



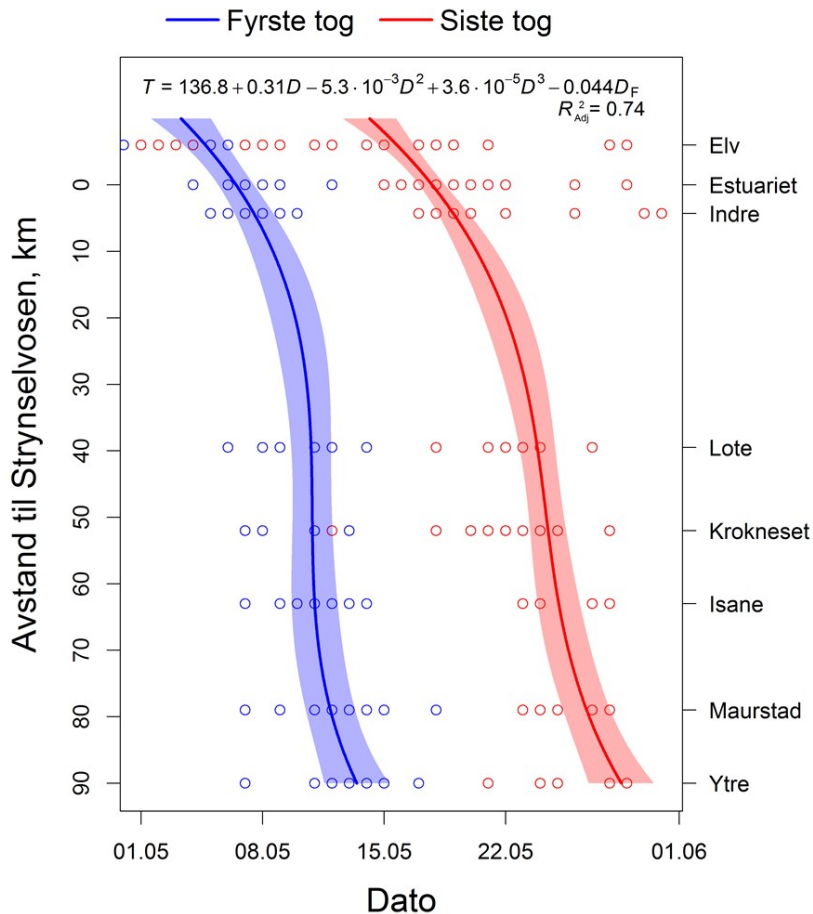
2018

ISSN: 2535-2806

MINA fagrapport 48

# Laks- og aurebestanden i Strynevassdraget; vandringsmønsteret hjå laksesmolt og aure, ungfiskproduksjon og botndyr

Henning Andre Urke  
Thronn Oddvar Haugen  
Gaute Kjærstad  
Jo Arve Alfredsen  
Torstein Kristensen



Urke, H.A., Haugen, T.O., Kjærstad, G., Alfredsen, J.A. & Kristensen, T. 2018. **Laks- og aurebestanden i Strynevassdraget; vandringsmønsteret hjå laksesmolt og aure, ungfiskproduksjon og botndyr.** - MINA fagrapport 48. 56 s.

Ås, mars 2018

ISSN: 2535-2806

RETTSHAVAR

© Noregs miljø- og biovitenskaplege universitet (NMBU)  
Publikasjonen kan siterast fritt med referanse til kjelda

TILGJE

Open

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRA AV

Reidar Borgstrøm, MINA, NMBU  
Forskningsutvalet, MINA, NMBU

OPPDRAAGSGJEVAR

Stryneelva Elveigarlag  
Fylkesmannen i Sogn og Fjordane  
Blom Fiskeoppdrett AS  
Nordfjord laks AS  
K. Strømmen Lakseoppdrett AS  
Marine Harvest Norway AS  
Nordfjord Forsøksstasjon AS

FRAMSIDEBILDE

Prediksjonsplott av utvandringsmodellen for dei to utvandringsgruppene av laksesmolt som vandra ut frå Strynevassdraget i 2017

NØKKEWORD

Akustisk telemetri, akvakultur, laks, sjøaure, smoltutvandring, vandringsåtfærd, botndyr, yngeltettleik, økologisk status

KEY WORDS

Acoustic telemetry, aquaculture, Atlantic salmon, sea trout, smolt migration, migration behaviour, benthic invertebrates, juvenile densities, ecological status

Henning A. Urke ([henning.urke@inaq.no](mailto:henning.urke@inaq.no)), INAQ AS, Brattørkaia 15 B, 7462 Trondheim.

Thron O Haugen ([thrond.haugen@nmbu.no](mailto:thrond.haugen@nmbu.no)), Fakultet for miljøvitenskap og naturforvaltning, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet, Postboks 5003 NMBU, NO-1432 Ås.

Gaute Kjærstad ([gaute.kjarstad@ntnu.no](mailto:gaute.kjarstad@ntnu.no)), Noregs teknisk- og naturvitenskaplege universitet, Fakultet for naturvitenskap, Institutt for naturhistorie, 7491 Trondheim

Jo Arve Alfredsen ([Jo.Arve.Alfredsen@ntnu.no](mailto:Jo.Arve.Alfredsen@ntnu.no)), Noregs teknisk- og naturvitenskaplege universitet, Institutt for Teknisk Kybernetikk, 7491 Trondheim

Torstein Kristensen ([tristensen@gmail.com](mailto:tristensen@gmail.com)), INAQ AS, Brattørkaia 15 B, 7462 Trondheim.

## Innhald

<b>1</b>	<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Samandrag</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Innleiing</b> .....	<b>10</b>
3.1	Målsetjingar.....	10
<b>4</b>	<b>Metodikk</b> .....	<b>11</b>
4.1	Områdeskildring.....	11
4.1.1	Strynevassdraget og Nordfjord.....	11
4.2	Ungfisk.....	11
4.3	Botndyr.....	12
4.4	Innsamling og akustisk merking.....	13
4.5	Stasjonsnett med passive lyttebøyer.....	15
4.6	Vassføring og -temperatur.....	17
4.7	Vertikalprofilar for salinitet og temperatur i fjorden.....	17
4.8	Kvantitative analysar.....	21
4.8.1	Generell statistikk for samanlikning av gruppeeffektar og miljøeffektar.....	21
4.8.2	Merking-attfangstanalysar: overlevings- og observasjonssannsyn.....	22
<b>5</b>	<b>Resultat</b> .....	<b>23</b>
5.1	Ungfisk.....	23
5.2	Botndyr.....	26
5.3	Akustisk telemetri.....	27
5.3.1	Utvandringstidspunkt til laks og aure.....	27
5.4	Fjordvandringa til laksesmolten.....	29
5.4.1	Vandringsfart og opphaldstid i ulike delar av Nordfjorden.....	29
5.4.2	Estimert overleving i ulike delar av utvandringsruta.....	33
5.4.3	Vandringsdjup.....	34
5.5	Auresmolten sin bruk av fjorden.....	36
5.5.1	Opphaldstid og maksimal vandringslengde.....	36
5.5.2	Vandringsdjup.....	42
<b>6</b>	<b>Diskusjon</b> .....	<b>43</b>
6.1	Metodikk og datakvalitet.....	43
6.2	Ungfisk og botndyr.....	44

6.3	Vandring og overleving.....	46
6.3.1	Trafikklysregimet.....	48
<b>7</b>	<b>Konklusjonar.....</b>	<b>50</b>
<b>8</b>	<b>Nytteverdi .....</b>	<b>51</b>
<b>9</b>	<b>Vidare arbeid.....</b>	<b>51</b>
<b>10</b>	<b>Referansar .....</b>	<b>53</b>

## Forord

Etter initiativ fra Stryneelva Elveeigarlag og vidare dialog og samarbeid med oppdrettsaktørane i Nordfjord vart det hausten 2016 laga ei skisse på eit stort tverrfagleg prosjekt «*Kunnskapsløft for sjøaure og laks i Strynevassdraget- kunnskapsbasert lokal forvaltning 2017–2021*» med akronymet *KLAFF* «KunnskapLaksAureForvaltningFiske». I 2017 har fokuset i *KLAFF* vore på kartlegging av vandringsmønsteret til laksesmolt og smolt/blenkjer til sjøaure utover i Nordfjorden og kartlegging av ungfiskproduksjon og botndyr i vassdraget.

Vi vil spesielt takke Knut Løvdal Stauri for bistand i feltarbeid og tilrettelegging av fasilitetar i vassdraget og alle oppdrettsaktørane og Per Otto Hjertenes for bistand med utplassering av lyttebøyer og innhenting av data. Utan denne innsatsen hadde ikkje prosjektet latt seg gjennomføre.

Vi takkar vidare Jarle Molvær for samanstilling av vertikalprofilar for temperatur og salinitet, Jan Arne Holm og SNO for innsamling av vertikalprofilar og Lars Rønning for aldersbestemmelse av ungfiskmaterialet. Karsten Hårsaker, Torkjell Grimelid, Olav Wendelbo, Eskil Bendiksen, Rune Olav Holm, Benjamin Eilertsen, Jan Wollset, Håvard Løvdal, Magnus Gjørven, Vidar T. Rygg, Mathias Lilleheim og Bill Tannet, Rolf Bjørum, Knut Alfredsen og Petter Hammer skal alle ha stor takk for bistand under feltarbeidet.

Prosjektet er finansiert av Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, Noregs forskningsråd, Blom Fiskeoppdrett AS, Nordfjord Laks AS, Nordfjord Forsøksstasjon AS, K. Strømmen Lakseoppdrett AS og Marine Harvest Norway AS. Selstad AS har tilgodesett prosjektet med flot og tauverk. INAQ har bidratt med akustiske mottakarar og NMBU har bidratt med akustiske merker samt eigeninnsats knytt til stipendiatstillingar.

Prosjektet har samarbeida med nasjonal overvaking av laksefisk i samband med innsamling av ungfisk. Fylkesmannen og Havforskninginstituttet har vore observatørar. Vi vonar at prosjektet så langt har gjeve resultat som har auka kunnskapsgrunnlaget til gagn for laks og aure i framtida. Resultat vart presentert i prosjektmøte den 11. januar 2018 i Måløy.

Ås/Trondheim 10.03.2018

Thronoddvar Haugen og Henning Andre Urke  
NMBU og INAQ AS

## 1 Abstract

A study of migration timing and marine migration behaviour of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) smolts/post-smolts was conducted using acoustic telemetry in the Stryneelvaelva and the adjacent Nordfjord fjord system, Western Norway. Juvenile fish abundance and macroinvertebrate communities were also sampled in the rivers Stryneelva, Erdalselva and Hjelledøla.

Juvenile salmon abundance was moderate in Stryneelva, low in Hjelledøla and not present in Erdalselva. Presence of 0+ salmon juveniles in Hjelledøla, upstream of the lake Strynevatnet, indicates successful spawning at this location. Low abundance of juvenile brown trout (0+: <14 individuals 100 m<sup>-2</sup>; ≥1+: 9 individuals 100 m<sup>-2</sup>) was recorded at all stations.

Invertebrate taxa composition was normal at all stations, with good/very good ecological status (ASPT index) indicating nutrient discharge to the watercourse presently at tolerable levels. Furthermore, a high number of acidification-tolerant species were detected.

During April 2017, 118 salmon and 50 brown trout smolt individuals from Stryneelva were captured (electric fishing) and tagged with acoustic transmitters. 75 % of the tagged salmon and 70 % of the trout were recorded as migrants (i.e., in the estuary and beyond). Increased water discharge was the main triggering factor for migration initiation. Salmon smolts migrated in two distinct periods coinciding with water discharge increase during May 5–6 and May 16–17. The tagged salmon post smolts moved rapidly through the estuary and westwards to the coast, using on average 8.3 days to reach the outer fjord areas, predominantly using the upper 1–3 meters of the water column. Residence time in the middle and outer fjord areas, presumed to be the major impact area of aquaculture in terms of sea lice infection pressure, was short and earlier in the spring for most individuals than assumed in the current sea lice infection risk model. A sequential Cormack-Jolly-Seber model revealed no distinct survival bottleneck areas for the salmon post smolts, and an overall >98 % survival probability/km was calculated in all fjord sections. The resulting total mean fjord-migration survival probability was 34 % (±6.2 % SE), with much higher survival probability of early vs late migrants (60 % vs 27 %).

Brown trout post-smolts exhibited large among-individual variation in fjord area use. Of the 34 migrants, 5 (14.7 %) migrated to outer fjord areas (>55 km), while 23 (67.6 %) remained in the inner fjord. Seven brown trout smolt individuals (20.6 %) were recorded as return migrants by November, with an average sea residency of 107.7±31.7 days (min-max: 55–159 days). Depth use was predominantly the upper 2 m of the water column, with less individual variation than for salmon.

This study has provided novel knowledge about the migratory behaviour of salmon and brown trout smolt from Stryneelva. The results show that a large fraction of the salmon smolt (the early migrants) migrated to the outer fjord areas two weeks earlier than previously thought and used as guidance for both smolt-sea lice monitoring and also for assessment of sea lice

infection pressure from local aquaculture industry. We also want to express concern about the population situation for brown trout in Stryneelva. The low juvenile densities documented in this project combined with low and decreasing sea trout catches and spawning-stock counts strongly indicate a critical population status.

## 2 Samandrag

Kartlegging av utvandringstidspunkt og marin åtferd til smolt av laks og aure vart undersøkt ved hjelp av akustisk fisketeleometri i Stryneelva og Nordfjord sesongen 2017. Vidare vart det gjennomført granskingar knytt til ungfisk og botndyr i Stryneelva, Erdalselva og Hjelledøla.

Ungfiskgranskingane synte moderat tettleik av lakseungar i Stryneelva, låg tettleik i Hjelledøla og det vart ikkje påvist lakseungar i Erdalselva. Førekost av årsyngel av laks i Hjelledøla (oppstraums Strynevatnet) tyder på gyting der. Låg tettleik av aureungar vart registrert på alle stasjonar og aurebestanden ligg lågt historisk sett, medan ungfisk av laks ligg under middels av historiske data.

Botndyrsamfunnet viser normal samansetting på alle stasjonar. God/særs god tilstand (ASPTindeks) indikerer at noverande utslepp av næringsstoff til vassdraget ikkje er for høgt. Vidare vart det registrert høg førekost av forsuringfølsame artar.

I april 2017 vart totalt 118 laks og 50 aure frå Stryneelva akustisk merka., der 75 % av laksen og 70 % av auren er registrert som utvandra. Ein auke i vassføringa ser ut til å vere den utløysande faktoren for utvandringa til laksesmolten. Laksesmolten gjekk hovudsakleg ut i to markerte periodar med auke i vassføringa den 5–6. mai og den 16–17. mai. Laksesmolten hadde kort opphaldstid i osområdet, og søkte seg raskt utover Innvikfjorden og vidare utover Nordfjorden mot kysten, med gjennomsnittleg framdrift på 1,3 kroppslengder i sekundet. Laksesmolten nyttar i snitt 8,3 dagar på å vandre frå osen og ut heile Nordfjorden, og dei vandrar i det øvste vasslaget (1–3 m).

I vurderingane innanfor trafikklysregimet vert laksesmolten sett til å vere i område med smittepress av lakselus, dvs. i midtre og ytre del av Nordfjorden, i 28 dagar. Dette er ein vesentleg lenger periode enn det som vart funne for den merka laksesmolten frå Stryneelva i 2017 (3–5 dagar). For laksesmolten frå Stryneelva var det smittepresset av lakselus i veke 19–21 som var avgjerande for havbruksnæringa sin direkte påverknad på denne bestanden i 2017. Då det nasjonale overvakingssystemet for lakselus i regi av Havforskningsinstituttet starta opp registreringar den 22. mai (veke 21), hadde heile det fyrste smolttoget allereie passert dei ytre områda av Nordfjord.

Konsekvensen av at «trafikklysvurderingane» i 2017 baserte seg på eit for seint tidspunkt i høve til kva tid smolten frå Stryneelva faktisk var i smitteområda. Dette gjer at vurderingane som fastsett påverknad på den konkrete bestanden synest lite presise i høve til det som er reelt. Det må her presiserast at vi berre har eitt år med data på laksesmolten frå Stryneelva. Det er dermed viktig å få gjennomført studiar over fleire år for å gje meir presise estimat.

Ei sekvensiell merking-attfangstanalyse (Cormack-Jolly-Seber parameterisering) fann ingen markerte flaskehalsar i overleving for laksemolten på strekninga frå elv til ytre fjord, med eit sannsyn for å overleve på meir enn 0,98 per km. Sjølv om overleving per kilometer synest høg gjer den lange vandringsavstanden frå elva på meir enn 85 km at den totale overlevinga ut



til dei ytre fjordområda vert på 34 % ( $\pm 6,2$  % SE). Dette må tolkast som minimumstal då deteksjonssannsynet er ukjent for ytre fjord. Det var stor skilnad i overleving mellom det fyrste og det andre smolttoget (60 % mot 27 %) til ytre del av fjorden.

For auresmoltane som vart registrerte på lyttebøyene, var det stor variasjon i fjordbruken. Av dei 34 som gjekk ut i fjorden vandra fem (14,7 %) til dei ytre fjordområda (>55 km, forbi Krokneset), medan 23 (67,6 %) heldt seg i indre fjordområde (sone 1). I alt sju av dei merka auresmoltane, dvs 20,6 % av dei som vandra ut i fjorden, vart registrerte attende i elva før lyttebøyene vart tappa 1.-4. november 2017. Desse hadde ei gjennomsnittleg opphaldstid på  $107,7 \pm 31,7$  dagar (55–159 dagar) i fjorden.

Likeins med den merka laksesmolten, var djupnebruken hjå den merka auresmolten prega av at dei for det meste nytta dei øvste to meterane av vassøyla. Det var mindre variasjon mellom individa hjå auresmolten i djupnebruken enn hjå laksesmolten. På same måte som laksesmolten, nytta auresmolten grunnare vasslag di lenger ut i fjorden dei kom.

Dei låge tettleikstala for auren i Strynevassdraget er urovekkjande, særleg når dette vert sett i samanheng med at både fangsttal og gytefiskregistreingar har peika nedover dei seinare åra. Dette kan tyde på at bestanden no er rekrutteringsbegrensa. I denne situasjonen, med både nedgåande rekruttering og gytepopulasjon, er det avgjerande viktig å finne dei begrensande faktorane som er årsak til dette.

Prosjektet har framskaffa ny og konkret kunnskap om vandringsåtferda til vill laks- og auresmolt i Nordfjorden, og ut frå dette kva tid på våren det ideelt sett burde vere minimalt med infektive lakseluslarvar i Nordfjorden for redusere negative effektar på laksesmolt frå det nasjonale laksevassdraget Stryneelva i 2017. Trass i at det trengs observasjonar over fleire sesongar for å kunne konkludere, meiner vi at oppdrettsnæringa allereie no kan grovinnstille tiltaka sine mot lakselusa inn mot denne tidsperioden. Vidare er resultatata frå prosjektet ei viktig datakjelde for utforming av overvåkingsprogram (måle på rett tid og stad), for å kunne gje mest mogleg relevante tal med omsyn til verknad av lakselus på laksesmolt frå Strynevassdraget. Elveeigarane har no gode argument for at lusenivået bør vere så lågt som mogleg i den aktuelle tidsperioden.

Ekspertutvalet for trafikklysregimet nyttar tre kategoriar når kunnskapsnivå om ulike vassdrag skal vurderast, der 0 er ingen data, 1 er litt data og 2 er data over fem år. Stryneelva er gjennom dette prosjektet løfta frå kategori 0 til 1. Mediant utvandringstidspunkt for dei laksesmoltane som kom seg ut av Nordfjorden var 9. mai i 2017. Mediant utvandringstidspunkt for laksesmolt frå Stryneelva er i trafikklysregimet sett til 21. mai.

### **3 Innleiing**

Strynevassdraget er eit nasjonalt laksevassdrag. I lakseregisteret er tilstanden for laks vurdert til å vere «dårleg» medan tilstanden for sjøaure er sett til «hensynskrevende», og lakselus er sett på som avgjerande påverknadsfaktor for begge artane. (www. Lakseregisteret.no). Den nasjonale lakselusovervakinga i Nordfjord fann stad i veke 23 og 26 i 2016. Det er i dag ikkje noko kunnskap om desse tidspunkta er dekkande for når vill laksesmolt frå Strynevassdraget passerar/opptrer i overvåkingsområdet. Dette medfører naturleg nok stor uvisse i høve til planlegging, gjennomføring og overføringsverdi av overvåkingsprogram for lakselus. Det er også uvisse knytt til påverknaden av ulike andre faktorar som varierer i tid og rom.

Både oppdrettsnæringa og elveeigarane ynskjer no å få eit meir faktabasert og heilskapleg bilete av både utvandringstidspunkt og ikkje minst vandringsmønster til smolt av laks og sjøaure i ytre del av Nordfjorden, der ein skulle forvente moglege negative effektar av lakselus. Slik kunnskap vil vere viktig for å sikre større presisjon i overvakinga, og at dei tiltaka oppdrettsnæringa i Nordfjord gjennomfører for å redusere negativ påverknad på vill laksefisk er målretta og faktabaserte.

Akustisk telemetri er ein teknologi som er mykje nytta i undersøkingar av fiskevandringar i vassdrag-, fjord- og kystsystem. Gjennom å merke fisk med akustiske sendarar, og utplassere eit nettverk av passive lyttebøyer som fangar opp signal frå sendarane, vil individuelle fisk kunne identifiserast og plasserast i tid og rom. Akustisk telemetri fungerer både i ferskvatn og sjøvatn, og er difor ein sær sars godt eigna metode for kartlegging av heile elve- og fjordvandringa hjå smolten. Ny teknologiutvikling har gjeve akustiske merke med djupnesensarar som er små nok til å kunne nyttast på vill smolt. Gjennom å nytte slike merke kunne vi kartleggje djupnebruken til laksesmolten gjennom vandringa mot havet.

I tillegg til manglande kunnskap om utvandringa hjå smolt frå Strynevassdraget manglar ei heilskapleg forståing av tilstanden i vassdraget i høve til grad av beskatning, gyteområde, oppveksttilhøve, yngel- og ungfiskproduksjon. Tidlegare tidsseriar på ungfiskproduksjon vart avslutta i 2009 og var i si tid finansiert av Statkraft og Direktoratet for Naturforvaltning. Slike tidsseriar er av stor nasjonal interesse då vassdraget representerer eit system som ikkje er påverka av vassdragsreguleringar. Slik informasjon vil vidare vere viktig når effekten av dei tiltaka som er igangsett for å få auka gytebestanden av både laks og aure i vassdraget skal evaluerast.

#### **3.1 Målsetjingar**

Dei overordna måla for prosjektet har vore å auke kunnskapen om kva tidsrom laks og sjøaure frå Strynevassdraget opptrer i marint miljø, og dessutan kartlegge tilhøva i vassdraget knytt til ungfisk og botndyr.

Ut frå dette er følgjande delmål spesifisert:

- Kartleggje utvandringstidspunkt til laksesmolt og sjøaure frå Strynevassdraget og miljøvariablar som styrer dette
- Dokumentere vandringsmønsteret til vill laksesmolt frå Stryneelva og ut til ytre del av Nordfjorden; framkomst- og opphaldstid i ulike delar av fjorden
- Få på plass kunnskap om når det bør vere minimalt med infektive lakseluslarvar i Nordfjorden med omsyn til å redusere negative effektar på laksesmolt og sjøaure frå Strynevassdraget
- Kartleggje tettleik av årsyngel og ungfisk på stasjonar i Stryneelva, Hjelledøla og Erdalselva for både laks og aure
- Innsamling av botndyr på stasjonar i Stryneelva, Hjelledøla og Erdalselva for å klassifisere miljøtilstand i vatn

## 4 Metodikk

### 4.1 Områdeskildring

#### 4.1.1 Strynevassdraget og Nordfjord

Strynevassdraget ligg i kommunane Stryn i Sogn og Fjordane og Skjåk i Oppland. Nedbørsfeltet er på 537 km<sup>2</sup> ved utløp i fjorden. Strynevassdraget er eit typisk brevassdrag med relativ høg vassføring om sommaren, låg vassføring om vinteren og stor sedimenttransport. Strynevassdraget består av fleire elver med utløp i Strynevatnet. Frå Strynevatnet renn Stryneelva gjennom eit flatt jordbrukslandskap ned til Stryn og ut i Innvikfjorden, inst i Nordfjorden. Nordfjord er den nordlegaste av dei tre store fjordane i Sogn og Fjordane. Han er den sjetteste lengste fjorden i Norge, med sine 106 kilometer. Fjorden går frå Husevågøya i vest til Loen lengst inn i landet.

