

Jan Grimsrud Davidsen, Aslak Darre Sjursen & Anette Grimsrud Davidsen

Utbygging av Orkanger havn - kartlegging av områdebruk til sjørørret og forslag til kompensierende tiltak

**NTNU Vitenskapsmuseet
naturhistorisk rapport 2021-6**



NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2021-6

Jan Grimsrud Davidsen, Aslak Darre Sjursen & Anette
Grimsrud Davidsen

**Utbygging av Orkanger havn - kartlegging
av områdebruk til sjørret og forslag til
kompenserende tiltak**

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

Davidson, J.G., Sjursen, A.D., & Davidson, A.G 2021. Utbygging av Orkanger havn - kartlegging av områdebruk til sjørret og forslag til kompenserende tiltak– NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2021-6:1-29.

Trondheim, juni, 2021

Utgiver

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

Ansvarlig signatur

Torbjørn Ekrem (instituttleder)

Kvalitetssikret av

Gaute Kjærstad

Publiseringstype

Digitalt dokument (pdf)

Forsidefoto

Sjørret fanget for merking ved utløpet av Orkla. Foto: Jan Grimsrud Davidson

www.ntnu.no/museum

ISBN 978-82-8322-279-1
ISSN 1894-0056

Sammendrag

Davidson, J.G., Sjørnsen, A.D., & Davidson, A.G. 2021. Utbygging av Orkanger havn - kartlegging av områdebruk til sjørreten og forslag til kompenserende tiltak – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2021-6:1-29.

I forbindelse med planlagt utbygging av Orkanger havn er det satt som rekkefølgekrav i reguleringsplanen at det skal gjøres en naturfaglig utredning som viser konsekvenser av planlagte tiltak samt plan for gjennomføring av avbøtende og kompenserende tiltak. Konkret utforming og utførelse av tiltak avklares etter samråd med Statsforvalteren i Trøndelag.

Hensikten med denne kartleggingen var derfor å få tilstrekkelig kunnskap om habitatbruket til sjørreten i området rundt Orkanger havn ved utløpet av Orkla, herunder spesielt ved Grønøra øst og vest samt Råbygdfjæra gjennom alle årstider. Ved hjelp av elektronisk merking (akustisk telemetri) med individuelt kodede sendere med temperatursensor ble det dokumentert når og hvor 30 merkede sjørreten oppholdt seg i områdene rundt Orkanger havn. Med bakgrunn i resultatene fra kartleggingen og tilgjengelig litteratur ble konsekvensen av den planlagte utbygging av Orkanger havn vurdert og avbøtende og kompenserende tiltak foreslått. Forslagene er fremsatt ut fra hensyn til sjørreten og ikke er vurdert opp mot andre hensyn.

Nordsiden av Grønøra vest, som er området for den planlagte utbygging av Orkanger havn, fremstod som et viktig beiteområde for sjørreten i perioden april – juli. I april og starten av mai oppholdt den seg i kaldere vann enn det marine vann på bunnen, mens den fra midten av mai og til den forlot området i juli oppholdt seg i varmere vann. Om våren er ferskvannslaget, og dermed også brakkvannslaget, kaldere enn det marine vann grunnet kaldt smeltevann fra Orkla og Skjenedelva. Når avsmeltningen i nedbørsfeltet er ferdig utover våren øker temperaturen raskt og blir varmere enn det marine vannet i Orkdalsfjorden. Resultatene av undersøkelsen viste altså, at sjørreten gjennom hele perioden for den marine beitevandringen oppholdt seg i de øvre vannlag med brakkvann i området ved Grønøra vest.

Området ved Råbygdfjæra ble benyttet av sjørreten året rundt, mens ingen av de merkede sjørreter ble registrert på lyttestasjonen i Gammelosen.

Det foreslås tre avbøtende tiltak: i) Reduksjon av areal for utfylling og mudring. ii) Unngå lysforurensning av marine habitat rundt havneområdet. iii) Gjennomføre anleggsfasen i perioden august-mars og unngå mudring og andre aktiviteter som gir økt turbiditet under smoltutvandringen i april-mai måned.

Videre foreslås det to kompenserende tiltak: i) Kompensere for det tapte habitat ved å fylle ut et tilsvarende område slik at det oppnår tilsvarende dybdeforhold (0-10 m dybde, primært 0-5 m) og vannmasser bestående av brakkvann. Ved oppfylling vil det være viktig at de øverste masser tilsvarer de som forekommer i eksisterende bløtbunnsområder i området slik at planteliv og næringsdyr aktuelle for sjørreten raskt kan etablere seg. ii) Etablere en større åpning for utløpet av Gammelosen, da dette antakeligvis kan bedre vannkvalitet og næringstilgang og derved gjøre det mer attraktivt for sjørreten å trekke inn i området. I tillegg vil tilførsel av ferskvann fra Orkla, og aller helst via en åpen passasje for fisk mellom Orkla og Gammelosen, bidra til å gjenskape noe av Gammelosen funksjon for sjørreten.

Nøkkelord: akustisk telemetri – brunørreten – kystsoneplanlegging – migrasjon – områdebruk – *Salmo trutta*

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

Summary

Davidson, J.G., Sjørnsen, A.D., & Davidson, A.G. 2021. Area use of anadromous brown trout in relation to enlargement of Orkanger port in the River Orkla estuary – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2021-6:1-29.

The aim of this survey was to gain sufficient knowledge about the habitat use of sea trout in the area around Orkanger port at the outlet of Orkla, including the areas Grønøra east and west and Råbygd fjæra estuary throughout all seasons. Using acoustic telemetry with temperature sensing individually coded transmitters, it was documented when and where 30 tagged sea trout were present in the areas around port. Based on the results from the survey and available literature, the consequences of the planned development of Orkanger port were assessed and mitigating and compensatory measures proposed.

The north side of Grønøra west, which is the area for the planned development of Orkanger port, appeared as an important feeding area for sea trout in the period April - July. In April and early May, the fish stayed in colder water than the marine water at the bottom, while from the mid May until the sea trout left the area in July, they stayed in water warmer than the marine water masses. In the spring, the freshwater layer, and thus also the brackish water layer, is colder than the marine water due to meltwater from the rivers Orkla and Skjenaldelva. When the snow melting in the mountains is completed late in the spring, the temperature rises rapidly and becomes warmer than the marine water in the Orkdals fjord. The results thus showed that the sea trout during its marine feeding migration remained in the upper water layers with brackish water at Grønøra west.

Råbygd fjæra estuary was used by sea trout at all seasons, while none of the tagged sea trout were registered at the listening station in Gammelosen.

Three mitigating measures were suggested: i) Reduction of area for backfilling and dredging. ii) Avoidance of light pollution of marine habitats around the port area. iii) Carry out the construction phase in the period August-March and avoid dredging and other activities that increase turbidity during the smolt migration in April-May.

Furthermore, two compensatory measures were suggested: i) Compensate for the lost habitat by filling in masses in a nearby area in the fjord so that it achieves a corresponding depth ratio (0-10 m depth, primarily 0-5 m) and similar water masses. When filling in masses, it will be important that the upper masses correspond to those that occur in existing soft bottom areas in the area, so that plant life and prey relevant to sea trout quickly can establish themselves. ii) Establish a larger opening for the outlet of Gammelosen, as this can probably improve water quality and nutrient supply and thereby make the area more attractive for sea trout. In addition, the supply of fresh water from river Orkla, and preferably via an open passage for fish between Orkla and Gammelosen, will help to partly restore Gammelosen back to the function as an estuary.

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

Davidson, J.G., Sjørnsen, A.D. & Davidson, A.G. NTNU University Museum, Department of natural history, NO-7491 Trondheim

Innhold

Sammendrag	3
Summary	4
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Materiale og Metode	8
2.1 Områdebeskrivelse	8
2.2 Målinger av vanntemperatur og salinitet	11
2.3 Fangst og merking av sjøørret med akustiske sendere	12
2.4 Registrering av vandringsatferd ved akustiske lyttestasjoner	12
2.6 Tilbakeberegning av alder og lengdevekst	13
2.7 Dataanalyser av vandringsatferd og områdebruk	13
3 Resultater	15
3.1 Kondisjon, smoltalder og vekstrate	15
3.2 Sjøørretens bruk av ulike områder rundt Orkanger havn	16
3.3 Sjøørretens bruk av brakkvann <i>versus</i> marint vann rundt Orkanger havn	19
4 Diskusjon	25
4.1 Sjøørretens bruk av områdene rundt Orkanger havn	25
4.2 Forslag til avbøtende og kompensierende tiltak	26
4.2.1 Avbøtende tiltak	26
4.2.2 Kompenserende tiltak	26
5 Referanser	28

Forord

NTNU Vitenskapsmuseet fikk i mars 2020 i oppdrag fra Trondheim havn å kartlegge områdebruk til sjørret ved Orkanger havn.

Første del av feltarbeidet ble gjennomført i en periode hvor utbruddet av Covid-19 la store restriksjoner på hvordan dette arbeidet kunne utføres og hvem som kunne delta. Det skal derfor gis en stor takk til Sindre og Ingvild Grimsrud Davidsen og Andreas Løvås Sjursen for stor hjelp ved fangst og merking av sjørret i til dels ganske dårlig vær. Geir Mikael Reijners takkes for bistand med fangst av sjørret for merking, mens driftsansvarlig ved Orkanger havn Bjørn Steinshaug takkes for smidig tilgang til havneterminalen. Videre ønsker vi å takke Elkem Thamshavn og båtklubben Terna for at lyttestasjoner kunne henge fra deres kaianlegg og flytebrygge.

Innsamlede data om sjørretens områdebruk vil inngå som en del av et større datamateriale i en masteroppgave ved NTNU Vitenskapsmuseet som publiseres sommeren 2022.

Vi ønsker med dette å takke Trondheim havn ved prosjektingeniør Anita Veie for oppdraget og for godt samarbeid underveis.

Trondheim, juni 2021

Jan Grimsrud Davidsen
Prosjektleder

1 Innledning

Elveosser er viktige habitat for sjørret, men de fleste elveosser fra større vassdrag er i dag kanalisert eller på annen måte utsatt for menneskelige inngrep og det er et kontinuerlig press på å ta i bruk resterende uberørte elveosser. I Trondheimsfjorden fins det både nær uberørte og sterkt modifiserte elveosser.

Sjørretens beitevandring til elveosser og lengre ut i sjøen varierer med årstiden. I vassdrag med innsjøer kan fiskene overvintre i ferskvann og beite i sjøen om sommeren i 2-4 måneder, hvor de øker betydelig i vekt (Berg & Berg, 1989; Klemetsen m.fl., 2003; Davidsen m.fl., 2014). Overvintring i sjøen er også vanlig hos sjørret i Sør-Norge (Jonsson & Jonsson, 2006). I Midt- og Nord-Norge er det dokumentert overvintring i elveosser og indre deler av fjordsystemer hos noen elvelevende bestander (Jensen & Rikardsen, 2008; 2012; Davidsen m.fl., 2014; Davidsen m.fl., 2017b; Davidsen m.fl., 2018; Davidsen m.fl., 2019; Davidsen m.fl., 2020).

I en klassifisering av tilstanden til 430 norske sjørretbestander 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 sjørreten var lakselus, som påvirket svært mange av de vurderte bestandene. Vannkraftregulering og landbruk hadde også en stor negativ effekt på mange bestander. Deretter kom samferdsel og fangst som viktige påvirkninger.

I forbindelse med planlagt utbygging av Orkanger havn er det satt som rekkefølgekrav i reguleringsplanen at det skal gjøres en naturfaglig utredning som viser konsekvenser av planlagte tiltak samt plan for gjennomføring av avbøtende og kompenserende tiltak. Konkret utforming og utførelse av tiltak avklares etter samråd med Fylkesmannen i Trøndelag.

Hensikten med denne kartleggingen var derfor å få tilstrekkelig kunnskap om habitatbruken til sjørret i området rundt Orkanger havn ved utløpet av Orkla, herunder spesielt ved Grønøra øst og vest samt Råbygd fjæra gjennom alle årstider. Ved hjelp av elektronisk merking (akustisk telemetri) med individuelt kodede sendere med temperatursensor ble det dokumentert når og hvor 30 merkede sjørret oppholdt seg i områdene rundt Orkanger havn. Med bakgrunn i resultatene fra kartleggingen og tilgjengelig litteratur ble konsekvensen av den planlagte utbygging av Orkanger havn vurdert og avbøtende og kompenserende tiltak foreslått.

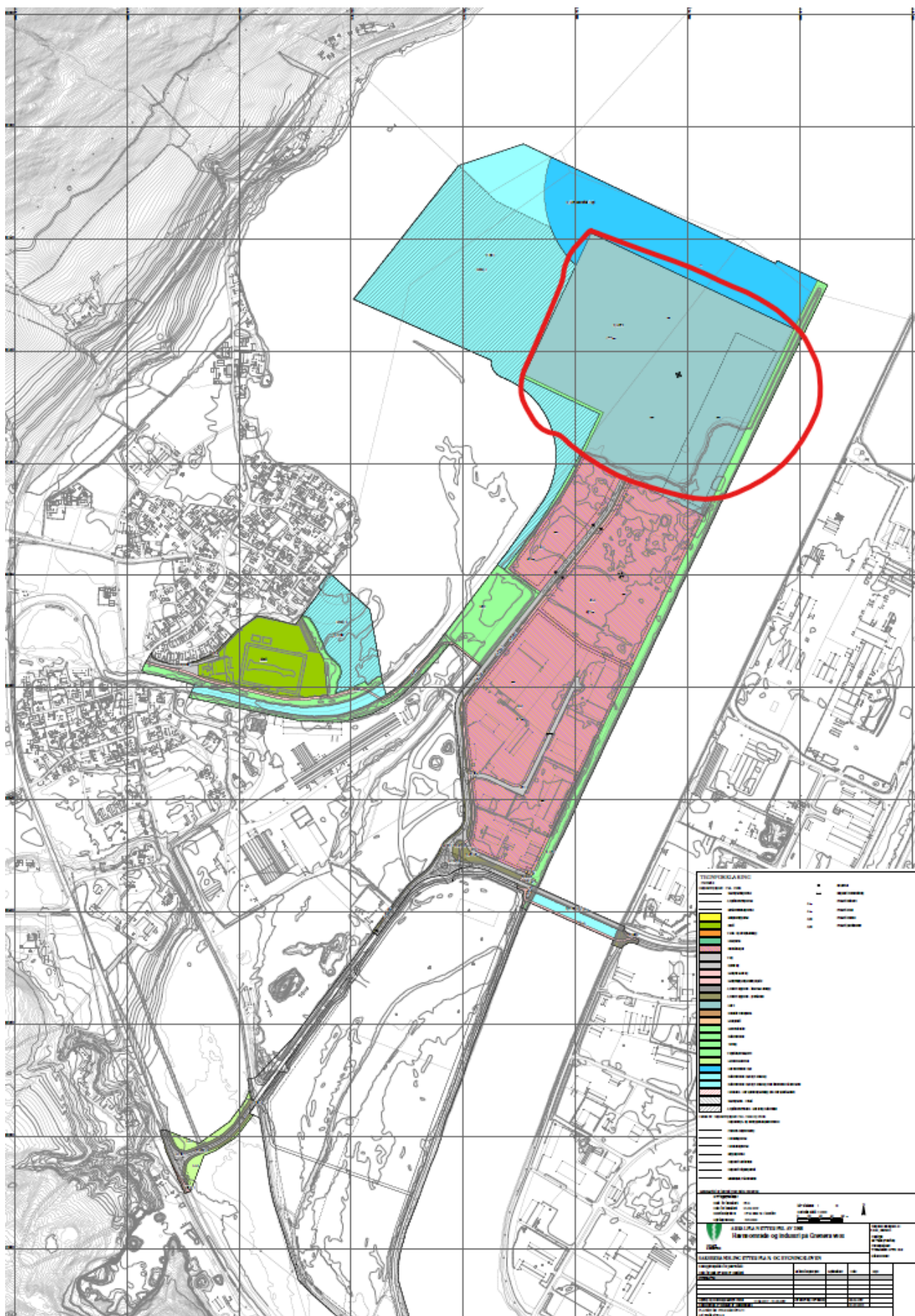
2 Materiale og Metode

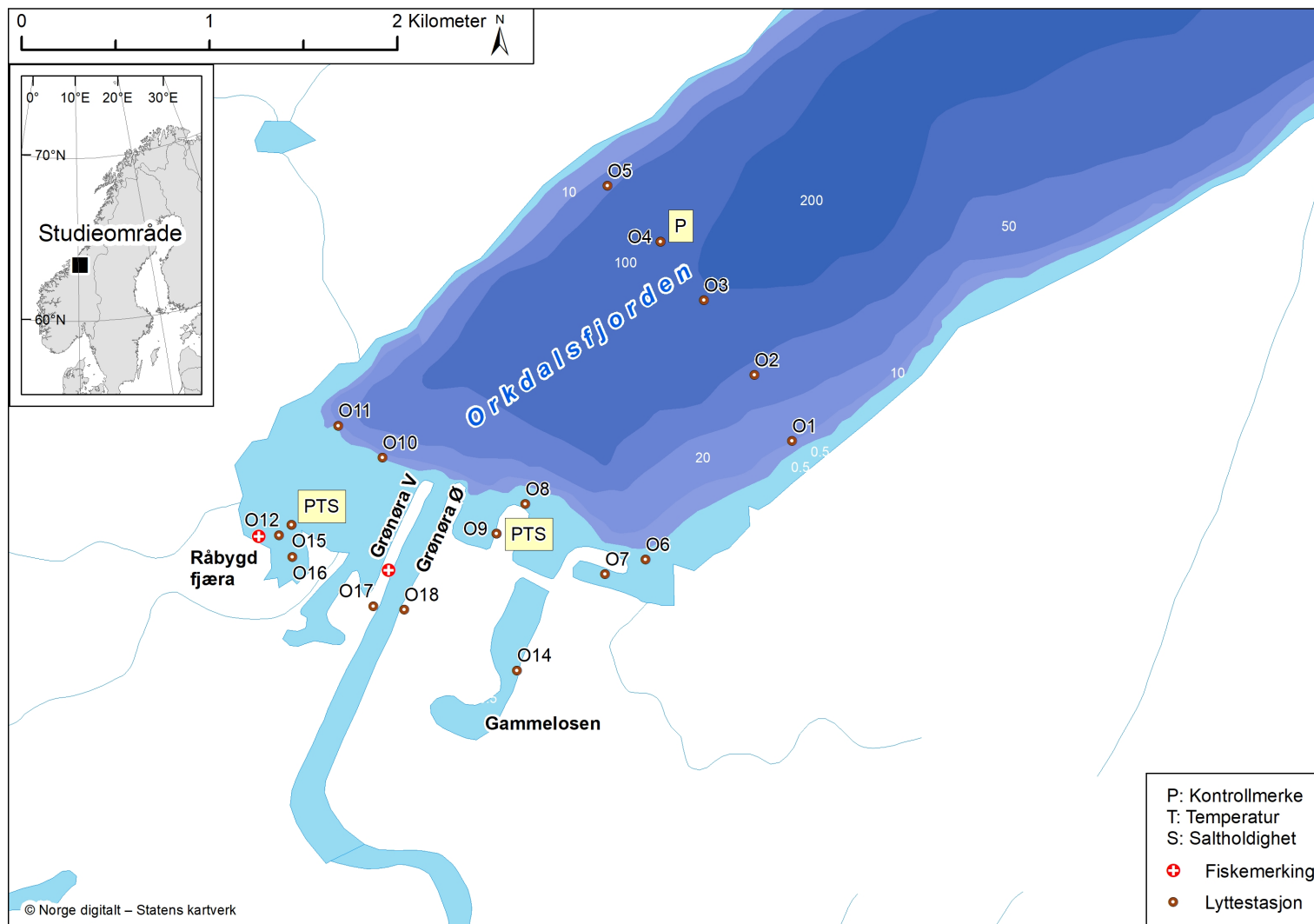
Vandringer og områdebruk til sjørret merket ved Orkanger havn ble kartlagt ved hjelp av elektroniske merker som sender ut et akustisk signal som igjen fanges opp av et nettverk av lyttestasjoner (akustisk telemetri). Rekkevidden er typisk på 200-400 m og muliggjør derfor kartlegging over et større område.

2.1 Områdebeskrivelse

Grønøra industriområde i Orkanger ligger like vest for utløpet til elva Orkla i Orkdalsfjorden. Området er menneskeskapt, ved at det meste av elvedeltaet til Orkla ble utfylt med grus på 1960- og 1970-tallet. Under denne utbyggingen gikk et stort våtmarksområde tapt. Det resterende våtmarksområdet ved Råbygd fjæra, også kallet Gjølmesfjæra, ligger ved utløpet av Skjenaldelva og er det eneste relativt intakte strandeng- og fjærområde som er tilbake av Orklas delta.

Deltaområdet er påvirket av både tidevannet fra Orkdalsfjorden og ferskvannsutløpet fra Skjenaldelva. Områdene som tørregges ved lavvann er hovedsakelig bløtbunnsområder i strandsonen med materialer fra bløtt 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, men slike områder er ofte en del av deltaer og disse er oppført som VU (sårbar) på «rødlista for naturtyper», blant annet på grunn av nedbygging (Erikstad m.fl., 2018).

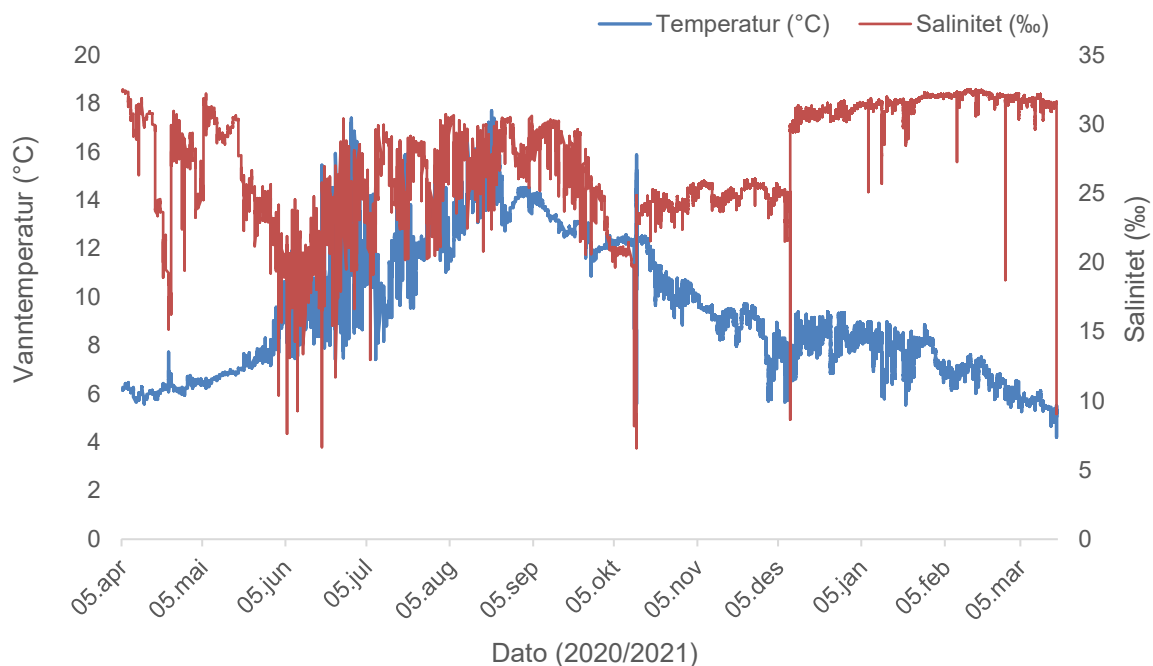




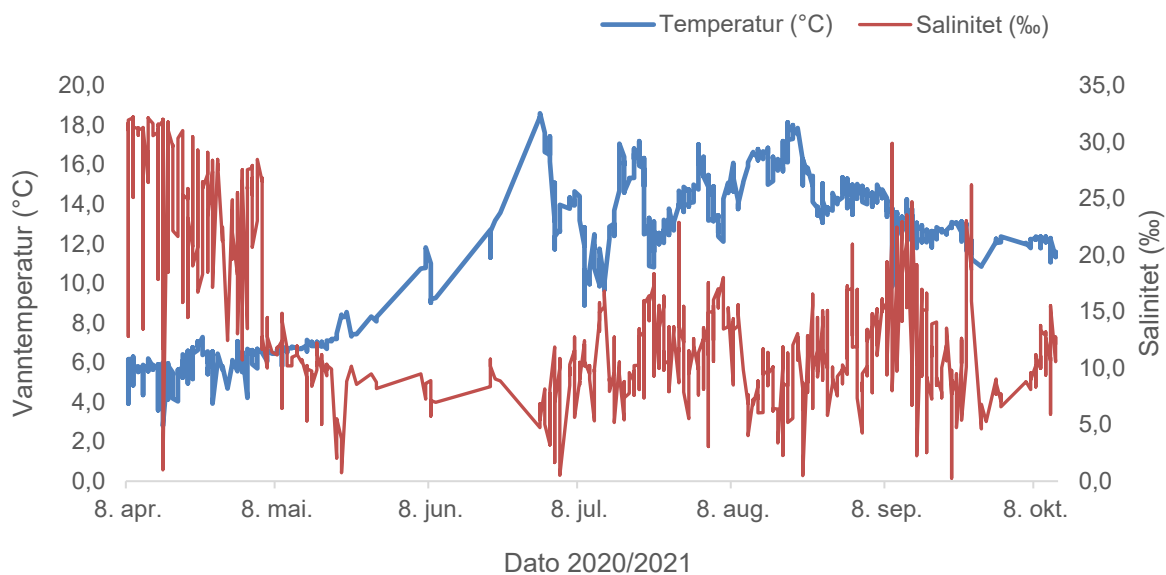
Figur 2. Plassering av lyttestasjoner (rød sirkel med hvit prikk) i utløpet av Orkla og indre del av Orkdalsfjorden.

