanse eller gjennomsnittlig forflytning per dag. Forflytningen fra dag til dag var noe lengre enn det som ble funnet i Namsen (Moe mfl. 2017; 0,5 km per dag) og i Altaelva (Økland mfl. 1995; 0,6 km per dag). Forflytningene varierte imidlertid mye, og vil ofte variere med forskjeller i vannføring, vanntemperatur og hvilken fase i oppvandringen laksen er i (Økland mfl. 2001). Det er vanskelig å bekrefte at den radiomerka laksen faktisk gyte i Orkla under gytetiden, ettersom metoden som ble brukt ikke kan registrere selve gytingen. I gytetiden var mange (40 %) relativt stasjonære og bevegde seg aldri mer enn to km mellom peilerundene. Lite bevegelse og at fisken holder seg på samme sted i elva før gyting er observert i også i andre undersøkelser og ansett som normal atferd (Moe mfl. 2016, Økland mfl. 1995; 2001). Det at fisken i Orkla holdt seg for det meste i ro under gytingen gjør ikke at vi kan si at fisken hadde en vellykket gyting, men kan ses på som en indikasjon på at fisken hadde normal gyteatferd. Vi har ikke analysert om fisken befant seg i områder med gytemuligheter, men nesten uansett hvor man oppholder seg på anadrom strekning i Orkla er det som regel kort vei til nærmeste område med gytesubstrat. Det at høstfisken var i live i gytetiden, og hadde en atferd lik kontrollgruppen, tyder på at gjenutsetting ikke påvirket atferden i gyteperioden i stor grad og at de mest sannsynlig deltok i gytingen.

Positive indirekte effekter av fang og slipp er vist i tidligere undersøkelser, i form av økt antall gytegroper (Thorstad mfl. 2003) og høyere tettheter av ungfisk (Whoriskey mfl. 2000). Det er også vist direkte med genetiske metoder at gjenutsatt laks får avkom og har like stor sannsynlighet til en vellykket gyting som ufanget laks (Richard mfl. 2013), og at eggoverlevelse og klekesuksess hos rogn fra laks som har gjennomgått simulert fang og slipp i tanker ikke blir påvirket

(Davidson mfl. 1994; Booth mfl. 1995). Imidlertid er det også vist at fang og slipp om sommeren kan ha en svak negativ effekt på antall avkom hos gjenutsatt flersjøvinter laks (Richard mfl. 2013), og at laks som gjennomgikk en simulert fang og slipp situasjon rett før gytingen gyter ved normalt tidspunkt, men legger færre rogn, og er mer utsatt for sopp enn fisk som ikke er håndtert (Papatheodoulou mfl. 2022). I sistnevnte undersøkelse ble det brukt hansker under håndteringen. I en undersøkelse av Keefe mfl. (2022) fikk laks sår og merker i typiske områder der de hadde blitt håndtert med bomullshansker. Gjenutsatt fisk som ble håndtert med våte hender uten hansker fikk ikke de samme sårene. Bruk av bomullshansker, og kanskje alle typer hansker, kan øke risikoen for at slimlaget fjernes og dermed eksponerer fisken for sopp og patogener. Det anbefales derfor at det ikke brukes hansker ved gjenutsetting av laks.

Hvilket redskap som ble brukt til å fange fisk så ut til å påvirke hvor mye fisken bevegde på seg per dag i gytetiden i Orkla. Laks tatt på sluk bevegde seg mindre per dag sammenlignet med laks tatt på flue, spinner og mark. En teori som kan forklare forskjellen er at ulikt utstyr trigger laks med ulikt nivå av bitevillighet, og at bitevillighet har en sammenheng med forflytningsvilligheten hos fisken. Man kan tenke seg at sluk, som har mye farger og bevegelse, trigger stasjonær laks oftere enn de andre redskapstypene. De fleste av fiskene tatt på sluk oppholdt seg rundt 20 kilometer fra elvemunningen ved starten av gytetiden 11. oktober, mens fisk tatt på annet redskap var mer jevnt fordelt i elva fra fem til 80 kilometer fra elvemunningen på samme tidspunkt. Laks tatt på sluk hadde dermed et mindre potensial for å kunne vandre nedstrøms, noe som også kan være en nærliggende forklaring på hvorfor disse bevegde seg mindre enn fisk tatt på annet redskap.

Av de 61 laksene som ble inkludert i analysene, vandret 11 opp i sju forskjellige sidevassdrag til Orkla (Leirbekken, Vorma, Åsskjerva, Ryåanda, Resa, Grana og Hurunda). Dette betyr at 18 % av den merka fisken brukte sideelvene før eller under gytingen, og viser at sideelvene til Orkla kan være viktige for ikke bare ørret, men også laks. Dette er også vist ved ungfiskundersøkelser, der tetthetene av lakseunger er høyere enn ørretunger i noen sideelver til Orkla (Solem mfl. 2018, 2021). Det utføres ikke høstfiske i sideelvene i Orkla, og i hvor stor grad oppdrettslaks bruker sideelvene er ukjent, men siden det kan være en anseelig mengde villaks i sideelvene er det naturlig å anta at det også kan være oppdrettslaks der. Det kan vurderes om noe av innsatsen i fremtidig høstfiske i Orkla bør legges til sideelvene for å undersøke dette.