Strynevassdraget er omfatta av verneplan IV frå 1993. Vernet gjeld i fyrste rekkje mot kraftutbygging, men verneverdiane skal også takast omsyn til ved andre typar inngrep.

Stryneelva er eitt av 10 nasjonale laksevassdrag, og dei inste delane av Nordfjorden er ein av fire nasjonale laksefjoridar i Sogn og Fjordane. Målsetjinga med dei nasjonale laksevassdraga og fjordane er å bygge oppatt laksebestandane til ein storleik og samansetjing som sikrar mangfald og utnyttar produksjonsmoglegheitene til arten.

### 4.2 Ungfisk

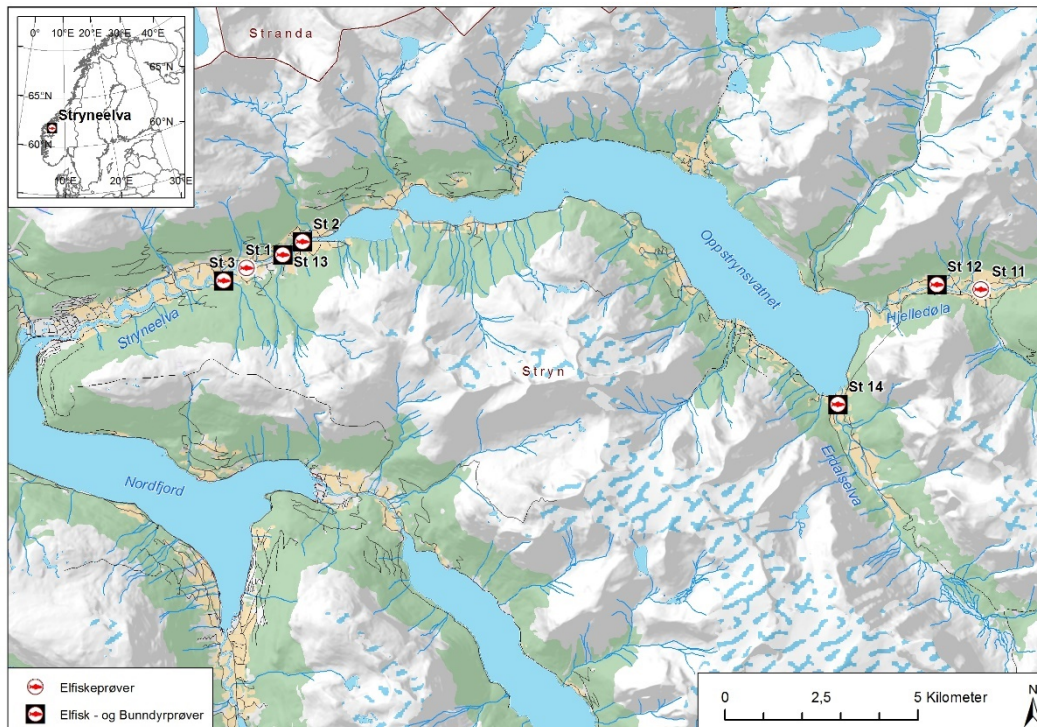
Det vart utført el-fiske etter standardisert metode, med tre overfiskingar over eit areal på om lag 100 m<sup>2</sup> på kvar stasjon, med eit opphald på 30 minutt mellom kvar omgang (Bohlin m.fl. 1989). Det vart oppretta fire stasjonar i Stryneelva, to i Hjelledøla og éin i Erdalselva (Figur 1). Stasjonane 1–3 i Stryneelva ligg på same plassen og har same nummerering som i tidlegare granskingar (Jensen & Johnsen 1989, Jensen 2004). Stasjonane i Hjelledøla vart også plassert på same stad som tidlegare. Stasjon 13 i Stryneelva, som ligg ved den tidlegare grovavfallplassen ved Gjørvaøyene og stasjonen i Erdalselva er derimot nye.

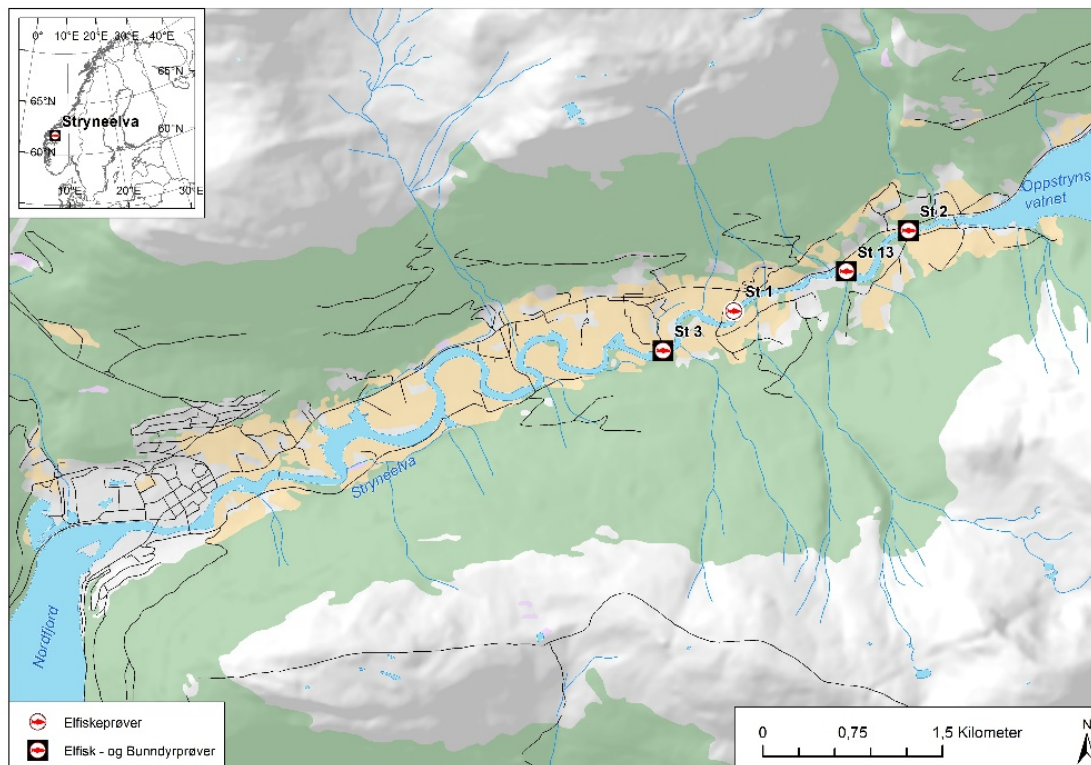
All innfanga fisk vart artsbestemt og lengdemålt (totallengde). Aldersfordelinga vart basert på lengdefrekvensfordelinga målt i felt, der analyse av otolittar frå eit utval av fiskane vart nytta til å verifisere metoden. Resterande fisk vart sett attende i vassdraget. Tettleik av årsyngel (0+) og ungfisk ( $\geq 1+$ ) vart utrekna etter Zippin-metoden (Zippin 1958).

### 4.3 Botndyr

Prøvetaking av botndyr vart gjort i fylgje rettleinga i «Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013 - revidert 2015» ([www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no)) med innsamling ved hjelp av sparkemetoden (Frost m.fl. 1971). Det vart nytta ein langskafta håv med 25x25 cm opning og ei maskevidde på 0,25 mm. På kvar stasjon vart det teke tre parallelle eitt-minutts sparkeprøvar (R1) i strykparti. Alle prøvane vart heilfikserte i etanol i felt. På laboratoriet vart kvar R1-prøve delt i ein 1/10-del og alle botndyr i delprøven talt opp og bestemt til lågast mogleg taksonomisk nivå (ofte til art). Restprøven vart undersøkt under lupe for å registrere eventuelle artar og grupper som ikkje vart fanga opp i delprøven.

For å vurdere organisk belastning/eutrofiering, nytta vi ASPT-indeksen (Average Score Per Taxon) (Armitage m.fl. 1983). Denne indeksen heng saman med eitt av Vanddirektivet sine fem nivå for økologisk tilstand. Sjå rettleiar «Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2013 – revidert 2015» ([www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no)) for nærare omtale.





Figur 1. Oversikt over botndyr- og ungfiskstasjoner i Strynevassdraget for sesongen 2017.

#### 4.4 Innsamling og akustisk merking

Presmolt av laks vart fanga inn ved elektrisk fiske og merka med akustiske merke i perioden 24. –29. april 2017 etter standard metodikk (Urke m. fl. 2013a). Innsamling av laks og aure skjedde i øvre del av Stryneelva, frå Stauri bru og oppover. All akustisk merka laks vart sett ut oppstraums Gjørvenfossen ved kulpane «*Petter*» og «*Bromma*», sidan dei fleste vart samla inn i dette området. Elveavstand frå *Petter* til elvemunning er om lag 8,5 km.

Sjøauresmolt vart også samla inn og sett ut i dette området, bortsett frå eit parti med fisk som vart sett ut nedstraums Stauri bru ved kulpen «*Oter*». Sjøaure vart samla inn ved elektrisk fiske i april og ved bruk av sportsfiskeutstyr (stong) i april og oktober. All sjøaure som vart akustisk merka 2.–3. oktober 2017 vart sett ut i kulpen «*Oter*» .



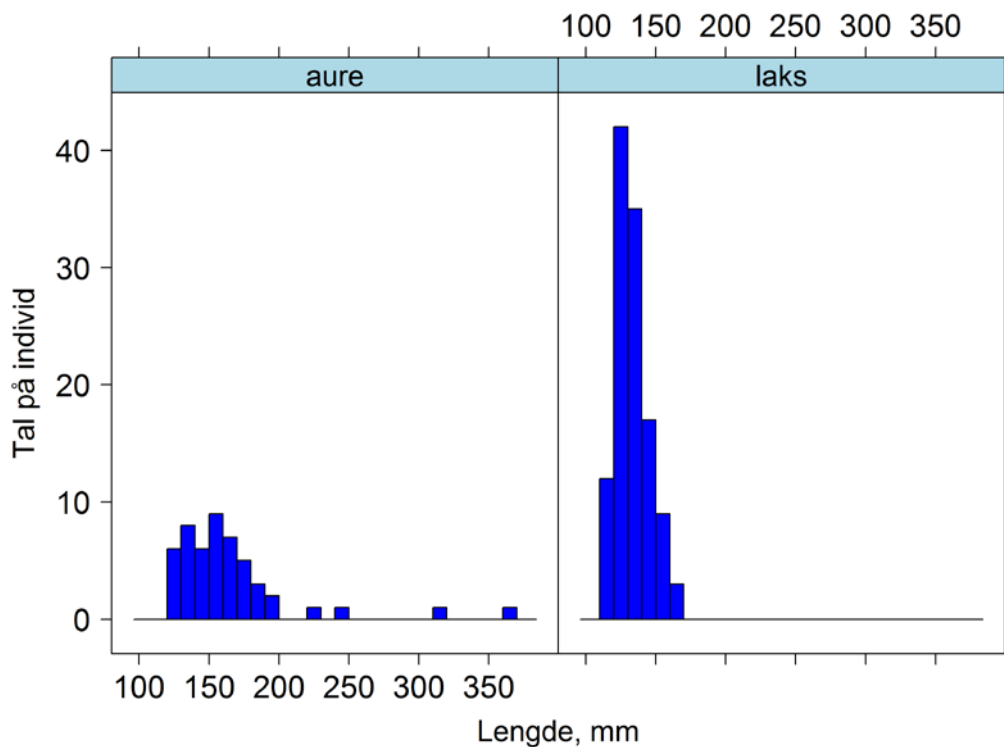
Figur 2. Innsamling av presmolt med elektrisk fiskeapparat og akustisk merking med aktiv ventilering av gjeller. Under: Akustisk merka presmolt av sjøaure.

Det vart brukt to typar akustiske merke på smolten: standard smoltmerke som sendte ut ID og eit nyleg utvikla merke med djupnesensor og ID. På auren vart det på større fisk (over 21-23 cm) i tillegg brukt to andre merketypar med lengre batterilevetid. Merka som vart nytta vart produsert av Thelma Biotel AS ([www.biotel.no](http://www.biotel.no)). Eigenskapane til merketypane er vist i Tabell 1. Merka er programmert til å sende ut ein unik ID-kode som identifiserer kvar einskild fisk med eit periodisk intervall på 30 til 90 sekund. Senderekkjevidda til merka avheng av dei akustiske tilhøva i vatnet kring mottakarane, og kan variere frå nokre meter og til 300–500 m. To av merketypane var spesifisert til å sende ut djupneinformasjon med 0,2 m oppløysing.

Det vart merka 118 presmolt av laks og 50 aure med akustiske merke. Storleiksfordelinga er vist i Figur 3. Dei akustiske merka vart implantert gjennom å følgje ein etablert kirurgiprotokoll som skildra i Urke m. fl (2013a). Den same protokollen har vorte nytta i ei rekkje tilsvarande prosjekt på utvandrande smolt hjå både aure og laks (Urke m. fl. 2011; Urke m. fl. 2013a,b; Lunde 2015; Urke m. fl. 2015; Haugen m. fl. 2016, 2017). Løyve frå Mattilsynet jf. Forskrift om forsøk med dyr 18.6. 2015, § 6 og 12. (FOTS id 12002) og frå Fylkesmannen i Sogn og Fjordane til innsamling av laksefisk (ref.nr: 2017/18–443) var innhenta på førehand.

Tabell 1. Fysiske eigenskapar hjå dei to merketypane som vart nytta på aure og laksesmolt (\*kun ADT-LP 7 og ID-LP-7 på laksen) i Stryneelva i 2017.

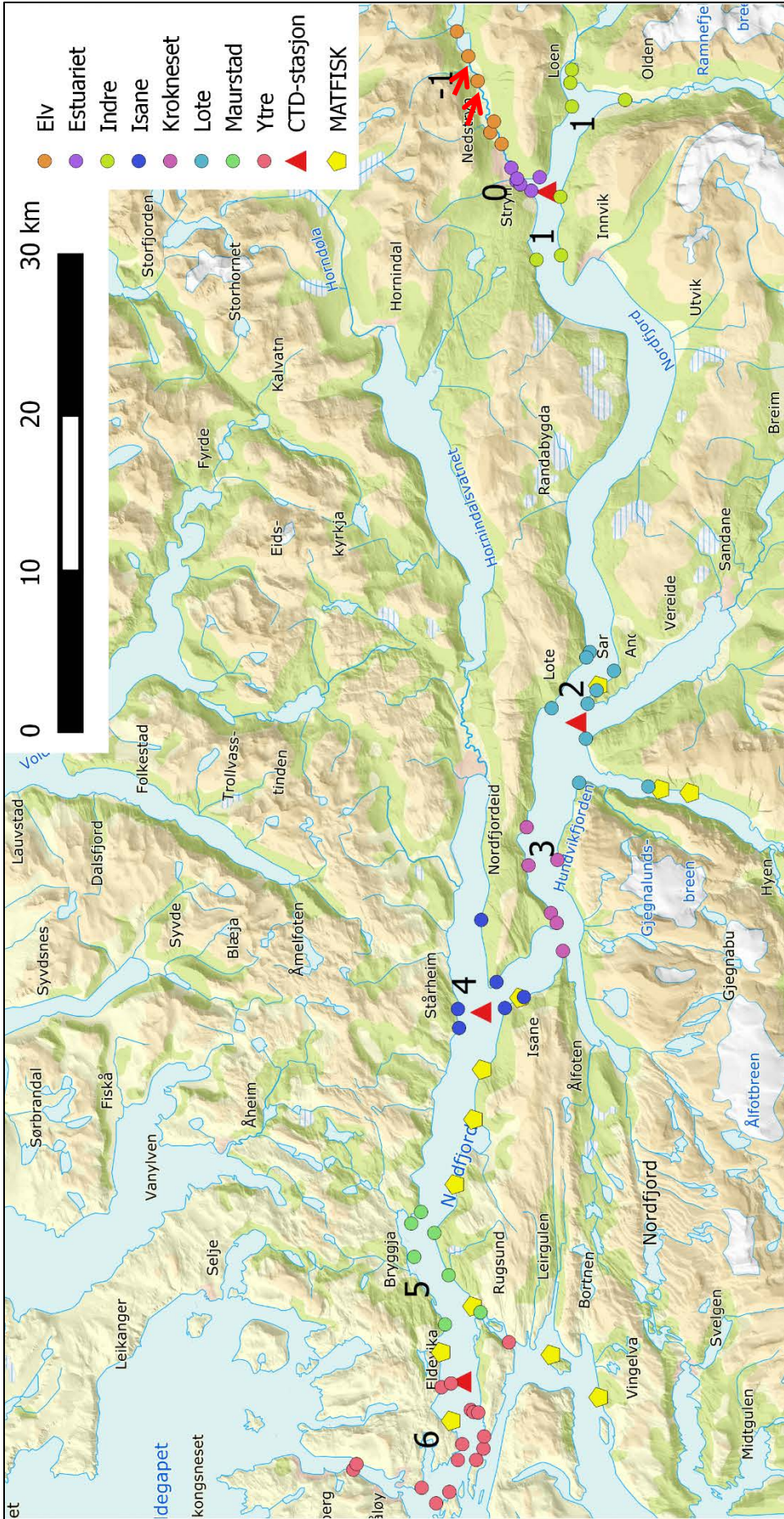
	*Smolt djupnemerke ADT-LP 7	*Smolt Id-merke ID-LP-7	Aure ID- merke ID LP 9	Aure djupnemerke D-LP9
Lengde (mm)	22	18	24	27,5
Diameter (mm)	7,3	7,3	9	9
Vekt (luft)	2,0	1,9	4	4,3
Vekt (vatn)	1,1	1,2	2,5	2.5
Effekt (dB re 1µPa@1m)	139	139	146	146
Levetid (mnd)	6	7	18	20



Figur 3. Storleiksfordeling (total lengde, mm) av akustisk merka laks og aure i Stryneelva april 2017.

#### 4.5 Stasjonsnett med passive lyttebøyer

Totalt 63 passive lyttebøyer (VR2W, Vemco: <http://vemco.com/products/vr2w-69khz/>) vart plassert i vassdraget (Nedre del av Strynevatnet og Stryneelva) og i fjorden utover til Husevågøy-Gangsøy og Måløy (Figur 4) i veke 16 (like før utsett av akustisk merka fisk i vassdraget). Lyttebøyene vart sett ut slik at vi i alt hadde seks mottaksområde i fjorden og to i vassdraget. Mottakarane vart sist tappa i 1.-3. november 2017, og er framleis operative.



Figur 4. Stasjonar for passive lyttebøyer og deira sonetilknøytning (og sonenummer) samt CTD-stasjonar, matfiskanlegg og utsettstad for akustisk merka laks og aure (markert med raude pilar) i Stryneelva sesongen 2017 (sjå teiknforklaringa oppe til høgre i figuren).



## 4.6 Vassføring og -temperatur

Vassføringsdata vart henta inn frå målestasjonen Strynsvatn NVE 88.11.0.

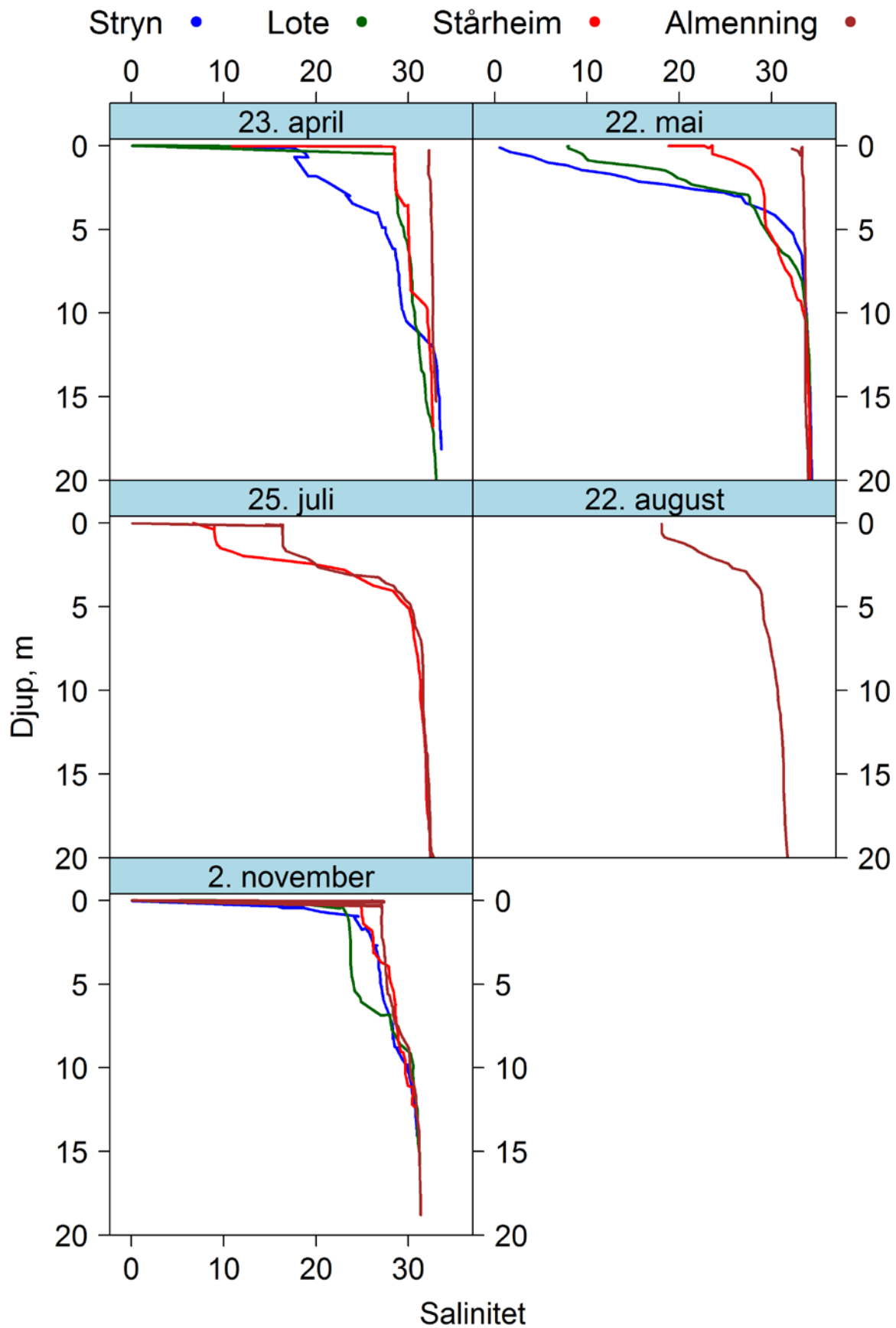
Vasstemperatur vart registrert ved å nytte eigne loggarar (Vemco Mini- Log II) utplassert i Stryneelva oppstraums Gjørvenfossen (i kulpen *Run to Foss*) og ved utlaupet av Strynevatnet. I oktober 2017 vart det plassert ut to temperaturloggarar i Hjelledøla (type HOBO). Desse er ikkje tappa enno.

