

Jan Grimrud Davidsen, Aslak Darre Sjursen, Lars Rønning, Marc Daverdin, Anette Grimrud Davidsen og Sindre Håvarstein Eldøy

## Områdebruk til sjørørret ved Ørin, Verdalselva

**NTNU Vitenskapsmuseet  
naturhistorisk rapport 2023-9**





NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2023-9

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

## **Områdebruk til sjørret ved Ørin, Verdalselva**





## **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., Daverdin, M., Davidsen, A.G. & Eldøy, S.H. 2023. Områdebruk til sjørret ved Ørin, Verdalselva. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2023-9:1-34.

Trondheim, november 2023

### **Utgiver**

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

### **Ansvarlig signatur**

Ingrid Ertshus Mathisen (instituttleder)

### **Kvalitetssikret av**

Gaute Kjærstad

### **Publiseringstype**

Digitalt dokument (pdf)

### **Forsidefoto**

Store områder ved utløpet av Verdalselva tørrlegges på fjære sjø. Foto: Lars Rønning

[www.ntnu.no/museum](http://www.ntnu.no/museum)

ISBN 978-82-8322-375-0  
ISSN 1894-0056

# Sammendrag

Davidsen, J.G., Sjørnsen, A.D., Rønning, L., Daverdin, M., Davidsen, A.G. & Eldøy, S.H. 2023. Områdebruk til sjørørret ved Ørin, Verdalselva. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2023-9:1-34.

Verdal kommune planlegger å fylle ut deler av elveosen ved Ørin Nord i utløpet av Verdalselva for å utvikle arealer som er regulert til industri. I forbindelse med utfyllingstiltaket og videre detaljregulering av området gjennomføres det en rekke naturfaglige undersøkelser for å utrede konsekvenser og legge til rette for avbøtende og kompensierende tiltak.

Hensikten med denne kartleggingen var å få tilstrekkelig kunnskap om habitatbruk til sjørørret i området ved utløpet av Verdalselva, herunder spesielt ved Ørin Nord, gjennom alle årstider. Ved hjelp av elektronisk merking (akustisk telemetri) med individuelt kodede sendere med temperatursensor ble det dokumentert når og hvor 49 merkede sjørørret oppholdt seg i området.

Bløtbunnsområdene og elvekanalen ved utløpet av Verdalselva fremstod som viktige beiteområder for sjørørreten året rundt. Det ble ikke registrert noen sjørørret med akustisk merke i delområde A, som er helt inngjerdet av en steinmolo. Delområde B, som delvis er inngjerdet av steinmolo, ble kun i mindre grad benyttet av sjørørreten. Området er grunt og med store mudderflater og gjennom vinteren var det helt eller delvis bunnfrossent. Om delområdene A og B ikke hadde vært helt eller delvis inngjerdet av steinmoloer ville de antakeligvis hatt samme viktige funksjon som beiteområde for sjørørreten som elvekanalen og øvrige bløtbunnsområder, men slik situasjonen er nå er denne funksjonen helt (delområde A) eller sterkt (delområde B) redusert. Resultatene av undersøkelsen viste at sjørørreten under oppholdet ved bløtbunnsområdene i all hovedsak oppholdt seg i de øvre vannlag med brakkvann. Ved eventuell planlegging av kompensierende tiltak vil det være viktig å ta hensyn til dette.

I området utenfor marbakken, den bratte skråningen mellom elveosen og fjorden, ble det registrert sjørørret i alle årets måneder bortsett fra i perioden 10. september – 12. januar. Havneområdet ved Aker Solution og småbåthavnen til Verdal båtforening hadde i perioden fra medio mars til slutten av oktober gjentatte ganger kortere besøk av den merkede sjørørreten.

Det foreslås to avbøtende tiltak: i) Unngå lysforurensning av marine habitat rundt industriområdet. ii) Gjennomføre anleggsfasen i perioden august-mars og unngå mudring og andre aktiviteter som gir økt turbiditet under smoltutvandringen i april-mai måned.

Om delområde A fylles ut, kan en vurdere å kompensere for tapet av dette arealet (som tidligere var tilgjengelig for sjørørret) ved å unngå eller minimere utfylling av delområde B og heller forbedre kvaliteten til området. Delområde B fremstår i dag som grunt og med store mudderflater. Ved å ta bort steinmoloen mot nord og fjerne deler av sedimentet vil området igjen kunne få samme kvaliteter som bløtbunnsområdet utenfor steinmoloen. Når en skal planlegge kompensierende tiltak for eventuelt tapt habitat til sjørørret ved Ørin er det viktig å sikre at det kompensierende habitatet i størst mulig grad ivaretar naturlig:

- 1) Vannkvalitet, vertikalsjiktning og temperaturregime i vannmassene slik at tilvekst, osmoregulering og overlevelse ikke hemmes, særlig hos yngre laksefisk.
- 2) Samspill mellom arter og næringsnett, slik at man unngår økt predasjon av særlig yngre laksefisk fra marine fiskepisere, slik som torsk og sei.
- 3) Tilgang i kvantitet og kvalitet til aktuelle byttedyr.

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

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

# Summary

Dauidsen, J.G., Sjurssen, A.D., Rønning, L., Daverdin, M., Davidsen, A.G. & Eldøy, S.H. 2023. Area use of sea-run brown trout at the estuary of River Verdalselva. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2023-9:1-34.

Verdal municipality plans to fill in parts of the estuary at Ørin Nord in the outlet of River Verdalselva in order to develop areas regulated for industry. As a part of the planning program, a number of environmental studies are being carried out to investigate the consequences and to facilitate mitigating and compensatory measures.

The purpose of this survey was to gain sufficient knowledge of the habitat use of sea trout in the area at the outlet of River Verdalselva, including Ørin Nord, throughout all seasons. Using electronic tagging (acoustic telemetry) with individually coded temperature sensing transmitters, spatio-temporal area use of 49 tagged sea trout in the area were documented.

The soft-bottom areas and the river channel at Ørin were found to be important feeding areas for the sea trout all year round. No tagged sea trout were recorded in sub-area A, which is completely fenced off by a stone breakwater. Sub-area B, which is partly fenced off by a stone breakwater, was only used to a lesser extent by the sea trout. The area is shallow and with large soft-bottom areas and throughout the winter it was completely or partially frozen to the ground. If sub-areas A and B had not been completely or partially fenced off by stone breakwaters, they would most likely have had the same important function as a feeding area for sea trout as the river channel and other soft-bottom areas, but as the situation is now, this function has been completely (sub-area A) or strongly (sub-area B) reduced. The results of the survey showed that the sea trout during their stay at the soft bottom areas at Ørin, mainly utilized the upper water layers with brackish water. When planning for potential compensatory measures, it will be important to take this into account.

In the area of the steep slope between the river mouth and the fjord, sea trout were recorded in all months of the year except for the period 10. September – 12. January. In the period from mid-March to the end of October, the harbour area at Aker Solution and the small boat harbour of Verdal boat association repeatedly had shorter visits by tagged sea trout.

Two mitigating measures are suggested: i) Avoid light pollution of marine habitat around the industrial area. ii) 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.

If sub-area A is filled in, one can consider compensating for the loss of this area (which was previously available for sea trout) by avoiding or minimizing the filling in of sub-area B and rather improving the quality of the area. Sub-area B appears today as shallow and with large mud flats. By removing the stone pier to the north and removing parts of the sediment, the area will again be able to have the same qualities as the soft bottom area outside the stone pier. When planning compensatory measures for any lost habitat for the sea trout at Ørin, it is important to ensure that the compensatory habitat to the greatest extent possible naturally safeguards:

- 1) Water quality, vertical stratification, and temperature regime in the water masses so that growth, osmoregulation, and survival are not inhibited, especially in younger salmonids
- 2) Interaction between species and food webs, so that increased predation of especially younger salmonids from marine fish eaters, such as cod and pollock, is avoided
- 3) Access in quantity and quality to relevant prey.

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

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

# Innhold

Sammendrag .....	4
Summary .....	5
Innhold .....	6
Forord .....	7
1 Innledning .....	8
2 Materiale og metode.....	10
2.1 Områdebeskrivelse .....	10
2.2 Fangst og merking av sjørret med akustiske sendere.....	12
2.3 Registering av vandringsatferd med akustiske lyttestasjoner .....	12
2.4 Målinger av vanntemperatur og salinitet.....	13
2.5 Tilbakeberegning av alder og lengdevekst .....	13
2.6 Filtrering av telemetridata .....	13
3 Resultater .....	14
3.1 Sjørretens bruk av ulike områder i elveosen .....	14
3.2 Sjørretens bruk av brakkvann versus marint vann i elveosen.....	23
3.3 Målinger av vanntemperatur og salinitet.....	24
3.4 Smoltalder og vekstrate .....	28
4 Diskusjon .....	30
4.1 Sjørretens bruk av utløpet til Verdalselva, herunder Ørin .....	30
4.2 Krav til avbøtende og kompenserende tiltak .....	31
4.2.1 Avbøtende tiltak .....	31
4.2.2 Kompenserende tiltak .....	31
5 Referanser .....	32

## Forord

NTNU Vitenskapsmuseet fikk i 2022 forespørsel fra SWECO om å utarbeide et prosjektforslag for kartlegging av vandringer og områdebruk til sjørret som bruker elveosen til Verdalselva. Fokus skulle spesielt være på Ørin Nord som planlegges bygd ut for industrielle formål. NTNU Vitenskapsmuseet har siden 2011 kartlagt områdebruk til sjørret i ulike elveoser i Trondheimsfjorden og resultatene fra prosjektet kan derfor enkelt sammenlignes med områdebruken i andre elveoser i nærheten.

Vi ønsker med dette å takke Aker Solutions og Verdal Båtforening for tillatelse til å henge ut lyttestasjoner i de to havneområder. Johan Endresen, Gaute Kjærstad, Hanne Bjørnås Krogstie, Mikkel Emil Lange Friis og Rasmus Rødne Lange takkes for praktisk hjelp i felt og Sondre Røragen (NMBU) for informasjon om registreringer av merket fisk på NMBU sine pitantenner i tre tilløpsbekker til Verdalselva.

Trondheim, 15 november 2023

Jan Grimsrud Davidsen  
Prosjektleder

# 1 Innledning

Verdal kommune planlegger å fylle ut deler av elveosen ved Ørin Nord i utløpet av Verdalselva for å utvikle arealer som er regulert til industri. I forbindelse med utfyllingstiltaket og videre detaljregulering av området gjennomføres det en rekke naturfaglige undersøkelser for å utrede konsekvenser og legge til rette for avbøtende og kompenserende tiltak. Konkret utforming og utførelse av avbøtende og kompenserende tiltak avklares i samråd med tiltakshaver, Statsforvalteren i Trøndelag, fagekspertene og interesseorganisasjoner.

Det planlagte tiltaksområdet er et kjent område for fugl og sjøørret og grenser blant annet til Ørin naturreservat som har Ramsarstatus på grunn av sin betydning for trekkfugler. I tillegg er Verdalselva et nasjonalt laksevassdrag og Trondheimsfjorden en nasjonal laksefjord. Videre er deltaområder en rødlistet landform (Sårbar VU) og en sentral årsak til dette er arealtap som følge av utbygginger (Erikstad m.fl. 2018).

Hensikten med kartleggingen beskrevet i denne rapporten var å få tilstrekkelig kunnskap til å vurdere om anadrom fisk blir berørt av den planlagte utbyggingen. Følgende er det utført undersøkelser av sjøørreten sin habitatbruk i området rundt utløpet av Verdalselva, med spesielt fokus på arealene ved Ørin Nord. Kartleggingen fant sted ved hjelp av akustisk telemetri og foregikk fra august 2022 til september 2023.

Sjøørret (*Salmo trutta*) og laks (*Salmo salar*) er anadrome fisk som vandrer mellom gyteområder og ungfiskens oppvekstområder i ferskvann og næringsområder i sjøen. Begge arter er populære sportsfiske og har en utpreget sosial og kulturell verdi i Norge (Liu m.fl. 2019). 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, men mye av sjøørreten fiskes i mindre vassdrag og blir trolig underregistrert i fangststatistikken (Fiske & Aas 2001). Det har gjennom de siste årtiene vært en kraftig tilbakegang i sjøørretbestanden i store deler av Norge, herunder i Trøndelag (VRL 2023). Laksebestandene har også hatt en kraftig tilbakegang og arten er vurdert til nær truet NT for Norsk rødliste for arter 2021 (Artsdatabanken 2021).

I motsetning til laksen som gjennomfører store deler av næringsvandringen sin til havs, oppholder sjøørret seg i fjorder og ved kysten etter utvandringen fra ferskvann (Jonsson & Jonsson 2011). Mange kystnære områder er under press fra akvakultur, gruvedrift, utbygging av havner, vegger og flyplasser, sportsfiske og annen menneskelig aktivitet, og dette medfører at denne arten i langt større grad enn laksen blir påvirket av menneskelig aktivitet under sjøoppholdet.

Mens laks i all hovedsak vandrer til sjøen gjennom vinteren (støinger, individer som har vært i sjøen før) og om våren (smolt, førstegangsvandrere) varierer sjøørretens vandring til sjøen mer. I Trøndelag og Nordland overvintrer sjøørret gjerne i vassdrag med innsjøer for så å beite i sjøen 2-4 måneder om sommeren. I vassdrag uten innsjøer eller dype kulper egnet for overvintring er det ikke uvanlig at sjøørreten overvintrer innerst i fjordene eller i elveosen (Davidsen m.fl. 2014, Davidsen m.fl. 2018, Davidsen m.fl. 2019), men bruken av slike områder varierer mellom vassdrag (Jonsson 1981, Davidsen m.fl. 2014, Davidsen m.fl. 2015, Omholt 2020). Overvintring i elveoser er ikke bare kjent fra Norge, men også fra andre steder innenfor utbredelsesområdet til sjøørret (Pratten & Shearer 1983, Chernitsky m.fl. 1995).

