

Studier av vandring hos sjøaure fra Driva

Vandringsmønster i elv og sjø i perioden 2009-2011

Gunnbjørn Bremset, Henning Andre Urke, Øyvind Solem,
Arne Jørgen Kjøsnes, Torstein Kristensen & John Birger Ulvund



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 Kortrapport

Dette er en enklere og ofte kortere rapportform til oppdragsgiver, gjerne for prosjekt med mindre arbeidsomfang enn det som ligger til grunn for NINA Rapport. Det er ikke krav om sammendrag på engelsk. Rapportserien kan også benyttes til framdriftsrapporter eller foreløpige meldinger til oppdragsgiver.

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.

Studier av vandring hos sjøaure fra Driva

Vandringsmønster i elv og sjø i perioden 2009-2011

Gunnbjørn Bremset
Henning Andre Urke
Øyvind Solem
Arne Jørgen Kjøsnes
Torstein Kristensen
John Birger Ulvund

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, 28 sider.

Trondheim, mars 2017

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2903-6

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

REDAKSJON

Norunn S. Myklebust

KVALITETSSIKRET AV

Eva B. Thorstad

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingeborg Palm Helland (sign.)

BIDRAGSYTERE

Miljødirektoratet

OPPDRAKSGIVERS REFERANSE

M-713/2017

KONTAKTPERSON HOS BIDRAGSYTER

Jarle Steinkjer

FORSIDEBILDE

Fangst av sjøaure med kastenot i munningsområdet til Driva. Foto: Øyvind Solem.

NØKKEWORD

- Drivavassdraget
- Sunndalsfjorden
- Sjøvandrende laksefisk
- Sjøaure
- Smolt
- Voksenfisk
- Telemetry
- Fiskevandring
- Vandringsmønster

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Fakkeltgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

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, 28 sider.

Rapporten omhandler vandringsstudier av sjøaure i Drivavassdraget og utenforliggende fjordområder i perioden 2009-2011. Høsten 2009 og våren 2010 ble umoden og voksen sjøaure i Driva fanget ved hjelp av sportsfiskeutstyr og kastenot. Sjøaurene ble utstyrt med nyutviklete sendere utstyrt med dybdesensorer. I Sunndalsfjorden og Tingvollfjorden ble det etablert et nett av lyttebøyer i fem soner fordelt fra området ved elvemunningen til Driva til de ytre fjordstrøk. Det ble også etablert flere lyttestasjoner i Driva samt i nedre del av Litledalselva, Usma og Batnfjordselva.

Den gjennomsnittlige smoltalder hos 22 undersøkte sjøaurer var 3,6 år (variasjonsbredde 3-6 år), og med en gjennomsnittlig smoltlengde på 21,5 cm. Tilbakeberegnet elvevekst viste en gjennomsnittlig årsvekst på om lag 5 cm i året før aurene smoltifiserte. Tilbakeberegnet sjøvekst viste raskest vekst i løpet av de tre første oppholdene i sjøen, med en gjennomsnittlig lengdevekst på henholdsvis 10, 14 og 7 cm for første, andre og tredje sjøopphold. Etter den tid stagnerte veksten på det begrensede materialet av fisk med mer enn tre sjøopphold.

Merkestudiene viste at overvintrende sjøaure vandret ut fra Drivavassdraget før det skjedde en økning i vannføring og vanntemperatur. Fjordvandringene hos både umodne og voksne sjøaurer fra Drivavassdraget var forholdsvis lange, slik at også ytre fjordstrøk ble benyttet under sjøoppholdet. Sjøaure fra Drivavassdraget benyttet i hovedsak det øverste vannlaget i Sunndalsfjorden og Tingvollfjorden som næringsområde, med over 90 % av alle registreringer mellom overflaten og ned til fire meters dybde.

I løpet av undersøkelsesperioden ble det registrert fisk på lyttebøyer i Litledalselva, ved Usma og ved Batnfjordselva, som er henholdsvis 2 km, 12 km og 65 km fra Driva. Det ble registrert tre sjøaurer i Litledalselva, 15 i elvemunningen til Usma og én i elvemunningen i Batnfjordselva. Disse fiskene hadde en oppholdstid på flere dager i elvemunningene. For fisk registrert i Usma er disse hovedsakelig registrert i mai-juni, og disse fiskene ble registrert på bøyer lenger ute i fjordsystemet på et senere tidspunkt.

Lengden på sjøoppholdet hos de merkete sjøaurene var sterkt varierende. De fleste sjøaurene hadde noen ukers sjøopphold før de returnerte til Driva, mens enkelte individer oppholdt seg i saltvann eller brakkvann gjennom mesteparten av året. Det var imidlertid liten variasjon i gjennomsnittlig oppholdstid i sjø, som i perioden 2010-2011 lå mellom 81 og 84 dager. I forbindelse med sårbarhetsanalyser og tiltaksplaner for sjøaurebestanden i Drivavassdraget, bør det tas hensyn til påvirkningsfaktorer både innenfor vassdraget og i det tilliggende fjordsystemet.

Gunnbjørn Bremset & Øyvind Solem, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5658 Sluppen, 7485 Trondheim. Epost: Gunnbjorn.Bremset@nina.no

Henning Andre Urke, Torstein Kristensen & John Birger Ulvund, INAQ AS, Postboks 1223 Sluppen, 7462 Trondheim, Epost: Henning.Urke@inaq.no

Arne Jørgen Kjøsnes, Norges vassdrags- og energidirektorat, Postboks 5091 Majorstua, 0301 Oslo, Epost: akj@nve.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	4
Forord	5
1 Innledning	6
1.1 Livshistorie hos sjøaure.....	6
1.2 Områdebeskrivelse.....	6
2 Metode	9
2.1 Fangst og merking av sjøaure.....	9
2.2 Stasjonsnett for akustiske lyttebøyer.....	11
2.3 Skjellanalyser.....	13
3 Resultater	14
3.1 Utvandringstidspunkt.....	14
3.2 Fjordvandring.....	14
3.3 Svømmedybde.....	17
3.4 Lengde på sjøopphold.....	19
3.5 Vandring til andre vassdrag og elvemunninger i fjordsystemet.....	21
3.6 Vekst i elv og sjø.....	21
4 Diskusjon	23
4.1 Metodiske forhold.....	23
4.2 Vandring og aktivitetsmønster.....	23
4.3 Vekst i elv og sjø.....	24
4.4 Risiko for smittespredning til andre vassdrag.....	24
5 Referanser	25

Forord

Undersøkelsene av umoden og voksen sjøaure fra Driva i perioden 2009-2011 var en videreføring av smoltundersøkelser i 2008 og 2009, der blant annet smoltutvandring i Sunndalsfjorden ble undersøkt. I 2009 og 2010 ble det merket sjøaure i Driva som var mulig å spore helt fram til avslutningen av prosjektet i 2011. I tillegg til vandringsundersøkelser av sjøaure ble det bevilget midler til å undersøke rømt oppdrettslaks i fjordsystemet, noe som gjorde det mulig å ha et operativt nettverk med lyttebøyer fram til senhøsten 2011. Registreringer av merket sjøaure fra hele undersøkelsesperioden juni 2009-oktober 2011 er sammenstilt i rapporten

Øyvind Solem, Arne Jørgen Kjøsnes og Gunnbjørn Bremset hadde hovedansvaret med å fange voksen sjøaure i Driva, med kyndig assistanse av Svein Haugen og en rekke andre lokale ressurspersoner på Sunndalsøra. Henning Urke, Torstein Kristensen, Jo Arve Alfredsen, Arnfinn Rekkebo, Rune Halvorsen og Kystoppsynet Munin har bidratt med utplassering av akustiske lyttebøyer. Skjellprøvene er analysert av Atle Rustadbakken. Eva Marita Ulvan i NINA har utarbeidet kart over Drivavassdraget og Litledalselva, mens Kari Sivertsen i NINA har utarbeidet oversiktskart over Sunndalsfjorden, Tingvollfjorden og Batnfjorden.

Hovedfinansieringen av dette prosjektet har skjedd med tilskuddsmidler fra Direktoratet for naturforvaltning (nå Miljødirektoratet) i forbindelse med *Gyrodactylus*-relatert FOU-arbeid. Det er også benyttet en del interne midler hos Norsk institutt for naturforskning (NINA). Oppdrettselskapene AquaGen AS, Lerøy Hydrotech AS og Marine Harvest Norway har bidratt med egeninnsats i forbindelse med utplassering og innhenting av lyttebøyer på sine oppdrettslokaliteter. Alle bidragsytere til prosjektet takkes med dette.

Trondheim 1. mars 2017,

Øyvind Solem,
prosjektleder i NINA

1 Innledning

1.1 Livshistorie hos sjøaure

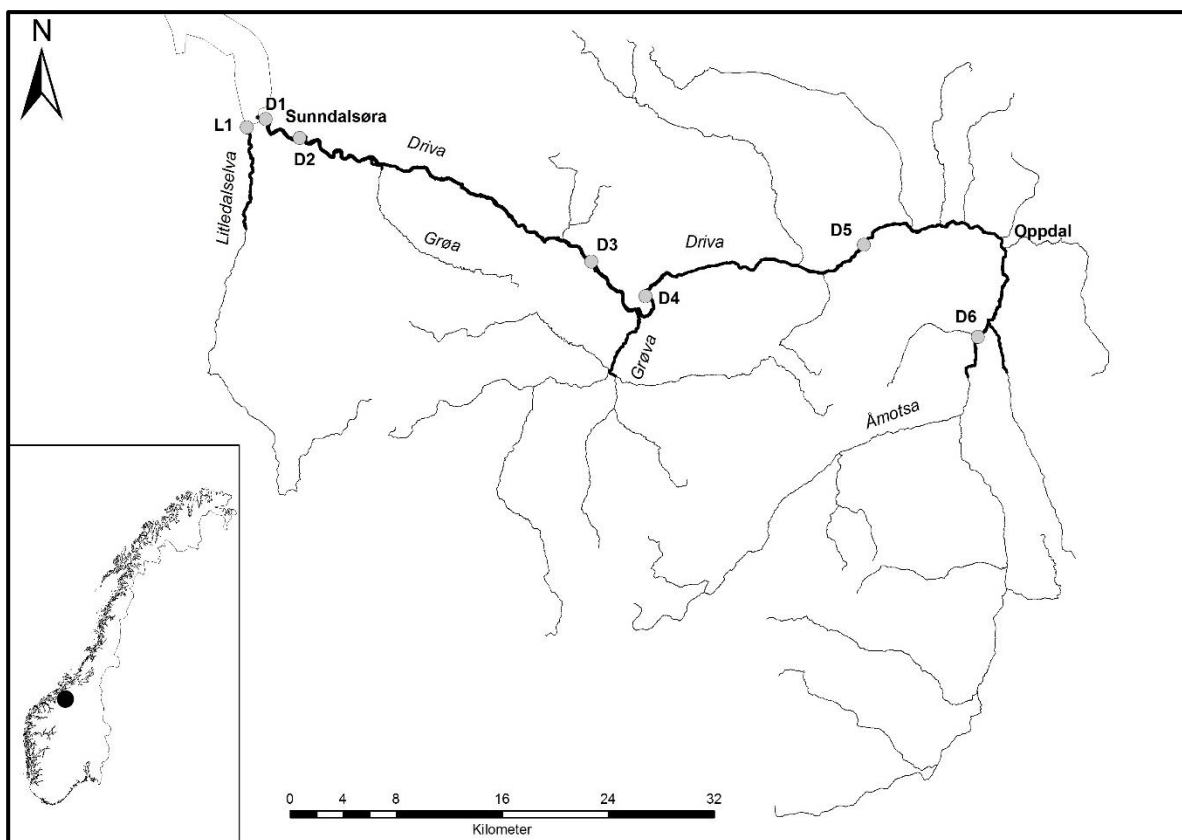
Aure er en art som kan ha varierende livshistorie. De fleste aurebestander i Norge er stasjonære og lever hele livet i ferskvann. I kystnære områder er enkelte aurer sjøvandrende (sjøaure), med regelmessige vandringer mellom ferskvann og saltvann. Sjøaure har næringsvandring fra oppvekstområdene i vassdragene til næringsområder i fjord og kyststrøk, for senere å vende tilbake til ferskvann for gyting og overvintring. Sammenlignet med laks er vandringene generelt kortere i avstand og varighet, og innslaget av flergangsgytere er betydelig større på grunn av høyere overlevelse etter gyting. Kunnskapen om sjøaurens økologi er oppsummert av Klemetsen et al. (2003).

