

1939

NINA Rapport

## Fiskebiologiske undersøkelser i fire laksevasdrag på Sørlandet

Resultater og erfaringer fra utprøving av elektrisk båtfiske

Gunnbjørn Bremset, Jon Muth, Eva Marita Ulvan & Randi Saksgård



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

### **NINA Temahefte**

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

# Fiskebiologiske undersøkelser i fire laksevasdrag på Sørlandet

Resultater og erfaringer fra utprøving av elektrisk båtfiske

Gunnbjørn Bremset  
Jon Museth  
Eva Marita Ulvan  
Randi Saksgård

Bremset, G., Museth, J., Ulvan, E.M. & Saksgård, R. 2021. Fiskebiologiske undersøkelser i fire laksevassdrag på Sørlandet. Resultater og erfaringer fra utprøving av elektrisk båtfiske. NINA Rapport 1939. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, mars 2021

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4716-0

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Trygve Hesthagen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingebrigt Uglem (sign.)

OPPDRAAGSGIVER OG BIDRAGSYTERE

Miljødirektoratet

Agder Energi AS

Otteraaens Brugseierforening

OPPDRAAGS GIVERS REFERANSE

M-1996 | 2021

KONTAKTPERSONER HOS OPPDRAGSGIVER OG BIDRAGSYTERE

Kjetil Lønborg Jensen

Svein Haugland

FORSIDEBILDE

Otra har mange dype elvepartier på lakseførende strekning © Jon Museth

NØKKEWORD

- Sørlandet
- Mandalselva
- Nidelva
- Otra
- Tovdalselva
- Dypområder i elv
- Sentflytende elveparti
- Tidevannspåvirkning
- Sjøvandrende laksefisk
- Laksunger
- Karpefisk
- Fremmede arter
- Elektrisk båtfiske
- Metodikk

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**  
Postboks 5685 Torgarden  
7485 Trondheim  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Oslo**  
Sognsveien 68  
0855 Oslo  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Tromsø**  
Postboks 6606 Langnes  
9296 Tromsø  
Tlf: 77 75 04 00

**NINA Lillehammer**  
Vormstuguvegen 40  
2624 Lillehammer  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Bergen**  
Thormøhlens gate 55  
5006 Bergen  
Tlf: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Sammendrag

Bremset, G., Museth, J., Ulvan, E.M. & Saksgård, R. 2021. Fiskebiologiske undersøkelser i fire laksevasdrag på Sørlandet. Resultater og erfaringer fra utprøving av elektrisk båtfiske. NINA Rapport 1939. Norsk institutt for naturforskning.

I august 2019 ble det gjennomført elektrisk båtfiske i Mandalselva, Nidelva, Otra og Tovdalselva. Hensikten med undersøkelsene var å kartlegge fiskesamfunn og forekomst av laksunger i nedre deler av vassdragene. I løpet av seks dager ble det fanget til sammen 1 159 individer av tolv arter. Laks dominerte fangstene foran aure, abbor, skrubbe, gjedde, ål, trepigget stingsild og ørekyt, med mindre innslag av sørv, pukkellaks, suter og sik. Abbor, gjedde, ørekyt, sørv og suter er regionalt fremmed fiskearter på Sørlandet, mens pukkellaks er en nasjonal fremmed fiskeart som opprinnelig hører til i Stillehavet. Et generelt funn er at laksunger ble funnet i tidevannspåvirkete områder helt ned mot sjøen, og at det også er lakseproduksjon i de mest urbane byområdene i Kristiansand (Otra), Arendal (Nidelva) og Mandal (Mandalselva).

Mandalselva: I løpet av to dagers fiske i øvre og nedre deler av lakseførende strekning ble det fanget til sammen 429 individer av sju fiskearter. I tillegg til stedeegne arter som laks, aure, skrubbe, ål og trepigget stingsild, ble det fanget ørekyt (regionalt fremmed art) og pukkellaks (nasjonalt fremmed art). Det ble også registrert to larver av havniøye som smatt gjennom maskene i håven. Laks og aure dominerte fangstene både antallsmessig og vektmessig, og var representert på alle stasjoner i undersøkte deler av vassdraget. I øvre deler av vassdraget var fiskesamfunnet dominert av stasjonær aure i størrelsen 20-30 centimeter, mens fiskesamfunnet i nedre deler hadde en klar tallmessig overvekt av laksunger. De laveste fangstene av laksunger ble observert i indre del av Mannflåvatnet.

Nidelva: I løpet av to dagers fiske på lakseførende strekning ble det fanget til sammen 215 individer fordelt på ni fiskearter. I tillegg til stedeegne arter ble det fanget gjedde, sørv og suter, som alle er fremmede fiskearter på Sørlandet. Abbor, gjedde og laks dominerte fangstene, mens det bare ble fanget seks aurer i til sammen ti undersøkte områder på lakseførende strekning. Dette er vesentlig lavere aurefangst enn i de tre andre undersøkte elvene på Sørlandet. På minstevannføringsstrekningen like oppstrøms utløpet av Rygene kraftverk ble det fanget et mindre individ av sik (90 mm). Laksunger ble bare fanget i seks av ti undersøkte områder, og forekomst av laksunger var lavere enn i de tre andre undersøkte elvene.

Otra: I løpet av én dags fiske på lakseførende strekning ble det fanget til sammen 394 individer fordelt på fem arter. Laks var den klart dominerende arten med om lag 60 % av samlet fangst, fulgt av aure (27 %), skrubbe (6 %), trepigget stingsild (5 %) og ål (2 %). Det var gode forekomster av laksunger i alle undersøkte områder, og de aller høyeste fangstene ble gjort i nedre deler i Kristiansand sentrum. Alle vanlige lengdegrupper av laksunger var representert i fangstene. Ut fra lengdefordelingen av laksungene synes det å være gode vekstforhold i Otra, og de største årsynglene var trolig opp mot seks-sju centimeter lange mot slutten av vekstsesongen.

Tovdalselva: I løpet av én dags fiske i nedre deler av elva ble det fanget til sammen 121 individer fordelt på seks arter. Det var størst innslag av laks (34 %), aure (44 %) og skrubbe (15 %), med mindre innslag av trepigget stingsild (3 %), ål (2 %) og abbor (2 %). Det ble fanget laksunger på sju av de ni undersøkte områdene i Tovdalselva. Med unntak av det rasktflytende området like nedstrøms Sveftet, og en lengre elveforbygning ved Kjevik flyplass, var det lave fangster av laksunger. En medvirkende årsak til de relativt lave forekomstene av laks og aure er trolig mangel på egnete skjuleplasser for ungfisk.

Erfaringene fra seks dagers feltarbeid høsten 2019 er at elektrisk båtfiske kan anvendes som metode for å kartlegge fiskesamfunn og forekomst av laksunger. Basert på foreliggende kunnskap om fiskesamfunn i de fire elvene og i regionen, ble alle vanlig forekommende arter fanget under det elektriske båtfisket. I tillegg til naturlig forekommende arter ble det fanget flere fremmede fiskearter, deriblant nasjonalt fremmede arter som suter og pukkellaks. Pukkellaks kan enkelte år invadere norske laksevassdrag, og det var spesielt mange registreringer av pukkellaks i store deler av landet i 2017 og 2019. Under feltarbeidet ble det ikke gjort noen registreringer som tydet på at effekten av det elektriske feltet på fisk var dårligere enn i andre undersøkte vassdrag, i form av at en uvanlig stor andel av observerte fisk rømte fra strømfeltet. Følgelig er det ikke grunn til å anta at fangbarheten under elektrisk båtfiske var uforholdsmessig lav sammenlignet med tilsvarende undersøkelser i andre laksevassdrag.

De undersøkte elvene skiller seg likevel en del fra andre undersøkte vassdrag i Norge. Først og fremst er det langt mer og bedre utviklet vannvegetasjon på Sørlandet enn i elvene lenger nord. I områder med tett vegetasjon av takrør, nøkkerose, bukkeblad, elvesnelle, tusenblad og krypsiv, var det vesentlig vanskeligere å få observerte fisk enn i laksevassdrag der elvebunnen er helt fri for vegetasjon. Spesielt vanskelig var det i områder med tett kantvegetasjon eller mye krypsiv, noe som gjorde at det var vanskelig å komme nært nok land. Dette medførte at båten i perioder var på for dypt vann til at fisk ble bedøvet av strømmen. I tillegg var det et problem at krypsiv ble trukket inn i turbinen på motoren, noe som minsket motorkraften og manøvrerbarheten til båten. På den andre side medførte lave vannhastigheter til at man fikk langt bedre tid til å fange fisk enn det som er normalt. Tilsvarende var det mindre flukttendens hos laksunger enn normalt, siden det var rik tilgang på skjul i de vegetasjonsrike elvene. Siden negative og positive effekter på fangbarhet langt på vei nulltet ut hverandre, er det grunn til å anta at det var forholdsvis normal fangbarhet under elektrisk båtfiske på Sørlandet.

En sammenligning av fangst per innsatsenhet viser at Otra hadde betydelig høyere fangster av laksunger enn de tre andre vassdragene. Sammenlignet med laksevassdrag i Midt-Norge og Nord-Norge var laksefangstene i Otra på omtrent samme nivå som i Orkla, Gaula, Namsen, Røssåga og Tanaelva. Nidelva utmerket seg negativt med betydelig lavere fangster enn i noen andre undersøkte laksevassdrag i perioden 2012-2019. Når det gjelder aure var fangstene i Mandalselva, Otra og Tovdalselva på omtrent samme nivå, og innenfor lignende størrelsesorden som i Orkla, Gaula, Namsen, Bjøra og Ranaelva. Aurefangstene i Nidelva var svært lave, og på nivå med det som ble funnet i Tanaelva i 2014. I og med at både laksefangster og aurefangster var spesielt lave i Nidelva, er det grunn til å rette en spesiell oppmerksomhet på mulige årsaksforhold til dårlig bestandsstatus for sjøvandrende laksefisk i Arendalsvassdraget.

Det er til dels store forskjeller i fiskesamfunn og forekomst av laksunger i de fire undersøkte vassdragene på Sørlandet. Generelt sett vurderes bestandsstatus hos laks å være best i Otra og Mandalselva, mens bestandsstatus hos både laks og sjøaure i Nidelva er svært dårlig. En fellesnevner for alle fire vassdrag er at de har vært påvirket av sur nedbør, samt at forsuring fortsatt er en bestandsreduserende faktor for sjøvandrende laksefisk. Lakseførende deler av Mandalselva, Nidelva og Otra er i tillegg påvirket av vassdragsregulering. Påvirkningsgraden er aller størst i Mandalselva og Nidelva, siden det i disse vassdragene er utløp av kraftverk i sentrale deler av lakseførende strekning. I tillegg til forsuring og vassdragsregulering er introduksjon av fremmede fiskearter en negativ påvirkningsfaktor i Nidelva og Tovdalselva. Det er sannsynlig at predasjon og konkurranse fra fremmede arter er en viktig forklaring på at disse to elvene utmerker seg negativt. På grunn av den dårlige bestandssituasjonen i Nidelva må vassdraget ses på som et restaureringsobjekt, der en rekke tiltak må gjennomføres for å bygge opp livskraftige bestander av laks og sjøaure.

Det anbefales en videreføring av bestandsovervåking i Mandalselva, Nidelva, Otra og Tovdalselva. Felles for alle elvene er at strandnært elektrisk fiske er utilstrekkelig som metode for å undersøke alle lakseproduserende deler av vassdragene. Følgelig anbefales det å inkludere elektrisk båtfiske som en del av overvåkingsprogrammene. I de regulerte elvene bør oppmerksomheten på manøvreringsreglement og kraftverksdrift økes. Dette gjelder både vandringsproblematikk for utvandrende og oppvandrende fisk, og ikke minst i hvor stor grad kraftverksdrift påvirker forholdene for ungfisk nedstrøms kraftverkene. Overvåking av vannkvalitet bør videreføres i minst like stort omfang som hittil, siden det er indikasjoner på at dårlig vannkvalitet i enkelte perioder kan påvirke lakseproduksjon. I Nidelva og Tovdalselva bør det i første rekke undersøkes i hvor stor grad fremmede fiskearter påvirker produksjonen av sjøvandrende laksefisk. I den grad det er mulig bør det også utredes og iverksettes tiltak mot fremmede arter.

Gunnbjørn Bremset ([Gunnbjorn.Bremset@nina.no](mailto:Gunnbjorn.Bremset@nina.no)), Eva Marita Ulvan & Randi Saksgård, Norsk institutt for naturforskning, NINA Laksefisk, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim.

Jon Museth, Norsk institutt for naturforskning, NINA Lillehammer, Vormstuguvegen 40, 2624 Lillehammer.

# Innhold

|                                        |           |
|----------------------------------------|-----------|
| <b>Sammendrag</b> .....                | <b>3</b>  |
| <b>Innhold</b> .....                   | <b>6</b>  |
| <b>Forord</b> .....                    | <b>7</b>  |
| <b>1 Innledning</b> .....              | <b>8</b>  |
| 1.1 Bakgrunn.....                      | 8         |
| 1.2 Områdebeskrivelse.....             | 9         |
| <b>2 Metode</b> .....                  | <b>12</b> |
| <b>3 Resultater</b> .....              | <b>16</b> |
| 3.1 Sammensetning av fiskesamfunn..... | 16        |
| 3.2 Mandalselva.....                   | 19        |
| 3.3 Nidelva.....                       | 24        |
| 3.4 Otra.....                          | 30        |
| 3.5 Tovdalselva.....                   | 36        |
| <b>4 Diskusjon</b> .....               | <b>41</b> |
| 4.1 Metodiske vurderinger.....         | 41        |
| 4.2 Fiskebiologiske vurderinger.....   | 44        |
| 4.3 Oppsummering og anbefalinger.....  | 59        |
| <b>5 Referanser</b> .....              | <b>60</b> |
| <b>6 Vedlegg</b> .....                 | <b>68</b> |
| 6.1 Vedleggsfigurer.....               | 68        |
| 6.2 Vedleggstabeller.....              | 89        |



## Forord

Undersøkelsene i de fire elvene på Sørlandet ble gjennomført på oppdrag for Miljødirektoratet, Agder Energi og Otteraaens Brugseierforening. Kjetil Lønborg Jensen og Frode Kroglund har vært kontaktpersoner hos miljømyndighetene, mens Svein Haugland har vært kontaktperson hos vassdragsregulantene. I Mandalselva har Reidar Sodeland, Ole Bent Røiseland og Bjørgulf Foss vært lokale kontaktpersoner, i Nidelva har Kurt Johansen, Fredrik Gustavsen og Øyvin Froland vært kontaktpersoner, og i Otra har Steven Philip, Jan Georg Tellefsen, Jostein Mosby og Harald Endresen vært kontaktpersoner. Jon Museth og Gunnbjørn Bremset gjennomførte det elektriske båtfisket, med lokal assistanse fra Reidar Sodeland (Mandalselva), Kurt Johansen, Fredrik Gustavsen, Øyvin Froland (Nidelva), Jan Georg Tellefsen og Steven Philip (Otra).

Aleksander Andersen i Agder Energi Vannkraft har bidratt med informasjon om gjennomførte habitattiltak i Nidelva. Pål Mugaas i Norske lakseelver, Frode Kroglund hos Statsforvalteren i Agder og Svein Haugland i Agder Energi AS, har i tillegg til forfatterne bidratt med illustrasjonsbilder til rapporten. Gunnbjørn Bremset har hatt hovedansvaret for bearbeidelse av data og rapportskrivning, Eva Marita Ulvan har utarbeidet kartene i rapporten, mens Randi Saksgård har omhandlet tidligere undersøkelser i de fire vassdragene. Alle bidragsytere i prosjektet takkes med dette, mens Miljødirektoratet, Agder Energi AS og Otteraaens Brugseierforening takkes for oppdraget.

Trondheim 25. mars 2021,

Gunnbjørn Bremset, prosjektleder

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

I en periode i det forrige århundre var laks som følge av forsuring fraværende fra en rekke laksevasdrag på Sørlandet (Hesthagen & Hansen 1991). Etter at vannkvaliteten bedret seg som følge av omfattende kalkingstiltak og redusert påvirkning fra sur nedbør, har det skjedd en reetablering og gjenoppbygging av laksebestander i Lygna, Audna, Mandalselva, Søgneelva, Otra, Tovdalselva og Nidelva. I de større elvene er flere vassdragsavsnitt for brede og dype til å undersøkes med bruk av tradisjonelle metoder. Dette gjelder spesielt i de nedre delene av elvene, som har lave vannhastigheter og lav gradient (**bilde 1**). På grunn av metodiske begrensninger har det vært liten informasjon om fiskesamfunn og forekomst av laksunger i slike vassdragsområder. På denne bakgrunn har det blitt aktualisert å prøve ut en alternativ undersøkelsesmetodikk ved bruk av elektrisk båtfiske. Denne metoden har i senere år vært benyttet med gode resultater i en rekke norske laksevasdrag som Tanaelva (Foldvik mfl. 2016), Ranaelva (Kanstad-Hanssen & Lamberg 2018), Røssåga (Bremset mfl. 2021a), Namsen (Bremset mfl. 2012, Sundt-Hansen mfl. 2020), Gaula (Solem mfl. 2018, Holthe mfl. 2020), Orkla (Solem mfl. 2020), Surna (Ugedal mfl. 2015) og Drammenselva (Mo mfl. 2018).



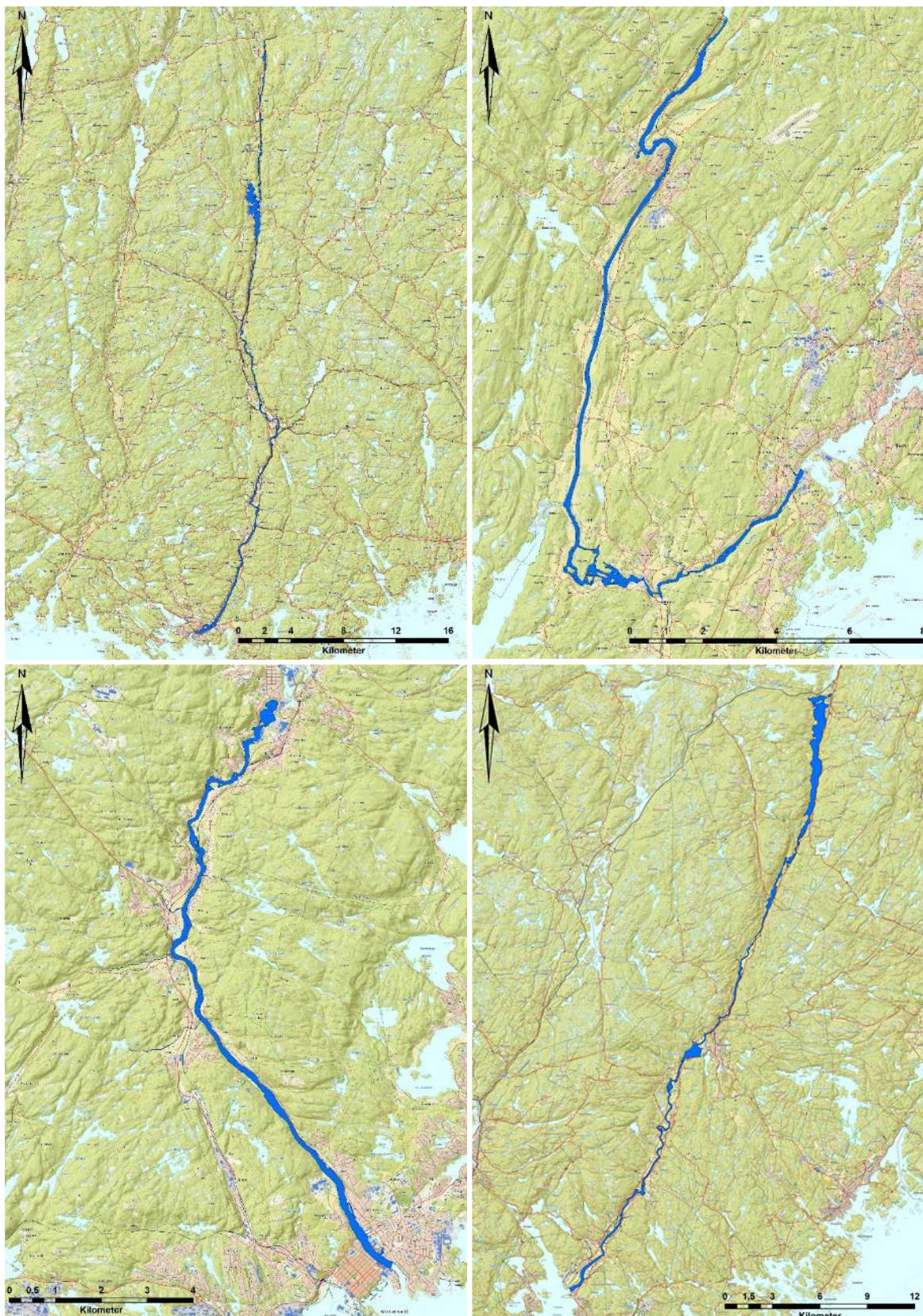
**Bilde 1.** I nedre deler av Nidelva er det vanskelig å vurdere hvor elva slutter og skjærgården starter. Bildet er fra området ved Ramsøya og Gjervoldsøya. Foto: [www.seilmagasinet.no](http://www.seilmagasinet.no).

## 1.2 Områdebeskrivelse

I Agder fylke er eller har det vært kjente forekomster av sjøvandrende laksefisk i til sammen 75 vassdrag ([www.lakseregisteret.fylkesmannen.no](http://www.lakseregisteret.fylkesmannen.no)). Av disse er det åtte større laksevassdrag (nevnt i rekkefølge fra vest til øst): Kvina, Lygna, Audna, Mandalselva, Søgneelva, Otra, Tovdalselva og Nidelva (**figur 1**). Flere av Agdervassdragene har utløp i større byer og andre store tettsteder. Dette medfører at de nedre delene er betydelig påvirket av ulike menneskelige aktiviteter, som bebyggelse, veier, broer, kanalisering, erosjonssikring, kloakkutslipp og andre former for vannforurensning. I de nedre delene av bynære elver som Mandalselva, Nidelva, Otra og Tovdalselva (**figur 2**), er det en betydelig båttrafikk i store deler av året. Flere av laksevassdragene er i tillegg betydelig påvirket av vannkraftutbygging, med kraftverksutløp på lakseførende strekning i Kvina, Mandalselva, Otra og Nidelva. I Otra ligger det nederste kraftverket helt øverst på lakseførende strekning (**bilde 2**), mens kraftverksutløpene i Kvina, Mandalselva og Nidelva er nedstrøms de naturlige vandringshindrene.



**Figur 1.** Høsten 2019 ble det gjennomført elektrisk båtfiske i fire større laksevassdrag på Sørlandet; Mandalselva, Nidelva, Otra og Tovdalselva. Kartet er fra nettsidene til Norges vassdrags- og energidirektorat ([www.nve.no](http://www.nve.no)).



**Figur 2.** Kart med oversikt over av nedre deler av Mandalselva (øverst til venstre), Nidelva (øverst til høyre), Otra (nederst til venstre) og Tovdalselva (nederst til høyre). De lakseførende delene av vassdragene er markert med blått. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geo-norge.no](http://www.geo-norge.no).



**Bilde 2.** I nedre deler av Otra ligger Vigeland kraftverk i tilknytning til Hunsfossen, om lag 16 kilometer oppstrøms Kristiansand sentrum. Hunsfossen er et naturlig vandringshinder for sjøvandrende laksefisk. Flyfoto: Agder Energi AS.

## 2 Metode

Under det elektriske båtfiske ble det benyttet en 18 fots aluminiumsbåt utstyrt med en 200 hestekrefters vannjetmotor (**bilde 3**). På grunn av kraftig vannjet og forholdsvis flatt utformet skrog kan denne båten brukes i et stort spenn av vannhastigheter og vanddybder. Foran baugen på båten er det montert to anoder med stålvaiere festet til justerbare svingarmer. Under det elektriske fisket fungerer både nedhengende metallvaiere og skroget som katode. Når strømmen slås på oppstår et elektrisk felt rundt hver anode. Strømmen sendes ut via en 7,5 kW generator drevet (Kohler Marin Generator) pulsator. Strømfeltet har en horisontal rekkevidde på inntil fem meter og vertikal rekkevidde på inntil to meter. Det er mulig å variere mellom pulserende likestrøm (DC) og vekselstrøm (AC), og det er også muligheter for å benytte varierende strømspenning (volt), strømstyrke (ampere) og frekvens (hertz). I denne undersøkelsen ble det brukt likestrøm og strømspenning fra 500 til 1000 volt. I de nedre, tidevannspåvirkete strekningene var det nødvendig å gå ned på spenningen på grunn av høy ledningsevne.



**Bilde 3.** Under elektrisk båtfiske i fire elver på Sørlandet høsten 2019 ble det benyttet en 18 fots aluminiumsbåt med en 200 hestekrefters utenbordsmotor med vannjet. Illustrasjonsbildet er fra en tilsvarende undersøkelse som ble gjennomført i Rena. Foto: Jon Museth.

Undersøkelsene ble gjennomført i månedsskiftet august-september 2019. I Mandalselva ble både nedre (**bilde 4**) og øvre deler (**bilde 5**) undersøkt, mens bare de nedre delene ble undersøkt i Nidelva (**bilde 6**), Otra (**bilde 7**) og Tovdalselva (**bilde 8**). Under fisket ble båten manøvrert med elvestrømmen litt raskere enn vannhastigheten, i langsgående forsøksfelt som ble stedfestet ved hjelp av GPS. Svimeslått fisk drev passivt i vannstrømmen i samme hastighet som båten, noe som ga god tid til oppdagelse og fangst av fisk. Fangstinnsats i form av tid med strømbebelastning ble registrert til nærmeste sekund. Fiskene som ble svimeslått ble håvet opp av to personer med langskaffete håver (15 mm maskevidde) og overført til en stor oppbevaringstank med kontinuerlig vanngjennomstrømming. All fisk ble artsbestemt og lengdemålt i naturlig utstrakt stilling. Med unntak av ål ble lengden bestemt til nærmeste millimeter, mens lengden på ål ble bestemt til nærmeste centimeter.



**Bilde 4.** I nedre del av Mandalselva ble det gjennomført elektrisk båtfiske mellom Nødingsfossen (i bakgrunnen) og Mandal sentrum. Foto: Pål Mugaas, Norske lakseelver.



**Bilde 5.** I øvre del av Mandalselva ble det gjennomført elektrisk båtfiske mellom Bjelland og utløpet av Mannflåvatnet (bildet). Foto: Gunnbjørn Bremset.



**Bilde 6.** I Nidelva ble det gjennomført elektrisk båtfiske på elvestrekningen mellom Helle (bildet) og munningsområdet ved Arendal. Foto: Randi Saksgård.



**Bilde 7.** I Otra ble det gjennomført elektrisk båtfiske på elvestrekningen mellom Vigeland og munningsområdet ved Kristiansand sentrum (bildet). Foto: Jon Museth.





**Bilde 8.** I Tovdalselva ble det gjennomført elektrisk båtfiske på elvestrekningen mellom Sveftet (fosseparti i bakgrunnen) og munningsområdet ved Kjevik. Foto: Gunnbjørn Bremset.

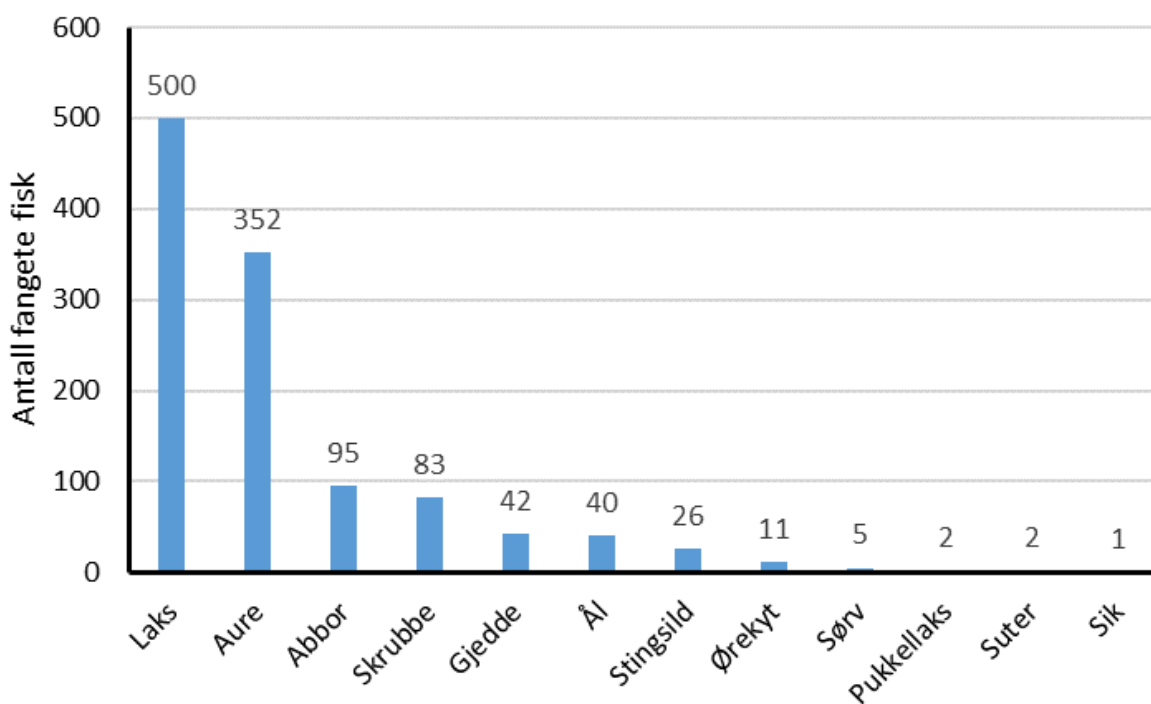
**Tabell 1.** Oversikt over antall stasjoner, samlet fisketid (minutter), samlet lengde på stasjoner (meter) og lengde på naturlig lakseførende strekning (kilometer) i fire elver som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i august-september 2019. Samlet lengde på undersøkte stasjoner er avrundet til nærmeste hundre meter, mens lakseførende strekning er avrundet til nærmeste kilometer. I Nidelva er lengden på lakseførende strekning økt til om lag 18,5 kilometer etter etablering av en fiskepassasje ved Eivindstad kraftverk i 2009 (Anonym 2019).

| Elv         | Antall stasjoner | Samlet fisketid (minutter) | Samlet lengde (meter) | Lakseførende (kilometer) |
|-------------|------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Mandalselva | 20               | 139                        | 6 100                 | 48                       |
| Nidelva     | 27               | 201                        | 9 300                 | 22                       |
| Otra        | 20               | 103                        | 4 700                 | 16                       |
| Tovdalselva | 9                | 54                         | 2 400                 | 35                       |

## 3 Resultater

### 3.1 Sammensetning av fiskesamfunn

I løpet av seks dager med elektrisk båtfiske i sørlandselvene Mandalselva, Nidelva, Otra og Tovdalselva, ble det fanget til sammen 1 159 individer av tolv arter (**figur 3**). Samlet fangstinn-sats i de fire elvene var 494 minutters effektiv fisketid. I tillegg til registrert fangst ble det i Mandalselva fanget to larver av havniøye som smatt gjennom maskene i håvnettet før de kom om bord i båten. Av naturlig forekommende arter i regionen var det laks (**bilde 9**) og aure som dominerende fiskesamfunnene, og det var også betydelige forekomster av skrubbe, ål og trepigget stingsild. I alle de undersøkte elvene ble det fanget en god del ål (**bilde 10**), og innslaget av ål i fangstene var høyere enn i tilsvarende undersøkelser i Surna (Ugedal mfl. 2016), Gaula (Solem mfl. 2015), Orkla (Solem mfl. 2020), Namsen (Bremset mfl. 2012) og Røssåga (Bremset mfl. 2021). Av fiskearter som er introdusert til Sørlandet (Kleiven & Hesthagen 2012, Hesthagen & Sandlund 2016a), var det størst forekomst av abbor og gjedde, med noe mindre innslag av ørekyt, sørv (**bilde 11**), pukkellaks (**bilde 12**) og suter. Det ble bare registrert ett individ av sik, som ble fanget i de nedre delene av Nidelva.