Feltarbeidet knytt til ungfisk og botndyr vart utført i perioden 28.–29. september 2017 under gode feltforhold med sol og låg/moderat vassføring. Vasstemperaturen på dagtid låg på 11–12 °C i Stryneelva, 8 °C i Hjelledøla og 7,5 °C i Erdalselva. Konduktiviteten ( $K_{25}$ ) låg på 15–21  $\mu\text{S}/\text{cm}$  i Stryneelva, 15  $\mu\text{S}/\text{cm}$  i Hjelledøla og 11  $\mu\text{S}/\text{cm}$  i Erdalselva. Vasstemperatur og konduktivitet vart målt med eit multi-parameterinstrument av typen WTW pH/Cond 340i.

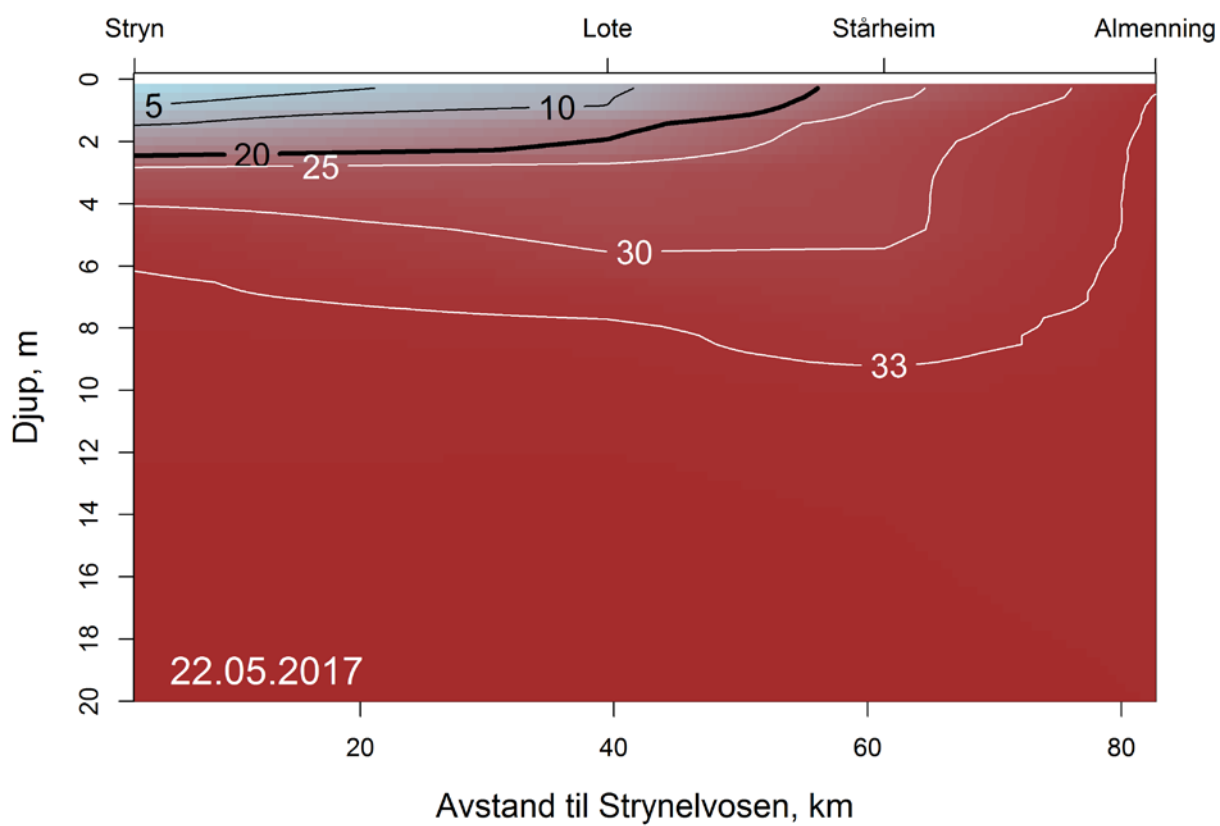
## 4.7 Vertikalprofilar for salinitet og temperatur i fjorden

Vertikalprofilar for salinitet og temperatur vart innsamla på tre tidspunkt, 22.–25. april, 22. mai og 1.–3. november på fire stasjonar i Nordfjorden frå Stryn og utover til Allmenning (Figur 4) ved bruk av instrumentet SAIV SD204 (<http://www.saivas.no/visartikkel.asp?art=2>).

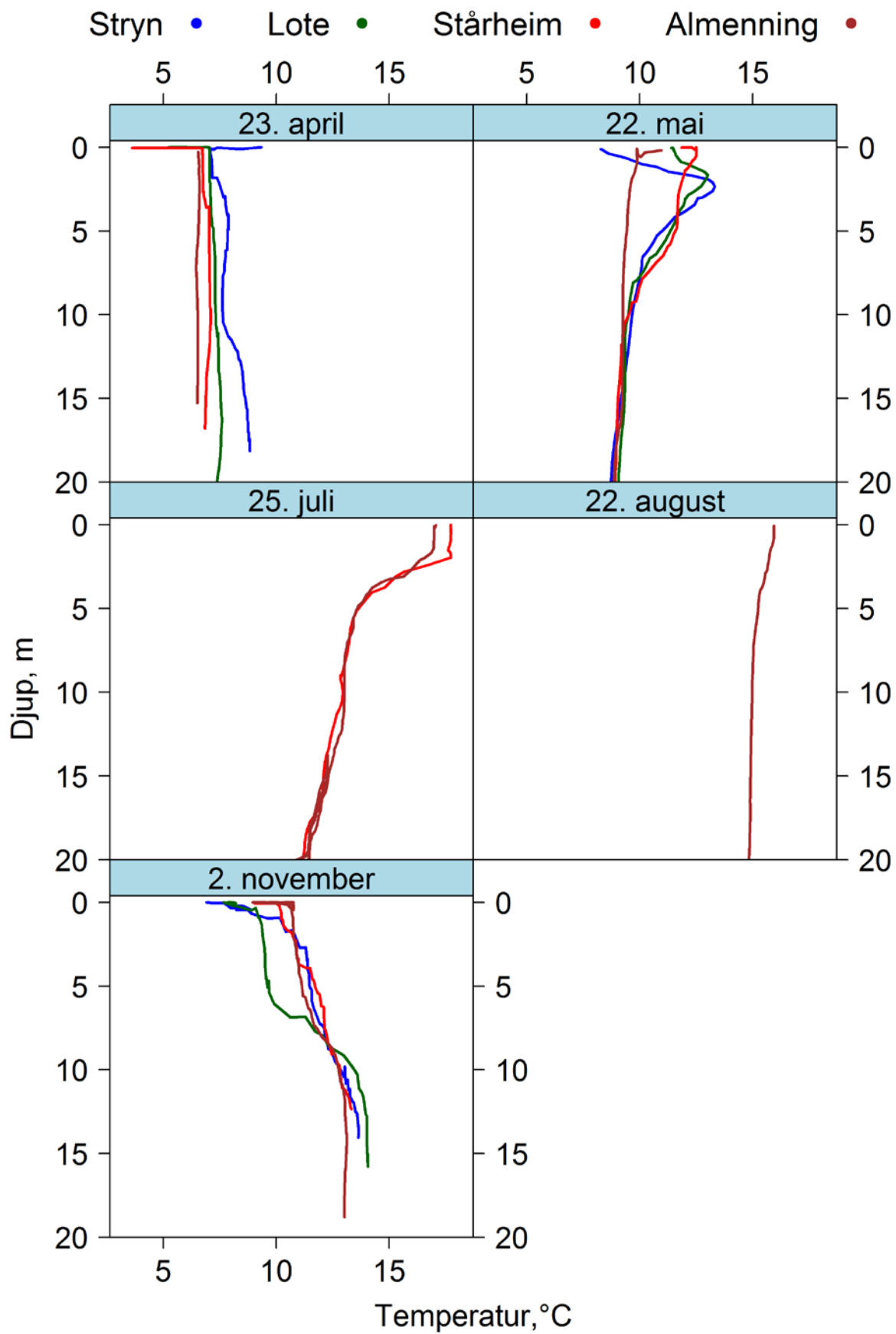
Vertikalprofilar og lengdesnitt for vertikalprofilar av salinitet og vasstemperatur i overflata og ned til 15-20 m djup ved fem prøvetakingsperiodar frå Stryn og utover til Allmenning er vist i Figur 5 -Figur 8. Desse syner at det er salinitetar under 20 ppt frå overflata og ned mot to meter i alle prøvetakingsrundane nesten heilt ut mot Stårheim (60 km frå Strynsvosen) med unntak for november runden. Den 22. mai var 20 ppt salinitetsgrensa rett innanfor Stårheim, og områda i ytre fjord var prega av salinitetar over 25 ppt og temperaturar over 12 °C (Figur 6 og Figur 8). Målingane frå 2. november synte at heile vassøyla i heile fjorden hadde salinitetar på over 25, med unntak av dei øvste 20–30 cm i indre delar av fjorden.



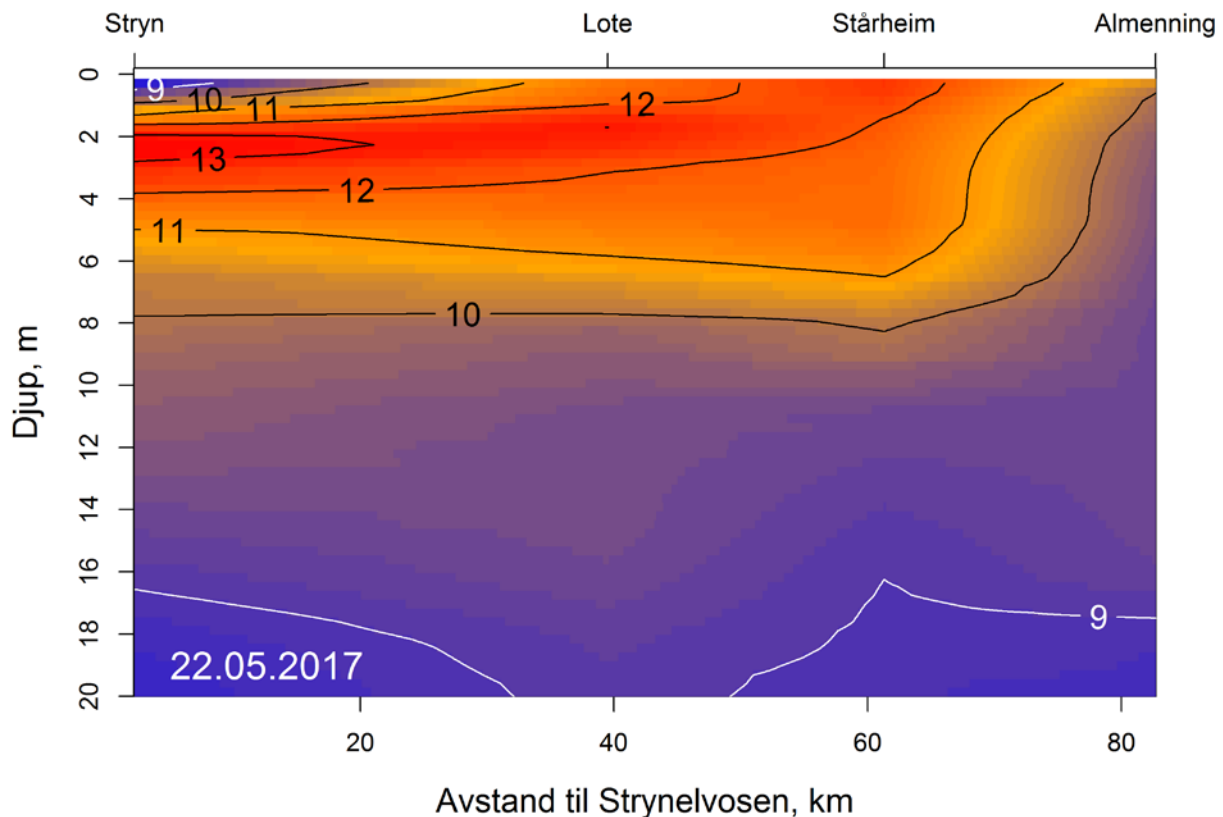
Figur 5. Djupneprofilar av salinitet frå fem måleperiodar ved inntil fire målepunkt (sjå Figur 4) i Nordfjord 2017.



Figur 6. Lengdesnitt for vertikalprofilar (salinitet og temperatur) frå Stryn og utover mot Allmenning ned til 20 m djup den 22. mai.



Figur 7. Djupneprofilar av vassstemperatur (°C) frå fem måleperiodar ved inntil fire målepunkt (sjå Figur 4) i Nordfjord 2017.



Figur 8. Lengdesnitt for intrapolerte vertikallprofilar av vassstemperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) frå Stryn og utover mot Allmenning ned til 20 m djup den 22. mai.

## 4.8 Kvantitative analysar

### 4.8.1 Generell statistikk for samanlikning av gruppeeffektar og miljøeffektar

For å vurdere og kvantifisere effekt av ulike gruppefaktorar (t.d. utsettstad, utvandingsgruppe) og/eller miljø- og individvariablar (t.d. vassstemperatur, vassføring, storleik) på ulike prestasjons- og vandringsrelaterte responsar (t.d. overleving, framkomsttid, vandringshastigheit) hjå smolten, vart det tilpassa generaliserte lineære modellar (McCullagh og Nelder 1989). For anten/eller-responsar (t.d. vandre/ikkje vandre) vart det nytta logit-link i analysane, medan kontinuerlege responsar (vandringshastigheit, tidspunkt for vandring, lengde) ikkje nytta link-funksjon (men går då ut frå at residualane er normalfordelte på uttransformert skala). For å tilpasse modell som estimerer framkomstider som funksjon av avstand til osen av Stryneelva hjå laksesmolt, vart det fyrst tilpassa såkalla generaliserte additive modellar (GAM) for å utforske i kva grad det var varierende vandringshastigheiter gjennom utvandingsruta. GAM er eit modellverktøy som tilpassar blanda modellar av såkalla ikkje-parametriske glattefunksjonar (smoothers) og lineære parametriske funksjonar (Hastie og Tibshirani 1990). Ved å tilpasse ein GAM til utvandingsdata, fekk vi gjennom estimerte

fridomsgrader i glattefunksjonen eit hint om eventuelle polynomledd som lyt tilpassast i ein fullparametrisert lineær modell.

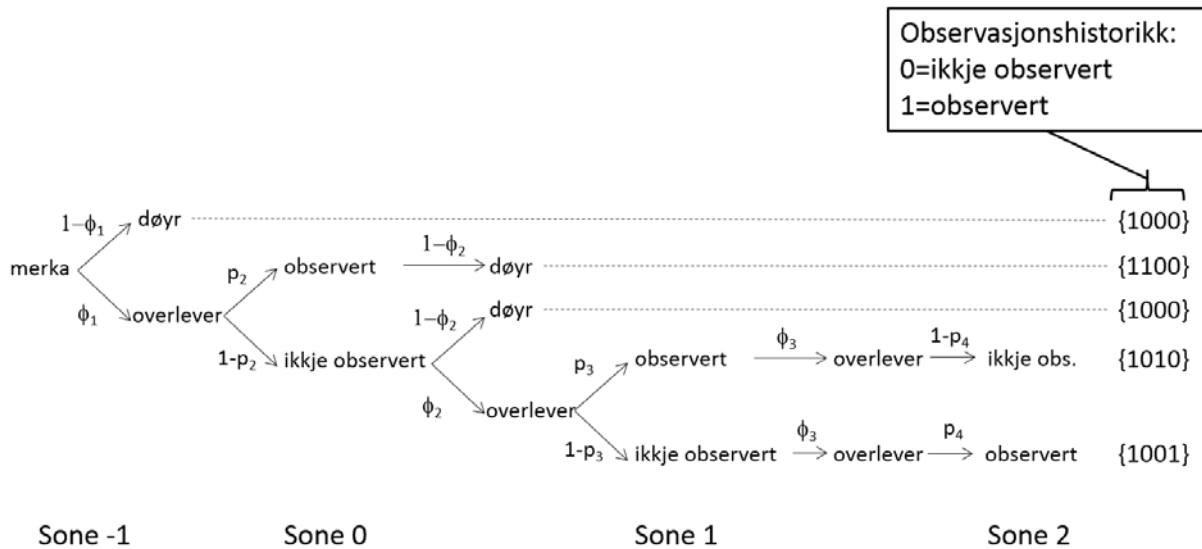
I dei fleste tilfella vart det tilpassa fleire kandidatmodellar, som er kombinasjonar av interessante faktorar og kovariatar som nyttast for å estimere responsen. Desse kandidatmodellane vart rangert etter kva for AICc-verdi dei fekk – der modellen med lågast AICc er modellen med mest dekning i datasettet. Det er denne modellen som mest effektivt (dvs. finn mest optimal balanse mellom forklart variasjon, presisjon og avvik) forklarar variasjonen i responsen som blir modellert (Anderson 2008). Vi omtalar òg modellar med AICc-verdiar som ligg inntil 2,0 AICc-einingar høgare enn den mest støtta modellen, då desse vil vere nær like relevante som den mest støtta modellen (Burnham og Anderson 1998).

#### **4.8.2 Merking-attfangstanalysar: overlevings- og observasjonssannsyn**

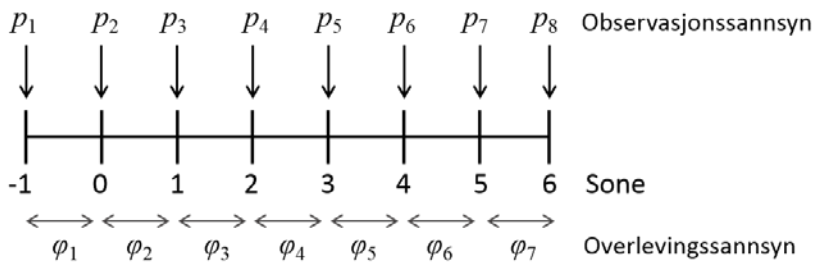
For å estimere overlevingsforløpet til dei utvandrande smoltgruppene, nytta vi ei sekvensiell tilnærming til Cormack-Jolly-Seber modellering (Lebreton m. fl. 1992). Denne modelleringa har to parametertypar, observasjonssannsyn ( $p$ ) og overlevingssannsyn ( $\phi$ ). Både parametertypane kan estimerast til å variere mellom sonene eller vere konstante (dvs. like mellom sonene eller delar av sonene (t.d. lik i indre fjord, men ulik dei ytre fjordsonene). Parameterane kan òg estimerast som funksjon av individkarakterar (t.d. storleik). I Figur 9B er det framstilt alle moglege parameterestimater som teoretisk kan utreknast under full romleg variasjon for både overlevings- og observasjonssannsyn ( $\phi(\text{sone})$ ,  $p(\text{sone})$ ) for laksesmoltane. Legg merke til at det ikkje let seg gjere å estimere  $\phi_7$  og  $p_8$ . Dette skuldast at det ikkje er mogleg å skilje observasjonssannsyn og overleving for dette intervallet utan å ha informasjon om vidare lagnad. Så for dette siste intervallet er det estimert produktet mellom dei to. Skulle ein kjenne  $p_8$ , eller ha rimeleg grunn til å setje han lik andre stasjonar kan ein naturlegvis få eit estimat på  $\phi_7$ . For kvar fisk er det laga ein fangsthistorikk, som eigentleg er ein observasjonshistorikk for dei ulike sonene. Dersom ein fisk vert registrert på ein eller fleire av lyttebøyene innan ei sone får han verdien «1» og dersom han ikkje er registrert vert verdien «0». Til dømes vil ein fangsthistorikk 10010100 tyde at fisken vart sett ut i elva og ikkje detektert i sone 0 (osen) eller indre fjord (sone 1), men observert i sone 2 (Lote) og sone 4 (Isane), og ikkje i dei ytre sonene.

Med utgangspunkt i observasjonshistoriane reknar programmet MARK (White og Burnham 1999) ut parameterestimata for gjeve modellstrukturar gjennom å nytte log-likelihood metodikk.

A



B



Figur 9. **A.** Lagnadsdiagram for laksesmolt med fem døme på observasjonshistorier med gjevne parameterar for såkalla Cormack-Jolly-Seber modellstruktur (CJS).  $\phi_i$  tyder overlevingssannsyn mellom sone  $i$  og  $i+1$  og  $p_i$  er observasjonssannsyn i sone  $i$ . **B.** CJS-parameterisering av modellen [ $\phi(\text{sone})$ ,  $p(\text{sone})$ ]. Her vil kvar sone ha egne estimat for begge parametertypane. For siste sona kan ikkje  $p$  og  $\phi$  estimerast kvar for seg (berre produktet av dei to).

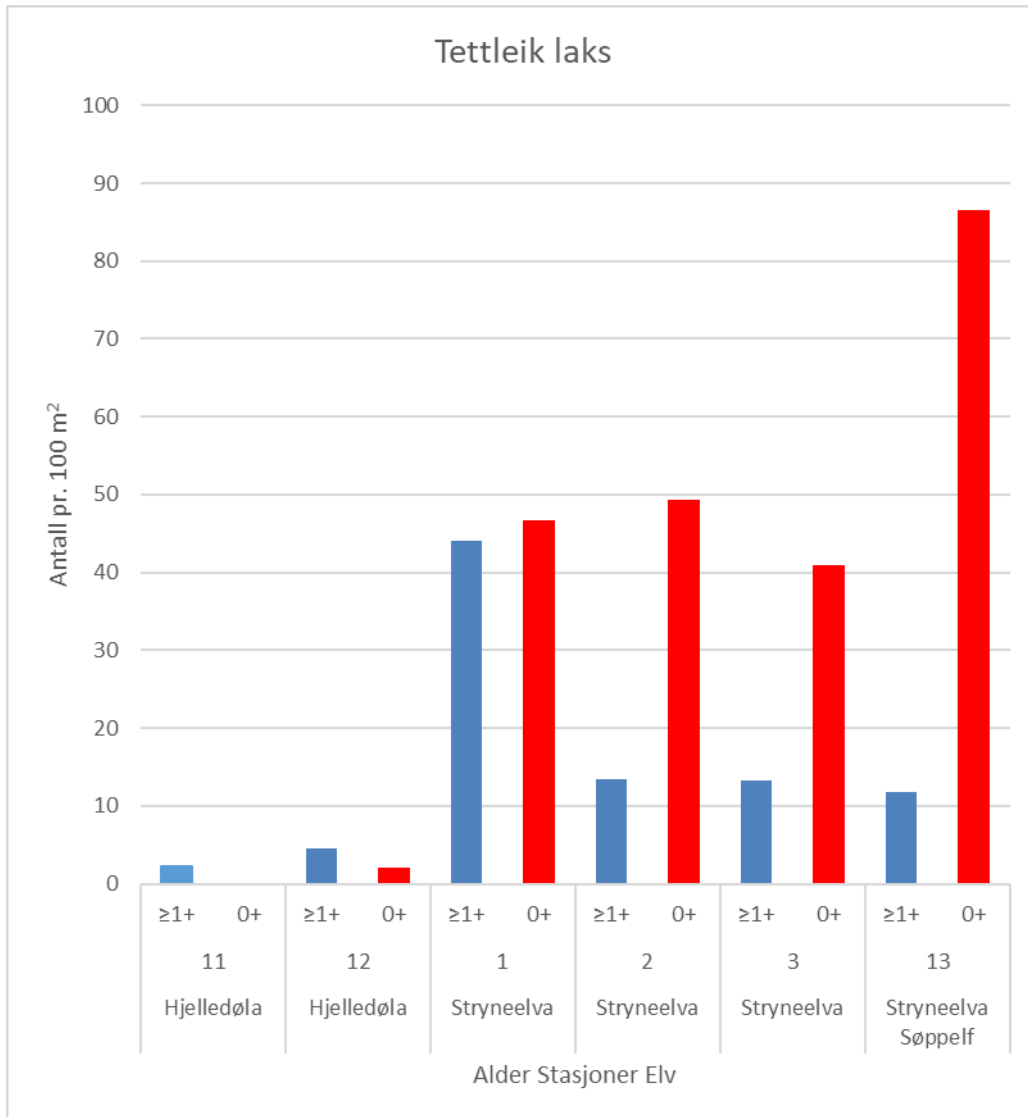
## 5 Resultat

### 5.1 Ungfisk

I Stryneelva og Hjelledøla vart det påvist ungfisk av både laks og aure, medan det i Erdalselva kun vart registrert aure. Totalt vart det påvist 263 laks og 76 aure. Det vart også påvist årsyngel av fire individ i Hjelledøla og eitt i Stryneelva, som ut frå morfologi, sannsynlegvis var hybridar mellom laks og aure.

