

805 Atferd hos rømt oppdrettslaks i Sunndalsfjorden

NINA Rapport

Øyvind Solem, Richard Hedger, Henning A. Urke, Torstein Kristensen, Finn Økland, Eva Ulvan & Ingebrigt Uglem



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs 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. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. 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.

Atferd hos rømt oppdrettslaks i Sunndalsfjorden

Øyvind Solem^a
Richard Hedger^a
Henning Andre Urke^b
Torstein Kristensen^b
Finn Økland^a
Eva Ulvan^a
Ingebrigt Uglem^a



^a Norsk institutt for naturforskning



^b Norsk institutt for vannforskning

Solem, Ø., Hedger, R., Urke, H.A., Kristensen, T., Økland, F., Ulvan, E. & Uglem, I. 2012. Atferd hos rømt oppdrettslaks i Sunndalsfjorden - NINA Rapport 805, 23 sider.

Trondheim, mars 2012

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2400-0

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Norunn S. Myklebust

KVALITETSSIKRET AV

Eli Kvingedal

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Kjetil Hindar (sign.)

OPPDRAGSGIVER(E)

Fiskeridirektoratet og Direktoratet for naturforvaltning

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Jens Christian Holm (Fiskeridirektoratet)

Raoul Bierach (Direktoratet for naturforvaltning)

FORSIDEBILDE

Eva Ulvan og Øyvind Solem, NINA

NØKKEWORD

Norge, Møre og Romsdal, Sunndalsfjorden,
Atlantisk laks, *Salmo salar*, oppdrettsfisk,
rømming, overlevelse, forflytning,
telemetry, akustiske sendere

KEY WORDS

Norway, Møre og Romsdal, Sunndalsfjorden,
Atlantic salmon, *Salmo salar*, farmed fish,
escape, survival, movements,
telemetry, acoustic transmitters

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

NINA Lillehammer

Fakkeltgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

Sammendrag

Solem, Ø., Hedger, R., Urke, H.A, Kristensen, T., Økland, F., Ulvan, E. & Uglem, I. 2012. Atferd hos rømt oppdrettslaks i Sunndalsfjorden - NINA Rapport 805, 23 sider.

Hensikten med prosjektet var å undersøke overlevelse, spredning, vandringsmønster og eventuell oppvandring i elver i Sunndalsfjorden hos voksen oppdrettslaks (*Salmo salar* L.) etter simultert rømming om vinteren. Dette ble gjort ved å merke laks fra Aqua Gen sitt stamfisk-anlegg i Honnhammervika (lengde: 43,5 - 61,5 cm) med akustiske sendere. I tillegg ble spredning i tid og rom etter rømming undersøkt for å vurdere muligheter for gjenfangst. Studiet fant sted i perioden februar – oktober 2011. En forholdsvis høy andel av den merkede fisken forlot raskt utsettingsstedet etter merking og svømmemønstret tyder på at fisken vandret forholdsvis tilfeldig rundt i fjorden. Det ble registrert en del fisk på lyttebøyer i munningsområdene til lokale elver, men merket fisk ble ikke detektert i elvene. I tillegg til at det i 2011 ikke er registrert finneklipt oppdrettsfisk i fangstene i Driva tyder våre resultater på at det foreløpig ikke har vært noen massiv oppvandring av rømt fisk i elver som følge av rømningsepisoden i fjorden i 2010. Siden fisken som rømte høsten 2010 trolig ikke ville bli kjønnsmoden før høsten 2012, kan det imidlertid ikke utelukkes en viss oppvandring kommende sommer og høst. Den merkede fisken forsvant fra lyttebøyesystemet etter om lag to måneder. Siste registrering for 27 % av fisken var på en av de ytterste lyttebøyene. Siden de ytterste lyttebøyene på langt nær dekket det totale sjøarealet i «utløpene» av fjorden kan det ikke utelukkes at deteksjonsgraden her var lav, og at en betydelig andel av fisken forlot fjorden i løpet av en måned eller to etter utsetting uten å bli detektert. To merkede fisker ble registrert som døde i fjorden og en ble rapportert gjenfanget. Siden dekningsgraden i forhold til totalarealet i fjorden er lav, kan derfor heller ikke en viss dødelighet utelukkes. Den merkede fisken oppholdt seg stort sett på dyp ned mot 10 - 20 meter, med enkelt dykk ned mot 60-80 meter. Siden fisken for en stor del oppholdt seg i de øvre vannmasser spredd utover et ganske stort område, kan det for å effektivisere gjenfangsten være best å bruke garn og kilenot over større områder av fjorden. Bruk av flytegarn må imidlertid veies opp mot de negative konsekvenser som dette kan ha på villfiskbestander av ikke bare laks og sjøaure, men også marine arter. Det samme gjelder bruk av garn i strandsonen.

Øyvind Solem, Richard Hedger, Eva Ulvan & Ingebrigt Uglem, Norsk institutt for Naturforskning, Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim.

Henning Andre Urke & Torstein Kristensen, Norsk institutt for Vannforskning, Postboks 1266 Pirsenteret, 7462 Trondheim.

E-post: oyvind.solem@nina.no

Abstract

Solem, Ø., Hedger, R., Urke, H.A., Kristensen, T., Økland, F., Ulvan, E. & Uglem, I. 2012. Behaviour of escaped farmed Atlantic salmon in Sunndalsfjorden – NINA Report 805, 23 pages.

The objective of this project was to investigate the survival, proliferation, migration and eventual ascent of rivers in Sunndalsfjorden of adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) after simulated escape in winter. This was done by tagging salmon from Aqua Gen's breeding fish plant in Honnhammervika (length: 43.5 -61.5 cm) with acoustic transmitters. In addition, the dispersal over time of simulated escapees was examined to assess the potential for recapture. The study took place during the period of February to October 2011. A relatively high proportion of the tagged fish left the release site quickly with a swimming pattern suggesting that the fish moved relatively randomly in the fjord. We detected a number of fish at receivers at the mouths of local rivers, but tagged fish were not detected in the rivers. In addition to that it is not registered fin cut farmed fish in the catches in river Driva in the season 2011, hence our results suggest that there has not been any large ascent of escaped fish into rivers as a result of the escape event in the fjord in 2010. Given that the fish which escaped in the fall of 2010 would probably not have become sexually mature before the autumn of 2012, it cannot be excluded that some ascent occurred in the upcoming summer and fall. The tagged fish disappeared from the receiver array after about two months. Final detection for 27% of the fish occurred at one of the outermost receivers. Since the outermost receivers did not cover the total sea area in the "mouths" of the fjord, it is possible that the detection rate here was low, and a significant proportion of the fish may have left the fjord in the course of a month or two after release without being detected. Two marked fish were recorded as dead in the fjord and one was reported recaptured. Since the coverage in terms of total area in the fjord is low, additional mortality cannot be ruled out. The tagged fish stayed mostly at depths down to 10-20 meters, with single dives down to 60-80 meters. Since fish for the most part stayed in the upper waters spread over a quite large area, it would be most efficient to use nets and keyway over large areas of the fjord in order to streamline the recapture of fish. The use of flow nets must be weighed against the negative consequences that this may have on wild populations of not only salmon and sea trout, but also marine species. The same applies to the use of gill nets in the coastal zone.

Øyvind Solem, Richard Hedger, Eva Ulvan & Ingebrigt Uglem, Norwegian Institute for Nature Research, Box 5685 Sluppen, 7485 Trondheim, Norway.

Henning Andre Urke & Torstein Kristensen, Norwegian Institute for Water Research, Box 1266 Pirsenteret, 7462 Trondheim, Norway.

E-mail: oyvind.solem@nina.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning.....	7
2 Metoder	9
3 Resultater	14
4 Diskusjon.....	20
5 Referanser	22

Forord

Prosjektet ble finansiert av Fiskeridirektoratet og Direktoratet for naturforvaltning og gjennomført som et samarbeid mellom Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Vi vil rette en stor takk til Aqua Gen AS for godt samarbeid. De stilte velvillig fisk og lokaler til disposisjon i forbindelse med merking. I tillegg bidro de med utplassering av logger på noen av sine anlegg. Vi vil også gjerne takke Marine Harvest Norway AS og Lerøy Hydrotech AS for godt samarbeid i forbindelse med utplassering av loggere på deres oppdrettsanlegg i fjordsystemet. I tillegg vil vi også takke Jo Arve Alfredsen, NTNU, for bistand i feltarbeidet ved tapping av lyttebøyer i mai 2011.

