Jan Grimsrud Davidsen, Aslak Darre Sjursen, Lars Rønning, Anette Grimsrud Davidsen, Sindre Håvarstein Eldøy, Marc Daverdin & Gaute Kjærstad

Utbygging av ny E6 ved Hellstranda – kartlegging av områdebruk til sjøørret og laks, samt forslag til kompenserende tiltak



NTNU Vitenskapsmuseet
naturhistorisk rapport 2021-10

NTNU
Vitenskapsmuseet

NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2021-10

Jan Grimsrud Davidsen, Aslak Darre Sjursen, Lars Rønning, Anette Grimsrud Davidsen, Sindre Håvarstein Eldøy, Marc Daverdin & Gaute Kjærstad

Utbygging av ny E6 ved Hellstranda – kartlegging av områdebruk til sjøørret og laks, samt forslag til kompenserende tiltak

NTNU
Vitenskapsmuseet

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/web/museum/publikasjoner

Referanse
Davidsen, J.G., Sjursen, A.D., Rønning, L., Davidsen, A.G, Eldøy, S.H., Daverdin, M. & Kjærstad, G. 2021. Utbygging av ny E6 ved Hellstranda – kartlegging av områdebruk til sjøørret og laks, samt forslag til kompenserende tiltak – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2021-10:1-63.

Trondheim, November, 2021

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

Ansvarlig signatur
Ingrid Erthus Mathisen (instituttleder)

Kvalitetssikret av
Dag-Inge Øien

Publiseringstype
Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto
Hellstranda med Billedholmen i bakgrunnen Foto: Jan Grimsrud Davidsen

www.ntnu.no/museum

ISBN 978-82-8322-296-8
ISSN 1894-0056

Sammendrag

Davidsen, J.G., Sjursen, A.D., Rønning, L., Davidsen, A.G, Eldøy, S.H., Daverdin, M. & Kjærstad, G. 2021. Utbygging av ny E6 ved Hellstranda – kartlegging av områdebruk til sjøørret og laks, samt forslag til kompenserende tiltak. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2021-10:1-63.

I forbindelse med bygging av ny E6 mellom Trondheim og Værnes er det planlagt utfylling av Hellstranda ved utløpet av Stjørdalselva. Videre er det planlagt en utvidelse av Værneskrysset som vil ha en påvirkning på det gamle elveleiet øst for Langøra sør. Som en konsekvens av dette er det satt som krav at det skal gjøres en naturfaglig utredning som viser konsekvenser for sjøørret og laks av planlagte tiltak. Videre skal det utarbeides en plan for gjennomføring av avbøtende og kompenserende tiltak. Hensikten med denne undersøkelsen er å få bedre kunnskap om områdebruk til sjøørret og laks i området, samt komme med forslag til avbøtende og kompenserende tiltak. Ved hjelp av elektronisk merking (akustisk telemetri) av enkeltfisk med individuelt kodede sendere ble det i perioden august 2020 til september 2021 dokumentert hvor fiskene oppholdt seg.

Resultatene viste at det planlagte tiltaksområdet ved Hellstranda er et viktig beiteområde for sjøørret. Sjøørreten ble observert i området året rundt, men vår og sommer var den viktigste perioden. De fleste sjøørretveteraner (sjøørret som har vært minst en sesong i sjøen før de ble merket) oppholdt seg i området fra slutten av april til slutten av september, mens flest ørretsmolt (førstegangsvandrere) ble registrert i mai måned. Det gamle elveleiet øst for Langøra sør er tilsvarende et viktig beiteområde for sjøørret, men med den forskjell at sjøørreten i større grad enn ved Hellstranda også oppholder seg her om vinteren.

Fangst av smolt i Gråelva, ei sideelv til Stjørdalselva, viste at ørretsmolten fra dette vassdraget vandret ut gjennom hele siste halvdel av april og hele mai måned. I smoltskruen ved Sona bru i hovedelva, oppstrøms Gråelva, ble de første ørretsmoltene fanget i midten av april, men flest smolt ble fanget i siste halvdel av mai måned. Flest ørretsmolt (77 %) ankom elveosen om natten.

Sjøørreten ved Hellstranda og i det gamle elveleiet ved Langøra sør oppholdt seg gjennom hele perioden hovedsakelig i brakkvannet i de øvre vannlagene (gjennomsnittlig svømmedybde 1,5-2,0 m) og ikke i det mer marine vannlaget nærmest bunnen.

Under utvandringen fra overvintringsstedene i Stjørdalselva brukte laksen kun kort tid ved Hellstranda, og i det gamle elveleiet ved Langøra sør. Generelt oppholdt både laksestøinger og laksesmolt seg mindre enn en dag i elveosen. Selv om oppholdstiden i elveosen for laks var kort kan den likevel representere en viktig fase, spesielt for smolten, da overgangen fra ferskvann til sjøvann er en mer sårbar fase for smolt enn støinger. Dette da forholdet mellom overflate og volum hos smolten er større enn hos støinger og det er dermed mer krevende å regulere saltbalansen.

Overvåkningen av smoltutvandringen i Stjørdalselva og sideelva Gråelva viste at laksesmolten fra Gråelva vandret ut i første halvdel av mai, mens laksesmolten fra hovedelva og sidevassdrag oppstrøms Gråelva hovedsakelig vandret ut i siste halvdel av mai. Utvandringen fortsatte antakeligvis inn i juni, men overvåkningen ble av hensyn til sportsfisket avsluttet 28 mai. Flest laksesmolt (69 %) ankom elveosen om natten.

Tre oppvandrende laks ble merket i elveosen i august 2020. Disse brukte hele undersøkelsesområdet fram til oktober hvorpå de vandret opp i elva – antakeligvis for å gyte. Med unntak av én laks som ble merket i desember, ble resterende laks merket i Stjørdalselva før utvandringen i mai 2021. Det er derfor foreløpig få data på hvor lenge laksen oppholder ved Hellstranda eller i det gamle elveleiet når den vandrer fra fjorden til elva om høsten.

Den kraftige økningen i aktivitetsnivå i mai til juli måned ved både Hellstranda, det gamle elveleiet og hovedelva viser at alle tre områder er viktige beiteområder for sjøørret om sommeren. Tap av beiteområder i elveosen grunnet den planlagte utbyggingen av ny E6 vil øke konkurransen om mattilgangen i de resterende områder rundt Hellstranda og i det gamle elveleiet. Da gunstige næringsarealer i elveosen til Stjørdalselva, i forbindelse med flyplassutbyggingen på 1950-tallet, allerede er kraftig modifisert vil ytterligere inngrep forverre situasjonen for sjøørreten. Videre viser både denne og en tidligere undersøkelse av områdebruk til sjøørret ved Langøra sør, at habitatet i det gamle elveløpet er spesielt viktig for de yngste sjøørretveteranene ved lave vanntemperaturer om vinteren og tidlig på våren. Da både sjøørret og laks er arter under stort press, anbefales det derfor på det sterkeste å redusere nedbyggingen til det absolutt nødvendige og å kompenseres for arealer tilsvarende det som går tapt.

For laks vil nedbygging av deler av elveosen i forbindelse med den planlagte utbyggingen av ny E6 ikke ha like store konsekvenser som for sjøørreten. Årsaken er at laksen oppholder seg i dette område i vesentlig kortere tid enn sjøørreten. Likevel er overgangssonen med brakkvann viktig, spesielt for laksesmolten, og avbøtende og kompenserende tiltak til det beste for sjøørreten vil derved også være gunstige for laksen.

Da kartleggingen av områdebruken til sjøørret og laks har vist at spesielt sjøørreten bruker området aktivt anbefales følgende avbøtende tiltak i anleggsfasen:

1) *Overvåke, på dag-til-dag basis, atferd og stressnivå til voksen sjøørret i elveosen med henblikk på å kunne justere gjennomføringa av enkeltaktiviteter om disse skulle ha ekstra stor påvirkning på sjøørreten i området.*
2) *Å unngå sprenging og utfylling i tidsrommet 21:00 – 06:00 ved og i elveosen i hovedutvandringsperioden for ørretsmolt og laksesmolt 15. april – 1. juni.*

Tre ulike tiltak anbefales for å avbøte negative effekter av endt utbygging:

1) *Redusere utfyllingsareal til det som er strengt nødvendig for bygging av ny E6.*
2) *Tilrettelegge den nye strandsonen langs Hellstranda slik at den blir best mulig for laksefisk. Grunne sand- og siltområder som blottlegges ved fjære sjø inn mot den nye forbygningen vil være viktige.*
3) *Øke åpningen mellom det gamle elveleie og hovedelva slik at det tilsikres at ferskvann fra elva og marint vann fra fjorden fortsatt kan strømme inn og ut. I forbindelse med tidligere tiltak i elva har det oppstått en økt tilsanding i ytre del av det gamle elveleiet slik at dette på sikt kan lukke helt igjen om ikke tiltak gjennomføres.*

Kartleggingen av områdebruken til sjøørret og laks ved Hellstranda støtter opp om tidligere foreslåtte kompensasjonstiltak. Da kartleggingen viste at de eksponerte grunne sand- og siltområder som blottlegges ved fjære sjø er viktige beiteområder for spesielt sjøørret, må kompenserende tiltak tilsvare et slikt habitat. Forslag to og fire tilfredsstiller dette kravet:

1) *Omgjøring av det grunne sjøområdet mellom sjetéen og flystripa.*
2) *Omlegging av elveutløpet ved å anlegge en ny molo fra Billedholmen.*

Nøkkelord: akustisk telemetri – brunørret – bærekraftig kystsoneplanlegging – laks – migrasjon – områdebruk – *Salmo salar* – *Salmo trutta*

Davidsen, J.G., Sjursen, A.D., Rønning, L., Davidsen, A.G, Eldøy, S.H., Daverdin, M. & Kjærstad, G. NTNU Vitenskapsmuseet, Institutt for naturhistorie, NO-7491 Trondheim

Summary

Davidsen, J.G., Sjursen, A.D., Rønning, L., Davidsen, A.G, Eldøy, S.H., Daverdin, M. & Kjærstad, G. 2021. Construction of new E6 Highway at Hellstranda - area use of anadromous brown trout and Atlantic salmon og suggestions for compensatory measures. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2021-10:1-63.

As part of building of a new highway (E6) between Trondheim and Værnes in central Norway, plans are in place to fill part of Hellstranda beach, a part of the river Stjørdalselva estuary, with boulders. An extension of the road intersection Værneskrysset is also included in the plans for the new highway, which may ultimately have an impact on the old riverbed east of Langøra sør. The purpose of our study was to use electronic tagging of individual fish with acoustic transmitters (acoustic telemetry) during August 2020 to September 2021 to better understand the behavior and space use of individual anadromous brown trout (sea trout, *Salmo trutta*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) at Hellstranda beach and in the old riverbed at Langøra sør. Information from this study was used to evaluate possible negative impacts of the road building on these fish species and develop and evaluate mitigation measures that may reduce these negative impacts.

The results showed that the planned intervention area at Hellstranda is an important feeding area for sea trout. Sea trout were observed in this area year-round, but with spring and summer as the most important periods. Most sea trout veterans (sea trout that have been at sea for at least one season before being tagged) stayed in the area from late April to late September, while most trout smolts (first-time migrants) were registered in May. The old riverbed east of Langøra sør is also an important feeding area for sea trout, and in this area, they were also commonly detected during the winter.

Monitoring of sea trout smolt with a fyke net in river Gråelva, a tributary to river Stjørdalselva, showed that smolts from this river migrated downstream during the whole period when the trap was in operation (15 April – 28 May). In the rotary screw trap at Sona bridge in the main river (upstream of river Gråelva), the first trout smolts were caught in mid-April, but most smolts were caught in the last half of May. Most sea trout smolts arrived in the estuary during the night (77% of tagged smolts).

During the tracking period, the sea trout at Hellstranda and in the old riverbed at Langøra sør remained in the brackish water in the upper water layers of the water column (mean swimming depth 1.5-2.0 m) and not in the more saline water layer closest to the bottom.

The Atlantic salmon spent only a short time at Hellstranda and in the old riverbed at Langøra sør when they migrated from the river to their feeding grounds at sea. In general, both salmon kelts and smolts stayed less than a day in the river estuary. Although the residence time in the river mouth for salmon was short, the transition phase can still represent an important part of the seaward migration, particularly for salmon smolts. In comparison to adult stages of the salmon's life cycle, it is more demanding for smolts to regulate salt balance when move from freshwater to sea water. This makes them more vulnerable also to other negative impacts, and this is a critical phase of their life cycle.

The monitoring of the salmon smolt migration in Stjørdalselva watercourse showed that salmon smolts from the tributary Gråelva migrated out during the first half of May, while salmon smolts from the main river and tributaries upstream of river Gråelva mainly migrated out during the last half of May. The seaward migration most likely continued into June, but the monitoring was terminated on 28 May due to the start of the angling season in the river. Most salmon smolts (69%) arrived the estuary at night.

Three salmon were tagged in the river mouth in August 2020 when they returned from the marine feeding migration. These fish used the entire survey area until October, after which they migrated upstream in the river - probably to spawn. Excluding one salmon tagged in December, the remaining salmon were all tagged in river Stjørdalselva prior to the seaward migration in May 2021. Consequently, there are only few data available on spatio-temporal habitat use of returning salmon kelts at Hellstranda and in the old riverbed at Langøra sør.

The significant increase in sea trout activity levels in May to July at both Hellstranda, the old riverbed at Langøra sør and in the main river channel running through the estuary showed that all three areas are important feeding areas for sea trout in the summer. Loss of feeding areas in the estuary, due to the planned development of new E6, will likely increase competition for food in the remaining areas around Hellstranda and in the old riverbed. As favorable estuarine feeding areas in river Stjørdalselva already have been heavily modified, mainly due to the airport development in the 1950s, further interventions will worsen the situation for sea trout. Furthermore, both the current and a previous study of area use for the sea trout at Langøra sør, indicated that the habitat in the old riverbed is especially important for the youngest sea trout veterans at low

water temperatures in winter and early spring. It is therefore strongly recommended to reduce the degradation of the estuary to a minimum and then, as far as possible, to compensate for degraded areas corresponding to what is lost.

For Atlantic salmon, the habitat alterations in parts of the estuary will have less consequences than for sea trout since the salmon spent a significantly shorter time in this area than the sea trout. Nevertheless, the transition zone with brackish water is important, especially for salmon smolts, and mitigating and compensatory measures for the benefit of sea trout will thus also be favorable for salmon.

As the mapping of the area use for sea trout and salmon has shown that sea trout in particular use the area actively, the following mitigating measures are recommended during the construction phase:

1) *Monitor, on a day-to-day basis, behavior and stress level of adult sea trout in the river estuary to be able to adjust specific activities related to the road construction* since these may have *an extra-large impact on sea trout in the area.*
2) *Avoid blasting and backfilling in or nearby the estuary between 21:00 - 06:00 during the main migration period (15 April - 1 June) for brown trout and Atlantic salmon smolts.*

Three different measures are recommended to mitigate the negative effects of the completed development:

1) *Reduce the degradation of the estuary to a minimum strictly necessary for the construction of a new E6.*
2) *Adapt the new beach zone along Hellstranda so it consists of shallow sand and silt areas that are exposed at low tide towards.*
3) *Increase the opening between the old riverbed at Langøra sør and the main river so as to ensure that fresh water from the river and marine water from the fjord can still flow in and out.*

Further, the current survey supports previously proposed compensation measures. As the survey showed that the shallow sand and silt areas, which are exposed at low tide, are important feeding areas for sea trout in particular, compensatory measures must correspond to such a habitat. Two suggestions include construction of new tidal flats influenced by brackish water and do hence satisfy this requirement.

1) *Construction of a new shallow sea area with tidal flats between Sjetéen and the airport runway.*
2) *Restructuring of the river outlet by constructing a new pier from Billedholmen.*

Key words: acoustic telemetry – area use – Atlantic salmon – brown trout – coastal zone planning – migratory behaviour – *Salmo salar* – *Salmo trutta*

Davidsen, J.G., Sjursen, A.D., Rønning, L., Davidsen, A.G, Eldøy, S.H., Daverdin, M. & Kjærstad, G. NTNU University Museum, Department of natural history, NO-7491 Trondheim

Innhold

Sammendrag 3
Summary 5
Innhold 7
Forord 8
1 Innledning 9
2 Materiale og metode 10
2.1 Områdebeskrivelse 10
2.2 Målinger av vanntemperatur og salinitet 13
2.3 Fangst og merking av sjøørret med akustiske sendere 16
2.4 Registering av vandringsatferd ved akustiske lyttestasjoner 19
2.5 Tilbakeberegning av alder og lengdevekst 20
2.6 Dataanalyser av kjønn og art 20
2.7 Dataanalyser av vandringsatferd og områdebruk 20
3 Resultater 22
3.1 Kondisjon, smoltalder og vekstrate 22
3.2 Sjøørretens bruk av ulike områder rundt Hellstranda og Langøra 23
3.3 Laksens bruk av ulike områder rundt Hellstranda og Langøra 34
3.4 Sjøørretens og laksens bruk av brakkvann *versus* marint vann ved Hellstranda 43
3.5 Sjøørretens og laksens bruk av brakkvann *versus* marint vann ved Langøra sør 44
4 Sanntids overvåkning av sjøørret ved Hellstranda 45
5 Diskusjon 51
5.1 Sjøørretens bruk av tiltaksområdene ved Hellstranda og Langøra sør 51
5.2 Laksens bruk av tiltaksområdene ved Hellstranda og Langøra sør 52
6 Forslag til avbøtende og kompenserende tiltak 54
6.1 Avbøtende tiltak 54
6.1.1 Avbøtende tiltak i anleggsfasen 54
6.1.2 Avbøtende tiltak i forbindelse med ferdig utfylling 55
6.2 Kompenserende tiltak 55
7 Referanser 60

Forord

NTNU Vitenskapsmuseet har av Nye Veier AS og Acciona Construction via konsulentfirmaet Rambøll AS fått i oppdrag å kartlegge konsekvenser for sjøørret og villaks ved utbygging av ny E6 i utløpet av Stjørdalselva. Videre skal det foreslås avbøtende og kompenserende tiltak for tapte habitat og andre økologiske effekter. NTNU Vitenskapsmuseet har fått ansvar for å kartlegge sesongmessig variasjon i områdebruk til sjøørret og villaks i selve elveosen.

I tillegg til kartleggingen av områdebruk til sjøørret og laks fikk NTNU Vitenskapsmuseet i oppdrag å utvikle et overvåkningsprogram slik at en i sanntid kan evaluere om sjøørret som oppholder seg i området ved Hellstranda blir negativt påvirket i anleggsfasen.

NTNU Vitenskapsmuseet og NINA fikk i 2021 midler fra Sjømat Norge Midt til å merke 100 smolt for å kartlegge overlevelse under utvandring gjennom Trondheimsfjorden. Da disse smoltene passerte Hellstranda, og derved også ble registrert på lyttestasjonene utplassert her, er data om områdebruk fra disse fiskene inkludert i datasettet som analyseres.

Forfatterne ønsker med dette å takke for oppdraget og for god informasjonsflyt fra Nye Veier, Acciona Construction og Rambøll underveis. Takk også til Avinor, Forsvarsbygg og Hell Hotell for tilgang til deres områder i forbindelse med utplassering av utstyr for overvåkning av fisk. Stjørdal jeger- og fiskerforening, Øystein Nordeide Kielland, Eva Thorstad og Ingvild og Sindre Grimsrud Davidsen takkes alle for praktisk hjelp i forbindelse med fangst og merking av fisk.

Innsamlede data i dette prosjektet, inklusive de 100 ekstra smolt nevnt over, vil inngå i to ulike masteroppgaver (Catrine Schulze og Signe Brekke Harbak) ved NTNU Vitenskapsmuseet som publiseres sommeren 2022. Begge studentene deltok i feltarbeidet under hele prosjektperioden.

Trondheim, november 2021

Jan Grimsrud Davidsen
prosjektleder

1 Innledning

Sjøørret (*Salmo trutta*) og laks (*Salmo salar*) er anadrome fisk som vandrer mellom gyte- og oppvekstområder i ferskvann og næringsområder i sjøen. Begge arter er populære sportsfisk (Liu mfl. 2019), og det foregår et betydelig fiske etter både sjøørret og laks i mange innsjøer, elver og kystnære områder langs norskekysten. Trolig fiskes det antallsmessig mer sjøørret enn laks i Norge, men mye av sjøørreten fiskes i mindre vassdrag og i sjøen, og blir trolig underregistrert i fangststatistikken (Fiske & Aas 2001).

Det har gjennom de siste tiårene vært en kraftig tilbakegang i norske sjøørretbestander. I en klassifisering av tilstanden til 430 bestander, ble det vurdert at kun 20 % av bestandene hadde en god eller svært god tilstand (85 bestander) (Anon. 2019). Nesten halvparten av bestandene var i dårlig eller svært dårlig tilstand (208 bestander). De øvrige 137 bestandene var i moderat tilstand. Den klart største negative påvirkningen på sjøørreten var lakselus, som påvirket svært mange av de vurderte bestandene. Vannkraftregulering og landbruk hadde også en sterk negativ innvirkning på mange bestander. Deretter kom samferdsel og fangst som viktige påvirkninger.

Laksebestandene har også hatt en kraftig tilbakegang. Arten er vurdert til nær truet NT for Norsk rødliste for arter 2021 https://artsdatabanken.no/lister/rodlisteforarter, og krever derfor spesielle hensyn og tiltak. Men i motsetning til laksen som gjennomfører store deler av fødevandringen sin til havs, oppholder sjøørret seg i fjorder og ved kysten etter utvandringen fra ferskvann. Mange kystnære områder er under press fra akvakultur, gruvedrift, havneutbygging, sportsfiske og annen menneskelig aktivitet, og dette medfører at sjøørreten i enda større grad enn laksen blir påvirket av menneskelig aktivitet under sjøoppholdet.

I forbindelse med utbygging av E6 mellom Reppeskrysset i Trondheim og Værneskrysset i Stjørdal, er det planlagt utfylling ved Hellstranda ved utløpet av Stjørdalselva. Videre er det planlagt en utvidelse av Værneskrysset som vil ha en påvirkning på det gamle elveleiet øst for Langøra S. I reguleringsbestemmelser for Hellstranda (Stjørdal kommune 2020) er det satt krav om gjennomføring av forundersøkelser av laksefiskens habitatbruk som skal brukes i en naturfaglig utredning som viser konsekvenser for sjøørret og laks av planlagte tiltak. Det er også satt krav om utarbeidelse av en plan for gjennomføring av avbøtende tiltak i anleggsfasen samt kompenserende tiltak. Konkret utforming og utførelse av aktuelle tiltak avklares etter samråd med Statsforvalteren i Trøndelag.

Det ble derfor gjennomført en forundersøkelse av laksefiskens habitatbruk i utløpsområdet til Stjørdalselva, hvor hensikten var å få bedre kunnskap om områdebruk til sjøørret og laks i området ved Hellstranda og Langøra sør. Ved hjelp av elektronisk merking (akustisk telemetri) av enkeltfisk med individuelt kodede sendere ble det dokumentert når i perioden august 2020 til september 2021 sjøørretveteraner og laksestøinger (individer som har vært i sjøen før) oppholdt seg i området. Videre ble områdebruken til lakse- og ørretsmolt (førstegangsvandrene) i tiltaksområdet kartlagt under utvandringen i april-juni 2021. Spesielt fokus var på Hellstranda, hvor ny E6 skal fylle ut deler av elveosen. Temperatursensorer i de akustiske fiskemerkene ga sammen med temperatur- og salinitetsdataloggere i sjøen informasjon om hvorvidt sjøørreten og laksen primært oppholdt seg i marint vann eller brakkvann. Den samlede kunnskapen, sammen med tilsvarende informasjon fra andre kartlegginger av habitatbruken til sjøørret og laks, samt kunnskap om bunnforhold i tiltaksområdet innsamlet av NINA, ble derpå brukt til å anbefale avbøtende og kompenserende tiltak i forbindelse med utbygging av E6 i området Hellstranda. I tillegg til førkartleggingen ble det utviklet et overvåkningsprogram for å overvåke sjøørret ved Hellstranda i sanntid under anleggsfasen. Resultatene fra dette delprosjektet rapporteres i et eget kapittel (kap. 4).

2 Materiale og metode

Vandringer og områdebruk til sjøørret og laks som oppholdt seg ved Hellstranda eller i områdene rundt ble kartlagt ved hjelp av elektroniske merker som sender ut et akustisk signal som igjen fanges opp av et nettverk av lyttestasjoner (akustisk telemetri). Rekkevidden er typisk på 50 – 400 m og muliggjør derfor kartlegging over et større område.

2.1 Områdebeskrivelse

Hellstranda ligger ved det nye utløpet fra Stjørdalselva (figur 1). Det gamle utløpet ble avstengt rundt 1957 i forbindelse med bygging av flyplassen på Trondheim lufthavn, Værnes. Dette resulterte i Halsøen våtmarksområde nord for flystripa, Sandfærhus våtmarksområde sør for flystripa, og nytt elveløp rett fram og ut i Trondheimsfjorden ved Billedholmen slik det er i dag. Rester av det gamle elveleiet eksisterer fortsatt øst for Langøra S. I utløpet til Stjørdalselva ble det i forbindelse med omleggingen konstruert en sjeté (steinmolo) langs nordsiden, og en badestrand langs sørsiden (Hellstranda friluftsområde). Langs dagens E6 ble elvebredden steinsatt med store steinblokker. På grunn av moloen ble det dannet et stort gruntvannsbasseng mellom Billedholmen og Hellstranda. Området er kraftig påvirket av tidevannet fra Trondheimsfjorden. Arealene som tørrlegges ved lavvann (bilde 1) er hovedsakelig bløtbunnsområder med materialer fra bløt mudder til grovere sand. Større partier er dekt med grov sandbunn og småstein. Grunne brakkvannshabitat med bløtbunn er verdifulle, da de ofte danner et viktig næringsgrunnlag for fugl og fisk, og slike områder er typisk en del av deltaer som er oppført som VU (sårbar) på «rødlista for naturtyper», blant annet på grunn av nedbygging (Erikstad mfl. 2018). På utsiden av Langøra er det eksponert havstrand med sandbanker (Forsvarsbygg 2004).

Figur 2 viser utsnitt fra plankart, med ny vegtrase nord for eksisterende trase, samt potensiell løsning i den nye strandsonen. Med planene for utbyggingen av ny E6 vil det fylles igjen 40 000 m^2 (± 20%) med fjæreområder og friluftsområde langs Hellstranda (Lein mfl. 2021).

Elveosen til Stjørdalselva kan grovt sett deles opp i tre områder:

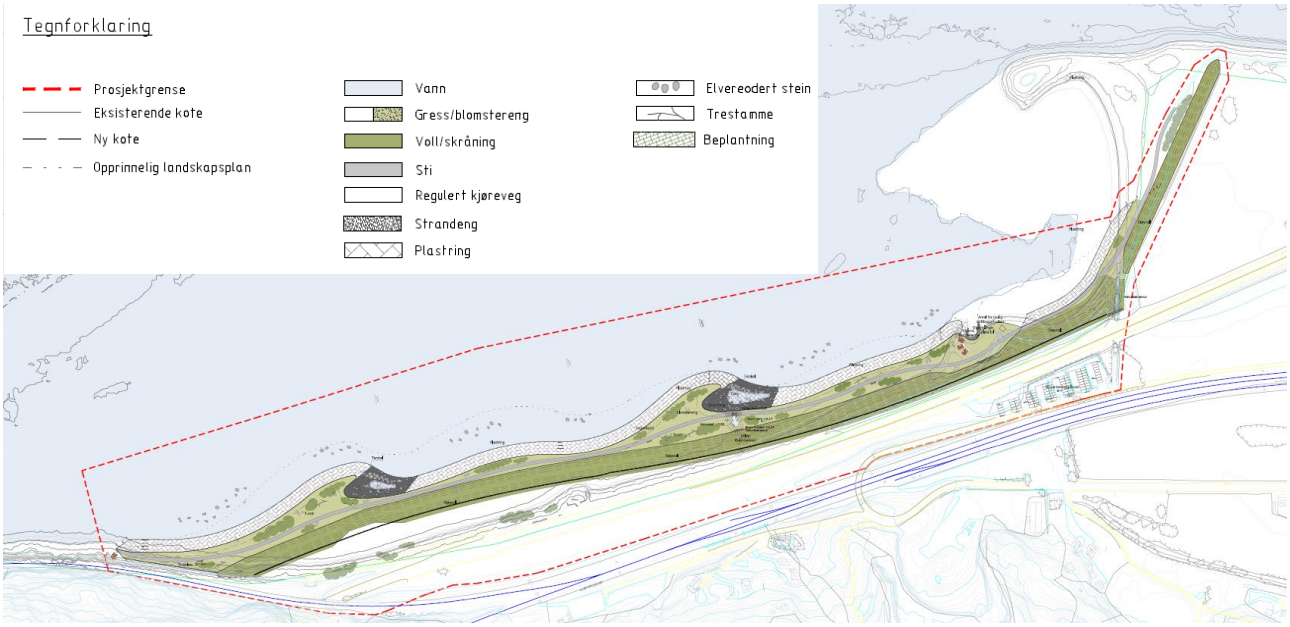
- Hellstranda (lyttestasjonene H8 -H10, figur 3) hvor det er planlagt utfylling i forbindelse med ny E6 mellom Trondheim og Værnes,
- hovedelva (lyttestasjonene H11-H13, H30) og
- det gamle elveleiet øst for Langøra sør (Lyttestasjonene H16 og H17).