Tettleiken av laks i Stryneelva varierte frå 41 til 86 individ per 100 m<sup>2</sup> for årsyngel (0+) og frå 11 til 44 individ for eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ). Det var høgast tettleik av årsyngel på stasjon 13 ved «søppelfyllinga» og av eldre fisk på stasjon 1 ved Stauri bru (Figur 10). Samla tettleik for alle

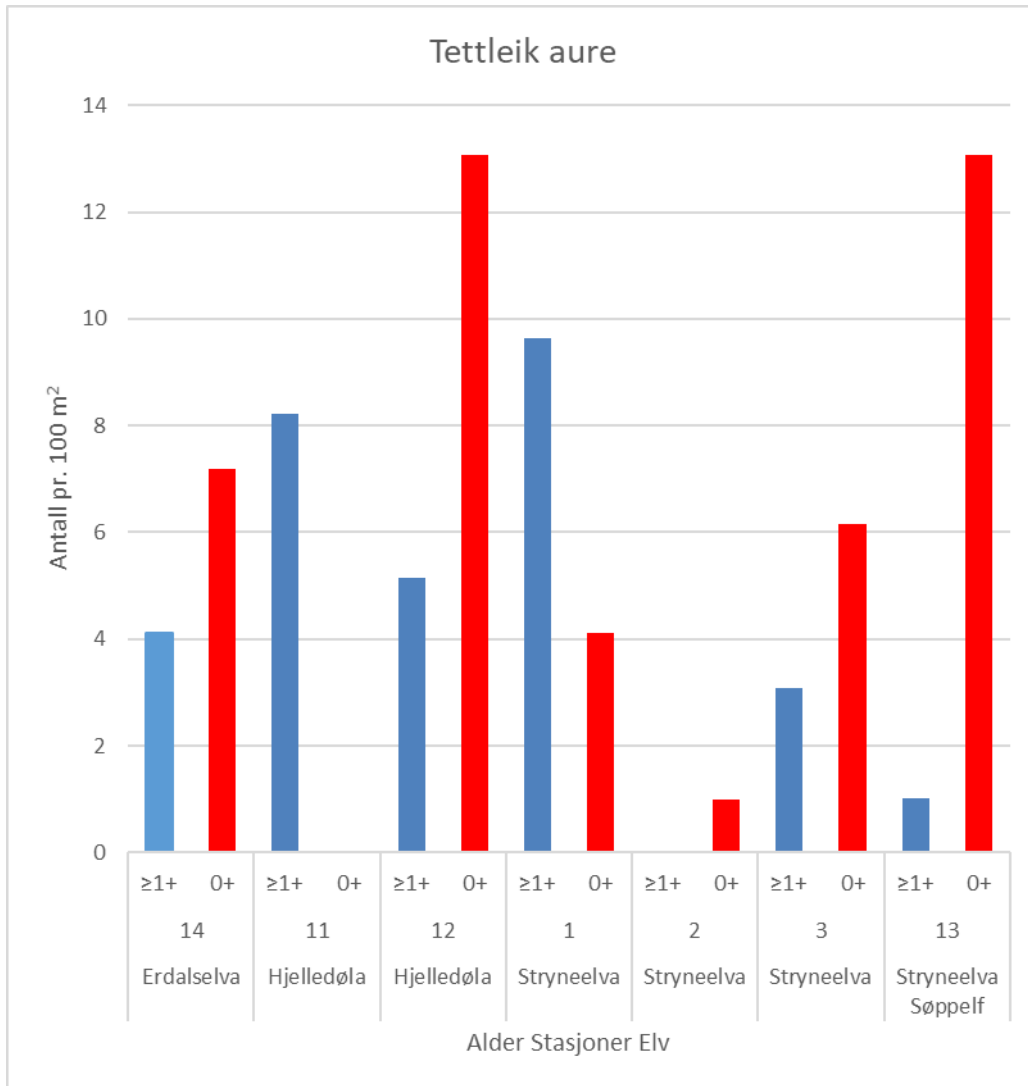
aldersgrupper av laks i Stryneelva låg på 73,9 individ per 100 m<sup>2</sup>. Tettleiken av laks i Hjelledøla, både for årsyngel og eldre fisk, låg på under 5 individ per 100 m<sup>2</sup>, medan samla tettleik var 4,6 individ per 100 m<sup>2</sup>.



Figur 10. Tettleiken av laks på ulike el-fiskestasjonar i Strynevassdraget i 2017.

Aure vart påvist på alle stasjonar i vassdraget. I Stryneelva varierte tettleiken frå 1 til 13 individ per 100 m<sup>2</sup> for årsyngel (0+) og frå 1 til 9 individ for eldre ungfisk (≥1+) (Figur 11). Samla tettleik for alle aldersgrupper av aure i Stryneelva låg på 10,4 individ per 100 m<sup>2</sup>. I Hjelledøla låg tettleiken for årsyngel på 13 individ og for eldre ungfisk på 5–8 individ per 100 m<sup>2</sup>, medan samla tettleik var 14,7 fisk per 100 m<sup>2</sup>. I Erdalselva var tettleiken for årsyngel og eldre ungfisk høvesvis 7 og 4 individ, medan samla tettleik låg på 13,4 individ per 100 m<sup>2</sup>.





Figur 11. Tettleiken av aure på ulike el-fiskestasjonar i Strynevassdraget i 2017.

Lengdefordelinga viste at årsyngel av laks var i gjennomsnitt omtrent like lange i Stryneelva som i Hjelledøla med høvesvis 47 og 48 mm (Tabell 2). Lengda på eittåringar og toåringar i Stryneelva låg på høvesvis 74 og 96 mm, mot høvesvis 81 og 108 mm i Hjelledøla. I Stryneelva hadde laksen ein årleg tilvekst frå 0+ til 1+ og frå 1+ til 2+ på høvesvis 27 og 22 mm. Dei same verdiane for Hjelledøla var høvesvis 33 og 27 mm.

For årsyngel (0+) av aure i Stryneelva var gjennomsnittslengde 58 mm, i Hjelledøla 57 mm og i Erdalselva 48 mm (Tabell 2). Dei same tala for eittåringar var høvesvis 85, 98 og 86 mm. Toårig aure, som berre vart påvist i Stryneelva, var i gjennomsnitt 125 mm lang. Årleg tilvekst hjå aure i Stryneelva låg på 27 mm frå 0+ til 1+, og 40 mm frå 1+ til 2+. I Hjelledøla låg årleg tilvekst frå 0+ til 1+ på 41 mm, medan den i Erdalselva låg på 38 mm.

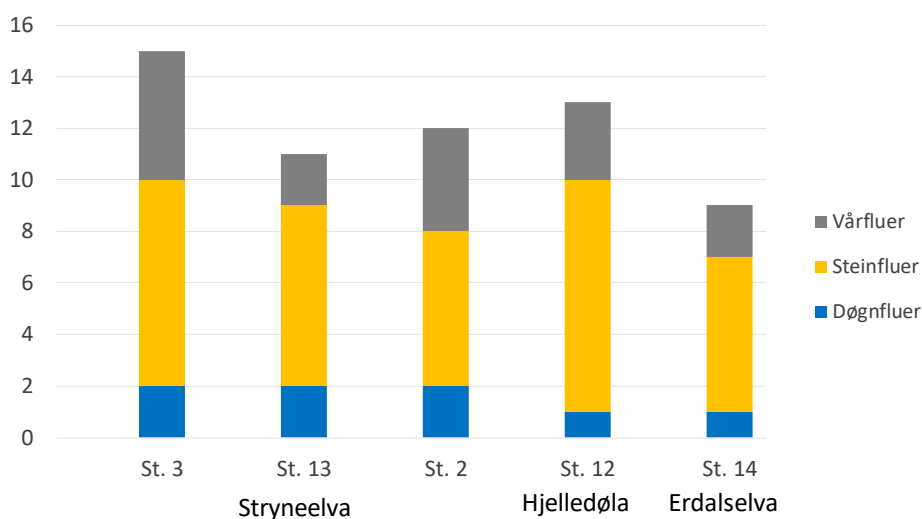
Tabell 2. Gjennomsnittslengde i mm ( $\pm$ sd) fordelt på ulike aldersklasser av laks og aure i Stryneelva og Hjelledøla og aure i Erdalselva i september 2017.

	0+	1+	2+	3+
Stryneelva laks	47 (3,9)	74 (6,6)	96 (13,3)	120
Hjelledøla laks	48	81	108 (7,4)	
Stryneelva aure	58 (7,1)	85 (16,4)	125 (15,3)	
Hjelledøla aure	57 (9,6)	98 (15,7)		148
Erdalselva aure	48 (4,3)	86 (8,4)		

## 5.2 Botndyr

Botndyrsamfunnet på alle stasjoner, både i Stryneelva, Hjelledøla og Erdalselva var dominert av fjørmygglarvar (vedleggstabell 1). På stasjon 2 og 13 i Stryneelva var det også høge tal av døgnflugearten *Baëtis rhodani*, medan steinfluger var talmessig godt representert i Hjelledøla og Erdalselva.

Tal artar av døgn-, stein- og vårfluger var høgast på stasjon 3 ved Kyrkjeide i Stryneelva med 15 artar, og lågast i Erdalselva med ni artar (Figur 12).



Figur 12. Tal døgn-, stein- og vårflugeartar i Stryneelva, Hjelledøla og Erdalselva.

Tabell 3. ASPT-verdiar fordelt på stasjonar i Strynevassdraget

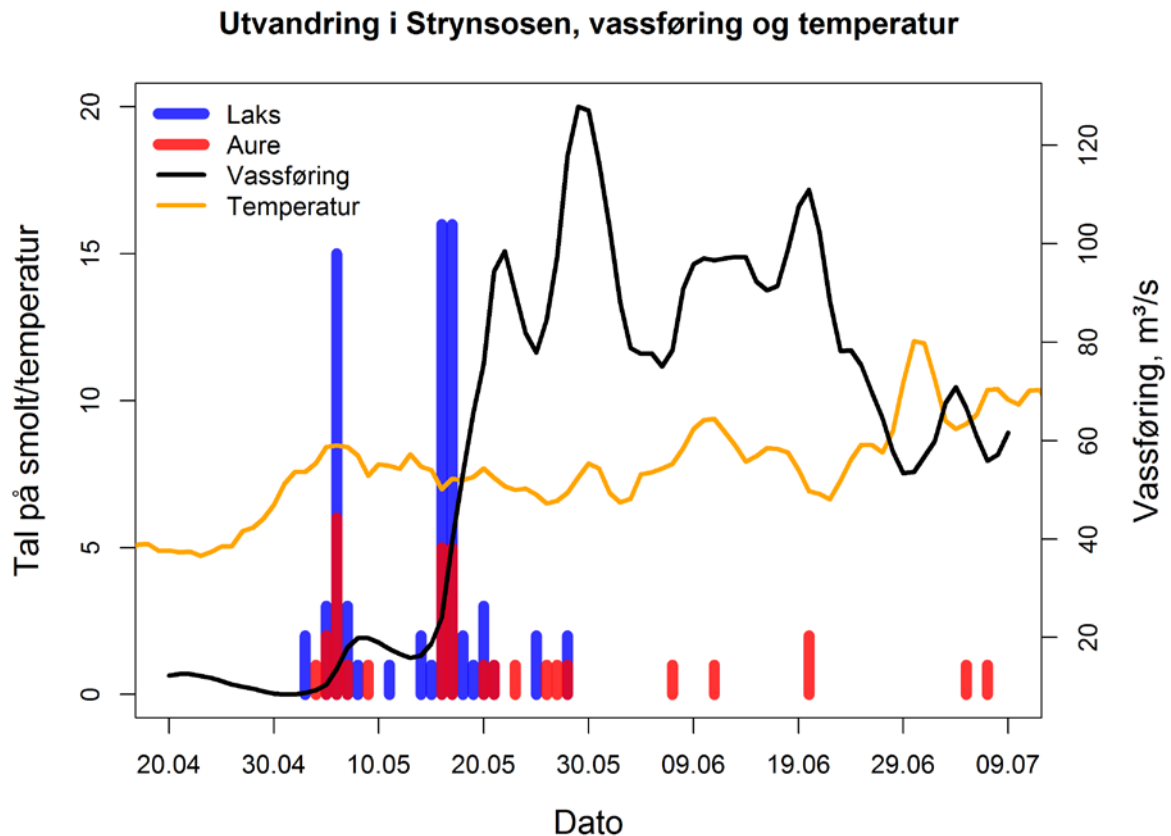
	St. 3 Stryneelva	St. 13 Stryneelva	St. 2 Stryneelva	St. 12 Hjelledøla	St. 14 Erdalselva
ASPT	6,8	6,6	6,1	7,3	7
Tilstand	God	God	God	Svært god	Svært god

### 5.3 Akustisk telemetri

For heile forsøket under eitt var deteksjonsprosenten 73 % for laksesmolten (86 av 118) og 68 % for auresmolten (34 av 50) på dei passive lyttebøyene.

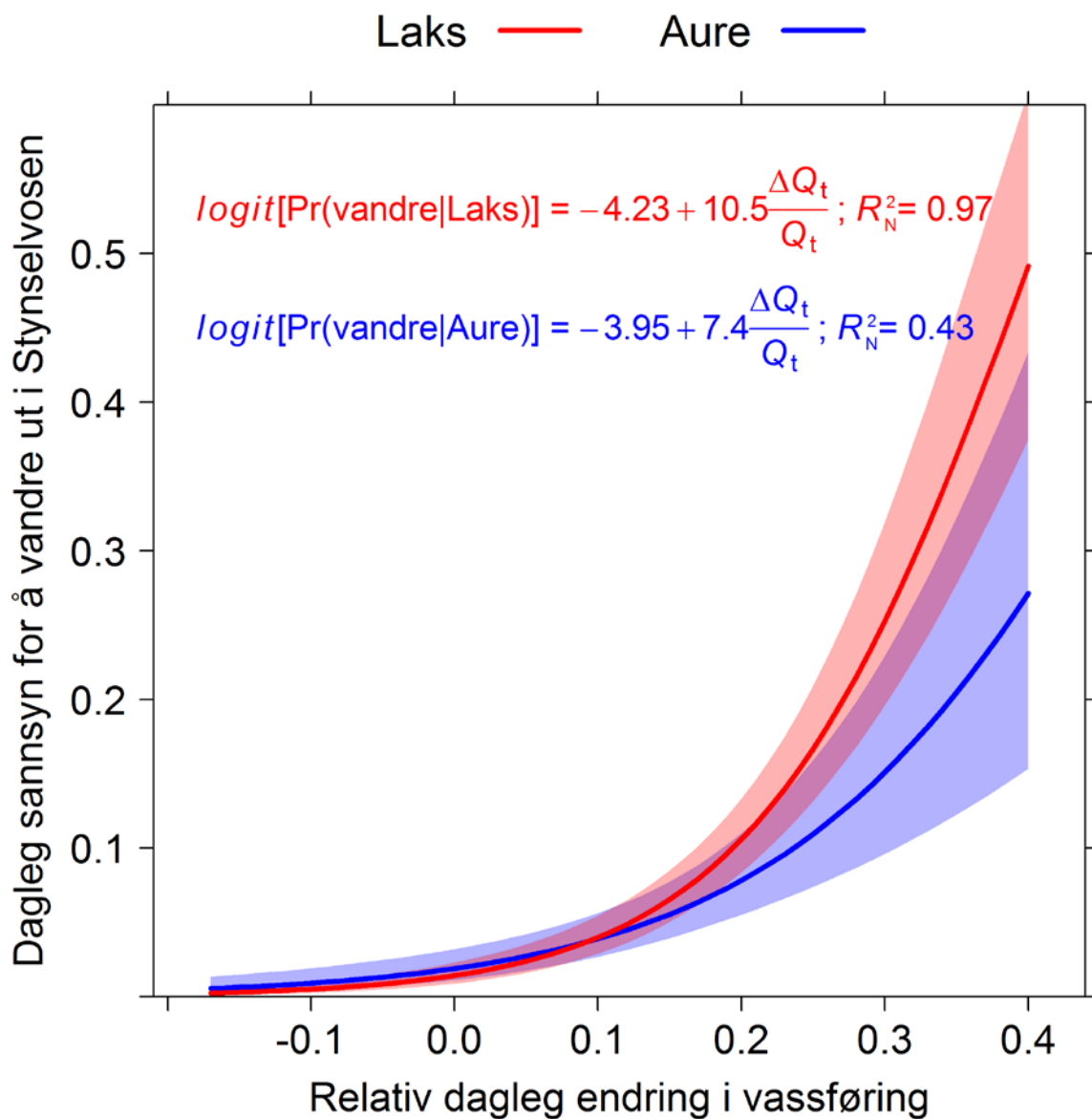
#### 5.3.1 Utvandringstidspunkt til laks og aure

Laksesmolt vart i registrert i elvemunninga i perioden 2. – 28.mai, med klare toppar 6.–7. mai og 17.–18. mai (Figur 13). Nedvandringa hjå båe artane var i stor grad styrt av den relative vassføringsauken frå ein dag ( $t-1$ ) til den neste ( $t$ ) ( $\Delta Q_t/Q_t$  der  $\Delta Q_t = Q_t - Q_{t-1}$ ,  $Q$ =vassføring). Ei rekkje andre modellar for nedvandring vart og tilpassa (variantar med vassføring og temperatur), men for båe artane var ein rein univariat GLM med logit-link med  $\Delta Q_t/Q_t$  som prediktor utvald ut frå at denne hadde lågast AICc-verdi ( $\Delta AICc$  var  $>2$  til neste modell for båe artane). Modellprediksjonane saman med formlane er framsette i Figur 14.

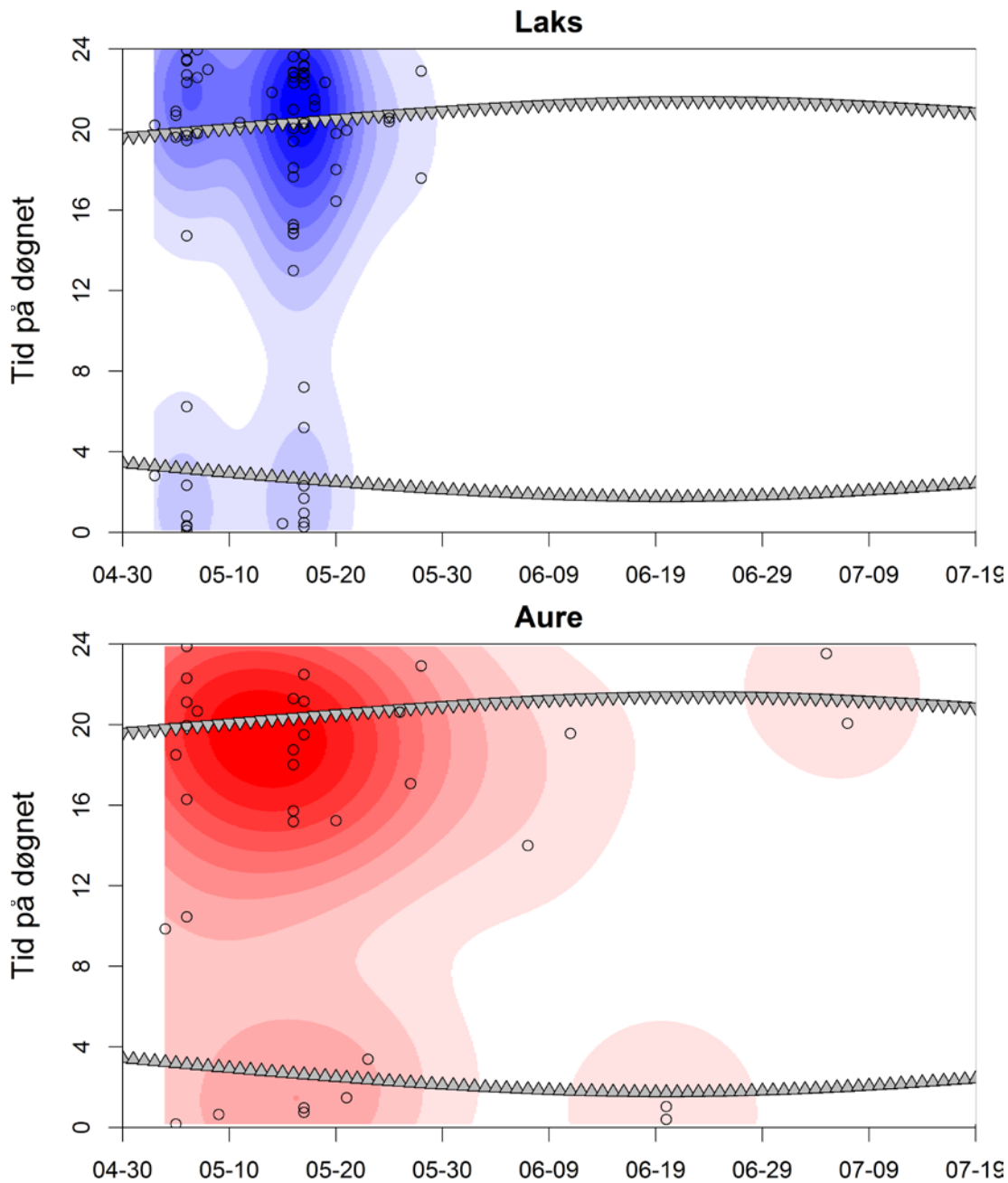


Figur 13. Utvandring til elvemunning over tid hjå akustisk merka laksesmolt og sjøaure frå Stryneelva i 2017, med tilhøyrande vassføring og vassstemperatur.

Utvandring til elvemunning fann stad om natta for dei fleste av laksesmoltane og auren, sjølv om dette er litt mindre utprega hjå auren (Figur 15).



Figur 14. Modellprediksjon for dagleg utvandringssannsyn hjå laksesmolt og aure som funksjon av relativt dagleg endring i vassføring. Formlane for dei tilpassa GLM-modellane er viste på logit-skala med tilhøyrande Nagelkerke  $R^2$ -verdiar (Nagelkerke 1991).  $\Delta Q_t = Q_t - Q_{t-1}$ ,  $Q_t$ =vassføring,  $t$ =dagnummer).



Figur 15. Tid på døgnet som den AT-merka laksesmolten og auresmolten frå Stryneelva vandrar ut i elvemunningen i 2017. Jo mørkare fargane på sannsynskjernane er jo meir sannsynleg er det at smolten vandrar ut i fjorden. Trekantane som peiker nedover syner tidspunkt for solnedgang og dei som peikar oppover soloppgang.