Laksen passerer elveosen på vegen ut fra elva når den skal på næringsvandring. Første gangen den vandrer ut i sjøen betegnes den som smolt/postsmolt, mens den i følgende år betegnes som støing. 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 osmobalansen. I en undersøkelse fra Altaelva (Strand m.fl. 2011), ble det observert at laksesmolt i den tidlige del av utvandringen var dårligere tilpasset sjøvann (lavere nivå av 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. Telemetristudier på utvandrende laksesmolt (Thorstad m.fl. 2004, Thorstad m.fl. 2007, Davidsen m.fl. 2009, Thorstad m.fl. 2012) viser generelt at de oppholder seg

kort tid i elveosen. Dette har typisk blitt forklart med at det er et høyt predasjonspress i dette området. Diettstudier av utvandrende smolt viser at næringsopptak de første dagene etter utvandring er viktig for overlevelsen (Hvidsten m.fl. 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. Terrestriske insekter som kommer ut fra elva kan også være viktige i år med dårlig tilgang på marine byttedyr. I en undersøkelse gjort av Levings m.fl. (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/estuarie, 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 dataene 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.

Det er kjent at villaks kan ta i bruk elveoser og fjordssystemer som oppvekstområder før utvandring som smolt (Thorstad m.fl. 2012). I Canada er estuarieopphold hos lakseunger blant annet dokumentert i Hudson Bay (Morin 1991), i Newfoundland (Hutchings 1986, Cunjak m.fl. 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 m.fl. 2007). I antall utgjør denne høstutvandringen om lag 20 - 25 % av den totale utvandringen av laks fra vassdraget (Pinder m.fl. 2007, Riley m.fl. 2008). Tilsvarende er det funnet utvandring av laksunger fra Girnock Burn i Skottland både om høsten og våren (Youngson m.fl. 1983). I Norge er utvandring av juvenil villaks (ungfisk) til elveoser kjent fra blant annet Drammenselva (Mo m.fl. 2018), Røssåga (Bremset m.fl. 2019) og ulike elver på Sørlandet (Bremset & Museth 2019).

Tilgjengelige data på utvandrende støinger og oppvandrende gytelaks viser at laksen i større vassdrag oppholder seg kort tid i elveos/estuarie når den vandrer til og fra sjøen (Halttunen m.fl. 2009, Thorstad m.fl. 2010, Davidsen m.fl. 2013, Davidsen m.fl. 2021c), 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.



Merking av sjørret i elveosen til Verdalselva. Foto: Aslak Darre Sjørven.



## 2 Materiale og metode

Vandringer og områdebruk til sjøørret ble kartlagt ved hjelp av elektroniske merker som sender ut et akustisk signal som fanges opp av et nettverk av lyttestasjoner (akustisk telemetri). Rekkevidden til signalene fra senderne til lyttestasjonene er typisk på 100-400 m og muliggjør derfor kartlegging over et større område.

### 2.1 Områdebeskrivelse

#### Verdalselva

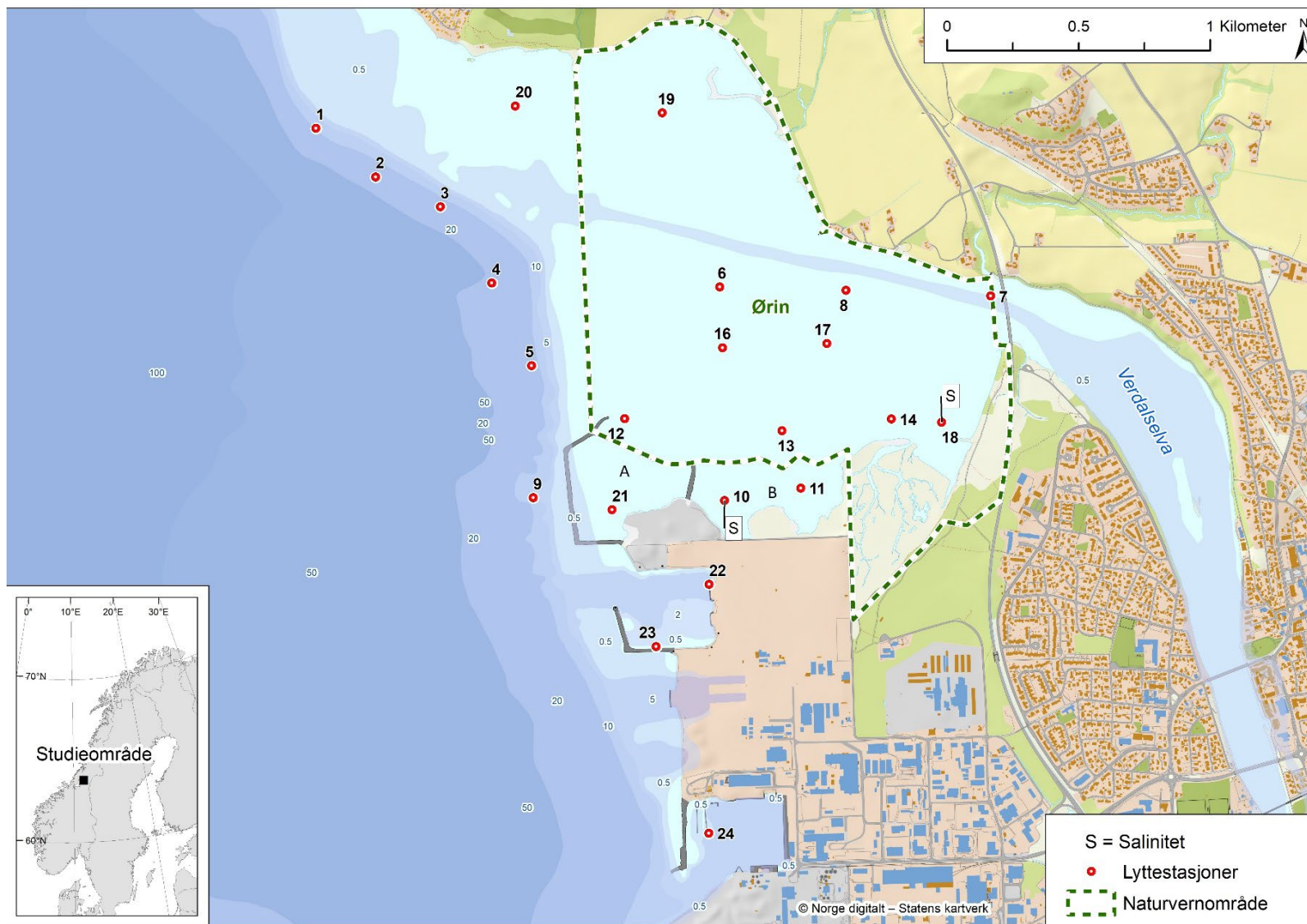
Verdalselva dannes ved samløpet av elvene Inna og Helgåa. De to elvene renner sammen ved Holmen gård i Vuku, og herfra renner Verdalselva mot vest til den munner ut i Trondheimsfjorden ved Verdalsøra. Elva er 21 km lang (94 km medregnet tilløpselvene Helgåa og Stråðøla), og har et nedbørfelt på 1467,57 km<sup>2</sup> ([atlas.nve.no](https://atlas.nve.no)). Middelvannføringen ved munningen er 57 m<sup>3</sup>/s. Vassdraget ble i 2005 vernet mot kraftutbygging gjennom Supplering av Verneplan for vassdrag og ble i 2007 vernet som nasjonalt laksevassdrag. Verdalselva drenerer til Trondheimsfjorden som er vernet som nasjonal laksefjord.

I utløpet av Verdalselva ligger Ørin naturreservat. Naturreservatet ligger på sørsiden av utløpet av Verdalselva til Trondheimsfjorden. Reservatet inngår i Trondheimsfjorden våtmarkssystem og har Ramsarstatus på grunn av sin betydning for trekkfugler. Reservatet ble opprettet i 1993 og utvidet i 2016 for å verne et intakt elvedelta av stor betydning som rasteplass for trekkende våtmarksfugler. Reservatet omfatter land, strand og sjø og grenser i nord til Kausmofjæra fuglefredningsområde.



Sydlig del av elveosen til Verdalselva. Dette området ved Ørin er delvis inngjerdet med en steinmolo og er grunt og med store mudderflater. Foto: Jan Grimsrud Davidsen.





Figur 1. Kart over undersøkelsesområdet. Kartet viser plassering av lyttestasjoner i elveosen til Verdselselva. Lyttestasjonene er nummerert. Ørin naturvernområde er angitt med grønn stiple linje. A) og B) angir delområder som planlegges utfyllt for industrielle formål.

## 2.2 Fangst og merking av sjørret med akustiske sendere

I perioden 15-19 august 2022 og 16-17 mars 2023 ble i alt 49 sjørret (tabell 1) fanget med fiskestang i elveosen Verdalselva. Før merking ble fisken bedøvet i 4:15 min med Benzoaq VET (12 ml /50 L vann), og deretter overført til et merkerør med friskt vann. En desinfisert sylindrisk akustisk sender (ThelmaBiotel, fisk  $\geq$  27cm: model T-LP9L; 9,0 x 27,5 mm; 4,3 g i luft; estimert batterilevetid ~693 dager; sendestyrke 142 dB re 1uPa @1m; fisk < 27 cm: T-LP6; 6,3 x 18,5 mm; 1,3 g i luft; estimert batterilevetid ~94 dager; sendestyrke 137 dB re 1uPa @1m) ble forsiktig ført inn i bukhulen gjennom et 1,0-1,5 cm snitt i buken. Såret ble lukket med to sting (Resolon 3/0 eller 5/0).

Etter merking ble fiskens naturlige lengde og vekt notert. Oppholdet i merkerøret varte ca. 3 min, og i denne perioden ble gjellene kontinuerlig tilført friskt vann via en tynn slange gjennom munnen. Fisken ble etterpå oppbevart i en stamp skjermet for lys noen få minutter inntil den hadde normal svømmeatferd og pustefrekvens, hvorpå den ble satt ut rett nedstrøms E6-brua som krysser Verdalselva. Nødvendige tillatelser til merking og fangst ble gitt av Mattilsynet (saksnr. 22/111999) og Statsforvalteren i Trøndelag (saksnr. 2022/4776).

## 2.3 Registering av vandringsatferd med akustiske lyttestasjoner

Til sammen ble det utplassert 24 lyttestasjoner i elveosen og nærområdet (figur 1). I skråningen mot fjorden og i elvekanalen ble i alt åtte lyttestasjoner (stasjon 1-8) av type TBR800R med innbygd akustisk utløser montert på et 14 mm tau med trålkuler som flyteelement og 40 kg anker på bunnen. I resten av elveosen (figur 1) var lyttestasjonene (stasjon 10-21; model TBR800) montert på en betonghelle og plassert på bunnen av elva og med 14 mm kjetting festet til 30 kg lodd. I havneområdene ble lyttestasjonene (stasjon 22-24; model TBR800) montert med kjetting og tau fra kaia.

De akustiske senderne sendte ut et unikt lydsignal (69 kHz; kodesett ThelmaBiotel S64K) som ble registrert når fisken var innen rekkevidde av en lyttestasjon. Signalet ble sendt med et tilfeldig tidsintervall, men med minimum 30 sekunder og maksimum 90 sekunder mellom hvert signal. Signalet inneholdt fiskens ID nr. og sist målte temperatur.

Lyttestasjonene inngikk i de to internasjonale forskernettverkene Ocean Tracking Network ([www.oceantrackingnetwork.org](http://www.oceantrackingnetwork.org)) og European Tracking Network ([www.lifewatch.be/etn/](http://www.lifewatch.be/etn/)) og telemetridata ble lastet opp til disse og vil være åpent tilgjengelige.

Lyttestasjonene 1-12 og 22-24 (figur 1) stod ute i hele undersøkelsesperioden, mens stasjonene 13-21 stod ute fra 16.08-07.12.2022 og igjen fra 17.03-31.08 2023. At stasjonene 13-21 ble tatt inn i vintermånedene skyldes at det på områdene som tørrellegges ved fjære sjø var ekstra stor risiko for å miste lyttestasjonene. Stasjon nr. 10 forsvant vinteren 2022-2023, men ble erstattet den 24.05.2023. Data fra denne lokalitet er derfor kun tilgjengelige fra 23.05-31.08.2023. Stasjon nr. 15 var operativ fra 16.08.-17.12.2022.

Tabell 1. Oversikt over ørret fanget i elveosen til Verdalselva i henholdsvis august 2022 og mars 2023.

Merkegruppe	Merkedato	N	Total lengde (mm)		Vekt (g)	
			Gjennomsnitt (SD)	Variasjonsbredde	Gjennomsnitt (SD)	Variasjonsbredde
2022ørret	15.-19.08	27	310 (68)	180-440	320 (219)	60-850
2023ørret	16.-17.03	22	391 (92)	290-650	596 (478)	140-2200

## 2.4 Målinger av vanntemperatur og salinitet

Datalogger for måling av salinitet var plassert 10 cm over bunden ved lyttestasjon nr. 18 (figur 1). det ble gjort en måling hver time. Videre målte alle lyttestasjoner vanntemperatur på den dybden hvor stasjonen er plassert. I forbindelse med utplassering av lyttestasjonene i august 2022 ble det tatt målinger av temperatur og salinitet (CTD) på stasjonene 4, 6, 21 og 24.

## 2.5 Tilbakeberegning av alder og lengdevekst

Aldersanalyse ble basert på skjell fra 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 noe underestimert (Frost & Brown 1967).

## 2.6 Filtrering av telemetridata

På lyttestasjonene ble det i perioden august 2022 – august 2023 gjort 1 252 129 registreringer av ID numre som var brukt på smoltens fiskemerker. Noen ganger kan det oppstå falske ID, som 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 filtrert på følgende måte: Hvis en lyttestasjon registrerte mer enn to fiskemerke-ID som ikke var brukt ved merkingen av fisk, eller hvis mer enn 1000 registreringer ble gjort på stasjonen på en dag, måtte en fisk bli registrert minst to ganger på en time på stasjonen for å bli godkjent. Etter filtrering og visuell kontroll var det 1 243 371 godkjente registreringer. I alt utgjorde falske data dermed kun 0,7 % av datasettet.



Lyttestasjon og datalogger for temperatur og salinitet (liten svart sylinder) plassert på bløtbunnsområdet ved Ørin. Foto: Jan Grimsrud Davidsen.

## 3 Resultater

### 3.1 Sjørørretens bruk av ulike områder i elveosen

Sjørørreten brukte elveosen til Verdalselva hele året (figur 2). Flest sjørørret ble registrert i elvekanalen.

#### **De uberørte bløtbunnsområdene på Ørin**

Bløtbunnsområdene sør og nord for elvekanalen ble aktivt brukt i hele perioden fra august til desember (figur 3,4, 7-10) og fra mars til august. Fra 08.12.2022 – 16.03.2023 var det, med unntak av stasjon 12, ikke lyttestasjoner i bløtbunnsområdet, så området kan ha blitt brukt av sjørørreten i denne perioden også uten at det ble registrert. Alle 49 sjørørret ble registrert i dette området og de fleste over lengre perioder på mange uker eller måneder.

#### **Elvekanalen**

Elvekanalen er en 2-4m dyp renne mellom elva og fjorden i den midtre del av bløtbunnsområdet. Den blir aldri tørrlagt, men vanddybden varierer i takt med tidevannet. Elvekanalen ble brukt av sjørørreten hele året (figur 5, 7-10). Alle 49 sjørørret som ble merket, ble etterpå registrert i elvekanalen og de fleste av disse brukte området aktivt til alle deler av året.

#### **Delområde A og B, områdene på Ørin som er helt eller delvis omsluttet av en molo**

I perioden august 2022 - august 2023 ble det ikke registrert noen merket sjørørret (figur 7-10) i det området på Ørin som er helt innesluttet av molo (delområde A; figur 1). I området som kun er delvis omsluttet av molo (delområde B) ble det registrert åtte sjørørret, men kun en av disse oppholdt seg der over lengre tid (figur 7-10).

#### **Marbakken**

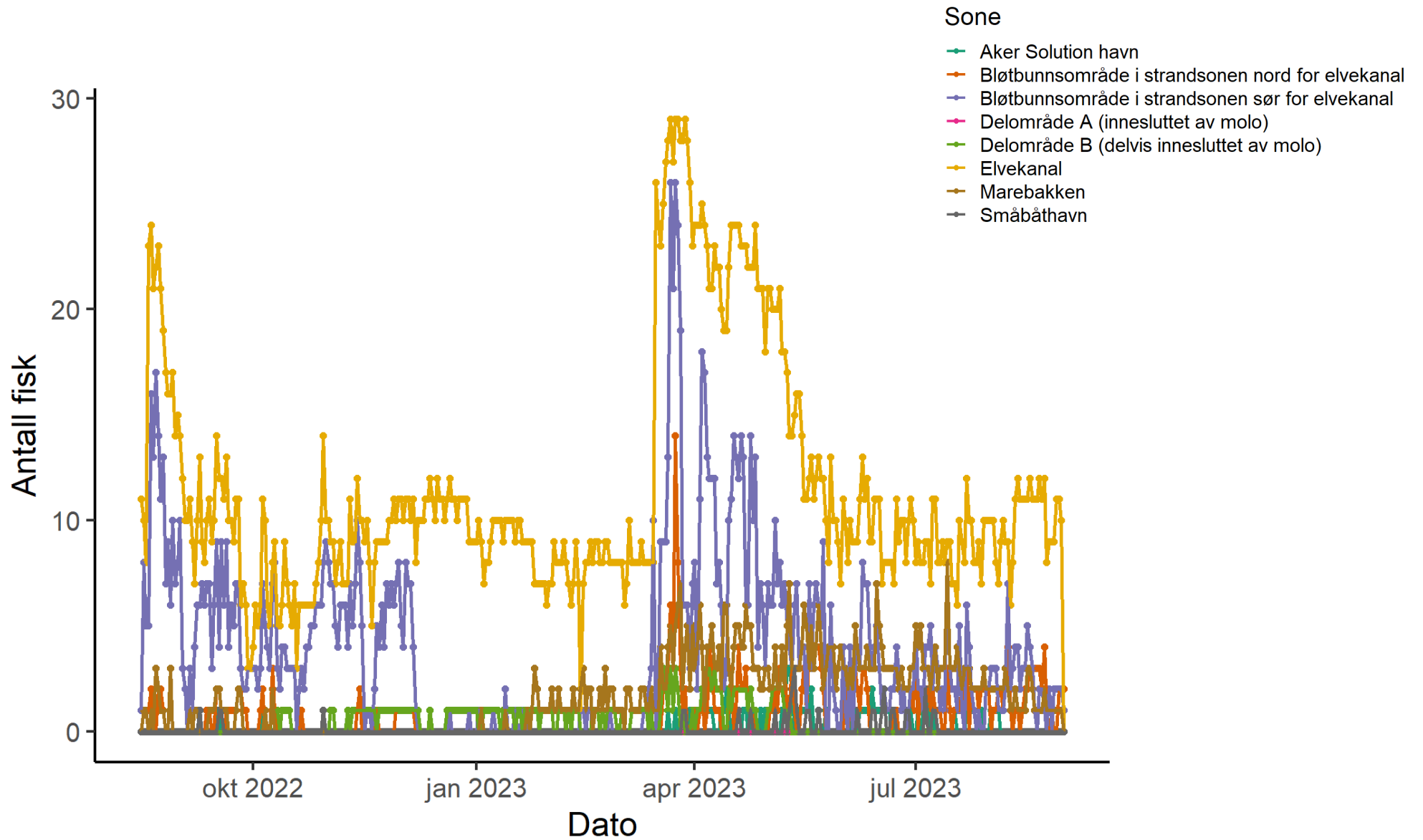
Marbakken er den bratte skråningen utenfor elveosen, hvor det brått blir dypt. I alt ble det registrert 36 sjørørret her (figur 6-10). Bortsett fra perioden 10. september – 12. januar var det regelmessig sjørørret i området.

#### **Aker Solutions og småbåthavn**

I havneområdet ved Aker Solutions ble det registrert 16 sjørørret, hvorav åtte fisk hadde gjentatte besøk (figur 7-10). Av disse hadde fire individer gjentatte kortere besøk, men som samlet sett strakk seg over flere uker. Det ble ikke registrert sjørørret i havneområdet fra 30. oktober til 21. mars. I småbåthavna til Verdalsbåttforening ble det registrert i alt tolv sjørørret (figur 7-10). Seks av disse hadde gjentatte kortere besøk, hvorav tre av disse samlet sett strakk seg over flere uker.

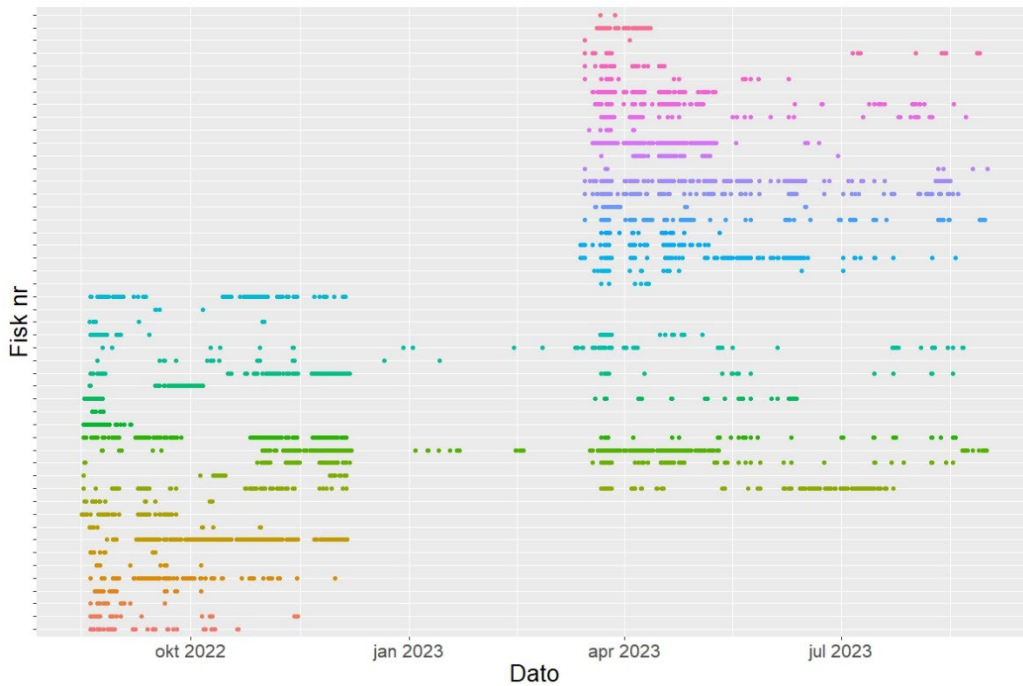
#### **Registrering av merket ørret på Pitantenne i sidebekker til Verdalselva**

I forbindelse med Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) sitt pågående prosjekt i sidebekker til Verdalselva ble fem av de merkede sjørørret i perioden 3.-23. oktober registrert på pitantenner i enten Follobekken, Skjördalsbekken eller Bjørkbekken.

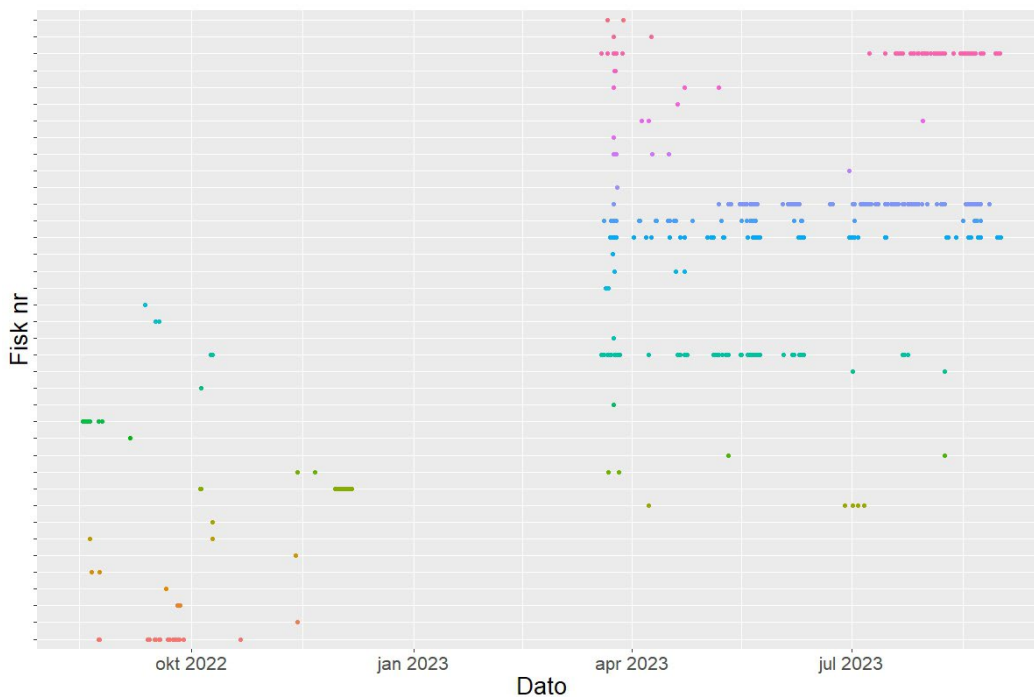


Figur 2. Registreringer av antall merket sjørøret per dag i Verdalelvas elveos og nærområde. Fra 08.12.2022 – 16.03.2023 var det med unntak av stasjon 12 ikke lyttestasjoner i de to bløtbunnsområdene, og fisk som oppholdt seg her ble derfor ikke registrert.