Generelt er auren fleksibel i livshistorievalg, og i sjøaurebestander finnes det enkelte individ som velger å bli i vassdraget og gjennomføre hele livssyklus der. I mange sjøvandrende aurebestander er det påvist såkalt seksuell dimorfisme. Dette betyr at flere hunnfisk enn hannfisk har næringsvandring til saltvann. Forklaringen på dette kan være at hunnenes reproduktive suksess er mer størrelsesavhengig enn hannenes, og at avveiningen mellom god vekst og økt predasjonsrisiko i sjøen gjør sjøvandring til ei mer lønnsom strategi for hunnene (Jonsson & Jonsson 1993). I Norge er slik dimorfisme hos aure påvist i vekslende grad i mange små vassdrag (Jonsson et al. 2001).

Drivavassdraget har en spesiell sjøaurebestand sett i et verdensperspektiv, i og med at sjøaure har en uvanlig lang elvevandring som bringer fiskene høyt til fjells. Det er i dag ukjent om det finnes større genetiske forskjeller mellom øvre og nedre deler av bestanden (Anonym 2010), og det er heller ikke kartlagt hvilke deler av vassdraget som er spesielt viktige for produksjonen av sjøaure. De siste 8-10 årene har det vært en jevnt nedadgående trend for sjøaurebestanden i Driva, og siste års aurefangst var mindre enn 10 % av de største fangstene som ble rapportert rundt årtusenskiftet. Det er trolig en sammensatt årsakssammenheng for denne bestandsnedgangen, knyttet til påvirkningsfaktorer både innenfor vassdraget og i fjordsystemet.

1.2 Områdebeskrivelse

Drivavassdraget har sitt 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 meget stri med et gjennomsnittlig fall på 6,6 meter per kilometer, og elva er preget av en regelmessig veksling mellom stryk og høler. Driva er det vassdraget i verden hvor atlantisk laks og sjøaure vandrer høyest over havet (om lag 580 m o.h.). I området mellom Magalaupet og Skoremsfossen er det flere fosser som er delvis vandringshindre for sjøvandrende laksefisk. I området mellom Skoremsfossen og Vollan bru er elva grunn og flater mer ut. Mellom Vollan og Grensehølen på grensen mellom Oppdal og Sunndal er elva stort sett svært stri og har flere dype høler. Spesielt i Gråura finnes flere stryk-områder som påvirker oppgangen av fisk ved bestemte vannføringer (Einvik 1982). Gradienten avtar vesentlig i elvepartiene som ligger i Sunndal kommune, men også her er det strie fallstrekninger blant annet ved Romfo, Fale og Flatvad.

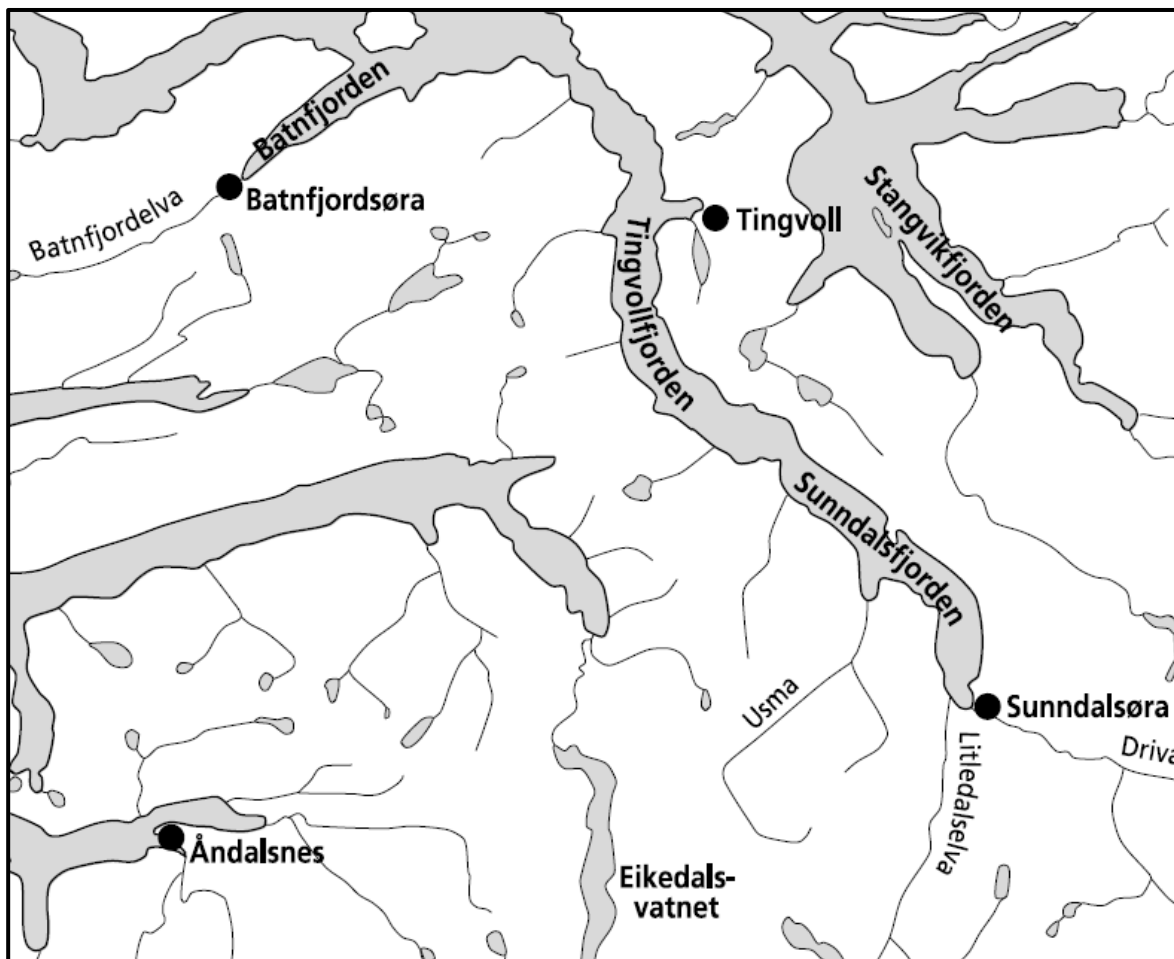


Figur 1. Drivavassdraget i Oppdal og Sunndal kommune, med lokalisering av akustiske loggere i Driva (D) og Litledalselva (L). Fortykket strek viser naturlig utbredelse av sjøvandrende laksefisk i Driva og Litledalselva.

Det finnes naturlige forekomster av aure, sjøaure, laks, ål, trepigget stingsild og skrubbe i Drivavassdraget. I tillegg er røye, ørekyt og regnbueaure innført til vassdraget. Det har vært en selv-reproduserende bestand av regnbueaure i Potta (Korsen & Gjølvik 1977, Melhus 1981), som er et lite fjellvann som drenerer til Åmotsdalselva. Regnbueaure er ikke påvist i nyere undersøkelser i Potta med tilhørende bekker, noe som tyder på at bestanden har dødd ut i senere tid (Kjøsnes & Solem 2004, Solem & Kjøsnes 2005). Den lakseførende strekningen i hovedstrengen av Driva er 85 km (Gjølvik 1981). Laks vandrer opp i sideelvene Grøa, Grøvu og Vinstra. I tillegg går sjøaure opp i de nedre delene av sideelvene Grøa, Vekveselva, Dørumselva, Ålma, Bjørbekken og Vinstra. Total lakseførende strekning er beregnet til om lag 98 km (Johnsen et al. 2005).

Drivavassdraget er infisert med lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. Det er sannsynliggjort at parasitten ble innført til vassdraget via infiserte laksunger fra Sverige (Johnsen et al. 1999). Importen av laksunger skjedde første gang i 1973 i regi av forskningsstasjonen for laksefisk på Sunndalsøra og Norges Kjøtt og Fleskesentral (Gjedrem 1992). Importen av laksunger fra Sverige ble gjentatt i 1974 og 1975 (Brodtkorb 2001). I perioden 2001-2011 har fangsten av laks i Driva variert mellom 1300 og 5300 kg, mens fangsten i perioden 1966-1974 før påvist smitte varierte mellom 4 200 og 17 000 kg. Etter smitte skjedde en dreining i elvefangst fra et innslag på 20-40 % sjøaure (Johnsen et al. 1999) til en dominans av sjøaure i elvefangstene. Denne dreiningen inntraff som en kombinert følge av en kraftig nedgang i laksefangst og en økning i fangst av sjøaure. Imidlertid har en betydelig reduksjon i sjøaurebestandene de siste årene medført at laksefangsten igjen har passert fangsten av sjøaure.

Sundalsfjorden er innerste del av et større fjordsystem som omfatter blant annet Tingvollfjorden og Batnfjorden (**figur 2**). I fjordsystemet er det til sammen fire elver som er infisert med den alvorlige lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. I tillegg til Driva er det Litjedalselva ved Sundalsøra, Usma i Øksendalen og Batnfjordselva i Batnfjorden. Sundalsfjorden er over 400 meter dyp på det dypeste, og en terskel på omtrent 200 meter skiller den indre delen fra Tingvollfjorden. Det er tre fjordåpninger ut mot Kvernesfjorden og Freifjorden, hvorav de to dypeste fjordåpningene har terskler som ligger på omtrent 100 meters dyp.



Figur 2. Oversikt over indre del av fjordsystemet som ble undersøkt i perioden 2009-2011. Det er forekomst av *Gyrodactylus salaris* i Driva, Litjedalselva og Batnfjordelva.

2 Metode

2.1 Fangst og merking av sjøaure

I 2009 ble det fanget voksne sjøaure på seks lokaliteter fra elvemunning og 56 kilometer oppover vassdraget (**tabell 1**). Umoden og voksne sjøaure ble fanget med bruk av sportsfiskeutstyr i øvre deler av Driva (**bilde 2**) og med kastenot i munningsområdet (**bilde 3**). Det ble fanget 37 umodne og voksne sjøaurer i størrelsesspennet 25-95 cm (**tabell 2**). De største sjøaurene ble merket med akustiske dybde- og ID-sendere med statistikkfunksjon, som hadde minimum 16 måneders varighet. Teknologitvillingen knyttet til disse merkene og de tekniske spesifikasjonene er beskrevet i Alfredsen et al. (2011). Tillatelse fra forsøksdyrutvalget ble innhentet (ID: 1027). Alt kirurgisk utstyr ble sterilisert før bruk, og aseptiske forhold ble tilstrebet i alle prosedyrer. En veldokumentert protokoll for anestesi og sedasjon ble benyttet (Urke et al. 2013). Ved implantering av senderne ble det benyttet standard kirurgiprotokoll (Urke et al. 2013).