## 5.4 Fjordvandringa til laksesmolten

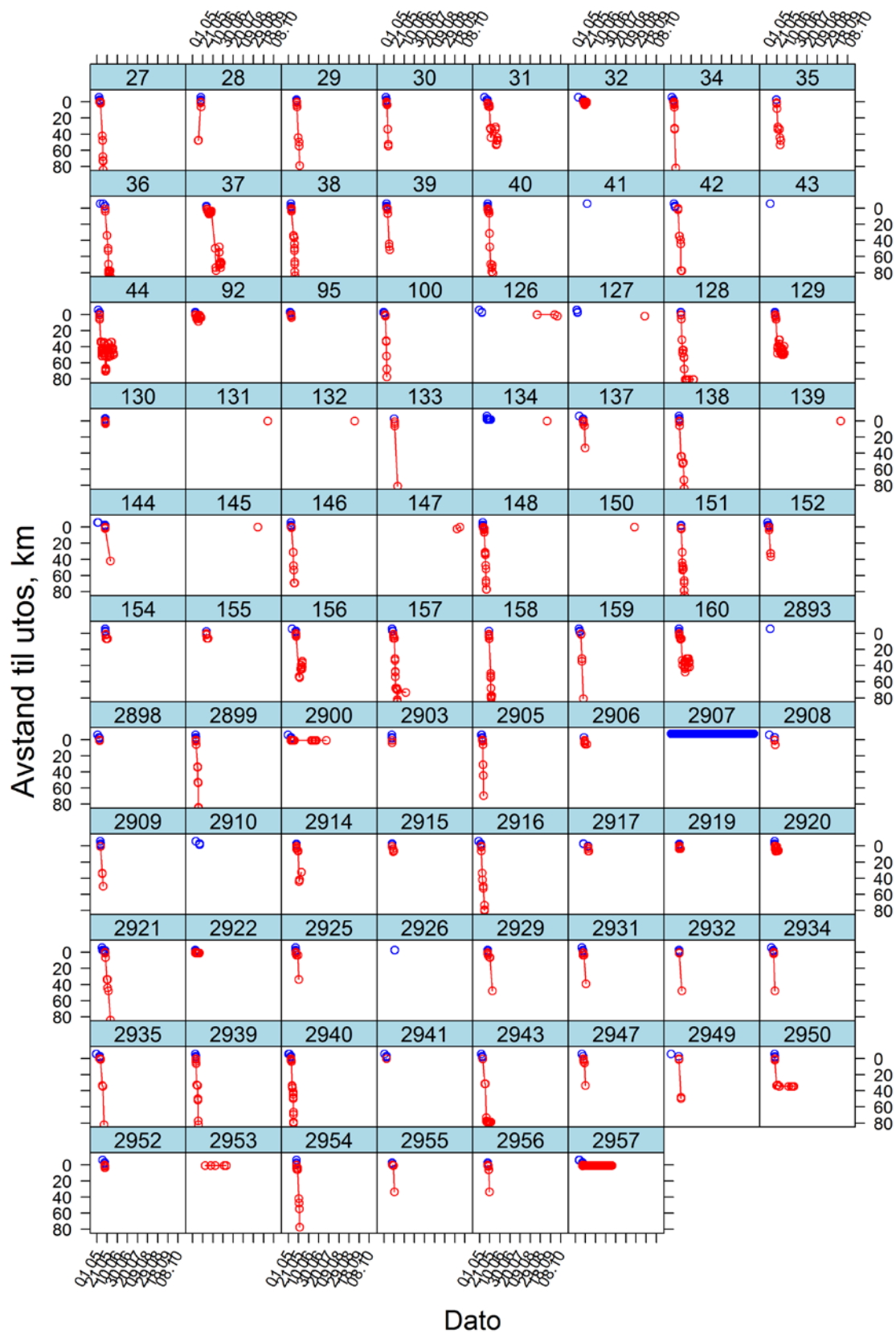
### 5.4.1 Vandringsfart og opphaldstid i ulike delar av Nordfjorden

Dei AT-merkte villakssmoltane hadde eit særst einsarta utvandringsmønster gjennom fjorden (Figur 16). I gjennomsnitt hadde laksesmoltane ei framdrift frå os/elvemunning til ytre fjord

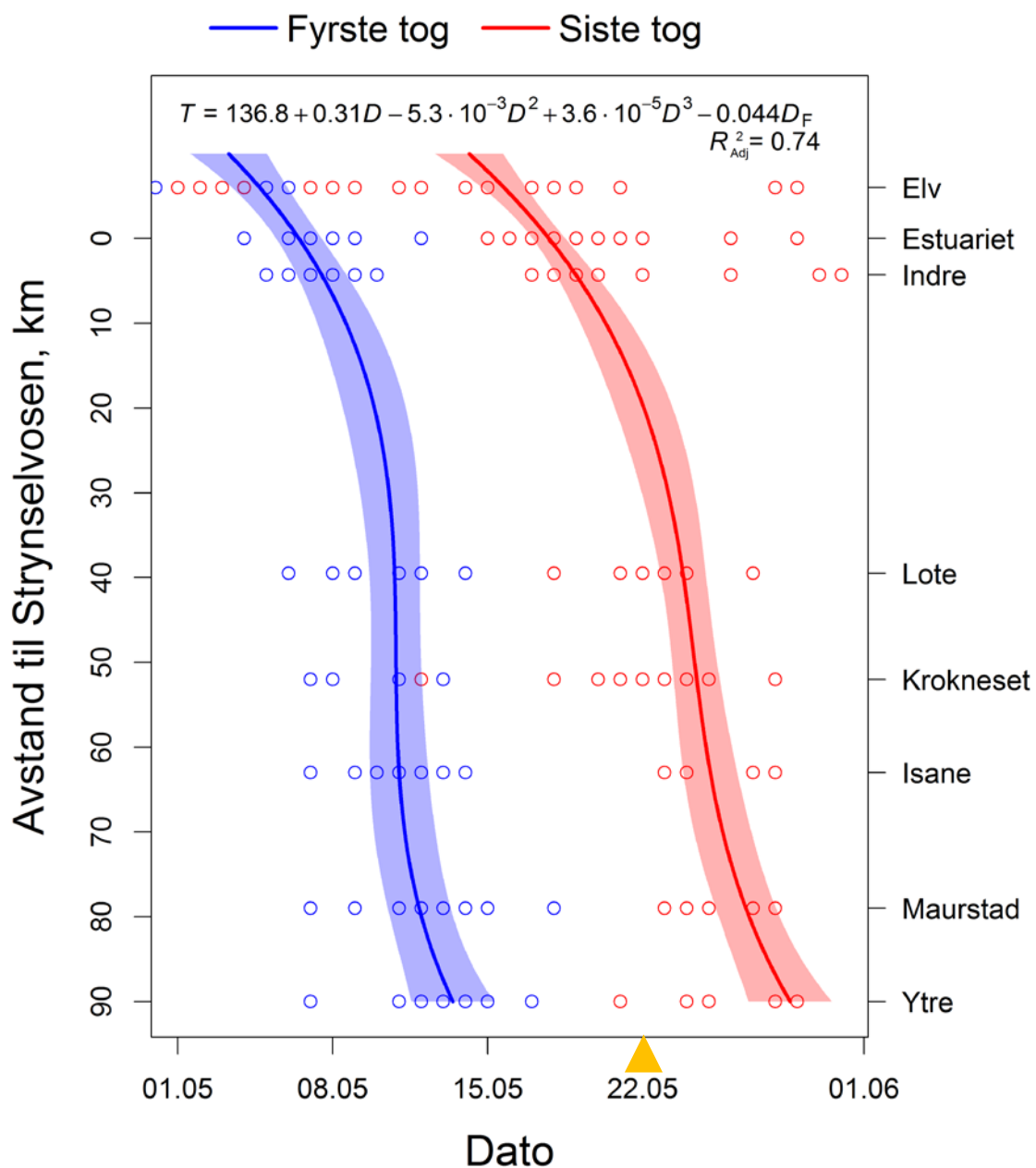
på 1,26 kroppslengder i sekundet ( $\pm 0,38$ ). Dei fyrste merka laksesmoltane kjem til ytre del av fjorden den 7. mai. I gjennomsnitt nytta dei merka laksesmoltane  $8,3 \pm 4,8$  (SD) dagar frå utosen til dei forsvinn vidare frå den ytre sona.

Som det kjem fram frå Figur 17, vandra smoltane ut i to «tog» - eit tidleg og eit seint tog. Dei tidlegvandrande laksesmoltane vandrar i snitt ut 12 dagar før dei som vandrar i det andre toget. Vi tilpassa ein lineær modell (etter fyrst å ha analysert utvandringa med ei GAM-tilnærming) med avstand frå Stryneelvoson ( $D$ ) som prediktor og tidspunkt for framkomst til osen som gruppeeffekt (før 10. mai='Fyrste tog' og etter 10. mai='Andre tog') for å prediktere forventa framkomsttid ved eitkvart utvandringsspunkt i utvandringssruta for 2017. Glattefunksjonen frå GAM-modellen hadde eit estimert tal på fridomsgradar (edf) på 2,3, noko som indikerte at vandringsshastigheita varierte utover i utvandringssruta og at dette mest effektivt kunne modellerast som ein kubisk effekt (dvs  $D^3$ ). Modellen er presentert i Figur 17 og han kan nyttast til å prediktere forventa framkomsttider med 74 % presisjon. Både modellen og data syner at dei sistvandrande AT-merka laksesmoltane frå Stryneelva kjem til ytre fjord 16 dagar seinare enn dei som vandrar i fyrste toget. Både modellen og data syner at individa frå fyrste toget hadde vandra forbi den ytre sona då luseovervakinga vart sett i gong den 22. mai i 2017 (Figur 17).

I Tabell 4 kjem det fram statistikk på både når den AT-merka ville laksesmolten frå Stryneelva kjem til dei ulike sonene i utvandringssruta samt opphaldstida deira i sonene. I det store og heile syner tabellen at hovudtyngda (medianen) av laksesmolten har ei rask framdrift med kort opphaldstid (ofte berre ein dag) i dei ulike sonene. Det er ein del «inkonsekvante» tal i statistikken, der median og snitt er ulike og syner at molten kjem tidlegare fram til einskilde ytre soner enn til soner lenger inn i fjorden. Dette skuldast at tabellen ikkje tek med at fisken vandrar i to tog, og at tal på individ som vert registrert i dei ulike sonene kan variere mellom gruppene og difor påverke tyngdepunktstatistikken i varierende grad.



Figur 16. Registreringar av dei einssilde laksesmoltane (id-nummer i paneloverskrifta) i høve til avstand frå elvemunninga (km) og dato. Blått symbol er ferskvatn og raude i sjøen.



Figur 17. Estimerte tider ( $T = \text{Dag på året}$ ) som tidlegvandrande (F) og seintvandrande laksesmolt frå Stryneelva kjem til ulike lokalitetar i utvandringruta. Lokalitetane er gjeve som avstand til elvemunning ( $D$ , km). Estimata kjem frå den lineære modellen som er gjeve i figuren. 95% konfidensintervall er dei ljose felta ikring modellprediksjonslinene. Merk at x- og y-aksen har bytt plass i høve til formelen for å gjere tolkinga meir intuitiv. Oransje trekant syner når HI tok til med lakselusovervakinga ved Maurstad i 2017 (22. mai).



Tabell 4. Oppsummerande statistikk for når laksesmolt kjem til dei ulike sonene og kor lenge dei totalt oppheld seg i sonene. [10%;50%;90%] tyder 10, 50 og 90 persentilen og SD tyder standardavviket.

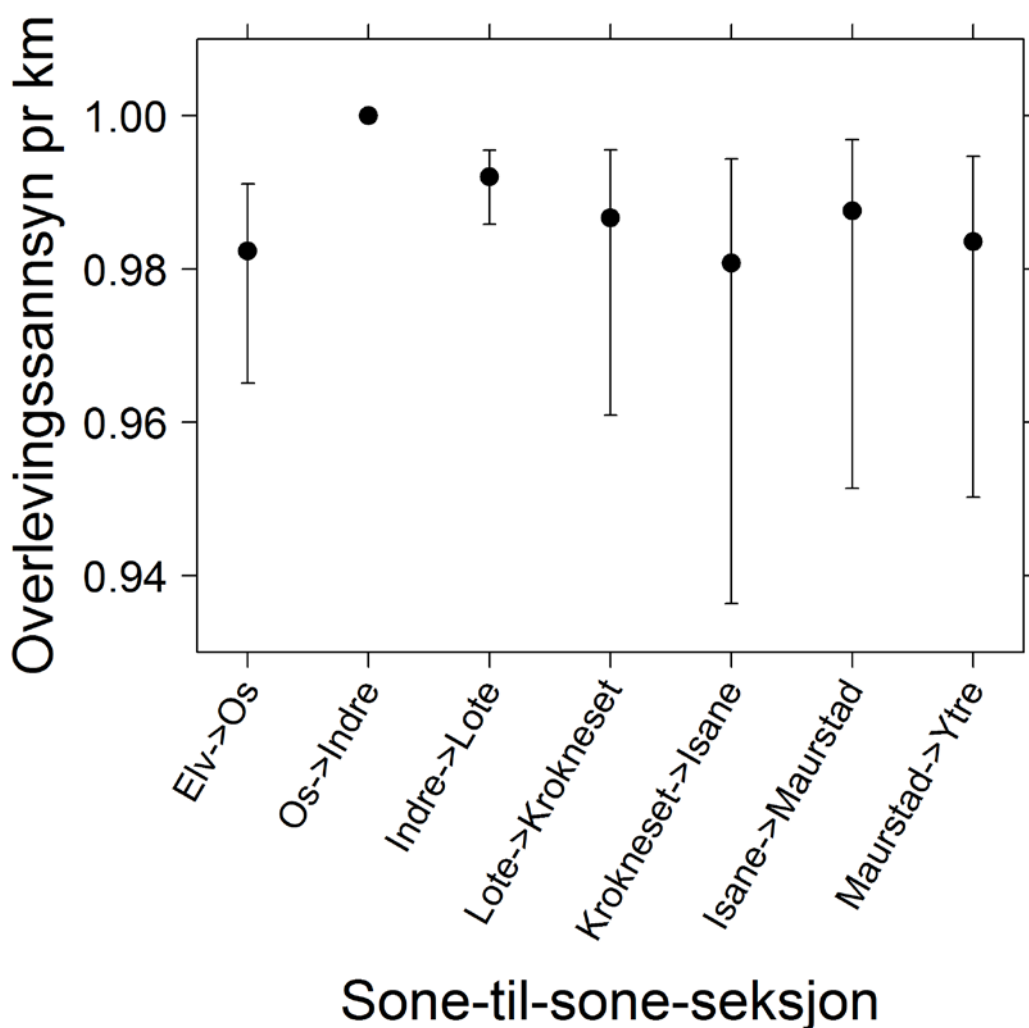
Sone	Opphaldstid (dagar)		Framkomsttid (dag på året)		n
	[10%;50%;90%]	snitt±SD	[10%;50%;90%]	snitt±SD	
-1	[0.1;1.1;9.5]	9.4±29.3	[120.8;127.7;138.1]	129.8±7.3	79
0	[0.1;1.1;11.1]	6.7±18.0	[125.0;135.7;234.0]	146.5±38.9	80
1	[0.3;2.9;6.0]	5.4±15.9	[126.0;136.2;140.1]	134.5±6.0	50
2	[0.1;1.5;6.5]	5.0±14.5	[127.0;139.2;142.0]	135.1±6.7	37
3	[0.1;1.0;8.6]	9.0±28.8	[129.6;139.6;145.4]	138.1±7.7	34
4	[0.3;0.7;2.7]	1.2±1.2	[128.4;141.2;146.3]	138.8±10.5	23
5	[0.1;0.4;8.3]	9.2±31.0	[128.8;134.7;145.9]	137.8±9.7	18
6	[0.1;0.9;7.6]	7.3±28.3	[129.9;139.9;146.7]	139.0±8.9	25

#### 5.4.2 Estimert overleving i ulike delar av utvandningsruta

Dei kilometerspesifikke estimata på overleving peiker på at det ikkje er opplagte flaskehalsar i utvandningsruta til den AT-merka laksesmolten frå Stryneelva. Sjølv om overleving per kilometer er høg, gjer den lange vandringsavstanden frå elva på meir enn 85 km at den totale overlevinga ut til dei ytre fjordområda (sone 5 (Allmenning-Rugsundøy) og sone 6 (Gangsøy-Husevågøy-Måløy)) vert på 34 % ( $\pm 6,2$  % SE).

I dei stilleflytande nedre delane av Stryneelva, der ein skulle tru meint at dødelegheita kunne vere høg pga. predasjon, finn vi 100 %. Alle dei 74 laksesmoltane (og dessutan dei 33 auresmoltane) som vart registrerte på mottakar #121196, som står plassert øvst i dette stilleflytande partiet ved Sætre, vart registrerte att i osområdet vel 4,4 km nedstrøms (saman med seks laksesmolt og ein auresmolt til som ikkje vart fanga opp av 121196-mottakaren). I snitt nytta dei merka auresmoltane 0,75 dagar og sumde med ein hastigheit på  $0,20 \pm 0,22$  (SD) m/s på denne strekka, medan tilsvarande tal for laksesmolten var 0,48 dagar og  $0,29 \pm 0,21$  m/s.

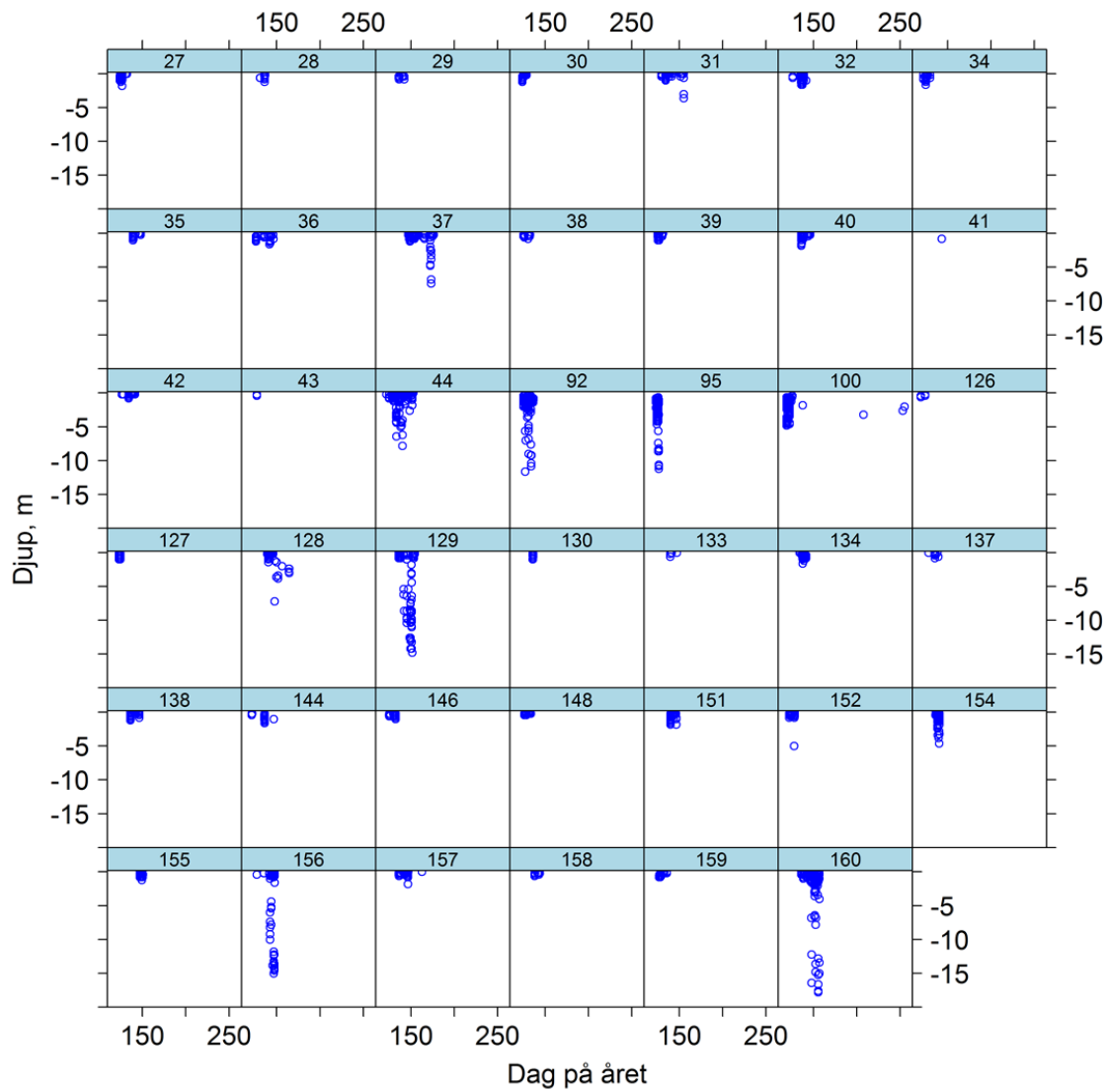
For individa i det fyrste og i det andre smolttoget er det stor skilnad i tilsynelatande overleving (dvs talet som registrerast i ytre fjord samanlikna med kva som vart registrert ut frå Stryneelva) ut til ytre del av Nordfjorden, der 15 av 25 av tidlegvandrande overlever heilt ut, medan berre 13 av 48 av dei seintvandrande overlever. Om ein går ut frå lik deteksjonsannsyn mellom dei to gruppene, vert «overlevinga», estimert ved glm-modell med logit-link,  $0,60 \pm 0,10$  (SE) for tidleggruppa og  $0,27 \pm 0,06$  for seintgruppa, noko som er statistisk signifikant ulike overlevingar (LR-test:  $\chi^2=7,48$ ,  $p=0,006$ ).



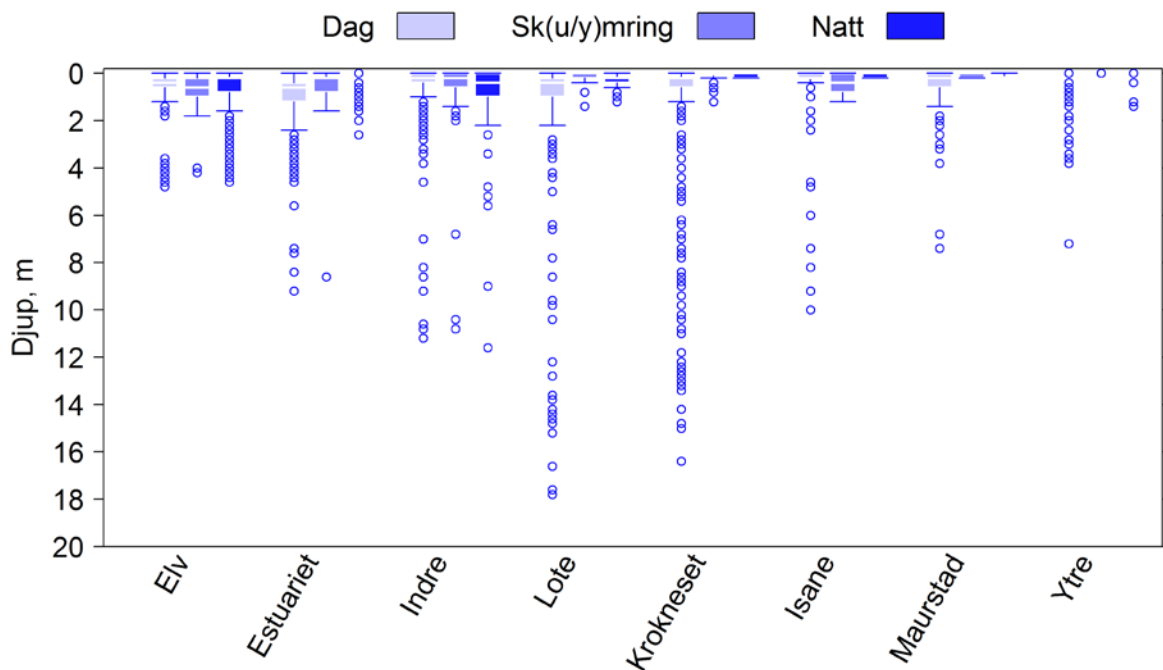
Figur 18. CJS-estimerte overlevingssannsyn mellom dei ulike sonene for akustisk merka laksesmolt frå Stryneelva sesongen 2017. Sannsyna er gjeve pr. kilometer og 95% konfidensintervall er framstilt som svarte vertikale stolpar.