Trondheim, mars 2012

Ingebrigt Uglem
Prosjektleder

1 Innledning

Rømt oppdrettsfisk er en av de største miljøutfordringene som følge av lakseoppdrett. Til tross for at oppdrettsnæringen har brukt store ressurser for å redusere rømning skjer dette fortsatt i stor skala. Totalt ble 260 000 laks rapportert rømt i 2010, mens 370 000 individer er rapportert rømt ved utgangen av 2011 (Fiskeridirektoratet 2012). Den viktigste årsaken til rømning er strukturell svikt (Jensen mfl. 2010). Siden det for 2010 er antatt at 480 000 villaks kom tilbake fra havet er antallet rømt oppdrettslaks betydelig i forhold til størrelsen på den ville laksebestanden i Norge (Anon. 2011). Til tross for at det årlig rømmer høye antall oppdrettslaks er andelen som blir registrert i elvene forbausende lavt. Det er derfor behov for å øke kunnskapen om atferd og bevegelser hos rømt oppdrettslaks i den marine fasen. I tillegg til å bidra til mer viten om laksens skjebne i havet vil denne typen kunnskap også være viktig for å evaluere om og hvordan gjenfangst av rømt laks i sjøen kan effektiviseres. Rømt oppdrettsfisk kan påvirke de ville bestandene negativt gjennom innblanding med villaks med påfølgende redusert tilpasse- ningsdyktighet og overlevelse for avkommet (f. eks. McGinnity mfl. 2004, Naylor mfl. 2005, Hindar mfl. 2006, Skaala mfl. 2006, Ferguson mfl. 2007, Roberge mfl. 2008). Rømt oppdretts- laks kan også spre sykdommer og parasitter til villfisk og kan konkurrere med villfisk om res- surser både i havet og på gyteplassen.

Tidligere forskning har vist at oppdrettslaks ofte spres raskt etter rømning, noe som medfører at potensialet for gjenfangst like i nærheten av anlegg er lavt (Skilbrei mfl. 2010, Chittenden mfl. 2011). Rømt laks kan spre seg over relativt store områder (Hansen 2006, Hansen & Youngson 2010), selv om det også er vist at stor post-smolt rømt om høsten kan oppholde seg i lengre perioder i nærheten av oppdrettsanlegg (Skilbrei 2010a). Rapportert gjenfangst av rømt fisk varierer fra under 1 % for smolt (Skilbrei 2010b) til 79 % for stor fisk simulert rømt på våren (Chittenden mfl. 2011). En forholdsvis høy andel av gjenfangstene blir rapportert fra el- ver (Hansen & Youngson 2010). Gjenfangst, og implisitt også samlet overlevelse etter røm- ning, varierer trolig både med alder og tidspunkt for rømning, samt med hvor anlegget er locali- sert (Hansen 2006, Hansen & Youngson 2010, Skilbrei mfl. 2010, Skilbrei 2010a, b). Det kan også virke som om gjenfangst av merket fisk i forsøksøyemed er betydelig høyere enn gjen- fangst av fisk fra storskala rømninger fra kommersielle anlegg (Skilbrei mfl. 2010). Resultatene fra de publiserte studiene spriker, men det er en klar tendens til at gjenfangst er positivt korre- lert med alder/størrelse ved rømning. Det er også antatt at fisk som rømmer om høsten gjen- fanges i mindre grad enn fisk som rømmer om våren (Hansen 2006), men det er rapportert gjenfangstrater på over 40 % for voksen laks simulert rømt om høsten (Skilbrei & Jørgensen 2010). Det kan også virke som om fisk som rømmer fra anlegg lokalisert ut mot kysten sprer seg over større områder og i mindre grad blir gjenfanget enn fisk som rømmer fra anlegg loka- lisert i fjorder (Hansen 2006, Hansen & Youngson 2010, Skilbrei mfl. 2010, Skilbrei 2010a, b)

Bakgrunnen for dette studiet var at det høsten 2010 ble rapportert om til dels store fangster av laks, både på garn og stang i Sunndalsfjorden. Fisken som ble fanget veide 1 - 1,5 kg og var fettfinneklipt. Etter nærmere undersøkelser viste det seg at fisken stammet fra Aqua Gen sitt stamfiskanlegg ved Honnhammervika i Tingvoll kommune. Det ble etter opptelling i anlegget bekreftet at 50 000 fisk hadde rømt. Gjenfangsten etter denne rømningen var høy og trolig ble det bare på kaianlegget ved Sunndalsøra fanget opp mot 10 - 12 000 laks på stang (Svein Haugen, Sunndal Jeger og Fiskerforening, pers. medd.).

Siden 2009 har det i Sunndalsfjorden blitt gjennomført to prosjekter med akustisk telemetri på voksen sjøaure og smolt av sjøaure, laks og hybrider mellom disse (Urke mfl., submitted). Si-

den det allerede var etablert et loggernettnettverk i fjorden ble det derfor foreslått å bruke dette til også å undersøke spredningen av rømt oppdrettslaks. Det var opprinnelig planlagt å fange fisk fra rømmingen høsten 2010 og merke disse med akustiske sendere for å se på overlevelse, spredning, vandringsmønster og eventuell oppvandring i elver i fjordsystemet. Imidlertid forsvant fisken fra denne rømminga før det ble bevilget midler til prosjektet, og det viste seg derfor å være vanskelig å få tak i fisk. Det ble derfor simulert en ny rømming fra Aqua Gen sitt anlegg ved Honnhammervika.

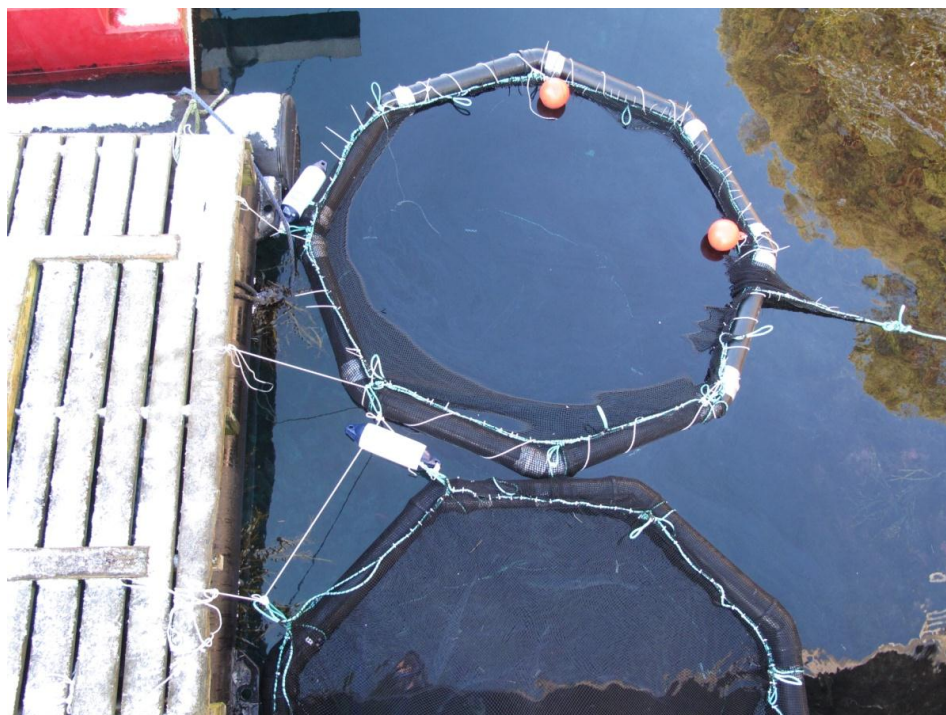
Prosjektets målsetting

Hensikten med prosjektet var å undersøke overlevelse, spredning, vandringsmønster og eventuell oppvandring i elver i Sunndalsfjorden hos voksen laks etter simulert rømming om vinteren. Dette ble gjort ved å merke laks fra Aqua Gen sitt stamfiskanlegg i Honnhammervika (0,70 - 2,45 kg / 43,5 - 61,5 cm) med akustiske sendere. I tillegg ble umiddelbar romlig og temporær spredning etter rømming undersøkt for å vurdere muligheter for gjenfangst.