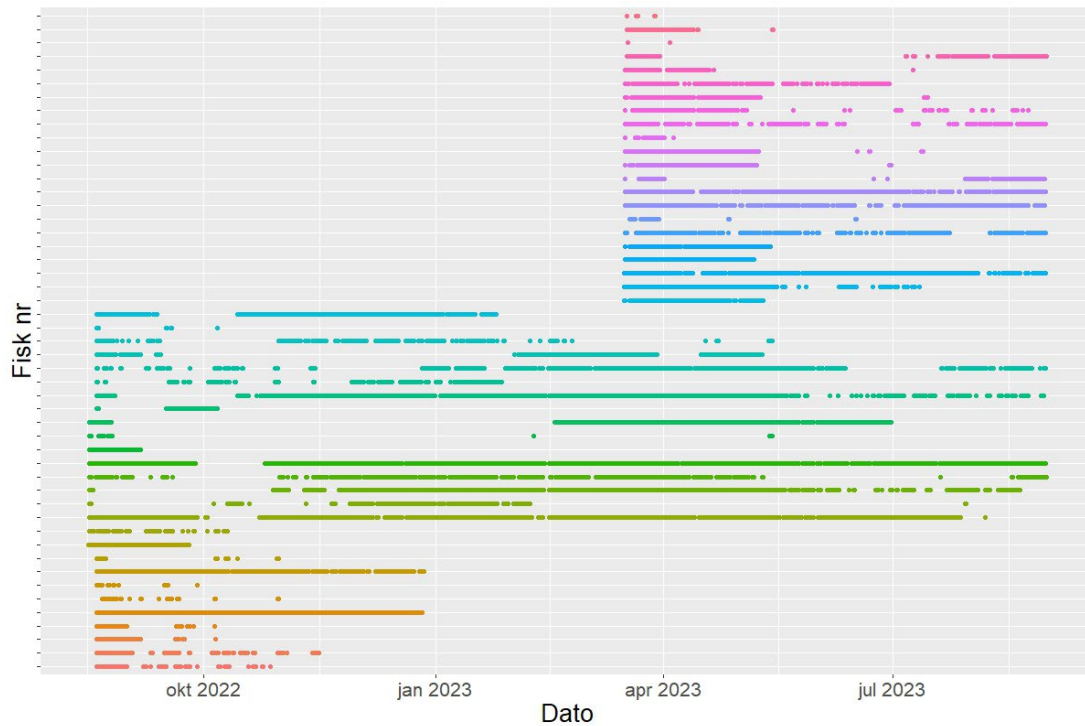




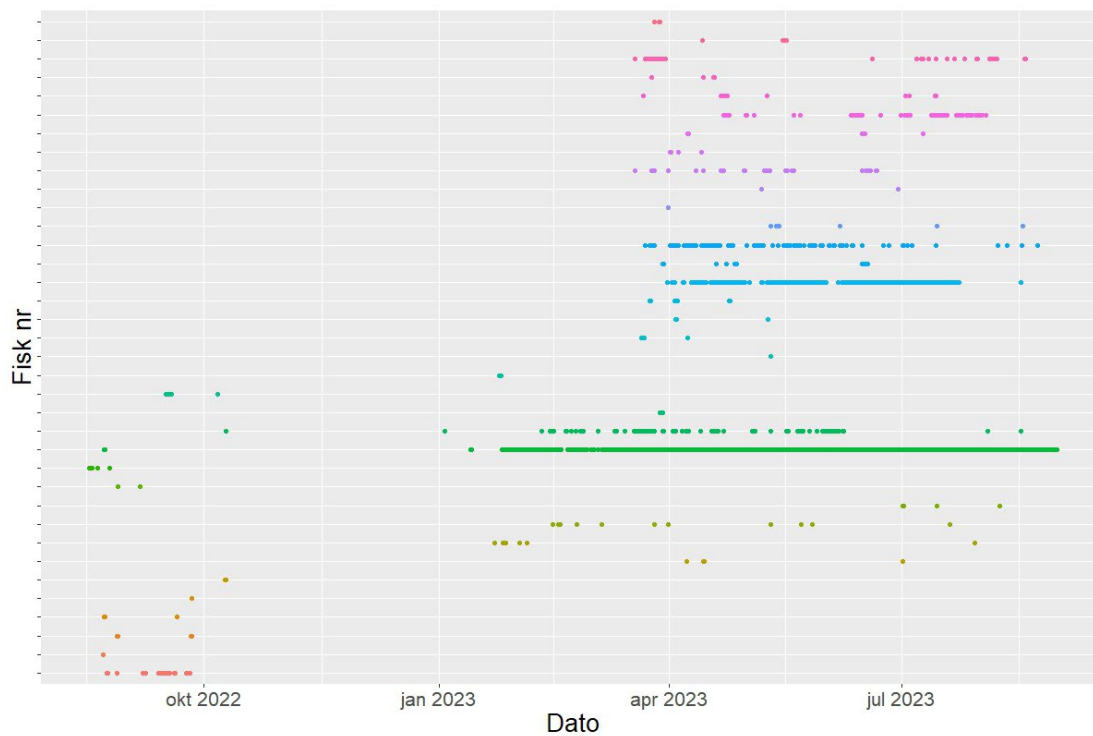
Figur 3. Registreringer av merket sjøørret på til sammen syv lyttestasjoner (stasjonene 12-18) i bløtbunnsområdet sør for elvekanalen i elvemunningen til Verdalselva. Hver vannrett linje med prikker representerer en fisk. Fra 08.12.2022 – 16.03.2023 var det, med unntak av stasjon 12, ikke lyttestasjoner i bløtbunnsområdet, så det kan ha vært fisk der uten at de ble registrert. Den øverste gruppen med 22 fisk ble merket i mars 2023, mens nederste gruppe med 27 fisk ble merket i august 2022. De ni nederste fiskene i figuren hadde fiskemerker med ca. 94 dagers batterilevetid og de forsvant derfor fra undersøkelsen i løpet av november eller desember 2022.



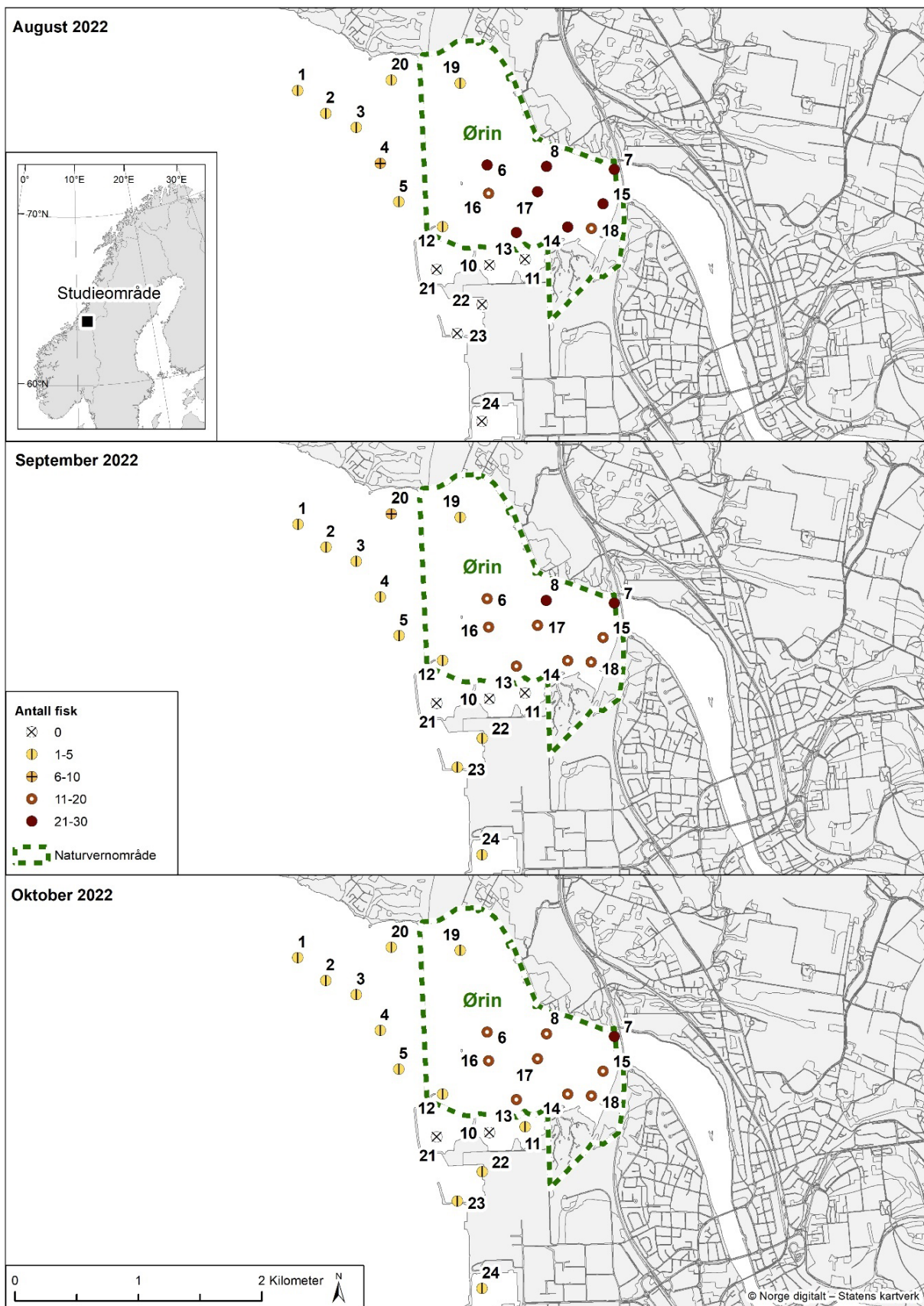
Figur 4. Registreringer av merket sjøørret på til sammen to lyttestasjoner (stasjonene 19-20) i bløtbunnsområdet nord for elvekanalen i estuariet til Verdalselva. Hver vannrett linje med prikker representerer en fisk. Fra 08.12.2022 – 16.03.2023 var det ikke lyttestasjoner i bløtbunnsområdet, så det kan ha vært fisk der uten at de ble registrert. Den øverste gruppe med 17 fisk ble merket i mars 2023, mens nederste gruppe med 21 fisk ble merket i august 2022. De syv nederste fiskene i figuren hadde fiskemerker med ca. 94 dagers batterilevetid og de forsvant derfor fra undersøkelsen i løpet av november eller desember 2022.



Figur 5. Registreringer av merket sjørret på til sammen tre lyttestasjoner (stasjonene 6-8) i elvekanalen i estuariet til Verdalselva. Hver vannrett linje med prikker representerer en fisk. Den øverste gruppe med 22 fisk ble merket i mars 2023, mens nederste gruppe med 27 fisk ble merket i august 2022. De ni nederste fiskene i figuren hadde fiskemerker med ca. 94 dagers batterilevetid og de forsvant derfor fra undersøkelsen i løpet av november eller desember 2022.

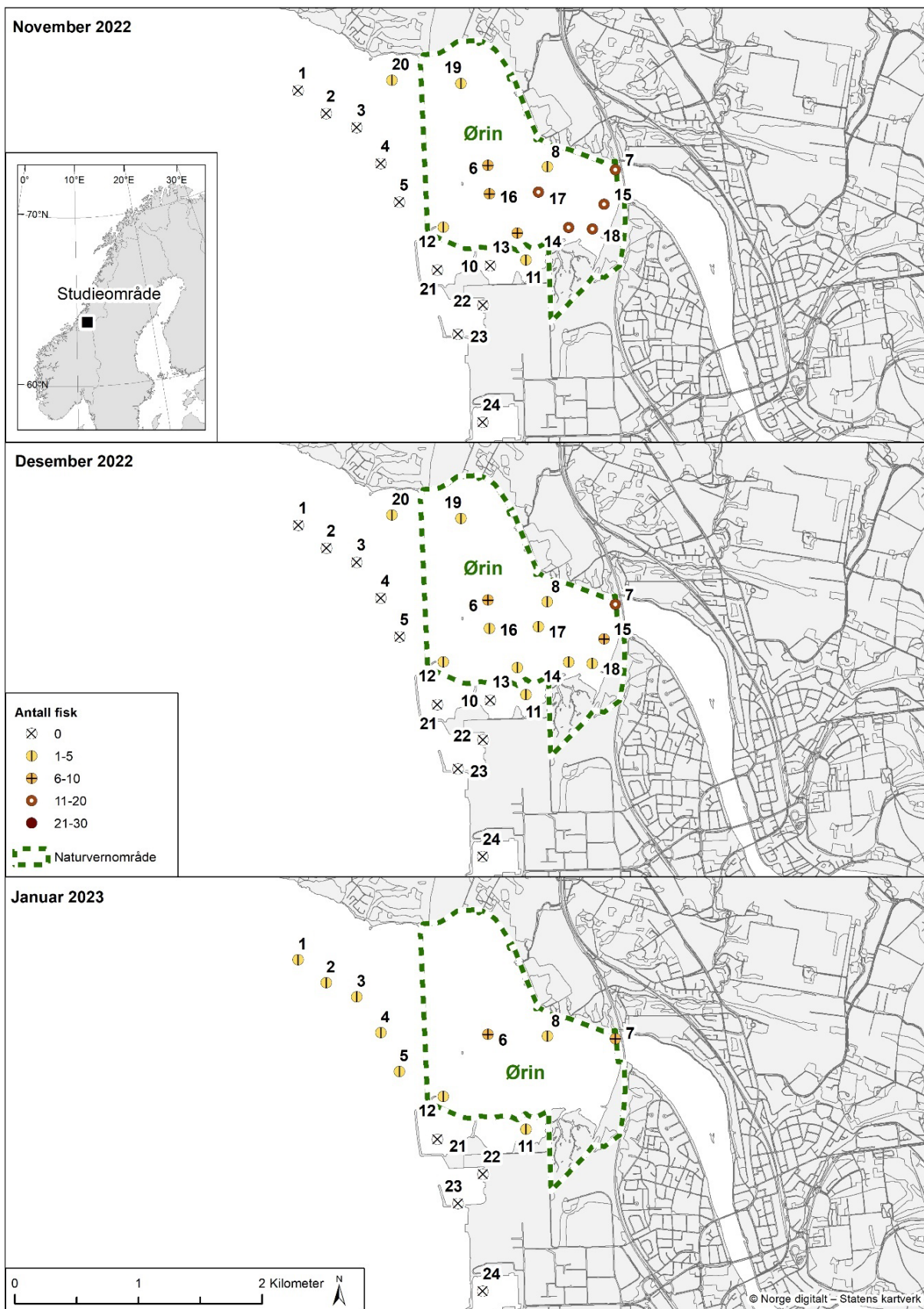


Figur 6. Registreringer av merket sjørret på til sammen fem lyttestasjoner (stasjonene 1-5) i marbakken utenfor estuariet til Verdalselva. Hver vannrett linje med prikker representerer en fisk. Den øverste gruppe med fisk ble merket i mars 2023, mens nederste gruppe ble merket i august 2022. De fem nederste fiskene i figuren hadde fiskemerker med ca. 94 dagers batterilevetid og de forsvant derfor fra undersøkelsen i løpet av november eller desember 2022.

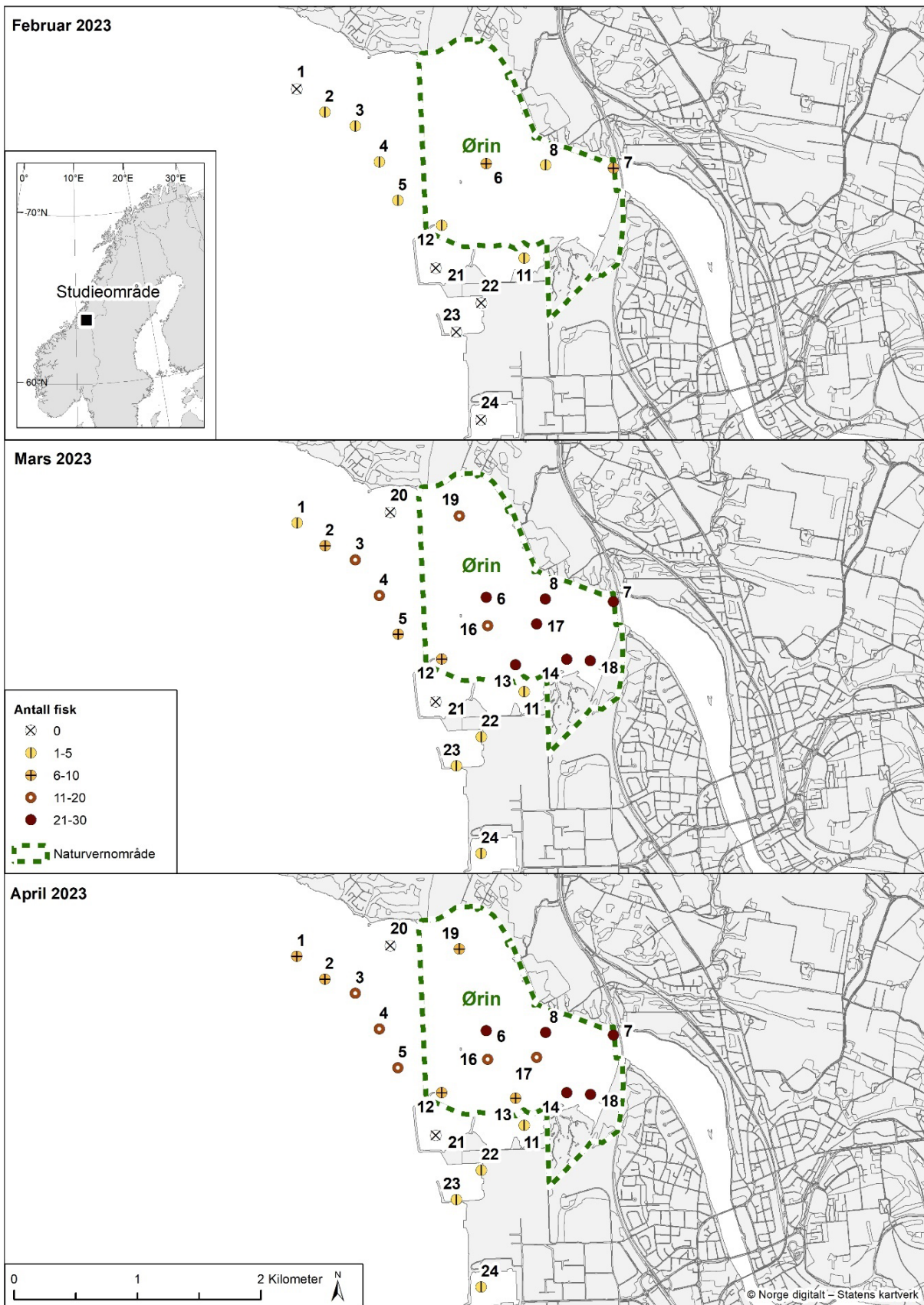


Figur 7. Sjøørretens områdebruk ved utløpet av Verdalselva fra august – oktober 2022. Figuren viser hvor mange sjøørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.



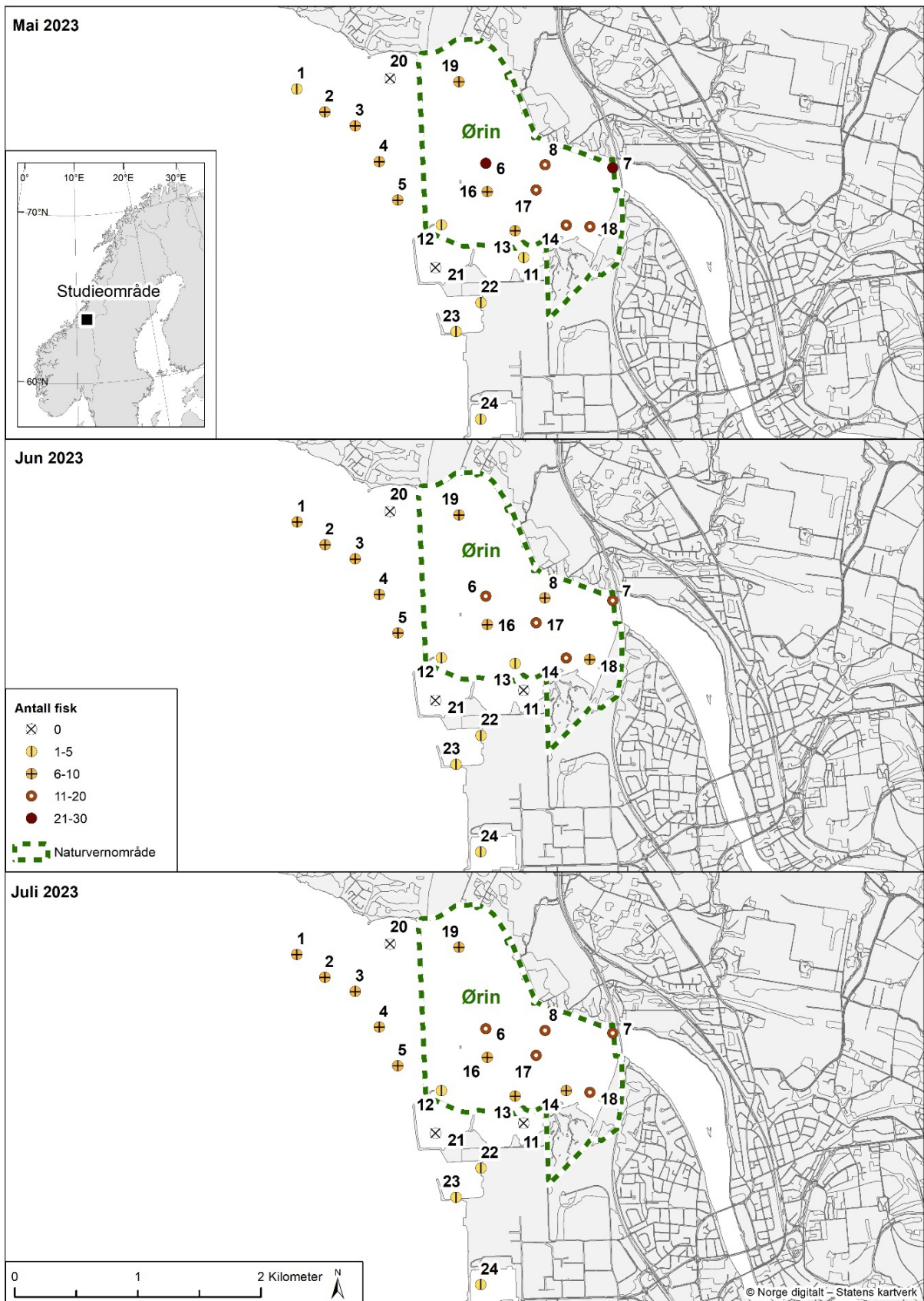


Figur 8. Sjøørretens områdebruk ved utløpet av Verdalselva fra november 2022 – januar 2023. Figuren viser hvor mange sjøørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.

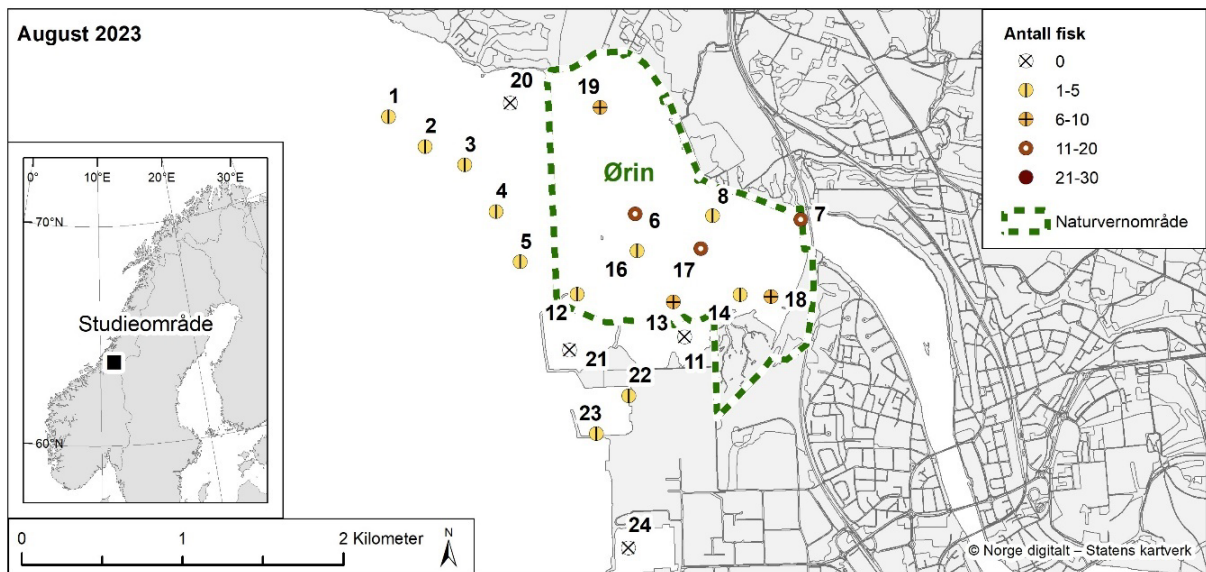


Figur 9. Sjøørretens områdebruk ved utløpet av Verdalselva fra februar – april 2023. Figuren viser hvor mange sjøørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.





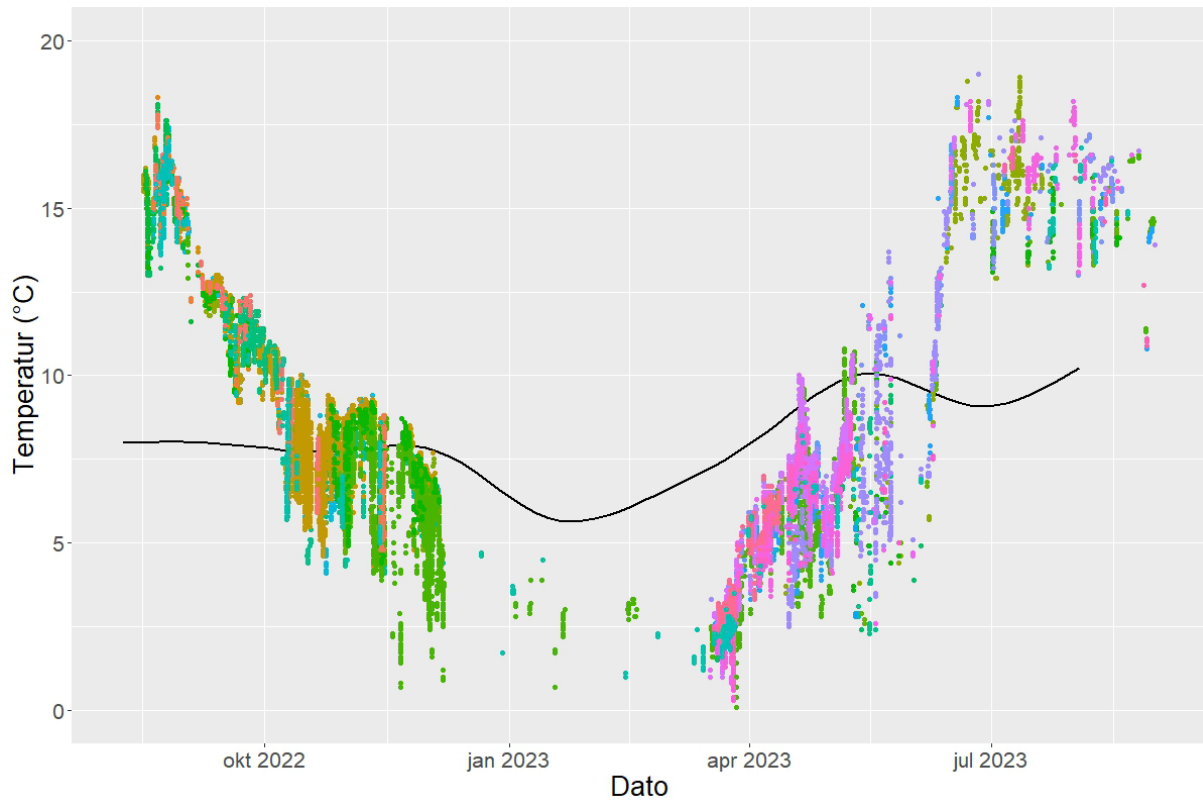
Figur 10. Sjøørretens områdebruk ved utløpet av Verdalselva fra mai – juli 2023. Figuren viser hvor mange sjøørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.