### 5.4.3 Vandringsdjup

I det store biletet gjekk den AT-merka laksesmolten frå Stryneelva grunnare enn 2 meter gjennom heile utvandringsruta. Det var likevel stor individvariasjon i djupnebruken mellom individa, der nokre av dei hadde tydelege vertikale døgnvandringar, medan andre ikkje hadde det (Figur 19). Det var ein tendens til at laksesmoltane gjekk grunnare di lenger ut dei kom i utvandringsruta (Figur 20).



Figur 19. Einskilddeteksjonar av djupnebruk til akustisk merka laksesmolt frå Stryneelva 2017. Id er gjeve i paneloverskrifta.



Figur 20. Boksplokk av djupnebruk natt, dag og ved soloppgang/solnedgang til laksesmolt frå elv og utover i Nordfjorden sesongen 2017. 50% av observasjonane er innanfor boksane, 90% innanfor dei to vertikale linene og den horisontale, kvite lina inne i boksane er medianverdien.

## 5.5 Auresmolten sin bruk av fjorden

### 5.5.1 Opphaldstid og maksimal vandringslengde

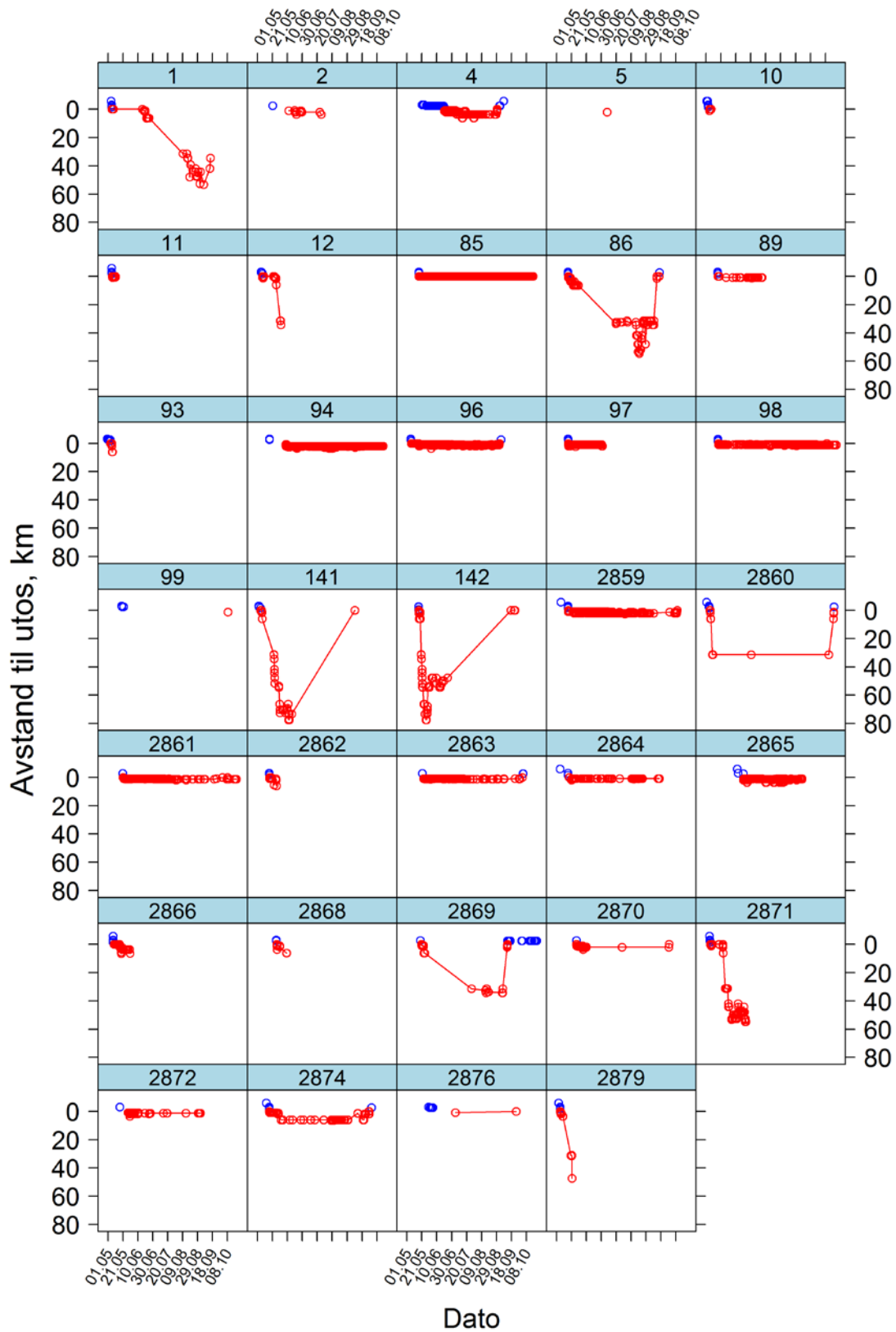
I alt 16 individ vart ikkje registrert på lyttebøyene etter utsett. For dei resterande auresmoltane som er registrerte på lyttebøyene, var det stor variasjon i fjordbruken (Figur 21). Av dei 34 som gjekk ut i fjorden, vandra fem (14,7 %) til det ytre fjordområdet (>55 km, forbi Krokneset), medan 23 (67,6 %) heldt seg i indre fjordområde (sone 1) (Figur 22).

Frå eit utval kandidatmodellar som kombinerte storleikseffektar og kondisjonsfaktor, peika ein additiv modell mellom smoltlengde og K-faktor seg ut med høgast AICc-stønad ( $\Delta AICc=2,4$  til neste modell). Modellen estimerer at det er store individ med låg K-faktor som vandrar lengst ut fjorden og små med høg K-faktor som vandrar kortast (Figur 23). Modellen forklarar 37 % av variasjonen i maksimal individuell vandringsavstand og alle parameterane i modellen er statistisk signifikante ( $p<0,01$ ). Fordi fiskelengde og K-faktor var signifikant negativt korrelert hjå den merka auresmolten i denne studien, lyt ein vere litt varsam med å tolke dette resultatet (kolineærheit).

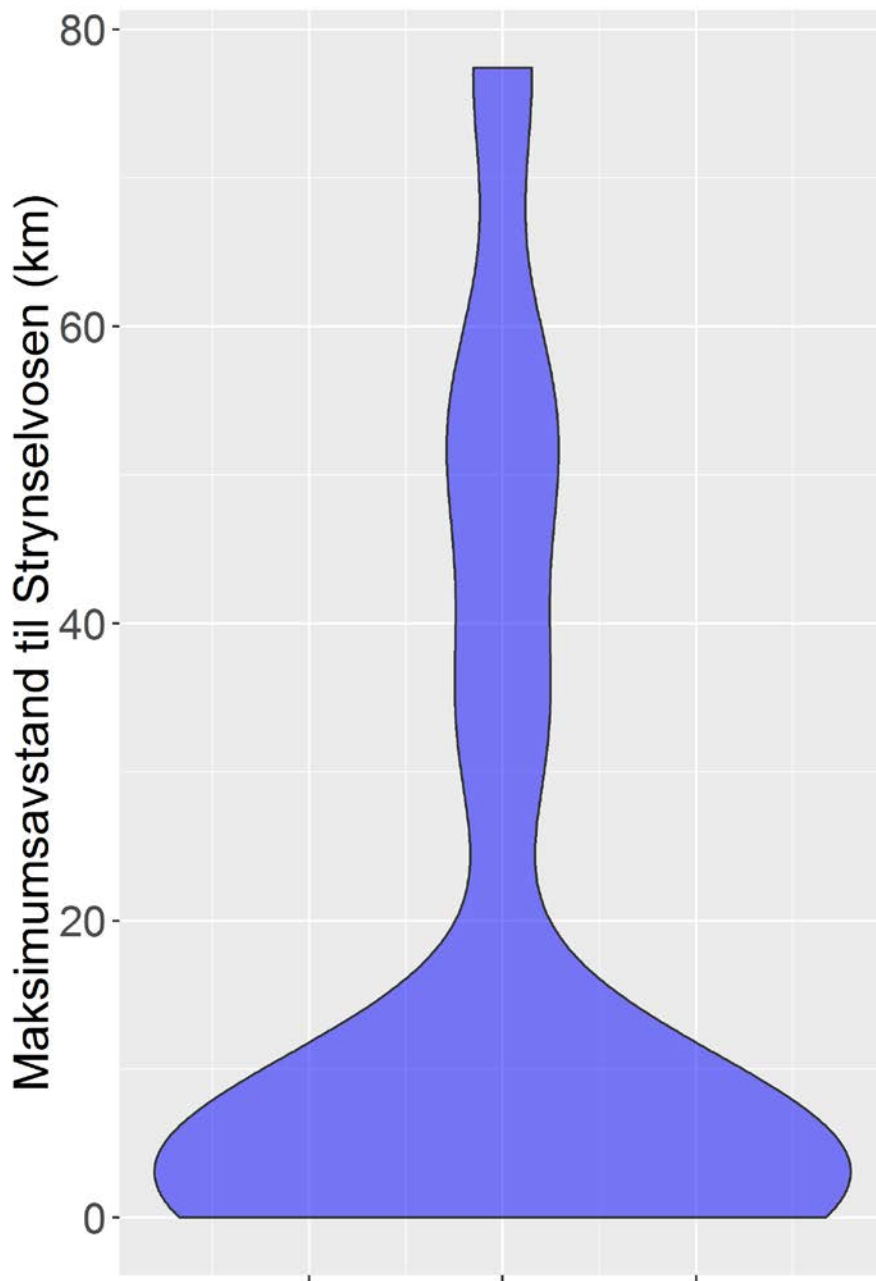
I alt sju av dei merka auresmoltane, dvs. 20,6 % av dei som vandra ut i fjorden, vart registrerte attende i elva før lyttebøyene vart tappa 1.-4. november 2017. Desse hadde ei gjennomsnittleg opphaldstid på  $107,7 \pm 31,7$  dagar (55-159 dagar) i fjorden. Eitt (ID86) av dei fem individa som gjekk til ytre del av fjorden vart registrert attende i elva før bøyene vart

tappa i november. I alt 16 av dei merka sjøauresmoltane hadde deteksjonar som kunne tolkast som at dei var i live den siste veka før vi tappa bøyene i november (t.d. nummer 85 er ikkje i denne gruppa då dette individet (eller merket) ligg på botn - sjå Figur 21 og Figur 25), noko som peiker i retning av at om lag 50 % (16 av 34) av smolten framleis er i live i byrjinga av november.

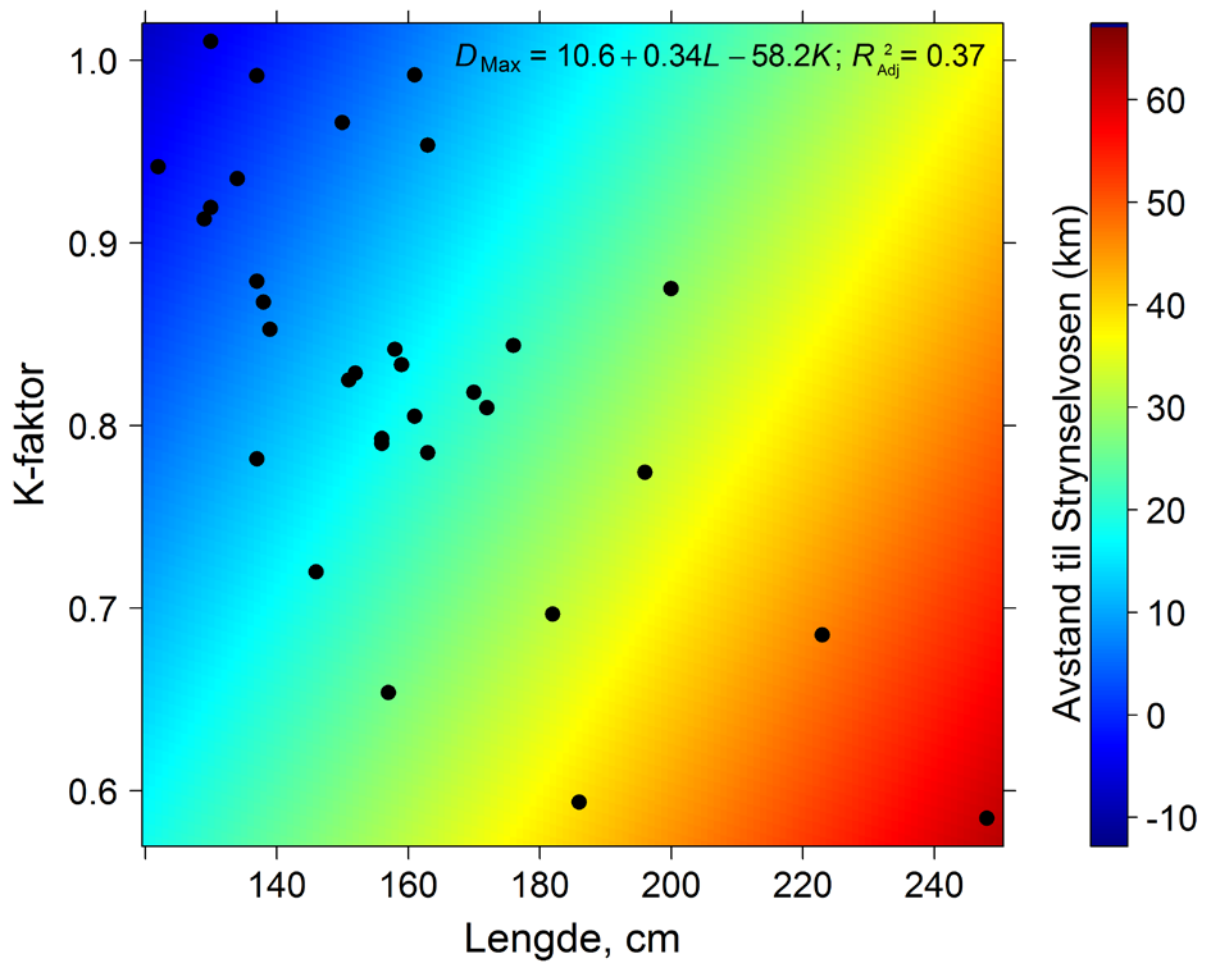
Oppsummerande statistikk på opphaldstid og framkomsttid for den merka sjøauresmolten er framsett i Tabell 5. Vi ser av denne tabellen at hovudtyngda av dei merka auresmoltane som nyttar områda i midtre og ytre del av fjorden var i kvar sone i fleire veker, med unnatak frå den heilt ytste sona (nr 6). Det var berre to auresmoltar som vart registrerte i desse heilt ytre områda.



Figur 21. Registrering i tid og rom av dei einsskille merka auresmoltane frå Stryneelva 2017 i elv (blå) og ulike delar av fjordsystemet målt som avstand frå osen til Stryneelva (km).

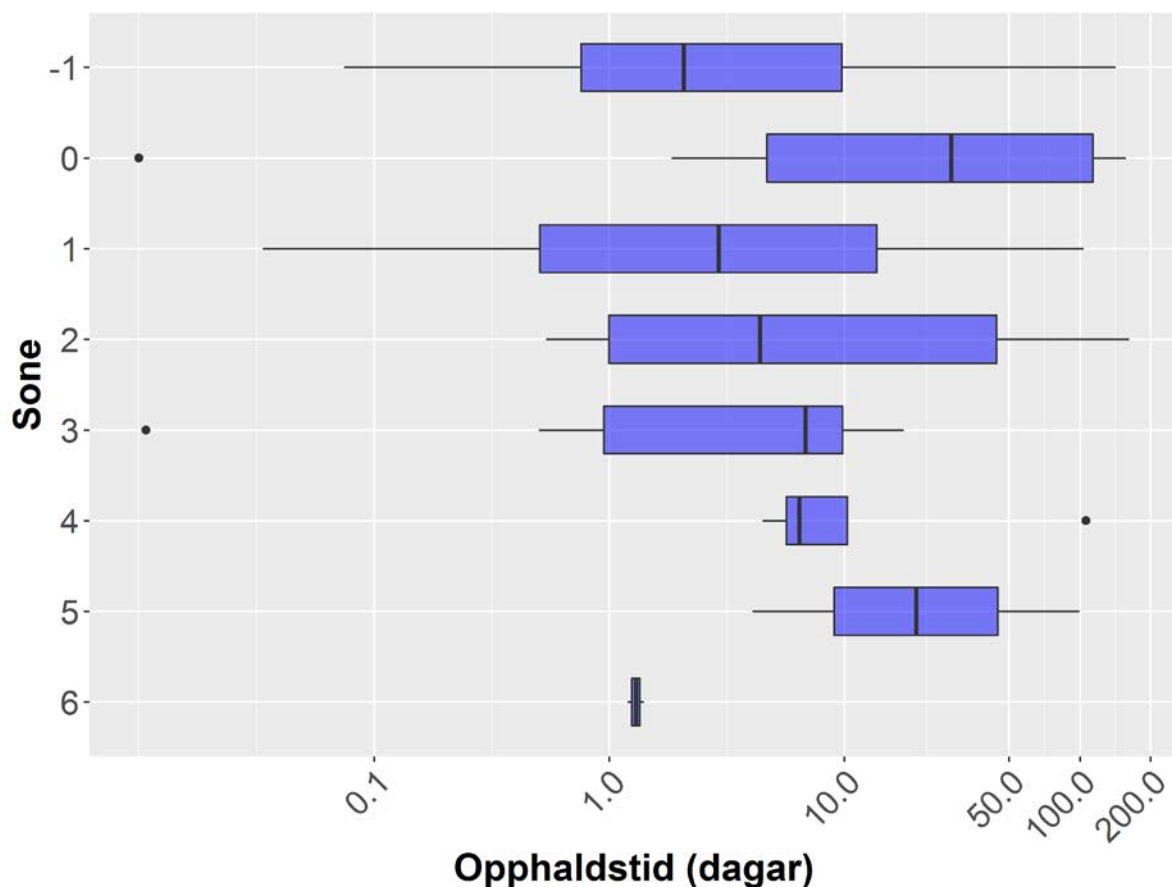


Figur 22. Fiolinplott av fordelinga av maksimale individuelle vandringsavstandar (km frå Stryneelva) hjå akustisk merka vill auresmolt frå Stryneelva i 2017. x-aksen utgjer sannsynstettleik (kernel densities) slik at summen av alle x-verdiane over y vert ein.



Figur 23. Estimert maksimumsavstand ( $D_{\text{Max}}$ ) for AT-merka auresmolt frå Stryneelva i 2017 som funksjon av lengde ( $L$ ) og kondisjonsfaktor ( $K$ ) ved merking. Estimata er framsett som fargekonturar som kjem frå modellen som er gjeve i høgre hjørne av figuren. Dei svarte punkta er observerte lengde og kondisjonsfaktorar. Negative tal for avstand tyder at fisken er i elva, oppstrøms utosen.





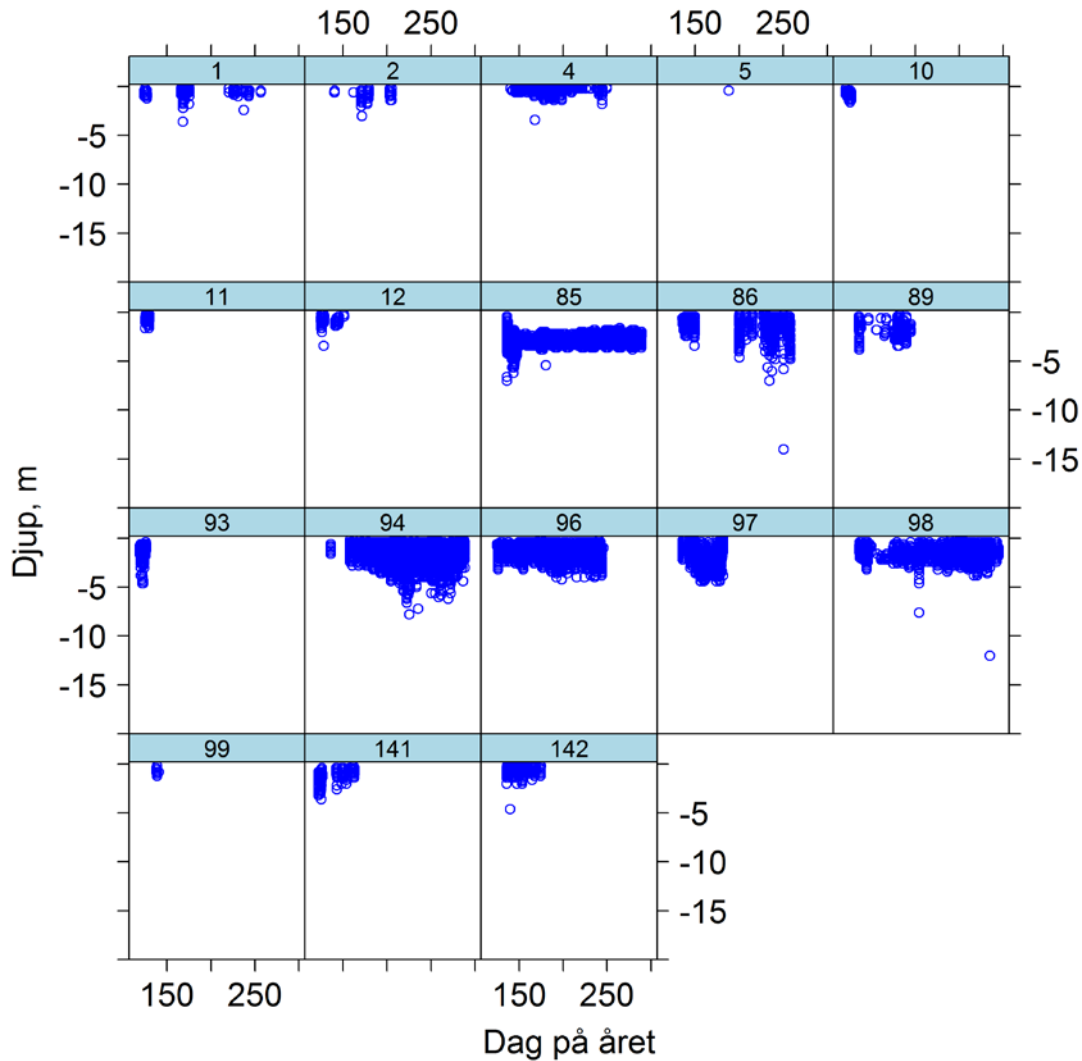
Figur 24. Boksplott av fordelinga av dei merka auresmoltindividua sine totale opphaldstider i dei ulike sonene frå Stryneelva (-1) til ytre fjord (6) – sjå sonene i kartet i Figur 4. Den tjukke vertikale lina inne i dei blå rektangla utgjær medianverdien og rektangla inneheld 50% av observasjonane og dei ytre horisontale strekane 90 % av observasjonane. Merk at x-aksen er på log-skala.

Tabell 5. Oppsummerande statistikk for når sjøauresmolt kjem til dei ulike sonene og kor lenge dei totalt oppheld seg i desse. [10%;50%;90%] tyder 10, 50 og 90 persentilen og SD tyder standardavviket. Sone -1 er i Stryneelva, 0 i osen og deretter vidare utover fjorden.