Mens Hellstranda er direkte eksponert for bølgeslag fra Trondheimsfjorden, ligger det gamle elveleiet beskyttet bak Langøra S. Videre er Hellstranda mer påvirket av tidevannet enn det gamle elveleiet da det er bygd en terskel i hovedelva, nedstrøms det gamle elveleiet, som minker effekten av tidevannet. Det gamle elveleiet fremstår derfor som en roligere og mindre eksponert del av elveosen enn Hellstranda. Spesielt om vinteren kommer dette tydelig fram, da Hellstranda kan ha store oppstuvinger av tykke isflak mens isen stort sett ligger rolig på det gamle elveleiet. Store deler av Hellstranda og deler av det gamle elveleiet tørlegges ved fjære sjø (bilde 1), men hvor mye avhenger av månefase og vannføring i Stjørdalselva. Dette skiller disse to områdene fra hovedelva som hele tiden er vanndekt.

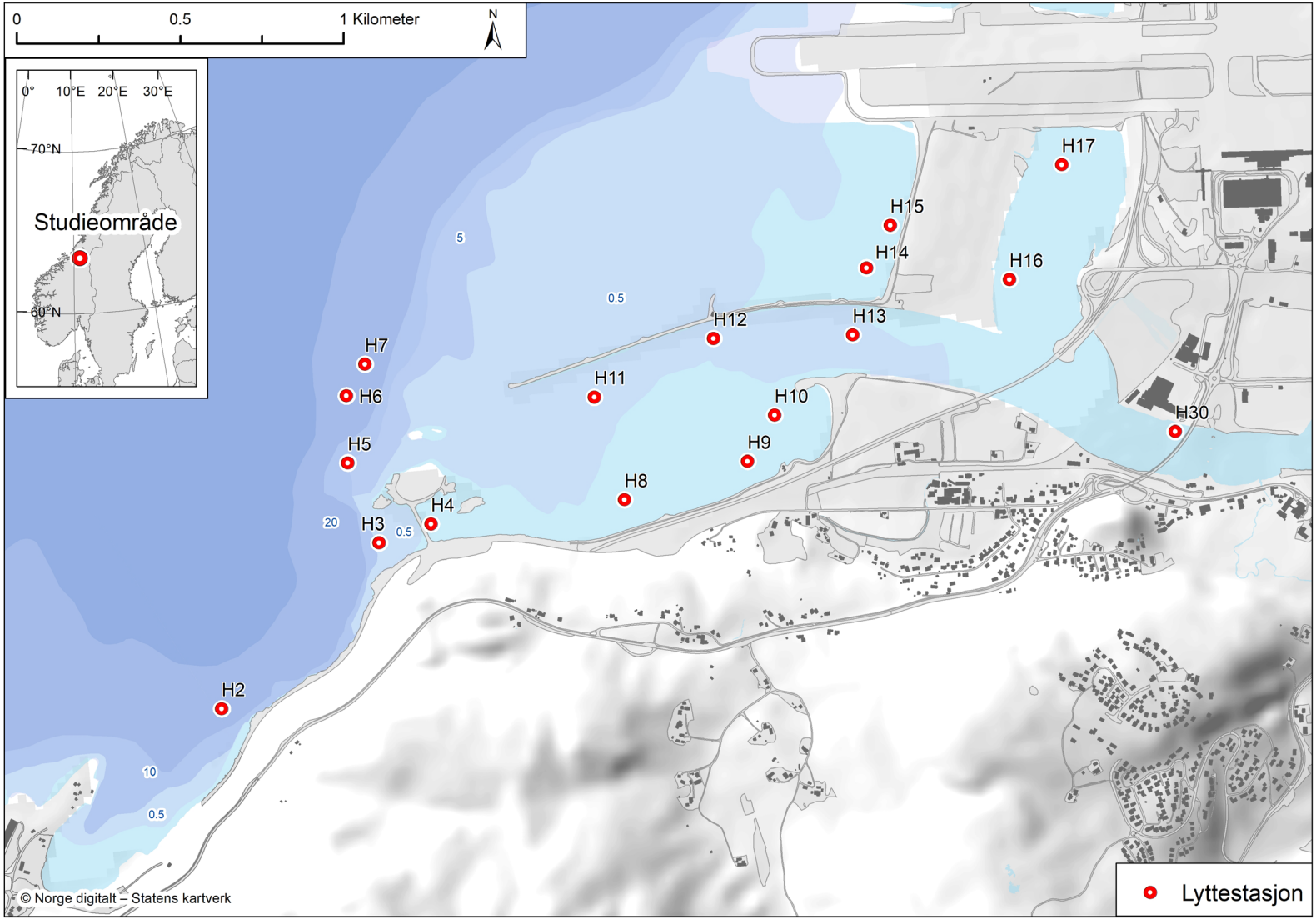
I perioden 18. november – 18. desember 2020 ble det fylt ut et mindre område med planlagt areal på 4000 m^2 (Lilleeng 2021) for riggplass nær den nordlige åpningen av Helltunellen. Utover dette foregikk det ikke noe utfylling av strandsonen ved Hellstranda eller i det gamle elveleiet i undersøkelsesperioden august 2020 til september 2021.



Figur 1. Elveutløpet av Stjørdalselva slik det ser ut i dag, med flystripa ved Værnes lufthavn i nord, Sandfærhus i øst, og utløpet av Stjørdalselva inklusive området mellom Billedholmen og Hellstranda på kartet sørover mot strandsonen. Landtunga sør for flystripa heter Langøra sør, og derfra er det en steinmolo (sjetée) vestover langs Stjørdalfjorden. Målestokk: Avstanden mellom spissen av Hellstranda og Billedholmen er ca. 1,1 km. Kartet er hentet fra Norgeskart.no.



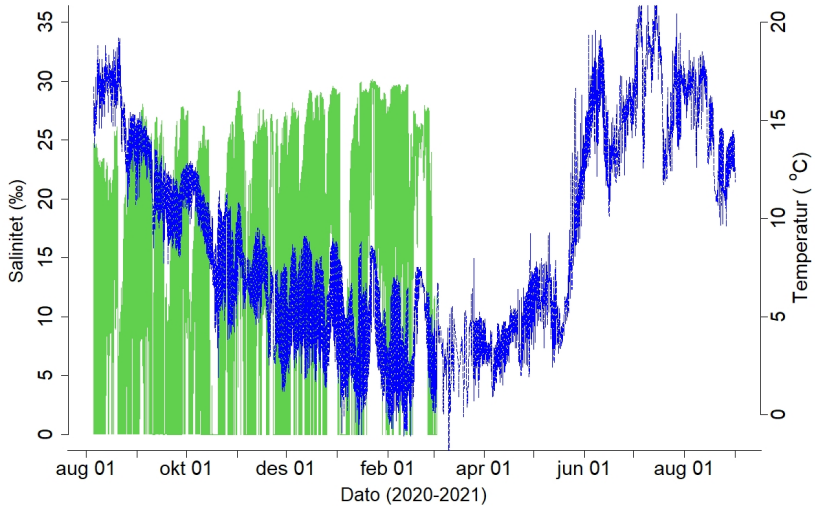
Figur 2. Landskapsplan for Hellstranda etter utfylling. Figuren er utarbeidet av Rambøll (Lein mfl. 2021).



Figur 3. Plassering av lyttestasjoner (rød sirkel med hvit prikk) i utløpet av Stjørdalselva og områdene rundt.

2.2 Målinger av vanntemperatur og salinitet

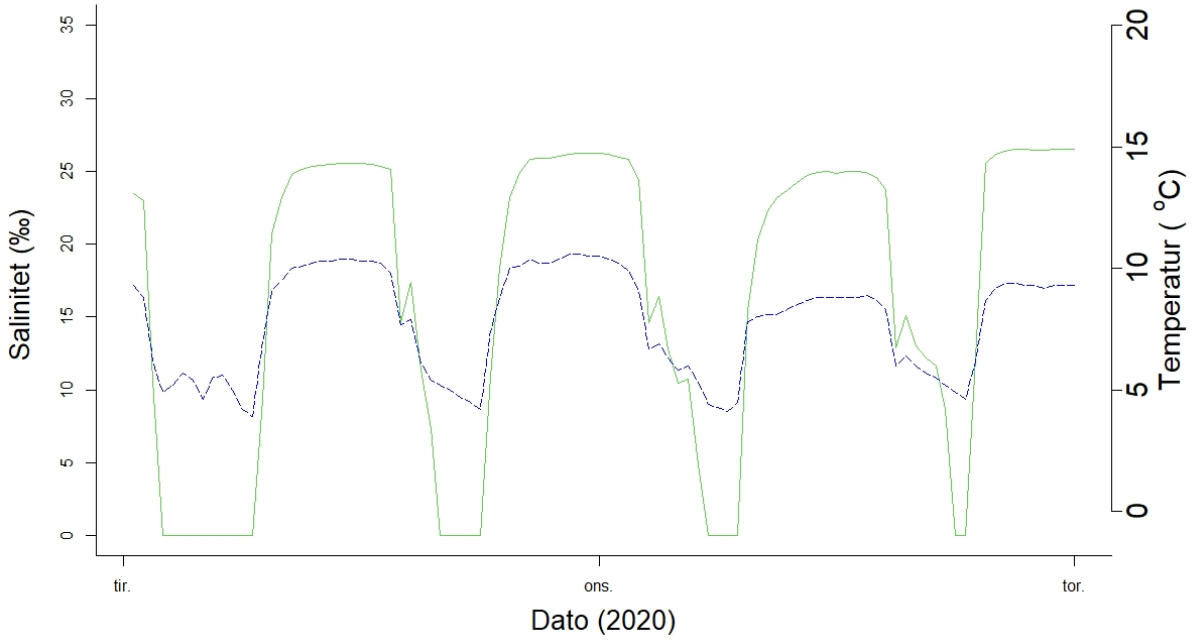
For å kunne beskrive under hvilke forhold sjøørreten oppholdt seg i de ulike habitatene ble salinitet og temperatur i fjordsystemet målt hvert 30. minutt med dataloggere (DST milli-CT, www.star-oddi.com). Disse var plassert ved lyttestasjon nr. H8, H10 og H17 (figur 3). Videre målte alle lyttestasjoner av typen ThelmaBiotel modell TBR700 vanntemperaturen hvert 10. minutt. Vannmassene ved Hellstranda og i det gamle elveleiet ved Langøra sør er påvirket av både ferskvann som kommer ut fra Stjørdalselva og marint vann som føres inn med tidevannet to ganger i døgnet. Dette gir et svært variabelt miljø med vannmasser som i løpet av et døgn kan skifte mellom 0 og 30 ‰ salinitet, og med mer enn fem grader celsius (figur 4-6). Tykkelsen av brakkvannslaget over det marine vannlaget varierer gjennom dagen og i løpet av året (figur 7-9) grunnet tidevannssyklus og variasjon i vannføringen fra Stjørdalselva. Døgnvariasjonen var mer utpreget ved Hellstranda enn i det gamle elveleiet. Ved Hellstranda var høyeste målte salinitet på 33 ‰, mens det i det gamle elveleiet var på 28 ‰.



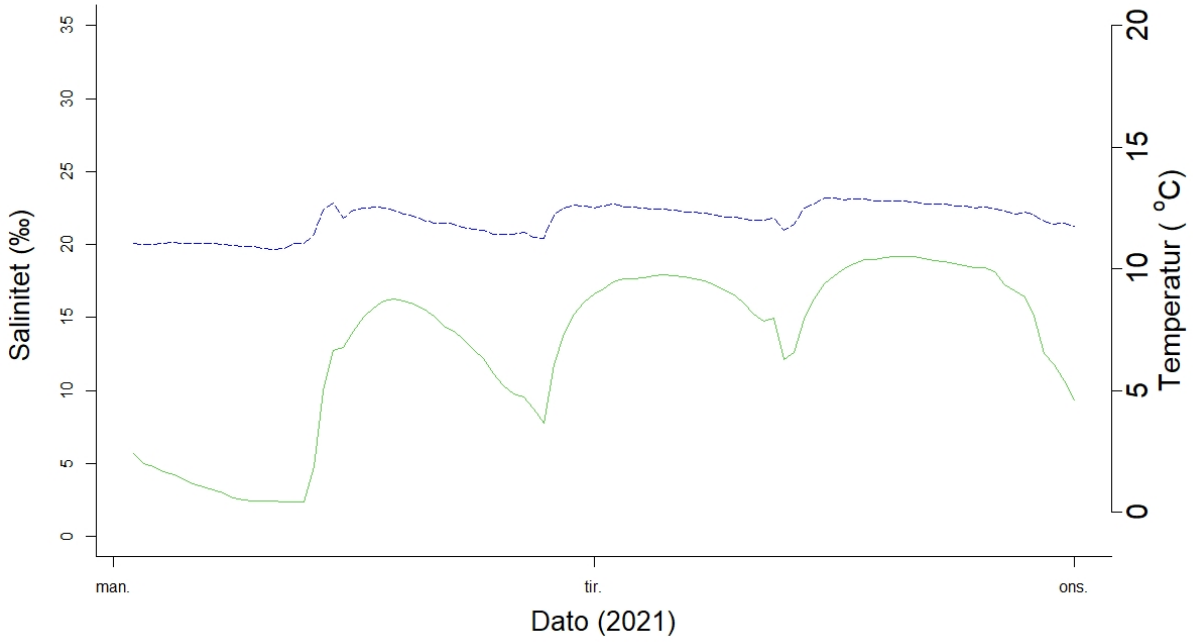
Figur 4: Vanntemperatur (blå) og salinitet (grønn) målt på 0 – 2 m dybde ved det nordlige utløpet av Helltunellen (stasjon H8, figur 3). Datalogger var plassert på påle 10 cm over bunnen. Vanndybden avhenger derfor av tidevannet. Sensor for salinitet fungerte ikke etter 03.03.2021.



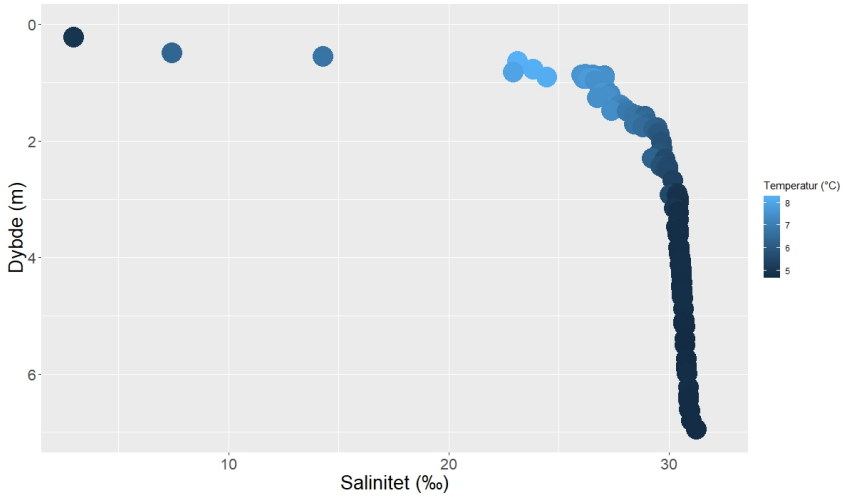
Bilde 1: Store områder ved Hellstranda tørrlegges på fjære sjø. Pålen med oransje blåse viser plassering av lyttestasjon. Foto: Jan Grimsrud Davidsen.



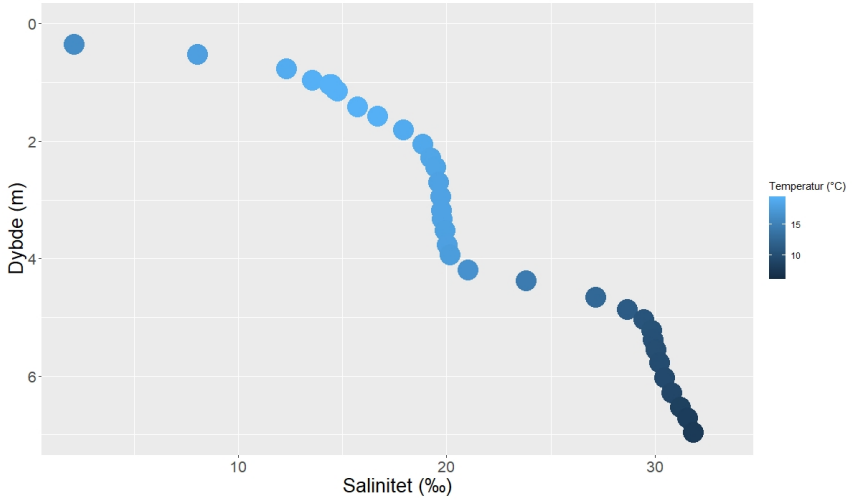
Figur 5: Vanntemperatur (blå) og salinitet (grønn) målt på 0 – 22 m dybde 27. – 28.10.2020 ved det nordlige utløpet av Helltunellen (stasjon H8, figur 3). Datalogger var plassert på påle 10 cm over bunnen. Vanndybden avhenger derfor av tidevannet.



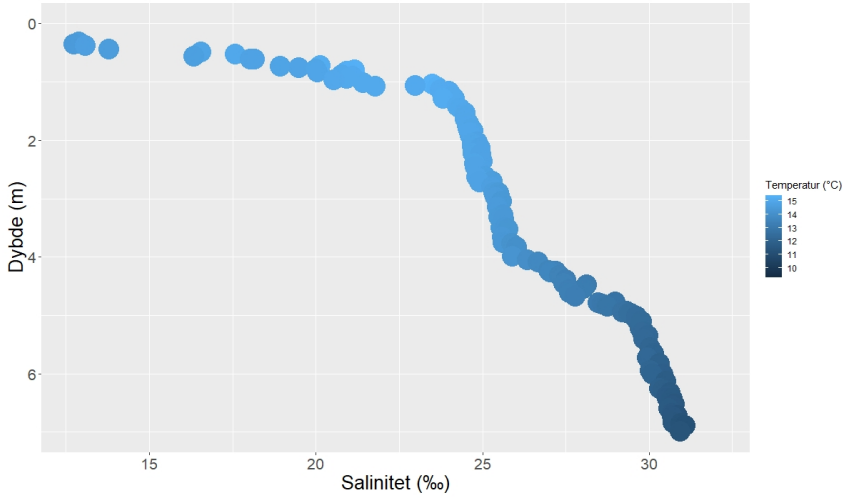
Figur 6: Vanntemperatur (blå) og salinitet (grønn) målt på 0-1 m dybde 06-07.09.2021 i det gamle elveleiet ved Langøra sør (stasjon H17, figur 3). Datalogger var plassert på påle 10 cm over bunnen. Vanndybden avhenger derfor av tidevannet.



Figur 7: Vanntemperatur og salinitet ved ulik vanndybde målt 20. april 2021 ved stasjon H6 (figur 3). Vannets temperatur er angitt med farge fra lyseblå (varmere vann) til mørkeblå (kaldere vann).



Figur 8: Vanntemperatur og salinitet ved ulik vanndybde målt 10. juni 2021 ved stasjon H6 (figur 3). Vannets temperatur er angitt med farge fra lyseblå (varmere vann) til mørkeblå (kaldere vann).



Figur 9: Vanntemperatur og salinitet ved ulik vanndybde målt 06. august 2020 ved stasjon H6 (figur 3). Vannets temperatur er angitt med farge fra lyseblå (varmere vann) til mørkeblå (kaldere vann).

2.3 Fangst og merking av sjøørret med akustiske sendere

Sjøørretveteraner (sjøørret som har minimum en sesong i sjøen før fangst; N = 97) og laksestøinger (laks som ble fanget våren etter gyting; N = 57) ble fanget med fiskestang (N = 150) eller garn under oppsyn (N = 4) i nedre deler av Stjørdalselva inklusive elveosen (tabell 1).

Ørretsmolt (N = 154) og laksesmolt (N = 142) ble enten fanget med smoltruse i sideelva Gråelva 13 km oppstrøms Hellstranda eller med smoltskrue ved Sona bru i Stjørdalselva 24 km oppstrøms Hellstranda (bilde 2; tabell 1). Ved Sona bru ble det merket 15 ørretsmolt og 37 laksesmolt, mens det i Gråelva ble merket 139 ørretsmolt og 105 laksesmolt (figur 10 og 11).

Det ble i alt (dvs. inklusive smolt som ikke ble merket) fanget 54 ørretsmolt og 249 laksesmolt ved Sona bru og 408 ørretsmolt og 739 laksesmolt i Gråelva (figur 10 og 11).



Bilde 2: Smoltskrue (til venstre) i drift ved Sona bru i Stjørdalselva og smoltruse (til høyre) med ledegjerde i Gråelva. Foto: Jan Grimsrud Davidsen

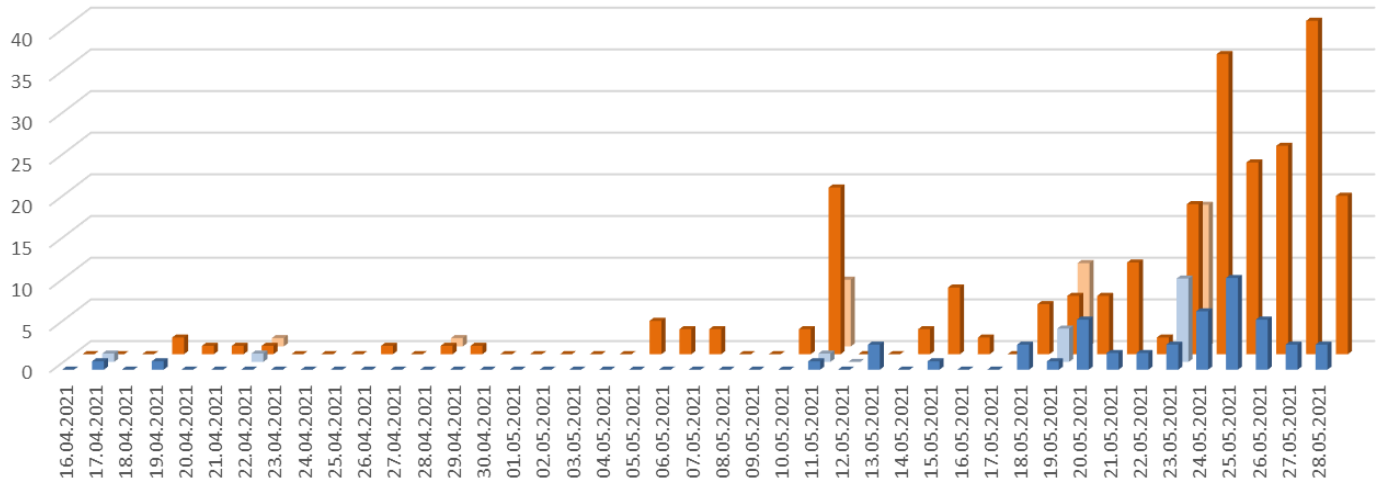
Før merking ble fisken bedøvet i ca. 4 min med Benzoaq VET (10 ml /50 L vann), og deretter overført til et merkerør med friskt vann. En desinfisert akustisk sender (tabell 2) ble forsiktig innført i bukhulen gjennom et 1 – 3 cm snitt i buken. Såret ble lukket med to sting (Sutur; fisk > 27 cm: Resolon 3/0; fisk < 27 cm: Resolon 5/0). Etter merking ble fiskens lengde (naturlig lengde) og vekt notert. Fem til ti skjell ble tatt for seinere analyse av alder og tilbakeberegning av vekst. En bit av fettfinnen ble lagt på sprit og frosset for seinere genetiske analyser av kjønn og art. Oppholdet i merkerøret varte ca. 3 min, og i denne perioden ble gjellene kontinuerlig tilført friskt vann. Etter merkingen ble fisken oppbevart i en stamp skjermet for lys noen få minutter inntil den hadde normal svømmeatferd og pustefrekvens. Den ble da satt ut i et rolig parti så nært fangststedet som mulig. Nødvendige tillatelser til merking og fangst ble gitt av Mattilsynet og Statsforvalteren i Trøndelag.

Tabell 1: Oversikt over sjøørret og laks merket i nedre deler av Stjørdalselva høsten 2020-våren 2021. Veteraner er sjøørret som har minimum en sesong i sjøen før fangst, mens laksestøinger er laks som ble fanget våren etter gyting. Smolt er førstegangsvandrere. NA: ingen data

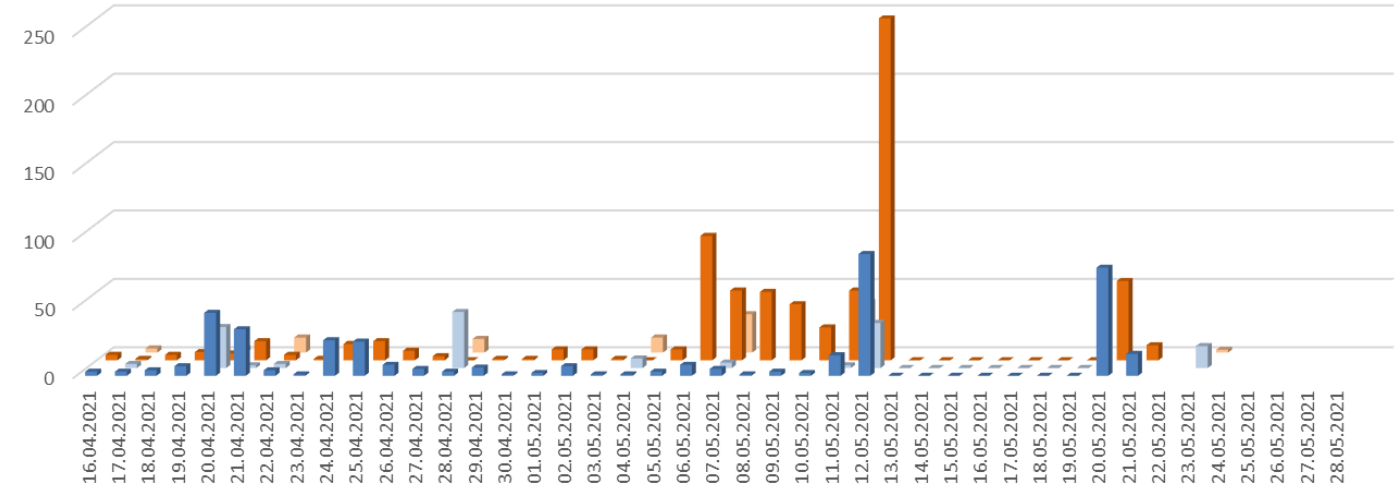
Art	Livsstadie	Fangstperiode	Antall (N)	Gjennomsnittlig lengde (mm)	Variasjonsbredde (mm)	S.D. (mm)	Gjennomsnittlig vekt (g)	Variasjonsbredde (g)	S.D. (g)
Ørret	Veteran	Aug. 2020	35	383	290 - 550	58	620	240 - 2000	355
Ørret	Veteran	Des. 2020	11	402	300 - 490	62	537	220 - 920	224
Ørret	Veteran	Mars-mai 2021	51	390	272 - 615	76	539	155 - 2100	349
Laks	Støing	Aug. 2020	3	643	560 - 780	97	2533	1350 - 4400	1335
Laks	Støing	Des. 2020	1	590	NA	NA	1850	NA	NA
Laks	Støing	April-mai 2021	53	811	430 - 1080	127	3218	420 - 8840	1612
Ørret	Smolt	April-mai 2021	154	165	131 - 229	21	40	15 - 95	17
Laks	Smolt	April-mai 2021	142	141	125 - 188	8	21	15 - 34	3

Tabell 2: Spesifikasjoner på fiskemerker brukt ved merking av laks og sjøørret. Veteraner er sjøørret som har minimum en sesong i sjøen før fangst, mens laksestøinger er laks som ble fanget våren etter gyting. Smolt er førstegangsvandrere. Sensorer: T/D/A = temperatur, dybde og akselerasjon; T = temperatur.

Merketype	Antall ørret	Antall laks	Livsstadie	Sensor	Batterilevetid (dager)	Merkestørrelse (mm)	Vekt i luft (g)	Signalstyrke (dB re 1uPa @1m)
ADT-LP9-L	30		veteran	T/D/A	380	9 x 28	5,1	142
T-LP9-L	30		veteran	T	576	9 x 28	4,3	142
T-2LP9L		30	støing	T	1152	9 x 38	6,7	142
V9T-2L	35	25	støing/veteran	T	410	9 x 31	4,6	146
ADT-LP6	77	23	Smolt/veteran	T/D/A	70	6 x 18	1,3	137
T-LP6	81	19	Smolt	T	90	6 x 23	1,6	137
Totalt (N)	**253**	**197**						



Figur 10: Oversikt over fangst- og merketidspunkt ved Sona bru. Blå farge er ørret, oransje farge er laks. Lyse farger angir merketidspunkt mens mørke fager angir fangsttidspunkt. Noen smolt ble fanget 1-2 dager før de ble merket og sluppet ut. Y-akse er forskjellig fra figur 11.