Konklusjon

Dødeligheten under høstfiske i Orkla i 2021 var relativt lav og på linje med resultatene fra tidligere undersøkelser av gjenutsetting, når de anbefalte retningslinjene for høstfiske ble fulgt (Anon. 2016). Imidlertid viser resultatene fra denne og de fleste undersøkelser at det som regel alltid vil være en viss dødelighet forbundet med gjenutsetting. Hvor store konsekvenser denne dødeligheten har må vurderes for hver enkelt elv før man eventuelt setter i gang høstfisket, noe som er spesielt viktig i elver med små bestander hvor et uttak av fisk kan gjøre at ulempene med høstfiske er større enn fordelene.

Resultatene fra undersøkelsen i Lakselva i 2016 tydet på at høstfiske medførte en kortvarig atferdsmessig forstyrrelse hos fisken, men at det ikke ga noen tydelige langtidseffekter som påvirket atferden under gytingen (Lennox mfl. 2017a). Inkluderingen av en kontrollgruppe i undersøkelsen i Orkla gjorde at vi kunne bekrefte at høstfiske ser ut til å gi en slik kortvarig forstyrrelse, og at dette kan påvirke hvor i elva de gyter. Det er usikkert hvor stor denne effekten eventuelt er, da forskjellen i forflytning mellom fisk i gruppene var relativt liten i antall meter. Det var heller ingen tydelige tegn på at høstfiske hadde en negativ effekt på atferden under selve gytingen. Likevel viser våre resultater at høstfiske bør avsluttes i så god tid som mulig før gytingen begynner, og at to uker før er et absolutt minimum. Det bør også tas med i denne beregningen at gytetidspunktet i en elv kan variere fra år til år, slik at det kan være fornuftig å vurdere en tidligere stopp på høstfiske enn to uker før antatt start på gytetiden.

Vår undersøkelse var ikke designet for å kunne tallfeste det reproduktive resultatet av gytingen for gjenutsatt fisk, det vil si hvor vellykket gytingen var og hvor mange avkom de fikk. Tidligere

undersøkelser har vist at gjenutsetting har positive effekter på ungfiskproduksjonen, men noen undersøkelser har også vist at bidraget fra gjenutsatt fisk til neste generasjon kan være noe lavere enn for fisk som ikke er gjenutsatt. Det anbefales at fremtidige undersøkelser studerer den reproduktive suksessen hos gjenutsatt laks, siden dette til syvende og sist er den viktigste effekten høstfiske kan ha på villaksbestandene.



Bilde 4. En hoppende hunnlaks (uten radiosender) i gytedrakt ved Snoen nedenfor Å. Foto: Dag H. Karlsen.