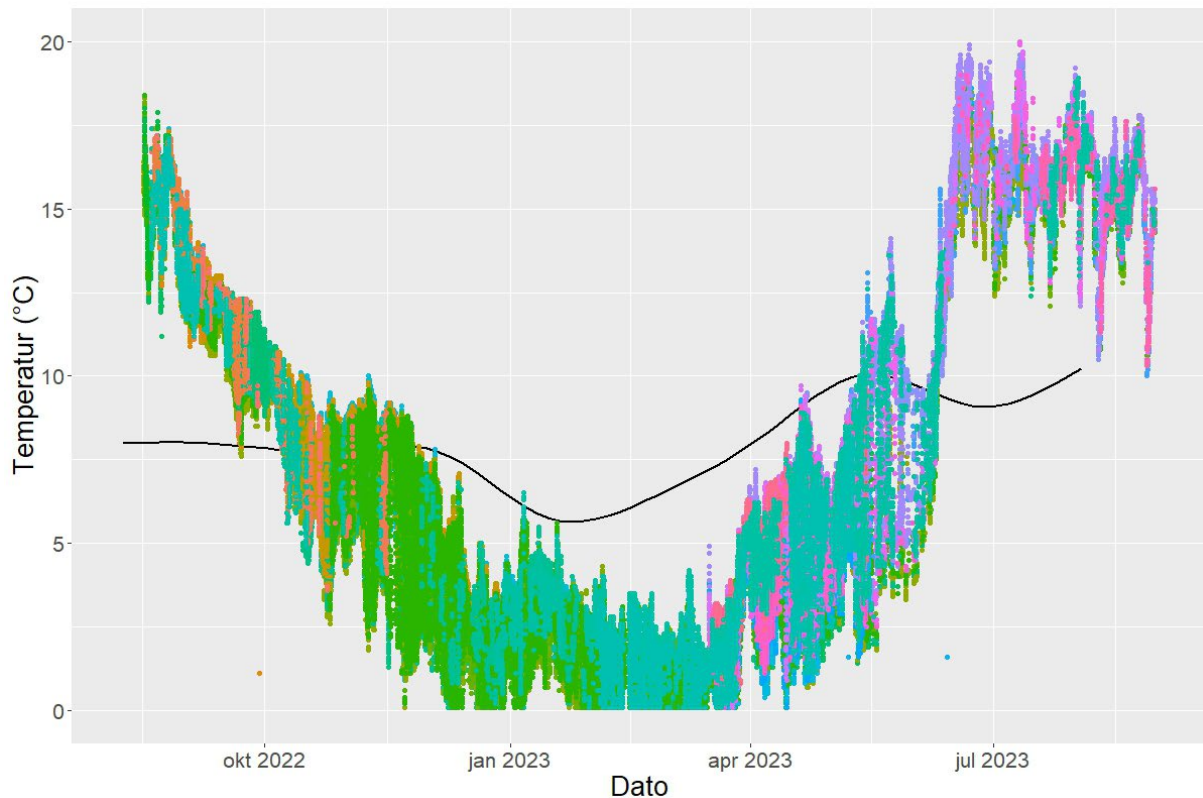
Figur 11. Sjørretens områdebruk ved utløpet av Verdalselva i august 2023. Figuren viser hvor mange sjørret merket med akustisk sender som ble registrert per lyttestasjon per måned.

## 3.2 Sjørretens bruk av brakkvann versus marint vann i elveosen

I bløtbunnsområdet sør for elvekanalen (stasjonene 12-18; figur 1) og i elvekanalen (stasjonene 6-8) oppholdt merket sjørret seg fra august til slutten av september (2022) og igjen fra midten av mai til august (2023) i vannmasser med høyere temperaturer enn det marine vannet på bunnen på 34 m dybde (figur 12 og 13). Fra november 2022 til midten av mai 2023 oppholdt fisken seg derimot i kaldere vannmasser.



Figur 12. Temperaturbruk til merket sjørret registrert på til sammen syv lyttestasjoner (stasjonene 12-18) i bløtbunnsområdet sør for elvekanalen ved utløpet av Verdalselva. Svart linje angir temperatur til marint vann målt av lyttestasjon (stasjon 3) på ca. 34 m dybde utenfor marbakken. De ulike fargene representerer temperatur til merket enkeltfisk registrert på lyttestasjoner. Stasjonene 13-18 var ikke operative i perioden 08.12.2022 – 16.03.2023.

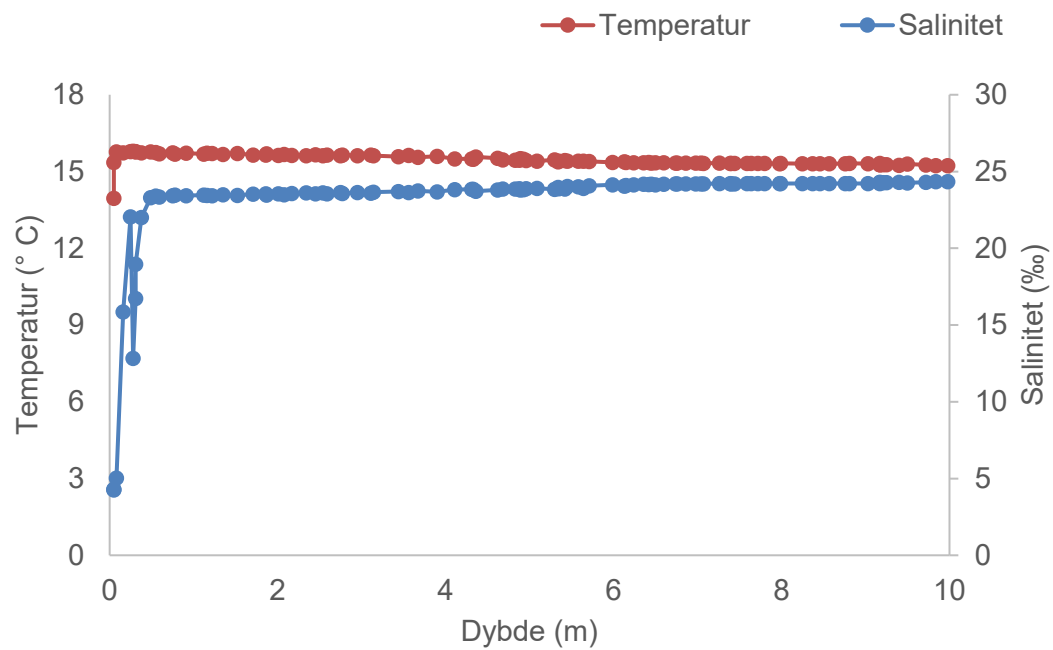


Figur 13. Temperaturbruk til merket sjørret registrert på til sammen tre lyttestasjoner (stasjonene 6,7 og 8) i elvekanalen ved utløpet av Verdalselva. Svart linje angir temperatur til marint vann målt av lyttestasjon (stasjon 3) på ca. 34 m dybde utenfor marbakken. De ulike fargene representerer temperatur til merket enkeltfisk registrert på lyttestasjoner.

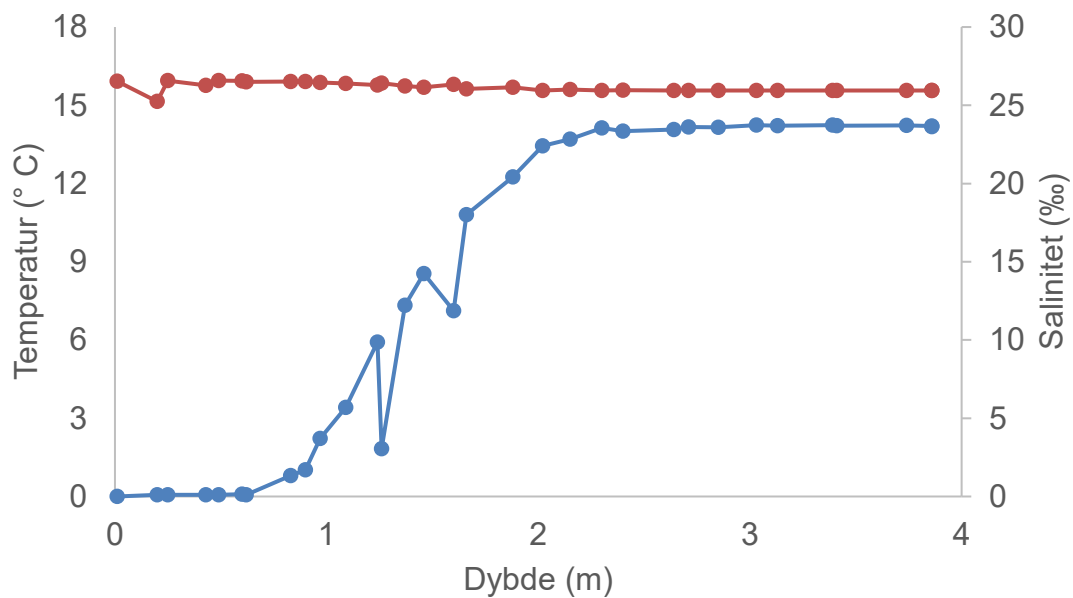
### 3.3 Målinger av vanntemperatur og salinitet

Målingene av temperatur og salinitet på ulike dybde 17. august 2022 viste, at ut for marbakken (stasjon 4, figur 1) var det et stabilt nivå av salinitet (25 ‰) og temperatur (15° C) fra overflaten til 10 m dybde (figur 14). På bløtbunnsområdet (stasjon 6) som tørlegges på fjære sjø bestod de to øverste meter av ferskvann og brakkevann (0-15 ‰), mens det ble mer marint fra 2-4 m dybde (20-23 ‰ (figur 14). I delområde A (basseng inngjerdet av steinmolo, stasjon 21) var saliniteten på et stabilt nivå på 22‰ fra overflaten til 1m dybde, mens nivået av salinitet i småbåthavnen til Verdal båtforening varierte fra 20‰ ved overflaten til 28‰ på 6 m dybde (figur 15). Målinger hver time av salinitet på indre del av bløtbunnsområdet (stasjon 18), viste at vannmassene her er svært variable med skiftende nivåer fra ferskvann (0‰) til marint vann (30‰).

Stasjon 4:

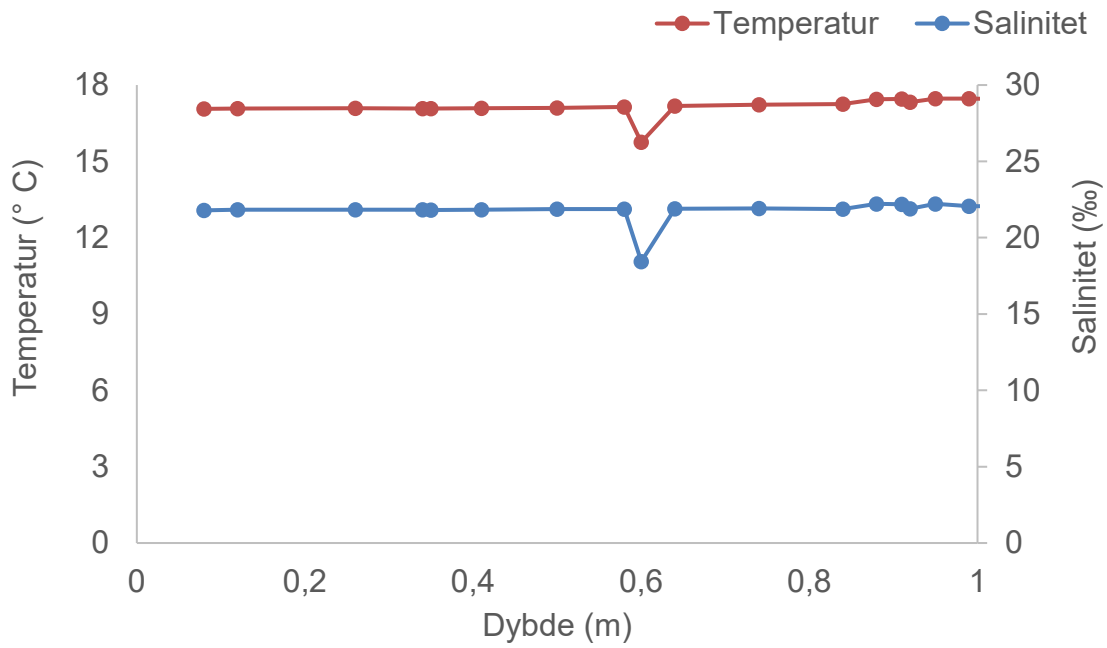


Stasjon 6:

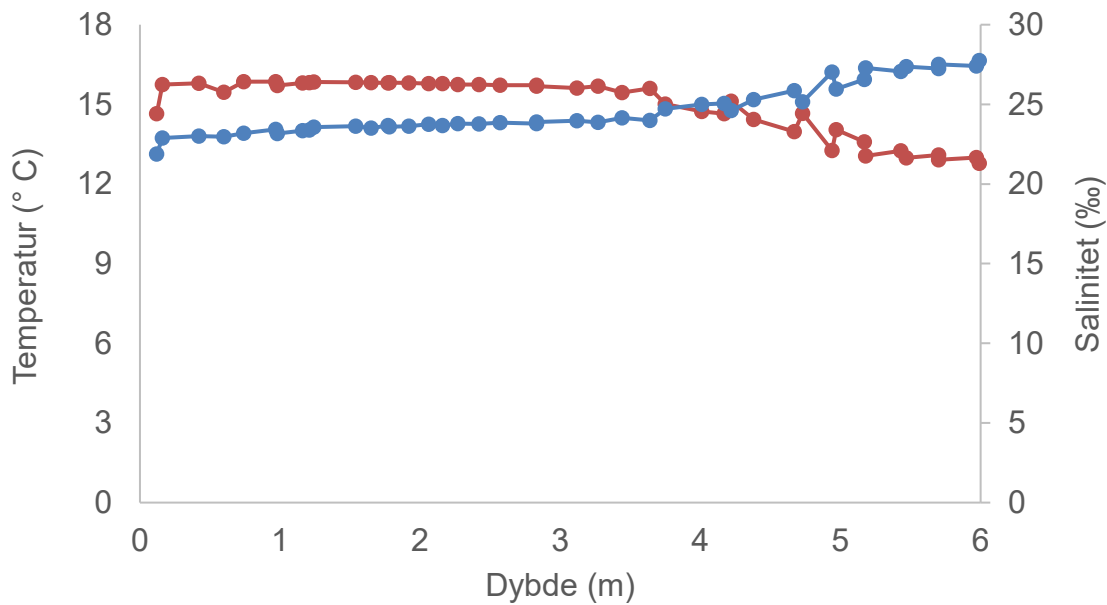


Figur 14. Vanntemperatur (rød) og salinitet (blå) målt 17. august 2022 på stasjonene 4 og 6 (figur 1).

Stasjon 21:

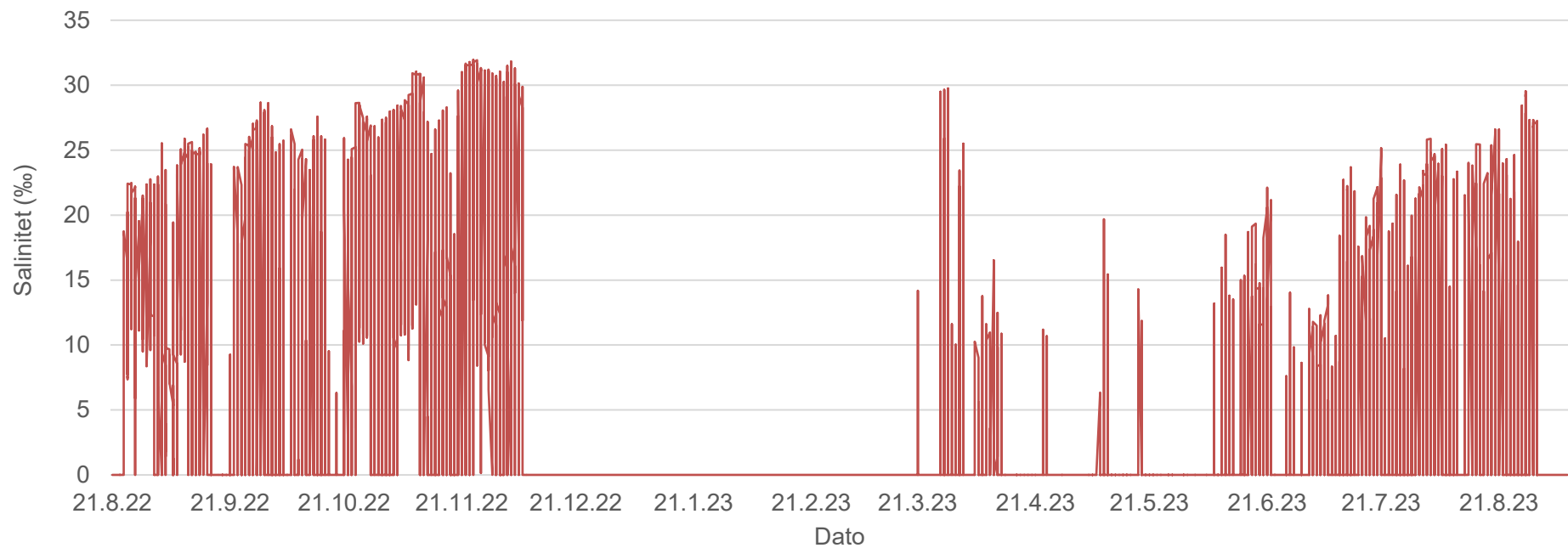


Stasjon 24:



Figur 15. Vanntemperatur (rød) og salinitet (blå) målt 17. august 2022 på stasjonene 21 og 22 (figur 1).



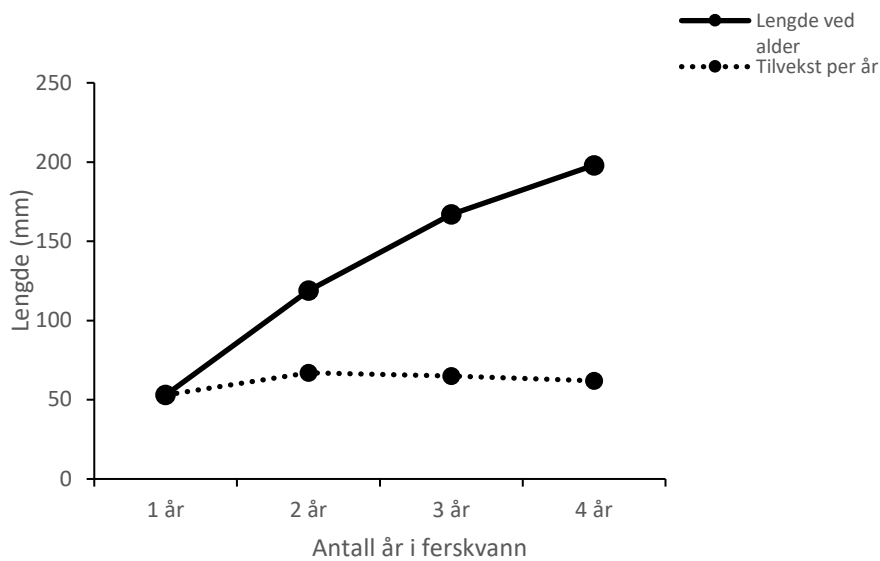


Figur 16. Salinitet målt ved stasjon 18 ved utløpet av Verdalselva. Måleren var grunnet is ikke operativ i perioden 09.12.2022-16.03.2023.

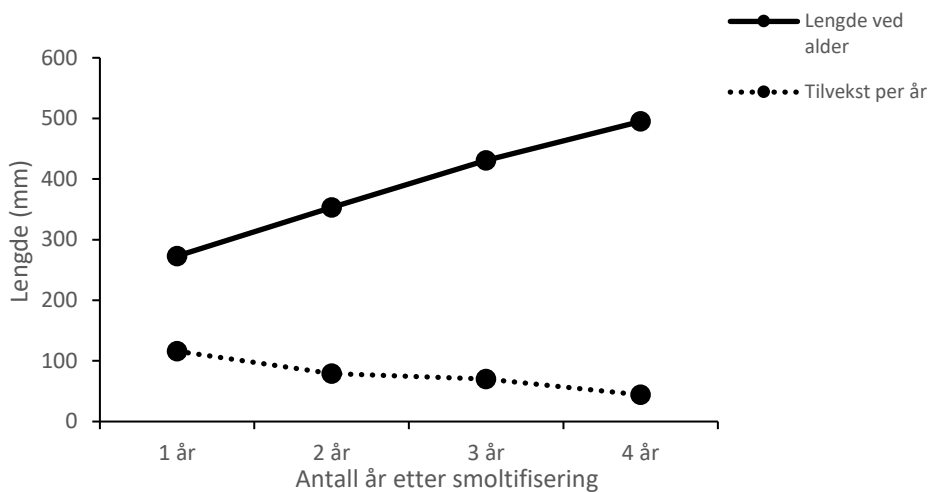
### 3.4 Smoltalder og vekstrate

Av de 49 sjørret som ble merket var skjellprøver fra 38 individer av god nok kvalitet til å kunne bli analysert. Gjennomsnittlig smoltalder var 2,6 år (S.D. = 0,8; variasjonsbredde: 2-5 år), mens gjennomsnittlig smoltlengde var 155 mm (S.D. = 39; variasjonsbredde: 111-278 mm).

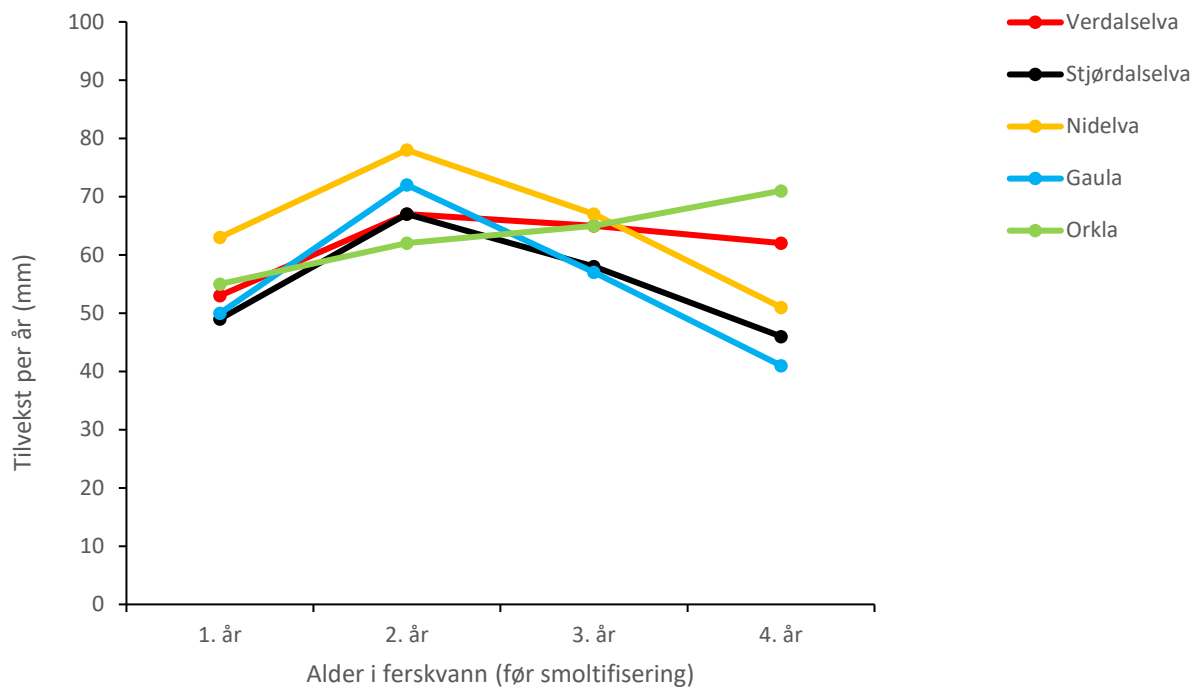
Gjennomsnittlig tilvekst i ferskvann (figur 17) var 53 mm det første året (S.D. = 12; variasjonsbredde: 33-75 mm) og 67 mm det andre året (S.D. = 21; variasjonsbredde: 26-108 mm). I sjøen var gjennomsnittlig tilvekst per år (figur 18) størst det første året (11,6 cm; S.D. = 16; variasjonsbredde: 75-206 mm) og sank ned til 44 mm per år det 4. året i sjøen (S.D. = 13; variasjonsbredde: 29-65 mm). Tilveksten før smoltifisering og i sjøen til ørreten fanget i elveosen til Verdalselva tilsvarte sjørret fra andre elver rundt Trondheimsfjorden (figur 19 og 20).