Figur 11: Oversikt over fangst- og merketidspunkt i Gråelva. Blå farge er ørret, oransje farge er laks. Lyse farger angir merketidspunkt mens mørke fager angir fangsttidspunkt. Noen smolt ble fanget 1-2 dager før de ble merket og sluppet ut. Y-akse er forskjellig fra figur 10.

2.4 Registering av vandringsatferd ved akustiske lyttestasjoner

De akustiske senderne sendte ut et unikt lydsignal (69 eller 71 kHz) som ble registrert når fisken var innen rekkevidde av en lyttestasjon. Signalet ble sendt med et tilfeldig tidsintervall, men med minimum 40 sekunder og maksimum 80 sekunder mellom hvert signal. Til sammen ble det uplassert 17 lyttestasjoner (figur 3). Da det ble brukt fiskemerker fra to ulike produsenter bestod hver lyttestasjon av to mottakere: modell ThelmaBiotel TBR700 og Vemco modell VR2/VR2-AR (bilde? 3). Stasjonene H5 – H7 og H11 – H13 ble montert på et 14 mm tau plassert 15 m under overflaten med trålkuler som flyteelement og anker og akustisk utløser (innbygd i Vemco lyttestasjon modell VR2-AR) montert nederst på tauet. Resterende lyttestasjoner ble enten montert på en påle (bilde 3) som ble banket ned i sedimentet eller på et tau med blåse og anker. Dybden varierte fra 0 – 5 m, avhengig av tidevannet. I denne rapporten rapporteres data innsamlet av lyttestasjonene i perioden august 2020 til medio september 2021.

De akustiske fiskemerkene hadde sensor for temperatur alene eller kombinasjonen dybde, akselerasjon og temperatur (tabell 2). Denne informasjonen ble sendt sammen med ID-nummer fra fisken til lyttestasjonene, ca. annen hvert minutt. Rekkevidden på lydsignalet fra de akustiske senderne varierte med salinitet, strømninger og vind. Området i denne undersøkelsen er komplekst med stor variasjon i vanntemperatur, salinitet og strømningsmønstre grunnet påvirkning fra tidevann og utløp av Stjørdalselva, noe som medfører store forskjeller i både tid og sted for disse miljøvariablene. For å få vurdert hvor godt lyttestasjonene fanget opp signalene fra merkede fisk, ble data fra innebygde kontrollmerker på stasjonene H5 – H7 og H11 – H13 (figur 3) analysert. Registreringer av signaler fra kontrollmerkene på nabolyttestasjoner viste at ingen av disse ble registrert på lyttestasjonene i det gamle elveleiet øst for Langøra sør (H16 og H17). Lyttestasjonene ved utløpet av Helltunellen (H8) og friluftsområdet ved Hellstranda (H10) registrerte en sjelden gang signaler fra H11 og H12, men ikke fra noen andre kontrollmerker, mens stasjonen H9 ved Hellstranda litt oftere tok inn signaler fra H11 og H12, men ikke fra noen andre kontrollmerker. Da de innebygde kontrollmerkene sendte med kraftigere sendestyrke enn det fiskemerkene hadde, viste analysen at lyttestasjonene har fungert som planlagt. Signalrekkevidden var lik andre tilsvarende undersøkelser (50-200 m; eks. Eldøy mfl. 2015, Bordeleau mfl. 2018), med kortere rekkevidde i vannmasser hvor det var ulike lag med salinitet (halokliner) eller temperatur (termokliner) samt i områder med motgående strømmer. Alle lyttestasjonene inngikk i de to internasjonale forskernettverkene Ocean Tracking Network (www.oceantrackingnetwork.org) og European Tracking Network (www.lifewatch.be/etn/).



Bilde 3. Lyttestasjoner montert på påle i tidevannspåvirket område ved Hellstranda. Foto: Jan Grimsrud Davidsen

2.5 Tilbakeberegning av alder og lengdevekst

Aldersanalyse ble basert på skjell fra de merkede sjøørretene (Nall 1930, Závorka mfl. 2014). 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 skjellstørrelse og fiskelengde. På grunn av at skjellveksten er relativt sett mindre enn lengdeveksten de første leveårene (inntil fisken er ca. 10 cm) sammenlignet med seinere leveår, vil lengden for de første leveår bli underestimert (Frost & Brown 1967). De tilbakeberegnede lengdene ved høyere alder antas å være lite påvirket av dette, slik at metoden vurderes som tilstrekkelig nøyaktig for formålet.

2.6 Dataanalyser av kjønn og art

Det ble samlet inn fettfinneprøver til DNA-analyse av kjønn og art fra all merket fisk. DNA ble ekstrahert fra finner og skjellprøver med Qiagen Blood and Tissue (QIAGEN) etter produsentens veiledning. DNA-kvaliteten ble bestemt med gelelektroferese og DNA-mengden bestemt med PicoGreen dsDNA concentration assays (ThermoFisher) etter produsentens anvisninger.

For å sikre at det bare ble analysert atferd til henholdsvis ørret og laks, og ikke til hybrider mellom disse to artene, ble det etablert en molekylæranalyse basert på Pendas mfl. (1995) og Karlsson mfl. (2013). Den samme analysen inneholdt også en markør til molekylær kjønnsbestemmelse (Yano mfl. 2012). Den ribosomale 5S-markøren (Pendas mfl. 1995), den mitokondrielle Salmo-Mito-951-markøren (Karlsson mfl. 2013), og kjønnskromosommarkøren SdY (Yano mfl. 2012) ble oppkopiert med polymerase kjedereaksjon (PCR) i 3 µl volumer. Hver reaksjon inneholdt 0,5 µl 0,05-0,25 ng/µl DNA, 1,5 µl polymerase, 0,4 µl av et miks av F/R primere, og 0,6 µl H_2O. Markørene ble oppkopiert med følgende PCR program: 15 min ved 95˚C, 27 kjeder med 30 s ved 94˚C, 3 min ved 60˚C, 1 min ved 72˚C, deretter 30 min ved 72˚C. DNA kopiene ble analysert på en 3130XL genetic analysator (Applied Biosystems), med LIZ-500 (Applied Biosystems) som intern standard. Genotype plottet for hver enkelt prøve ble visuelt analysert og arten bestemt.

2.7 Dataanalyser av vandringsatferd og områdebruk

Kondisjonsfaktoren (k-faktoren) hos fisk viser forholdet mellom vekt og lengde. Lengde-vekt- forholdet hos fisk beskrives vanligvis med en eksponentiell funksjon (Le Cren 1951): $W = a\text{-}L^b$, 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 Crans 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 sjøørret 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 mat. Støinger (individer som har gytt høsten før) kan ha k-faktor på under 0,9. Hos ørretbestander med god næringstilgang er det en tendens til at k-faktoren øker med økende fiskestørrelse. Kondisjonsfaktoren kan derfor ikke sammenlignes direkte mellom to bestander med ulik kroppsstørrelse.

Smolt (førstegangsvandrere) ble definert som individer med total kroppslengde < 23 cm. I smoltrusa og smoltskruen ble det fanget i alt fire sjøørreter med kroppslengde ≥ 23 cm (27 – 29 cm). Disse ble regnet som sjøørretveteraner (sjøørret med minst en sesong i sjøen før merking) i de følgende analysene.

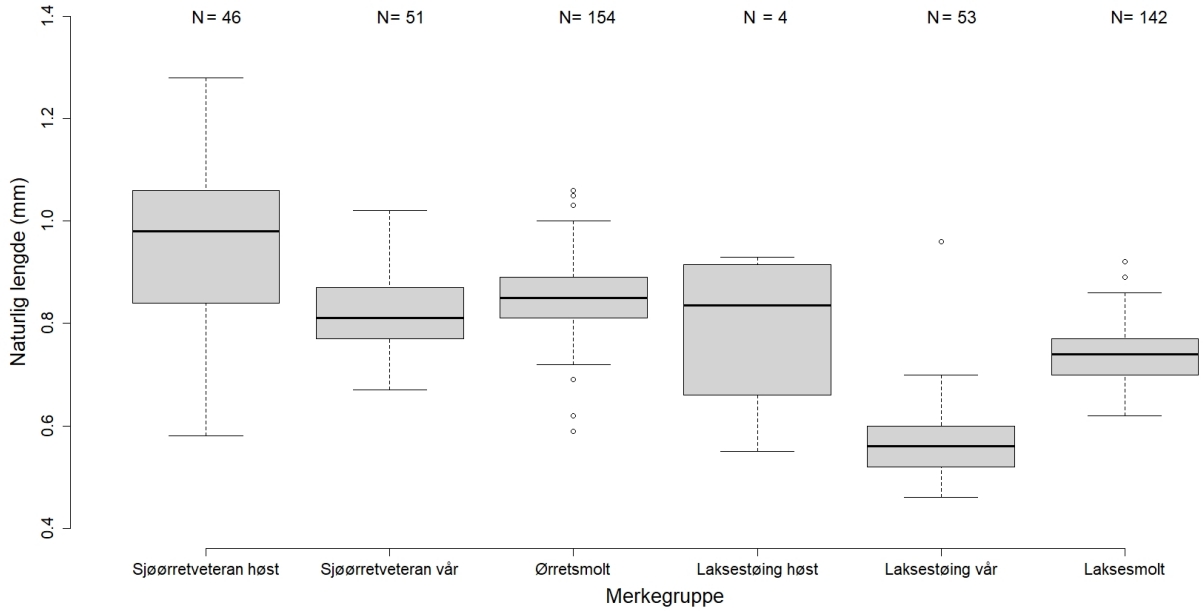
På lyttestasjonene ble det i perioden august 2020 – august 2021 gjort 4 561 783 registreringer av ID numre som var de som ble brukt på fiskemerkene. Noen ganger kan det oppstå falske ID, hvilket vil si at lyttestasjonene registrerer ID-numre til fisk som ikke er i det aktuelle området på det tidspunktet ID blir registrert. For å minimere sjansen for å inkludere falske data i dataanalysene, ble datasettet filtret slikt at en voksen fisk (støing/veteran) måtte ha blitt registrert minimum to ganger innen ti minutter på samme stasjon for å bli godkjent (Pincock 2012). For smolt ble det ikke brukt noe filter da disse merkene hadde lavere rekkevidde og færre registreringer på lyttestasjonene. En analyse viste, at om en brukte samme filter på smolten som for voksen fisk med kraftigere fiskemerker ville et høyt antall ekte smolt-registreringer bli slettet fra datasettet. Registreringer av smolt ble derfor i stedet verifisert ved visuell gjennomgang av plott for enkeltfisk. Etter filtrering/visuell kontroll var det 3 773 942 godkjente registreringer

Alle gruppegjennomsnitt ble beregnet på bakgrunn av individuelle gjennomsnitt for å sikre uavhengighet i dataene. Statistiske analyser ble gjort i RStudio versjon 1.3.1093 ved hjelp av R versjon 4.0.3 (R Core Team 2019 https://www.R-project.org/). Dybdebruk og aktivitetsnivå er presentert ved hjelp av trendlinjer utglattet ved bruk av «gam» funksjonen, formelen 'y ~ s(x, bs = "cs") og span = 0,1.

3 Resultater

3.1 Kondisjon, smoltalder og vekstrate

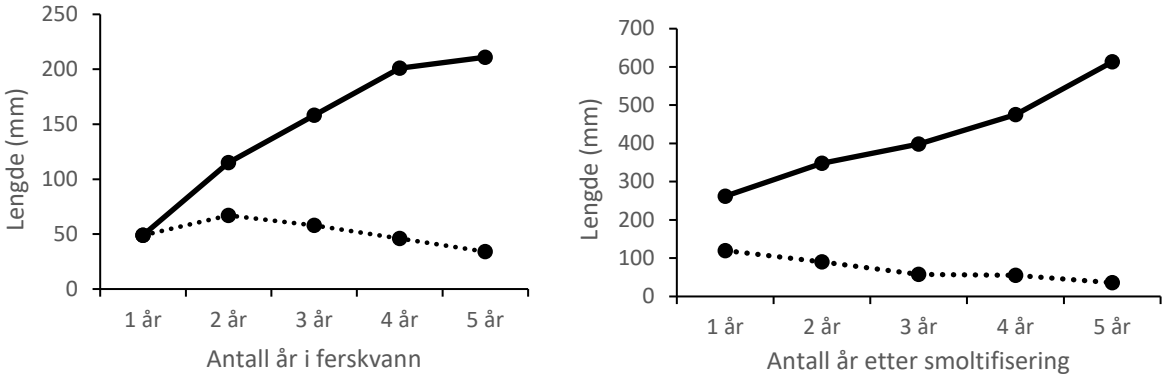
Sjøørretveteraner merket høsten 2020 hadde høyere gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (0,95; figur 12) enn sjøørretveteraner merket våren 2021 (0,82; Welchs T-test, P < 0,001). Ørretsmolt hadde høyere kondisjonsfaktor (0,84) enn laksesmolt (0,74; P < 0,001).



Figur 12: Kondisjonsfaktor til sjøørret og laks fanget og merket henholdsvis høsten 2020 og våren 2021.

Fra de merkede sjøørretveteranene ble skjellprøver fra 60 fisk analysert. Gjennomsnittlig alder var 4,7 år (s.d. = 1,0; variasjonsbredde 3 – 8 år), mens gjennomsnittlig smoltalder var på 2,5 år (s.d. = 0,7; variasjonsbredde 2 – 5 år). Smoltlengde var i gjennomsnitt 14,2 cm (s.d. = 3,3; variasjonsbredde 7,4 – 23,0 cm). Gjennomsnittlig tilvekst per år i ferskvann var på 5,1 cm (figur 13), og var størst andre år i ferskvann (6,7 cm). Gjennomsnittlig tilvekst per år i sjø (etter smoltifisering) var på 7,2 cm (figur 13). Tilveksten per år var størst de to første årene etter smoltifisering (gjennomsnittlig 12 cm første år og 9 cm andre år), og enkelte fisker hadde vokst opp mot 20 cm per år de to første årene i sjøen. Fra og med tredje år etter smoltifisering var gjennomsnittlig tilvekst per år 5 cm, og dette skyldes trolig at mye av fisken da kjønnsmodner, og derfor bruker energi på gonadeutvikling. De fleste av sjøørretene som hadde gytt så ut til å ha kjønnsmodnet første gang etter 2 – 3 sjøopphold.

Det ble tatt skjellprøver fra de 57 laksestøinger som ble merket. Av disse var 50 av skjellprøvene gode nok til å brukes i skjellanalyser. Gjennomsnittlig alder var 6,5 år (s.d. = 1,0; variasjonsbredde 5 – 10 år), mens gjennomsnittlig smoltalder var på 3,3 år (s.d. = 0,6; variasjonsbredde 2 – 5 år). Gjennomsnittlig smoltlengde var på 13,2 cm (s.d. = 2,0; variasjonsbredde 8,9 – 18,7 cm). De fleste av laksene hadde overvintret 2 år i sjøen (tabell 3) før de returnerte for å gyte (2-sjøvinterfisk; 52 %). To av laksene som ble analysert ble fanget i august 2020. Disse var begge 1-sjøvinter fisk som ikke hadde gytt tidligere. Det ble analysert skjellprøver fra 48 laks som ble fanget som vinterstøinger (utgytt fisk) på våren. Av disse hadde 81 % prosent gytt én gang (høsten 2020), mens 19 % hadde gytt to ganger (høsten 2018 og høsten 2020).



Figur 13: Lengde ved alder (heltrukken linje) og årlig tilvekst (stiplet linje) til sjøørret. Venstre: før smoltifisering (tilvekst i ferskvann). Høyre: etter smoltifisering (tilvekst i sjøen).

Tabell 3: Oversikt over lengdegrupper, samt antall sjøvintre og gytinger til laksestøinger merket i Stjørdalselva og ved Hellstranda. N-sjøvintre angir hvor mange år laksen var i sjøen etter smoltifisering før den returnerte for å gyte.

	Smålaks	Mellomlaks	Storlaks	
Lengdegruppe	Laks < 66 cm	Laks 66 – 88 cm	Laks > 88 cm	Totalt
Antall 1-sjøvintre	8	1	0	9
Antall 2-sjøvintre	0	26	0	26
Antall 3-sjøvintre	0	1	13	14
Antall 4-sjøvintre	0	0	1	1
Ikke gytt	2	0	0	2
Gytt en gang	6	27	6	39
Gytt to ganger	0	1	8	9

3.2 Sjøørretens bruk av ulike områder rundt Hellstranda og Langøra

I alt ble 94 av 97 (97 %) merkede sjøørretveteraner (sjøørret som har vært minst en sesong i sjøen før de ble merket) registrert på en eller flere av de 17 lyttestasjonene ved Hellstranda og Langøra sør (figur 3). Av de tre individene som ikke ble registrert ble én merket i Stjørdalselva høsten 2020, mens de to andre ble merket i elva våren 2021.

Sjøørretveteraner brukte det planlagte tiltaksområdet ved Hellstranda (stasjonene H8 – H10, figur 3) i hele perioden fra august 2020 til medio september 2021 (figur 14 – figur 18 og figur 21). Av de 55 registrerte individene var 21 hunnfisk og 32 hannfisk, mens de siste to hadde ukjent kjønn. Det ble registrert flere individer i tiltaksområdet fra starten av april til midten av september, enn i de øvrige måneder.

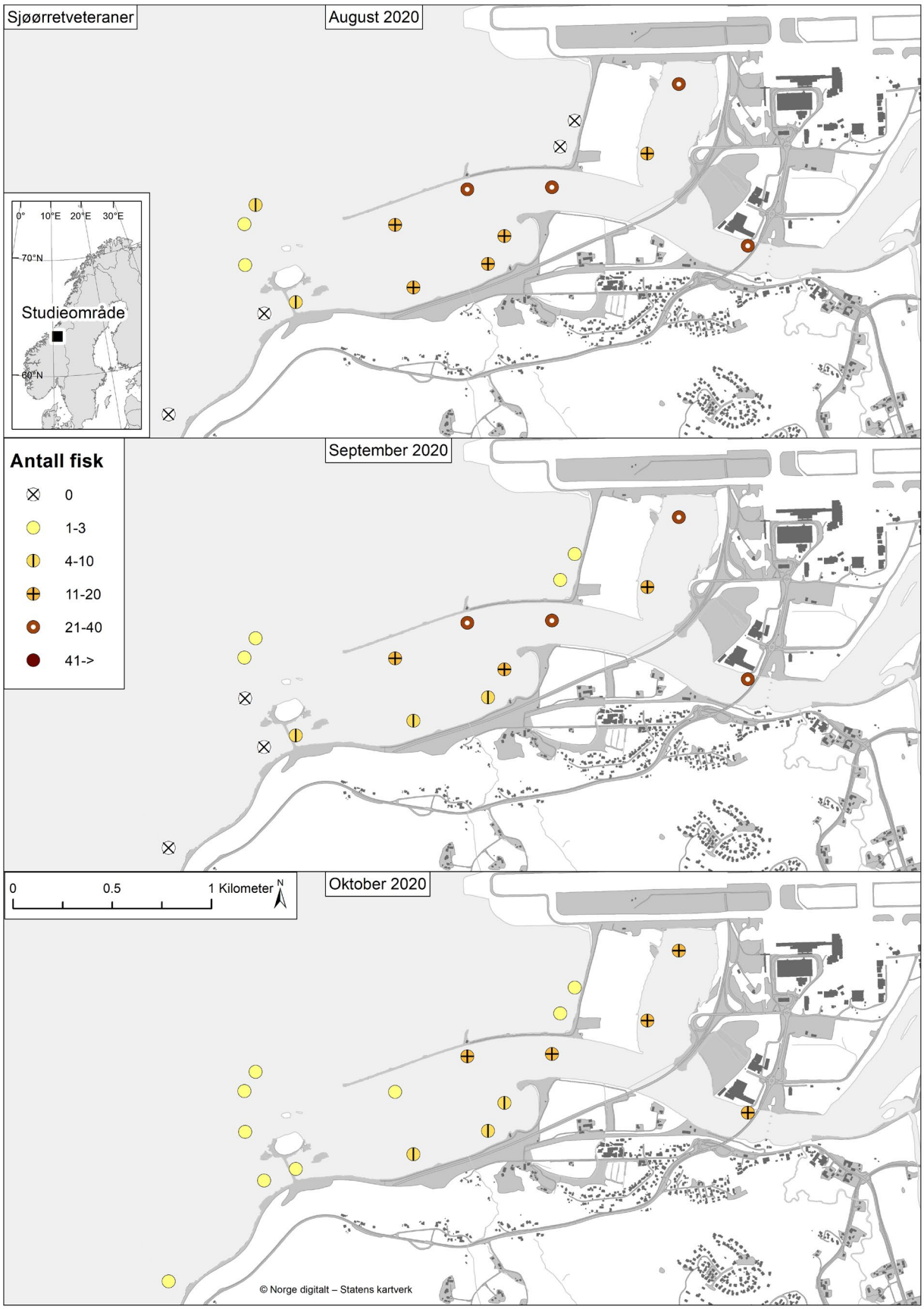
Det gamle elveleiet øst for Langøra S, hvor en utvidelse av Værneskrysset er planlagt, ble benyttet av sjøørretveteraner (N =58; 23 hunnfisk, 32 hannfisk, 3 ukjent kjønn) året rundt (figur 14 – figur 18). Det var ikke forskjell i kroppslengde (Welchs T-test, $P > 0.05$) mellom sjøørretveteraner som oppholdt seg ved tiltaksområdet ved Hellstranda (39,4 cm; N = 55) og Langøra sør (39,4 cm; N = 58). I vintermånedene (oktober – april) var det flere individer som oppholdt seg her enn ved

tiltaksområdet ved Hellstranda. Gjennomsnittlig lengde på sjøørret som oppholdt seg her gjennom hele vinteren var på 36,8 cm (s.d. = 3,9 cm; variasjonsbredde 30,0 – 46,0 cm)

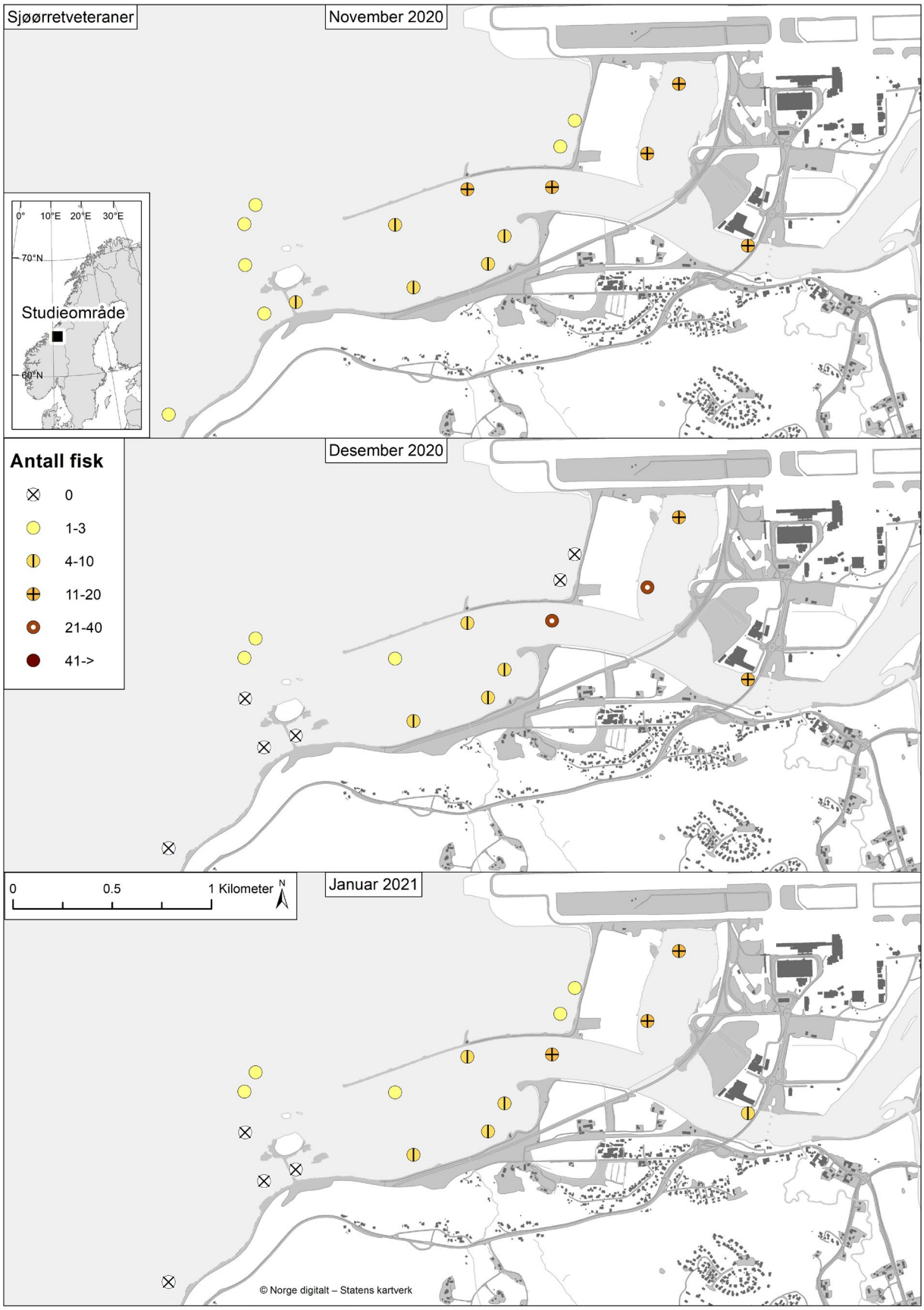
Av 154 merkede ørretsmolt (førstegangsvandrere) ble 120 individer (78 %) registrert på en eller flere av de 17 lyttestasjonene ved Hellstranda og Langøra S. Bortsett fra et individ som fortsatt var i området ved Hellstranda og Billedholmen i september, ble all ørretsmolt registrert i området fra slutten av april til slutten av august (figur 19 – figur 20). Flest ørretsmolt ble observert i mai måned. Smoltmerkene hadde grunnet sin begrensede størrelse kun 70 eller 90 dagers estimert batterilevetid (avhengig av modell, tabell 2) og sluttet derfor å bli registret etter ca. 3 måneder selv om fisken fortsatt var i området. Merkede smolt kan derfor fortsatt ha vært i området med lyttestasjoner utover høsten uten å bli registrert.

Det planlagte tiltaksområdet ved Hellstranda (stasjonene H8 – H10, figur 3) ble benyttet av ørretsmolten i hele perioden fra de ankom elveosen i april til merkene sluttet å virke i august/september (figur 22). Enkeltfisk oppholdt seg store deler av tiden her, mens andre vandret til og fra.