**Figur 3.** Oversikt over antall individer av tolv arter av fisk som ble fanget under elektrisk båtfiske i Mandalselva, Nidelva, Otra og Tovdalselva høsten 2019 (stingsild = trepigget stingsild). Samlet effektiv fisketid i de fire elvene var 494 minutter. I denne oversikten er det ikke skilt mellom ungfisk, umoden fisk og kjønnsmoden fisk. Når det gjelder to av de tolv artene var det i all hovedsak (laks) og utelukkende (skrubbe) fangst av ungfisk, mens det for de fleste artene var fangst av flere livsstadier. I Mandalselva ble det i tillegg fanget to larver av havniøye, som smatt gjennom maskene i håvnettet før de kom om bord i båten.



**Bilde 9.** Hovedfokus for det elektriske båtfisket i elvene på Sørlandet var forekomst av laksunger i nedre deler av vassdragene. Illustrasjonsbildet er av en laksunge på 113 millimeter som ble fanget i Otra. Foto: Jon Museth.



**Bilde 10.** I alle de undersøkte elvene ble det fanget ål under det elektriske båtfisket. Illustrasjonsbildet er av en ål på om lag 70 centimeter, samt to abborer på 15-20 centimeter som ble fanget nedstrøms Eivindstad kraftverk i Nidelva. Foto: Gunnbjørn Bremset.



**Bilde 11.** I øvre deler av Nidelva ble det fanget flere sørv, som er en regional fremmed art på Sørlandet med et stort negativt potensial. Individet på illustrasjonsbildet målte 105 millimeter. Foto: Gunnbjørn Bremset.



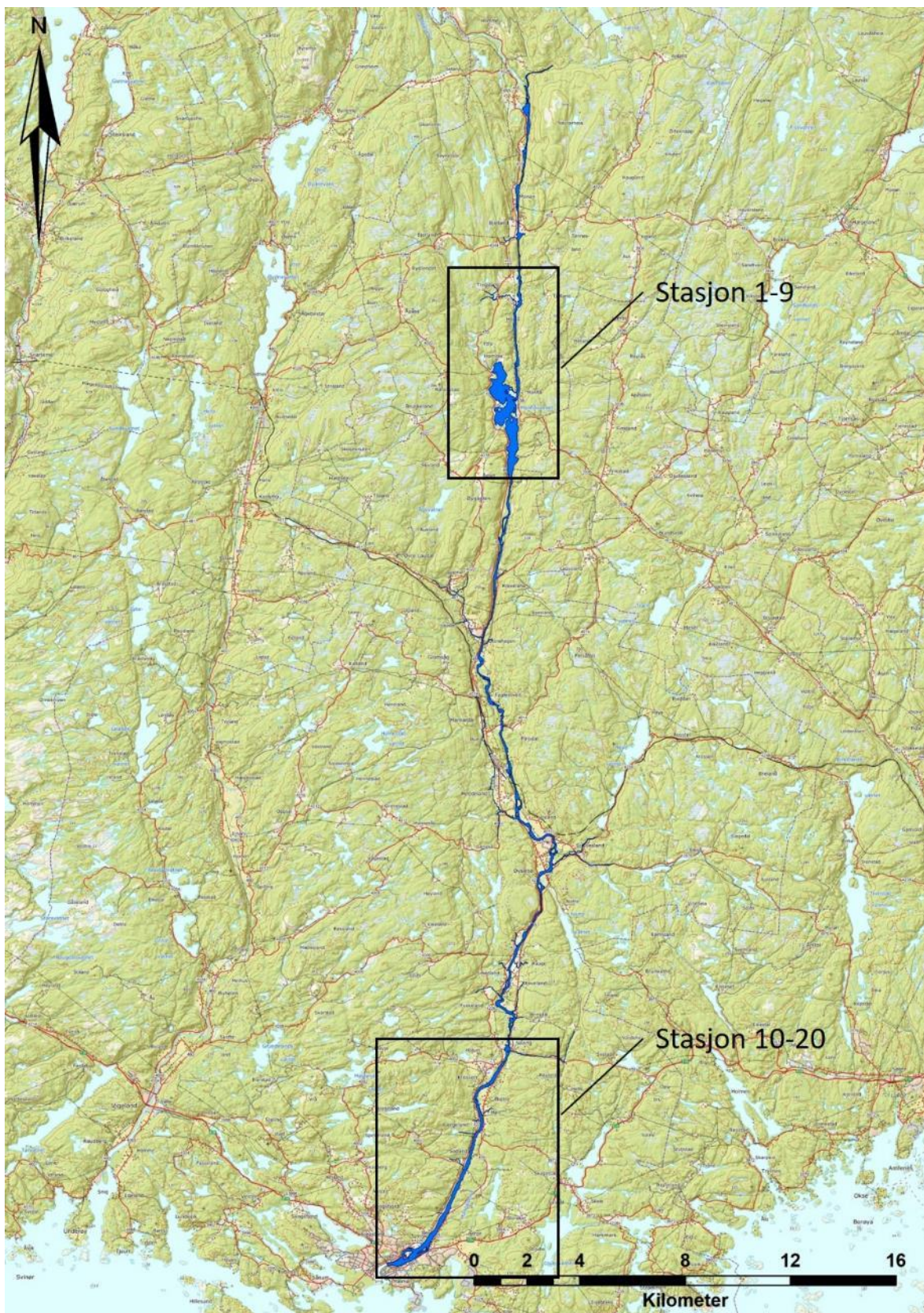
**Bilde 12.** I nedre deler av Mandalselva ble det fanget to individer av pukkellaks, som er en introdusert art av stillehavslaks. Illustrasjonsbildet er av en hannfisk som målte 46 centimeter. Foto: Gunnbjørn Bremset.

## 3.2 Mandalselva

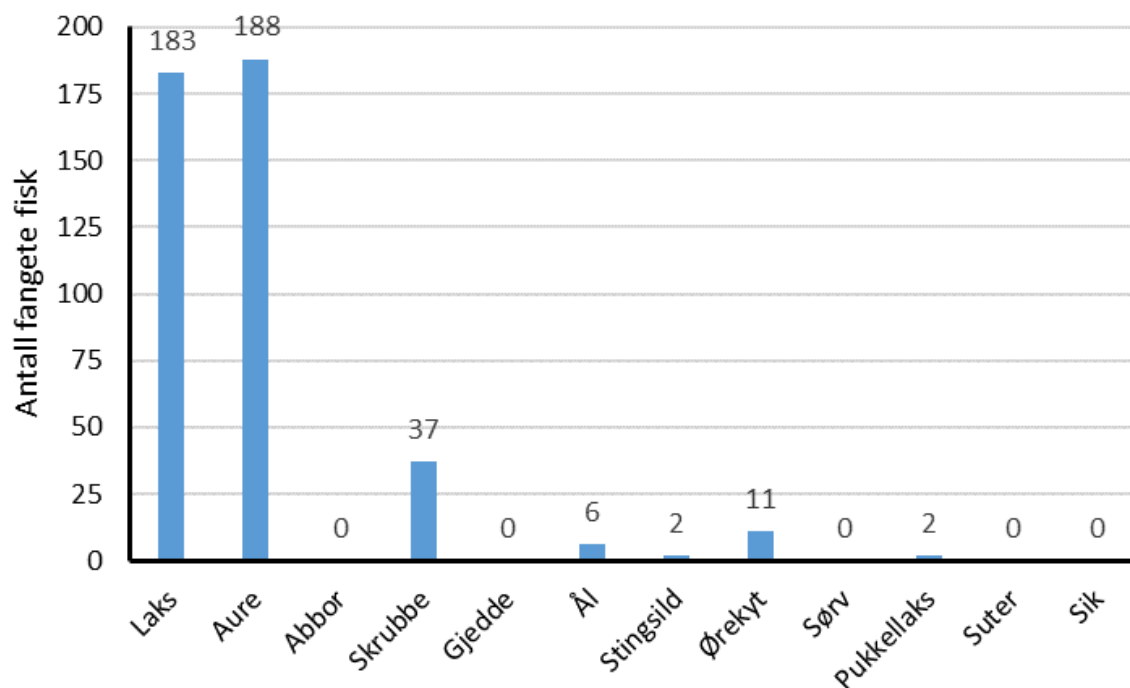
I august 2019 ble det gjennomført elektrisk båtfiske på til sammen 20 stasjoner i øvre og nedre deler av Mandalselva (**figur 4**). I området ved Mannflåvatnet ble det undersøkt ni stasjoner, mens det i de nedre delene av elva ble undersøkt 11 stasjoner. I løpet av to dager med til sammen 139 minutters effektiv fisketid, ble det fanget til sammen 429 individer fordelt på sju fiskearter (**figur 5**). Laks og aure dominerte fangstene både antallsmessig og vektmessig, og var representert på alle stasjoner i undersøkte deler av vassdraget. I øvre deler av vassdraget domineres fiskesamfunnet av stasjonær aure i størrelsen 20-30 centimeter (**bildeserie 1**), mens fiskesamfunnet i nedre deler har en klar tallmessig overvekt av laksunger. I nedre deler ble det i tillegg til laks og aure fanget skrubbe på alle undersøkte stasjoner. Ut over skrubber som kunne artsbestemmes med sikkerhet, ble det fanget ett individ på 115 millimeter som mest sannsynlig var en artshybrid mellom skrubbe og rødspette (**bildeserie 1**).



**Bildeserie 1.** I øvre del av Mandalselva var fangsten under elektrisk båtfiske dominert av stasjonær aure i størrelsen 20-30 centimeter (øverste bilde). I nedre deler ble det fanget mye ungfisk av skrubbe, samt et eksemplar som trolig var en artshybrid mellom skrubbe og rødspette (nederste bilde). Foto: Jon Museth.



**Figur 4.** Oversikt over hvor det ble gjennomført elektrisk båtfiske i Mandalselva høsten 2019. Mer detaljerte kart som viser lokalisering av de 20 stasjonene er gitt i vedlegg (avsnitt 6.1). Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



**Figur 5.** Oversikt over mengde fisk som ble fanget under elektrisk båtfiske i Mandalselva høsten 2019. Samlet innsats i løpet av to dager var 139 minutters effektiv fisketid. I figuren er det også inkludert arter som ble fanget i de andre undersøkte elvene på Sørlandet.

Det ble fanget laksunger i alle de undersøkte områdene i Mandalselva, med noe høyere fangster i de nedre delene av vassdraget (**tabell 2**). Det ble også fanget både laksunger og aureunger ved Mandal sentrum, i områder som er både tidevannpåvirket og sterkt påvirket av urban infrastruktur som veier, bebyggelse og kanalisering (**figur 6**). Den laveste fangsten av laksunger var i den innerste delen av Mannflåvatnet, som er et noe atypisk habitat for laksunger med stillestående vann, fint bunnsstrat og mye vannvegetasjon. I ytre del av Mannflåvatnet var det noe høyere fangster av laksunger, noe som trolig skyldes god forekomst av skjul i form av hulrom i en veifylling. Utfyllende opplysninger om fangst av ungfisk av laks og aure på de enkelte stasjoner er gitt i **avsnitt 6.2 (vedleggstabell 1)**.

**Tabell 2.** Fangst av laks, aure og skrubbe under elektrisk båtfiske i ti områder av Mandalselva. Områdene 1-3 er oppstrøms Mannflåvatnet, områdene 4 og 5 er i Mannflåvatnet, og områdene 6-10 er mellom Nødingsfossen og utløpsområdet ved Mandal. I de fleste områdene ble det fisket på to eller tre stasjoner. Avstand fra utløp i sjø (antall kilometer) er oppgitt for hvert enkelt område. Fangst per innsatsenhet (CPUE) var i gjennomsnitt 1,31 laks og 0,71 aure per minutt.

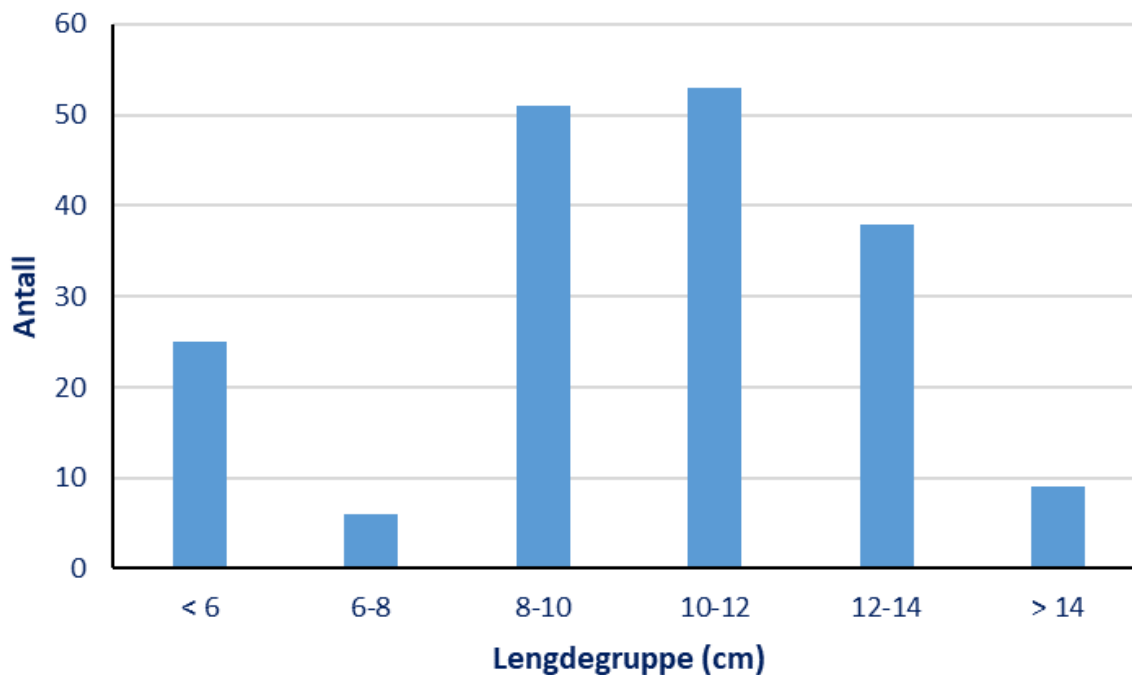
| Område | Avstand (km) | Laks | Aure | Skrubbe |
|--------|--------------|------|------|---------|
| 1      | 43,6         | 29   | 42   | 0       |
| 2      | 42,0         | 13   | 24   | 0       |
| 3      | 40,1         | 19   | 20   | 0       |
| 4      | 39,0         | 4    | 10   | 0       |
| 5      | 37,0         | 13   | 8    | 0       |
| 6      | 10,5         | 39   | 20   | 16      |
| 7      | 8,8          | 28   | 16   | 10      |
| 8      | 7,3          | 17   | 11   | 9       |
| 9      | 3,7          | 14   | 25   | 1       |
| 10     | 1,9          | 7    | 12   | 1       |



**Figur 6.** Fangst av laks og aure (antall og lengdespenn) under elektrisk båtfiske på to stasjoner (indikert med blågrønne strek) i nedre deler av Mandalselva høsten 2019. De to stasjonene ligger like oppstrøms E39-brua i Mandal sentrum. Flyfoto: [www.finn.kart.no](http://www.finn.kart.no).



Det ble fanget laksunger i alle vanlige størrelsesgrupper for ungfisk (**figur 7**), noe som tilsier at alle årsklasser var representert i fangstene. Det største innslaget av laksunger var i størrelsesgruppene mellom åtte og tolv centimeter. I og med at det ikke er gjennomført aldersanalyser er det usikkert hvilke aldersgrupper dette omfatter. Ut fra de gode vekstforholdene i elvene på Sørlandet, er det grunn til å anta at dette i hovedsak var ettåringer og toåringer. På bakgrunn av tidligere smoltundersøkelser i Mandalselva (Uglem mfl. 2005, Økland mfl. 2013), var det trolig bare laksunger som var 11-12 centimeter i august 2019 som var store nok til å vandre ut som smolt i løpet av våren 2020.



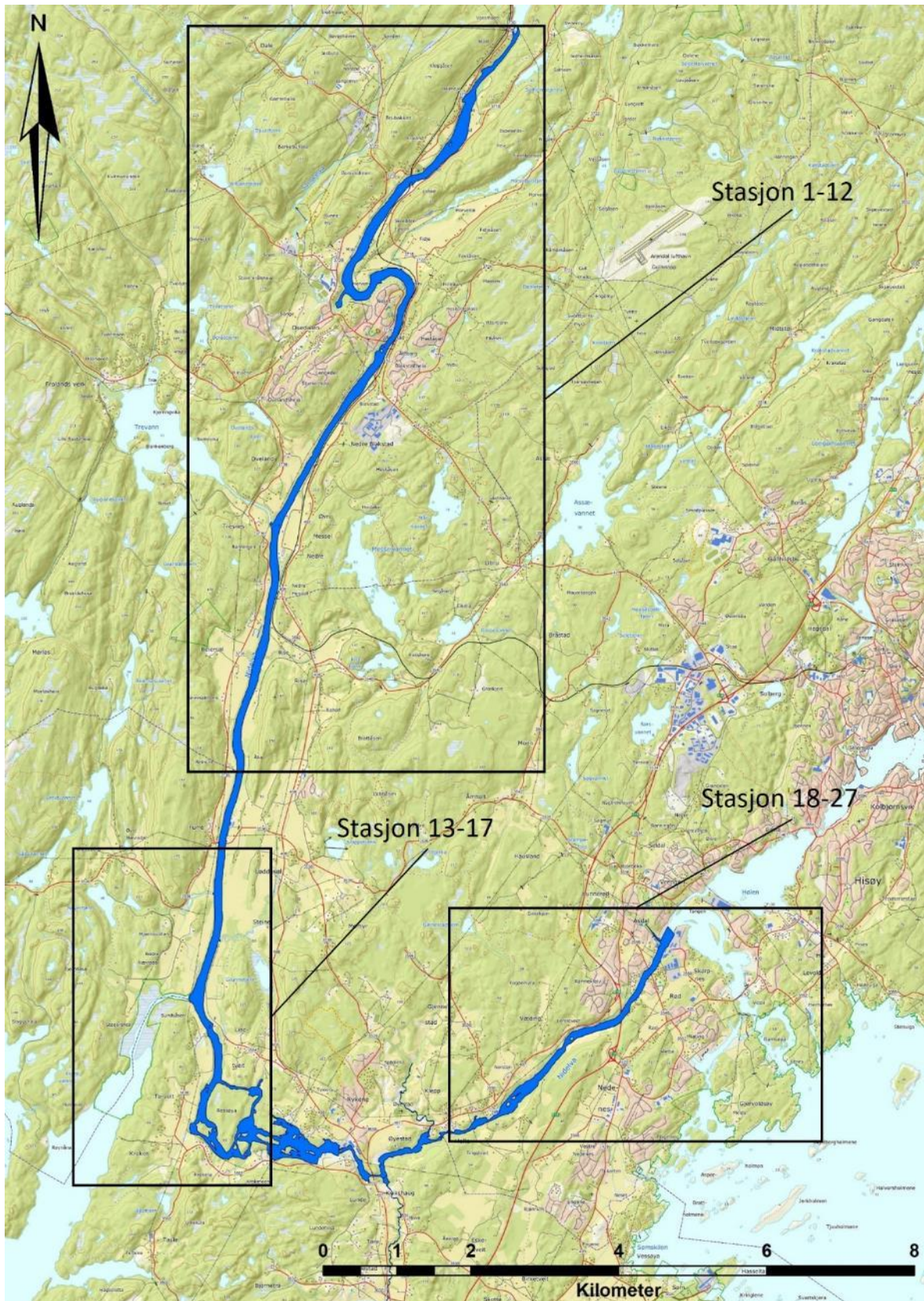
**Figur 7.** Lengdefordeling (cm) av 181 laksunger som ble fanget under elektrisk båtfiske i Mandalselva høsten 2019.

### 3.3 Nidelva

I august 2019 ble det gjennomført elektrisk båtfiske på til sammen 27 stasjoner i Nidelva (**figur 8**). Av disse var 17 stasjoner oppstrøms og ti stasjoner nedstrøms Rygene kraftverk (**bildeserie 2**). I løpet av to dagers elektrisk båtfiske med 201 minutters effektiv fisketid ble det bare fanget 215 individer fordelt på ni fiskearter (**figur 9**). Abbor, gjedde og laks dominerte fangstene, mens det bare ble fanget seks aurer på de 27 stasjonene. Dette er vesentlig lavere aurefangst enn i de tre andre undersøkte elvene på Sørlandet. På grunn av det store spennet i habitattyper som ble undersøkt i øvre og nedre deler av Nidelva, er det grunn til å anta at fangstene gjenspeiler bestandssituasjonen for aure i lakseførende deler av Arendalsvassdraget.

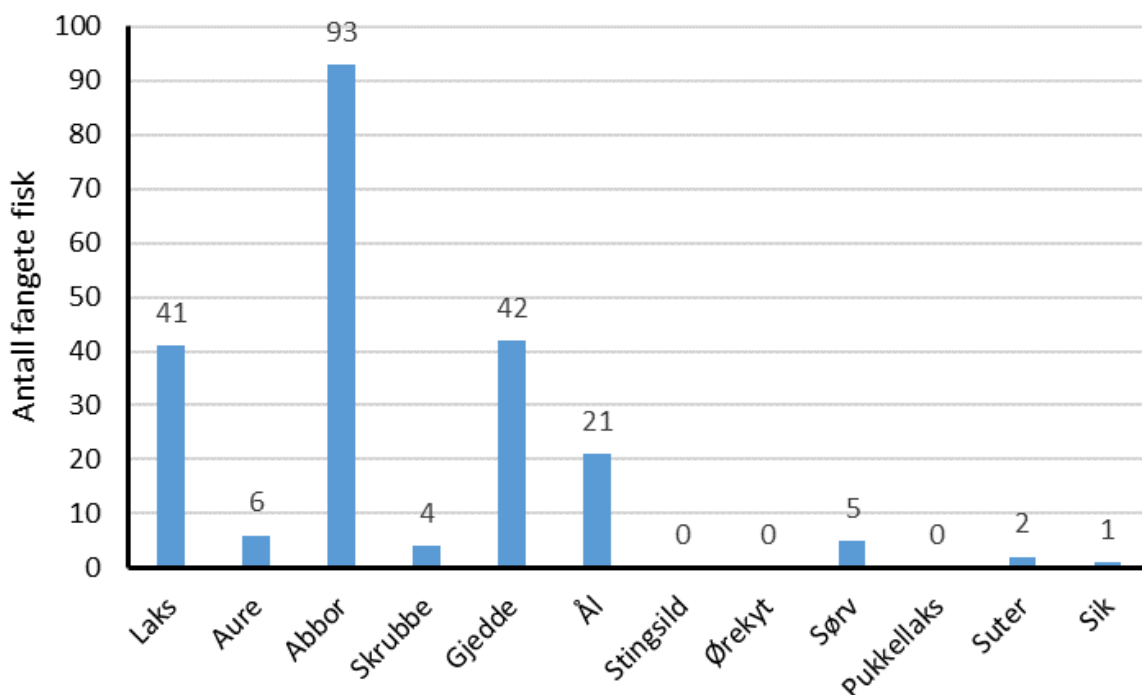


**Bilde 13.** I Nidelva ble det i august 2019 gjennomført elektrisk båtfiske på 27 stasjoner fordelt på elvestrekningene oppstrøms og nedstrøms Rygene kraftverk (flyfoto). De tre nederste stasjonene (se **vedleggsfigur 11**) oppstrøms Rygene kraftverk er lokalisert i øvre del av flyfotoet. Flyfoto: Agder Energi AS.



**Figur 8.** Oversikt over hvor det ble gjennomført elektrisk båttfiske i Nidelva høsten 2019. Mer detaljerte kart som viser lokalisering av de 27 stasjonene er gitt i vedlegg (avsnitt 6.1). Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).

I tidligere undersøkelser i forbindelse med effektkontroll i kalkete vassdrag er det bare funnet laks, aure, gjedde, abbor og ål (Anonym 2011, Anonym 2019). Under det elektriske båtfiske ble det i tillegg funnet fire andre arter; skrubbe, sik, sørv og suter. På minstevannføringsstrekningen like oppstrøms utløpet av Rygene kraftverk ble det fanget et mindre individ av sik (90 mm). Sik kan i enkelte områder leve i brakkvann og vandre opp i elver for å gyte (Pethon 1994). Følgelig kan det fortsatt være en rest av en vandrende sikbestand i Nidelva, uten at denne undersøkelsen kan gi sikker informasjon om dette forholdet. I tillegg til de naturlig forekommende fiskeartene ble det fanget sørv og suter, som er fremmede arter på Sørlandet (Kleiven & Hesthagen 2012, Hesthagen & Sandlund 2016).



**Figur 9.** Oversikt over antall fisk som ble fanget under elektrisk båtfiske i Nidelva høsten 2019. Samlet innsats var 201 minutters effektiv fisketid. I figuren er det også inkludert arter som ble fanget i de andre undersøkte elvene på Sørlandet.

Det ble fanget laksunger i bare seks av de ti undersøkte områdene i Nidelva (**tabell 3**). Oppstrøms Rygene kraftverk ble det bare funnet laksunger i det mest rasktflytende området like nedstrøms Eivindstad kraftverk, samt i tilsvarende strykområder i vassdragsavsnittet like oppstrøms Rygene kraftverk (**bilde 14**). Nedstrøms Rygene kraftverk var det jevnt over svært lave fangster av laksunger (null-fem individer). Med unntak av området oppstrøms båtrampen ved Helle er elveavsnittene jevnt over brede og stilleflytende (**bilde 15**), og elvebunnen er de fleste steder dominert av finsedimenter og krypsiv. Selv om slike områder kan bli benyttet som oppvekstområder for laksunger, slik som tilfellet er i store deler av Otra (**avsnitt 6.2**), er høye forekomster av gjedde og abbor i Nidelva trolig en medvirkende årsak til lave tettheter av laksunger.

**Tabell 3.** Fangst av laks, aure, skrubbe og ål under elektrisk båtfiske i ti områder av Nidelva. Områdene 1-5 er mellom Eivindstad kraftverk og Rygene kraftverk, mens områdene 6-10 er mellom Rygene kraftverk og utløpsområdet ved Arendal. I hvert område ble det fisket på to eller flere stasjoner. Avstand fra utløp i sjø (antall kilometer) er oppgitt for hvert enkelt område. Fangst per innsatsenhet (CPUE) var i gjennomsnitt 0,18 laks og 0,01 aure per minutt.

| Område | Avstand (km) | Laks | Aure | Skrubbe | Ål |
|--------|--------------|------|------|---------|----|
| 1      | 26,7         | 11   | 1    | 0       | 0  |
| 2      | 21,2         | 0    | 0    | 0       | 0  |
| 3      | 18,4         | 0    | 0    | 0       | 1  |
| 4      | 14,3         | 0    | 0    | 0       | 0  |
| 5      | 11,5         | 8    | 1    | 0       | 0  |
| 6      | 7,9          | 12   | 0    | 0       | 5  |
| 7      | 6,5          | 3    | 0    | 0       | 9  |
| 8      | 5,5          | 0    | 0    | 0       | 4  |
| 9      | 2,4          | 2    | 1    | 0       | 2  |
| 10     | 0,6          | 5    | 2    | 4       | 0  |

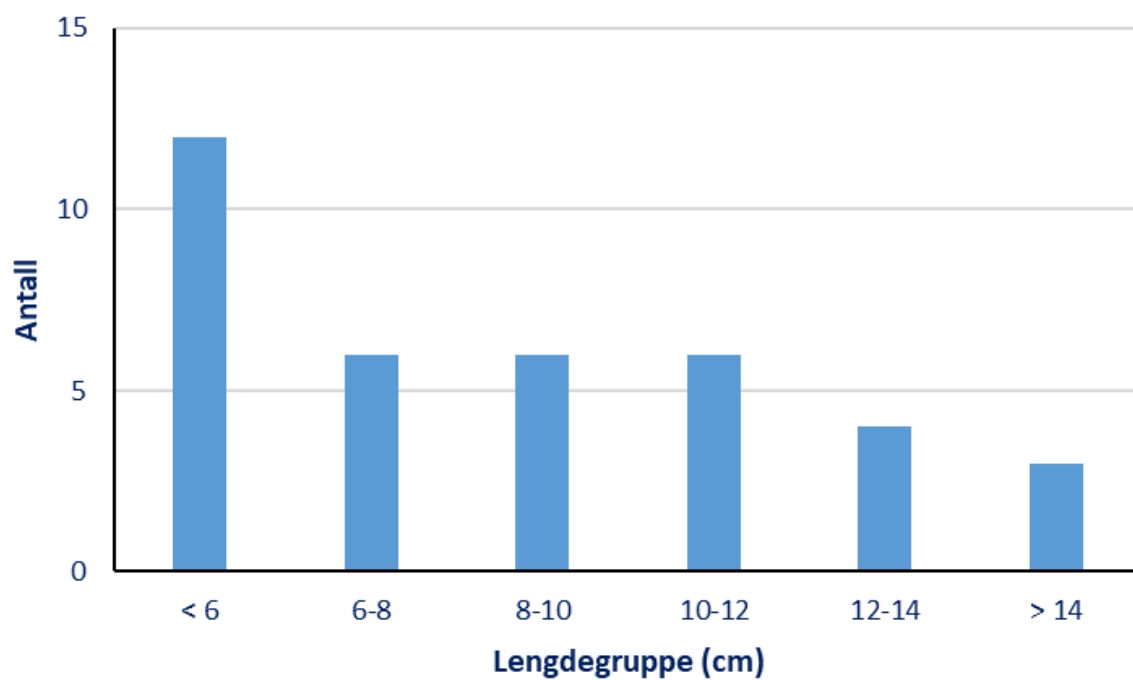
Lengdefordelingen av de fangete laksungene i Nidelva viser en tallmessig overvekt av små individer, samt at alle aldersgrupper og størrelsesgrupper synes representert i fangstene (**figur 10**). Ut fra vanlige vekstforhold og kjent lengde-ved-alder fra andre vassdrag, var det mest årsyngel og avtakende mengder ettåringer og eldre laksunger i fangstene. En pyramidelignende fordeling av aldersgrupper og lengdegrupper er vanlig i bestander av sjøvandrende laksefisk (Klemetsen mfl. 2003), og skyldes en kombinasjon av dødelighet i ferskvannsfasen og at de største individene vandrer ut som smolt. De uforholdsmessig lave fangstene av laksunger under elektrisk båtfiske i Nidelva tilsier likevel at resultatene må tolkes med forsiktighet, siden observert størrelsesfordeling i større eller mindre grad kan skyldes tilfeldigheter. Utfyllende opplysninger om fangst av ungfisk av laks og aure på de enkelte stasjoner er gitt i **avsnitt 6.2** (se **vedleggstabell 2**).