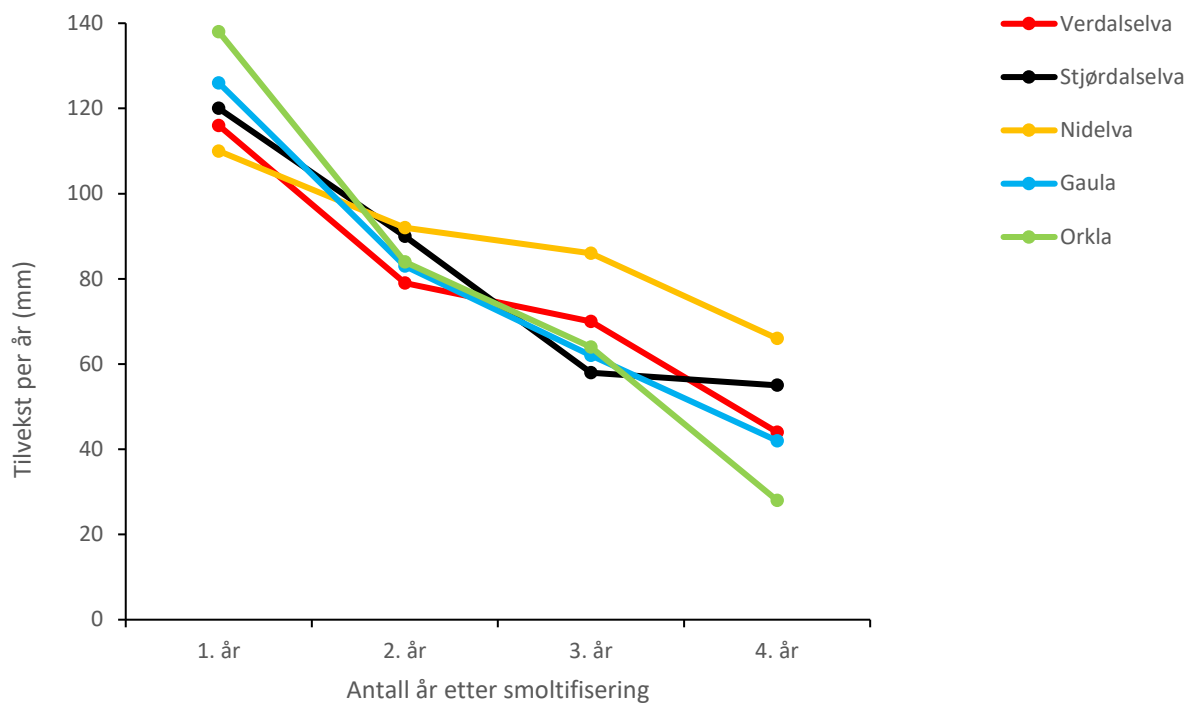
Figur 17. Vekst til sjørret (N = 38) før smoltifisering. Sjørreten ble fanget og prøvetatt ved utløpet av Verdalselva.



Figur 18. Vekst til sjørret (N = 38) etter smoltifisering. Sjørreten ble fanget og prøvetatt ved utløpet av Verdalselva.



Figur 19. Vekst til sjørret fra ulike elver rundt Trondheimsfjorden før smoltifisering.



Figur 20. Vekst til sjørret fra ulike elver rundt Trondheimsfjorden etter smoltifisering.

## 4 Diskusjon

### 4.1 Sjørretens bruk av utløpet til Verdalselva, herunder Ørin

Bløtbunnsområdene og elvekanalen ved utløpet av Verdalselva fremstod som viktige oppholds- og beiteområder for sjørreten året rundt. Det ble ikke registrert noen sjørret med akustisk merke i delområde A, som er helt inngjerdet av en steinmolo. Delområde B, som delvis er inngjerdet av molo, ble kun i mindre grad benyttet av sjørreten. Området er grunt med store mudderflater og var gjennom vinteren helt eller delvis bunnfrossent. De planlagte utfyllinger av delområdene A og B vil derfor ha ingen (område A) eller kun mindre (område B) konsekvens for sjørreten i området. Men det presiseres, at om områdene ikke allerede hadde vært helt eller delvis inngjerdet av steinmoloer ville de antakeligvis hatt samme viktige funksjon som beiteområder for sjørreten som de øvrige bløtbunnsområder ved utløpet av Verdalselva. Slik situasjonen er nå, er denne funksjonen helt (delområde A) eller sterkt (delområde B) redusert.

Bløtbunnsområdet er et viktig matfat for sjørreten og reduksjon av området vil minke produksjonen av potensielle byttedyr og dermed øke konkurransen om tilgjengelig mat. Bløtbunnsområdene og elvekanalen som sjørreten bruker ved utløpet av Verdalselva skiller seg fra de mer marine områdene lengre ute i fjorden. Dynamikken som er mellom ferskvannet fra Verdalselva og det marine tidevannet fra Trondheimsfjorden gir skiftende innslag av ferskvann, brakkvann og saltvann. Slike overgangssoner mellom ferskvann og sjøvann er viktige beitehabitat for sjørreten, hvor den typisk beiter på krepsdyr, mangelbærstemark, insekter og fisk (Davidsen m.fl. 2017a). I 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 om vinteren og tidlig på våren.

Resultatene understreker viktigheten av å ta vare på eksisterende grunne brakkvannsområder 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). At sjørreten aktivt bruker slike grunne tidevannspåvirkede områder med brakkvann i de øvre vannlag er også tidligere observert andre steder i Trondheimsfjorden (Davidsen m.fl. 2017b, Davidsen m.fl. 2020, Davidsen m.fl. 2021b), i Trøndelag utenfor Trondheimsfjorden og i Nordland (Davidsen m.fl. 2014, Davidsen m.fl. 2018), samt i andre deler av sjørretens utbredelsesområde (Pratten & Shearer 1983, Chernitsky m.fl. 1995, Jensen & Rikardsen 2012, Davidsen m.fl. 2021a). Da bestanden av sjørret i Trondheimsfjorden gjennom de siste årtiene har gått kraftig tilbake (VRL 2023), er det ekstra viktig å ta best mulig vare på de viktige beiteområdene som elveosene utgjør og utfylling av delområde B bør derfor reduseres så langt det er mulig.

Kompenserende tiltak med relevans for sjørreten ved Ørin må ta hensyn til både vanntemperatur og salinitet. Resultatene av undersøkelsen viser at sjørreten gjennom hele perioden for den marine beitevandringen i området ved Ørin, og resten av bløtbunnsområdene ved utløpet av Verdalselva, oppholdt seg i øvre vannlag bestående av brakkvann. Fra november til mai oppholdt sjørreten seg i kaldere vann enn det marine vann på bunnen av fjorden utenfor marbakken, mens den fra mai til september oppholdt seg i varmere vannmasser. Om våren er ferskvannslaget, og dermed også brakkvannslaget, kaldere enn det marine vannet grunnet kaldt smeltevann fra Verdalselva. Når snøsmeltningen i nedbørsfeltet er ferdig utover våren øker temperaturen raskt og blir varmere enn det marine vannet i Trondheimsfjorden. 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 øvre grense rundt 16-17° C, kunne 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. 2021a, Risanger 2021) så lenge temperaturen ikke overstiger rundt 16-17° C. Kompenserende tiltak må derfor ha fokus på å opprettholde grunne områder hvor vannet varmes opp om sommeren og med vannmasser med stort innslag av brakkvann. Derfor vil eventuelle tiltak i marine områder utenfor marbakken ikke oppfylle formålet.

Undersøkelsen viste, at mens sjørreten brukte utløpet ved Verdalselva, herunder Ørin, året rundt så ble havneområdet ved Aker Solutions, småbåthavna ved Verdal og området utenfor marbakken ikke brukt om vinteren. I området utenfor marbakken ble det registrert sjørretet i alle årets måneder bortsett fra i perioden 10. september – 12. januar, mens fisken gjentatte ganger hadde kortere besøk i havneområdet ved Aker Solutions og i småbåthavnen til Verdal båteierforening fra midten av mars til slutten av oktober. I midt- og Nord-Norge er det vanlig at sjørreten trekker inn fra fjordene om høsten. Gytmoden fisk drar opp i elva for å gyte (typisk i oktober), mens umoden fisk og eventuelle utgytte fisk kan overvintrer i brakkvannsområdene i elveosen. I dette prosjektet ble gytevandring observert ved at fem av de merkede sjørretene i perioden 3.-23. oktober ble registrert i Follobekken, Skjördalsbekken eller Bjørkbekken i forbindelse med et pågående prosjekt i regi av NMBU.

## **4.2 Krav til avbøtende og kompenserende tiltak**

### **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 to ulike avbøtende tiltak i forbindelse med utbyggingen av Ørin Nord:

- i) Unngå lysforurensning. Sjørretet 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. Dette gjelder både i anleggs- og driftsfasen.
- ii) Anleggsfasen bør legges til perioden august-mars, da dette vil ha minst negativ påvirkning på sjørreten som beiter i området. Spesielt bør 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. Om delområde A fylles ut, kan en vurdere å kompensere for tapet av dette arealet (som tidligere var tilgjengelig for sjørretet) ved å unngå eller minimere utfylling av delområde B og heller forbedre kvaliteten til området. Delområde B fremstår i dag som grunt og med store mudderflater. Ved å ta bort steinmoloen mot nord og fjerne deler av sedimentet vil området igjen kunne få samme kvaliteter som bløtbunnsområdet utenfor steinmoloen.

Når en skal planlegge kompenserende tiltak for eventuelt tapt habitat til sjørretet ved Ørin er det viktig å sikre at det kompenserende habitatet i størst mulig grad ivaretar naturlig:

- 1) Vannkvalitet, vertikalsjiktning og temperaturregime i vannmassene slik at tilvekst, osmoregulering og overlevelse ikke hemmes, særlig hos yngre laksefisk.
- 2) Samspill mellom arter og næringsnett, slik at man unngår økt predasjon av særlig yngre laksefisk fra marine fiskespisere, slik som torsk og sei.
- 3) Tilgang i kvantitet og kvalitet til aktuelle byttedyr.

## 5 Referanser

- Amiro, P.G. 1998. The mystery of the missing inner Bay of Fundy salmon. – *Atlantic salmon journal* 47: 50-53.
- Artsdatabanken. 2021. Norsk rødliste for arter 2021. – <http://www.artsdatabanken.no/lister/rodlisterforarter/2021>.
- 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.
- 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.
- 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. 60 s.
- Dauidsen, J.G., Rikardsen, A.H., Halttunen, E., Thorstad, E.B., Økland, F., Letcher, B.H., Skarøhamar, 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.
- Dauidsen, J.G., Rikardsen, A.H., Halttunen, E., Mitamura, H., Thorstad, E.B., Præbel, K., Skarøhamar, 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.
- Dauidsen, 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: 1-55.
- Dauidsen, J.G., Flaten, A.C., Thorstad, E.B., Sjursen, A.D., Rønning, L., Whoriskey, F., Rikardsen, A.H., Finstad, B. & Arnekleiv, J.V. 2015. Sjøørret post-smoltens marine vandringer og habitatbruk i Hemnfjorden, Sør-Trøndelag. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2015-9: 1-36.
- Dauidsen, 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.
- Dauidsen, J.G., Sjursen, A.D., Rønning, L., Dauidsen, 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: 1-32.
- Dauidsen, 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: 1-84.
- Dauidsen, 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 genetik. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2019-5: 1-83.
- Dauidsen, J.G., Omholt, V., Eldøy, S.H., Sjursen, A.D., Rønning, L., Dauidsen, A.S.G., Daverdin, M., Koksvik, J.I., Arnekleiv, J.V. & Kjærstad, G. 2020. Sjøørretens vandringer og områdebruk i Gaulosen, Nidelva og Klefstadbekken, Trøndelag. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2020-11: 1-36.
- Dauidsen, J.G., Bordeleau, X., Eldøy, S.H., Whoriskey, F., Power, M., Crossin, G.T., Buhariwalla, C. & Gaudin, P. 2021a. Marine habitat use and feeding ecology of introduced anadromous brown trout at the colonization front of the sub-Antarctic Kerguelen archipelago. – *Scientific reports* 11: 11917.
- Dauidsen, J.G., Sjursen, A.D. & Dauidsen, A.G. 2021b. Utbygging av Orkanger havn - kartlegging av områdebruk til sjøørret og forslag til kompenserende tiltak. – NTNU Vitenskapsmuseet naturhistorisk rapport 2021-6: 1-29.
- Dauidsen, J.G., Sjursen, A.D., Rønning, L., Dauidsen, A.G., Eldøy, S.H., Daverdin, M. & Kjærstad, G. 2021c. 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.

- 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 77: 1793-1817.
- 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.
- Frost, W.E. & Brown, M.E. 1967. The trout. - Collins, London. 286 s.
- 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. – s.35-49 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. – Springer, Dordrecht.
- 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., 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, J.L.A. & Rikardsen, A.H. 2012. Archival tags reveal that Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta* can use estuarine and marine waters during winter. – Journal of Fish Biology 81: 735-749.
- Jensen, J.L.A., Rikardsen, A.H., Thorstad, E.B., Suhr, A.H., Davidsen, J.G. & Primicerio, R. 2014. Water temperatures influence the marine area use of *Salvelinus alpinus* and *Salmo trutta*. – Journal of Fish Biology 84: 1640–1653.
- Jonsson, B. 1981. Life histories strategies of Brown trout. PhD thesis Oslo.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2011. Ecology of Atlantic salmon and brown trout: habitat as a template for life histories. – Springer Science+Buisness Media B.V., London. 680 s.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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: Article 178.
- 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 s.
- Omholt, V. 2020. Habitat use and depth preferences of sea trout (*Salmo trutta*) in a Norwegian estuary. – Masteroppgave, NTNU Vitenskapsmuseet. 40 s.
- 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 0p year juvenile Atlantic salmon *Salmo salar* L., in England. – Journal of Fish Biology 71: 260-264.
- Pratten, D.J. & Shearer, W.M. 1983. The Migrations of Noth Esk sea trout. - Fisheries Management 14: 99-113.
- 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.

- 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. – Masteroppgave, NTNU Vitenskapsmuseet. 52 s.
- Strand, J.E., Davidsen, J.G., Jørgensen, E.H. & Rikardsen, A.H. 2011. Seaward migrating Atlantic salmon smolts with low levels of gill Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> - ATPase activity; is sea entry delayed? – Environmental Biology of Fishes 90: 317-321.
- 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. – s.1-32 i Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A. & Skurdal, J., (red.). Atlantic Salmon Ecology. – 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.
- Vitenskapelig råd for lakseforvaltning. 2023. Trusselvurdering for sjøørret. – Temarapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 12: 1-37.
- 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.





**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 978-82-8322-375-0  
ISSN 1894-0056

© NTNU Vitenskapsmuseet  
Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

[www.ntnu.no/museum](http://www.ntnu.no/museum)