5 Referanser

- Anon. 2016. Felthåndbok for overvåking av rømt oppdrettslaks. Rapport fra Havforskningen Nr. 16-2016. ISSN 1893-4536
- Booth, R. K., Kieffer, J. D., Davison, K., Bielak, A. T. & Tufts, B. L. 1995. Effects of late-season catch and release angling on anaerobic metabolism, acid–base status, survival, and gamete viability in wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 52, 283–290.
- Davidson, K., Hayward, J., Hambrook, M., Bielak, A. T. & Sheasgreen, J. 1994. The effects of late-season angling on gamete viability and early fry survival in Atlantic salmon. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 1982, 1–12.
- Gargan, P.G., Stafford, T., Økland, F., Thorstad, E.B., 2015. Survival of wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) after catch and release catch-and-release angling in three Irish rivers. *Fish. Res.* 161, 252–260
- Havforskningsinstituttet 2022. Rømt oppdrettslaks i vassdrag i 2021. Rapport fra det nasjonale overvåkningsprogrammet. Rapport fra havforskningen ISSN:1893-4536, 2022-21.
- Havn TB, Uglem I, Solem Ø, Cooke SJ, Whoriskey F, Thorstad EB, 2015. The effect of catch-and-release angling at high water temperatures on behavior and survival of Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology.* 87, 342–359.
- Havn, T.B. & Bøe, K. 2022. Gytefisktelling i Fjelna (Heim) høsten 2021. NINA Prosjektnotat 334. Norsk institutt for naturforskning.
- Keefe, D., Young, M., Leeuwen, T.E.W. & Adams, B. 2022. Long-term survival of Atlantic salmon following catch and release: Considerations for anglers, scientists and resource managers. *Fish Manag Ecol.* 2022;29:286–297.
- Lennox, R.J., Uglem, I., Cooke, S.J., Næsje, T.F., Whoriskey, F.G., Havn, T.B., Ulvan, E.U., Solem, Ø., Thorstad, E.B., 2015. Does catch-and-release angling alter the behaviour and fate of adult Atlantic salmon during upriver migration? *Trans. Am. Fish. Soc.* 144, 400–409.
- Lennox, R.J., Cooke, S.J., Diseud, O.H., Havn, T.B., Johansen, M.R., Thorstad, E.B., Whoriskey, F.G., Uglem, I., 2016. Use of simulation approaches to evaluate the consequences of catch-and-release angling on the migration behaviour of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Ecol. Model.* 333, 4350.
- Lennox, R.J., Havn, T.B., Thorstad, E.B., Liberg, E., Cooke, S.J., and Uglem, I. 2017a. Behaviour and survival of wild Atlantic salmon *Salmo salar* captured and released while surveillance angling for escaped farmed salmon. *Aquac. Environ. Interact.* 9: 311–319. doi:10.3354/aei00235.
- Lennox, R.J., Cooke, S.J., Davis, C.R., Gargan, P., Hawkins, L.A., Havn, T.B., et al. 2017b. Pan-Holarctic assessment of post-release mortality of angled Atlantic salmon *Salmo salar*. *Biol. Cons.* 209: 150–158. doi:10.1016/j.biocon.2017.01.022.
- Moe, K., Næsje, T. F., Haugen, T. O., Ulvan, E. M., Aronsen, T., Sandnes, T., & Thorstad, E. B. 2016. Area use and movement patterns of wild and escaped farmed Atlantic salmon before and during spawning in a large Norwegian river. *Aquaculture Environment Interactions*, 8, 77-88.
- Munkeby, J.O., Davidsen, J.G. & Lennox, R. 2022. The effect of surveillance fishing on migrated distance of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) during the spawning period. Masteroppgave, Norges teknisk-naturvitenskapelige institutt. <https://hdl.handle.net/11250/3005215>
- Næsje, T.F., Ulvan, E.M., Sandnes, T., Jensen, J.L., Staldvik, F., Holm, R., Landstad, J.A., Økland, F., Moe, K., Fiske, P., Heggberget, T.G., Thorstad, E.B. 2013. Atferd og spredning av rømt oppdrettslaks og villaks i Namsen og andre elver. Resultater fra merking av laks i Namsfjorden og Vikna. NINA Rapport 931. Norsk institutt for naturforskning.
- Papatheodoulou, M., Závorka, L., Koeck, B., Metcalfe, N.B. & Killen, S.S. 2022. Simulated pre-spawning catch and release of wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) results in faster fungal spread and opposing effects on female and male proxies of fecundity. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 79: 267–276.

- Richard, A., Bernatchez, L., Valiquette, E., Dionne, M., 2014. Telemetry reveals how catch and release catch-and-release affects prespawning migration in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 71, 1730–1739.
- Solem, Ø., Bergan, M. A., Turtum, M., Jensås, J. G., Krogdahl, R., & Ulvan, E. M., 2018. Tiltaksrettet kartlegging av sjørrretvassdrag i Orkla. Årsrapport 2017. NINA rapport-1458. Norsk Institutt for naturforskning
- Solem, Ø., Bergan, M.A., Ulvan, E.M., Berg, M., Holthe, E., Havn, T.B., Jensås, J.G., Krogdahl, R., Lykkja, O. & Bakkestuen, V. 2021. Resultater fra feltundersøkelser og problemkartlegging av sidevassdrag til Orkla. Kunnskapsgrunnlag for beregning av tapt areal og tiltaksforslag for sjørrret-bekker i Orkla. NINA Rapport 1798. Norsk institutt for naturforskning.
- Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Fiske, P., Finstad, B., 2003. Effects of hook and release on Atlantic salmon in the River Alta, northern Norway. *Fish. Res.* 60, 293–307.
- Thorstad EB, Næsje TF, Leinan I, 2007. Long-term effects of catch-and-release angling on Atlantic salmon during different stages of return migration. *Fisheries Research* 85, 330-334.
- Økland F, Heggeberget TG, Jonsson B, 1995. Migratory behaviour of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) during spawning. *J Fish Biol* 46: 1–7
- Økland F, Erkinaro J, Moen K, Niemelä E, Fiske P, McKinley RS, Thorstad EB, 2001. Return migration of Atlantic salmon in the River Tana:
- Whoriskey, F. G., Prusov, S. & Crabbe, S., 2000. Evaluation of the effects of catch-and-release angling on the Atlantic salmon (*Salmo salar*) of the Ponoï River, Kola Peninsula, Russian Federation. *Ecology of Freshwater Fish* 9, 118–125.

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

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

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

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-5049-8

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger