

Jan Grimsrud Davidsen, Aslak Darre Sjursen, Lars Rønning,
Anette Grimsrud Davidsen og Marc Daverdin

Kartlegging av sjørret i habitatområde ved utløpet av Stjørdalselva, Nord-Trøndelag og konsekvensanalyse av tre utfyllingsalternativer

**NTNU Vitenskapsmuseet
naturhistorisk rapport 2017-4**



Jan Grimsrud Davidsen, Aslak Darre Sjursen, Lars Rønning,
Anette Grimsrud Davidsen og Marc Daverdin

**Kartlegging av sjørret i habitatområde ved
utløpet av Stjørdalselva, Nord-Trøndelag og
konsekvensanalyse av tre utfyllings-
alternativer**

NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2013 som erstatter tidligere Rapport botanisk serie og Rapport zoologisk serie. Serien er ikke periodisk, og antall nummer varierer per år. Rapportserien benyttes ved endelig rapportering fra prosjekter eller utredninger, der det også forutsettes en mer grundig faglig bearbeidelse.

Tidligere utgivelser: <http://www.ntnu.no/vitenskapsmuseet/publikasjoner>

Referanse

Davidsen, J.G, Sjursen, A.D., Rønning, L., Davidsen, A. G. & Daverdin, M. Kartlegging av sjørørret i habitatområde ved utløpet av Stjørdalselva, Nord-Trøndelag og konsekvensanalyse av tre utfyllingsalternativer – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2017-4: 1-27.

Trondheim, mai 2017

Utgiver

NTNU Vitenskapsmuseet
Institutt for naturhistorie
7491 Trondheim
Telefon: 73 59 22 80
e-post: post@vm.ntnu.no

Ansvarlig signatur

Torkild Bakken (instituttleder)

Kvalitetssikret av

Gaute Kjærstad

Publiseringstype

Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto

Sjørørret fanget i det gamle elveløpet på innersiden av Langøra, sørøst for rullebanen mot Sandfærhus. Foto: Jan Grimsrud Davidsen

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet

ISBN 978-82-8322-106-0
ISSN 1894-0056

Sammendrag

Davidson, J.G., Sjørnsen, A.D., Rønning, L., Davidson, A. G. & Daverdin, M. Kartlegging av sjøørret i habitat-område ved utløpet av Stjørdalselva, Nord-Trøndelag og konsekvensanalyse av tre utfyllingsalternativer – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2017-4: 1-27.

Avinor ønsker å ta i bruk Langøra Sør (Stjørdal kommune, Nord-Trøndelag) og vannmiljøet rundt for flyplass-formål. Området omfatter det meste av gjenværende elvedelta og strandområder i Stjørdalsvassdraget, dvs. utløpet av Stjørdalselva. I forbindelse med det pågående planarbeid er det foreslått tre utfyllingsalternativer (T1, T2, T3; figur 1), som alle må kunne forventes å påvirke sjøørreten i området.

Det ble derfor gjennomført kartlegging for å få tilstrekkelig kunnskap om habitatbruken til førstegangsvandrende sjøørret (smolt) og flergangsvandrende sjøørret (veteraner) i området rundt utløpet av Stjørdalselva gjennom alle årstider. Ved hjelp av elektronisk merking (akustisk telemetri) med individuelt kodede sendere ble det dokumentert når og hvor 70 merkede sjøørret oppholdt seg i områdene rundt Langøra. Videre ble nivåene av vanntemperatur og salinitet målt for å kunne beskrive habitatet i de ulike sonene som vurderes å fylles ut.

Resultatene viser tydelig at området sørøst for Langøra (aktuelt for tiltak T1 og T3) er et viktig habitat for sjøørret. Habitatet i denne sonen skiller seg klart fra de andre gruntvannsområdene rundt rullebanen ved å ha langt høyere innslag av ferskvann og brakkvann grunnet dynamikken mellom vannmassene fra utløpet til Stjørdalselva og tidevannet fra Trondheimsfjorden. Slike overgangssoner mellom ferskvann og sjøvann er viktige beitehabitat for sjøørret, samtidig som sjøørreten i slike områder ikke trenger å bruke så mye energi på å regulere den fysiologiske saltbalansen (osmoregulering). Sistnevnte er viktig for spesielt mindre sjøørret ved lav vanntemperaturer om vinteren og tidlig på våren. Området Langøra sørøst har derfor stor verdi for sjøørreten i Stjørdalsvassdraget.

Resultatene viser at også området Langøra sørvest (aktuelt for T2 og T3) benyttes av sjøørreten gjennom store deler av året. Langøra sørvest er et eksponert grunt marint habitat med bløtbunn og slike områder nær utløp fra vassdrag med sjøørret er under sterkt press for utbygging mange steder i Norge. Slike gjenværende områder er derfor ekstra viktige å ta vare på. Samlet vurdering av området Langøra sørvest er at det er av middels verdi for sjøørreten i Stjørdalsvassdraget.

Gjennomføringen av tiltakene T1 og T3 vil medføre at habitatet til sjøørret i området Langøra sørøst forsvinner. Området har stor verdi for sjøørret og tiltaket vil ha stor negativ virkning. Bestanden av sjøørret i Norge, og spesielt på Vestlandet og i Trøndelag, er i kraftig tilbakegang og det er derfor av stor viktighet å ta vare på eksisterende populasjoner og leveområder med høy verdi. Konsekvensene av gjennomføringen av et av disse to foreslåtte tiltak hvor et viktig leveområde fjernes vurderes derfor til å ha svært stor negativ betydning for sjøørreten.

Tiltaket T2 vil medføre at habitatet til sjøørret i Langøra sørvest forsvinner. Området har middels verdi for sjøørret og tiltaket vil ha middels negativ virkning. Konsekvensen av gjennomføringen av dette tiltaket vurderes derfor til å ha middels negativ betydning for sjøørreten.

Det er ikke funnet noen forslag til tiltak som reelt vil kunne kompensere for det tapte brakkvannsområde ved Langøra sørøst i forbindelse med eventuell gjennomførelse av tiltakene T1 og T3. Gjennomføringen av det foreslåtte tiltak T2 medfører at et eksponert marint bløtbunnshabitat forsvinner. Et eventuelt kompensasjonstiltak måtte her være å etablere en ny tilsvarende eksponert grunn bløtbunnssone på yttersiden av utfyllingen.

Nøkkelord: Elveos – Habitatbruk – Langøra – *Salmo trutta* – Sjøørret – Stjørdalselva

Davidson, J.G., Sjørnsen, A.D., Rønning, L., Davidson, A. G. & Daverdin, M., NTNU Vitenskapsmuseet, Institutt for naturhistorie, NO-7491 Trondheim

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	4
Forord	5
1 Innledning	6
2 Materiale og metode	7
2.1 Områdebeskrivelse	7
2.2 Registrering av miljøvariabler	9
2.3 Fangst og merking av sjørørret med akustiske sendere	9
2.4 Registrering av habitatbruk med akustiske lyttestasjoner	10
2.5 Tilbakeberegning av smoltalder og alder ved merking	10
2.6 Dataanalyser	11
2.7 Metode for konsekvensvurdering	12
3 Resultater	13
3.1 Alder, kondisjon og tilbakeberegnet lengde ved alder	13
3.2 Registeringer av sjørørret på lyttestasjonene i elv	13
3.3 Registeringer av sjørørret på lyttestasjonene rundt Værnes flyplass	14
3.3.1 Sjørørretveteraner	14
3.3.2 Sjørørretsmolt	16
3.4 Målinger av salinitet og temperatur	16
4 Diskusjon	23
5 Konsekvensvurdering	24
5.1 Status og verdi	24
5.2 Virkning	24
5.3 Konsekvenser	24
6 Kompensasjonstiltak	25
7 Referanser	26

Forord

Stjørdal Kommune ga våren 2016 NTNU Vitenskapsmuseet i oppdrag å kartlegge sjørretens bruk av områdene rundt utløpet av Stjørdalselva over et år og tilhørende konsekvenser for sjørret av tre alternative utfyllingstiltak på og rundt Langøra Sør.

Denne rapporten beskriver resultatene av kartleggingen og gir en vurdering av konsekvensene for sjørret for hvert av de tre alternative tiltak. I tillegg har vi gitt vår vurdering av muligheten for kompensasjonstiltak.

I forbindelse med fangst av sjørret ved Langøra fikk vi god hjelp av Rune Sagen og Jim Frode Rygh, samt andre interesserte sportsfiskere. Gunnar Fordal bisto med røktning av smoltfella i Gråelva og merking av smolt, mens Morten Welde bisto ved merkingen av smolt. Gaute Kjærstad, Ingegjerd Hellevig og Linda Eikaas bistod med kontroll av lyttestasjonene. Vi takker med dette for all god hjelp.

I forbindelse med feltarbeidet hadde vi god kontakt med Avinor og Forsvaret og begge instanser bistod oss med tilgang til områdene med ferdselsrestriksjoner rundt Langøra.

NTNU Vitenskapsmuseet ønsker med dette å takke Stjørdal Kommune ved Harald Hove Bergmann for oppdraget og for godt samarbeid underveis.

Trondheim, 21.05.2017

Jan Grimsrud Davidsen
prosjektleder

1 Innledning

Avinor ønsker å ta i bruk Langøra Sør (Stjørdal kommune, Nord-Trøndelag) og vannmiljøet rundt for flyplassformål. Området omfatter det meste av gjenværende elvedelta og strandområder i Stjørdalsvassdraget, dvs. utløpet av Stjørdalselva. Dette området har over tid vært under betydelig utbyggingspress til ulike utbyggingsformål. I 1957 ble flystripa på Værnes bygget slik at den blokkerte vanngjennomstrømningen der elva rant mot Halsøen, og nytt elveløp ble anlagt rett fram. I nyere tid er det foretatt inngrep ved bygging av ny E6 i bru over Stjørdalselva, Stjørdal småbåthavn, utbygging av Tangen som næringsareal og utvidelse av flystripa.

I forbindelse med det pågående planarbeid er det foreslått tre utfyllingsalternativer (T1, T2, T3; figur 1), som alle må kunne forventes å påvirke sjørreten i området. I en tidligere rapport (Gjelland m.fl., 2013) som vurderte konsekvenser for strømningsforhold, marint biologisk liv, strandsonevegetasjon og pattedyr ble det anbefalt «at det iverksettes nærmere undersøkelser for å øke kunnskapen om sjøarens habitatbruk i området».

Sjørret er en anadrom fisk som vandrer mellom gyteområder og ungfiskens oppvekstområder i ferskvann og næringsområder i sjøen. Arten er en populær sportsfisk, og det foregår et betydelig fiske etter sjørret i mange innsjøer, elver og kystnære områder langs norskekysten. Trolig fiskes det antallsmessig mer sjørret enn laks i Norge, men mye av sjørreten fiskes i mindre vassdrag og blir trolig underregistrert i fangststatistikken (Fiske & Aas, 2001). Gjennom tidligere og pågående undersøkelser i Stjørdalselva (Arnekleiv m.fl., 2007; Arnekleiv m.fl., 2014) finnes det god kunnskap om bestandssituasjonen til laks og sjørret i dette vassdraget. Mens bestanden for laks er på et tilstrekkelig nivå til at den tåler beskatning gjennom sportsfiske, har sjørreten hatt en kraftig tilbakegang og er nå totalfredet i elva. I følge Miljødirektoratets lakseregister er sjørretbestanden kategorisert som redusert. Denne kraftige tilbakegangen gjelder generelt for sjørret i Trøndelag og på Vestlandet (Anon., 2015) og har medført innskrenkninger i sportsfisket.

Sjørretens vandring til sjøen varierer med årstiden. I vassdrag med innsjøer kan sjørreten overvintrere i ferskvann og beite i sjøen om sommeren i 2-4 måneder, hvor de øker betydelig i vekt (Berg & Berg, 1989; Klemetsen m.fl., 2003). Overvintring i sjøen er også vanlig hos sjørret i Sør-Norge (Jonsson & Jonsson, 2006a; b). I Nord-Norge er det dokumentert overvintring i sjøen i noen elvelevende bestander (Jensen & Rikardsen, 2008; 2012), men en har generelt lite kunnskap om sjørretens vandring mellom ferskvann og sjøen. Tidligere undersøkelser har vist at sjørret i Trøndelag gjennom hele året kan oppholde seg i marine områder i umiddelbar nærhet til elveosser (Davidsen m.fl., 2014; Davidsen m.fl., 2015), men at bruken av slike områder varierer mellom vassdrag (Jonsson, 1981; Davidsen m.fl., 2014; Davidsen m.fl., 2015).

Hensikten med denne kartleggingen var derfor å få tilstrekkelig kunnskap om habitatbruket til førstegangsvandrende (smolt) og flergangsvandrende sjørret (veteraner) i området rundt utløpet av Stjørdalselva gjennom alle årstider. Ved hjelp av elektronisk merking (akustisk telemetri) med individuelt kodede sendere ble det dokumentert når og hvor 70 merkede sjørret oppholdt seg i områdene rundt Langøra. Videre ble nivåene av vanntemperatur og salinitet målt for å kunne beskrive habitatet sjørreten oppholdt seg i. Med bakgrunn i resultatene fra kartleggingen og tilgjengelig litteratur er konsekvensene av de tre ulike tiltakene vurdert. De tre ulike tiltaksalternativene er: T1: oppfylling av vannområde Langøra øst, T2: oppfylling av vannområde Langøra vest, T3: Oppfylling av både Langøra øst og vest.

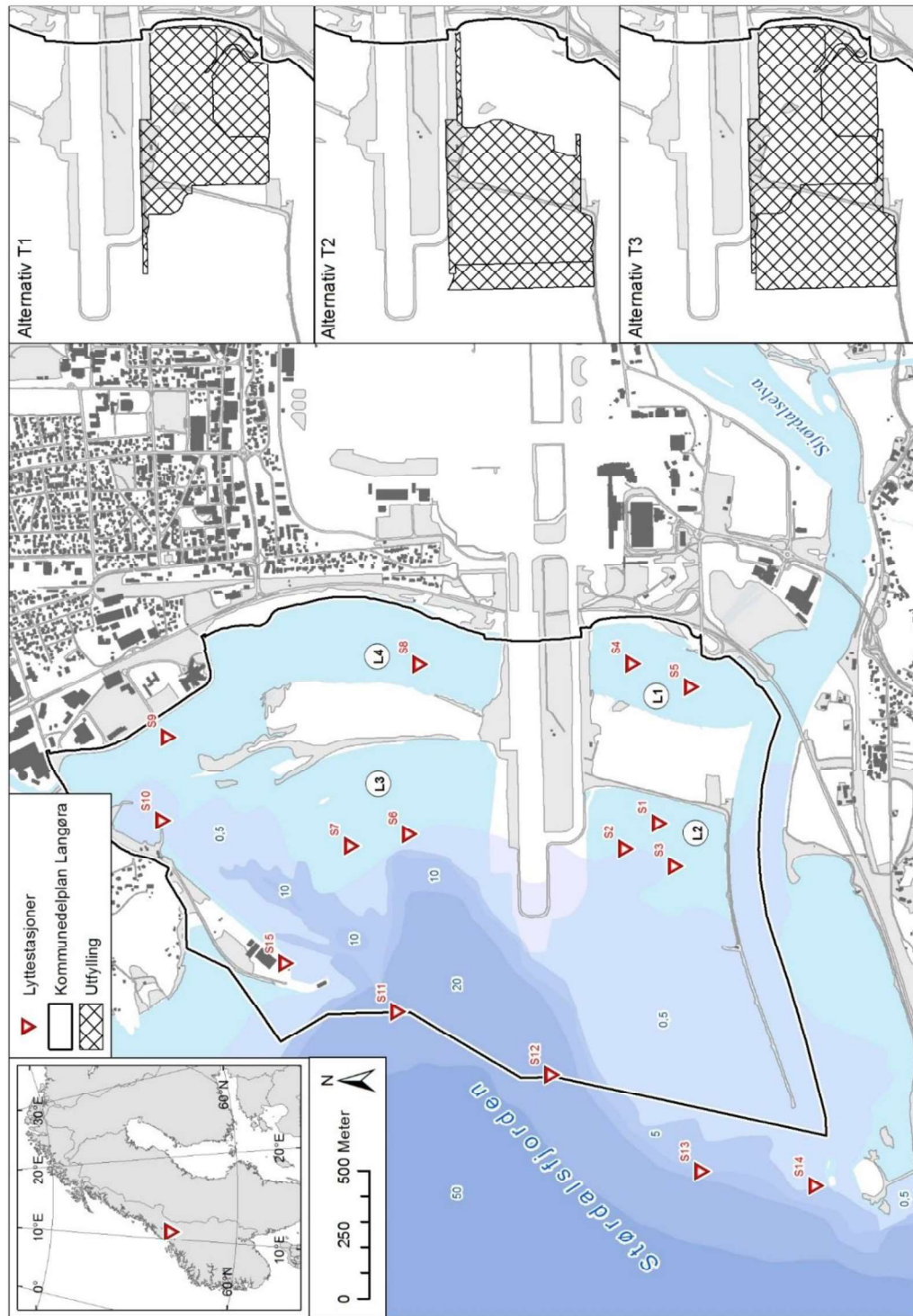
2 Materiale og metode

2.1 Områdebeskrivelse

Langøra ligger som en karakteristisk ytre brems mot Trondheimsfjorden (figur 1). På innsiden av Langøra ligger grunt- og fjæreområdene ved Sandfærhus og Halsøen. Det tidligere elveløpet av Stjørdalselva bandt Sandfærhus (L1, figur 1) og Halsøen (L4, figur 1) sammen, men er nå delt fra hverandre ved utvidelsen av rullebanen på Værnes flyplass. Det nåværende utløpet av Stjørdalselva ble laget i 1957, da rullebanen på Værnes ble forlenget over elva og ut i Stjørdalsfjorden. Det opprinnelige elveløpet ble avstengt av rullebanen (L1 og L4, figur 1), og ved Hell ble det laget et nytt utløp gjennom Langøra. En steinmolo på en km ble lagt fra Langøra og ut i fjorden, slik at elva fikk et nytt utløp ved Billedholmene. På grunn av moloen ble det dannet et stort gruntvannsbasseng mellom Billedholmene og Hellstranda. De viktigste naturarealene på Værnes er knyttet til havstrandengene på begge sider av det gamle elveløpet for Stjørdalselva (Sandfærhus og Halsøen). Disse havstrandengene er relativt skjermet. På utsiden, spesielt på Langøra N (L3, figur 1), er det eksponert havstrand med sandbanker (Forsvarsbygg, 2004).



Merking av sjørret på yttersiden av Langøra, sørvest for rullebanen. Foto: Aslak Darre Sjursen



Figur 1. Undersøkelsesområdet ved Langøra, Trondheim Lufthavn Værnes. Røde trekanten med nummer angir plassering av lyttestasjoner. Datalogger for måling av salinitet og vanntemperatur var plassert ved S4. L1-L4 angir undersøkelsens fire hovedområder. De tre foreslåtte utbygningalternativene (T1-T3) er angitt på høyre side.

2.2 Registrering av miljøvariabler

For å kunne dokumentere variasjonen i temperatur og vannmasser i gruntvannsområdet øst for Langøra Sør (L1, figur 1) ble salinitet og temperatur målt hver fjerde time med en datalogger (DST milli-CT, www.star-oddi.com) plassert på 1 meters dyp (posisjon S4, figur 1). Grunnet is i øvre vannlag var dataloggeren festet på en anordning 10 cm over sjøbunnen i perioden 28.10.2016-28.04.2017. Videre ble det den 27.04.2017 tatt målinger av temperatur og salinitet fra overflaten til havbunnen i områdene L1-L4.

2.3 Fangst og merking av sjørret med akustiske sendere

I denne rapporten skilles det mellom sjørretveteraner og sjørretsmolt. En veteran er definert som en sjørret som har vært i sjøen minst en sesong tidligere, mens smolt er førstegangsvandrere.

Ved Langøra ble det fanget 30 sjørretveteraner (gjennomsnittlig lengde 36,1 cm; s.d. = 3,4; variasjonsbredde 27-52 cm) i perioden 18.03.-09.04.2016. Seks av disse ble fanget i sjøen vest for Langøra sør, mens resterende 24 sjørret ble fanget øst for Langøra Sør. De første tre sjørretene ble fanget med grovmasket fiskegarn som kontinuerlig var under oppsyn, slik at fisken stod kortest mulig tid i garnet, men grunnet stort skjelltap ble denne fangstmetoden avsluttet. De resterende 27 sjørretveteranene ble fanget med stang og sluk. Etter fangst ble fisken oppbevart i et bur i inntil 2 timer før de ble merket og gjenutsatt i det samme området som de var fanget.

I sideelva Gråelva ble sjørretsmolt fanget ved hjelp av smoltskrue og smoltruse 1 km oppstrøms samløpet til Stjørdalselva, som er lokalisert 11 km oppstrøms elvemunningen ved Langøra. Fangstredskapene var operative i perioden 04-13.05.2016 og ble røktet hver morgen. All fangst ble overført til kar på land. Karene hadde kontinuerlig tilførsel av vann rett fra elva og var tildekket for å sikre god fiskevelferd. Fra totalfangsten av smolt ble 40 tilfeldig utvalgte individer merket (gjennomsnittlig lengde 17,5 cm; s.d. = 6,2; variasjonsbredde 13,4-30,8 cm).



Røkting av smoltskruen i Gråelva. Foto: Jan Grimsrud Davidsen

Før merking ble sjørreten bedøvet i ca. 4 min med 2-phenoxy-ethanol (EEC No 204 589-7; 0,5 ml per l vann), og deretter overført til et merkerør med friskt vann. Det ble skåret et 1-3 cm snitt i buken, og en desinfisert akustisk sender ble forsiktig innført i bukhulen. Såret ble lukket med to uavhengige suturer (Resolon 3/0 for veteran sjørret; Resolon 5.0 for smolt). Etter merking ble fiskens vekt og lengde målt (naturlig lengde). Eventuelle lakselus ble talt, og fem til ti skjell ble nappet fra fisken (kun på veteraner) for senere analyse av alder ved merking, og smoltalder. I tillegg til den indre merkingen med akustisk sender ble sjørretveteranene merket med et Carlinmerke med telefonnummer til prosjektleder (for rapportering av gjenfangst) festet under ryggfinnen. Oppholdet i merkerøret varte ca. 3 min, og i denne perioden ble gjellene kontinuerlig tilført friskt vann. Etter merkingen ble fisken holdt i bur inntil den hadde normal svømmeatferd og pustefrekvens. Den ble da satt ut i et rolig parti i elva eller i fjorden så nær fangstplassen som mulig. Forut for forsøket ble nødvendige tillatelser til merking og fangst innhentet fra Mattilsynet og Fylkesmannen i Nord-Trøndelag.

Alle merketypene sendte signalet med fiskens individuelle ID med et tilfeldig tidsintervall med minimum 30 sekunder og maksimum 90 sekunders mellomrom. For sjørretveteraner ble det benyttet merke av typen Thelma Biotel modell ATID-LP-9 (lengde = 23 mm; diameter = 9 mm; vekt i vann = 2,5 g; batterilevetid = 18 måneder; sendestyrke = 142 dB re 1uPa @1m), mens det for sjørretsmolt ble benyttet modell LP-7,3 (lengde = 18,0 mm; diameter = 7,3 mm; vekt i vann = 1,2 g; batterilevetid = 5 måneder; sendestyrke = 139 dB re 1uPa @1m).

2.4 Registrering av habitatbruk med akustiske lyttestasjoner

De akustiske senderene sendte ut et unike lydsignaler (69 kHz) som ble registrert når fisken var innen rekkevidde av en lyttestasjon (til sammen 15 lyttestasjoner av typen Thelma Biotel modell TBR 700, www.thelmabiotel.com). I fjordsystemet ble lyttestasjonene enten plassert på 1-2 meters dybde festet til et 14 mm tau montert med en blåse på havoverflaten og et 50 kg anker på bunnen (S2,3,4,5,6,7,8,9), på faste kaianlegg 2-4 meter under overflaten avhengig av tidevannet, (S10 og S15), på jernpåle slått ned i sjøbunnen (1-3 m dybde avhengig av tidevann; S1) eller med akustisk utløser (Sub sea sonic, modell AR-60-E) på 25 m – 30 m dybde. Grunnet is ble S4 og S5 montert på sjøbunnen i perioden 28.10.2016-28.04.2017. Det var ikke mulig å bytte batteri på disse før isen forsvant, så lyttestasjonene i L1 var uten strøm i perioden 16.02.2017 – 06.04.2017.

I tillegg til lyttestasjonene i elveos og sjø, ble det plassert en lyttestasjon i Gråelva 50 m nedstrøms smoltfellen (operativ i perioden 07.05.-05.08.2016), en stasjon i Gråelva 1,5 km fra elveosen ved Stjørdal (13.06.-11.08.2016) og to stasjoner i Stjørdalselva 5 km fra elveosen (13.06.-24.10.2016). Alle disse fire stasjonene var av typen Vemco modell VR2-W (www.vemco.com).

Rekkevidden på lydsignalet fra de akustiske senderne varierte med salinitet, havstrømmer og vind, men er erfaringsmessig på ca. 300 m i slike områder når det er lite vind. Ved mye vind, motgående strømmer og kraftige overganger mellom vannlag med ulikt nivå av salinitet eller temperatur (halokliner og termokliner) begrenses rekkevidden.

2.5 Tilbakeberegning av smoltalder og alder ved merking

Aldersanalyse ble basert på skjell fra de merkede sjørretveteranene (Nall, 1930; Závorka m.fl., 2014). For å minimere effekt av håndtering, ble det ikke tatt skjellprøver av sjørretsmolt. Tilbakeberegningen av lengde ble foretatt etter Lea-Dahls metode (Dahl, 1910; Lea, 1910), og den årlige lengdeveksten ble deretter beregnet. Lea-Dahls metode forutsetter direkte proporsjonalitet mellom skjell- og fiskelengde. På grunn av allometri i skjellveksten når fisken er mindre enn ca. 10 cm (Frost & Brown, 1967) vil lengden ved første års alder bli underestimert i større eller mindre grad ved bruk av denne metoden. De tilbakeberegnete lengdene ved høyere alder antas å være lite påvirket av dette, slik at metoden vurderes som tilstrekkelig nøyaktig for formålet.

2.6 Dataanalyser

Kondisjonsfaktoren hos fisk betegner forholdet mellom vekt og lengde. Lengde-vekt forholdet hos fisk beskrives vanligvis med en eksponentiell funksjon (Le Cren, 1951): $W = a \cdot L^b$ der W = vekt (g), L = lengde (cm), a = en konstant og b varierer mellom 2,5 og 4,0 hos forskjellige fiskearter. Hos fiskearter som ikke forandrer kroppsform etter som fisken vokser (isometrisk vekst) er $b = 3$. Dette antas stort sett å være gjeldende for laksefisk (Svenning & Christensen, 1996). Ved å benytte $b = 3$ og $a = k/100$ i Le Crens formel kan vi utlede Fultons formel for k -faktor (Fulton, 1904):

$$K = \frac{\text{vekt (gram)} \times 100}{\text{lengde}^3 \text{ (cm)}}$$

Normalt har en sjørret som ikke har gytt siste høst en kondisjonsfaktor på 1,0 til 1,1. Imidlertid vil k -faktoren variere avhengig av tid på året og tilgang på føde. Støinger (individer som har gytt høsten før) kan ha k -faktor på under 0,9. Hos ørretbestander med god kvalitet er det en tendens til at k -faktoren øker med økende fiskestørrelse. En kan derfor ikke sammenligne kondisjonsfaktoren direkte hos to bestander med ulik kroppsstørrelse.

På lyttestasjonene rundt Værnes flyplass (S1-S15, figur 1) ble det gjort til sammen 1.176.903 registreringer. I områdene L1 og L2 (figur 1) ble mange sjørret registrert samtidig i lange perioder. Dette øker risikoen for falske registreringer av fisk på grunn av signalkollisjoner fra senderne. For å minimere denne risikoen ble dataene fra alle stasjonene filtrert slik at en id kode måtte registreres to ganger innen 10 minutter for å bli akseptert som en gyldig registrering av fisk (Pincock, 2012). Etter filtrering av falske signaler var det 801.296 godkjente registreringer av merket sjørret. Individuelle fisk måtte oppholde seg minimum 60 minutter innenfor et område for at dette ble godkjent som et opphold.

Dato for oppvandring til Stjørdalselva ble satt ut fra siste gang fisken ble registrert på en av de to lyttestasjonene nederst i Stjørdalselva.

Alle gruppegjennomsnitt ble beregnet på bakgrunn av individuelle gjennomsnitt for å sikre uavhengighet i dataanalysene.



Sjørretsmolt fanget i smoltskrue i Gråelva. Foto: Anette Grimsrud Davidsen

2.7 Metode for konsekvensvurdering

For å gi en mest mulig objektiv og systematisk vurdering av konsekvensene knyttet til tiltaket har vi gjennom en tre-trinns prosedyre analysert verdi, virkning og konsekvens av tiltaket.

Trinn 1 Status/Verdi

Verdisetting for områdene L1 og L2 betydning for sjørret er gjort med bakgrunn i kartleggingen av områdebruk, karakteriseringen av habitatene i de to områder i forhold til salinitet og vanntemperatur, samt relevant litteratur. Viktige kriterier for vurdering av verdi: Hvor mye sjørreten oppholder seg i områdene og områdenes særegenhet i forhold til salinitet.

Verdien blir fastsatt langs en skala som spenner fra *liten verdi* til *stor verdi* (se eksempel).

Verdivurdering	
<i>Liten</i>	<i>Stor</i>
<i>Middels</i>	
----- -----	
☐	

Trinn 2 Virkning

Trinn 2 består i å beskrive og vurdere type og omfang av mulige virkninger på sjørreten i området hvis tiltakene T1-T3 gjennomføres. Virkningene blir vurdert langs en skala fra *stor negativ virkning* til *stor positiv virkning* (se eksempel).

Virkning				
<i>Stort neg.</i>	<i>Middels neg.</i>	<i>Lite / intet</i>	<i>Middels pos.</i>	<i>Stor pos.</i>
----- ----- ----- -----				
☐				

Trinn 3 Konsekvens

Det tredje og siste trinnet i vurderingene består i å kombinere verdien og virkningen av de foreslåtte tiltak for å få den samlede konsekvensvurderingen av tiltaket.

Denne sammenstillingen gir et resultat langs en skala fra *svært stor positiv konsekvens* til *svært stor negativ konsekvens* (se under). De ulike kategoriene er illustrert ved å benytte symbolene "-" og "+".

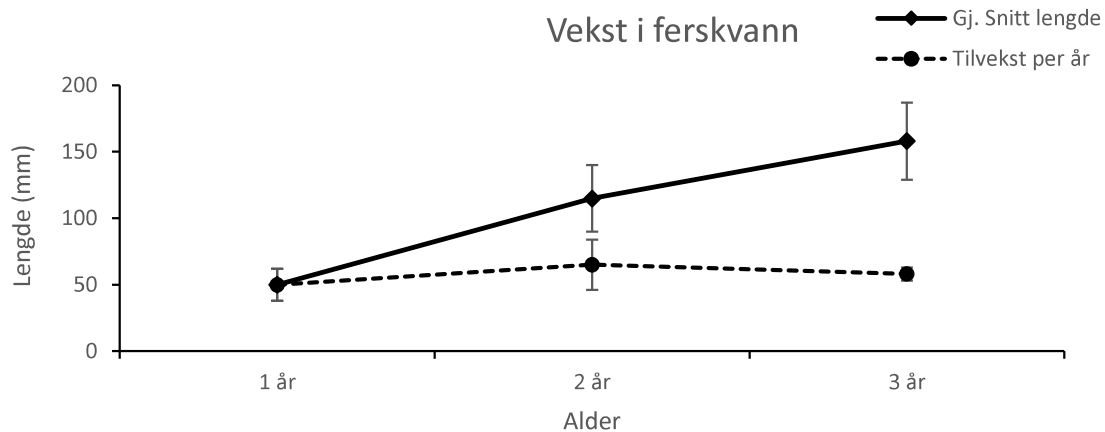
Symbol	Beskrivelse
++++	Svært stor positiv betydning
+++	Stor positiv betydning
++	Middels positiv betydning
+	Liten positiv betydning
0	Ubetydelig/ingen betydning
-	Liten negativ betydning
--	Middels negativ betydning
---	Stor negativ betydning
----	Svært stor negativ betydning

3 Resultater

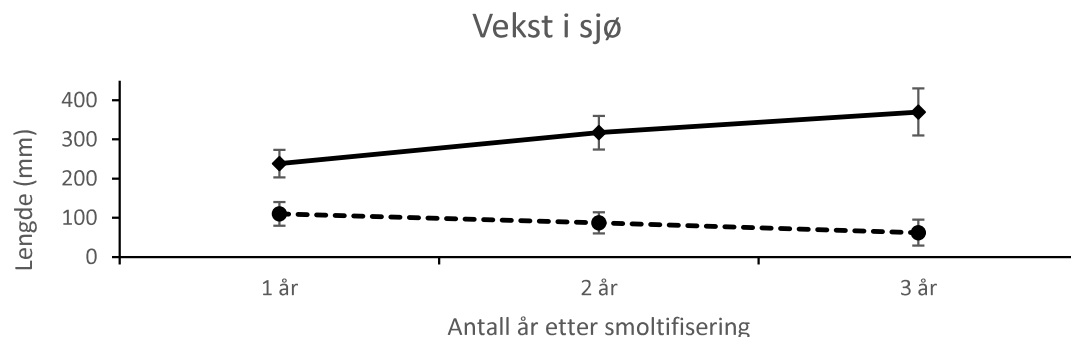
3.1 Alder, kondisjon og tilbakeberegnet lengde ved alder

De 30 sjøørretveteranene hadde en gjennomsnittsalder på 5 år (variasjonsbredde 3-7 år). Gjennomsnittlig smoltalder var 2 år (variasjonsbredde 2-4 år) og de hadde i gjennomsnitt vært 3 sommersesonger i sjøen før merking (variasjonsbredde 1-5 sommersesonger). Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor var på 1,0 (variasjonsbredde 0,8-1,2), som indikerer at en del av fiskene allerede hadde beitet i sjøen en periode før for fangst og merking. Tilbakeberegnet lengde ved alder og årlig tilvekst er angitt på figurene 2a og 2b.

a)



b)



Figur 2. Tilbakeberegnet lengde ved alder (a) og lengde etter antall år etter smoltifisering (b) for 30 sjøørretveteraner fanget ved Langøra. Figurene viser gjennomsnittlig lengde (solid linje) og gjennomsnittlig årlig tilvekst (stiplet linje). Loddrette linjer angir standardavvik.

3.2 Registeringer av sjøørret på lyttestasjonene i elv

I Gråelva (sideelv til Stjørdalselva hvor sjøørretsmolt ble merket) ble det kun registrert utvandrende smolt på lyttestasjonen. På de to lyttestasjonene som stod i Stjørdalselva ble det til sammen registrert 12 oppvandrende sjøørretveteraner (gjennomsnittlig oppvandringsdato 02.09.2016, variasjonsbredde 11.07-19.10.2016). Lyttestasjonen i Gråelva ved Stjørdal registrerte ingen merkede sjøørret.

3.3 Registeringer av sjørret på lyttestasjonene rundt Værnes flyplass

3.3.1 Sjørretveteraner

Tre av de 30 sjørretveteranene ble kontinuerlig registrert i området L1 fra merketidspunkt og så lenge lyttestasjonene var operative. For å unngå tvil om de kontinuerlige registreringene skyldes at fiskene rent faktisk brukte området hele tiden, om merket fra disse tre individene lå i ro på sjøbunnen grunnet utstøtning etter merking eller at fisken døde, er disse dataene ikke tatt med i analysene. Fra et merke ble det aldri registrert signaler, hvilket sannsynligvis skyldes en teknisk feil i merket. I de påfølgende analysene inngår derfor data fra 26 sjørretveteraner (20 merket i L1 og seks merket i L2).

Når en ser på ukentlig antall individuelle sjørret veteraner registrert med besøk av minimum 10 minutters varighet i områdene L1-L4 (figur 3) er det tydelig at sjørreten i utstrakt grad benytter område L1 (figur 1) gjennom hele året.

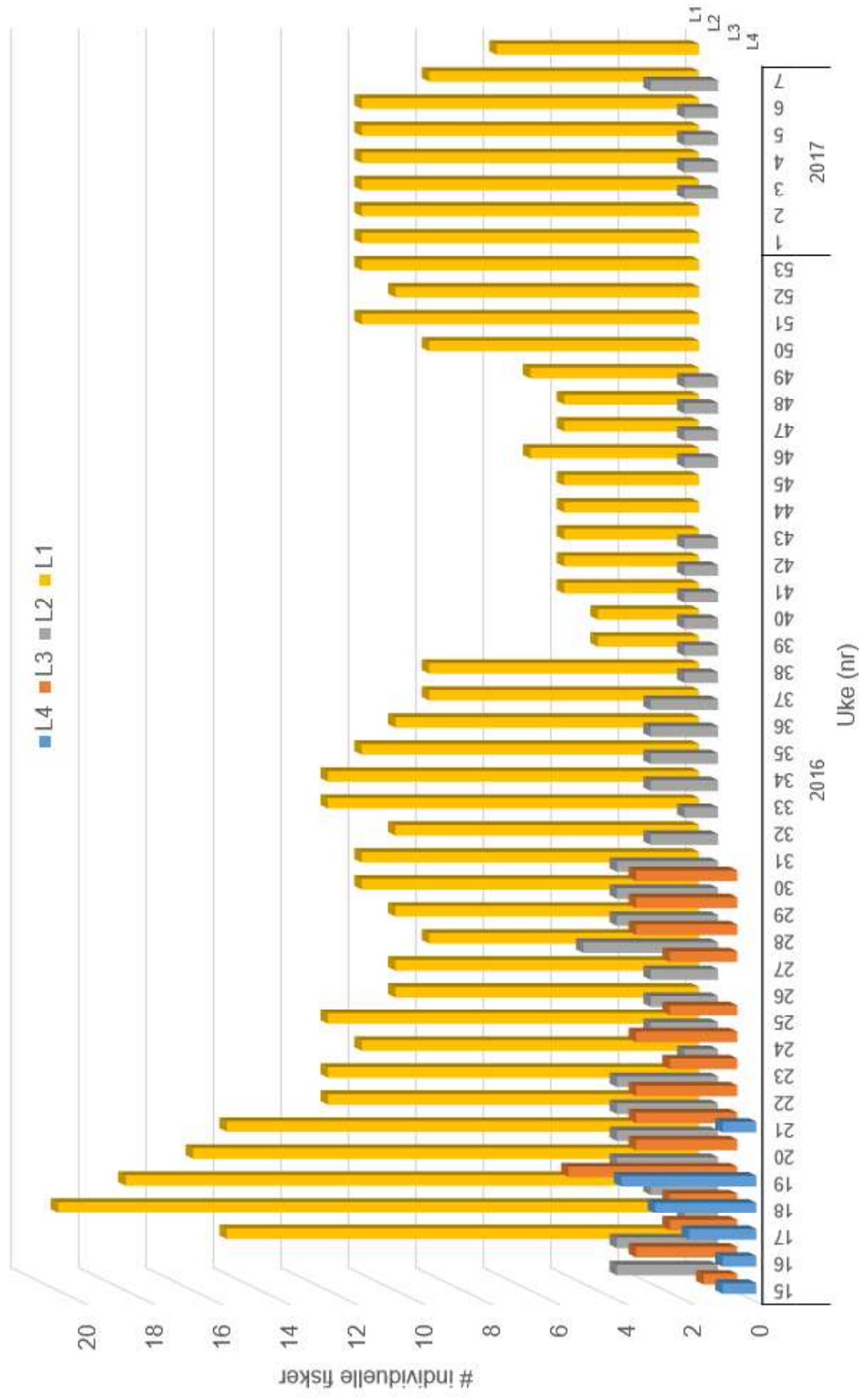
Av de 20 sjørretveteranene som ble fanget i område L1 hadde 15 individer (75%) en samlet (kumulert) individuell oppholdstid mer enn 24 timer i et eller flere av områdene L1, L2, L3 og L4 i løpet av undersøkelsesperioden, mens dette gjaldt for fire av seks individer (67%) fanget i område L2. De resterende syv individer fanget i L1 og L2 forlot undersøkelsesområdet umiddelbart etter merkingen. Den ene ble gjenfanget i Åsenfjorden 20 km unna etter 53 dager, mens vandringsruten til de seks andre er ukjent.

For de 20 sjørretene som ble fanget i L1 var hadde 16 individer hadde en samlet (kumulert) oppholdstid på mer enn 24 timer i L1 (gjennomsnitt 59 dager, variasjonsbredde 1-138 dager), seks individer i hadde oppholdstid på over 24 timer i L2 (gjennomsnitt 11 dager, variasjonsbredde 2-33 dager), tre individer i L2 (henholdsvis 2, 2 og 3 dager), tre individer i L3 (1,2 og 2 dager) og et individ hadde oppholdstid på over 24 timer i L4 (3 dager) i løpet av undersøkelsesperioden.

For de seks fiskene fanget i område L2 oppholdt tre sjørret seg i henholdsvis 7 dager, 19 dager og 33 dager i L2, mens to av fiskene oppholdt seg henholdsvis 36 dager og 39 dager i område L1. Tre individer oppholdt seg i område L3 (1 dag, 2 dager og 7 dager) mens et individ oppholdt seg 3 dager i område L4.

Inkluderes alle opphold av minimum en times varighet i et av de fire områdene var akkumulert gjennomsnittlig individuell oppholdstid i område L1 = 44 dager, L2 = 2 dager, L3 = 0,5 og L4 = 0,2 dager.

I tillegg til sjørreten som ble fanget i Åsenfjorden, ble et individ gjenfanget i oktober (etter 184 dager) i Råelva, som er en sideelv til Stjørdalselva. Dette gir en gjenfangst av sjørretveteranene på 7%.



Figur 3. Ukentlig antall sjørøretveteraner som besøkte områdene L1-L4. Sjørøretens opphold i sonen måtte vare i minst 10 minutter for å bli regnet som et besøk.

3.3.2 Sjørretsmolt

Sjørretsmolten hadde en gjennomsnittlig kondisjonsfaktor på 0,8 (variasjonsbredde 0,6-0,9) på fangsttidspunktet, noe som regnes som vanlig for utvandrende sjørretsmolt.

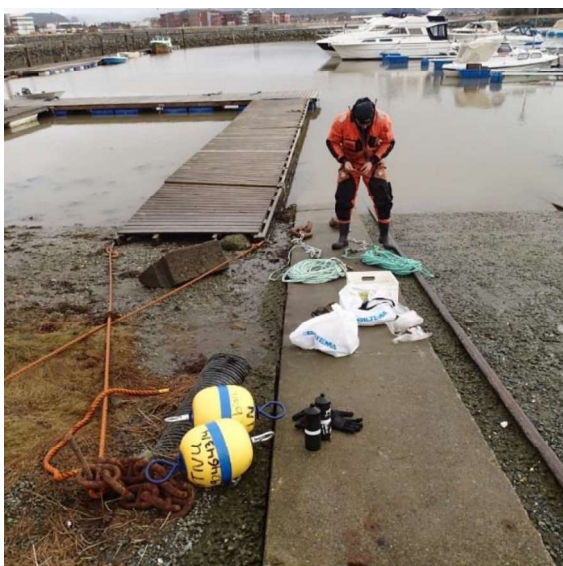
Av de 40 sjørretsmoltene som ble merket i Gråelva ble 27 fisk (68 %) registrert av lyttestasjonene rundt Værnes flyplass. Av disse vandret 18 smolt rett ut i fjorden, mens 9 individer oppholdt seg en samlet periode på mer enn 24 timer i et eller flere av områdene L1, L2, L3 eller L4 (Figur 1). Fire smolt oppholdt seg mer enn 24 timer i område L1 (gjennomsnittlig oppholdstid 69 timer, variasjonsbredde 42-109 timer), mens tre smolt oppholdt seg mer enn 24 timer i L2 (gjennomsnittlig oppholdstid 49 timer, variasjonsbredde 34-79 timer). I område L3 oppholdt én smolt seg mer enn 24 timer (29 timer) mens én smolt oppholdt seg mer enn 24 timer i L4 (29 timer).

Tar en med alle opphold over en time i et av de fire områdene var gjennomsnittlig individuell oppholdstid i område L1 = 0,7 dager, L2 = 0,3 dager, L3 = 0,7 og L4 = 0,1 dager.

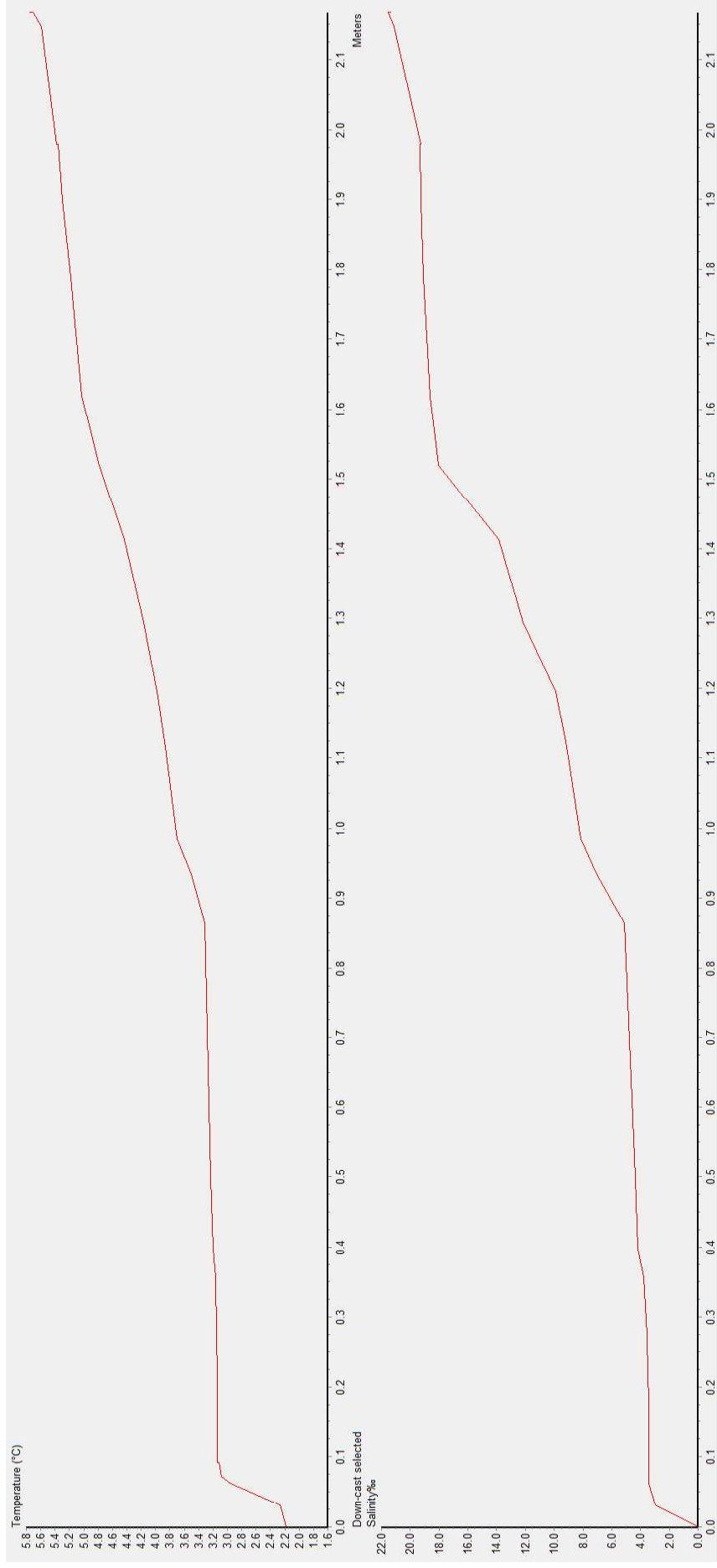
3.4 Målinger av salinitet og temperatur

Område L1 skiller seg klart ut i fra områdene L2, L3 og L4 når det kommer til nivået av salinitet (Figur 4-7). Rent sjøvann har en salinitet på rundt 35 ‰. Måling av hele vannsøylen fra overflaten til bunnen 27.04.2017 viste at i område L1 var saliniteten fra 0-8 ‰ ned til 1 m dybde, men derfra økende til 22 ‰ på bunnen på 2,1 m, mens nivået i de resterende områder gikk fra 16 ‰ på 10 cm dybde og ned til 26-30 ‰ ved bunnen. I område L1 bestod de øverste 50 % av vannsøylen altså av ferskvann og brakkvann med lav saltholdighet, mens det i øvrige områder bestod av brakkvann med medium saltholdighet i øvre deler av vannsøylen og sjøvann i nedre deler av vannsøylen.

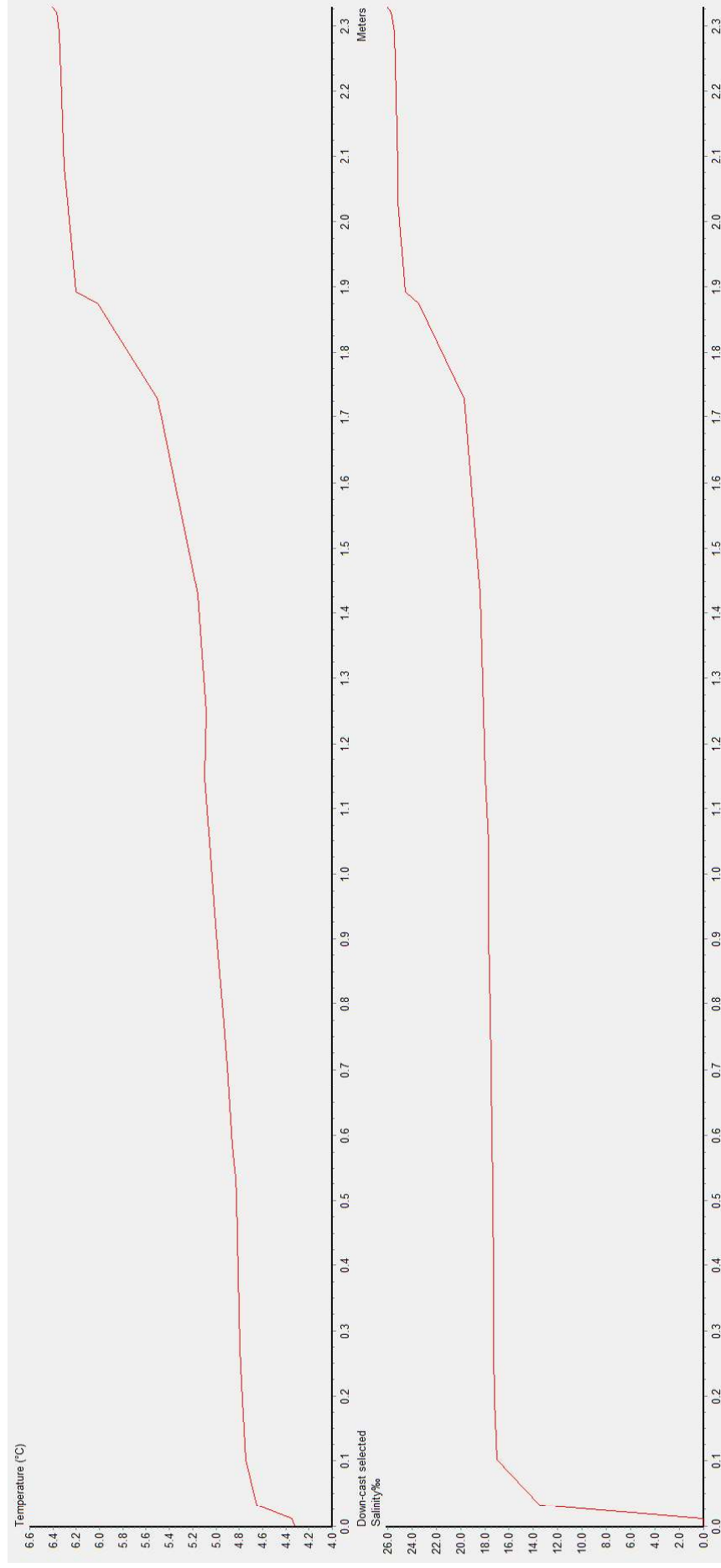
Det var stor variasjon i nivået av salinitet i område L1 gjennom undersøkelsesperioden (figur 8) og det er tydelig at vannmassene i området er svært dynamiske med skiftende nivå fra rent ferskvann i store deler av vannsøylen til rent sjøvann. Dynamikken bak dette er ikke direkte kartlagt i denne undersøkelsen men dataene tilsier at vannmassene har vekslende utskiftning grunnet skiftende vannføring i Stjørdalselva (figur 9) og tidevann som ved flo sjø virker oppdemmende på elvevannet. Gjelland m.fl. (2014) fant tilsvarende i deres undersøkelser at det øvre vannlaget var brakkvann (ferskvann bare ved flom) og antok at dette laget hadde en utstrekning på $\frac{1}{2}$ - $\frac{2}{3}$ av vanddypet.



Klargjøring av utplassering av lyttestasjoner (svarte sylindere) i småbåthavnen ved Stjørdal. Foto: Jan Grimsrud Davidsen



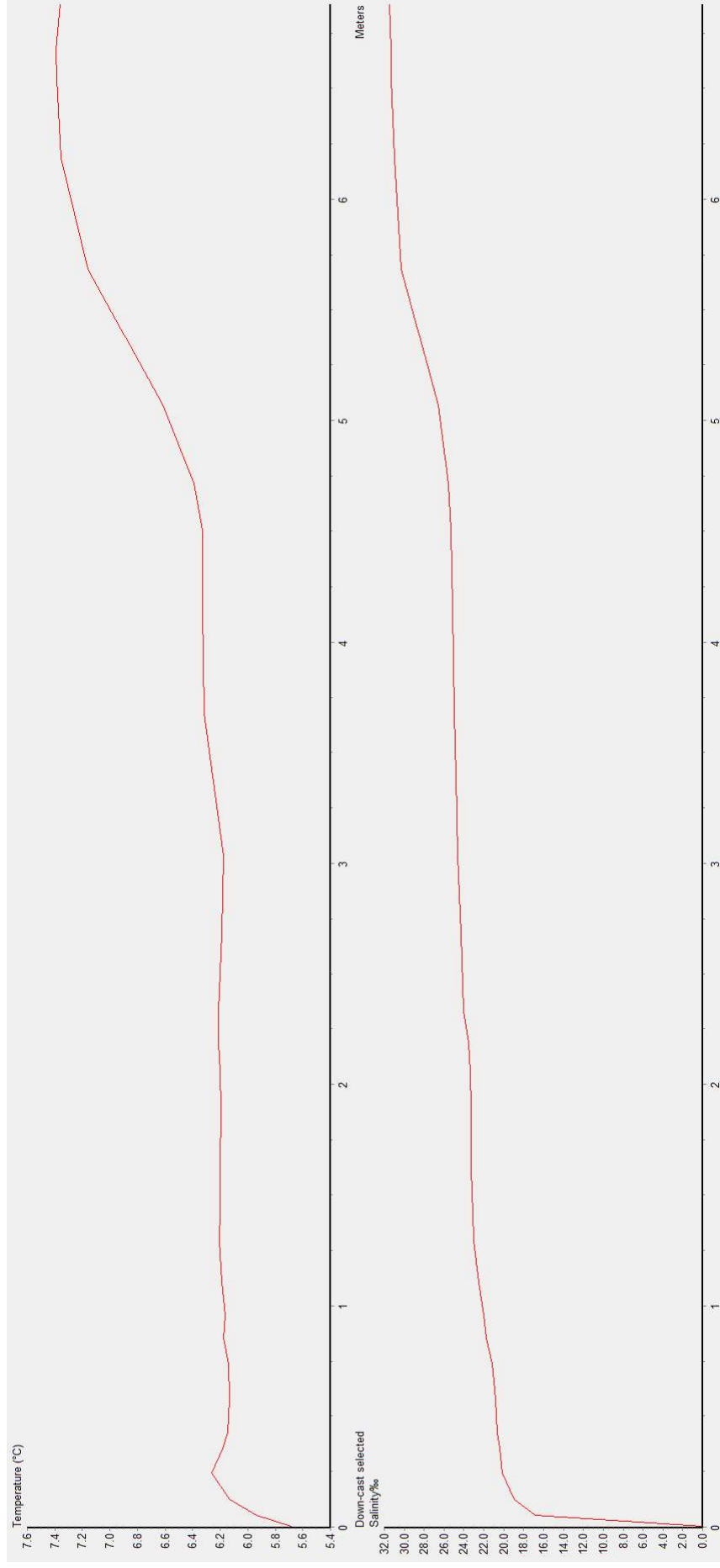
Figur 4. Vanntemperatur (øverst) og salinitet (nederst) i det gamle elveløpet beliggende sørøst for rullebanen (L1, figur 1).



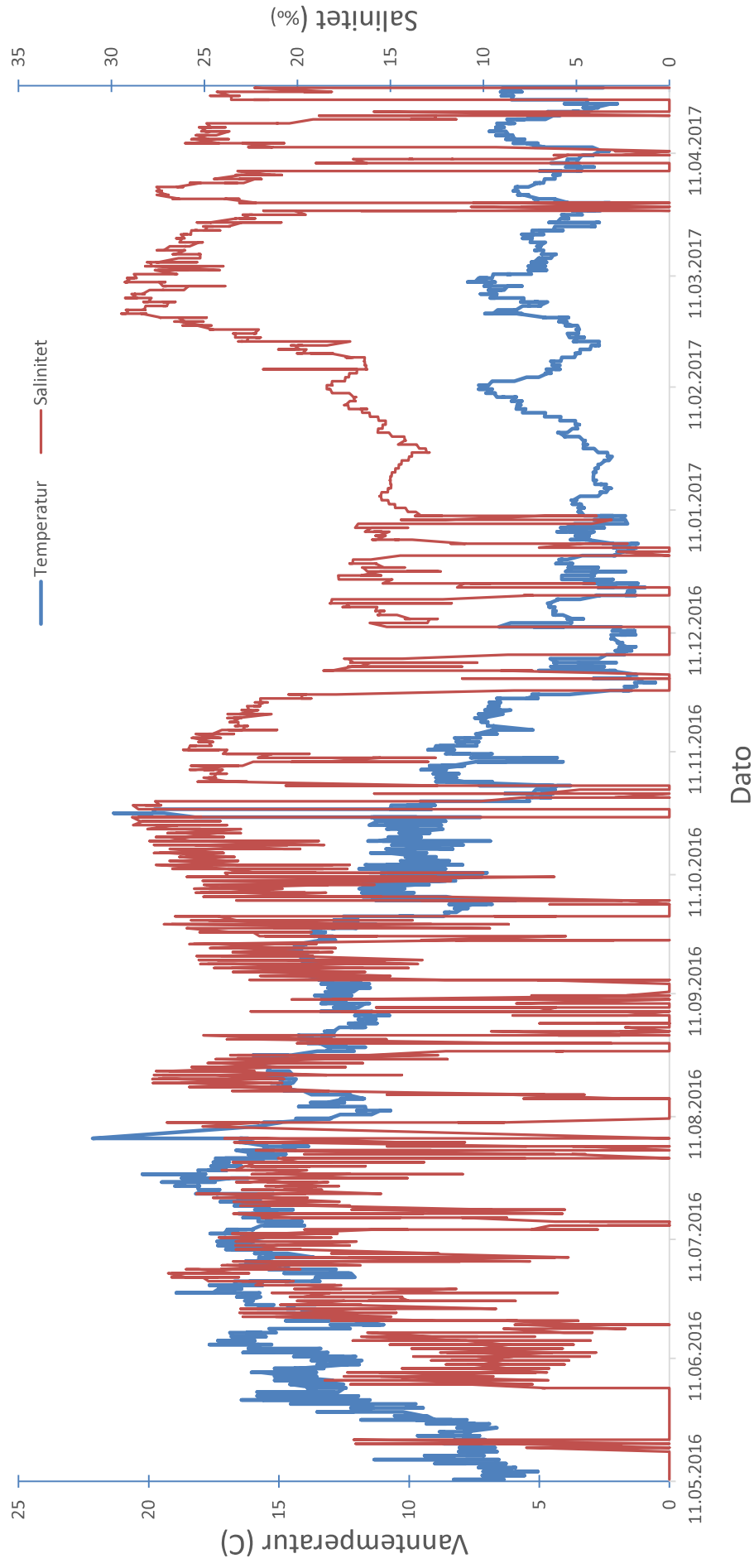
Figur 5. Vanntemperatur (øverst) og salinitet (nederst) på yttersiden av Langøra sør, sørvest for rullebanen (L2, figur 1).