**Bilde 14.** I Nidelva oppstrøms Rygene kraftverk ble det fanget flest laksunger i områder med høye vannhastigheter slik som her ved Kroken. Foto: Frode Kroglund, Statsforvalteren i Agder.



**Bilde 15.** I nedre deler av Nidelva var det jevnt over svært lave fangster av laksunger. Illustrasjonsbildet er tatt like nedstrøms Helle. Foto: Frode Kroglund, Statsforvalteren i Agder.



**Figur 10.** Lengdefordeling (cm) av 37 laksunger som ble fanget under elektrisk båtfiske på 27 stasjoner i Nidelva i august 2019.

### 3.4 Otra

I Otra ble det i september 2019 gjennomført elektrisk båtfiske på 20 stasjoner fordelt over hele lakseførende strekning mellom Vigeland og Kristiansand (**figur 11**). I løpet av én dag og 103 minutters effektiv fisketid ble det fanget 394 individer fordelt på fem fiskearter (**figur 12**). Det var en klar tallmessig dominans av laks foran andre stedeegne arter som aure, skrubbe, trepigget stingsild og ål. I motsetning til de øvrige elvene ble det ikke fanget regionalt og nasjonalt fremmede arter som gjedde, ørekyt, sørv, suter og pukkellaks. I likhet med i Mandalselva var det et betydelig innslag av aure i fangstene, men i Otra var det høyere forekomst av aureunger som muligens har opphav i sjøvandrende individer (sjøaure). Denne antakelsen underbygges av at det ble fanget en god del større (35-45 cm), sølvblanke aurer som ut fra ytre morfologi ble vurdert å være sjøaurer og ikke stasjonære aurer. I alle områder ble det observert en god del skrubber og ål som grunnet bunnsøkende atferd var vanskelig å fange. Det er derfor grunn til å anta at disse to artene er underrepresentert i fangstene sammenlignet med laks og aure.

I nedre deler av Otra er det store, sammenhengende områder med lave vannhastigheter, fint bunnsstrat og lite skjul for ungfisk av laks og aure (**bilde 16**). En generell oppfatning er at slike områder er lite egnet for oppvekst av sjøvandrende laksefisk, siden det i norske laksevasdrag er dokumentert en sammenheng mellom hulrom i substratet og forekomst av større laksunger innenfor et område (Finstad mfl. 2007, Finstad mfl. 2011). Imidlertid er det mange andre former for skjul i rennende vann, slik som overhengende kantvegetasjon, vannvegetasjon, røtter, turbulens, turbiditet og vanddybde. I Otra er det i tillegg til mange dype områder en god del vannvegetasjon som krypsiv, elvesnelle, bukkeblad, flaskestarr og tjønnaks, slik at skjulforholdene er bedre enn tilsvarende områder uten rikt utviklet vannvegetasjon.

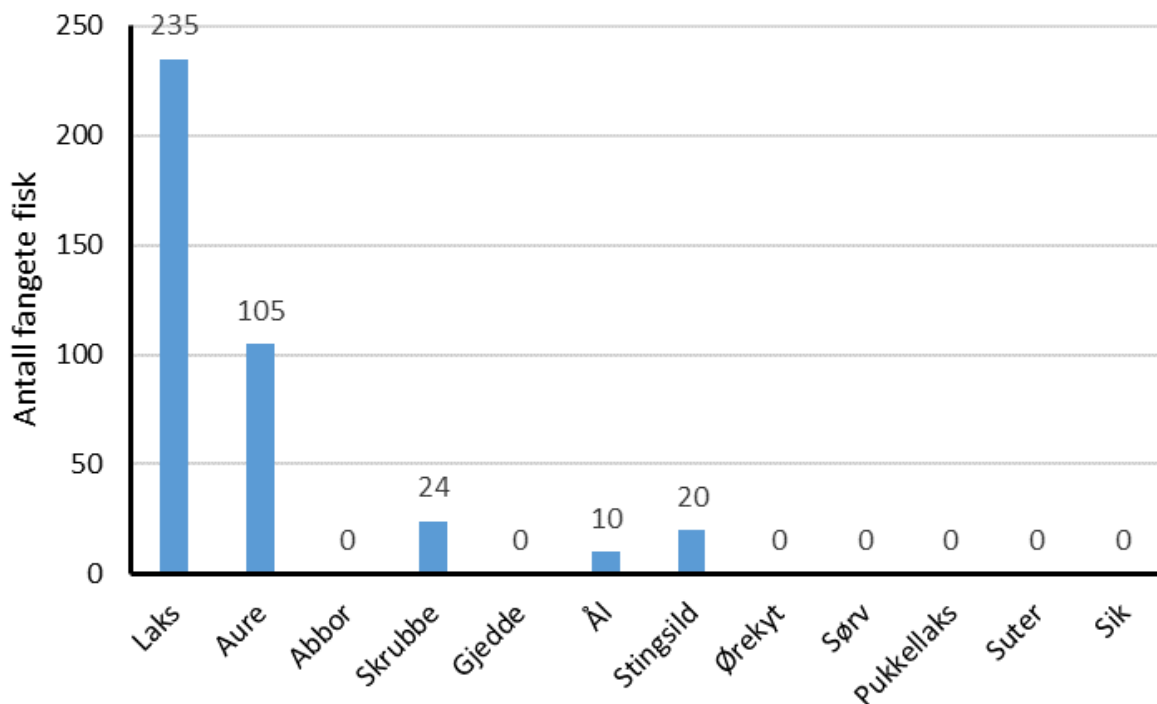


**Bilde 16.** Mesteparten av de nedre delene av Otra består av brede, dype og stilleflytende partier, der elvebunnen har fint substrat med liten eller ingen tilgang på hulrom. Foto: Jon Museth.





**Figur 11.** Oversikt over hvor det ble gjennomført elektrisk båtfiske i Otra høsten 2019. Mer detaljerte kart som viser lokalisering av de 20 stasjonene er gitt i vedlegg (avsnitt 6.1). Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



**Figur 12.** Oversikt over mengde fisk som ble fanget under elektrisk båtfiske i Otra høsten 2019. Samlet fangstinnset i løpet av én feltdag var 103 minutters effektiv fisketid. I figuren er det også inkludert arter som ble fanget i de andre undersøkte elvene på Sørlandet.

Det var gjennomgående høye fangster av laksunger i alle undersøkte områder i Otra mellom naturlig vandringshinder ved Vigeland kraftverk (se **bilde 2**) og utløp i sjø ved Kristiansand sentrum (**tabell 4**). Selv i et strandingsutsatt område ved Stavsøyra (**bilde 17**), der det er dokumentert omfattende stranding av ungfisk, ble det fanget en god del laksunger. Imidlertid var det til forskjell fra øvrige undersøkte områder nesten utelukkende fangst av små individer som årsyngel og ettåringer. En mulig forklaring på dette er at området er grunt og har mye fint substrat, noe som erfaringsmessig er bedre egnet leveområde for små enn store individer (Bremset & Berg 1999, Klemetsen mfl. 2003). De aller høyeste fangstene av laksunger ble fanget ved Kristiansand sentrum (**figur 13**), i et vassdragsavsnitt som er sterkt preget av menneskelige påvirkninger (**bilde 18**). I fangstene i dette området dominerte laks tallmessig (68 %) foran aure (25 %) og skrubbe (6 %).

**Tabell 4.** Fangst av laks, aure, skrubbe og ål under elektrisk båtfiske i ti områder av Otra nedstrøms Vigeland kraftverk. I hvert område ble det fisket på to stasjoner. Avstand fra utløp i sjø (antall kilometer) er oppgitt for hvert enkelt område. Fangst per innsatsenhet (CPUE) var i gjennomsnitt 2,27 laks og 0,73 aure per minutt.

| Område | Avstand (km) | Laks | Aure | Skrubbe | Ål |
|--------|--------------|------|------|---------|----|
| 1      | 15,0         | 18   | 10   | 1       | 0  |
| 2      | 13,5         | 12   | 3    | 9       | 0  |
| 3      | 11,8         | 17   | 10   | 2       | 0  |
| 4      | 10,5         | 23   | 7    | 0       | 1  |
| 5      | 9,4          | 19   | 6    | 1       | 4  |
| 6      | 8,0          | 23   | 16   | 2       | 0  |
| 7      | 6,0          | 19   | 16   | 0       | 3  |
| 8      | 4,2          | 26   | 18   | 1       | 2  |
| 9      | 2,3          | 49   | 17   | 3       | 0  |
| 10     | 1,4          | 28   | 2    | 5       | 0  |



**Bilde 17.** Ved Stavsøyra i Otra har det vært strandingsproblematikk hos ungfisk. Høsten 2019 ble det gjennomført elektrisk båtfiske på begge sider av Stavsøyra. Foto: Jon Museth.

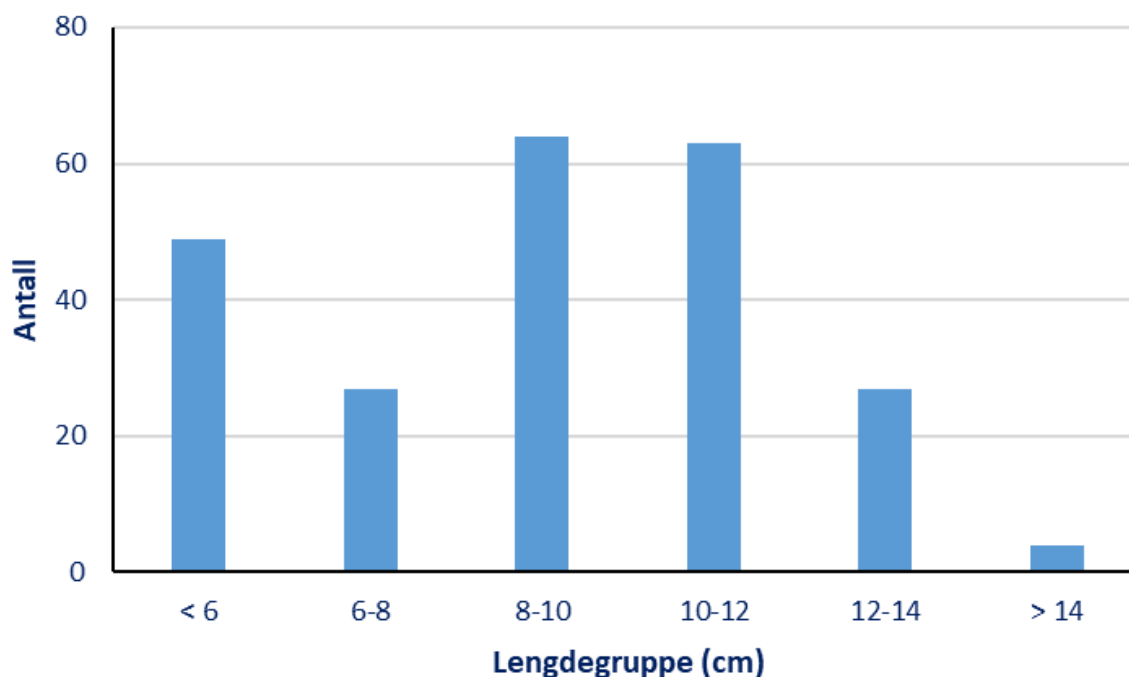


**Figur 13.** Fangst av laks og aure (antall og lengdespenn) på to stasjoner (indikert med blå strek) under elektrisk båtfiske i nedre deler av Otra høsten 2019. De to stasjonene er like oppstrøms E18-brua i Kristiansand sentrum. Flyfoto: [www.finn.kart.no](http://www.finn.kart.no).



**Bilde 18.** I nedre deler av Otra ble det fanget laksunger helt nede i Kristiansand sentrum, i sterkt modifiserte habitat dominert av urban infrastruktur. Foto: Jon Museth.

Alle vanlige lengdegrupper av laksunger var representert i fangstene fra det elektriske båtfisket i Otra (**figur 14**), noe som tilsier at alle aldersgrupper opp til smoltstørrelse var godt representert i fangstene. Ut fra lengdefordelingen av laksungene synes det å være gode vekstforhold i Otra, og de største årsynglene var trolig opp mot 6-7 centimeter lange mot slutten av vekstsesongen. Avtakende fangst av laksunger større enn 12 centimeter indikerer at laksunger smoltfiserer og vandrer ut fra Otra ved en størrelse på 12-15 centimeter. Dette samsvarer godt med kjent smoltstørrelse hos laks i Mandalsvassdraget (Uglem mfl. 2005, Økland mfl. 2013), og det er grunn til å anta liknende vekstforhold i disse to laksevasdragene på Sørlandet. Utfyllende opplysninger om fangst av ungfisk av laks og aure på de enkelte stasjoner er gitt i **avsnitt 6.2 (vedleggstabell 3)**.



**Figur 14.** Lengdefordeling (cm) av 234 laksunger som ble fanget under elektrisk båtfiske på 20 stasjoner i Otra i september 2019.

### 3.5 Tovdalselva

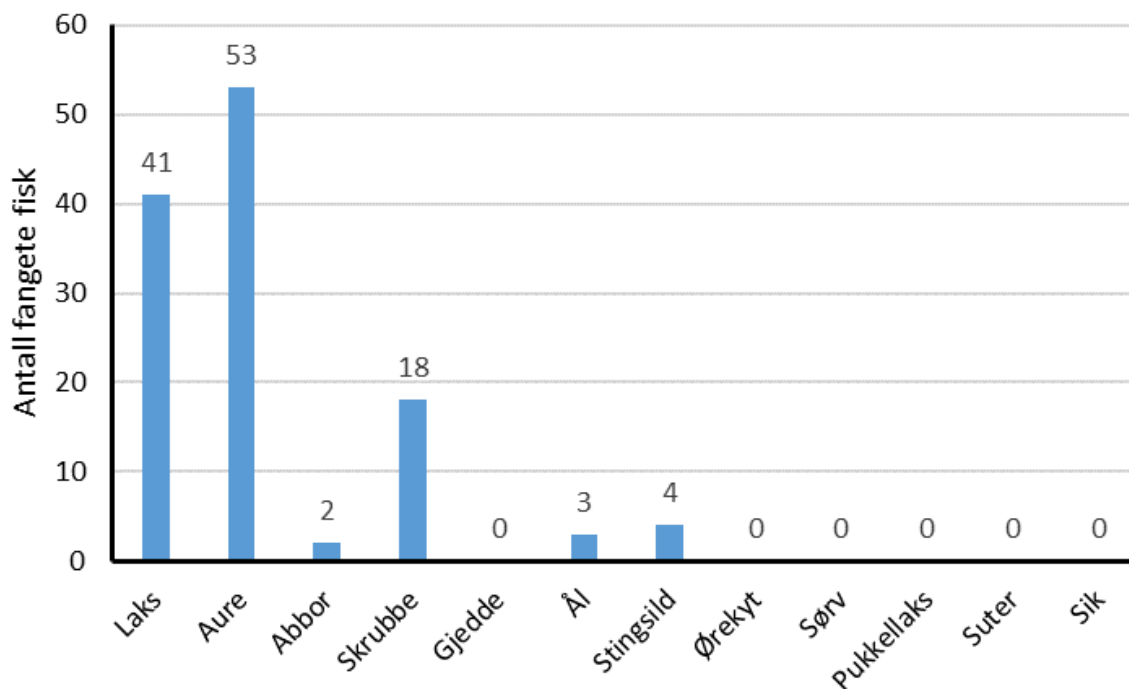
I Tovdalselva ble det høsten 2019 gjennomført elektrisk båtfiske på ni stasjoner i de nedre delene av lakseførende strekning (figur 15), på den om lag sju kilometer lange elvestrekningen mellom Sveftet og utløpsområdet ved Kjevik flystasjon (bildeserie 2). I løpet av én feltdag med 54 minutters effektiv fisketid ble det fanget til sammen 121 individer av seks fiskearter (figur 16). Aure og laks dominerte fangstene foran skrubbe, med mindre innslag av trepigget stingsild, ål og ørekyt. Det ble ikke fanget nasjonalt eller regionalt fremmede arter under det elektriske båtfisket i Tovdalselva.



**Bildeserie 2.** I Tovdalselva ble det gjennomført elektrisk båtfiske på området mellom Sveftet (øverste bilde) og utløpsområdet ved Kjevik flyplass (nederste bilde). Foto: Jon Museth.



**Figur 15.** Oversikt over hvor det ble gjennomført elektrisk båtfiske i Tovdalselva høsten 2019. Mer detaljerte kart som viser lokalisering av de ni stasjonene er gitt i vedlegg (avsnitt 6.1). Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



**Figur 16.** Oversikt over mengde fisk som ble fanget under elektrisk båtfiske i Tovdalselva høsten 2019. Samlet fangsttinningsats i løpet av én feltdag var 54 minutters effektiv fisketid. I figuren er det også inkludert arter som ble fanget i de andre undersøkte elvene på Sørlandet.

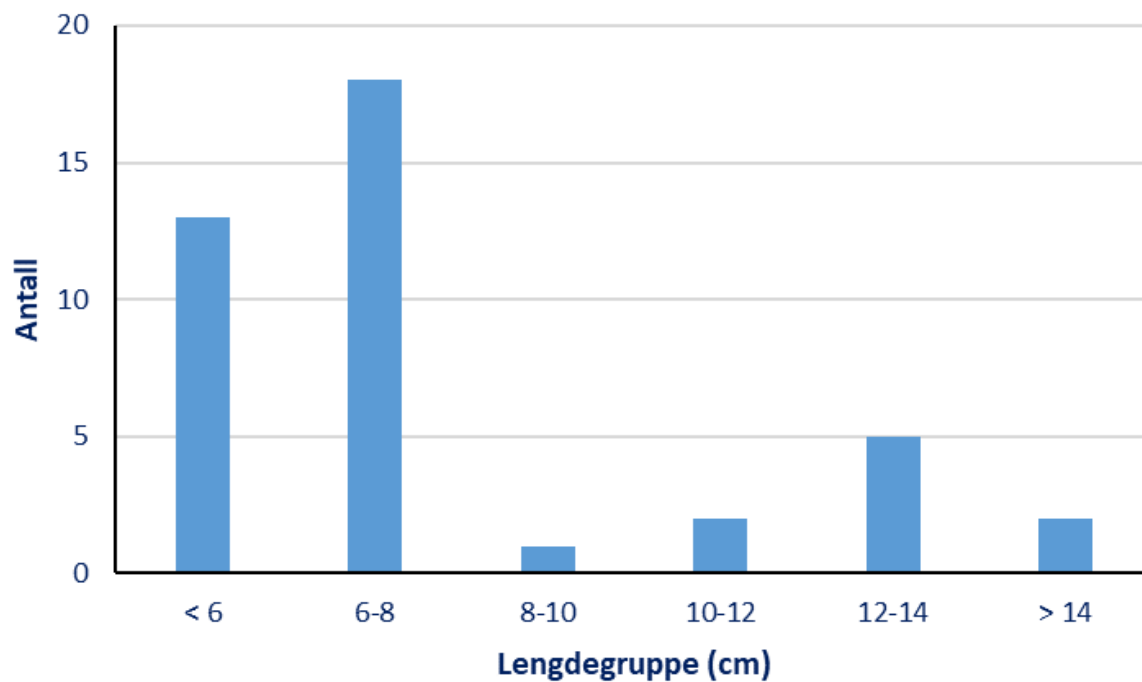
Det ble fanget laksunger på sju av de ni undersøkte områdene i Tovdalselva (**tabell 5**). Med unntak av området like nedstrøms Sveftet og øvre del av elveforbygningen ved Kjevik flyplass, var det lave fangster av laksunger. Det var også gjennomgående lave tettheter av aureunger, med unntak av det aller nederste området ved Kjevik (**bildeserie 2**). En sannsynlig, medvirkende årsak til lave tettheter av ungfisk i de undersøkte delene av Tovdalselva er det stilleflytende, innsjølignende preget til vassdragsavsnittet, som ikke er vurdert å være spesielt egnet oppveksthabitat for ungfisk av sjøvandrende laksefisk (Armstrong mfl. 2003, Klemetsen mfl. 2003, Finstad mfl. 2011). Bunnssubstratet i disse områdene er jevnt over dominert av finere substratkategorier som mudder, silt og sand, noe som gjør at det er svært begrenset skjulkapasitet i form av hulrom mellom og under steiner.



**Tabell 5.** Fangst av laks, aure, skrubbe og ål under elektrisk båtfiske i ni områder av Tovdalselva nedstrøms Sveftet. Avstand fra utløp i sjø (kilometer) er oppgitt for hvert enkelt område. Fangst per innsatsenhet (CPUE) var i gjennomsnitt 0,77 laks og 0,84 aure per minutt.

| Område | Avstand (km) | Laks | Aure | Skrubbe | Ål |
|--------|--------------|------|------|---------|----|
| 1      | 6,7          | 15   | 3    | 4       | 2  |
| 2      | 5,9          | 1    | 4    | 0       | 0  |
| 3      | 5,0          | 2    | 1    | 1       | 0  |
| 4      | 3,9          | 0    | 4    | 0       | 0  |
| 5      | 3,3          | 8    | 2    | 0       | 0  |
| 6      | 2,7          | 0    | 3    | 0       | 0  |
| 7      | 2,1          | 10   | 11   | 9       | 0  |
| 8      | 1,1          | 4    | 6    | 4       | 0  |
| 9      | 0,3          | 1    | 19   | 0       | 1  |

Fangstene av laksunger under det elektriske båtfisket i Tovdalselva hadde en klar tallmessig overvekt av små individer, i og med at mer enn 75 % av de fangete individene var mindre enn åtte centimeter (**figur 17**). Ut fra en generell antakelse om gode vekstforhold i laksevasdrag på Sørlandet, og tidligere undersøkelser i øvre deler av Tovdalsvassdraget (Lehmann mfl. 2017), var det trolig en dominans av årsyngel i de to lengdegruppene mindre enn åtte centimeter. Basert på tidligere erfaringer med sammenligning av elektrisk båtfiske og strandnært fiske i Namsen (Bremset mfl. 2012) og Gaula (Holthe mfl. 2020), er båtfiske i større grad enn strandfiske effektivt for å fange større individer av laks og aure. Følgelig er det grunn til å anta at den tallmessige dominansen av små laksunger i fangstene er reell og gjenspeiler de faktiske forholdene i Tovdalselva. Utfyllende opplysninger om fangst av ungfisk av laks og aure på de enkelte stasjoner er gitt i **avsnitt 6.2 (vedleggstabell 4)**.



**Figur 17.** Lengdefordeling (cm) av 41 laksunger som ble fanget under elektrisk båtfiske på ni stasjoner i Tovdalselva i september 2019.

## 4 Diskusjon

Bakgrunnen for undersøkelsene i de fire elvene på Sørlandet, var å teste ut om elektrisk båtfiske kan være en aktuell metode for å kartlegge fiskesamfunnet i de dype og sakteflytende delene av de største laksevassdragene i regionen. I tillegg var det ønskelig å kartlegge i hvor stor grad laksunger benytter de betydelige arealene i de nedre delene av Mandalselva, Nidelva, Otra og Tovdalselva. I diskusjoner av de oppnådde resultater vil vi derfor gjøre både metodiske (**avsnitt 4.1**) og fiskebiologiske vurderinger (**avsnitt 4.2**).

### 4.1 Metodiske vurderinger

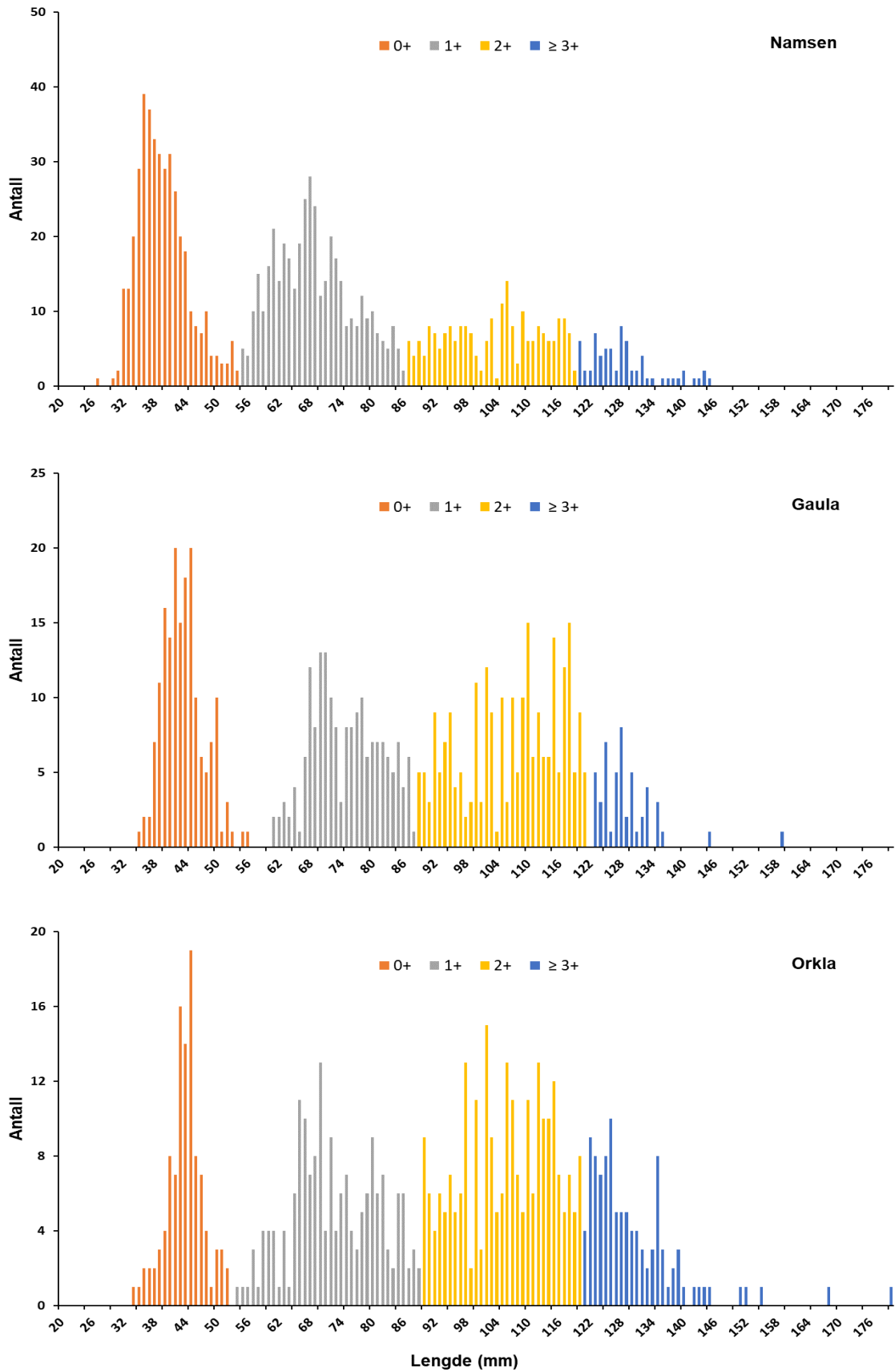
Erfaringene fra seks dagers elektrisk båtfiske i Mandalselva, Nidelva, Otra og Tovdalselva er at elektrisk båtfiske kan anvendes som metode for å kartlegge fiskesamfunn og forekomst av laksunger. Basert på foreliggende kunnskap om fiskesamfunn i de fire elvene og i regionen, ble alle vanlig forekommende arter fanget under det elektriske båtfisket. I tillegg ble det fanget pukcellaks i én av elvene. Pukcellaks er en nasjonalt fremmed art som i enkelte år kan invadere norske laksevassdrag (Hesthagen & Sandlund 2016b). Det var spesielt mange registreringer av pukcellaks i store deler av landet i 2017 og 2019 (Berntsen mfl. 2020). Under feltarbeidet ble det ikke gjort noen registreringer som tydet på at effekten av det elektriske feltet på fisk var dårligere enn i andre undersøkte vassdrag, i form av at en uvanlig stor andel av observerte fisk rømte fra strømfeltet. Følgelig er det ikke grunn for å anta at fangbarheten var uforholdsmessig lav sammenlignet med andre laksevassdrag.

Elvene på Sørlandet skiller seg likevel noe fra tidligere undersøkte vassdrag i Midt-Norge og Nord-Norge. Først og fremst er det langt mer og bedre utviklet vannvegetasjon på Sørlandet enn i elvene lenger nord. I områder med tett vegetasjon av takrør, nøkkerose, bukkeblad, elvesnelle, tusenblad og krypsiv, var det vesentlig vanskeligere å håve observerte fisk enn i laksevassdrag der elvebunnen er helt fri for vegetasjon. Spesielt vanskelig var det i områder med tett kantvegetasjon eller mye krypsiv (**bildeserie 3**), noe som gjorde at det var vanskelig å komme nært nok land. Dette medførte at båten i perioder var på for dypt vann til at fisk ble bedøvet av strømmen. I tillegg var det et problem at krypsiv ble trukket inne i turbinen på motoren. På den andre side medførte lave vannhastigheter at man fikk langt bedre tid til å fange fisk enn det som er normalt. Tilsvarende var det mindre flukttendens hos laksunger enn normalt, siden det var rik tilgang på skjul i vegetasjonsrike elvene. Siden negative og positive effekter på fangbarhet langt på vei nuller ut hverandre, er det grunn til å anta at det var forholdsvis normal fangbarhet under elektrisk båtfiske på Sørlandet.

Det var store forskjeller i lengdefordeling av laksunger som ble fanget i de fire undersøkte elvene. I Mandalselva og Otra dominerte lengdegruppen åtte-tolv centimeter, mens det i Nidelva og Tovdalselva var flest små individer (mindre enn åtte centimeter). Erfaringer fra alle former for elektrisk fiske er at det kan være store forskjeller i fangbarhet av ulike størrelsesgrupper. Generelt sett blir store individer mer påvirket av elektrisk strøm enn små individer (Bohlin mfl. 1989, Borgstrøm & Skaala 1993, Forseth & Forsgren 2008). Eksperimentelle utprøvinger av strandnært elektrisk fiske i avstengte områder, har vist at det er større fangbarhet på store laksunger enn på årsyngel (Sandlund mfl. 2011, Bremset mfl. 2015, Hegder mfl. 2018). Tilsvarende er erfaringer fra en rekke norske laksevassdrag at mengden årsyngel blir underestimert under elektrisk båtfiske (Bremset mfl. 2021b), noe som framgår av lengdefordeling av laksunger fanget i Namsen, Gaula og Orkla (**figur 18**). Ut fra denne metodiske skjevheten er det all grunn til å anta at den registrerte dominansen av små laksunger i Nidelva og Tovdalselva gjenspeiler de faktiske forhold. Tilsvarende kan et forholdsvis lite innslag av små laksunger i Mandalselva og Otra til en viss grad forklares ut fra noe lavere fangbarhet av små individer under elektrisk fiske, siden det ikke er noe grunn til å anta dårlig rekruttering i disse elvene i senere år.



**Bildeserie 3.** I deler av Otra var det så mye kantvegetasjon (øvre bilde) og vannvegetasjon (nedre bilde) at det var vanskelig å gjennomføre elektrisk båtfiske på grunt nok vann for å få et effektivt strømfelt helt ned mot bunnen langs land. Foto: Jon Museth.



**Figur 18.** Lengdefordeling (mm) av laksunger fanget under elektrisk båtfiske i Namsen (Bremset mfl. 2012), Gaula (Holthe mfl. 2020) og Orkla (Solem mfl. 2020). Aldersgrupper som dominerer de ulike størrelsesgruppene er indikert med fargekoder. Det er forskjeller i verdier på Y-aksene.

## 4.2 Fiskebiologiske vurderinger

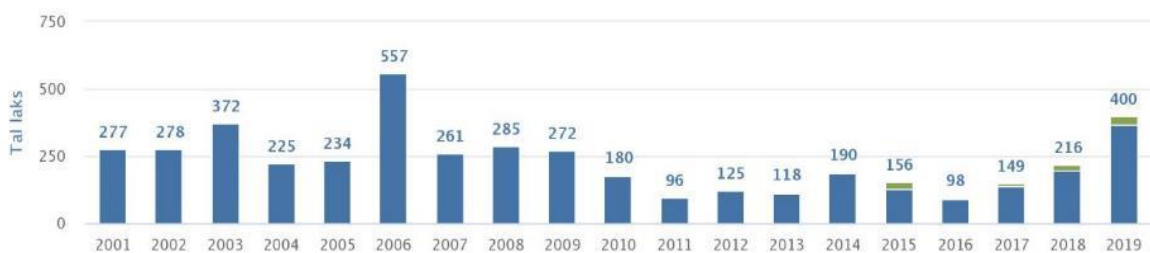
En sammenligning av fangst per innsatsenhet viser at Otra hadde betydelig høyere fangster av laksunger enn de tre andre vassdragene (**tabell 6**). Sammenlignet med laksevassdrag i Midt-Norge og Nord-Norge var laksefangstene i Otra på omtrent sammen nivå som i Orkla, Gaula, Namsen, Røssåga og Tanaelva. Nidelva utmerket seg negativt med betydelig lavere fangster enn i noen andre undersøkte laksevassdrag i perioden 2012-2019. Når det gjelder aure var fangstene i Mandalselva, Otra og Tovdalselva på omtrent samme nivå, og innenfor lignende størrelsesorden som i Orkla, Gaula, Namsen, Bjøra og Ranaelva. Aurefangstene i Nidelva var svært lave, og på nivå med det som ble funnet i Tanaelva i 2014 (Foldvik mfl. 2015). I og med at både laksefangster og aurefangster var spesielt lave i Nidelva, er det grunn til å se nærmere på mulige årsaksforhold til dårlig bestandsstatus for sjøvandrende laksefisk i Arendalsvassdraget (se nedenfor).

**Tabell 6.** Oversikt over fangst per innsatsenhet (antall ungfisk per minutt) i tolv norske laksevassdrag som er undersøkt med elektrisk båtfiske i perioden 2012-2020. I Røssåga og Ranaelva er det gjennomført undersøkelser i flere år. Undersøkelsestidspunkt og referanse er oppgitt for hvert enkelt studium.

| Vassdrag    | Fangst per minutt |      |       | Undersøkelsestidspunkt              |
|-------------|-------------------|------|-------|-------------------------------------|
|             | Laks              | Aure | Begge |                                     |
| Mandalselva | 1,30              | 0,71 | 2,01  | August 2019 (Bremset & Museth 2019) |
| Nidelva     | 0,18              | 0,01 | 0,19  | August 2019 (Bremset & Museth 2019) |
| Otra        | 2,27              | 0,73 | 3,00  | August 2019 (Bremset & Museth 2019) |
| Tovdalselva | 0,77              | 0,84 | 1,61  | August 2019 (Bremset & Museth 2019) |
| Surna       | 6,71              | 1,81 | 8,52  | September 2014 (Ugedal mfl. 2015)   |
| Orkla       | 3,13              | 0,58 | 3,71  | Oktober 2019 (Solem mfl. 2020)      |
| Gaula       | 2,97              | 0,31 | 3,28  | Oktober 2019 (Solem mfl. 2020)      |
| Namsen      | 2,75              | 0,40 | 3,15  | September 2011 (Bremset mfl. 2012)  |
| Bjøra       | 4,17              | 0,60 | 4,77  | September 2011 (Bremset mfl. 2012)  |
| Røssåga     | 2,68              | 2,81 | 5,49  | September 2016 (Bremset mfl. 2017)  |
| Røssåga     | 1,26              | 1,68 | 2,94  | August 2017 (Bremset mfl. 2018)     |
| Røssåga     | 2,50              | 3,08 | 5,58  | September 2018 (Bremset mfl. 2019b) |
| Røssåga     | 2,09              | 2,42 | 4,51  | August 2019 (Bremset mfl. 2020)     |
| Røssåga     | 1,07              | 1,50 | 2,57  | September 2020 (Bremset mfl. 2021a) |
| Ranaelva    | 3,00              | 1,61 | 4,61  | August 2017 (Bremset mfl. 2021b)    |
| Ranaelva    | 6,68              | 1,16 | 7,84  | August 2019 (Bremset mfl. 2021b)    |
| Tanaelva    | 2,56              | 0,02 | 2,58  | September 2014 (Foldvik mfl. 2015)  |

## Bestandssituasjonen for laks og aure i Nidelva

I Nidelva er det gjort en rekke tiltak for å reetablere bestander av sjøvandrende laksefisk. Til tross for omfattende tiltak er laksefangstene lave sammenlignet med de fleste laksevassdrag av tilsvarende størrelse. I perioden 2001-2019 lå årlig elvefangst de fleste år i området 100-300 individer, med et maksimumsnivå på 557 lakser rapportert fanget i 2006 (**figur 18**). Fullkalking er det viktigste tiltaket som er gjennomført for laks og sjøaure. I tillegg er det etablert en fiskepassasje ved Rygene kraftverk (**bilde 19**), samt lagt ut egnet gytesubstrat i området ved Blakstad (**figur 18**). Imidlertid tyder undersøkelsen i august 2019 på at det ikke har vært noe godt tilslag på dette habitattiltaket. Under elektrisk båtfiske gjennom gytefeltet ved Blakstad ble det ikke fanget én eneste ungfisk av laks eller aure, og eneste fangst i løpet av ni minutters fiske var én abbor (120 mm) og én gjedde (83 mm). På nærmeste stasjon oppstrøms Blakstad ble det bare fanget sørv (tre individer) og abbor (ett individ), og på nærmeste stasjon nedstrøms Blakstad ble det bare fanget én gjedde (565 mm).



**Figur 18.** Rapportert elvefangst av laks i Nidelva i perioden 2001-2019. Blå søyler viser antall avlivede individer, mens grønne søyler viser antall gjenutsatte individer. Kilde: Miljødirektoratet.



**Bilde 19.** Det ble etablert en fiskepassasje ved Rygene kraftverk allerede på 1890-tallet, for at sjøvandrende laksefisk skulle kunne passere dammen. Foto: Hartvig Huitfeldt-Kaas.



**Figur 18.** Kartutsnitt fra område ved Blakstad i Nidelva, der det i september 2017 ble lagt ut et større felt med egnet gytesubstrat. Rød markering i flyfoto viser hvor det ble lagt ut gytesubstrat, mens lilla strek i kartet viser én av stasjonene under elektrisk båtfiske i august 2019. Det ble bare fanget én abbor og én gjedde i løpet av ni minutter effektiv fisketid, og det ble heller ikke fanget laks eller aure på de nærmeste stasjonene oppstrøms og nedstrøms tiltaksområdet. I **avsnitt 6.1** er det gitt nærmere informasjon om undersøkelsesområdet ved Blakstad (**vedleggsfigur 8**). Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



På 17 undersøkte stasjoner oppstrøms Rygene kraftverk, med en samlet lengde på 5,2 kilometer, ble det bare fanget laksunger på tre av stasjonene (se **vedleggstabell 2**). I tillegg til de to stasjonene like nedstrøms Eivindstad kraftverk, ble det fanget laksunger på en stasjon i elvedelet ved Rossøya, som ligger halvannen kilometer oppstrøms Rygene kraftverk. Felles for stasjonene med fangst av laksunger er høye vannhastigheter og grovt bunnsubstrat (**bildeserie 4**). Alle de andre stasjonene ligger i relativt sentflytende områder, med elvebunn dominert av fine substratkategorier som grus, sand, silt og mudder. Selv på stasjonene med fangst av laksunger var forekomstene lave sammenlignet med normale nivå i norske laksevassdrag (se **tabell 6**). Et lite unntak var stasjonen i elvedelet ved Rossøya, der det ble observert en god del større laksunger, i tillegg til de åtte individene som ble fanget. Imidlertid var kombinasjonen av svært høye vannhastigheter og liten vanndybde metodisk krevende, slik at fangbarheten i dette området var uforholdsmessig lav.

Det var påfallende lav forekomst av laksunger på den øverste stasjonen ved Eivindstad kraftverk (**bilde 20**). Ut fra de fysiske habitatkvalitetene burde dette området være tilnærmet ideelt som oppvekstområde for laksunger. En mulig forklaring er at kraftverksdriften har negativ effekt på ungfiskproduksjonen i området nedstrøms kraftverket. Denne forklaringen understøttes av at det var vesentlig høyere fangst av laksunger på en stasjon som ligger 1-2 kilometer nedstrøms kraftverket, til tross for at de fysiske habitatkvalitetene i dette området vurderes å være vesentlig mindre gunstige for laksunger. Andre mulige forklaringer til lav forekomst av laksunger kan være lite gytefisk, dårlig vannkvalitet eller negative effekter av fremmede fiskearter (se nærmere diskusjon nedenfor). Det er et velkjent fenomen at elvekraftverk kan medføre negative effekter på fisk. Lavere tettheter av laksunger nedstrøms kraftverk er antatt å være forårsaket av hurtige vannstandsvariasjoner (Saltveit 1990, Forseth mfl. 1996, Johnsen mfl. 2008). Effektkjøring av kraftverk medfører hurtige og hyppige endringer i vannføring. Når vannstanden reduseres hurtig kan dette føre til stranding av fisk (Johnsen mfl. 2010). Strandet død fisk er observert i tørrlagte områder i flere regulerte laksevassdrag, som Nidelva i Trøndelag (Hvidsten 1985), Suldalslågen (Saltveit 1996), Surna (Johnsen mfl. 2008) og Altaelva (Forseth mfl. 1996).

Eksperimentelle forsøk og forsøk gjennomført i elv for å undersøke effektene av hurtige vannstandsendringer, viste at en større andel laksunger strandet ved lave vanntemperaturer om vinteren sammenlignet med hva som skjedde om sommeren når vanntemperaturen var høyere (Saltveit mfl. 2001, Halleraker mfl. 2005). Høyere strandingsfrekvens om vinteren skyldes trolig lavere aktivitet hos laksunger ved lave temperaturer (Bremset 2000, Linnansaari mfl. 2009), samt at fiskene på dagtid skjuler seg i substratet (Fraser & Metcalfe 1997, Klemetsen mfl. 2003). Laksungene er imidlertid nattaktive på vinteren (Bremset 2000) og strandingsfrekvensen er lavere på natten enn om dagen (Saltveit mfl. 2001). Mer skjul ga større grad av stranding, selv ved langsomme reduksjoner i vannføring. En reduksjon i stranding ble oppnådd når vannstanden sank langsomt (< 10-15 cm per time). Effektkjøring kan også påvirke fisken negativt ved at den ofte må flytte oppholdssted. Dette kan forårsake økt konkurranse, stress og redusert energibalanse. I tillegg vil effektkjøring påvirke fiskenes næringstilgang ved at produksjonen av vanninsekter påvirkes sterkt i områder som regelmessig tørrlegges (Johnsen mfl. 2010).

Erfaringer fra fiskebiologiske undersøkelser i regulerte laksevassdrag er sammenfattet i en omfattende kunnskapsoppsummering (Johnsen mfl. 2010). Av fysiske og kjemiske endringer er vanlige regulerings effekter endringer i vannføringsforhold, vannhastigheter, vanndekt areal, temperaturforhold, sedimenttransport og vannkvalitet, noe som kan resultere i en generell habitatdegradering for bunndyr og fiskesamfunn, eller mer akutte effekter som stranding, gassovermetning eller forsursingsrelatert dødelighet hos bunndyr og fisk (Johnsen mfl. 2010). Av laksevassdrag med fraføring av vann er det spesielt i Orkla, Surna og Eira at det har blitt samlet inn større datasett som er relevante for Nidelva og Mandalselva. I Orkla har det blitt gjennomført undersøkelser siden 1979, i Surna har det blitt gjennomført årlige undersøkelser siden 2002, mens det i Eira har vært årlige undersøkelser siden 1993 (Bremset mfl. 2019a). Det kan derfor trekkes en del vekslers på undersøkelser som er gjennomført i regulerte laksevassdrag lenger nord i landet.



**Bildeserie 4.** Flyfoto av tre områder i øvre deler av Nidelva som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i august 2019. Stasjon 1 var like nedstrøms Eivindstad kraftverk (øverste bilde), stasjon 3 var ved Froland (midterste bilde), og stasjon 16 var i nordre sideløp ved Rossøya (nederste bilde). Eksakt lokalisering av de tre stasjonene framgår av vedleggsfigurer i **avsnitt 6.1**. Flyfoto: [www.kart.finn.no](http://www.kart.finn.no).



**Bilde 20.** Eivindstad kraftverk er et elvekraftverk som ligger i den lakseførende delen av Nidelva. Under elektrisk båtfiske i august 2019 ble det fanget bare én laksunge på en 440 meter lang stasjon nedstrøms kraftverket. Flyfoto: Agder Energi AS.

Orklavassdraget ble utbygd for kraftformål på starten av 1980-tallet, og om lag 39 % av nedslagsfeltet er påvirket av vassdragsregulering (Hvidsten mfl. 2004). Utbyggingen har medført endringer i både vannførings og temperaturforhold. De største endringene i vannføring er i et område med fraføring av vann i øverste del av lakseførende strekning, samt i et område med fraføring av vann i den midtre delen av lakseførende strekning. De største endringene i vanntemperatur er påvist like nedstrøms utløp av to magasinkraftverk i øvre deler av vassdraget (Hvidsten mfl. 2004). Mens det generelle bildet har vært økt smoltproduksjon som følge av gunstige vannføringsforhold om vinteren og midlertidig økning i fosforinnhold etter oppdemming, har det på de to elvestrekningene med fraføring av vann blitt funnet forholdsvis lave ungfisktettheter og begrenset gyteaktivitet hos laks og sjøaure (Hvidsten mfl. 2004, Hvidsten mfl. 2012). Ungfiskundersøkelser i perioden 2018-2020 har vist jevnt over gode tettheter av laksunger på den nederste strekningen med fraføring av vann (Solem mfl. 2020, Solem mfl. 2021). Denne strekningen er forholdsvis smal og har bratte elvebredder, noe som innebærer at vannføringsendringer gir større endringer i vanddybde enn i vanddekt areal. Det har også vært jevnt over høy gyteaktivitet hos laks de siste årene på denne strekningen (Solem mfl. 2021).

Surnavassdraget ble utbygd for kraftformål på slutten av 1960-tallet, og om lag 60 % av nedbørsfeltet til Surna er påvirket av vassdragsregulering (Ugedal mfl. 2014). Flere av de større sidevassdragene på lakseførende strekning har blitt fraført vann, som blir magasinert i et høyfjellsmagasin og utnyttet i et magasinkraftverk i nedre deler av Surna. Oppstrøms kraftverket er restvannføringen på elvestrekningene 40-80 % sammenlignet med vannføringen før regulering. Årlige fiskebiologiske undersøkelser siden 2002 har vist store mellomårsvariasjoner i oppvandring og gyteaktivitet hos voksenfisk av laks og sjøaure. Det er også store variasjoner i ungfiskproduksjon som kan relateres til reguleringstilknyttede forhold som vanntemperatur, kraftverksdrift, vannføring og vanddekt areal (Lund mfl. 2007, Johnsen mfl. 2012, Ugedal mfl. 2014, Ugedal mfl. 2016). Etter regulering har det vært en betydelig bestandsnedgang hos laks og sjøaure i Surnavassdraget (Lund mfl. 2007, Johnsen mfl. 2012, Ugedal mfl. 2014), og spesielt nedgangen i lakseproduksjon har blitt satt i sammenheng med redusert habitatkvalitet i de mest reguleringspåvirkete områdene av Surnavassdraget.

Auravassdraget har blitt utbygd for kraftformål i tre omganger siden 1950-tallet, og etter siste utbygging på 1970-tallet har middelvannføringen i Eira blitt redusert med om lag 56 % (Bremset mfl. 2019). Det mest omfattende reguleringsinngrepet er at vannet fra Aursjøen, som ligger helt øverst i nedbørsfeltet, er overført til nabovassdraget Litledalselva med utløp i Sunndalsfjorden. Etter denne overføringen er restvannføringen i Aura minimal sammenlignet med førsituasjonen, og både laks og sjøaure har langt på vei forsvunnet fra de tidligere lakseførende strekninger i Aura (Jensen mfl. 2014, Bremset mfl. 2019), slik at det de siste tiårene ikke har foregått noe elvefiske etter sjøvandrende laksefisk (Jensen mfl. 2014). Ungfiskundersøkelser i perioden 1988-2018 har vist et minimalt innslag av laksunger i Aura, mens det de fleste år er brukbare tettheter av yngre årsklasser av aure (Bremset mfl. 2019). I forbindelse med revisjon av miljøvilkår er det foreslått avbøtende tiltak som minstevannføring og habitattiltak for å få laks og sjøaure tilbake til Aura (Forseth mfl. 2017).

Når det gjelder andre regulerings effekter vil det ofte bli økt sedimentasjon av organisk og uorganisk materiale som sand og grus. En utjevnet og lavere vannføring uten ekstremflommer fører på lang sikt til endringer i de fysiske forholdene i en elv (Bogen 1997). Dersom flomvannføringene reduseres vil transportkapasiteten i vassdraget bli endret, og fravær av dimensjonerende flommer medfører økt sedimentering av sand og grus (Johnsen mfl. 2010). Et eksempel på et regulert laksevassdrag med økt sedimentasjon er Eira i Møre og Romsdal. Etter regulering har elvebunnen i de nedre delene fått betydelig mer finsubstrat (Jensen mfl. 2014, Bremset mfl. 2019), noe som sannsynligvis skyldes redusert vannføring og økt sedimentering. Redusert tilgang på hulrom mellom steinene gjør oppvekstforholdene for ungfisk av laks og aure dårligere enn under en normal, uregulert situasjon. Det er også indikasjoner på økt begroing av alger og moser de siste årene, noe som kan skyldes at bunnsubstratet har blitt mer stabilt etter at vannføringen i Eira ble redusert (Jensen mfl. 2007). Det er de siste årene gjennomført en rekke habitattiltak for å gjenskape skjuleplasser for ungfisk (Jensen mfl. 2014, Jensås mfl. 2018).

## Forsuringseffekter og kalkingsvirksomhet

Som følge av sur nedbør og negative forsuringseffekter har de opprinnelige laksebestandene i Arendalsvassdraget dødd ut. Dette gjelder både den sjøvandrende bestanden nedstrøms Eivindstad kraftverk, og den stasjonære blekebestanden som fantes ved Nelaug. Bleka i Arendalsvassdraget var én av fire stasjonære laksebestander i Norge, og har i likhet med laksebestanden i Trysilelva forsvunnet som følge av menneskeskapt påvirkninger. I tillegg til sjøvandrende laks, bleke og sjøaure har flere bestander av aure, røye og sik enten gått tapt eller hatt sterk tilbakegang (Hindar mfl. 1997, Anonym 2019). På grunn av dårlig vannkvalitet er det lite sannsynlig at Arendalsvassdraget hadde en selvreproduserende laksestamme på 1980- og 1990-tallet (Sætem & Boman, 1985, Matzow 1995, Simonsen 1995). Likevel var de en viss oppvandring av laks på slutten av forrige århundre, og i perioden 1992-2000 var det en årlig gjennomsnittsfangst på om lag 400 kilo laks.

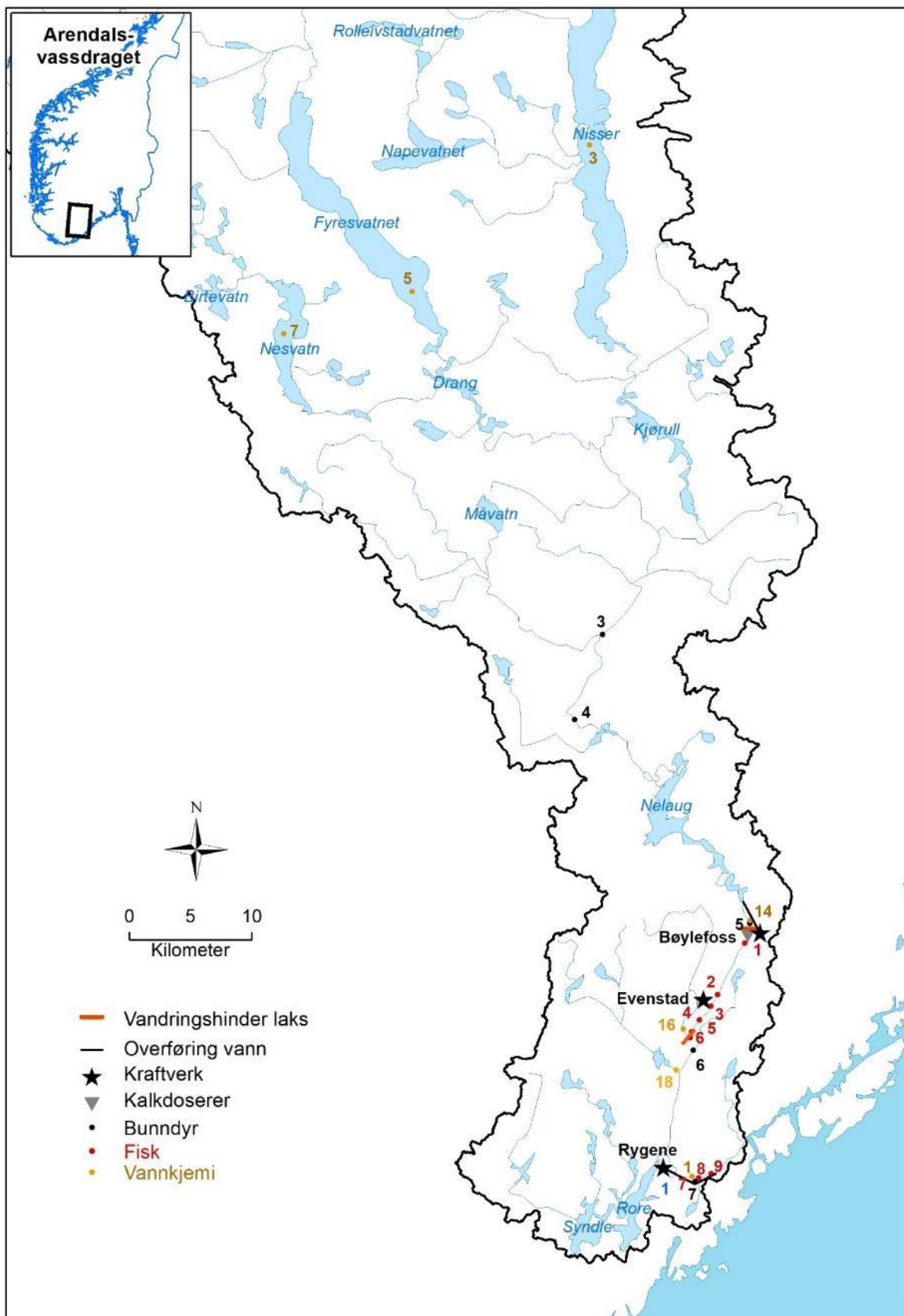
For å avbøte negative effekter av sur nedbør på vannkvalitet, har det siden 1996 vært gjennomført omfattende kalkingsvirksomhet i Arendalsvassdraget. I vestre deler av gamle Telemark fylke har kalkingsvirksomheten bestått av innsjøkalking. I 2018 ble 133 innsjøer i Arendalsvassdraget behandlet med til sammen 334 tonn kalk (Anonym 2019). Imidlertid er den største kalktilførselen til Nidelva fra doseringsanlegget ved Bøylefoss (**figur 19**). Fra dette anlegget ble det i 2018 dosert ut 2 959 tonn kalk, noe som var omtrent halvparten av kalkforbruket i 2014 (Anonym 2019). I perioden 2010-2018 har det vært store årlige variasjoner i de tilførte kalkmengdene (**tabell 7**). Mesteparten av denne variasjonen skyldes ulike doseringer i anlegget ved Bøylefoss, som automatisk justerer kalkdosering ut fra variasjoner i vannkjemi og vannføringsforhold.

**Tabell 7.** Kalkforbruk (tonn CaCO<sub>3</sub>) i Arendalsvassdraget i perioden 2010-2018. Datagrunnlaget er hentet fra Anonym (2019).

| År                         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         | 2016         | 2017         | 2018         |
|----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Doseringsanlegg            | 3 776        | 4 173        | 2 977        | 3 791        | 6 264        | 3 404        | 2 226        | 2 291        | 2 929        |
| Innsjøkalking i Aust-Agder | 0            | 112          | 0            | 64           | 50           | 30           | 0            | 0            | 27           |
| Innsjøkalking i Telemark   | 657          | 466          | 466          | 502          | 363          | 379          | 361          | 334          | 327          |
| <b>Totalt kalkforbruk</b>  | <b>4 433</b> | <b>4 752</b> | <b>3 443</b> | <b>4 357</b> | <b>6 677</b> | <b>3 812</b> | <b>2 586</b> | <b>2 625</b> | <b>3 283</b> |

Vannkvalitetsovervåking i Arendalsvassdraget viser at det skjer langsomme endringer i de vannkjemiske forholdene i store innsjøer som Nisser, Fyresvatnet og Nesvatnet, noe som blant annet skyldes lange oppholdstider i disse innsjøene. Etter omfattende innsjøkalking på midten av 1990-tallet har innholdet av kalsium gradvis gått ned i innsjøene, samtidig som pH-verdiene gradvis har gått ned mot et nivå rundt pH 5,5 (Anonym 2019). I målestasjonen ved Rygene kraftverk hadde pH-verdiene en gradvis økning utover 1990-tallet, og hadde pH-verdier mellom 5,5 og 6,0 inntil doseringsstasjonen ved Bøylefoss ble etablert i 2005. Siden 2010 har pH ved Rygene ligget i området 6,0-6,5, med enkelte dropp ned til pH 5,7 (Anonym 2019).

Tovdalsvassdraget har i likhet med Arendalsvassdraget vært påvirket av sur nedbør og negative forsuringseffekter. Tovdalselva var regnet som et godt laksevassdrag på 1800-tallet (Haraldstad & Hesthagen 2003). I første halvdel av forrige århundre gikk laksefangstene dramatisk ned, og den lokale laksestammen forsvant fra vassdraget på slutten av 1960-tallet (Sivertsen 1989). Det har vært kalkingsvirksomhet i Tovdalsvassdraget siden 1996 (Anonym 2019). I tillegg til innsjøkalking har det i de senere år vært kalkdosering fra seks doseringsanlegg. Samlet kalkforbruk i perioden 2010-2018 har vært på omtrent samme nivå som i Arendalsvassdraget, med årlige variasjoner i kalkmengdene fra 3 661 tonn i 2017 til 6 983 tonn i 2014 (Anonym 2019).



**Figur 19.** Kart over nedbørsfeltet til Arendalsvassdraget med lokalisering av kalkdoserere, naturlig vandringshinder, vannkraftinstallasjoner og undersøkelseslokaliteter for bunndyr, fisk og vannprøver. Figuren er hentet fra Anonym (2018).

## Effekter av fremmede fiskearter

I de fire undersøkte elvene på Sørlandet er det forekomster av flere fiskearter som er fremmede for de naturlige fiskesamfunnene (Hesthagen & Sandlund 2016a). Gjedde, sørv og ørekyt er fremmede for regionen, mens suter og pukkellaks er fremmed for landet. I en utredning om tiltak mot fremmede fiskearter i Telemarkskanalen (Anonym 2020), er det gjort en gjennomgang av ulike økologiske effekter av gjedde og suter. Begge disse artene forekommer i Nidelva, der bestandene av laks og aure er på et uforholdsmessig lavt nivå. Tidligere er det gjort flere undersøkelser av økologiske effekter av introduksjon av ørekyt og suter, mens det er litt mindre kunnskap om hvilke effekter introduksjon av abbor har på stedege fiskebestander. Spesielt i forbindelse med vurderinger av bestandsstatus for laks og aure i Nidelva og Tovdalselva, kan kjente effekter av fremmede fiskearter være et svært nyttig bakteppe.

**Gjedde** er regionalt fremmed for Sørlandet, og er en rovfisk som har en sirkumpolar utbredelse i Nord-Amerika og Eurasia. Gjedde tilbringer vanligvis hele livsløpet i ferskvann, men kan også forekomme i brakkvannsområder. Etter at gjedda når en viss størrelse vil fisk ofte utgjøre hovedkilden til mat, noe som gjør at gjedde ofte gjør stor skade når den blir spredt til nye vannforekomster, der stedege fiskearter ikke er tilpasset sameksistens med gjedde. Norge ligger i utkanten av gjeddas naturlige utbredelsesområde. Før menneskene startet å spre gjedde fantes den i hovedsak i sørlige deler av landet, samt i vassdrag som drenerer i østlig retning. Gjeddas utbredelse er i endring som følge av at den gradvis koloniserer nye vassdrag som følge av flytting og god spredningsevne. Menneskelig aktivitet har i stor grad bidratt til spredning av arten som følge av blant annet etablering av nye vannkanaler og utsetting til nye vassdrag. Slike inngrep og hendelser opp gjennom århundrer gjør det vanskelig å definere gjeddas naturlige utbredelsesområde (Taylor 2004).

Gjedde er en meget rask fisk som har større kapasitet til å svømme fort over korte strekninger enn laks, men evnen til å holde høy svømmehastighet over tid er lavere (Blake 2004). Elveavsnitt med vannhastigheter over 1,5 m/s ser ut til å hemme vandring, men gjedde kan komme seg forbi partier med vesentlig høyere vannhastigheter dersom strekningene ikke er så lange. Kroppsform og finneplacering, med ryggfinne og gattfinne langt bak på kroppen, gjør at gjedde kan oppnå høy hastighet i løpet av kort tid (Scott & Crossman 1973, Webb 1978, Hubbs & Lagler 2004). Det er dokumentert at små gjedder kan oppnå en hastighet på sju sekundmeter i korte utfall mot byttfisk (Harper & Blake 1991). Større gjedder kan antakeligvis oppnå vesentlig høyere hastigheter. Gjedde er derfor i stand til å komme seg forbi mindre hindringer som stryk, korte fallparti og lave terskler, dersom de mest utfordrende strekningene ikke overstiger 20 meter.

Flere studier har vist at introduksjon av gjedde kan gi alvorlige følger for andre laksefisk. De store økologiske konsekvensene som følge av at gjedde spres til nye vannforekomster, skyldes blant annet at gjedde er opportunistisk og effektiv som fiskespiser. Som toppredator har den en betydelig kapasitet til å tilpasse seg mange ulike akvatiske samfunn, og den viser lav grad av preferanser for spesielle arter av byttfisk. Negative effekter på sportsfiske er dokumentert i flere vassdrag i Nord-Amerika (McMahon & Bennett 1996). I vassdrag i Montana medførte introduksjon av gjedde bestandsreduksjoner som følge av predasjon (McMahon & Bennett 1996, Muhl-feld mfl. 2008). I en studie i Alaska ble det funnet at introduksjon av gjedde førte til en dramatisk reduksjon i bestanden av trepigget stingsild. I en annen studie i Alaska fant Haught & Van Hippel (2011) at flere fiskearter ble utryddet etter introduksjon av gjedde, og forskerne antok at dette skyldtes gjeddas påvirkning av innsjøenes økologiske sammensetning.

Byström mfl. (2007) studerte effektene av introdusert gjedde i en innsjø hvor røye var toppredator, med nipigget stingsild som et av sine viktigste byttedyr. Effektene av gjedde var omfattende på flere trofiske nivå. Gjedda overtok rollen som toppredator fra røya, og den tidligere tette bestanden av nipigget stingsild ble sterkt redusert. Røya ble utryddet som følge av en kombinert effekt av predasjon og konkurranse fra gjedda. Tilsvarende effekter på aure og laks er også dokumentert flere steder i Europa (Broughton & Fisher 1981). Gjedde kan etter kolonisering spre seg utover tilgjengelige områder i innsjøer og elver (Haugen mfl. 2006). Hunngjedder har vist seg å vandre over større områder i elvesystem enn hanngjedder (Koed mfl. 2006). I enhver

bestand vil det finnes individer som forsøker å kolonisere nye områder, og risiko for videre spredning øker derfor etter hvert som bestandsstørrelsen øker. Ut fra en samlet vurdering har Artsdatabanken vurdert at gjedde tilhører kategorien *svært høy risiko* i den nasjonale fremmedartslista (Forsgren mfl. 2018a).

**Sørv** er regionalt fremmed for Sørlandet. Artens naturlige utbredelsesområde er i hovedsak begrenset til sørøstlige deler av Østlandet (Huitfeldt-Kaas 1918). Sørv er mest vanlig i Haldenvassdraget, Glommavassdraget og Mossevassdraget. Sørv har i løpet av de siste tiårene blitt spredt til flere fylker og vassdrag. Dette gjelder ikke minst i tidligere Aust-Agder, der det har vært kjent spredning siden 1940-tallet. I 2012 ble det påvist sørv i nærmere 60 lokaliteter i Aust-Agder (Kleiven & Hesthagen 2012), og senere er det rapportert om sørv i ytterligere 11 lokaliteter (Hesthagen & Sandlund 2015). Også i tidligere Vest-Agder har sørv etablert seg i flere innsjøer i de senere år, og forekommer sannsynligvis i minst 10-15 lokaliteter (Forsgren mfl. 2018b?). Sørv er i stor grad spedt av mennesker til nye vannforekomster. Sørv har trolig blitt satt ut i flere vassdrag på Sørlandet fordi den er benyttet som agn ved fiske etter ål (Hesthagen & Sandlund 2012). Sørv har generelt sett et stort invasjonspotensial, og størst i laveliggende innsjøer langs kysten. Sørv er til en viss grad avhengig av vegetasjon i strandsonen for vellykket reproduksjon (Pethon 2005), og krever en vanntemperatur på omtrent 15 grader før gyting finner sted (Kottelat & Freyhof 2007).

Det er begrenset kunnskap om sørvs rolle i norske innsjøer, men ut fra studier i andre land er det sannsynlig at den påvirker stedegne arter (Garcia-Berthou & Moreno-Amich 2000). Sørv spiser gjerne plantemateriale og detritus, men også dyreplankton og bunndyr inngår i dietten. Sørv er betraktet som en av de mest plantespisende artene i europeisk fiskefauna, men kan likevel ha liten effekt på forekomsten av vannplanter (Dorenbosch & Bakker 2012). Sørv kan også skifte diett gjennom livssyklusen. I New Zealand skiftet introdusert sørv diett fra plankton og små bunndyr hos årsyngel, via større bunndyr hos middels stor fisk, til plantemateriale hos større individ (Hicks 2003). Introdusert sørv i Nord-Amerika kan spise fiskeyngel om våren (Guinan mfl. 2015). Her i landet har spredningen av sørv trolig hatt store negative konsekvenser for flere aurebestander på Sørlandet (Kleiven & Hesthagen 2012). I Bjellandsvatnet i Tvedestrand kommune ble sørv introdusert tidlig på 1980-tallet. Under prøvefiske i dette tidligere aurevannet i juni 1995, ble det fanget til sammen 198 sørv, 238 abbor og bare én aure (Knutsen 1995). Artsdatabanken har vurdert at den økologiske effekten av sørv på fiskesamfunn er middels stor, slik at arten er plassert i kategorien *svært høy risiko* i den nasjonale fremmedartslista (Forsgren mfl. 2018c).

**Suter** trives best i mindre innsjøer og dammer med mye vegetasjon, og arten forekommer i liten grad i innsjøer med steinbunn. De kan klare seg under dårlige oksygenforhold, er usedvanlig hardfør og kan overleve et lengre opphold utenfor vann. Dietten er varierende og består av små muslinger, snegler, insektlarver, detritus og plantedeler (Pethon 2005, Richardson 2004, Kottelat & Freyhof 2007). Suter er ofte skjulsøkende på dagtid og aktivt furasjerende på nattetid. Om vinteren går de i dvale, gjerne godt nedgravd i slam (Pethon 2005). Suter gyter i tett vegetasjon i flere perioder i juni og juli, og det kreves en temperatur på over 19 grader før gyting finner sted (Kottelat & Freyhof 2007). En stor hunn kan produsere opp til 830 000 egg som klebes til vannplanter og gjenstander på bunnen (Pethon 2005). Eggene klekkes etter seks-åtte døgn, og larvene sitter festet til egget i omtrent ti døgn. Så snart plommesekken er fortært begynner larvene å spise planktoniske krepsdyr, hjuldyr og andre smådyr i vann.

Suter ble innført til Solborgvatnet i Øyestad ved Arendal i Aust-Agder av tyske eller nederlandske gruvearbeidere i perioden 1810-1820 (Huitfeldt-Kaas 1918). En gang før 1850 ble det også innført suter til en lokalitet i parken ved Nes Verk i nærheten av Tvedestrand. Fram til tidlig på 1900-tallet hadde suter spredt seg til flere vann i traktene rundt Arendal, og til lokaliteter i nedre deler av Telemark. I disse områdene har spredningen pågått gjennom hele 1900-tallet (Hesthagen & Kleiven 2010, Kleiven & Hesthagen 2012). Det har imidlertid vært en viss uenighet om hvor omfattende spredningen har vært i senere år (Nilssen & Wærvågen 2001, Kleiven 2001). På Sørlandet er det nå suter i over hundre lokaliteter, med Arendalsvassdraget som kjerneområde



(Hesthagen & Kleiven 2010, Kleiven & Hesthagen 2012). I dag er det trolig suter i mer enn 200 norske innsjøer i de sørligste delene av landet (Hesthagen & Sandlund 2016a).

Produksjonen av andre fiskearter vil kunne bli påvirket av suter gjennom konkurranse om plass og næring. Suter er spesielt næringskonkurrent til andre karpesfiskerter (Giles mfl. 1990). Den kan også bidra til resirkulering av næringssalter, og dermed økt gjødsling av vannmassene gjennom graving og oppvirvling av bunnsedimenter og ekskresjon (Richardson 2004). Suter kan også hybridisere med andre karpesfiskerter som brasme (Mamacarz mfl. 2006). Det er ukjent om avkommene er fertile. I innsjøer på Sørlandet er det påvist stygge sår på kroppen hos suter, som trolig dreier seg om en bakterieinfeksjon (Kleiven & Hesthagen 2012). Det kan ikke utelukkes at smitte blir overført mellom innsjøer. Suter kan trolig også desimere rødlistete amfibiearter (Gardner 2001, Denoel mfl. 2016). Det er med stor sannsynlighet rødlistete amfibiearter i mange av de lokalitetene hvor det er satt ut suter eller andre fiskearter. I en dam i Vestfold ble det registrert en dramatisk nedgang i bestanden av stor salamander etter utsetting av suter, og det er usikkert på om salamander også ble utryddet i denne vannforekomsten. Ut fra en samlet vurdering har Artsdatabanken vurdert at suter tilhører kategorien *høy risiko* i den nasjonale fremmedartslista (Forsgren mfl. 2018d).

**Ørekyt** er en regionalt fremmed art på Sørlandet. I Sør-Norge er ørekytas naturlige utbredelse i hovedsak begrenset til sørøstlige områder (Huitfeldt-Kaas 1918). Den er relativt vanlig i deler av Viken og Innlandet inkludert Mjøsa, Lågvassdraget, Glommavassdraget og Trysilvassdraget. I Trøndelag er det noen naturlige bestander av ørekyt i Rørosområdet og i noen få lokaliteter som drenerer østover til Sverige. Spredningen av ørekyt har foregått minst siden slutten av 1800-tallet (Huitfeldt-Kaas 1918). I løpet av 1900-tallet har spredningen vært svært omfattende (Hesthagen & Sandlund 1997, Hesthagen & Sandlund 2006, Museth mfl. 2007). Spredningen av ørekyt skyldes hovedsakelig at den er brukt som levende agn ved fiske. I tillegg har det skjedd spredning i forbindelse med utsettinger av aure og via overføringstuneller i regulerte vassdrag (Borgstrøm 1973, Lillehammer & Saltveit 1979, Saltveit & Brabrand 1991, Saltveit & Brabrand 1992). Ørekyt vurderes å ha et stort invasjonspotensial fordi motivasjonen blant personer som sprer fisk anses som relativt høyt for denne arten. Det skyldes at mennesker bevisst eller ubevisst i stor grad har satt ut ørekyt i nye vannforekomster. Denne utviklingen har fortsatt i de siste tiårene. Ørekyt har også god naturlig spredningsevne siden den kan svømme opp relativt strøelver og bekker (Holthe mfl. 2005, Holthe mfl. 2009).

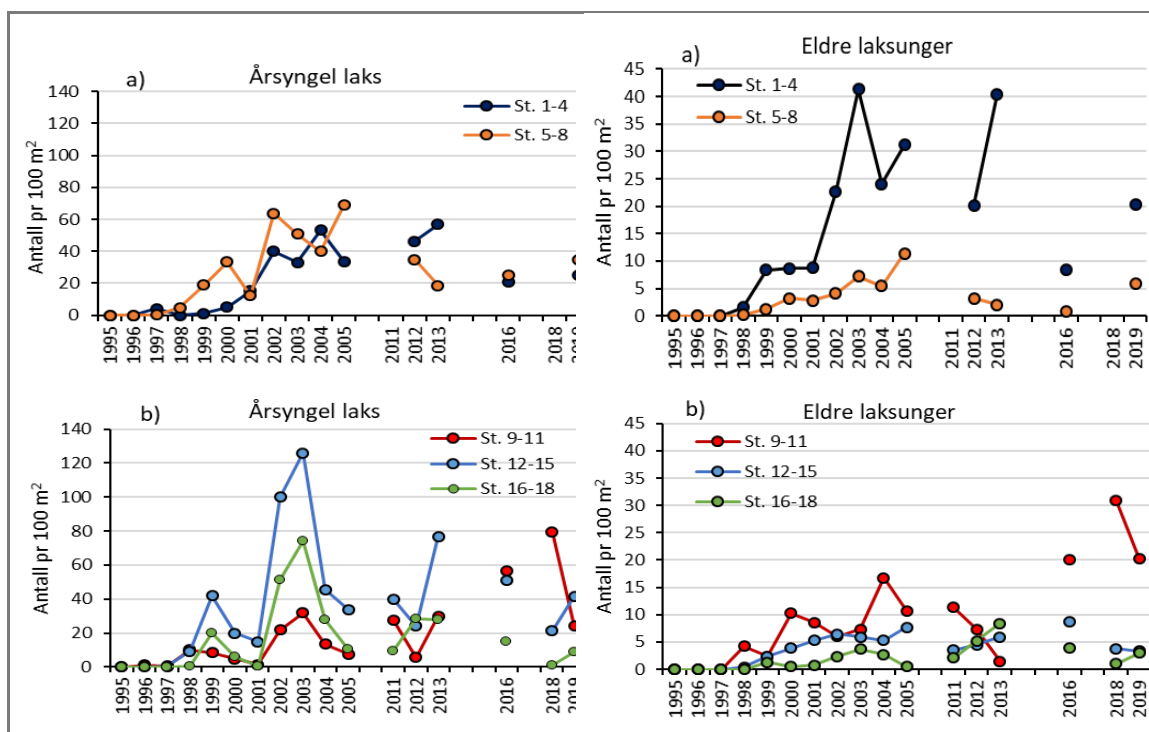
Ørekyt vurderes til å ha stor økologisk effekt. Arten etablerer spesielt tette bestander i grunne, vegetasjonsrike innsjøer. I dype innsjøer med bratte bredder blir ørekyt begrenset til små arealer langs land. Dersom konkurransen fra andre fiskearter er sterk kan ikke ørekyt utvikle tette bestander. I innsjøer med tette bestander er ørekyt en sterk konkurrent til aureunger om plass og næring, både i strandsonen og i gyte- og oppvekstbekker (Museth mfl. 2002, Borgstrøm & Brittain 2010, Borgstrøm mfl. 2010, Museth mfl. 2010). Ørekyt kan også spise nyklekt årsyngel av aure. Analyse av garnfangster fra norske innsjøer viser en nedgang i utbyttet av aure på om lag 35 % der ørekyt er satt ut og har etablert seg (Museth mfl. 2007). Det ser ut til at ørekyt betyr lite som næring for aure. Dette skyldes trolig at ørekyt har en effektiv beskyttelse mot rovfisk ved at den går i stim, og at det er begrenset habitatoverlapp mellom ørekyt og aure. Ørekyt synes å være mer eksponert for predasjon fra aure i løpet av gyteperioden om våren (Museth mfl. 2003). Ørekyt kan være infisert av flere parasittarter, men det synes å være liten utveksling av makroparasitter med andre fiskearter som for eksempel aure (Hartvigsen 1997). Ut fra en samlet vurdering har Artsdatabanken vurdert at ørekyt tilhører kategorien *svært høy risiko* i den nasjonale fremmedartslista (Forsgren mfl. 2018b).

## Resultater fra tidligere undersøkelser

I og med at det er gjennomført omfattende kalkingsvirksomhet i Mandalvassdraget, Arendalsvassdraget og Tovdalselva, er det i forbindelse med overvåkingsvirksomhet gjennomført regelmessige ungfiskundersøkelser med strandnært elektrisk fiske. Resultatene fra disse ungfiskundersøkelsene er derfor et nyttig bakteppe for ungfiskundersøkelsene som ble gjennomført i august-september 2019.

**Mandalvassdraget:** Den opprinnelige laksestammen i Mandalselva anses som tapt (Sivertsen 1989). Selv om det ble fanget en del laks i Mandalselva på 1970- og 1980-tallet, ble det ikke påvist laksunger i vassdraget på den tiden. Årlig overvåking av ungfisk av laks og aure med strandnært elektrisk fiske startet i 1995 i forbindelse med kalkingen av Mandalvassdraget fra 1997 (Anonym 2020). Det inngår 18 stasjoner i overvåkingen av ungfisk i Mandalselva. Den nederst elfiskestasjonen ligger ved Nedre Brinsdal, mens den øverste ligger i Kosåna som er ei sidegrein til Mandalselva (Hindar mfl. 2020). Stasjonene 5-8 i det strandnære fisket tilsvarer stasjonene 1-7 i det elektriske båtfisket, og er de eneste stasjonene i de to prosjektene som ligger i samme del av elva.

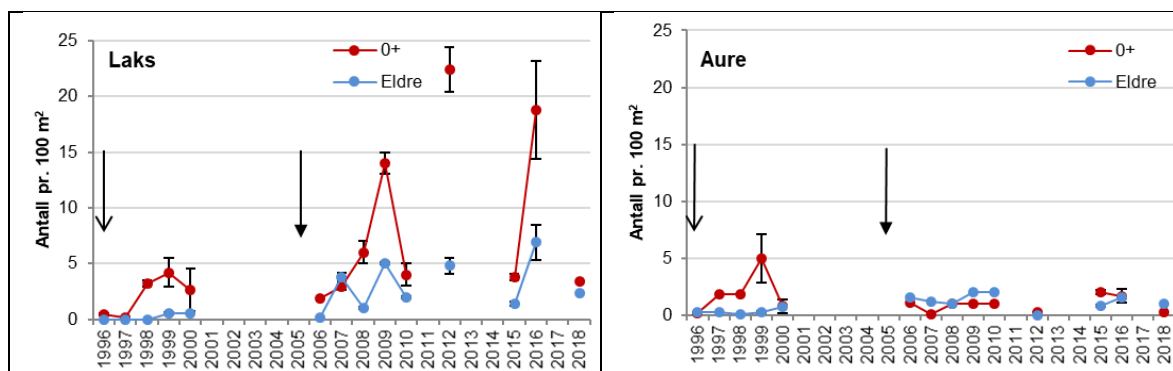
Etter oppstart av ungfiskovervåking ble de første årsynglene av laks påvist i 1996 i området med stasjonene 9-11 (**figur 20**). Året etter ble det registrert årsyngel av laks i alle elveavsnitt, mens de første eldre laksungene ble påvist i 1998. Siden har tettheten av laksunger økt, men med til dels store mellomårsvariasjoner. I takt med økningen i tetthet av laksunger, har tettheten av aureunger blitt redusert til et minimum. De fire øverste stasjonene har bidratt mest til tettheten av eldre laksunger gjennom hele 2000-tallet. I de tre siste undersøkelsesårene i perioden 2016-2019 har minstevannføringsløpet bidratt sterkere i produksjonen av eldre laksunger. I regi av Miljødesignprosjektet i Mandalselva (Forseth mfl. 2019) er det gjennomført store biotopforbedringer, slik at minstevannføringsløpet har fått økt betydning som gyte- og oppvekstområde for laks.



**Figur 20.** Beregnet tetthet av laksunger på to områder oppstrøms (a) og tre områder nedstrøms Manflåvatnet i Mandalselva i perioden 1995-2019. Grunnlagsdata for de ulike elveavsnittene mangler for perioden 2006-2010. Pilen markerer fullkalking av elva fra 1997. Figuren er hentet fra Anonym (2020).

**Nidelva:** Den opprinnelige laksebestanden i Arendalsvassdraget er utdødd på grunn av forsurening. Ungfiskovervåkning startet høsten 1996 i Nidelva opp til Bøylefoss (Hindar mfl. 1997). Arendalsvassdraget er et av de mest gjennomregulerte vassdragene i Norge med til sammen 16 kraftverk. Den øverste ungfiskstasjonen ligger nedstrøms Bøylefoss, mens nederste stasjonen ligger ved Helle (**figur 19**). Stasjonene ved Espeland, Froland, Songeelva og Helle, tilsvarer stasjonene 2, 3, 4 og 18-19 under det elektriske båtfisket. Det er generelt fanget få laksunger på de ni stasjonene som er med i overvåkingsprogrammet (**figur 21**). Det er hovedsakelig to stasjoner som bidrar til den totale tettheten av laksunger i elva; stasjon ved Espeland og stasjonen ved Kvikshaug. Årsyngel dominerer på begge stasjonene. På stasjonen i Songeelva har det tidligere vært brukbart med eldre laksunger, men i 2018 ble det bare registrert tre eldre individer her.

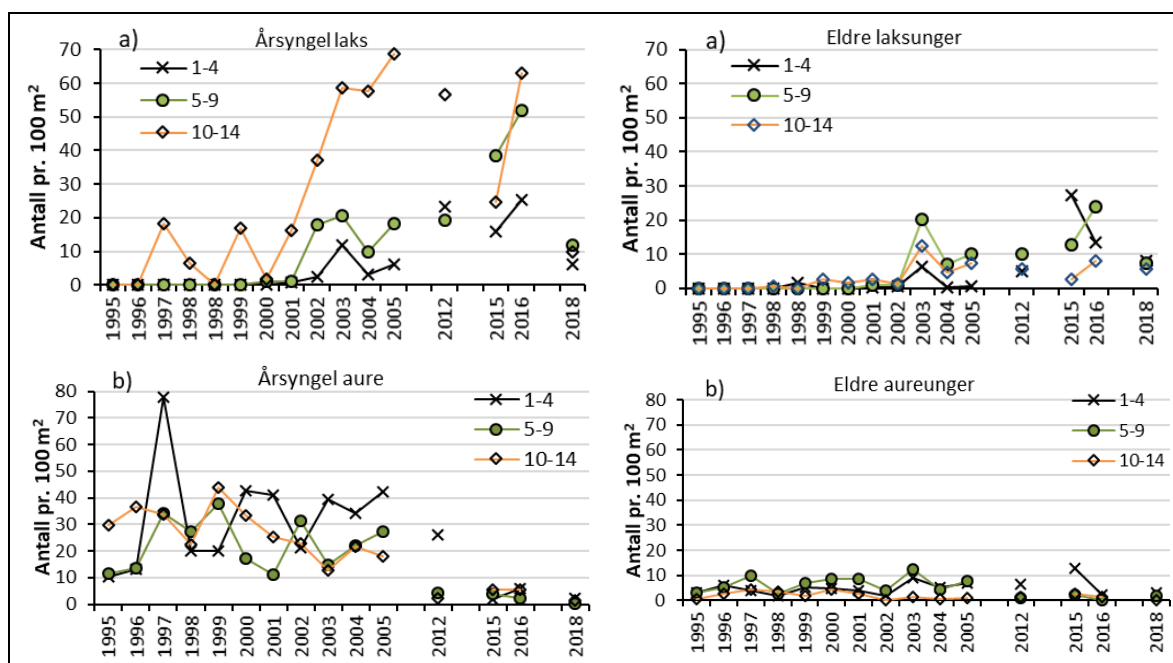
Det er til tider svært dårlig vannkvalitet i Songeelva (Anonym 2020). Substratet på stasjonen ved Rygene var i 2018 dekt av et tykt lag med tremasse som stammer fra Rygene tremassefabrikk. Det fører til at det i området like nedstrøms fabrikken er vanskelig for ungfisken å finne skjul. Her ble det da heller ikke registrert ungfisk i 2018 (Anonym 2019). Tettheten av aureunger har vært svært lav i hele undersøkelsesperioden (**figur 21**). Nidelva er sterkt regulert, og store områder er stilleflytende med et lite egnet gytesubstrat for laks og aure. Det er gjennomført ulike tiltak i Nidelva blant annet i form av utlegging av gytesubstrat ved Blakstad og Refsnes. I området ved Espeland, nedstrøms det som er regnet som de beste gyteområdene, er det lagt ut større steiner for å skape mer skjul for eldre laksunger.



**Figur 21.** Beregnet tetthet av laks- og aureunger i Nidelva (Arendalsvassdraget) i perioden 1996-2018, inkludert Songeelva i perioden 2006-2010 og 2015-2018. Pilene angir tidspunkt for start på kalking i innsjøer og elv. Figuren er hentet fra Anonym (2019).

**Tovdalselva:** I forbindelse med oppstart av kalkingsvirksomheten i 1996 opprettet miljømyndighetene et reetableringsprosjekt med fokus på kalking og reetablering av laks i vassdraget. Overvåkingen av ungfisk av laks og aure startet i 1995, og de første registreringene av laksunger ble gjort i 1997 (Larsen 1998). I løpet av perioden 2000-2012 er det lagt ut mer enn tre millioner øyerogn fra Storelvstammen (Hesthagen 2011). Rognutleggingen har vært utført på utvalgte områder på strekningen mellom Teinefossen og utløpet av Herefossfjorden. Det var svært lave tettheter av laksyngel og eldre laksunger i 2018, og det laveste nivået siden 2006 (**figur 22**).

Tettheten av aureyngel har vist en nedadgående trend siden toppåret i 1997, og var på et svært lavt nivå i 2018. Siden 2002 har tettheten av laksyngel vært høyest i nedre deler av Tovdalselva (nedstrøms Flaksvannet) og lavest i de øvre delene. Det har vært motsatt for eldre laksunger, som har hatt høyest tetthet oppstrøms Flaksvannet. Årsaken til dette er mest sannsynlig at stasjonene i nedre del har et mer tettpakket substrat som gir dårlig skjul for større fisk. Tettheten av aureyngel har vist en nedadgående trend siden toppåret i 1997. Tettheten av eldre aureunger har variert lite over år, mellom to og sju individer per. 100 m<sup>2</sup> i hele perioden 1995-2018. Aureyngel var godt representert i alle elveavsnitt fram til tidlig på 2000-tallet, da laksunger etter hvert ble tallmessig dominerende.



**Figur 22.** Beregnet tetthet (antall individer per 100 m<sup>2</sup>) av ungfisk av laks (a) og aure (b) i Tovdalselva i perioden 1995-2018. Grunnlagsdata for de tre elveavsnittene mangler for perioden 2006-2010. Pilen markerer fullkalking av elva fra 1997. Figuren er hentet fra Anonym (2019).

### 4.3 Oppsummering og anbefalinger

Erfaringene fra seks dagers feltarbeid høsten 2019 er at elektrisk båtfiske kan anvendes som metode for å kartlegge fiskesamfunn og forekomst av laksunger. Basert på foreliggende kunnskap om fiskesamfunn i de fire elvene og i regionen, ble alle vanlig forekommende arter fanget under det elektriske båtfisket. I tillegg til naturlig forekommende arter ble det fanget flere fremmede fiskearter, deriblant nasjonalt fremmede arter som suter og pukkellaks. Pukkellaks kan enkelte år invadere norske laksevassdrag, og det var spesielt mange registreringer av pukkellaks i store deler av landet i 2017 og 2019. Under feltarbeidet ble det ikke gjort noen registreringer som tydet på at effekten av det elektriske feltet på fisk var dårligere enn i andre undersøkte vassdrag, i form av at en uvanlig stor andel av observerte fisk rømte fra strømfeltet. Følgelig er det ikke grunn til å anta at fangbarheten under elektrisk båtfiske var uforholdsmessig lav sammenlignet med tilsvarende undersøkelser i andre laksevassdrag.

De undersøkte elvene skiller seg likevel en del fra andre undersøkte vassdrag i Norge. Først og fremst er det langt mer og bedre utviklet vannvegetasjon på Sørlandet enn i elvene lenger nord. I områder med tett vegetasjon av takrør, nøkkerose, bukkeblad, elvesnelle, tusenblad og krypsiv, var det vesentlig vanskeligere å håve observerte fisk enn i laksevassdrag der elvebunnen er helt fri for vegetasjon. Spesielt vanskelig var det i områder med tett kantvegetasjon eller mye krypsiv, noe som gjorde at det var vanskelig å komme nært nok land. Dette medførte at båten i perioder var på for dypt vann til at fisk ble bedøvet av strømmen. I tillegg var det et problem at krypsiv ble trukket inn i turbinen på motoren, noe som minsket motorkraften og manøvrerbarheten til båten. På den andre side medførte lave vannhastigheter til at man fikk langt bedre tid til å fange fisk enn det som er normalt. Tilsvarende var det mindre flukttendens hos laksunger enn normalt, siden det var rik tilgang på skjul i de vegetasjonsrike elvene. Siden negative og positive effekter på fangbarhet langt på vei nullet ut hverandre, er det grunn til å anta at det var forholdsvis normal fangbarhet under elektrisk båtfiske på Sørlandet.