2 Metoder

Overlevelse og spredning av oppdrettslaks ble studert ved å simulere en rømming fra et stamfiskanlegg (Aqua Gen) og merke disse med akustiske sendere. Den merkede fiskens bevegelser ble overvåket ved hjelp av akustiske lyttebøyer plassert utenfor stamfiskanlegget, samt lyttebøyer spredd i fjorden fra Sunndalsøra og nesten ut til Kristiansund, i munningen av mindre elver og i Driva opp til Oppdal. All merking, håndtering og utsetting av fisk ble gjennomført etter godkjenning fra Forsøksdyrutvalget (ID: 46145) og Direktoratet for naturforvaltning

Merkingen ble gjennomført ved Aqua Gen sitt stamfiskanlegg ved Honnhammervika i Tingvoll Kommune. Det ble brukt laks fra Aqua Gen stammen. Fisken hadde gått i sjøen i 9 måneder ved merking. Fisken ble overført fra en av stamfiskmerdene på anlegget til en oppbevaringsmerd ved land den 15. februar 2011 (**Figur 1**). Fisken ble holdt i denne merden over natta og den ble ikke foret før merking. Påfølgende dag (16. februar) ble til sammen 37 fisk merket med akustiske sendere. Gjennomsnittlig vekt, lengde og k-faktor var da henholdsvis 1,4 kg, 54,3 cm og 0,9. Etter merking ble fisken plassert tilbake i en oppbevaringsmerd hvor den ble holdt til neste dag. Den 17. februar på formiddagen (kl. 11.00) ble fisken satt ut i sjøen (simulert rømt) ved at notposen i oppbevaringsmerden ble senket på den ene siden. Fisken kunne da fritt svømme ut og etter mindre enn 20 min hadde all fisk svømt ut av merden.



Figur 1. Oppbevaringsmerdene hvor fisken ble oppbevart et døgn både før og etter merking. Foto: Eva Ulvan, NINA.

Prosedyrer for merking og utsetting

Umiddelbart før merking ble fisken bedøvd i et bad med 0,7 ml 2-phenoxy-etanol per liter vann. Gjennomsnittlig tid i bedøvelse var 03:43 min (variasjonsbredde 03:03 – 04:58 min). Før operasjon ble alt kirurgisk utstyr og sendere desinfisert i 70 % alkohol. Det ble brukt to typer sendere fra Thelma BioTel. Ti fisk ble merket med såkalte akustiske statistikkmerker (ADTST-MP-13, Ø13 x 40 mm, signalintervall 120/240, kodesett S256, estimert levetid 15 måneder, vekt i vann 6,9 g). Statistikkmerket alternerer mellom to ID-koder for hver utsending, der odde eller like ID blir etterfulgt av en databyte med henholdsvis dybde eller temperaturinformasjon. De resterende 27 fiskene ble merket med akustiske merker med dybdesensor (Ø 13 x 42 mm, signalintervall 60/120, kodesett S256, estimert levetid 15 måneder, vekt i vann 6,9 g, dybdeintervall 0-130 m).

Senderne ble implantert inn i bukhulen på fisken gjennom et 15-20 millimeter langt snitt foran bukfinnene. Snittet ble lukket med to-tre separate sting med silkesutur. Operasjonen varte i gjennomsnitt 01:58 min (variasjonsbredde 01:46 – 02:32 min). Under operasjonen ble vann med 0,2 ml/L 2-phenoxy-etanol kontinuerlig sirkulert over fiskens gjeller for å holde fisken bedøvd. All fisk med unntak av én ble i tillegg merket med et utvendig merke av typen Floy (**Figur 2**). Dette merket har et unikt nummer og en adresse påskrevet. Ved eventuelle gjenfangster ville det derfor være enklere for fiskeren å se at fisken er merket, noe som også ville øke sannsynligheten for at gjenfanget fisk ble rapportert. Etter merking ble fisken satt i et kar med rent sjøvann hvor oppvåkningstiden normalt var rundt 6 minutter. Ingen dødelighet ble observert under eller umiddelbart etter implantering av sendere. Så snart fisken våknet opp etter operasjonen, ble de flyttet over i en oppbevaringsmerd hvor de ble stående til neste dag da de ble sluppet fri.

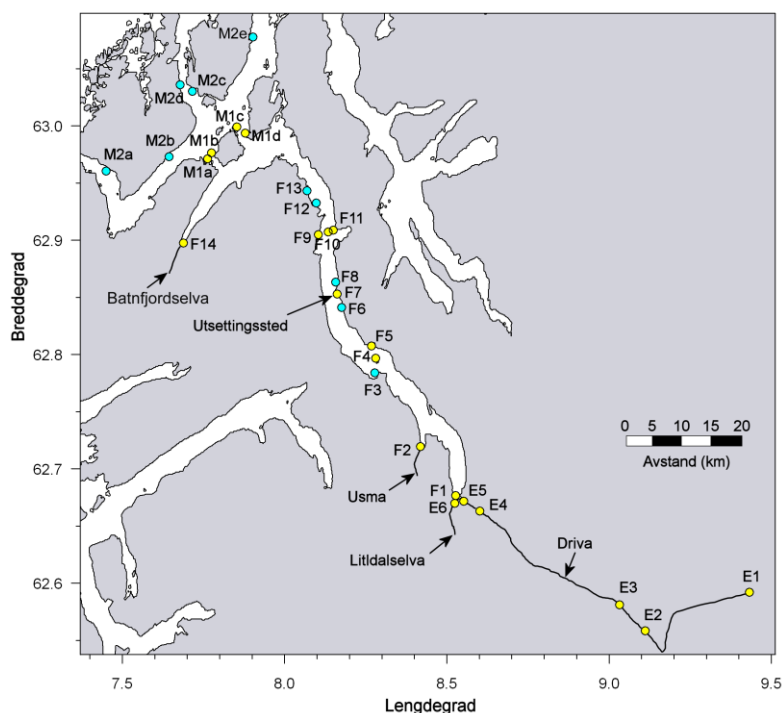


Figur 2. Merking av fisk med Floy-merker. Foto: Eva Ulvan, NINA.

Overvåking av svømmemønster etter simulert rømning

Atferd og spredning av merket fisk ble registrert ved hjelp av automatiske lyttebøyer (Vemco VR2 og VR2W) som beskrevet i for eksempel Uglem mfl. (2008). Når en akustisk sender er innenfor lyttebøyens rekkevidde, registrerer den klokkeslett, individuell kode og dybde. Rekkevidden varierer med vær og andre fysiske forhold, samt med hvilke merker som blir brukt. I dette studiet varierte rekkevidden mellom 400 og 600 meter i radius.

Lyttebøyene var plassert ved utsettingsstedet, ved oppdrettsanlegg i fjorden, samt på andre utvalgte steder fra Sunndalsøra og nesten ut til Kristiansund (**Figur 3, Tabell 1**). I tillegg ble lyttebøyer satt ut i munningen av tre mindre elver (Litldalselva, Usma og Batnfjordselva), og i munningene av Driva og videre opp til Oppdal (**Figur 3, Tabell 1**). På grunn av is oppover i Drivavassdraget i februar-april 2011 ble de fire lyttebøyene i Driva satt ut 6. mai 2011. Totalt ble det plassert ut åtte lyttebøyer i eller i tilknytning til elver. Disse bøyene registrerte om, og eventuelt når merket fisk kom til munningsområdet, hvor lenge de oppholdt seg der og for Driva sin del om de vandret opp i vassdraget, hvor langt og hvor lenge de eventuelt stod der. Lyttebøyene i sjøen ble enten montert 1,5 til 3 m under en blåse som fløt på overflaten og ble ankret fast med tau på dyp fra 20 - 150 m eller montert på oppdrettsanlegg. Lyttebøyene i elvene ble satt på bunnen i rolige partier slik at strøm og luftbobler ikke i vesentlig grad påvirket bøyenes effektivitet. I løpet av studieperioden ble to lyttebøyer i ytre deler av fjorden borte. Lyttebøyene i elver, munningsområder og fjorden ble tatt opp i perioden 23. september – 20. oktober 2011.



Figur 3. Oversikt over plassering av aktive lyttebøyer i Sunndalsfjorden, ved elvemunninger og i elver. Blå-fargede sirkler er lyttebøyer i tilknytning til oppdrettsanlegg. De resterende gule er lyttebøyer fritt i sjø og elv. E = elv, F = fjord og M = utløp og ytre deler av fjorden. Bøyene ytterst i fjordsystemet er slått sammen i to kategorier i henhold til hvor langt ut disse var plassert. Se tekst og **tabell 1** for mer detaljert beskrivelse av lyttebøyene.

Tabell 1. Oversikt over lyttebøyer i Sunndalsfjorden med elver og munningsområder til elver. Med anlegg menes lyttebøyer som var plassert på oppdrettsanlegg. På grunn av få observasjoner og tap av lyttebøyer (M1a-b), ble bøyene ytterst i fjordsystemet slått sammen i to kategorier i henhold til hvor langt ut disse var plassert.

Lyttebøye	Type	Lokalitetnavn
E1	Elv	Svartøyen, Lønset, Driva
E2	Elv	Gjørabrua, Driva
E3	Elv	Ottemsbrua, Driva
E4	Elv	Litlhølen, Driva
E5	Elv	Sone 1, Driva
E6	Elv	Litldalselva
F1	Munning	Driva utløp
F2	Munning	Usma utløp
F3	Anlegg	Merraberget
F4	Fjord	Meløy
F5	Fjord	Fjøseid
F6	Anlegg	Samuelsberga
F7	Utsetting	Flåte
F8	Anlegg	Honnhammervika
F9	Anlegg	Sjølsvik
F10	Fjord	Tingvollfluda
F11	Fjord	Øygardsneset
F12	Anlegg	Gagnat
F13	Anlegg	Naustneset
F14	Munning	Batnfjorden
M1d	Fjord	Krifast N1
M1c	Fjord	Krifast N2
M1b	Tapt	Krifast sør
M1a	Tapt	Krifast sør
M2d	Anlegg	Leite
M2b	Anlegg	Rokset
M2a	Anlegg	Kornstad
M2c	Anlegg	Endresetbukta
M2e	Anlegg	Bogen

Analyser

I tilfeller der det er mye akustisk støy i sjøen eller mange fisk registreres på en mottaker i samme periode (høy grad av signaloverlapp) kan falske ID-koder genereres. Disse kan tilsvare signaler fra merket fisk. Det er imidlertid svært sjelden at flere falske signaler detekteres etter hverandre, og støy/falske signaler ble i dette studiet filtrert ut ved å fjerne enkeltstående signaler med lengre intervall enn 60 minutter. Dette betyr at dersom en ID-kode er registrert to eller flere ganger i løpet av en time betraktes dette som sann deteksjon av en merket fisk.

Merkene som ble brukt registrerte variasjon i salinitet eller dybde over tid, noe som ble brukt til å bestemme om en registrert fisk var i live. Hvis en fisk jevnlig over en lengre periode blir registrert på den samme loggeren og på samme dyp, er den trolig død.

All fisk ble merket og satt ut ved en lekter som lå ved land, omlag 900 meter fra merden de ble hentet fra, siden det ikke var praktisk mulig å foreta merkingen ved merdene. Fisk som ble registrert på loggeren ved lekteren, ble definert som at de oppholdt seg på utsettingsstedet. Definisjonen på om en fisk "forlot" utsettingsstedet var at fisken ikke ble registrert på loggeren ved lekteren der de ble satt ut i løpet av minst 24 timer. Det ble også plassert ut en logger ved merden fisken ble hentet fra. For å se på vandring mellom oppdrettsanlegg og oppholdstid her, ble tolv av loggerne plassert ut på anlegg. Dette omfatter alle lokaliteter i aktiv drift i perioden, samt en lokalitet uten fisk (F3, Merraberget)). Selv om nettverket av loggere på langt nær dekker opp hele fjordsystemet kan registreringer av samme fisk på ulike loggere indikere retning, retningsendringer og forflytningshastighet (se nedenfor) etter den simulerte rømmingen.

Rekkevidden for loggere av den typen som ble brukt i dette studiet varierer på grunn av en rekke faktorer, inkludert bølgehøyde, temperatur- og salinitetssjikt og akustisk støy. Loggerne registrerer også kun tilstedeværelse og ikke detaljert bevegelsesmønster mellom ulike loggere, noe som medfører at det ikke er mulig å beregne eksakt svømmehastighet for fisk som forflytter seg mellom loggere. Vi har derfor beregnet forflytningshastighet som antall m per dag i luftlinje mellom loggere for fisk som er observert på minst to ulike loggere.

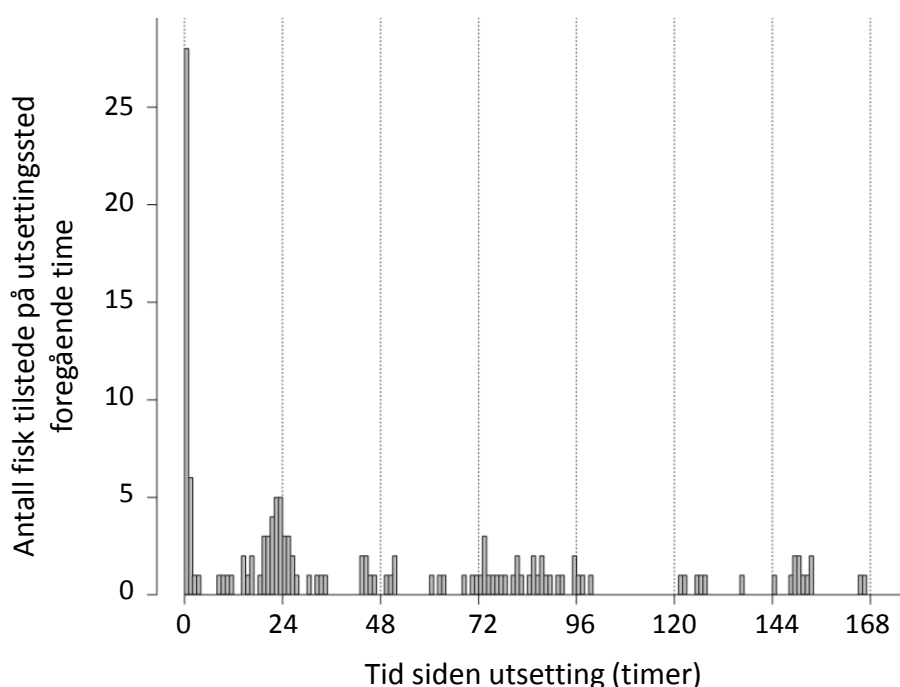
3 Resultater

Oppvandring i elver

Det ble ikke registrert merket laks i ferskvann, til tross for at en del fisk ble registrert i elvemunningene. Det ble registrert henholdsvis 12, 13 og 3 fisk i munningene av Driva, Usma og Batnfjordelva. Det faktum at det i samme periode ble registrert 12 ville sjørret på loggere i de samme elvene bekrefter at disse lyttebøyene var operative og at mangel på registreringer av merket laks ikke skyldes at lyttebøyene ikke fungerte.

Opphold ved utsettingssted

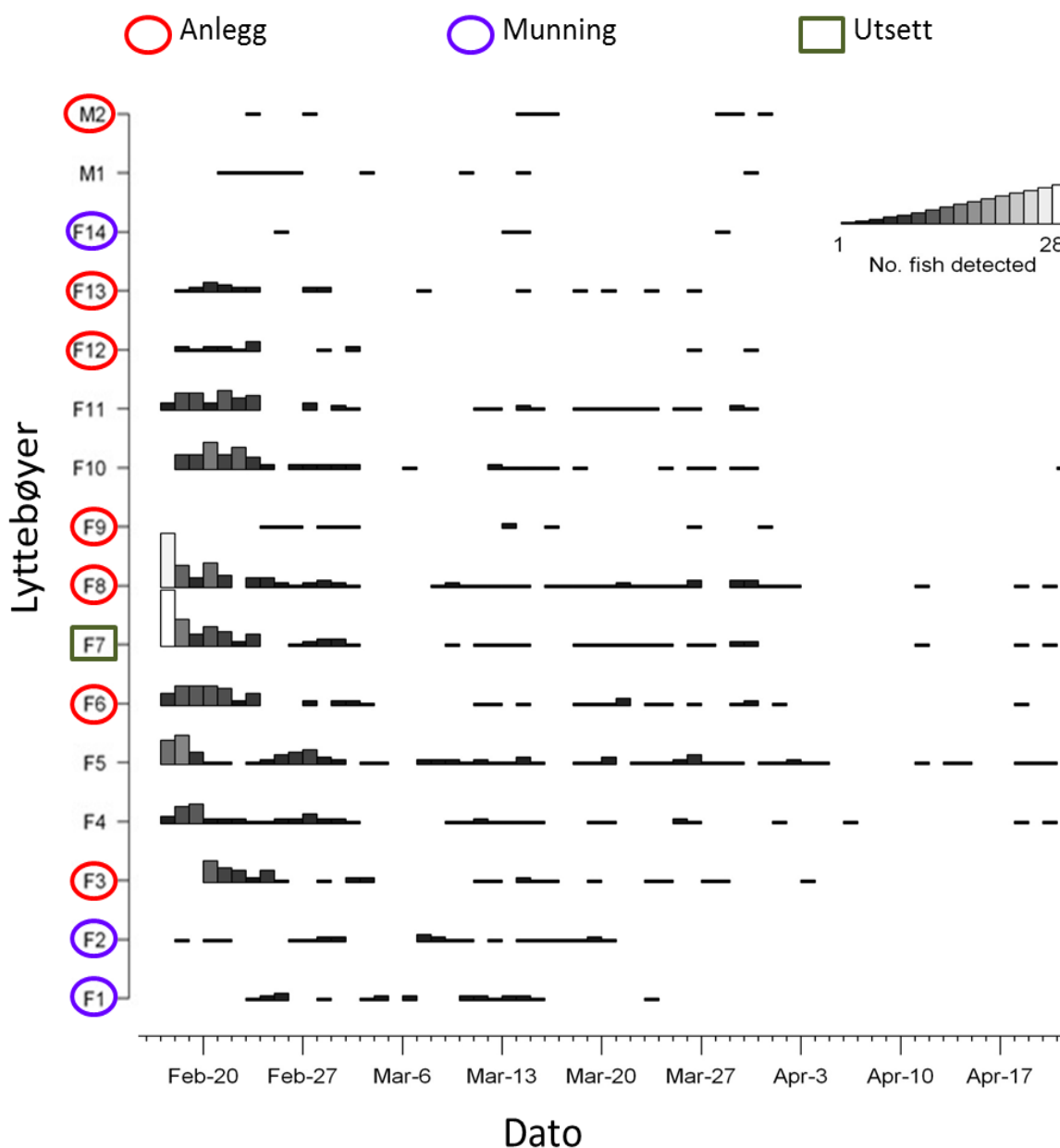
Den merkede fisken forlot utsettingsstedet rask og etter 24 timer ble kun mellom 1 og 3 fisk detektert ved utsettingsstedet (**Figur 2**). En uke etter utsetting ble 2 eller færre fisk detektert ved utsettingsstedet per time.



Figur 2. Antall fisk detektert på utsettingsstedet i løpet av foregående hele time den første uka etter utsett

Spredning i fjordsystemet etter utsett

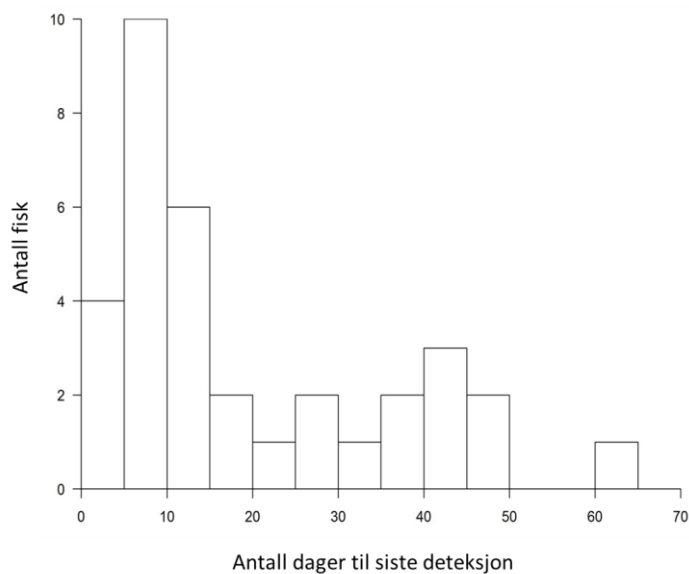
Det ble detektert fisk på alle loggerne i fjordsystemet, med høyest antall detektert på loggere nært utsettingsstedet (**Figur 3**). Det var ikke noe mønster i deteksjonssted som kunne tyde på at fisken samlet seg i elvemunninger, selv om en del fisk ble registrert på disse loggerne. Det var heller ikke noe mønster som tydet på at fisken forlot utsettingsstedet i noen bestemt retning. Lyttebøyene var imidlertid ikke plassert slik at det var mulig å evaluere retningsbestemt vandring fra utsettingsstedet. Deteksjonsfrekvensen begynte å avta allerede etter to uker og ingen fisk ble detektert etter 23. april 2011. Det var også en relativt synkron periode der det var ingen eller svært få deteksjoner for omtrent alle lyttebøyene ca. 2,5 uker etter utsetting.



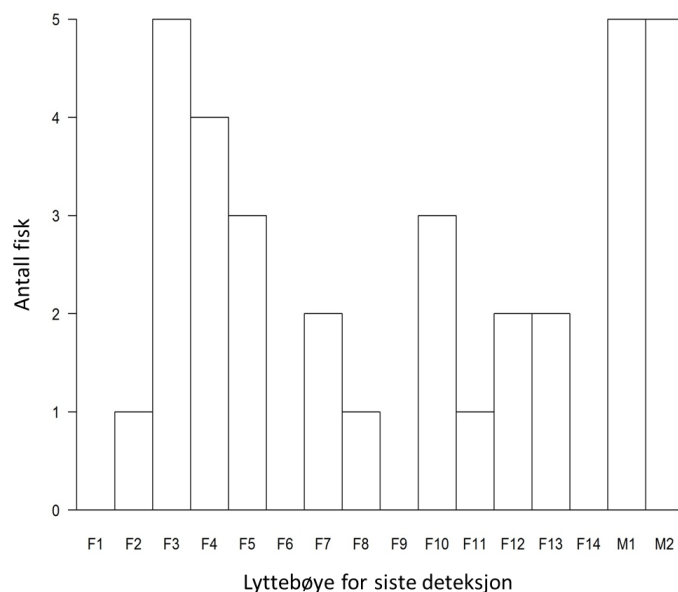
Figur 3. Antall fisk detektert på ulike lyttebøyer over tid. Lyttebøyer lokalisert ved oppdrettsanlegg eller ved elvemunninger er indikert med røde og blå sirkler. Lyttebøyen ved utsettingssted er indikert med grønt rektangel. På grunn av få observasjoner og tap av lyttebøyer, ble bøylene ytterst i fjordsystemet slått sammen i to kategorier i henhold til hvor langt ut disse var plassert (Figur 1, Tabell 1)

Av totalt 37 fisk ble 14 detektert 10 eller færre dager i fjordsystemet (**Figur 4**). Ni fisk ble detektert etter 30 dager og etter 60 dager var det kun 1 fisk som ble detektert. Basert på variasjon i svømmedyp ble to fisk definert som døde innen rekkevidde av loggere, noe som ikke kan brukes som et estimat på dødelighet siden lytteøyene kun dekker et svært begrenset areal i fjordsystemet. Det er likevel svært sannsynlig at dødeligheten var høyere. De to døde fiskene ble registrert ved lakseanleggene i Sjølsvik (F9) og Naustneset (F13). Det ble i tillegg innrapportert en gjenfangst ved Eidsøra 1 dag etter utsetting.

Posisjonen for siste registrering av fisk var spredd over nesten hele fjordsystemet. Kun én fisk ble registrert for siste gang i en elvemunning (**Figur 5**). Ti av fiskene (27 %) ble sist registrert på en av de ytterste lyttebøyene (**Tabell 1**, M1 og M2).