Tabell 1. Oversikt over plasser i Driva hvor voksne sjøaure ble fanget i 2009 og 2010.

Sted	Avstand sjø (km)	UTM	Nord	Øst
Elveos	0	UTM32N	6949584.0	476546.0
Sjølland	2,5	UTM32N	6948732.0	478080.0
Breiåhølen	7,6	UTM32N	6946728.0	482135.0
Tøfte	16	UTM32N	6945344.0	489588.0
Kirkestenshølen	29	UTM32N	6940056.0	500661.0
Svartøyen	56	UTM32N	6939855.0	521954.0



Bilde 2. I øvre deler av Driva ble sjøaure fanget med sportsfiskeutstyr. Foto: Øyvind Solem.

Tabell 2. Oversikt over voksne sjøaurer som ble merket i Driva i 2009 og 2010.

Dato	ID	Lengde (cm)	Merket
09.07.2009	91	49	Sjølland
09.07.2009	93	43	Sjølland
09.07.2009	95	38	Sjølland
09.07.2009	97	53	Sone 1
09.07.2009	99	53,5	Sone 1
09.07.2009	101	48	Sone 1
09.07.2009	103	49	Sone 1
09.07.2009	105	45,5	Sone 1
06.08.2009	107	52	Utløp sone 1
06.08.2009	109	69	Utløp sone 1
06.08.2009	111	37	Utløp sone 1
06.08.2009	113	44	Utløp sone 1
06.08.2009	115	54	Utløp sone 1
06.08.2009	117	50	Utløp sone 1
16.09.2009	119	55	Sjølland
16.09.2009	121	62	Sjølland
16.09.2009	123	43	Sjølland
16.09.2009	125	40	Sjølland
16.09.2009	127	53	Sjølland
16.09.2009	129	41	Sjølland
16.09.2009	131	38	Sjølland
16.09.2009	133	42	Sjølland
16.09.2009	135	36	Sjølland
16.09.2009	137	40	Sjølland
07.05.2010	139	56	Svartøyen
07.05.2010	141	71	Svartøyen
18.05.2010	143	58	Kirkestenshølen
18.05.2010	145	41	Tøfte
19.05.2010	147	57	Breiåhølen
19.05.2010	149	N/A	Breiåhølen
19.05.2010	151	56	Sjølland
19.05.2010	153	52	Sjølland



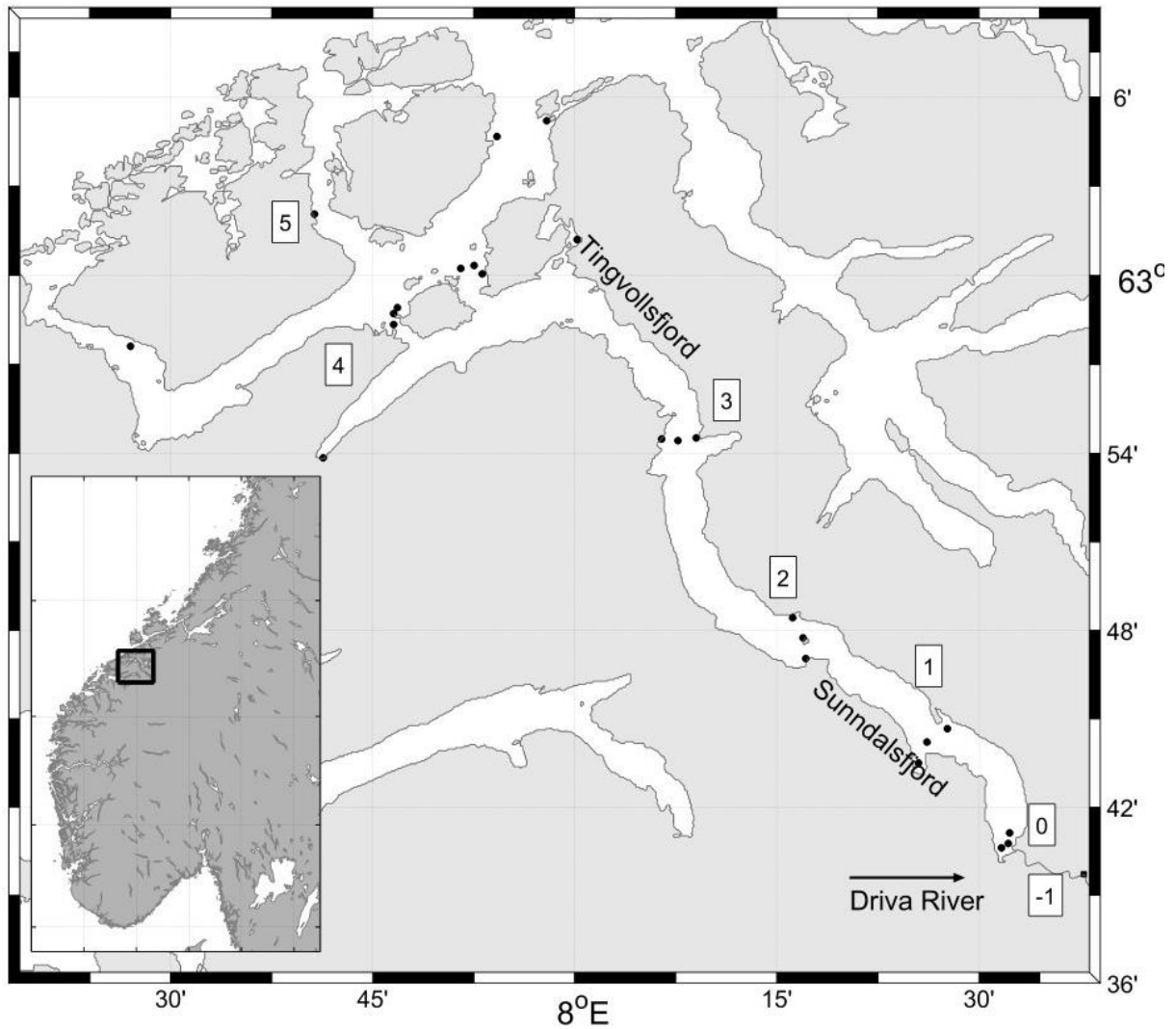
Bilde 3. I munningsområdet til Driva ble sjøaure fanget med kastenot. Foto: Øyvind Solem.

2.2 Stasjonsnett for akustiske lyttebøyer

Det ble satt ut et nettverk av automatiske lyttebøyer i Driva og Sunndalsfjorden og ytre kyststrøk (**figur 3**), for å registrere fiskevandring i elv og utover fjordsystemet. Enkeltbøyer ble plassert i utløpene av Litledalselva, Usma og Batnfjordselva. I ytre del ble lyttebøyer hovedsakelig plassert i nærheten av oppdrettslegg. I Driva ble det lagt ut lyttebøyer i utløpsområdet, ved Romfo bru, ved Gjøra bru, i sidevassdraget Grøvu og ved Lønset.

Funksjonen til lyttestasjonene var å kartlegge hvilke deler av elvesystemet og fjordsystemet som ble benyttet av sjøaure i undersøkelsesperioden, og hvordan gytemoden sjøaure fordelte seg i Drivavassdraget i gyteperioden. Totalt ble det satt ut 34 bøyer i 2009 og 2010. Bredden på fjorden i områder med lyttebøyer varierte mellom 0,9 og 2,8 kilometer. Avstanden til Driva fra lyttestasjonene var henholdsvis ni kilometer (sone 1), 20 kilometer (sone 2), 36 kilometer (sone 3), 52-58 kilometer (sone 4) og 62-80 kilometer (sone 5). Lyttestasjonene var av typen VEMCO VR2W som kan operere automatisk over en periode på 18 måneder. Data fra lyttestasjonene ble innhentet og sammenstilt i en felles database for umoden og voksen sjøaure.

Rekkeviddetester som ble utført i Sunndalsfjorden i undersøkelsesperioden viste at merkene som ble brukt på umoden og voksen sjøaure hadde en rekkevidde på rundt 600 meter. I analysene ble det lagt vekt på vandringsavstander fra Driva, utvandringstidspunkt, samt hvor fiskene oppholdt seg i de ulike fjordavsnittene over tid.



Figur 3. Plassering av akustiske lyttebøyer i 2009-2010. Sone -1 er i Driva, sone 0 er i estuarieret til Driva, sone 1 er Bøneset-Flå, sone 2 er Merraberget-Fjøseid, sone 3 er Sjølsvikhammaren-Øygarneset, sone 4 er Gjemnessund-Bergsøysund. I tillegg ble det i 2010 plassert ut lyttebøyer mellom fastlandet og Averøya, Averøya og Frei og ytre del av fjordsystemet (sone 5) .

2.3 Skjellanalyser

Skjellprøver ble tatt fra all større sjøaure som ble merket med akustiske sendere. Dette skjellmaterialet fra 2009 (24 fisk) og 2010 (åtte fisk) ble analysert i prosjektet. Metodikk for avlesing av alder og vekstmønster fra skjellprøver av laksefisk er i all hovedsak den samme som i tidligere arbeid (Nordeng & Jonsson 1978). Identifisering av vintersoner med mindre vekst, og dermed mindre avstand mellom vekstringer på skjellene (**bilde 4**), ble brukt som identifikasjon av år. Fiskelengde på fangsttidspunktet og avstand mellom vintersonene ble benyttet til tilbakeberegning av årlig vekst. Tilbakeberegning av vekst fra skjell er basert på lineær proporsjonalitet mellom lengde- og skjellvekst. Tolkinger av vekstsoner og vintersoner er generelt sett regnet som en robust metode, men det kan være grunnlag for subjektive, personavhengige tolkninger. I nyere tid er derfor digitalisering av skjellprøver og skjellanalyser innført som standard metodikk.

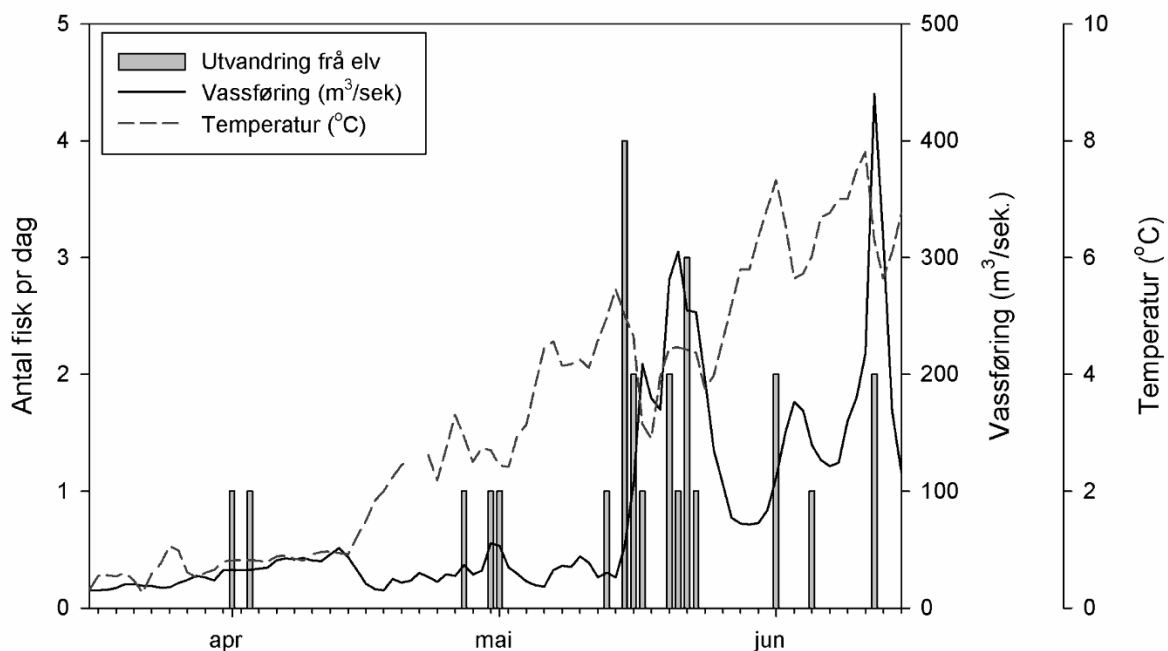


Bilde 4. Skjell fra en eldre sjøaure med regelmessige vekslinger mellom sommeropphold i saltvann (god vekst) og vinteropphold i ferskvann (reduisert vekst). Foto: Gunnbjørn Bremset.

3 Resultater

3.1 Utvandringstidspunkt

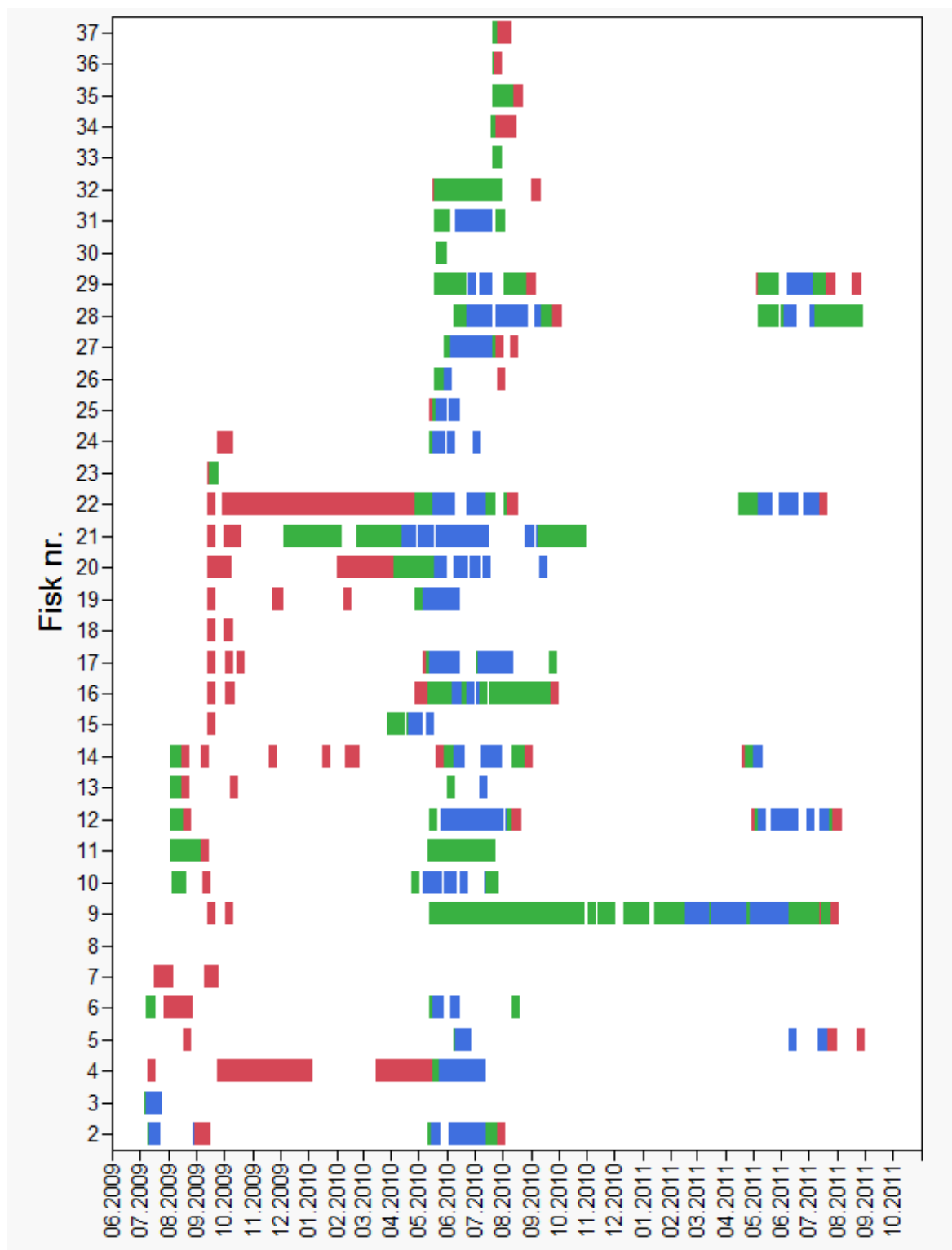
I 2010 ble til sammen 25 voksne sjøaurer registrert under utvandring fra Driva. Dette var fisk som var merket i løpet av sommeren og høsten 2009 og våren 2010. Utvandringen hos de voksne sjøaurene foregikk fra starten av april til slutten av juni (**figur 4**). Mesteparten av sjøaurene vandret ut i midten av mai i forbindelse med en betydelig økning i vannføring. I samme periode var det et dropp i vanntemperatur, noe som tyder at hovedutvandringen skjedde i forbindelse med snøsmelting.



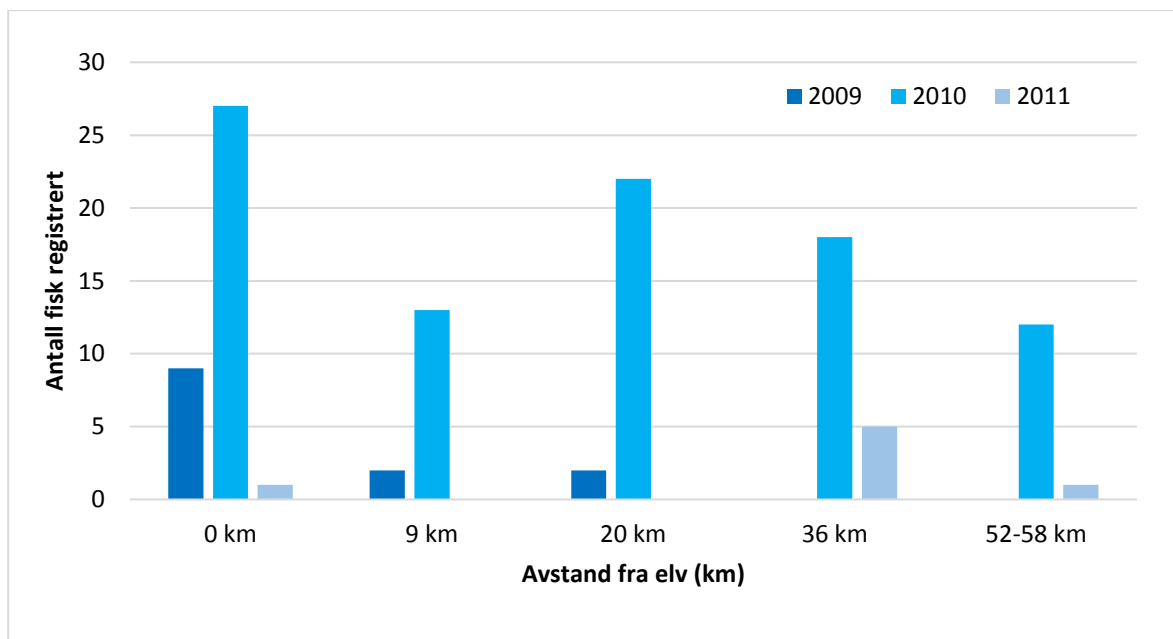
Figur 4. Utvandringstidspunkt for voksne sjøaure i Driva våren 2010. Sjøaurene ble merket høsten 2009 og våren 2010. Stiplet linje angir vanntemperatur og heltrukket linje viser vannføring målt i vannmerket ved Elverhøy.

3.2 Fjordvandring

Med ett unntak (individ nummer åtte) ble det i perioden juni 2009-oktober 2011 gjort registreringer av alle umodne og voksne sjøaurer som ble merket i Driva (**figur 5**). Det var store individuelle variasjoner i når og hvor de ulike fiskene ble registrert. To av sjøaurene oppholdt seg i lengre tid i munningsområdet til Driva, og ble registrert i dette området gjennom mesteparten av perioden fra oktober 2009 til juni 2010. Enkelte sjøaurer ble bare registrert i en kort periode i løpet av sommeren i 2010, og ble senere ikke registrert på noen av lyttestasjonene i undersøkelsesområdet. Noen få sjøaurer ble registrert gjennom mesteparten av undersøkelsesperioden, og ble da registrert på lyttestasjoner fordelt over store deler av undersøkelsesområdet. Det ble registrert merkete sjøaurer på alle lyttestasjonene i undersøkelsesområdet i løpet av undersøkelsesperioden (**figur 6**). I 2010 var det flest merkete fisk i systemet, og det ble dette året registrert mer enn ti merkete individer på hver lyttestasjon. De store variasjonene i oppholdssted, oppholdstid og vandringsavstander tyder på at det er betydelig livshistorievariasjon hos sjøaure i Drivavassdraget.



Figur 5. Tidsakse (måned og år) for når sjøaure merket i Driva ble registrert i elv (grønt), elvemunning (rødt) og fjord (blått) i undersøkelsesperioden juni 2009-oktober 2011.



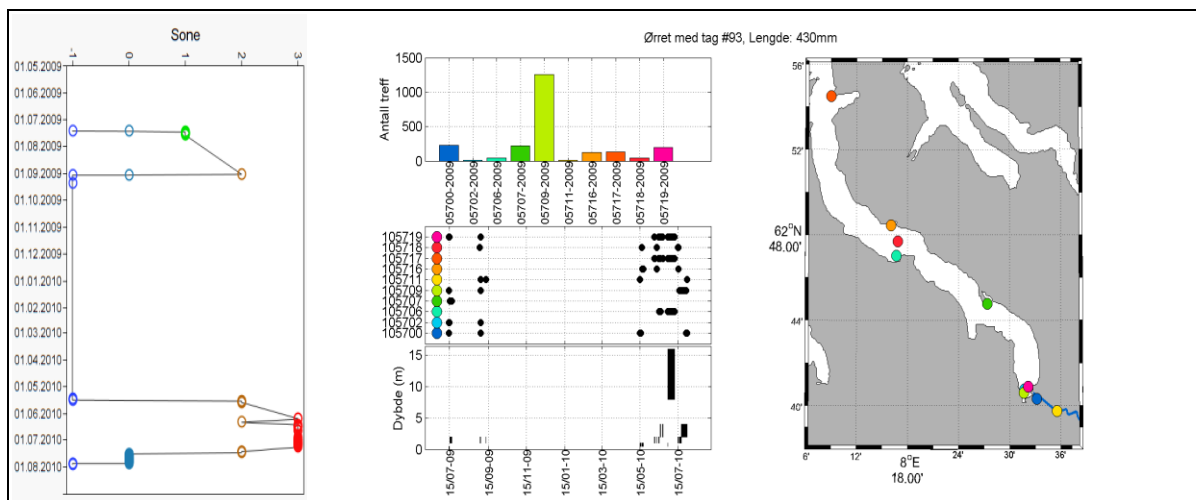
Figur 6. Registrering av voksen sjøaure på akustiske lyttebøyer i ulike avstander fra utløpet av Driva i perioden 2009-2011.

Noen individer ble registrert i elvemunningen allerede i januar. Disse ser ut til å holde seg inne i ferskvannsstrømmen fra Driva inntil temperaturene i sjøen steg, og de gikk lengre ut i fjordsystemet i april. De første registreringene lenger ute i fjordsystemet var den 15. april i 2010 og den 19. februar i 2011 (**tabell 3**). Det ble påvist fisk som oppholdt seg i elvemunningen langt utover høsten; noen helt fram til nyttår i 2010 og noen fram til slutten av oktober i 2011.

Tabell 3. Oversikt over registreringer i de forskjellige soner for 2010 og 2011 med dato for første deteksjon, mediandato for deteksjon og dato for siste deteksjon. Soneinndelingen som er benyttet disse to årene framgår av **figur 3**.

År	Sone	Første deteksjon	Mediandato	Siste deteksjon
2010	0	02.01.	24.07.	30.12.
	1	15.04.	25.06.	12.09.
	2	30.04.	03.07.	09.09.
	3	11.05.	06.06.	03.08.
	4	22.04.	02.07.	17.07.
2011	5	07.06.	01.07.	13.07.
	0	02.01.	18.07.	23.08.
	1	19.02.	11.03.	08.05.
	2	10.03.	22.06.	22.07.
	3	01.05.	05.06.	22.07.
2011	4	16.05.	01.06.	21.10.
	5	11.06.	11.06.	13.07.

Hoveddelen av utvandringene fra elv til foregikk i starten av mai både i 2009 og 2010 (**figur 7**), med noen få individer som oppholdt seg i elvemunningen fra januar- februar i begge år. Generelt sett var oppholdstida kort i de ytre delene av fjordsystemet. De fleste individer hadde et lengre opphold i de indre delene av fjordsystemet, og så ut til å søke seg til elvemunningen i juli-august. Et typisk vandringforløp for en sjøaure i 2009 var utvandring sent i juli og påfølgende tilbakevandring i starten av september, med noe tidligere utvandring (medio mai) og oppvandring (medio juli) i 2010 (**figur 7**).



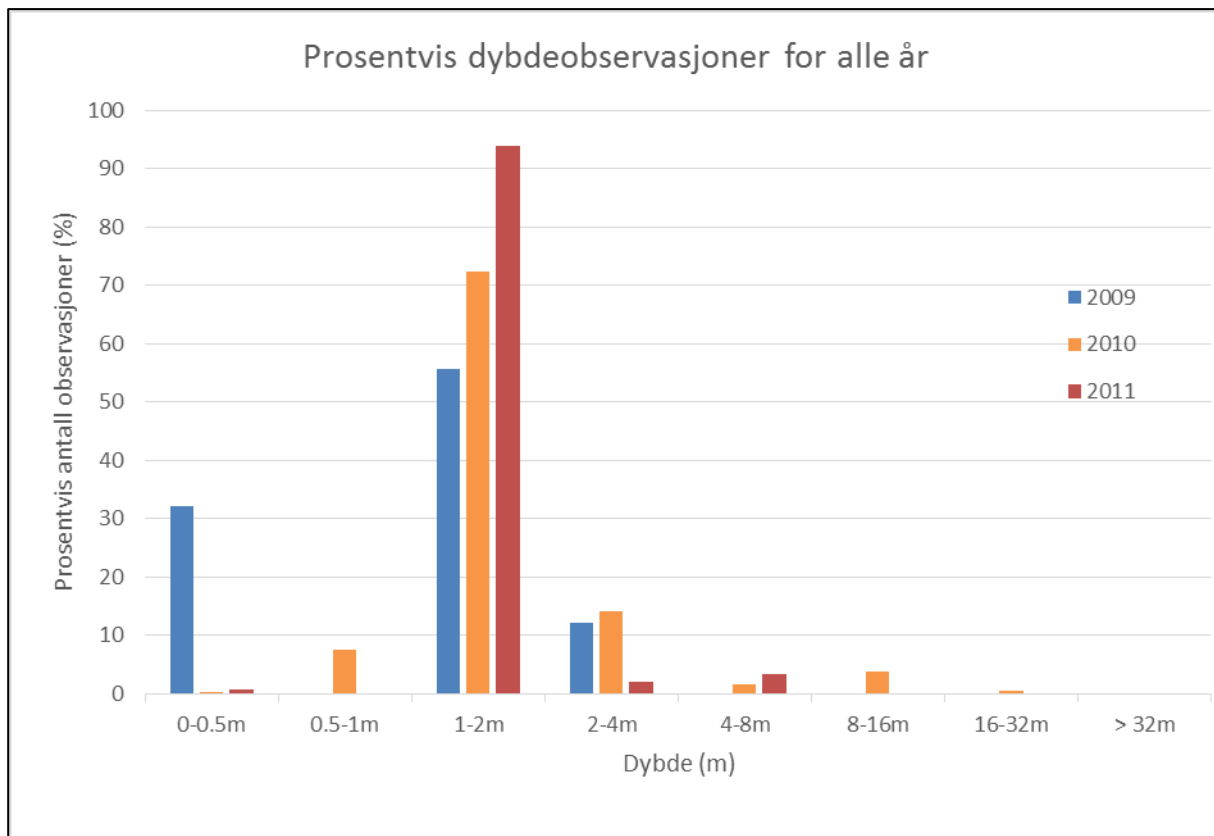
Figur 7. Vandringmønster til en sjøaure på 43 cm i fjordsystemet om sommeren i 2009 og 2010 (venstre panel), oversikt over hvilke vanndybder fisken oppholdt seg på (midtre panel) og oversikt over hvilke bøyer fisken ble registrert på (høyre panel).

3.3 Svømmedybde

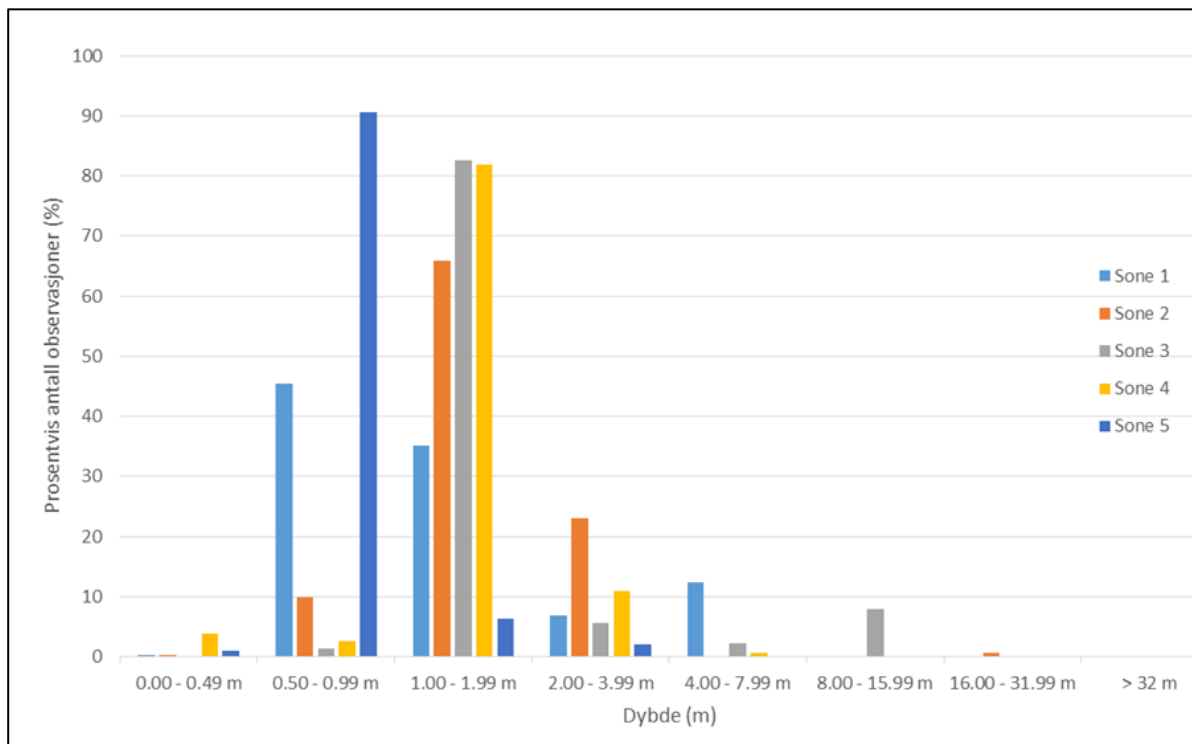
Det ble til sammen loggført 8418 deteksjoner av merket fisk med dybdeinformasjon i perioden 2009-2011. De aller fleste deteksjonene (93 % av totalen) ble gjort i 2010 da det var minst 100 deteksjoner i alle soner. Det store antall deteksjoner i dette året gir god oppløsning på data med tanke på utvandring. I 2009 ble det bare observert fisk som hadde sensorer med dybdeinformasjon i de to innerste sonene. Dette skyldes at fisken ble merket sent i sommersesongen slik at mesteparten av fisken trolig hadde returnert etter sjøopphold. I 2010 ble imidlertid alle deler av sjøfasen dokumentert, ettersom en da fikk utvandring av den fisken som ble merket i 2009 og som hadde overvintret i ferskvann.

Sjøauren oppholdt seg i de øvre vannlagene med over 90 % av alle deteksjoner ned til fire meters dyp (**figur 8**). Det kan virke som om fisken som sto i umiddelbar nærhet til elv var noe mer representert i de øverste meterne (0,5-1 m), mens de utenfor sone 1 hadde hoveddelen av deteksjonene innenfor 1-2 meter, med sone 2 og fire med henholdsvis om lag 25 % og 15 % av deteksjonene på to-fire meters dyp (**figur 8**).

Det var sonevise forskjeller i hvilke vanndybder voksen sjøaure oppholdt seg på i perioden 2009-2011 (**figur 9**). Sjøaurene som oppholdt seg i nærområdene til Driva og Litledalselva oppholdt seg jevnt over nært vannoverflaten (mindre enn én meters dyp). Tilsvarende oppholdt mesteparten av sjøauren i sone 5 seg i den øverste dybdemeteren. I de tre siste sonene (sonene 2-4) oppholdt fiskene seg mesteparten av tida på 1-2 meters dyp.



Figur 8. Vandringsdyp hos sjøaure i Sunndalsfjorden i perioden 2009-2011.



Figur 9. Andel observasjoner (%) av voksen sjøaure i ulike vanddybder i fem soner av Sunndalsfjorden og Tingvollfjorden i perioden 2009-2011.

3.4 Lengde på sjøopphold

Flergangsvandrende sjøaure hadde en gjennomsnittlig oppholdstid i sjøen på om lag 81 dager i 2010 og 84 dager i 2011 (**tabell 5**). Den registrerte oppholdstida i munningsområdet var betraktelig lengre i 2011 enn i 2010 (henholdsvis 16 og to dager). Dette resultatet må imidlertid tolkes med en viss forsiktighet, siden det var data fra forholdsvis få fisker i begge disse undersøkelsesårene.

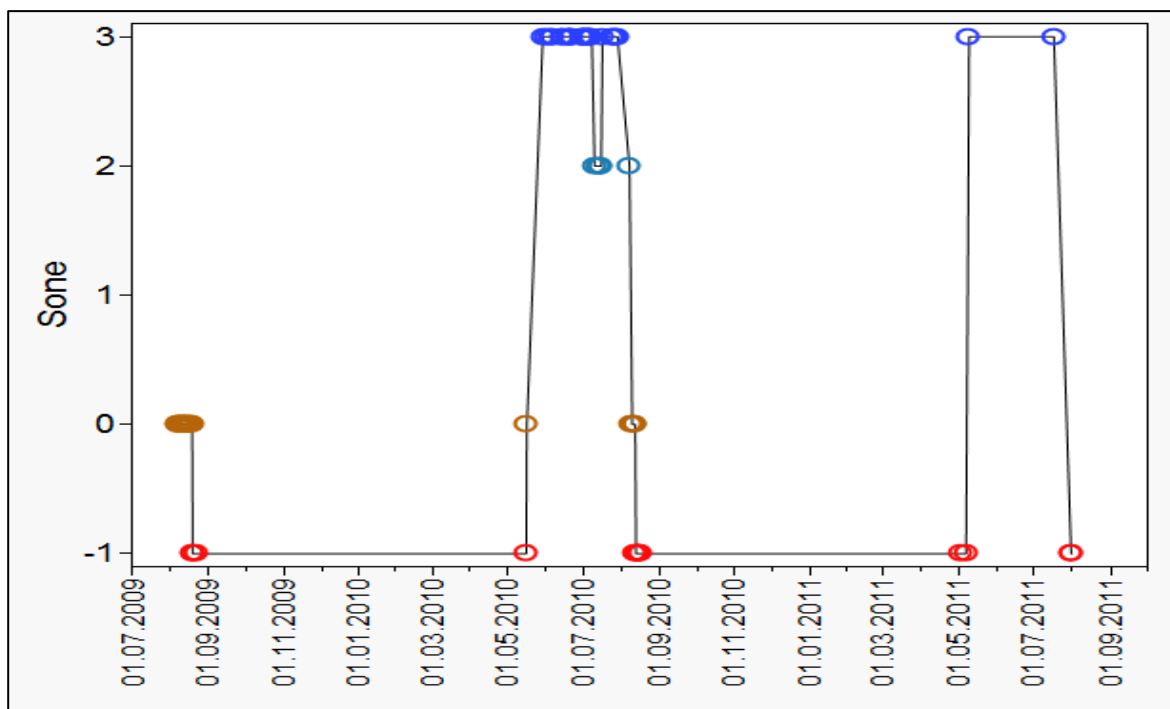
Tabell 5. Oversikt over gjennomsnittlig sjøopphold for voksen sjøaure i 2010 og 2011, samt gjennomsnittlig lengde på sjøopphold utenom estuariet. Verdiene for oppholdstid og standardavvik er avrundet til nærmeste hele tall.

År	Gjennomsnittlig sjøopphold		Gjennomsnitt utenom estuariet	
	2010	2011	2010	2011
Antall individer	8	3	13	4
Antall dager	81	84	80	68
Standard avvik	22	6	30	21

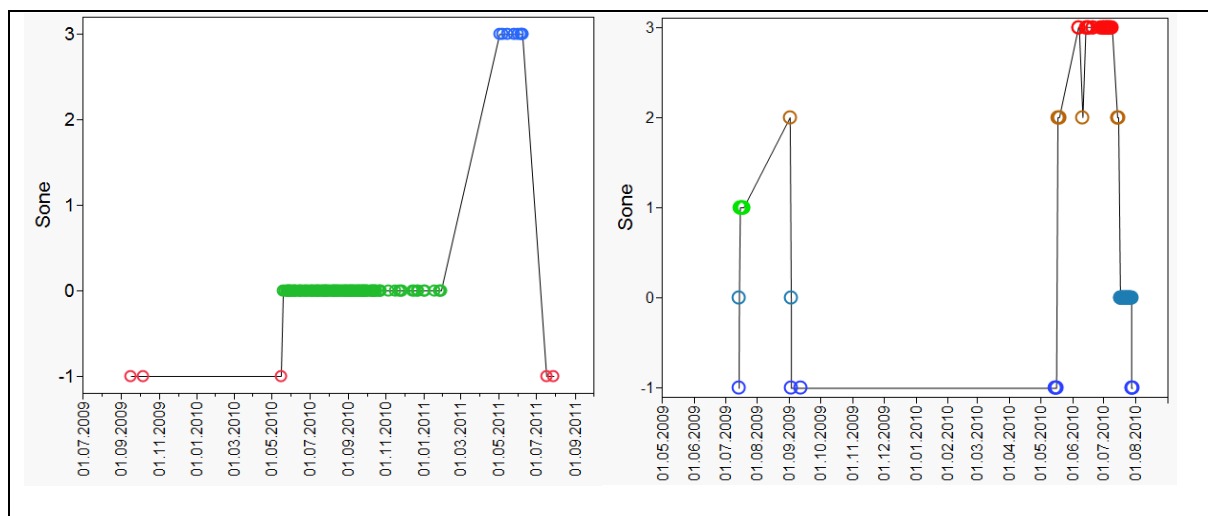
Siden lyttebøyene i estuariet var satt i høye brakkvannskonsentrasjoner over forsøket ble det satt opp sjøoppholdstid med og uten de innerste lyttebøyene i fjordsystemet. Høye standardavvik viser til store individuelle forskjeller i oppholdstid i fjordsystemet, noe som delvis kan forklares med i hvilken grad estuariet ble benyttet under sjøoppholdet. I 2011 var det 16 dagers forskjell i oppholdstid mellom de som oppholdt seg i estuariet og de som ikke hadde et slikt opphold. I tolkningen av resultatene må det likevel tas hensyn til at det var et lite antall forsøksfisk i 2011, slik at det er knyttet en viss usikkerhet til om disse forskjellene er representative.

Det var en god del individuelle variasjoner i vandringsmønster i undersøkelsesperioden, og det var også variasjoner i vandringsmønster mellom år. Ett individ hadde tilnærmet identisk vandringsforløp i hele perioden 2009-2011 (**figur 10**). Denne sjøauren vandret ut fra Driva på omtrent samme tidspunkt i 2010 og 2011 (tidlig i mai), vandret utover til de samme områder i fjordsystemet, før den vandret opp på omtrent samme tidspunkt (starten av august) i 2010 og 2011 som i 2009.

Andre individer hadde ulike vandringsmønster fra år til år. En sjøaure vandret ut i estuariet i mai 2010 og oppholdt seg der fram til våren 2011, for å så vandre ut til ytre deler av fjordsystemet i mai 2011 (**figur 11**). En annen sjøaure hadde et tredje vandringsmønster med veldig sen utvandring til fjordsystemet i juli-september 2009, og skiftet til en tidlig utvandring i mai-juli 2010 (**figur 11**).



Figur 10. Registrering av individ nummer tolv i ulike soner i elv og fjordsystem. Sone -1 er elv, sone 0 er elvemunning, og sonene 1-3 er utover i fjordsystemet. Denne sjøauren hadde tilnærmet identiske vandringmønstre i 2010 og 2011.



Figur 11. Registrering av individ nummer ni (høyre) og individ nummer to (venstre) i ulike soner i elv og fjordsystem. Sone -1 er elv, sone 0 er elvemunning, mens sonene 1-3 er utover i fjordsystemet. Individ nummer ni oppholdt seg i flere måneder i estuariet før utvandring til ytre fjordstrøk, mens individ nummer to hadde sen fjordutvandring i 2009 og tidlig fjordutvandring i 2010.

3.5 Vandring til andre vassdrag og elvemunninger i fjordsystemet

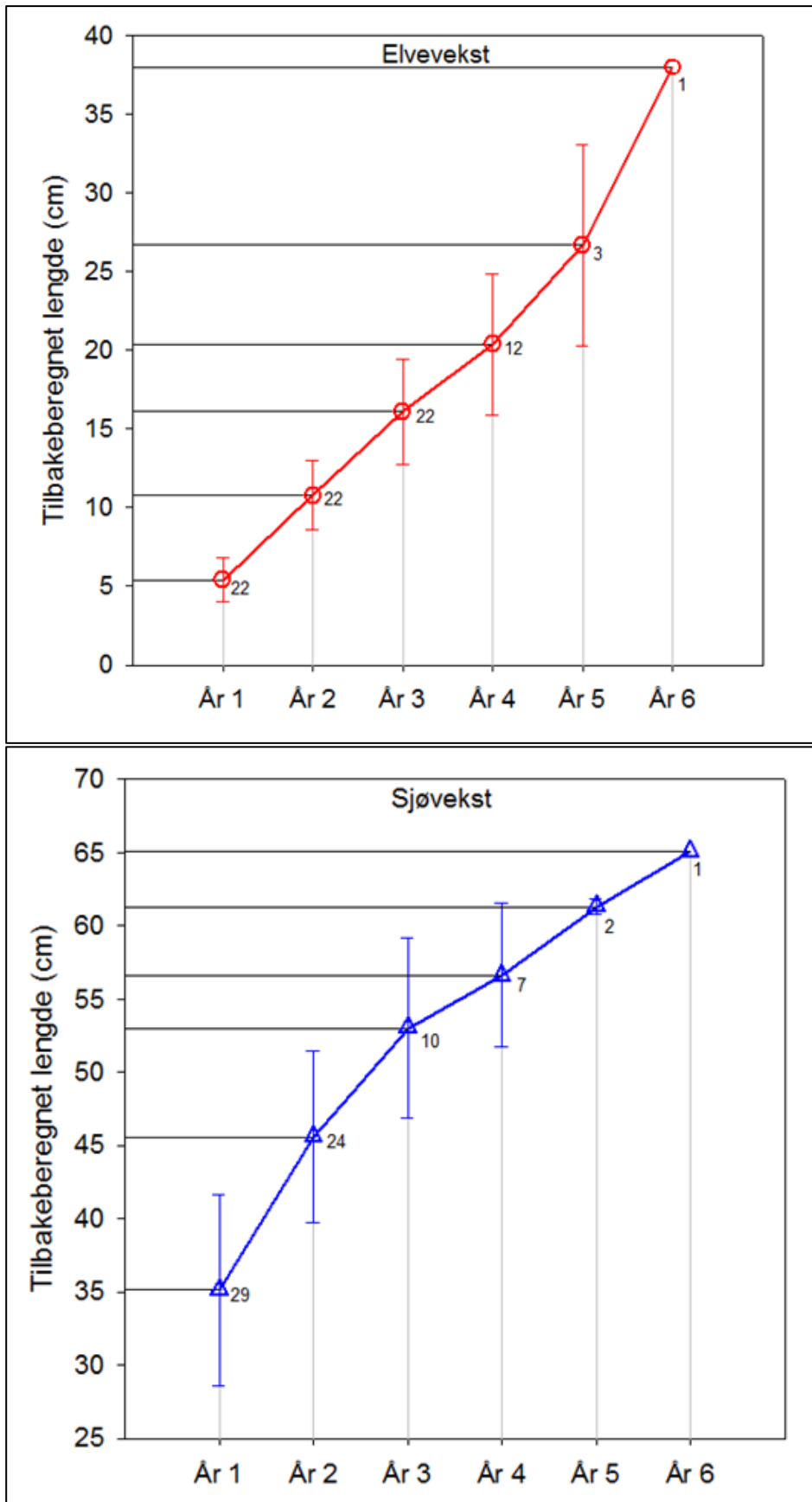
I løpet av undersøkelsesperioden ble det registrert fisk på lyttebøyer i Litledalselva og i utløpet av Usma og Batnfjordselva (henholdsvis 2 km, 12 km og 65 km fra elvemunningen til Driva). Det ble registrert tre sjøaurer i Litledalselva, 15 i elvemunningen til Usma og én i elvemunningen i Batnfjordselva (**tabell 6**). Disse fiskene hadde en oppholdstid på flere dager i elvemunningene. For fisk registrert i Usma er disse hovedsakelig registrert i mai-juni og disse fiskene ble registrert på bøyer lenger ute i fjordsystemet på et senere tidspunkt.

Tabell 6. Akustisk merket sjøaure fra Driva registrert på lyttebøyer i elvemunning av nærliggende lakseelver i 2010 og 2011.

Elv	Antall fisk	Middels oppholdstid (dager)	Standardavvik
Litledalselva	3	11,6	9,1
Usma	15	5,4	8,4
Batnfjordselva	1	1,7	-

3.6 Vekst i elv og sjø

Av de 37 voksne sjøaurene som inngår i undersøkelsene ble det gjort aldersanalyser med tilbakeberegning av vekst hos 22 individer. Det var ikke mulig med tilbakeberegning av både elvevekst og sjøalder på de resterende 15 fiskene, slik at disse fiskene ikke inngår i vekstanalysene. Den gjennomsnittlige smoltalder var 3,6 år (variasjonsbredde 3-6 år), med en gjennomsnittlig smoltlengde på 21,5 cm (variasjonsbredde 15-38 cm). Tilbakeberegnet elvevekst viste en gjennomsnittlig årsvekst på om lag 5 cm i året før aurene smoltifiserte og forlot vassdraget (**figur 12**). Unntaket var en fisk som vokste rundt 10 cm det siste året før den smoltifiserte og forlot vassdraget som seksåring. Tilbakeberegnet sjøvekst viste raskest vekst under de tre første oppholdene i sjøen, med en gjennomsnittlig lengdevekst på henholdsvis 10, 14 og 7 cm for første, andre og tredje sjøopphold (**figur 12**). Etter den tid stagnerte veksten på det begrensede materialet av fisk med mer enn tre sjøopphold.



Figur 12. Tilbakeberegnet elvevekst (øvre panel) og sjøvekst (nedre panel) hos 22 sjøaurer.

4 Diskusjon

4.1 Metodiske forhold

Akustisk telemetri er en egnet metode for å kartlegge sjøaurens bevegelser mellom elv og fjordsystem, siden denne metoden i motsetning til radiotelemetri fungerer både i ferskvann og saltvann. Akustisk telemetri gir mulighet for detaljerte atferdsstudier ved at man kan følge individuelle fisk over lang tid og lange avstander. For studier i saltvann er hydroakustikk, der implanterte merker i fisken sender ut et signal som blir registrert av utplasserte lyttebøyer, den mest benyttete metoden (Thorstad et al. 2007, Urke et al. 2009). I tillegg til geografisk informasjon fra merkete fisk som er innenfor rekkevidden for en lyttebøye, kan kodete signal også inneholde annen informasjon som dybde og vanntemperatur (Alfredsen et al. 2011).

4.2 Vandring og aktivitetsmønster

Resultatene fra Driva samsvarer godt med tidligere resultat fra liknende studier, men viser jevnt over noe høyere tidsbruk i fjordsystemet enn i andre studier (Klemetsen et al. 2003, Rikardsen et al. 2006, Ulvund et al. 2014). Variasjonene på oppholdstiden kan være et resultat av miljøpåvirkninger, og temperaturforskjeller over år som forklarende faktorer. Resultatene på fjordbruken med tidsbruk på midtsommeren i ytre deler, mens de indre områder blir brukt i starten og slutten av sjøoppholdstiden stemmer godt overens med funn i blant annet Hemnefjorden (Davidsen et al. 2014), og vil også ha den naturlige forklaring at fisken søker nærmere elvemunningen da sjøtemperaturene faller på sensommeren tidlig høst.

Hovedmønsteret i vandringene er at auren vender tilbake til ferskvann på høsten og overvintrer der (Thorstad et al. 2016), men det er økende dokumentasjon på at en god del individer avviker fra dette mønsteret ved å oppholde seg i sjøen gjennom vinteren, eller vandrer mellom ferskvann og saltvann gjennom vinterhalvåret (Rikardsen et al. 2006). De fleste sjøaurene finnes innenfor 100 km fra vassdraget de tilhører (Klemetsen et al. 2003), selv om det finnes eksempler på fisk som har vandret over mye større avstander (Euzenat 1999, Kristensen et al. 2011, Ulvund et al. 2014, Thorstad et al. 2016). Resultatene fra Driva avviker ikke noe fra tidligere studier med vandring på opptil 90 km fra elvemunning ved de ytterste lyttebøyene ved Krifast.

Ny og oppdatert kunnskap om sjøaurens bruk av kystnære strøk er de siste årene innhentet både fra Sogn (Kristensen et al. 2011, Ulvund et al. 2014, Lunde 2015), Hemnefjorden (Davidsen et al. 2014, Eldøy et al. 2015) og Altafjorden (Jensen et al. 2016). Observasjoner viser vandringmønsteret til sjøaure er svært dynamisk, og enkelt fisk benytter store deler av fjordsystemet i sin marine næringsvandring mens andre fisk oppholder seg i estuariet store deler av året (Kristensen et al. 2010, Urke et al. 2010, Ulvund et al. 2014, Davidsen et al. 2014, Lunde 2014, Jensen et al. 2016). Sjøaure fra Driva viste stor variasjon og kompleksitet i sjøvandring, der enkelte individer også besøkte nærliggende elver som Litledalselva, Usma og Batnfjordselva i løpet av sommerhalvåret.

Sjøaure fra Lærdalselva har vært registrert helt ute i de ytre delene av Sognefjorden, over 170 kilometer fra merkestedet (Rosseland 1965, Kristensen et al. 2011, Ulvund 2014), med en gjennomsnittlig oppholdstid i sjøen på 98 dager. Førstegangsvandrende sjøaure fra Imsa som vandret ut mellom januar og juni var i sjøen i 6-9 måneder, mens de som vandret ut i andre halvår var 8-18 måneder i sjøen før de kom tilbake til Imsa (Jonsson & Jonsson 2009). I Vossovassdraget varte sjøoppholdet til førstegangsvandrende sjøaure fire måneder (Jonsson 1985), i Istra i Møre og Romsdal varte det i omtrent 90 dager (Jensen 1968).

Et studium i Hemnfjorden og Snillfjorden i 2013-2014 viste at sjøaurene benyttet nærområdet til vassdragene i langt høyere grad enn resten av fjordsystemet, og 68 % av sjøoppholdet til 115 merkete sjøaurer ble tilbrakt kortere enn fire kilometer fra elvemunningen (Eldøy et al. 2014). Davidsen et al. (2014) registrerte i det samme undersøkelsesområdet at sjøaurene om vinteren kun benyttet elvemunningene og de indre deler av fjordsystemet, mens det i april og mai ble registrert sjøaure i hele fjordsystemet. Etter starten av juni var det få individer som ble registrert i de midtre og ytre delene av dette fjordsystemet (Davidsen et al. 2014).

4.3 Vekst i elv og sjø

Smoltalder hos de 22 sjøaurene som inngikk i aldersanalysene viste at de i gjennomsnitt var 3,6 år gamle da de smoltifiserte. En undersøkelse av 79 individer av sjøaure fra Driva som ble fanget i perioden 1970-1972 viste en gjennomsnittlig smoltalder på 3,9 år (L'Abée-Lund et al. 1989). Resultatene fra undersøkelsene i 2009-2011 samsvarer derfor godt med resultatene fra 1970-tallet, noe som tyder på at det ikke har skjedd noen vesentlige endringer i vekstforholdene i Driva og Sunndalsfjorden. Resultatene fra undersøkelsene i 2009-2011 viste god vekst hos sjøaure i løpet av de første sjøoppholdene for deretter å avta etter tre-fire sjøopphold. Elvevekst var også god med gjennomsnittlig tilvekst på om lag fem centimeter i året. Det er noe av det samme som ble funnet i undersøkelsen av materialet fra 1970-1972, der tilveksten i det andre året i elva ble tilbakeberegnet til 4,5 cm (L'Abée-Lund et al. 1989).

Det lave antallet som er analysert sammen med at det var få fisk som hadde et sjøopphold på over 2 år gjør at det er vanskelig å si noe sikkert om hvordan veksten hos sjøaure i Sunndalsfjorden er etter 2-3 år i sjøen. Imidlertid må enn anta at de fleste blir kjønnsmodne etter to-tre år i sjøen og dermed stagnerer veksten i årene framover. Høy beskatning av sjøaure i elv og sjø kan være medvirkende årsak til at få individer hadde en sjøalder på mer enn to-tre år. For å fange inn fisk til merking ble det stort sett brukt lokale fiskere. For å få mer data på vekst hos sjøaure i Sunndalsfjorden bør det gjøres en større undersøkelse med et bredere utvalg av ulike aldersgrupper.

4.4 Risiko for smittespredning til andre vassdrag

Merkestudiet i Driva viste at sjøaurene fra dette vassdraget har vært innom elvemunningene i alle de tre største laksevassdragene i fjordsystemet. I så måte vil sjøauren kunne bidra som vektor for smitte av *Gyrodactylus salaris*. Dette er informasjon som vil være av interesse med tanke på økt sikkerhet for fastsettelse av smitteregioner og sikrere avgrensning av område for kjemiske behandlinger.

All utvandrende smolt av laksefisk kan i utgangspunktet være bærere av *Gyrodactylus salaris* og både laks og aure kan dermed utgjøre en vektor for smitteoverføring om de skulle vandre opp i ferskvann mens infektive parasitter fortsatt er til stede. Aure er vist å kunne være korttidsvert for *Gyrodactylus salaris* i mer enn 100 dager (Paladini et al. 2014) i ferskvann, men uten at parasittinfeksjonen øker. Tidligere modelleringsarbeid på sannsynlighet for regional sekundær spredning av *Gyrodactylus salaris* har pekt på tilførsel av ferskvann og salinitet i fjordområdene som kritiske variabler som påvirker smittesannsynlighet.

I Sunndalsfjorden er det laget en detaljert hydrofysisk modell for eventuell smittespredning ved normal og høy vannføring (Haugen et al. 2014). I denne modellen kobles avstand mellom vassdrag til fiskens forflytningskapasitet, siden overlevelsessevnen til parasitten er sterkt salinitetsavhengig. Simuleringene som integrerer den hydrodynamiske modellen og den biologiske spredningsmodellen (*GyroSim*) viser at sannsynlighet for at laksesmolt og hybridsmolt skal bære med seg *Gyrodactylus salaris* er svært høy (over 90 %) helt ut til 50 kilometer fra Driva, det vil i praksis si til Batnfjorden og Batnfjordelva (Haugen et al. 2014).

5 Referanser

Alfredsen, J.A., Førre, M., Grønningsæter, A., Kristensen, T. & Urke, H.A. 2011. Using internal data processing capacity to enhance the information output from acoustic transmitter tags. 1. International conference on fish telemetry. First International Conference of Fish Telemetry, Sapporo, Japan, June 12-18 2011.

Anonym 2010. Plan for bevaring og reetablering av laks og sjøaure i Drivaregionen i tilknytning til bekjempelsen av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i vassdragene. – Forslag til gjennomføring av tiltak og organisering av aktiviteten i perioden 2010-2023, 23 sider.