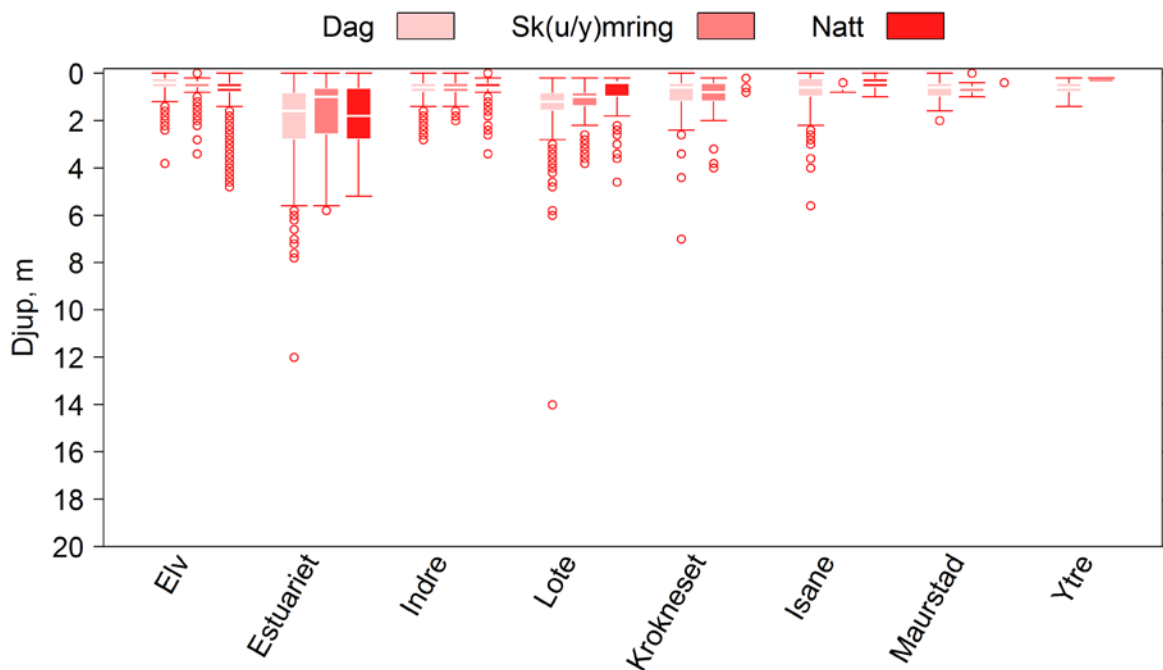
Sone	Opphaldstid (dagar)		Framkomsttid (dag på året)		n
	[10%;50%;90%]	snitt±SD	[10%;50%;90%]	snitt±SD	
-1	[0.1;2.1;32.8]	11.2±26.1	[122.0;135.6;144.1]	133.3±9.6	33
0	[2.2;28.6;142.2]	53.8±56.7	[124.9;136.0;170.0]	144.5±29.4	34
1	[0.1;2.9;58.5]	17.2±28.0	[126.7;145.3;172.1]	150±20.5	23
2	[0.7;4.4;70.8]	30.9±52.6	[137.1;145.9;209.1]	163.5±34.8	9
3	[0.2;6.8;14.3]	7.1±6.7	[140.5;146.5;228.2]	171.7±43.9	6
4	[5.0;6.4;67.9]	26.6±44.6	[141.6;154.4;235.7]	181.5±48.9	5
5	[13.6;51.9;90.1]	51.9±67.6	[143.3;146.1;149.0]	146.1±5.0	2
6	[1.2;1.3;1.4]	1.3±0.1	[147.0;153.5;160.0]	153.5±11.5	2

### 5.5.2 Vandringsdjup

Som hjå den merka laksesmolten var òg djupnebruken hjå den merka auresmolten prega av at dei for det meste nytta dei øvste to meterane av vass-søyla (Figur 25). Det var mindre variasjon mellom individa hjå auresmolten enn hjå laksesmolten, og lite som tydar på vertikale døgnavdringar (Figur 26). Også auresmolten nytta grunnare vasslag di lenger ut i fjorden dei kom (Figur 26).



Figur 25. Djupnebruk til akustisk merka vill sjøauresmolt frå Stryneelva i Nordfjord 2017. Dei ulike IDane kjem fram frå paneloverskriftene.



Figur 26. Boksplott av djupnebruk til akustisk merka vill sjøauresmolt frå Stryneelva i 2017 i elv og ulike delar av fjordsystemet.

## 6 Diskusjon

### 6.1 Metodikk og datakvalitet

Studiane på akustisk merka laksesmolt og aure frå Stryneelva har vist ein høg forklaringsstyrke på kva faktorar som har effekt for utvandring, sjølv om ein baserer seg på eit relativt lite tal fisk. Resultata på fisk som er registrert etter akustisk merking (70–75 %) og detaljar på utvandringsutløysar, døgnmønster i utvandringa, utvandringshastigheit og overleving tyder på at datasettet knytt til vandringsmønster er av god kvalitet og på line med resultat frå liknande telemetristudier som til dømes i Lærdalselvi og Sognefjorden (Urke m fl 2014c).

Akustisk telemetri som metodikk har vesentlege fortrinn samanlikna med tradisjonelle smoltfeller/smolthjul. Ein vil ha observasjonar i stor grad uavhengig av vassføring (særleg i elvemunning og sjø) på det tidspunktet fisken faktisk vandrar ut. Metodikken er ikkje særskilt sårbar for «nedetid» på grunn av tekniske problem. Slike granskingar kan gjennomførast kostnadseffektivt med tanke på kostnadar til drift av smolthjul og/eller feller. Eit stort fortrinn er også at observasjonar av fisk finn stad på låg vassføring og gjennom heile døgnet.

Ein annan styrke til akustiske telemetristudier er knytt til stor datafangst pr. individ, medan ei ibuande usikkerheit er knytt til eit lågt tal på individ. Ein lyt difor vere varsam med å generalisere resultata frå slike studiar frå individnivå til populasjonsnivå. Ein lyt òg vere varsam med å generalisere frå ein eittårsstudie, då tilhøva dette eine året kan vere utypisk for

den meir generelle situasjonen i dette elv- og fjordsystemet. Det er av fleire grunnar også knytt mykje usikkerheit til merking av pre-smolt, og det må forventast at ein del fisk ikkje vert registrert i ettertid. Ein grunn til dette (som særleg gjeld auren) er at ein kan risikere at det vert merka fisk som ikkje skal smoltifisere det aktuelle året. Sjølve merkinga vil òg kunne ha ein negativ effekt på attfangstresultatet.

Under feltarbeidet i 2017 vart det utfordringar knytt til å få tak i tilstrekkeleg tal med større aure (blenkjer/vaksen fisk) for akustisk merking både i april og oktober 2017. I midtre og nedre del av Stryneelva vart det lagt ned ein stor innsats med innsamling (sportsfiske), men lite fangst av både stasjonær aure og sjøaure, gjorde at eit mindre tal aure vart merka enn det som var planlagt. Trass i låg vassføring og klar elv vart det heller ikkje gjort visuelle observasjonar av slik fisk. Prosjektet fekk derimot merka det talet med auresmolt som var ønskjeleg i april 2017.

Granskingar knytt til ungfiskproduksjon og innsamling av botndyr fann stad under gode felttilhøve på hausten, noko som har sikra eit godt datamateriale. Etter dagens gjeldande standardar lyt slike granskingar gjennomførast på hausten. Tidlegare granskingar på ungfiskproduksjon er gjort på våren i Stryneelva.

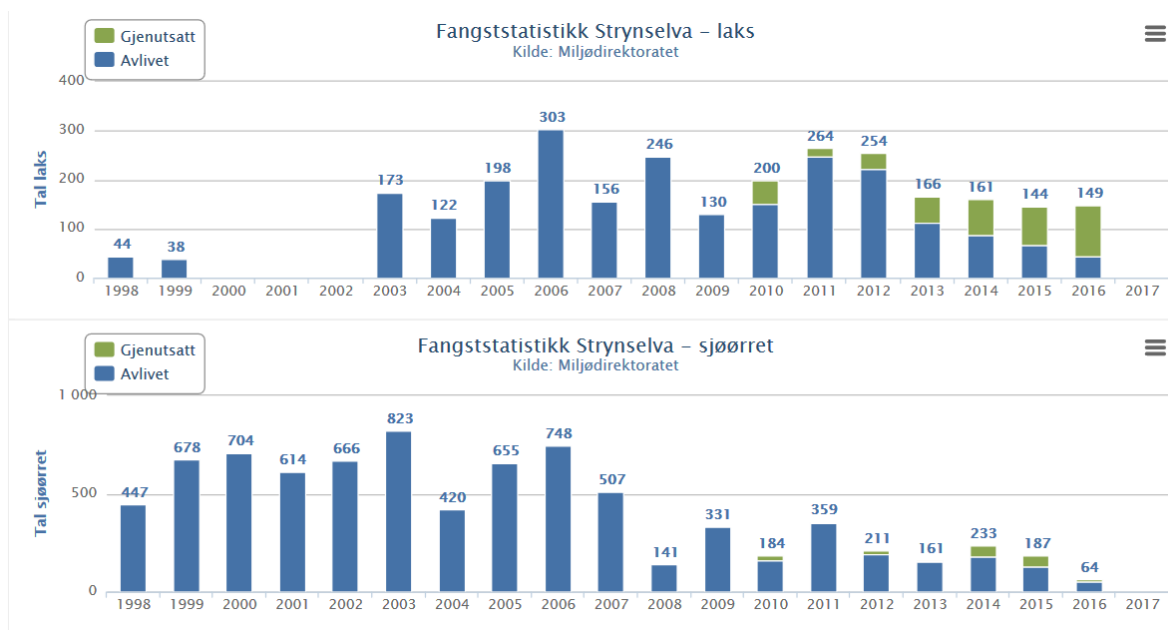
## 6.2 Ungfisk og botndyr

Våre undersøkingar synte at tettleiken av årsyngel (0+) av laks i Stryneelva låg på 41–86 individ per 100 m<sup>2</sup>, medan det for eldre individ ( $\geq 1+$ ) varierte mellom 11–44. Dette kan karakteriserast som relativt moderate tettleikar. Data frå perioden 1986–2004 syner at tettleiken for eitt, to og treårig laks i Stryneelva i gjennomsnitt låg på 39, 34, og 15 fisk per 100 m<sup>2</sup> (Jensen 2004). Den samla estimerte tettleiken for alle aldersgrupper av ungfisk av laks varierte i perioden 1986–2004 frå 33–171 fisk per 100 m<sup>2</sup> (Jensen 2004). I 2017 låg samla tettleik på 73,9 individ og fell innanfor variasjonen i langtidsserien. Desse to undersøkingane kan ikkje samanliknast direkte fordi Jensen (2004) utførte feltarbeidet på våren (mars/april) medan vi gjorde det på hausten (september). Våre tal utgjer yngre fisk innanfor kvar av årsklassane, t.d. er vår yngste årsklasse samla inn på hausten same år som klekking, medan Jensen (2004) sin yngste årsklasse er samla inn på våren året etter klekking. Dette gjer at t.d. vinterdødelegheit ikkje er inkludert i vår yngste årsklasse, og vi må difor forvente at tettleikstala våre ligg høgare enn om vi hadde el-fiska på våren. I tillegg er til dels ulike område av elva el-fiska i dei to undersøkingane.

I Hjelledøla var tettleiken av lakseungar låg og var på under 5 individ per 100m<sup>2</sup>, både for årsyngel og eldre individ. Førekost av årsyngel tyder på at laks har gytt i elva i 2016. Det er også påvist laks i Hjelledøla tidligare. I perioden 1982–1988 blei det berre funne enkelte årsklassar av laks (Jensen & Johnsen 1989), noko som tyder på at det, i alle fall den gongen, ikkje vart gytt kvart år i denne delen av vassdraget.

Det var låge tettleikstal for ungfisk av aure i alle tre elvane. Bortsett frå Stasjon 12 i Hjelledøla og stasjon 13 i Stryneelva, som båe hadde 13 individ av 0+ per 100 m<sup>2</sup>, hadde alle

stasjonane under 10 individ per 100 m<sup>2</sup> både av årsyngel og eldre aure. I perioden 1986–2004 varierte dei totale tettleiken av aure i Stryneelva frå 11–52 individ, med dei lågaste tettleikane på 1980-talet (Jensen 2004). Vår tettleik frå 2017 på 10,4 fisk per 100 m<sup>2</sup> er det lågaste talet som nokon gong er registrert i vassdraget. Dei låge ungfisktettleikane harmonerer med ein sterkt nedgåande trend i fangststatistikken og registrert gytebestand for aure i vassdraget dei siste åra (Figur 27).



Figur 27. Fangst av laks og aure i Strynevassdraget i perioden 1998–2016. Kjelde; [www.lakseregisteret.no](http://www.lakseregisteret.no).

I og med at laksetettleiken ikkje har gått tilsvarande opp, kan tettleikreduksjonen hjå ungfisk av aure truleg ikkje koplast til auka konkurranse frå lakseungane. Dersom redusert rekruttering hjå auren kan koplast til den reduserte gytefiskbestanden, er dette ein særskilt alvorleg situasjon som gjer bestanden *rekrutteringsbegrensa* og dermed sårbar for utrydding. I denne situasjonen med både nedgåande rekruttering og gytepopulasjon er det avgjerande viktig å finne dei begrensande faktorane som har gjeve denne situasjonen.

I Stryneelva var årsyngel av laks i gjennomsnitt 47 mm lange. Sett opp mot med eldre materiale frå Stryneelva, frå oktober 1975 (Sægrov & Vasshaug 1979) og 1979 (Jensen 1980), låg lengda på årsyngel (0+) av laks frå vår undersøking 4–5 mm over lengdene målt den gongen, medan det ikkje var skilnader for 1+ og 2+ laks. Variasjonen i lengde vil variere frå år til år, så det bør gjerast målingar over fleire år for å avgjere om det har skjedd reelle vekstendringar. I Hjelledøla var lengda på 0+, 1+ og 2+ laks høvesvis 48, 81 og 108 mm. Tala er usikre pga. få fisk; berre 2–3 individ per aldersklasse.

Årsyngel av aure i Stryneelva og Hjelledøla var i gjennomsnitt høvesvis 57 og 58 mm. Dette var 9–10 mm større enn i Erdalselva. Om materialet frå Stryneelva hausten 1975 (Sægrov & Vasshaug 1979) og 1979 (Jensen 1980) vert samanlikna med våre granskingar, var biletet det same som for laks; årsyngel frå våre undersøkingar var lengre (2–7mm) enn frå det eldre materialet, medan det ikkje var forskjellar på 1+ og 2+ aure mellom undersøkingane.

Botndyr viste relativt høgt tal per prøve på alle stasjonar, spesielt av fjørmyggglarvar. Det samla talet artar av døgn-, stein- og vårfluger varierte frå 11–15 i Stryneelva og låg på 12 i Hjelledøla og ni i Erdalselva. Tal artar, spesielt av døgnfluger og vårfluger var lågt. Dei fleste Vestlandselvene har naturleg lågt tal på artar, særleg av døgnfluger, samanlikna med til dømes Austlandet og Trøndelag (sjå t.d. <https://artskart1.artsdatabanken.no/default.aspx>).

ASPT-indeksen, som er kopla til organisk belastning tyder på at den økologiske tilstanden, vurdert på grunnlag av botndyr, var god i Stryneelva og særleg god i Hjelledøla og Erdalselva. Dette indikerer at utslepp/avrenning av næringsstoff frå landbruket og hushaldningar er på eit akseptabelt nivå. Det er ikkje utvikla ASPT-indeks tilpassa brepåvirka elver, slik som Strynevassdraget, og resultat må difor tolkast med varsemd. Vassdraget er også tidlegare vurdert mot ASPT-indeksen (Halvorsen 2008). Også den gongen vart Stryneelva klassifisert med god økologisk tilstand basert på prøvetaking ved Øykvia (Skjolden), medan Hjelledøla også vart vurdert til god, og Erdalselva til moderat økologisk tilstand. Halvorsen (2008) gjennomførte prøvetaking på våren, medan våre resultat baserer seg på haustprøver. Samansettinga av botndyr samfunnet vil vere noko ulik mellom vår og haust, og resultat frå dei to undersøkingane er difor ikkje direkte mogleg å samanlikne.

Stasjon 13 i Stryneelva ligg like ved den gamle søppelfyllinga ved Gjørvaøyene. Det kan forventast at det eksisterer eit visst tilsig frå fyllinga og ut i elva. Førekost av tungmetall og eventuelle andre skadelege stoff i siget vil kunne ha ein negativ effekt på livet i elva. Samansettinga av botndyr var likevel veldig lik på alle tre stasjonane i Stryneelva, som inkluder område både oppstraums og nedstraums fyllinga. Artar som er vare for forsuring som døgnflugene *Baëtis rhodani* og *Ephemerella aurivillii* var tilstades i relativt høge tettleikar på alle stasjonane i Stryneelva. Det ser difor ikkje ut til at fyllinga har nokon noverande negativ innverknad på botndyra. Likeins som botndyra, skilde heller ikkje fiskesamfunnet ved stasjon 13 ved søppelfylling i Stryneelva seg negativt ut samanlikna med dei andre stasjonane, opp- og nedstraums fyllinga. Denne stasjonen hadde høgast tettleik av 0+ laks. Noverande negative effektar av sigevatn frå fyllinga på ungfisk er difor truleg små.

### 6.3 Vandrings og overleving

Laksesmolt vart registrert i elvemunninga i perioden 2.- 28. mai, med klare toppar 6.-7. mai og 17.-18. mai. Nedvandringa hjå både laks- og auresmolt var i stor grad styrt av den relative vassføringsauken frå ein dag til den neste. Med denne variabelen vart det for 2017 predikert med 97 % presisjon når den merka laksesmolt starta nedvandringa si. I Lærdalselvi vart det og godt samsvar mellom utvandringstoppane til auresmolten og laksesmolt (Urke m.fl. 2010).

For laksesmolten frå Stryneelva var det ingen markerte flaskehalsar i overleving frå elv til ytre del av fjorden. I ein oppsummeringsartikkel kjem det fram at det som oftast er høgast dødelegheit hjå laksesmolt i elveutosen og dei fyrste kilometrane av fjorden (Thorstad m. fl. 2012), der predasjon er framsett som mest sannsynlege årsak. Same artikkel syner at dødelegheit på utvandrande laksesmolt gjennom fjordvandringa i nokre studiar er rapportert å være høg (>60 %), medan andre studiar ikkje finn like høg dødelegheit (<40 %).

Nedre del av Stryneelva; «*Stilleelva*», er om lag 5 km med sakteflytande og roleg vatn. Her skulle det forventast ein større risiko for predasjon. Vandringsdataa syner ingen bortfall av akustisk merka fisk på stilleelva, noko som tyder på låg predasjonsrate i denne delen av vassdraget. Fordi det òg vart observert lite sjøaure og stor stasjonar aure på denne strekninga, var det forventa låg risiko for særleg fiskepredasjon i 2017, om det då ikkje vart endringar ved at predatorfisk samla seg til desse områda på eit seinare tidspunkt. Vi fann òg låg dødelegheit i elvemunninga, og som for stilleelva, vart det avdekka lite predatorfisk i dette området i samband med feltarbeidet i april.

Ein mogleg årsak til manglande fangst av større sjøaure i april kan vere at desse fiskane hadde sloppe seg ut ved den auken i vassføringa som kom midt i april, i forkant av feltarbeidet. Resultat frå Lærdalselvi syner at både blenkjer og større aure kan sleppe seg ut tidlegare enn smolten, og då på andre stimuli enn smolten (Kristensen m. fl. 2011). Hovudmengda av vaksen sjøaure vandra ut tidlegare enn auresmolten, og i forkant av vassførings- og temperaturauken i 2009 i Lærdalselvi. Også i Driva-vassdraget viste vaksen aure teikn til å vandre tidlegare ut til marint miljø enn mindre aure, der vaksne individ vandra ut allereie i starten av april (Bremset m.fl. 2017). Her vart også heile fjordsystemet teke i bruk av utvandra sjøaure. Om det vert ei vidareføring i 2018, må det vurderast om innsamling av blenkjer/større aure skal gjerast på eit tidlegare tidspunkt i april. Sportsfiskesesongen 2017 med totalt 27 registrert sjøaure og gyteteljingane med vel 185 aurar i vassdraget syner at aurebestanden er særst liten.

Av dei 36 aurane som gjekk ut i fjorden, vandra 5 til det ytre fjordområdet, medan 23 heldt seg i indre fjordområde. Kor langt ut fjorden smolten vandra var delvis kontrollert av både kroppslengde og kondisjonsfaktor, der individ med stor kroppslengde og låg kondisjonsfaktor vandra lengst, og små individ med høg kondisjonsfaktor kortast. Dette er til dømes ulikt funn i Repparfjorden. Her vart det funne at dei største individa heldt seg nærast elvemunninga, medan fyrstegongsvandrarar søkte lengre ut i systemet (Ulvund pers. komm.). Dette var akkurat motsett av kva Flaten m. fl. (2016) fann hjå postsmolt av aure, der dei største individa nytta dei ytre områda av Snillfjord/Hemnfjorden og hadde høgast returneringsrate. Denne studien fann ingen effekt av kondisjonsfaktor på fjordbruk. Ein dansk studie på postsmolt av aure fann ingen effekt av korkje kondisjonsfaktor eller lengde på vandringslengde eller overleving hjå postsmolten sine fjord- og sjøvandringar (del Villar-Guerra m. fl. 2014). Sjølv om eksperimentelle studiar (t.d., Davidsen m. fl. (2014)) syner at kondisjon (mattilgang) medan presmolten framleis er på elva om våren avgjer vandringslysta hjå fisken, syner feltstudiar med akustisk telemetri at det ikkje er noko eintydig mønster mellom populasjonar og fjordsystem med omsyn til effekt av lengde og kondisjonsfaktor på fjordbruk hjå postsmolt

av aure. Dersom vi kan overføre funna frå våre merka auresmolt til heile populasjonen vil konsekvensen av den kombinerte lengde- og kondisjonsfaktoreffekten gjere at det særleg er større smolt med låg kondisjon som vert mest utsett for lakseluseksponering i dei ytre fjordområda.

I alt sju av dei merka auresmoltane, dvs. 20,6 % av dei som vandra ut i fjorden, vart registrerte attende i elva før lyttebøyene vart tappa 1.-4. november 2017. Desse hadde ei gjennomsnittleg opphaldstid på 107,7 dagar i fjorden. Opphaldstida i fjordsystemet kan bli påverka av mange faktorar (temperatur, andre miljøfaktorar etc). Det vart til dømes funne like lange sjøopphald for sjøauresmolt frå Lærdalselvi i 2009-sesongen, med ei gjennomsnittleg opphaldstid i fjorden på om lag 98 dagar over sommaren (Ulvund m.fl. 2014). I Snillfjord/Hemnfjorden fann Flaten m. fl. (2016) at heile 65 % av den AT-merka postsmolten av aure returnerte attende etter fjordvandringa, men at dei i snitt var til fjords i berre 38 dagar (22–99 dagar).

Framdriftshastigheita hjå laksesmolten i fjordsystemet (1,26 kroppslengder/sek) i vår studie er på line med dei 0,4–3,0 kroppslengdene/sek som er funne i samanliknbare utvandringssystem (Urke m. fl. 2011; 2013a,b, 2014b; Thorstad m. fl. 2012). Det same gjeld for overlevinga på >98 % per km (snitt=98,8 %) der oppsummeringsstudien til Thorstad m. fl (2012) fann at dei typisk ligg mellom 96,6 og 99,7 % per km hjå merka laksesmolt. I og med vi ikkje fann nokre overlevingsflaskehalsar i utvandringruta, peiker dette i retning av at det er jamn marin predasjon i heile utvandringruta ut til ytre fjord. Opphaldstida i dei ulike sonene er kort sjølv om to einskildindivid som truleg er daude/etne dreg opp gjennomsnittstida i ytre fjord (men medianverdien er mindre påverka). Dette gjer at laksesmolten frå Stryneelva har kort opphaldstid i dei ytre delane av fjorden. Det tek i snitt berre 8,3 dagar frå laksesmolten vandrar frå osområdet til dei forsvinn vidare til havs frå den ytre sona.

### **6.3.1 Trafikklysregimet**

Med omsyn til trafikklysregimet er det konkrete utvandringstidspunkt for laksesmolten frå ulike vassdrag heilt sentral i fastsetting av påverknad/farge. Utvandringdata for alle laksevassdrag i alle produksjonsområda er kategorisert i området 0 til 2; 0 ingen data, 1 litt data, 2 over 5 år med data. Alle laksevassdraga i Nordfjord, og dei aller fleste i produksjonsområdet PO4, er i kategori 0 (Nilsen m. fl. 2017). Stryneelva er no løfta frå kategori 0 til 1.

Dei to toga med laksesmolt passerte ytre del av Nordfjorden i veke 19 og 21. I trafikklysregimet er starten på utvandring for laksesmolt frå Stryneelva estimert til 1. mai og median utvandringstidspunkt gjeve til 21.mai (Nilsen m. fl. 2017). Den 21. mai i 2017 var all den tidlegvandrande akustisk merka laksesmolten frå Stryneelva ute av fjordsystemet. Opphaldstida for den einskilde laksesmolten var 3–4 dagar i ytre del (sone 4–6) av Nordfjorden (ut til Måløy-Gangsøy-Husevågøy). For laksesmolten frå Stryneelva er det dermed smittepresset i veke 19 og 21 som var avgjerande for havbruksnæringa si direkte påverknad i 2017.



Liknande studiar på effekt av ulike miljøfaktorar på smoltutvandring vart gjennomført i 2009, 2013 og 2014 i Lærdalselvi (Urke m. fl. 2013; 2014a, b). Resultat frå desse studiane viser at vandringframdrifta er høg, og at den einskilde laksesmolten også der har kort opphaldstid i ytre del av fjordsystemet, i snitt tre dagar (Urke m. fl. 2014a). Mediant utvandringstidspunkt hjå den akustisk merka molten var 2. mai i 2009 og 8. mai. i 2013 i Lærdalselvi. Mediant utvandringstidspunkt for Lærdalselvi er gjeve til 28. mai i grunnlaget for trafikklysregimet.

Framtidig regulering av vekst/frys i næringa vil bli basert på det komande trafikklysregimet (Nilsen m. fl. 2017), og då er det viktig at fargane på lysa blir fastsett på eit tilstrekkeleg kunnskapsgrunnlag. Karlsen m. fl. (2016) og Nilsen m. fl. (2017) peikar på store kunnskapsmanglar i høve til vill laksefisk sin bruk av fjord og kystområda, og for tre av dei fire nasjonale laksevassdraga i Nordfjord er kunnskapsgrunnlaget totalt fråverande.

Nilsen m fl 2017:

*«Usikkerheten til metoden, når det kommer til å anslå sannsynlighet for høyt lusepåslag (dødelighet) for utvandrende smolt, er først og fremst tidspunktet for når molten er i fjorden og dermed hvilken periode det skal integreres over. Siden mengden smittsomme kopepoditter øker betydelig utover sommeren i alle produksjonsområdene vil dette gjelde for alle metoder.»*

*Fra gjennomgangen av modellkjøringene er det tydelig at tidspunktet molten vandrer ut fra elven samt vandringsruten er essensiell input for om en elvebestand blir definert til å ha høy eller lav lakselusindusert dødelighet. Ekspertgruppen anbefaler derfor at det gjennomføres flere studier som kan gi oss bedre og mer detaljert data på nøkkelvassdrag i hvert produksjonsområde. Det anbefales også lengre tidsserier for å fange opp mellomårlege variasjoner, samt at dataene kan brukes til å forklare det observerte mønsteret ved hjelp av elveavrenning, temperatur, genetikk eller annet»*

Simuleringar over nedlagsfeltet til dei ulike matfisklokalitetane for ein typisk mai-situasjon i Nordfjord er tidlegare kartlagt i prosjektet «Straumkart Nordfjord» (Daae m. fl. 2011). Om ein brukar simulert nedslagsfelt til ein av matfisklokalitetane som ligg ytst i Nordfjorden, Krabbestig, kan ein truleg legge til 18-20 kilometer med vandringslengde til laksesmolten før han er ute av simulert eksponeringsområde/nedslagsfelt for infektive luselarvar. Laksesmolten frå Stryneelva opptrer dermed i nedslagsfeltet til aktuelle oppdrettsanlegg i Nordfjord over ein tidsperiode på 4–5 dagar.

I trafikklysregimet reknar ein med at laksesmolten er i område med smittepress av lakselus i 28 dagar (Nilsen m. fl. 2017). Dette er ein vesentleg lenger tidsperiode enn det som var tilfelle for laksesmolt frå Stryneelva i 2017 og det som tidlegare er dokumentert i ytre del av Sognefjorden for laksesmolt frå Lærdalselvi i 2013 og 2014.

Våre resultat viser vidare at «trafikklysvurderingane» i 2017 la til grunn eit for seint utvandringstidspunkt i høve til kva tid molten frå Stryneelva faktisk opptrer i fjordområdet. Dette medfører at dei vurderingane som er gjort i forhold til å fastsette påverknad på den konkrete bestanden er lite presise i høve til det som er reelt. Vi vil presisere at det ligg føre

berre eitt år med data på laksesmolten frå Stryneelva. Det er difor viktig å få gjennomført studiar over fleire år for å få meir presise estimat som fangar opp år-til-år-variasjon.

I Nordfjord må det difor genererast eit datasett over fleire år slik mellomårsvariasjonen i utvandringstidspunkt og vandringsmønster i fjorden vert kartlagd. Dette bør også gjelde for andre aktuelle vassdrag i området der slik kunnskap i dag er fråverande. Dette vil vere med på å redusere usikkerheita som i dag rår ved fastsetting av fargen på trafikklysa, jf. Nilsen m. fl. 2017. Det vil også bidra til at oppdrettarane kan setje i verk tiltaka sine på rett tidspunkt, noko som vil sikre både større presisjon og effekt av tiltaka for å redusere påverknad av oppdrett på laksefisk frå Stryneelva.

Det at utvandringstidspunktet varierer mellom år er godt illustrert i dei studiane som er gjennomført i Lærdalselvi. I 2014 vandra 95 % av akustisk merka laksesmolt ut av i Lærdalselvi 17.–19. mai. På dette tidspunktet i 2013 hadde dei fleste av laksesmoltane frå Lærdalsevi allereie passert ytre delar av Sognefjorden. For auresmolten har vi funne tilsvarande år-til-år variasjon i utvandringstid frå elvane inst i Sognefjorden. Til dømes vandra auresmolten frå Aurlandselva i snitt ut 30. mai i 2013 medan han i 2014 vandra ut 14 dagar tidlegare. Auresmolten frå Lærdalselvi vandra høvesvis ut i snitt 29. mai og 1. mai for dei same to åra (eigne upubliserte data). Desse år-til-år variasjonane syner kor viktig det er med god og rett oppløysing i overvakingssopplegget i høve til kva tid på våren vill laksefisk opptrer i overvakingssområdet. Samstundes bidreg fleire forskingsmiljø no med ny kunnskap om elve- og fjordvandringane hjå vill laksesmolt, blenkjer og vinterstøingar ved å nytte akustisk telemetri. Med auka kunnskap om kva som set i gang vandringane og vandringsåtferda (framdrift og vandringsmønster) vil forvaltninga og næringsaktørar om ikkje lenge ha eit langt betre verktøy for å kunne fastsetje når både overvaking og t.d. lakselustiltak skal gjennomførast for å mest effektivt verne om villfisken.

## 7 Konklusjonar

Vi har no på plass ein utvandringsmodell for både lakse- og auresmolt som vert drive av vassføringa i elva og som tek høgde for variasjon innan populasjonen. For laksen sin del har vi funne viktige tal og estimat for 2017-utvandringa.

- Vi kan prediktere framkomsttid til ytre fjord med 74 % presisjon.
- Minst 35 % overlever til ytre fjord, med 60 % overleving hjå tidlegvandrande smolt.
- Framdrifta i fjorden er på omlag 1,3 kroppslenger per sekund.
- Dei fyrste merka laksesmoltane kjem til ytre del av fjorden den 7. mai.
- Vandringa frå os til dei forlèt ytre fjord tok i 2017 i snitt 8,3 dagar for laksesmolten.

For auren er det som forventa større variasjon i fjordbruk

- Om lag 15% nyttar ytre fjord.
- Om lag 65% nyttar kun indre fjord.
- Minst 20% av smolten vender attende til Stryneelva etter fjordopphaldet.
- Fjordopphaldet varar i snitt minst 108 dagar.

Dersom den reduserte rekrutteringa hjå auren som vart funne i denne studien kan koplast til den reduserte gytefiskbestanden, er dette ein særleg alvorleg situasjon som gjer bestanden

*rekrutteringsbegrensa* og dermed sårbar for utrydding. I denne situasjonen med både nedgåande rekruttering og gytepopulasjon er det avgjerande viktig å finne dei begrensande faktorane.

## 8 Nytteverdi

Vi veit no når laksesmolten frå Stryneelva passerte ytre del av Nordfjorden og estimert opphaldstid i dette området i 2017. Oppdrettsnæringa kan difor grovinnstille lusetiltaka sine til denne perioden. Resultata representerer vidare viktige data som kan nyttast til utforming av overvakingsprogrammet (måle på rett tid og stad), for å kunne gje meir relevante tal på verknad av lakselus på laksesmolt frå Strynevassdraget i trafikklysregimet. Elveigarane kan på si side ha påtrykk for at lusenivåa bør vere så låge som mogleg i den aktuelle tidsperioden.

Ekspertutvalget for trafikklysregimet (Nilsen m. fl. 2017) nyttar tre kategoriar når kunnskapsnivå i forhold til utvandring til laksesmolt skal vurderast i ulike vassdrag; der 0 er ingen data, 1 er litt data, og 2 er data over fem år. Stryneelva er nå løfta frå kategori 0 til 1. Mediant utvandringstidspunkt for dei laksesmoltane som kom seg ut av Nordfjorden var 9. mai i 2017. Mediant utvandringstidspunkt for laksesmolt frå Stryneelva er i trafikklysregimet sett til 21. mai.

## 9 Vidare arbeid

Variasjonen mellom år i smoltutvandring og fjordvandring både hjå laksesmolt og sjøaure er av stor interesse å få kartlagt. Var det eit seint, tidleg eller eit normalt forløp på utvandringa i 2017?

Nettverket av lyttebøyer er framleis operativt for registrering av den sjøauren som vart merka med akustiske merke med lang levetid hausten 2017. Dette gjer at ei vidareføring i Stryneelva og ei eventuell utviding med andre vassdrag vil vere kostnadseffektivt. Om ein skal inkludere ytterlegare eitt vassdrag er det truleg det nasjonale laksevassdraget Eidselva som ligg i midtre del av fjordsystemet som er mest aktuelt. Med omsyn til trafikklysregimet vil kunnskap om vandringsmønsteret til laksesmolt frå denne bestanden, samanlikna med laksesmolt frå Stryneelva vere av stor interesse å få kartlagt.

Aurebestanden i Stryneelva er såpass låg at vi ser det som lite formålstenleg å gjennomføre studiar på vandring til større sjøaure i 2018, jf. dei utfordringane ein hadde i 2017 med å få tak i aure både i april og i oktober. Det vil ikkje vere forsvarleg å utsetje dei få aureindividida for auka risiko i samband med både fangst og merking.

Tidsseriane på ungfisk, som no er sett i gong att med ny standardisert innsamling på hausten, bør også halde fram. Desse registreringane vil gje viktig informasjon knytt til å evaluere effekten av tiltak som vert utførde for å få auka gytebestanden av både laks og aure i vassdraget. Tidseriar på dette er også av stor nasjonal interesse då Stryneelva representerer ein type vassdrag som ikkje er påverka av vassdragsreguleringar. Her er det naturleg at ein

framover også kartlegg effekten av dei ulike restaureringstiltaka som er gjort i vassdraget. Det er vidare teke initiativ til ei mesohabitatkartlegging og skjultilhøva frå Strynevatnet til sjøen.

## 10 Referansar

- Anderson, D. R. 2008, Model-based inference in the life sciences: a primer on evidence. New York, Springer Verlag.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S. J. 1989. Electrofishing. Theory and practice with special emphasis on salmonids. – *Hydrobiologia* 173: 9–43.
- Bremset, G., Urke, H. A., Solem, Ø., Kjøsnes, A. J., Kristensen, T. & Ulvund, J. B. 2017. Studier av vandringsmønster hos sjøaure fra Driva. Vandringsmønster i elv og sjø i perioden 2009 – 2011. – NINA Rapport 1253, 28 sider
- Burnham, K. P., & D. R. Anderson. (1998) Model Selection and Inferences. New York, Springer Verlag.
- Daae, K. I., Staalstrøm, A., Urke, H. A., Viljugrein, H., Jansen, P., A. Kandal, I., 2011. Aquastrøm Nordfjord Kartlegging og beskrivelse av strømforhold og risiko for smittespredning. NIVA rapport 6194.
- Davidsen, J. G., M. Daverdin, A. D. Sjørnsen, L. Rønning, J. V. Arnekleiv, og J. I. Koksvik. 2014. Does reduced feeding prior to release improve the marine migration of hatchery brown trout *Salmo trutta* smolts? *Journal of Fish Biology* 85:1992–2002.
- del Villar-Guerra, D., K. Aarestrup, C. Skov, og A. Koed. 2014. Marine migrations in anadromous brown trout (*Salmo trutta*). Fjord residency as a possible alternative in the continuum of migration to the open sea. *Ecology of Freshwater Fish* 23:594–603.
- Eldøy, S. H., J. G. Davidsen, E. B. Thorstad, F. Whoriskey, K. Aarestrup, T. F. Næsje, L. Rønning et al. 2015. Marine migration and habitat use of anadromous brown trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 72:1366–1378.
- Flaten, A. C., J. G. Davidsen, E. B. Thorstad, F. Whoriskey, L. Rønning, A. D. Sjørnsen, A. H. Rikardsen et al. 2016. The first months at sea: marine migration and habitat use of sea trout *Salmo trutta* post-smolts. *Journal of Fish Biology* 89:1624–1640.
- Fofonoff, P., and Millard, R.C. Jr .1983. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater. UNESCO Technical Papers in Marine Science No. 44, 53 pp.
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.* 49: 167–173.
- Halvorsen, G. A. 2008. Klassifisering av elver i Stryn kommune i 2007 basert på bunndyr. LFI-RAPPORT NR: 147. 64 s.
- Hansen, L. P. 1993. Movement and migration of salmon at sea. In Mills, D. (ed) "Salmon in the sea and new enhancement strategies". Fishing News Books. Blackwell, Oxford.
- Hansen, L. P. and Jonsson, B. 1989. Salmon ranching experiments in the River Imsa; effect of timing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolt migration on survival to adults. *Aquaculture* 82: 367–373.
- Hastie, T. J., og R. J. Tibshirani. 1990, Generalized Additive Models. London, Chapman & Hall.
- Haugen, T. O., Jansen, P. A., Staalstrøm, A., Viljugrein, H., Kristensen, T., Daae, K.L., Molvær, J. Nilsen, T.O., Arnekleiv, J.V. og Urke, H. A. 2014. GyroSim Sannsynlighet for spredning av *Gyrodactylus salaris*: Kobling av 3D sirkulasjonsmodell og biologisk smittespredningsmodell. INAQ AS Rapport til Miljødirektoratet. 37 sider.

- Haugen, T.O., Ulvund, J.B., Lunde, R., Kristensen, T., Barlaup, B.T. & Urke, H.A. 2016. Vandringsmønster og overleving hjå laksesmolt frå Bolstadelva og Vosso.- INA fagrappport 32. Ås: NMBU-INA: 54 sider.
- Haugen TO, Kristensen T, Nilsen TO, Urke HA 2017. Vandringsmønsteret til laksesmolt i Vossovassdraget med vekt på detaljert kartlegging av åtfærd i innsjøsystema og effektar av miljøtilhøve. MINA fagrappport 41. Ås: NMBU-MINA: 85 sider.
- Hvidsten, N. A., Jensen, A. J., Vivås, H., Bakke, Ø. og Heggberget, T. G. 1995. Downstream migration of Atlantic salmon, *Salmo salar*, in relation to water flow, water temperature, moon phase and social interaction. *Nordic Journal of Freshwater Research* 70:38–48.
- Jensen, A. J. 1980. Fiskebiologiske undersøkelser i Stryne-, Loen- og Jostedalsvassdragene i 1979 og 1980, med en oppsummering av tidligere undersøkelser. Direktoratet for vil og ferskvannsfisk. Reguleringsundersøkelsene. Rapport nr. 13–1980. 61 s. + vedlegg.
- Jensen, A. J. & Johnsen, B. O. 1989. Laks og sjøaure i Strynevassdraget 1982–1988. NINA Forskningsrapport 4: 1–27.
- Jensen, A.J. (red.). 2004. Geografisk variasjon og utviklingstrekk i norske laksebestander. NINA Fagrappport 80. 79 s.
- Karlsen, Ø., Finstad, B., Ugedal, O. & Svåsand, T. (red.) 2016. Kunnskapsstatus som grunnlag for kapasitetsjustering innen produksjonsområder basert på lakselus som indikator. Rapport fra Havforskningen, Nr. 14-2016, 139 s.
- Kristensen, T., Urke, H.A., Haugen, T.O., Rustadbakken, A., Alfredsen, J.A., Alfredsen, K. and Rosseland, B.O. 2011. Sea trout (*Salmo trutta*) from River Lærdalselvi, W Norway: A comparison of growth and migratory patterns in older and recent studies. NIVA report, serial no. 6102.
- Lebreton, J. D., K. P. Burnham, J. Clobert, og D. R. Anderson. 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals - a unified approach with case-studies. *Ecological Monographs* 62:67–118.
- Lunde. R. 2014. Lake-habitat use of post-juvenile sea trout over time and space - an acoustic telemetry study in a regulated river system. MSc-oppgåve NMBU-INA.
- McCullagh, P., og J. A. Nelder. 1989, *Generalized Linear Models*. London, Chapman & Hall.
- Nagelkerke, N. J. D. (1991) A note on a general definition of the coefficient of determination. *Biometrika*, 78: 691–692.
- Nilsen, F., Ellingsen, I., Finstad, B., Jansen, P.A., Karlsen, Ø., Kristoffersen, A., Sandvik, A.D., Sægrov, H., Ugedal, O., Vollset, K.W., Myksvoll, M.S. 2017. Vurdering av lakselusindusert villfiskdødelighet per produksjonsområde i 2016 og 2017. Rapport fra ekspertgruppe for vurdering av lusepåvirkning. ISBN 978–82–8088–414–5
- Sægrov, H. og Vasshaug, Ø. 1979. Fiskeribiologiske granskningar i Strynevassdraget og Loenvassdraget. Direktoratet for vil og ferskvannsfisk. Fiskerikonsulenten i Vest-Norge. 21 s.
- Sægrov, H., B.A. Hellen & S. Kålås 2012. Gytefiskteljingar i Stryneelva i 2011 og vurdering av gytebestandsmål. Rådgivende Biologer AS, rapport 1541, 15 sider, ISBN 978-82-7658-912-2.

- Thorstad, E. B., F. Økland, B. Finstad, R. Sivertsgard, P. A. Bjørn, og R. S. McKinley. 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., F. Økland, B. Finstad, R. Sivertsgard, N. Plantalech, P. A. Bjørn, og R. S. McKinley. 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., F. Whoriskey, I. Uglem, A. Moore, A. H. Rikardsen, og B. Finstad. 2012. A critical life stage of the Atlantic salmon *Salmo salar*: behaviour and survival during the smolt and initial post-smolt migration. *Journal of Fish Biology* 81:500–542.
- Ugedal, O, Kroglund, F., Barlaup, B., Lamberg, A. 2014. Smolt: en kunnskapsoppsummering. Miljødirektoratet M136–2014. 128 sider.
- 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: 1–37.
- 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. ISBN 978–82–577–5883–7. In Norwegian, Abstract in English., 152 pp
- Urke, H. A., Kristensen, T. Ulvund, J.B. Alfredsen, J. A. 2013a. Riverine and fjord migration of wild and hatchery reared Atlantic salmon smolts. *Fisheries Management and Ecology* 20,544– 552. doi: 10.1111/fme.12042
- Urke, H. A., Kristensen, T. Arnekleiv, J. V., Haugen, T. O. Kjærstad, G., Stefansson, S O., Ebbesson, L.O.E and Nilsen, T. O. 2013b. Seawater tolerance and post smolt migration of wild Atlantic salmon x brown trout hybrid smolts. *Journal of Fish Biology* 82, 206–227.
- Urke, H.A, Arnekleiv, J.V., Nilsen. T.O and Nilssen, K. J. 2014a. Seawater tolerance and downstream migration of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Journal of Fish Biology* 84, 178–192.
- Urke, H.A., Arnekleiv, J.V., Nilsen, T.O., Nilsen K.J., Rønning, L., Ulvund, J.B. and Kristensen, T. 2014b. Long term hypoosmoregulatory capacity in downstream migrating Atlantic salmon *Salmo salar* L. smolts. *Journal of Fish Biology*, 85, 1131–1144
- Urke, H. A., Ulvund, J. B., Nilsen, T. O., Staalstrøm, A. og Kristensen, T. 2014c. Vandringsåtferd og smoltifisering hjå laksesmolt frå Lærdalselvi- oppholdstid i ytre delar av Sognefjorden. INAQ rapport. 35 sider
- Urke, H., Ulvund, J. B. og Kristensen, T. 2014d. Vandringsmønsteret til laksesmolt oppstrøms og nedstrøms Stuvane kraftverk i Lærdalselvi sesongen og smoltutvandringsmodell basert på datasett frå 2009, 2013 og 2014. INAQ Rapport 20 sider.
- Urke, H.A, Ulvund, J. B. og Kristensen, T. 2015. Oppholdstid i Sognefjorden for laksesmolt frå Lærdalselvi 2014. INAQ Rapport.
- White, G. C., og K. P. Burnham. 1999. Program MARK: survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study* 46:120–139.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. - *J. Wild. Man.* 22 (1): 82–90.

## Vedlegg 1

Vedleggstabell 1. Tal på bunndyr per R3-prøve, fordelt på stasjonar i Stryneelva, Hjelldøla og Erdalselva sesongen 2017

		Stryneelva	Stryneelva	Stryneelva	Hjelldøla	Erdalselva
		St. 3	St. 13	St. 2	St. 12	St. 14
		Kyrkje- eide	"Søppel- fyllinga"	Øvre- eide	Bolstad	Erdal
Hydrozoa	Nesledyr	4		2		
Turbellaria	Flimmermark				2	80
Nematoda	Rundormer	300	840	220	140	40
Oligochaeta	Fåbørstemark	240	440	160	220	1270
Hydracarina	Vannmidd	90	160	80	260	60
Ostracoda	Muslingkreps	90	230	460	70	140
Baetis rhodani	Døgnflue	770	3800	3990	540	70
Ephemerella aurivillii	Døgnflue	170	36	60		
Diura nanseni	Steinflue	20	7	2	2	7
Isoperla sp.	Steinflue	1		3	4	4
Siphonoperla burmeisteri	Steinflue	200	80			
Taeniopteryx nebulosa	Steinflue	17	11	12	20	
Brachyptera risi	Steinflue	1	2		22	290
Amphinemura borealis	Steinflue	20	20	24	90	30
Nemoura sp.	Steinflue				1	
Protonemura meyeri	Steinflue	12	41	10	220	1
Capnia sp.	Steinflue				490	720
Leuctra sp.	Steinflue	40	120	34	20	
Rhyacophila nubila	Vårflue	60	360	154	16	3
Glossosoma intermedium	Vårflue	12			2	
Oxyethira sp.	Vårflue	5		7		
Polycentropus flavomaculatus	Vårflue	240	250	140		
Limnephilidae	Vårflue				6	4
Apatania sp.	Vårflue			2		
Ceraclea sp.	Vårflue	1				
Chironomidae	Fjærmygg	10650	12160	5370	9680	2470
Simuliidae	Knott	130	1390	390	53	50
Psychodidae	Sommerfuglmygg				1	
Dicranota sp.	Småstankelbein	2	3	20	21	2
Empididae	Dansemygg	110	160	80	110	
Sphaeriidae	Erte/kulemusling	15	41	32		
Lymnaeidae	Damsnegl			1		
<b>Sum</b>		<b>13200</b>	<b>20151</b>	<b>11253</b>	<b>11990</b>	<b>5241</b>