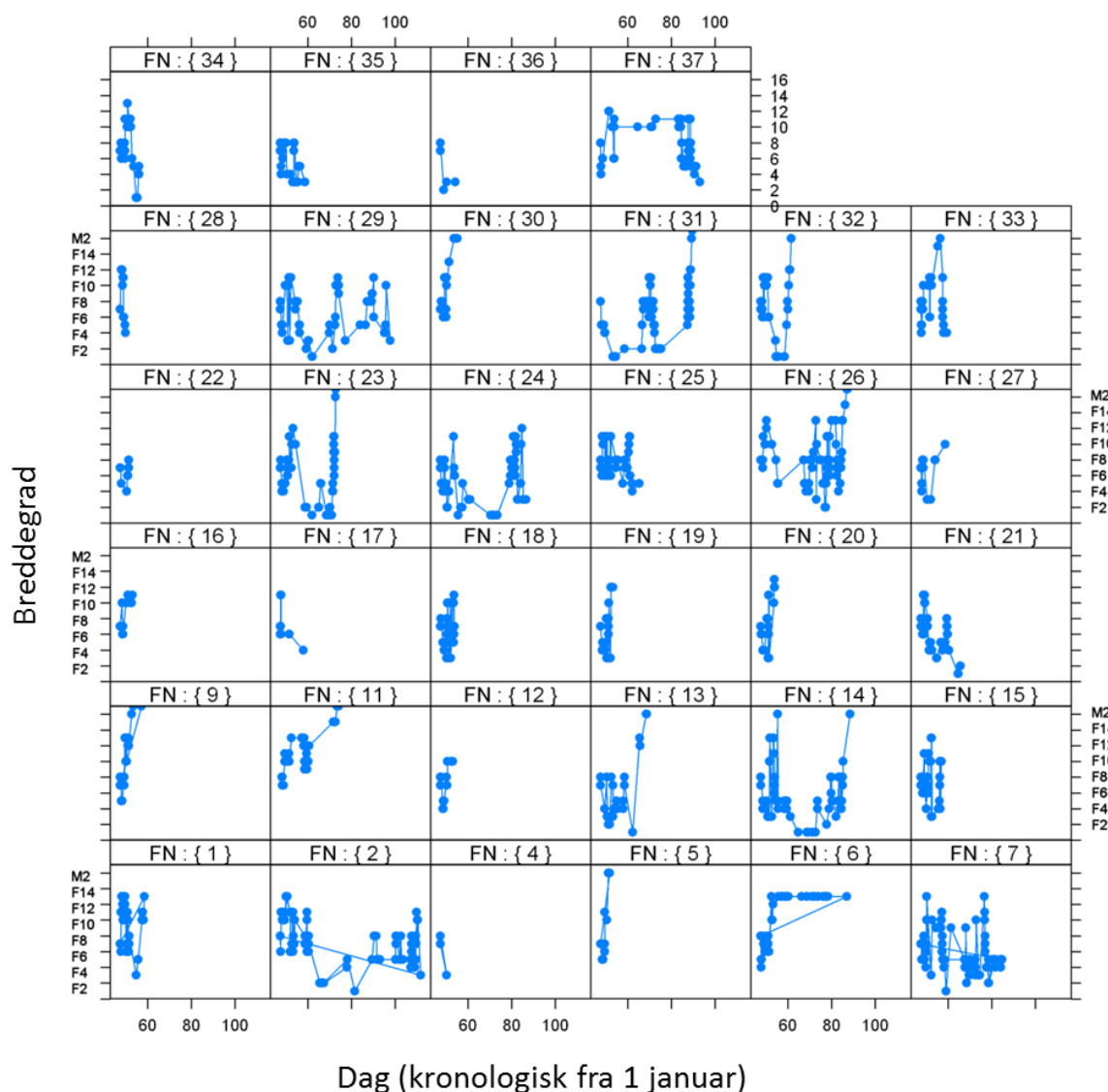


Figur 4. Antall dager fra utsetting til siste deteksjon



Figur 5. Lyttebøyen der fisken ble detektert siste gang.

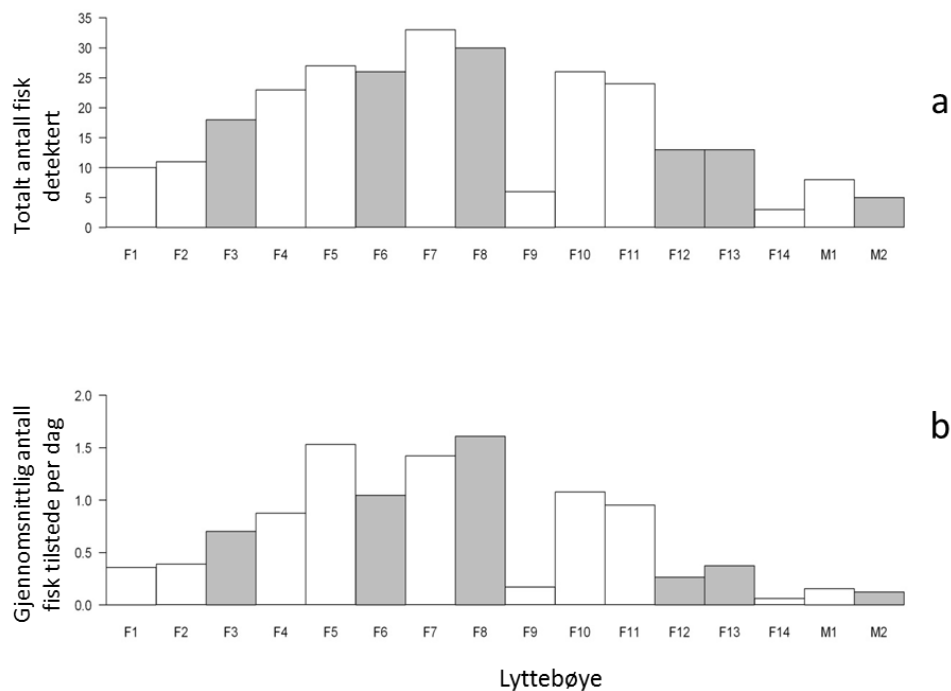
På grunn av lav dekningsgrad er det vanskelig og usikkert å utlede noe detaljert vandringsmønster for den merkede fisken. Det var imidlertid lite som tyder på at fisken viser noen felles, retningsbestemt vandring etter utsetting (**Figur 6**). Mange av fiskene vandrer både inn og ut av fjorden før siste registrering, selv om det for om lag en tredjedel av fiskene ser ut som om de mer eller mindre progressivt har beveget seg utover i fjordsystemet.



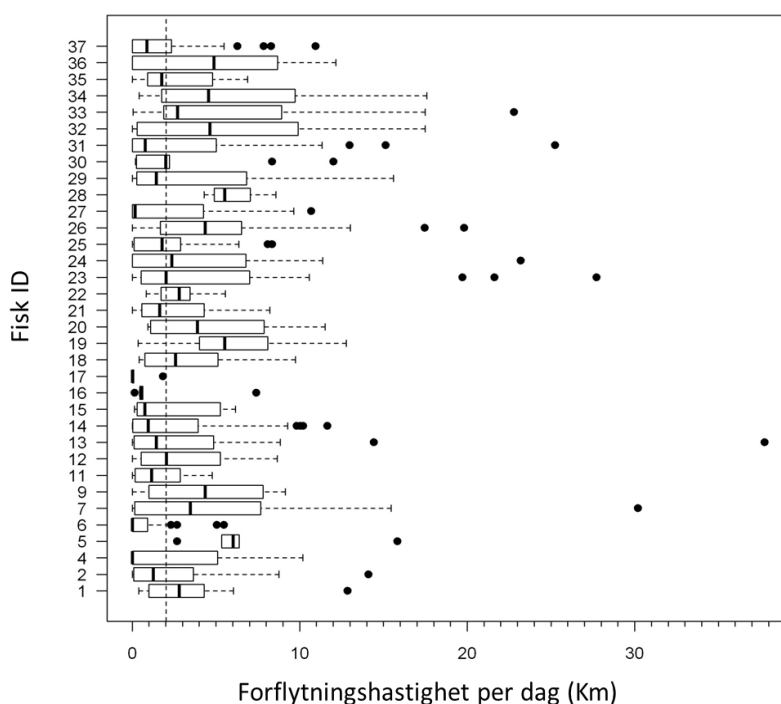
Figur 6. Breddegrad, dvs. i forhold til posisjon på lyttebøyer, der hver enkelt fisk ble detektert relatert til tid etter utsetting. Fiskens ID-nummer er indikert over hver av grafene.

Det var heller ingen klare trender mot at fisken tiltrekkes oppdrettsanlegg etter utsetting (**Figur 7**). Variasjonen i antall deteksjoner og gjennomsnittlig antall fisk detektert for ulike lyttebøyer tyder mer på at fisken registreres oftere nærmere utsettingsstedet.

Forflytningshastigheten, eller gjennomsnittlig tid mellom to deteksjoner på to ulike lyttebøyer, varierte mellom de ulike individene (median 2,0 km per dag) (**Figur 8**). Dette er ikke raskt sammenlignet med ordinære bevegelseshastigheter hos laks (27 – 35 km per dag (Meister 1984, Jákupsstovu 1988, Skilbrei mfl. 2010)) og tyder på at fisken ikke viste klar og retningsbestemt vandring etter utsetting.

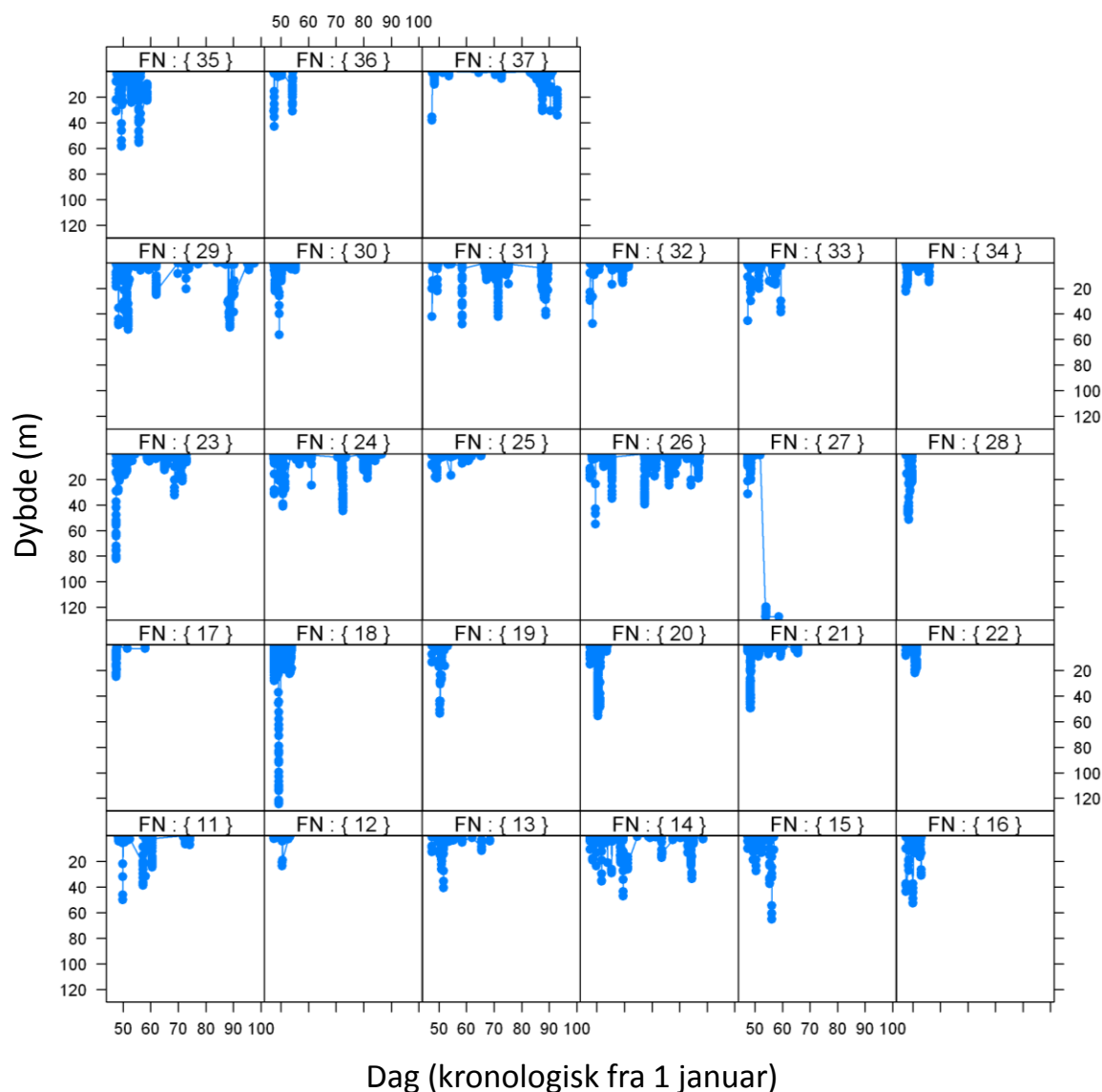


Figur 7. Totalt antall fisk detektert (a) og gjennomsnittlig antall fisk detektert per dag (b) for ulike lyttebøyer. Lyttebøyer plassert ved oppdrettsanlegg er vist med grå søyler, mens lyttebøyer plassert andre steder i fjorden er vist med hvite søyler.



Figur 8. Individuell forflytningshastighet (km per dag). Boksene i diagrammet angir nedre og øvre kvartil (25 % og 75 %) og de svarte strekene viser medianverdiene av forflytningen til hver enkelt fisk. Vertikal stiplede linje viser median forflytningshastighet (km per dag). De stiplede stolpene viser minste og største observasjon, mens svarte rundinger anses som uteliggere.

Fisken oppholdt seg hovedsakelig i de øverste 10-20 meterne av vannsøylen, med enkelte raske dykk ned til 60 til 80 meter (**Figur 9**). Det var marginale forskjeller mellom natt (median = 3,2 meter) og dag (median = 4,5 meter) (n = 20). Kun to av fiskene ble registrert på større dyp enn 130 meter (dvs. maksdybden som kunne bli målt av de brukte merkene). Det var ingen tydelige tegn til døgnvariasjon i svømmedyp (data ikke vist i denne rapporten).



Figur 9. Individuell variasjon i svømmedyp over tid for de av fiskene som ble utstyr med ordinære dybdemerker. Fiskens ID-nummer er indikert over hver av grafene.

4 Diskusjon

Det ble registrert en del fisk på lyttebøyer i elvenes munningsområder, men det ble ikke registrert merket oppdrettslaks oppe i elvene. Dette tyder på at det ikke var noen oppvandring i elver fra den simulerte rømningen. Det er siden 2009 blitt merket en del sjøaure i fjordsystemet i et annet prosjekt (Henning A. Urke, upublisert). Flere av disse ble registrert i elv også i løpet av dette prosjektet, noe som viser at disse lyttebøyene har fungert som de skulle. Dette styrker resultatet i forhold til at det ikke har vært oppvandring av rømt oppdrettslaks. Fangstrapportering for 2011 fra Driva viser videre at det ikke ser ut til å være fanget en eneste finneklipt laks i den aktuelle størrelsen (Svein Haugen, Sunndal Jeger og Fiskerforening, pers. medd.). Dette på tross av at det ble fanget svært mye finneklipt oppdrettsfisk innerst i fjorden etter rømning-en høsten 2010. Det er derfor sannsynlig at rømningsepisoden i Sunndalsfjorden høsten 2010 ikke har ført til massiv oppvandring av oppdrettslaks i lokale elver foreløpig. Dette kan ha en sammenheng med at fisken var av en slik størrelse at flesteparten trolig ikke vil bli kjønnsmoden før høsten 2012. Derfor kan det imidlertid ikke utelukkes en viss oppvandring kommende sommer og høst.

Resultatene viser også at den merkede fisken ikke detekteres i lyttebøyesystemet etter om lag to måneder. Dersom merket laks oppholdt seg i fjordsystemet i perioden fra 2 til 8 måneder etter simulert rømning ville den, ut fra det vi vet om atferd hos rømt oppdrettslaks (bl.a. Skilbrei mfl. 2010), med stor sikkerhet blitt registrert i lyttebøyesystemet. Siste registrering for 10 av fiskene (27 %) var på de ytterste lyttebøyene. Siden lyttebøyene i den ytterste delen på langt nær dekket det totale sjøarealet i «utløpene» av fjorden kan det ikke utelukkes at deteksjonsgraden her var lav, og at en relativ høy andel av fisken forlot fjorden i løpet av en måned eller to etter utsetting uten å bli detektert. Lyttebøyene var i utgangspunktet ikke utplassert med tanke på med sikkerhet å kunne bestemme om og når den merkede fisken forlot fjorden. Siden det ikke ble registrert merket fisk i elver, og det trolig ville blitt detektert flere fisk ytterst i fjorden med flere lyttebøyer, samt at gjenværende fisk ville blitt detektert inne i fjorden dersom de var der, er det naturlig å anta at mye av den simulerte rømte fisken forsvant fra fjordsystemet i løpet av de to første månedene etter utsetting. Det er også sannsynlig at en del av fisken døde i fjorden etter utsetting. To fisker (5 %) av den merkede fisken ble registrert som døde innen rekkevidden av en lyttebøye til tross for relativt lav dekningsgrad. Det er derfor sannsynlig at dødeligheten var klart høyere etter utsetting. Det ble også rapportert om en gjenfangst (2,7 %) kort tid etter utsettingen. Det faktum at fem fisk ble registrert for siste gang på samme sted som denne gjenfangsten ble registrert og at totalt hele 13 fisk ble registrert for siste gang på de tre lyttebøyene over fjorden i dette området, kan indikere underrapportering av gjenfangst. Resultatene fra dette studiet tyder dermed på at den merkede fisken enten vandret ut av fjorden eller døde, men at de ikke vandret opp i lokale elver i studieperioden. Det må imidlertid poengteres at det ikke er mulig å estimere utvandrings- eller dødelighetsrater slik lyttebøyesystemet var designet.

Skilbrei mfl. (2010) fant i et lignende forsøk at det tok flere måneder før fisken forlot Hardangerfjorden og vandret ut i åpent hav. Totalt registrerte de en utvandring fra fjorden på 38 %. Siden heller ikke de hadde doble sett med lyttebøyer som dekket det totale sjøarealet i «utløpene» i fjorden, er det mulig at utvandringsandelen var høyere også her. Bortsett fra at fisk i studiet i Sunndalsfjorden ser ut til å vandre raskere ut av fjorden, så virker disse to studiene til å stemme godt overens i forhold til prosentvis mengde fisk som forlater fjorden. Olsen & Skilbrei (2010) fant at laks som var sluppet fri og fanget igjen etter noen uker var tomme i magen. Etter

12 uker og mer hadde derimot over 80 % av fisken pellets i magen. Dette kan tyde på at rømt oppdrettslaks i noen tilfeller kan oppholde seg i fjorder i lengre perioder etter rømming og at de oppsøker oppdrettsanlegg for å spise spillfôr. Resultatene fra vårt forsøk tyder imidlertid ikke på at rømt oppdrettslaks i vesentlig grad tiltrekkes oppdrettsanlegg.

Majoriteten av de merkede fiskene forlot raskt utsettingsstedet etter merking. Lignende resultater er også funnet i flere andre studier (bl.a. Whoriskey mfl. 2006). Skilbrei mfl. (2010) og Skilbrei & Jørgensen (2010) fant også at simulert rømt fisk raskt forlot utsettingsstedet og spredde seg over et større område i fjorden som lå inntil 40 km fra utsettingsstedet. I likhet med Skilbrei mfl. (2010) anbefaler vi derfor å spre gjenfangstfiske utover et relativt stort område. Våre resultater tyder også på at gjenfangstfiske i nærheten av rømningsstedet bør igangsettes raskt for å øke sannsynligheten for gjenfangst. Det faktum at svært mange av fiskene fra rømningsepisoden høsten 2010 ble gjenfanget i rekreasjonsfiske de første par månedene etter rømningen, tyder også på at gjenfangst utenfor ekstraordinært fiske kan være effektivt under gitte forhold.

Variasjonen i deteksjon i tid og rom etter utsetting tyder på at fisken vandret mye rundt i fjorden uten noe fast mønster. Dette stemmer godt overens med det som Skilbrei mfl. (2010) fant i Hardangerfjorden. Også her vandret fisken tilfeldig rundt i fjorden, og etter henholdsvis 3 og 7 uker ble 40 % og 0 % av fisken detektert (Skilbrei mfl. 2010). Lyttebøyene var i dette studiet ikke utplassert for å registrere svømmeretning og det er derfor ikke med sikkerhet mulig å bestemme i hvilken retning fisken forlot utsettingsstedet, eller beskrive noen detaljert svømmemønster etter utsetting. Resultatene våre kan imidlertid tolkes dit hen at fisken ikke forlot utsettingsstedet i noen bestemt retning. Forflytningshastigheten var i gjennomsnitt relativt lav i forhold til generell svømmehastighet hos laks. Dette tyder også på at fisken ikke hadde et utpreget retningsbestemt svømmemønster etter utsetting.

Det er uklart hvorfor deteksjonsfrekvensen var synkront lav for samtlige lyttebøyer omlag 2,5 uker etter utsett. Hvorvidt dette er biologisk relatert, skyldes tilfeldigheter, værforhold eller ukjente omgivelsesfaktorer med redusert deteksjonsrekkevidde er usikkert. Det er for eksempel kjent at lyttebøyenes rekkevidde kan reduseres betraktelig i periode med mye vind og store bølger.

Den merkede fisken oppholdt seg stort sett i de øvre vannmasser på dyp ned mot 10-20 meter, men viste også relativt raske dykk ned mot 60 til 80 meter. Denne atferden har også blitt dokumentert i andre studier (Skilbrei mfl. 2009, 2010, Skilbrei & Jørgensen 2010). Allerede en time etter utslipp hadde rømt oppdrettslaks i Hardangerfjorden dykket dypere enn 15 meter og ofte ned til 50-80 meter, men det var også en klar tendens til at fisken oppholdt seg på grunnere vann fire uker etter utsetting (Skilbrei mfl. 2009). Det er uklart hvorfor fisk foretar slike raske dykk men det er mulig dette har noe med orientering og navigasjon å gjøre. Siden fisken relativt kort tid etter utsett stort sett oppholdt seg i de øvre vannmasser, kan det for å effektivisere gjenfangstfisket se ut som om det beste vil være å bruke garn og kilenot. Bruk av flytegarn må veies opp mot de negative konsekvenser dette kan ha på villfiskbestander av ikke bare laks og sjøaure, men også marine arter. Det samme gjelder bruk av garn i strandsonen. Skilbrei & Jørgensen (2010) kom også til samme konklusjon.

5 Referanser

- Anon. 2011. Status for norske laksebestander i 2011. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 3, 285 sider.
- Chittenden C.M., Rikardsen A.H., Skilbrei O., Davidsen J.G., Halttunen E. & McKinley R.S. 2010. Dispersal behaviour and recapture rates of escaped adult farmed Atlantic salmon in northern Norway. *Aquaculture Environment Interactions* 1, 215-224.
- Ferguson A., Fleming I., Hindar K., Skaala Ø., McGinnity P., Cross T.F. & Prodöhl P. 2007. Farm escapes. In: Verspoor E., Stradmeyer L. & Nielsen, J.L. (eds) *The Atlantic salmon: genetics, conservation and management*. Blackwell Science, Oxford, p 357–398.
- Fiskeridirektoratet 2012. *Statistikk for akvakultur*. www.fiskeridir.no/statistikk/akvakultur
- Hansen L.P. 2006. Migration and survival of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) released from two Norwegian fish farms. *ICES Journal of Marine Science* 63:1211–1217.
- Hansen L.P. & Youngson A.F. 2010. Dispersal of large farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*, from simulated escapes at fish farms in Norway and Scotland. *Fisheries Management and Ecology* 17, 28–32.
- Hindar K., Fleming I.A., McGinnity P. & Diserud O. 2006. Genetic and ecological effects of salmon farming on native salmon: modeling from experimental results. *ICES Journal of Marine Science* 63, 1234–1247.
- Jákupsstovu, S. H. I. 1988. Exploitation and migration of salmon in Faroese waters. In: Mills, D. & Piggins, D. (eds) *Atlantic Salmon: Planning for the Future*. Croom Helm, London, 458–482.
- Jensen Ø., Dempster T., Thorstad E.B., Uglem I. & Fredheim A. 2010. Escapes of fishes from Norwegian sea-cage aquaculture: causes, consequences and prevention. *Aquaculture Environment Interactions* 1, 71-83.
- McGinnity P., Prodöhl P., Maoiléidigh N.Ó., Hynes R. mfl. 2004. Differential lifetime success and performance of native and non-native Atlantic salmon examined under communal natural conditions. *Journal of Fish Biology* 6,173–187.
- Meister, A. L. 1984. The marine migration of tagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) of USA origin. *ICES CM 1984/M27*.
- Naylor R., Hindar K., Fleming I.A., Goldberg R. mfl. 2005. Fugitive salmon: assessing the risks of escaped fish from net-pen aquaculture. *BioScience* 55, 427–437.
- Olsen, R.E. & Skilbrei, O.T. 2010. Feeding preference of recaptured Atlantic salmon *Salmo salar* following simulated escape from fish pens during autumn. *Aquaculture Environment Interactions* 1, 167–174.
- Roberge C., Normandeau É., Einum S., Guderley H. & Bernatchez L. 2008. Genetic consequences of interbreeding between farmed and native Atlantic salmon: insights from the transcriptome. *Molecular Ecology* 17, 314–324.
- Skaala Ø., Wennevik V. & Glover K.A. 2006. Evidence of temporal genetic change in wild Atlantic salmon, *Salmo salar* L., populations affected by farm escapees. *ICES Journal of Marine Science* 63, 1224–1233.
- Skilbrei O.T. 2010a. Reduced migratory performance of simulated escaped Atlantic salmon post-smolts during autumn. *Aquaculture Environment Interactions* 1, 117–125.
- Skilbrei O.T. 2010b. Adult recaptures of farmed Atlantic salmon postsmolts allowed to escape during summer. *Aquaculture Environment Interactions* 1, 147–153.
- Skilbrei O.T., Holst J.C., Asplin L. & Mortensen S. 2010. Horizontal movements of simulated escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a western Norwegian fjord. *ICES Journal of Marine Science* 6, 1206-1215.

- Skilbrei O.T. & Jørgensen T. 2010. Recapture of cultured salmon following a large-scale escape experiment. *Aquaculture Environment Interactions* 1, 107-115.
- Uglen I., Bjørn P.-A., Dale T., Kerwath S., Økland F., Nilsen R., Aas K., Fleming I. & McKinley R.S. 2008. Movements and spatiotemporal distribution of escaped farmed and local wild Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) in a Norwegian fjord. *Aquaculture Research* 39, 158-170.
- Urke, H. A., Kristensen, T. Arnekleiv, J. V., Haugen, T. O. Kjærstad, G., Stefansson, S.O., Ebbesson, L.O.E & Nilsen, T. O. Seawater tolerance and post smolt migration of wild Atlantic salmon x brown trout hybrid smolts. *Journal of Fish Biology*, Submitted.
- Whoriskey F.G., Brooking P., Doucette G., Thinker S. & Carr J.W. 2006. Movements and survival of sonically tagged farmed Atlantic salmon released in Cobscook Bay ME USA. *ICES Journal of Marine Science* 63, 1218-1223.



Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426- 2400-0

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, NO-7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, NO-7047 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