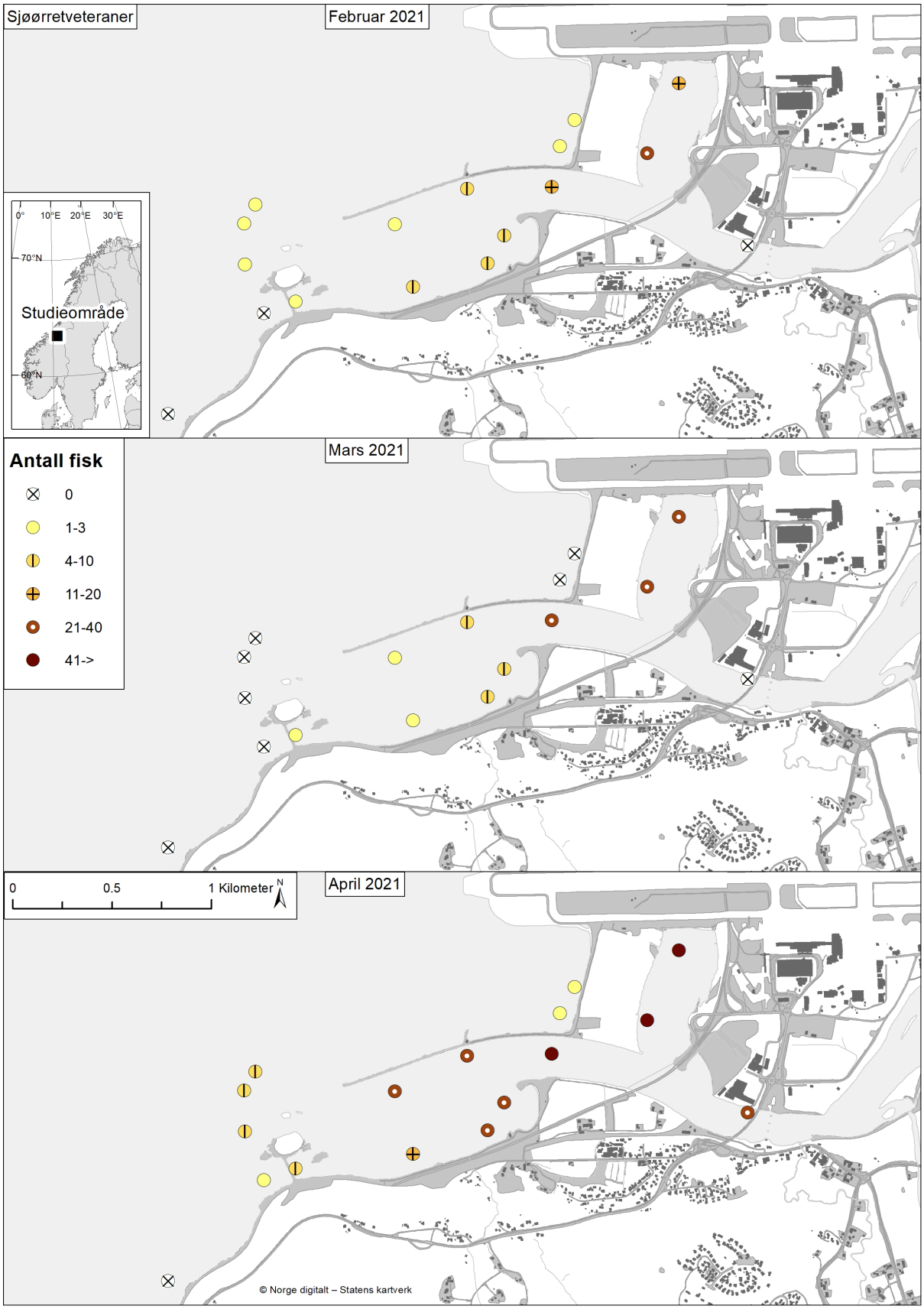
Ørretsmolt ankom elveosen over et langt tidsrom (starten av april til slutten av juni; figur 23), men med hovedtyngde i mai. Det var de lengste smolt som ankom først (figur 23). Mens sjøørretveteraner i gjennomsnitt oppholdt seg 160 dager (S.D. 139, variasjonsbredde 0,5 – 408) i elveosen var ørretsmolten der gjennomsnittlig i 46 dager (S.D. 40, variasjonsbredde 0 – 134). Det var stor individuell variasjon innen gruppene av både veteraner og smolt (figur 24). Ørretsmolt ankom oftere (77 %) til elveosen om natten (kl. 21:00 – 06:00) enn om dagen.



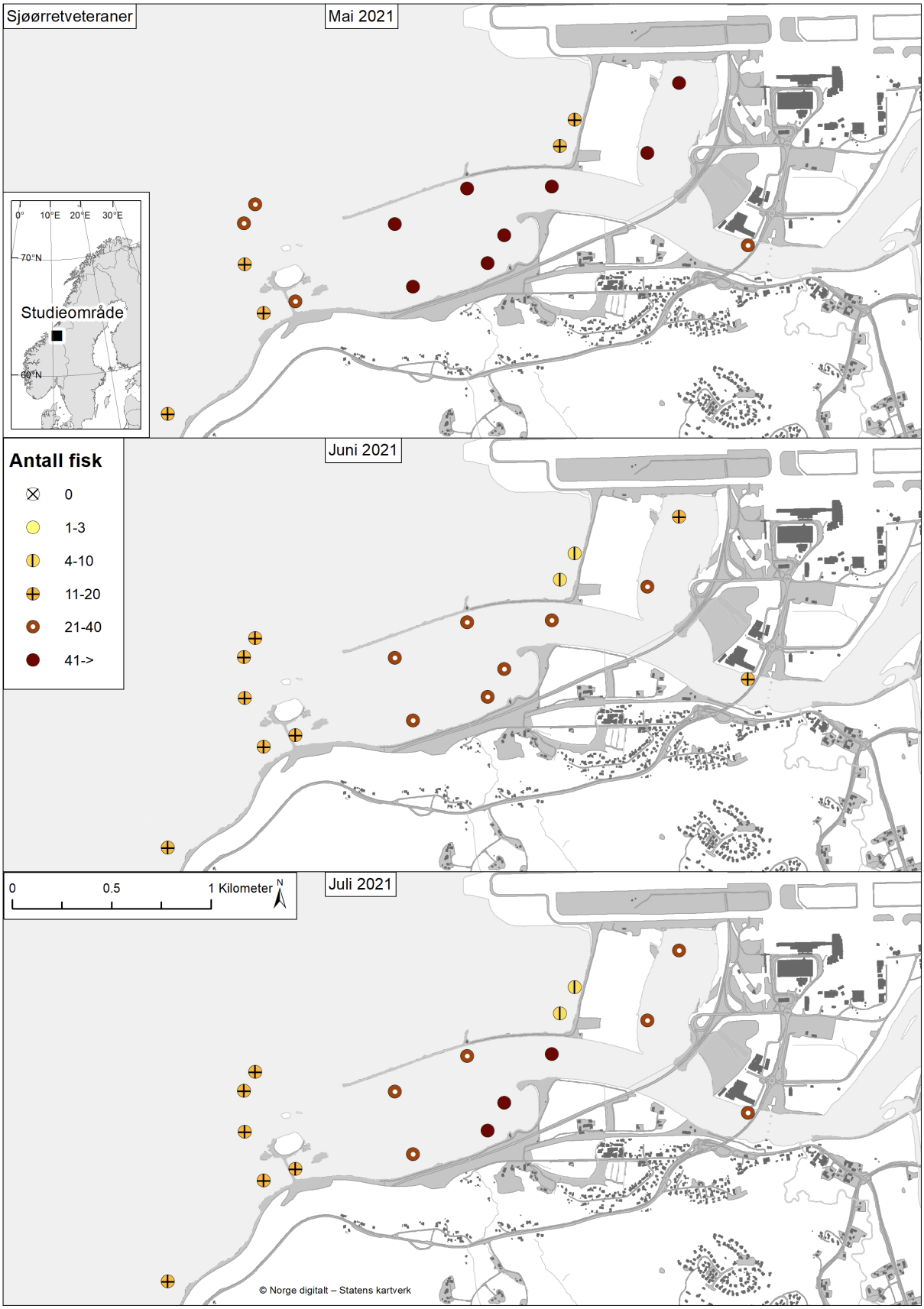
Figur 14: Sjøørretveteraners områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva august – oktober 2020. Figuren viser hvor mange sjøørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.



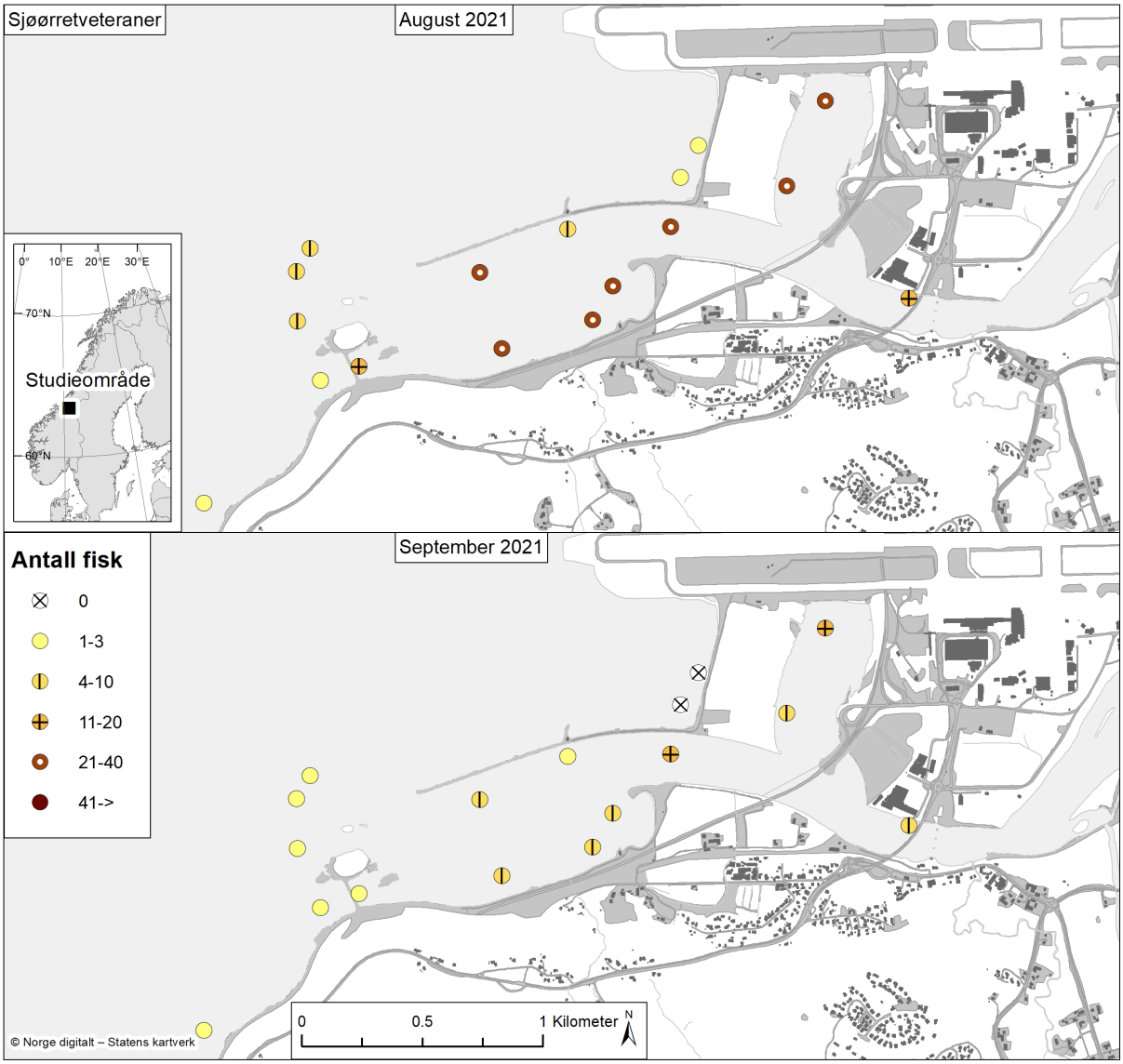
Figur 15: Sjøørretveteraners områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva november 2020 – januar 2021. Figuren viser hvor mange sjøørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.



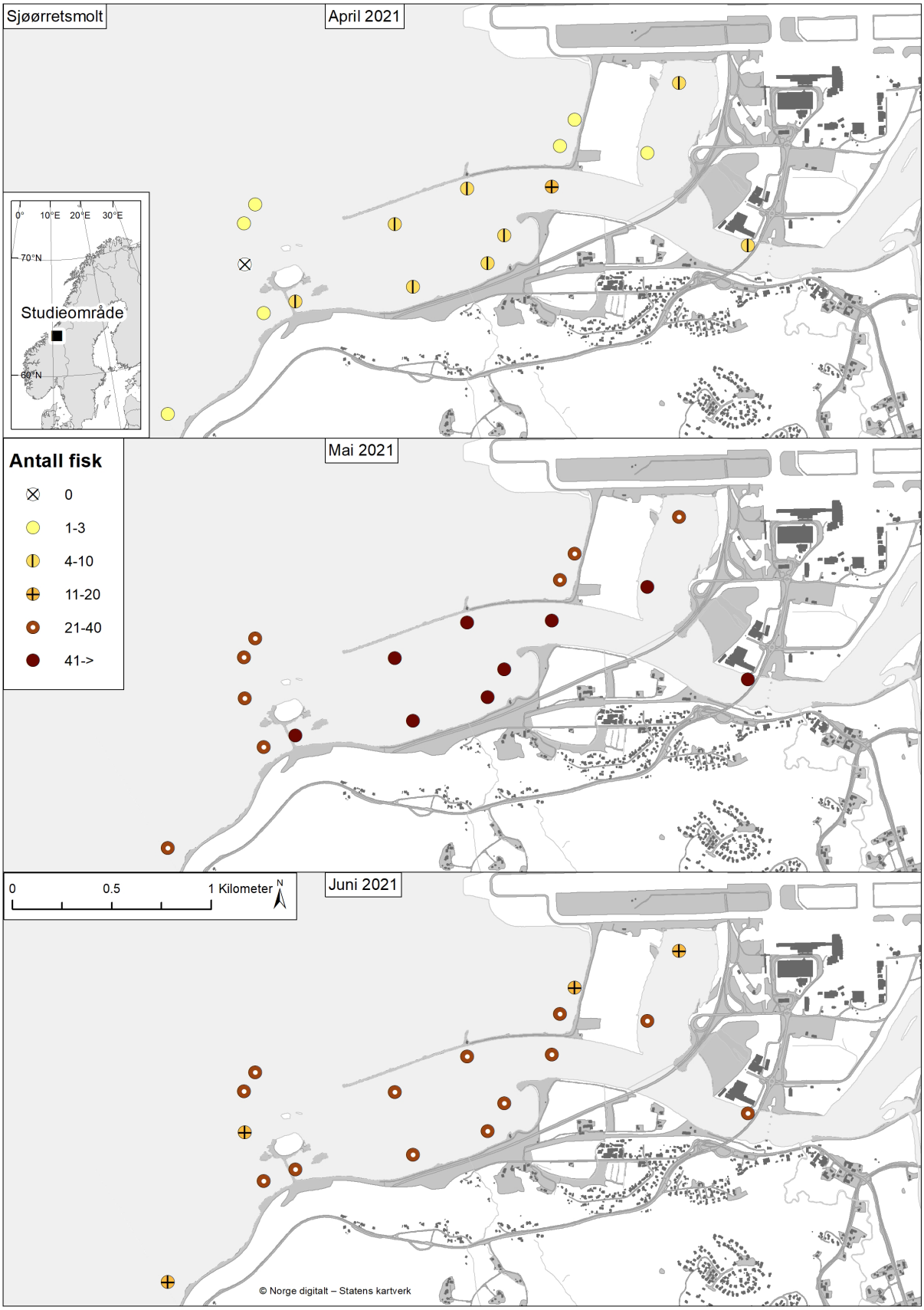
Figur 16: Sjøørretveteraners områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva februar – april 2021. Figuren viser hvor mange sjøørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned. Lyttestasjon 30, ved bru over elva til høyre, var ikke operativ i februar og mars.



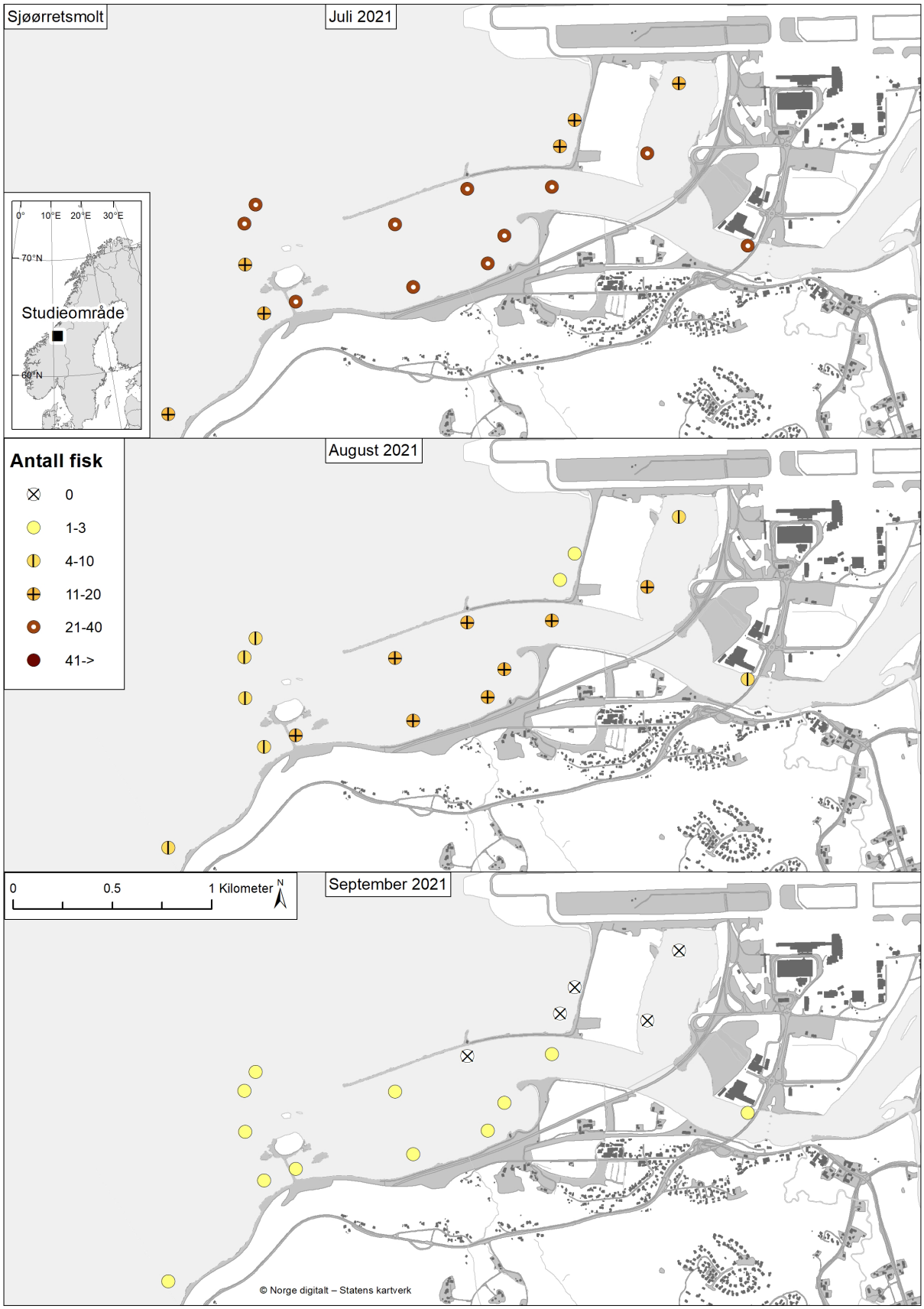
Figur 17: Sjøørretveteraners områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva mai – juli 2021. Figuren viser hvor mange sjøørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.



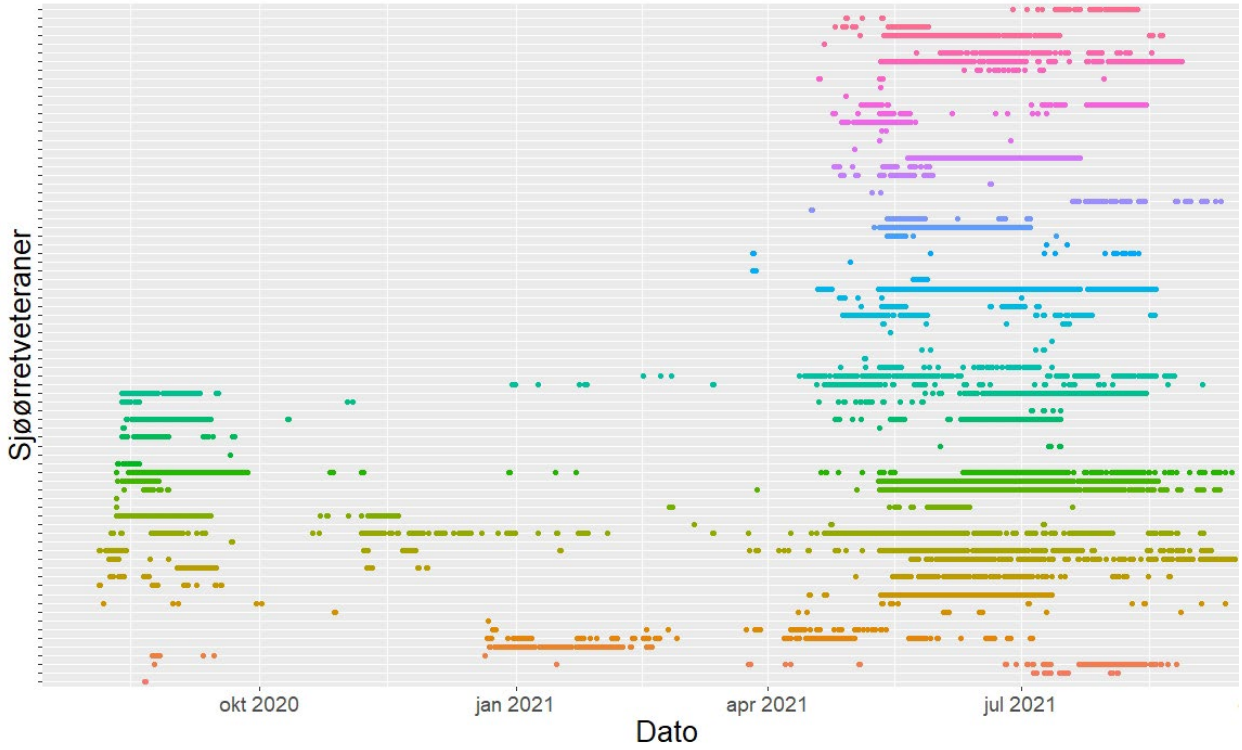
Figur 18: Sjøørretveteraners områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva august – medio september 2021. Figuren viser hvor mange sjøørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.



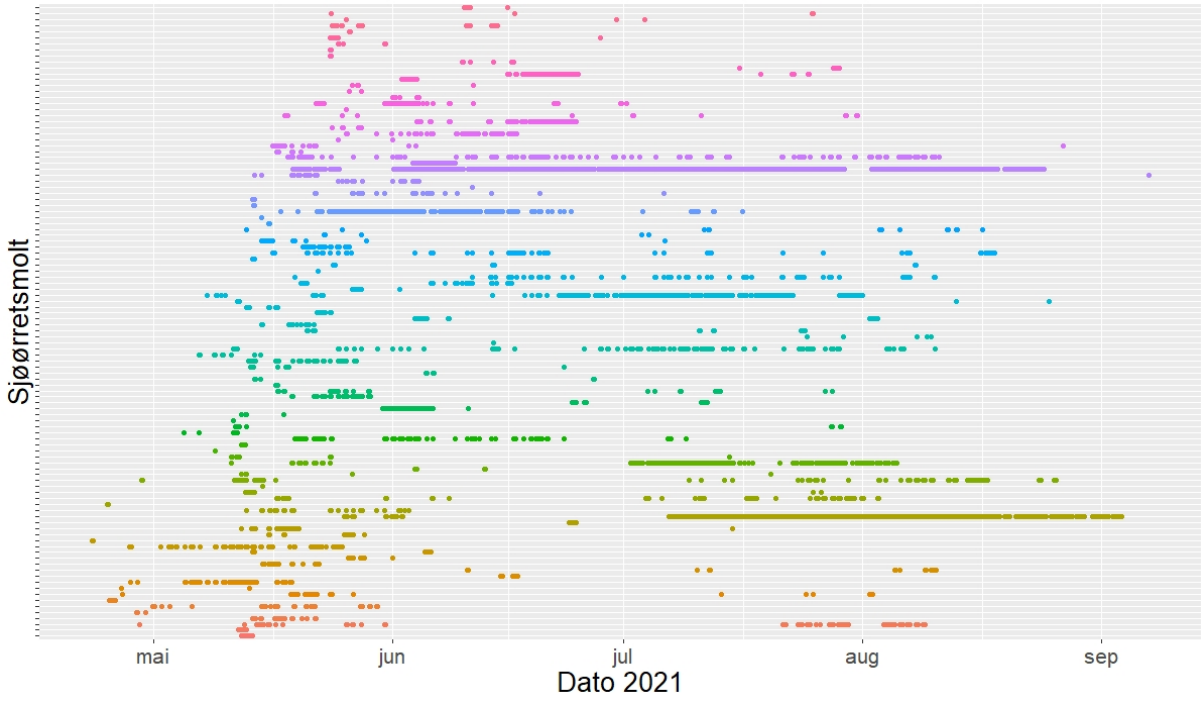
Figur 19: Ørretsmolts områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva april – juni 2021. Figuren viser hvor mange sjøørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned. Smoltmerkene hadde 70 eller 90 dagers estimert batterilevetid (avhengig av modell, tabell 2) og sluttet derfor å bli registret etter ca. 3 måneder selv om fisken fortsatt var i området med lyttestasjoner.



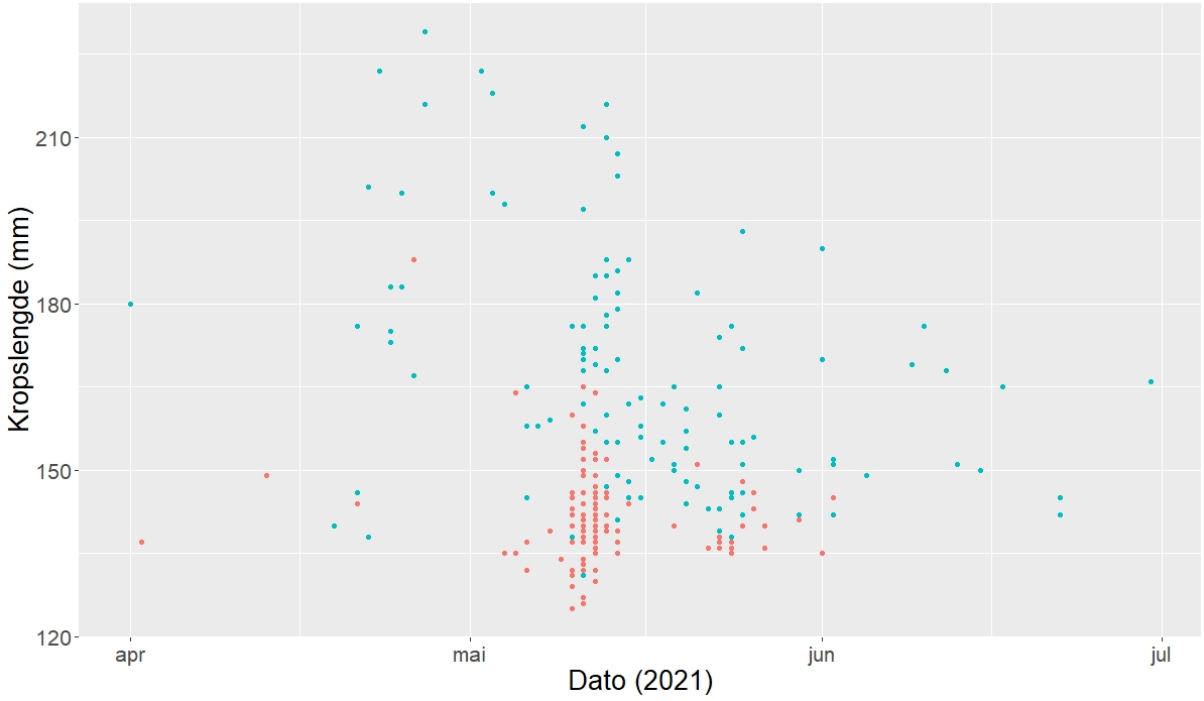
Figur 20: Ørretsmolts områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva juli – medio september 2021. Figuren viser hvor mange sjøørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned. Smoltmerkene hadde 70 eller 90 dagers estimert batterilevetid (avhengig av modell, tabell 2) og sluttet derfor å bli registret etter ca. 3 måneder selv om fisken fortsatt var i området med lyttestasjoner.



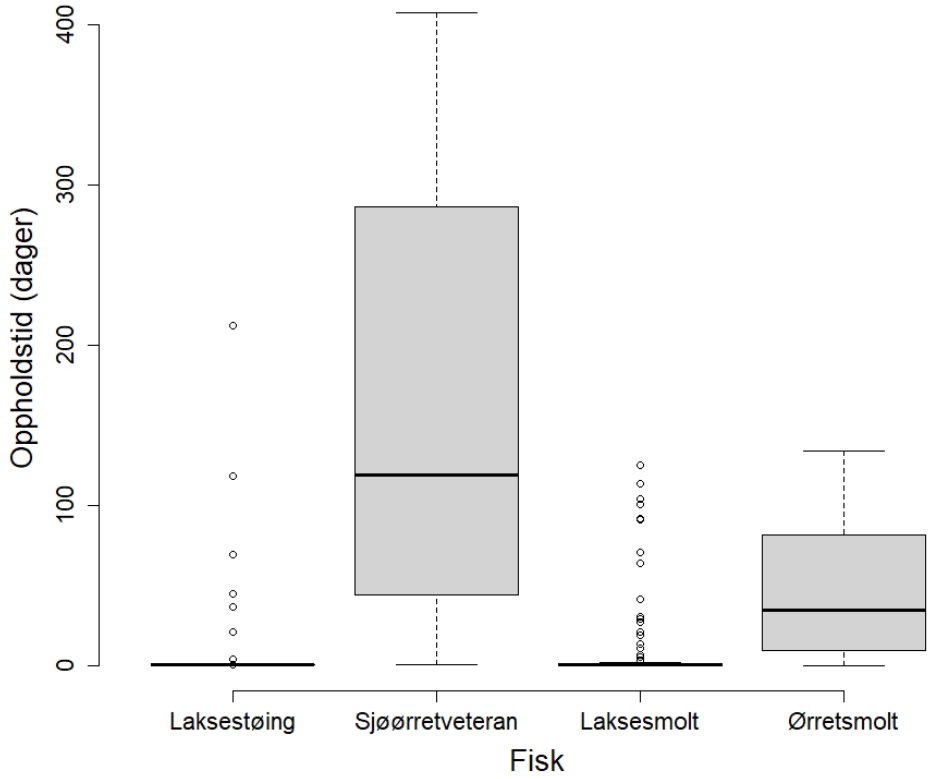
Figur 21: Oppholdstid for sjøørretveteraner ved Hellstranda (stasjonene H8 – H10; figur 3) fra august 2020 til medio september 2021. Hver vannrett linje er en fisk.