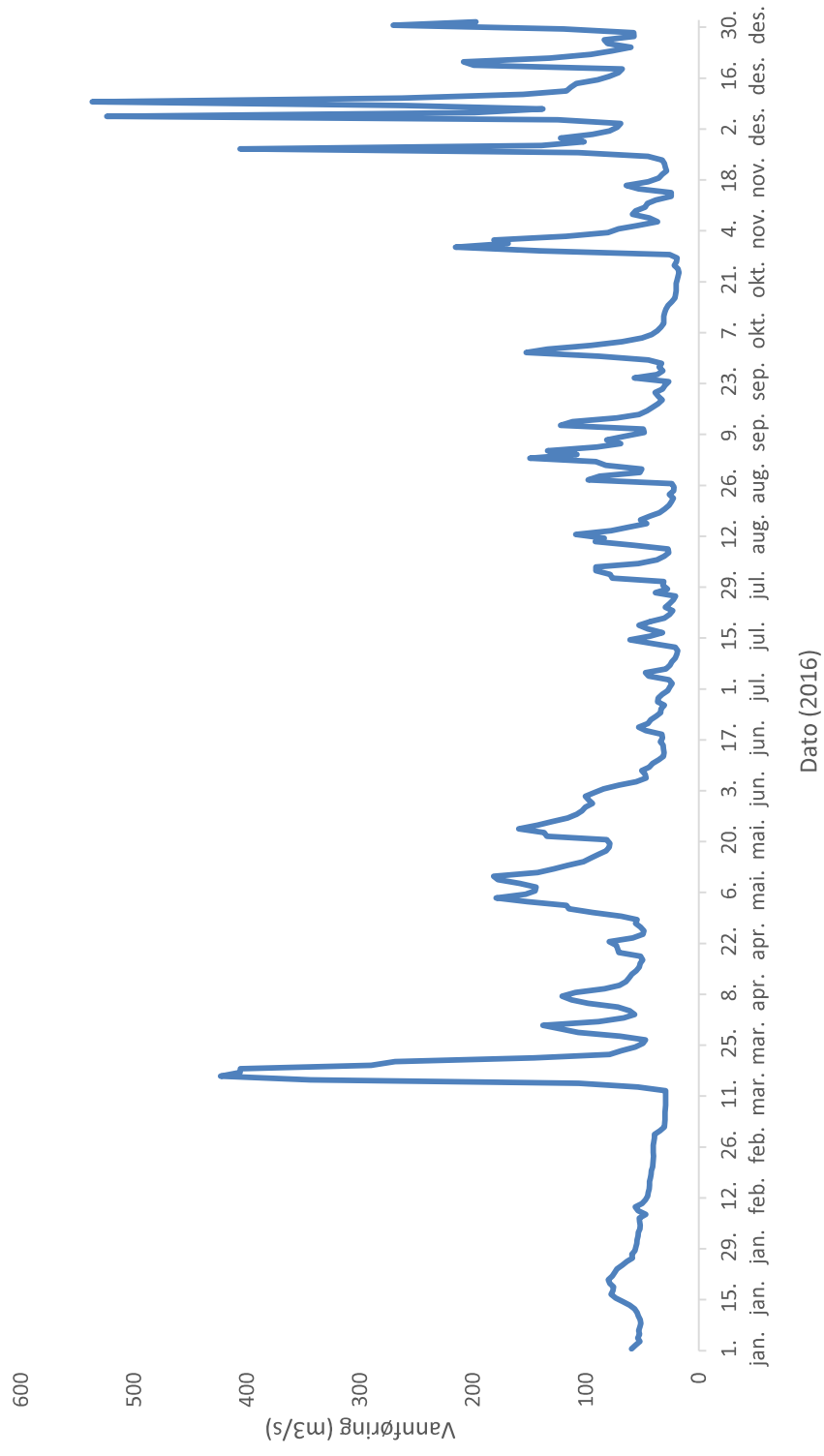
Figur 6. Vanntemperatur (øverst) og salinitet (nederst) på ytersiden av Langøra nord, nordvest for rullebanen (L3, figur 1).



Figur 7. Vanntemperatur (øverst) og salinitet (nederst) i det gamle elveløpet på innersiden av Langøra nord, nordøst for rullebanen (L4, figur 1).



Figur 8. Vanntemperatur (blå) og salinitet (rød) målt hver fjerde time med datalogger i område L1. I perioden fram til 28.10.2016 var dataloggeren montert 1 m under vannoverflaten slik at den fulgte flo og fjære. Resten av perioden var den montert fast 10 cm over sjøbunnen.



Figur 9. Daglig vannføring målt av NVE ved Hegra bru, Stjørdalselva, i perioden 01.01.-31.12.2016.

4 Diskusjon

Resultatene viser at område L1 er et viktig oppholdsområde for sjørøret som har vært i sjøen tidligere (sjørøretveteraner). Under fisket i mars og april var det mye enklere å fange sjørøret i L1 enn i L2 og dataene viser at to av seks individer (33%) fanget i L2 etter merking oppholdt seg mer i område L1 enn i L2. Både når en ser på gjennomsnittet av individuelle oppholdstider av alle veteranene som besøkte områdene L1 (44 dager) og de som var der i en samlet periode på minimum 24 timer i løpet av undersøkelsesperioden (59 dager) så er det tydelig at sjørøretveteranene aktivt bruker området. Sommervandringen til sjøen er en næringsvandring og tidligere undersøkelser har vist at bunnfaunaen i området i hovedsak består av børstemark og muslinger (Gjelland m.fl., 2013), hvorav børstemark spesielt er ettertraktet byttedyr for sjørøret. Dette ble understreket av at en stor andel av sjørøreten fanget i området sørøst for Langøra (L1, figur 1) gulpet opp børstemark når den ble fanget.

Gjennomsnittlig lengde på sjørøretveteranene som ble merket i denne undersøkelsen var 36 cm, som er i nedre sjikt av hva som regnes som vanlig størrelse for sjørøretveteraner (Jonsson & Jonsson, 2011). Jensen m.fl. (2014) fant at det var mer sannsynlig at de største individene i en sjørøretbestand vandret langt, mens Berg & Berg (1987) ikke fant noen slik sammenheng. I sistnevnte undersøkelse kan imidlertid resultatet skyldes metoden de benyttet da fangst-merking-gjenfangst ikke nødvendigvis viser hvor langt fiskene egentlig vandret. Større sjørøret spiser gjerne større byttedyr (Klemetsen m.fl., 2003), hvilket for sjørøret gjerne betyr pelagisk fisk som ofte finnes i større forekomster lengre ute i fjordene.

Området L1 skiller seg ut fra de andre områdene som vurderes å fylles ut ved at store deler av vannmassene har lavt saltinnhold. Slike områder er viktige for spesielt mindre sjørøreter da disse ofte tilbyr gode beitemuligheter (eks børstemark), samt krever lavere energibruk for fysiologiske tilpasninger til endringer i salinitet (Thorstad m.fl., 2016). Det finnes flere eksempler i litteraturen på at sjørøret aktivt bruker slike områder både om sommeren og om vinteren (Pratten & Shearer, 1983; Chernitsky m.fl., 1995; Koksvik & Steinnes, 2005; Jensen & Rikardsen, 2012; Eldøy m.fl., 2015).

Område L1 framstår som mindre viktig for sjørøretsmolt (førstegangsvandrene). Dette stemmer overens med tilsvarende undersøkelser gjort i Hemnfjorden, Sør-Trøndelag hvor sjørøretveteraner i langt større grad enn sjørøretsmolt oppholdt seg i elveosen (Davidsen m.fl., 2014; Davidsen m.fl., 2015). Vandringen fra ferskvann til sjøen er en kritisk periode for smolten og det har blitt rapportert om stor dødelighet de første dagene etter utvandringen (Thorstad m.fl., 2016). Sjørøretsmolten er spesielt utsatt for predasjon fra fugler og andre fiskearter (Dieperink m.fl., 2001; Koed m.fl., 2006; Middlemas m.fl., 2009; Aarestrup m.fl., 2014) og det kan derfor antas at den forsøker og unngå å oppholde seg i områder med ansamlinger av disse. I kartleggingen av sjørøret rundt Langøra ble det dog ikke undersøkt om hvilke predatorer som var tilstede så det kan ikke konkluderes om dette er årsaken til at smolten kun i mindre grad oppholdt seg i området.

5 Konsekvensvurdering

5.1 Status og verdi

De tre foreslåtte utbyggingsalternativene berører område L1 Langøra sørøst (alternativ T1 og T3, figur 1) og område L2 Langøra sørvest (alternativene T2 og T3).

Resultatene fra kartleggingen av sjøørretens habitatbruk ved Langøra viser tydelig at området sørøst for Langøra (L1, figur 1) er et viktig habitat for sjøørret. Habitatet skiller seg klart fra habitatene i områdene L2-L4 ved å ha langt høyere innslag av ferskvann og brakkvann grunnet dynamikken med vannmassene fra utløpet til Stjørdalselva og tidevannet fra Trondheimsfjorden. Slike overgangssoner mellom ferskvann og sjøvann er et viktig beitehabitat for sjøørreten samtidig som den ikke trenger å bruke like mye energi på å regulere den fysiologiske saltbalansen (osmoregulering), som er spesielt viktig for mindre sjøørretveteraner ved lav vanntemperatur om vinteren og tidlig på våren. L1 er et grunt brakkvannshabitat med bløtbunn og slike områder er del av aktive marine deltaer som er oppført på rødlista for naturtyper blant annet på grunn av nedbygging (Edvardsen, 2011). Områder som dette er meget viktige habitater for sjøørret, men er samtidig under sterkt press mange steder i Norge. De gjenværende områder er derfor ekstra viktige å ta vare på. **Det vurderes derfor at område L1 har stor verdi for sjøørreten.**

Resultatene viser at også område L2 benyttes av sjøørreten gjennom store deler av året. Men til forskjell for L1 er dette habitatet vesentlig mer marint med lavere innslag av brakkvann. Habitatet i L2 skiller seg ikke i vesentlig grad fra L3. Område L4 framstår også som et marint habitat, men er vesentlig mindre eksponert for bølger enn områdene L2 og L3. L2 er et grunt marint habitat med bløtbunn og slike områder nær utløp fra vassdrag med sjøørret er under sterkt press for utbygging mange steder i Norge. De gjenværende områder er derfor ekstra viktige å ta vare på. **Området L2 har derfor middels verdi for sjøørret.**

5.2 Virkning

De foreslåtte tiltak T1 og T3 innebærer at område L1 vil bli fylt opp og dermed forsvinne. Det finnes ikke andre områder med tilsvarende habitat i området. **Gjennomføringen av tiltakene T1 og T3 vil derfor ha stor negativ virkning på sjøørreten, da den vil miste et viktig leveområde.**

Det foreslåtte tiltaket T2 innebærer at området L2 fylles opp og dermed forsvinner. Området fungerer i perioder av året som et beiteområde for sjøørret, men det finnes tilsvarende habitat i nærområdet (eks. L3) som en må kunne anta at sjøørreten vil benytte i stedet om L2 fylles ut. **Virkingen av tiltaket T2 vurderes som middels negativt for sjøørreten, da den vil få en reduksjon i marine beiteområder i umiddelbar nærhet til elveosen.**

5.3 Konsekvenser

Gjennomføringen av tiltakene T1 og T3 vil medføre at habitatet til sjøørret i området Langøra sørøst (L1) forsvinner. Området har stor verdi for sjøørret og tiltaket vil ha stor negativ virkning. Bestanden av sjøørret i Norge, og spesielt på Vestlandet og i Trøndelag, er i kraftig tilbakegang og det er derfor svært viktig å ta vare på eksisterende populasjoner og viktige leveområder for disse bestandene. **Konsekvensene av gjennomføringen av et av disse to foreslåtte tiltakene innebærer at et viktig leveområde fjernes, og vurderes derfor til å ha svært stor negativ betydning for sjøørreten i Stjørdalsvassdraget og muligens også andre nærliggende sjøørretvassdrag (dette er dog ikke undersøkt i denne kartleggingen).**

Tiltaket T2 vil medføre at habitatet til sjøørret i Langøra sørvest (L2) forsvinner. Området har middels verdi for sjøørret og tiltaket vil ha middels negativ virkning. **Konsekvensen av gjennomføringen av dette tiltaket vurderes derfor til å ha middels negativ betydning for sjøørreten.**

6 Kompensasjonstiltak

Gjennomføringen av de foreslåtte tiltakene T1 og T3 medfører at et habitat hvor store deler av vannmassene har lave nivåer av salinitet forsvinner. Habitatet er karakteristisk ved stor dynamisk påvirkning av ferskvann fra Stjørdalselva og med utskiftning av sjøvann i forbindelsen med tidevannssyklusen. Tiltak for å kompensere for bortfallet av dette område må være å konstruere et nytt tilsvarende habitat i utløpet av elva, noe som vi ikke anser som realistisk. Det har blant annet vært foreslått å konstruere en tunnel under rullebanen, men vi kan ikke se at dette vil avbøte problemet med det tapte habitat.