Berg, O.K. & Berg, M. 1987. Migrations of sea trout, *Salmo trutta* L., from the Vardnes river in northern Norway. – Journal of Fish Biology 31, 113-121.

Berg, O.K. & Berg, M. 1989. The duration of the sea and freshwater residence of the sea trout, *Salmo trutta*, from the Vardnes River in northern Norway. – Environmental Biology of Fishes 24, 23-32.

Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Uglem, I., Asplin, L., Skaala, Ø. & Hvidsten, N.A. 2010. Nasjonal lakselusovervåkning 2009 på ville bestander av laks, sjøørret og sjørøye langs Norskekysten samt i forbindelse med evaluering av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. – NINA Rapport 547, 50 sider.

Brodtkorb, B. 2001. Historien om *Gyrodactylus salaris*. Tanker om avl og forbedringer av laksestammene. Sammendrag av dokumentarprogrammet Brennpunkt, sendt 20.11.2000 av NRK1. – Notat til Miljøverndepartementet datert 12.8.2001.

Davidson, J.G., Eldøy, S.H., Sjørnsen, A.D., Rønning, L., Thorstad, E.B., Næsje, T.F., Whoriskey, F., Aarestrup, K., Rikardsen, A.H., Daverdin, M. & Arnekleiv, J.V. 2014. Marine migration and habitat use of sea trout *Salmo trutta* L. in a fjord in Central Norway – NTNU Vitenskapsmuseet Naturhistorisk Rapport 2014-6: 1-51

Einvik, K. 1982. Fiskeriundersøkelser i 10 års vernede vassdrag. Sluttrapport. – Rapport fra Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Trondheim, 206 sider.

Eldøy, S.H., Davidson, J.G., Thorstad, E.B., Whoriskey, F., Aarestrup, K., Næsje, T.F., Rønning, L., Sjørnsen, A.D., Rikardsen, A.H. & Arnekleiv, J.V. 2014. Marine migration and habitat use of anadromous brown trout (*Salmo trutta*). – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 72, 1366-1378.

Euzenat, G. 1999. Sea trout (*Salmo trutta* L.) in Normandy and Picardy, s. 175-203 i Biology and ecology of the brown trout and sea trout (Bagliniere, J.L. & Maisse, G., red.). Berlin: Springer-Praxis series in Aquaculture and Fisheries.

Finstad, B., Ulvan, E.M., Jonsson, B., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Hvidsten, N.A., Hindar, K., Karlsson, S., Uglem, I. & Økland, F. 2011. Forslag til overvåkingssystem for sjøørret. – NINA Rapport 689, 53 sider.

Finstad, B., Økland, F., Thorstad, E.B., Bjørn, P.A. & McKinley, R.S. 2005. Migration of hatchery-reared Atlantic salmon and wild anadromous brown trout post-smolts in a Norwegian fjord system. – Journal of Fish Biology 66, 86-96.

Fofonoff, P. & Millard, RC Jr. 1983. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater. UNESCO Technical Papers in Marine Science No. 44, 53 pp.

- Gjedrem, T. 1992. Akvaforsk krønike til 1. januar 1990. – Rapport fra Institutt for akvakulturforskning, 85 sider.
- Gjøvik, J.A. 1981. Undersøkelser av laks- og sjøarefisket i Gaula og Driva 1979 og 1980. – Rapport fra Fiskerikonsulentene i Midt-Norge, 73 sider.
- Haugen, T.O., Jansen, P.A., Staalstrøm, A., Viljugrein, H., Kristensen, T., Daae, K.L., Molvær, J., Nilsen, T.O., Arnekleiv, J.V. & Urke, H. A. 2014. GyroSim Sannsynlighet for spredning av *Gyrodactylus salaris*: Kobling av 3D sirkulasjonsmodell og biologisk smittespredningsmodell. – INAQ AS Rapport til Miljødirektoratet, 38 sider.
- Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1999. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000. – NINA Oppdragsmelding 617, 129 sider.
- Johnsen, B.O., Hindar, K., Balstad, T., Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Jensås, J.G., Syversveen, M. & Østborg, G. 2005. Laks og *Gyrodactylus* i Vefsna og Driva. Årsrapport 2004. – NINA rapport 34, 33 sider.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 1993. Partial migration: niche shift versus sexual maturation in fishes. – Reviews in Fish Biology and Fisheries 3, 348-365.
- Jonsson, N & Jonsson, B.O. 2002. Migration of anadromous brown trout in a Norwegian river. – Freshwater Biology 47, 1-11.
- Jonsson, N., Jonsson, B. & Hanssen, L.P. 1995. Brown trout (*Salmo trutta*) released to support recreational fishing in a Norwegian fjord. – Journal of Fish Biology 39, 739-744.
- Jonsson, B., L'Abée-Lund, J.H., Heggberget, T.G., Johnsen, B.O., Næsje, T.F. & Sættem, L.M. 1991. Longevity, body size, and growth in anadromous brown trout (*Salmo trutta*). – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 48, 1838-1845.
- Jensen, A.J., Finstad, B., Fiske, P. & Saksgård, L. 2016. Smoltutvandring, marin vekst og sjøoverlevelse hos sjørørret, sjørøye og laks i Halselva, Finnmark. – NINA Rapport 1238, 33 sider.
- Jensen J.L.A. & Rikardsen, A.H. 2008. Do northern riverine anadromous Arctic charr and sea trout overwinter in estuarine and marine waters? – Journal of Fish Biology 73, 1810-1818.
- Kjøsnes, A.J. & Solem, Ø. 2004. Kartlegging av langtidsverter for *Gyrodactylus salaris* i Driva-vassdraget. – ABC Oppdragsmelding 2, 13 sider.
- Korsen, I. & Gjøvik, J.A. 1977. Undersøkelser i 10-års verna vassdrag. Årsrapport. Drivavassdraget. Todalsvassdraget. – DVF-rapport 2, Trondheim.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. & Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. – Ecology of Freshwater Fishes 12, 1-59.
- Kristensen, T, Urke, H.A, Haugen, T.O., Rustadbakken, A., Alfredsen, J.A., Alfredsen, K. & Roseland, B.O. 2011. Sjøauren i Lærdalselva; vekstmønster og fjordvandringar før og no. – NIVA Rapport 6122-2011, 32 sider.
- 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 Fish Biology 58, 525-542..

- Lunde, R. 2014. Lake-habitat use of post-juvenile sea trout over time and space - an acoustic telemetry study in a regulated river system. Masteroppgave NMBU.
- Lyse, A. A., Stefansson S. O. & Fernö, A. 1998. Behaviour and diet of sea trout post-smolt in a Norwegian fjord system. – *Journal of Fish Biology* 52, 923-936.
- Nordeng, H. & Jonsson, B. 1978. Skjell, øresteiner og gjellelokk til aldersbestemmelse av fisk. – *Fauna* 31, 184-194.
- Melhus, F.O. 1981. Fordypningsoppgave i fiskeribiologi. – Telemark distriktshøgskole, Bø.
- Paladini G., Hansen H., Williams C.F., Taylor N.G.H., Rubio-Mejia O.L., Denholm S.J., Hytterød S., Bron J.E. & Shinn A.P. 2014. Reservoir hosts for *Gyrodactylus salaris* may play a more significant role in epidemics than previously thought. – *Parasites & Vectors* 7, 576.
- Rikardsen, A.H., Sandring, S. & Knudsen, R. 2002. Marin vintervandring til sjørret i Nord-Norge. – NINA Oppdragsmelding 738, 25 sider.
- Rikardsen, A.H., Diserud, O., Elliott, J.M, Dempson, J.B., Sturlaugsson, J. & Jensen, A. 2007. The marine temperature and depth preferences of Arctic charr and sea trout, as recorded by data storage tags. – *Fisheries oceanography* 16, 436-447.
- Rikardsen, A.H., Amundsen, P.-A., Knudsen, R. & Sandring, S. 2006. Seasonal marine feeding and body condition of sea trout *Salmo trutta* (L.) at its northern distribution area. – *ICES Journal of Marine Science* 63, 466-475.
- Rikardsen, A.H., Dempson, J.B., Amundsen, P.-A., Bjørn, P.A., Finstad, B. & Jensen, A.J. 2007. Temporal variability in marine feeding of sympatric Arctic charr and sea trout. – *Journal of Fish Biology* 70, 837-847.
- Rosseland, L. 1965. Rapport om utførte lakseundersøkelser mv. – Vedlegg til Fiskeriinspektørens årsmelding for årene 1951-1962.
- Solem, Ø. & Kjøsnes, A.J. 2005. Kartlegging av langtidsverter for *Gyrodactylus salaris* i Driva-vassdraget 2004. – ABC Oppdragsmelding 5, 11 sider.
- Thorstad, E.B., Økland F., Finstad B., Sivertsgård, R., Bjørn P.A. & McKinley, R.S. 2004. Migration speeds and orientation of Atlantic salmon and sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. – *Environmental Biology of Fishes* 71, 305-311.
- Thorstad, E.B., Økland F., Finstad B., Sivertsgård R., Plantalech Mane-la N., Bjørn P.A. & McKinley R.S. 2007. Fjord migration and survival of wild and hatchery reared Atlantic salmon and wild brown trout post-smolts. – *Hydrobiologia* 582, 99-107.
- Thorstad, E.B., Todd, C.D., Uglem, I., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Vollset, K.W., Halttunen, E., Kålås, S., Berg, M., & Finstad, B. 2016. Marine life of the sea trout. – *Marine Biology* 163, 1-19.
- Ugedal, O, Kroglund, F., Barlaup, B., Lamberg, A. 2014. Smolt en kunnskapsoppsummering. Miljødirektoratet M136-2014, 128 sider.
- Ulvund, J. B., Urke, H. A. and Kristensen, T. 2012. Downstream migration and sea residence for anadromous brown trout and Arctic char from river Repparfjordelva. NIVA Report. ISBN No.: ISBN 978-82-577-6138-7.

Ulvund, J.B., Kristensen, T., Urke, H.A., Daae, K.B. & Alfredsen, J.A. 2014. Sjøauren i Lærdalselvi; oppholdstid og djupnepreferansar i sjø 2008-2010. – NTNU Vitenskapsmuseet Zoologisk notat 2014-11, 37 sider.

Urke H.A., Koksvik, J., Arnekleiv, J.V., Hindar, K., Kroglund, F. & Kristensen, T. 2010. Seawater tolerance of downstream migrating Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*) and *S. salar* x *S. trutta*. – Fish Physiology and Biochemistry 36, 845-853.

Urke, H.A. Kristensen, T., Alfredsen, K.T., Daae, K. L.D. & Alfredsen. J.A. 2010. Utvandringstidspunkt og marin åtferd hjå smolt frå Lærdalselva. – NIVA rapport. 6033-2010, 48 sider.

Urke, H.A., Kristensen, T., Daae, K.L., Bergan, M., Ulvund, J.B., and Alfredsen, J.A. 2011. Assessment of possible impacts of marine mine tailings deposit in Repparfjord, Northern Norway, on anadromous salmonids. – NIVA report, serial no. 6176, 152 sider.

Urke, H. A., Kristensen, T. Arnekleiv, J. V., Haugen, T. O. Kjærstad, G., Stefansson, S.O., Ebbesson, L.O.E and Nilsen, T. O. 2013. Seawater tolerance and post smolt migration of wild Atlantic salmon x brown trout hybrid smolts. – Journal of Fish Biology 82, 206–227.



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: 978-82-426-2903-6

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Hogskoleringen 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