Figur 22: Oppholdstid for ørretsmolt ved Hellstranda (stasjonene H8-H10; figur 3). Hver vannrett linje er en fisk. Smoltmerkene hadde 70 eller 90 dagers estimert batterilevetid (avhengig av modell, tabell 2) og sluttet derfor å bli registret etter ca. 3 måneder selv om fisken fortsatt var ved Hellstranda.



Figur 23: Første registrering av individuelle laksesmolt (rød) og ørretsmolt (blå) ved Hellstranda og det gamle elveleiet ved Langøra S.



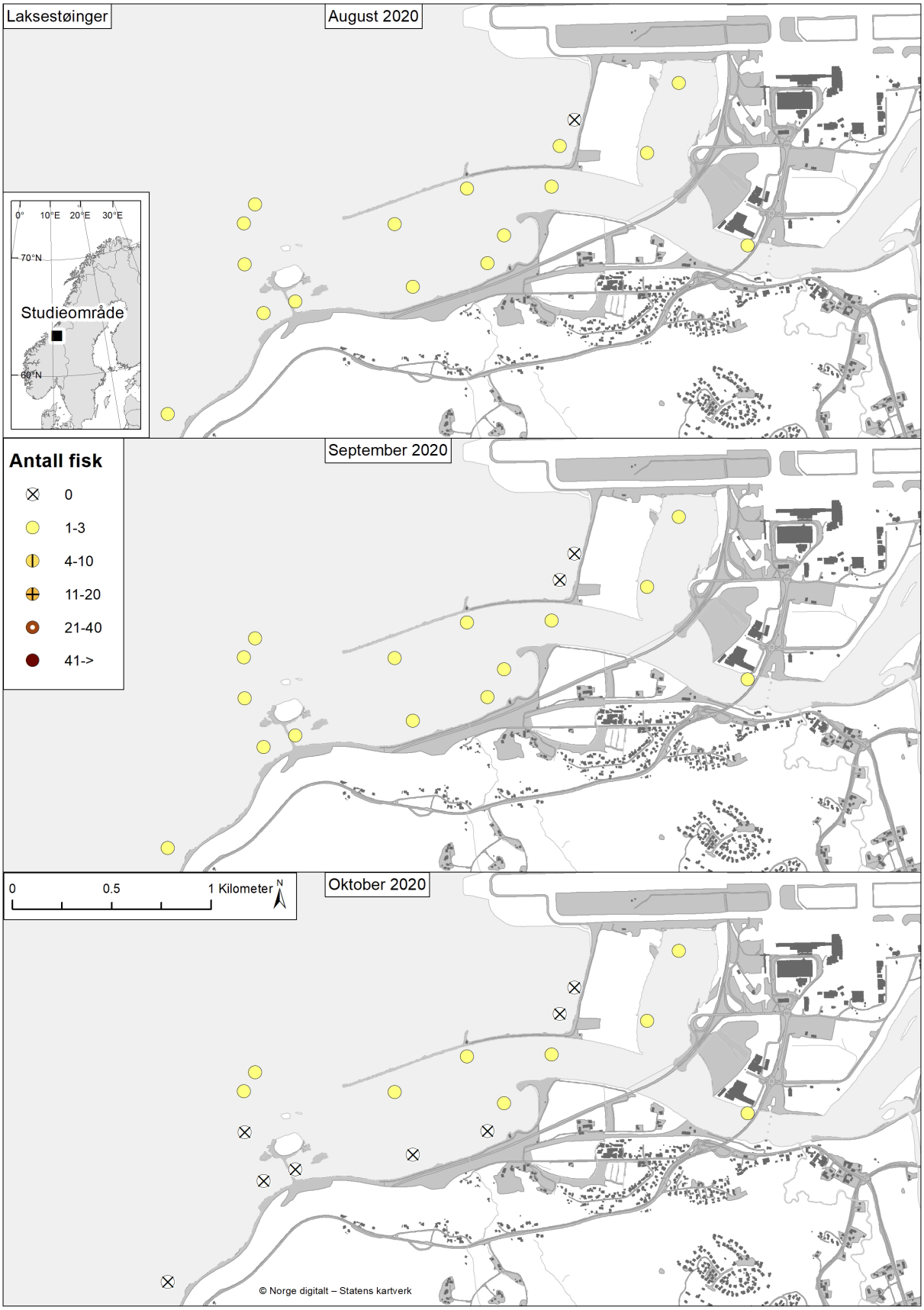
Figur 24: Oppholdstid ved Hellstranda og det gamle elveleiet ved Langøra sør for laks og sjøørret. I boksplottet er medianverdien angitt med vannrett svart strek, mens 50 % av måleverdiene ligger innenfor boksen. Loddrette stiplede linjer angir 5 % og 95 % intervallet for målte verdier. Ekstremverdier er angitt med sirkel. Enkelte ørretsmolt oppholdt seg lengere enn det som fremgår av figuren, da de stadig var i området da batteriet i fiskemerket slutter etter 70 eller 90 dager, avhengig av merketype.

3.3 Laksens bruk av ulike områder rundt Hellstranda og Langøra

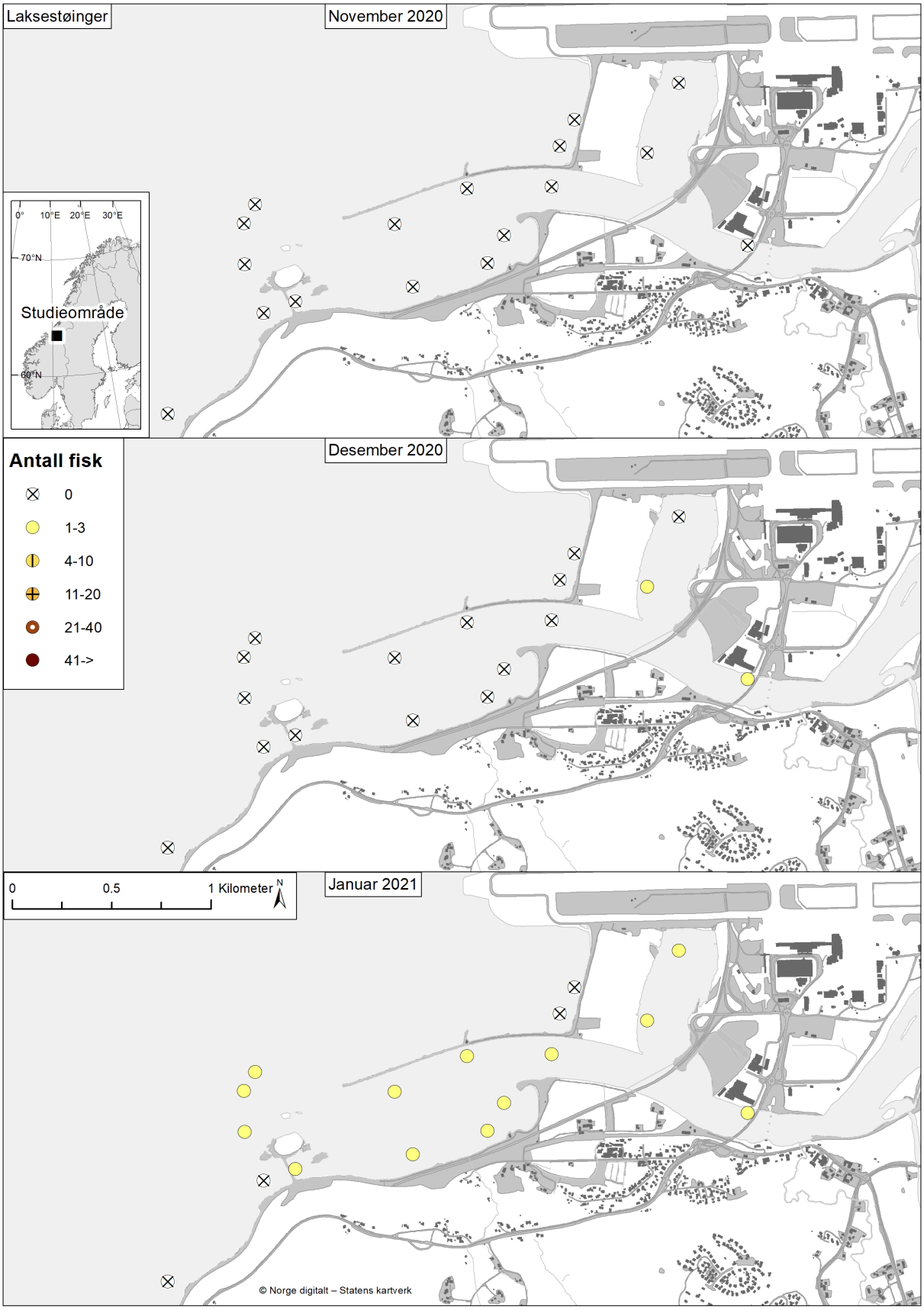
I alt ble det merket 57 laksestøinger og 53 av disse (93 %) ble registrert på en eller flere av de 17 lyttestasjonene ved Hellstranda og Langøra sør (figur 3). Utvandrende laksestøinger (laks som har gytt minst en gang før de ble merket og som er på vei ut til havet igjen) ble i all hovedsak registrert i tiltaksområdet ved Hellstranda (stasjon H8 – H10) i mai måned (figur 23 – 27). De fire laksestøingene som ikke ble registrert ved Hellstranda og Langøra sør ble alle merket i Stjørdalselva våren 2021. Det gamle elveleiet ved Langøra sør ble i lite grad brukt av laksestøingene.

Av 142 laksesmolt (førstegangsvandrere) med akustisk fiskemerke ble 124 smolt (88 %) registrert på en eller flere av de 17 lyttestasjonene ved Hellstranda og Langøra S. Med unntak av enkeltfisk oppholdt laksesmolten seg kun i tiltaksområdet ved Hellstranda i mai måned (figur 28 – 29). Tilsvarende laksestøinger benyttet heller ikke laksesmolten seg noe særlig av det gamle elveleiet ved Langøra S. Det var de lengste smoltene som ankom tidligst i sesongen (figur 23). Laksesmolt ankom oftere (69 %) til elveosen om natten (kl. 21:00 – 06:00) enn om dagen.

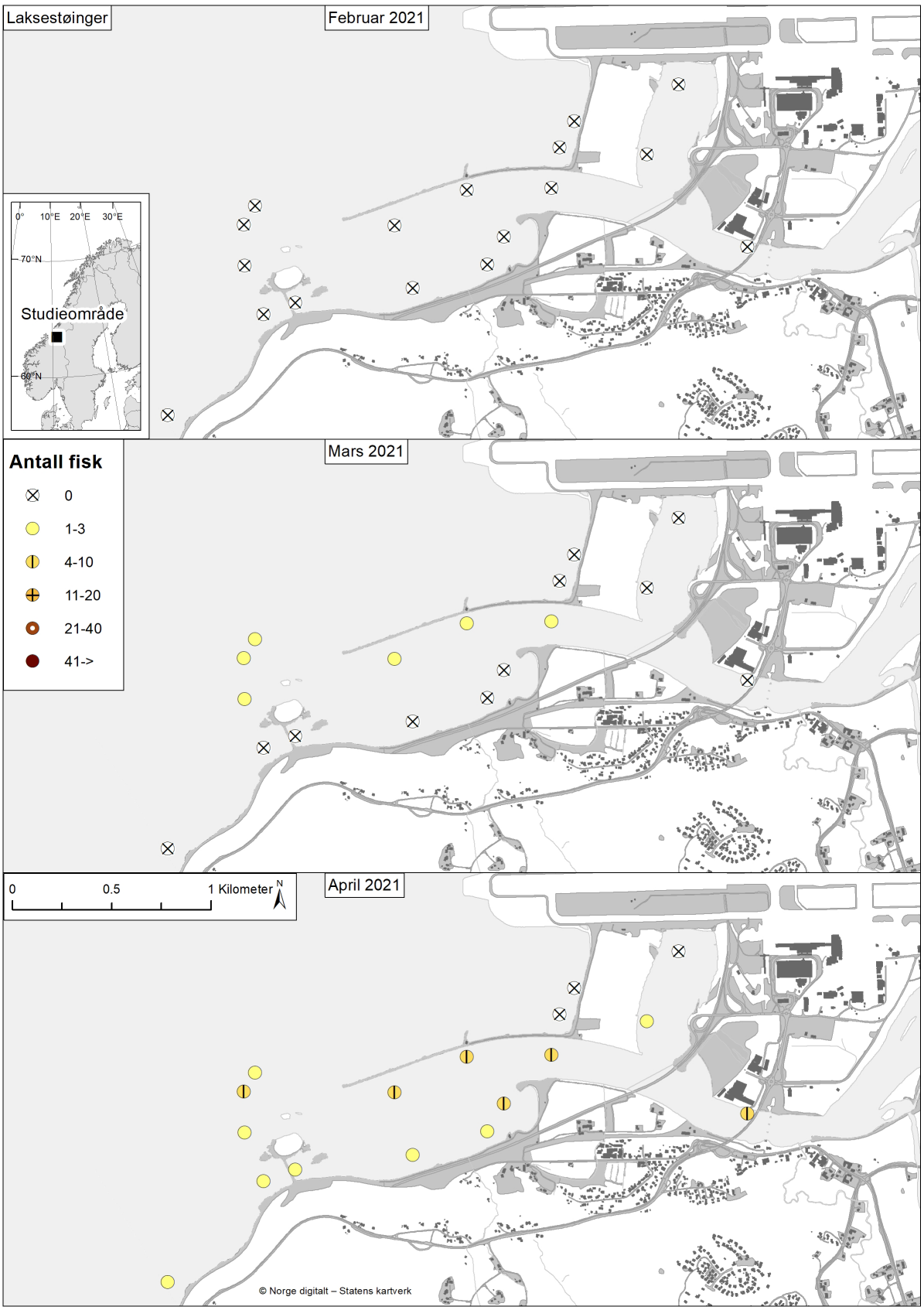
Både laksestøinger (figur 30) og laksesmolt (figur 31) oppholdt seg kun kort tid i tiltaksområdet ved Hellstranda (stasjonene H8 – H10, figur 3). Mens 87 % av laksestøingene oppholdt seg mindre enn et døgn i området var tilsvarende tall for laksesmolten 73 %.



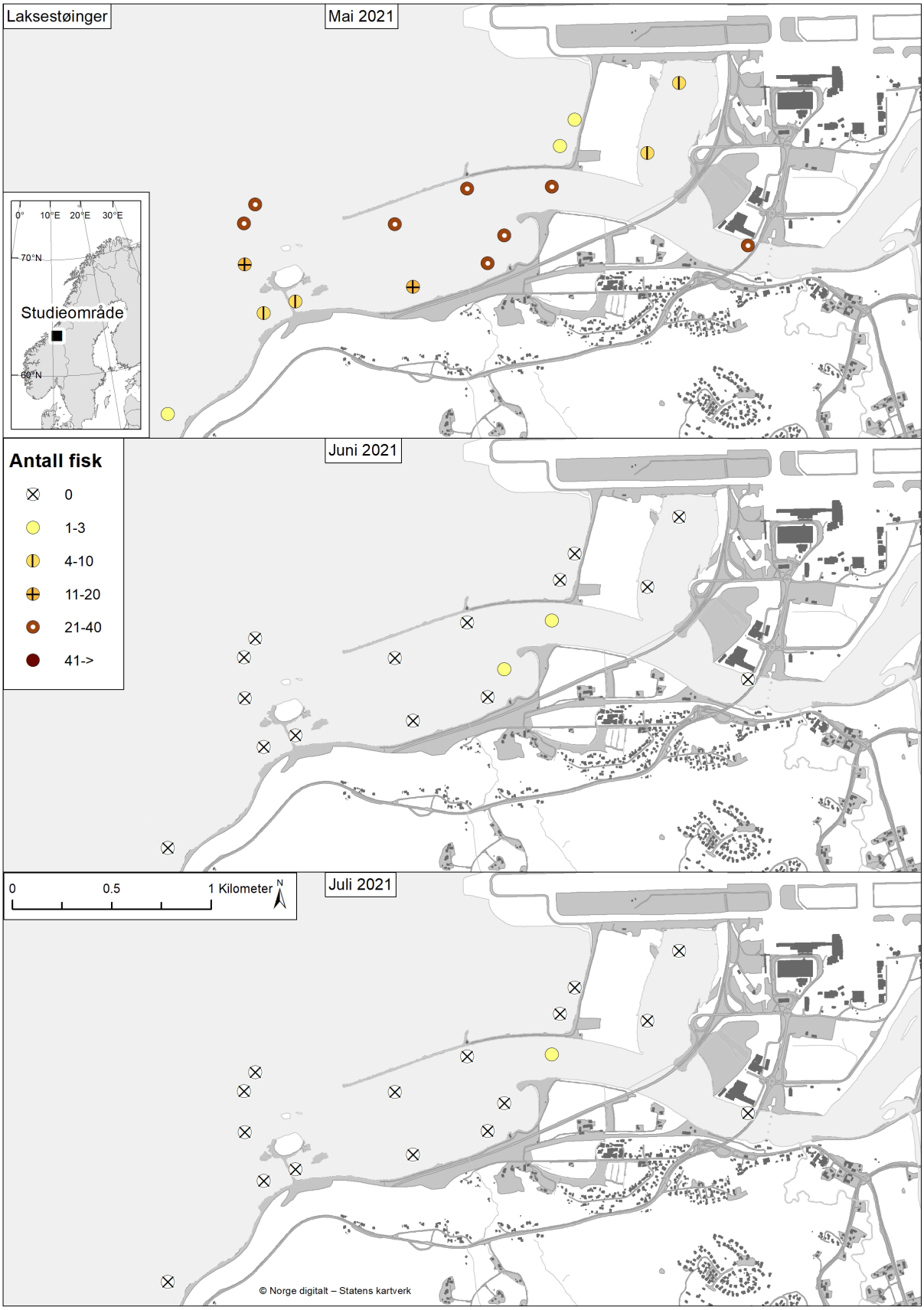
Figur 23: Laksestøingers områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva august – oktober 2020. Figuren viser hvor mange laks merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned. For perioden august-oktober 2020 var det kun tre laksestøinger som var merket med akustisk sender (tabell 1).



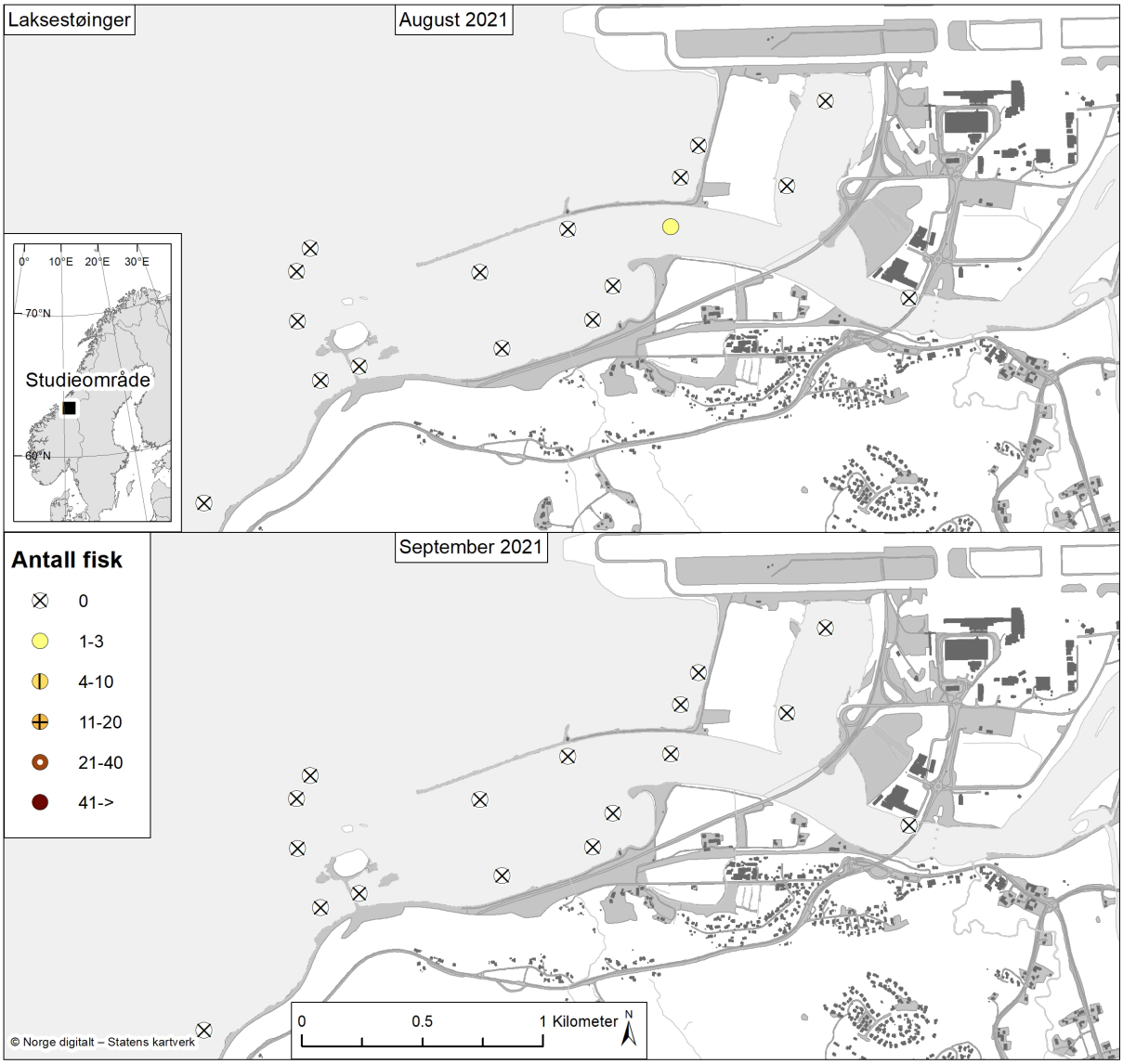
Figur 24: Laksestøingers områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva november 2020 – januar 2021. Figuren viser hvor mange laks merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned. I november 2020 var det kun tre laksestøinger som var merket med akustisk sender, mens ytterligere en støing ble merket i desember (tabell 1).



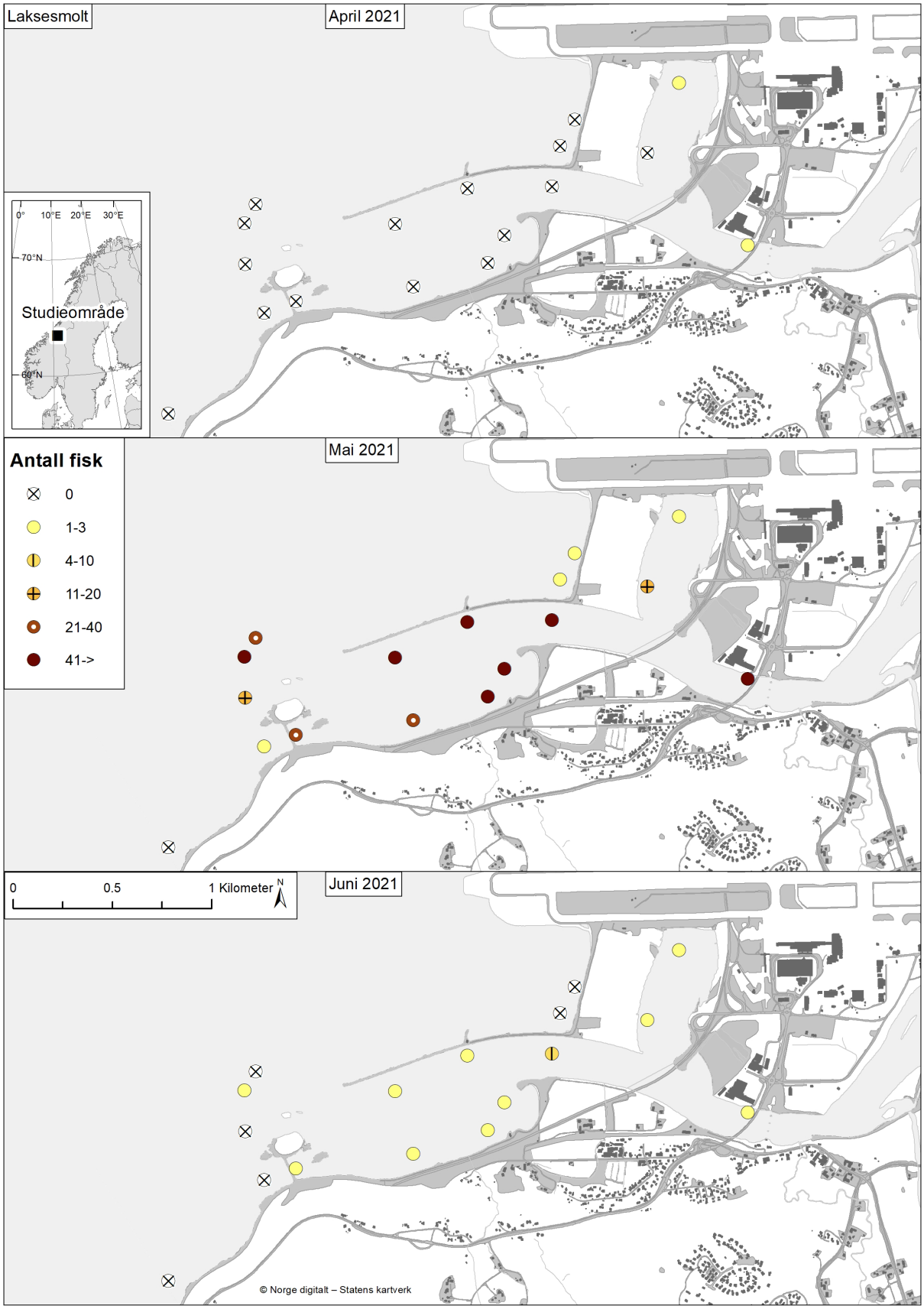
Figur 25: Laksestøingers områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva februar – april 2021. Figuren viser hvor mange laks merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned. I februar 2021 var det kun fire laksestøinger som var merket med akustisk sender, mens ytterligere tre støinger ble merket i mars (tabell 1). Resterende laksestøinger ble merket i april og mai. Lyttestasjon 30, ved bru over elva til høyre, var ikke operativ i februar og mars.



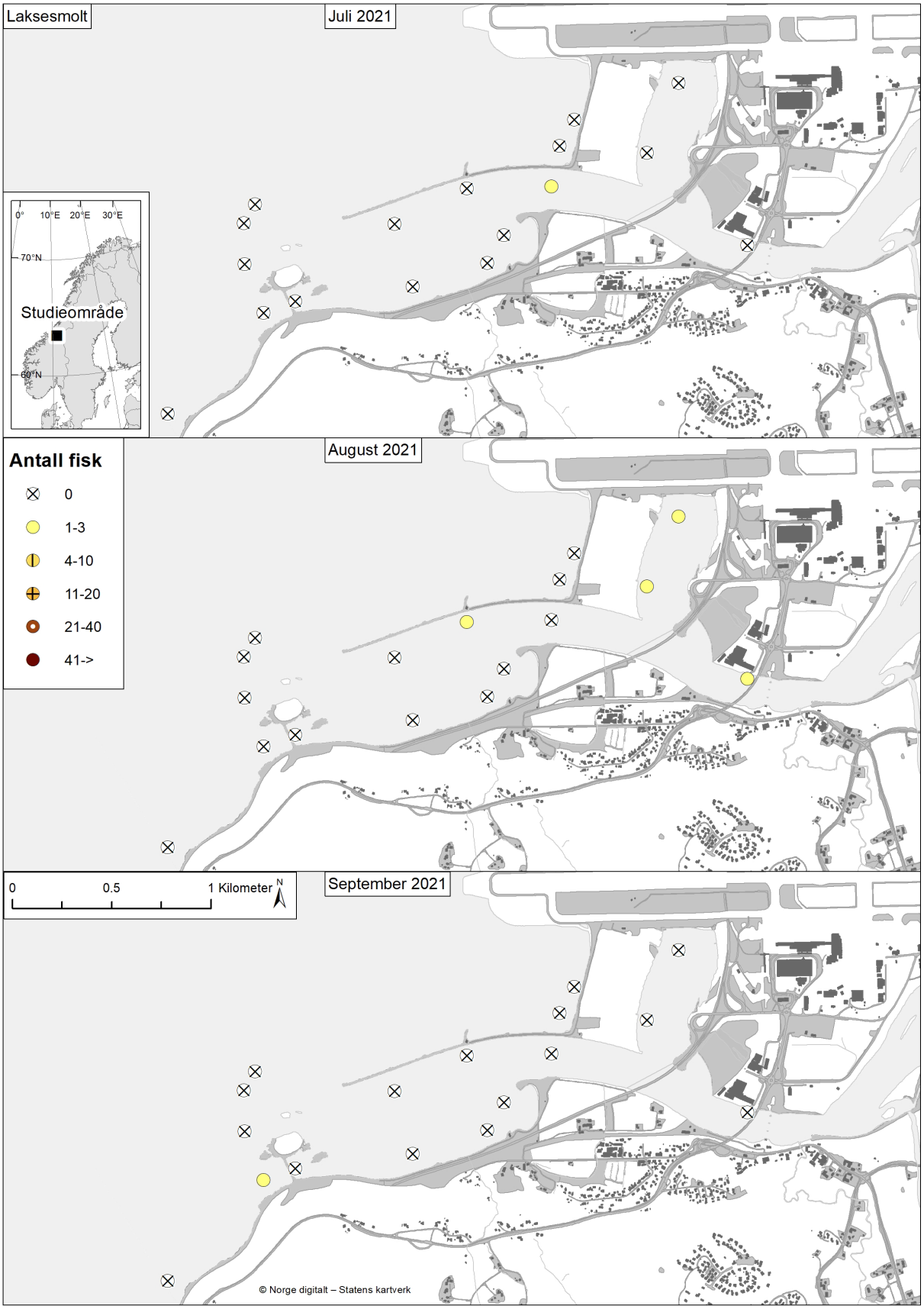
Figur 26: Laksestøingers områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva mai – juli 2021. Figuren viser hvor mange laks merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.



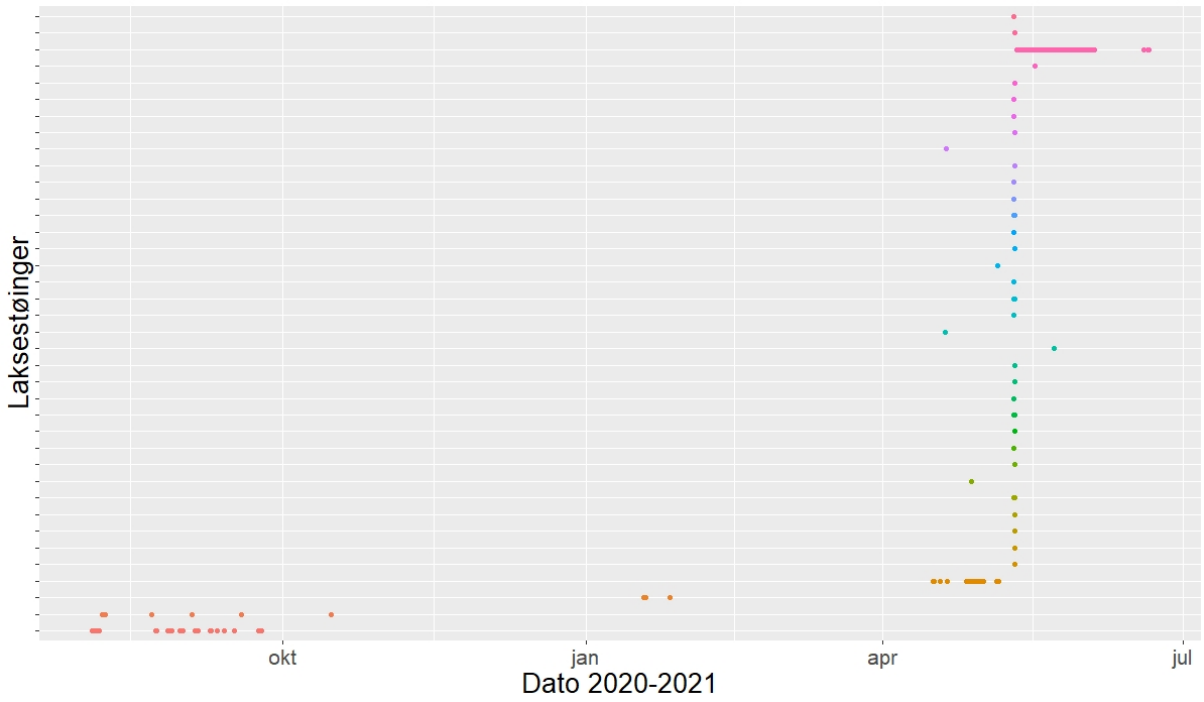
Figur 27: Laksestøingers områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva august – medio september 2021. Figuren viser hvor mange laks merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.



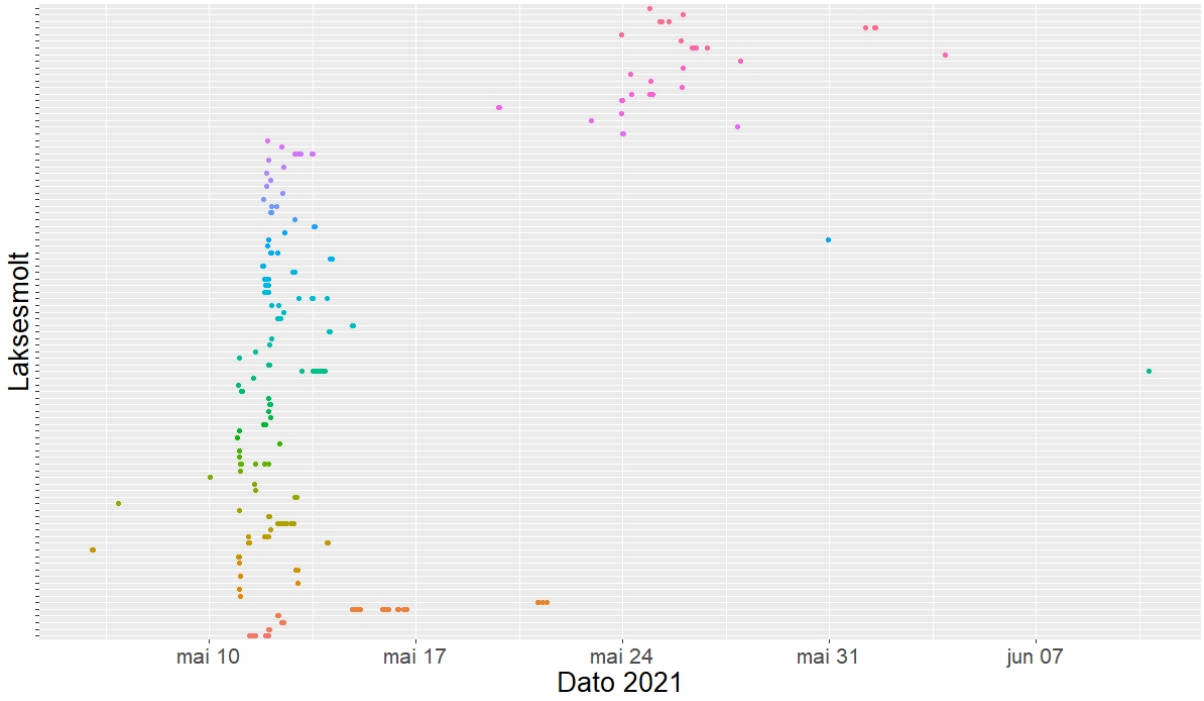
Figur 28: Laksesmolts områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva april – juni 2021. Figuren viser hvor mange laks merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned. Smoltmerkene hadde 70 eller 90 dagers estimert batterilevetid (avhengig av modell, tabell 2) og sluttet derfor å bli registret etter ca. 3 måneder selv om fisken fortsatt var i området med lyttestasjoner.



Figur 29: Laksesmolts områdebruk ved utløpet av Stjørdalselva juli – medio september 2021. Figuren viser hvor mange laks merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned. Smoltmerkene hadde 70 eller 90 dagers estimert batterilevetid (avhengig av modell, tabell 2) og sluttet derfor å bli registret etter ca. 3 måneder selv om fisken fortsatt var i området med lyttestasjoner.



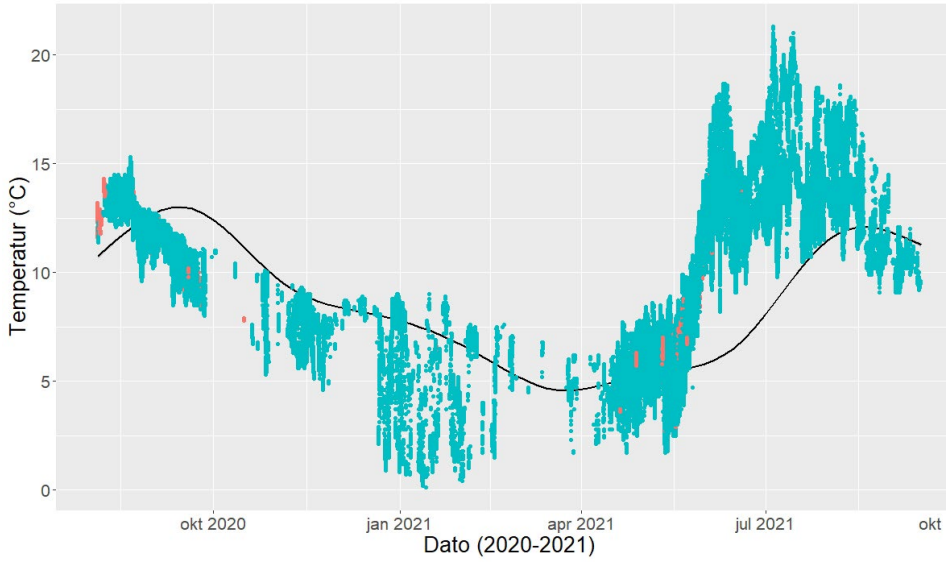
Figur 30: Oppholdstid for laksestøinger ved Hellstranda (stasjonene H8 – H10; figur 3). Hver vannrett linje er en fisk. Fram til 26.03.2021 var det kun 4 laksestøinger som var merket med akustisk sender (tabell 1).



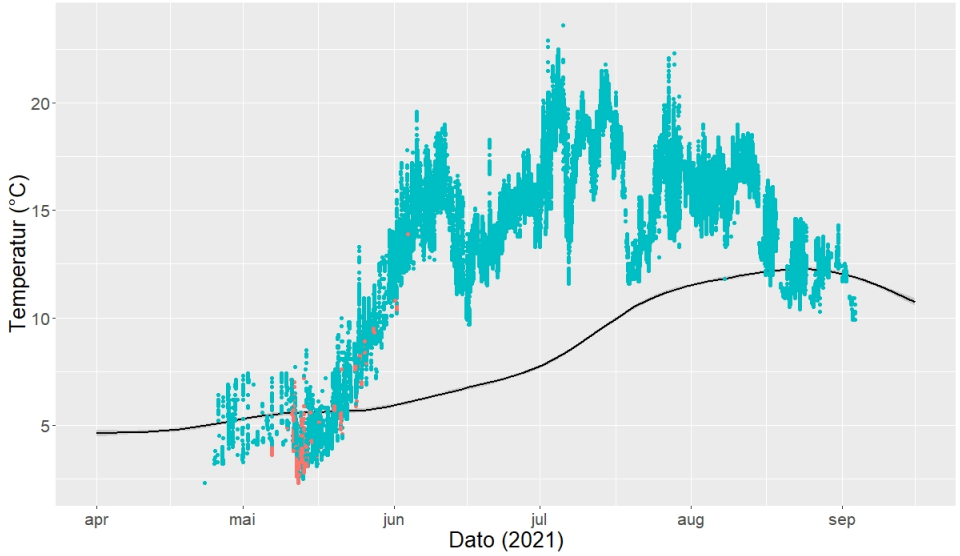
Figur 31: Oppholdstid for laksesmolt ved Hellstranda (stasjonene H8 – H10; figur 3). Hver vannrett linje er en fisk. Smoltmerkene hadde 70 eller 90 dagers estimert batterilevetid (avhengig av modell, tabell 2) og sluttet derfor å bli registret etter ca. 3 måneder selv om fisken fortsatt var ved Hellstranda.

3.4 Sjøørretens og laksens bruk av brakkvann *versus* marint vann ved Hellstranda

I det planlagte tiltaksområdet ved Hellstranda (Stasjon H8 – H10, figur 3) oppholdt sjøørret-veteranene seg i perioden slutten av mai til midten av september i vannmasser som var varmere enn det marine vannet på bunnen på 16 m dybde (figur 32). I perioden fra midten av september til starten av mars oppholdt de seg i vann som var kaldere enn det marine vannet. I april oppholdt de seg i både kaldere og varmere vannmasser enn det marine vannet målt av lyttestasjon på 16 m dybde. Tilsvarende oppholdt ørretsmolt i perioden 20. mai – 15. august seg i varmere vann enn det marine vannet (figur 33), mens de før og etter denne perioden oppholdt seg både i kaldere og varmere vannmasser enn det marine.



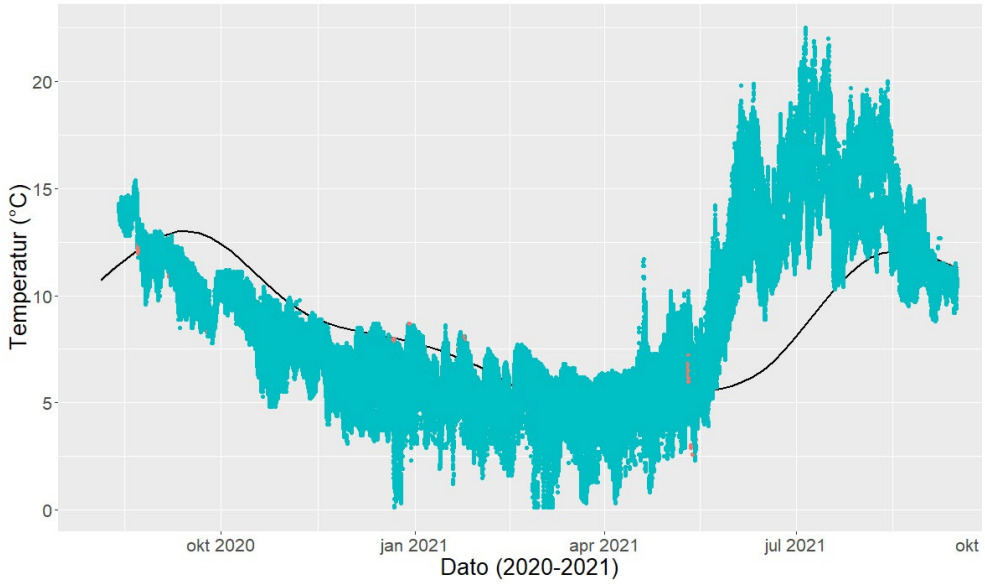
Figur 32: Temperatur målt av fiskemerker i buken på merkede sjøørretveteraner (grønn) og laksestøinger (rød) ved Hellstranda. Fiskene ble registrert på til sammen tre lyttestasjoner (stasjonene H8 – H10, figur 3). Svart linje angir temperatur til marint vann målt av lyttestasjon H7 på ca. 16 m dybde.



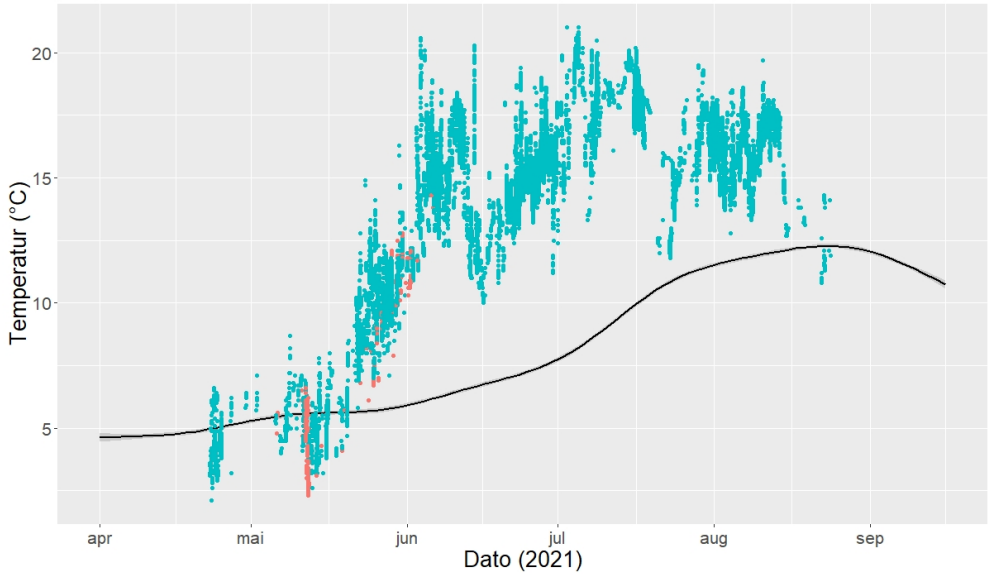
Figur 33: Temperatur målt av fiskemerker i buken på merkede ørretsmolt (grønn) og laksesmolt (rød) ved Hellstranda. Fiskene ble registrert på til sammen tre lyttestasjoner (stasjonene H8 – H10, figur 3). Svart linje angir temperatur til marint vann målt av lyttestasjon H7 på ca. 16 m dybde.

3.5 Sjøørretens og laksens bruk av brakkvann *versus* marint vann ved Langøra sør

Tilsvarende tiltaksområdet ved Hellstranda, oppholdt sjøørretveteranene i det gamle elveleiet øst for Langøra sør (stasjonene H16 og H17, figur 3) seg i perioden slutten av mai til midten av september seg i vannmasser varmere enn det marine vann (figur 34). Motsatt oppholdt de seg i perioden fra midten av september til starten av mars i vann som var kaldere enn det marine vannet. I april oppholdt de seg i både kaldere og varmere vannmasser enn det marine vannet på 16 m dybde. Ørretsmolt i det gamle elveleiet oppholdt seg i perioden 20. mai – 15. august seg i varmere vann enn det marine vannet (figur 35), mens de før og etter denne perioden oppholdt seg både i kaldere og varmere vannmasser enn det marine.



Figur 34: Temperatur målt av fiskemerker i buken på merkede sjøørretveteraner (grønn) og laksestøinger (rød) i det gamle elveleiet ved Langøra S. Fiskene ble registrert på til sammen to lyttestasjoner (stasjonene H16 og H17, figur 3). Svart linje angir temperatur til marint vann målt av lyttestasjon H7 på ca. 16 m dybde.



Figur 35: Temperatur målt av fiskemerker i buken på merkede ørretsmolt (grønn) og laksesmolt (rød) i det gamle elveleiet ved Langøra S. Fiskene ble registrert på til sammen to lyttestasjoner (stasjonene H16 og H17, figur 3). Svart linje angir temperatur til marint vann målt av lyttestasjon H7 på ca. 16 m dybde.

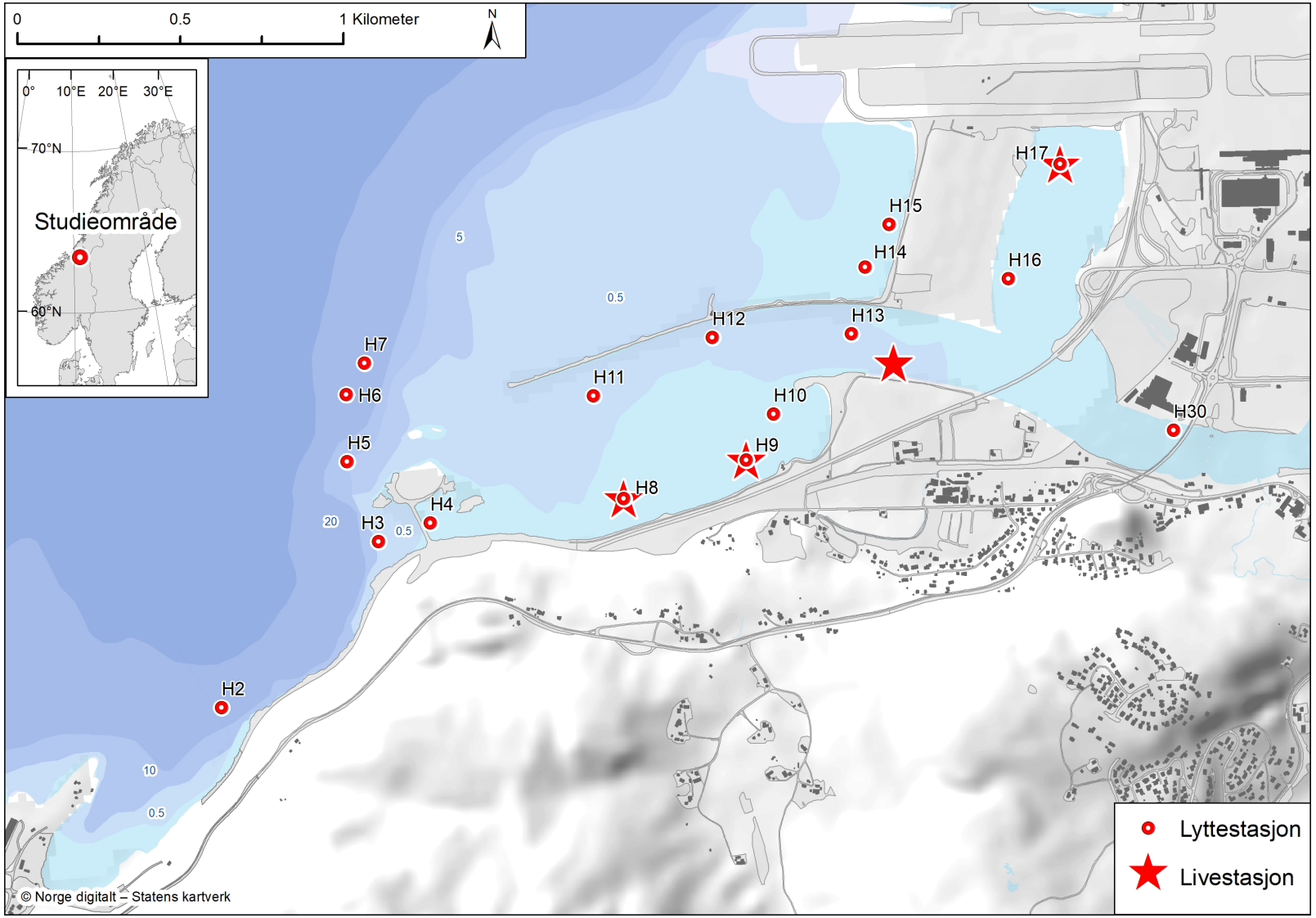
4 Sanntids overvåkning av sjøørret ved Hellstranda

Januar 2021 ble det etablert et sanntids overvåkningsprogram ved Hellstranda. Hensikten var å kunne overvåke, på dag-til-dag basis, atferd og stressnivå til voksen sjøørret ved Hellstranda og i det gamle elveleiet ved Langøra sør. Dette med henblikk på å kunne justere gjennomførelsen av enkeltaktiviteter under utbyggingen av ny E6 hvis noen av disse skulle vise seg å ha ekstra stor påvirkning på sjøørreten i de to områdene. I perioden 18. november – 18. desember 2020 ble det fylt ut et mindre område med planlagt areal på 4000 m^2 (Lilleeng 2021) for riggplass nær den nordlige åpning av Helltunellen. Utover dette foregikk det ikke noe utfylling av strandsonen ved Hellstranda eller i det gamle elveleiet i 2021. Dataene innsamlet i 2021 kan derfor under framtidig overvåkning av sjøørret i området brukes som referanse for hva som er «normaltilstanden».

Fra 20.12.2020 – 16.04.2021 ble i alt 30 sjøørreter fanget ved Hellstranda og merket med elektroniske merker med sensor for temperatur, akselerasjon og svømmedybde (tabell 1 og 2). Fire lyttestasjoner (Thelma Biotel, modell TB live; figur 36) overførte i sanntid registreringene av merket fisk til en server (figur 37). Livestasjonene (bilde 4) var tilkoblet et lokalt LoRaWAN nettverk med node på taket av Hell hotell. Noden tok imot datastrømmen fra lyttestasjonene og videresendte den til en server via mobilt 4G internett.



Bilde 4. Livestasjon (tv) montert på påle i tidevannspåvirket område ved Hellstranda. Livestasjonen overfører i sanntid registreringer fra merket fisk via kabel til mottaker koblet til lokalt LoRaWAN nettverk på land (th). Livestasjonen registrerer kun fisk når stasjonen er dekket av vann. Foto: Jan Grimsrud Davidsen



Figur 36. Plassering av livestasjoner (rød stjerne) for sanntids overvåkning av sjøørret i utløpet av Stjørdalselva og områdene rundt. Kartet angir også plassering av «vanlige» lyttestasjoner for registrering av akustisk merket fisk (rød sirkel med hvit prikk).

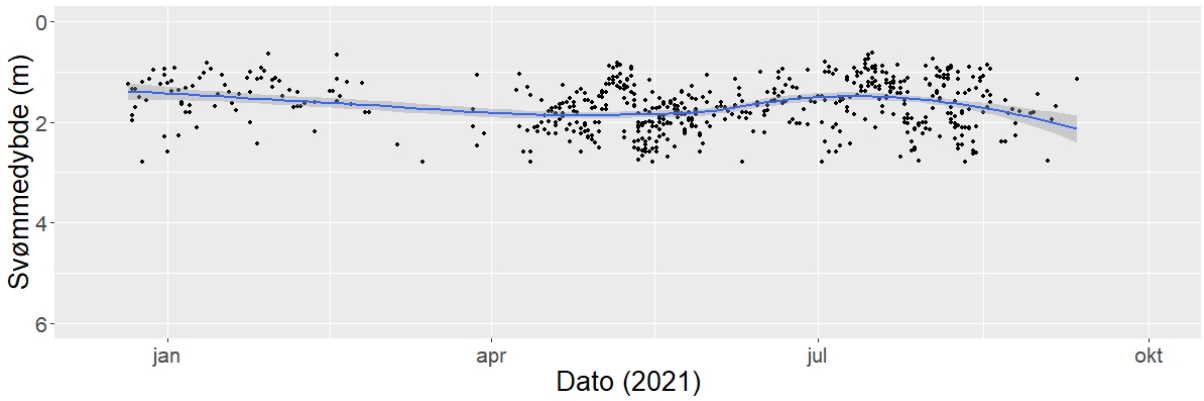
Registreringene av svømmedybde (figur 38 – 40), akselerasjon (figur 41 – 43) og temperatur (figur 32 – 33) viste at sjøørretens svømmedybde, svømmehastighet og bruk av ulike vannmasser (marint og brakkvann, indikert via temperatur) blant annet varierte med tid på året og tidevanns-syklus. Ved framtidig overvåkning vil det derfor være nødvendig å ta hensyn til denne variasjonen, som ble kartlagt i en periode uten utfylling i sjøen, når en vurderer om endring i atferd skyldes aktivitet i forbindelse med E6-utbyggingen eller kun er innenfor rammene av naturlige atferd. Stressatferd hos fisken vil i datasettet skille seg ut som signifikant raskere endringer enn det som ble registrert som «normalatferden».

Sammenligning av svømmedybde til sjøørretveteraner over perioden fra desember 2020 til september 2021 viser at sjøørreten i tiltaksområdet ved Hellstranda (figur 38) og i det gamle elve-leiet ved Langøra sør (figur 39) stort sett oppholdt seg på 1,5-2,0 meter dybde, mens sjøørretvete-raner i hovedelva, langs sjetéen, gjerne oppholdt seg litt dypere på 2,0 – 3,0 m dybde (figur 40).

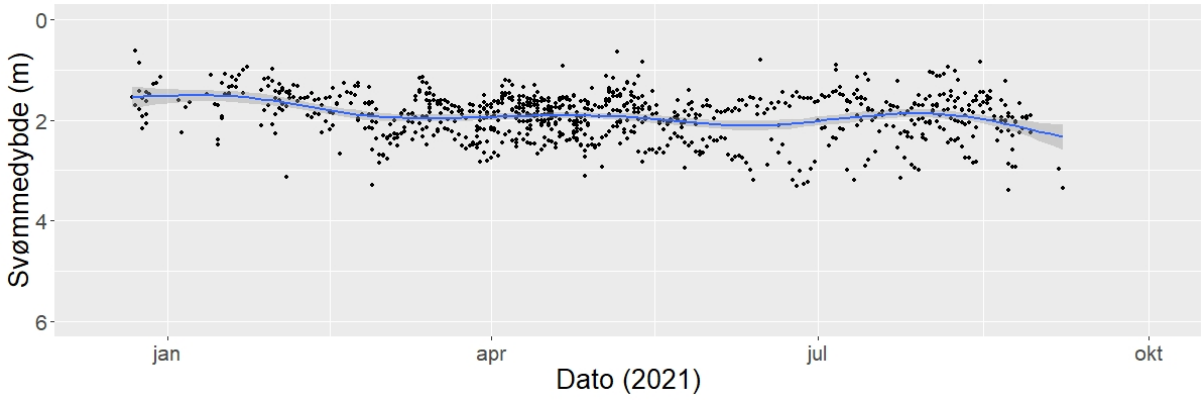
Aktivitetsnivået til sjøørretveteraner ved Hellstranda, det gamle elveleiet og i hovedelva lå i perioden fra desember 2020 til mai 2021 på 0,2 – 0,3 m/s^2 (figur 41 – 43). Fra mai til juli økte aktivitetsnivået til 0,6 m/s^2 ved Hellstranda og i hovedelva, mens det i det gamle elveleiet økte enda litt mer til rundt 0,7 m/s^2. I den siste del av perioden, fra juli – september, falt aktivitetsnivået igjen i alle de tre områdene.