På samme måte vil forbedring av habitat som er viktige i ferskvannsfasen (eks. restaurering av gytebekker langs Stjørdalselva) ikke i tilstrekkelig grad kompensere for tapte habitat som er viktige for overgangen til den marine næringsvandringen, da dette ikke avhjelper problemet med tapte brakkvannsområder.

Gjennomføringen av det foreslåtte tiltak T2 medfører at et marint bløtbunnshabitat forsvinner. Et eventuelt kompensasjonstiltak måtte her være å etablere en ny tilsvarende grunn bløtbunnssone på yttersiden av utfyllingen.



Det gamle elveløpet på innersiden av Langøra, sørøst for rullebanen mot Sandfærhus. Foto: Jan Grimsrud Davidsen

7 Referanser

- Aarestrup, K., Baktoft, H., Koed, A., del Villar-Guerra, D. & Thorstad, E. B. 2014. Comparison of the riverine and early marine migration behaviour and survival of wild and hatchery-reared sea trout *Salmo trutta* smolt. – Marine Ecology Progress Series 496: 197-206.
- Anon. 2015. Status of Norwegian salmon populations in 2014. Norwegian Scientific Advisory Committee for Atlantic Salmon Management. - 6: 226.
- Arnekleiv, J. V., Rønning, L., Koksvik, J., Kjærstad, G., Alfredsen, K., Berg, O. K. & Finstad, A. G. 2007. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-2006. - Zoologisk rapport 2007-1: 141.
- Arnekleiv, J. V., Kjærstad, G., Rønning, L., Davidsen, J. G. & Sjursen, A. D. 2014. Studies on freshwater biology in the river Stjørdalsvassdraget in 2009-2013. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2014-3: 1-82.
- Berg, O. K. & Berg, M. 1987. Migrations of sea trout, *Salmo trutta* L., from the Vardnes river in northern Norway. – Journal of Fish Biology 31: 113-121.
- Berg, O. K. & Berg, M. 1989. The duration of sea and freshwater residence of the sea trout, *Salmo trutta*, from the Vardenes River in northern Norway. – Environmental Biology of Fishes 24: 23-32.
- Chernitsky, A. G., Zabruskov, G. V., Ermolaev, V. V. & Shkurko, D. S. 1995. Life history of trout, *Salmo trutta* L., in the Varsina River estuary, (The Barents Sea). – Nordic Journal of Freshwater Research 71: 183-189.
- Dahl, K. 1910. Alder og vekst hos laks belyst ved studier av deres skjæl. - Centraltrykkeriet, Kristiania. 60 s.
- Davidsen, J. G., Eldøy, S. H., Sjursen, A. D., Rønning, L., Thorstad, E. B., Næsje, T. F., Uglem, I., Aarestrup, K., Whoriskey, F. G., Rikardsen, A. H., Daverdin, M. & Arnekleiv, J. V. 2014. Habitatbruk og vandringer til sjørret i Hemnfjorden og Snillfjorden. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 6: 1-55.
- Davidsen, J. G., Flaten, A. C., Thorstad, E. B., Sjursen, A. D., Rønning, L., Whoriskey, F., Rikardsen, A. H., Finstad, B. & Arnekleiv, J. V. 2015. Sjørret post-smoltens marine vandringer og habitatbruk i Hemnfjorden, Sør-Trøndelag. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport.
- Dieperink, C., Pedersen, S. & Pedersen, M. I. 2001. Estuarine predation on radiotagged wild and domesticated sea trout (*Salmo trutta* L.) smolts. – Ecology of Freshwater Fish 10: 177-183.
- Edvardsen, H. 2011. Fjæresone. I Lindgaard, A. & Henriksen, S., (red.). Norsk rødliste for naturtyper 2011.- s. 63-68- Artsdatabanken Trondheim.
- Eldøy, S. H., Davidsen, J. G., Thorstad, E. B., Whoriskey, F., Aarestrup, K., Næsje, T. F., Rønning, L., Sjursen, A. D., Rikardsen, A. H. & Arnekleiv, J. A. 2015. Marine migration and habitat use of anadromous brown trout *Salmo trutta*. – Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 72: 1366 - 1378.
- Fiske, P. & Aas, Ø. 2001. Laksefiskeboka – om sammenhenger mellom beskatning, fiske og verdiskapning ved elvefiske etter laks, sjøaure og sjørøye. - NINA Temahefte: 1-100.
- Forsvarsbygg 2004. Biologisk mangfold på Værnes garnison, Stjørdal kommune, Nord-Trøndelag -BM-rapport 72: 1-59.
- Frost, W. E. & Brown, M. E. 1967. The trout. - Collins, London. 286 s.
- Fulton, T. W. 1904. The rate of growth of fishes. – Fisheries Board of Scotland Annual Report 22: 141-241.
- Gjelland, K. Ø., van Dijk, J., Eidnes, G., Järnegren, J. & Westergaard, K. B. 2013. Omdisporering av gammelt elveløp til flyplassareal ved Langøra Sør - konsekvenser for strømningsforhold, marint biologisk liv, strandsonevegetasjon og pattedyr i området. - NINA Minirapport 446: 1-35.
- Gjelland, K. Ø., Serra-Llinares, R. M., Hedger, R. D., Arechavala-Lopez, P., Nilsen, R., Finstad, B., Uglem, I., Skilbrei, O. T. & Bjørn, P. A. 2014. Effects of salmon lice infection on the behaviour of sea trout in the marine phase. – Aquaculture Environment Interactions 5: 221-233.
- Jensen, J. L. A. & Rikardsen, A. H. 2008. Do northern riverine anadromous Arctic charr *Salvelinus alpinus* and sea trout *Salmo trutta* overwinter in estuarine and marine waters? – Journal of Fish Biology 73: 1810-1818.
- Jensen, J. L. A. & Rikardsen, A. H. 2012. Archival tags reveal that Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta* can use estuarine and marine waters during winter. – Journal of Fish Biology 81: 735-749.

- Jensen, J. L. A., Rikardsen, A. H., Thorstad, E. B., Suhr, A. H., Davidsen, J. G. & Primicerio, R. 2014. Water temperatures influence the marine area use of *Salvelinus alpinus* and *Salmo trutta*. – Journal of Fish Biology 84: 1640–1653.
- Jonsson, B. 1981. Life histories strategies of Brown trout. I University of Oslos. Oslo.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2006a. Life history of the anadromous trout *Salmo trutta*. I: Sea trout: biology, conservation and management. I Harris, G. & Milner, N., (red.). Proceedings of the First International Sea Trout Symposium, Cardiff, July 2004.- s. 196-223- Blackwell Oxford, UK.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2006b. Life-history effects of migratory costs in anadromous brown trout. – Journal of Fish Biology 69: 860-869.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2011. Ecology of Atlantic salmon and brown trout: habitat as a template for life histories. - Springer Science+Buisness Media B.V., London. 680 s.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J. B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M. F. & Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L., and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. – Ecology of Freshwater Fish 12: 1-59.
- Koed, A., Baktoft, H. & Bak, B. D. 2006. Causes of mortality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) smolts in a restored river and its estuary. – River Research and Applications 22: 69-78.
- Koksvik, J. I. & Steinnes, E. 2005. Strontium content of scales as a marker for distinguishing between sea trout and brown trout. – Hydrobiologia 544: 51-54.
- Le Cren, E. D. 1951. The lenght-weight relationship and seasonal cucle in gonad weight and condition in perch (*Perca fluviatilis*). – Journal of Animal Ecology 20: 201 - 209.
- Lea, E. 1910. On the methods used in herring investigations. – Publications du Circonstance Conseil Permanent International pour l 'Bploration de la Mer 53: 7-25.
- Middlemas, S. J., Stewart, D. C., Mackay, S. & Armstrong, J. D. 2009. Habitat use and dispersal of post-smolt sea trout *Salmo trutta* in a Scottish sea loch system. – Journal of Fish Biology 74: 639-651.
- Nall, G. H. 1930. The life of the sea trout. - Seeley, Service and Co., London. 335 s.
- Pincock, D. G. 2012. False Detections: What they are and how to remove them from detection data. - Vemco Application Note: 1-11.
- Pratten, D. J. & Shearer, W. M. 1983. The Migrations of Noth Esk sea trout. – Fisheries Management 14: 99-113.
- Svenning, M. A. & Christensen, G. N. 1996. Fiskeribiologiske undersøkelser og utsettinger av røye i Bardumagasinet. - Norsk Institutt for Naturforskning. Oppdragsmelding: 1-20.
- Thorstad, E. B., Todd, C. D., Uglem, I., Bjorn, P. A., Gargan, P. G., Vollset, K. W., Halttunen, E., Kålås, S., Berg, M. & Finstad, B. 2016. Marine life of the sea trout. – Marine Biology 163: 47.
- Závorka, L., Slavík, O. & Horký, P. 2014. Validation of scale-reading estimates of age and growth in a brown trout *Salmo trutta* population. – Biologia 69: 691-695.

NTNU Vitenskapsmuseet er en enhet ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, NTNU.

NTNU Vitenskapsmuseet skal utvikle og formidle kunnskap om natur og kultur, samt sikre, bevare og gjøre de vitenskapelige samlingene tilgjengelige for forskning, forvaltning og formidling.

Institutt for naturhistorie driver forskning innenfor biogeografi, biosystematikk og økologi med vekt på bevaringsbiologi. Instituttet påtar seg forsknings- og utredningsoppgaver innen miljøproblematikk for ulike offentlige myndigheter innen stat, fylker, fylkeskommuner, kommuner og fra private bedrifter. Dette kan være forskningsoppgaver innen våre fagfelt, konsekvensutredninger ved planlagte naturinngrep, for- og etterundersøkelser ved naturinngrep, fauna- og florakartlegging, biologisk overvåking og oppgaver innen biologisk mangfold.

ISBN 978-82-8322-106-0
ISSN 1894-0056

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/vitenskapsmuseet