2.2 Målinger av vanntemperatur og salinitet

For å kunne beskrive under hvilke forhold sjøørreten oppholdt seg i de ulike habitat ble salinitet og temperatur i fjordsystemet målt hver 2. time med dataloggere (DST milli-CT, www.star-oddi.com). Disse var plassert ved lyttestasjon nr. 9 og 15 (figur 2).



Figur 3: Vanntemperatur og salinitet målt på 3-5m dybde ved Grønøra øst i Orkanger havn (stasjon 9, figur 2).



Figur 4: Vanntemperatur og salinitet målt på 0-1m dybde ved Råbygdfjæra (stasjon 15, figur 2). Målinger gjort når stasjonen var tørrlagt er tatt bort. Grunnet teknisk feil er det ikke målinger for perioden 08.10.2020 - 05.04.2021.

2.3 Fangst og merking av sjørøret med akustiske sendere

Vill sjørøret (N = 30, gjennomsnittlig lengde 36,7 cm, S.D. = 8,3, variasjonsbredde = 27,0-55,0 cm) ble i perioden 07.04-13.04. 2020 fanget med fiskestang og sluk ved utløpet av Orkla (N = 25) og i Råbygdfjæra (N= 5; figur 2). Gjennomsnittlig vekt var 516 g (S.D. = 441, variasjonsbredde = 160-1760 g). Andelen hunnfisk (N = 16) utgjorde 53 %.

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 (ThelmaBiotel, modell T-MP9, estimert batterilevetid 12 måneder, 9 x 27 mm, 4,3 g i luft, signalstyrke 146 dB re 1uPa @1m) ble forsiktig innført i bukhulen gjennom et 2-3 cm snitt i buken. Såret ble lukket med to sting (Sutur: Resolon 3/0). Etter merking ble fiskens lengde (naturlig lengde) og vekt notert. Fem til ti skjell ble tatt for senere analyse av alder og tilbakeberegning av vekst. En bit av fettfinnen ble lagt på sprit og frosset for seinere genetiske analyser. 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 av elveosen så nært fangststedet som mulig. Nødvendige tillatelser til merking og fangst ble gitt av Mattilsynet og Fylkesmannen i Trøndelag.

2.4 Registrering av vandringsatferd ved akustiske lyttestasjoner

De akustiske senderne sendte ut et unikt lydsignal (69 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 opprettet 17 lyttestasjoner med mottaker modell ThelmaBiotel TBR700 (figur 2). Stasjonene 2-5 og 10-11 (figur 2) ble montert på et 14 mm tau plassert 15 m under overflaten med trålkuler som flyteelement og anker og akustisk utløser (Sub Sea Sonic modell ARI-60-E) montert nederst på tauet. Resterende lyttestasjoner ble enten montert på en pøle som ble banket ned i sedimentet eller på et tau med blåse og anker. Dybden varierte fra 0-5 m, avhengig av tidevannet. Lyttestasjonene var operative fra april 2020 til april 2021.

De akustiske fiskemerkene hadde sensor for temperatur. Denne informasjonen ble sendt hver annen gang ID-nummer fra fisken ble sendt til lyttestasjonene, ca. hvert annet minutt. Rekkevidden på lydsignalet fra de akustiske senderne varierte med salinitet, havstrømmer og vind. Området i denne undersøkelsen er komplekst med stor variasjon i vanntemperatur, salinitet og strømningsmønstre grunnet påvirkning fra tidevann og utløp av Orkla og Skjenaldelva, noe som medfører store forskjeller i både tid og sted for disse miljøvariablene. For å få vurdert effektiviteten på linjene med lyttestasjoner ble tre kontrollmerker montert på henholdsvis stasjon 4, 9 og 15 (figur 2). Analyse av registreringer av disse signalene på nabolyttestasjoner viste at rekkevidden var lik andre tilsvarende undersøkelser (200-400 m; eks. Eldøy m.fl., 2015; Bordeleau m.fl., 2018). Alle lyttestasjonene inngikk i de to internasjonale forskernettverkene Ocean Tracking Network (www.oceantrackingnetwork.org) og European Tracking Network (www.lifewatch.be/etn/).



Bilde 1. Lyttestasjon montert på pøle i tidevannspåvirket område ved Råbygdfjæra. Foto: Jan Grimsrud Davidsen



Bilde 2. Påle med lyttestasjon i tidevannspåvirket område ved Råbygdfjæra. Orkanger havn ses i bakgrunnen.
Foto: Jan Grimsrud Davidsen

2.6 Tilbakeberegning av alder og lengdevekst

Aldersanalyse ble basert på skjell fra de merkede sjøørret (Nall, 1930; Závorka m.fl., 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 på de første leveårene (inntil fisken er ca. 10 cm) sammenlignet med senere leveår, vil lengden for de første leveår bli underestimert (Frost & Brown, 1967). De tilbakeberegnete lengdene ved høyere alder antas å være lite påvirket av dette, slik at metoden vurderes som tilstrekkelig nøyaktig for formålet.

2.7 Dataanalyser av vandringsatferd og områdebruk

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

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

Normalt har en 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.

På lyttestasjonene ble det gjort til sammen 1 239 459 registreringer. Noen ganger kan det oppstå falske ID, hvilket vil si at lyttestasjonene registrerer ID-numre som ikke har vært i bruk eller registrere ID til fisk som ikke er i det aktuelle området på det tidspunktet ID blir registrert. Visuell inspeksjon av datasettet viste at det var få tilfeller av falske ID, så bortsett fra fjerning av ID-numre som ikke var i bruk, ble datasettet ikke filtret ytterligere. Dette da det ved filtrering også er en risiko for å fjerne reelle data. Etter at ID-numre som ikke var i bruk ($N = 55\,733$) og ID fra kontrollmerker ($N = 248\,363$) ble fjernet fra datasettet, gjenstod det 935 363 godkjente registreringer.

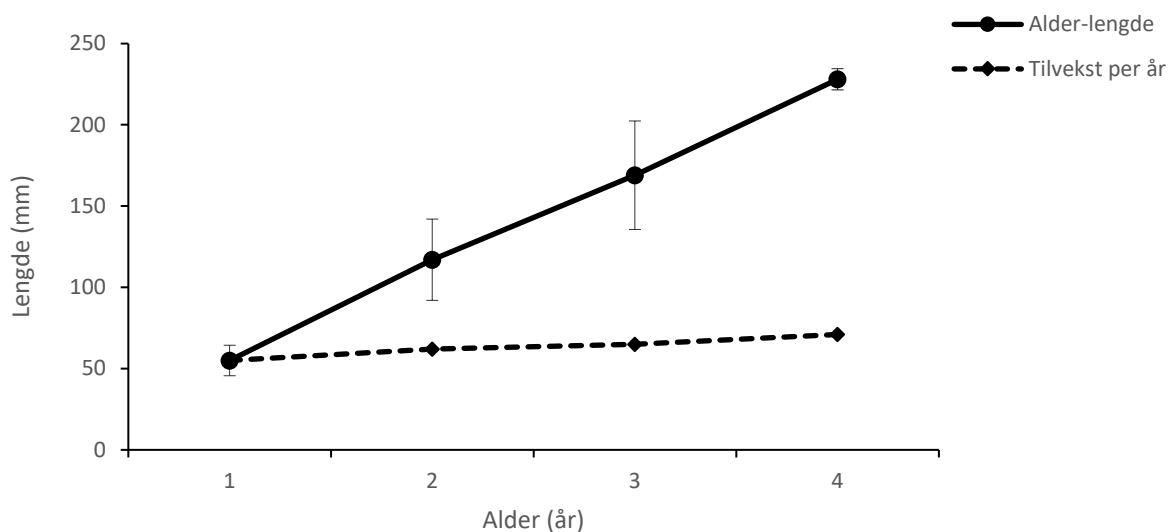
Alle gruppegjennomsnitt ble beregnet på bakgrunn av individuelle gjennomsnitt for å sikre uavhengighet i dataene. Statistiske analyser ble gjort i RStudio versjon 1.3.1093 ved hjelp av R versjon 4.0.3 (R Core Team 2019 <https://www.R-project.org/>).

3 Resultater

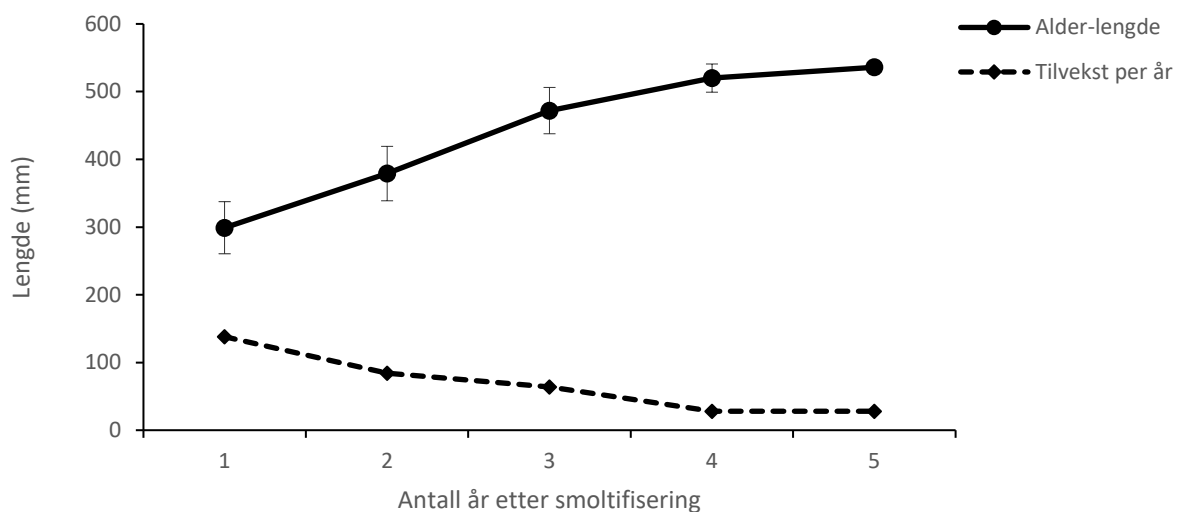
3.1 Kondisjon, smoltalder og vekstrate

Ved merketidspunktet i april 2020 var den gjennomsnittlige kondisjonsfaktor til sjøørreten lav (gjennomsnitt 0,9, S.D. = 0,1, variasjonsbredde = 0,7-1,1). Sjøørret fanget i Råbygdfjæra (N = 5) hadde høyere kondisjonsfaktor (1,0) enn de som ble fanget i elvemunningen (N = 25) til Orkla (0,8).

Av de 30 sjøørret som ble merket var skjellprøver fra 27 individer av god nok kvalitet til å kunne bli analysert. Gjennomsnittlig smoltalder var 2,7 år (S.D. = 0,6; variasjonsbredde: 2-4 år), mens gjennomsnittlig smoltlengde var 164 mm (S.D. = 38; variasjonsbredde: 107-238 mm).



Figur 5: Vekst til sjøørret (N = 27) før smoltifisering. Sjøørreten ble fanget og prøvetatt ved utløpet av Orkla.



Figur 6: Vekst til sjøørret (N = 27) etter smoltifisering. Sjøørreten ble fanget og prøvetatt ved utløpet av Orkla.

Gjennomsnittlig tilvekst per år var størst det første året (13,8 cm) og sank ned til 2,8 cm per år det 4. og 5. året i sjøen. Dette skyldes at de tre fiskene med 4-5 år i sjøen hadde kjønnsmodnet, og derfor har brukt mye energi på utvikling av gonader.

Ut ifra skjellanalysene så det ut til at 23 av fiskene var umoden fisk (gjellfisk) som hadde hatt en (N = 15), to (N = 7) eller tre (N = 1) sesonger i sjøen etter smoltifisering. Disse hadde lengder på 27-44 cm. De fire største fiskene (45-55 cm) hadde hatt 3-5 sesonger i sjøen etter smoltifisering. Disse hadde gytt 2-4 ganger og hadde kjønnsmodnet første gang etter 2-3 sesonger i sjøen.

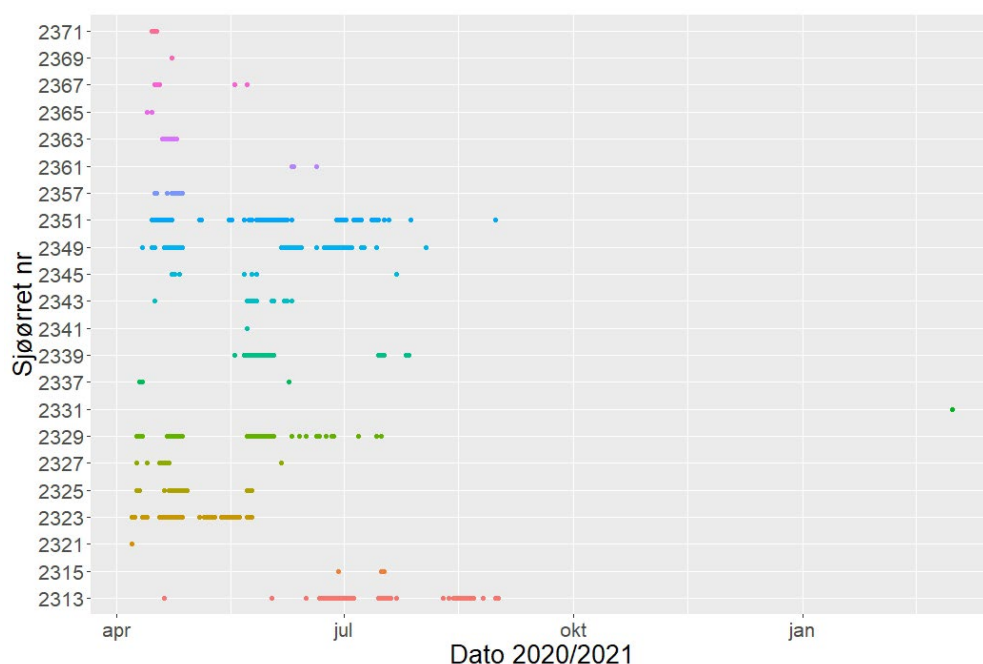
3.2 Sjørørretens bruk av ulike områder rundt Orkanger havn

Sjørørret merket i utløpet av Orkla og i Råbygdfjæra ble første gang registrert i de marine habitat utenfor disse områdene 07.04. 2020 (figurene 7-9). I alt ble 24 av de 30 merkede fisk (80%) registrert i de marine områdene. Av de resterende seks individer ble fem sjørørret (17%) gjentatte ganger registrert i brakkvannsområdene ved Råbygdfjæra eller i Orkla elveos (figurene 10 og 11), mens en fisk (3%) ble registrert i Orkla elveos kort tid etter merking hvorpå den forsvant (figur 11).

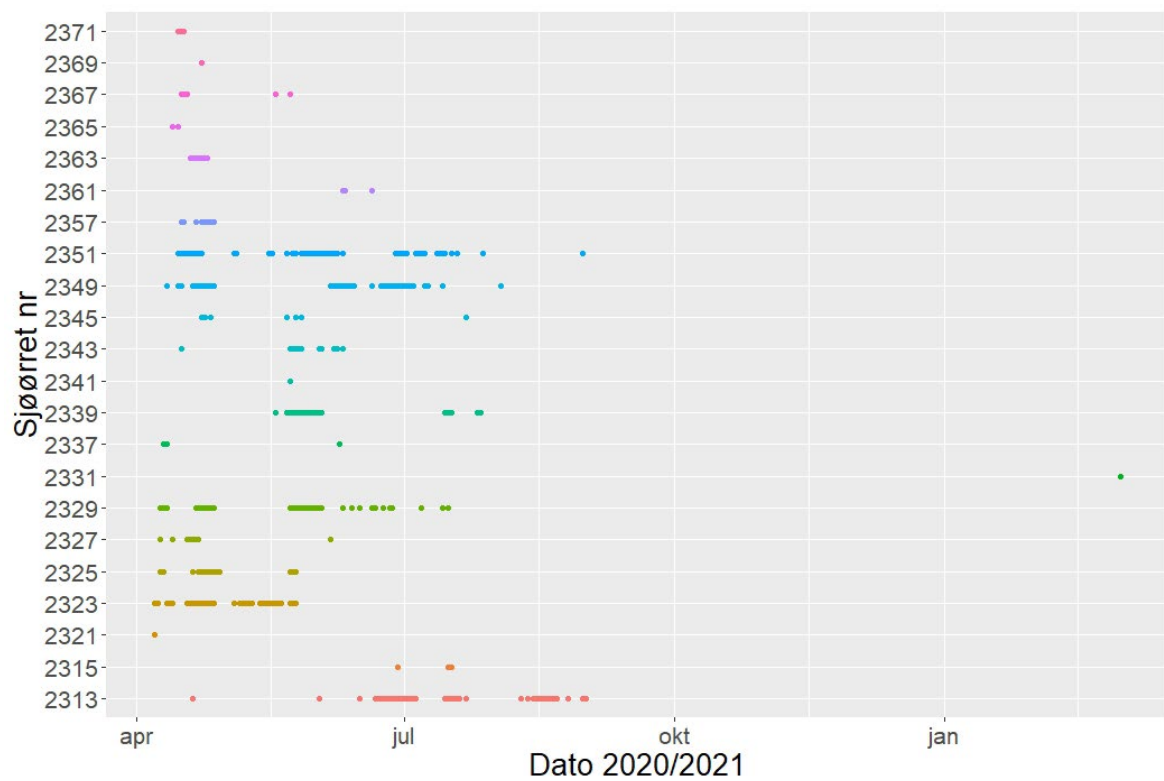
De fleste sjørørret ble i det marine habitatet fram til juli-august (figurene 12 og 13), for deretter å forsvinn fra disse områdene (figurene 14 og 15). Antakeligvis trakk de da opp i Orkla eller Skjenaldelva for enten å gyte og/eller overvintre. To individer oppholdt seg i brakkvannsområdet ved Råbygdfjæra (figurene 10, 14 og 15) utover vinteren, mens en fisk brukte utløpet av Orkla som overvintringsområde (figurene 11, 14 og 15).

I det planlagte området for utbyggingen av Orkanger havn ved Grønøra vest ble 22 av de 23 sjørørret (96%) som vandret til sjøen registrert (figurene 7, 12-15). Syv av disse (30%) brukte området regelmessig, mens 12 sjørørret (52%) gjentatte ganger oppholdt seg her i kortere eller lengre perioder.

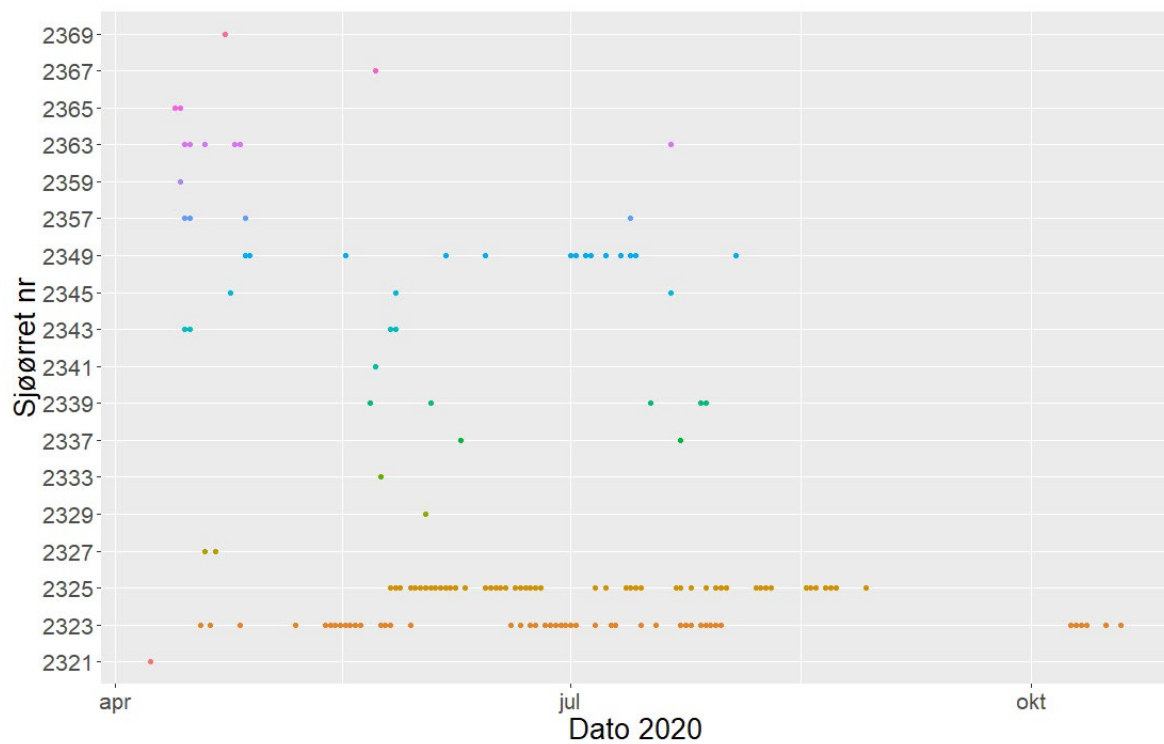
I havnen til Terna båtforening (stasjon 7, figur 2) var tre sjørørret (13%) innom noen få timer i løpet av april og mai (figur 12), mens 10 sjørørret (43 %) ble registrert i korte perioder på yttersiden av småbåthavna (stasjon 6, figur 2 og figurene 12-15). Ingen sjørørret oppholdt seg lengre enn et par timer av gangen i disse to områdene. I Gammelosen (stasjon 14, figur 2) ble det ikke registrert noen merket sjørørret (figurene 12-15).



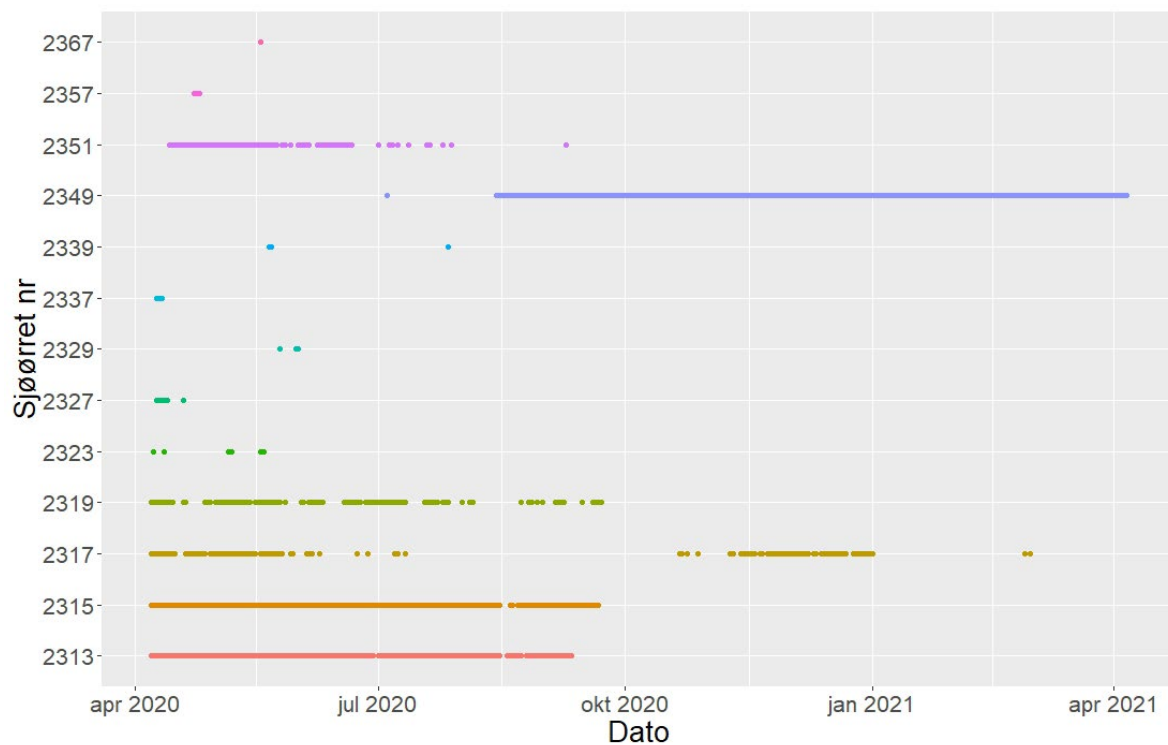
Figur 7: Registreringer av merket sjørørret på til sammen to lyttestasjoner (stasjonene 11 og 12) i det planlagte område for utvidelse av Orkanger havn, ved Grønøra vest for utløpet av Orkla.



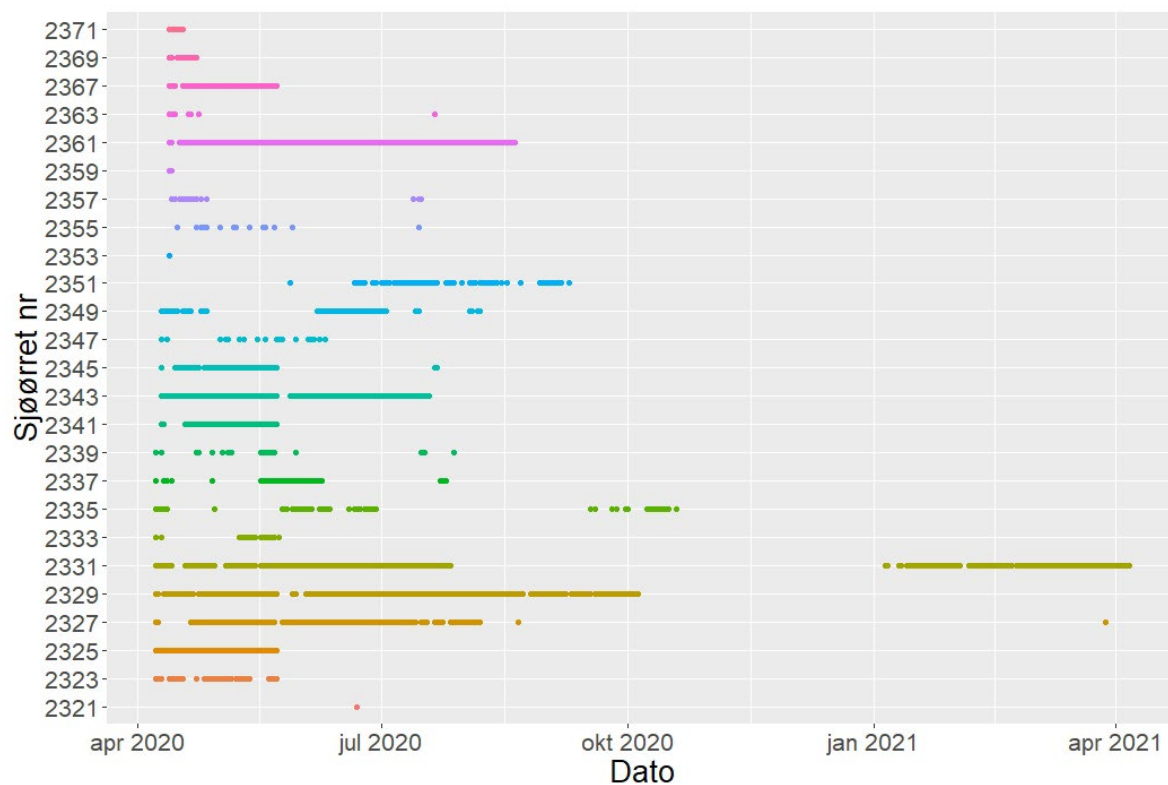
Figur 8: Registreringer av merket sjørret på til sammen to lyttestasjoner (stasjonene 8 og 9) i havneområdet ved Grønøra øst.



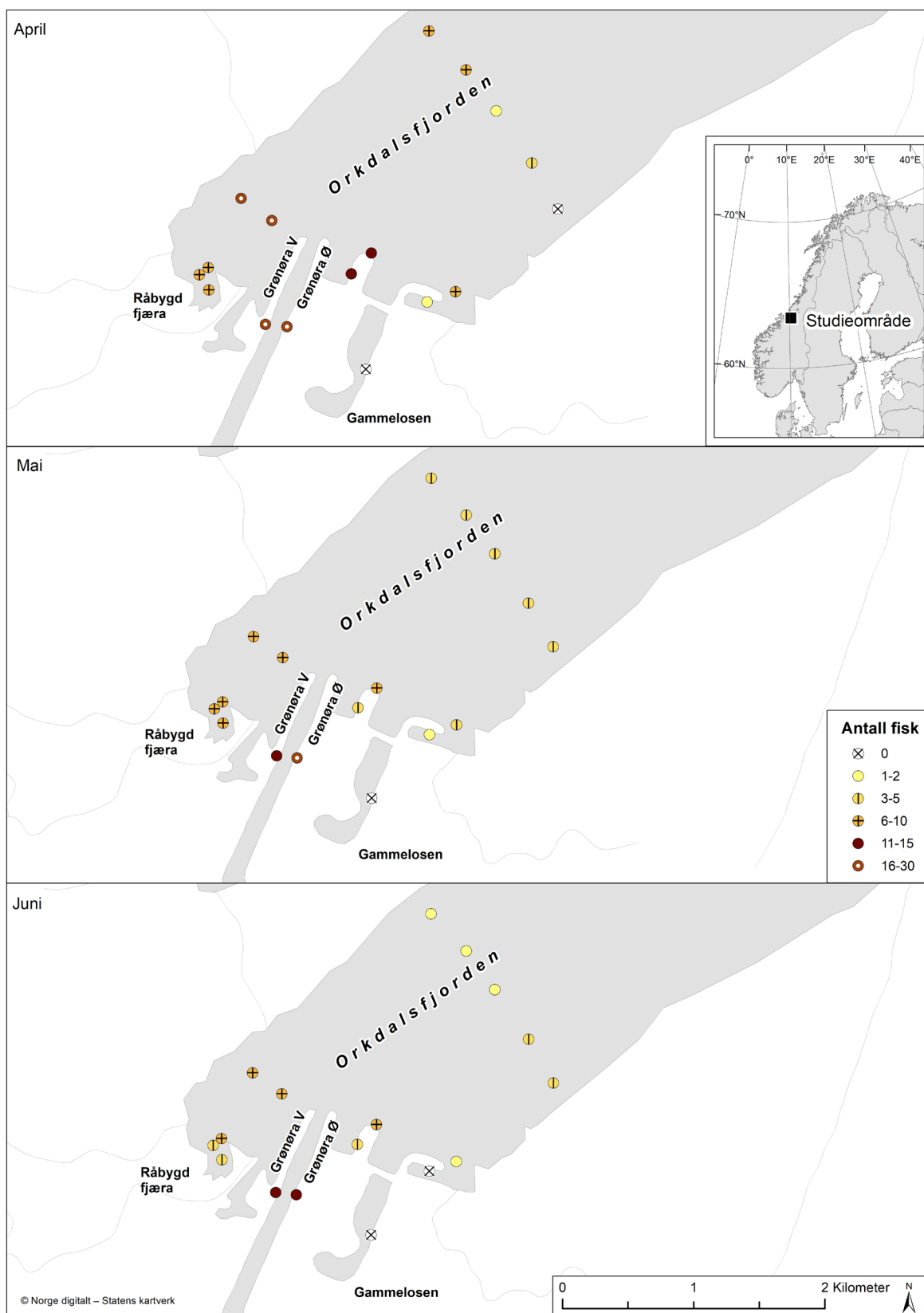
Figur 9: Registreringer av merket sjørret på til sammen fem lyttestasjoner (stasjonene 1-5) i Orkdalsfjorden.



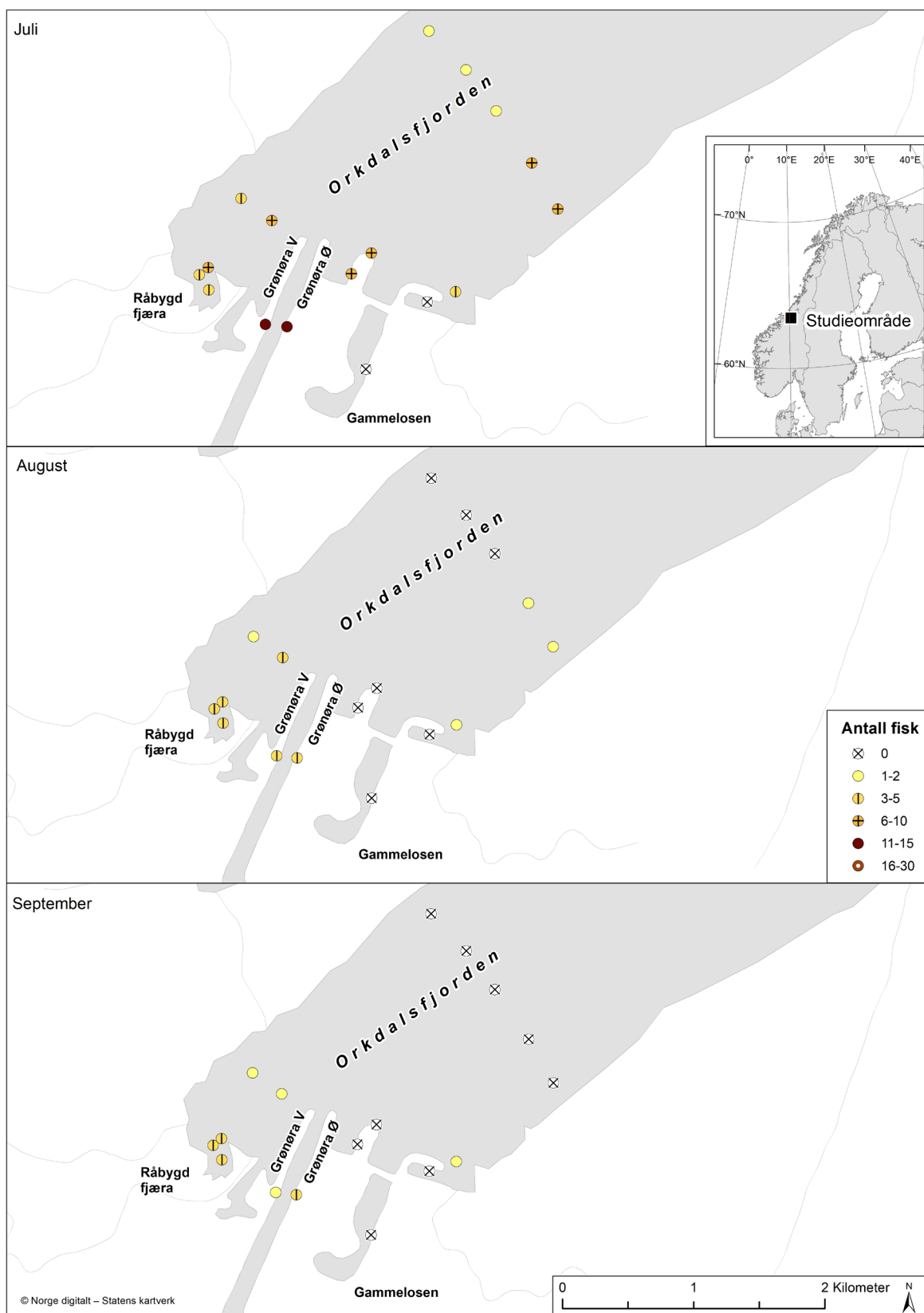
Figur 10: Registreringer av merket sjørret på til sammen tre lyttestasjoner (stasjonene 12, 15 og 16) i Råbygdfjæra.



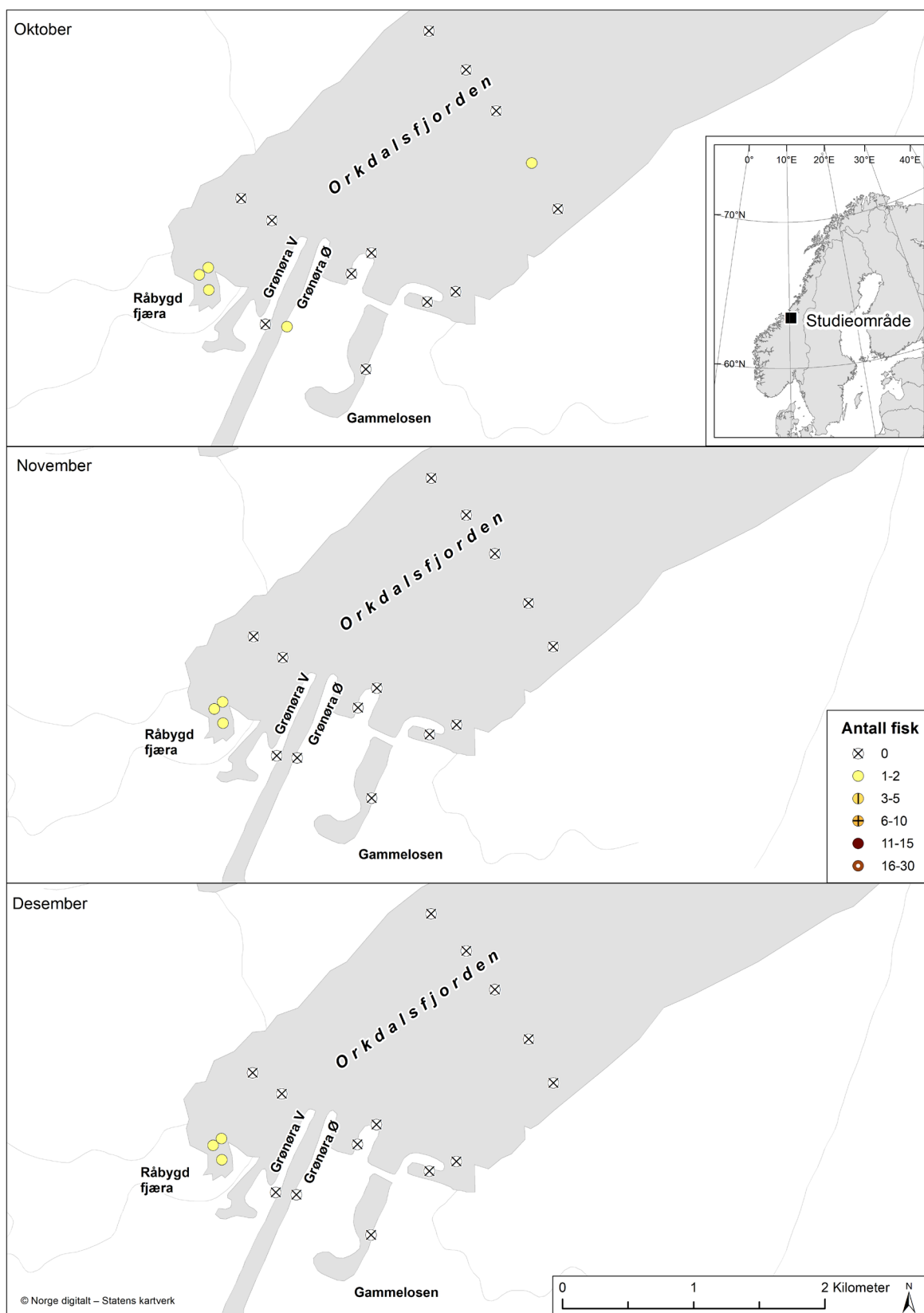
Figur 11: Registreringer av merket sjørret på til sammen to lyttestasjoner (stasjonene 17 og 18) i Orkla elveos.



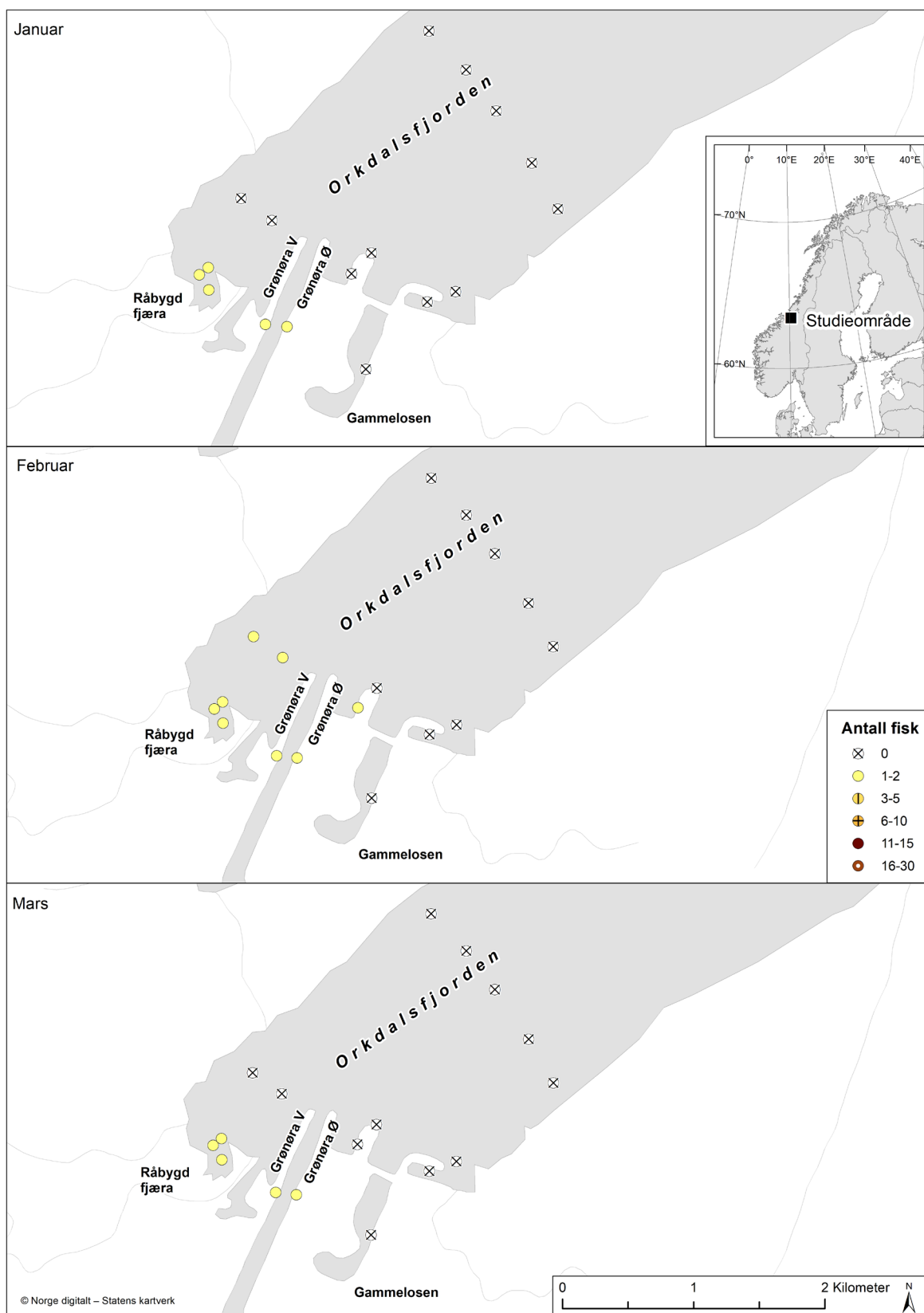
Figur 12: Sjørøretens områdebruk rundt Orkanger havn fra april – juni 2020. Figuren viser hvor mange sjørøret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.



Figur 13: Sjørøretens områdebruk rundt Orkanger havn fra juli – august 2020. Figuren viser hvor mange sjørøret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.



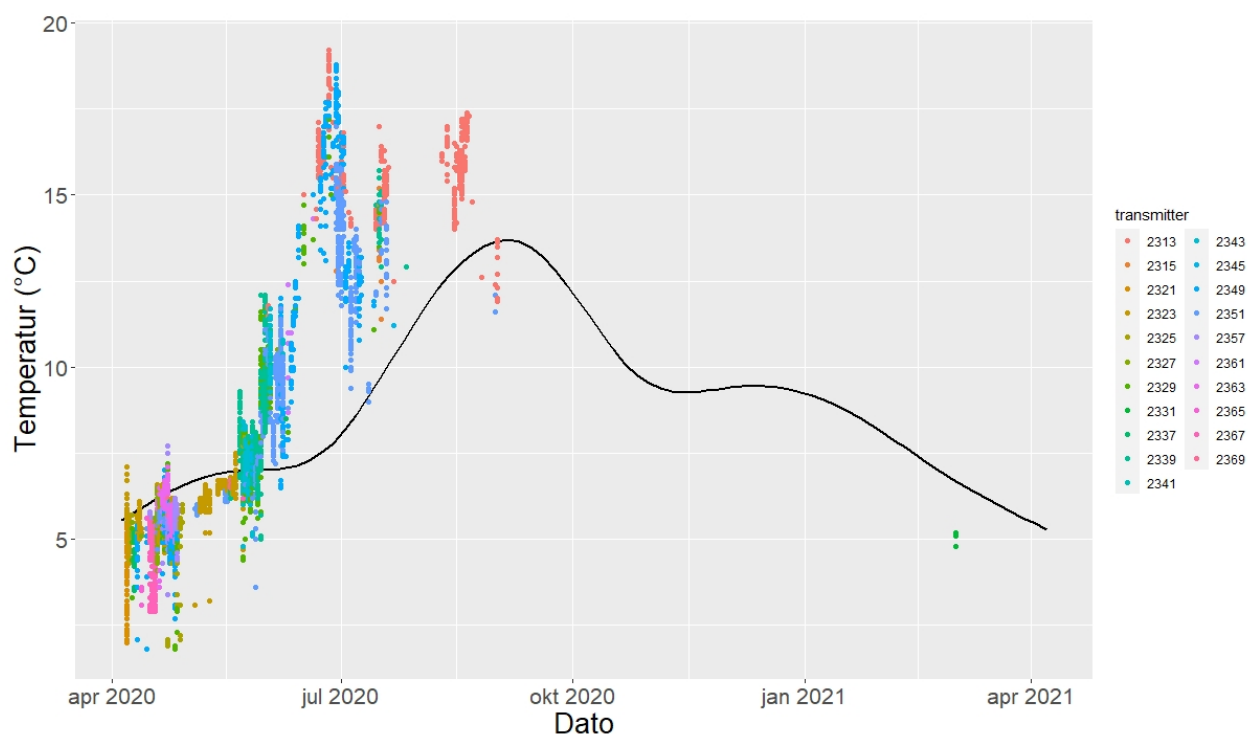
Figur 14: Sjørretens områdebruk rundt Orkanger havn fra oktober – november 2020. Figuren viser hvor mange sjørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.