En sammenligning av fangst per innsatsenhet viser at Otra hadde betydelig høyere fangster av laksunger enn de tre andre vassdragene. Sammenlignet med laksevassdrag i Midt-Norge og Nord-Norge var laksefangstene i Otra på omtrent samme nivå som i Orkla, Gaula, Namsen, Røssåga og Tanaelva. Nidelva utmerket seg negativt med betydelig lavere fangster enn i noen andre undersøkte laksevassdrag i perioden 2012-2019. Når det gjelder aure var fangstene i Mandalselva, Otra og Tovdalselva på omtrent samme nivå, og innenfor lignende størrelsesorden som i Orkla, Gaula, Namsen, Bjøra og Ranaelva. Aurefangstene i Nidelva var svært lave, og på nivå med det som ble funnet i Tanaelva i 2014. I og med at både laksefangster og aurefangster var spesielt lave i Nidelva, er det grunn til å rette en spesiell oppmerksomhet på mulige årsaksforhold til dårlig bestandsstatus for sjøvandrende laksefisk i Arendalsvassdraget.

Det er til dels store forskjeller i fiskesamfunn og forekomst av laksunger i de fire undersøkte vassdragene på Sørlandet. Generelt sett vurderes bestandsstatus hos laks å være best i Otra og Mandalselva, mens bestandsstatus hos både laks og sjøaure i Nidelva er svært dårlig. En fellesnevner for alle fire vassdrag er at de har vært påvirket av sur nedbør, samt at forsuring fortsatt er en bestandsreduserende faktor for sjøvandrende laksefisk. Lakseførende deler av Mandalselva, Nidelva og Otra er i tillegg påvirket av vassdragsregulering. Påvirkningsgraden er aller størst i Mandalselva og Nidelva, siden det i disse vassdragene er utløp av kraftverk i sentrale deler av lakseførende strekning. I tillegg til forsuring og vassdragsregulering er introduksjon av fremmede fiskearter en negativ påvirkningsfaktor i Nidelva og Tovdalselva. Det er sannsynlig at predasjon og konkurranse fra fremmede arter er en viktig forklaring på at disse to elvene utmerker seg negativt. På grunn av den dårlige bestandssituasjonen i Nidelva må vassdraget ses på som et restaureringsobjekt, der en rekke tiltak må gjennomføres for å bygge opp livskraftige bestander av laks og sjøaure.

## 5 Referanser

- Allan, J.D. 1995. Stream ecology: structure and function of running waters. Chapman & Hall, London, 388 sider.
- Anonym 2011. Kalking i laksevasdrag. Effektkontroll 2010. DN-notat 4-2011. Direktoratet for naturforvaltning.
- Anonym 2019. Kalking i laksevasdrag skadet av sur nedbør. Tiltaksovervåking i 2018. Rapport M-1566:2019. Miljødirektoratet.
- Anonym 2020. Forslag til tiltak mot fremmede fiskearter i Telemarkskanalen. Oppdragsrapport M-1691-2000. Miljødirektoratet.
- Armstrong, J.D., Kemp, P.S., Kennedy, G.J.A., Ladle, M. & Milner, N.J. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. Fisheries Research 62, 143-170.
- Berntsen, H.H., Sandlund, O.T., Thorstad, E.B. & Fiske, P. 2020. Pukkellaks i Norge, 2019. NINA Rapport 1821. Norsk institutt for naturforskning.
- Blake, R.W. 2004. Fish functional design and swimming performance. Journal of Fish Biology 65, 1193-1222.
- Bogen, J. 1997. Erosjon og sedimenttransport i Atnavassdraget. I Samlerapport for Atnavassdraget i perioden 1985-1995 (Fagerlund, K.H. & Grundt, Ø., red.). FORSKREF Rapport 02-1997, 35-59.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - theory and practice with special emphasis on salmonids. Hydrobiologia 173, 9-43.
- Borgstrøm, R. 1973. Spredning av ørekyt. Jakt, Fiske & Friluftsliv 12, 28-29
- Borgstrøm, R. & Skaala, Ø. 1993. Size-dependent catchability of brown trout and Atlantic salmon parr by electrofishing in a low conductivity stream. Nordic Journal of Freshwater Research 68, 14-21.
- Borgstrøm, R. & Brittain, J.E. 2010. Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake Øvre Heimdalsvatn; a result of abundant resources or forced niche overlap? Hydrobiologia 642, 93-100.
- Borgstrøm, R., Museth, J. & Brittain, J.E. 2010. The brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: long-term changes in population dynamics due to exploitation and the invasive species, European minnow (*Phoxinus phoxinus*). Hydrobiologia 642, 81-91
- Bremset, G. 2000. Seasonal and diel changes in behaviour, microhabitat use and preferences by young pool-dwelling Atlantic salmon, *Salmo salar*, and brown trout, *Salmo trutta*. Environmental Biology of Fishes 59, 163-179.
- Bremset, G. & Berg, O.K. 1999. Three-dimensional microhabitat use by young pool-dwelling Atlantic salmon and brown trout. Animal Behaviour 58, 1047-1059.
- Bremset, G. & Museth, J. 2019. Fiskebiologiske undersøkelser i Mandalselva, Nidelva, Otra og Tovdalselva. Resultater fra elektrisk båtfiske i 2019. NINA Prosjektnotat 173. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Berg, M., Berger, H.M., Dokk, J.G. & Museth, J. 2012. Ungfiskundersøkelser i Namsen. Forsøk med bruk av elektrisk fiskebåt. NINA Rapport 870. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L. & Sandlund, O.T. 2015. Elektrisk fiske – faktorer som påvirker fangbarhet av ungfisk. Resultater fra eksperimentelle feltstudier 2010-2014. NINA Rapport 1147. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Holthe, E., Berg, M., Museth, J., Skei, B.B., Jensås, J.G., Ulvan, E.M. & Lo, H. 2017. Fiskebiologiske undersøkelser i Røssåga. Årsrapport for 2016. NINA Rapport 1367. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Holthe, E., Museth, J., Jensås, J.G., Sollien, V.P. & Ulvan, E.M. 2018. Fiskebiologiske undersøkelser i Røssåga. Årsrapport for 2017. NINA Rapport 1508. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Jensås, J.G., Berg, M., Havn, T.B., Bækkeli, K.A.E., Ulvan, E.M. & Jensen, A.J. 2019a. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Sluttrapport fra undersøkelsene i perioden 2014-2018. NINA Rapport 1585. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Holthe, E., Berg, M., Museth, J., Jensås, J.G. & Ulvan, E.M. 2019b. Fiskebiologiske undersøkelser i Røssåga. Årsrapport for 2018. NINA Rapport 1558. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Holthe, E., Jensås, J.G., Ulvan, E.M. & Museth, J. 2020. Fiskebiologiske undersøkelser i Røssåga. Årsrapport for 2019. NINA Rapport 1769. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Holthe, E., Berg, M., Jensås, J.G., Ulvan, E.M., Dokk, J.G. & Museth, J. 2021a. Fiskebiologiske undersøkelser i Røssåga. Samlerapport fra undersøkelser i perioden 2016-2020. NINA Rapport 1947. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Museth, J., Dokk, J.G. & Holter, T. 2021b. Overvåking av fiskebestander i store elver. Erfaringer med elektrisk båtfiske i norske laksevassdrag. NINA Rapport 1828. Norsk institutt for naturforskning.

Broughton, N.M & Fisher, K.A.M 1981. A comparison of three methods of pike (*Esox lucius* L.) removal from a lowland trout fishery. Fisheries Management 12, 101-106.

Byström, P., Karlsson, J., Nilsson, P., Van Kooten, T. & Olofsson, F. 2007. Substitution of top predators: effects of pike invasion in a subarctic lake. Freshwater Biology 52, 1271-1280.

Denoel, M., Scime, P., & Zambelli, N. 2016. Newt life after fish introduction: extirpation of pedomorphosis in a mountain fish lake and newt use of satellite pools. Current Zoology 62, 61-69.

Dorenbosch, M. & Bakker, E.S. 2012. Effects of contrasting omnivorous fish on submerged macrophyte biomass in temperate lakes: a mesocosm experiment. Freshwater Biology 57, 1360-1372.

Finstad, A.G., Einum, S., Forseth, T. & Ugedal, O. 2007. Shelter availability affects size-dependent and mean growth of juvenile Atlantic salmon. Freshwater Biology 52, 1710-1718.

Finstad, A.G., Armstrong, J.D. & Nislow, K.H. 2011. Freshwater habitat requirements of Atlantic salmon. I Atlantic salmon ecology (Aas, Ø., Einum, S., Klemetsen, A., & Skurdal, J., red.). Blackwell Publishing Limited.

Foldvik, A., Bremset, G. & Dokk, J.G. 2015. Elektrisk båtfiske i Tanaelva. Kartlegging av fiske-samfunn i september 2014. NINA Rapport 1162. Norsk institutt for naturforskning.

- Forseth, T., Fjeldstad, H-P., Gabrielsen, S-E., Skår, B., Lamberg, A., Hedger, R., Kvingedal, E. & Havn, T. 2019. Miljødesign Mandalselva – samlet tiltaksplan og oppsummering. – NINA Rapport 1691. Norsk Institutt for naturforskning.
- Forseth, T. & Forsgren, E. 2008. El-fiske metodikk. Gamle problemer og nye utfordringer. NINA Rapport 488. Norsk institutt for naturforskning.
- Forseth, T., Næsje, T.F., Jensen, A.J., Saksgård, L. & Hvidsten, N.A. 1996. Ny forbitappings-ventil i Alta kraftverk: Betydning for laksebestanden. NINA Oppdragsmelding 392. Norsk institutt for naturforskning.
- Forseth, T., Berg, M. & Foldvik, A. 2017. Effekter på laks av ulike minstevannslipp i Aura. NINA Rapport 1324. Norsk institutt for naturforskning.
- Forsgren, E., Hesthagen, T., Finstad, A.G., Wienerroither, R., Nedreaas, K. & Bjelland, O. 2018a. *Esox lucius*, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018. Artsdatabanken.
- Forsgren, E., Hesthagen, T., Finstad, A.G., Wienerroither, R., Nedreaas, K. & Bjelland, O. 2018b. *Phoxinus phoxinus*, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018. Artsdatabanken.
- Forsgren, E., Hesthagen, T., Finstad, A.G., Wienerroither, R., Nedreaas, K. & Bjelland, O. 2018c. *Scardinius erythrophthalmus*, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018. Artsdatabanken.
- Forsgren, E., Hesthagen, T., Finstad, A.G., Wienerroither, R., Nedreaas, K. & Bjelland, O. 2018d. *Tinca tinca*, vurdering av økologisk risiko. Fremmedartslista 2018. Artsdatabanken.
- Fraser, N.H.C. & Metcalfe, N.B. 1997. The costs of becoming nocturnal: feeding efficiency in relation to light intensity in juvenile Atlantic Salmon. *Functional ecology* 11, 385-391.
- Gardner, T. 2001. Declining amphibian populations: a global phenomenon in conservation biology. *Animal Biodiversity and Conservation* 24, 25-44.
- Garcia-Berthou, E. & Moreno-Amich, R. 2000. Rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) introduced to the Iberian peninsula: feeding ecology in Lake Banyoles. *Hydrobiologia* 436, 159-164
- Giles, N., Street, M. & Wright, R.M. 1990. Diet composition and prey preference of tench, *Tinca tinca* (L.), common bream, *Abramis brama* (L.), perch, *Perca fluviatilis* L. and roach, *Rutilus rutilus* (L.), in two contrasting gravel pit lakes: potential trophic overlap with wildfowl. *Journal of Fish Biology* 37, 945-957.
- Guinan, M.E., Kapuscinski, K.L. & Teece, M.A. 2015. Seasonal diet shifts and trophic position of an invasive cyprinid, the rudd *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758), in the upper Niagara River. *Aquatic Invasions* 10, 217-225.
- Halleraker, J.H., Saltveit, S.J., Harby, A., Arnekleiv, J.V., Fjeldstad, H.-P. & Kohler, B. 2003. Factors influencing stranding of wild juvenile brown trout (*Salmo trutta*) during rapid and frequent flow decreases in an artificial stream. *River Research and Applications* 19, 589-603.
- Haraldstad, Ø., & Hesthagen, T. 2003. Laksen er tilbake i kalkede Sørlandselver. Reetableringsprosjektet 1997-2002. DN-utredning 2003-5. Direktoratet for naturforvaltning.
- Harper, D.G. & Blake, R.W. 1991. Prey capture and the fast-start performance of northern pike *Esox lucius*. *Journal of Experimental Biology* 155, 175-192.



- Hartvigsen, R. 1997. Spredning av parasitter ved innvandring og/eller introduksjon av nye fiskearter: spredning av ørekyt (*Phoxinus phoxinus*) til ørretvassdrag. NINA Oppdragsmelding 466. Norsk institutt for naturforskning.
- Haught, S. & Van Hippel, F.A. 2011. Invasive pike establishment in Cook Inlet Basin lakes, Alaska: diet, native fish abundance and lake environment. *Biological Invasions* 13, 2103-2114.
- Hedger, R.D., Diserud, O.H., Sandlund, O.T., Saksgård, L., Ugedal, O. & Bremset, G. 2018. Bias in estimates of electrofishing capture probability of juvenile Atlantic salmon, *Fisheries Research*, 208, 286-95.
- Hesthagen, T. & Hansen, L.P. 1991. Estimates of the annual loss of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Norway due to acidification. *Aquaculture and Fisheries Management* 22, 85-91.
- Hesthagen, T. & Kleiven, E. 2010. Forekomst av suter (*Tinca tinca*) på Sørlandet. NINA Minirapport 263. Norsk institutt for naturforskning.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 1997. Endringer i utbredelse av ørekyte i Norge: årsaker og effekter. NINA Fagrapport 13. Norsk institutt for naturforskning.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 2006. *Phoxinus phoxinus*. Nobanis - Invasive Alien Species Fact Sheet.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 2012. Gjedde, sørv og suter: status, vektorer og tiltak mot uønsket spredning. NINA Rapport 669. Norsk institutt for naturforskning.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 2015. Utvikling av metodikk for å påvise spredning av fiskearter i ferskvann. NINA Rapport 1092. Norsk institutt for naturforskning.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 2016a. Spredning av ferskvannsfisk i Norge. En fylkesvis oversikt og nye registreringer i 2015. NINA Rapport 1205. Norsk institutt for naturforskning.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 2016b. Tiltaksrettet kartlegging og overvåking av fremmed ferskvannsfisk - en tilstandsvurdering av spredningen pr. 2016. NINA Rapport 1302. Norsk institutt for naturforskning.
- Hicks, B.J. 2003. Biology and potential impacts of rudd (*Scardinius erythrophthalmus* L.) in New Zealand. I *Managing invasive freshwater fish in New Zealand* (Munro, R., red), Wellington, New Zealand.
- Hindar, A., Walseng, B., Lindstrøm, E.A., Brandrud, T.E., Larsen, B.M. & Skiple, A. 1997. Arendalsvassdraget. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-notat 1997:01. Direktoratet for naturforvaltning.
- Holthe, E., Bergan, M.A., Foldvik, A., Solem, Ø., Jensås, J. & Bremset, G. 2020. Helhetlig tiltaksplan for nedre deler av Gaulavassdraget. Delplan for Gaula nedstrøms Støren. NINA Rapport 1763. Norsk institutt for naturforskning.
- Hubbs, C.L. & Lagler, K.F. 2004. *Fishes of the Great Lakes Region*. Rev. G.R. Smith. University of Michigan Press.
- Huitfeldt-Kaas, H. 1918. Ferskvannsfiskenes utbredelse og indvandring i Norge med et tillæg om krebsen. Centraltrykkeriet - Kristiania. 106 sider.

Hvidsten, N.A. 1985. Mortality of pre-smolt Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., caused by rapidly fluctuating water levels in the regulated River Nidelva, central Norway. *Journal of Fish Biology* 27, 711-718.

Hvidsten, N.A., Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Fiske, P., Ugedal, O., Thorstad, E.B., Jensås, J.G., Bakke, Ø. & Forseth, T. 2004. Orkla – et nasjonalt referansevassdrag for studier av bestandsregulerende faktorer hos laks. Samlerapport for perioden 1979-2002. NINA Fagrapport 079. Norsk institutt for naturforskning.

Jensen, A.J., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Lund, E. & Solem, Ø. 2007. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassraget. Rapport for prosjektperioden 2004-2006. NINA Rapport 241. Norsk institutt for naturforskning.

Jensen, A.J., Berg, M., Bremset, G., Eide, O., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Lund, E. & Ulvan, E.M. 2014. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Sluttrapport for perioden 2009-2013. NINA Rapport 1015. Norsk institutt for naturforskning.

Jensås, J.G., Ulvan, E.M., Bremset, G. & Havn, T.B. 2017. Habitatrestaurering i Eira. Forslag til handlingsplan med prioritering av tiltaksområder. NINA Kortrapport 69, Norsk institutt for naturforskning.

Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A., Bongard, T. & Bremset, G. 2008. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna. Årsrapport for 2007. NINA Rapport 373. Norsk institutt for naturforskning.

Johnsen, B.O., Arnekleiv, J.V., Asplin, L., Barlaup, B.T., Næsje, T.F., Rosseland, B.O. & Saltveit, S.J. 2010. Effekter av vassdragsregulering på villaks. Kunnskapsserien for laks og vannmiljø 3. Kunnskapssenter for laks og vannmiljø.

Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A., Bongard, T., Bremset, G. & Diserud, O. 2012. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna. Framdriftsrapport 2012. NINA Rapport 857. Norsk institutt for naturforskning.

Kanstad-Hanssen, Ø. & Lamberg, A. 2019. Reetablering av laks og sjørret i Ranaelva etter rotenonbehandling - status i 2018. Ferskvannsbiologen rapport 2019-05. Ferskvannsbiologen AS.

Kleiven, E. & Hesthagen, T. 2012. Fremmede fiskearter i ferskvann i Aust-Agder. Historikk, status og konsekvenser. NINA Rapport 665. Norsk institutt for naturforskning.

Kleiven, E., Vethe, A. & Homme, T.A. 2009. Ørekyte *Phoxinus phoxinus* i Øvre Setesdal har spreidd seg nedover Otra til Byglandsfjorden, Aust-Agder. *Fauna* 61, 64-73.

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.

Knutsen, S. 1995. Prøvefiske med vannanalyser i Bjellandsvann. Semesteroppgave ved Norges landbrukshøgskole, Ås.

Kottelat, M. & Freyhof, J. 2007. Handbook of European freshwater fishes. Publications Kottelat, Cornol, Sveits.

Lehmann, G.B., Gabrielsen, S.E. & Postler, C. 2017. Tovdalselva - undersøkelser i Tovdalselva og sidebekker i 2017. Delrapport 2 - laks i øvre del av Tovdalselva. LFI-rapport nr. 304. Uni Research Miljø.

Lillehammer, A. & Saltveit, S.J. 1991. Stream regulation in Norway. I The ecology of regulated streams (Ward, J.W & Stanford, J.A., red.). Plenum Press, New York. USA.

Linnansaari, T., Alfredsen, K., Stickler, M., Arnekleiv, J.V., Harby, A. & Cunjak, R.A. 2009. Does ice matter? Site fidelity and movements by Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) parr during winter in a substrate enhanced river reach. *River Research and Application* 25, 773-787.

Lund, R.A. & Johnsen, B.O. 2007. Status for laks- og sjøaurebestanden i Surna relatert til reguleringen av vassdraget. Undersøkelser i årene 2002-2006. NINA Rapport 272. Norsk institutt for naturforskning.

Mamacarz, A., Kucharczyk, D. & Kujawa, R. 2006. Reciprocal hybrids of tench *Tinca tinca* (L.) x bream *Abramis brama* (L.), and tench x carp *Cyprinus carpio* L., and some characteristics of their early development. *Aquaculture International* 14, 27-33.

Matzow, D. 1995. Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder. Vurdering av gassovermetning, minstevannføring og fisketrapp. Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen, Notat 1-1995. Fylkesmannen i Aust-Agder.

McMahon, T.E. & Bennett, D.H. 1996. Walleye and Northern pike: boost or bane to Northwest fisheries? *Fisheries* 21, 6-13.

Mo, T.A., Museth, J., Bremset, G. & Finstad, B. 2018. Har laksunger opphold i Drammensfjorden og i områder utenfor elvemunningene? NINA Rapport 1450. Norsk institutt for naturforskning.

Muhlfeld, C.C., Bennett, D.H., Steinhorst, R.K., Marotz, B. & Boyer, M. 2008. Using bioenergetics modeling to estimate consumption of native juvenile salmonids by nonnative Northern pike in the Upper Flathead River system, Montana. *North American Journal of Fish Management* 28, 636-648.

Museth, J., Borgstrøm, R., Brittain, J.E., Herberg, I. & Naalsund, C. 2002. Introduction of the European minnow into a subalpine lake; habitat use and long-term changes in population dynamics. *Journal of Fish Biology* 60, 1308-1361.

Museth, J., Borgstrøm, R., Hame, T. & Holen, L.Å. 2003. Predation by brown trout: a major mortality factor for sexually mature European minnows. *Journal of Fish Biology* 62, 692-705.

Museth, J., Hesthagen, T., Sandlund, O.T., Thorstad, E.B. & Ugedal, O. 2007. The history of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) in Norway: from harmless species to pest. *Journal of Fish Biology* 71 (Supplement D), 184-195.

Museth, J., Borgstrøm, R. & Brittain, J.E. 2010. Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: a result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiologia* 211, 93-100.

Nilssen, J.P. & Wærvågen, S.B. 2001. Den nylige spredning av gjedde og karpefisk i Sør-Norge. Fagutredning fra Abelsenteret. Abelsenteret i Gjerstad.

Pethon, P. 2005. Aschehougs store fiskebok. Norges fisker i farger. Aschehoug, Oslo, 469 sider.

Richardson, J. 2004. Potential effects of tench (*Tinca tinca*) in New Zealand freshwater ecosystems. NIWA Client Report: HAM2004-005.

Saltveit, S.J. 1990. Effect of decreased temperature on growth and smoltification of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in a Norwegian regulated river. *Regulated Rivers: Research and Management* 5, 295-303.

Saltveit, S.J. 1996. Skjønn Ulla Førre. Fiskeribiologisk uttalelse begroing og ungfisk. Rapport fra Laboratoriet for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske i Oslo nr. 1996:162. Laboratoriet for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske i Oslo.

Saltveit, S.J. & Brabrand, Å. 1991. Ørekyt. En litteraturoversikt om økologi og utbredelse i Norge. Rapport Laboratoriet for Innlandsfiske og ferskvannøkologi nr. 130. LFI Oslo.

Saltveit, S.J. & Brabrand, Å. 1992. Ørekyt - konkurrent eller næring? Foredrag på Fiskesymposiet i 1992. Vassdragsregulantenenes Forening.

Saltveit, S.J., Halleraker, J.H., Arnekleiv, J.V. & Harby, A. 2001. Field experiments on stranding in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) during rapid flow decrease caused by hydropeaking. *Regulated Rivers: Research and Management* 17, 609-622.

Sandlund, O.T., Berger H.M., Bremset, G., Diserud, O., Saksgård, L., Ugedal, O. & Ulvan, E.M. 2011. Elektrisk fiske – effekter av ledningsevne på fangbarhet av ungfisk. NINA Rapport 668. Norsk institutt for naturforskning.

Scott, W.B. & Crossman, E.J. 1973. Freshwater fishes of Canada. *Bulletines of Fisheries Research Board of Canada* 184, 966 sider.

Senanan, W. & Kapuscinski, A.R. 2000. Genetic relationships among populations of Northern pike (*Esox lucius*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 57, 391-404.

Simonsen, J.H. 1995. Nidelva. Fiskebiologiske undersøkelser 1993-1994 og 1989-1990. Rapport utarbeidet av Fylkesmannen i Aust-Agder. Fylkesmannen i Aust-Agder.

Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. NINA utredning 10. Norsk institutt for naturforskning.

Solem, Ø., Bergan, M.A., Bremset, G., Jensås, J.G., Borgos, T., Nielsen, L.E. & Rognes, T. 2018. Ungfiskundersøkelser i Gaulavassdraget, Årsrapport 2017. NINA Rapport 1414. Norsk institutt for naturforskning.

Solem, Ø., Ulvan, E.M., Kvingedal, E., Lamberg, A., Bremset, G., Berg, M., Skoglund, S., Forseth, T., Krogdahl, R. & Holthe, E. 2020. Fiskebiologiske undersøkelser og tiltak i Orklavassdraget. Årsrapport 2019. NINA Rapport 1786. Norsk institutt for naturforskning.

Sundt-Hansen, L. E., Berg, O.K., Davidsen, J.G., Heggberget, T.G., Hellen, B.A., Kambestad, M., Karlsson, S., Museth, J., Rønning, L. & Sægrov, H. 2020. Fiskebiologiske undersøkelser i Øvre Namsen. Samlerapport fra undersøkelsene i perioden 2014-2018. NINA Rapport 1551. Norsk institutt for naturforskning.

Sættem, L.M. & Boman, E. 1985. Tilslamming av Nidelva og Rore på grunn av kanaliseringsarbeider ved utvidelse av Evenstad kraftstasjon 1983. Oppfølgende undersøkelser av fysiske, kjemiske og bakteriologiske forhold. Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvern avdelingen. Rapport nr. 3-1985. Fylkesmannen i Aust-Agder

Taylor, E.B. 2004. An analysis of homogenization and differentiation of Canadian freshwater fish faunas with an emphasis on British Columbia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 61, 68-79.

Ugedal, O., Berg, M., Bongard, T., Bremset, G., Kvingedal, E., Diserud, O., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Hvidsten, N.A. & Østborg, G. 2014. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna. Sluttrapport for perioden 2009-2013. NINA Rapport 1051. Norsk institutt for naturforskning.

Ugedal, O., Bremset, G., Forseth, T., Kvingedal, E., Fjeldstad, H.-P. & Sundt, H. 2016. Ekstra aggregat i Trollheim kraftverk. Konsekvensvurdering for fisk på lakseførende strekning av Surna. NINA Rapport 1099. Norsk institutt for naturforskning.

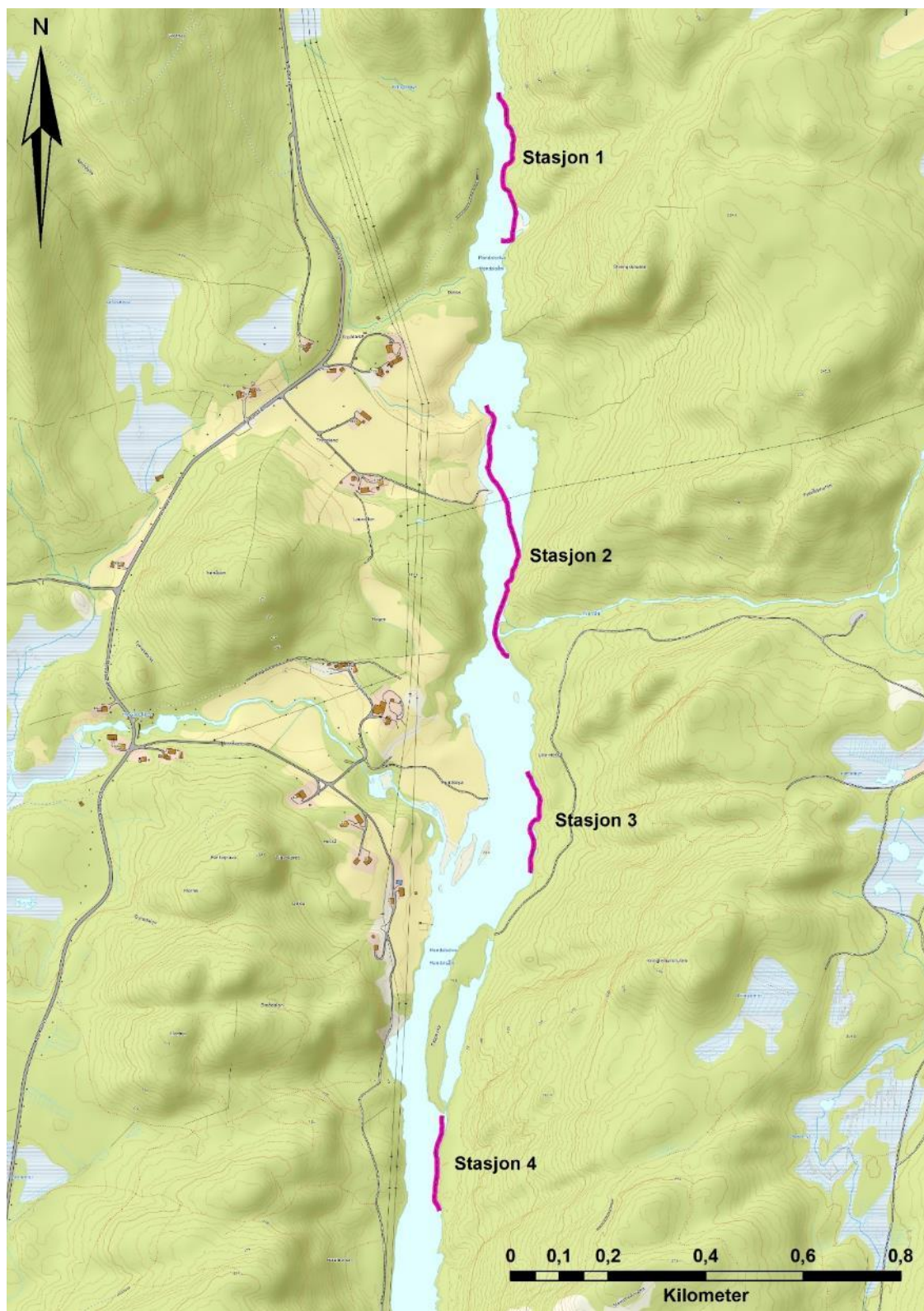
Uglem, I., Økland, F., Forseth, T., Diserud, O., Fiske, P., Thorstad, E.B., Hvidsten, N.A. og Berger, H.M. 2005. Smoltutvandring forbi Laudal kraftverk i Mandalselva. NINA Rapport 13. Norsk institutt for naturforskning.

Webb, P.W. 1978. Fast start performance and body form in seven species of teleost fish. *Journal of Experimental Biology* 74, 211-226.

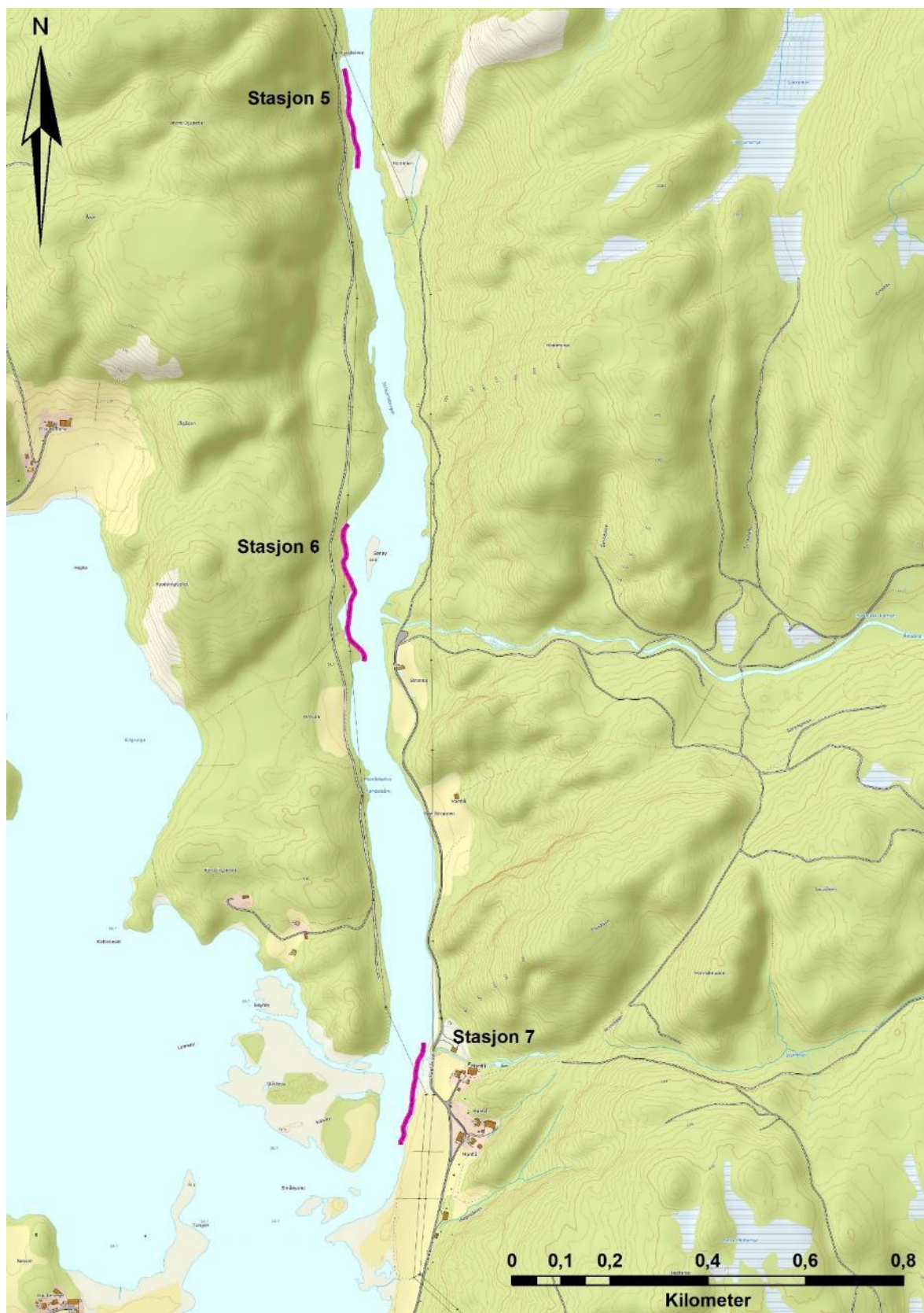
Økland, F., Kvingedal, E., Lamberg, A., Kroglund, F., Forseth, T., Diserud, O. & Uglem, I. 2013. Smoltutvandring forbi Laudal Kraftverk i Mandalselva i 2013. NINA Rapport 1067. Norsk institutt for naturforskning.

## 6 Vedlegg

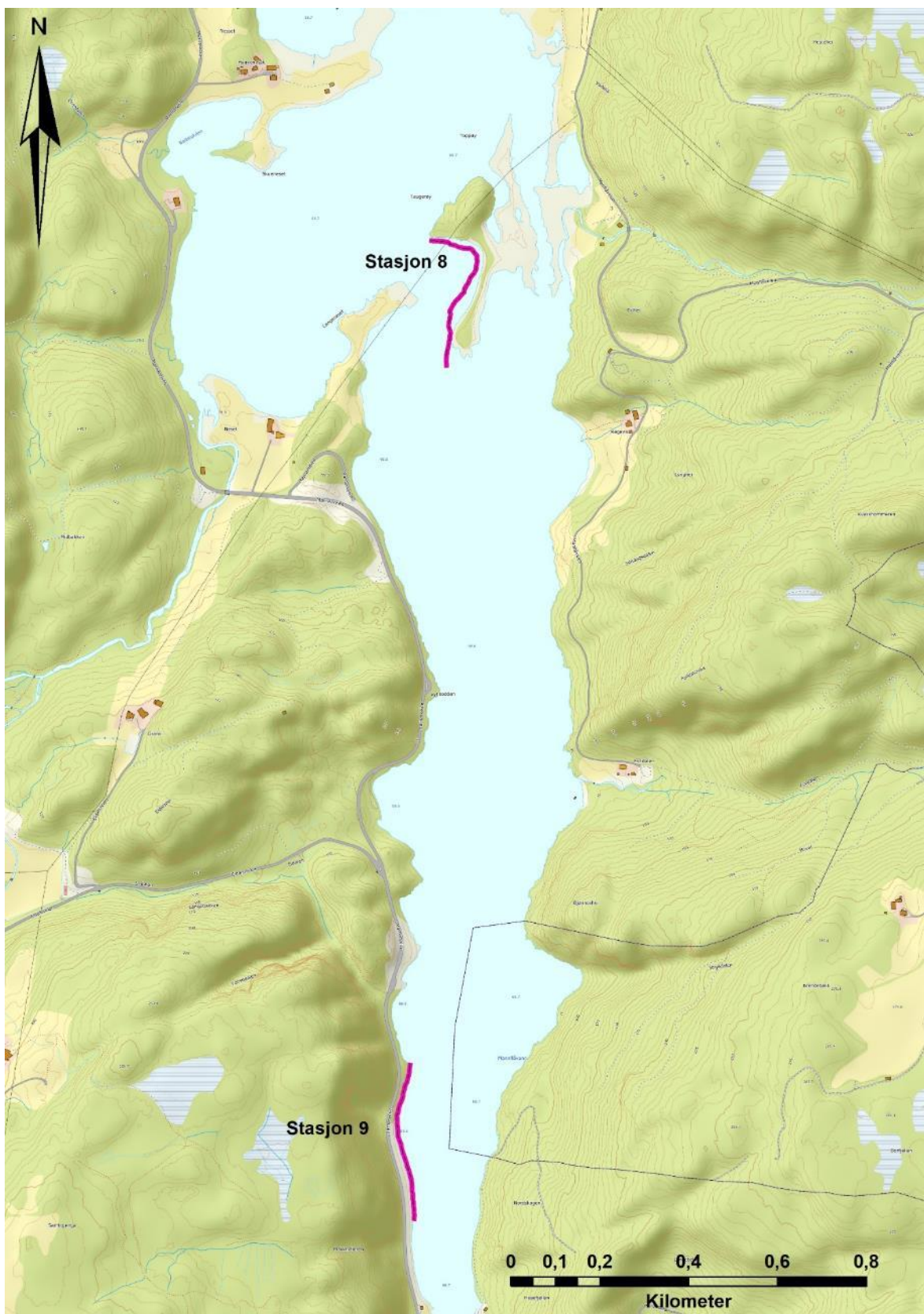
### 6.1 Vedleggsfigurer



**Vedleggsfigur 1.** Lokalisering av stasjonene 1-4 i øvre deler av Mandalselva som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i august 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



**Vedleggsfigur 2.** Lokalisering av stasjonene 5-7 i øvre deler av Mandalselva som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i august 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).

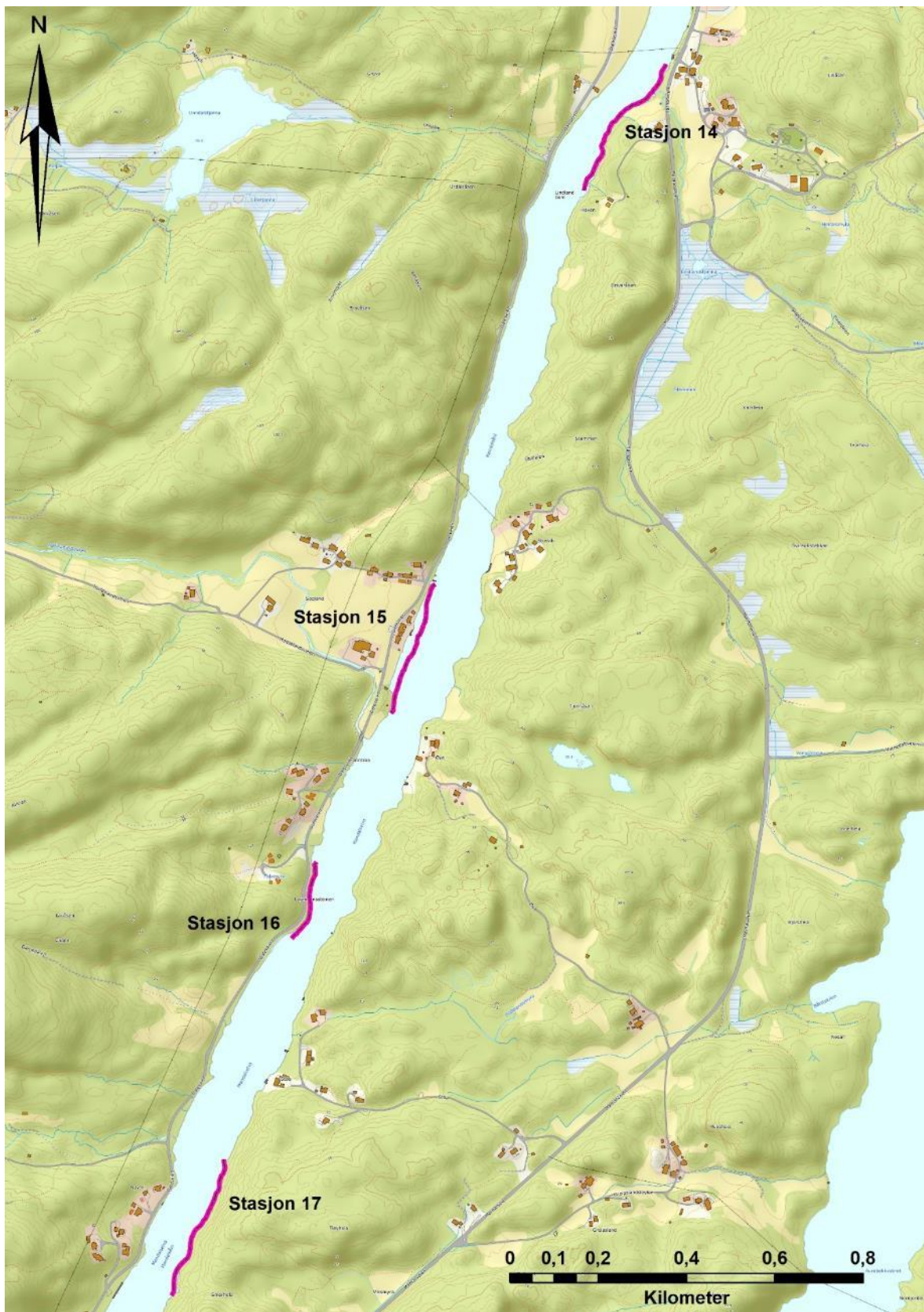


**Vedleggsfigur 3.** Lokalisering av stasjon 8 og stasjon 9 i Mannflåvatnet, Mandalsvassdraget, som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i august 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).

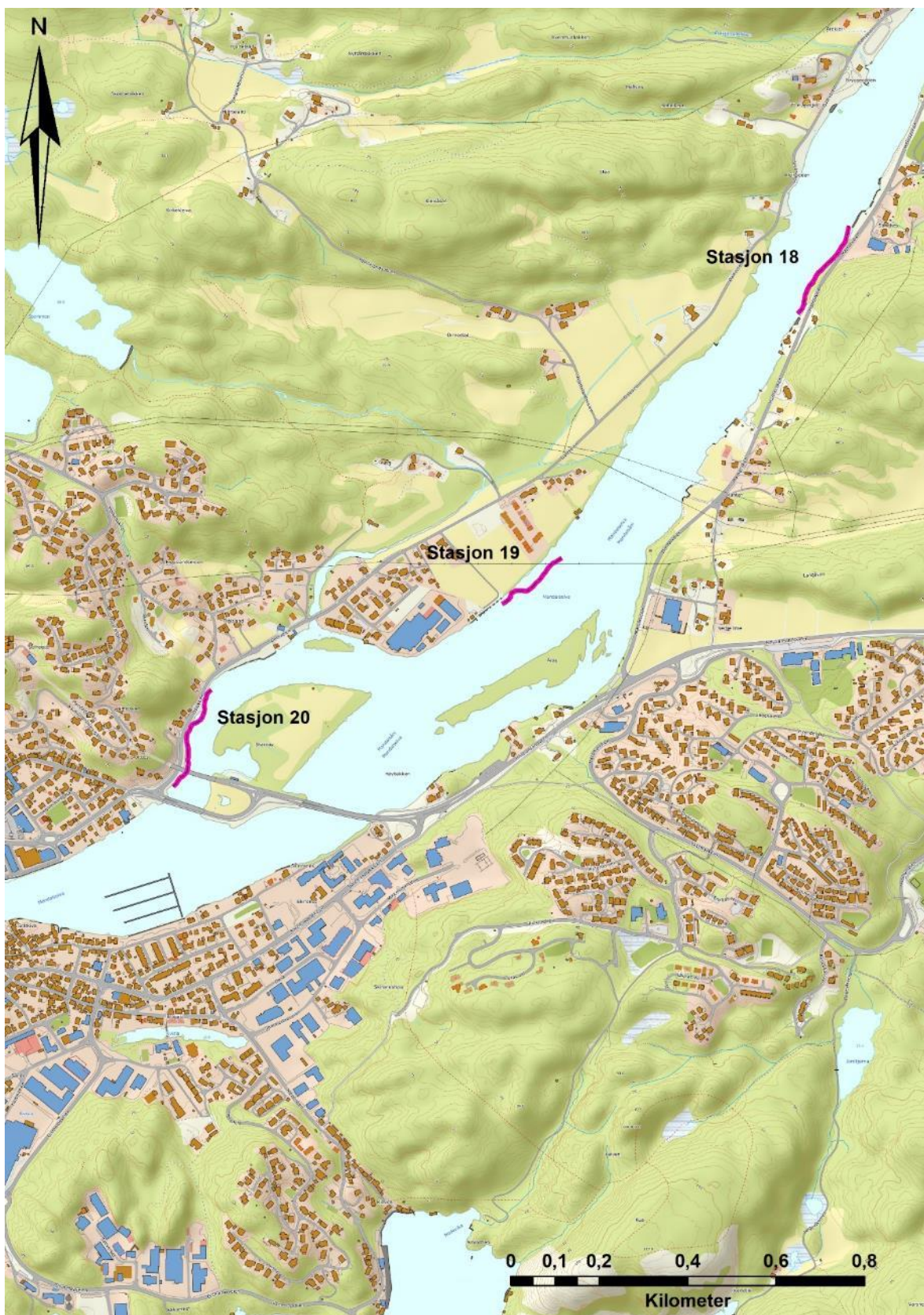




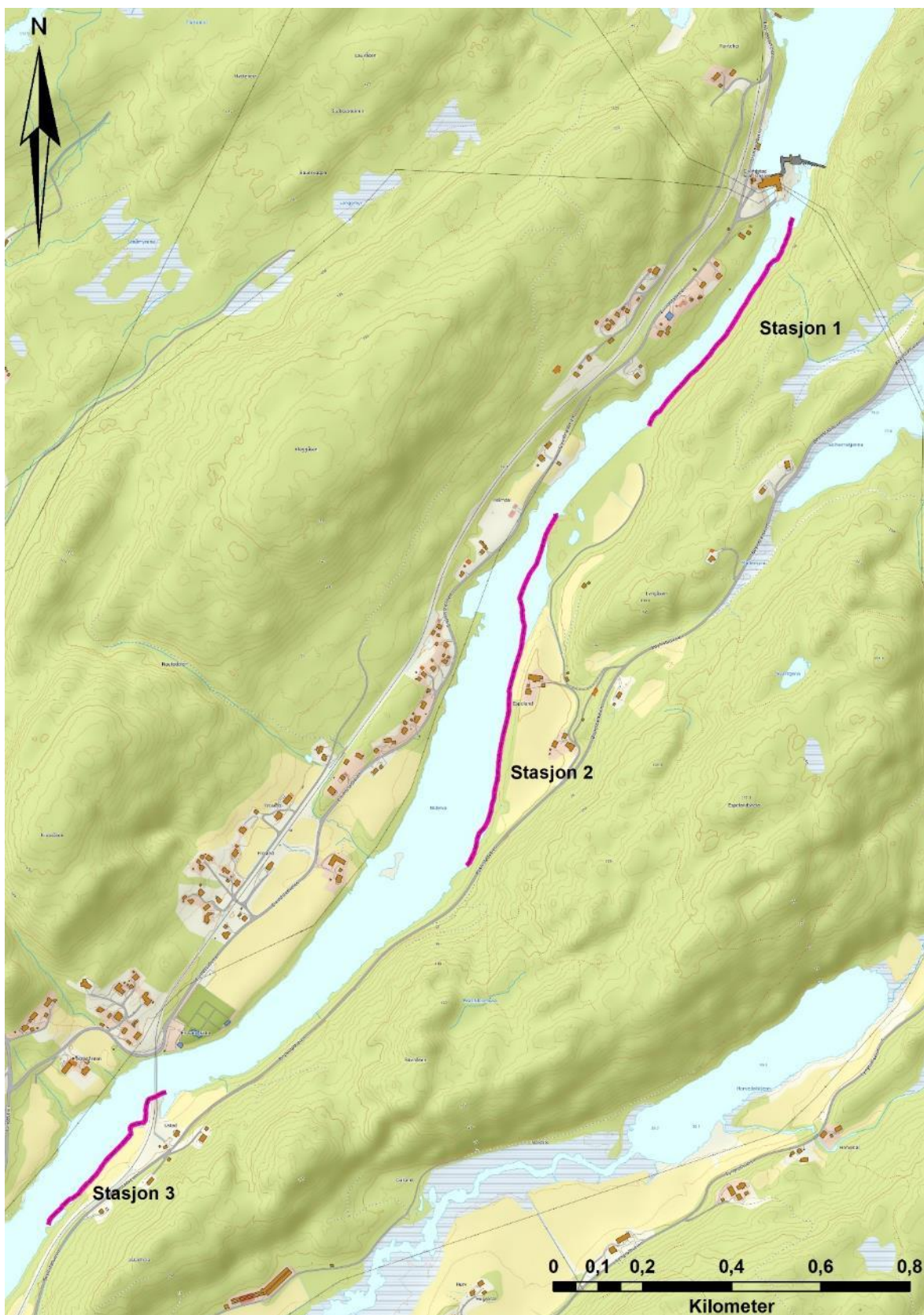
**Vedleggsfigur 4.** Lokalisering av stasjonene 10-13 i Mandalselva som ble undersøkt med elektrisk båt-fiske i august 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



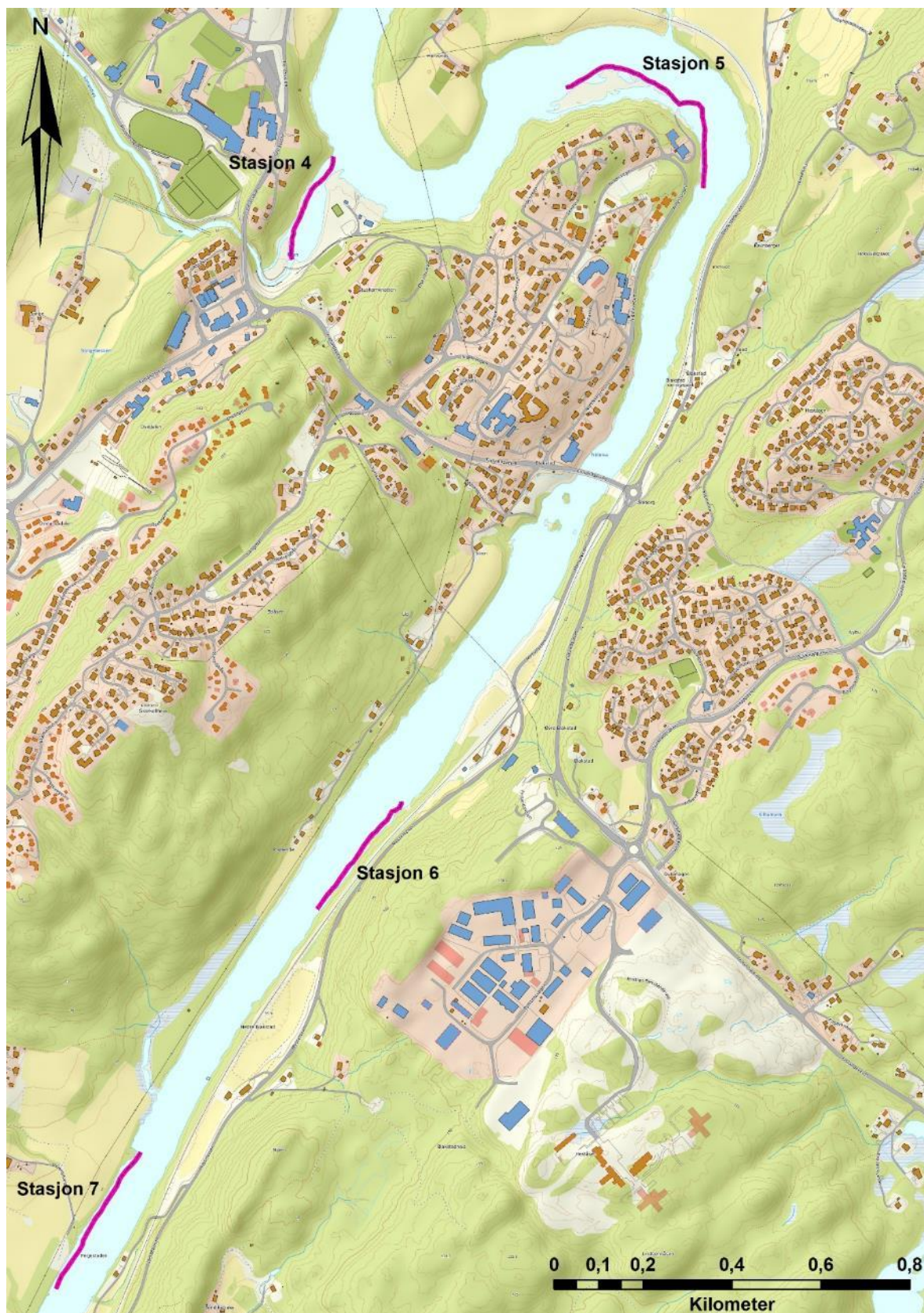
**Vedleggsfigur 5.** Lokalisering av stasjonene 14-17 i Mandalselva som ble undersøkt med elektrisk båtffiske i august 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



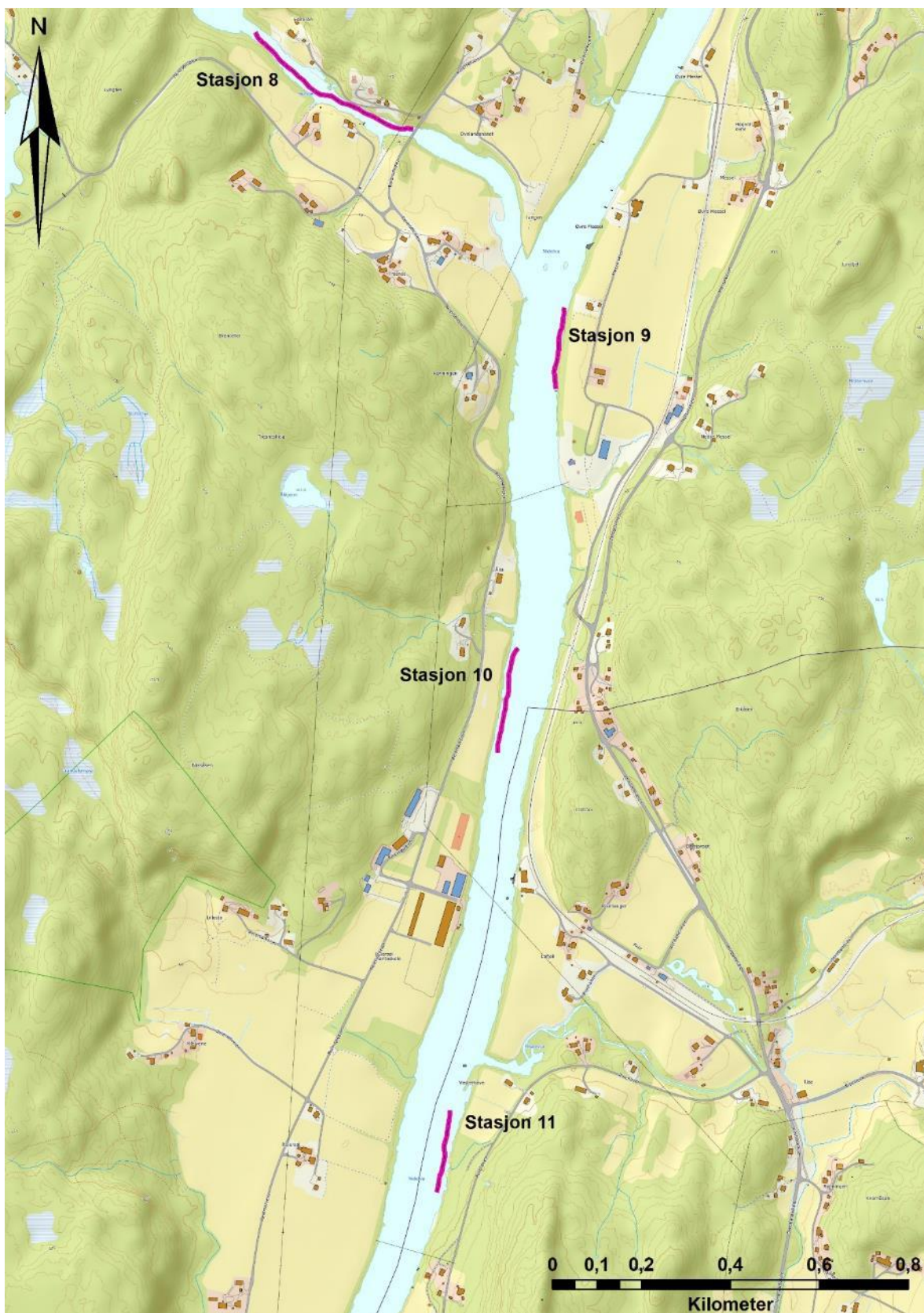
**Vedleggsfigur 6.** Lokalisering av stasjonene 18-20 i Mandalselva som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i august 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



**Vedleggsfigur 7.** Lokalisering av stasjonene 1-3 i Nidelva som ble undersøkt med elektrisk båt-fiske i august 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



**Vedleggsfigur 8.** Lokalisering av stasjonene 4-7 i Nidelva som ble undersøkt med elektrisk båt-fiske i august 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



**Vedleggsfigur 9.** Lokalisering av stasjonene 8-11 i Nidelva som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i august 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).

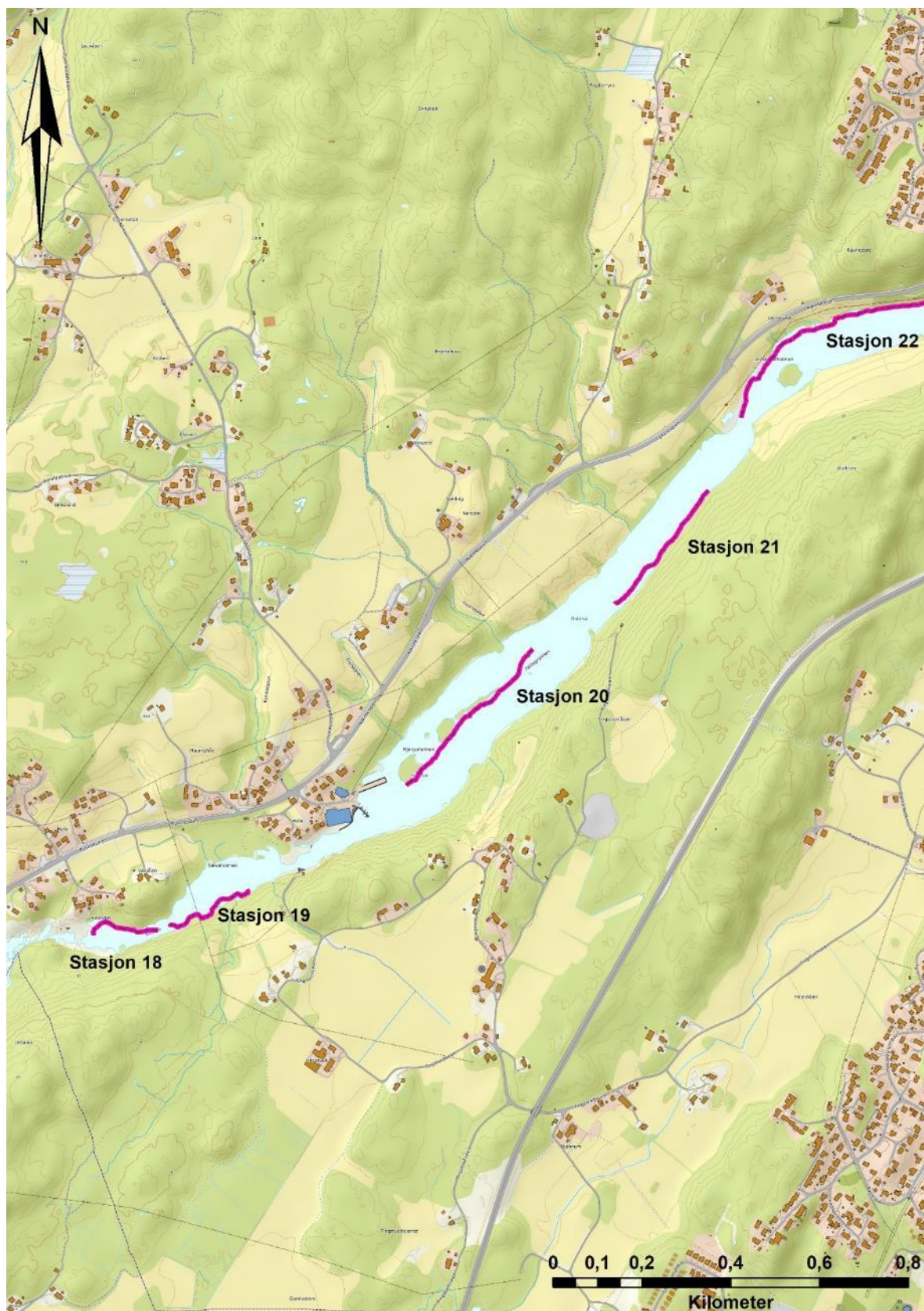


**Vedleggsfigur 10.** Lokalisering av stasjonene 12-14 i Nidelva som ble undersøkt med elektrisk båtffiske i august 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



**Vedleggsfigur 11.** Lokalisering av stasjonene 15-17 i Nidelva som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i august 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).





**Vedleggsfigur 12.** Lokalisering av stasjonene 18-22 i Nidelva som ble undersøkt med elektrisk båtffiske i august 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



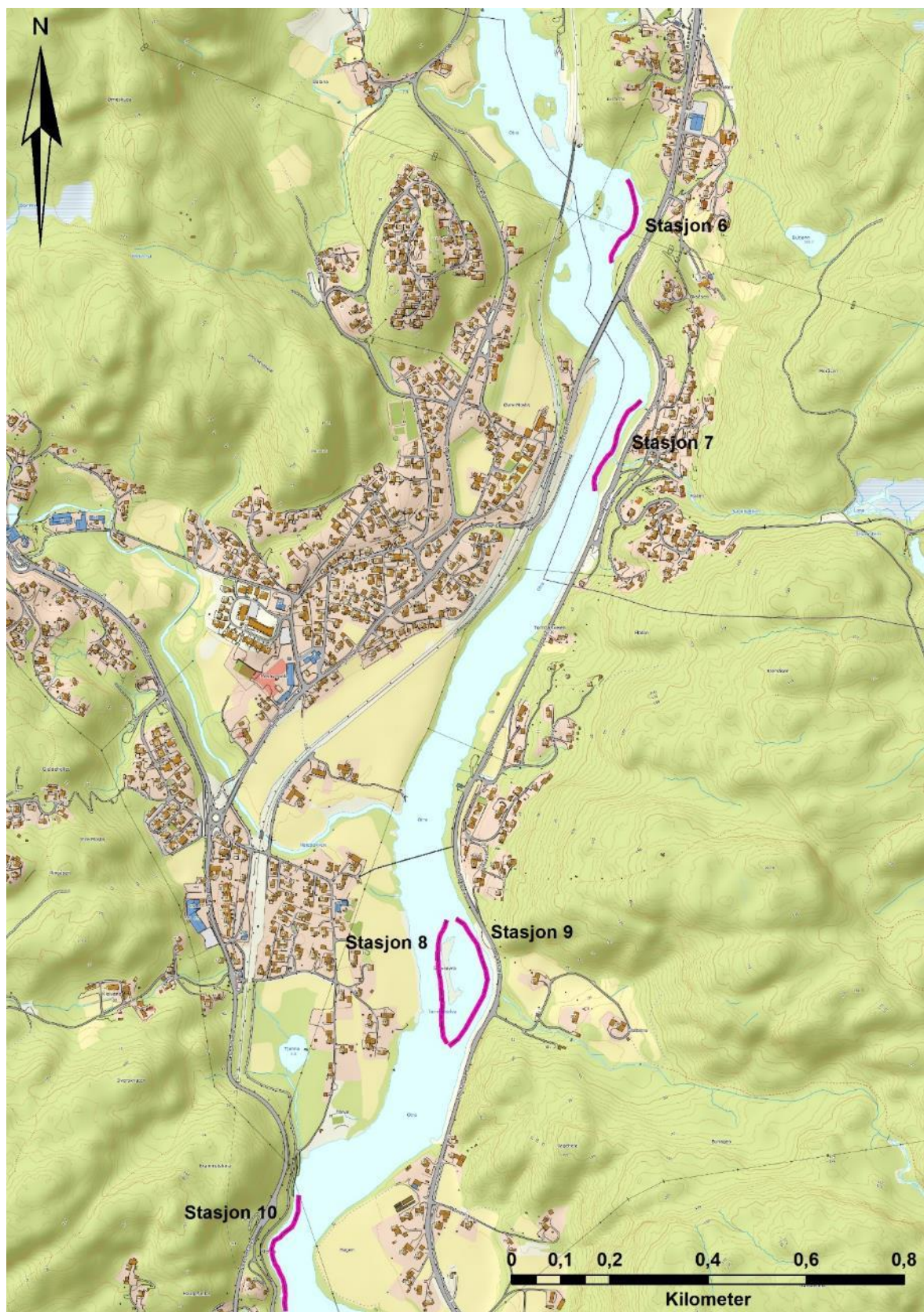
**Vedleggsfigur 13.** Lokalisering av stasjonene 23, 24, 25 og 27 i Nidelva som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i august 2019. Lokalisering av stasjon 26 framgår av **vedleggsfigur 14**. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



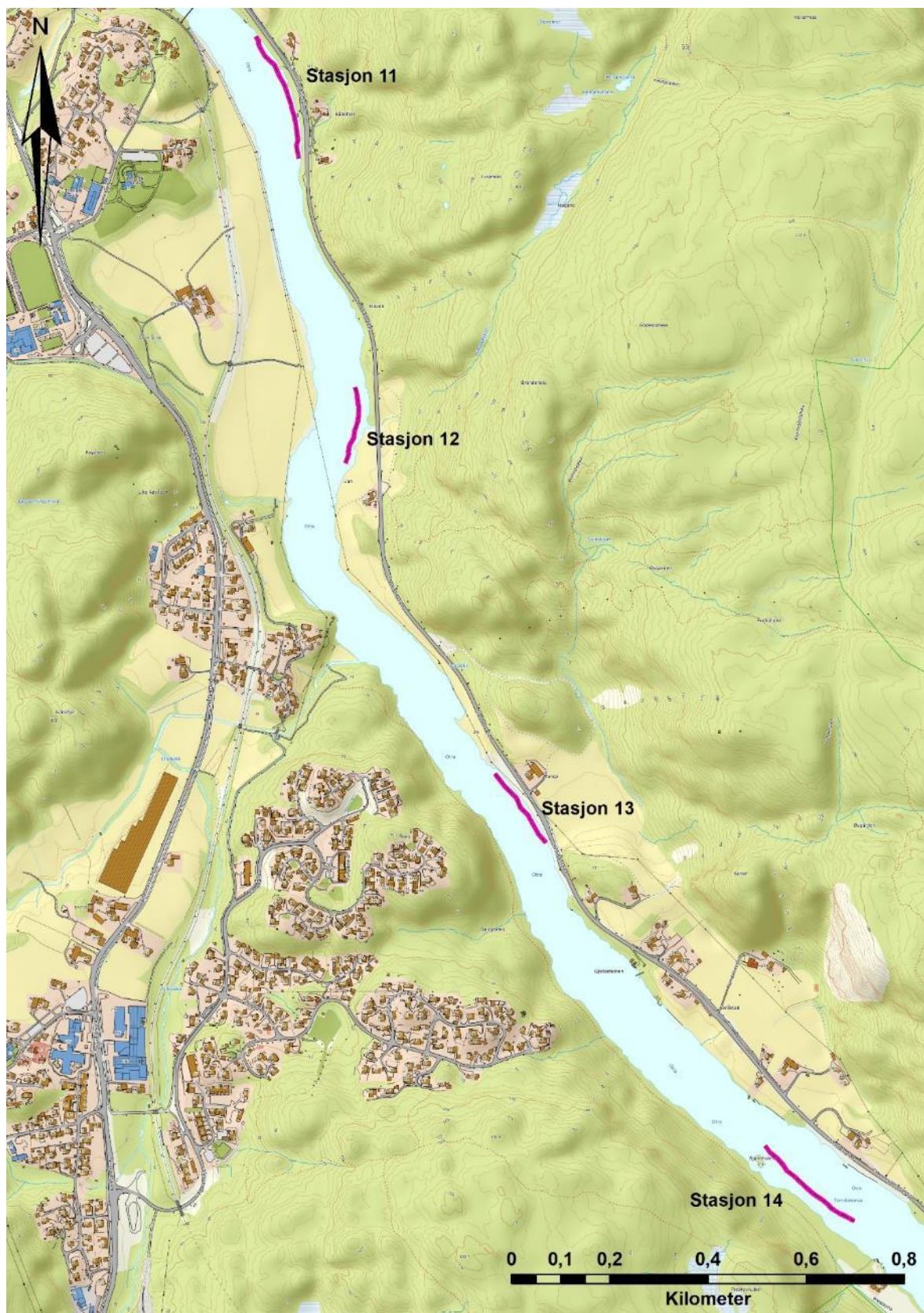
**Vedleggsfigur 14.** Lokalisering av stasjonene 24-27 i Nidelva som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i august 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



**Vedleggsfigur 15.** Lokalisering av stasjonene 1-5 i Otra som ble undersøkt med elektrisk båt-fiske i september 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



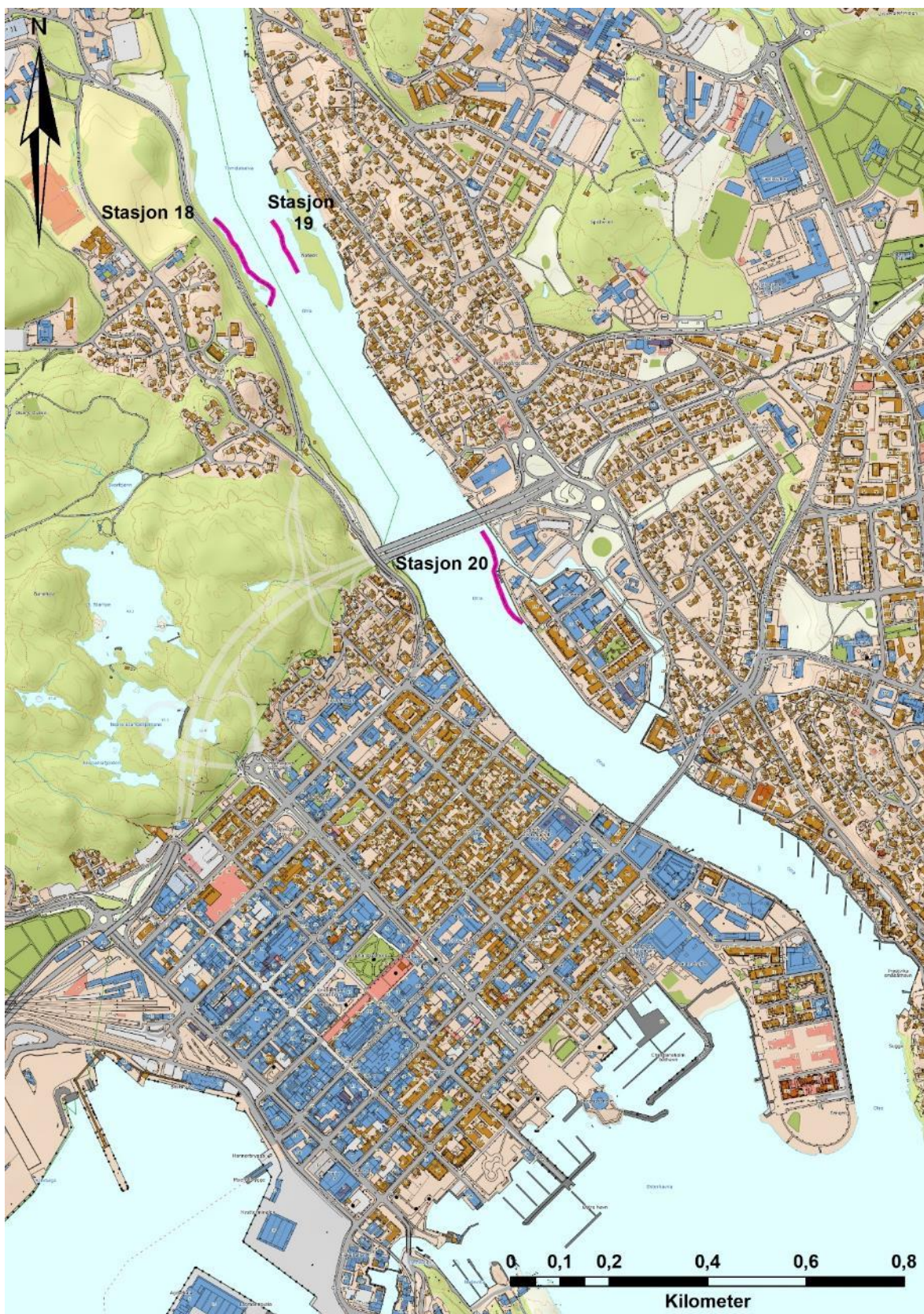
**Vedleggsfigur 16.** Lokalisering av stasjonene 6-10 i Otra som ble undersøkt med elektrisk båt-fiske i september 2019. Stasjonene 8 og 9 ble lagt i tilknytning til et spesielt strandingsutsatt område ved Stavsøyra. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



**Vedleggsfigur 17.** Lokalisering av stasjonene 11-14 i Otra som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i september 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).

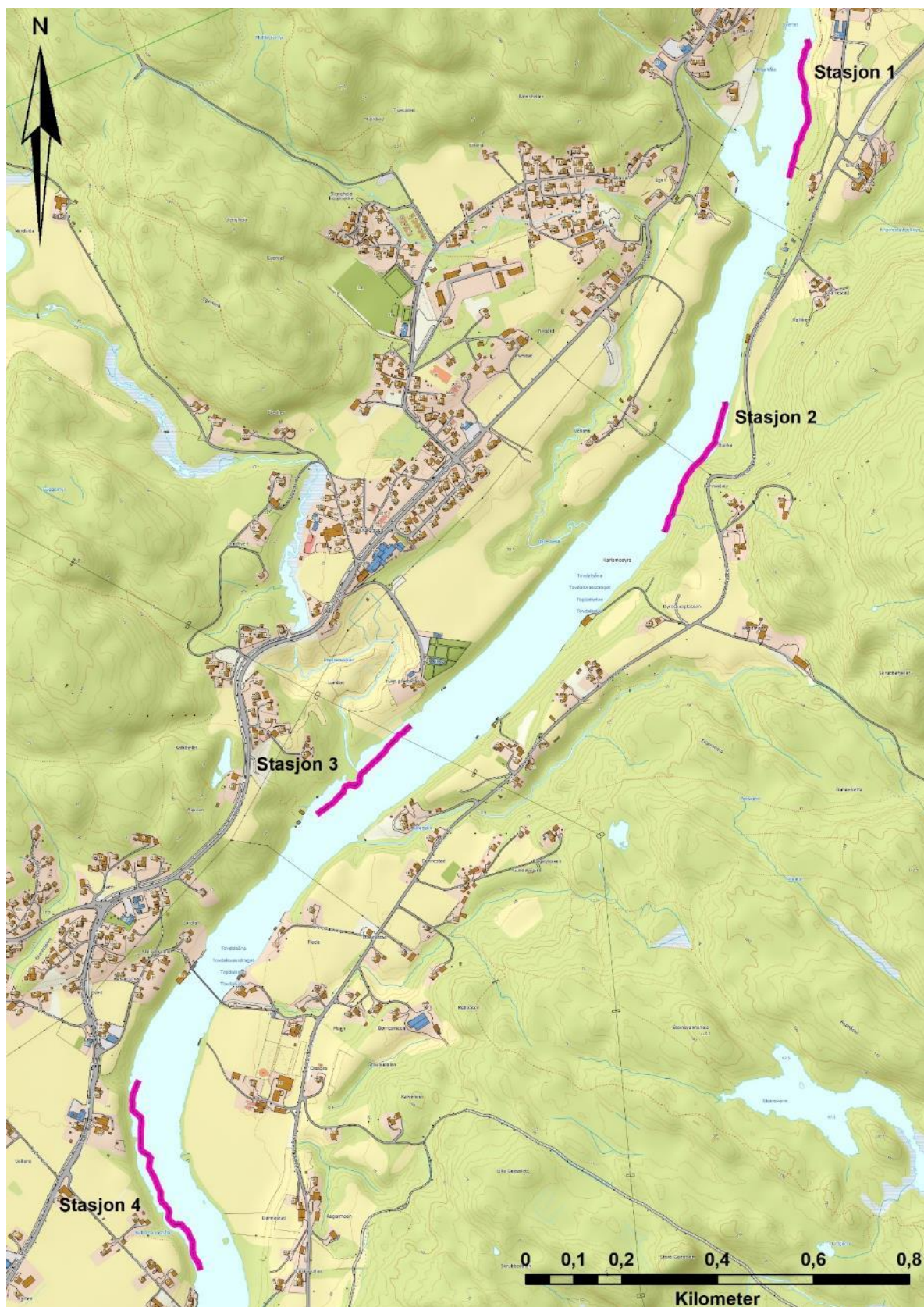


**Vedleggsfigur 18.** Lokalisering av stasjonene 15-17 i Otra som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i september 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).

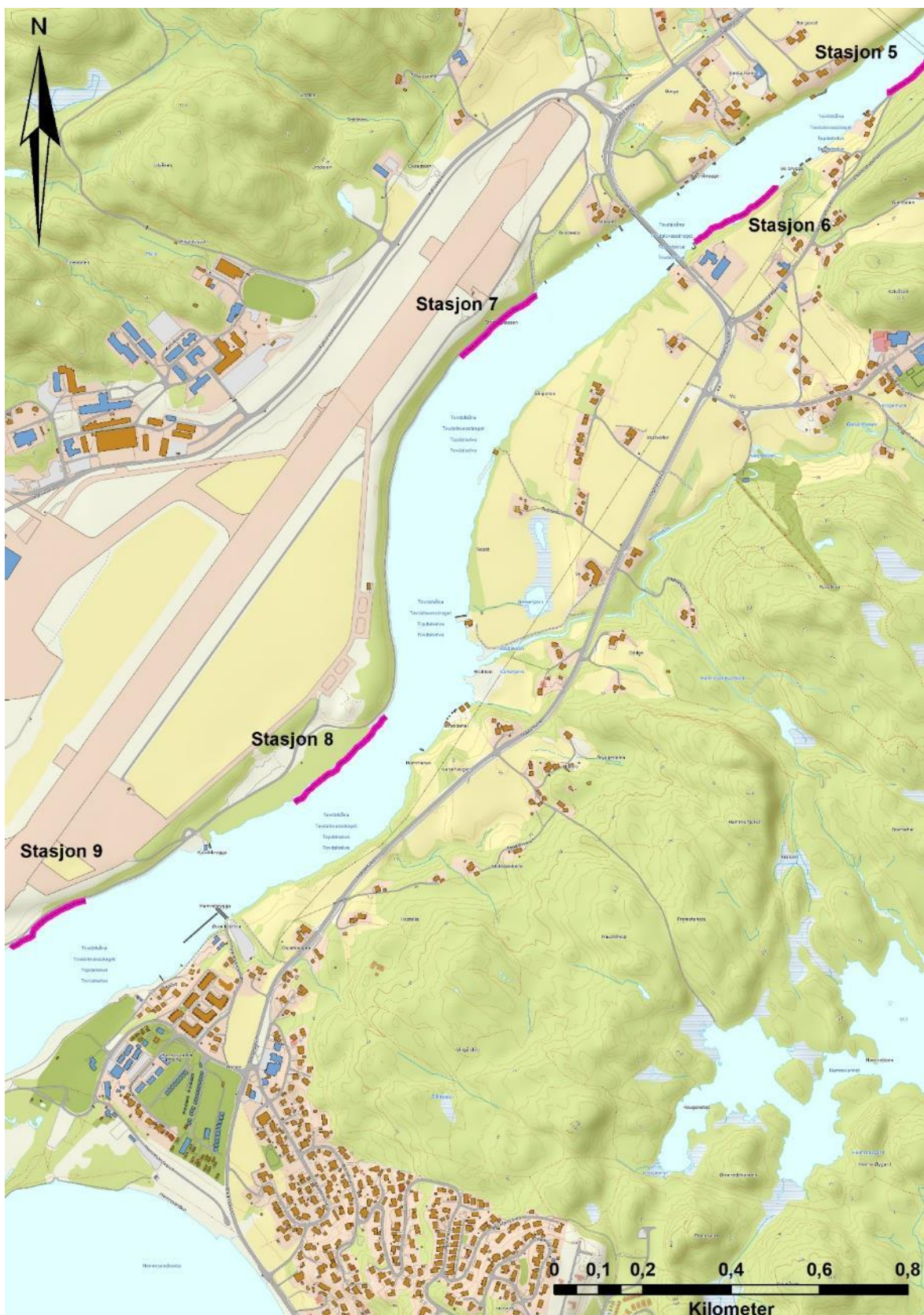


**Vedleggsfigur 19.** Lokalisering av stasjonene 18-20 i Otrå som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i september 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).





**Vedleggsfigur 20.** Lokalisering av stasjonene 1-4 i Tovdalselva som ble undersøkt med elektrisk båtfiske i september 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).



**Vedleggsfigur 21.** Lokalisering av stasjonene 5-9 i Tovdalselva som ble undersøkt med elektrisk båtffiske i september 2019. Bakgrunnskartet er lastet ned fra [www.geonorge.no](http://www.geonorge.no).

## 6.2 Vedleggstabeller

**Vedleggstabell 1.** Fangst av ungfisk av laks og aure under elektrisk båtfiske på 20 stasjoner i Mandalselva i august 2019. Fangsten er oppgitt som antall fangete fisk, fangst per minutt og fangst per 100 meter elvestrekning. Se vedleggsfigurer i **avsnitt 6.1** for mer informasjon om lokalisering av stasjonene.

| Stasjon         | Antall fangete fisk |           | Fangst per minutt |             | Fangst per 100 meter |             |
|-----------------|---------------------|-----------|-------------------|-------------|----------------------|-------------|
|                 | Laks                | Aure      | Laks              | Aure        | Laks                 | Aure        |
| 1               | 15                  | 8         | 0,91              | 0,49        | 4,27                 | 2,28        |
| 2               | 12                  | 2         | 1,36              | 0,23        | 2,14                 | 0,36        |
| 3               | 1                   | 2         | 0,20              | 0,40        | 0,44                 | 0,89        |
| 4               | 6                   | 9         | 1,20              | 1,81        | 3,00                 | 4,50        |
| 5               | 7                   | 4         | 1,37              | 0,78        | 3,35                 | 1,91        |
| 6               | 8                   | 2         | 1,51              | 0,38        | 2,63                 | 0,66        |
| 7               | 11                  | 7         | 2,16              | 1,38        | 5,07                 | 3,23        |
| 8               | 13                  | 2         | 1,44              | 0,22        | 3,56                 | 0,55        |
| 9               | 4                   | 1         | 0,55              | 0,14        | 1,03                 | 0,26        |
| 10              | 19                  | 12        | 2,13              | 1,35        | 3,83                 | 2,42        |
| 11              | 19                  | 2         | 2,60              | 0,27        | 5,83                 | 0,61        |
| 12              | 18                  | 6         | 2,29              | 0,76        | 4,96                 | 1,65        |
| 13              | 10                  | 7         | 2,08              | 1,45        | 4,76                 | 3,33        |
| 14              | 9                   | 6         | 1,08              | 0,72        | 2,49                 | 1,66        |
| 15              | 8                   | 2         | 1,21              | 0,30        | 2,52                 | 0,63        |
| 16              | 5                   | 10        | 1,01              | 2,03        | 2,59                 | 5,18        |
| 17              | 5                   | 3         | 0,65              | 0,39        | 1,46                 | 0,87        |
| 18              | 4                   | 6         | 0,61              | 0,91        | 1,69                 | 2,54        |
| 19              | 5                   | 2         | 1,22              | 0,49        | 2,75                 | 1,10        |
| 20              | 2                   | 6         | 0,38              | 1,15        | 0,78                 | 2,35        |
| <b>Sum alle</b> | <b>181</b>          | <b>99</b> | <b>1,30</b>       | <b>0,71</b> | <b>2,97</b>          | <b>1,62</b> |

**Vedleggstabell 2.** Fangst av ungfisk av laks og aure under elektrisk båtfiske på 27 stasjoner i Nidelva i august 2019. Fangsten er oppgitt som antall fangete fisk, fangst per minutt og fangst per 100 meter elvestrekning. Se vedleggsfigurer i **avsnitt 6.1** for mer informasjon om lokalisering av stasjonene.

| Stasjon         | Antall fangete fisk |          | Fangst per minutt |             | Fangst per 100 meter |             |
|-----------------|---------------------|----------|-------------------|-------------|----------------------|-------------|
|                 | Laks                | Aure     | Laks              | Aure        | Laks                 | Aure        |
| 1               | 2                   | 0        | 0,22              | 0,00        | 0,35                 | 0,00        |
| 2               | 8                   | 0        | 0,63              | 0,00        | 0,96                 | 0,00        |
| 3               | 1                   | 1        | 0,13              | 0,13        | 0,24                 | 0,24        |
| 4               | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 5               | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 6               | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 7               | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 8               | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 9               | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 10              | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 11              | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 12              | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 13              | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 14              | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 15              | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 16              | 8                   | 0        | 1,86              | 0,00        | 3,21                 | 0,00        |
| 17              | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 18              | 2                   | 0        | 0,21              | 0,00        | 1,18                 | 0,00        |
| 19              | 6                   | 0        | 0,62              | 0,00        | 2,58                 | 0,00        |
| 20              | 3                   | 0        | 0,30              | 0,00        | 0,69                 | 0,00        |
| 21              | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 22              | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 23              | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 24              | 0                   | 0        | 0,00              | 0,00        | 0,00                 | 0,00        |
| 25              | 2                   | 1        | 0,28              | 0,14        | 0,52                 | 0,26        |
| 26              | 3                   | 0        | 0,31              | 0,00        | 0,72                 | 0,00        |
| 27              | 2                   | 1        | 0,26              | 0,13        | 1,31                 | 0,65        |
| <b>Sum alle</b> | <b>37</b>           | <b>3</b> | <b>0,18</b>       | <b>0,01</b> | <b>0,40</b>          | <b>0,03</b> |

**Vedleggstabell 3.** Fangst av ungfisk av laks og aure under elektrisk båtfiske på 20 stasjoner i Otra i september 2019. Fangsten er oppgitt som antall fangete fisk, fangst per minutt og fangst per 100 meter elvestrekning. Se vedleggsfigurer i **avsnitt 6.1** for mer informasjon om lokalisering av stasjonene.

| Stasjon         | Antall fangete fisk |           | Fangst per minutt |             | Fangst per 100 meter |             |
|-----------------|---------------------|-----------|-------------------|-------------|----------------------|-------------|
|                 | Laks                | Aure      | Laks              | Aure        | Laks                 | Aure        |
| 1               | 10                  | 6         | 4,05              | 2,43        | 6,94                 | 4,17        |
| 2               | 7                   | 0         | 1,07              | 0,00        | 1,82                 | 0,00        |
| 3               | 7                   | 2         | 2,47              | 0,71        | 4,90                 | 1,40        |
| 4               | 5                   | 1         | 0,83              | 0,17        | 1,08                 | 0,22        |
| 5               | 11                  | 3         | 2,65              | 0,72        | 4,17                 | 1,14        |
| 6               | 7                   | 7         | 1,95              | 1,95        | 3,70                 | 3,70        |
| 7               | 15                  | 5         | 5,11              | 1,70        | 6,91                 | 2,30        |
| 8               | 8                   | 0         | 1,43              | 0,00        | 3,10                 | 0,00        |
| 9               | 15                  | 0         | 1,99              | 0,00        | 4,95                 | 0,00        |
| 10              | 4                   | 3         | 0,55              | 0,41        | 1,51                 | 1,13        |
| 11              | 7                   | 9         | 0,99              | 1,27        | 2,57                 | 3,31        |
| 12              | 16                  | 3         | 3,79              | 0,71        | 9,94                 | 1,86        |
| 13              | 15                  | 9         | 2,80              | 1,68        | 8,47                 | 5,08        |
| 14              | 3                   | 5         | 0,51              | 0,85        | 1,24                 | 2,07        |
| 15              | 3                   | 8         | 0,38              | 1,00        | 1,13                 | 3,02        |
| 16              | 23                  | 3         | 3,95              | 0,52        | 10,75                | 1,40        |
| 17              | 45                  | 1         | 10,93             | 0,24        | 28,30                | 0,63        |
| 18              | 4                   | 8         | 0,79              | 1,57        | 1,76                 | 3,52        |
| 19              | 19                  | 1         | 5,04              | 0,27        | 15,83                | 0,83        |
| 20              | 9                   | 1         | 1,84              | 0,20        | 4,23                 | 0,47        |
| <b>Sum alle</b> | <b>234</b>          | <b>75</b> | <b>2,27</b>       | <b>0,73</b> | <b>5,00</b>          | <b>1,60</b> |

**Vedleggstabell 4.** Fangst av ungfisk av laks og aure under elektrisk båtfiske på ni stasjoner i Tovdalselva i september 2019. Fangsten er oppgitt som antall fangete fisk, fangst per minutt og fangst per 100 meter elvestrekning. Se vedleggsfigurer i **avsnitt 6.1** for mer informasjon om lokalisering av stasjonene.

| Stasjon         | Antall fangete fisk |           | Fangst per minutt |             | Fangst per 100 meter |             |
|-----------------|---------------------|-----------|-------------------|-------------|----------------------|-------------|
|                 | Laks                | Aure      | Laks              | Aure        | Laks                 | Aure        |
| 1               | 15                  | 2         | 2,33              | 0,31        | 4,92                 | 0,66        |
| 2               | 1                   | 1         | 0,17              | 0,17        | 0,32                 | 0,32        |
| 3               | 2                   | 1         | 0,34              | 0,17        | 0,70                 | 0,35        |
| 4               | 0                   | 4         | 0,00              | 0,42        | 0,00                 | 0,87        |
| 5               | 8                   | 2         | 3,00              | 0,75        | 6,72                 | 1,68        |
| 6               | 0                   | 2         | 0,00              | 0,35        | 0,00                 | 0,87        |
| 7               | 10                  | 11        | 1,85              | 2,04        | 4,46                 | 4,91        |
| 8               | 4                   | 5         | 0,63              | 0,79        | 1,38                 | 1,73        |
| 9               | 1                   | 17        | 0,18              | 3,02        | 0,48                 | 8,17        |
| <b>Sum alle</b> | <b>41</b>           | <b>45</b> | <b>0,77</b>       | <b>0,84</b> | <b>1,69</b>          | <b>1,85</b> |



*Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.*

*NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.*

*NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-4716-0

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger