

1416

NINA Rapport

Vandring hos sjørret i Driva etter etablering av fiskesperre

Torgeir Børresen Havn, Øyvind Solem, Morten Kraabøl, Eva Marita Ulvan, Espen Holthe, Michael Puffer, Eva Bonsak Thorstad & Finn Økland



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig..

NINA Temahefte

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

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

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

Vandring hos sjøørret i Driva etter etablering av fiskesperre

Torgeir Børresen Havn
Øyvind Solem
Morten Kraabøl
Eva Marita Ulvan
Espen Holthe
Michael Puffer
Eva Bonsak Thorstad
Finn Økland

Havn, T.B., Solem, Ø., Kraabøl, M., Ulvan, E.M., Holthe, E., Puffer, M., Thorstad, E.B. & Økland, F. 2018. Vandring hos sjøørret i Driva etter etablering av fiskesperre. NINA Rapport 1416. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, februar 2018

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3145-9

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Gunnbjørn Bremset

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Tor F. Næsje (sign.)

OPPDRAUGSGIVER

Miljødirektoratet (MD)

OPPDRAUGSGIVERS REFERANSE

M-937|2018

KONTAKTPERSON HOS OPPDRAGSGIVER

Anne Kristin Jøranlid

FORSIDEBILDE

Michael Puffer

NØKKEWORD

- Sunndal og Oppdal kommuner
- Drivavassdraget
- Laks
- Sjøørret
- Vandring
- Radiotelemetri
- *Gyrodactylus salaris*
- Fiskesperre

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen

Thormøhlensgate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Havn, T.B., Solem, Ø., Kraabøl, M., Ulvan, E.M., Holthe, E., Puffer, M., Thorstad, E.B. & Økland, F. 2018. Vandring hos sjørret i Driva etter etablering av fiskesperre. NINA Rapport 1416. Norsk institutt for naturforskning.

Laksebestanden i Driva har vært smittet med parasitten *Gyrodactylus salaris* siden midten av 1970-tallet. I forbindelse med planlagte utryddelsestiltak mot parasitten er det ved Snøvassfossen etablert ei fiskesperre som skal stoppe oppvandring av all fisk. Formålet med denne langtidssperra er å hindre framtidig produksjon av laks oppstrøms sperra. Etter hvert som tidligere årganger av laksunger smoltifiserer og vandrer ut, vil vassdragsavsnittene oppstrøms sperra bli fri for både for verter og parasitter. Etter at smitteforekomst i øvre og midtre deler av vassdraget er fjernet gjennom sanering, vil det gjennomføres kjemisk behandling i de nedre delene av vassdraget. Fiskesperra vil bli fjernet så snart Driva og øvrige deler av smitteregionen er friskmeldt.

Siden sjørret ikke er langtidsvert for *Gyrodactylus salaris* vil det i tiltaksperioden gjennomføres en rekke bevaringstiltak for å sikre en livskraftig bestand av sjørret i Driva. Ett av tiltakene er å flytte sjørret over fiskesperra slik at den kan ta i bruk områdene ovenfor. Vassdragsavsnittene oppstrøms sperra utgjør omtrent 70 % av anadrom strekning, og det er derfor viktig at sjørret som flyttes opp tåler håndteringen og vandrer opp til de tilgjengelige gyteområdene. Siden sjørretbestanden i Driva har en høy andel flergangsgytere, er det også viktig at utvandrende sjørret overlever passering av sperrestedet etter endt gyting.

Formålet med prosjektet var derfor å (1) undersøke atferd og overlevelse hos nedvandrende støying over sperra, og (2) kartlegge oppvandring, overlevelse og fordeling i vassdraget oppstrøms fiskesperra hos oppflyttet sjørret. I mai 2017 ble 29 støinger av sjørret og seks støinger av laks fanget på sportsfiskeutstyr ovenfor sperra, radiomerket og gjenutsatt. I september 2017 ble 44 oppvandrende sjørret fanget i fisketrappa ved sperra, radiomerket og satt ut enten rett oppstrøms sperra (18 individer) eller ved Romfo bru (26 individer). Fiskens atferd, fordeling, passering av sperra og utvandring ble registrert av fem automatiske loggestasjoner plassert ved sperra og andre strategiske steder i vassdraget. I tillegg ble fiskens posisjon i elva registrert ved noen manuelle peilinger ved bruk av bil, inkludert i gytetida.

Alle støingene som passerte fiskesperra under utvandring om våren overlevde på kort sikt. Langtidsoverlevelsen var også høy, siden 76 % av sjørreten returnerte til elva etter sjøopphold på 57-116 dager. Noen av de oppvandrende fiskene passerte sperra etter gyting om høsten, men på grunn av en begrenset studieperiode og batteriliv på radiosenderne er det vanskelig å gi et presist estimat på overlevelse hos disse. Selv om overlevelsen hos radiomerket fisk under nedvandring var høy, viser funn av annen død fisk på sperrerista at det forekommer en viss dødelighet. Trolig vil jevnlig rensing av rista for trær, kvist og annet materiale redusere denne dødeligheten.

All sjørret som ble flyttet opp overlevde håndtering og merking, men de hadde forholdsvis korte vandringsavstander videre oppover i vassdraget. Mesteparten fordelte seg på kjente gyteplasser opp til Grensehølen nedstrøms Gråura. Lengste vandringsavstand oppstrøms fra utsettingsstedet var 26 kilometer og ble registrert for seks fisker som oppholdt seg ved Detlia i gytetida. Enkelte av fiskene vandret betydelig kortere, og åtte fisker ble værende i området like oppstrøms fiskesperra. I tillegg vandret to fisk nedstrøms over fiskesperra før gytetiden, og eventuell gyting var derfor trolig nedenfor sperra. Årsaker til at fiskene vandret kort kan være at de ble flyttet over sperra sent i sesongen, og at vannføringen og temperaturen var lav og varierte lite frem til gyting. I tillegg kan håndteringen i forbindelse med oppflytning og radiomerking føre til kortere vandringsavstand. Imidlertid var det en tendens til at fisk som ble satt ut på Romfo vandret lengre fra utsettingsstedet enn de som ble satt ut rett ovenfor sperra. Flytting av fisk et stykke oppstrøms sperra kan dermed bidra til en bedre fordeling av gytefisk over et større område.

Torgeir Børresen Havn, Øyvind Solem, Eva Marita Ulvan, Eva Bonsak Thorstad & Finn Økland.
Norsk institutt for naturforskning, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim. Epost:
oyvind.solem@nina.no, torgeir.havn@nina.no

Morten Kraabøl. Multiconsult AS. Epost: morten.kraabol@multiconsult.no

Espen Holthe. Veterinærinstituttet Seksjon for Miljø- og smittetiltak, Postboks 5695 Torgarden,
7485 Trondheim. Epost: espen.holthe@vetinst.no

Michael Puffer. Sunndal kommune, Postboks 94, 6601 Sunndalsøra.
Epost: michael.puffer@sunndal.kommune.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Drivavassdraget	9
3 Metoder	12
3.1 Delprosjekt A: Nedvandring forbi fiskesperra hos vinterstøing	12
3.1.1 Fangst, radiomerking og utsetting av fisk	12
3.1.2 Visuelle observasjoner ved fiskesperra	13
3.1.3 Registrering av fisken etter merking og utsetting	13
3.1.4 Vurdering av overlevelse hos fisk som passerte fiskesperra	14
3.1.5 Miljøvariabler	14
3.1.6 Statistiske analyser	15
3.2 Delprosjekt B: Oppvandring og fordeling hos sjørret satt ut ovenfor fiskesperra	17
3.2.1 Fangst og radiomerking av fisk	17
3.2.2 Registrering av fisken etter merking og utsetting	18
3.2.3 Statistiske analyser	18
4 Resultater	19
4.1 Delprosjekt A: Nedvandring forbi fiskesperra hos vinterstøing	19
4.1.1 Passering av fiskesperra	19
4.1.2 Tilbakevandring	22
4.2 Delprosjekt B: Oppvandring og fordeling hos sjørret satt ut ovenfor fiskesperra	24
4.2.1 Posisjon i gytetida	24
4.2.2 Status ved slutten av studieperioden og passering av fiskesperra	24
5 Diskusjon	27
5.1 Delprosjekt A: Nedvandring forbi fiskesperra hos vinterstøing	27
5.2 Delprosjekt B: Oppvandring og fordeling hos sjørret satt ut ovenfor fiskesperra	28
6 Referanser	30

Forord

Undersøkelsene er finansiert av Miljødirektoratet (MD). I tillegg bidro Norsk institutt for naturforskning (NINA), Sunndal kommune og Veterinærinstituttet (VI) med egne midler. Undersøkelsen gir et grunnlag for å vurdere overlevelse av sjørret ved nedvandring over fiskesperra i Driva samt vandringsmønster hos gytefisk av sjørret som blir sluppet opp over sperra etter genetiske analyser og saltbehandling.

Feltarbeidet ble gjennomført av Morten Kraabøl i Multiconsult AS, Torgeir B. Havn, Eva Marita Ulvan, Eva B. Thorstad, Finn Økland og Øyvind Solem ved NINA, Michael Puffer hos Sunndal kommune og Espen Holthe og Svein Aune ved Veterinærinstituttet. Øyvind Solem har hatt prosjektledelse og hovedansvar for gjennomføring mens Torgeir B. Havn har hatt ansvaret for loggestasjoner, peiling av fisk, bearbeidelse av data og utarbeidelse av rapport. Morten Kraabøl stod for mesteparten av merkinga. Peiling av fisk, nedlasting av data fra loggestasjoner, samt bytte av batterier til disse er utført av Michael Puffer. Miljødirektoratet takkes for finansiering av prosjektet. Videre takkes Svein Haugen og Sunndal Jeger og Fiskerforening for deltagelsen under fangst av fisk til merking, samt alle andre som bidro under gjennomføring av undersøkelsene.

Trondheim, februar 2018.

Øyvind Solem,
Prosjektleder

1 Innledning

Laksebestanden i Driva har vært smittet med parasitten *Gyrodactylus salaris* siden midten av 1970-tallet. I forbindelse med planlagte utryddelsestiltak mot parasitten er det ved Snøvassfossen etablert ei fiskesperre som skal stoppe oppvandring av all fisk. Formålet med denne langtidssperra er å hindre framtidig produksjon av laks oppstrøms sperra. Etter hvert som tidligere årganger av laksunger smoltifiserer og vandrer ut, vil vassdragsavsnittene oppstrøms sperra bli fri for både for verter og parasitter. Etter at smitteforekomst i øvre og midtre deler av vassdraget er fjernet gjennom sanering, vil det gjennomføres kjemisk behandling i de nedre delene av vassdraget. Fiskesperra vil bli fjernet så snart Driva og øvrige deler av smitteregionen er friskmeldt.

Siden sjørret ikke er langtidsvert for *Gyrodactylus salaris* vil det i tiltaksperioden gjennomføres en rekke bevaringstiltak for å sikre en livskraftig bestand i Driva. Ett av tiltakene er å flytte sjørret over fiskesperra slik at den kan ta i bruk områdene ovenfor. Vassdragsavsnittene oppstrøms sperra utgjør omtrent 70 % av anadrom strekning, og det er derfor viktig at sjørret som flyttes opp tåler håndteringen og vandrer opp til de tilgjengelige gyteområdene. Siden sjørretbestanden i Driva har en høy andel flergangsgytere, er det også viktig at utvandrende sjørret overlever passering av sperrestedet etter endt gyting.

Sjørretbestanden i Drivavassdraget har de siste 15 årene gått betydelig tilbake. Overvåkingsfiske i perioden 1999-2005 viste at sjørret bruker hele vassdraget (Solem mfl. 2017). Ungfiskundersøkelser i vassdraget i perioden 2010-2017 viser at tetthet av ørretunger har økt i de deler av vassdraget som ligger i Sunndal kommune (Solem mfl. 2018). På strekninger av vassdraget som ligger i Oppdal kommune (over 50 % av total anadrom strekning) er det ikke registrert en tilsvarende økning, og tettheten er fortsatt historisk lav. I samme periode har også fangst av sjørret i Oppdal gått mye tilbake. Det er sannsynligvis flere grunner til at ungfiskbestanden av ørret har gått tilbake, inkludert at det har vært små gytebestander i de senere år.

Fiskesperra vil selv med transport av sjørret over sperra trolig begrense oppvandring og dermed totalt sett redusere potensiell gytebestand av sjørret på oversiden. Siden gytebestanden av sjørret i Driva består av en stor andel fisk over to kilo, og tidligere undersøkelser har vist at en stor andel av sjørreten i vassdraget gyter mer enn én gang (L'Abée-Lund mfl. 1989), er det viktig å sikre at utgytt sjørret kommer seg trygt ned og over rista på nedsiden av sperra. Under nedvandring på våren vil det i perioder legge seg kvist og lignende på rista. Dersom det ikke foregår en kontinuerlig rensing av rista på sperra kan nedvandrende voksenfisk bli liggende nærmest tørt og i verste fall dø. Siden sjørretbestanden allerede er betydelig redusert, kan sperrerelatert dødelighet ha store negative konsekvenser.

For å sikre at oppslipping av sjørret har den tilsiktete effekt med å sikre og styrke bestanden, bør det legges til rette for at utvandrende fisk kan passere fiskesperra trygt og effektivt. Ved kraftverksdammer med tilrettelegging for nedvandring av fisk, er det vanlig at flomluker brukes for å sikre trygg passasje av nedvandrende fisk. Ved ei fiskesperre er dette vanskeligere ettersom vannet ikke fordeles i definerte vannveier som kan manøvreres ved hjelp av luker eller andre tappeordninger, jf. teknisk plan med detaljer rundt utformingen av fiskesperra i Driva (Gaarder 2014). Nedvandrende fisk vil derfor komme i direkte berøring med rista på en eller annen måte. Enten smetter de før eller siden gjennom lysåpninger i rista, eller de spreller seg nedover rista til de når undervannet. Mangel på egnete vandringsruter forbi sperra kan derfor potensielt føre til forsinkelser, skader og dødelighet hos nedvandrende fisk.

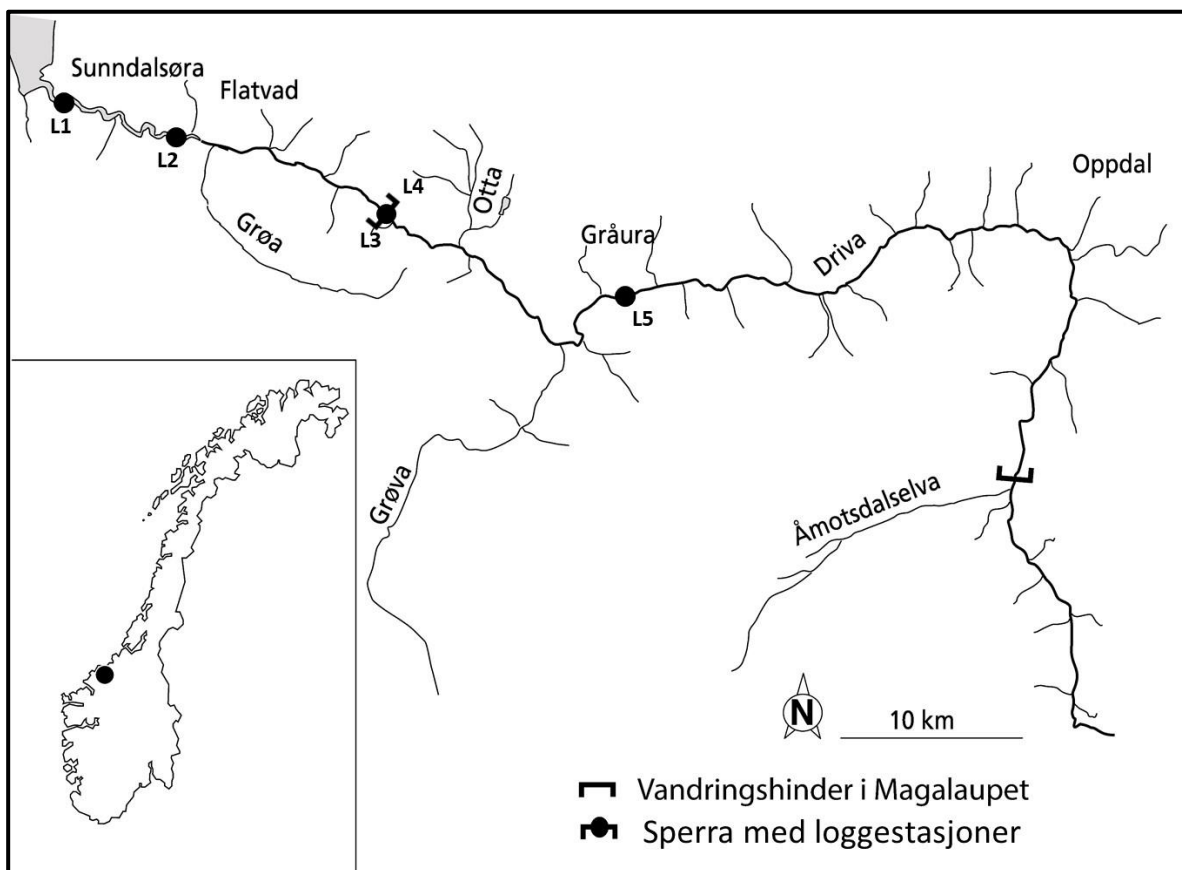
Formålet med prosjektet er å (1) undersøke atferd og overlevelse hos nedvandrende støing¹ forbi sperra under varierte miljøforhold, og (2) kartlegge oppvandring, overlevelse og fordeling hos sjørret som ble flyttet oppstrøms fiskesperra. Dette ble gjort ved å merke fisk med radiosendere og følge vandringene hos fiskene. Resultatene gir grunnlag for å vurdere om oppslipp av sjørret fungerer etter hensikten, eller om det må gjøres justeringer for å øke overlevelsen. Videre er det behov for mer kunnskap om eldre sjørret og deres tilbakevandring til elva etter sommeropphold i fjorden. Det var spesielt vandringsatferd og fordeling på gyteplasser i elva oppstrøms sperra som ble kartlagt i denne undersøkelsen. Miljøvariablenes innflytelse på vandringsatferd og passasje av sperra er vektlagt i analysene.

Vinteren 2018 vil en ny rist uten tverrgående stag og med større lysåpninger (8 cm) erstatte rista som ble brukt når denne undersøkelsen ble utført. Hvordan disse endringene vil påvirke nedvandring forbi fiskesperra hos vinterstøing i fremtiden er ukjent.

¹ Støing er fisk som har gytt

2 Drivavassdraget

Drivavassdraget har utspring i sentrale deler av Dovrefjell og munner ut i Sunndalsfjorden ved Sunndalsøra (**figur 1**). Vassdragets naturlige nedbørsfelt er 2 493 km² (Gjøvik 1981), hvorav 373 km² er regulert gjennom Driva kraftverk. Driva er stri med et gjennomsnittlig fall på 6,6 meter per kilometer, og elva er preget av en regelmessig vekslning mellom strykparti og høler. Driva er det vassdraget i verden hvor laks og sjørret vandrer høyest over havet (om lag 580 meter). I området mellom Magalaupet og Skoremsfossen er det flere fosser som er delvise vandringshindre for sjøvandrende laksefisk (**bilde 1 og 2**). I området mellom Skoremsfossen og Vollan bru er elva grunn og flater mer ut. Mellom Vollan og Grensehølen (**bilde 3**) på grensen mellom Oppdal og Sunndal er elva stort sett stri og har flere dype høler. Spesielt i Gråura finnes flere strykområder som påvirker oppgangen av fisk ved bestemte vannføringer (Einvik 1982). Gradienten avtar vesentlig i elvepartiene som ligger i Sunndal kommune (**bilde 4**), men også her er det strie fallstrekninger blant annet ved Romfo (Snøvasfossen), Fale (Falefallene) og Flatvad (Flatvadura).



Figur 1. Drivavassdraget i Oppdal og Sunndal kommune. Loggestasjonene er vist med svarte sirkler. Fiskeperra og naturlig vandringshinder for sjøvandrende laksefisk er vist med klammesymbol. Grafikk: Kari Sivertsen, NINA.



Bilde 1 og 2. Skoremsfossen ligger omtrent 4 km nedstrøms Magalaupet i Oppdal kommune (øverste bilde). Risfossen ligger omtrent 3 km nedstrøms Magalaupet (nederste bilde). Foto: Øyvind Solem.



Bilde 3 og 4. Grensehølen på grensen mellom Oppdal kommune og Sunndal kommune (øverste bilde), og Driva oppstrøms Brooklyn bridge på Flatvad i Sunndal kommune (nederste bilde). Foto: Øyvind Solem.

3 Metoder

3.1 Delprosjekt A: Nedvandring forbi fiskesperra hos vinterstøing

3.1.1 Fangst, radiomerking og utsetting av fisk

Det ble fanget, radiomerket og gjenutsatt 29 sjørreter ovenfor sperra (**bilde 5-8**). For å øke datagrunnlaget ble det også merket og gjenutsatt tre støinger av laks. Fisken ble fanget ved stangfiske med wobbler og sluk i perioden 5.-14. mai 2017 i elvebassenget som er dannet over fiskesperra (n = 30), ved Øyafløna (n = 1, 31 km oppstrøms sperra) eller i Grensehølen (n = 1, 20 km oppstrøms sperra, **tabell 1**). Etter oppbevaring i spesiallaget bur ble fiskene merket med radiosendere og umiddelbart gjenutsatt i elva på samme sted som de ble fanget. Av merket sjørret var 19 hunner (gjennomsnittlig lengde 56 cm, variasjonsbredde 45-68, standardavvik 8) og ti hanner (gjennomsnittlig lengde 60 cm, variasjonsbredde 48-76, SD 11). Merket laks var tre hunner på 76, 87 og 96 cm. Vannføring og vanntemperatur ved utsetting varierte mellom 17-47 m³/s (gjennomsnitt 41, SD 7) og 4,7-7,1 °C (gjennomsnitt 5,3, SD 0,8). Senderen til en merket sjørret fungerte ikke og er ikke med i undersøkelsen eller beskrivelsen over.

I tillegg ble tre hunnlaks (52, 59 og 60 cm) fanget i kulpen ovenfor fiskesperra den 15.-16. mai og gjenutsatt rett nedenfor sperra (**tabell 1**). Disse skulle fungere som en referanse for å undersøke overlevelse og atferd for utvandrende støing som ikke hadde passert fiskesperra.

Før merking ble fisken bedøvet (benzoakin 2-4 ml/l) og overført til et merkerør fylt med vann. Fisken ble deretter eksternt merket med rektangulære (21 x 42 x 11 mm, vekt i luft = 12 g) individuelt koda radiosendere (modell F2120 fra Advanced Telemetry Systems, frekvenser fra 142.114-142.343) som ble festet med ståltråder i ryggmuskelen under ryggfinnen (se Økland mfl. 2001 for en nærmere beskrivelse av merkemethoden). Ved merking ble fisken artsbestemt og kjønnsbestemt, det ble målt total kroppslengde, og det ble tatt fem til åtte skjell av hver fisk.



Bilder 5-8. Bildene viser merking og gjenutsetting av sjørret og laks i kulpen ovenfor fiskesperra, og en av antennene som registrerte radiosignaler fra merket fisk. Foto: Eva B. Thorstad og Eva M. Ulvan.

3.1.2 Visuelle observasjoner ved fiskesperra

Den 6. og 7. mai på vannføringer mellom 34 og 52 m³/s i Grensehølen, ble det observert stimer med flere titalls vinterstøinger som svømte fram og tilbake helt inntil toppen av sperra. Det var i all hovedsak en sammenhengende stim som kunne observeres fra kjørebrua. En mindre andel av disse slapp seg ut på rista og skled nedover på rista, mens enkelte slapp seg ned til terskelen og svømte opp i bassenget igjen. Ingen av disse ble observert sittende fast i rista. De øvrige vinterstøingene svømte fram og tilbake med få minutters mellomrom gjennom hele den lyse delen av døgnet.

Den 13. og 14. mai på vannføringer mellom 16 og 31 m³/s i Grensehølen ble det observert en stillestående stim av vinterstøinger midt i bassenget ovenfor sperra. Stimen sto stille gjennom en observasjonstid på ca. to timer midt på dagen. De nederste fiskene var helt inntil terskelen på sperra.

Den 15. mai på vannføringer mellom 32 og 50 m³/s i Grensehølen var det stor aktivitet med en stor stim av vinterstøinger som svømte frem og tilbake helt inntil kanten på sperra. Kun et fåtall av fiskene slapp seg ned på rista, mens resten av stimen vandret gjennom hele den lyse delen av døgnet.

Den 20. og 21. mai på vannføringer mellom 123 og 228 m³/s i Grensehølen ble det observert et mindre antall vinterstøinger ved rista. I terskeldammen var det mye småfisk som vaket i overflata, og enkelte mindre stimer som antakeligvis var smolt ble også observert. Det ble observert tre tilfeller der småfiskstimer plasket i overflata etter at de ble jaget av større fisk, men det er usikkert om dette var sjørret eller stasjonær ørret.

Under stangfisket ble det raskt klart at de fleste hoggene på sluk og wobblere (8-12 cm lengde) skjedde nært inntil sperra. Ved flere titalls anledninger var det stor fisk som fulgte etter sluken/wobbleren helt inntil land. Fiskenes bitevillighet på sluk og wobbler tilsier at de var aktive predatorer i magasinet.

Se forsidebildet på denne rapporten (tatt 16. mai da vannføringen ble målt til 52 m³/s i Grensehølen), **bilde 13** og **14**, samt **figur 2** for å få et inntrykk av hvor mye vann som gikk over rista på fiskesperra i de nevnte periodene ovenfor.

3.1.3 Registrering av fisken etter merking og utsetting

Etter merking ble fiskens nedvandring fulgt ved at fire automatiske loggestasjoner registrerte tidspunkt for passering og hvilken retning hver fisk svømte forbi stasjonen (**figur 1**). På fiskesperra var det to loggestasjoner som registrerte når fisken passerte sperra og hvor lenge de sto i den store kulpen rett ovenfor (**bilde 8**). Fisken ble også registrert når de passerte en stasjon rett nedstrøms brua på Elverhøy (stasjon L2, 13,9 km nedenfor sperra) og når de passerte en stasjon 2,3 km fra utløpet av elva (stasjon L1, 22,7 km nedenfor sperra, **figur 1**). I tillegg ble fiskenes posisjon i elva bestemt ved manuell peiling fra bil ved fem anledninger (23. mai, 15. juni, 4. august, 13. september og 20. oktober). Posisjonen som en tilbakevandrende sjørret hadde den 20. oktober ble ansett som dens gyteområde.

Det ble antatt at støinger som passerte den nederste stasjonen 22,7 km nedenfor fiskesperra hadde vandret ut av elva, noe som også ble bekreftet av manuelle peilinger. Årsaken til at den nederste stasjonen ikke ble plassert helt ved utløpet, er at radiosendere ikke fungerer i brakkvann og saltvann, samt at store høyspentmaster genererte mye radiostøy i dette området. Fisk kan derfor ha stått i brakkvannssonen ved utløpet uten å bli registrert ved manuell peiling.

Oppholdstid i sjøen ble beregnet som tid fra nedstrøms passering av nederste stasjon om våren til oppstrøms passering av samme stasjon om sommeren. Beregnet oppholdstid i sjøen er en maksimumstid siden fisken vil bruke litt tid på å vandre fra munningen og opp til den nederste stasjonen (L1, 2,3 km lang strekning). Loggestasjonene var operative i hele studieperioden (fra 5. mai til siste nedlasting av data 21. november 2017) med unntak av en periode på sommeren etter at all støing hadde gått ut av elva (L1: 31.07-29.08, L2: 31.07-23.08, L3: 29.05-27.08, L4: 28.05-13.09). Returtidspunkt for fisk som vandret tilbake til elva i perioden nederste loggestasjon (L1) ikke var operativ ble satt som midtpunktet i denne perioden (14.08), men for fisk som ble registrert på en av stasjonene lenger opp i elva før L1 var operativ, ble returtidspunktet satt som midtpunktet fra når stasjonene ble slått av til første registrering på L2 eller L3. I tillegg ble korteste mulige oppholdstid i sjøen beregnet som tiden fra de gikk ut av elva om våren til nederste stasjon ble slått av (31.07) for disse fiskene.

3.1.4 Vurdering av overlevelse hos fisk som passerte fiskesperra

For å undersøke hvor langt fisk som potensielt døde umiddelbart ved passering av fiskesperra kunne drive nedover elva ble ti døde laks (fire hunner og fem hanner i lengdespennet 57-91 cm, og én med ukjent kjønn og lengde) radiomerket og sluppet fra brua på sperra. Tre av disse ble sluppet 19. mai, tre ble sluppet 24. august og fire 20. oktober (**tabell 1**). Lengste drivlengde var 9,4 km nedstrøms fiskesperra (median 0,2 km, variasjonsbredde 0-9,4, SD 3,2). De lengste drivlengdene (9,4 og 5,4 km) ble registrert hos død fisk sluppet 19. mai da vannføringen var 127 m³/s i Grensehølen. De resterende dødfiskene drev maksimalt 0,7 km nedstrøms fiskesperra (n = 6), eller forsvant fra elva rett etter slipp (n = 2). Tre av ti døde fisk ble ikke registrert ved den siste manuelle peilingen av fisken 20. oktober. Mulige forklaringer på manglende registreringer er at senderne sluttet å fungere, eller at de hadde blitt fjernet fra elva av rovdyr.

Det ble antatt at støinger som vandret lengre nedstrøms enn den lengste drivlengden hos dødfisk hadde overlevd passeringen av fiskesperra. Dette inkluderte fisk som hadde passert loggestasjonen på Elverhøy (L2) og/eller nederste stasjon (L1), ettersom begge er posisjonert nedstrøms lengste drivlengde for dødfisk (13,9 km og 22,7 km nedenfor sperra), samt fisk som ble registrert mer enn 9,4 km nedenfor sperra ved manuell peiling.

Fangst og radiomerking innebærer en ekstra belastning for fisken. Ved å se på fiskens signalprofil på de to loggestasjonene ved sperra er det mulig å fastslå om noen fisk eventuelt døde etter merking (stasjonær over lengre tid) og dermed utelukke de fra forsøksgruppen. Imidlertid har støing av laks vist seg å tåle fang og slipp godt (Halttunen mfl. 2010), og vi forventet derfor ingen stor dødelighet hos gjenutsatt støing av sjørørret i Driva. Det var heller ingen merket fisk som døde som følge av behandlingen.

3.1.5 Miljøvariabler

Vannføring og vanntemperatur ble målt ved NVE's målestasjon ved Grensehølen (109.20.0), 20 km ovenfor fiskesperra. På strekningen mellom Grensehølen og fiskesperra renner sideelva Grøvu samt flere bekker ut i Driva, og den faktiske vannføringen ved sperra var derfor høyere enn verdiene som presenteres i denne rapporten. Til tross for dette så har vi valgt å bruke rådataene fra Grensehølen i mangel på omregningsformler for å estimere vannføringen ved fiskesperra.

3.1.6 Statistiske analyser

Vannføring og vanntemperatur er viktige påvirkningsfaktorer for når støing av laks og ørret velger å vandre til sjøen (Kraabøl mfl. 2009, Halttunen mfl. 2013, Thorstad mfl. 2016). I Driva er trolig støingene også avhengig av at det renner en viss mengde vann over rista på fiskesperra for at det skal være fysisk mulig å passere den (se f.eks. Arnekleiv mfl. 2007, Kraabøl mfl. 2013). Derfor undersøkte vi hvilke variabler som påvirker ved hvilken vannføring fisken velger å passere sperra. Forklaringsvariablene som ble undersøkt var kjønn, art (sjøørret og laks), fiskens lengde, utsettingsdato (fordelt på tre grupper der fisk satt ut 5 og 6. mai er slått sammen til én gruppe for å øke gruppestørrelsen), samt utsettingssted (gruppert til satt ut ved sperra eller lengre oppstrøms for å øke gruppestørrelsene). Antagelsene til parametriske tester ble ikke oppfylt, og det ble derfor brukt ikke-parametrisk statistikk (Mann-Whitney U, Fisher's exact og Kruskal-Wallis tester) for å undersøke effekten av disse variablene. Alle dataanalyser ble utført i R (R Core team 2016).

Tilbakevandrende sjøørret ble delt opp i to grupper; (1) fisker som beviselig eller potensielt kunne oppholdt seg mindre enn 70 dager i sjøen, og (2) fisker som hadde oppholdt seg 70 dager eller mer i sjøen. Forskjeller i lengde, kjønnsfordeling og utvandringstidspunkt mellom disse gruppene ble analysert med ikke-parametriske tester (Mann-Whitney U og Fisher's exact tester) siden antagelsene til parametriske tester ikke ble oppfylt. Årsaken til denne gruppeoppdelingen er usikkerheten i forbindelse med returtidspunkt som beskrevet under delkapittel 3.1.3. Avskjæringspunktet på 70 dager ble valgt ut i fra en bimodal fordeling i resultatene.

Tabell 1. Informasjon om fangst, merking og utsetting av laks og sjørret i Driva i 2017. Vannføring og vanntemperatur ved utsetting er målt ved NVEs stasjon ved Grensehølen (109.20.0). I de tilfellene der støinger ble satt ut på ulike tidspunkt i løpet av en fangstdato er vannføring og vanntemperatur ved utsetting gitt som variasjonsbredde.

Gruppe	N	Fangstdato	Merkedato	Utsetningsdato	Tid fra fangst til utsetting (døgn)	Utsetningssted	Vannføring ved utsetting (m³/s)	Vanntemperatur ved utsetting (°C)
Støing I	1	5. mai	5. mai	5. mai	-	Øyafløra	17	5,7
Støing II	9	6. mai	6. mai	6. mai	-	Kulp ved sperra	43-47	6,2-6,3
Støing III	20	7. mai	7. mai	7. mai	-	Grensehølen (n = 1) og kulp ved sperra (n = 19)	39-45	4,7-4,9
Støing IV	2	14.mai	14.mai	14.mai	-	Kulp ved sperra	26-28	7,0-7,1
Referanse I	3	15.-16. mai	16. mai	16. mai	0-1	Rett nedenfor sperra	63	6,3
Oppvandrende I	7	18.-21. august	24. august	11. september	21-24	Romfo bru	17	9,0
Oppvandrende II	28	18-21. august (n = 1) og 6.-8. september (n = 27)	13. september	18. september	28-31 (n = 1) og 10-12 (n = 27)	Fiskesperra (n = 15) og Romfo bru (n = 13)	19	8,4
Oppvandrende III	6	14. september	15. september	26. september	12	Fiskesperra (n = 3) og Romfo bru (n = 3)	19	9,1
Oppvandrende IV	3	13. september	13. september	27. september	14	Romfo bru	18	8,5
Dødfisk I	3	-	19. mai	19. mai	-	Rett nedenfor sperra	127	4,6
Dødfisk II	3	-	24. august	24. august	-	Rett nedenfor sperra	26	10,3
Dødfisk III	4	-	20. oktober	20. oktober	-	Rett nedenfor sperra	18	1,8

3.2 Delprosjekt B: Oppvandring og fordeling hos sjørret satt ut ovenfor fiskesperra

3.2.1 Fangst og radiomerking av fisk

I perioden fra 18. august til 14. september 2017 ble 44 sjørreter (lengdespenn 47-85 cm) fanget i trappa ved fiskesperra og transportert med bil i oksygenert vann (0,6 m³ vanntank) til klekkeriet på Vermøy for radiomerking, gentesting og saltbehandling (**bilde 9-12**). Av merket fisk var 26 hunnfisk (gjennomsnitt 61 cm, variasjonsbredde 48-75, SD 8) og 18 hannfisk (gjennomsnitt 67 cm, variasjonsbredde 47-85, SD 11). En sjørret døde under saltbehandling og er ikke inkludert i undersøkelsene eller beskrivelsen over.

På Vermøy ble det tatt fem til åtte skjell av hver fisk som ble brukt til genetiske analyser for å få sikker identifisering av art. I denne forbindelsen ble fiskene individmerket med Floy-merker. I påvente av genetiske analyser og saltbehandling mot *Gyrodactylus salaris*, ble fiskene holdt i store kar (9 m³) fra 10 til 31 døgn før transport og gjenutsetting. Fiskene ble enten satt ut like oppstrøms sperra (n = 18) eller ved Romfo bru om lag to kilometer oppstrøms sperra (n = 26). Fiskene ble satt ut i fire utsettingsgrupper ved relativt like miljøforhold i løpet av perioden 11.-27. september (**tabell 1**).

I forbindelse med merking ble fiskene håvet fra karene og overført til et 130 liters bedøvelseskar med benzokain (dosering 2-4 ml/l), og deretter overført til et merkerør fylt med vann. Her ble fiskene merket på samme måte som vinterstøingene i delprosjekt A, og med samme type radio-sendere (frekvenser fra 142.114-142.475). Floy-merkene ble klippet av før radiomerking.



Bilder 9-12. Fisketrappa ved sperra i Driva, sjørret og laks i øverste kulp i fisketrappa, radiomerket sjørret til oppvåkning etter bedøvelse, og sjørret i kar på klekkeriet på Vermøy. Foto: Eva M. Ulvan.

3.2.2 Registrering av fisken etter merking og utsetting

Fiskenes bevegelser i elva ble registrert ved samme loggestasjoner som i delprosjekt A, samt av en ekstra loggestasjon plassert øverst i Grensehølen (L5, 20 km oppstrøms fiskesperra, **figur 1**). Alle loggestasjonene var operative i hele studieperioden (fra 11. september til 21. november 2017). I tillegg ble fiskenes posisjoner i gytetiden bestemt ved manuell peiling 20. oktober 2017. Det ble foretatt peilinger langs hele hovedstrengen opp til vandringshinderet i Magalaupet, som er antatt å være øvre grense for utbredelse av sjøvandrende laksefisk i Driva. I tillegg ble det foretatt peilinger i sidevassdraget Grøvu.

3.2.3 Statistiske analyser

For at sjørreter som flyttes opp skal ta i bruk så mye som mulig av tilgjengelige gyteområder i Driva, er enkelte individer nødt til å vandre langt fra utsettingsstedet. Derfor ble det undersøkt om utsettingstidspunkt (gruppevis utsetting der fisk satt ut 26. og 27. september 2017 er slått sammen til én gruppe for å øke gruppestørrelsen), utsettingssted (Romfo bru eller fiskesperra) og fiskens lengde og kjønn hadde noen påvirkning på lengste registrerte oppstrøms posisjon fra utsettingsstedet. Antagelsene til parametriske tester ble ikke oppfylt, og det ble derfor brukt ikke-parametrisk statistikk (Mann-Whitney U, Kruskal-Wallis og Spearmans rank korrelasjonstester) for å undersøke effekten av disse variablene. Det kan tenkes at tid fra fangst ved fiskesperra til fiskene ble satt ut ovenfor kunne påvirke vandringslengde. Siden tid fra fangst til utsetting er korrelert med utsettingstidspunkt (se **tabell 1**), vil en eventuell forskjell i vandringslengde mellom utsettingsgruppene også kunne skyldes lengden på oppholdstida ved Vermøy. Alle dataanalyser ble utført i R (R Core team 2016).

4 Resultater

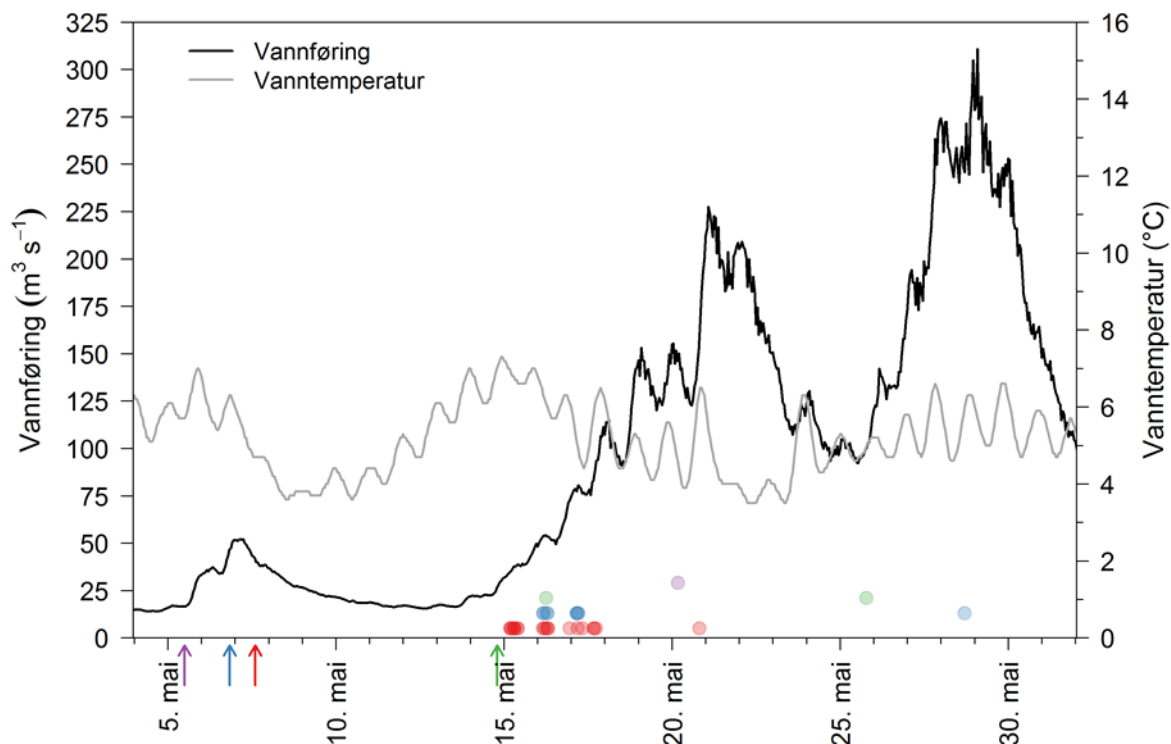
4.1 Delprosjekt A: Nedvandring forbi fiskesperra hos vinterstøing

4.1.1 Passering av fiskesperra

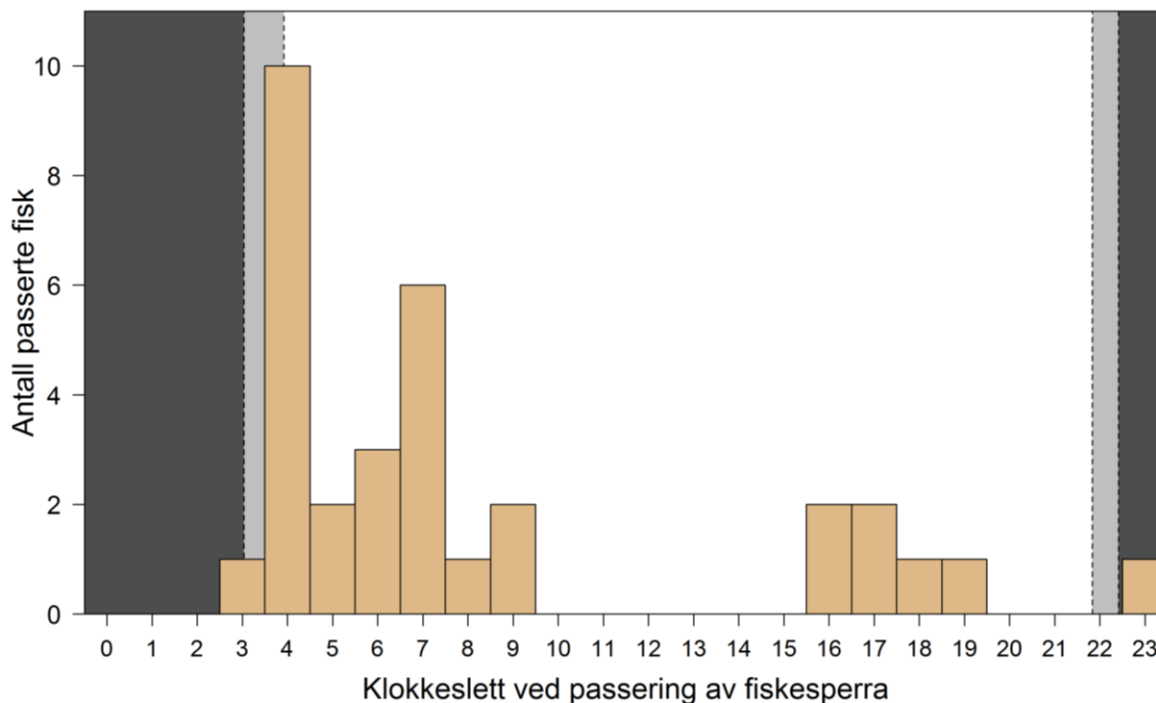
Alle de 32 radiomerkete støingene som ble satt ut oppstrøms fiskesperra passerte sperreområdet, vandret forbi nederste loggestasjon og ut av elva. Ettersom ingen dødfisk sluppet på sperra drev ut av elva (lengste drivlengde for dødfisk var 9,4 km) antar vi at overlevelsen over sperra for radiomerket støing var 100 %. Høy overlevelse forbi sperra ble bekreftet av at så mange som 23 av de 32 støingene (72 %) returnerte til elva ($n = 22$) eller ble gjenfanget i Sunndalsfjorden ($n = 1$) i løpet av sommeren. Alle de tre referansefiskene gikk ut av elva og overlevde dermed utvandringen. To av disse returnerte til elva i løpet av sommeren, og én ble gjenfanget i Sunndalsfjorden nært utløpet av elva.

Støingene passerte fiskesperra på vei nedover i elva i perioden 15.-28. mai (**figur 2**). Median vannføring ved passering var $54 \text{ m}^3/\text{s}$ (variasjonsbredde 35-246, SD 44). Flesteparten av fiskene ($n = 28$) passerte sperra mellom 15. og 17. mai på vannføringer mellom 35 og $93 \text{ m}^3/\text{s}$, men fire fisker (tre sjørret og én laks) passerte senere (20.-28. mai) på høyere vannføringer ($100\text{--}246 \text{ m}^3/\text{s}$). Av disse fire fiskene var én utsatt ved Øyafløra og tre ved sperra (henholdsvis 5., 6., 7. og 14. mai). Det ble ikke målt hvor mye av rista som var vanddekt til enhver tid, men forsidebildet på denne rapporten (tatt 16. mai da vannføringen i Grensehølen ble målt til $52 \text{ m}^3/\text{s}$) og **bilde 14** viser situasjonen ved sperra ved to ulike vannføringer innenfor det vannføringsspekteret mesteparten av fisken passerte på. Vanntemperatur ved passering varierte lite (gjennomsnitt $5,9^\circ\text{C}$, variasjonsbredde 4,5-6,9, SD 0,7, **figur 2**). Det var ingen forskjell i vannføring ved passering for hann og hunnfisk, mellom fisk merket 5.-6., 7. og 14. mai, mellom sjørret og laks, eller mellom fisk merket ved sperra og lengre oppstrøms i elva (Mann-Whitney U og Kruskal-Wallis tester, alle p -verdier $> 0,11$). Det var heller ingen korrelasjon mellom fiskens lengde og vannføring ved passering av sperra (Spearman's korrelasjonstest, $p = 0,54$). De fleste fiskene (25 av 32, 78 %) passerte i den lyse delen av døgnet i perioden etter soloppgang mellom klokka 03 om natta og 09 om morgenen (**figur 3**). Seks av de øvrige fiskene passerte mellom klokka 16 og 19, mens én fisk passerte rundt klokka 23.