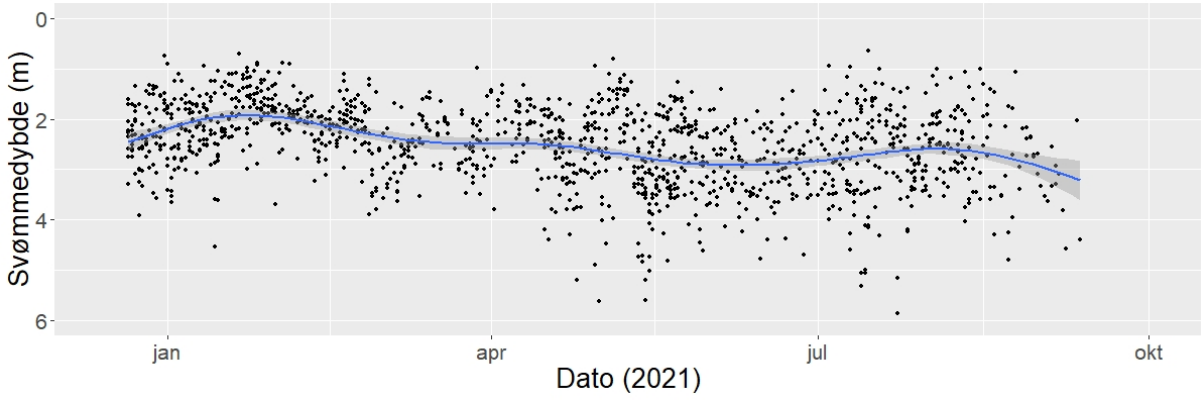
Figur 37: Skjermbilde av program brukt for sanntids-overvåkningen av merket fisk ved Hellstranda. Figurene som viser fiskenes svømmedybde (øverst), akselerasjon (midt) og temperatur (nederst) i perioden 1. – 8. mai 2021. Da det ble merket et større antall fisk med kun temperatursensor enn med kombinasjonen av sensorer for dybde, akselerasjon og temperatur, inngår det data fra flere individer på temperaturplottet enn på de to øvrige plottene.



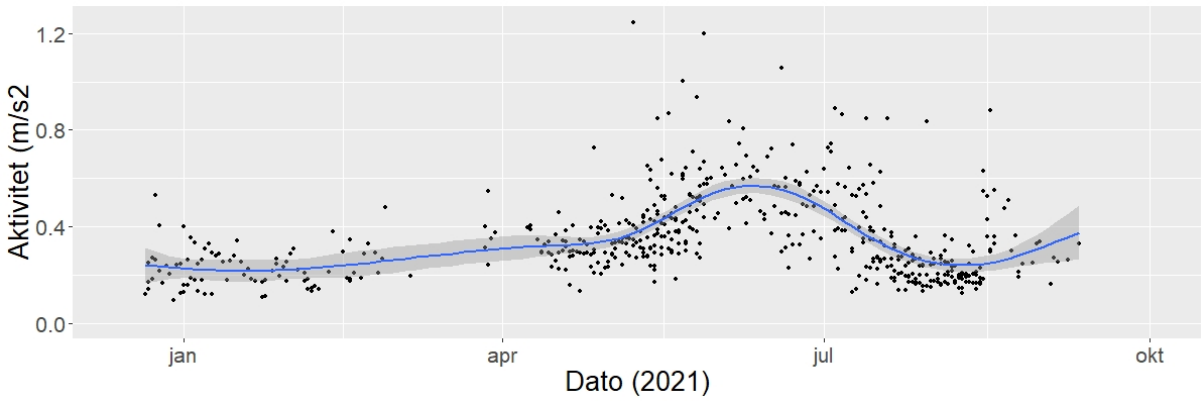
Figur 38: Svømmedybde til sjøørretveteraner ved Hellstranda (stasjon H8 –H10, figur 3). Blå linje indikerer løpende gjennomsnitt. Gjennomsnittets 95 % konfidensintervall er angitt med grå bånd. Enkeltpunkter er daglig gjennomsnitt for enkeltfisk.



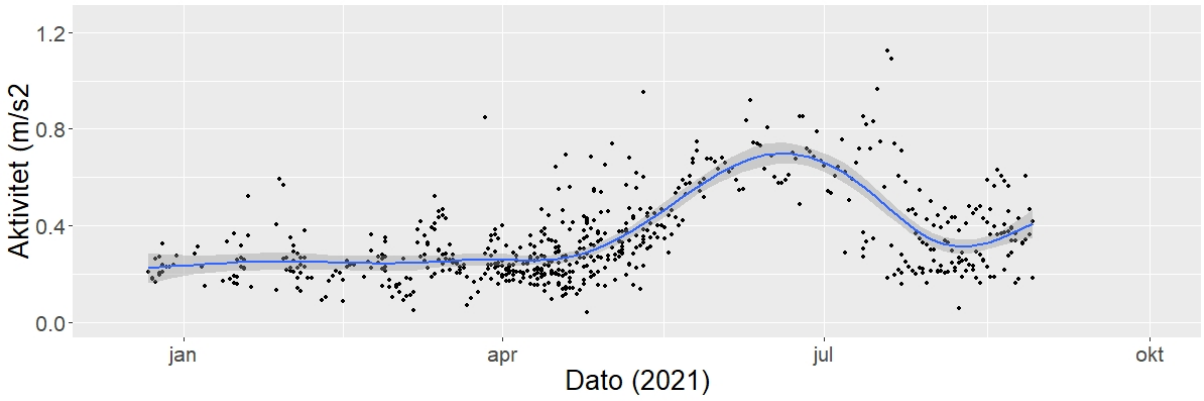
Figur 39: Svømmedybde til sjøørretveteraner i det gamle elveleiet ved Langøra sør (stasjon H16 – H17, figur 3). Blå linje indikerer løpende gjennomsnitt. Gjennomsnittets 95 % konfidensintervall er angitt med grå bånd. Enkeltpunkter er daglig gjennomsnitt for enkeltfisk.



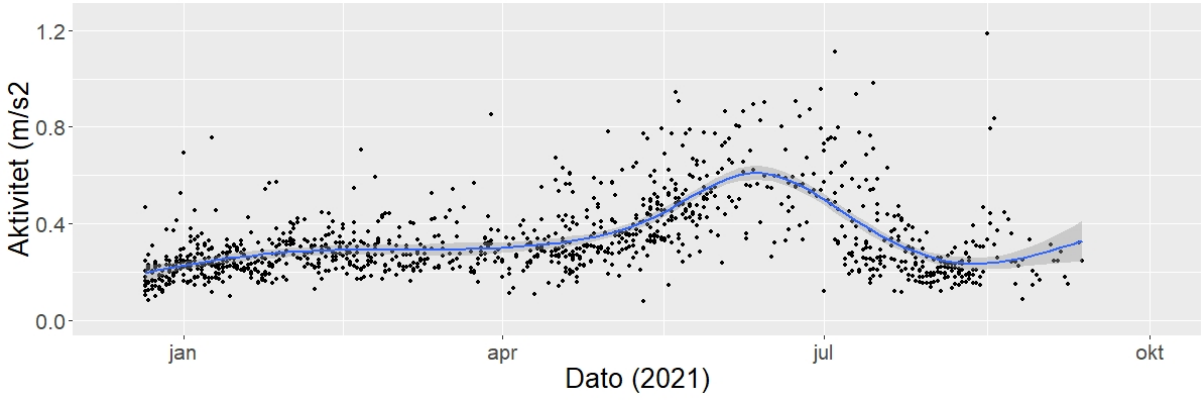
Figur 40: Svømmedybde til sjøørretveteraner i utløpet av Stjørdalselva langs sjetéen (stasjon H11 – H13, figur 3). Blå linje indikerer løpende gjennomsnitt. Gjennomsnittets 95 % konfidensintervall er angitt med grå bånd. Enkeltpunkter er daglig gjennomsnitt for enkeltfisk.



Figur 41: Aktivitetsnivå til sjøørretveteraner ved Hellstranda (stasjon H8 – H10, figur 3). Blå linje indikerer løpende gjennomsnitt. Gjennomsnittets 95 % konfidensintervall er angitt med grå bånd. Enkeltpunkter er daglig gjennomsnitt for enkeltfisk.



Figur 42: Aktivitetsnivå til sjøørretveteraner i det gamle elveleiet ved Langøra sør (stasjon H16 – H17, figur 3). Blå linje indikerer løpende gjennomsnitt. Gjennomsnittets 95 % konfidensintervall er angitt med grå bånd. Enkeltpunkter er daglig gjennomsnitt for enkeltfisk.



Figur 43: Aktivitetsnivå til sjøørretveteraner i utløpet av Stjørdalselva langs sjetéen (stasjon H11 – H13, figur 3). Blå linje indikerer løpende gjennomsnitt. Gjennomsnittets 95 % konfidensintervall er angitt med grå bånd. Enkeltpunkter er daglig gjennomsnitt for enkeltfisk.

5 Diskusjon

5.1 Sjøørretens bruk av tiltaksområdene ved Hellstranda og Langøra sør

Det planlagte tiltaksområdet ved Hellstranda er et viktig beiteområde for sjøørret. Arten ble observert i området året rundt, men vår og sommer fremstår som de viktigste periodene. De fleste sjøørretveteraner (sjøørret som har vært minst en sesong i sjøen før de ble merket) oppholdt seg i området fra slutten av april til slutten av september, mens flest ørretsmolt (førstegangsvandrere) ble registrert i mai måned. Det gamle elveleiet øst for Langøra S, hvor det planlegges en utvidelse av Værneskrysset, er tilsvarende et viktig beiteområde for sjøørret, men med den forskjell at sjøørreten i større grad enn ved Hellstranda også oppholder seg her om vinteren. At det gamle elveleiet er et viktig overvintringsområde for sjøørret stemmer overens med tidligere observasjoner (Davidsen mfl. 2017). At flere individer ble registrert i august og september 2020 enn i de tilsvarende måneder i 2021, skyldes at det ble merket sjøørret ved Hellstranda i august 2020, men ikke i august 2021. Da antall merket sjøørret i et område typisk avtar over tid grunnet naturlig spredning og dødelighet, kan dette derfor forklare denne forskjellen.

Fangstene i smoltfellen i sideelva Gråelva viste at ørretsmolten fra dette sidevassdraget vandret ut gjennom hele siste halvdel av april og hele mai måned. I smoltskruen ved Sona bru i hovedelva, oppstrøms Gråelva, ble de første ørretsmoltene fanget i midten av april, men flest smolt ble fanget i siste halvdel av mai måned. Undersøkelser av utvandringen til ørretsmolt ved Sona bru i årene 1991-1993 viste tilsvarende at utvandringen strakk seg over hele april og mai måned, men med variasjon mellom år (Hembre 1994). At 77 % av ørretsmolten ankom elveosen om natten stemmer overens med tidligere undersøkelser i Stjørdalselva, hvor nesten all ørretsmolt ble fanget om natten. I Søavassdraget (Hemnfjorden, Trøndelag) ble det observert at 80 % av ørretsmolten forlot elva om natta (Flaten mfl. 2016). Nattlig utvandring er antatt å være en tilpasning til å minske risikoen for å bli spist av fugl og andre fisk (Solomon 1982).

Sjøørreten ved Hellstranda og i det gamle elveleiet ved Langøra sør, oppholdt seg gjennom hele perioden hovedsakelig i brakkvannet i de øvre vannlag og ikke i det mer marine vannlag nærmest bunnen. Sjøørret er vekselvarme dyr, hvor kroppstemperaturen veksler i overensstemmelse med omgivelsenes temperatur. Metabolismen og derved veksthastighet er temperaturavhengig og dager med temperaturer over 3,5 – 6,0° C og under 17° C er gjerne definert som vekstsesongen for ørret (Jensen 1990, Elliott 1994, Jonsson & Jonsson 2011). I elveoser med ulike vannlag bestående av både marint, brakt og ferskvann vil de ulike vannlag ha ulik temperatur. Dette kan sjøørreten utnytte ved å beite og gjemme seg, om nødvendig, i vannmasser egnet for dette og så hvile og fordøye maten i andre vannlag med mer fordelaktig temperatur. Spesielt om vinteren hvor vanntemperaturen i elva er nærmere 0° C, mens den i elveosen kan være 2 - 4° C kan dette utgjøre en vesentlig forskjell. Undersøkelser fra Hemnfjorden og Gaulosen i Trøndelag (Eldøy mfl. 2017, Davidsen mfl. 2020b) har vist at sjøørret i elveoser oppholder seg mye nærmere vannoverflaten enn sjøørret som befinner seg lengre ute i fjorden. Både sjøørretveteraner og ørretsmolt ved Hellstranda og i det gamle elveleiet ved Langøra sør oppholdt seg fra mai til august/september i vannmasser som var varmere enn det marine vann på 16 m dybde, mens de i perioden fra midten av september til starten av mars oppholdt seg i vann som var kaldere. I april oppholdt de seg i både kaldere og varmere vannmasser enn det marine vannet. Om våren er ferskvannslaget, og dermed også brakkvanslaget, kaldere enn det marine vannet grunnet kaldt smeltevann fra Stjørdalselva. Når avsmeltningen i nedbørfeltet er ferdig utover våren øker temperaturen raskt og blir varmere enn det marine vannet i Trondheimsfjorden. At sjøørreten i all hovedsak oppholdt seg i brakkvann nær overflaten og ikke i de marine vannlag nærmere bunnen, stemmer godt overens med at sjøørretveteraner merket med dybdesensor generelt oppholdt seg på 1,5-2,0 m dybde ved Hellstranda og i det gamle elveleiet, mens at de i hovedelva, langs sjetéen, oppholdt seg på rundt 2,0-3,0 m dybde.

Den kraftige økningen i aktivitetsnivå i mai til juli måned ved både Hellstranda, det gamle elveleiet og hovedelva viser at alle tre områder er viktige beiteområder for sjøørret om sommeren. Tap av beiteområder i elveosen grunnet den planlagte utbyggingen av ny E6 vil øke konkurransen om mattilgangen i de resterende områder rundt Hellstranda og i det gamle elveleiet. Da gunstige næringsarealer i elveosen til Stjørdalselva, i forbindelse med flyplassutbyggingen på 1950-tallet, allerede er kraftig modifisert vil ytterligere inngrep forverre situasjonen for sjøørreten. Videre viser både denne og en tidligere undersøkelse av områdebruk til sjøørret ved Langøra sør (Davidsen mfl. 2017), at habitatet i det gamle elveløpet er spesielt viktig for de yngste sjøørretveteranene ved lave vanntemperaturer om vinteren og tidlig på våren. Det anbefales derfor på det sterkeste å redusere nedbyggingen til det absolutt nødvendige og derpå å kompenseres for arealer tilsvarende det som går tapt. For å imøtegå denne anbefalingen har utbygger i samarbeid med Stjørdal kommune redusert planlagt utfyllingsområde på Hellstranda fra opprinnelig areal på 51 400 m^2 til 40 600 m^2 (Krossa mfl. 2021).

5.2 Laksens bruk av tiltaksområdene ved Hellstranda og Langøra sør

Under utvandringen fra overvintringsstedene i Stjørdalselva brukte laksen kun kort tid ved Hellstranda og i det gamle elveleiet ved Langøra S. Generelt oppholdt både laksestøinger og laksesmolt seg mindre enn en dag i elveosen. Selv om oppholdstiden i elveosen for laks var kort kan den likevel representere en viktig fase, spesielt for smolten, da overgangen fra ferskvann til sjøvann er en mer sårbar fase for smolt enn støinger. Dette da overflaten hos smolten er forholdsvis større enn volum sammenlignet med støinger og det er dermed mer krevende å regulere saltbalansen. I en undersøkelse fra Altaelva (Strand mfl. 2011), ble det observert at laksesmolt i den tidlige del av utvandringen var dårligere tilpasset sjøvann (lavere nivå av enzymet ATP-ase) og at de oppholdt seg en periode på noen dager i elveosen/estuariet før de vandret ut i fjorden. Smolten som vandret seinere, hadde høyere verdier av ATP-ase og vandret rett ut.

At laks generelt sett oppholdt seg kort tid i elveosen under utvandringen tilsvarer tidligere undersøkelser fra andre vassdrag av både smolt (Thorstad mfl. 2004, Thorstad mfl. 2007, Davidsen mfl. 2009, Thorstad mfl. 2012) og støinger (Halttunen mfl. 2009). For smolten sin del har dette typisk blitt forklart med at det er et høyt predasjonspress i elveosene. I utløpet av Stjørdalselva ble det under feltarbeidet ofte observert både torsk og sei som begge er kjent for å spise laksesmolt (Hvidsten & Møkkelgjerd 1987, Hvidsten & Lund 1988, Jepsen mfl. 2006). Disse artene er også kjent for å spise ørretsmolt, og det kan derfor fremstå som overraskende at ørretsmolten oppholder seg vesentlig lengre i elveosen enn laksesmolten. En mulig forklaring kan være at ørretsmolten kanskje trenger lengre tid for tilpasning til marint vann, eller at den oppholder seg i vannmasser med lavere salinitet enn det torsk og sei trives i.

Diettstudier av utvandrende laksesmolt viser at næringsopptak de første dagene etter utvandring er viktig for overlevelsen (Hvidsten mfl. 2009). Undersøkelse av diett til post-smolt i Trondheimsfjorden viste at smolten her var generalist, men at marine fisk og krepsdyr ser ut til å utgjøre den viktigste del av byttedyrene, men at terrestriske insekter som kommer ut fra elva kan være viktige i år med dårlig tilgang på marine byttedyr. I en undersøkelse gjort av Levings mfl. (1994) ble det påvist at mageinnholdet til post-smolt fanget i Trondheimsfjorden nær estuariene til Orkla og Gaula nylig hadde spist ferskvanninsekter og estuarielevende amfipoder. Konklusjonen er at laksesmolt generelt kun oppholder seg timer/dager i elveos/estuarier, men at denne perioden tross den begrensede varigheten er et viktig stadium i overgangen fra smolt i elva til post-smolt i fjorden. Spesielt kan data fra tidligere undersøkelser tyde på at opphold i elveos/estuarie spesielt er viktig for smolt som enda ikke har full sjøvannstoleranse, samt i år hvor det er mindre tilgang på marine byttedyr i umiddelbar nærhet til estuariet.

Overvåkningen av smoltutvandringen i Stjørdalselva og sideelva Gråelva viste at laksesmolten fra Gråelva vandret ut i første halvdel av mai, mens laksesmolten fra hovedelva og sidevassdrag oppstrøms Gråelva hovedsakelig vandret ut i siste halvdel av mai. Utvandringen fortsatte antakeligvis inn i juni, men overvåkningen ble av hensyn til sportsfisket avsluttet 28. mai.

Undersøkelser med smoltfelle ved Sona bru på 1990-tallet viste at laksesmolten den gang hadde hovedutvandring fra midten av mai til starten av juni med median utvandringsdato 26. mai (Arnekleiv mfl. 2002). Nyere modellering indikerer at tidspunktet for når de første 25 % av laksesmolten vandrer i stor grad avhenger av lufttemperatur (Vollset mfl. 2021). At 69 % av laksesmolten ankom elveosen om natta stemmer også overens med tidligere undersøkelser i Stjørdalselva, hvor nesten all laksesmolt ble fanget i smoltfella om natten. Tilsvarende vandring om natten er også observert i andre vassdrag (Thorpe & Morgan 1978, Aarestrup mfl. 2002, Davidsen mfl. 2005), og er antatt å være en tilpasning til å minske risikoen for å bli spist av fugl og andre fisk (Solomon 1982).

I en tidligere undersøkelse (Foldvik & Järnegren 2020) ble det påvist forekomster av ung laksefisk ved både Hellstranda og i det gamle elveleiet. Det er kjent at laks kan ta i bruk elveoser og fjordsystemer som oppvekstområder allerede før utvandring som smolt (Thorstad mfl. 2012). I Canada er estuarieopphold hos lakseunger blant annet dokumentert i Hudson Bay (Morin 1991), i Newfoundland (Hutchings 1986, Cunjak mfl. 1989), i St. Lawrence-bukta (Randall & Power 1979) og i Bay of Fundy (Amiro 1998). I River Frome i England er det dokumentert at en betydelig andel av ungfiskbestanden vandrer ut om høsten med hovedtyngde i oktober – november (Pinder mfl. 2007). I antall utgjør denne høstutvandringen om lag 20 – 25 % av den totale utvandringen av laks fra vassdraget (Pinder mfl. 2007, Riley mfl. 2008). Tilsvarende er det funnet utvandring av laksunger fra Girnock Burn i Skottland både om høsten og våren (Youngson mfl. 1983). I Norge er utvandring av juvenil villaks (ungfisk) til elveoser kjent fra blant annet Drammenselva (Mo mfl. 2018), Røssåga (Bremset mfl. 2019) og ulike elver på Sørlandet (Bremset & Museth 2019).

Tre oppvandrende laks ble merket i elveosen i august 2020. Disse brukte hele undersøkelses-området fram til oktober hvorpå de vandret opp i elva – antakeligvis for å gyte. Med unntak av én laks som ble merket i desember, ble resterende laks merket i Stjørdalselva før utvandringen i mai 2021. Det er derfor få data på hvor lenge laksen oppholder seg ved Hellstranda eller i det gamle elveleiet når den vandrer fra fjorden til elva om høsten. Laksen som vandret ut våren 2021 vil tidligst returnere til Stjørdalselva sommer/høst 2022. Da laksestøingene har fiskemerker med batteri-levetid på tre år, vil tilbakevandrende laks bli registrert i elveosen i årene som kommer, forutsett at overvåkningsprogrammet omtalt i kapittel 4 fortsetter i utbyggingsfasen av ny E6. Tilgjengelige data på oppvandrende gytelaks fra andre områder viser at gytelaksen i større vassdrag vanligvis oppholder seg kort tid i elveos/estuarie når den vandrer tilbake fra sjøen (Thorstad mfl. 2010, Davidsen mfl. 2013), men datagrunnlaget på dette er relativt beskjedent. Dette skyldes blant annet at de fleste studier på oppvandrende laks er gjennomført med radiotelemetri som kun fungerer når fisken er i ferskvann.

For laks vil nedbygging av deler av elveosen i forbindelse med den planlagte utbyggingen av ny E6 ikke ha like store konsekvenser som for sjøørreten. Dette da laksen oppholder seg i tiltaksområdet i vesentlig kortere tid enn sjøørreten. Likevel er overgangssonen med brakkvann viktig, spesielt for laksesmolten, og avbøtende tiltak i anleggsfasen samt framtidige kompenserende tiltak til det beste for sjøørreten vil derved også være gunstige for laksen.

6 Forslag til avbøtende og kompenserende tiltak

I forbindelse med ny E6 er det planlagt utfylling i to områder i nedre del av Stjørdalselva, langs Hellstranda samt i restene av det gamle elveleiet på vestsida av Værneskrysset (figur 1). Disse to områdene er ulike både med tanke på salinitet, tidevannspåvirkning og vanngjennomstrømning. Området på vestsida av Værneskrysset er tidligere undersøkt i forbindelse med planer om utvidelse av flyplassen (Gjelland mfl. 2013, Davidsen mfl. 2017, Davidsen mfl. 2018), mens Hellstranda ikke ble inkludert i undersøkelsene som ble gjort den gang.

Slik planene for utfyllingene foreligger i dag, ser konsekvensene for fisk i hovedsak ut til å bli rene arealtap. Men det kan ikke utelukkes at utfyllingen ved Værneskrysset i tillegg til selve arealtapet fra fyllinga potensielt kan endre funksjonen til det tilstøtende området. Dette kan skje som følge av at fyllinga kan påvirke strømningsforhold mellom hovedelva og det gamle elveløpet, noe som kan påvirke vannutskifting, salinitet, temperatur, sedimentasjon etc. som igjen kan påvirke habitat-kvaliteten. Av de store arealene som Stjørdalselvutløpet engang hadde er det nå bare fragmenter igjen som fungerer slik de opprinnelig gjorde, og disse områdene har stor verdi for en rekke arter samt som naturtyper (Davidsen mfl. 2020a).

Det har tidligere vært gjort en vurdering av mulige avbøtende og kompenserende tiltak i forbindelse med utbyggingen av E6 ved Hellstranda (Davidsen mfl. 2020a). De følgende avsnitt baserer seg på dette notatet, men med justeringer basert på kunnskapen innhentet under kartleggingen av områdebruk til sjøørret og laks.

6.1 Avbøtende tiltak

Med avbøtende tiltak menes her tiltak som reduserer de negative effektene av utbyggingen ved å endre enten plassering, størrelse eller utforming. I tillegg til avbøtende tiltak relatert til den permanente utforminga, inngår også vurdering av avbøtende tiltak i anleggsfasen. Avbøtende tiltak er i tillegg til avsnittet under beskrevet i Krossa mfl. (2021).

6.1.1 Avbøtende tiltak i anleggsfasen

Da utbyggingen av ny E6 vil foregå over lengre tid i en elveos som aktivt brukes av både sjøørret og laks vil det være viktig med avbøtende tiltak i anleggsfasen. For å minimere risikoen for blakket vann i elveosen har utbygger planlagt bruk av siltgardin på utsiden av fyllingsområdet. Dette for å hindre at suspenderte partikler fra utfyllingen forringer vannkvaliteten i resten av området. Forhøyede konsentrasjoner av suspenderte partikler kan ha negative effekter på fisk, både indirekte effekter via endret adferd og redusert næringsinntak som følge av økt turbiditet, og direkte effekter som gjelleskader på grunn av partikkelabrasjon (Newcombe 2003). Et overvåknings-program for vannkvalitetsparametere både under og etter anleggsfasen, som vil kunne avdekke behov for ytterligere avbøtende tiltak, er utarbeidet og iverksatt av Rambøll (Liungman 2021).

I forbindelse med utfyllingen ved Hellstranda og ved Sandfærhus vil det bli økt nivå av støy i vannet. Dette blant annet grunnet sprengningsarbeid og dumping av masser i fjæresonen. Per i dag er det lite kunnskap om hvordan støy påvirker laksefisk (Hawkins 2015), og det er derfor vanskelig å vurdere eventuelle negative effekter dette vil ha på villaks og sjøørret i området. Basert på generell kunnskap om de ulike livsstadier til villaks og sjøørret kan det antas at den største trusselen er økt stressnivå hos smolt av begge arter under smoltutvandringen. Overgangen fra ferskvann til sjøvann for førstegangsvandrene er forbundet med et høyt internt stressnivå grunnet osmoregulatoriske endringer, og risikoen for predasjon er høy. Om en da tilfører ytterligere stress grunnet anleggs-arbeid i området i denne mest kritiske perioden kan en antageligvis forvente en kraftig økning i dødelighet. Økt smoltdødelighet vil avspeile seg i færre gytefisk som returnerer til vassdraget i kommende år.

Da kartleggingen av områdebruken til sjøørret og laks har vist at spesielt sjøørreten bruker området aktivt anbefales følgende avbøtende tiltak i anleggsfasen:

1) *Overvåke, på dag-til-dag basis, atferd og stressnivå til voksen sjøørret i elveosen med henblikk på å kunne justere gjennomførelsen av enkeltaktiviteter om disse skulle ha ekstra stor påvirkning på sjøørreten i området.* Dette kan gjennomføres ved å merke et antall voksen sjøørret med elektroniske merker som registrerer aktivitetsnivå (akselerasjon) og svømmedybde. Lyttestasjoner med online tilkobling til internett vil da gi daglige oppdateringer om eventuelle drastiske endringer i atferd. Siden slike endringer i atferd vil ha et tidsstempel, kan dette kobles direkte mot aktiviteter som er gjennomført under anleggsarbeidet. Aktuelle tiltak for å minimere evt. økt stressnivå ved bestemte typer av aktivitet kan være boblegardiner. Basisovervåkning ble gjennomført i 2021, og disse dataene vil fungere som referanse for «normalsituasjonen». Det bør også vurderes å gjennomføre målinger av støy i vannet for å avdekke direktekobling mellom evt. problemer med atferd og stress til støyintensitet. Om slikt velges gjennomført bør det fokuseres mer på måling av partikkelbevegelse enn på lydtrykk, da laksefisk har vist seg å være mer sensitive overfor førstnevnte (Hawkins & Johnstone 1978).