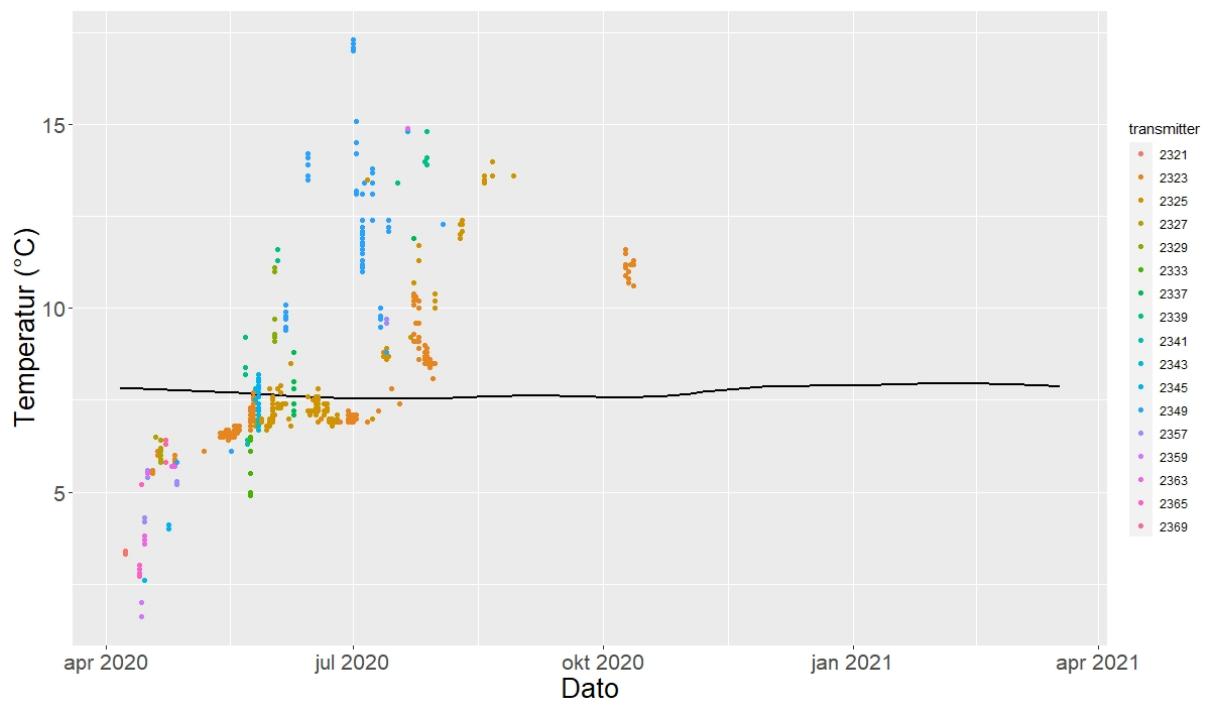
Figur 15: Sjøørretens områdebruk rundt Orkanger havn fra januar – mars 2021. Figuren viser hvor mange sjøørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.

3.3 Sjørørretens bruk av brakkvann versus marint vann rundt Orkanger havn

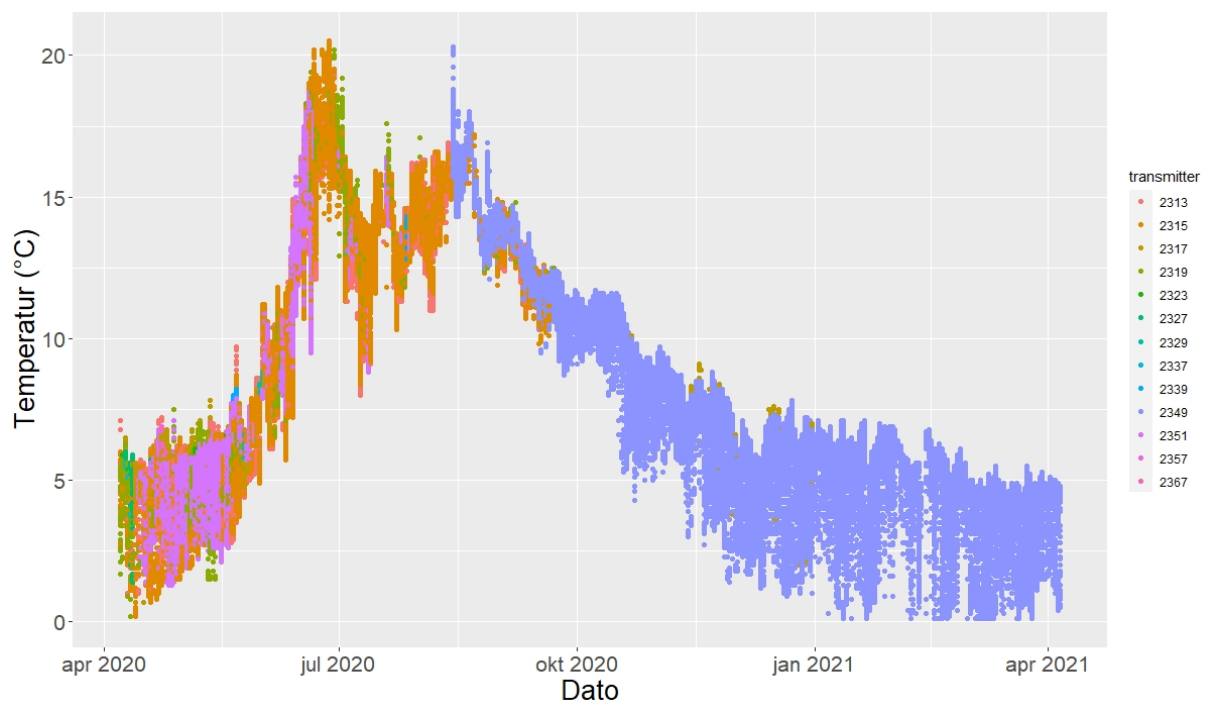
I området for utbygging av ny havn ved Grønøra vest (stasjon 10 og 11; figur 2) oppholdt merket sjørørret seg fra starten av april og fram til midten av mai seg i vannmasser med lavere temperatur enn det marine vannet på bunnen på 10 m dybde (figur 16). Fra midten av mai og utover endret dette seg og sjørørreten oppholdt seg i stedet i varmere vannmasser. Sjørørreten som ble registrert på de fem lyttestasjoner lengre ute i fjorden (stasjonene 1-5) hadde samme atferd (figur 17). Temperaturen til det marine vannet ble her målt på bunnen på ca. 20 m dybde og var derfor mer stabil i løpet av sesongen. I Råbygdfjæra (stasjonene 12, 15 og 16) varierte temperaturen som sjørørreten opplevde mer enn ved Grønøra vest og lengre ute i fjorden (figur 18). Den kraftige økningen i temperatur i siste halvdel av juni tilsvarer det som sjørørreten ved Råbygdfjæra opplevde (figur 18).



Figur 16: Temperaturbruk til merket sjørørret registrert på til sammen to lyttestasjoner (stasjonene 11 og 12) i det planlagte område for utvidelse av Orkanger havn, ved Grønøra vest for utløpet av Orkla. Svart linje angir temperatur til marint vann målt av lyttestasjon på ca. 10 m dybde. «Transmitter» angir farge og ID-nr. til enkeltfisk.



Figur 17: Temperaturbruk til merket sjørret registrert på til sammen fem lyttestasjoner (stasjonene 1-5) i Orkdalsfjorden. Svart linje angir temperatur til marint vann målt av lyttestasjon nr. 3 (midtfjords) på ca. 20 m dybde. «Transmitter» angir farge og ID-nr- til enkeltfisk.



Figur 18: Temperaturbruk til merket sjørret registrert på til sammen tre lyttestasjoner (stasjonene 12, 15 og 16) i Råbygdfjæra. «Transmitter» angir farge og ID nr til enkelt fisk.

4 Diskusjon

4.1 Sjørretenens bruk av områdene rundt Orkanger havn

Nordsiden av Grønøra vest, som er området for den planlagte utbygging av Orkanger havn, fremstod som et viktig beiteområde for sjørreten i perioden april – juli. I april og starten av mai oppholdt den seg i kaldere vann enn det marine vann på bunnen, mens den fra midten av mai og til den forlot området i juli oppholdt seg i varmere vann. Om våren er ferskvannslaget, og dermed også brakkvannslaget, kaldere enn det marine vannet grunnet kaldt smeltevann fra Orkla og Skjenaldelva. Når avsmeltingen i nedbørsfeltet er ferdig utover våren øker temperaturen raskt og blir varmere enn det marine vannet i Orkdalsfjorden. Resultatene av undersøkelsen viser at sjørreten gjennom hele perioden for den marine beitevandring oppholdt seg i de øvre vannlag med brakkvann i området ved Grønøra vest.

Habitatet som sjørreten bruker ved nordsiden av Grønøra vest skiller seg fra de mer marine områdene lengre ute i fjorden ved å ha skiftende innslag av ferskvann, brakkvann og saltvann grunnet dynamikken med vannmassene fra utløpet til Orkla og Skjenaldelva og tidevannet fra Orkdalsfjorden. Slike overgangssoner mellom ferskvann og sjøvann er viktige beitehabitat for sjørreten, hvor den typisk beiter på krepsdyr, mangelørstemark, insekter og fisk (Davidsen m.fl., 2017a). I disse områdene med brakkvann trenger sjørreten heller ikke å bruke like mye energi på å regulere den fysiologiske saltbalansen (osmoregulering), som er spesielt viktig for mindre sjørretveteraner (sjørret som har hatt en eller to tidligere beitesesonger i sjøen) ved lav vanntemperatur tidlig på våren. At sjørreten aktivt bruker slike grunne områder med brakkvann i de øvre vannlag er også tidligere observert i Trondheimsfjorden (Davidsen m.fl., 2017b; Davidsen m.fl., 2020). Dynamikken mellom ferskvannet fra elva og sjøvannet fra fjorden gir mulighet for sjørreten til å veksle mellom ulike vannlag med variasjon i både vanntemperatur og nivåer av salinitet.

I tillegg til at sjørret sparer energi ved å oppholde seg i brakkvann i stedet for mer marint vann vil opphold i varmere vann, inntil en grense rundt 16° C, gi bedre vekst (Elliott & Elliott, 2010). Dette da sjørret har samme temperatur som vannet og at metabolismen derfor følger vannets temperatur. Resultater fra flere ulike undersøkelser tyder på at sjørreten i forbindelse med den marine beitevandringen aktivt oppsøker områder med varmere vann (Jensen m.fl., 2014; Kristensen m.fl., 2018; Davidsen m.fl., 2021; Risanger, 2021).

Råbygdfjæra er et grunt brakkvannshabitat med store tidevannspåvirkede bløtbunnsområder og slike områder er kjent for å tilby gode beitemuligheter (f.eks. børstemark og mindre fisk). I denne undersøkelsen ble det observert at flere sjørreter overvintret her. Tilsvarende observasjoner av overvintrende sjørret i estuarier med tidevannspåvirket bløtbunn er også gjort andre steder i Trøndelag og Nordland (Davidsen m.fl., 2014; Davidsen m.fl., 2017b; Davidsen m.fl., 2018; Davidsen m.fl., 2019; Davidsen m.fl., 2020) og i andre deler av sjørretens utbredelsesområde (Pratten & Shearer, 1983; Chernitsky m.fl., 1995; Jensen & Rikardsen, 2012; Davidsen m.fl., 2021). Resultatene understreker viktigheten av å ta vare på eksisterende grunne brakkvannshabitat med bløtbunn, men slike områder er ofte en del av deltaer og disse er oppført som VU (sårbar) på «rødlista for naturtyper», blant annet på grunn av nedbygging (Erikstad m.fl., 2018).

Det ble ikke registrert noen sjørreter på lyttestasjonen innerst i Gammelosen, selv om dette habitatet med sine grunne partier fremstår som et egnet sjørrethabitat. Da 43 % av sjørreten som vandret til fjorden ble registrert ved yttersiden av småbåthavna, og derved passerte utløpet fra Gammelosen, kan årsaken til den manglende bruk ikke skyldes at de ikke er i dette området. Men åpningen inn til Gammelosen er smal og grunn noe som antakeligvis hindrer en god vannutskiftning og næringstilgang, og det kan spekuleres i om sjørretens manglende bruk av området skyldes dette.

4.2 Forslag til avbøtende og kompenserende tiltak

Det har tidligere vært gjort en vurdering av mulige avbøtende og kompenserende tiltak i forbindelse med utbyggingen av Orkanger havn (Bjølstad & Misfjord, 2016). Flere av forslagene som foreslås er i tråd med tilsvarende tiltak som ble foreslått i denne tidligere rapporten.

4.2.1 Avbøtende tiltak

Med avbøtende tiltak menes her tiltak som reduserer de negative effektene av utbyggingen ved å endre enten plassering, størrelse eller utforming. Vi har identifisert tre ulike avbøtende tiltak i forbindelse med utbyggingen av Orkanger havn:

i) Reduksjon av areal for utfylling og mudring. Da området nord for Grønøra vest fremstår som et viktig beiteområde for sjørret anbefales det å minimere de planlagte områder for utfylling og mudring så langt som det er mulig. I en tidligere konsekvensutredning for anadrom fisk og ål ved utbygging av havn i området (Bjølstad & Misfjord, 2016) er det angitt to utfyllingsalternativer, hvor alternativ 1 utgjør et langt større inngrep i sjørretens beiteområde. Ut ifra sjørretfaglige hensyn anbefales det derfor at variasjoner av alternativ 2 legges til grunn for den videre planleggingen.

ii) Unngå lysforurensning. Sjørret og andre fisk påvirkes av kunstig lys. Negative konsekvenser fra dette kan reduseres ved å tilpasse flombelysning slik at en unngår å opplyse fiskens beiteområder. Spesielt bør en unngå flombelysning inn mot Råbygdfjæra og vest for området som planlegges fylt ut. Dette gjelder både i anleggs- og driftsfasen.

iii) Anleggsfasen bør legges til perioden august-mars, da dette vil ha minst negativ påvirkning på sjørreten som beiter i området. Spesielt bør mudring og andre aktiviteter som gir økt turbiditet (partikkelkonsentrasjon i vannet) unngås under smoltutvandringen i april-mai måned.

4.2.2 Kompenserende tiltak

Med kompenserende tiltak menes her tiltak som reduserer negative effekter av utfylling ved å restaurere eller øke kvaliteten på nærliggende og tilsvarende arealer. Når en skal planlegge kompenserende tiltak for tapt habitat til sjørret nord for Grønøra vest er det viktig å ta hensyn til at det kompenserende habitatet skal tilfredsstille flere krav:

- 1) Det skal fasilitere osmoreguleringen hos yngre sjørret 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 Orkla og Skjenaldelva.
- 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.

Vi har identifisert to forslag til kompensasjonstiltak. Tiltak i) vurderes som det beste, mens tiltak ii) vurderes som et eventuelt tillegg til tiltak i):

i) Da området som planlegges fylt opp er et viktig beiteområde for sjørret, og en type habitat som er under sterkt press fra utbygging i kystsonen, anbefales det å kompensere for det tapte habitat ved å fylle ut et tilsvarende område slik at det oppnår tilsvarende dybdeforhold (0-10 m dybde, primært 0-5 m) og vannmasser. Det vurderes at dette eksempelvis kan være mulig vest for tiltaksområdet (figur 15), men de geotekniske og hydrologiske forhold bør utredes nærmere før dette tiltaket eventuelt iverksettes. Ved oppfylling vil det være viktig at de øverste masser tilsvarer de som forekommer i eksisterende bløtbunnsområder i området slik at planteliv og næringsdyr aktuelle for

sjørreten raskt kan etablere seg. Ved presis lokalisering av et slikt kompenserende habitat må en spesielt ha fokus på nærhet til elveos, slikt at sjørreten ikke må forlate brakkvann for å bruke det nye habitatet og at de øvre vannmasser i det nye habitatet består av brakkvann.

ii) Gammelosen (figur 2) er et grunt område som ble avskåret fra tilførsel av ellevann når utløpet av Orkla tidligere ble kanalisert. Området fremstår som et mulig egnet beiteområde for sjørreten, men ingen av de merkede sjørreter ble registrert her. Årsaken til dette kan være flere, men det vurderes at en større åpning ut mot Orkdalsfjorden kan bedre vannkvalitet og derved gjøre det mer attraktivt for sjørreten å trekke inn i området. I tillegg vil tilførsel av ferskvann fra Orkla, og aller helst via en åpen passasje for fisk mellom Orkla og Gammelosen, bidra til å gjenskape noe av funksjonen Gammelosen tidligere hadde for sjørreten. Et slikt tiltak vil med stor sannsynlighet kunne fungere som et positivt tiltak for sjørreten i området. Tiltak for å bedre verdien av Gammelosen som beitehabitat for sjørreten er også tidligere foreslått (Bjølstad & Misfjord, 2016).

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 tilsikre 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.

Det har tidligere blitt foreslått (Bjølstad & Misfjord, 2016) at gjennomføring av tiltak i sidebekker til Orkla kan kompensere for tapte leveområde i sjøen. Slike tiltak kan ha en egenverdi for sjørreten, men tiltak som forbedre oppvekstsvilkår for ungfisk og bidrar til økt gyteareal kompenserer ikke for tapte beitehabitat i sjøen. Dette fordi bekkene har en helt annen funksjon enn de marine beiteområdene og dermed ikke erstatter funksjonen som tapes ved en utfylling. Slike tiltak foreslås derfor ikke som kompensasjon for tapte areal i sjøen i forbindelse med utbyggingen av Orkanger havn.



Figur 15: Område som planlegges fylt ut i forbindelse med utbygging av Orkanger havn (rød strek) og område hvor kvalitet på leveområde for sjørreten anbefales hevet (gul strek) ved å fylle ut masser. Kartgrunnlag fra Google Earth.

5 Referanser

- Anon. 2019. Klassifisering av tilstanden til 430 norske sjøørretbestander. - Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 7: 150.
- Berg, O. K. & Berg, M. 1989. The duration of sea and freshwater residence of the sea trout, *Salmo trutta*, from the Vardenes River in northern Norway. – *Environmental Biology of Fishes* 24: 23-32.
- Bjølstad, O. K. H. & Misfjord, K. 2016. Regionhavn Grønøra – konsekvensutredning anadrom fisk og ål. - Sweco rapport 1: 29.
- 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.
- Chernitsky, A. G., Zabruskov, G. V., Ermolaev, V. V. & Shkurko, D. S. 1995. Life history of trout, *Salmo trutta* L., in the Varsina River estuary, (The Barents Sea). – *Nordic Journal of Freshwater Research* 71: 183-189.
- Dahl, K. 1910. Alder og vekst hos laks belyst ved studier av deres skjæl. - Centraltrykkeriet, Kristiania. 60 s.
- Davidsen, J. G., Eldøy, S. H., Sjursen, A. D., Rønning, L., Thorstad, E. B., Næsje, T. F., Uglem, I., Aarestrup, K., Whoriskey, F. G., Rikardsen, A. H., Daverdin, M. & Arnekleiv, J. V. 2014. Habitatbruk og vandringer til sjøørret i Hemnfjorden og Snillfjorden. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2014-6: 55.
- Davidsen, J. G., Knudsen, R., Power, M., Sjursen, A. D., Rønning, L., Hårsaker, K., Næsje, T. F. & Arnekleiv, J. V. 2017a. Trophic niche similarity among sea trout *Salmo trutta* in central Norway investigated using different time-integrated trophic tracers. – *Aquatic Biology* 26: 217-227.
- Davidsen, J. G., Sjursen, A. D., Rønning, L., Davidsen, A. S. G. & Daverdin, M. 2017b. Kartlegging av sjøørret i habitatområde ved utløpet av Stjørdalselva, Nord-Trøndelag og konsekvensanalyse av tre utfyllingsalternativer. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2017-4: 32.
- Davidsen, J. G., Eldøy, S. H., Sjursen, A. D., Rønning, L., Bordeleau, X., Daverdin, M., Whoriskey, F. & Koksvik, J. I. 2018. Marine vandringer og områdebruk hos sjøørret og sjørøye i Tosenfjorden. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2018-8: 84.
- Davidsen, J. G., Eldøy, S. H., Meyer, I., Halvorsen, A., Sjursen, A., Rønning, L., Schmidt, S. N., Præbel, K., Daverdin, M., Bårdsen, M. T., Whoriskey, F. & Thorstad, E. B. 2019. Sjøørret og sjørøye i Skjerstadfjorden - Marine vandringer, områdebruk og genetikk. - NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2019-5: 83.
- Davidsen, J. G., Omholt, V., Eldøy, S. H., Sjursen, A. D., Rønning, L., Davidsen, A. S. G., Daverdin, M., Koksvik, J. I., Arnekleiv, J. V. & Kjærstad, G. 2020. Sjøørretens vandringer og områdebruk i Gaulosen, Nidelva og Klefstadbekken, Trøndelag. -: 36.
- Davidsen, J. G., Bordeleau, X., Eldøy, S. H., Whoriskey, F., Power, M., Crossin, G. T., C., B. & Gaudin, P. 2021. Marine habitat use and feeding ecology of introduced anadromous brown trout at the colonization front of the sub-Antarctic Kerguelen archipelago. – *Scientific reports* 11: 1-13.
- 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.
- Elliott, J. M. & Elliott, J. A. 2010. Temperature requirements of Atlantic salmon *salmo salar*, brown trout *salmo trutta* and Arctic charr *salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change. – *Journal of Fish Biology*.
- Erikstad, L., Husteli, B., Dahl, R. & Heldal, T. 2018. Delta, Landform. I Norsk rødliste for naturtyper 2018s. Trondheim: Artsdatabanken.
- Frost, W. E. & Brown, M. E. 1967. The trout. - Collins, London. 286 s.
- Fulton, T. W. 1904. The rate of growth of fishes. – *Fisheries Board of Scotland Annual Report* 22: 141-241.
- Jensen, J. L. A. & Rikardsen, A. H. 2008. Do northern riverine anadromous Arctic charr *Salvelinus alpinus* and sea trout *Salmo trutta* overwinter in estuarine and marine waters? – *Journal of Fish Biology* 73: 1810–1818.

- Jensen, J. L. A. & Rikardsen, A. H. 2012. Archival tags reveal that Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta* can use estuarine and marine waters during winter. – *Journal of Fish Biology* 81: 735-749.
- Jensen, J. L. A., Rikardsen, A. H., Thorstad, E. B., Suhr, A. H., Davidsen, J. G. & Primicerio, R. 2014. Water temperatures influence the marine area use of *Salvelinus alpinus* and *Salmo trutta*. – *Journal of Fish Biology* 84: 1640–1653.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2006. Life history of the anadromous trout *Salmo trutta*. I: Sea trout: biology, conservation and management. i (Harris, G. & Milner, N.,(red.).Proceedings of the First International Sea Trout Symposium, Cardiff, July 2004.- s. 196-223- Blackwell Oxford, UK.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J. B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M. F. & Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): A review of aspects of their life histories. – *Ecology of Freshwater Fish* 12: 1-59.
- Kristensen, M. L., Righton, D., Del Villar-Guerra, D., Baktoft, H. & Aarestrup, K. 2018. Temperature and depth preferences of adult sea trout *Salmo trutta* during the marine migration phase. – *Marine Ecology Progress Series* 599: 209-224.
- Le Cren, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in perch (*Perca fluviatilis*). – *Journal of Animal Ecology* 20: 201 - 209.
- Lea, E. 1910. On the methods used in herring investigations. – *Publications du Circonstance Conseil Permanent International pour l'Exploration de la Mer* 53: 7-25.
- Nall, G. H. 1930. The life of the sea trout. - Seeley, Service and Co., London. 335 s.
- Pratten, D. J. & Shearer, W. M. 1983. The Migrations of North Esk sea trout. – *Fisheries Management* 14: 99-113.
- Risanger, H. 2021. Temperature and salinity use of fjord migrating and estuarine resident veteran brown trout (*Salmo trutta*) in a fjord system in Northern Norway. I Department of natural history, 52 s.: NTNU.
- Svenning, M. A. & Christensen, G. N. 1996. Fiskeribiologiske undersøkelser og utsetninger av røye i Bardumagasinet. - Norsk Institutt for Naturforskning. Oppdragsmelding 400: 20.
- Závorka, L., Slavík, O. & Horký, P. 2014. Validation of scale-reading estimates of age and growth in a brown trout *Salmo trutta* population. – *Biologia* 69: 691-695.

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

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

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

ISBN 978-82-8322-279-1
ISSN 1894-0056

© NTNU Vitenskapsmuseet
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

www.ntnu.no/museum