Median tidsforbruk fra merking til vinterstøingene passerte nederste stasjon 22,7 km nedenfor fiskesperra var 10,5 døgn (variasjonsbredde 3,7-30,8, SD 4,8). Median tidsforbruk fra merking til passering av sperra (**figur 2**) var 9,4 døgn (variasjonsbredde 1,5-21,9), mens median tidsforbruk mellom passering av sperra og passering av nederste loggestasjon var 0,9 døgn (variasjonsbredde 0,2-21,3). Mesteparten av tida i elva etter merking ble derfor tilbrakt i områdene oppstrøms fiskesperra (medianverdi 92 %, variasjonsbredde 31-99). Fiskene brukte svært lite tid (median 0,9 timer, variasjonsbredde 0,2-5,2) i området like nedstrøms sperra (400-500 m nedstrøms) etter passering. Median vandringshastighet på strekningen mellom sperra og nederste loggestasjon var $1,1 \text{ km/t}$ (variasjonsbredde 0,04-5,8, SD 1,5). Fiskene vandret raskere i den nederste delen av elva mellom stasjon L2 og L1 (median $3,8 \text{ km/t}$ på en 8,8 km lang strekning) enn mellom sperra og stasjon L2 (median $1,1 \text{ km/t}$, Mann-Whitney U test, $W = 226$, $p < 0,01$, 13,9 km lang strekning).



Figur 2. Tidspunkt for passering av fiskesperra hos vinterstøing av sjørret ($n = 29$) og laks ($n = 3$) som ble radiomerket i Driva i 2017. Passeringstidspunktet er vist for hver enkelt fisk som et punkt med ulike farger for de forskjellige utsettingsgruppene. Punktene er gjennomsiktige slik at jo flere som passerte samtidig desto mørkere er punktene. Vannføring og temperatur er vist med en henholdsvis svart og grå linje. Pilene er farget etter utsettingsgruppe og viser gjennomsnittlig utsettingstidspunkt på de dagene det ble satt ut fisk. Se **tabell 1** for gruppestørrelser.



Figur 3. Tid på dagen når radiomerket vinterstøing ($n = 32$) passerte fiskesperra i Driva i 2017. De grå områdene viser soloppgang og solnedgang, mens den svarte bakgrunnen viser natt. Tidligste og seneste solnedgang og soloppgang i perioden fisken passerte sperra (15.-28. mai) definerer bredden på de grå feltene.



Bilde 13 og 14. Fiskesperra i Driva 14. mai (øverst) og 19. mai 2017 (nederst). Vannføringen målt i Grensehølen var henholdsvis 23 og 133 m/s når bildene ble tatt. Foto: Michael Puffer.

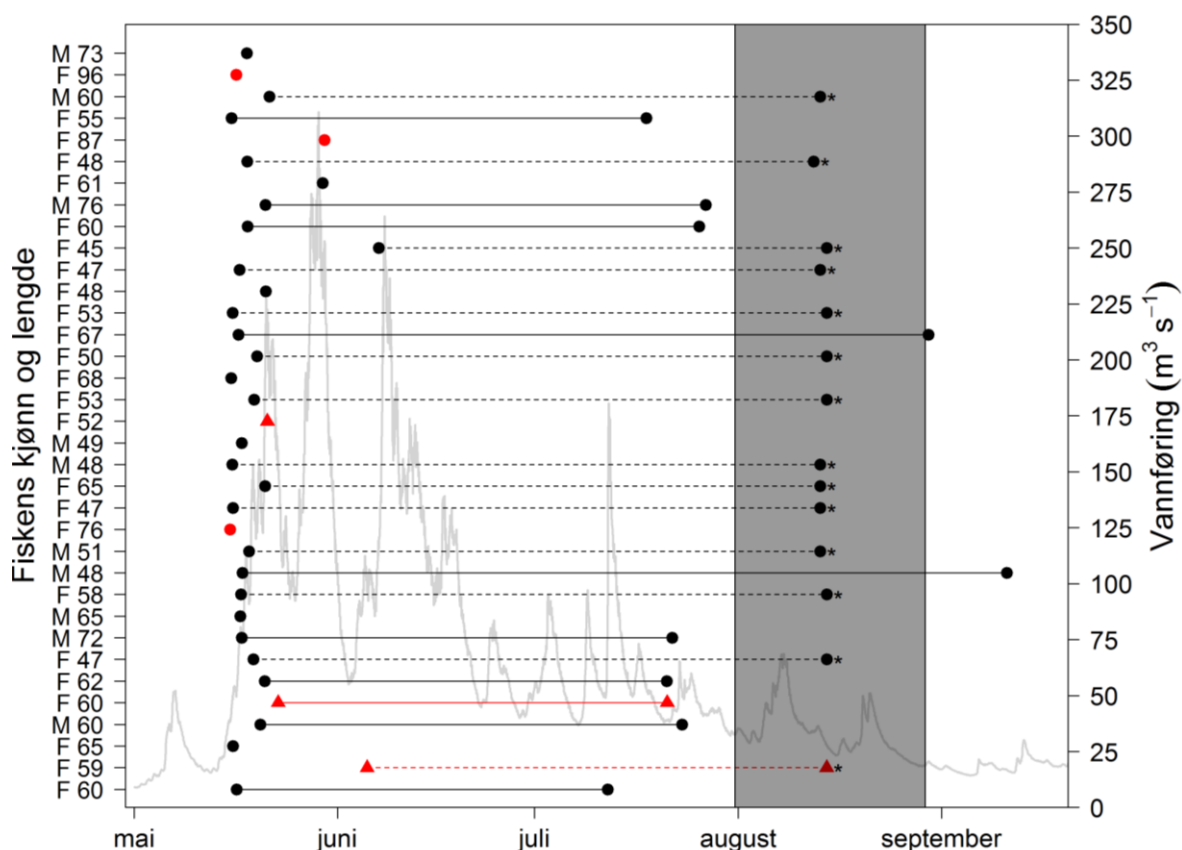
4.1.2 Tilbakevandring

Av de 32 støingene og tre referansefiskene som gikk ut av elva våren 2017, returnerte 24 (69 %) i løpet av sommeren og høsten (**figur 4**). Tilbakevandringssprosent for sjørret og laks var henholdsvis 76 og 33 % (22 av 29 og to av seks). Av de 22 returnerende sjørretene vandret 18 (82 %) helt opp til fiskesperra, mens fire (18 %) enten stoppet oppvandringen ($n = 3$) eller ble gjenfanget og avlivet ($n = 1$) før de kom så langt. To av de som vandret opp til sperra ble gjenfanget i fisketrappa, mens én hoppet ut av trappa og døde. Én av de som ble gjenfanget i trappa ble fraktet til Romfo bru og gjenutsatt der, mens radiosenderen til den andre fjernet på grunn av at den ikke satt som den skulle på fisken. Fisken som ble gjenutsatt på Romfo ble senere aldri registrert. Mulige forklaringer på de manglende registreringene er at senderen sluttet å fungere, fisken har stått så utilgjengelig til at den ikke ble funnet ved manuell peiling, eller at den har blitt fjernet fra elva av rovdyr eller åtseletere. Ingen av laksene som ble merket og gjenutsatt ovenfor sperra returnerte til elva etter sjøoppholdet, men to av referansefiskene (to hunnlakser på 59 og 60 cm) returnerte helt opp til fiskesperra. Den tredje referansefisken ble gjenfanget ved aluminiumsverket nært utløpet av elva 1. september, 103 dager etter at den forlot elva.

Det var ingen forskjell i lengde på tilbakevandrende sjørret (median 54 cm, variasjonsbredde 45-76) og ørret som ble værende i sjøen (median 65 cm, variasjonsbredde 48-73, Mann-Whitney U test, $W = 46,5$, $p = 0,12$). Det var heller ingen forskjell i andel av hunnfisk som returnerte (15 av 19, 79 %) sammenlignet med hannfisk (7 av 10, 70 %, Fisher's exact test, $p = 0,66$).

Tilbakevandrende sjørret ankom elva i perioden 12. juli til 10. september, hvorav sju fisk ankom i juli, 14 i august og én i september (**figur 4**). Dessverre var ikke de to nederste stasjonene operative i mesteparten av august (se materiale og metoder for datoer) slik at eksakt ankomsttidspunkt er ukjent for fisk som ankom i denne perioden. Sjøoppholdstid for sjørret med sikre registreringer på nederste stasjon både når de forlot elva om våren og returnerte om sommeren ($n = 9$) var median 66 døgn (variasjonsbredde 57-116, SD 21). Inkluderes fisk med estimert returtidspunkt i august ($n = 13$) var gjennomsnittlig sjøoppholdstid for sjørret 81 døgn (variasjonsbredde 57-116, SD 15). De to returnerende laksene ankom elva i juli og august etter å ha oppholdt seg i sjøen i 59 og 70 (estimert) dager (**figur 4**).

Sjørret som beviselig ($n = 7$) eller potensielt ($n = 1$) kunne ha oppholdt seg mindre enn 70 døgn i sjøen før tilbakevandring, var lengre (median 60 cm, variasjonsbredde 45-76) enn de som var 70 dager eller mer i sjøen før retur (median 50 cm, variasjonsbredde 47-67, $n = 14$, Mann-Whitney U test, $W = 27,5$, $p = 0,05$). Kjønnfordelingen var ikke forskjellig mellom de som oppholdt seg mindre enn 70 døgn i sjøen (71 % hunnfisk) og de som oppholdt seg 70 døgn eller mer i sjøen (63 % hunnfisk, Fisher's exact test, $p = 1,0$). Det var heller ikke slik at fisk som var mindre enn 70 døgn i sjøen forlot elva senere på året (median 138 dager etter 1. januar) enn de som var 70 døgn eller mer i sjøen (median 136 dager etter 1. januar, Mann-Whitney U test, $W = 44$, $p = 0,44$).



Figur 4. Oppholdstid i sjøen før tilbakevandring hos laks og sjøørret i Driva som ble merket med radiosendere i 2017. Tidspunkt for når de forlot elva om våren og returnerte om sommeren (passerte nederste stasjon, L1) er vist som svarte (sjøørret) eller røde (laks) punkter (fisk satt ut ovenfor fiske-sperra), eller som trekanter (referansecfisk). Lengden på linjen mellom punktene viser hvor lenge de var i sjøen. Det mørke feltet viser en periode der loggestasjonene ikke var operative, og lengden på sjøoppholdet for fisk som returnerte i denne perioden er derfor usikkert og vist som en prikkete linje. Returtidspunkt for disse fiskene er satt som midtpunktet i denne perioden, eller midtpunktet fra når loggestasjonene ble slått av til første registrering på en stasjon hvis sistnevnte skjedde før nederste stasjon ble slått på igjen (de forskjellige stasjonene ble startet på ulike tidspunkt).