1) *Unngå utfylling i tidsrommet 21:00 – 06:00 ved og i elveosen i hovedutvandringsperioden for ørretsmolt og laksesmolt 15 april – 1 juni (se kap. 3.2 og 3.3). Videre bør det gjøres en nærmere vurdering av om sprengning i Helltunellen kan medfører så store vibrasjoner i vannmassene ved Hellstranda (partikkelbevegelse) at dette kan innvirke negativt på smolten.*

6.1.2 Avbøtende tiltak i forbindelse med ferdig utfylling

Utfylling i forbindelse med Værneskrysset har, slik det fremgår av plandokumentene, bare funksjon for valgt veitrase, mens utfylling på Hellstranda har flere funksjoner. Her har utfyllingen funksjon som anleggsvei, rigg- og anleggsområde i forbindelse med tunellkonstruksjon i anleggsperioden (allerede fylt ut), mens en del av utfyllingen også er relatert til etablering av friluftsområde. Gitt valgt veitrasé, er det først og fremst størrelsen på utfylling for å skape friluftsområde som kan reduseres for å avbøte tap av akvatisk habitat i elveutløpet (se kap. 5.1 for planlagt reduksjon). Tre ulike og ikke gjensidig utelukkende tiltak for å avbøte negative effekter er identifisert:

1 *Redusere utfyllingsareal til det som er strengt nødvendig for bygging av ny E6.*

2 *Tilrettelegge den nye strandsonen langs Hellstranda slik at den blir best mulig for laksefisk.* Grunne sand- og siltområder som blottlegges ved fjære sjø inn mot den nye forbygningen vil være viktige. Dette kan gjøres ved å grave ut og lagre sand og silt fra området som skal fylles ut (evt. anskaffe tilsvarende masser i etterkant), og distribuere disse på utsiden av forbygningen etter konstruksjon av denne er ferdig. På Sandfærhus kan en redusere effekten av tapt areal ved å parallellforskyve fjæra fra land og utover i det gamle elveleiet og ha veien på innsiden. Dette ble gjort da ny E6 ble bygget i Halsøen for ca. 10 år siden (Thingstad mfl. 2015).

3 *Øke åpningen mellom det gamle elveleiet og hovedelva slik at det tilsikres at ferskvann fra elva og marint vann fra fjorden fortsatt kan strømme inn og ut.* I forbindelse med tidligere tiltak i elva har det oppstått en økt tilsanding i ytre del av det gamle elveleiet slik at dette på sikt kan lukke helt igjen om ikke tiltak gjennomføres. Å ta bort en del av sandbanken i munningen vil kunne avhjelpe dette.

6.2 Kompenserende tiltak

Dagens utløp av Stjørdalselva er ikke elvas naturlige utløp, utløpet ble lagt om i forbindelse med utvidelse av Værnes flyplass i 1957. Denne omlegginga av elveløpet, samt seinere veiutbygning etc. har medført et stort tap av tidevannspåvirka elveareal og brakkvannsdelta. Det er derfor ekstra viktig å ta vare på eksisterende arealer og kompensere for det som går tapt ved byggingen av ny E6.

Med kompenserende tiltak menes her tiltak som reduserer negative effekter av utfylling ved å restaurere eller øke kvaliteten på nærliggende og tilsvarende arealer. Kompensasjonstiltak som skal ha effekt for laksefisk i Stjørdalsvassdraget må nødvendigvis ligge i umiddelbar nærhet til eller i vassdraget. Tap av brakkvannshabitat, som ved Hellstranda og det gamle elveleiet, kan ikke kompenseres ved tiltak i rene ferskvannshabitat som for eksempel restaurering av gyte- og oppvekstområder i hoved- og sideelver lengre opp i vassdraget, fordi disse områdene har en helt annen funksjon enn brakkvannshabitatene i elveosen.

Når en skal planlegge kompenserende tiltak for tapt habitat til sjøørret og laks ved Hellstranda og det gamle elveleiet ved Langøra sør er det viktig å ta hensyn til at det kompenserende habitatet skal tilfredsstille flere krav:

1) Det skal fasilitere osmoreguleringen hos yngre sjøørret også ved lave temperaturer om våren.

2) Det nye habitatet skal ikke legge til rette for økt predasjon fra marine fiskespisere, slik som torsk og sei, da dette kan gå hardt ut over smoltutvandringen fra Stjørdalselva.

3) Et kompenserende tiltak skal tilby, som minimum, samme tilgang i kvantitet og kvalitet til aktuelle byttedyr.

4) Tiltaket skal designes slik at temperaturregimet i vannmasser ikke endres til ugunst for laksefisk da dette direkte kan hemme deres tilvekst og derved sjanse for overlevelse og bidrag til kommende generasjoner.

Det har tidligere blitt foreslått fire ulike og ikke gjensidig utelukkende kompenserende tiltak som alle har potensiale til å avbøte negative effekter for sjøørret og laks (Davidsen mfl. 2020a). Tiltakene er illustrert på figur 44.

De fire forslag var:
1) *Restaurering av det gamle elveløpet på nordsida av flystripa*.
2) *Omgjøring av det grunne sjøområdet mellom moloen (sjetéen) og flystripa.*
3) *Omgjøring av deler av Langøra sør til våtmarksområde.*
4) *Omlegging av elveutløpet ved å anlegge en ny molo fra Billedholmen.*

Da kartleggingen av områdebruk til sjøørret og laks ved Hellstranda viste at de eksponerte grunne sand- og siltområder som blottlegges ved fjære sjø er viktige beiteområder for spesielt sjøørret, må kompenserende tiltak tilsvare et slikt habitat. Forslag to og fire tilfredsstiller dette kravet og disse presenteres derfor i det følgende. For detaljer om forslag 1 og 3 henvises til Davidsen mfl. (2020a) Tekst og figurer er hentet fra det tidligere notatet. Tilføyelser og justeringer til teksten er gjort når det er hensiktsmessig. Det er i de følgende kun fokusert på elementer relatert til sjøørret og laks, men kompenserende tiltak må også ta hensyn til fugl og aktuelle naturtyper.



Figur 44. Arealer som er planlagt fylt ut ved Hellstranda og Værneskrysset (gult), og plassering av de fire foreslåtte kompensasjonstiltakene (blått). Figur lånt fra Davidsen mfl. (2020a).

Forslag 2) *Omgjøring av det grunne sjøområdet mellom moloen (sjetéen) og flystripa*
Kompensasjonstiltak i form av å omgjøre funksjonen av deler av det grunne sjøområdet mellom moloen og flystripa på vestsida av Langøra sør ved fjerning av deler av den østligste delen av den eksiterende moloen samt konstruksjon av ny ør/molo nord til flystripa. Dette tiltaket er også tidligere vurdert i forbindelse med utvidelse av flyplassen (Davidsen mfl. 2018). Dette tiltaket innebærer tap av en type habitat som i dag fremstår som relativt uberørt, noe som medfører at verdien av dette tapet må vektes mot verdien av det nye brakkvannsdeltaet som skapes. Området benyttes imidlertid i liten grad av fugl og heller ikke i noe særlig grad av sjøørret og laks. Konstruksjon av ny molo/ør vil potensielt også muliggjøre etablering av nye arealer av våtmarkshabitat som nesten er borte fra området; salteng, strandeng og brakkvannssump. Graden av ferskvannspåvirkning vil kunne økes ved konstruksjon av terskel på nedsida av ny åpning av moloen.

Alternativet har, avhengig av utforming, potensiale til å skape arealer av flere typer brakkvanns-påvirka habitat. Ved utforming må en legge til rette for at arealer som tørrlegges ved fjære sjø som minimum tilsvarer arealet som planlegges fylt ut. I praksis vil dette nok medføre at tiltaket vil ha et større areal enn det som forsvinner ved utfyllingen, da deler av det nye området vil være dekt av vann gjennom hele døgnet.

Tiltaket medfører fjerning av deler av eksisterende molo på nordsida av elveutløpet, samt etablering av ny molo eller kunstig ør nordover mot flystripa (figur 45). Påvirkningsgraden det nye området vil ha av ferskvann/tidevann kan påvirkes ved evt. konstruksjon av en terskel nedstrøms. Fyllingen mot vest må være tett for gjennomstrømming av saltvann slik at saltkonsentrasjonen i den nye lagunen kan kontrolleres med utformingen av terskelen. I tillegg til å kunne fungere som et viktig brakkvannsdelta for særlig ung sjøørret vil en ved utformingen av området ha potensiale for å skape nye arealer av i dag sjeldne naturtyper som brakkvannssump og strandeng og ha funksjon både for vadefugl, andefugler, måker og pattedyr (oter).

Området som vil endre type og funksjon består i dag av marine bløtbunnsområder. I Naturbase er området gitt verdi Middels/C, har relativt lave tettheter av bunndyr og er blitt karakterisert som lite viktig for vadefugler (Arnkværn & Sandnes 2008, referert til i Gjelland mfl. 2013). Det nye området vil kunne få vesentlig økt betydning for sjøørret samt, gitt vellykket etablering av andre naturtyper (strandeng, strandsump etc.), kunne få større naturverdi og bli viktig for fugleliv og plantesamfunn.

Stor elvebreddedderkopp (*Arctosa cinerea*) som står oppført som sterkt truet (EN) på rødlista, er registrert på Langøra nord (Fremstad mfl. 2005). Om artens habitat sandstrand blir en del av kompenserende tiltak kan den kanskje etablere seg også på Langøra S. Kostnadene ved tiltaket forventes å være moderat siden det i hovedsak består i utfylling/flytting av masser. I areal har tiltaket potensial til å bli mer enn tre ganger større enn området som tapes.



Figur 45. Skisse av mulig utforming av alternativ 2, hvor en del av eksisterende molo er fjernet og ny mer natur-lik fylling/molo/ør er lagt nordover til flystripa. Grønne områder representer vegetasjon, gule er grunne sandområder, og oransje områder er potensielle arealer for strandeng/sump. Stiplet blå linje illustrerer en potensiell terskel for å øke ferskvannspåvirkningen i det nye området. Figur lånt fra Davidsen mfl. (2020a).

Forslag 4) *Omlegging av elveutløpet ved å anlegge en ny molo fra Billedholmen.*
Kompensasjonstiltak i form av å øke brakkvannsområdene ved munningen ved konstruksjon av ny molo fra Billedholmen/Skjøttskjæret nord og østover med etablering av nytt elveutløp mellom dagens molo og flystripa. For å redusere saltvannslaget i bunn på vestsida av det nye området kan det være aktuelt også å fylle opp med masser ut over det som trengs til konstruksjon av molo. Slikt som for forslag 2 må en tilrettelegge for at de nye arealer som tørrlegges ved fjære sjø som minimum tilsvarer arealet som planlegges fylt ut. I praksis vil dette nok medfører at tiltaket vil ha et større areal enn det som forsvinner ved utfyllingen, da deler av det nye området vil være dekt av vann gjennom hele døgnet.

Tiltaket (figur 46) har potensiale til å skape et stort nytt brakkvannsområde, men effekten av tidevann og vannføring i Stjørdalselva på det nye områdets strømning og salinitetsforhold er

usikker. Området hvor ny molo kan etableres er 2 – 5 meter dypt, noe som medfører at massekravet til selve moloen er lavt. En mer naturlig utforming av molo, som skissert for tiltak 2, vil nødvendigvis kreve større mengder masse. Hydraulisk modellering med tanke på optimal plassering av ny molo samt evt. fjerning av deler av eksisterende molo er avgjørende for å sikre at tiltaket får den ønskede effekten. De dypeste områdene innenfor dette brakkvannsområdet vil trolig uansett være så dype at de vil holde et ganske tykt saltvannslag nær bunnen. Dette kan gjøre områdene attraktive for marine fiskearter som torsk og sei, noe som vil være uheldig med tanke på predasjon på laksefisk. Moderat fylling i disse områdene bør vurderes for å minimere saltvannslaget. Tiltaket vil ikke være like «endrende» på bløtbunnsområdet vest for Langøra som alternativ 2, og som foreslått for alternativ 2 bør det inkluderes habitat for andre organismegrupper enn anadrom fisk i en evt. planlegging av tiltaket.



Figur 46. Prinsippskisse av tiltak 4 med utforming av ny molo fra Billedholmen som skaper et nytt utløp for Stjørdalselva ved flystripa. Hvor langt inn moloen legges mot Langøra (gul pil) og hvor mye av den gamle moloen som beholdes vil trolig være sentralt i hydraulisk modellering av tiltaket. Gul ellipse indikerer område som kan vurderes gjort grunnere for å redusere saltvannslaget nær bunnen. Figur lånt fra Davidsen mfl. (2020a).

Ved videre vurdering av kompenserende tiltak vil vi fremheve viktigheten av å investere ressurser i hydraulisk modellering av strøm, tidevann og salinitet i planleggingsfasen for å sikre at det nye habitat blir så godt som mulig, at det blir et brakkvannslag og at viktige habitatelementer som for eksempel bløtbunn ikke eroderes vekk eller at en legger for godt til rette for torsk og andre marine fiskespisende arter. Videre anbefales det sterkt å avsette midler og vilje til å kartlegge om tiltak virker etter hensikten og foreta justeringer om nødvendig.

7 Referanser

Amiro, P.G. 1998. The mystery of the missing inner Bay of Fundy salmon. - Atlantic salmon journal 47: 50-53.

Anon. 2019. Klassifisering av tilstanden til 430 norske sjøørretbestander. - Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 7: 1-150.

Arnekleiv, J.A., Rønning, L. & Berg, O.K. 2002. Fiskebiologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-2000. Del II. Rognutvikling, vekst og energitikk hos ungfisk, data om voksen fisk. - Vintenskapsmuseet Rapport Zoologisk Serie: 1-50.

Bordeleau, X., Davidsen, J.G., Eldøy, S.H., Sjursen, A.D., Whoriskey, F.G. & Crossin, G.T. 2018. Nutritional correlates of spatio-temporal variations in the marine habitat use of brown trout, *Salmo trutta*, veteran migrants. - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 75: 1744-1754.

Bremset, G., Holthe, E., Berg, M., Museth, J., Jensås, J.G. & Ulvan, E.M. 2019. Fiskebiologiske undersøkelser i Røssåga. Årsrapport for 2018. - NINA Rapport 1558: 1-50.

Bremset, G. & Museth, J. 2019. Fiskebiologiske undersøkelser i Mandalselva, Nidelva, Otra og Tovdalselva - Resultater fra elektrisk båtfiske i 2019. - NINA prosjektnotat 173: 1-32.

Cunjak, R.A., Chadwick, E.M.P. & Shears, M. 1989. Downstream movements and estuarine residence by Atlantic salmon parr (*Salmo salar*). - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 46: 1466-1471.

Dahl, K. 1910. Alder og vekst hos laks belyst ved studier av deres skjæl. - Centraltrykkeriet, Kristiania. 1-60.

Davidsen, J., Svenning, M.A., Orell, P., Yoccoz, N., Dempson, J.B., Niemelä, E., Klemetsen, A., Lamberg, A. & Erkinaro, J. 2005. Spatial and temporal migration of wild Atlantic salmon smolts determined from a video camera array in the sub-Arctic River Tana. - Fisheries Research 74: 210-222.

Davidsen, J.G., Rikardsen, A.H., Halttunen, E., Thorstad, E.B., Økland, F., Letcher, B.H., Skarðhamar, J. & Næsje, T.F. 2009. Migratory behaviour and survival rates of wild northern Atlantic salmon (*Salmo salar*) post-smolts: effects of environmental factors. - Journal of Fish Biology 75: 1700-1718.

Davidsen, J.G., Rikardsen, A.H., Halttunen, E., Mitamura, H., Thorstad, E.B., Præbel, K., Skarðhamar, J. & Næsje, T.F. 2013. Homing behaviour of Atlantic salmon during final marine phase and river entry. - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 70: 794-802.

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

Davidsen, J.G., Thingstad, P.G., Øien, D.-I., Bakken, T., Eidnes, G. & Kjærstad, G. 2018. Utfylling av områder på og rundt Langøra sør, Stjørdal. Konsekvenser for naturverdier og vurdering av restaurerende og kompenserende tiltak NTNU. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2018-3: 1-40.

Davidsen, J.G., Husby, M. & Foldvik, A. 2020a. Konsekvenser for sjøørret, villaks og fugl ved utfylling av deler av elveosen til Stjørdalselva. Kunnskapsoppsummering og foreløpige forslag til avbøtende og kompenserende tiltak. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk notat 2020-11: 1-36.

Davidsen, J.G., Omholt, V., Eldøy, S.H., Sjursen, A.D., Rønning, L., Davidsen, A.G., Daverdin, M., Koksvik, J.I., Arnekleiv, J.A. & Kjærstad, G. 2020b. Sjøørretens vandringer og områdebruk i Gaulosen, Nidelva og Klefstadbekken, Trøndelag. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2020-11: 1-36.

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.

Eldøy, S.H., Davidsen, J.G., Thorstad, E.B., Whoriskey, F.G., Aarestrup, K., Næsje, T.F., Rønning, L., Sjursen, A.D., Rikardsen, A.H. & Arnekleiv, J.V. 2017. Marine depth use of sea trout *Salmo trutta* in fjord areas of central Norway. - Journal of Fish Biology 91: 1268-1283.

Elliott, J.M. 1994. Quantitative ecology and the brown trout. - Oxford University Press, Oxford. 286.

Erikstad, L., Husteli, B., Dahl, R. & Heldal, T. 2018. Delta, Landform. Norsk rødliste for naturtyper 2018 - Artsdatabanken, Trondheim. Hentet 6.12. 2020 fra https://artsdatabanken.no/RLN2018/169

Fiske, P. & Aas, Ø. 2001. Laksefiskeboka – om sammenhenger mellom beskatning, fiske og verdiskapning ved elvefiske etter laks, sjøaure og sjørøye. - NINA Temahefte: 1-100.

Flaten, A.C., Davidsen, J.G., Thorstad, E.B., Whoriskey, F., Rønning, L., Sjursen, A.D., Rikardsen, A.H. & Arnekleiv, J.A. 2016. The first months at sea - migration and habitat use of sea trout *Salmo trutta* post-smolts -Journal of Fish Biology 89: 1624-1640.

Foldvik, A. & Järnegren, J. 2020. Fiskebiologiske undersøkelser og kartlegging av marine naturtyper i utløpet av Stjørdalselva. - NINA Prosjektnotat 274: 1-22.

Forsvarsbygg 2004. Biologisk mangfold på Værnes garnison, Stjørdal kommune, Nord-Trøndelag -BM-rapport 72: 1-59.

Fremstad, E., Hanssen, O. & Aagaard, K. 2005. Botanikk og invertebrater på Langøra nord, Stjørdal. - NTNU Vitenskapsmuseet Botanisk Notat 2005-7: 1-16.

Frost, W.E. & Brown, M.E. 1967. The trout. - Collins, London. 1-286.

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., Jãrnegren, J. & Westergaard, K.B. 2013. Omdisponering av gammelt elveløp til flyplassareal ved Langøra Sør - konsekvenser for strømningsforhold, marint biologisk liv, strandsonevegetasjon og pattedyr i området. - NINA Minirapport 446: 1-35.

Halttunen, E., Rikardsen, A.H., Davidsen, J.G., Thorstad, E.B. & Dempson, J.B. 2009. Survival, migration speed and swimming depth of Atlantic salmon kelts during sea entry and fjord migration. I Nielsen, J.L., Arrizabalaga, H., Fragoso, N., Hobday, A., Lutcavage, M. & Sibert, J., (red.). Tagging and tracking of Marine Animals with Electronic Devices, Reviews: Methods and Technologies in Fish Biology and Fisheries 9. s.35-49 - Springer Dordrecht.

Hawkins, A. 2015. Sound and vibration effects on migrating adult and juvenile salmon at hydropower projects, construction projects, and in the natural environment: Lower Granite Dam. - Report for U.S. Army Corps of Engineers Walla Walla District 151163-01.01: 1-127.

Hawkins, A.D. & Johnstone, A.D.F. 1978. The hearing of the Atlantic salmon, *Salmo salar*. - Journal of Fish Biology 13: 655-673.

Hembre, B. 1994. Utvandring og livshistorievariabler til ørretsmolt (*Salmo trutta L.*) i Stjørdalselva. - Universitetet i Trondheim, Trondheim. 1-32.

Hutchings, J.A. 1986. Lakeward migrations by juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. - Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 46: 1466-1471.

Hvidsten, N.A. & Møkkelgjerd, P.I. 1987. Predation on Salmon smolts, *Salmo-Salar* L, in the Estuary of the River Surna, Norway. - Journal of Fish Biology 30: 273-280.

Hvidsten, N.A. & Lund, R. 1988. Predation on hatchery-reared and wild smolts of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the estuary of River Orkla, Norway. - Journal of Fish Biology 33: 121-126.

Hvidsten, N.A., Jensen, A.J., Rikardsen, A.H., Finstad, B., Aure, J., Stefansson, S., Fiske, P. & Johnsen, B.O. 2009. Influence of sea temperature and initial marine feeding on survival of Atlantic salmon post-smolts. - Journal of Fish Biology 74: 1532-1548.

Jensen, A.J. 1990. Growth of young migratory brown trout *Salmo trutta* correlated with water temperature in Norwegian rivers. - Journal of Animal Ecology 59: 603-614.

Jepsen, N., Holthe, E. & Økland, F. 2006. Observations of predation on salmon and trout smolts in a river mouth. - Fisheries Management and Ecology 13: 341-343.

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.

Karlsson, S., Hagen, M., Eriksen, L., Hindar, K., Jensen, A.J., Garcia de Leaniz, C., Cotter, D., Gudbergsson, G., Kahilainen, K. & Gudjonsson, S. 2013. A genetic marker for the maternal identification of Atlantic salmon x brown trout hybrids. - Conservation Genetics Resources 5: 47-49.

Stjørdal kommune. 2020. Reguleringsbestemmelser 2-072. Hentet 13.12.2021 fra https://kart4.nois.no/varnes/Content/plandialog/GetGIplanregisterFil.aspx?systemid=6026cd10e4f3418abe458538980ec645&k=5035&arkivnavn=WINMAP

Krossa, V.R., de Ruiter, H., Davidsen, J.G. & Lein, J.O. 2021. E6 Ranheim – Værnes. Søknad om tillatelse til utfylling i sjø ved Hellstranda, Stjørdal kommune. - E6RV-DJV-EV-RPT-DZ06-0009: 1-43.

Le Cren, E.D. 1951. The lenght-weight relationship and seasonal cucle in gonad weight and condition in perch (*Perca fluvialtitius*). - 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.

Lein, J.O., de Ruiter, H. & Krossa, V.R. 2021. Hell – Værneskrysset landskapsplan. - E6RV-DJV-LS-DZ06-0002: 1-37.

Levings, C.D., Hvidsten, N.A. & Johnsen, B. 1994. Feeding of Atlantic salmon (*Salmo salar*) postsmolts in a fjord i central Norway. - Canadian Journal of Zoology 72: 834-839.

Lilleeng, Ø. 2021. Sluttrapport for utfylling i sjø - Hellstranda (Trinn 1), Stjørdal kommune. - E6 Ranheim - Værnes rapporter E6RV-ACC-EV-RPT-CA#00-0002: 1-42.

Liu, Y., Bailey, J.L. & Davidsen, J.G. 2019. Social-Cultural Ecosystem Services of Sea Trout Recreational Fishing in Norway. - Frontiers in Marine Science 6: 1-13.

Liungman, M. 2021. E6 Ranheim – Værnes. Vannovervåkingsprogram for berørte resipienter i anleggsfasen, Trondheim, Malvik og Stjørdal. - E6V-DJV-EV-RPT-ALZN-0005: 1-20.

Mo, T.A., Museth, J., Bremset, G. & Finstad, B. 2018. Har laksunger opphold i Drammensfjorden og i områder utenfor elvemunningene? - NINA Rapport 1450: 1-27.

Morin, R. 1991. Atlantic salmon (*Salmon salar*) in the lower Natsapoka river, Quebec: distribution and origins of salmon in eastern Hudson Bay. - Canadian Journal of Zoology 69: 1674-1681.

Nall, G.H. 1930. The life of the sea trout. - Seeley, Service and Co., London. 335.

Newcombe, C.P. 2003. Impact assessment model for clear water fishes exposed to excessively cloudy water. - JAWRA Journal of the American Water Resources Association 39: 529-544.

Pendas, A.M., Moran, P., Martinez, J.L. & Garcia-Vazquez, E. 1995. Applications of 5S rDNA in Atlantic salmon, brown trout, and in Atlantic salmon x brown trout hybrid identification. - Molecular Ecology 4: 275-276.

Pincock, D.G. 2012. False Detections: What they are and how to remove them from detection data. - Vemco Application Note: 1-11.

Pinder, A.C., Riley, W.D., Ibbotson, A.T. & Beaumont, W.R.C. 2007. Evidence for an autumn downstream migration and the subsequent estuarine residence of 0þ year juvenile Atlantic salmon *Salmo salar* L., in England. - Journal of Fish Biology 71: 260-264.

Randall, R.G. & Power, G. 1979. Atlantic salmon (*Salmo salar*) of the Pigou and Bouleau Riversl, Quebec. - Environmental Biology of Fishes 4: 179-184.

Riley, W.D., Ibbotson, A.T., Lower, N., Cook, A.C., Moore, A., Mizuno, S., Pinder, A.C., Beaumont, R.C. & Privitera, L. 2008. Physiological seawater adaptation in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) autumn migrants. - Freshwater Biology 53: 745-755.

Solomon, D.J. 1982. Smolt migration in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and sea trout (*Salmo trutta* L.). I Brannon, E.L. & Salo, E.O., (red.). Salmon and trout migratory behavior symposium. s.196-203 - University of Washington Seattle.

Strand, J.E., Davidsen, J.G., Jørgensen, E.H. & Rikardsen, A.H. 2011. Seaward migrating Atlantic salmon smolts with low levels of gil Na+, K+ - ATPase activity; is sea entry delayed? - Environmental Biology of Fishes 90: 317-321.

Svenning, M.A. & Christensen, G.N. 1996. Fiskeribiologiske undersøkelser og utsettinger av røye i Bardumagasinet. - Norsk Institutt for Naturforskning. Oppdragsmelding 400: 1-20.

Thingstad, P.G., Husby, M. & Øien, D.-I. 2015. Respons hos vannfugl og strandvegetasjon på flytting av strandsonen i Halsøen E6 Trondheim–Stjørdal, parsell Værnes–Kvithammer. - Statens Vegvesens rapporter 37: 1-37.

Thorpe, J.E. & Morgan, R.I.G. 1978. Periodicity in Atlantic salmon *Salmo salar* L. smolt migration. - Journal of Fish Biology 12: 541-548.

Thorstad, E.B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Bjørn, P.A. & McKinley, R.S. 2004. Migration speeds and orientation of Atlantic salmon and sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. - Environmental Biology of Fishes 71: 305-311.

Thorstad, E.B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Plantalech Manel-la, N., Bjørn, P.A. & McKinley, R.S. 2007. Fjord migration and survival of wild and hatchery-reared Atlantic salmon and wild brown trout post-smolts. - Hydrobiologia 582: 99-107.

Thorstad, E.B., Whoriskey, F.G., Rikardsen, A.H. & Aarestrup, K. 2010. Aquatic nomads: the life and migrations of the Atlantic salmon. I Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J., (red.). Atlantic Salmon Ecology. s.1-32 - Wiley-Blackwell New York.

Thorstad, E.B., Whoriskey, F., Uglem, I., Moore, A., Rikardsen, A.H. & Finstad, B. 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.

Vollset, K.W., Lennox, R., Lamberg, A., Skaala, Ø., Sandvik, A.D., Sægrov, H., Kvingedal, E., Kristensen, T., Jensen, A.J., Haraldstad, T., Barlaup, B.T. & Ugedal, O. 2021. Predicting the nationwide outmigration timing of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts along 12 degrees of latitude in Norway. - Diversity and Distributions 27: 1383-1392.

Yano, A., Guyomard, R., Nicol, B., Jouanno, E., Quillet, E., Klopp, C., Cabau, C., Bouchez, O., Fostier, A. & Guiguen, Y. 2012. An Immune-Related Gene Evolved into the Master Sex-Determining Gene in Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykis*s. - Current Biology 22: 1423-1428.

Youngson, A.F., Buck, R.J.G., Simpson, T.H. & Hay, D.W. 1983. The autumn and spring emigrations of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., from the Girnock Burn, Aberdeenshire, Scotland: Environmental release of migration. - Journal of Fish Biology 23: 625-639.

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.

Aarestrup, K., Nielsen, C. & Koed, A. 2002. Net ground speed of downstream migrating radio-tagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) smolts in relation to environmental factors. - Hydrobiologia 483: 95-102.

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 978-82-8322-296-8
ISSN 1894-0056

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/museum

NTNU
Vitenskapsmuseet