4.2 Delprosjekt B: Oppvandring og fordeling hos sjørret satt ut ovenfor fiskesperra

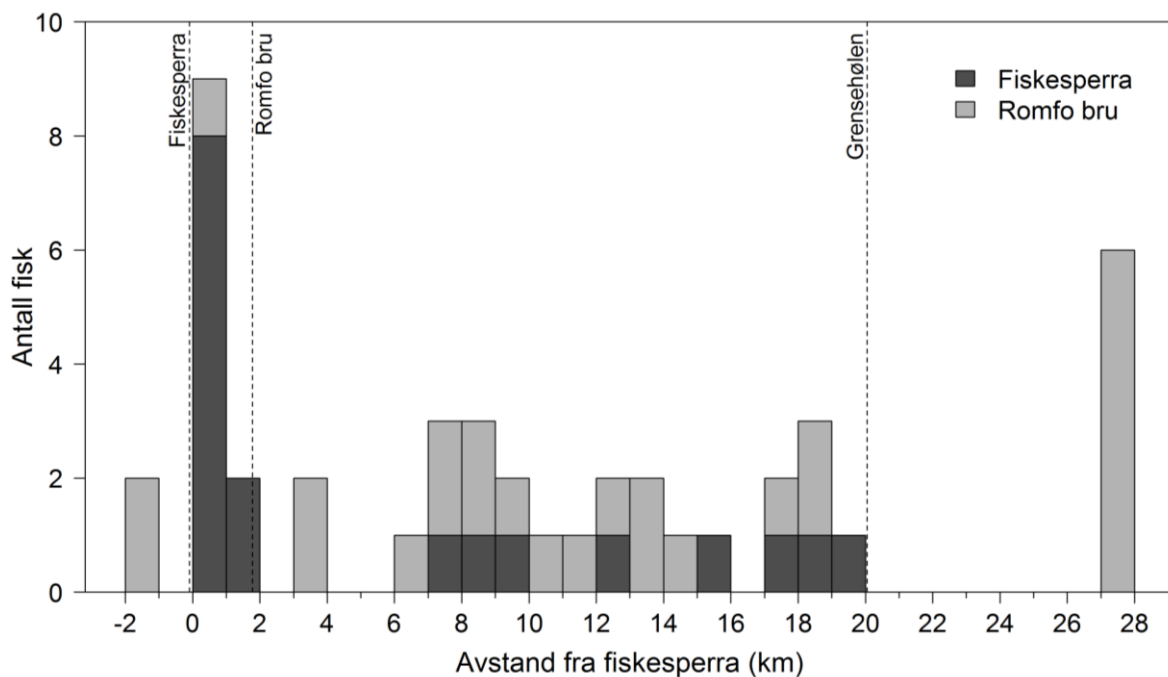
4.2.1 Posisjon i gytetida

Ved antatt gytetidspunkt (20. oktober) var all oppvandrende fisk ($n = 44$) fortsatt i elva. Av de 44 sto to ved Nisja nedenfor fiskesperra (de passerte sperra på vei ned 22. september og 3. oktober), åtte sto i kulpen ovenfor sperra (sju var satt ut på sperra og én ved Romfo bru), fem sto nært utsettingsstedene 0,8-3,5 km oppstrøms sperra, mens mesteparten ($n = 23$) sto relativt jevnt fordelt på strekningen fra Ratet og opp til Grensehølen (6-20 km ovenfor sperra, **figur 5 og 6**). Det sto også en gruppe med fisk ($n = 6$) ved Detlia ovenfor Grensehølen (27,6 km ovenfor sperra, **figur 5 og 6**). I tillegg hadde tre fisk vandret oppstrøms Grensehølen for så å returnere nedstrøms før den manuelle peilingen ble utført 20. oktober, og én fisk passerte Grensehølen så sent som 14. november før den returnerte nedstrøms 20. november. Ettersom det ikke ble utført noen manuelle peilinger da de sistnevnte fiskene befant seg ovenfor Grensehølen er det ukjent hvor langt oppstrøms de vandret før de returnerte. Etter utsetting tok det median 8,2 døgn (variasjonsbredde 1,3-57, SD 16,9, $n = 11$) før fisken ankom Grensehølen (**figur 7**). Vannføringen etter at første gruppe med fisk ble satt ut (11. september) til slutten av studieperioden (21. november) var relativt lav og varierte mellom 9 og 37 m³/s (**figur 7**). Vanntemperaturen holdt seg mellom 6,7-9,6 °C i september før den sank kraftig i starten av oktober og holdt seg for det meste under 5 °C frem til slutten av studieperioden (**figur 7**). Lengste registrerte avstand oppstrøms fra utsettingssted i løpet av studieperioden var median 7,9 km (variasjonsbredde 0-25,8, SD 9,0, **figur 8**). Det var en tendens til at fisk som ble satt ut ved Romfo vandret lengre oppstrøms fra utsettingsstedet (median 10,0 km, variasjonsbredde 0-25,8) enn de satt ut ved fiskesperra (median 1,1 km, variasjonsbredde 0-20,1, Mann-Whiney U test, $W = 157$, $p = 0,07$, **figur 5**). Det var ingen forskjell i lengste registrerte vandringslengde mellom hann og hunnfisk (Mann-Whitney U test, $W = 229$, $p = 0,91$) eller for fisk satt ut til ulike tidspunkt (Kruskal Wallis H test, $H = 1,1$, $p = 0,57$, **figur 8**). Fiskens lengde påvirket heller ikke hvor langt oppstrøms de vandret (Spearman rank korrelasjon test, $r_s = 0,24$, $p = 0,12$).

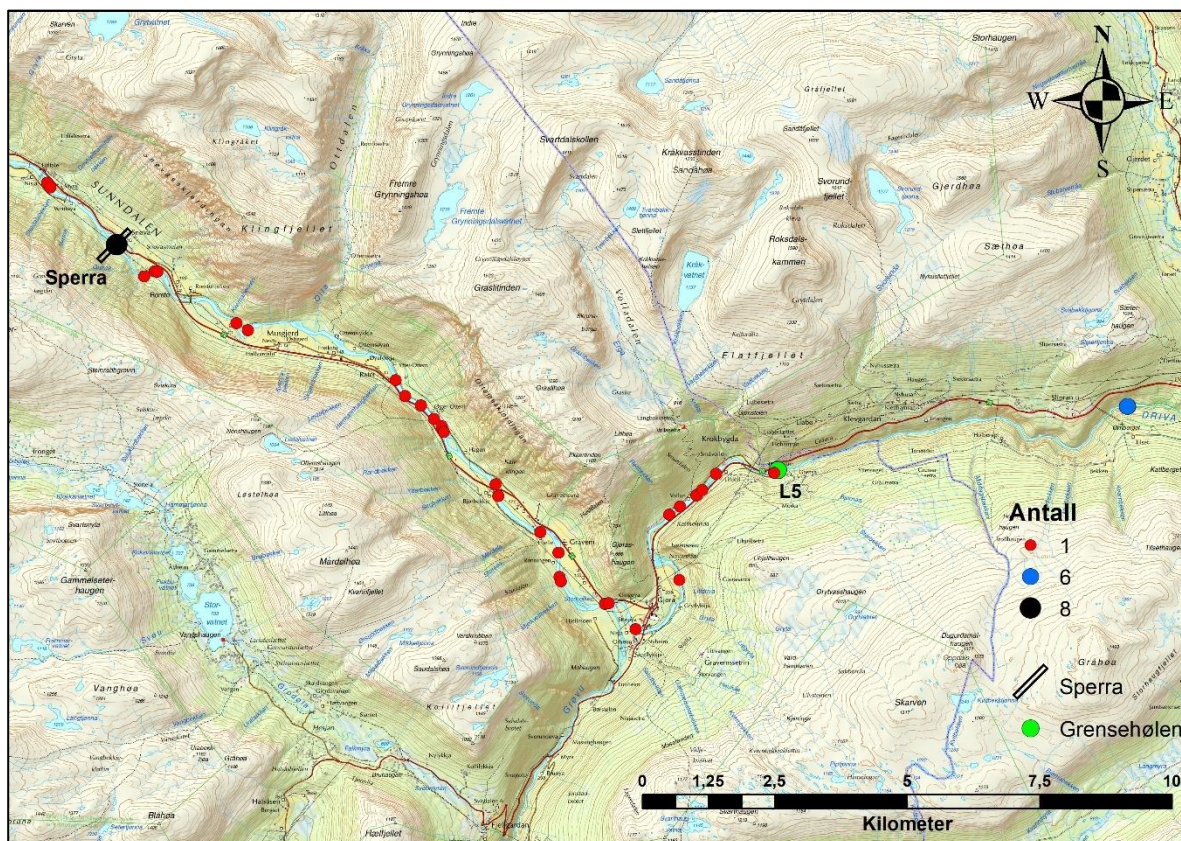
4.2.2 Status ved slutten av studieperioden og passering av fiskesperra

Ved siste nedlasting av data fra loggestasjonene 21. november sto fortsatt fem fisk ovenfor Grensehølen, 26 sto mellom Grensehølen og fiskesperra, seks sto i kulpen ovenfor sperra og sju hadde passert sperra. Av de sistnevnte sju var det påvist oppstrøms bevegelse hos én fisk som sto mellom sperra og Elverhøy (L2), én hadde beveget seg oppstrøms i elva før den passerte nederste loggestasjon (L1) og gikk deretter trolig ut av elva, og én sto i elva mellom Elverhøy og nederste loggestasjon. Alle disse tre hadde trolig overlevd passering av sperra siden de enten hadde gått oppstrøms i elva eller vandret lengre nedstrøms enn den lengste drivlengden hos dødfisk sluppet på sperra (9,4 km). De siste fire som passerte sperra var ikke registrert på noen loggestasjoner etter passering og sto trolig et sted mellom fiskesperra og Elverhøy, men skjebnen til disse er usikker siden det ikke ble påvist at de vandret lengre nedstrøms enn lengste drivlengde hos dødfisk før prosjektet ble avsluttet. Merk at vi ikke vet hvor på strekningen mellom to loggestasjoner fisken oppholdt seg på slutten av studieperioden siden det ikke var noen sluttpeiling. Derfor kan fisken potensielt være fjernet fra elva av for eksempel rovdyr eller åtselere uten at det ble oppdaget.

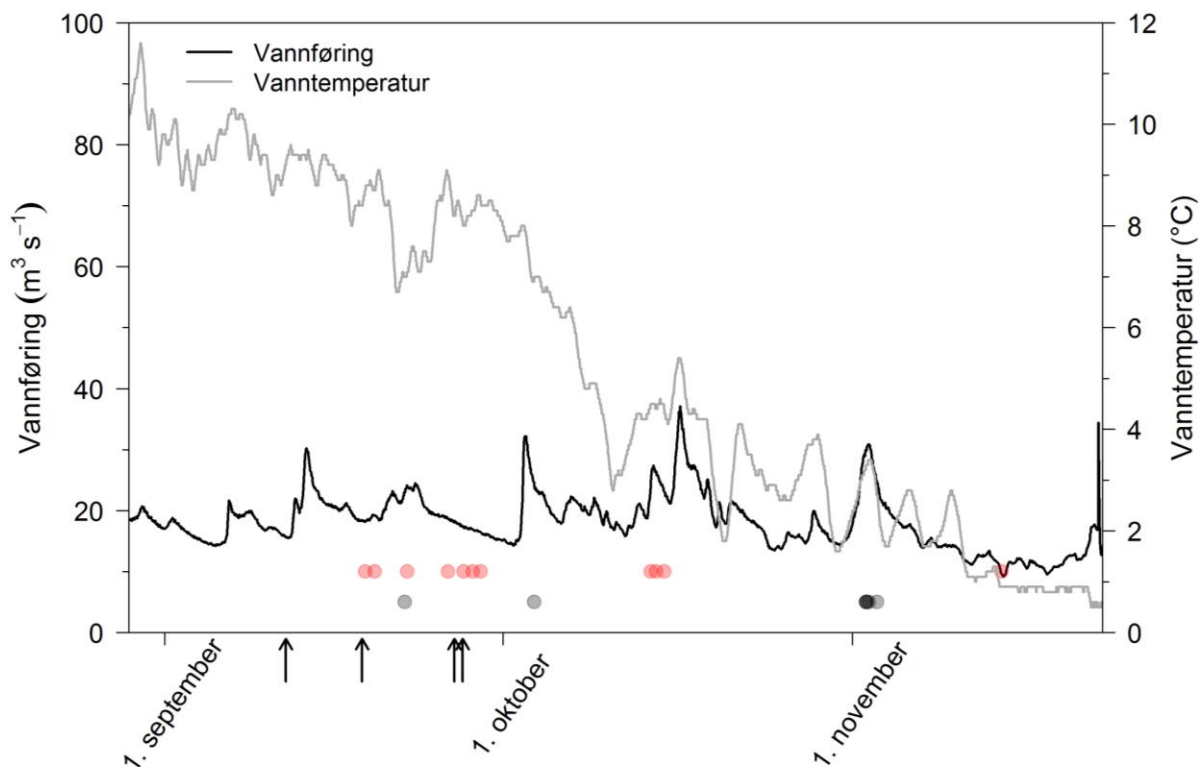
Fire av de sju som passerte fiskesperra var satt ut i kulpen rett ovenfor sperra. Av disse hadde to gått oppstrøms og ut av rekkevidden til antennene ved sperra (~4-500 m) i korte perioder før de passerte, mens de to siste sto i kulpen ovenfor sperra helt til de passerte. Alle fire passerte 2. november 45 døgn etter utsetting (**figur 7**). De gjenværende tre som passerte fiskesperra var satt ut på Romfo bru og oppholdt seg i kulpen ovenfor sperra i 0,3, 1,2 og 1,8 døgn før de passerte (henholdsvis 11, 37 og 22 døgn etter utsetting, **figur 7**). Median vannføring var 30 m³/s (variasjonsbredde 23-31, SD 3) og median vanntemperatur 3,3 °C (variasjonsbredde 2,7-7,0, SD 2) når de sju passerte sperra.



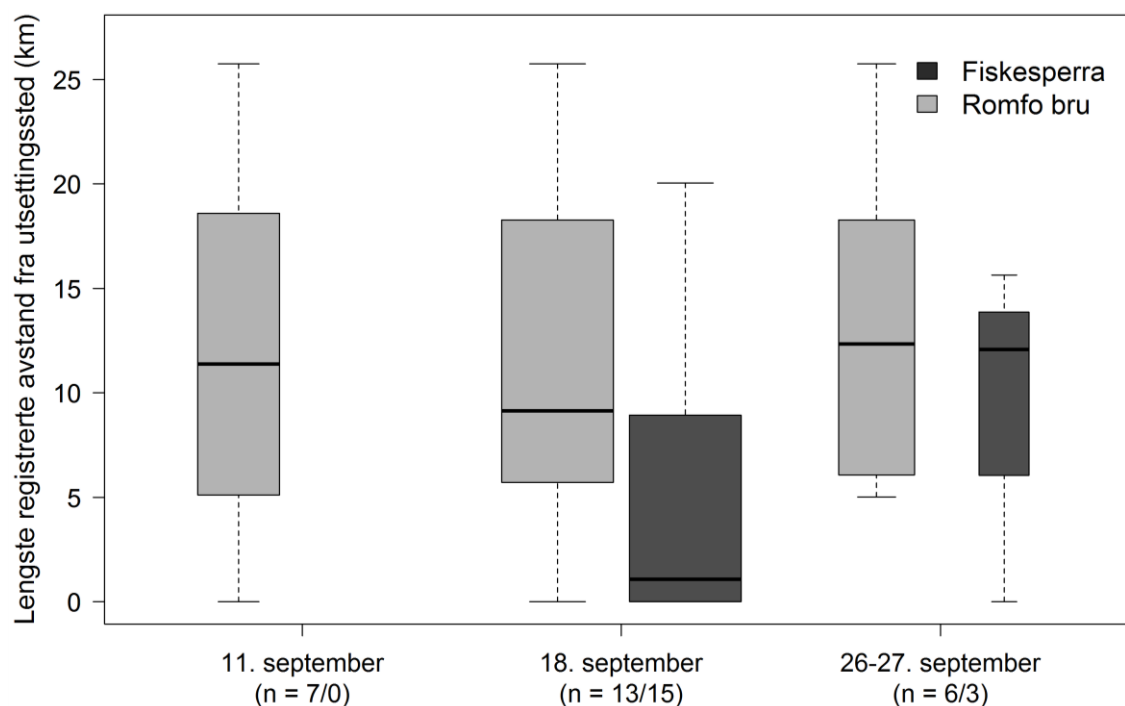
Figur 5. Avstand (km) fra fiskesperra til posisjon hos merket sjørret i Driva i 2017 i antatt gyteperiode (20. oktober), for fisk satt ut henholdsvis rett oppstrøms fiskesperra (svarte søyler) og ved Romfo bru (grå søyler). Avstand fra sperra til utsettingsstedene og Grensehølen er markert med stiplede linjer.



Figur 6. Posisjon for merket sjørret i Driva i 2017 i antatt gyteperiode (20. oktober). Punktenes størrelse og farge angir hvor mange fisk som ble funnet på de ulike stedene. Fiskesperra og loggestasjonen i Grensehølen (L5) er også markert. Bakgrunnskartet er lastet ned fra www.geonorge.no.



Figur 7. Tidspunkt for når fisk merket i Driva i 2017 passerte Grensehølen (røde punkter, $n = 11$) og fiskesperra (svarte punkter, $n = 7$). Passeringstidspunktet er vist for hver enkelt fisk som et gjennom-siktig punkt, slik at dess flere som passerte samtidig dess mørkere er punktene. Vannføring og temperatur er vist med en henholdsvis svart og grå linje. Pilene viser når gruppene med fisk ble satt ut.



Figur 8. Lengste registrerte oppstrøms avstand fra utsetningssted for fisk satt ut i Driva ved fiskesperra (svarte bokser) og Romfo bru (grå bokser) til ulike tidspunkt i 2017. Bredden på boksene er proporsjonale med kvadratroten av antall utsatte fisk i hver gruppe. Antall fisk i hver utsetningsgruppe er vist som $n = \text{Romfo bru/fiskesperra}$. Fisk satt ut 26. og 27. september ($n = \text{henholdsvis 6 og 3}$) er slått sammen til én gruppe.

5 Diskusjon

5.1 Delprosjekt A: Nedvandring forbi fiskesperra hos vinterstøing

All radiomerket vinterstøing passerte fiskesperra og vandret deretter ut til sjøen. De overlevde dermed trolig passeringen, til tross for at sperra ikke var konstruert med noen løsninger som skulle lette nedvandring hos fisk. Høy overlevelse forbi sperra ble i tillegg bekreftet av at så mye som 72 % av fiskene returnerte til elva eller ble gjenfanget i Sunndalsfjorden i løpet av sommeren og høsten. Basert på resultatene i denne undersøkelsen ser det altså ut til at dødeligheten for støing som passerte sperra var lav. Funn av umerket død støing på rista (Grytnes entreprenør AS, ubekreftet informasjon) tyder imidlertid på at sperra kan forårsake en viss dødelighet. Opphopning av trær, greiner og annet materiale på rista gjorde at de observerte fiskene døde etter å ha blitt sittende fast idet de prøvde å passere sperra. I den perioden da flest radiomerket fisk passerte (15.-17. mai) var det også noe opphoping av materiale på rista, og deler av rista var tørrlagt. Dette kan ha ført til skjelltap og andre subletale effekter. Jevnlig rensing av rista vil trolig redusere dødeligheten for nedvandrende støinger. Vinteren 2018 vil en ny rist uten tverrgående stag og med større lysåpninger (8 cm) erstatte rista som ble brukt når denne undersøkelsen ble utført. Hvordan disse endringene vil påvirke nedvandring forbi fiskesperra hos vinterstøing i fremtiden er ukjent.

Høy overlevelse ved passering av sperra ble oppnådd til tross for at fisken på forhånd var utsatt for ekstrabelastinger ved å bli fanget på sportsfiskeutstyr og radiomerket. Effekter av fang og slipp på sjørret er lite undersøkt, men det er godt dokumentert at fang og slipp kan føre til fysiologiske forstyrrelser og noen ganger forsinket dødelighet hos laks (for eksempel Wilkie mfl. 1996, Anderson mfl. 1998, Havn mfl. 2015). Selv om støinger av laks har opptil 70 % energitap fra de går opp i elva til gytingen er fullført (Jonsson mfl. 1997, Jonsson & Jonsson 2003), er overlevelsen etter fang og slipp høy (Halttunen mfl. 2010). Resultatene i denne undersøkelsen kan tyde på at støinger av sjørret er tilsvarende robuste mot fang og slipp.

For at støinger i dette studiet skulle bli vurdert til å ha overlevd passering av sperra, var kriteriet at de vandret lengre nedstrøms enn lengste drivlengde hos død fisk sluppet på sperra (9,4 km nedstrøms). Denne drivlengden er mest representativ for fisk som døde umiddelbart ved passering. Fisk som eventuelt ble dødelig skadet og døde et stykke nedenfor sperra kan derfor drive lengre. Det er gjort få undersøkelser av hvor langt død fisk driver nedstrøms i elver, men det er vist at død blankål i en kanalisert elv drev over 30 km (Havn mfl. 2017). Imidlertid ble dødfisken med lengst drivavstand sluppet ved en vannføring på 127 m³/s, og de som ble sluppet på lavere vannføringer drev betydelig kortere. Tatt i betraktning at de fleste fiskene passerte sperra på lavere vannføringer enn 127 m³/s, og at avstanden mellom sperra og elvemunningen er 25 km, er det lite trolig at noen av de merka fiskene døde og drev ut av elva.

Merkestudier i Altaelva viser at energistatus hos støinger av laks kan være en bestemmende faktor for når de velger å vandre ut til sjøen etter gyting (Halttunen mfl. 2013). Fisk som er i god kondisjon etter gytingen har tilstrekkelige energilagre til å klare seg i elva gjennom vinteren. I elva er det lite mat, men energiforbruket er mindre enn i sjøen fordi det er kaldere, samtidig som det er lite predasjon. Fisk med små energilagre etter gyting (ofte stor hannlaks) som trolig ikke kan overleve vinteren i elva uten å spise, er tvunget til å gå ut i sjøen rett etter gyting for å finne mat. Utvandringstidspunktet om våren er trolig tilpasset til at fisken når sjøen når produksjonen av næringsdyr er økende. I tillegg ser det ut til at fiskene går ut når temperatur og fysiologisk kostnad i elva overstiger temperatur og kostnad i sjøen. En eventuell forsinkelse under utvandring kan derfor redusere overlevelse og vekst hos støinger.

Det er usikkert i hvor stor grad vinterstøinger i Driva ble forsinket som følge av fiskesperra under utvandring våren 2017. Median tidsforbruk fra fangst og merking oppstrøms sperra til passering av sperra var ni døgn, og median 92 % av tiden fra merking til de forlot elva ble tilbragt ovenfor sperra. Siden mesteparten av fiskene ble merket i kulpen rett oppstrøms sperra er det vanskelig å si om denne tilsynelatende forsinkelsen skyldes at fisken hadde problemer med å passere

sperra, eller om effekter av fangst og merking gjorde at fiskene ble stående en stund før de passerte. Det er tidligere vist at gjenutsatt og radiomerket laksestøing forsinkes i nedvandringen (Halttunen mfl. 2010). Hadde merkingen foregått lengre oppstrøms kunne man antatt at fiskene hadde gjenopptatt vandringen og var klar for å passere sperra i det de ankom. Imidlertid er den store kulpen oppstrøms sperra en velegnet plass å oppholde seg for vinterstøing, slik at en eventuell forsinkelse også for fisk som er merket lengre oppstrøms kan kun være en naturlig pause i utvandringen. Observasjoner av støinger som gjorde gjentatte forsøk på å passere sperra uten å lykkes (Morten Kraabøl, pers. medd.) tyder imidlertid på at fiskene ble forsinket til en viss grad, spesielt på lave vannføringer da det gikk lite vann over sperreterskelen.

Totalt vandret 76 % av sjørretene tilbake til elva i løpet av sommeren og høsten. Dette er høyere eller på samme nivå som de fleste andre undersøkelser av sjøoverlevelse og tilbakevandring hos sjørret (Thorstad et al. 2016). Noen sjørreter kan bli igjen i sjøen om vinteren, slik at den faktiske overlevelsen kunne også ha vært høyere enn 76 %. Ingen av laksene som ble merket ovenfor sperra returnerte, men to av referansefiskene vandret tilbake til elva, slik at andelen laks som vandret tilbake etter bare noen måneder i sjøen var 33 %. Den store andelen av tilbakevandrende fisk tyder på at flergangsgytere utgjør en stor andel av sjørretbestanden i Driva, og tydeliggjør samtidig viktigheten av at støinger overlever passeringen av sperra. Flergangsgytere fungerer som en sikkerhet for bestanden hvis noe skulle skje med ungfiskbestanden i elva. I tillegg kan de stå for en uforholdsmessig stor andel av eggdeponeringen i en elv sammenlignet med førstegangsgytere, siden flergangsgytere som regel er mye større (Moore mfl. 1995). Den store størrelsen gjør dem også attraktive for sportsfiske.

De fleste tilbakevandrende sjørretene ankom elva i juli og august etter å ha oppholdt seg i gjennomsnitt 81 dager (variasjonsbredde 57-116) i sjøen. Eksakt ankomsttidspunkt for fisk som returnerte i august er ukjent siden den nederste loggestasjonen ikke var operativ i den perioden, og oppholdstid i sjøen måtte derfor estimeres for disse fiskene. Tidligere merkestudier i Driva viste at sjørret som går ut av elva om våren hadde et gjennomsnittlig sjøopphold på 81 og 84 dager før de returnerte (Bremset mfl. 2017). Sammenlignet med noen sjørretbestander i Norge, Danmark og Skottland ser det ut til at flergangsgytere i Driva har et relativt kort sjøopphold (Thorstad mfl. 2016).

5.2 Delprosjekt B: Oppvandring og fordeling hos sjørret satt ut ovenfor fiskesperra

Etter utsetting ved fiskesperra og Romfo bru vandret mesteparten av sjørreten oppstrøms og fordelte seg relativt jevnt på kjente gyteplasser opp til Grensehølen. Lengste oppstrøms posisjon ble registrert hos seks fisk som trolig gytt ved Detlia ovenfor Grensehølen (28 km ovenfor sperra). En del fisk vandret kortere avstander etter utsetting, blant annet en gruppe på åtte fisk som oppholdt seg i området i nærheten av kulpen ved sperra i gytetiden. I tillegg hadde to fisk sluppet seg ned over sperra og gytt sannsynligvis i nærheten av Nisja.

Anadrom strekning i Driva går helt opp til Magalaupet ovenfor Oppdal, 61 km fra fiskesperra. Sett i sammenheng med dette potensialet vandret radiomerket sjørret relativt kort. Lengste registrerte posisjon oppstrøms utsettingsstedet var median 8 km (variasjonsbredde 0-25). Driva er ei stri elv med hele 580 høydemeter fra sjøen opp til Magalaupet. Enkelte strykpartier i Gråura har vist seg å forsinke oppgangen av fisk ved bestemte vannføringer (Einvik 1982). Egnede vannføring for passering av ulike vandringshinder varierer en del, og det kan derfor ta lang tid å vandre gjennom et vassdragsavsnitt siden fisken er avhengig av et visst spekter av vannføringer (Jensen mfl. 2005). Forklaringen på hvorfor radiomerket fisk tilsynelatende hadde korte vandring kan være at fiskene ble satt ut sent i oppvandringssesongen (siste halvdel av september), samt at vannføringen var lav og varierte lite frem til gyting. Lave vanntemperaturer etter utsetting kan også ha bidratt til å redusere vandringsavstandene, siden vanntemperaturer under 5-6 °C gjør det vanskelig å passere selv små vandringshindre (Jackson & Howie 1967, Ovidio & Philippart 2002). For at fisk skal kunne passere større hindre må det i noen tilfeller være varmere, som for

eksempel i Vefsna hvor temperaturen må være 8 °C eller høyere for at laks skal kunne passere det ti meter høye fallet i Forsjordfossen (Jensen mfl. 1989).

Det er vist at fang og slipp kan føre til forsinkelser i oppvandring (Thorstad mfl. 2007, Havn mfl. 2015) og muligens redusere vandringsavstand hos laks (Lennox mfl. 2015). I 2017 var ikke fasilitetene ved fangsthuset på fiskesperra i orden, slik at fisken måtte transporteres til det gamle klekkeriet på Vermøy for saltbehandling. Gjentatt håndtering og transport av sjørreten fører trolig til påvirkninger som ligner de ved fang og slipp, og kan ha vært en medvirkende årsak til de korte vandringsavstandene. Imidlertid er det registrert en historisk lav tetthet av ungfisk på strekninger av vassdraget ovenfor Oppdal de siste 10-15 årene (Solem mfl. 2018), noe som kan tyde på at det har vært få gytefisk som har vandret så langt opp i elva i denne perioden. Over halvparten av anadrom strekning i Drivavassdraget ligger i Oppdal kommune. For å utnytte mer av oppvekstområdene i elva anbefales det derfor at noe av fisken som skal flyttes over fiskesperra i fremtidige år settes ut ovenfor Gråura. Hvis genetiske analyser av ørretbestanden i vassdraget påviser forskjeller mellom vassdragsavsnitt (pågående undersøkelser, se Karlson mfl. 2018), bør imidlertid ikke en slik oppflytting forekomme før fisken er genetisk karakterisert til å tilhøre det området den flyttes opp til. Resultatene viste at fisk satt ut på Romfo gikk lengre oppstrøms enn de som ble satt ut ved fiskesperra. Flytting av fisk et stykke oppstrøms sperra kan dermed bidra til en bedre fordeling av gytefisk over et større område.

Ved avslutning av undersøkelsene 21. november 2017 var fordelingen av radiomerket sjørret omtrent lik som ved gyting, og 37 av 44 fisk (84 %) oppholdt seg fortsatt oppstrøms sperra. Den store andelen fisk oppstrøms sperra i slutten av november kan tyde på at mange velger å overvintrere i elva og at de muligens passerer sperra først om våren. Av de sju som hadde passert sperra ble tre definert til å ha overlevd passeringen (to viste oppstrøms bevegelser etter passering og én hadde gått ut av elva), mens skjebnen var usikker for de øvrige fire fiskene. For å svare mer presist på hva som skjedde med fisk som passerte sperra om høsten, er det nødvendig å samle inn data over en lengre tidsperiode og bruke sendere med lengre batteriliv enn i denne undersøkelsen.

6 Referanser

- Anderson, W.G., Booth, R., Beddow, T.A., McKinley, S., Finstad, B., Økland, F. & Scruton, D. 1998. Remote monitoring of heart rate as a measure of recovery in angled Atlantic salmon, *Salmo salar* (L.). *Hydrobiologia* 371/372, 233-240.
- Arnekleiv, J.V., Kraabøl, M. & Museth, J. 2007. Efforts to aid downstream migrating brown trout (*Salmo trutta* L.) kelts and smolts passing a hydroelectric dam and a spillway. *Hydrobiologia* 582, 5-15.
- Bremset, G., Urke, H.A., Solem, Ø., Kjøsnes, A.J., Kristensen, T. & Ulvund, J.B. 2017. Studier av vandring hos sjøaure fra Driva. Vandringsmønster i elv og sjø i perioden 2009-2011. NINA Rapport 1253. Norsk institutt for naturforskning.
- Core Team, R. 2016. R: A Language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Wien, Østerrike. URL: <https://www.R-project.org/>.
- Einvik, K. 1982. Fiskeriundersøkelser i 10 års vernede vassdrag. Sluttrapport. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Trondheim. 206 sider.
- Gaarder, J.E. 2014. Fiskesperre i Driva – teknisk plan 2014 (revisjon 04). Sweco rapport, 197 sider.
- Gjøvik, J.A. 1981. Undersøkelser av laks- og sjøaurefisket i Gaula og Driva 1979 og 1980. Fiskerikonsulenten i Midt-Norge, 73 sider + vedlegg.
- Halttunen, E., Rikardsen, A.H., Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Jensen, J.L.A. & Aas, Ø. 2010. Impact of catch-and-release practices on behavior and mortality of Atlantic salmon kelts. *Fisheries research* 105, 141-147.
- Halttunen, E., Jensen, J.L.A., Næsje, T.F., Davidsen, J.G., Thorstad, E.B., Chittenden, C.M., Hamel, S., Primicerio, R., & Rikardsen, A.H. 2013. State-dependent migratory timing of postspawned Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 70, 1063-1071.
- Havn, T.B., Uglem, I., Solem, Ø., Cooke, S.J., Whoriskey, F.G. & Thorstad, E.B. 2015. The effect of catch-and-release angling at high water temperatures on behaviour and survival of Atlantic salmon *Salmo salar* during spawning migration. *Journal of Fish Biology* 87, 342-359.
- Havn, T.B., Økland, F., Teichert, M.A.K., Heermann, L., Borcharding, J., Sæther, S.A., Tamberts, M., Diserud, O.H. & Thorstad, E.B. 2017. Movements of dead fish in rivers. *Animal Biotelemetry* 5:7, 1-9.
- Jackson, P.A. & Howie, D.I.D. 1967. The movement of salmon (*Salmo salar*) through and eustary and a fish pass. *Irish Fisheries Investigations Serie A-2*, 1-28.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Hansen, L.P. 1989. Effect of river flow and water temperature on the upstream migration of adult Atlantic salmon *Salmo salar* L. in the River Vefsna, northern Norway. *Proceedings of the Second International Symposium on Salmonid Migration and Distribution* (redaktører E. Brannon & B. Jonsson), 130-146.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O. & Forseth, T. 2005. Oppvandring av laks i Vefsna. Virkninger av "Muligheter Helgeland". NINA Rapport 59. Norsk institutt for naturforskning.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hansen, L.P. 1997. Changes in proximate composition and estimates of energetic costs during upstream migration and spawning in Atlantic salmon *Salmo salar*. *Journal of Animal Ecology* 66(3), 425-436.
- Jonsson, N. & Jonsson, B. 2003. Energy allocation among developmental stages, age groups, and types of Atlantic salmon (*Salmo salar*) spawners. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 60, 506-516.

- Karlsson, S., Hindar, K., Birkeland Eriksen, L., Saksgård, R. & Solem, Ø. 2018. Genetisk kartlegging av sjøaurebestanden i Drivavassdraget. NINA Rapport under utarbeidelse. Norsk institutt for naturforskning.
- Kraabøl, M., Arnekleiv, J.V., Johnsen, S.I. & Museth, J. 2009. Nedvandring av vinterstøing og smolt av hunderørret ved Hunderfossen kraftverk. Anbefalinger om vannslipp og lukemanøvreringer. NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk notat 2009, 4, 1-18.
- Kraabøl, M., Museth, J., Johnsen, S.I., Skurdal, J. & Dokk, J.G. 2013. Telemetristudier av nedvandrende smolt og utgytt Hunderørret forbi Hunderfossen kraftverk i Gudbrandsdalslågen i 2011 og 2012. NINA Rapport 940. Norsk institutt for naturforskning.
- L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B., Jensen, A.J., Sættem, L.M., Heggberget, T.G., Johnsen, B.O. & Næsje, T.F. 1989. Latitudinal variation in life-history characteristics of sea-run migrant brown trout *Salmo trutta*. Journal of Animal Ecology 58, 525-542.
- 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? Transactions of the American Fisheries Society 144, 400-409.
- Moore, D.S., Chaput, G.J. & Pickard, P.R. 1995. The effect of fisheries on the biological characteristics and survival of mature Atlantic salmon (*Salmo salar*) from the Miramichi River. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 123, 229-247.
- Ovidio, M. & Philippart, J.C. 2002. The impact of small physical obstacles on upstream movements of six species of fish. Hydrobiologia 483, 55-69.
- Solem, Ø., Bremset, G., Aronsen, T., Kraabøl, M., Olstad, K. & Aalbu, F. 2017. Fiskeundersøkelser i Drivavassdraget. Sammenstilling av resultater fra perioden 1977-2015. NINA Rapport 1237. Norsk institutt for naturforskning.
- Solem, Ø., Aalbu, F. & Mo, T.O. 2018. Ungfiskundersøkelser i Drivavassdraget. Årsrapport 2017. NINA Rapport 1417. Norsk institutt for naturforskning.
- Thorstad, E.B., Næsje, T.F. & 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.
- Thorstad, E.B., Todd, C.D., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Vollset, K.W., Halttunen, E., Kålås, S., Uglem, I., Berg, M. & Finstad, B. 2016. Marine life of the sea trout. Marine Biology 163, 47 sider.
- Wilkie, M.P., Davidson, K., Brobbel, M.A., Kieffer, J.D., Booth, R.K. & Bielak, A.T. 1996. Physiology and survival of wild Atlantic salmon following angling in warm summer waters. Transactions of the American Fisheries Society 125, 572-580.
- Økland, F., Erkinaro, J., Moen, K., Niemelä, E., Fiske, P., McKinley, R.S. & Thorstad, E.B. 2001. Return migration of Atlantic Salmon in the River Tana: phases of migratory behaviour. Journal of Fish Biology 59, 862-874.

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

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

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

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-3145-9

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovudkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger