

1947

NINA Rapport

Fiskebiologiske undersøkelser i Røssåga

Samlerapport fra undersøkelser i perioden 2016-2020

Gunnbjørn Bremset, Espen Holthe, Marius Berg, Jan Gunnar Jensås,
Eva Marita Ulvan, Gitte Løkeberg, John Gunnar Dokk & Jon Museth



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 annet språk når det er hensiktsmessig..

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

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 vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Fiskebiologiske undersøkelser i Røssåga

Samlerapport fra undersøkelser i perioden 2016-2020

Gunnbjørn Bremset
Espen Holthe
Marius Berg
Jan Gunnar Jensås
Eva Marita Ulvan
Gitte Løkeberg
John Gunnar Dokk
Jon Museth

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

Trondheim, mai 2021

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4725-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Odd Terje Sandlund

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingebrigt Uglem (sign.)

OPPDRAUGSGIVER

Statkraft Energi AS

OPPDRAUGSGIVERS REFERANSE

CON - 001366 Fiskebiologiske undersøkelser i Røssåga 2016-2020

KONTAKTPERSON HOS OPPDRAGSGIVER

Sjur Gammelsrud

FORSIDEBILDE

Tiltaksområdet i Røssåga med Sjøforsen i bakgrunnen. © Marius Berg

NØKKEWORD

- Røssåga
- Leirelva
- Vassdragsregulering
- Fysiske inngrep
- Sjøvandrende laksefisk
- Ungfisk
- Voksenfisk
- Produksjon
- Utsettinger
- Habitattiltak
- Habitatkartlegging
- Elektrisk båtfiske
- Strandnært elektrisk fiske
- Kjemisk merking
- Drivtelling

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

Thormøhlensgate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

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

Et konsortium bestående av Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Veterinærinstituttet (VI) har fått i oppdrag å gjennomføre fiskebiologiske undersøkelser i Røssågavassdraget i perioden 2016-2020. Undersøkelsesprogrammet har blant annet omfattet kartlegging av fysiske forhold i et område med gjennomførte habitattiltak, ungfiskundersøkelser, skjellanalyser av voksenfisk, evaluering av tilslag på utsettinger og beregninger av smoltproduksjon. I tillegg skulle det om forholdene tillot det gjennomføres årlige gytefiskregistreringer i Røssåga og Leirelva, noe som Ferskvannsbiologen AS har hatt ansvaret for. Denne samlerapporten omfatter resultater fra alle feltbaserte undersøkelser som er gjennomført i Røssåga og Leirelva i løpet av perioden 2016-2020. I tillegg er det gjort vurderinger av effekter av påvirkningsfaktorer og virkning av kompensasjonstiltak, samt gitt noen faglige tilrådinger om innretning av framtidig undersøkelsesprogram og avbøtende tiltak.

Det ble i 2016, 2018 og 2020 gjennomført habitatkartlegginger med skjulmålinger i et tiltaksområde mellom nytt og gammelt kraftverksutløp. Vurderingene fra 2016 var at det var meget gode gyte- og oppvekstforhold for laks etter gjennomførte tiltak. Området er trolig mindre egnet for aure siden vannhastighetene enkelte steder er relativt høye. I deler av tiltaksområdet er det gjort betydelige habitatforbedrende tiltak, med utsortering av sand og tilførsel av egnet gytesubstrat. Det ble ellers registrert tre definerte felt med gytesubstrat i tiltaksområdet. En etablert strømløper i form av en steinterskel sørger for at hovedstrømmen ledes over til høyre side av elveløpet. De dominerende elveklassene nedstrøms strømløperen i tiltaksområdet var dype og grunne kulper, med vannhastigheter som var lavere enn 50 cm/s. Vannføringen via naturlig elveløp i Sjøforsen var betydelig lavere i 2018 og 2020 enn i 2016, noe som tyder på at vannhastigheten på høyre side av tiltaksområdet ikke endrer seg vesentlig når hele vannføringen i området går via kraftverket.

Det har skjedd til dels store endringer i skjultilgangen innenfor tiltaksområdet i løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020. Skjulmålinger langs ti transekter i tiltaksområdet i oktober 2016 ga et gjennomsnitt på 16,3 skjulenheter. Denne verdien tilsier høy skjulkapasitet og at området var svært godt egnet som oppvekstområde for eldre ungfisk. Tilsvarende skjulmålinger i 2018 ga et gjennomsnittsnivå på 11,4 skjulenheter. Denne verdien tilsier at det da var middels høy skjulkapasitet, og tydet på en nedadgående trend i skjultilgangen for ungfisk. Dette var spesielt synlig på den nederste halvdel av elvestrekningen. Skjulmålinger i 2020 ga et gjennomsnittlig nivå på 8,3 skjulenheter. I seks av segmentene var det en ytterligere nedgang i skjulkapasitet sammenlignet med inventeringene i 2016 og 2018, mens i de tre nederste segmentene var det en oppgang i forhold til målingene i 2018.

I løpet av undersøkelsesperioden ble det fanget til sammen 4 122 individer av sju fiskearter i Røssåga. Fiskesamfunnet er fullstendig dominert av sjøvandrende laksefisk som aure (51 %) og laks (42 %). Aure var den mest tallrike arten i fire av fem undersøkelsesår, mens laks var den mest tallrike arten i 2016. Når det gjelder laks ble det fanget individer i de fleste livsstadier, hvorav fire årsklasser av ungfisk dominerte antallsmessig. Av aure var det en blanding av ungfisk, umodne og voksne individer, og ungfisk dominerte ikke like klart som hos laks. De lave fangstene av røye, ål og pukkellaks skyldes trolig ulike forhold. Pukkellaks er en introdusert art med sporadisk forekomst i norske vassdrag. Røye finnes fortrinnsvis i midtre og øvre deler av Røssågavassdraget, og det er ingen kjent forekomst av sjørøye i vassdraget. Ål er en art i kraftig tilbakegang i hele artens utbredelsesområde, og det er indikasjoner på at tilbakegangen er spesielt stor i nordlige områder.

Elektrisk båtfiske under varierende feltforhold har vist at metoden er robust og godt egnet for ungfiskundersøkelser i lakseførende deler av Røssåga. Elektrisk båtfiske utgjør en kostnadseffektiv måte for å fange de fleste størrelsesgrupper av laks og aure, selv om årsyngel blir noe underrepresentert sammenlignet med eldre aldersgrupper. I løpet av undersøkelsesperioden har mesteparten av elvestrengen mellom Sjøforsen og Røssågauren blitt undersøkt regelmessig, og det er bare korte elvestrekninger i de nedre delene som ikke har blitt undersøkt minst én gang. Resultatene fra undersøkelsesperioden viser at ungfisk av laks og aure benytter hele elvestrekningen mellom Sjøforsen og munningsområdet. Uprøving av repetert overfisking viser at det er mulig å skaffe kvantitative data om relativ forekomst av ungfisk, i tillegg til mer kvalitative data som artssammensetning, aldersfordeling og lengdefordeling.

For å undersøke hvorvidt lysforhold og tid på døgnet påvirker forekomst og fangst av ungfisk, ble det i august 2019 gjennomført repetert elektrisk båtfiske på tre stasjoner i nedre deler av Røssåga. Det viste seg at det var store forskjeller i totalfangst og artssammensetning på ulike tider av døgnet, og på alle stasjonene ble det fanget flere individer av begge arter på nattestid enn på dagtid. Spesielt store forskjeller i fangst var det hos laksunger, der det ble fanget mer enn fire ganger så mange individer på nattestid som på dagtid. Det er flere mulige forklaringer på denne forskjellen i fangster. For det første kan det være at ungfisk blir lettere skremt av båten i lys enn i mørke. For det andre kan årsaken være at det er forskjeller i habitatbruk gjennom døgnet. For det tredje kan de store tidevannsforskjellene i nedre deler påvirke resultatene. For å få avklart årsakssammenhengen er det nødvendig å gjennomføre undersøkelser i samme tidevannsfase på dagtid og nattestid.

Strandnært elektrisk fiske har vist seg å fungere svært godt for å skaffe tilfredsstillende data fra ungfisksamfunnet i Leirelva. Den totale dominansen av årsyngel i fangstene i Leirelva tyder på at sidevassdraget har en spesielt viktig funksjon som oppvekstområde for laks og sjøaure. Denne vurderingen underbygges av resultater fra gytefisktellinger, som viser høyere forekomst og tetthet av gytefisk i Leirelva enn i Røssåga. Tilsvarende viser komparative analyser av fangstdata fra Leirelva og Røssåga at det er store forskjeller i alderssammensetningen i de to vassdragsavsnittene. Forskjellene kan trolig til en viss grad forklares ut fra metodiske forhold. Imidlertid viser en komparativ analyse av Røssåga, Namsen, Gaula og Orkla, at det svært lave innslaget av årsyngel i Røssåga skiller seg kraftig fra andre undersøkte laksevassdrag. Uforholdsmessig høy forekomst av eldre laksunger sammenlignet med laksyngel i Røssåga, antyder at det skjer en forflytning av ungfisk fra Leirelva til Røssåga i løpet av ungfiskstadiet.

I løpet av undersøkelsesperioden ble det fanget ungfisk av laks og aure i alle deler av Røssåga mellom Sjøforsen og Røssågauren. De største forekomstene av laksunger ble funnet mellom Sjøforsen og Leirelva. Det aller beste vassdragsavsnittet var mellom Svartåga og Olderneset, der det ble funnet jevnt over gode forekomster av laksunger på alle undersøkte stasjoner. I de nedre delene av Røssåga ble det fanget mest laksunger i vassdragsavsnittet mellom Storbekken og Langbekken, og det var jevnt nedadgående fangster i de to avsnittene nedstrøms Langbekken. De største forekomstene av aureunger ble funnet mellom Svartåga og Leirelva. I likhet med lakseforekomst var høyeste aureforekomst i de nedre delene mellom Storbekken og Langbekken. Det var noen klare forskjeller i forekomstene av aure og laks. For det første var tiltaksområdet mellom Sjøforsen og Svartåga det dårligste vassdragsavsnittet med hensyn til forekomst av aureunger. For det andre var det langt større forekomster av aure enn laks i de nedre delene av Røssåga.

På grunnlag av omfattende kartlegginger av habitatforholdene i tiltaksområdet nedstrøms Sjøforsen, er teoretisk produksjonsevne beregnet å være i størrelsesorden 1 600-2 400 laksesmolt. Ut fra en estimert middelvei på om lag 2 000 laksesmolt, og et permanent vanddekt areal på om lag 47 000 m², er gjennomsnittlig tetthet i tiltaksområdet om lag 4,3 laksesmolt per 100 m². Dette er en middels høy smolttetthet sammenlignet med beregninger i en rekke norske laksevassdrag i forbindelse med fastsettelse av gytebestandsmål. De estimerte smolttetthetene i tiltaksområdet er lavere enn tetthetsestimatene som er gjort i Numedalslågen, Mandalsvassdraget, Orklavassdraget, Gaulavassdraget, Vefsnvassdraget og Altavassdraget, men noe høyere enn i flere store nordnorske laksevassdrag som Måselvassdraget, Reisavassdraget, Tanavassdraget og Neidenvassdraget.

På grunn av mangelfullt datagrunnlag er det ikke mulig å lage presise estimater for samlet smoltproduksjon i Røssåga. Imidlertid kan det gjøres grove kalkyler ut fra fysiske habitatparametere som vannhastighet og substratforhold. Med hensyn til teoretisk produksjonsevne er det naturlig å dele elva inn i fire hovedavsnitt: Sjøforsen-Svartåga (høy), Svartåga-Leirelva (middels høy), Leirelva-Storbekken (lav) og Storbekken-Røssågauren (svært lav). Ut fra tilordnete tettheter av laksesmolt er den teoretiske produksjonsevnen i Røssåga i størrelsesorden 11 000-20 000 laksesmolt. Dette tilsvarer gjennomsnittlige tettheter på 0,6-1,1 laksesmolt per 100 m², noe som er svært lavt sammenlignet med andre laksevassdrag. Hovedgrunnen til de lave estimatene er at mesteparten av Røssåga er vurdert å ha svært lav teoretisk produksjonsevne. Siden de lavproduktive delene utgjør om lag 67 % av vanddekt areal, vil det gjøre store utslag på gjennomsnittlige smolttettheter om disse områdene er mer produktive enn det som er lagt til grunn i estimatene.

Vannføringen i Leirelva er sterkt påvirket som følge av overføringer av vann i forbindelse med Kjensvatn kraftverk og Rana kraftverk. Vannføringen er redusert med om lag 60 % oppstrøms Bjerka kraftverk, noe som berører omtrent halvparten av lakseførende strekning i Leirelva. Nedstrøms Bjerka kraftverk er vannføringen redusert med rundt 40 %. Ut fra ungfiskundersøkelsene i Leirelva kan det se ut som om laks i større grad enn aure benytter områdene nedstrøms Bjerka kraftverk som gyte- og oppvekstområde. Det er usikkert i hvor stor grad dette skyldes størst fraføring av vann fra øvre deler av Leirelva. I tilknytning til Bjerka kraftverk er det etablert flere terskler i elveløpet. Formålet med slike terskler i regulerte elver er å opprettholde et permanent vanddekt areal etter at vannmengdene er redusert. Vannhastighetene i slike terskelbasseng er ofte lave, og det skjer ofte en sedimentering med finere substratklasser. Stasjonær aure foretrekker trolig grunnere gyteområder med lavere vannhastighet enn sjøaure og laks. Følgelig kan høyere tettheter av aureunger oppstrøms kraftverksutløpet skyldes at stasjonær aure i stor grad benytter dette området.

Tørrlegging av forbygninger ved vannføringer mellom 60 og 30 m³/s, er en kjent problemstilling når lave vannføringer sammenfaller med lavt tidevann. Ifølge tidligere fiskebiologiske undersøkelser blir mye av godt egnet oppvekstareal for ungfisk tørrlagt i perioder med redusert driftsvannføring og fjære sjø. De gode oppvekstområdene som blir tørrlagt er primært i tilknytning til forbygninger. Ved lavvannføringer og fjære sjø vil de viktige skjulområdene i forbygningene i stor grad tørrlegges. I Røssåga skjer vannføringsreduksjoner fra 60 til 30 m³/s gradvis, med en reduksjon på 7,5 m³/s i løpet av 15 minutter. Dette vil si at elveforbygningene helt eller delvis blir tørrlagte i løpet av 60 minutter. Ungfisk vil strande i bunnen av forbygningene dersom de ikke har forflytningsmuligheter. Det er usikkert i hvor stor grad stranding i forbygninger er et problem ved nedkjøring av det nye kraftverket. I forbindelse med strandært elektrisk fiske i tiltaksområdet, er det ved vannføringer ned mot 30 m³/s, registrert stranding av årsyngel i små avsnørte dammer oppstrøms Svartåga. Det er flere områder i elveløpet som blir tørrlagte ved lave vannføringer, men hvorvidt dette er et problem for ungfisk i disse områdene er ikke undersøkt.

Det er overveiende sannsynlig at mange år med *Gyrodactylus*-smitte, etterfulgt av to kjemiske behandlinger med rotenon, har medført en kraftig reduksjon i de lokale bestandene av laks og sjøaure. Negative effekter av smitte og utryddingstiltak har kommet på toppen av alle andre påvirkningsfaktorer, slik at omfanget av sumeffekter og samlet belastning på fiskesamfunnet har vært betydelig. På grunn av det store negative potensialet for påvirkningsfaktorene, er det vanskelig å isolere effekter fra den enkelte påvirkningsfaktoren. Videre er det usikkert i hvor stor grad kombinasjonen av vassdragsregulering, *Gyrodactylus*-smitte og kjemisk behandling, har påvirket den genetiske sammensetningen hos bestandene av laks og sjøaure i Røssåga og Leirelva. Gitt at det har skjedd større genetiske endringer, forsterket av innblanding av rømt oppdrettsfisk, kan dette være en del av forklaringen til dårlig bestandsstatus i de senere år.

Under det strandnære elektriske fisket i Sjøforsløpet i 2018, hadde laksungene som ble fanget gjennomgående hvite områder på brystfinner og ryggfinner. Enkelte av fiskene hadde også til dels nekrotiske finner. Et utvalg av de fangete fiskene ble på grunn av disse observasjonene fiksert på sprit og sendt til seksjon for parasittologi hos Veterinærinstituttet i Trondheim. Det ble ikke gjort funn av parasitter på fisken, men det ble anmerket at fisken hadde noe utstående øyne. Utstående øyne er et kjent tegn på gassblæresyke, men kan også relateres til en rekke andre sykdommer hos laks. Utstående øyne som følge av gassovermetning synes å være mer framtrædende ved kronisk eksponering enn ved akutte, dødelige episoder. Under det elektriske båt-fisket samme år ble det ikke gjort tilsvarende observasjoner på de fangete laksungene, og det har heller ikke blitt observert noe lignende under feltarbeid i 2019 eller 2020.

I forbindelse med strandnært elektrisk fiske i tiltaksområdet ble det avdekket at det har vært bedrevet omfattende snødeponering i elveleiet. Store mengder strøsand fra snødeponeringen har blitt lagt opp langs det nyrestaurerte elveløpet. Det er ukjent i hvor stor grad snømassene fra industriområdet ved Sjøforsløpet er forurenset. Tilførsel av finmasser er i seg selv svært uheldig for de gjennomførte habitattiltakene, siden hulrom under og mellom steiner blir tettet og skjulplasser for laks og aureunger dermed går tapt. Deponering av sandholdige snømasser har etter vår vurdering langt på vei nulltet ut de positive effektene av de gjennomførte habitattiltak i tiltaksområdet ved Sjøforsen. Det er derfor behov for å gjennomføre tiltak for å hindre ytterligere tilføring av finsubstrat, samt vurderes hvilke kompensasjonstiltak som kan iverksettes for å avbøte denne formen for habitatdegradering.

I og med at bestandsstatus for laks og sjøaure ikke er stabilisert etter gjennomførte utryddingstiltak mot *Gyrodactylus salaris* i 2003-2004, er det behov for å ha et undersøkelsesprogram som overvåker bestandsstatus og evaluerer effektene av gjennomførte kompensasjonstiltak. I et framtidig overvåkingsprogram anbefales en kombinasjon av flere tilgjengelige undersøkelsesmetoder, for å kartlegge endringer i fysisk habitat og utvikling i ungfiskbestander og gytetfiskbestander. Strandnært elektrisk fiske har vist seg å fungere svært godt i Leirelva, og anbefales videreført med en lignende innretning i framtidige ungfiskundersøkelser. På grunn av svært store habitatforskjeller innenfor sidevassdraget, er det nødvendig å ha et tilstrekkelig stort, fast stasjonsnett. Elektrisk båt-fiske har vist seg å fungere godt i hovedstrengen, og anbefales videreført i framtidige ungfiskundersøkelser i Røssåga. Basert på oppnådde erfaringer i perioden 2016-2020, kan det etableres et fast stasjonsnett som undersøkes hvert år. Ut over å ha god dekningsgrad på hele strekningen mellom Sjøforsen og Røssågauren, er det viktig å ha spesielt god dekning på elvestrekningen mellom Sjøforsen og Leirelva.

Det er behov for enda mer systematisk uttesting av elektrisk båtfiske som undersøkelsesmetode i Røssåga. Hovedformålet med uttestingen vil være å skaffe bedre kvantitative data i tid og rom, samt at man kan innrette undersøkelsene på en mest mulig optimal måte. De oppnådde erfaringene fra perioden 2016-2020 viser at det er mulig å beregne fangbarhet ved hjelp av repetert overfisking av samme stasjon. For å få et bedre grunnlag for å vurdere fangbarhet i ulike habitattyper, anbefales det at man gjennomfører repetert overfiske på et utvalg av stasjonene i det faste stasjonsnettet. Med grunnlag i fangbarhetsestimater fra de viktigste områdetypene i hovedelva, er det mulig å gjøre grove estimater av relativ forekomst og omtrentlig tetthet av ungfisk i de ulike delene av Røssåga. For å finne årsaken til de store forskjellene i fangster i lys og mørke i de nedre delene, anbefaler vi å gjennomføre undersøkelser på noen stasjoner i samme tidevannsfase på dagtid og nattetid. Dersom det viser seg at habitatbruk hos ungfisk er vesentlig forskjellig gjennom døgnet, bør det gjøres en vurdering av hvilket tidspunkt i løpet av døgnet de nederste stasjonene bør undersøkes med elektrisk båtfiske.

For å få bedre innsikt i hvorvidt det skjer en vesentlig nedvandring av laksunger fra Leirelva til Røssåga, er det nødvendig å gjennomføre et merkeprogram for laksunger fanget i Leirelva. I og med at eventuell nedvandring trolig skjer tidlig i ungfiskstadiet, må det benyttes en merkemethode som er egnet for svært små fisk. Den mest kostnadseffektive merkemethoden er å benytte små PIT-merker, som kan implanteres i bukhulen på laksunger eldre enn årsyngel (lakseparr). Et eventuelt merkeprogram i Leirelva bør foregå i hele neste undersøkelsesperiode, slik at det er mulig å merke et tilstrekkelig høyt antall laksunger til at man får en del gjenfangster av nedvandrende laksunger i Røssåga. Basert på oppnådde erfaringer fra Leirelva og Røssåga i perioden 2016-2020, er det mulig å modellere hvor mange laksunger som må merkes og sjekkes for merking. Siden resultatene fra strandnært elektrisk fiske i Leirelva tilsier at det er lav forekomst av lakseparr på de fleste stasjonene i eksisterende stasjonsnett, anbefales et kvalitativt elektrisk fiske på litt større arealer i områder med brukbar forekomst av lakseparr.

Ut fra funn av merkeandeler hos ulike stadier av ungfisk satt ut i undersøkelsesperioden, anbefales det å endre utsettingene fra ufôrete til fôrete stadier av årsyngel. Dette ut fra erfaringer fra Røssåga der det ser ut som at fôrete stadier har bedre tilslag enn ufôrete. Det er ønskelig at de utsatte laksungene spres over større deler av elveløpet, slik at en får avdekket om det økte tilslaget skyldes at fisken er satt ut i Sjøforsløpet, eller om utsettinger på andre steder i Røssåga vil gi like godt tilslag. Dersom utsettinger av ufôrete laksunger videreføres må det sørges for god temperaturstyring i anlegget, samtidig som det sikres gode data på larvenes utvikling fra klekking til start på ytre næringsopptak. I gjennomsnitt stammer om lag en femtedel av voksenfisken som er fanget i Røssåga de siste årene fra smoltutsettinger. Derfor anbefales videreføring av smoltutsettinger inntil det er endelig avklart om utsettinger av fôret yngel er tilstrekkelig for å styrke lakseproduksjonen i vassdraget.

Det anbefales fortsatt bruk av Alizarin som merkemethode på utsettingsmaterialet i Røssåga, inntil det er etablert en ny og bedre sporingsmetode for utsatt fisk. NINA anbefaler at man så snart som praktisk mulig går over til bruk av genetiske metoder for sporing av utsatt fisk. En sentral forutsetning for bruk av genetiske metoder, er at det gjennomføres genetiske analyser av all stamfisk som skal benyttes i videre produksjon av de ulike utsettingsstadier av laks. Et første trinn er å ta vevsprøver fra all stamfisk som benyttes til videre produksjon i genbanken på Bjerka. Man vil på dette grunnlag ha gode forutsetninger i framtida til å starte familiesporing av utsettingsmaterialet i Røssåga og Leirelva. En tilleggsgevinst som genetisk sporing har foran kjemisk og fysisk merking, er at genetisk sporing også gir mulighet til å vurdere hvilke genetiske effekter utsettinger av laks har på laksebestanden i Røssågavassdraget.

Som et sentralt verktøy i overvåkingen av bestandssituasjonen hos laks og sjøaure i Røssåga-vassdraget, er det viktig å ha gode metoder for å overvåke bestandsutviklingen hos voksenfisk. Fangstregistreringer alene er ikke tilstrekkelig for å kunne fange opp bestandsendringer, siden det kan være store årlige variasjoner i rapporteringsgrad og beskatningsrate. Det anbefales derfor at man viderefører gytefisktellinger i Røssåga og Leirelva. Undersøkelsene bør inkludere alle de antatt viktigste gyteområdene i vassdraget; det vil si Røssåga mellom Sjøforsen og Leirelva, samt de midtre og nedre delene av Leirelva. I den grad det er mulig er det også ønskelig å inkludere de øvre delene av Leirelva. I forbindelse med framtidige gytefiskundersøkelser i Røssåga bør disse fortrinnsvis gjennomføres når vannføringen er lavere enn 60 m³/s. Dette vannføringskravet er for å få best mulig presisjon på gytefisktellningene, ved at det er gunstige forhold med hensyn til vannhastigheter og vanndybde.

For å sikre en langvarig og positiv effekt av habitattiltakene i tiltaksområdet, er det behov for å stanse alle inngrep som medfører habitatdegradering. Det er viktig å hindre ytterligere deponering av finsubstrat fra industriområdet. Videre bør det utredes om det fortsatt finnes finfraksjoner i den nye kraftverkstunnelen, og om det i så fall er mulig å fjerne disse i forbindelse med stans i kraftverket. I tillegg er det nødvendig å gjennomføre ulike former for vedlikeholdsarbeid i tiltaksområdet. På strekningen like nedstrøms tiltaksområdet bør det vurderes supplerende restaureringstiltak, siden dette elveavsnittet synes å ha et betydelig potensial som gyte- og oppvekstområde for laks og sjøaure. En aktuell mulighet er utsortering av finsedimenter etter samme modell som er benyttet i to tiltaksområder i Eira i Møre og Romsdal.

Det er ønskelig med mest mulig vann i elveløpet for at effekten av habitattiltakene skal ha en viss varighet. Gitt tilstrekkelige vannmengder og den forholdsvis bratte gradienten i tiltaksområdet, kan det forventes at habitattiltak vil ha en mer langvarig, positiv effekt på produksjonsforholdene for sjøvandrende laksefisk på strekningen. Det er også mulig med ytterligere forbedring av habitatene for ungfisk og voksenfisk i andre områder av Røssåga, ved å benytte noen av de habitatforbedrende tiltakene som er skissert i denne rapporten. Det er store områder i Røssåga som er svært ensartete, både med tanke på bunnsubstrat og hydromorfologisk elveklasse. Det vil derfor gi en positiv effekt for laksefisk og øvrige deler av fiskesamfunnet i vassdraget, med en økning i den hydromorfologiske og substratmessige variasjonen i de ulike delene av vassdraget.

Ut fra indikasjoner på at gassovermetning nedstrøms det nye kraftverket i perioder kan være et problem for ungfisk, anbefales et overvåkingsopplegg for gassinnholdet i utløpsvannet fra Nye Nedre Røssåga kraftverk. Siden det er nitrogen som i første rekke medfører gassblæresyke hos fisk, anbefales det spesielt fokus på nitrogeninnholdet i utløpsvannet fra kraftverket. Overvåkingen bør gjennomføres mest mulig regelmessig, for å kunne fange opp eventuelle variasjoner som følge av varierende tapperegime og kraftverksdrift. I den grad det er praktisk mulig bør det etableres flere målestasjoner mellom Sjøforsen og Svartågå, som utfører kontinuerlig logging av nitrogeninnhold og andre aktuelle gasser. En mulighet er å benytte varighetsloggere som overvåker gassmetningsnivået i tiltaksområdet, etter samme modell som tidligere er benyttet i blant annet Otra, Nidelva, Modalselva, Matreelva, Vosso, Ekso og Vettlefjordselva.

Gunnbjørn Bremset (Gunnbjorn.Bremset@nina.no), Espen Holthe, Marius Berg, Jan Gunnar Jensås, Eva Marita Ulvan & Gitte Løkeberg, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim.

Jon Museth & John Gunnar Dokk, Norsk institutt for naturforskning, NINA Lillehammer, Vormstuguvegen 40, 2624 Lillehammer.

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	9
Forord	10
1 Innledning	11
1.1 Områdebeskrivelse.....	11
1.2 Undersøkelserprogram	14
2 Metode	15
2.1 Inventering av tiltaksområde.....	15
2.2 Ungfiskundersøkelser	18
2.2.1 Elektrisk båtfiske i Røssåga.....	18
2.2.2 Strandnært elektrisk fiske i Røssåga.....	24
2.2.3 Strandnært elektrisk fiske i Leirelva.....	26
2.2.4 Merking av utsatt fisk	28
2.3 Estimering av smoltproduksjon.....	30
2.4 Analyser av skjell og otolitter fra voksenfisk.....	32
2.5 Gytedefiskundersøkelser	33
3 Resultater	36
3.1 Inventering av tiltaksområde.....	36
3.2 Ungfiskundersøkelser	41
3.2.1 Elektrisk båtfiske i Røssåga.....	41
3.2.2 Strandnært elektrisk fiske i Røssåga.....	53
3.2.3 Strandnært elektrisk fiske i Leirelva.....	55
3.2.4 Otolittanalyser av ungfisk fanget i Røssåga og Leirelva	58
3.2.5 Sammensetning av ungfisksamfunn i Røssåga og Leirelva	62
3.3 Estimert smoltproduksjon i Røssåga.....	65
3.4 Analyser av skjell og otolitter fra voksenfisk.....	70
3.5 Gytedefiskundersøkelser	73
4 Bestandsreduserende faktorer	77
4.1 Reguleringseffekter.....	77
4.2 Laksedreperen <i>Gyrodactylus salaris</i>	83
4.3 Elvebeskatning	85
4.4 Fysiske inngrep.....	87
5 Kompensasjonstiltak	89
5.1 Habitattiltak i tiltaksområdet.....	89
5.2 Andre habitattiltak	90
5.3 Utsettinger.....	95
6 Oppsummering og tilrådinger	97
7 Referanser	102
8 Vedlegg	109
8.1 Vedleggstabeller	109
8.2 Vedleggsfigurer.....	122

Forord

Statkraft Energi AS valgte et konsortium bestående av Norsk institutt for naturforskning (NINA) og Veterinærinstituttet (VI) til å gjennomføre reguleringstilknyttete undersøkelser i Røssåga i perioden 2016-2020. Bakgrunnen for oppdraget er at Statkraft har fått pålegg om å gjennomføre ulike tiltak og undersøkelser etter at lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* er fjernet fra Røssåga og andre smittede vassdrag i Ranaregionen. Hovedformålet med undersøkelsene i Røssåga-vassdraget er å undersøke hvordan iverksetting av kompensasjonstiltak som utsettinger av fisk, biotopiltak og habitatrestaurering bidrar til å styrke produksjonen av sjøvandrende laksefisk. Et delmål er å vurdere framtidig behov for kompensasjonstiltak for å avbøte de negative reguleringsseffektene på smoltproduksjon.

Elektrisk båtfiske har vært gjennomført av Jon Museth, Gunnbjørn Bremset, Marius Berg, Espen Holthe, John Gunnar Dokk og Anette Taugbøl i NINA, med bistand av Tor Næss, Hans Fredhult og Sjur Gammelsrud i Statkraft, Jarl Koksvik i Miljødirektoratet og Vegard Pedersen Sollien i VI. Strandnært elektrisk fiske i Leirelva har vært utført av Espen Holthe, med bistand fra Thomas Bjørnå, Frode Gullhav og Lars Farbu i Mosjøen og omegn næringsselskap. Inventeringer av tiltaksområdet har blitt gjennomført av Marius Berg, med bistand fra Tor Næss i Statkraft og Bjørn Borge Skei i VI. Gytedefiskundersøkelsene i Leirelva er gjennomført i regi av Ferskvannsbiologen AS, med deltakelse av Vidar Bentsen, Maria Berdal, Sondre Bjørnbet, Vemund Gjertsen, Øyvind Kanstad-Hanssen og Anders Lamberg.

Analyser av ungfisk inkludert otolittanalyser er utført av Torun Hokseggen og Gitte Løkeberg i Veterinærinstituttet, mens analyser av skjell fra voksenfisk er utført av Jan Gunnar Jensås i NINA. Marius Berg har utformet oversiktskart over Røssågavassdraget, mens Eva Marita Ulvan har utarbeidet illustrasjonskart for elektrisk båtfiske. Marius Berg har bearbeidet og presentert alle data fra inventeringen av tiltaksområdet. Øyvind Kanstad-Hanssen i Ferskvannsbiologen AS har bearbeidet, presentert og vurdert resultatene av gytedefisktellningene. Gunnbjørn Bremset og Espen Holthe har hatt hovedansvaret for utarbeidelsen av samlerapporten. Bjørn Grane og Torbjørn Strømshid i Statkraft har bidratt med teknisk og hydrologisk informasjon, mens professor Leif Lia ved NTNU har gitt faglige innspill i vanntekniske spørsmål. Alle bidragsyttere takkes for innsatsen, og Statkraft Energi AS takkes for oppdraget i Røssågavassdraget.

Trondheim 15. mai 2021

Gunnbjørn Bremset,
prosjektleder

1 Innledning

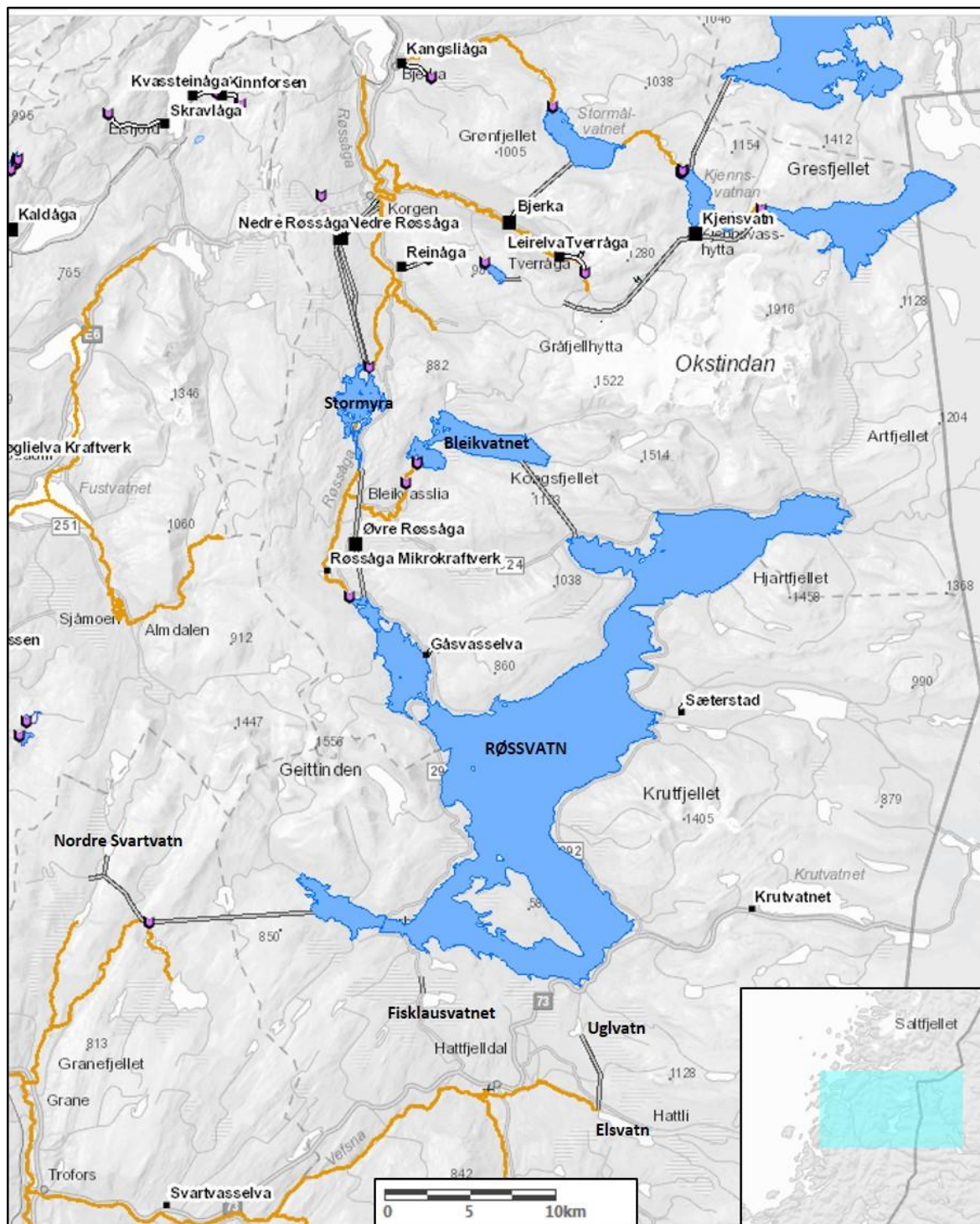
1.1 Områdebeskrivelse

Røssågavassdraget har et naturlig nedbørsfelt på 2 096 km² og en årlig middelvannføring på 115 m³/s. Røssåga har utspring i Røssvatnet og utløp i Sørfjorden, som er en sidefjord til Rana-fjorden. Røssvatnet er ett av landets største reguleringsmagasin med et areal på 240 km². Røssågavassdraget er utbygd for kraftformål i flere etapper i perioden 1961-2017 (**figur 1**). Det er etablert fire kraftverk i vassdraget, hvorav de tre nederste har utløp i lakseførende deler av vassdraget. Etter regulering får Røssvatnet overført vann fra Bleikvatnet, som tidligere drenerte direkte til Røssåga. I tillegg overføres vann fra Elsvatnet via Uglvatnet til Røssvatnet. Elsvatnet drenerer naturlig til Vefsna ved Hattfjelldal. Lengre mot vest overføres Østre Fiskelausvatn via Lille Røssvatnet til Røssvatnet. Lengst i vest overføres vann fra Nordre Svartvatnet og tre bekkeinntak til Røssvatnet. To av disse bekkeinntakene medfører at vannføringa er redusert i Gluggvasselva, som er en sideelv til Vefsna med utløp omtrent én kilometer nord for Grane kirke.

Øvre Røssåga kraftverk har utløp i Stormyrbassenget. Røssåga hadde opprinnelig sitt utspring fra Tustervatnet, som etter oppdemming har blitt en del av Røssvatnmagasinet. Fra inntaket i Tustervatnet kjøres vannet gjennom Øvre Røssåga kraftverk og ut i elva oppstrøms Stormyrbassenget. Fra Stormyrbassenget blir vann tatt inn i Nedre Røssåga kraftverk. Før ombygging hadde kraftverket utløp i Svartåga omtrent 700 meter nedstrøms Sjøforsen, som er naturlig vandringshinder for sjøvandrende laksefisk. I 2017 ble Nye Nedre Røssåga kraftverk satt i drift, med kraftverksutløp like nedstrøms Sjøforsen. Statkraft har restaurert elvestrekningen mellom Sjøforsen og Svartåga. Tiltaksområdet i det såkalte Sjøforsløpet er sentralt i forbindelse med det pålagte undersøkelsesprogrammet (se **avsnitt 1.2**). I øvre deler av Leirelva er det også fraført vann via seks bekkeinntak som leverer vann til Kjensvatnet og videre til Rana kraftverk som har sitt utløp i Ranaelva. Fraføringen av vann i dette området har redusert vannføringa i øvre deler av Leirelva med om lag 60 %. Sjøvandrende laksefisk har tilgang på om lag 14 kilometer elvestrekning i Røssåga (**tabell 1**), i tillegg til om lag 17 kilometer i Leirelva (se nærmere beskrivelse nedenfor).

Tabell 1. Lengde (m) og areal (m²) på hovedavsnitt i de lakseførende delene av Røssåga. Inndelingen er i hovedsak basert på fysiske egenskaper som vannhastighet, bredde på elveløp og dominerende bunnsubstrat. Lengden på hovedavsnittene er beregnet til nærmeste hundre meter, mens arealene er beregnet ut fra gjennomsnittsbredde ved breiddfull elv.

Hovedavsnitt	Lengde (m)	Areal (m ²)	Strømforhold og substrat
Sjøforsen-Svartåga	700	47 000	Rasktflytende, grovsteinete
Svartåga-Olderneset	2 600	213 000	Moderat, stein og småstein
Olderneset-Leirelva	1 700	148 000	Sentflytende, småstein og grus
Leirelva-Storbekken	2 600	203 000	Sentflytende, grus og sand
Storbekken-Langbekken	1 700	219 000	Sentflytende, fingrus og sand
Langbekken-Jernbanebru	2 100	351 000	Sentflytende, sand og silt
Jernbanebru-Røssågauren	2 600	686 000	Svært sentflytende, sand og silt
Sjøforsen-Røssågauren	14 000	1 867 000	Variierende habitatforhold



Figur 1. Kart over Røssågvassdraget med oversikt over tekniske installasjoner i forbindelse med overføring av vann og vannkraftproduksjon. Regulerte vannforekomster er markert med blå farge for innsjøer og lys brun farge på elver. Overføringstuneller er markert med parallelle svarte linjer. Kartgrunnlaget er hentet fra NVE Atlas (www.nve.no).

Mesteparten av de lakseførende delene av Røssåga er tidevannspåvirket, med oppstuvningseffekt helt opp til Sjøforsløpet (**bildeserie 2**). De tidevannspåvirkete områdene er jevnt over sentflytende (**bildeserie 2**). Leirelva har samløp med Røssåga omtrent fire kilometer nedstrøms Sjøforsen. Nedbørsfeltet til denne sideelva er påvirket av to reguleringer. Store Målvatnet drenerer naturlig ut i Bjerkavassdraget, men føres nå over til Leirelva gjennom Bjerka kraftverk. Øverste deler av Leirelva er overført til Kjennsvatnet hvor vannet overføres til Rana Kraftverk med utløp i Ranaelva. I forbindelse med utryddingstiltak mot laksedreperen *Gyrodactylus salaris*, ble det etablert en midlertidig fiskesperre ved Øverleir, om lag sju kilometer fra samløpet med Røssåga. I 2009 ble fiskesperra påført skader under en større flomepisode, og ble senere fjernet i forbindelse med friskmeldingsprosess.



Bildeserie 1. Tiltaksområdet i Sjøforsløpet (venstre bilde) er eneste del av Røssåga som er upåvirket av tidevann. Tidevann påvirker vannstand og vannhastighet helt opp til steinterskelen (høyre bilde) som avgrenser tiltaksområdet. Foto: Marius Berg.



Bildeserie 2. Mesteparten av Røssåga er sentflytende på grunn av lav gradient og stor tidevannspåvirkning, slik som i området nedstrøms det gamle kraftverksutløpet (venstre bilde) og området oppstrøms Olderneset. Foto: Marius Berg.

1.2 Undersøkellesprogram

Miljødirektoratet utformet i april 2016 et pålegg om et femårig undersøkelsesprogram for lakseførende deler av Røssåga (**figur 2**). Undersøkelsesprogrammet gjaldt for perioden 2016-2020, og omhandlet overvåking av bestandsstatus for laks og sjøaure. Som en del av overvåkingen skulle det ifølge pålegget prøves ut alternativ metodikk for å få bedre oversikt over ungfiskproduksjon og innslag av utsatt fisk, gytefiskundersøkelser i Røssåga og Leirelva, innsamling og analyser av skjellprøver fra voksenfisk, samt undersøkelser i område med gjennomførte biotopiltak og habitatrestaurering. Statkraft Energi AS valgte et konsortium bestående av NINA og Veterinærinstituttet til å gjennomføre undersøkelser av ungfisk og voksenfisk fanget i elvefiske, mens konsulentfirmaet Ferskvannsbiologen AS ble valgt til å gjennomføre gytefiskundersøkelser i Røssåga og Leirelva.

1. Produksjon, merking og utsetting av 150 000 stk. øyerogn eller plommeseckkyngel i 2016 og 350 000 stk. per år i perioden 2017-2020.
2. Produksjon, merking og utsetting av 40 000 1-somrig settefisk per år i perioden 2016-2020.
3. Produksjon, merking og utsetting av 15 000 smolt per år i perioden 2016-2020.
4. Følge tilslaget av utsettingene gjennom:
 - a. Ungfiskundersøkelser (tetthet, tilslag/andel fisk som stammer fra utsettingene vurderes ut fra genetikk eller analyse av otolitter og mål på tilvekst (lengde ved alder).
 - b. Voksen fisk (gytefiskregistrering ved drivtelling). Ved eventuell åpning av fisket skal andelen fisk med fettfinnemerking registreres og otolitter fra et utvalg smålaks analyseres i 2020. Skjellprøver skal tas og analyseres for all voksenfisk som eventuelt avlives i påleggsperioden.

For nærmere begrunnelse for pålegget vises til varsel om pålegg av 13.3.2016.

Dersom det skulle oppstå behov for endringer i produksjonen av utsetningsmateriale eller i det pålagte undersøkelsesopplegget for øvrig, gjøres dette etter nærmere avtale med Statkraft eller gjennom en formell endring i pålegget.

I påleggsperioden vil det også skje et reetableringsarbeid for sjøørret i vassdraget. Arbeidet med utgangspunkt i pålegget må planlegges og gjennomføres på en slik måte at det ikke kommer i konflikt med dette arbeidet.

Undersøkelsene skal gjennomføres av eller i regi av et firma, en institusjon eller et konsortium med kompetanse innenfor laksefisk og regulerte vassdrag. Erfaring og kunnskap knyttet til gytefisktellinger vurderes som viktig.

Resultatene fra undersøkelsene skal rapporteres årlig, samt med en oppsummerende rapport ved undersøkelsesperiodens slutt. Ved behov, og minimum en gang i året, skal det i regi av regulant gjennomføres et møte hvor resultatene fra undersøkelsene presenteres.

Data som framskaffes gjennom undersøkelsene skal registreres i Vannmiljøbasen (<http://vannmiljo.miljodirektoratet.no/>). Data skal registreres minimum en gang årlig.

Denne avgjørelsen kan påklages, jf. § 28 i forvaltningsloven. Klagefristen er tre uker fra dette brevet er mottatt.

Figur 2. Utklipp av pålegg om tiltak og undersøkelser i Røssågavassdraget. Pålegget ble gitt i brev av 14. april 2016 fra Miljødirektoratet til Statkraft Energi AS.

2 Metode

2.1 Inventering av tiltaksområde

Det ble gjennomført inventeringer av tiltaksområdet i de øvre delene av lakseførende strekning i Røssåga i 2016, 2018 og 2020. Målsetningen med inventeringene var å gi et anslag på den totale smoltproduksjonen i tiltaksområdet, samt å gi en vurdering av det framtidige behovet for fiskeutsettinger i vassdraget. Tiltaksområdet omfatter en drøyt 200 meter lang elvestrekning mellom nytt og gammelt kraftverksutløp, hvor det er utført habitatforbedrende tiltak for å øke det produktive arealet for laksefisk med hensyn til gyte- og oppvekstområder (**figur 3**). Tidspunktene for de tre inventeringene var 18. oktober 2016 (vannføring om lag 38 m³/s), 3. september 2018 (vannføring om lag 30 m³/s) og 18. august 2020 (vannføring om lag 30 m³/s). Vannføringen i tiltaksområdet ble etter avtale med regulant redusert, slik at det var mulig å gjennomføre feltarbeidet på en sikker og effektiv måte.



Figur 3. Prinsippskisse for arbeidet knyttet til tiltaksområdet mellom nytt og gammel kraftverksutløp i Røssåga. Spredt utlegg av steinblokk nedstrøms steinterskel er ikke tegnet inn. Skissen er hentet fra Kanstad-Hanssen mfl. (2015).

Inventeringene omfattet målinger av hulromkapasitet i elvebunnen i området mellom nytt og gammelt kraftverksutløp, samt en grovkartlegging av substrat og elveklasseinndeling fra Sjøforsen og ned til gammelt kraftverksutløp. I tillegg er det gjennomført undervannsobservasjoner langs østre elvebredd av tiltaksområdet, siden denne delen av elva har en djupål som ikke lar seg inspisere ved vading. Det ble i denne sammenheng benyttet undervannskamera som et supplement til visuell kartlegging. Kamera og stoppeklokke ble synkronisert og det ble satt kontinuerlige veipunkter med håndholdt GPS av landmann for georeferering. Inventeringene er begrenset til å gjelde området fra nytt kraftverksutløp i Sjøforsen og ned til utløpskanalen av det gamle kraftverksløpet. Metodikken for inventeringsarbeidet fulgte retningslinjene som er gitt i håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013).

Fra strømleder nedstrøms nytt kraftverktøp til steinterskel i øvre del av floppåvirket område, ble det målt hulromskapasitet for hver tiende meter, med tre målinger innenfor flere mindre områder (0,25 m²) langs transekter. Observasjoner av gyteområder innenfor området med skjulmålinger ble grovt nedtegnet og beskrevet. Nedstrøms steinterskel målte man hulromskapasitet hver tjuende meter. På denne strekningen ga vannhastighet og vanndybde noen begrensninger i hvor langt ut i elva målingene kunne tas (to målinger per transekt). Med unntak av plastring inn mot høyre elvebredd, som er erosjonssikret som følge av at området er rasutsatt, samt utlegging av noe spredt blokkstein (> 50 cm), er det ikke gjort andre habitatforbedrende tiltak nedstrøms steinterskelen som avgrensner tiltaksområdet.

Kartlegging av elveklasser (mesohabitat) baseres på visuelle observasjoner av fysiske kriterier som overflateturbulens, helning, vannhastighet og vanndybde (Borsányi mfl. 2004). Ved klassifisering av overflateturbulens skiller det mellom glatt eller turbulent vannoverflate. Helning av elvepartier større enn 4 % betegnes som bratt, og helning mindre enn 4 % betegnes som moderat. Vannhastigheter høyere enn 50 cm/s betegnes som hurtige, og lavere enn 50 cm/s betegnes som langsomme. I metoden skiller det mellom grunne og dypere områder, og dette skillet er lagt ved 70 centimeters vanndybde. Ut fra denne klassifiseringen er det åtte typer av mesohabitat i rennende vann (**tabell 2**). I forbindelse med utarbeidelse av en tiltaksplan for Gaularvassdraget i Sogn og Fjordane (Bremset mfl. 2007), ble klassifiseringssystemet til Borsányi mfl. (2004) videreutviklet, slik at mesohabitat er organisert i fem såkalte elveklasser (se **vedleggstabell 1**).

Tabell 2. Klassifisering av elveavsnitt i mesohabitat ut fra strømforhold i overflaten, elvegradient, vannhastighet og vanndybde. Klassifiseringen er utviklet av Borsányi mfl. (2004).

Mesohabitat	Overflate	Gradient	Vannhastighet	Vanndybde
A	Glatt	Bratt	Hurtig	Dypt
B1	Glatt	Moderat	Hurtig	Dypt
B2	Glatt	Moderat	Hurtig	Grunt
C	Glatt	Moderat	Langsom	Dypt
D	Glatt	Moderat	Langsom	Grunt
E	Turbulent	Bratt	Hurtig	Dypt
F	Turbulent	Bratt	Hurtig	Grunt
G1	Turbulent	Moderat	Hurtig	Dypt
G2	Turbulent	Moderat	Hurtig	Grunt
H	Turbulent	Moderat	Langsom	Grunt

Målingene av potensielle skjulesteder for ungfisk av laks og aure, det vil si skjulkapasitet for ungfisk i elvebunnen, ble gjennomført ved å putte en fleksibel PVC-slange med diameter på 13 mm (**bilde 1**) i alle tilgjengelige hulrom innenfor en tilfeldig utvalgt prøveflate (Finstad mfl. 2007). Diameter på slangen skal omtrent tilsvare kroppsstørrelsen på eldre laksunger. Hulrommene ble delt i tre kategorier, avhengig av hvor langt innover i hulrommet PVC-slangen kunne puttes, der kategori 1 representerte minst skjul og kategori 3 representerte mest skjul. Skjulkapasiteten innenfor hver lokalitet ble beregnet som gjennomsnittlig vektet skjul (S_v) på følgende måte (Bremset mfl. 2008):

$$S_v = S_1 + S_2 * 2 + S_3 * 3$$

der S_1 til S_3 er antall skjuleheter av kategori 1 til 3.



Bilde 1. Måling av hulrom i elvebunnen skjedde ved hjelp av fleksibel plastslange i henhold til metode beskrevet av Finstad mfl. (2007). Foto: Jan Gunnar Jensås.

Det ble målt hulromkapasitet innenfor ni elvesegmenter på den om lag 700 meter lange strekning mellom nytt og gammelt kraftverksutløp. For å stille diagnosen ble gjennomsnittlig veid skjultilgang beregnet for elvesegmentene 4-9, og deretter klassifisert i henhold til Forseth & Harby (2013) som lite (< 5), moderat (5-10) eller mye (> 10) skjul. For segmentene 1-3 ble skjultilgang estimert ut fra substratsammensetningen i elvesengen. Deretter ble forekomsten av gyteareal innenfor hvert segment oppsummert, uttrykt i prosent av segmentets totalareal og klassifisert som lite (< 1 %), moderat (1-10 %) eller mye (> 10 %). Denne klassifiseringen ble deretter kombinert med en klassifisering av avstand mellom gyteområdene. Først ble innbyrdes avstand mellom gyteområder innenfor hvert segment målt på kart, og deretter ble avstanden til nærmeste gyteområde oppstrøms og nedstrøms målt. For segmenter uten gyteareal ble avstand målt fra midten av segmentet til nærmeste gyteområde. Gjennomsnittlige avstander ble klassifisert som stor (> 500 meter), moderat (200-500 meter) og liten (< 200 meter). Den kombinerte klassifiseringen av gyteareal og avstand ble brukt til å klassifisere mengde gytehabitat fra lite til mye (Forseth & Harby 2013).

2.2 Ungfiskundersøkelser

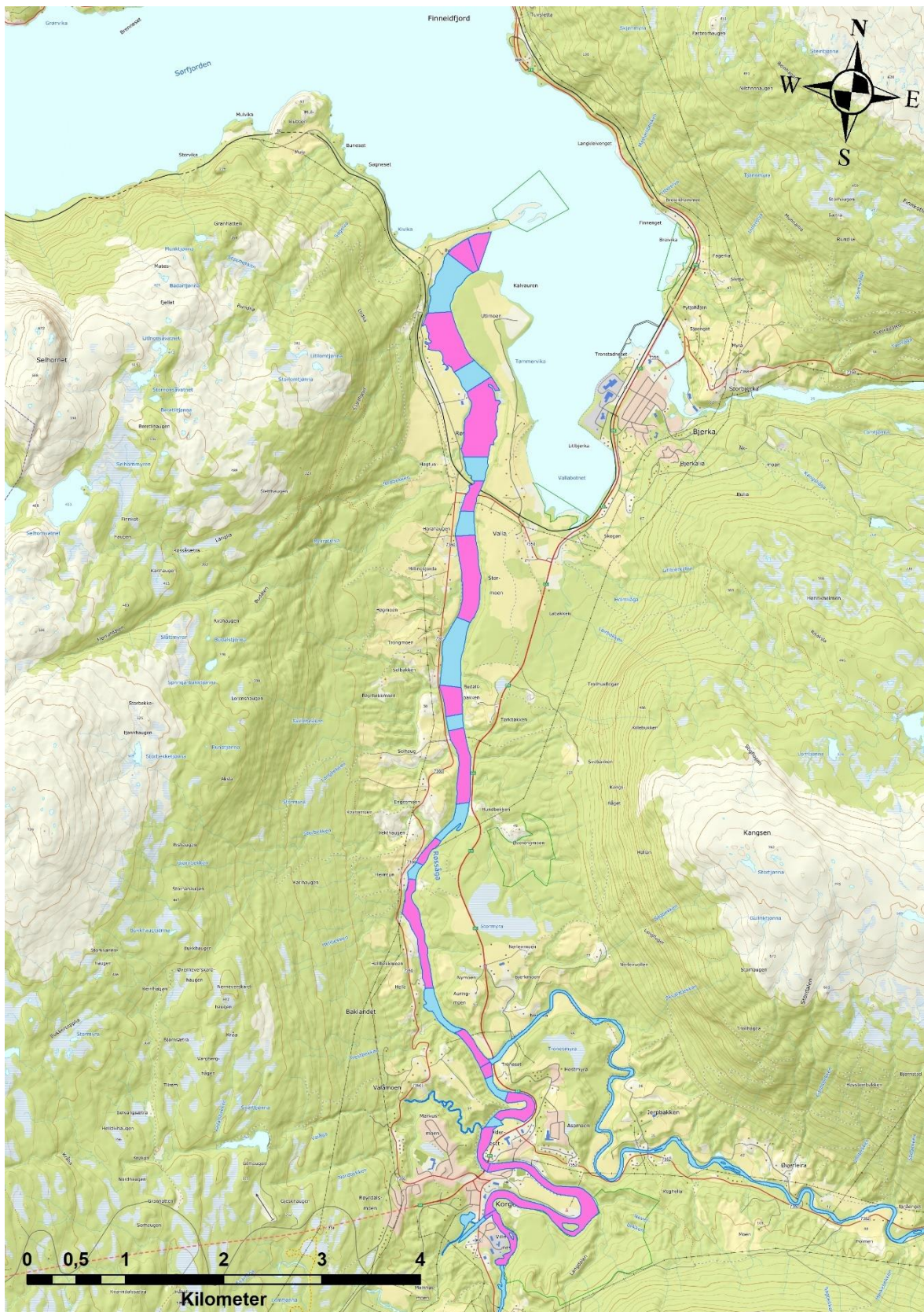
Ungfiskundersøkelsene i Røssågvassdraget i perioden 2016-2020 har bestått av elektrisk båtfiske i Røssåga (**avsnitt 2.2.1**), strandnært elektrisk fiske i Røssåga (**avsnitt 2.2.2**) og strandnært elektrisk fiske i Leirelva (**avsnitt 2.2.3**). Elektrisk båtfiske i Røssåga har vært gjennomført hvert eneste år, mens omfanget av strandnært elektrisk fiske i Røssåga og Leirelva har variert i løpet av undersøkelsesperioden.

2.2.1 Elektrisk båtfiske i Røssåga

Elektrisk båtfiske ble gjennomført årlig i hovedstrengen av Røssåga mellom Sjøforsen og munningsområdet ved Røssågauren. I løpet av undersøkelsesperioden ble de fleste vassdragsavsnittene i de lakseførende delene av elva undersøkt minst én gang (**figur 4**). Det ble benyttet spesialkonstruerte båter for elektrisk fiske. I de fire første årene ble det benyttet en 18 fot lang aluminiumsbåt utstyrt med en 200 hestekrefters vannjetmotor (**bilde 2**), mens det i 2020 ble benyttet en mindre båt med RIB-skrog og vanlig utenbordsmotor (**bilde 3**). De flatbunnete skrogene på båtene gjør at de kan brukes i relativt grunne områder. Foran baugen på båtene er det to anoder med stålvaiere festet til justerbare svingarmer. Når strømmen slås på oppstår et elektrisk felt rundt hver anode. Strømmen sendes ut via en 7,5 kW generatordrevet (Kohler Marin Generator) pulsator. Strømfeltet har en horisontal rekkevidde på inntil fem meter, og strømmen har en effekt på inntil et par meters vanddybde.



Bilde 2. I perioden 2016-2019 ble det under det elektriske båtfisket i Røssåga benyttet en 18 fots aluminiumsbåt utstyrt med vannjetmotor. Illustrasjonsbildet er fra en tilsvarende undersøkelse som ble gjennomført i Rena i 2011. Foto: Jon Museth.



Figur 4. Oversikt over de lakseførende delene av Røssåga mellom Sjøforsen og Røssågauren. Vassdragsavsnitt som ble undersøkt med elektrisk båtfinne minst én gang i løpet av perioden 2016-2020 har fiolette markeringer. Bakgrunnskartet er lastet ned fra www.geonorge.no.



Bilde 3. I 2020 ble det benyttet en mindre RIB-båt under det elektriske båtfiske i Røssåga. Denne båten kan operere i betydelig grunnere områder enn den store båten. Illustrasjonsbildet er fra en tilsvarende undersøkelse i Tanaelva i september 2014. Foto: Gunnbjørn Bremset.

Elektrisk båtfiske blir gjennomført ved at båten manøvreres med elvestrømmen litt raskere enn vannhastigheten. Det fiskes i langsgående stasjoner som stedfestes ved hjelp av GPS. Svimeslått fisk i strømfeltet driver ofte passivt i vannstrømmen i samme hastighet som båten. Fiskene som blir svimeslått høves opp av to-tre personer med langskaftete håver (10-15 mm maskevidde) og overføres til en vannfylt beholder i båten (**bildeserie 3**). I den største båten er det en stor oppbevaringstank med kontinuerlig vanngjennomstrømming, mens det i den minste båten benyttes stamper i mørk plast. Fangstinnsetts i form av tid med strømbelastning blir registrert med integrert tidsmåler til nærmeste sekund. All fisk blir artsbestemt og lengdemålt i naturlig utstrakt stilling til nærmeste millimeter. I Røssåga ble det tatt vare på i størrelsesorden 200 laksunger hvert år, for senere aldersanalyser og sjekk for eventuell kjemisk merking av otolitter.

Det elektriske båtfiske ble innrettet for å få mest mulig representative kvalitative, semikvantitative og kvantitative data fra ungfiskbestandene i Røssåga. Kvalitative data som artsfordeling og størrelsesfordeling ble samlet inn ved å gjennomføre én gangs overfiske langs en rekke langsgående stasjoner (longisekter) innenfor ulike områdetyper. På grunnlag av fangst og innsats (fisketid og stasjonslengde) kan det gjøres semikvantitative beregninger av fisketetthet i form av fangst per innsatsenhet (CPUE). Posisjon ved start og stopp på det elektriske fisket ble stedfestet ved hjelp av håndholdt GPS, mens samlet fisketid ble registrert til nærmeste sekund av en integrert tidsmåler i båtens strømaggregat.



Bildeserie 3. Under elektrisk båtfiske fanges fisk med langskaftete håver (venstre bilde), og svimeslått fisk overføres til et oppbevaringskar i midten av båten (høyre bilde). Foto: Jon Museth.

Omfanget i form av antall undersøkte stasjoner, samlet lengde på stasjonene og samlet fisketid varierte i løpet av undersøkelsesperioden (**tabell 3**). Stasjonene utgjorde en betydelig lengdemessig andel av lakseførende strekning i Røssåga, fra om lag 5,8 kilometer (2016) til om lag 8,2 kilometer (2020). Dette utgjør henholdsvis 41 og 58 % av lakseførende strekning i hovedstrengen av Røssågavassdraget. Samlet innsats i form av effektiv fisketid varierte fra i overkant av to timer i 2016 til i underkant av fire timer i 2017. De store årlige forskjellene i fisketid kan i stor grad relateres til omfang på repetert overfisking av samme område (se ovenfor). Utfyllende informasjon om elektrisk båtfiske i de enkelte undersøkelsesårene i perioden 2016-2020 er gitt i vedleggstabeller (se **avsnitt 8.1**).

Tabell 3. Oversikt over feltinnsats i form av antall undersøkte stasjoner, samlet lengde på alle stasjoner (meter) og samlet fisketid (minutter) under elektrisk båtfisk i Røssåga i perioden 2016-2020. Detaljert informasjon med stedfesting av stasjonene er gitt i vedlegg (**avsnitt 8.1**).

År	Stasjoner (antall)	Lengde (meter)	Samlet fisketid (minutter)
2016	12	5 820	130
2017	18	6 500	231
2018	18	6 655	173
2019	17	6 950	154
2020	20	8 160	174

Metodisk utprøving

Siden optimalisering av undersøkelsesmetodikk er et sentralt punkt i undersøkelsesprogrammet, ble det gjennomført ulike metodiske utprøvinger under elektrisk båtfiske. I spesielt rasktflytende områder med mye fisk og lav fangbarhet grunnet høy vannhastighet og grovt bunnsstrat, ble samme område overfisket to eller tre ganger for å skaffe mest mulig representative data. I tillegg til kvalitative data som artssammensetning, lengdefordeling og aldersfordeling, var det også ønskelig å samle inn semikvantitative og kvantitative data for å belyse relativ forekomst og mengde ungfisk i Røssåga. En tilnærming for å skaffe semikvantitative data er å analysere fangst per innsatsenhet (CPUE). CPUE er vanlig å benytte i forbindelse med prøvofiske med garn i innsjøer, der man ofte benytter fangst per garnnatt og fangst per garnareal som mål på relativ forekomst av fisk. I studier med bruk av elektrisk båtfiske benyttes ofte fangst per tidsenhet og fangst per lengdeenhet som relative mål på fiskeforekomst (Bremset mfl. 2021).

For å få et grunnlag for kvantitative analyser ble det benyttet to ulike tilnærminger som ofte benyttes under strandnært elektrisk fiske; utfangstmetoden (Zippin-Morans metode) og merking-gjenfangst-metoden (Petersens metode). På to stasjoner mellom Olderneset og Leirelva (se **figur 4**) ble det fisket i tre omganger, slik at fangstene i påfølgende omganger kunne benyttes for å beregne fangbarhet og fiskemengde ved hjelp av den såkalte utfangstmetoden (Zippin 1958, Bohlin mfl. 1989). Prinsippet bak utfangstmetoden er at man på grunnlag av estimert fangbarhet ved flere gangers overfiske kan beregne størrelsen på fiskebestanden innenfor det aktuelle området. Tettheten under utfangstfiske kan beregnes med bruk av to ligninger fra Bohlin mfl. (1989):

$$\frac{q}{p} - \frac{kq^k}{1-q^k} = \frac{\sum_{i=1}^k (i-1)y_i}{T} \quad N = \frac{T}{(1-q^k)}$$

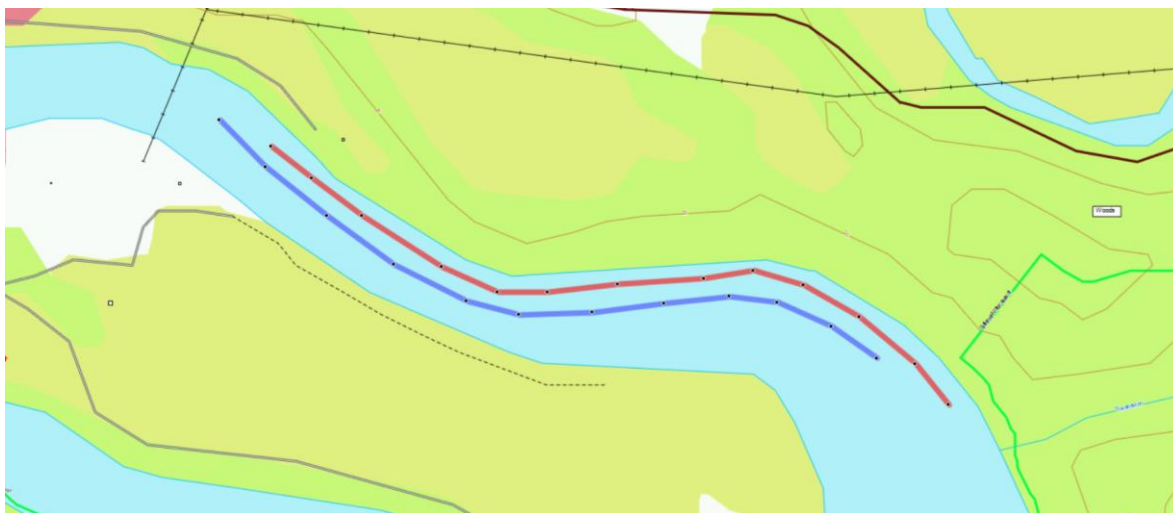
der p er sannsynlighet for å bli fanget, q er sannsynlighet for ikke å bli fanget, k er antall fiskeomganger, y er fangst i en gitt fiskeomgang, T er samlet fangst i alle fiskeomganger, og N er bestandsstørrelse.

På en stasjon rett nedstrøms Svartåga (**figur 4**) ble det i september 2016 gjennomført et forsøk med merking-gjenfangst. I merkerunden den første dagen ble det merket til sammen 60 laksunger og 28 aureunger. På gjenfangstrunden den påfølgende dagen ble det fanget til sammen 79 laksunger og 43 aureunger. Petersens metode for bestandsestimering er basert på forholdstallet mellom antall merkete og umerkete individer i en gitt bestand der man på forhånd har fanget og merket en del individer (Youngs & Robson 1978). Etter at man har fanget, merket og gjennomført en ny fangstrunde kan man beregne samlet bestand (B) på grunnlag av følgende formel (Ricker 1975):

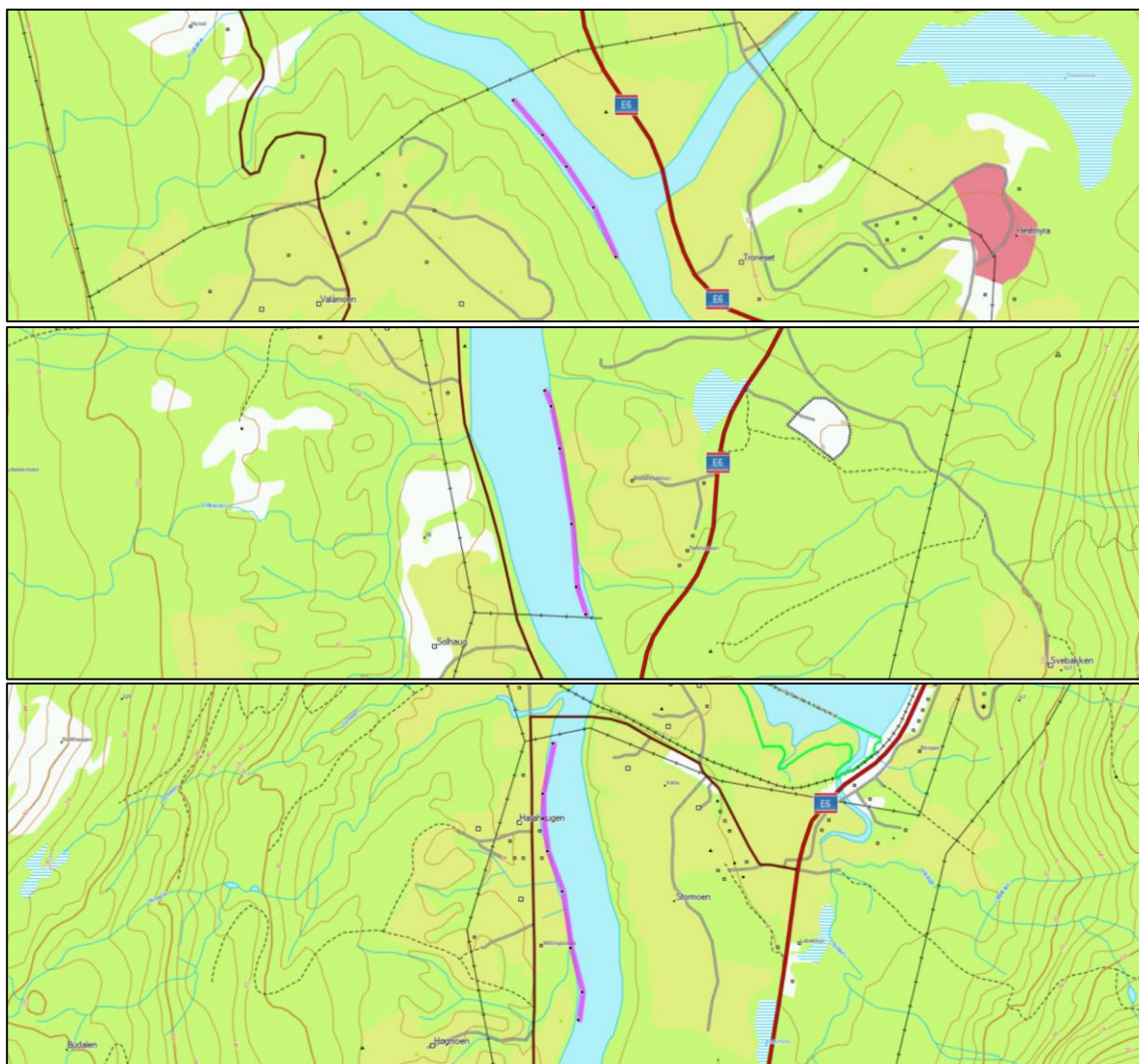
$$B = \frac{(M + 1)(C + 1)}{(R + 1)}$$

der M er antall merket fisk i første fangstrunde, C er totalfangst i andre fangstrunde og R er antall gjenfangster av merket fisk. Det er flere forutsetninger for å benytte denne metoden (Youngs & Robson 1978): eventuell dødelighet er den samme for merket og umerket fisk, fangstsannsynligheten er lik for merket og umerket fisk, merket fisk må ikke miste merket, merket og umerket fisk skal være tilfeldig fordelt, all merket fisk i gjenfangst skal bli registrert, og det skal ikke være noen innvandring eller utvandring i forsøksperioden.

Ut fra oppnådde erfaringer fra andre laksevassdrag (Bremset mfl. 2021), ble det i 2016 og 2019 gjennomført forsøk med fiske både på dagtid og nattetid, for å undersøke hvorvidt det kunne være døgnvariasjoner i forekomst og habitatbruk hos ungfisk av laks og aure. I september 2016 ble dette forsøket gjort i området mellom Svartåga og Olderneset (**figur 5**), mens det i august 2019 ble gjennomført forsøk på tre av de nederste stasjonene i flopåvirket område (**figur 6**).



Figur 5. I september 2016 ble det gjennomført forsøk med elektrisk båtfiske i Røssåga, med fiske i samme område på dagtid (indikert med brun linje) og på nattetid (indikert med blå linje).



Figur 6. I august 2019 ble det gjennomført elektrisk båtfiske både på dagtid og nattetid på tre stasjoner i området mellom Leirelva (øverst i figur) og jernbanebrua i Røssåga (nederst i figur).

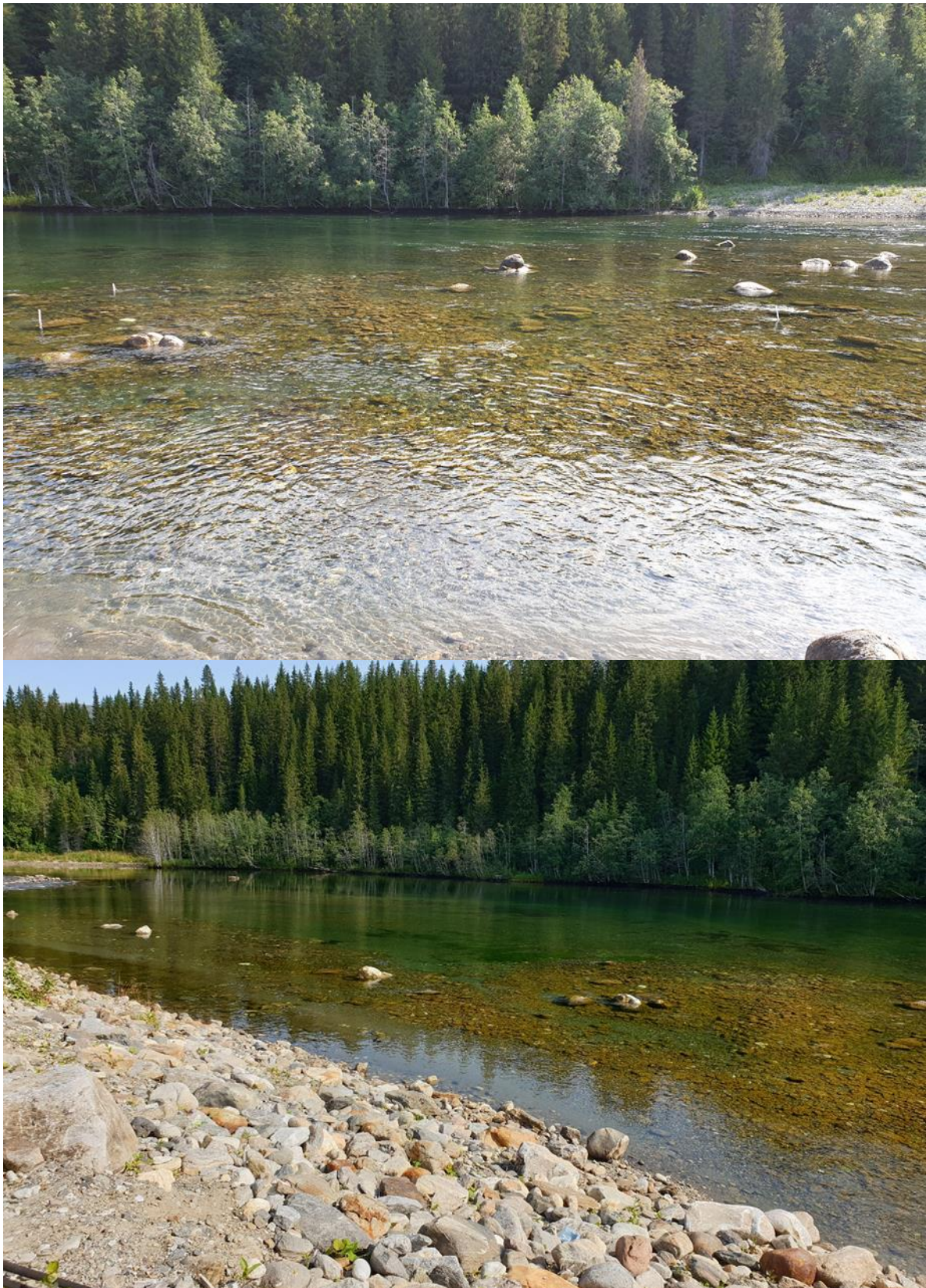
2.2.2 Strandnært elektrisk fiske i Røssåga

I Røssåga ble det gjennomført strandnært elektrisk fiske på sju stasjoner, der fem av stasjonene var fordelt langs venstre side av tiltaksområdet, og to av stasjonene (stasjon 4 og stasjon 7) var lokalisert på grunnere områder lengre ut i elveløpet (**figur 7**). Tre av stasjonene er lokalisert i den nederste delen av tiltaksområdet, der det er et større område som er grunt nok til at det kan undersøkes med strandnært elektrisk fiske (**Bildeserie 4**). På grunnlag av flere gangers overfiske kan man ved hjelp av utfangstmetoden (Zippin 1958, Bohlin mfl. 1989) beregne tetthet av ungfisk innenfor et definert areal. Ved hjelp av estimert fangbarhet kan man også beregne tetthet på områder med én gangs overfiske, ut fra andel av samlet bestand som kan forventes å bli fanget i løpet av én overfiske. Det ble gjennomført strandnært elektriske fiske på alle sju stasjonene i Røssåga i perioden 2018-2020. For å få gjennomført strandnært elektriske fiske i tiltaksområdet på en god måte, er det en forutsetning at det ikke slippes mer enn 30 m³/s gjennom Nye Nedre Røssåga kraftverk. I 2017 ble det grunnet vanskeligheter med å få til ønsket vannslipp ikke gjennomført strandnært elektrisk fiske i Røssåga.



Figur 7. Stasjonsnett for strandnært elektrisk fiske i Røssåga. Skravert blått område tilsvarer i grove trekk vanndekt areal i Sjøforsløpet etter gjennomførte tiltak. Bakgrunnskartet er lastet ned fra www.gjint.no.

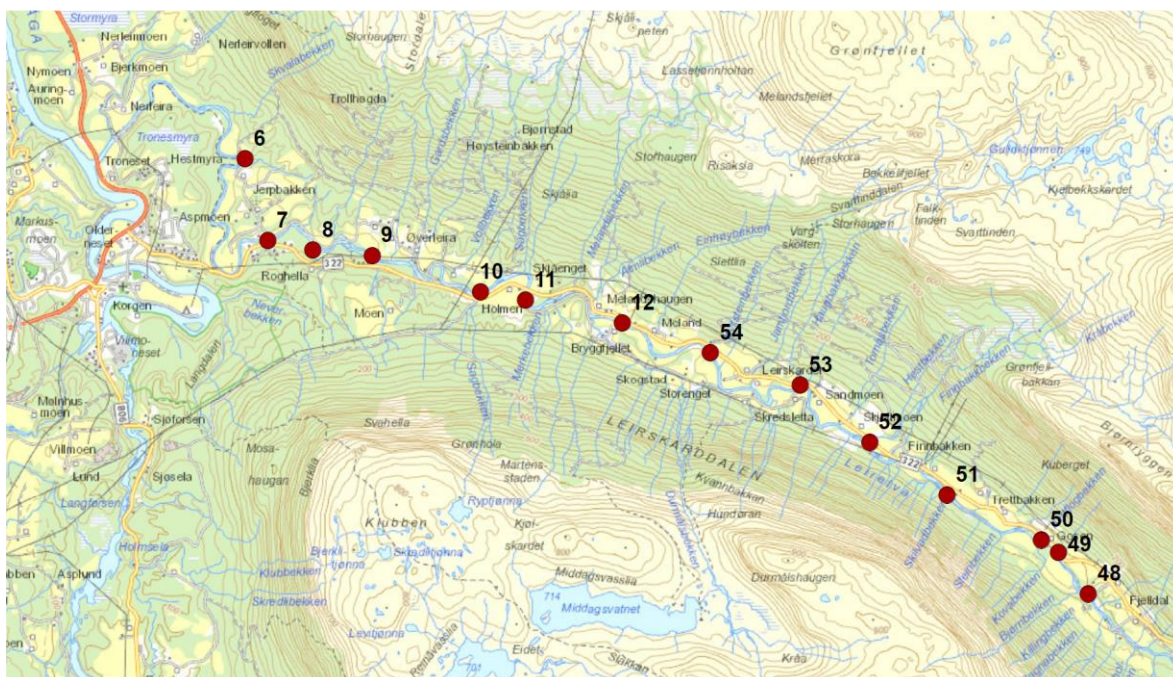
Et utvalg av de fangete laksungene ble spritfiksert og tatt med til laboratoriet for sikker artsbestemmelse og aldersanalyse. Fiskens total lengde (i mm) ble målt med halen liggende i naturlig stilling. Alderen ble bestemt ved hjelp av otolittanalyse. Otolittene ble også undersøkt for Alizarinmerke for å skille mellom utsatt og naturlig produsert fisk. Kontroller av merker med Alizarin utført på materiale fra Røssåga-stammen i genbanken viser tydelige merker i otolitt. Alt analysert kontrollmateriale av merket rogn i Røssågaprosjektet er gitt høyeste uttelling på en femdelte skala over hvor tydelig et merke synes i otolitten. Alt innsamlet materiale er benyttet i de videre undersøkelser.



Bildeserie 4. I tiltaksområdet i Røssåga ble det gjennomført strandnært elektrisk fiske på sju stasjoner mellom nytt og gammelt kraftverksutløp. Illustrasjonsbildene viser stasjon fire og fem i tiltaksområdet (se **figur 7**). Foto: Espen Holthe.

2.2.3 Strandnært elektrisk fiske i Leirelva

I Leirelva er stasjonsnettets delvis basert på tidligere undersøkelser (Kanstad-Hanssen & Lamberg 2016). Stasjonene er fordelt over mesteparten av elvestrekningen mellom vandringshinder i Leirskarddalen og samsløpet med Røssåga (**figur 8**). Det er store variasjoner i habitat innenfor stasjonsnettets (**Bildeserie 5**). Ungfisktettheter i Leirelva ble beregnet ved hjelp av utfangstmetoden (se ovenfor). I beregningene ble det skilt mellom arter og aldersklasser samt også opphav hos laksunger. I tilfeller der tettheter ikke kunne beregnes etter utfangstmetoden, ble tetthetene estimert ved å dividere samlet fangst på 0,88 (Holthe mfl. 2018). Dette tallet framkommer ved å anta en gjennomsnittlig fangsteffektivitet på 0,5, det vil si at halvparten av de fiskene som er igjen på stasjonen blir fanget i hver omgang. Tallet er valgt fordi estimert fangbarhet for ungfisk av laks og aure i norske elver ofte ligger i området 0,4-0,6 (Forseth & Forsgren 2008).



Figur 8. Stasjonsnett for ungfiskundersøkelser i Leirelva i perioden 2017-2020. Nummering av stasjoner er basert på tidligere stasjonsnett (Kanstad-Hansen & Lamberg 2016). Stasjon 48 ble bare undersøkt i 2017 og utelatt fra stasjonsnettets i påfølgende år. På grunn av vanskelige feltforhold ble fem av stasjonene i stasjonsnettets ikke undersøkt i 2020.

Inntil 30 laksunger fra hver stasjon ble spritfiksert og tatt med til laboratoriet for sikker artsbestemmelse og aldersanalyse. Fiskens total lengde (i mm) ble målt med halefinnen liggende i naturlig utstrakt stilling. Alderen ble bestemt ved hjelp av otolittanalyser. Otolittene ble også undersøkt for Alizarinmerke for å skille mellom utsatt og naturlig produsert fisk. Kontroller av merkinger med Alizarin utført på materiale fra Røssåga-stammen i genbanken viser for alle undersøkte år, tydelige merker i otolitt. Alt analysert kontrollmateriale av merket rogn i Røssågaprosjektet er gitt høyeste uttelling på en femdelte skala over hvor tydelig et merke synes i otolitten. Alt innsamlet materiale er benyttet i de videre undersøkelsene.



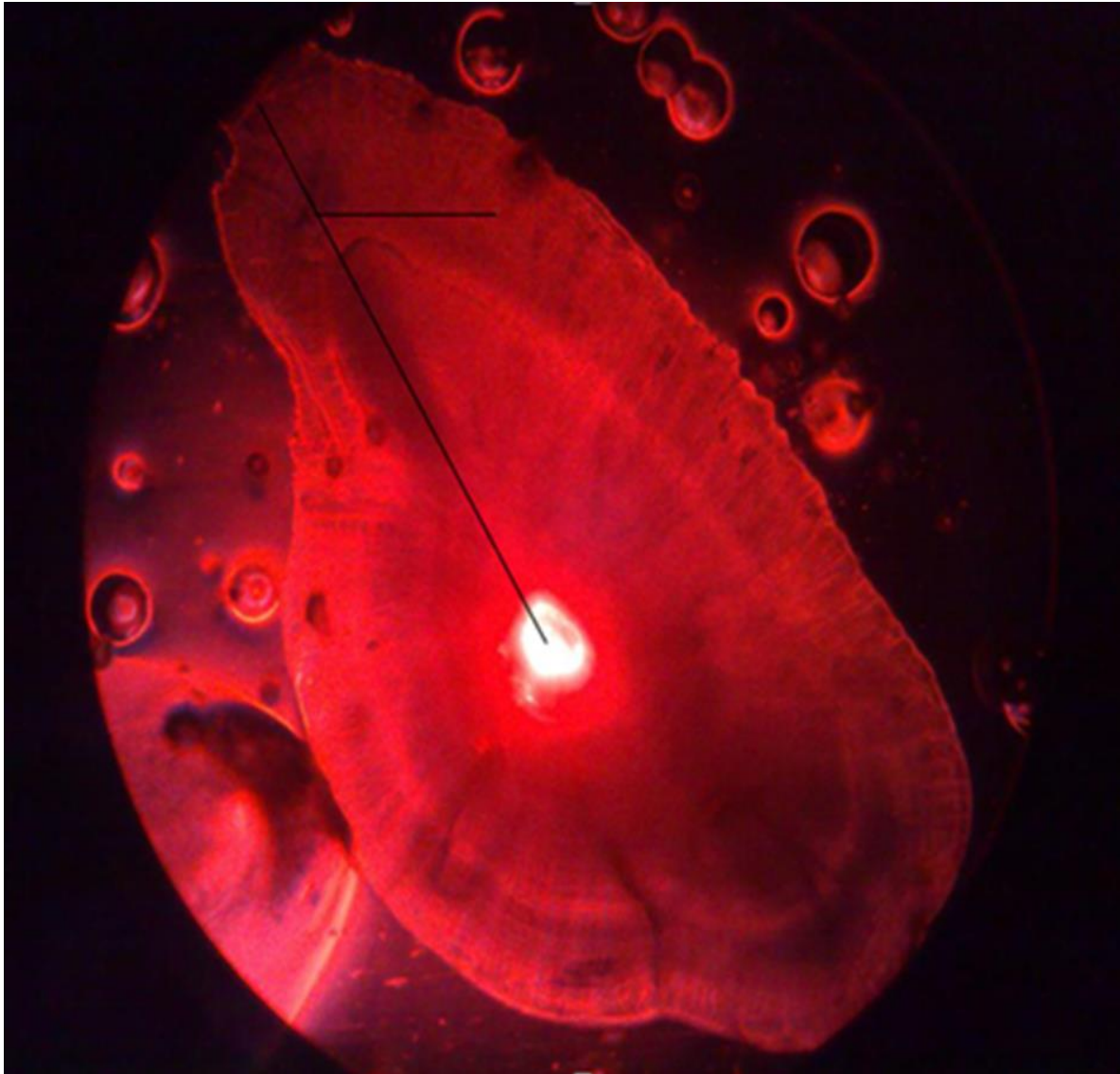
Bildeserie 5. Stasjonsnettet for strandnært elektrisk fiske i Leirelva (**figur 8**) dekker et bredt spekter av habitattyper. Stasjon 12 (øvre venstre bilde) og stasjon 54 (øvre høyre bilde) er lokalisert i de midtre delene av Leirelva, mens stasjon 52 (nedre venstre bilde) og stasjon 50 (nedre høyre bilde) er lokalisert i øvre halvdel av lakseførende strekning. Foto: Espen Holthe.

2.2.4 Merking av utsatt fisk

All laks som har blitt satt ut i Røssåga har vært levert fra Statkrafts genbank for villaks på Bjerka. Statkraft produserer egen settefisk og smolt ved en egen avdeling på genbankanlegget. All utsatt fisk fra genbankanlegget skal i utgangspunktet være merket. I 2019 var imidlertid en gruppe på om lag 20 000 startfôret yngel ikke merket før utsetting. Laksesmolt som ble satt ut i 2019 ble i tillegg merket ved fettfinneklipping. I 2020 ble det utsatte ungfiskmaterialet til Røssåga ved en feil ikke merket med Alizarin. Fettfinneklipping (**bilde 4**) og bademerking med ARS skal i utgangspunktet gjøres for å kunne skille utsatt og naturlig produsert fisk på senere livsstadier (**figur 9**). ARS-merking før klekking gir et fluoriserende merke i kjernen på otolittene, som kan ses innenfor den markerte ringen som definerer klekkespunktet til rogn. ARS-merking etter klekkespunkt gir et merke på utsiden av denne ringen. Merking av øyerogn gjennomføres etter siste gangs sortering før levering. Konsentrasjonen i merkebadet som benyttes er 200 mg/l og rogn og yngel har tre timers eksponeringstid i merkebadet. Merkebadet justeres til nøytral verdi (pH 7,0), overvåkes og justeres ved bruk av tris-buffer (Sigma 7-9-®). Under merking logges vanntemperatur, pH og oksygennivå. Moen (2000) og Moen mfl. (2011) har beskrevet denne merkemethoden i mer detaljer.



Bilde 4. Laksunger og laksesmolt som er satt ut i Røssågavassdraget har vært merket med fettfinneklipping, ved at fettfinnen blir fjernet med bruk av en spesialutformet saks eller tang. Illustrasjonsbildet viser fettfinneklipping av laksesmolt som skal settes ut i Eira i Møre og Romsdal. Foto: Frøydís Bolme Hammes, Statkraft.



Figur 9. Otolitt fra en ettårs laksunge under fluoriserende lys. Det fluoriserende Alizarin-merket ses tydelig i sentrum av otolitten. Avslutning av første årssone (årsyngelstadiet) er vist med en horisontal strek. Foto: Espen Holthe.

2.3 Estimering av smoltproduksjon

Det finnes flere ulike tilnærminger for å estimere størrelsen av smoltproduksjon i et vassdrag eller innenfor et vassdragsavsnitt (Forseth mfl. 2009). Disse tilnærmingene kan grupperes i to hovedkategorier; direkte metoder og indirekte metoder. De direkte metodene innebærer at man registrerer all utvandrende smolt, ofte ved hjelp av fangstfeller, elektroniske metoder eller videoteknikk. Det finnes også flere ulike tilnærminger med bruk av indirekte metoder. Slike tilnærminger kan være i form av beregninger av produksjonskapasitet ut fra habitatkvalitet, beregninger av bestandsstørrelse ved bruk av merking-gjenfangst-metoden, eller rene oppskaleringer basert på fangst av ungfisk før smoltfiseringsperioden (presmolt). I tiltaksområdet har det ikke vært mulig å anvende direkte metoder for estimering av smoltproduksjon, slik at indirekte metoder er eneste mulige tilnærming. De mest aktuelle metodene er beregninger ut fra fysiske habitatforhold og beregninger på grunnlag av fiskeforekomst. Ut fra foreliggende kunnskapsgrunnlag er det valgt å estimere smoltproduksjon på grunnlag av fysiske habitatforhold.

Estimering på grunnlag av fysiske habitatforhold

Estimering av smoltproduksjon på grunnlag av fysiske habitatforhold er blant annet gjort i Mandalsvassdraget (Ugedal mfl. 2006) og Kvinavassdraget (Ugedal mfl. 2004, Bremset mfl. 2008). Metoden har vært å klassifisere elveavsnitt ut fra antatt habitatkvalitet, og tilordne tetthetsnivå av laksesmolt ut fra blant annet skjultilgang for eldre ungfisk. Skjulmålinger og vurderinger av substratforhold og elveklasser gir et grunnlag for å anslå den teoretiske produksjonsevnen for laks tiltaksområdet, det vil si den maksimale teoretiske smoltproduksjon gitt fullrekruttering og tilfredsstillende hydrologiske og vannkjemiske forhold. Den realiserte produksjonsevnen vil ofte være vesentlig lavere enn den teoretiske, som følge av ulike biologiske, fysiske og kjemiske begrensninger. Slike begrensninger kan eksempelvis være lite gytefisk, dårlig vannkvalitet, lite permanent vanndekt areal, raske vannføringsendringer, høy predasjon og andre forhold som gir høy ungfiskdødelighet og lav smoltproduksjon.

I Kvinavassdraget benyttet Bremset mfl. (2008) substratforhold som en sentral parameter i beregninger av teoretisk produksjonsevne for laksesmolt, etter en tilsvarende modell som Ugedal mfl. (2006) hadde benyttet i Mandalsvassdraget. Et sentralt premiss i beregningene er at det ikke finnes noen områder som er helt fri for produksjon, selv om skjultilgangen i form av hulrom i elvebunnen er tilnærmet null. Imidlertid er det mange andre former for skjul i rennende vann, slik som overhengende kantvegetasjon, vannvegetasjon, røtter, turbulens, turbiditet og vann-dybde. Ut fra en samlet vurdering tilordnet Bremset mfl. (2008) følgende smolttettheter ut fra skjulkategorier i Kvinavassdraget:

- Minimal skjulverdi: 0,1-0,5 smolt per 100 m²
- Lav skjulverdi: 2,0-4,0 smolt per 100 m²
- Middels skjulverdi: 5,0-9,0 smolt per 100 m²
- Høy skjulverdi: 7,0-13,0 smolt per 100 m²

I Røssåga er estimert smoltproduksjon innenfor elvesegmenter gjort med bakgrunn i håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013). Tetthetene er vurdert ut fra hva som kan forventes i et regulert laksevassdrag i Nord-Norge (Hindar mfl. 2019). I og med at arealet av tiltaksområdet i Røssåga er forholdsvis begrenset, vil mindre justeringer på de tilordnete tetthetene ha begrenset betydning i forhold til samlet smoltproduksjon i Røssågavassdraget. I beregningene av teoretisk smoltproduksjonsevne i området mellom nytt og gammelt kraftverksutløp (**bilde 5**), er det benyttet følgende tilordnete tettheter i elvesegmenter med ulik produktivitet:

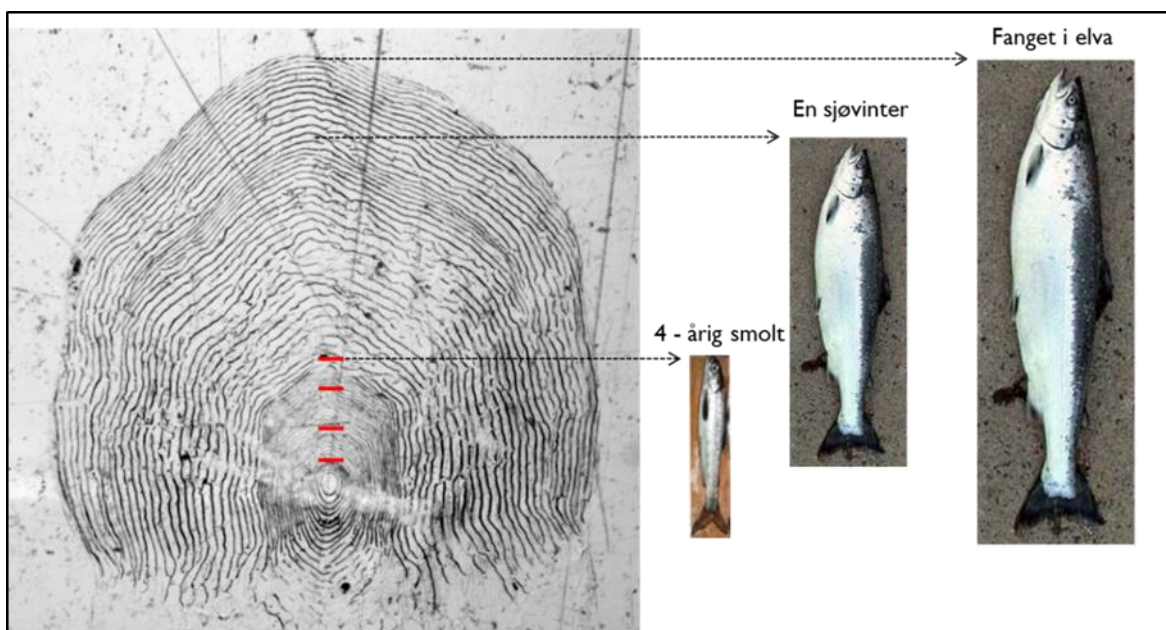
- Lavproduktive segmenter: 0,5-1,5 smolt per 100 m²
- Mellomproduktive segmenter: 2,0-3,5 smolt per 100 m²
- Høyproduktive segmenter: 3,5-5,0 smolt per 100 m²



Bilde 5. I 2016, 2018 og 2020 ble det gjennomført inventering av hele tiltaksområdet i Røssåga mellom det nye og det gamle kraftverksutløpet (til venstre i bildet). Foto: Marius Berg.

2.4 Analyser av skjell og otolitter fra voksenfisk

I løpet av fiskesesongene i perioden 2016-2020 samlet sportsfiskere inn skjellprøver og otolitter fra laks fanget under sportsfiske i Røssåga. Ved analyse av skjellprøver ble fiskenes alder ved utvandring til sjøen og antall år i sjøen registrert (**figur 10**). Dessuten ble fiskenes lengde ved smoltutvandring tilbakeberegnet etter Lea-Dahls metode (Dahl 1910, Lea 1910). Når det er anført at fisk har gytt tidligere er slik informasjon funnet ved gytemerker på fiskens skjell (Dahl 1910). Ut fra skjellanalysene ble laksene delt inn i seks kategorier: 1) Vill laks, 2) Rømt oppdrettslaks, 3) Utsatt laks fra settefiskanlegg, 4) Usikkert om utsatt laks eller rømt oppdrettslaks, 5) Usikkert om vill eller utsatt laks, og 6) Usikkert opphav. Otolittene ble analysert ved Veterinærinstituttets laboratorium i Trondheim. Et fluorescens-mikroskop av typen Leica DM 2000 ble benyttet i arbeidet med identifikasjon av merke i otolittene. Filterpakkene som benyttes er av produsenten tilpasset identifikasjon av blant annet Alizarin. Det benyttes tre filterpakker i fluorescens-mikroskopet for Alizarin-analyse: N2.1, A og I3.



Figur 10. Eksempel på aldersbestemmelse av lakseskjell. Skjellet på bildet viser livshistorien hos en smålaks som gikk ut som smolt etter fire år i elva (røde streker). Den innerste pilen viser overgangen fra ferskvann til sjøvann, den midterste pilen viser vinteren i sjøen, mens den ytterste pilen viser når prøven ble tatt.

Villaks har en skjellvekst som gjenspeiler varierende vekstforhold mellom sommer og vinter (Dahl 1910), mens oppdrettslaksen har en mer stabil næringstilgang noe som gjenspeiles som et jevnere vekstmønster i skjellene (Lund mfl. 1989, Lund & Hansen 1991, Fiske mfl. 2005). Videre skiller villaksenes vekstmønster seg fra oppdrettslaksenes ved at det er en klar overgang fra langsom vekst i ferskvann til raskere vekst i sjøfasen. Hos oppdrettslaks er overgangen mellom ferskvannsfase og sjøfase mindre markert siden god næringstilgang og høye vanntemperaturer i fangenskap medfører en relativt rask vekst også i ferskvann. Smolt hos oppdrettslaks er også større enn smolt hos villaks, og dette vises i skjellene og bidrar til å skille oppdrettslaks og villaks (Lund & Hansen 1991).

2.5 Gytefiskundersøkelser

Registrering av gytefisk ble utført ved driving i overflaten (**bilde 6**). Drivtellerne var utstyrt med våtdrakt, dykkermaske, snorkel og svømmeføtter. Hver drivteller var utstyrt med egen skriveplate med vannfast papir, og hver teller kunne notere og feste observasjoner til kart etter eget behov. Det foregikk en kontinuerlig kommunikasjon mellom drivtellerne ved å peke på fisk som telles, slik at man reduserte risiko for dobbelttelling av fisk. Laks og sjøaure ble klassifisert i grupper etter kroppsstørrelse i tråd med norsk standard for visuell telling av sjøvandrende laksefisk (Anonym 2015). Laks ble inndelt i kategoriene smålaks (< 3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (> 7 kg). Laks ble på grunnlag av ytre karakterer kjønnsbestemt og klassifisert til opphav. Antatt gytemoden sjøaure ble inndelt i fire grupper: < 1 kg, 1-3 kg, 3-7 kg og > 7 kg. I tillegg ble innslag av umoden sjøaure forsøkt registrert.

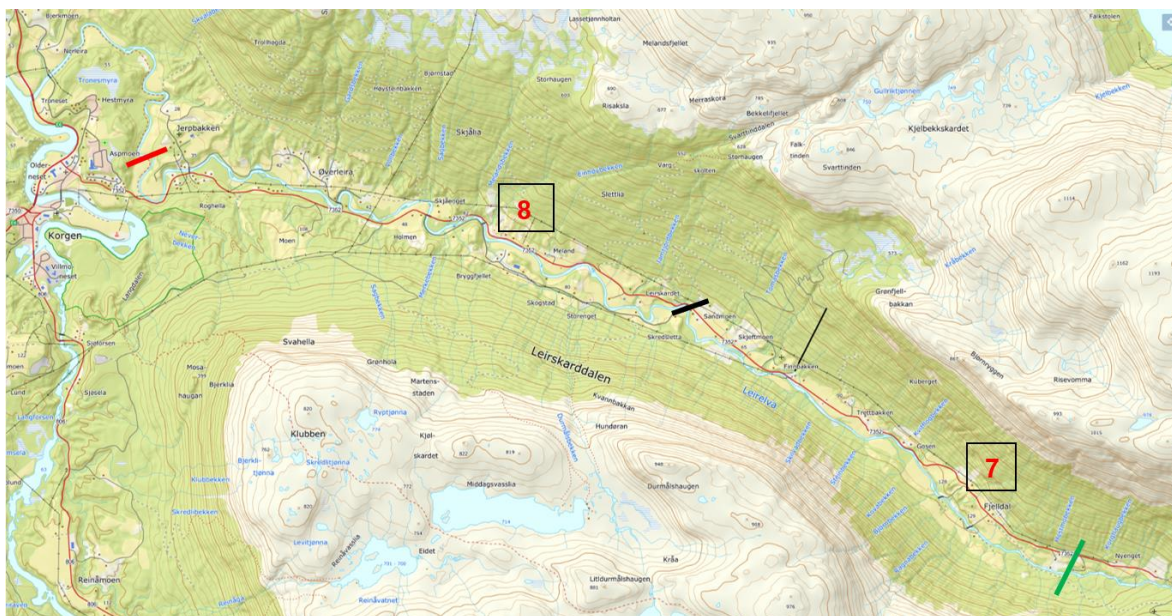


Bilde 6. Drivtelling av laks og sjøaure i gyteperioden er den mest utbredte metoden for gytefiskregistreringer i norske vassdrag. Illustrasjonsbildet er fra drivtelling i Bævra i Møre og Romsdal. Foto: Gunnbjørn Bremset.

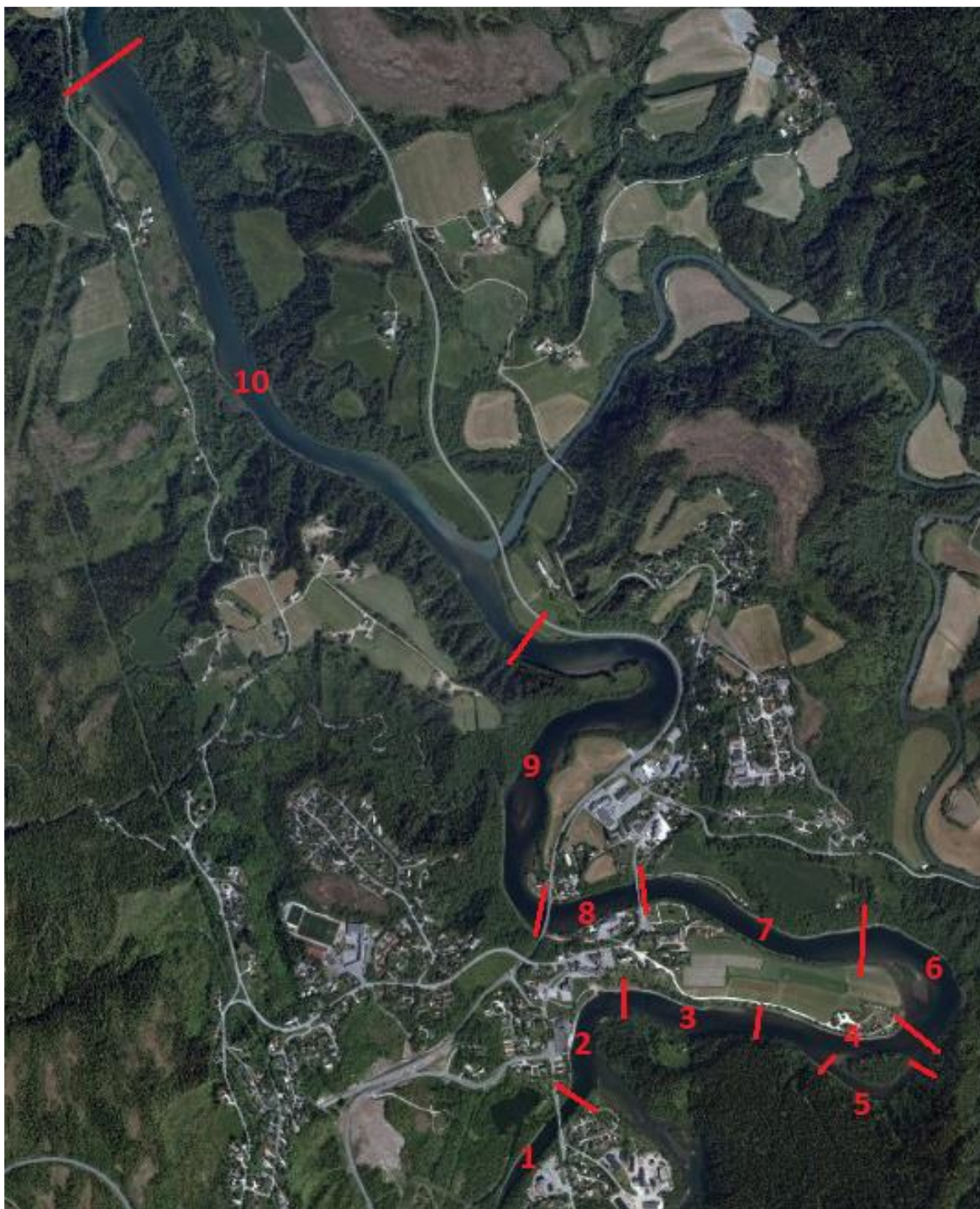
I løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020 var det bare høsten 2016 at det var mulig å gjennomføre gytefiskundersøkelser i både Røssåga og Leirelva (**tabell 4**). Årsaken til manglende undersøkelser har vært vanskelige felthold og for dårlige siktforhold i elvene. I Leirelva har det bare vært tilfredsstillende forhold i to av fem år, mens det i Røssåga har vært mulig å gjennomføre gytefisktellinger i tre av årene. I Leirelva har gytefiskundersøkelsene vært gjennomført av inntil tre personer på strekningen mellom absolutt vandringshinder og Jerpbakken (**figur 11**). Siktforholdene i Leirelva har variert betydelig, fra tre-fire meter i de nedre delene til opp mot ti meter i de øvre delene. Strekningen oppstrøms Bjerka kraftverk ble ikke undersøkt høsten 2016, på grunn av svært lav vannføring og islegging i terskelbassengene (Kanstad-Hanssen 2017). I Røssåga har gytefiskundersøkelsene vært gjennomført av inntil seks observatører på den om lag fem kilometer lange strekningen mellom Sjøforsen og Leirelva (se **figur 12**). Siktforholdene har variert fra tre-fire meter og opp mot fem-seks meter.

Tabell 4. Oversikt over hvilke år (markert med x) det har blitt gjennomført gytefisktellinger i Røssåga og Leirelva i løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020. Med unntak av høsten 2016 har det ikke vært tilfredsstillende siktforhold til å undersøke både Røssåga og Leirelva.

År	Røssåga	Leirelva	Merknader
2016	x	x	Tilfredsstillende siktforhold i begge elver
2017	x	-	For dårlige siktforhold i Leirelva
2018	-	-	For dårlige siktforhold i begge elver
2019	-	x	For dårlige siktforhold i Røssåga
2020	x	-	For dårlige siktforhold i Leirelva



Figur 11. I Leirelva har det blitt gjennomført gytefisktellinger på elvestrekningen mellom absolutt vandringshinder (grønn strek) og Jerpbakken (rød strek). Den undersøkte elvestrekningen utgjør sonene 7 og 8 i tidligere benyttet soneinndeling for gytefisktellinger i Røssågavassdraget (Kanstad-Hanssen & Lamberg 2016). Høsten 2016 ble ikke strekningen oppstrøms Bjerka kraftverk undersøkt, på grunn av lav vannføring og islegging i terskelbassengene (Kanstad-Hanssen 2017). Kartet er utarbeidet av Øyvind Kanstad-Hanssen hos Ferskvannsbilologen AS.

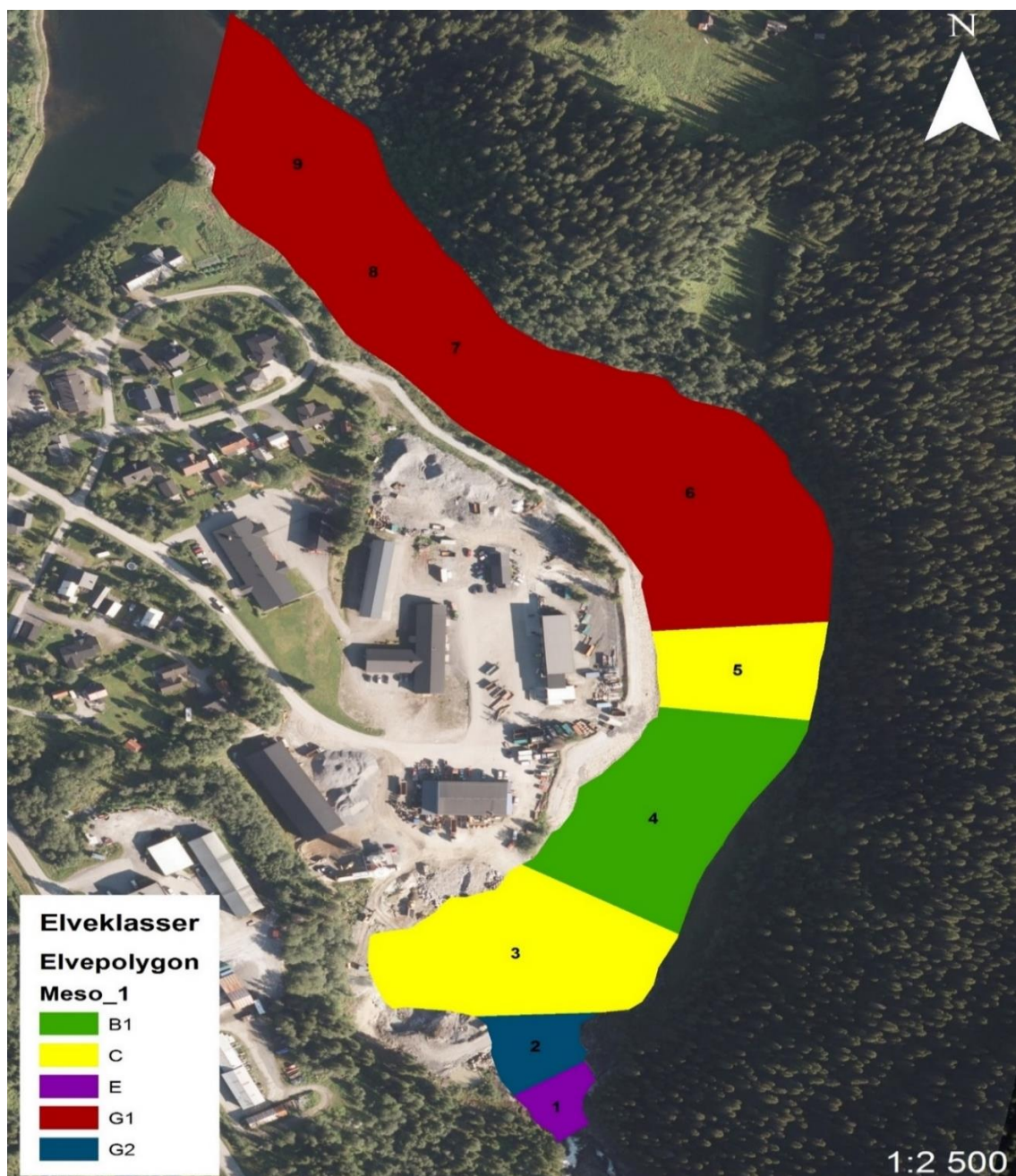


Figur 12. Soneinndeling som har vært benyttet under gytefiskteflinger i Røssåga. Figuren er hentet fra en samlerapport fra undersøkelser i Røssågavassdraget i perioden 2011-2015 (Kantstad-Hanssen & Lamberg 2016).

3 Resultater

3.1 Inventering av tiltaksområde

For en generell beskrivelse av området mellom nytt og gammelt kraftverksutløp benyttes elveklasseinndeling med segmenter (**figur 13**). Segment 1 og 2 oppstrøms nytt kraftverksutløp er ikke en del av tiltaksområdet, men er tatt med av hensyn til at de ligger i tilknytning til vandringshinderet for sjøvandrende laksefisk. Begge disse segmentene kan for øvrig fungere som standplasser for voksen fisk, men har liten betydning som gyte- og oppvekstområde for sjøvandrende laksefisk. Flere detaljer om substratforhold og hulromkapasitet i det undersøkte vassdragsavsnittet er gitt i **avsnitt 8.2** (se **vedleggsfigur 1** og **vedleggsfigur 2**).



Figur 13. Elveklasseinndeling (mesohabitat) i tiltaksområdet mellom nytt og gammelt kraftverksutløp i Røssåga. På undersøkelsestidspunktet ble vann ført via naturlig elveløp i Sjøforsen.

Diagnostisering mellom nytt og gammelt kraftverksutløp ble gjennomført i ni elvesegment i 2016 (**tabell 5**), 2018 (**tabell 6**) og 2020 (**tabell 7**). Vurderingene fra 2016 var at det var meget gode gyte- og oppvekstforhold for laks etter gjennomførte tiltak. Området er trolig mindre egnet for aure siden vannhastighetene enkelte steder er relativt høye. Innenfor segment 4 er det i høyre halvdel av elvetverrsnittet gjort betydelige habitatforbedrende tiltak, med utsortering av sand og tilførsel av egnet gytesubstrat. Det ble ellers registrert tre definerte felt med gytesubstrat i tiltaksområdet. Strømlederen som er etablert i overgangen mellom segment 3 og 4 (se **figur 3**) sørger for at hovedstrømmen følger venstre elveløp gjennom segment 4 og 5. De dominerende elveklassene nedstrøms strømlederen i tiltaksområdet (elvesegment 4 og 5) var klasse C (dyp kulp > 0,7 m) og klasse D (grunn kulp < 0,7 m), med vannhastigheter som var lavere enn 50 cm/s. Vannføringen via naturlig elveløp i Sjøforsen var betydelig lavere i 2018 og 2020 enn i 2016, noe som tyder på at vannhastigheten på høyre side av tiltaksområdet ikke endrer seg vesentlig når hele vannføringen i området går via kraftverket.

Tabell 5. Diagnose for ni elvesegment i Røssåga fra inventering i oktober 2016, basert på metodikk i håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag (Forseth & Harby 2013). Skjul er gjennomsnittlig vektet og ble klassifisert til skjulklasse fra lite til mye (lite <5, moderat 5-10, mye >10). Gyteareal er beregnet som prosentvis andel av vanndekt areal som klassifiseres fra lite til mye (lite <1 %, moderat 1-10 %, mye >10 %), og som kombineres med avstand mellom gyteområdene (klassifisert som liten, moderat eller stor) til en samlet klassifisering av gytehabitatet (gyteklasse). Til slutt kombineres skjulklasse og gyteklasse til en vurdering av produktivitet for lakse-smolt (lav, moderat, høy). I de tre øverste segmentene (gråskravert) var det ikke mulig å måle skjul. I disse segmentene ble derfor skjul estimert etter en skjønnsmessig vurdering (SV).

Segment	Lengde (m)	Areal (m ²)	Skjul	Skjul-klasse	Gyteareal (%)	Gyteareal-klasse	Avstand	Gyteklasse	Produktivitet
1	32	897	SV	Lite	< 1	Lite	Liten	Moderat	Lav
2	39	1 594	SV	Mye	< 1	Lite	Liten	Moderat	Høy
3	80	8 285	SV	Mye	> 10	Mye	Liten	Mye	Høy
4	122	8 474	16,33	Mye	> 10	Mye	Liten	Mye	Høy
5	50	3 698	14,16	Mye	> 10	Mye	Liten	Mye	Høy
6	175	14 754	3,47	Lite	< 5	Moderat	Liten	Mye	Moderat
7	73	4 326	11,41	Mye	< 5	Moderat	Liten	Mye	Høy
8	40	2 561	3,16	Lite	< 5	Moderat	Liten	Mye	Moderat
9	111	7 677	1,05	Lite	< 5	Moderat	Liten	Mye	Moderat

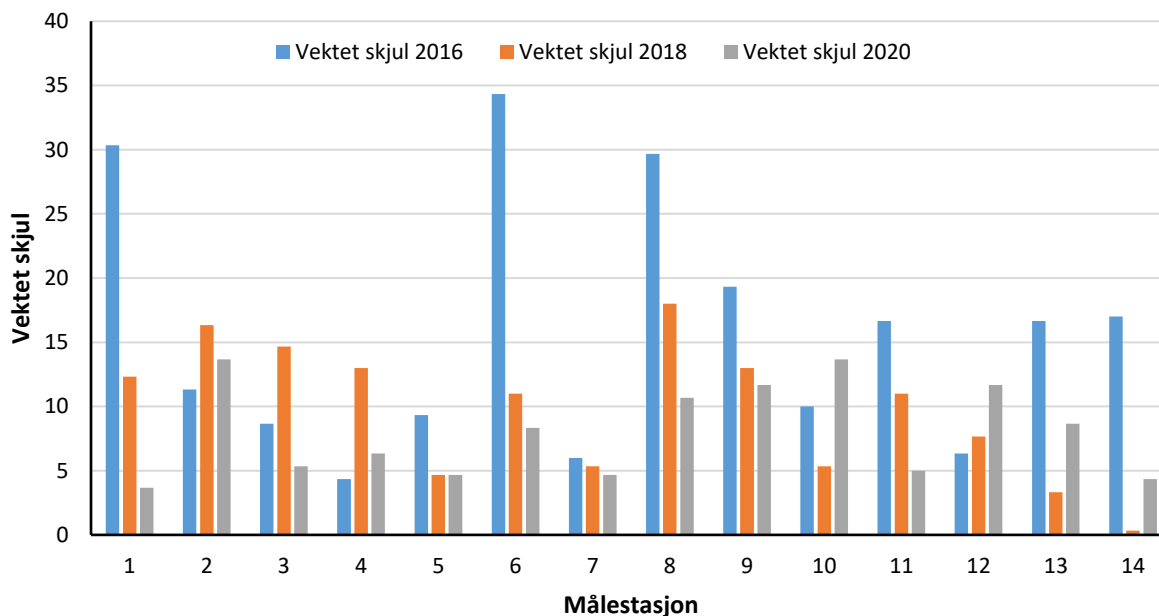
Tabell 6. Diagnose for ni elvesegment i Røssåga fra inventering i september 2018 basert på diagnosesystemet utarbeidet av Forseth & Harby (2013). Detaljer om de ulike parameterne er gitt i **tabell 5**. I de tre øverste segmentene (gråskravert) var det ikke mulig å måle skjul. I disse segmentene ble derfor skjul skjønnsmessig vurdert (SV). I segmentene 5 og 7 (markert med rød skrift) hadde det skjedd en betydelig nedgang i skjul fra 2016 til 2018, slik at skjulklassen ble redusert fra Mye til Moderat.

Segment	Lengde (m)	Areal (m ²)	Skjul	Skjul-klasse	Gyteareal (%)	Gyteareal-klasse	Avstand	Gyteklasse	Produktivitet
1	32	897	SV	Lite	< 1	Lite	Liten	Moderat	Lav
2	39	1 594	SV	Mye	< 1	Lite	Liten	Moderat	Høy
3	80	8 285	SV	Mye	> 10	Mye	Liten	Moderat	Høy
4	122	8 474	11,37	Mye	> 10	Mye	Liten	Mye	Høy
5	50	3 698	5,58	Moderat	> 10	Mye	Liten	Mye	Høy
6	175	14 754	0,17	Lite	< 5	Moderat	Liten	Mye	Moderat
7	73	4 326	5,38	Moderat	< 5	Moderat	Liten	Mye	Høy
8	40	2 561	0,5	Lite	< 5	Moderat	Liten	Mye	Moderat
9	111	7 677	1,17	Lite	< 5	Moderat	Liten	Mye	Moderat

Tabell 7. Diagnose for ni elvesegment i Røssåga fra inventering i august 2020 basert på diagnosesystemet utarbeidet av Forseth & Harby (2013). Detaljer om de ulike parameterne er gitt i **tabell 5**. I de tre øverste segmentene (gråskravert) var det ikke mulig å måle skjul. I disse segmentene ble derfor skjul skjønnsmessig vurdert (SV). I segment 4 (markert med rød skrift) var det en klar nedgang i skjulkapasitet fra 2018 til 2020, mens det i segmentene 8 og 9 (markert med uthevet skrift) var en klar oppgang i skjulkapasitet.

Segment	Lengde (m)	Areal (m ²)	Skjul	Skjul-klasse	Gyteareal (%)	Gyteareal-klasse	Avstand	Gyteklasse	Produktivitet
1	32	897	SV	Lite	< 1	Lite	Liten	Moderat	Lav
2	39	1 594	SV	Mye	< 1	Lite	Liten	Moderat	Høy
3	80	8 285	SV	Mye	> 10	Mye	Liten	Moderat	Høy
4	122	8 474	8,27	Moderat	> 10	Mye	Liten	Mye	Høy
5	50	3 698	7,42	Moderat	> 10	Mye	Liten	Mye	Høy
6	175	14 754	3,71	Lite	< 5	Moderat	Liten	Mye	Moderat
7	73	4 326	5,04	Moderat	< 5	Moderat	Liten	Mye	Høy
8	40	2 561	7,33	Moderat	< 5	Moderat	Liten	Mye	Høy
9	111	7 677	7,17	Moderat	< 5	Moderat	Liten	Mye	Høy

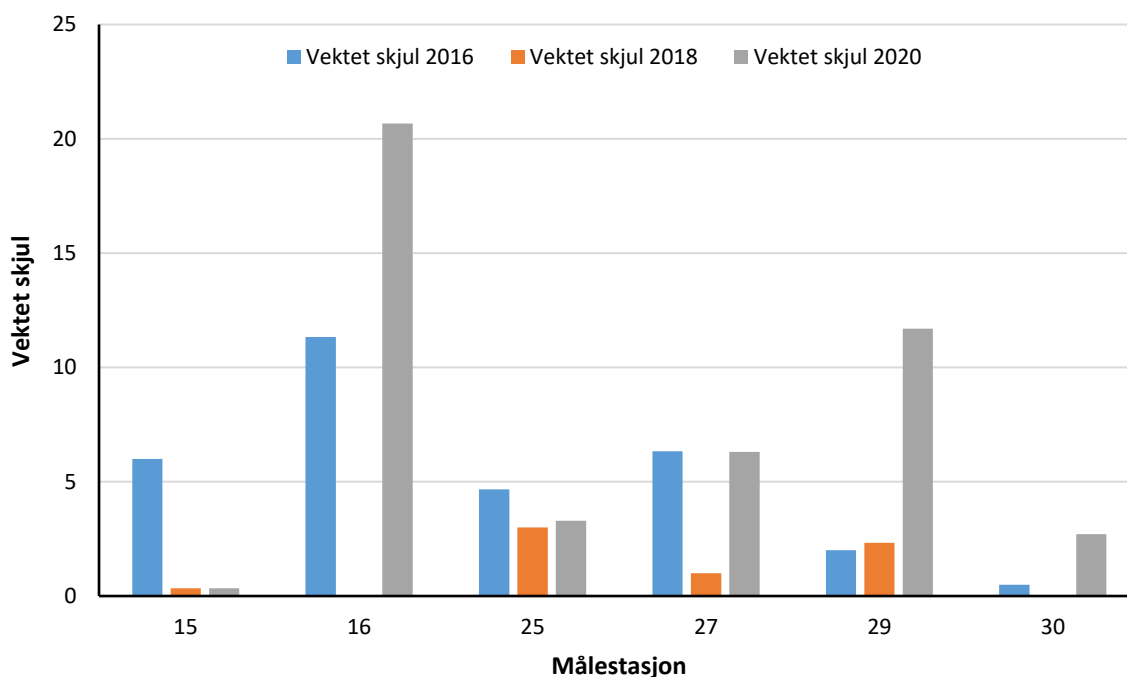
Det har skjedd til dels store endringer i skjultilgangen innenfor tiltaksområdet i løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020 (**figur 14**). Skjultilganger langs ti transekter i tiltaksområdet i oktober 2016 ga et gjennomsnitt på 16,3 skjulenheter. Denne verdien tilsier høy skjulkapasitet og at området var svært godt egnet som oppvekstområde for eldre ungfisk. Tilsvarende skjultilganger i 2018 ga et gjennomsnittsnivå på 11,4 skjulenheter. Denne verdien tilsier en utvikling mot middels høy skjulkapasitet, og tydet på en nedadgående trend i skjultilgangen for ungfisk. Dette var spesielt synlig på den nederste halvdel av elvestrekningen. Skjultilganger i 2020 ga et gjennomsnittlig nivå på 8,3 skjulenheter. I seks av segmentene var det en ytterligere nedgang i skjulkapasitet sammenlignet med inventeringene i 2016 og 2018, mens i de tre nederste segmentene var det en oppgang i forhold til målingene i 2018 (**figur 15**).



Figur 14. Vektet skjul på 14 stasjoner i tiltaksområdet i Røssåga i oktober 2016 (blå søyler), september 2018 (brune søyler) og august 2020 (grå søyler). Vektet skjul er et mål for mengde hulrom som er potensielle skjulesteder for eldre ungfisk av laks og aure (Bremset mfl. 2008). Målestasjonene 1-10 ligger innenfor elvesegment 4, mens målestasjonene 11-14 ligger innenfor elvesegment 5 (for lokalisering se **figur 13**).

Observasjoner i oktober 2016 tydet på at elva allerede etter få måneders drift av nye Røssåga kraftverk var i ferd med å deponere finmasser i enkelte deler av tiltaksområdet (segment 5). Over tid vil avsatte sedimenter etablere en sandør som ikke er permanent vanndekt. I det samme området har det opprinnelig vært en holme i elva (se www.finn.no/kart). Det kan derfor synes som om gjennomførte habitattiltak i begrenset grad har medført permanente endringer i hydro-morfologiske forhold. Nedstrøms steinterskel skyter elva fart og blir tidevannspåvirket (elvesegment 6-9). Substratsammensetningen i dette området er en blanding av grus og småstein, stein og stor stein, og er velegnet både som gytesubstrat og ungfiskhabitat. Stor blokkstein som er benyttet til plastring mot høyre bredd sett nedstrøms er tildekket av finere substrater (substratkategori 2, 2-12 cm). Dette kan redusere tilgangen på egnete hulrom i elveforbygningen.

Målinger av vektet skjul i området nedstrøms tiltaksområdet viser at også i dette området har det skjedd store endringer i løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020 (**figur 15**). På de to målestasjonene like nedstrøms tiltaksområdet, var det en dramatisk nedgang i vektet skjul fra 2016 til 2018. Fra 2018 til 2020 var det imidlertid en økning i vektet skjul på fem av seks stasjoner, og på to av disse stasjonene ble de høyeste skjulverdiene i løpet av hele perioden funnet i 2020. Generelt sett har det derfor vært en mer positiv utvikling med hensyn til skjulkapasitet i dette området enn i selve tiltaksområdet.



Figur 15. Vektet skjul på seks målestasjoner nedstrøms tiltaksområdet i Røssåga i oktober 2016 (blå søyler), september 2018 (brune søyler) og august 2020 (grå søyler). Vektet skjul er et mål for mengde hulrom som er potensielle skjulesteder for eldre ungfisk av laks og aure (Bremset mfl. 2008). Målestasjonene 15 og 16 ligger innenfor segment 6, mens målestasjonene 25, 26 og 27 ligger innenfor segmentene 7, 8 og 9 (se **figur 13**). Stasjoner med færre enn tre målinger er utelatt fra figuren. Målepunktene er georeferert og sammenlignbare for de tre årene.

På grunn av dårlige siktforhold ble det lav kvalitet på videoopptakene som ble tatt i oktober 2016 i djupålen på venstre side. Det ble likevel observert gytende laks ved bredden 15-20 meter oppstrøms steinterskelen i segment 5. Dette er et av delområdene hvor det er lagt ut gytesubstrat. Under en enkel drivtelling i tiltaksområdet i 2018 ble det i dette området registrert i underkant av 40 gytefisk av laks og sjøaure, hvorav brorparten ble observert på samme sted som i 2016. Djupålen nedstrøms kraftverksskanalen (segment 4 på venstre side) er i all hovedsak dominert av stor stein (substratkategori 4), men har også områder med egnet gytesubstrat. I og med at vannet ble kjørt i Sjøforsen og ikke gjennom kraftverket på undersøkelsestidspunktet, er klassifiseringen av elveklasser forskjellig fra det en forventer med normal drift i kraftverket. Spesielt gjelder dette vannhastigheten i kraftverksskanalen og i hovedstrømmen langs østre bredd av tiltaksområdet.

3.2 Ungfiskundersøkelser

Ungfiskundersøkelsene som ble gjennomført i Røssågavassdraget i perioden 2016-2020 besto av elektrisk båtfiske i Røssåga (**avsnitt 3.2.1**), strandnært elektrisk fiske i Røssåga (**avsnitt 3.2.2**), strandnært elektrisk fiske i Leirelva (**avsnitt 3.2.3**), og otolittanalyser av ungfisk fanget i Røssåga og Leirelva (**avsnitt 3.2.4**). På grunnlag av disse resultatene er det mulig å beskrive sammensetningen av ungfisksamfunnene i Røssåga og Leirelva (**avsnitt 3.2.5**).

3.2.1 Elektrisk båtfiske i Røssåga

I løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020 ble det fanget til sammen 4 122 individer av sju fiskearter (**tabell 8**). Fiskesamfunnet er fullstendig dominert av laksefisk som aure (51 %) og laks (42 %). Aure var den mest tallrike arten i fire av fem undersøkelsesår (2017-2020), mens laks var den mest tallrike arten i ett av årene (2016). Når det gjelder laks ble det fanget individer i de fleste livsstadier, hvorav fire årsklasser av ungfisk dominerte antallsmessig (**Bildeserie 6**). Av aure var det en blanding av ungfisk, umodne og voksne individer (**Bildeserie 7**), og ungfisk dominerte ikke like klart som hos laks. De lave fangstene av røye, ål og pukkellaks (**Bildeserie 8**) skyldes trolig ulike forhold. Pukkellaks er en introdusert art med sporadisk forekomst i norske vassdrag (Pethon 2010, Berntsen mfl. 2018, Sandlund mfl. 2019). Røye finnes fortrinnsvis i midtre og øvre deler av Røssågavassdraget, og det er ingen kjent forekomst av sjørøye i vassdraget (Berg 1964). Ål er en art i kraftig tilbakegang i hele artens utbredelsesområde (Aarestrup mfl. 2009), og det er indikasjoner på at tilbakegangen er spesielt stor i nordlige områder (Davidson mfl. 2011).

Tabell 8. Oversikt over fangst under elektrisk båtfiske i Røssåga i undersøkelsesperioden 2016-2020. Det ble fanget flere livsstadier av laks, aure og trepigget stingsild.

År	Laks	Aure	Røye	Pukkellaks	Stingsild	Skrubbe	Ål
2016	413	400	0	0	6	15	0
2017	295	410	1	1	4	19	0
2018	433	533	0	0	13	81	1
2019	414	495	0	0	11	74	0
2020	187	280	0	0	23	13	0
Alle år	1 742	2 118	1	1	57	202	1



Bildeserie 6. Under det elektriske båtfisket i Røssåga ble det fanget laks i de fleste livsstadier. Det ble fanget fire aldersklasser av laksunger (venstre bilde); årsyngel, ettåringer, toåringer og treåringer (de to øverste). I tillegg ble det et fåtall voksne lakser overført til oppbevaringskaret i båten (høyre bilde). Foto: Gunnbjørn Bremset.



Bildeserie 7. Under det elektriske båtfisket i Røssåga ble det fanget aure i flere livsstadier. I tillegg til flere årsklasser med ungfisk (venstre bilde) ble det fanget umodne individer med brun drakt og sjøaurer med blank drakt (høyre bilde). Foto: Gunnbjørn Bremset.



Bildeserie 8. Under det elektriske båtfisket i Røssåga ble det fanget enkeltteksemplarer av røye (i 2017), ål (i 2018) og pukkellaks (i 2017). Foto: Gunnbjørn Bremset.

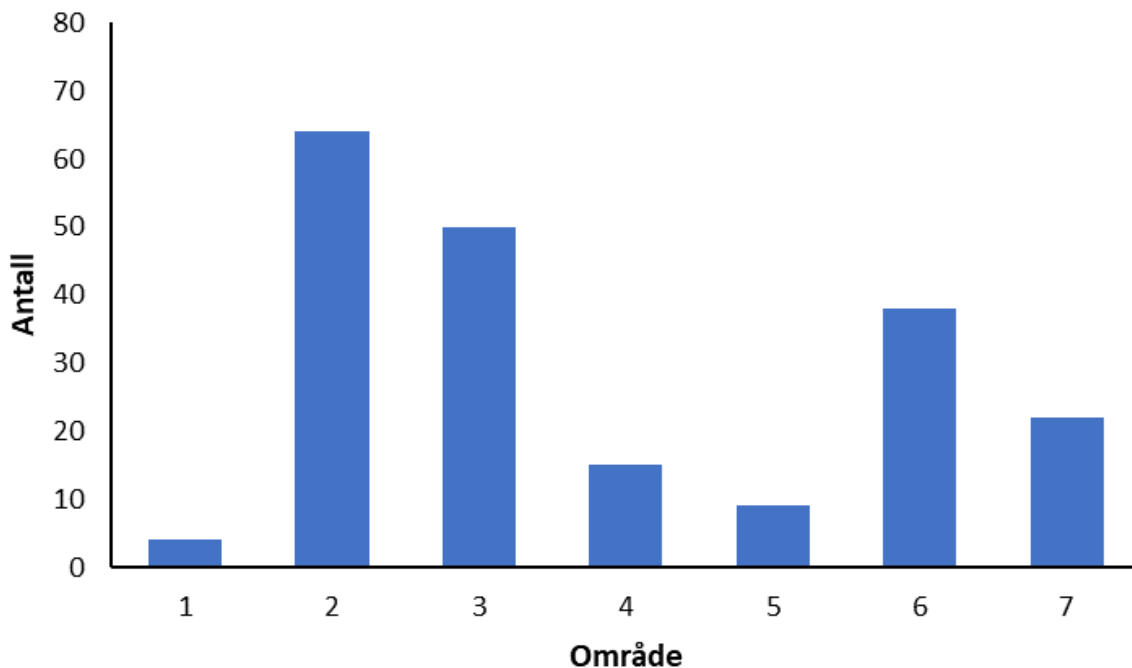
Skrubbe

I tillegg til laksefisk var det et betydelig innslag av skrubbe (**bilde 7**) i fangstene i Røssåga. Skrubbe ble fanget i alle vassdragsavsnitt mellom Sjøforsen og Røssågauren, og de største mengdene ble fanget oppstrøms Leirelva (**figur 16**). Relativt sett var det likevel mer skrubbe i de nederste vassdragsavsnittene, der skrubbe dominerte fiskesamfunnet sammen med trepigget stingsild. Sannsynligvis ble skrubbe kraftig underrepresentert i fangstene sammenlignet med andre arter, siden flyndrefisker er vanskelig å fange med håv på grunn av deres sammentrykte kroppsform. I tillegg foretrekker flyndrefisk å leve i nær tilknytning til bunnen, ofte skjult i sand og andre finsedimenter (Pethon 2010). I Røssåga var skrubbene ofte på så dypt vann at de ble lite påvirket av strømfeltet, i områder der det var svært vanskelig å manøvrere de langskaftete håvene. Under de svært vanskelige feltforholdene etter regnflom i 2017 var siktedypet så lavt (rundt en halv meter), at det ble observert og fanget langt færre skrubber enn i påfølgende år med tilfredsstillende siktforhold.

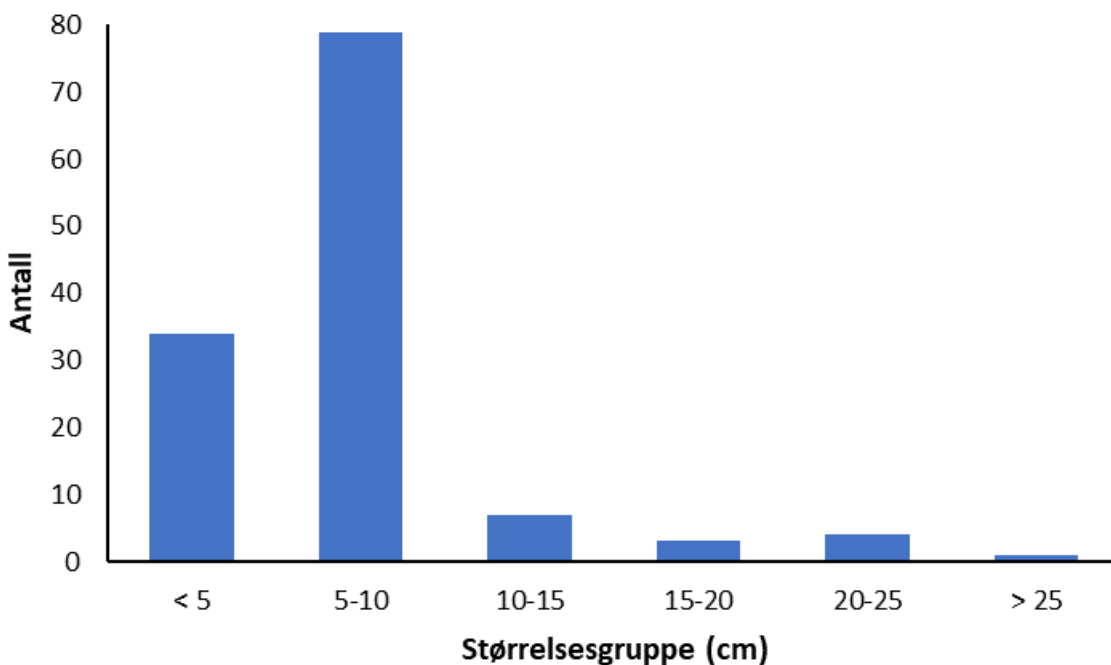


Bilde 7. Skrubbe ble fanget i alle undersøkte deler av Røssåga. Dette individet var blant de få skrubbene som var over 20 centimeter, og som ut fra størrelsen sannsynligvis var et kjønnsmodent individ. Foto: Gunnbjørn Bremset.

Det var en overvekt av små skrubber i fangstene under det elektriske båtfisket i Røssåga, og mer enn 88 % av de fangete individene var mindre enn ti centimeter (**figur 17**). Lengdegruppen 5-10 cm var tallmessig dominerende, og denne lengdegruppen utgjorde om lag 62 % av den samlede fangsten i perioden 2016-2020. Den observerte lengdefordelingen i Røssåga kan forklares ut fra livshistorien til skrubbe, der gyting skjer i saltvann og ungfiskstadiet tilbringes i ferskvann eller i brakkevann (Pethon 2010). Kjønnsmodning hos skrubbe skjer når individene er 12-18 cm lange (Henke mfl. 2020). Hannfiskene blir vanligvis kjønnsmodne når de er to år gamle, mens hunnfiskene vanligvis blir kjønnsmodne når de er tre-fem år gamle. I sommerhalvåret finnes ikke kjønnsmodne individer i ferskvann (Pethon 2010), noe som forklarer det svært lave innslaget av store individer når undersøkelser har foregått i august-september.



Figur 16. Oversikt over hvor skrubbe har blitt fanget under elektrisk båtfiske i Røssåga i perioden 2016-2020. Vassdragsavsnittene er som følger (nummer i parentes): Sjøforsen-Svartåga (1), Svartåga-Olderneset (2), Olderneset-Leirelva (3), Leirelva-Storbekken (4), Storbekken-Langbekken (5), Langbekken-jernbanebru (6), jernbanebru-Røssågauren (7).



Figur 17. Lengdefordeling av 128 skrubber fanget under elektrisk båtfiske i Røssåga i perioden 2016-2020. I tillegg ble det fanget 74 skrubber i 2019 som ikke ble lengdemålt.

Ungfisk av laks og aure

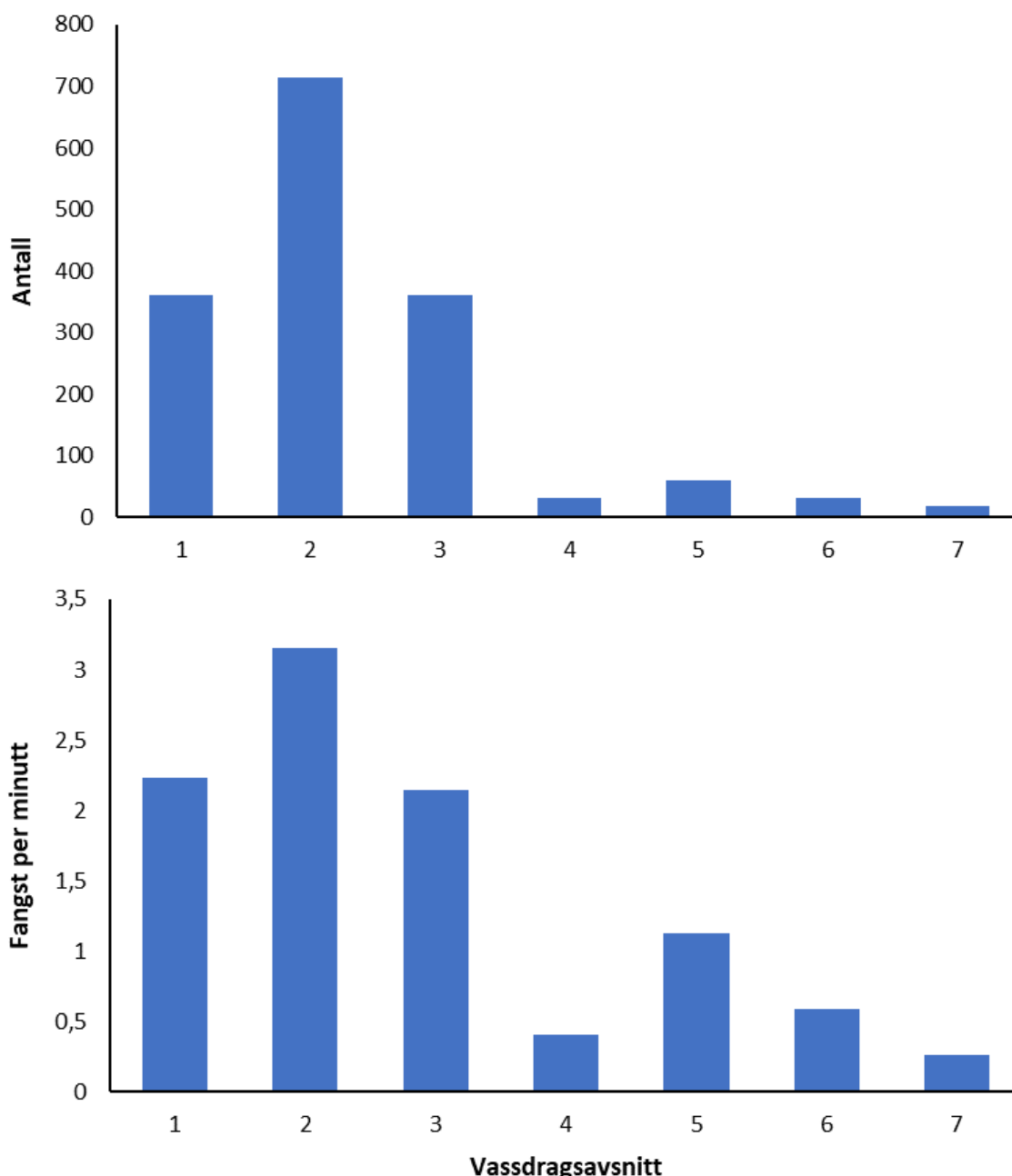
I perioden 2011-2020 har det blitt gjennomført elektrisk båtfiske i en rekke norske laksevassdrag, etter en lignende innretning som undersøkelsene i Røssåga. En sammenligning av fangst per innsatsenhet i tolv laksevassdrag fra Agder i sør til Finnmark i nord, viser at Røssåga har omtrent gjennomsnittlige verdier for fangst av ungfisk per minutt effektiv fisketid (**tabell 9**). Når det gjelder laksunger er det funnet høyere verdier i seks andre vassdrag, mens det bare er funnet høyere verdier for aureunger i to andre vassdrag. Det er verdt å merke seg at de laveste fangstene i Røssåga var i august 2017 og september 2020, da det var vanskelige feltforhold på grunn av mye nedbør og dårlige siktforhold.

Tabell 9. Oversikt over fangst per innsatsenhet (antall ungfisk per minutt) i tolv laksevassdrag (fra sør til nord) som er undersøkt med elektrisk båtfiske i perioden 2011-2020. Resultatene fra Røssåga er markert med uthevet skrift. Undersøkelsestidspunkt og referanse er oppgitt for hver enkelt undersøkelse der elektrisk båtfiske har vært benyttet som undersøkelsesmetode.

Vassdrag	Fangst per minutt			Undersøkelsestidspunkt
	Laks	Aure	Begge	
Mandalselva	1,31	0,71	2,02	August 2019 (Bremset & Museth 2019)
Nidelva	0,18	0,01	0,20	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. 2020a)
Gaula	2,97	0,31	3,28	Oktober 2019 (Solem mfl. 2020b)
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. 2019)
Røssåga	2,09	2,42	4,51	August 2019 (Bremset mfl. 2020)
Røssåga	1,07	1,50	2,57	September 2020 (Bremset mfl. 2021)
Ranaelva	3,00	1,61	4,61	August 2017 (Bremset mfl. 2021)
Ranaelva	6,68	1,16	7,84	August 2019 (Bremset mfl. 2021)
Tanaelva	2,56	0,02	2,58	September 2014 (Foldvik mfl. 2015)

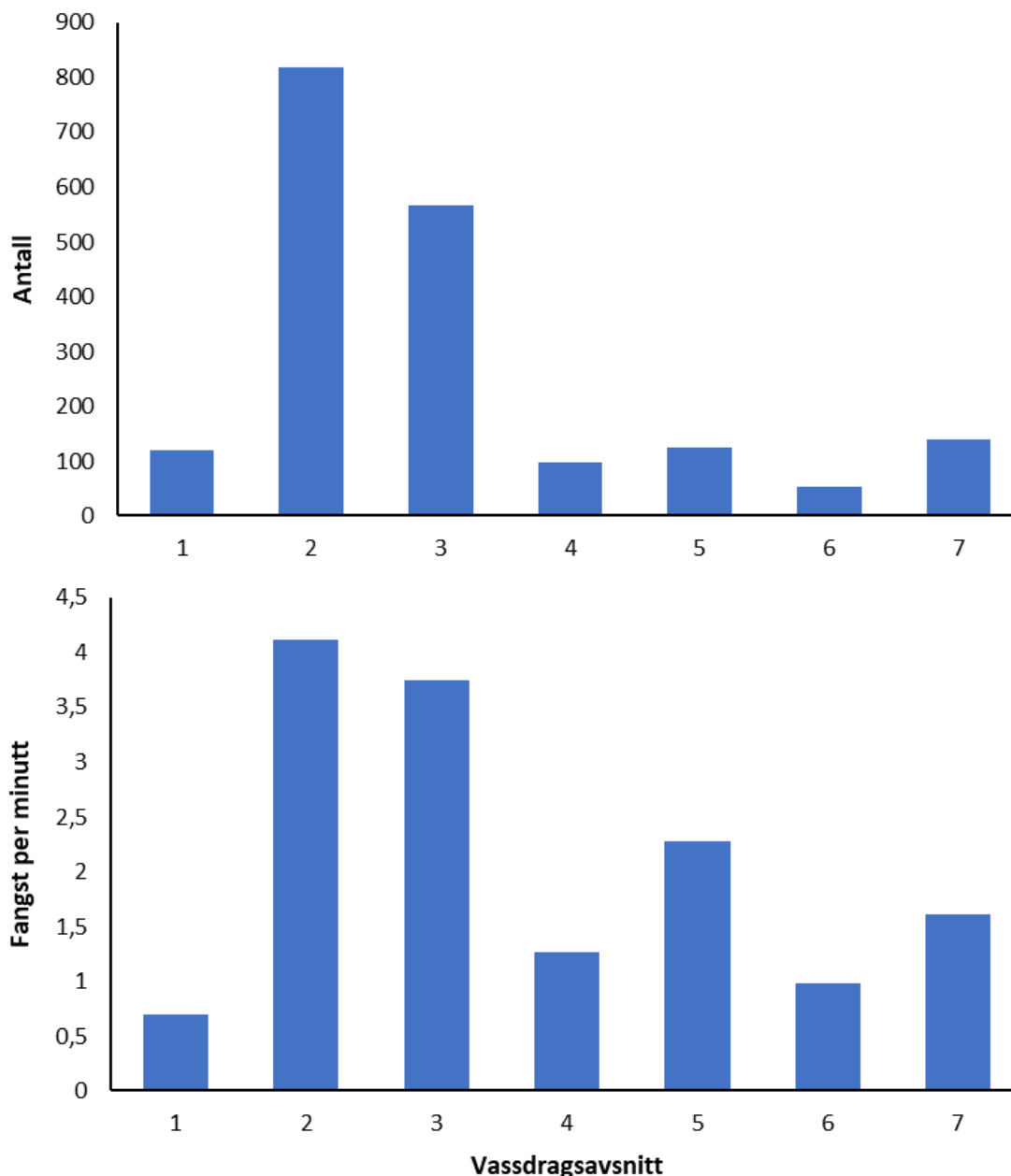
Forekomst av ungfisk i ulike vassdragsavsnitt

I løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020 ble det fanget laksunger i alle deler av Røssåga mellom Sjøforsen og Røssågauren (**figur 18**). Både med hensyn til samlet fangst og antall individer per minutt effektiv fisketid, ble de største forekomstene av laksunger funnet i de tre øverste vassdragsavsnittene, det vil si mellom Sjøforsen og Leirelva. Det aller beste vassdragsavsnittet var mellom Svartåga og Olderneset, der det ble funnet jevnt over gode forekomster av laksunger på alle undersøkte stasjoner i hele perioden. I de nedre delene av Røssåga ble det fanget mest laksunger i vassdragsavsnittet mellom Storbekken og Langbekken, og det var jevnt nedadgående fangster i de to avsnittene nedstrøms Langbekken.



Figur 18. Antall fangete laksunger (øvre panel) og fangst per minutt effektiv fisketid (nedre panel) under elektrisk båtfiske i ulike vassdragsavsnitt av Røssåga i perioden 2016-2020. Vassdragsavsnittene er som følger: Sjøforsen-Svartåga (1), Svartåga-Olderneset (2), Olderneset-Leirelva (3), Leirelva-Storbekken (4), Storbekken-Langbekken (5), Langbekken-Jernbanebrua (6) og Jernbanebrua-Røssågauren (7).

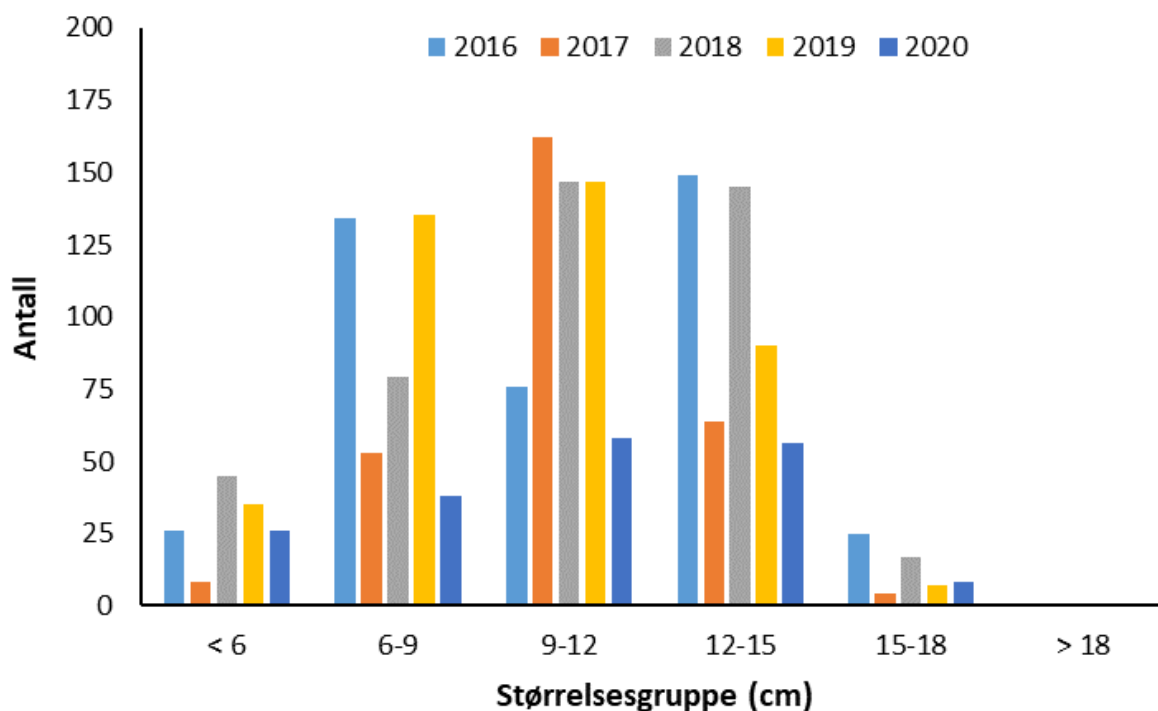
I hele undersøkelsesperioden ble det funnet aureunger i alle deler av Røssåga mellom Sjøforsen og Røssågauren (**figur 19**). Både med hensyn til samlet fangst og antall individer per minutt effektiv fisketid, ble de største forekomstene av aureunger funnet i de to vassdragsavsnittene mellom Svartåga og Leirelva. Det aller beste vassdragsavsnittet var mellom Svartåga og Olderneset, der det ble funnet jevnt over gode forekomster av aureunger på alle undersøkte stasjoner i hele perioden. I likhet med lakseforekomst var den høyeste aureforekomst i de nedre delene av Røssåga i vassdragsavsnittet mellom Storbekken og Langbekken. Det var noen klare forskjeller i forekomstene av aure og laks. For det første var tiltaksområdet mellom Sjøforsen og Svartåga det dårligste vassdragsavsnittet med hensyn til forekomst av aureunger. For det andre var det langt større forekomster av aure enn laks i de nedre delene av Røssåga.



Figur 19. Antall fangete aureunger (øvre panel) og fangst per minutt effektiv fisketid (nedre panel) under elektrisk båtfiske i ulike vassdragsavsnitt av Røssåga i perioden 2016-2020. Vassdragsavsnittene er som følger: Sjøforsen-Svartåga (1), Svartåga-Olderneset (2), Olderneset-Leirelva (3), Leirelva-Storbekken (4), Storbekken-Langbekken (5), Langbekken-Jernbanebrua (6) og Jernbanebrua-Røssågauren (7).

Størrelsesfordeling av laksunger

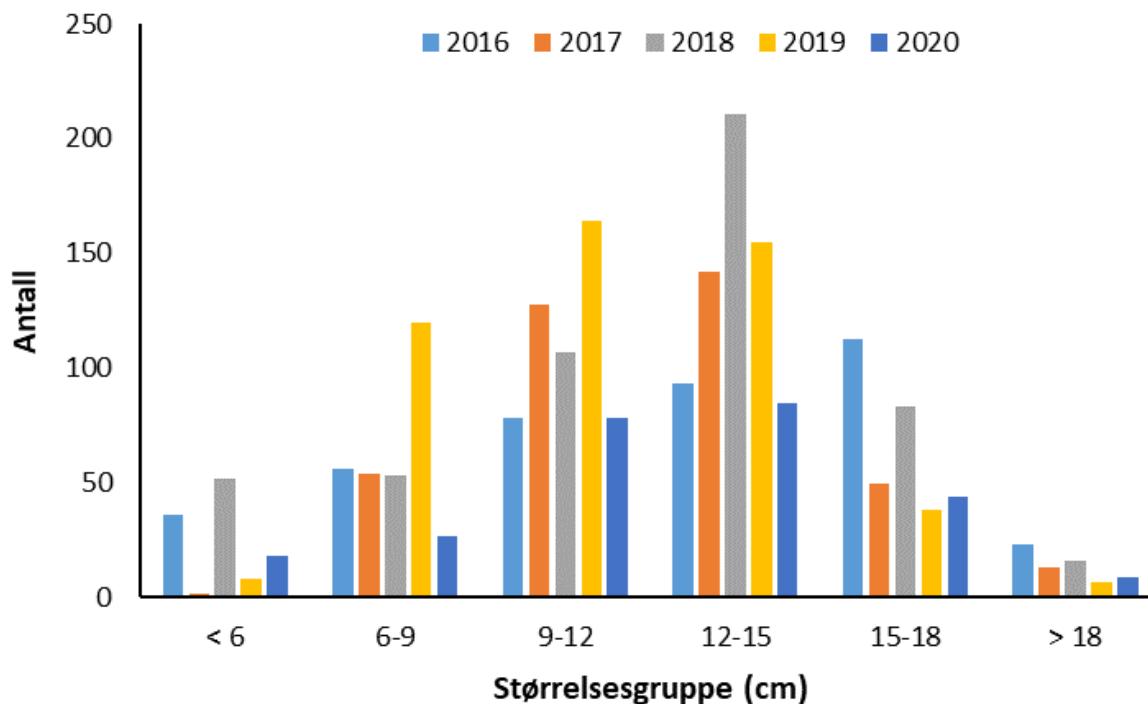
I hele undersøkelsesperioden 2016-2020 har det vært et betydelig innslag av store laksunger i fangstene under elektrisk båtfiske i Røssåga, samtidig som små individer har vært kraftig underrepresentert sammenlignet med de fleste andre størrelsesgrupper (**figur 20**). Selv om det har vært en viss årlig variasjon i hvilke størrelsesgrupper som har dominert i fangstene, har laksunger større enn ni centimeter utgjort mer enn halvparten av fangstene i alle undersøkelsesår. Til tross for den systematiske skjevfordelingen i størrelsesgrupper, har det vært mulig å følge enkelte sterke årsklasser i ungfiskbestanden. Den sterke årsklassen med ettåringer i 2016 var fortsatt tallrik som toåringer i 2017 og treåringer i 2018. En mulig forklaring på at det har blitt fanget få laksunger mindre enn seks centimeter, er at små individer ofte kan bli underrepresentert under elektrisk båtfiske (Bremset mfl. 2012, Bremset mfl. 2021). En viktig tilleggsforklaring i Røssågavassdraget er at klumpvis fordeling av gytefisk og årsyngel i deler av vassdraget, trolig medfører unormalt lavt innslag av små individer i mesteparten av hovedelva (se nærmere diskusjon i **avsnitt 3.2.5**). Følgelig er det sannsynlig at størrelsesfordelingen i fangstene under elektrisk båtfiske gjenspeiler bestandsstrukturen hos laksunger i Røssåga. Mer detaljer om størrelsesfordeling i de enkelte årene i undersøkelsesperioden er gitt i vedleggsfigurer (se **avsnitt 8.2**).



Figur 20. Lengdefordeling av laksunger fanget under elektrisk båtfiske i Røssåga i undersøkelsesperioden 2016-2020. Størrelsesgruppene (cm) tilsvarer i grove trekk ulike aldersgrupper av laksunger.

Størrelsesfordeling av aureunger

I undersøkelsesperioden 2016-2020 har aureunger fanget under elektrisk båtfiske, hatt en lignende størrelsesfordeling som hos laksunger, med uforholdsmessig lavt innslag av små individer sammenlignet med større individer (**figur 21**). I løpet av undersøkelsesperioden har det vært en forholdsvis stabil lengdefordeling av aureunger i fangstene, noe som kan tyde på at rekrutteringen hos sjøaure har vært på et liknende nivå gjennom hele undersøkelsesperioden. Ut fra lengdefordelingene er det ingen årsklasser som utmerker seg som spesielt sterke i løpet av perioden. I de fleste undersøkelsesår har det vært et økende innslag av aureunger i de tre lengdegruppene mellom seks og 15 centimeter, noe som avviker sterkt fra en normal bestandsstruktur i en ungfiskbestand hos sjøvandrende laksefisk. Derimot kan man få slike størrelsesfordelinger i akkumulerte bestander, der det av en eller annen grunn blir en opphoping av større individer i bestanden. I sjøaurebestander kan det bli en opphoping av store, eldre individer, dersom beskatningsdødelighet og naturlig dødelighet er lav. Imidlertid kan dette ikke være en aktuell forklaring for ungfiskbestanden i Røssåga. En mer nærliggende forklaring er at det skjer en rekruttering av aureunger til Røssåga fra andre deler av Røssågavassdraget. Leirelva er trolig det viktigste rekrutteringsområdet utenom hovedelva, i tillegg til en rekke tilløpsbekker til Røssåga og Leirelva (se nærmere diskusjon i **avsnitt 3.2.5**). Flere detaljer om størrelsesfordeling i de enkelte årene i undersøkelsesperioden er gitt i vedleggsfigurer (se **avsnitt 8.2**).



Figur 21. Lengdefordeling av aureunger fanget under elektrisk båtfiske i Røssåga i undersøkelsesperioden 2016-2020. Størrelsesgruppene (cm) tilsvarer i grove trekk ulike aldersgrupper av laksunger.

Resultater fra kvantitative undersøkelser

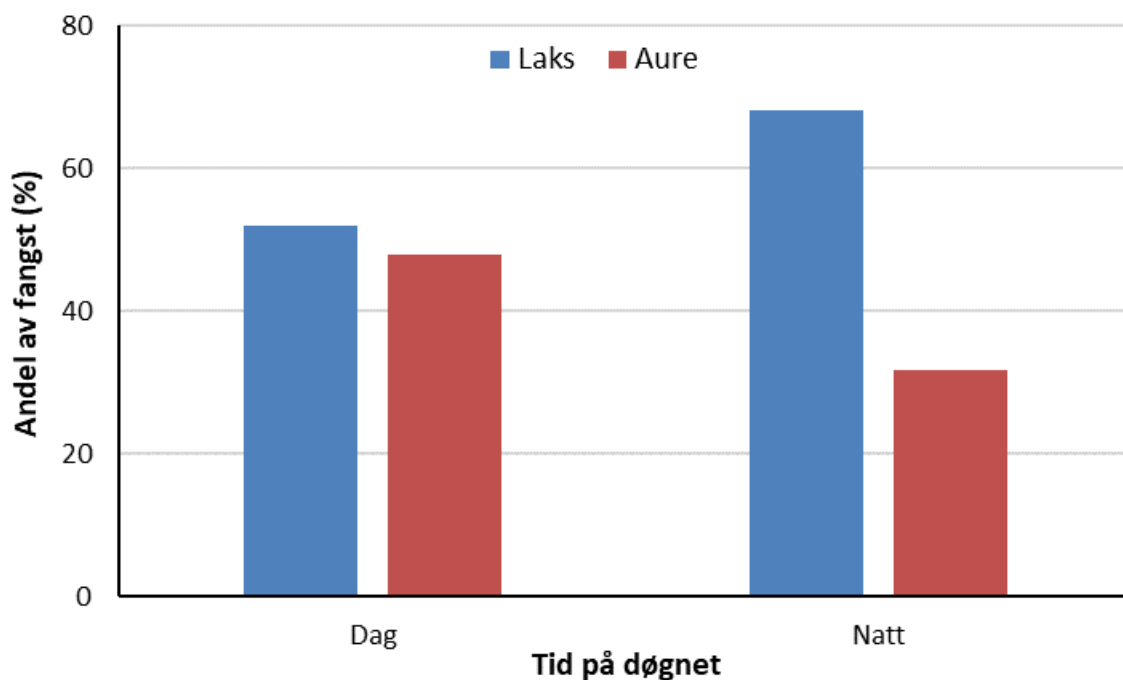
Det ble gjennomført fire forsøk med repetert overfisking i perioden 2016-2019. Erfaringene fra disse forsøkene var at estimert fangbarhet av ungfisk kan variere betydelig (**tabell 10**), sannsynligvis ut fra forskjeller i ungfisktetthet og fysiske habitatforhold som vanndybde, vannhastighet, og substratforhold. I tre av de fire forsøkene lå estimert fangbarhet av laksunger og aureunger i området 0,23-0,51. I det fjerde forsøket var estimert fangbarhet lavere enn 0,20 for både laksunger og aureunger. I et tilsvarende forsøk i Gaula med repetert overfisking og utfangstmetoden, ble fangbarheten i en elveforbygning estimert til å være i størrelsesorden 0,12 (Solem mfl. 2018). I et forsøk med repetert overfisking (merking-gjenfangst) på to stasjoner i Øvre Namsen i 2017, ble fangbarheten under elektrisk båtfiske estimert til å være i størrelsesorden 0,20-0,25 (Sundt-Hansen mfl. 2020). Med forbehold om at det er begrenset med kvantitative data fra norske laksevassdrag, kan det synes som at fangbarheten under elektrisk båtfiske er lavere enn hva som er funnet for strandnært elektrisk fiske under kontrollerte forhold. Bohlin mfl. (1989) vurderte at fangbarhet ofte er i området 0,3-0,5, mens eksperimentell utprøving i norske vassdrag har vist at estimert fangbarhet ofte er i størrelsesorden 0,3-0,6 (Sandlund mfl. 2011, Bremset mfl. 2015).

Tabell 10. Forsøk på å estimere tetthet av ungfisk basert på tre omganger med elektrisk båtfiske i Røssåga. Forsøk 1 ble gjennomført i september 2016, forsøk 2 og 3 ble gjennomført i september 2018, og forsøk 4 ble gjennomført i august 2019. Estimert tetthet (antall per 100 m²) og estimert fangbarhet (p) av ungfisk er beregnet i henhold til Zippin (1958) og Bohlin mfl. (1989).

Art	Forsøk	Fangst per omgang			Estimert tetthet (N) og fangbarhet (p)	
		1	2	3	N/100 m ²	p
Laks	1	11	7	3	6,4	0,45
	2	51	39	30	20,5	0,23
	3	28	26	18	12,5	0,19
	4	13	10	2	3,6	0,51
	Alle	103	82	53	11,4	0,27
Aure	1	35	26	17	30,6	0,30
	2	37	29	20	13,6	0,26
	3	48	68	32	31,1	0,15
	4	46	33	20	17,7	0,33
	Alle	166	156	89	18,6	0,25

Resultater fra komparative undersøkelser dag og natt

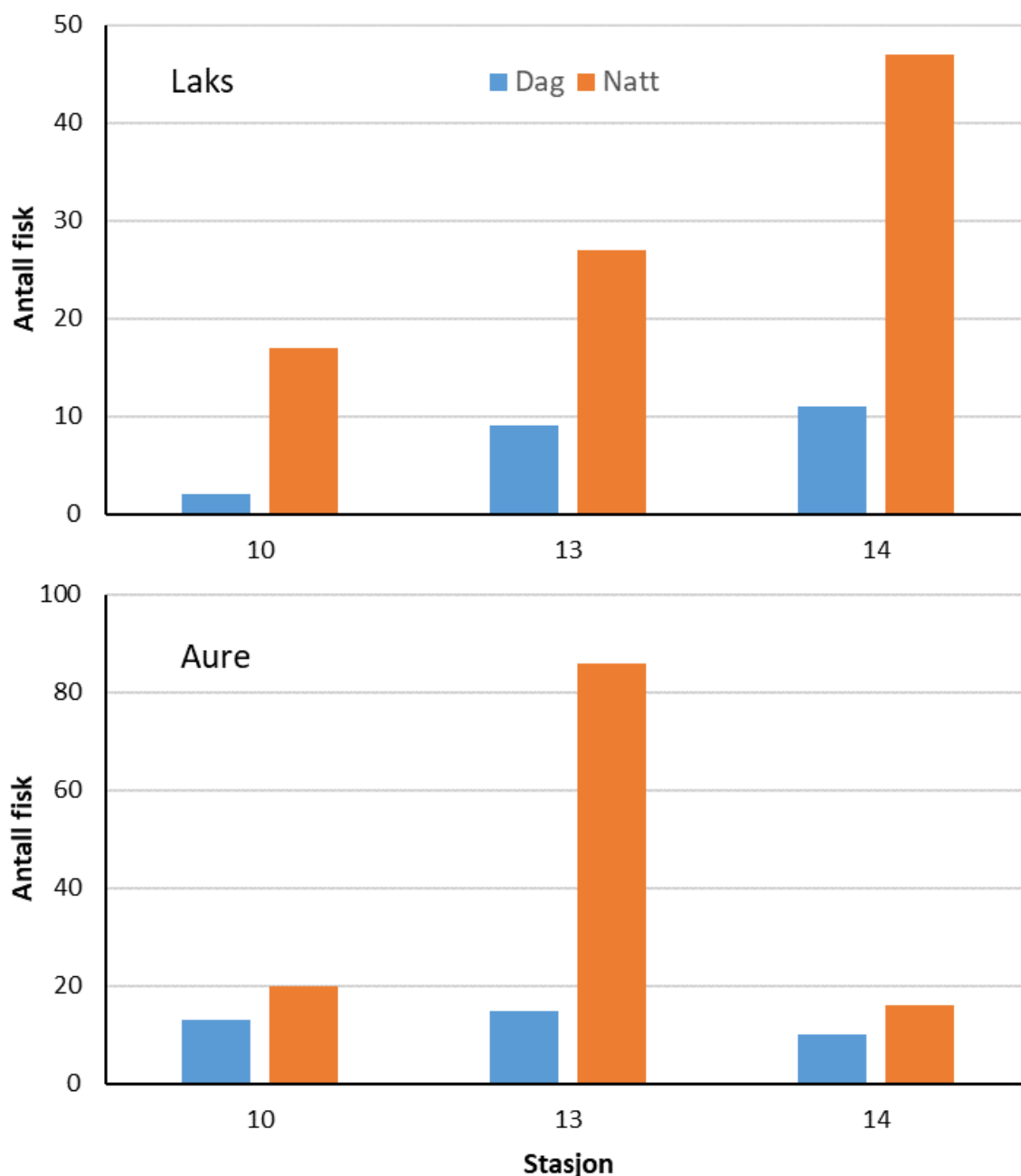
I det første forsøket i Røssåga med komparative undersøkelser i samme område dag og natt, ble det funnet forholdsvis små forskjeller i artssammensetningen i fangstene (**figur 22**). Det ble imidlertid fanget en noe høyere andel laks på nattetid enn på dagtid. Dette kan trolig delvis forklares ut fra en viss habitatsegregering mellom artene, siden aureunger fortrinnsvis oppholder seg i grunne strandområder mens laksunger i større grad oppholder seg på dypere vann (Karlström 1977, Bremset & Berg 1999, Bremset & Heggenes 2001). Det var store forskjeller i lengdefordeling av fisk som ble fanget på dagtid og nattetid. Gjennomsnittslengden på laksunger som ble fanget på dagtid var i underkant av 108 millimeter, mens gjennomsnittslengden på nattetid var i overkant av 137 millimeter. Størrelsesforskjellene hos aure var vesentlig større (137 mot 246 millimeter), noe som i hovedsak skyldtes fangst av umodne sjøaurer i størrelsen 277-346 millimeter under nattfisket.



Figur 22. Sammenligning av fangstandel (%) av laksunger (blå søyler) og aureunger (røde søyler) under elektrisk båtfiske på dagtid og på nattetid innenfor det samme området av Røssåga i september 2016. På dagtid ble det fisket nært land mens det på nattetid ble fisket nærmere midten av elva (for lokalisering av stasjoner se **figur 5**).

Repetert overfisking av tre stasjoner i området mellom Leirelva og jernbanebrua i august 2019, ga store forskjeller i totalfangst og artssammensetning på dagtid og nattetid. På alle de tre undersøkte stasjonene ble det fanget flere individer av begge arter på nattetid enn på dagtid (**figur 23**). Spesielt store forskjeller i fangst var det hos laksunger, der det ble fanget mer enn fire ganger så mange individer på nattetid enn på dagtid. Tilsvarende var det svært store forskjeller i fangst av aureunger på én av de tre stasjonene, med fangst av henholdsvis 15 og 86 aureunger med samme fangstinnsetning på dagtid og nattetid.

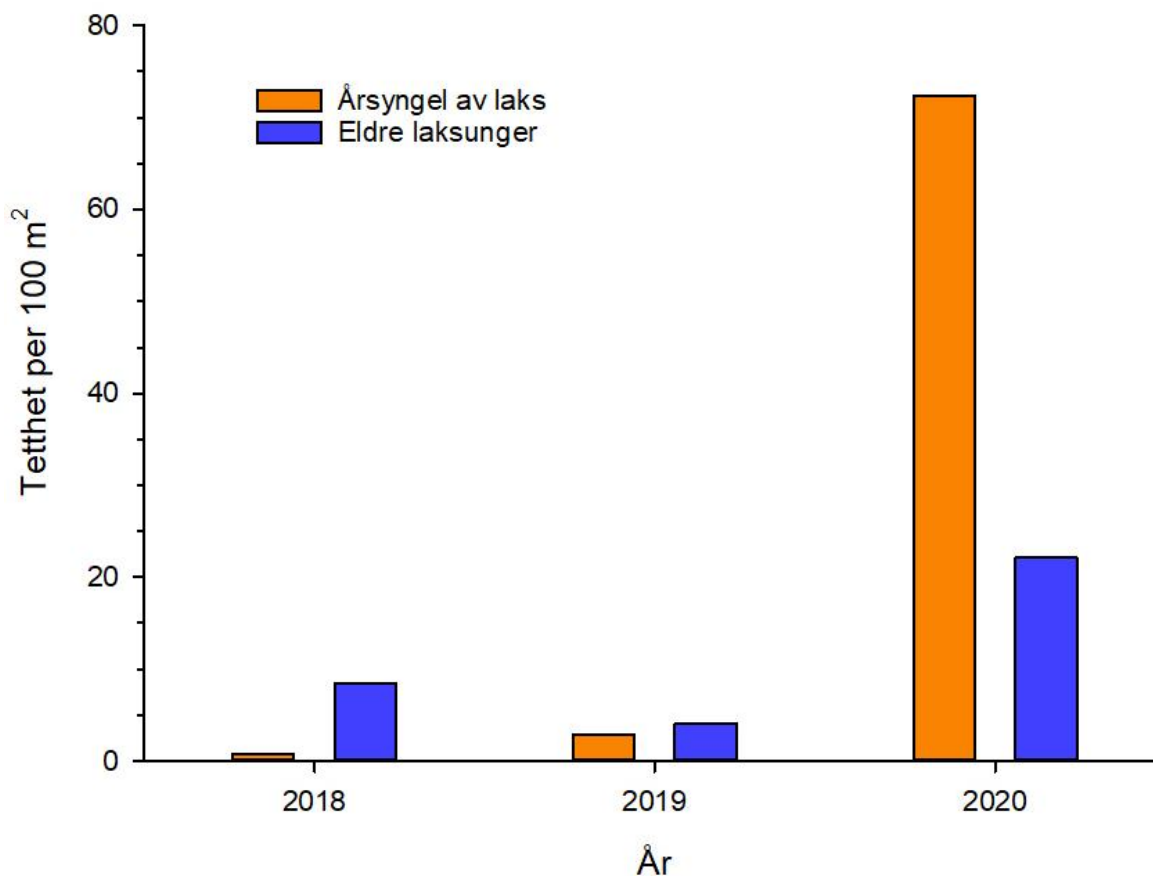
Det er flere mulige forklaringer på disse temporale forskjellene i fangst. En nærliggende forklaring er at det er artsspesifikke forskjeller i habitatbruk og aktivitet hos ungfisk på dagtid og nattetid, noe som tidligere er dokumentert under både naturlige forhold (Bremset 2000, Bremset & Heggnes 2001) og under kontrollerte betingelser (Metcalf mfl. 1998, Halleraker mfl. 2003). På grunn av stor tidevannspåvirkning i nedre deler av Røssåga, hadde også tidevannsforskjeller i vannstand innvirkning på resultatene. For å kunne belyse den relative betydningen av disse faktorene på resultatene, kan det gjennomføres undersøkelser i samme tidevannsfase på dagtid og nattetid. Dette innebærer i praksis at de samme stasjonene undersøkes med om lag tolv times mellomrom.



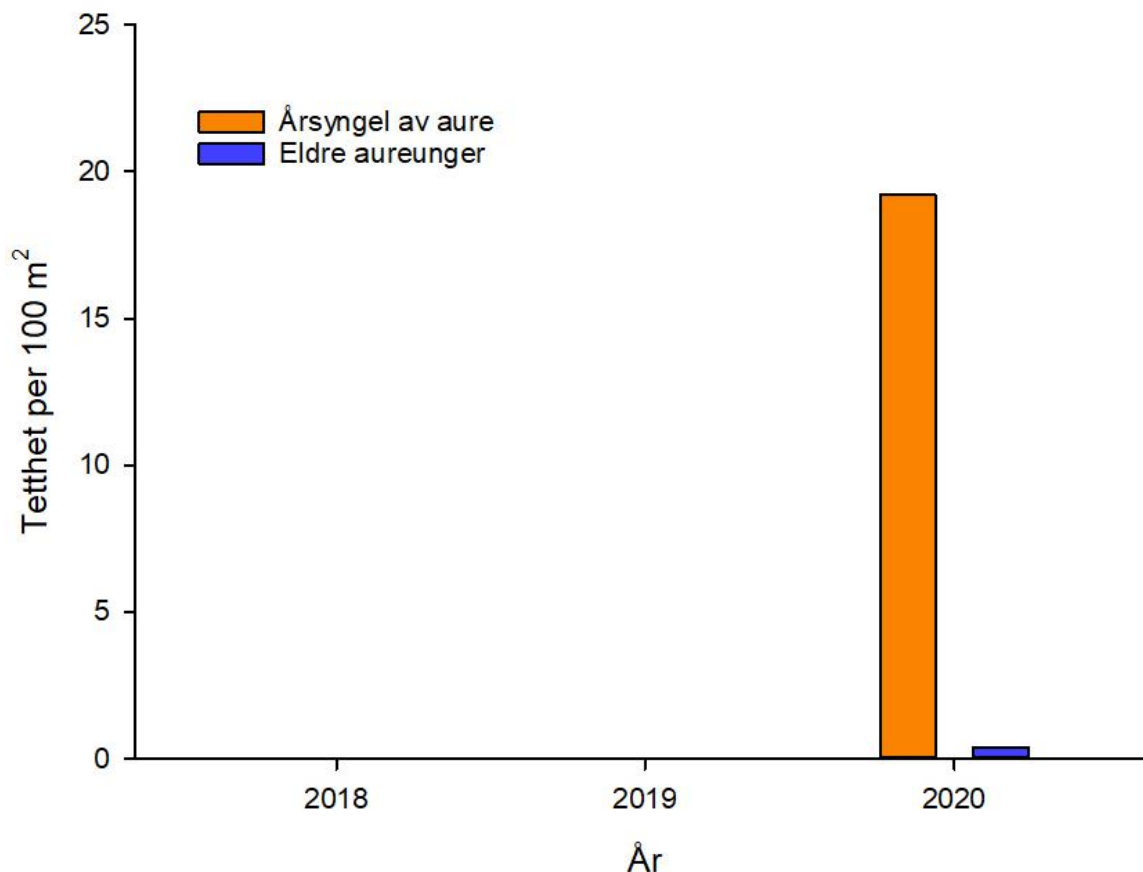
Figur 23. Sammenligning av fangst av laksunger (øvre panel) og aureunger (nedre panel) under elektrisk båtfiske på de samme stasjoner på dagtid (blå søyler) og på nattetid (oransje søyler) i nedre deler av Røssåga i august 2019. For lokalisering av stasjoner se **figur 6**.

3.2.2 Strandnært elektrisk fiske i Røssåga

I løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020 har det blitt gjennomført strandnært elektrisk fiske i tiltaksområdet i perioden 2018-2020. Tetthetene av ungfisk av laks og aure har variert mye mellom de ulike undersøkelsesårene. I 2018 ble det fanget i alt 51 laksunger ved det strandnære elektriske fisket på sju stasjoner i tiltaksområdet, det ble ikke fanget aureunger i 2018. Samlet tetthet av laksunger i 2018 var på 9,2 laksunger per 100 m². Disse fordelte seg på 0,8 årsyngel, 3,9 ettåringer, 4,0 toåringer og 0,5 treåringer per 100 m². I 2019 ble det fanget bare 25 individer av laks på de sju stasjonene i tiltaksområdet. Samlet tetthet av laksunger var på 7,0 individer per 100 m². Disse fordelte seg i 2,9 årsyngel og 4,1 eldre laksunger per 100 m². Det ble heller ikke i 2019 funnet aureunger på stasjonene i tiltaksområdet. I 2020 var det en formidabel oppgang i fangst av både laks- og aureunger under det strandnære elektriske fisket i tiltaksområdet. I alt ble det fanget 459 laksunger og 113 aureunger. Samlet tetthet av laksunger var 94,5 individer per 100 m², og samlet tetthet av aureunger var 19,6 individer per 100 m². Hos laksunger fordelte tettheten seg med 72,4 årsyngel og 22,1 eldre laksunger per 100 m² (**figur 24**) Hos aureunger fordelte tettheten seg med 19,2 årsyngel og 0,4 eldre aureunger per 100 m² (**figur 25**).



Figur 24. Gjennomsnittlig tetthet (antall individer per 100 m²) av årsyngel av laks (oransje søyler) og eldre laksunger (blå søyler) under strandnært elektrisk fiske i tiltaksområdet i Røssåga i perioden 2018-2020 (for lokalisering av tiltaksområdet se **figur 7**). Det ble ikke gjennomført strandnært elektrisk fiske i tiltaksområdet i 2016 og 2017.



Figur 25. Gjennomsnittlig tetthet (antall individer per 100 m²) av årsyngel av aure (oransje søyler) og eldre aureunger (blå søyler) under strandnært elektrisk fiske i tiltaksområdet i Røssåga i perioden 2018-2020 (for lokalisering av tiltaksområdet se **figur 7**). Det ble ikke gjennomført strandnært elektrisk fiske i tiltaksområdet i 2016 og 2017, og det ble ikke fanget aureunger i undersøkelsene i 2018 og 2019.

Årsaken til den store økningen i fangst av ungfisk i 2020 er ukjent. Det ble ikke gjennomført gytefisktellinger i Røssåga i 2019, slik at det ikke finnes tall på antall gytefisk av laks og aure som sto i tiltaksområdet og kunne ha bidratt til økningene i tetthetene. I 2020 ble det satt ut 56 700 startfôret yngel i Sjøforsløpet. Disse var ikke merket med Alizarin, og det er derfor utfordrende å skille disse fra naturlig produserte laksunger. En økning i antall årsyngel fra 2018-2019 til 2020 kan derfor også skyldes et større innslag av utsatt fisk i fangstene (se **avsnitt 3.2.4**). Imidlertid er også tetthetene av eldre laksunger såpass mye større enn ved undersøkelsene i 2018 og 2019, at en må anta at laksunger i større grad har tatt i bruk tiltaksområdet som oppvekstområde.

Tettheten som er funnet i Sjøforsløpet i 2018 og 2019 av både årsyngel og eldre laksunger var svært lave, og langt under forventningsverdier for tettheter av laksefisk (Johnsen mfl. 2010b). I 2020 steg imidlertid tetthetene av årsyngel betraktelig, og tettheten av årsyngel betraktes som gode dette året. For eldre laksunger var det også en kraftig økning i tettheter i 2020 sammenliknet med de to foregående årene, men tettheten av eldre laksunger var fortsatt lave etter de forventningsverdier som er gitt i Johnsen mfl. (2010b). I 2018 og 2019 ble det ikke funnet aureunger ved det strandnære elektriske fisket i Sjøforsløpet, mens det i 2020 ble registrert en økning i tetthet også for årsyngel av aure. Tetthetene var fortsatt lave, og av eldre aureunger var tettheten i 2020 særdeles lav.

3.2.3 Strandnært elektrisk fiske i Leirelva

I Leirelva har det fra og med 2017 blitt gjennomført strandnært elektrisk fiske, for å kunne vurdere tilslaget på utsettinger. I 2017 ble det fisket på et stasjonsnett bestående av 14 stasjoner (**figur 8**). Det er knyttet usikkerhet til hvorvidt den øverste av disse stasjonene (stasjon 49) ligger på lakseførende strekning. Følgelig ble denne stasjonen utelatt fra undersøkelsene i de påfølgende årene. I 2020 var feltforholdene for dårlige til at det lot seg gjennomføre elektrisk fiske på alle gjenværende stasjoner, slik at det dette året bare gjennomført elektrisk fiske på åtte av de 13 stasjonene i det nye stasjonsnettet.

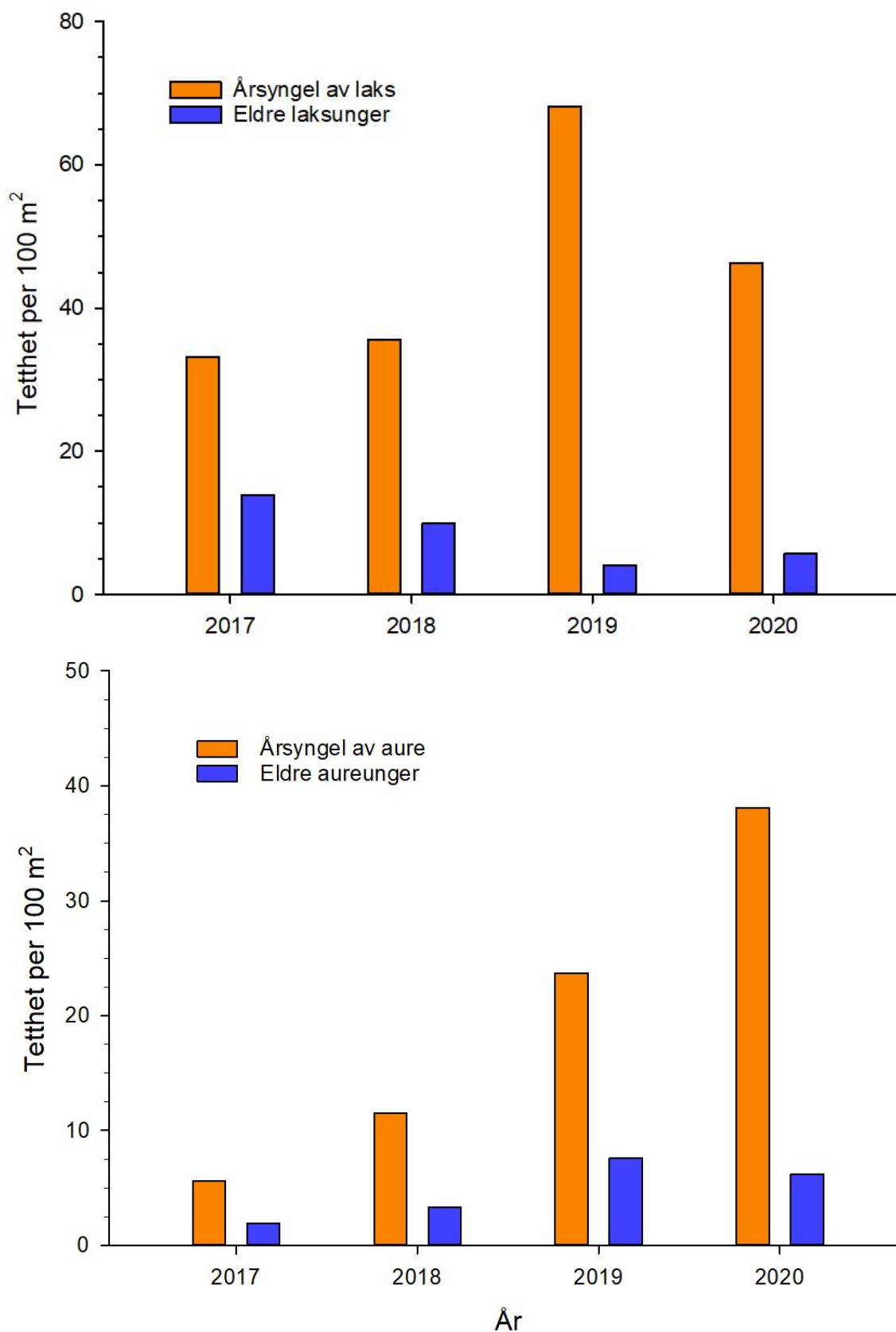
Tettheten av årsyngel av laks var på samme nivå i 2017 og 2018, med gjennomsnittlige tettheter på henholdsvis 33,2 og 35,6 individer per 100 m² (**figur 26**). I 2019 var de estimerte tetthetene av årsyngel omtrent dobbelt så høyt som i foregående år, med midlere tetthet på 68,2 individer per 100 m². Forholdene for elektrisk fiske var omtrent like i disse tre årene. I 2020 var gjennomsnittlig tetthet av årsyngel på åtte stasjoner 46,3 individer per 100 m². Datamaterialet fra de fire årene er ikke direkte sammenlignbare, siden det har vært årlige variasjoner i undersøkte stasjoner og feltforhold. Når det gjelder eldre laksunger har de estimerte tetthetene gjennomgående vært svært lave. I løpet av undersøkelsesperioden 2017-2020 har det vært årlige variasjoner fra 4,1 individer per 100 m² i 2019 til 13,9 individer per 100 m² i 2017

Tetthetene av årsyngel hos aure har økt i løpet undersøkelsesperioden 2017-2020 (**figur 26**), med en dobling fra år til år i perioden 2017-2019, fra 5,6 individer per 100 m² i 2017 til 11,5 i 2018 og videre til 23,7 i 2019. Tilsvarende var det en økning i årsyngeltetthet fra 2019 til 2020, i 2020 var tettheten på 38,1 individer per 100 m². Hos eldre aureunger har tetthetene gjennomgående vært lave, men også der var det omtrent en dobling i tettheter fra år til år i perioden 2017-2019. Tetthetene økte fra 1,9 individer per 100 m² i 2017, til 3,3 i 2018 og videre til 7,6 i 2019. I 2020 var gjennomsnittlig tetthet av eldre aureunger 6,2 individer per 100 m². Selv om tetthetene av både laks- og aureunger har vært høyere enn i Sjøforsløpet i Røssåga, har de med unntak av årsyngeltettheten i 2019 vært lave sammenliknet med hva som kan forventes i lite berørte vassdrag (Johnsen mfl. 2010b).

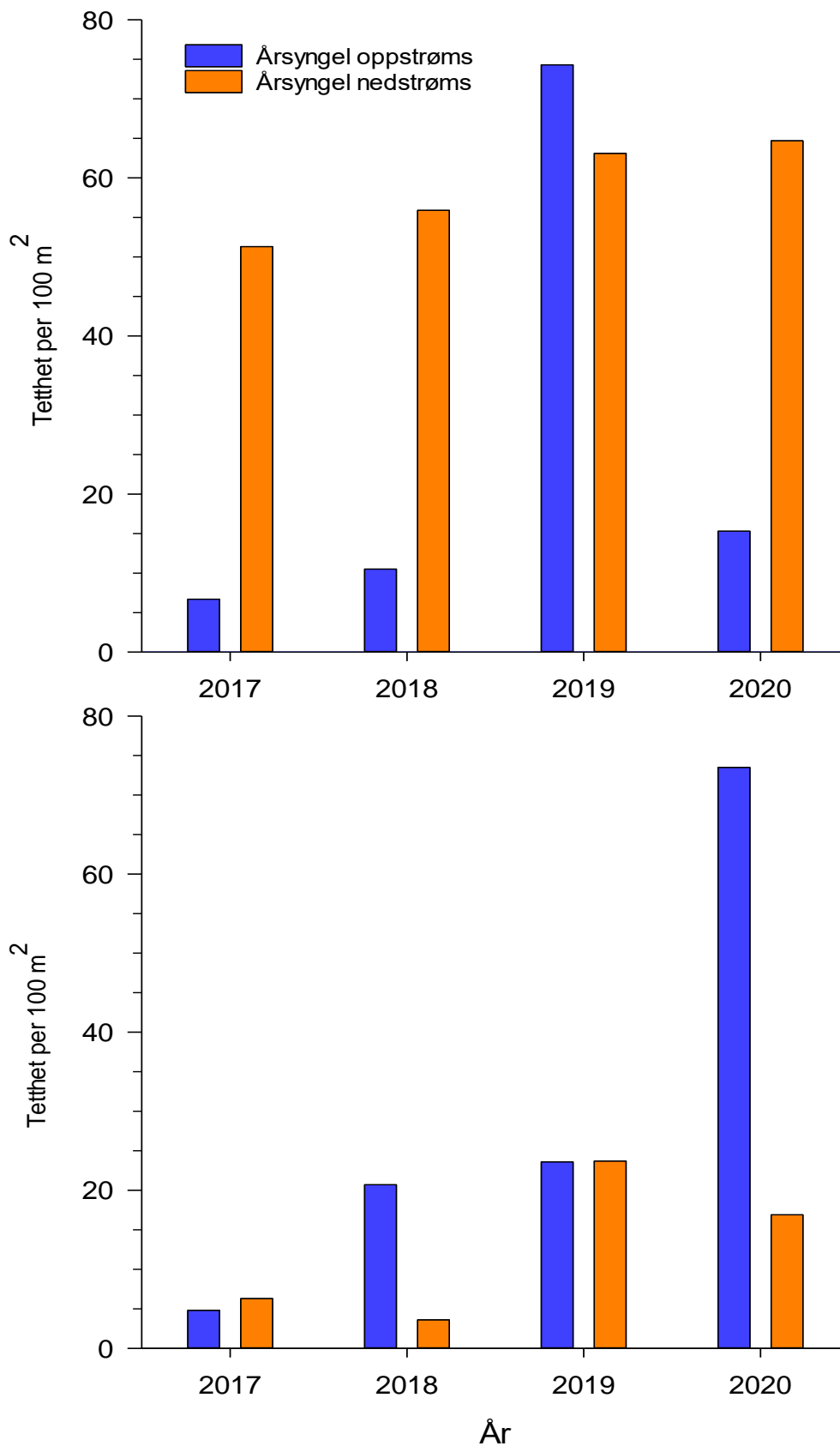
Ungfisktetthet oppstrøms og nedstrøms Bjerka kraftverk

I 2017 ble det gjennomført elektrisk fiske på fem stasjoner oppstrøms utløpet av Bjerka kraftverk, og åtte stasjoner nedstrøms. I 2018 og 2019 ble antall stasjoner oppstrøms kraftverket redusert til fire, og i 2020 ble det på grunn av ugunstige forhold i Leirelva kun fisket på tre stasjoner oppstrøms og fem stasjoner nedstrøms Bjerka kraftverk. Tetthetene av naturlig produserte laksyngel var i tre av fire undersøkelsesår høyest nedstrøms Bjerka kraftverk. I året med de høyeste registrerte tetthetene av laksunger (2019), var tetthetene forholdsvis like oppstrøms og nedstrøms kraftverket (**figur 27**, øvre panel). Resultatene fra perioden sett under ett tyder på at de viktigste gyteområdene hos laks er i de midtre og ned mot de nedre delene av Leirelva.

Når det gjelder årsyngel av aure har det ikke vært like klare forskjeller i tettheter oppstrøms og nedstrøms kraftverket. I 2017 og 2019 var tetthetene av årsyngel av aure omtrent på samme nivå oppstrøms og nedstrøms kraftverksutløpet, mens tetthetene i 2018 og 2020 var en god del høyere oppstrøms kraftverksutløpet (**figur 27**, nedre panel). Tetthetene hos årsyngel av aure viser derfor en motsatt trend sammenliknet med laks, og det kan se ut som om aure i større grad enn laks benytter de øvre delene av Leirelva som gyte- og oppvekstområde.



Figur 26. Estimert tetthet (antall per 100 m²) av laksunger (øvre panel) og aureunger (nedre panel) fanget under elektrisk fiske i Leirelva i perioden 2017-2020. Det ble ikke gjennomført elektrisk fiske i Leirelva i 2016.



Figur 27. Tettheter av naturlig produserte årsyngel av laks (øvre panel) og årsyngel av aure (nedre panel) oppstrøms (blå søyler) og nedstrøms (oransje søyler) utløpet av Bjerka kraftverk i Leirelva. Det ble ikke gjennomført elektrisk fiske i Leirelva i 2016.

3.2.4 Otolittanalyser av ungfisk fanget i Røssåga og Leirelva

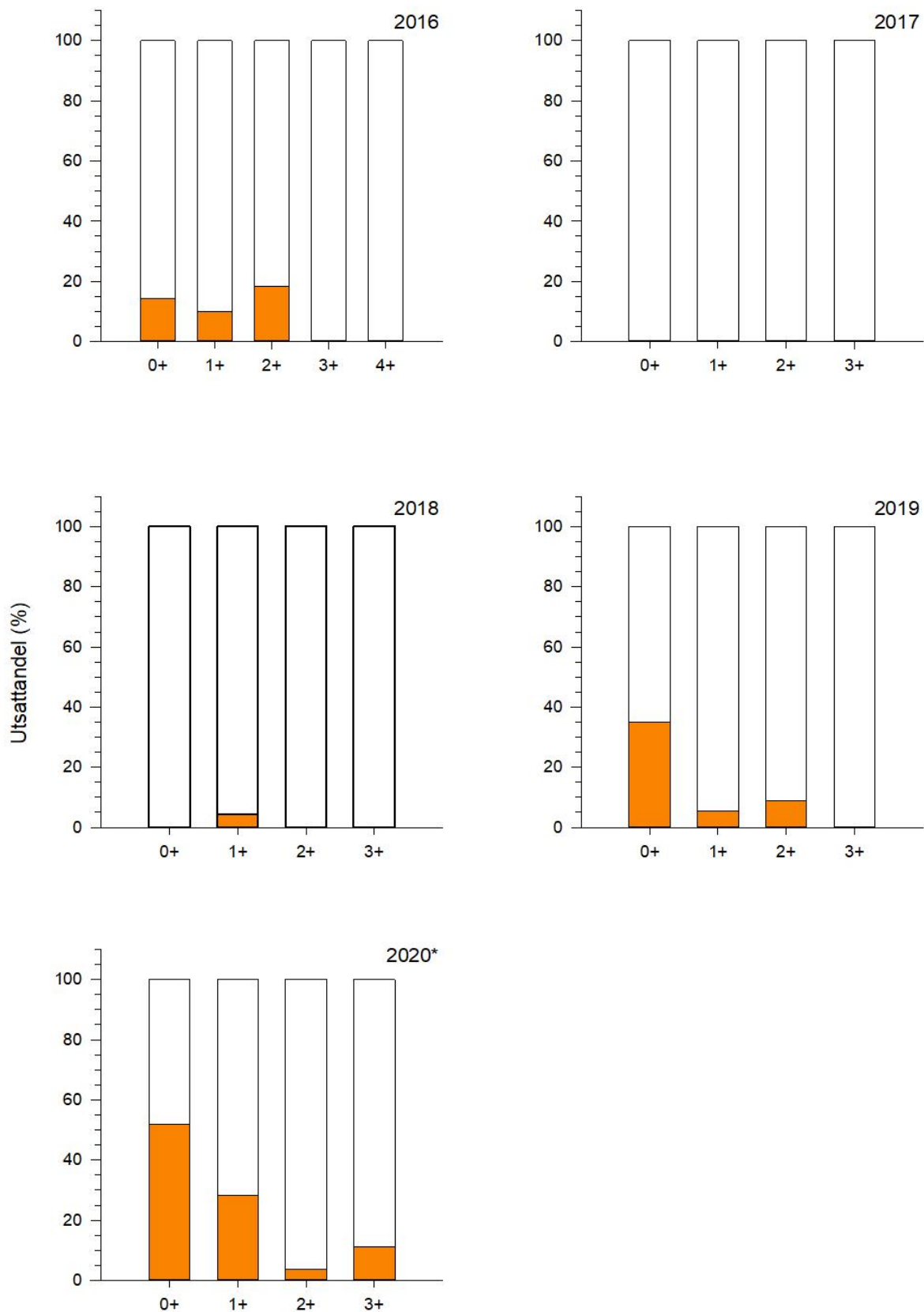
Røssåga: Siden 2016 er det satt ut i overkant av 1,1 millioner laks i Røssåga fordelt på 82 000 smolt, 8 500 parr, 118 000 startfôret yngel og 922 000 ufôret yngel (**tabell 11**). Av dette ble all parr og startfôret yngel i 2019 og 2020 satt ut i tiltaksområdet nedstrøms Sjøforsen. De øvrige deler av utsettingsmaterialet er i all hovedsak satt ut mellom Korgen camping og E6-brua.

Tabell 11. Oversikt over utsetninger av laks i ulike utsettingsstadium i Røssåga i perioden 2016-2020. Tallene er avrundet til nærmeste hele tusen. Smolt er ikke inkludert i oversikten.

År	Utsettingsstadium		
	Ufôret yngel	Fôret yngel	Parr
2016	52 000	0	0
2017	209 000	0	0
2018	340 000	0	0
2019	230 000	62 000	2 500
2020	91 000	57 000	6 000
Alle år	922 000	119 000	8 500

I løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020 har otolitter fra til sammen 1 028 laksunger blitt sjekket for merking. Av disse var det 8,5 % merkete individer i 2016, ingen merkete individer i 2017, 1,1 % merkete individer i 2018, 12,4 % merkete individer i 2019 og 23,4 % antatt utsatte individer i 2020. Årsaken til usikkerheten knyttet til 2020-resultatene er at utsatte yngel ikke var merket med alizarin. Dette innebærer at identifisering av utsatt årsyngel dette året måtte gjøres ut fra størrelsesfordeling av årsyngel i det analyserte ungfiskmaterialet. Det var et tydelig sprang i lengdefordeling hos innsamlete årsyngel i 2020, og på grunnlag av den bimodale fordelingen er det anslått at merkeandel hos årsyngel var på 52 %.

Ut fra de store mengdene med ufôret yngel som er satt ut i løpet av undersøkelsesperioden, burde det forventes høye andeler av utsatte individer blant årsyngel i de fleste år, samt tilsvarende høye andeler av påfølgende årsklasser av disse utsettingskohortene. Imidlertid har andelen av utsatt fisk gjennomgående vært svært lav, dog med en kraftig økning på slutten av undersøkelsesperioden (**figur 28**). I 2019 ble deler av utsettingsmaterialet satt ut som fôret yngel i Sjøforsløpet. Hos årsyngel økte innslaget av utsatt fisk fra ingen registreringer av merkete individer i 2017-2018 til 35 % merkete individer i 2019. Alle disse merkete individene ble fanget i Sjøforsløpet, og hadde en lengde som kunne tyde på at de var fôret. Utsatt årsyngel ble fanget både under det strandnære elektriske fisket og under det elektriske båtfisket i Sjøforsløpet.



Figur 28. Innslag (%) av utsatte individer i fangster av laksunger under elektrisk fiske i Røssåga i perioden 2016-2020. Merk at innslaget av utsatte årsyngel (0+) i 2020 er estimert ut fra lengdeforskjeller funnet hos årsyngel dette året.

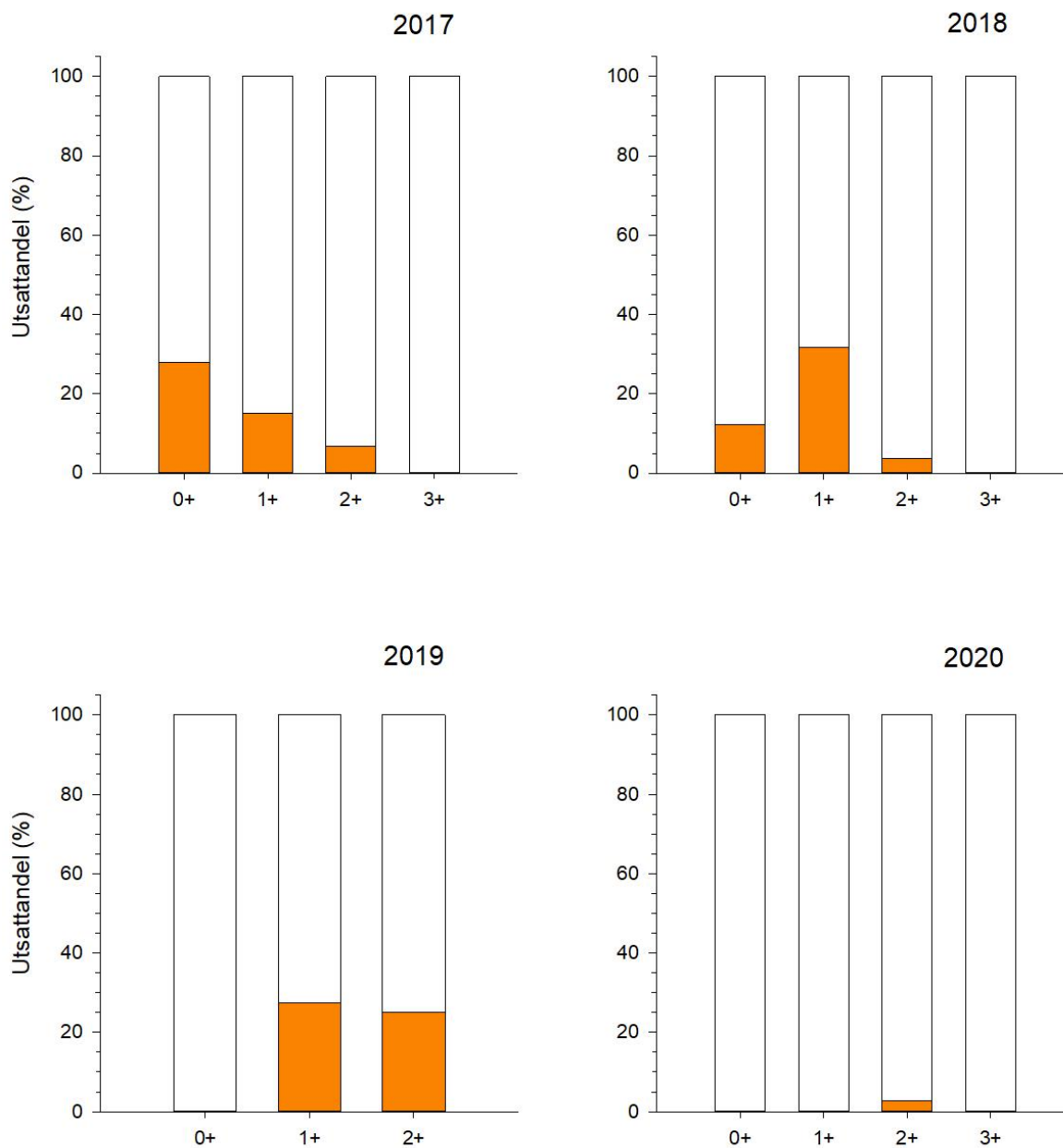
I 2020 ble en større andel av utsettingsmaterialet satt ut som fôret yngel i Sjøforsløpet, noe som med stor sannsynlighet hadde god effekt på tilslaget av det utsatte fiskematerialet. I perioden 2016-2020 er det kun funnet én årsyngel som med sannsynlighet stammer fra utsettingene av ufôret yngel. Denne ble funnet blant seks fangete yngel i 2016. De øvrige utsatte årsynglene er samlet inn i 2019 og 2020, og er med stor sannsynlighet utsatt etter fôring, både med tanke på størrelse og at de utelukkende er fanget inn i Sjøforsløpet. Ut fra foreliggende data er det sannsynliggjort at en utsetting av til sammen 922 000 ufôrete årsyngel ikke har hatt noen effekt på ungfisksamfunnet i Røssåga, og dermed heller ikke har bidratt til å øke produksjonen av laks i elva.

Leirelva: I løpet av perioden 2016-2020 har det blitt satt ut om lag 55 000 laksunger i Leirelva, fordelt på 37 000 fôret yngel og 18 000 parr (**tabell 12**). Det er i motsetning til Røssåga ikke satt ut ufôret yngel i Leirelva, noe som er hovedårsak til betydelige forskjeller i samlet omfang på utsettinger. All utsatt fisk i Leirelva har vært merket med Alizarin på øyerognstadiet. Selv om det er satt ut vesentlig færre laksunger i Leirelva enn i Røssåga, er det i løpet av undersøkelsesperioden fanget betydelig flere merkete individer i Leirelva enn i Røssåga. Dette på tross av at samlet fangst av laksunger under elektrisk fiske i Røssåga er betydelig høyere enn samlet fangst under elektrisk fiske i Leirelva. Følgelig er både antall gjenfangster og prosentvis innslag av merkete laksunger betydelig høyere i Leirelva enn i Røssåga.

Tabell 12. Oversikt over utsettinger av laks i ulike utsettingsstadium i Leirelva i perioden 2016-2020. Tallene er avrundet til nærmeste hele tusen. Parr er laksunger eldre enn årsyngel. Smoltutsettinger er ikke inkludert i oversikten.

År	Utsettingsstadium		
	Ufôret yngel	Fôret yngel	Parr
2016	0	8 000	8 000
2017	0	21 000	3 000
2018	0	8 000	4 000
2019	0	0	3 000
2020	0	0	0
Alle år	0	37 000	18 000

I løpet av undersøkelsesperioden 2017-2020 har otolitter fra til sammen 476 laksunger blitt sjekket for merke i otolitt. Av disse ble det funnet 19 % merkete individer i 2017, 17,5 % merkete individer i 2018, 1,1 % merkete individer i 2018, 6,5 % merkete individer i 2019 og 1 % merkete individer i 2020 (**figur 29**). Det er verdt å merke seg at det i 2019 bare ble satt ut 3 000 parr i Leirelva, og at det ikke ble satt ut noe fisk i 2020. Det ene individet i 2020 med otolittmerke var en toåring som ble fanget på stasjon 50 (for lokalisering av stasjon se **figur 8**). I Leirelva er all årsyngel i motsetning til Røssåga satt ut som fôret yngel. Det er grunn til å tro at dette har ført til bedre tilslag på utsettinger enn hva tilfellet er for ufôret fisk i Røssåga. I 2017 ble det satt ut 21 000 ufôrete yngel, utsattandelen hos årsyngel var samme år på 28 %. Samtidig kan det også se ut som om fisken som er utsatt som parr har hatt et godt tilslag, om en følger merkeandelen i de ulike årsklassene (**figur 29**).



Figur 29. Innslag (%) av utsatte individer i ulike aldersgrupper av laksunger fanget under elektrisk fiske i Leirelva i perioden 2017-2020. Utsatte individer er identifisert ut fra kjemiske merker i otolitter (se **avsnitt 2.4**). Det ble ikke gjennomført strandnært elektrisk fiske i Leirelva i 2016.

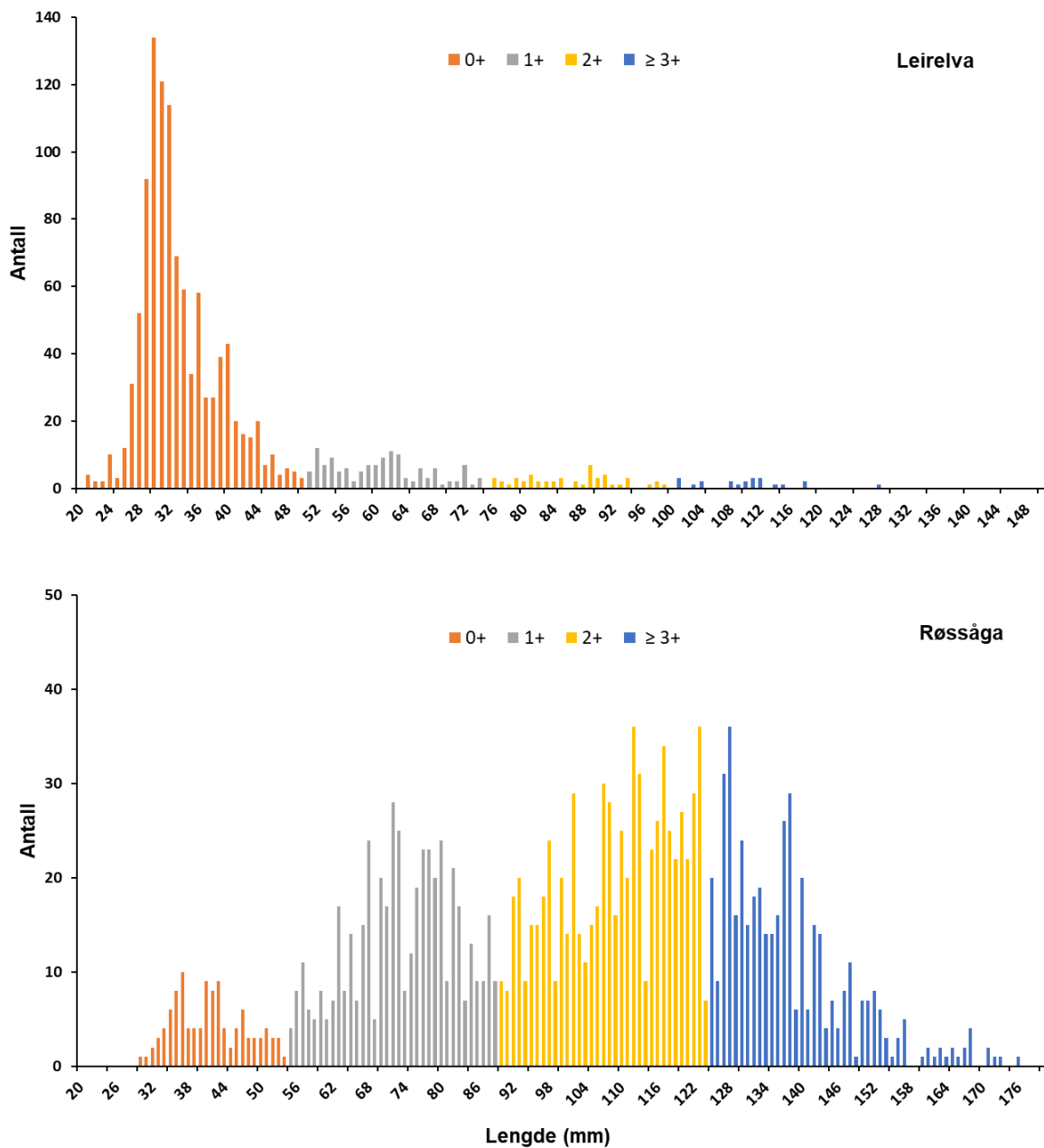
3.2.5 Sammensetning av ungfisksamfunn i Røssåga og Leirelva

I løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020 ble det fanget om lag 3 000 ungfisk av laks og aure under elektrisk fiske i Røssåga og Leirelva. Ungfiskundersøkelsene ble gjennomført på et stort stasjonsnett, som dekker mesteparten av de lakseførende delene av Røssågavassdraget. Ungfiskundersøkelsene utgjør et derfor et godt grunnlag for å kunne vurdere sammensetningen av ungfisksamfunnene i Røssåga og Leirelva. Ut fra lengdefordelingen av fangete laksunger er det svært store forskjeller i Røssåga og Leirelva (**figur 30**). I Leirelva er det en tydelig overvekt av årsyngel i fangstene fra det strandnære elektriske fisket, og det er et svært lavt innslag av eldre laksunger som ettåringer, toåringer og treåringer. Laksunger mindre enn 50 millimeter utgjorde mer enn 83 % av de samlede fangstene i Leirelva. Lengdefordelingen av laksunger i Røssåga var diametralt forskjellig fra Leirelva, og det ble fanget vesentlig færre årsyngel enn eldre laksunger. Årsyngel var den minst representerte aldersgruppen, og individer mindre enn 50 millimeter utgjorde mindre enn 6 % av de samlede fangstene i Røssåga.

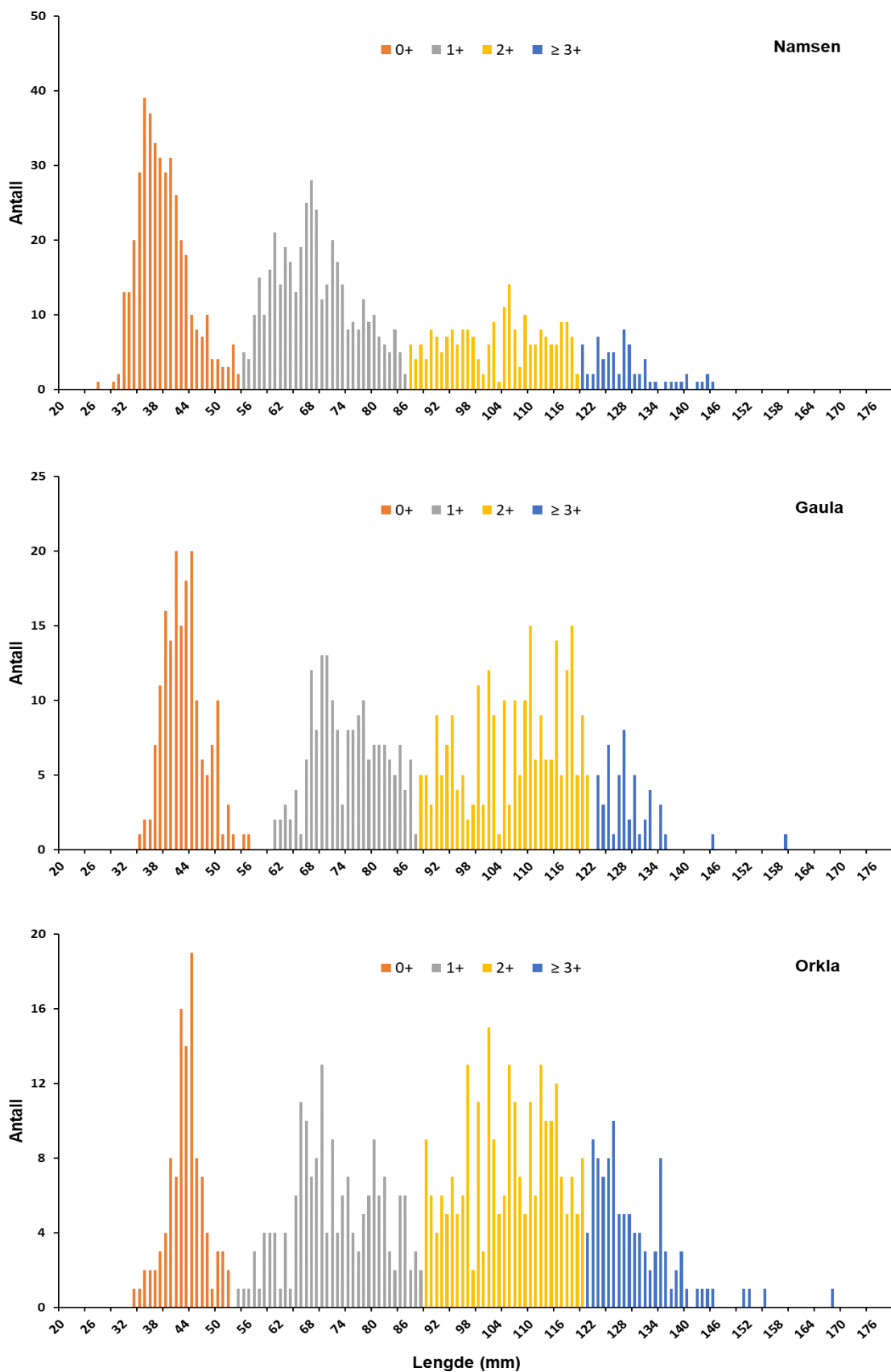
En mulig forklaring på forskjellene i Leirelva og Røssåga er metodiske svakheter og bruk av ulike metoder. Erfaringer fra alle former for elektrisk fiske er at det kan være store forskjeller i fangbarhet av ulike størrelsesgrupper. Generelt sett blir store individer mer påvirket av elektrisk strøm enn små individer (Bohlin mfl. 1989, Borgstrøm & Skaala 1993, Forseth & Forsgren 2008). Under eksperimentelle utprøvinger av strandnært elektrisk fiske i avstengte områder, har det vist seg at det er større fangbarhet av store laksunger enn små individer som 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. 2021). Imidlertid vil ikke kjente metodiske svakheter med strandnært elektrisk fiske forklare den unormalt høye overrepresentasjonen av årsyngel i Leirelva. Heller ikke kjente metodiske svakheter for elektrisk båtfiske kan forklare underrepresentasjonen av årsyngel i Røssåga, siden det i tilsvarende undersøkelser i Namsen, Gaula og Orkla har blitt fanget mye årsyngel (**figur 31**). I den grad det skulle være stedsavhengige forskjeller i fangbarhet, burde det være enklere og ikke vanskeligere å fange årsyngel i Røssåga. Dette ut fra mesteparten av elva er så sentflytende at man får god tid til å oppdage og fange årsyngel.

En mer sannsynlig forklaring er at de registrerte forskjellene i ungfisksamfunn i de to vassdragsavsnittene gjenspeiler virkelige forskjeller i produksjonsforhold i ulike deler av Røssågavassdraget. Det er store fysiske og hydromorfologiske forskjeller på Røssåga og Leirelva. Mesteparten av arealene i Røssåga har lav gradient og er tidevannspåvirket, slik at bare de øvre delene er egnet som gyteområde for laks og sjøaure (Berg 1964). I de sentflytende delene av hovedelva er elvebunnen dominert av fine substratkategorier, og det er liten tilgang på grunne strandområder med egnet substratforhold for årsyngel. Tidevannspåvirkningen medfører store fluktuasjoner i vannstand, noe som er uheldig for årsyngel som er spesielt utsatt for stranding i områder som tørrlegges (Hvidsten 1985, Saltveit mfl. 2001, Halleraker mfl. 2003). Det er derfor sannsynlig at strandområdene i Røssåga er dårlig egnet som oppvekstområde for årsyngel, både ut fra mangel på skjul og risiko for strandingsdødelighet.

Kombinasjonen av lav tilgang på gyteområder og ugunstige oppvekstforhold for årsyngel, kan langt på vei forklare den lave forekomsten av årsyngel i Røssåga. Imidlertid kan ikke et naturlig fravær av årsyngel forklare de relativt høye forekomstene av eldre alderskategorier som ettåringer, toåringer og treåringer. Dette ut fra at de fleste av de større laksungene og aureungene som er fanget i Røssåga, nødvendigvis må ha vært årsyngel én eller annen gang i løpet av undersøkelsesperioden. I og med at alle aktuelle oppvekstområder for årsyngel i Røssåga er undersøkt, er det nærliggende å anta at eldre ungfisk i dette området har hatt det første livsstadiet i andre deler av vassdraget. Ut fra en samlet vurdering er det overveiende sannsynlig at Leirelva med tilhørende sidebekker er spesielt viktig for tidlige livsstadier hos laks og aure. Videre er det sannsynlig at ungfisk av laks og aure vandrer ned til Røssåga i løpet av ungfiskstadiet. For å få et sikkert svar på om dette er tilfelle, og i så fall kartlegge omfanget av nedstrøms forflytning, er det nødvendig å gjennomføre merkestudier i Leirelva med massemerking av små individer.



Figur 30. Sammenligning av lengdefordeling (mm) av laksunger fanget under elektrisk fiske i Leirelva (øvre panel) og Røssåga (nedre panel) i perioden 2016-2020. Aldersgrupper som dominerer i de ulike størrelsesgruppene er indikert med fargekoder. Datagrunnlaget består av 1242 laksunger fanget under strandnært elektrisk fiske i Leirelva, og 1735 laksunger fanget under elektrisk båtfiske i Røssåga. Legg merke til at det er store forskjeller i verdiene på Y-aksene.

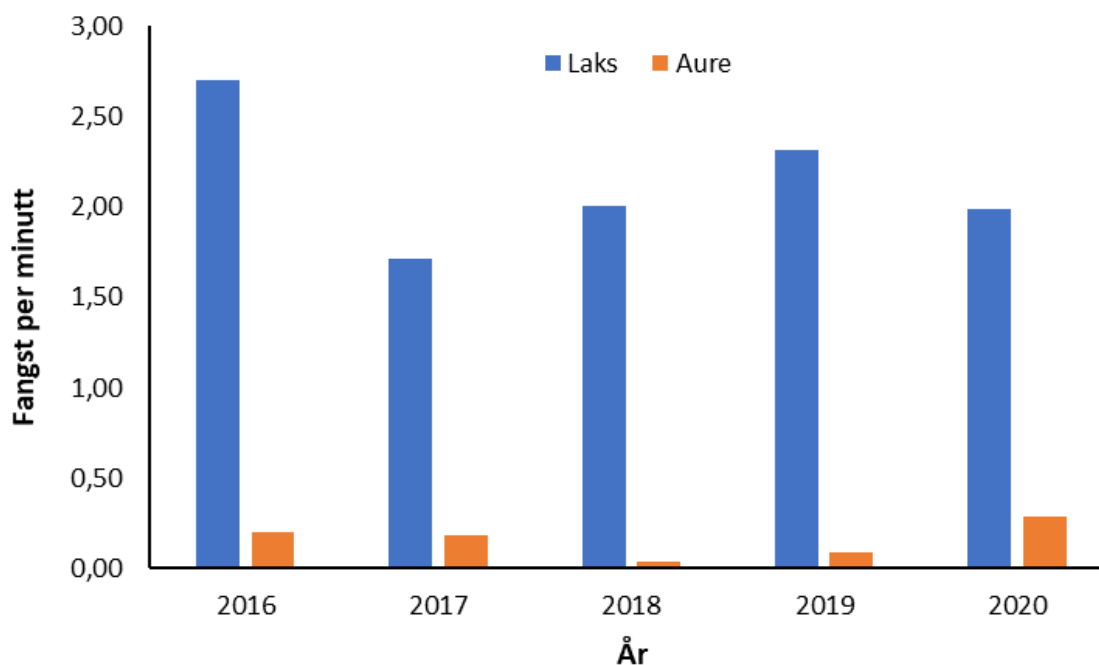


Figur 31. Lengdefordeling (mm) av laksunger fanget under elektrisk båtfske i Namsen (Bremset mfl. 2012), Gaula (Holthe mfl. 2020) og Orkla (Solem mfl. 2020a). Aldersgrupper som dominerer i de ulike størrelsesgruppene er indikert med fargekoder. Det er forskjeller i verdier på Y-aksene.

3.3 Estimert smoltproduksjon i Røssåga

Før det ble gjennomført tiltak mellom Sjøforsen og Svartåga var denne elvestrekningen i praksis ute av produksjon. Riktignok har elvestrekningen i nedbørsrike perioder hatt en viss vannføring, men permanent vanddekt areal har vært minimalt sammenlignet med naturtilstanden. På grunn av manglende konnektivitet til elvestrekninger nedstrøms, var det minimal forekomst av laksunger i området med fraføring av vann. I tillegg til mangel på vann har det også i årenes løp skjedd en fysisk habitatdegradering som følge av endringer i vannføringsforhold. Etter gjennomføring av omfattende fysiske habitattiltak i perioden 2015-2016, ble tiltaksområdet i Sjøforsløpet vesentlig bedre egnet som gyte- og oppvekstområde for sjøvandrende laksefisk. Kort tid etter at det ble sluppet vann gjennom det nye kraftverket, ble det i slutten av september 2016 fanget ungfisk av laks og aure i tiltaksområdet. Laksungene må nødvendigvis ha vandret opp fra områdene nedstrøms Svartåga, mens noen aureunger i teorien kan ha sluppet seg ned fra elvestrekninger oppstrøms Sjøforsen.

Under elektrisk fiske i tiltaksområdet i perioden 2016-2020, er det funnet flere aldersgrupper av laks og aure. I og med at det også er funnet årsyngel av begge arter, er det grunn til å anta at det har skjedd gyting i tiltaksområdet i de senere år. Når det gjelder mengde laksunger har det skjedd en noe overraskende utvikling i løpet av undersøkelsesperioden. I stedet for en gradvis økning med årene, som kunne forventes med en økt egenproduksjon i området, har det vært en nedgang i fangstene fra 2016 til de senere år. Denne nedgangen framgår både av samlet fangst og fangst per tidsenhet (**figur 32**). Mens det i september 2016 var relativt høye fangster av laksunger sammenlignet med mange andre laksevasdrag (se **tabell 9**), var nivået i 2017 forholdsvis lavt sammenlignet med landsgjennomsnittet, mens fangstene i de påfølgende årene var relativt middelmådige. Det finnes flere mulige forklaringer på denne utviklingen. Den mest nærliggende forklaringen er at det har vært noen påvirkningsfaktorer i tiltaksområdet (se **kapittel 4**), som har nullet ut noen av de positive effektene av habitatrestaurering og omlegging av kraftverksløp.



Figur 32. Utvikling i fangst per minutt av laksunger (blå søyler) og aureunger (brune søyler) under elektrisk båtfiske i tiltaksområdet i Røssåga i perioden 2016-2020.

Produktivitet og relativ forekomst av ungfisk

For å vurdere virkningen av gjennomførte tiltak i form av økt smoltproduksjon, er det naturlig å ha ulike tilnærminger til beregninger av nåværende produksjonsevne. En tilnærming er å vurdere produksjonsevnen ut fra fysisk habitat og antatt produktivitet. En annen tilnærming er å beregne produksjon ut fra fangstdata fra elektrisk fiske i tiltaksområdet. Basert på det datagrunnlaget som foreligger fra den siste inventeringen i 2020 estimeres dagens teoretiske produksjonspotensial i tiltaksområdet å være i størrelsesorden 1 600-2 400 smolt, med en middelvei på om lag 2 000 smolt (**tabell 13**). Dette er en økning fra inventeringene som ble gjennomført i oktober 2016 (Bremset mfl. 2017) og september 2018 (Bremset mfl. 2019). Økningen i produksjonspotensialet kan trolig tilskrives en bedring i habitatforholdene nedstrøms tiltaksområdet, som kan relateres til endringer i kraftverksdrift i løpet av undersøkelsesperioden.

Tabell 13. Beregnet teoretisk produksjonsevne for laksesmolt på ni elvesegementer i Røssåga mellom nytt og gammel kraftverksutløp, basert på antatt produktivitet (lav, moderat, høy) og estimerte smolttettheter. I beregningene er det benyttet data fra den siste utførte inventeringen i 2020, og det er oppgitt minimumsestimater og maksimumsestimater for hvert enkelt segment.

Segment	Produktivitet	Minimumsestimat	Maksimumsestimat
1	Lav	4	13
2	Høy	56	80
3	Høy	290	414
4	Høy	297	424
5	Høy	129	185
6	Moderat	295	516
7	Høy	151	216
8	Høy	90	128
9	Høy	269	384
Sum for alle segmenter		1 581	2 360

Dersom man legger til grunn et permanent vanndekt areal på 47 000 m², tilsvarer estimatet en tetthet på om lag 4,3 smolt per 100 m². Dette er en middels høy smolttetthet sammenlignet med de beregninger Hindar mfl. (2007) har gjort for et utvalg av norske laksevassdrag (**tabell 14**). De estimerte smolttetthetene i tiltaksområdet i Røssåga er lavere enn estimatene for Numedalslågen, Mandalsvassdraget, Orklavassdraget, Gaulavassdraget, Vefsnvassdraget og Altavassdraget, men høyere enn i flere store laksevassdrag i Nord-Norge som Målselvassdraget, Reisa-vassdraget, Tanavassdraget og Neidenvassdraget.

Tabell 14. Potensiell produksjon av laksesmolt (avrundet til nærmeste hele tusen) og gjennomsnittlig smolttetthet (antall individer per 100 m²) i noen norske laksevassdrag. Datagrunnlaget er hentet fra en rapport om gytebestandsmål for norske laksevassdrag (Hindar mfl. 2007).

Vassdrag	Smoltproduksjon	Smolttetthet
Numedalslågen	468 000	5,9
SkienSVassdraget	68 000	3,1
Tovdalsvassdraget	162 000	6,0
Mandalsvassdraget	224 000	6,0
Suldalslågen	79 000	4,7
Vossovassdraget	75 000	4,9
Gaularvassdraget	71 000	6,8
Strynsvassdraget	48 000	6,1
Auravassdraget	32 000	4,5
Surnavassdraget	165 000	4,7
Orklavassdraget	480 000	7,0
Gaulavassdraget	646 000	6,9
Namsenvassdraget	615 000	3,2
Vefsnvassdraget	130 000	5,7
Laukhellevassdraget	51 000	3,7
Målselvvassdraget	62 000	3,1
Reisavassdraget	50 000	2,2
Altavassdraget	466 000	8,2
Tanavassdraget	1 104 000	2,3
Komagelva	34 000	2,2
Neidenvassdraget	46 000	2,2

Selv om diagnosen for tiltaksområdet viser høy produksjonskapasitet, er dette ikke ensbetydende med at det er høy realisert smoltproduksjon. Inventeringene i 2016, 2018 og 2020 viser at det gradvis har blitt mindre tilgjengelig skjul for ungfisk innenfor tiltaksområdet. Skjulkategorien i de to elvesegmentene har i løpet av perioden 2016-2020 gått fra *høy* til *moderat*. På grunn av høy klassifisering for tilgjengelighet av gyteområder, vil konklusjonen ut fra klassifiseringssystemet bli *høy produksjonsevne*. Dersom hulromkapasiteten i elvebunnen reduseres ytterligere vil skjultilgang bli begrensende faktor for fiskeproduksjon. Dette vil gi seg utslag i lavere forventete tettheter av spesielt eldre årsklasser av laks og aure på tiltaksområdet. Diagnostiseringsverktøyet tar i begrenset grad hensyn til kvaliteten på gytesubstratet, og differensierer ikke mellom sprengtstein og naturlig elvestein. I kulpen ved utløpet til Nye Nedre Røssåga kraftverk (**bilde 8**) er det et relativt stort område med stein i egnet størrelse for gyting (2-12 cm), men der broparten av fragmentene består av sprengtstein som er uegnet til gyting for laks og sjøaure. I områder

med habitattiltak kan derfor bruk av uegnet gytesubstrat medføre at produksjonsevnen overestimeres. Det må derfor utvises et skjønn i vurderingene av habitatkvalitet når teoretisk produksjonsevne fastsettes. I tiltaksområdet vil gjenauring av gytesubstrat gi en gradvis habitatdegradering, slik at også gyteklasseparameteren i diagnosesystemet vil kunne reduseres.



Bilde 8. I den store kulpen ved kraftverksutløpet til Nye Røssåga kraftverk kan gytemulighetene for laks og sjøaure økes ved å legge ut naturlig elvesubstrat i egnet størrelse. Foto: Marius Berg.

I området like nedstrøms tiltaksområdet ble det under inventeringene funnet en økning i skjultilgang fra 2018 til 2020. Dette elveavsnittet vurderes å ha et betydelig potensial som gyte- og oppvekstområde for laks og sjøaure. Drivtelling i området viste at spesielt øvre del av området er velegnet for gyting, og det ble også observert en del gytefisk under drivtellingen i 2018. Den positive trenden som observeres kan i stor grad tilskrives gunstige hydromorfologiske forhold som høy gradient, høye vannhastigheter og god selvrenskingsevne. Det er derfor ikke usannsynlig at produksjonsforholdene for ungfisk i tiltaksområdet fortsatt vil være gunstige i de nærmeste årene. Imidlertid vil det trolig være behov for ulike former for vedlikeholdstiltak, for å opprettholde høy skjulkapasitet for ungfisk og gode gyteforhold for voksenfisk (se nærmere gjennomgang av aktuelle tiltak i **avsnitt 5.1**).

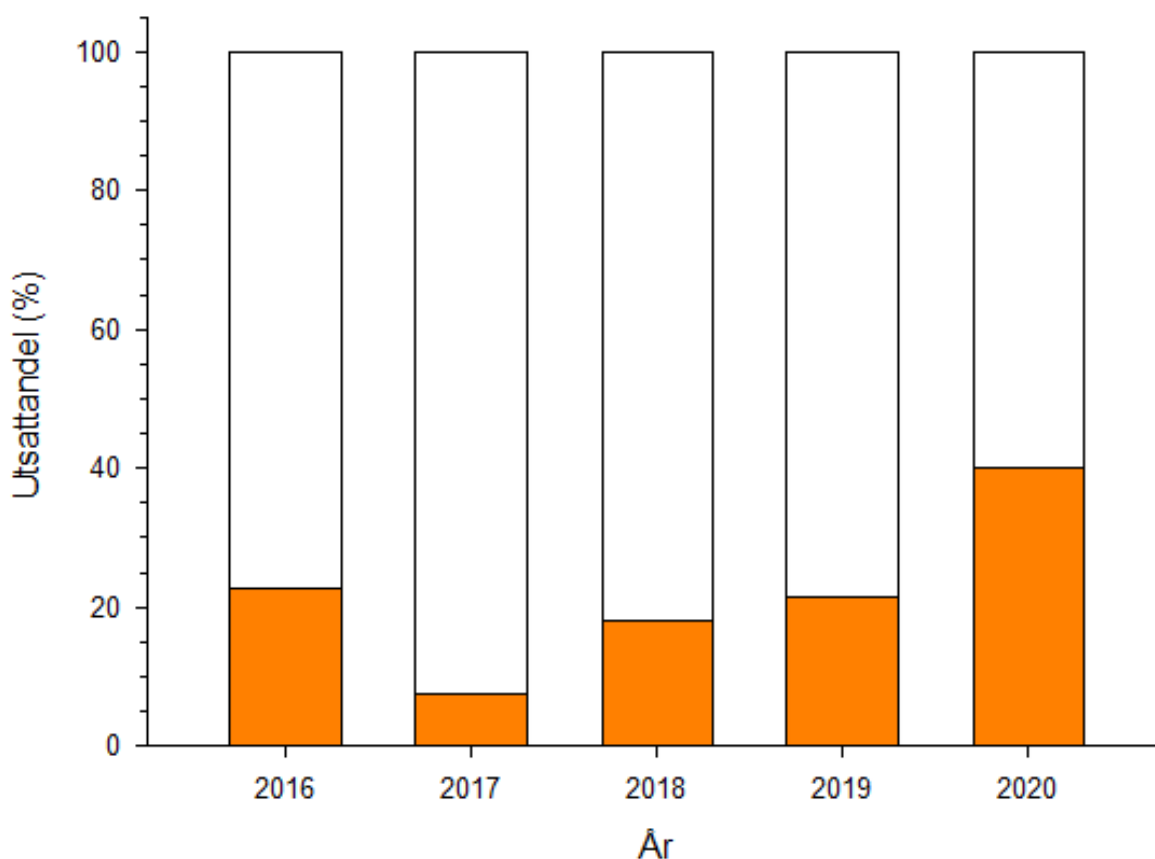
Når det gjelder produksjonsevnen for laksesmolt i øvrige deler av Røssåga, er vurderingsgrunnlaget vesentlig dårligere enn tilfellet er for tiltaksområdet. Imidlertid er det mulig å gjøre grove vurderinger av lakseproduksjonen i Røssåga, ut fra fysiske habitatkvaliteter i de ulike vassdragsavsnitt og resultater fra ungfiskundersøkelsene i perioden 2016-2020. Ut fra fysiske egenskaper som vannhastighet, substratforhold og vanndybde, kan de sju vassdragsavsnittene i Røssåga (**tabell 1**) deles inn i fire hovedområder ut fra teoretisk produksjonsevne: Sjøforsen-Svartåga (høy), Svartåga-Leirelva (middels høy), Leirelva-Storbekken (lav) og Storbekken-Røssågauren (svært lav). Ut fra tilordnete tettheter av laksesmolt ut fra habitatkvalitet (se **avsnitt 2.1**, er den teoretiske produksjonsevnen i Røssåga i størrelsesorden 11 000-20 000 laksesmolt (**tabell 15**). Dette tilsvarer gjennomsnittlige tettheter på 0,6-1,1 laksesmolt per 100 m², noe som er svært lavt sammenlignet med andre laksevassdrag (**tabell 14**). Hovedgrunnen til de lave estimatene er at mesteparten av Røssåga er vurdert å ha svært lav teoretisk produksjonsevne. Siden de lavproduktive delene utgjør om lag 67 % av vanndekt areal, vil det gjøre store utslag på gjennomsnittlige smolttettheter om disse områdene er mer produktive enn det som er lagt til grunn i estimatene.

Tabell 15. Estimater for teoretisk produksjonsevne for laksesmolt i ulike hovedavsnitt av Røssåga. Minimumsestimat og maksimumsestimat for de ulike hovedavsnittene er avrundet til nærmeste hundre. Estimaten er basert på vanndekt areal (ar), tilordnete tettheter av laksesmolt ut fra fysisk habitat, samt resultater fra ungfiskundersøkelser i perioden 2016-2020. De tilordnete tetthetene (antall individer per 100 m²) er som følger: 3,5-5,0 laksesmolt på strekningen Sjøforsen-Svartåga, 2,0-3,0 laksesmolt på strekningen Svartåga-Leirelva, 0,5-1,5 laksesmolt på strekningen Leirelva-Storbekken og 0,1-0,3 laksesmolt på strekningen Storbekken-Røssågauren.

Hovedavsnitt	Areal (ar)	Minimumsestimat	Maksimumsestimat
Sjøforsen-Svartåga	470	1 600	2 400
Svartåga-Leirelva	3 610	7 200	10 800
Leirelva-Storbekken	2 030	1 000	3 000
Storbekken-Røssågauren	12 560	1 300	3 800
Sum alle avsnitt	18 670	11 100	20 000

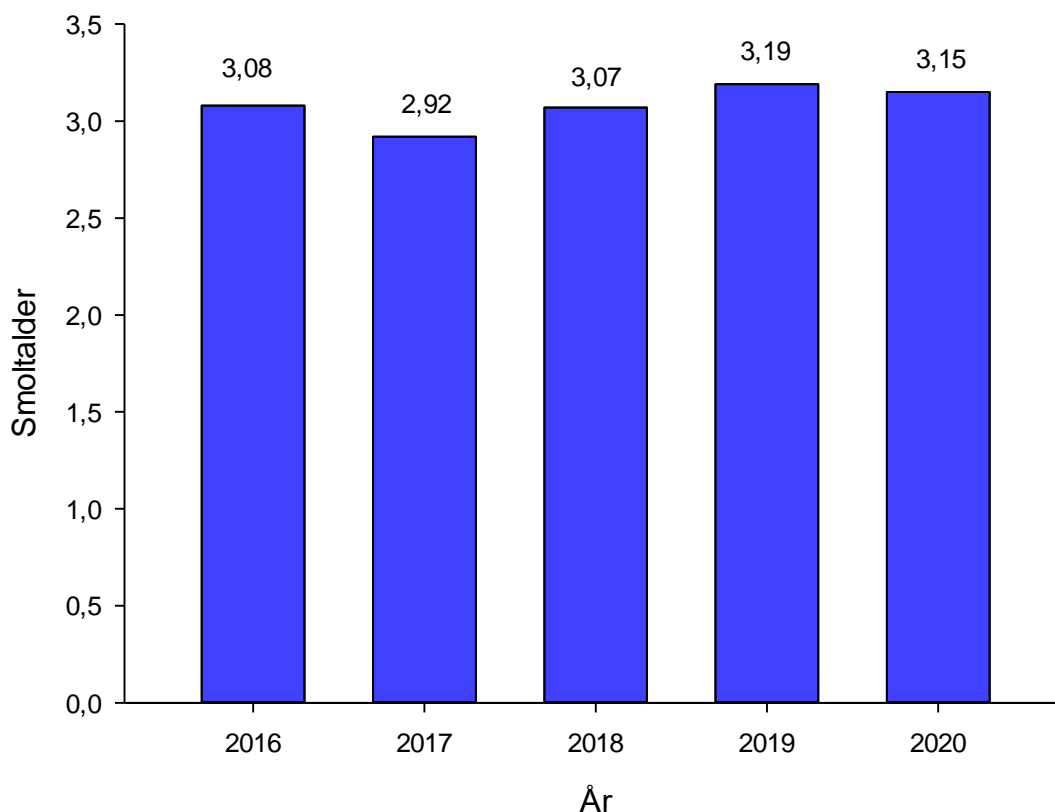
3.4 Analyser av skjell og otolitter fra voksenfisk

I løpet av undersøkelsesperioden er det analysert i alt 348 skjellprøver og 203 otolitter fra voksenfisk. Andelen utsatt fisk i det innsamlete prøvematerialet har variert fra 7,5 % i 2017 til 40 % i 2020 (**figur 33**). Av tilbakevendende voksenfisk fra utsett, er det fisk utsatt som smolt som dominerer. I 2016 var det én utsatt fisk som ikke kunne stamme fra Røssåga ut fra fargemerking i otolitt, denne fisken må ha blitt utsatt i som smolt i et annet vassdrag enn Røssåga. De øvrige utsatte fiskene i 2016 har blitt utsatt som smolt eller parr. I 2017 var det fire utsatte fisker i det innsamlete materialet, to av disse var sannsynligvis utsatt som smolt, mens to av fiskene var antatt utsatt som ettårig settefisk (parr). I 2018 var ni av de 15 utsatte fiskene utsatt som smolt, en av fiskene hadde en smoltalder på tre år, og var sannsynligvis utsatt som årsyngel, mens de øvrige mest sannsynlig var utsatt som parr eller smolt. I 2019 ble 18 fisker karakterisert som utsatte, én av fiskene ble karakterisert til å være utsatt som smolt eller parr, mens de øvrige med stor sannsynlighet var utsatte som smolt. I 2020 ble det funnet 20 utsatte fisk i det innsamlete prøvematerialet fra voksenfisk, alle ble karakterisert som utsatt smolt. I tillegg til de fiskene som med sikkerhet kunne karakteriseres som naturlig produsert eller utsatt er det flere fisk det er usikkerhet rundt opphavet til, slik at utsattandelen i det totale innsamlete materialet kan være noe større. Mer detaljert informasjon om analyserte prøver er gitt i tidligere rapporter (Bremset mfl. 2017, Bremset mfl. 2018, Bremset mfl. 2019, Bremset mfl. 2020).



Figur 33. Andel utsatt fisk (oransje søyler) i innsamlet prøvemateriale fra voksenlaks i Røssåga i årene 2016-2020. Bare fisk som med sikkerhet kunne bestemmes til opphav er inkludert i dette datagrunnlaget.

Smoltalder hos naturlig produsert laks i Røssåga har variert lite i undersøkelsesperioden, med et gjennomsnittlig smoltalder for hele undersøkelsesperioden på 3,1 år (**figur 34**). Den laveste gjennomsnittlige smoltalderen var 2,92 år (i 2017), mens den høyeste gjennomsnittlige smoltalderen var 3,19 år (i 2019).



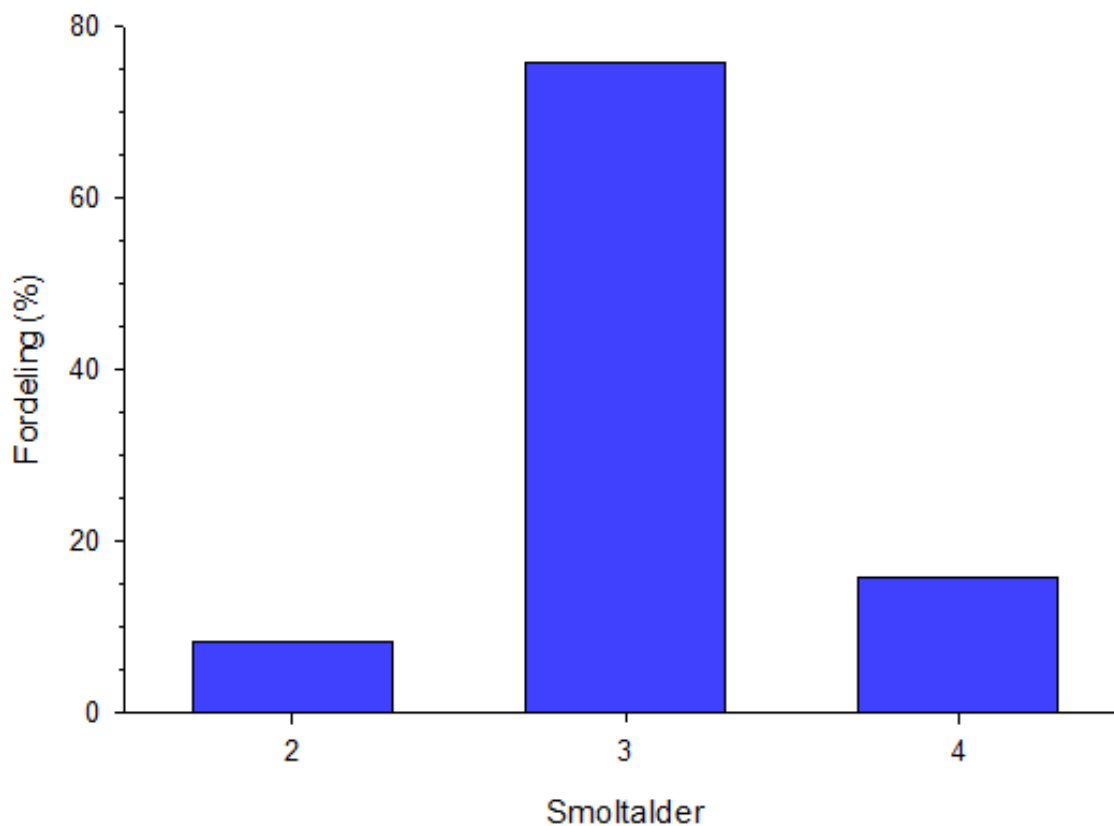
Figur 34. Gjennomsnittlig smoltalder hos naturlig produsert laks som er fanget i Røssåga i perioden 2016-2020 basert på analyser av innsendte skjellprøver.

Fra skjellprøvene som er samlet inn i undersøkelsesperioden, ble det tilbakeberegnet vekst hos 165 laks, der 120 var sikre villfisk og 45 var utsatte. Kun fisk som er oppgitt med total lengde på skjellkonvolutt, og der det var mulig å tilbakeberegne lengde som smolt og ensjøvinter er tatt med i beregningene. Utsatt laks hadde større kroppslengde enn naturlig produsert laks da de vandret ut i sjøen (**Tabell 16**). Tilveksten første år i sjøen var imidlertid lavere enn hos naturlig produsert laks. At utsatt laks vokser dårligere i sjøen enn naturlig produsert laks er tidligere registrert i blant annet Eira (Jensen mfl. 2016) og Vefsna (Holthe mfl. 2021). Det er observert betydelig variasjon fra år til år i laksens tilvekst i sjøen, og i flere vassdrag har tilveksten avtatt siden 1970-tallet (Jensen mfl. 2011). Seksten individer i skjellmaterialet fra Røssåga ble karakterisert som repeterende gytere ut fra skjellkarakter.

Tabell 16. Gjennomsnittlig lengde ved fangst (mm), tilbakeberegnet smoltlengde (mm) og tilvekst det første året i sjøen (mm) hos voksne laks fanget i Røssåga i perioden 2016-2020. Det skilles mellom individer med ulik sjøalder og mellom naturlig produsert og utsatt laks. Det er bare tatt med individer der det foreligger data om lengde, smoltlengde og lengde etter ett år i sjø.

Opprinnelse	Sjøalder	Antall	Lengde	Smoltlengde	Tilvekst i sjø
Naturlig produsert	1	63	594,8	142,2	274,8
	2	46	801,4	142,1	271,3
	3	11	921,8	162,2	161,9
Utsatt	1	28	560,7	154,3	254,7
	2	14	774,3	154,8	220,9
	3	3	950,0	185,3	224,7

Smoltalder på laks fanget i Røssåga varierte mellom to og fem år, hvorav de fleste (76 %) hadde en smoltalder på tre år (**figur 35**). Totalt antall prøver med smoltalder var 228, fordelt på 19 toårssmolt (8,3 %), 173 treårssmolt (75,5 %), 36 fireårssmolt (15,7 %) og én femårssmolt (0,5 %).

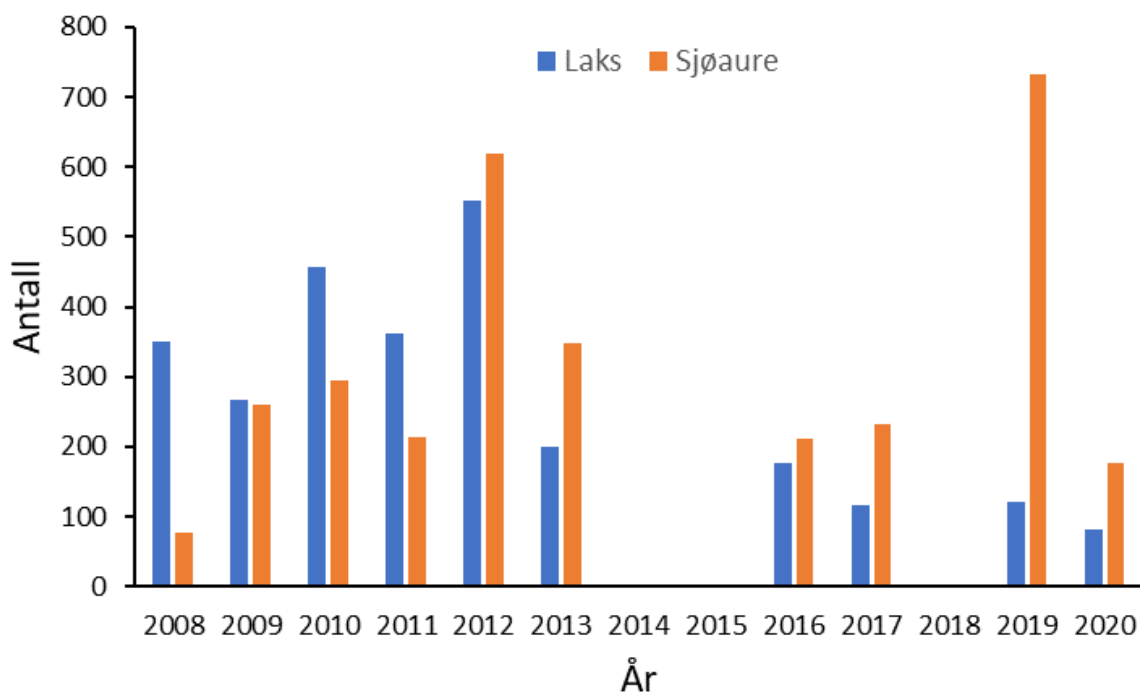


Figur 35. Smoltalder (år) hos laks fanget i Røssåga i perioden 2016-2020 basert på analyser av innsendte skjellprøver fra sportsfiskere.

3.5 Gytefiskundersøkelser

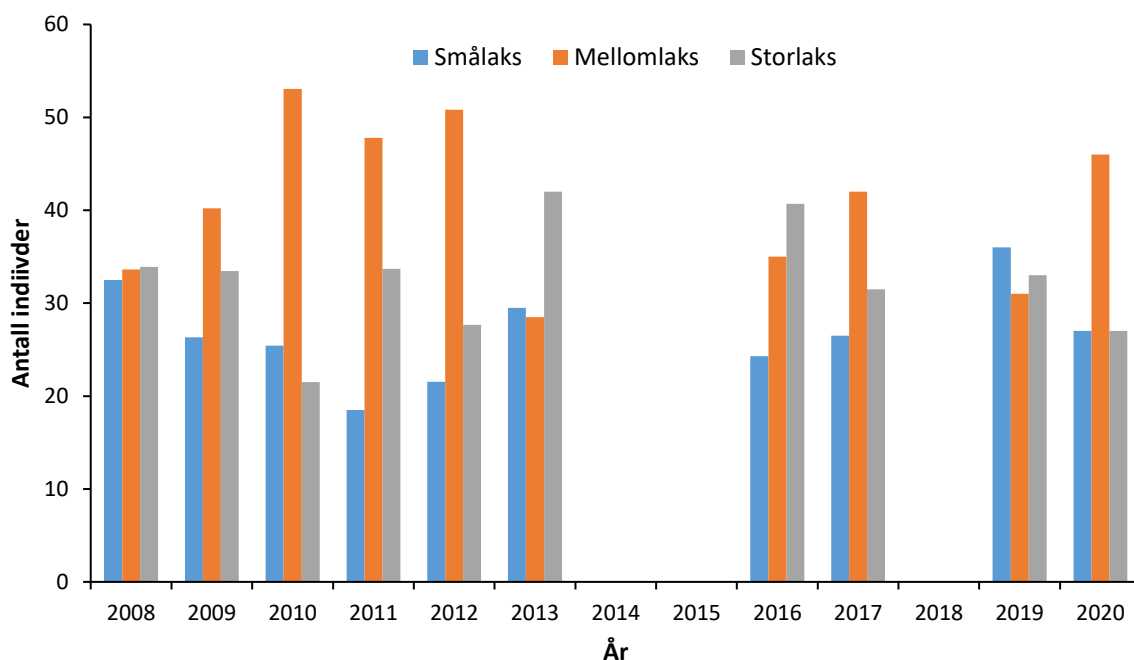
Det er gjennomført gytefiskundersøkelser i Røssågavassdraget fra og med 2008 (**figur 36**). De fleste årene har gytefisktellingene skjedd på den 4,7 kilometer lange elvestrekningen mellom Sjøforsen og Leirelva, men høsten 2012 ble også den 1,8 kilometer lange strekningen mellom Leirelva og Mykjen undersøkt (Kanstad-Hanssen & Lamberg 2016). Årlige variasjoner i feltforhold har i stor grad påvirket resultatene fra gytefisktellingene. Grunnet vanskelige feltforhold var det ikke mulig å gjennomføre drivtelling i 2014, 2015 og 2018. De fleste årene har effektiv sikt vært tre-seks meter, mens sikten i oktober 2012 var opp mot åtte-ti meter (Kanstad-Hanssen & Lamberg 2016). Generelt sett ble det registrert vesentlig mer gytelaks i perioden 2008-2013 enn i perioden 2016-2020. På grunn av problematiske feltforhold er det ikke mulig å vurdere gytebestandsutvikling hos laks i undersøkelsesperioden 2016-2020, spesielt siden det bare var i 2016 at både Røssåga og Leirelva ble undersøkt.

Når det gjelder sjøaure har ikke resultatene vært like entydige, siden det har vært store mellomårsvariasjoner i løpet av undersøkelsesperioden (**figur 36**). De høyeste registreringene ble gjort høsten 2019, til tross for at det ikke var mulig å undersøke Røssåga dette året. Forrige år med registrering av mer enn 600 sjøaurer var i 2012. I de fleste årene har registreringene ligget i området 200-400 sjøaurer. Drivtelling av sjøaure er trolig noe mindre presise enn tellingene av laks (Kanstad-Hanssen 2017). Dette skyldes blant annet at tidspunktet for drivtelling er tilpasset laksens gytetid, som ofte er noen uker senere enn sjøaurens gytetid (Heggberget mfl. 1988b). Det er derfor sannsynlig at noen sjøaurer har vært ferdig med gyteaktivitetene når drivtellingene har blitt gjennomført, og at utgytte sjøaurer har oppholdt seg i områder der de ikke kunne observeres under drivtellingene. Slike områder kan være dype kulper innenfor undersøkelsesområdet, områder i vassdraget som ikke ble undersøkt, og eventuelt i brakkvannsområdene utenfor Røssågavassdraget. Drivtelling i Bævra (Ugedal mfl. 2014) har gitt indikasjoner på at det i enkelte vassdrag kan skje en viss utvandring av sjøaure rett etter gyting.



Figur 36. Antall gytelaks (blå søyler) og antall gytemodne sjøaurer (oransje søyler) som ble observert under gytefisktelling i Røssågavassdraget i perioden 2008-2020. Det ble ikke gjennomført gytefisktelling i 2014, 2015 og 2018. I prosjektperioden 2016-2020 er Leirelva undersøkt i 2016 og 2019, mens Røssåga er undersøkt i 2016, 2017 og 2020.

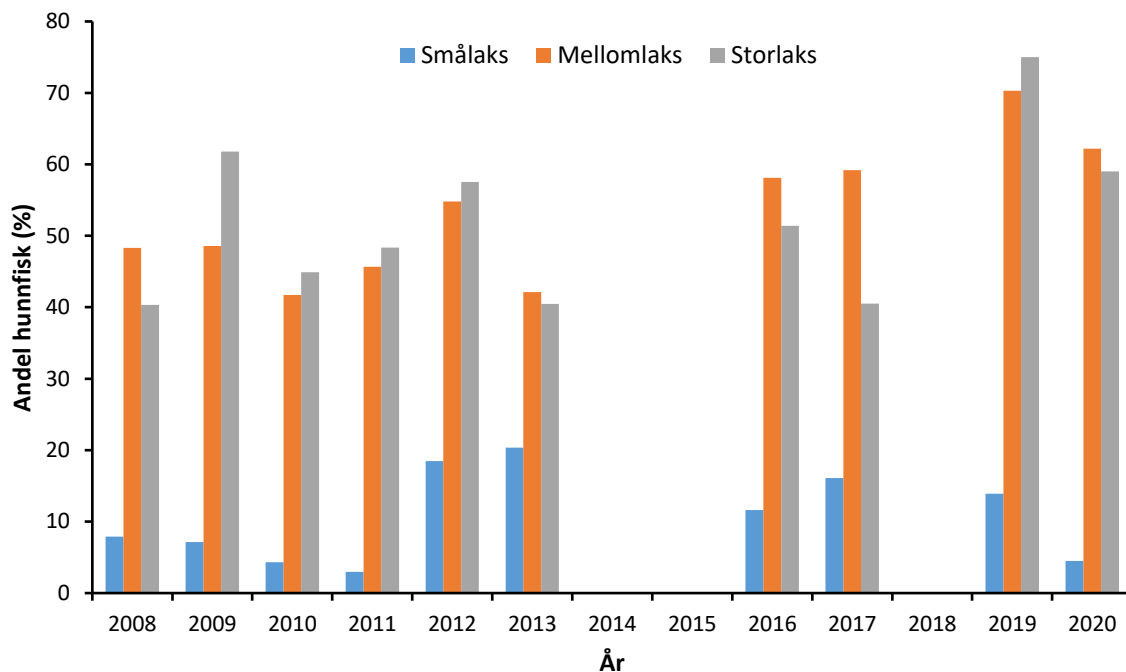
I perioden det har vært gjennomført gytelaksregistreringer i Røssågavassdraget (2008-2020), har det vært en del årlige variasjoner i størrelsesfordelingen av gytelaks (**figur 37**). I seks av ti undersøkelsesår har mellomlaks (3-7 kg) vært den dominerende størrelsesgruppen i gytelaksregistreringene. I tre av årene var storlaks (> 7 kg) dominerende størrelsesgruppe, mens smålaks (< 3 kg) var dominerende størrelsesgruppe i ett av årene. Det har også vært en viss sammenheng mellom år ved at antatt sterke smoltårganger har dominert gytebestander i flere påfølgende år. Store innslag av mellomlaks i 2010 og 2012 ble etterfulgt av store innslag av storlaks i henholdsvis 2011 og 2013. Tilsvarende ble stort innslag av smålaks i 2019 etterfulgt av stort innslag av mellomlaks i 2020. I løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020 har alle størrelsesgrupper vært dominerende én eller flere ganger; smålaks var dominerende gruppe i 2019, mellomlaks var dominerende gruppe i 2017 og 2020, mens storlaks var dominerende gruppe i 2016.



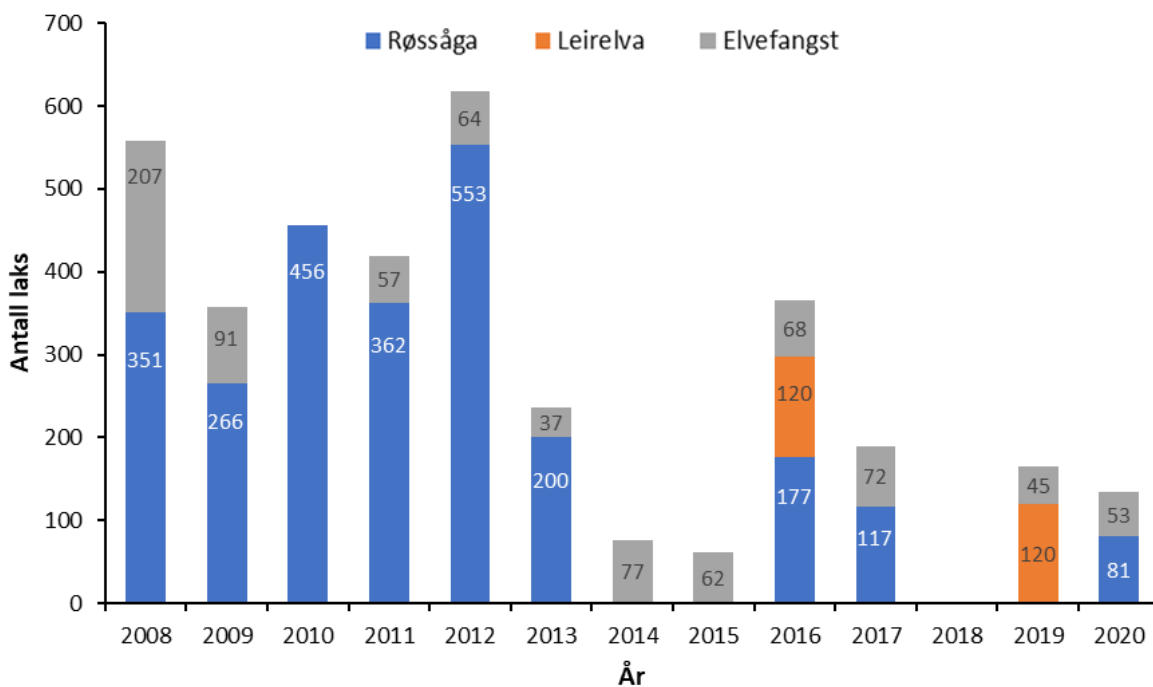
Figur 37. Fordeling av størrelsesgrupper av laks i Røssåga og Leirelva i perioden 2008-2020. Det ble ikke gjennomført drivtelling i 2014, 2015 og 2018 grunnet for dårlige observasjonsforhold. Figuren er utarbeidet av Øyvind Kanstad-Hanssen hos Ferskvannsbiologen AS.

I løpet av perioden 2008-2020 har det vært forholdsvis store årlige variasjoner i innslaget av hunnfisk i ulike størrelsesgrupper av laks (**figur 38**). En generell trend har vært at det er mindre enn 20 % hunnfisk blant smålaks. Dette er et generelt mønster som gjelder for de fleste laksebestander, der hannlaks ofte har kortere sjøopphold før første gyting enn hunnlaks, som i større grad er minst to vintre i sjøen før tilbakevandring og gyting (Klemetsen mfl. 2003). I de fleste undersøkelsesår var innslaget av hunnlaks i Røssågavassdraget i størrelsesorden 40-60 % hos mellomlaks og storlaks, og i 2009 og 2019 var andel hunnlaks blant storlaks høyere enn 60 %.

Forholdet mellom rapportert elvefangst og antall registrerte gytelaks har variert en god del i løpet av perioden 2008-2020 (**figur 39**). I enkelte år, som i 2008 og 2020, var elvefangsten om sommeren høy sammenlignet med mengde gytelaks som ble registrert om høsten i Røssåga. I andre år, som 2009, 2011, 2012 og 2013, var antall fangete individer betydelig lavere enn antall registrerte individer under gytelaksregistreringene. På grunn av manglende data fra flere av årene i perioden 2008-2020, er det likevel vanskelig å vurdere i hvor stor grad det har skjedd klare endringer i relativ betydning av elvebeskatning på gytelaksbestandene i Leirelva (se nærmere diskusjoner omkring beskatning i **avsnitt 4.3**).



Figur 38. Andel (%) hunnfisk i tre størrelsesgrupper av laks registrert under drivtelling i Røssågvassdraget i perioden 2008-2020. Det ble ikke gjennomført drivtelling i 2014, 2015 og 2018 grunnet for dårlige observasjonsforhold. Figuren er utarbeidet av Øyvind Kanstad-Hanssen hos Ferskvannsbilogen AS.



Figur 39. Antall villaks registrert ved gytetelling og innrapportert fangst i Røssågvassdraget i perioden 2008-2020. Det ble ikke gjennomført drivtelling i 2014, 2015 og 2018 grunnet for dårlige observasjonsforhold. Figuren er utarbeidet av Øyvind Kanstad-Hanssen hos Ferskvannsbilogen AS.

Status for gytebestander av sjøvandrende laksefisk

Gytefiskundersøkelsene tyder på dårlig bestandsstatus hos laks i Røssåga, og noe bedre status hos laks i Leirelva. I Røssåga økte gytebestanden av laks jevnt fra reetableringen startet fram til 2012. Da ble det observert 553 laks i den undersøkte delen av Røssåga, det vil si mellom det gamle kraftverksutløpet og Leirelva. Etter 2012 har antall registrerte gytelaks under drivtelling avtatt, med et bunnivå i 2020 med kun 81 registrerte individer. Drivtellingene i perioden 2016-2020 har blitt gjennomført uten planlagte driftstilpasninger i Nye Nedre Røssåga kraftverk, og vannføringene har gjennomgående vært høye. Ved høyere vannføringer enn 60 m³/s blir vannhastighetene høye og vanddybdene øker. De siste års tellinger har i stor grad blitt utført på vannføringer langt høyere enn 60 m³/s, noe som har økt usikkerheten knyttet til hvor stor andel av gytebestanden som blir observert. Det kan derfor ikke utelukkes at registreringer i de senere år i større grad enn tidligere har underestimert mengde gytefisk på den undersøkte strekningen.

I Røssåga har området mellom nytt og gammelt kraftverksutløp blitt satt i produksjon igjen, etter at Nye Nedre Røssåga kraftverk ble satt i drift i 2016. Siden drivtellingene startet i 2008 har området mellom Breigrunnen og Midtauren (holmen ved campingplassen) vært det viktigste gyteområdet for laks i elva. Drivtelling langs den nye elvestrekingen (Sjøforsløpet) i 2016, etter få måneders drift i kraftverket, viste at tettheten av laks faktisk var høyere her enn på strekningen Breigrunnen-Midtauren (36 mot 24 laks/hektar). Det samme forholdet var også gjeldende i 2017, men da var tetthetene lavere i begge områdene. I 2020 ble tettheten beregnet til 12-13 laks/hektar i begge områdene. Den negative utvikling i antall laks som har blitt observert i Sjøforsløpet er dermed ikke ulik utviklingen lengre ned i elva, og skal følgelig ikke utelukkes tilskrives lokale forhold i Sjøforsløpet.

I Leirelva har det blitt utført gytefisktellinger to ganger i løpet av undersøkelsesperioden (2016 og 2019). I de tre øvrige årene var ikke siktforholdene tilfredsstillende til at det var mulig å gjennomføre presise registreringer. Det ble registrert 120 gytelaks både i 2016 og 2019. Laksen var relativt likt fordelt begge årene, og svært lite laks ble registrert i den stilleflytende, nedre delen av elva. I og med at Leirelva og Røssåga har ulike egenskaper med hensyn til bredde og dybde, kan ikke resultatene fra gytefiskregistreringene sammenlignes direkte. Imidlertid kan det være hensiktsmessig å sammenligne mengde gytefisk per arealenheter, siden slike beregninger tar hensyn til forskjeller i elvebredde. Ut fra antall observasjoner av gytelaks per hektar er tettheten av laks omtrent på samme nivå i de undersøkte elvestrekingene i Leirelva og Røssåga. Ut fra en lakseførende strekning på om lag halvannen mil, og tilsvarende tettheter av gytelaks som i Røssåga, tilsier gytefiskundersøkelsene at Leirelva har en betydelig rolle for lakseproduksjonen i vassdraget.

4 Bestandsreduserende faktorer

I dette kapitlet vurderes effekter på fiskesamfunn av ulike direkte og indirekte påvirkningsfaktorer. Hovedfokus er rettet mot ulike former for reguleringseffekter (**avsnitt 4.1**), effekter av lakse-dreperen *Gyrodactylus salaris* (**avsnitt 4.2**), høy elvebeskatning (**avsnitt 4.3**), ulike former for fysiske inngrep (**avsnitt 4.4**) og spesielle inngrep i tiltaksområdet (**avsnitt 4.5**). I tillegg er det gjort noen vurderinger av andre mulige påvirkningsfaktorer (**avsnitt 4.6**).

4.1 Reguleringseffekter

På grunn av at reguleringsperioden i Røssågavassdraget har vart i om lag seksti år, kan det være hensiktsmessig å differensiere mellom kortvarige, langvarige og permanente regulerings-effekter. De kortvarige regulerings-effektene er i stor grad knyttet til anleggsperioden. Det er vanskelig i ettertid å vurdere de kortsiktige effektene av utbyggingene på 1960-tallet. Imidlertid er det grunn til å anta at lakseførende deler av vassdraget ble tilført finsedimenter i forbindelse med etablering av kraftverkstunneler, samt at det oppsto en tilsvarende effekt på sedimenttilførselen i forbindelse med etablering av den nye kraftverkstunnelen i Nye Nedre Røssåga kraftverk. I den grad tunnelene bare har gått gjennom bergarter som granitt og gneis, er det liten grunn til å anta negative effekter på fisk som følge av endringer i vannkvalitet. Dersom tunnelene derimot er sprengt gjennom en mer problematisk bergart som grønnstein, kan det ha gitt negative effekter på fisk og andre vannlevende organismer. Etter at det i øvre deler av Namsenvassdraget nylig ble etablert en fyllingsdam i grønnstein, har fiskebiologiske undersøkelser vist skadelig høye nivåer av kobber, krom, nikkel og sink (Moen mfl. 2020).

Det er begrenset kunnskap om de ulike regulerings-effektene på fiskesamfunnene i Røssåga og Leirelva. På grunn av at de største utbyggingene skjedde i en periode med begrenset oppmerksomhet på miljøeffekter, ble det ikke gjennomført omfattende undersøkelser for å kartlegge status før utbygging. Kunnskapsgrunnlaget på starten av 1960-tallet ble sammenfattet i Magnus Bergs (1964) bok om nordnorske lakseelver. I Røssåga var det ifølge Magnus Berg bare strekningen oppstrøms Korgen kirke som var egnet som gyteområde for laks, og det var den øverste strekningen opp mot Sjøforsen som var det aller beste gyte- og oppvekstområdet. Etter regulering har strekningen mellom Sjøforsen og Svartåga i praksis vært ute av produksjon, inntil det ble etablert et nytt kraftverksutløp ved Sjøforsen i 2017. Ut fra en samlet vurdering er det grunn til å anta at den mest produktive delstrekningen i Røssåga var mer eller mindre ute av produksjon i mer enn femti år.

Når det gjelder svært langsiktige og i praksis permanente regulerings-effekter, er det i første rekke endringer i vannføringsforhold som påvirker fiskesamfunnene i Røssågavassdraget. Alle lakseførende deler av vassdraget er påvirket av vassdragsregulering i større eller mindre grad. De mest omfattende regulerings-effektene skyldes magasinerings av vann i magasiner som Røssvatnet og Stormålvatnet (**figur 1**). Vannmagasinerings påvirker både vannføringsforhold og temperaturregime i lakseførende deler av Røssåga og Leirelva. Ut over magasinerings av vann er det en rekke overføringer av vann mellom ulike vannforekomster innenfor og utenfor vassdraget, som i første rekke påvirker vannføringsforholdene i Leirelva og Røssåga. I tillegg til ulike hydrologiske effekter av magasinerings og overføringer, har driften av de tre nederste kraftverkene direkte effekter på fiskesamfunn nedstrøms kraftverksutløpene. I det følgende vil vi gå gjennom kjente regulerings-effekter i laksevassdrag, som vi antar har eller kan ha negative effekter på fiskesamfunn og andre vannlevende organismer.

Kjente reguleringseffekter i større laksevasdrag

Selv om det er begrenset kunnskap om reguleringseffekter på lakseførende deler av Røssåga og Leirelva, foreligger det et betydelig kunnskapsgrunnlag fra andre vassdrag med magasinering og fraføring av vann. Slike reguleringseffekter er omhandlet i en kunnskapsoppsummering som for noen år siden ble utarbeidet av Johnsen mfl. (2010a). Av fysiske og kjemiske endringer er vanlige reguleringseffekter at det skjer 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 forsuring relatert dødelighet hos bunndyr og fisk (Johnsen mfl. 2010a). Av laksevasdrag med fraføring av vann er det spesielt i Orkla, Surna og Eira at det har blitt samlet inn større datasett som er relevante for Røssåga. 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. 2019). I det følgende vil vi i stor grad basere våre vurderinger av reguleringseffekter i Røssågavassdraget på undersøkelser i de tre andre laksevasdragene.

Orklavassdraget ble utbygd for kraftformål på starten av 1980-tallet, og om lag 39 % av nedbørsfeltet er påvirket av vassdragsregulering (Hvidsten mfl. 2004). Utbyggingen har medført endringer i både vannføringsforhold 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 fra 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). Undersøkelser i perioden 2018-2020 har vist jevnt over gode tettheter av laksunger på den nederste strekningen med fraføring av vann (Solem mfl. 2020a, Solem mfl. 2021). Denne strekningen er forholdsvis smal og har bratte elvebredder, noe som innebærer at vannføringsendringer gir større endringer i vanddybde enn i vanndekt 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 sidevasdragene 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, og det er også store variasjoner i ungfiskproduksjon som kan relateres til reguleringstilknyttete forhold som vanntemperatur, kraftverksdrift, vannføring og vanndekt 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 i Aura (Jensen mfl. 2014). Årlige ungfiskundersøkelser siden 1988 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).

Endringer i substratforhold

Reguleringer fører ofte til 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. 2010a). 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 eldre ungfisk (Jensen mfl. 2014, Jensås mfl. 2018). Dette er gjort ved å fjerne finsubstrat som har tettet igjen hulrom mellom den opprinnelige grovere substratet.

Vassdragsregulering innebærer fysiske inngrep, endringer i vannføring og massetransport som i større eller mindre grad påvirker gyteforholdene hos laks (Johnsen mfl. 2010a). Vannføringen i gyteperioden blir som regel redusert etter regulering, noe som kan medføre reduserte vanndybder og vannhastigheter i gyteområdene. En annen reguleringseffekt kan være økt sedimentering av finpartikulært materiale som følge av fravær av naturlige spyleflommer (Reiser mfl. 1989, Sear 1993). Dette kan føre til så store endringer i bunnforholdene at tidligere gyteområder blir ødelagt (Adams & Beschta 1980, Nelson mfl. 1987). Fysiske inngrep som bygging av dammer og terskler kan også medføre tap av gyteområder (Johnsen mfl. 2010a). Samlet kan disse endringene føre til en betydelig redusert tilgjengelighet på egnete gyteområder. I tillegg til tap av gyteområder kan reguleringer også forringe kvaliteten på gjenværende gyteområder. Dette kan skje som følge av økt sedimentering eller reduserte vannhastigheter, som i neste omgang kan redusere vanngjennomstrømming og oksygentilførsel til eggene i gytegroppa (Chapman 1988). Økt innhold av finpartikulært materiale kan også tette til porene i elvesubstratet, slik at yngel ikke kommer seg ut av gytegroppa (Witzel & MacCrimmon 1981).

Effekter av kraftverksdrift

Effektkjøring av kraftverk medfører hurtige og hyppige endringer i vannføring. Når vannstanden reduseres hurtig kan dette føre til stranding av fisk (Johnsen mfl. 2010a). Strandet død fisk er observert tørrlagte områder i flere regulerte laksevassdrag, som Nidelva (Hvidsten 1985), Suldalslågen (Saltveit 1996), Surna (Johnsen mfl. 2008) og Altaelva (Forseth mfl. 1996). Lavere tettheter av laksunger nedstrøms kraftverk er antatt å være forårsaket av hurtige vannstandsvariasjoner (Saltveit 1990, Forseth mfl. 1996, Johnsen mfl. 2008). Det er også observert strandete årsyngel av laks i nedre deler av tiltaksområdet i Røssåga ved nedsenking til 30 m³/s under det strandnære elektriske fisket. Fisken som her har vært strandet har vært innestengt i avsnørte dammer. 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) og at fiskene på dagtid skjuler seg i substratet (Fraser & Metcalfe 1997). Laksungene er imidlertid nattaktive på vinteren (Bremset 2000) og strandingsfrekvensen er lavere på natten enn om dagen (Saltveit mfl. 2001). I strandingsstudier i Nidelva ble det funnet at mye skjul ga større grad av stranding, selv ved langsomme reduksjoner i vannføring (Saltveit mfl. 2001). En reduksjon i stranding ble oppnådd når vannstanden sank langsomt (< 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

fisken næringstilgang ved at produksjonen av vanninsekter påvirkes sterkt i områder som regelmessig tørrlegges (Johnsen mfl. 2010a).

Gassovermetning

Oppløseligheten av gass i vann øker med økende trykk og synker ved økende temperatur. Gassovermetning kan dermed oppstå når en blanding av vann og luft settes under trykk (Johnsen mfl. 2010a), noe som kan skje i forbindelse med vannkraftutbygging og kraftverksdrift. Gasser som forbindes med gassovermetning er i første rekke nitrogen, oksygen og karbondioksid. Regulerte vassdrag og vassdrag med kraftverk kan stedvis være nitrogenovermettet, og omfattende fiske-dødelighet, for eksempel i Arendalsvassdraget, har dokumentert dette (Heggberget 1984). Skader som følge av nitrogenovermetning kan være kroniske eller akutte (Johnsen mfl. 2010a). Undersøkelser har vist fiskedødelighet og skader på fisk (gassblæresyke) ved overmetninger av nitrogen ned mot 102-103 %, som følge av kronisk gjellebetennelse, ødeleggelse av gjellevev, problemer med osmoregulering og noen ganger kronisk anemi (Rosseland 1999). Akutt nitrogenovermetning forekommer ved mer enn 110-115 % metning (Johnsen mfl. 2010a). Dette er en ikke-reversibel prosess som ofte kan gi rask dødelighet. Fisken vil forsøke å utligne den oppløste gassen som dermed går ut av løsning i blodbanene.

En forskergruppe ved NORCE har nylig sammenfattet internasjonal kunnskap om gassovermetning og dens miljøeffekter i vassdrag, samt presentert resultater fra egen forskning på gassovermetning i norske vassdrag (Pulg mfl. 2018a). En sentral konklusjon er at hovedårsak til gassovermetning i norske vannkraftverk er periodisk luftinndrag i underdimensjonerte bekkeinntak med Francis-turbiner. Imidlertid viser erfaringene fra ti undersøkte vassdrag at regulær lufting av Francis-turbiner og tilstopping av inntaksrister også kan føre til gassovermetning, samt at det i dype elver kan forekomme gassovermetning som følge av luftinndrag ved damanlegg og flomluker. I og med at gassovermetning ble funnet i seks av ti undersøkte vassdrag, konkluderer Pulg mfl. (2018a) med at gassovermetning trolig er mer utbredt enn tidligere antatt. Basert på toleransetest på laksunger vil det være høy risiko for dødelighet ved gassovermetning som overstiger 109-116 %. Dette terskelområdet for alvorlig negative effekter på laksunger underbygges av internasjonal litteratur. Det er imidlertid begrenset kunnskap om toleransenivå hos andre fiskearter og vannlevende organismer, slik at Pulg mfl. (2018a) anbefaler en føre-var-tilnærming når det gjelder gassovermetningsproblematikk.

Reguleringseffekter i Røssåga og Leirelva

I Røssåga og Leirelva har det skjedd store endringer i vannføringsregime og temperaturregime etter utbygging, som ut fra erfaringer fra andre regulerte laksevassdrag har et betydelig negativt potensial for fisk og andre vannlevende organismer. Sett i et lengre tidsperspektiv har de negative effektene i Røssåga vært størst på strekningen mellom Sjøforsen og Svartåga, som ifølge Magnus Berg (1964) var svært viktige gyte- og oppvekstområder for laksebestanden i Røssågavassdraget før utbygging. Ut fra foreliggende data ble vannføring og permanent vanddekt areal så sterkt redusert etter utbygging, at denne elvestrekningen langt på vei var tapt som leveområde for laks inntil nytt kraftverk ble satt i drift i 2016. Etter omfattende habitattiltak og slipp av vann gjennom det nye kraftverket ved Sjøforsen, er mye av de tapte habitatkvalitetene i dette vassdragsavsnittet gjenvunnet. Imidlertid tyder resultater fra undersøkelsene i perioden 2016-2020, at lakseproduksjonen fortsatt er negativt påvirket av ulike former for reguleringsinngrep, men at restproduksjonen i form av smoltproduksjon er betydelig høyere enn hva tilfellet var inntil 2016.

Vannføringen i Leirelva er sterkt påvirket som følge av overføringer av vann i forbindelse med etablering av Kjensvatn kraftverk og Rana kraftverk. Vannføringen er redusert med om lag 60 % oppstrøms Bjerka kraftverk, noe som påvirker omtrent halvparten av lakseførende strekning i Leirelva. Nedstrøms Bjerka kraftverk er vannføringen redusert med rundt 40 %. Ut fra ungfiskundersøkelsene i Leirelva kan det se ut som om laks i større grad enn aure benytter områdene nedstrøms Bjerka kraftverk som gyte- og oppvekstområde. Det er usikkert i hvor stor grad dette skyldes mest omfattende fraføring av vann fra øvre deler av Leirelva. I tilknytning til Bjerka kraftverk er det etablert flere terskler i elveløpet. Formålet med slike terskler i regulerte elver er å opprettholde et permanent vanddekt areal etter at vannmengdene er redusert.

Vannhastighetene i slike terskelbasseng er ofte lave, og det skjer ofte en sedimentering med finere substratklasser (Johnsen mfl. 2010a). Stasjonær aure foretrekker grunnere gyteområder med lavere vannhastighet enn sjøaure og laks. Følgelig kan høyere tettheter av aureunger oppstrøms kraftverksutløpet skyldes at stasjonær aure i stor grad benytter dette området.

Det er sannsynlig at de negative regulerings effektene er mindre i de delene av Røssåga og Leirelva som ligger nedstrøms kraftverksutløpene. Imidlertid vil også disse områdene være påvirket av endrete vannføringsforhold og temperaturregime etter utbygging, som følge av overføringer og magasinering av vann i de øvre delene av Røssågavassdraget. Ut fra erfaringer fra andre regulerte laksevassdrag vil fraføring av vann nesten alltid medføre negative effekter for akvatiske organismer i berørte områder (Johnsen mfl. 2010a). Generelt sett vil det negative potensialet være direkte avhengig av omfanget på fraføringene. Tilsvarende vil magasinering av vann innebærer vannføringsforhold gjennom året som avviker fra naturtilstanden, noe som kan gi betydelige negative effekter på sterkt spesialiserte organismer som laks. Redusert vannhastighet kan i seg selv være negativt for laks, som er tilpasset høye vannhastigheter både i oppvekstområdene for ungfisk og gyteområdene for voksenfisk (Armstrong mfl. 2001, Bremset & Heggnes 2001, Klemetsen mfl. 2003). Ut over direkte endringer i fysiske forhold som vannføring, vannhastighet og vanntemperatur, vil det også over tid kunne skje en gradvis habitatdegradering som medfører dårligere oppvekstforhold for ungfisk og gyteforhold for voksenfisk. I og med at alle lakseførende deler av Røssågavassdraget er påvirket av regulering, kan samlet påvirkning av alle indirekte regulerings effekter være minst like stor som de direkte regulerings effektene.

I løpet av undersøkelsesperioden er det funnet indikasjoner på at gassovermetning kan være en aktuell problemstilling i tiltaksområdet. Under det strandnære elektriske fisket i Sjøforsløpet i 2018, hadde laksungene som ble fanget gjennomgående hvite områder på brystfinner og ryggfinner. Enkelte av fiskene hadde også til dels nekrotiske finner. Et utvalg av de fangete fiskene ble på grunn av disse observasjonene fiksert på sprit og sendt til seksjon for parasittologi hos Veterinærinstituttet i Trondheim. Det ble ikke gjort funn av parasitter på fisken, men det ble anmerket at fisken hadde noe utstående øyne. Utstående øyne er et kjent tegn på gassblæresyke (Thorstad mfl. 1997, Pulg mfl. 2018a), men kan også relateres til en rekke andre sykdommer hos laks (Anonym 2011b). Utstående øyne ved gassovermetning synes å være mer fremstående ved kronisk eksponering enn ved akutte dødelige episoder (Thorstad mfl. 1997). Under det elektriske båtfisket samme år ble det ikke gjort tilsvarende observasjoner på de fangete laksungene, og det har heller ikke blitt observert noe lignende under feltarbeid i 2019 eller 2020. Imidlertid har ikke undersøkelser av gassovermetning og eventuelle skader på fisk og bunndyr vært en del av undersøkelsesprogrammet i Røssåga. Følgelig er det ikke mulig å konkludere sikkert omkring dette forholdet uten mer spesifikke undersøkelser. Ifølge Statkraft planlegger Norce AS å gjennomføre slike undersøkelser i Røssåga i løpet av 2021.

Tørrlegging av forbygninger ved vannføringer mellom 60 og 30 m³/s, er en kjent problemstilling når lave vannføringer sammenfaller med lavt tidevann (Kanstad-Hanssen 2013, Kanstad-Hanssen 2015). Ifølge vurderingene til Kanstad-Hanssen (2015) blir mye av de gode oppvekstarealene for ungfisk tørrlagt i perioder med redusert driftsvannføring og fjære sjø. De gode oppvekstområdene som ble tørrlagt var primært i tilknytning til forbygninger. Ved lavvannføringer og fjære sjø vil de viktige skjulområdene i forbygningene i stor grad tørrlegges. I Røssåga skjer vannføringsreduksjoner fra 60 til 30 m³/s gradvis, med en reduksjon på 7,5 m³/s i løpet av 15 minutter. Dette vil si at elveforbygningene helt eller delvis blir tørrlagte i løpet av 60 minutter. Dersom ungfisk som oppholder seg i forbygningene ikke har forflytningsmuligheter, vil fiskene strande i bunnen av forbygningene. Det er etter hva vi vet ikke undersøkt i hvor stor grad stranding av fisk i forbygninger kan foregå i forbindelse med raske nedkjøringer av Nye Nedre Røssåga kraftverk. Dette kan det være naturlig å ha et spesielt søkelys på når framtidige undersøkelsesprogram utformes.

Etter at det nye kraftverket ble satt i drift i 2016 har det vært noen episoder med lave driftsvannføringer. Kraftverket har vært ute av drift ved seks tilfeller i perioden 2016-2018, og har i tillegg hatt driftsvannføringer på 20 m³/s eller lavere ved tre tilfeller i samme periode (**tabell 17**). De fleste av disse episodene skjedde i 2016, og kan trolig knyttes til innkjøringsrutiner i det nye kraftverket. I og med at det ikke har vært gjennomført undersøkelser i tilknytning til episodene med lave driftsvannføringer, er det ikke mulig å gi noen presise vurderinger av hvilke følger disse har hatt for ungfiskbestandene av laks og aure i øvre deler av Røssåga. Imidlertid har seks av episodene vart i minimum sju timer, noe som innebærer at det har vært store tidevannsforskjeller i løpet av periodene med lave driftsvannføringer. Følgelig er det grunn til å anta at det har vært et strandingspotensial i strandnære og grunne områder. Ut fra at alle disse episodene skjedde i løpet av den første delen av undersøkelsesperioden, kan strandingsrelatert dødelighet i lavvannsperioder ha vært en del av forklaringen på nedgangen i mengde laksunger fra 2016 til 2017 (se **avsnitt 3.3**). Videre kan lavvannsepisoder i løpet av perioden 2016-2018 være en delvis forklaring på manglende økning i ungfisktetthet, noe som var forventet etter hvert som langtids-effektene av habitattiltakene burde ha inntruffet.

Tabell 17. Tidspunkt og varighet av episoder med lave vannføringer i tiltaksområdet i Røssåga i de første årene etter gjennomførte habitattiltak. Driftsvannføring (m³/s) i Nye Nedre Røssåga kraftverk er laveste registrerte verdi i løpet av episoden, mens varighet er satt ut fra hvor lang tid (antall timer) det tok før driftsvannføring var på normalt nivå igjen. Samlet vannføring i tiltaksområdet er sum av driftsvannføring og restvannføring, og alle verdier for vannføring og varighet er avrundet til nærmeste hele tall.

Dato	Driftsvannføring (m ³ /s)	Restvannføring (m ³ /s)	Samlet vannføring (m ³ /s)	Varighet (timer)
06.07.2016	0	23-36	23-36	7
09.09.2016	20	5	25	1
18.10.2016	0	38-39	38-39	7
21.11.2016	13	0	13	4
23.11.2016	0	36-38	36-38	10
07.02.2017	0	25-98	25-98	68
20.07.2017	2	29-32	31-33	2
09.10.2018	0	33-51	33-51	12
06.11.2018	0	34-43	34-43	15

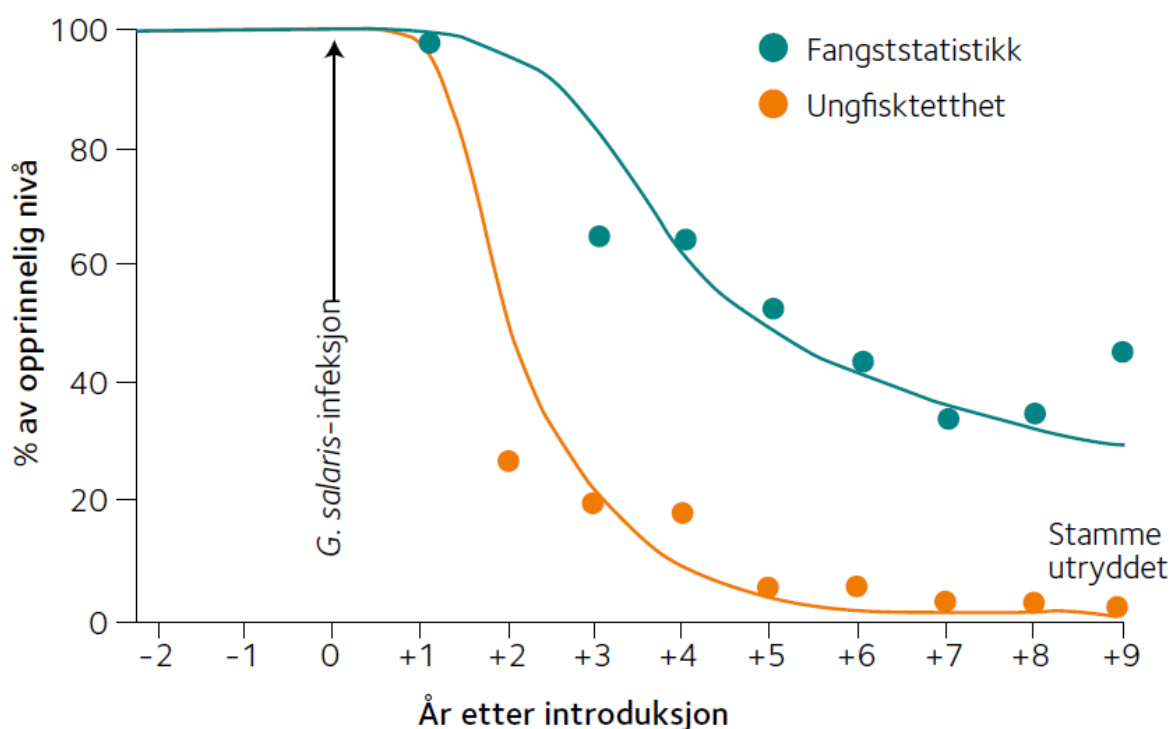
4.2 Laksedreperen *Gyrodactylus salaris*

Laksedreperen *Gyrodactylus salaris* er en parasittisk ikke som ble innført til Norge på 1970-tallet. Etter flere innførsler og videre spredning har laksedreperen blitt påvist i 51 norske vassdrag (www.miljostatus.miljodirektoratet.no), der den har hatt til dels fatale følger for de lokale laksebestandene (Anonym 2014). I norske laksevassdrag er laksunger hovedvert for parasitten, som fester seg på laksungenes hud og finner og lever av slim og blod. Etter rask oppformering kan det bli tusenvis av parasitter på infiserte individer (**bilde 9**), noe som medfører sår, soppangrep og etter hvert død. Laksedreperen ble første gang påvist i Røssågavassdraget i 1980 (Johnsen mfl. 2008). Ifølge miljømyndighetene er den mest sannsynlige smitteveien at det ble satt ut infisert laksesmolt produsert på et forskningsanlegg på Sunndalsøra (Anonym 2014).



Bilde 9. Laksedreperen *Gyrodactylus salaris* har vist seg å ha en fatal effekt på laksunger i norske vassdrag. Etter infisering kan det være tusenvis av parasitter på hud og finner, noe som etter noen måneder ofte medfører sår, soppangrep og død. Illustrasjonsbildet er av en laksunge fanget i Signaldalselva. Foto: Rune Knudsen, Norges arktiske universitet.

Ved årtusenskiftet gjennomførte Johnsen mfl. (1999) en analyse av oppnådde erfaringer fra norske laksevassdrag. Basert på ungfiskundersøkelser og fangstopplysninger hadde infiserte vassdrag i gjennomsnitt 86 % reduksjon i ungfisktetthet og 86 % reduksjon i elvefangst av laks. En generell erfaring i Norge er at ungfisktetthet blir redusert kraftig kort tid etter infisering, mens det er en viss tidsforskyving før det skjer en tydelig nedgang i elvefangst (**figur 40**). Etter lengre tids infeksjon vil lokale laksestammer i små vassdrag i praksis være utryddet, mens laksestammene i større vassdrag kan være noe mindre utsatt for utryddelse. Som følge av en lengre periode med betydelig dødelighet hos laksunger, ble også mengden gytelaks i Røssågavassdraget betydelig redusert, og den lokale laksebestanden ble i løpet av 1990-tallet sikret i levende genbank på Bjerka.



Figur 40. Skjematisk framstilling av hvordan tetthet og laksunger og mengde voksenlaks avtar etter introduksjon av laksedreperen *Gyrodactylus salaris*. Figuren er hentet fra Anonym (2014), og er basert på data fra Johnsen mfl. (1999).

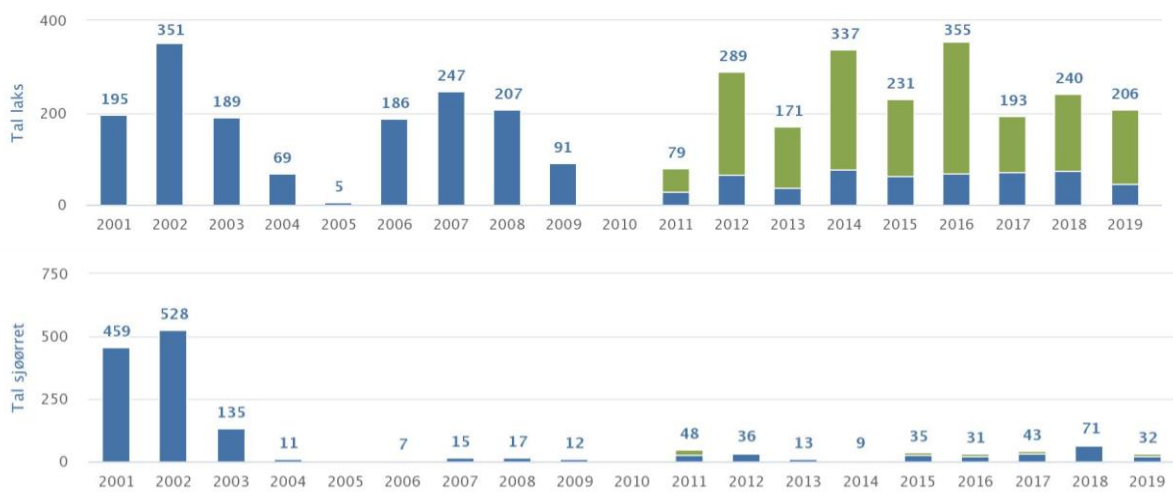
I perioden 2003-2004 ble det gjennomført utryddelsesaksjoner i Røssågavassdraget ved hjelp av fysisk avsperring og kjemiske behandlinger. Det ble etablert en korttidssperre i Leirelva i 2003 for å forenkle de kjemiske behandlingene som ble gjennomført i 2003 og 2004. Den første behandlingen i oktober 2003 var en bestandsreducerende behandling, med formål å redusere bestandsstørrelsen hos laks til et minimum før avsluttende behandling. I den avsluttende behandlingen i august 2004 var formålet å fjerne alle langtidsverter for *Gyrodactylus salaris*. Røssågavassdraget ble friskmeldt fra *Gyrodactylus*-smitte i oktober 2009, og parasitten er siden ikke påvist i vassdraget eller andre deler av Sørfjorden. Følgelig er det grunn til å anta at lakseproduksjonen i Røssåga og Leirelva ikke har vært påvirket av *Gyrodactylus salaris* siden 2004.

Det er overveiende sannsynlig at mange år med *Gyrodactylus*-smitte, etterfulgt av to kjemiske behandlinger med rotenon, har medført en kraftig reduksjon i de lokale bestandene av laks og sjøaure. Negative effekter av smitte og utryddingstiltak har kommet på toppen av alle andre påvirkningsfaktorer, slik at omfanget av sumeffekter og samlet belastning på fiskesamfunnet har vært betydelig. På grunn av det store negative potensialet for påvirkningsfaktorene, er det vanskelig å isolere effekter fra den enkelte påvirkningsfaktoren. Videre er det usikkert i hvor stor grad kombinasjonen av vassdragsregulering, *Gyrodactylus*-smitte og kjemisk behandling, har påvirket den genetiske sammensetningen hos bestandene av laks og sjøaure i Røssåga og Leirelva. Gitt at det har skjedd større genetiske endringer, forsterket av innblanding av rømt oppdrettsfisk, kan dette være en del av forklaringen til dårlig bestandsstatus i de senere år.

4.3 Elvebeskatning

Historisk sett har elvebeskatning vært en betydelig påvirkningsfaktor for bestander av sjøvandrende laksefisk i norske vassdrag. Fra Røssågvassdraget foreligger det fangstopplysninger fra elvefiske helt tilbake til 1880-tallet. I perioden 1880-1960 var det svært store årlige variasjoner i rapportert elvefangst av laks. De fleste årene varierte elvefangsten mellom 500 og 1500 kilo, med et maksimumsnivå på om lag tre tonn i 1920 (Berg 1964). Enkelte år i første halvdel av 1900-tallet var rapportert elvefangst mindre enn 250 kilo laks. Generelt sett er historiske fangstopplysninger forholdsvis upresise, siden det tidligere i mindre grad var en klar rapporteringsplikt. Det er derfor grunn til å anta at beskatningen på 1800-tallet og 1900-tallet var vesentlig høyere enn hva de offisielle fangstopplysningene tilsier.

Fangstopplysningene etter årtusenskiftet er trolig noe mer presise enn de historiske tallene, noe som i seg selv gjør det vanskelig å sammenligne historiske og nyere fangstdata. I tillegg har det skjedd store begrensninger i elvefiske, blant annet ved at garnfiske i laksevassdrag ble forbudt for flere tiår siden. I forrige århundre var garnfiske den viktigste fangstmetoden i Leirelva, siden dårlige sikforhold i vannet gjorde stangfiske vanskelig (Berg 1964). Etter at gjenutsetting av laks og sjøaure har blitt vanlig i Røssåga og Leirelva, har det skjedd en endring i beskatningsrate ved at færre fangete fisk blir avlivet. Offisiell statistikk for perioden 2001-2019 tyder på at de fleste laksene har blitt satt ut igjen siden 2011 (**figur 41**). Perioden sett under ett har midlere laksefangst vært om lag 200 individer, med fangster på mer enn 300 individer i tre av årene i denne perioden. Sjøaurefangsten har gått vesentlig ned etter 2002, noe som kan forklares med gjennomførte utryddingstiltak mot laksedreperen *Gyrodactylus salaris* (se **avsnitt 4.2**).



Figur 41. Registrert antall laks (øvre panel) og sjøaure (nedre panel) fanget i Røssåga og Leirelva i perioden 2001-2019. Blå søyler viser avlivet fisk mens grønne søyler viser gjenutsatte fisk. Figurene er hentet fra lakseregisteret (www.lakseregisteret.fylkesmannen.no).

Det er ikke mulig å vurdere beskatning utelukkende på grunnlag av rapportert elvefangst av laks og sjøaure. For å beregne beskatningsrater må det også foreligge opplysninger om størrelse på gytebestand. I Røssåga og Leirelva har det vært gjennomført gytefisktellinger de fleste år i perioden 2008-2019, slik at det er mulig å estimere beskatningsrate for ni av årene i perioden. Den estimerte beskatningsraten på laks varierer mellom 10 og 40 % (**tabell 18**). Disse verdiene er omtrent på samme nivå som beregninger fra Namsenvassdraget, men er vesentlig lavere enn beregninger fra Auravassdraget. I seks undersøkelsesår i perioden 1993-2010 ble det estimert at elvebeskatningen i Namsenvassdraget lå i området 20-40 % (Lund 1996, Thorstad mfl. 2011). I perioden 2007-2018 har estimert elvebeskatning av laks i Auravassdraget ligget i området 40-68 % (Jensen mfl. 2014, Bremset mfl. 2019a). Mens elvebeskatningen i Auravassdraget er vurdert å være for høy, er elvebeskatningen i Namsenvassdraget vurdert å være på et bærekraftig nivå.

Erfaringer fra en rekke laksevassdrag er at det ofte kan knyttes usikkerheter til presisjonen på fangstrapportering og gytefisktellinger. Dersom det har vært underrapportering av avlivete lakser i Røssåga og Leirelva, vil de estimerte beskatningsratene være for lave sammenlignet med den reelle elvebeskatningen. Tilsvarende vil for lave tall for gytelaks i Røssåga og Leirelva innebære at de estimerte beskatningsratene blir for høye. I og med at det ikke er gjennomført gytefisktel-linger i alle deler av vassdraget, samt at det bare unntaksvis har vært mulig med registreringer i både Røssåga og Leirelva, er det overveiende sannsynlig at det har vært flere gytelaks til stede enn det som har blitt registrert under gytefisktellingene. Siden dette er en åpenbar feilkilde, mens underrapportering er en mer usikker feilkilde, er det grunn til å anta at elvebeskatningen ikke har vært høyere enn hva estimatene tilsier. Ut fra en samlet vurdering er det derfor usannsynlig at overbeskatning har vært en hovedårsak til dårlig bestandsstatus i Røssågavassdraget.

Tabell 18. Estimert beskatningsrate (%) for laks i Røssågavassdraget basert på rapportert elvefangst og gytefisktel-linger i perioden 2008-2019. Beskatningsrater er bare beregnet for år det har vært elvefiske om sommeren og samme år er gjennomført gytefisktel-linger om høsten. De fleste årene er det ikke gjennomført gytefisktelling i alle aktuelle gyteområder, noe som gjør at de estimerte beskatningsratene disse årene blir for høye. Underrapportering fra elvefangst vil på den andre side medvirke til at de estimerte beskatningsratene blir for lave.

År	2008	2009	2011	2012	2013	2016	2017	2019	2020
Elvefangst	207	91	57	64	37	68	72	45	53
Gytefisk	351	266	362	553	200	297	117	120	81
Beskatning (%)	37,1	25,5	13,6	10,4	15,6	18,6	38,1	27,3	39,6

4.4 Fysiske inngrep

I forbindelse med det strandnære elektriske fisket i Sjøforsløpet ble det avdekket at det har vært bedrevet omfattende snødeponering ut i elva. Store mengder strøsand fra snødeponeringen er lagt opp langs det nyrestaurerte elveløpet (**bilde 9**). Snø fra trafikkerte områder eller bedriftsområder kan være forurenset. Dumping krever da særskilt tillatelse fra aktuelle myndigheter. Om snøen fra industriområdet ved Sjøforsløpet er forurenset vites ikke, men innholdet av sand og grus er såpass stort at det helt klart påvirker det restaurerte området i Røssåga negativt. I elveløpet i det restaurerte området ble det også funnet store områder som er gjenareet som følge av strøsand og grus som har blitt med i dumpete snømasser. Denne tilførselen av finmasser er svært uheldig for de gjennomførte habitatiltakene, siden hulrom under og mellom steiner blir tettet og skjulplasser for laks og aureunger dermed går tapt (**bilde 10**). I tiltaksområdet har det blitt brukt store ressurser for å bedre oppvekstområdene for ungfisk. De negative effektene fra snørydding er derfor helt uforenlig med intensjonen i restaureringsprosjektet for å bedre oppvekstområdene for ungfisk i Røssåga, og har langt på vei nulltet ut alle positive effekter av de gjennomførte habitatiltak i tiltaksområdet ved Sjøforsen.



Bilde 9. Etter dumping av snø langs venstre elvebredd i tiltaksområdet er det tilført store mengder med strøsand og grus. I perioder med høy driftsvannføring eller mye nedbør vil disse massene havne i elva. Foto: Espen Holthe.



Bilde 10. Gjenauret elvebunn som følge av dumping av grus og sandholdig snø. Til dels store områder av elvebunnen langs land og flere meter utover var preget av forurensningen. Foto: Espen Holthe.

5 Kompensasjonstiltak

Reguleringsinngrepene i Røssågavassdraget har negative effekter på bestandene av sjøvandrende laksefisk i Røssåga og Leirelva (se **avsnitt 4.1**). I kombinasjon med andre negative påvirkningsfaktorer som *Gyrodactylus salaris* (**avsnitt 4.2**), elvebeskatning (**avsnitt 4.3**) og fysiske inngrep (**avsnitt 4.4**), har den samlede belastning over tid ført til dårlig bestandsstatus for både laks og sjøaure. Følgelig er det behov for å iverksette ulike kompensasjonstiltak for å sikre og styrke bestandene av sjøvandrende laksefisk i Røssågavassdraget. Blant de mest aktuelle kompensasjonstiltakene er habitattiltak i tiltaksområdet (**avsnitt 5.1**), habitattiltak i andre deler av Røssåga (**avsnitt 5.2**) og utsettinger av fisk (**avsnitt 5.3**). I tillegg er det andre mulige tiltak som kan vurderes gjennomført (**avsnitt 5.4**).

5.1 Habitattiltak i tiltaksområdet

Dersom det over tid skjer en forverring av habitatforholdene i tiltaksområdet, er det flere muligheter for avbøtende tiltak. En mulighet er utsortering av finsedimenter med bruk av beltegraver med sorteringsskuffe (**bildeserie 9**), som tidligere er prøvd ut i to tiltaksområder i Eira, Møre og Romsdal (Jensås mfl. 2017, Bremset mfl. 2019). Med bakgrunn i tendensen innenfor tiltaksområder med mindre skjultilgang, kan spyleflommer være et mulig tiltak for å opprettholde habitatkvalitetene i tiltaksområdet. Andre aktuelle tiltak er å legge ut naturlig elvestein ved kraftverksutløpet for å øke tilgangen på egnet gytesubstrat, samt legge ut mer grov stein for å øke skjulkapasiteten for ungfisk i områder med begrenset skjultilgang. Slike tiltak bør gjennomføres etter at man har fått bedre kunnskap om hydrauliske forhold og sedimenttransport i området nedstrøms Nye Røssåga kraftverk.



Bildeserie 9. Et mulig vedlikeholdstiltak i tiltaksområdet i Røssåga er fjerning av finsedimenter med sorteringsskuffe etter samme modell som i Eira. Foto: Nils Arne Hvidsten (venstre bilde) og Jan Gunnar Jensås (høyre bilde).

I de fire nederste elvesegmentene som er undersøkt i Røssåga (jf. **figur 3**), som ligger nedstrøms selve tiltaksområdet, kan det vurderes å gjøre supplerende restaureringstiltak. Begrunnelsen for dette er at dette elveavsnittet vurderes å ha et betydelig potensial som gyte- og oppvekstområde for laks og sjøaure. For at effekten av tiltaket skal ha en viss varighet, noe som er en generell begrensning for de fleste habitattiltak (Pulg mfl. 2020), er det ønskelig med mest mulig vann i elveløpet. Gitt tilstrekkelige vannmengder og den forholdsvis bratte gradienten på strekningen, kan det forventes at habitattiltak vil ha en mer langvarig, positiv effekt på produksjonsforholdene for sjøvandrende laksefisk. For å unngå at ungfisk som oppholder seg i elveforbygningene strandede i perioder med lav driftsvannføring og lavt tidevann (jf. beskrivelse i Kanstad-Hanssen 2013), er det nødvendig å forlenge elveforbygningene slik at de nedre delene av forbygningene er permanent vanddekte. Dette avbøtende tiltaket er også aktuelt i andre deler av Røssåga (omhandlet i **avsnitt 5.2**).

5.2 Andre habitattiltak

I store deler av Røssåga er det begrenset tilgang på egnete gyte- og oppvekstområder for sjøvandrende laksefisk (Berg 1964, Halvorsen 2003, Kanstad-Hansen 2013, Kanstad-Hansen & Lamberg 2016). Nedstrøms Leirelva er det grunn til å anta at nåværende tilstand ikke skiller seg vesentlig fra naturtilstanden, siden disse områdene ifølge Berg (1964) var lite produktive også før utbyggingen av Røssågavassdraget. Lav gradient og tidevannspåvirkning vil medføre begrenset sedimenttransport, samt naturlige prosesser med sedimentering av finere substratklasser som mudder, leire, silt, sand og fingrus. I et vassdrag uten reguleringsinngrep eller andre større fysiske inngrep hadde det vært lite aktuelt å gjennomføre habitattiltak som hadde endret den naturlige utformingen av vassdraget. I et regulert vassdrag som Røssåga kan det likevel være aktuelt å iverksette habitattiltak i deler av vassdraget, for å avbøte og kompensere for negative effekter i andre deler av vassdraget. Ut fra moderne bevaringsbiologiske prinsipper er det ønskelig å øke naturlig fiskeproduksjon istedenfor å kompensere for tapt produksjon gjennom utsettinger av fisk (Anonym 2010, Anonym 2011a).

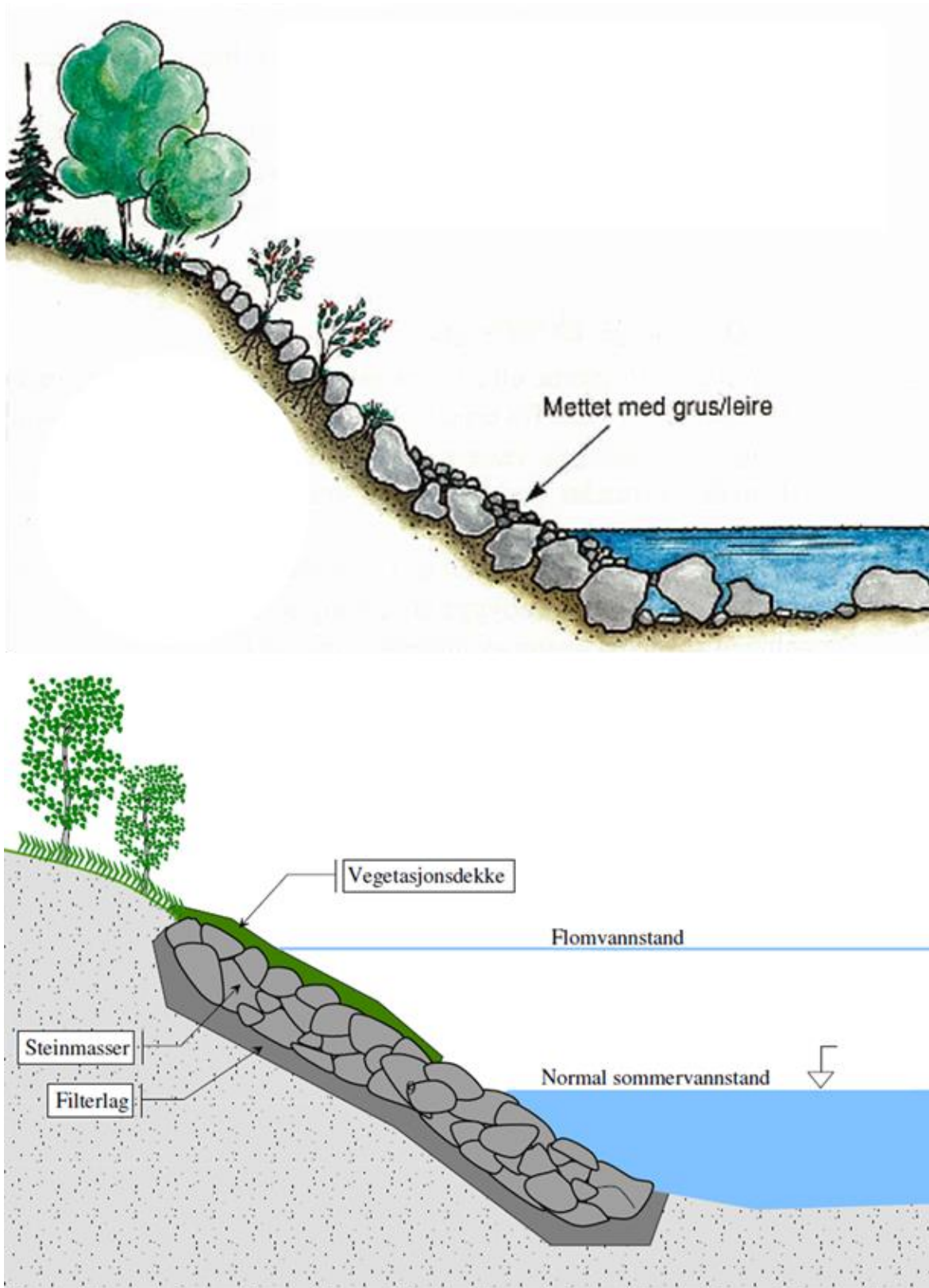
Det er flere habitattiltak som kan iverksettes for å øke tilgangen på egnete gyte- og oppvekstområder i midtre og nedre deler av Røssåga. I de senere tiårene er det oppnådd mange erfaringer om hvilke habitattiltak som gir positiv effekt på kort og lang sikt, som det kan trekkes vekslers på når det skal gjøres vurderinger av aktuelle habitattiltak i Røssågavassdraget. Spesielt viktige grunnlag er den nylig utarbeidede tiltakshåndboka for fysiske tiltak i laksevassdrag (Pulg mfl. 2018b), samt analyser av hvilken virkningsgrad og varighet ulike habitattiltak har hatt i norske vassdrag (Pulg mfl. 2020). Det er også nylig utarbeidet tiltaksplaner for Auravassdraget (Jensås mfl. 2017) og Gaulavassdraget (Holthe mfl. 2020), som det kan trekkes vekslers på ved planlegging av tiltak i Røssågavassdraget. De nedre delene av Gaula har mangel på egnete gyte- og oppvekstområder for laks og sjøaure (Holthe mfl. 2020), mens nedre deler av Auravassdraget har begrenset tilgang på skjulplasser for ungfisk (Jensås mfl. 2017). Det er derfor store likhetstrekk mellom de fysiske forholdene i disse vassdragene og Røssågavassdraget.

Ut fra en samlet vurdering ut fra nåværende kunnskapsgrunnlag kan følgende habitattiltak være aktuelle i de midtre og nedre delene av Røssåga (se nærmere omtale nedenfor):

- Nye elveforbygninger med høy skjulkapasitet
- Forlenging av eksisterende elveforbygninger
- Plastring av elvebunn i områder med lite skjul
- Utlegging av egnet gytesubstrat for voksenfisk
- Etablering av steinsettinger i taksteinmønster
- Utlegging av blokkrygger og steingrupper

Forlenging av eksisterende elveforbygninger

Erfaringer fra elektrisk båtfiske i en rekke norske laksevassdrag har vist at fangstene av ungfisk er spesielt høye i tilknytning til elveforbygninger (Bremset mfl. 2021). Dette har også vist seg å være tilfelle i Røssåga i undersøkelsesperioden 2016-2020, der de aller største fangstene av aureunger og laksunger er gjort på stasjoner med elveforbygning. Etter hva vi forstår foreligger det planer om å utbedre og utvide eksisterende elveforbygninger i midtre og nedre deler av Røssåga. I den forbindelse kan det trolig også bli vurdert å etablere nye elveforbygninger (se nedenfor). Når det gjelder eksisterende elveforbygninger er det ønskelig å forlenge disse både i lengde og bredde, siden dette vil øke tilgjengeligheten av skjul for ungfisk i nærområdene til forbygningene. I og med at midtre og nedre deler av Røssåga er sterkt tidevannspåvirket (se **vedleggsfigur 8**), er det gunstig om størst mulig del av elveforbygningene er permanent vanndekte. Dette kan oppnås ved å forlenge forbygningene slik at de strekker seg nedenfor laveste vannivå. Et slikt tiltak vil sannsynligvis også redusere risiko for stranding ved tørrlegging av forbygningene, gitt at ungfiskene samtidig har muligheter for forflytninger gjennom hulrom i forbygningene. Videre er det viktig å sikre fri passasje mellom forbygning og vannmasse, slik at ungfisk ikke risikerer å strandre på innsiden av et tett dekklag (jf. øvre del av **figur 42**).



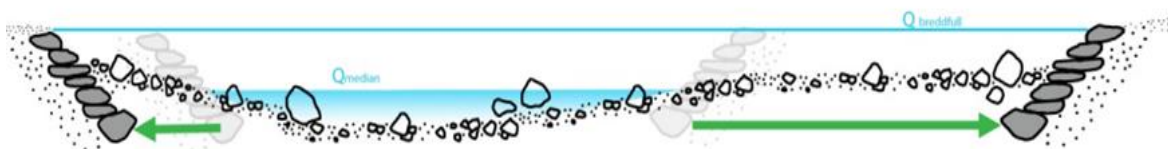
Figur 42. Utformingen av en elveforbygning kan ha stor betydning for egnethet som oppvekstområde for fisk. Et dekklag med grus og småstein (øvre panel) gjør forbygningen lite fiskevennlig, mens bruk av grove steinmasser i hele forbygningen (nedre panel) gir mye skjuleplasser for ungfisk. Øverste illustrasjon er fra Vassdragshåndboka (Sæterbø mfl. 1998), mens nederste illustrasjon er fra NVE-veileder for erosjonssikring (Jenssen & Tesaker 2009).

Nye elveforbygninger med høy skjulkapasitet

Det største potensialet for økt ungfiskproduksjon i de midtre og nedre delene av Røssåga, ligger i å etablere nye elveforbygninger i områder med lite naturlig skjul langs elvebreddene. Sett fra et fiskeperspektiv er det viktig at det benyttes steinmasser som gir høy skjulkapasitet for ungfisk av laks og aure, samt at sannsynligheten for stranding i lavvannsperioder reduseres til et minimum. Begge disse kravspesifikasjonene oppnås dersom elveforbygning etableres med steinmasser som sikrer god konnektivitet mellom forbygning og permanent vanddekt areal. Det bør unngås å etablere et dekklag med finere substratklasser (jf. øverste illustrasjon i **figur 42**), noe som kan hindre ungfisk å vandre ut av forbygningen når det går fra flo til fjære i Røssåga. I den grad det er teknisk mulig og erosjonssikkert, er det derfor ønskelig at hele forbygningen består av middels grove og grove substratkategorier (jf. nederste illustrasjon i **figur 42**).

Plastring av elvebunn i områder med lite skjul

I midtre og nedre deler områder av Røssåga er et mulig habitattiltak å plastre deler av elvebunnen for å øke tilgangen på skjulområder for ungfisk. For å få størst mulig effekt kan eventuell plastring skje i kombinasjon med erosjonssikring langs elvebreddene (**figur 43**). I de fleste elver anbefales såkalte tilbaketrunkne forbygninger (Pulg mfl. 2018b), slik at naturlige erosjonsprosesser og sedimentdynamikk opprettholdes i størst mulig grad. I de tidevannspåvirkete delene av Røssåga kan det være mer gunstig med tradisjonell plassering av elveforbygningene, for å sikre at størst mulig del av disse er tilgjengelige også når det ikke er høyvannstand (flo).



Figur 43. Plastring av elvebunnen med ulike steinstørrelser kan gjøres i kombinasjon med erosjonssikring langs elvebreddene. I henhold til anbefalinger for miljøvennlige erosjonssikringer (Pulg mfl. 2017) er en gunstig substratblanding om lag 20 % mindre stein (16-64 mm), 70 % grov elveør (100-400 mm) og 10 % stor stein (opptil 1,5 meter). Illustrasjonsfiguren av bunnplastring er en omarbeidelse av en figur utarbeidet av Pulg mfl. (2017). I Røssåga vil vannstand ved flo og fjære sjø tilsvare henholdsvis Q bredtfull og Q median i illustrasjonsfiguren.

Utlekking av egnet gytesubstrat for laks og sjøaure

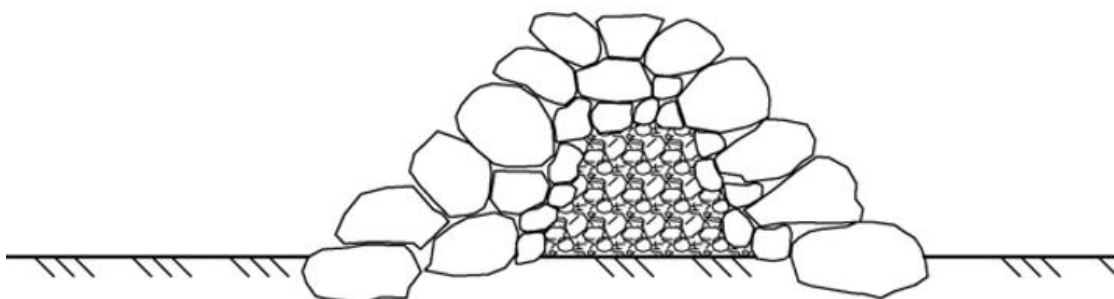
Med unntak av de tre vassdragsavsnittene oppstrøms Leirelva (se **tabell 3**), er tilgang på egnet gytesubstrat en viktig begrensende faktor for laksefiskproduksjonen i Røssåga. I områder som ikke er påvirket av salt bunnvann (saltkile), kan det vurderes å legge ut felt med egnet gytesubstrat for sjøvandrende laksefisk. Laks og sjøaure har et forholdsvis bredt spenn med hensyn til gytesubstrat, som varierer mellom artene og mellom ulike størrelsesgrupper (Heggenes mfl. 2010). I Altaelva viste kartlegging av gyteområder at storvokst laks benyttet middels steinstørrelser på 8-13 cm i gytegrupene (Heggberget mfl. 1988a), mens det i utenlandske studier av mer småvokste laksestammer er funnet middels steinstørrelser i gytegrupene på 2-6 cm (Moir mfl. 2002, Louhi mfl. 2008). I helhetlig tiltaksplan for Gaulavassdraget er det foreslått å øke tilgangen på gyteområder ved å legge ut felt med steinstørrelser 5-15 cm (Holthe mfl. 2020). I øvre deler av Orkla ble det høsten 2018 lagt ut substrat i flere aktuelle gyteområder (Solem mfl. 2021), og høsten 2019 var forholdene i tiltaksområdene fortsatt gunstige for gyting (**bilde 11**). Dersom det er aktuelt å legge ut felt med aktuelt gytesubstrat i Røssåga, kan det være hensiktsmessig å benytte et bredt spekter av substratstørrelser, slikt at både småvokste og store individer finner egnet gytesubstrat.



Bilde 11. I øvre deler av Orkla er det lagt ut felt med egnet gytesubstrat for laks og sjøaure. Illustrasjonsbildet er tatt et drøyt år etter at tiltaket ble gjennomført. Foto: Espen Holthe.

Utlegging av blokkrygger og steingrupper

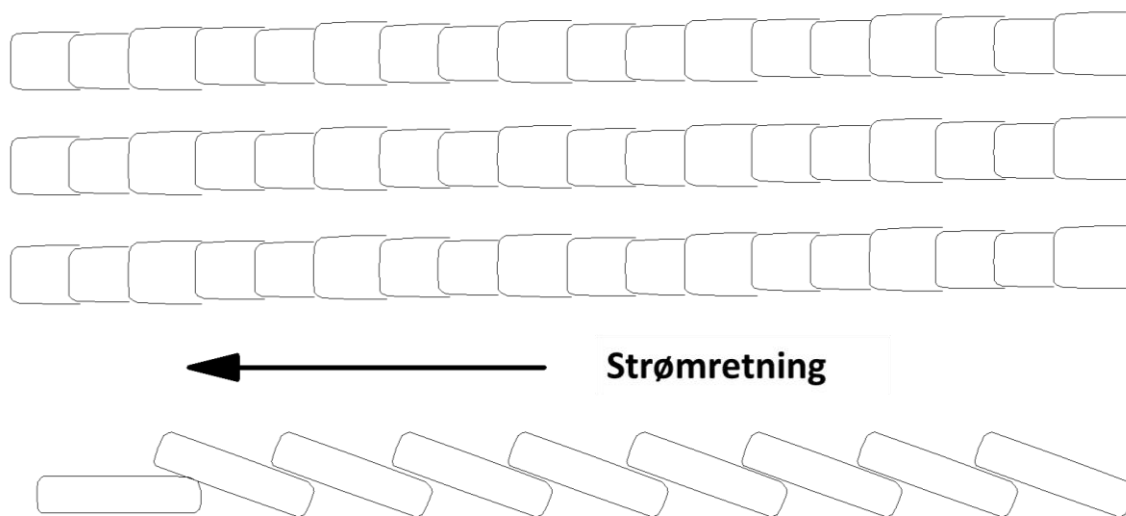
I områder med lite naturlig skjul i bunnsubstratet kan det legges ut blokkrygger eller steingrupper som gir skjulmuligheter for ungfisk (primært) og større fisk (sekundært). Slike habitattiltak er foreslått i en helhetlig tiltaksplan for Gaulavassdraget (Holthe mfl. 2020). Blokkryggene kan forslagsvis være 60-80 meter lange, bestå av en kjerne av sprengtstein, mens det ytre laget består av blokker med minimum halv meters tykkelse (**figur 44**). Det kan også legges ut steingrupper, bestående av to-tre steiner med diameter på omtrent én meter. Innimellom eller rundt disse steingruppene kan det legges ut blokker av mindre stein (0,3-0,5 meter), som vil fungere som skjul for både ungfisk og større fisk. Ved etablering av blokkrygger og steingrupper er det viktig å sikre at de ligger dypt nok til å være permanent vanddekte.



Figur 44. Prinsippskisse for oppbygging av blokkrygger for å gi skjuleplasser for ungfisk i områder med lav skjulkapasitet. Ryggene legges parallelt med strømrretningen, og kan gjerne være flere titalls meter lange. Figuren er hentet fra Holthe mfl. (2020).

Etablering av steinsettinger i taksteinmønster

En generell erfaring med utlegging av steinsettinger i elv er at hulrommene under og mellom steinene over tid blir tettet igjen (Bremset mfl. 1994, Pulg mfl. 2020). En hovedårsak til gjentettingen er at finere sedimenter legger seg mellom grovsedimenter i perioder med lavvannføring. I mangel på dimensjonerende flommer og lengre perioder med høy vannføring, vil det ikke skje noen opprensning ved at finsedimentene fjernes fra steinsettingene. For å redusere omfang av gjentetting og øke varigheten av økt hulromkapasitet, kan det legges flate steiner i taksteinsmønster i parallelle rekker langs strømretningen (**figur 45**). Formålet med dette er å skape hydrauliske forhold som reduserer sannsynlighet for gjentetting av hulrommene under steinene. Forsøk på denne formen for steinsetting ble prøvd i Gaula på 1990-tallet, og ga mer langvarige resultater for eldre laksunger enn mer tradisjonelle steinsettinger med bruk av sprengtstein eller naturlig elvestein (Bremset mfl. 1994),



Figur 45. Prinsippskisse for steinsetting med flate steiner lagt i taksteinsmønster i parallelle rekker, for å redusere sannsynlighet for at hulrom tettes igjen med finere substratklasser. Slike steinsettinger er prøvd i et område av Gaula med omfattende grusuttak (Bremset mfl. 1993).

5.3 Utsettinger

I løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020 har det blitt satt ut i overkant av 920 000 uførete laksyngel i Røssåga (**tabell 19**). Det har vært store årlige variasjoner i omfanget av utsettingene, med de største utsettingene i 2017, 2018 og 2019. På grunn av uforholdsmessig lave fangster av årsyngel under elektrisk fiske (se **avsnitt 3.2.5**), er det vanskelig å vurdere tilslaget på utsettingene ut fra innslag av merket fisk i fangstene. Klumpvis fordeling av utsatt yngel i deler av Røssåga medfører også en del metodiske begrensninger, siden rene tilfeldigheter kan avgjøre om det blir gjenfanget mange eller få utsatte individer. Blant annet kan det ha stor betydning om en stasjon tilfeldigvis er innenfor en utsettingslokalitet eller ligger mellom to utsettingslokaliteter. Perioden sett under ett tilsvarer yngelutsettingene en midlere tetthet på om lag 10 individer per 100 m². Selv uten klumpvis fordeling ville så pass lave tetthetsnivå sannsynligvis føre til lave fangster av utsatte individer.

Ut fra at elektrisk båtfiske de fleste år har vært på høsten, da det vanligvis har skjedd en spredning av årsyngel (Johnsen & Hvidsten 2002), er det grunn til å anta at utsatt yngel hadde fordelt seg over større områder enn selve utsettingslokalitetene. Under elektrisk båtfiske er det undersøkt relativt store arealer (22 000-33 000 m²). Videre er de fleste stasjonene i nærheten av elvbreddene, som er foretrukket habitat for små individer som årsyngel (Bremset & Berg 1999, Bremset & Heggenes 2001). Følgelig burde man forvente at det ble fanget en del utsatt yngel under elektrisk båtfiske langs land. På grunnlag av antall utsatte laksyngel, undersøkt areal og estimert fangbarhet (se **avsnitt 3.2.1**), er det mulig å estimere hvor mange utsatte yngel som kunne forventes i fangstene under elektrisk båtfiske. Med unntak av 2016 var de faktiske fangstene av årsyngel vesentlig lavere enn de forventete fangstene av utsatt yngel (**tabell 19**). I og med at fangstene av årsyngel trolig var en blanding av naturlig produsert og utsatt fisk, er det nærliggende å anta at tilslaget på utsettinger av uføret yngel i Røssåga har vært svært dårlig i perioden 2016-2020.

Tabell 19. Skjønnsmessig vurdering av tilslag på utsettinger av uføret yngel av laks i Røssåga i perioden 2016-2020, ut fra mengde utsatt yngel, forventet fangst og faktisk fangst av årsyngel under elektrisk båtfiske. Tallene for utsatt yngel er avrundet til nærmeste hele tusen. Forventet fangst er basert på at det var jevn fordeling av utsatt yngel på undersøkelsestidspunkt, samt at det i snitt var om lag 15 % fangbarhet av årsyngel på de undersøkte stasjonene (jf. **tabell 10**).

År	Antall yngel		
	Mengde utsatt	Forventet fangst	Faktisk fangst
2016	52 000	81	21
2017	209 000	437	7
2018	340 000	727	43
2019	230 000	514	19
2020	91 000	239	16
2016-2020	922 000	1 997	106

Ungfisk

Andelen utsatt årsyngel i det innsamlete prøvematerialet var lav i perioden 2016-2018. I 2016 var merkeandelen hos denne årsklassen på 14 %, mens det i 2017 og 2018 ikke ble funnet utsatt årsyngel i det innsamlete materialet, på tross av utsettinger av 350 000 ufôret årsyngel i disse to årene. I 2019 ble det for første gang satt ut fôret årsyngel i Røssåga, da i Sjøforsløpet. Dette året ble det registrert en merkeandel hos årsyngel på 35 %. Alle de utsatte individene ble fanget i Sjøforsløpet. I 2020 ble det satt ut om lag 57 000 fôret årsyngel i Sjøforsløpet. Antatt utsattandel hos årsyngel dette året var på 52 % (**se avsnitt 3.2.4**), og alle utsatte individer i denne årsklassen ble også dette året fanget i Sjøforsløpet. I Leirelva er det kun satt ut fôret yngel i undersøkelsesperioden. I 2017 ble det satt ut 21 000 individer av denne kategorien, og i 2018 åtte tusen fôrete individer. Merkeandelene hos årsyngel disse årene var på henholdsvis 28 og 12 %.

Ut fra disse funnene er det nærliggende å tro at utsettinger av fôret yngel har gitt bedre tilslag enn utsettinger av ufôret yngel i Røssåga. Fôrete yngel er mer robuste enn lite svømmedyktige, ufôrete yngel, som også krever utsettsområder med lave vannhastigheter og stor tilgang til gode skjulområder. Tidsvinduet for utsettinger av fôret yngel er også kort, og ved vanntemperaturer over ti grader er det kun snakk om dager der yngel vil være klar for utsetting. Det anbefales derfor at framtidige utsettinger av tidligstadier i Røssåga i større grad skjer i form av fôret yngel. Ved framtidige utsettinger av fôret yngel bør settefiskene i størst mulig grad spres over store deler av elvestrengen, og ikke utelukkende i de mest produktive oppvekstområdene i tiltaksområdet. Ut fra foreliggende kunnskap er det ikke mulig å vurdere hvorvidt godt det gode tilslaget på utsettinger av fôret yngel skyldes utsettingsstadium eller utsettingssted. Ved å sette ut deler av utsettingsmaterialet i midtre og nedre deler av Røssåga, vil man få et bedre grunnlag for å vurdere om fôret yngel kan gi bra tilslag også i antatt dårligere oppvekstområder.

Voksenfisk

Blant tilbakevandrende laks i Røssåga som har opphav fra genbankanlegget på Bjerka, er det en klar dominans av fisk som har blitt utsatt i smoltstadiet eller parrstadiet. I løpet av undersøkelsesperioden er det analysert i alt 348 skjellprøver og 203 otolittprøver fra voksenfisk. Andel utsatt fisk i dette prøvematerialet har variert fra 7,5 % (2017) til 40 % (2020), med en gjennomsnittlig andel utsatt fisk på 22 %. Av alle sikre utsatte individer i det analyserte voksenfiskmaterialet, er det bare én av laksene som med stor sannsynlighet er satt ut som årsyngel. Denne fisken ble fanget i 2018. Minimal gjenfangst av fisk utsatt som årsyngel styrker teorien om at tilslaget hos utsatt ufôret årsyngel i Røssåga har vært svært dårlig. I og med at mer enn 20 % av alle fangete lakser er utsatt, har utsettingsaktivitetene i Røssåga hatt en betydelig positiv effekt på bestanden av voksenfisk. Følgelig anbefales det å videreføre utsettingene av laksesmolt i Røssåga.

6 Oppsummering og tilrådinger

På bakgrunn av oppnådde resultater i Røssågvassdraget i løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020, kan det trekkes noen konklusjoner om status for de sjøvandrende fiskebestandene og effekter av ulike påvirkningsfaktorer. På dette grunnlaget er det mulig å gi noen faglige tilrådinger av generell og spesifikk karakter, blant annet når det gjelder anbefalt innretning av framtidig overvåkingsprogram og hvordan aktuelle kompensasjonstiltak kan optimaliseres.

Oppsummerende konklusjoner

Elektrisk båtfiske under varierende feltforhold har vist at metoden er robust og godt egnet for ungfiskundersøkelser i lakseførende deler av Røssåga. Elektrisk båtfiske utgjør en kostnadseffektiv måte for å fange de fleste størrelsesgrupper av laks og aure, selv om årsyngel blir underrepresentert sammenlignet med eldre aldersgrupper. I løpet av undersøkelsesperioden har mes-teparten av elvestrengen mellom Sjøforsen og Røssågauren blitt undersøkt regelmessig, og det er bare korte elvestrekninger i de nedre delene som ikke har blitt undersøkt minst én gang. Resultatene fra undersøkelsesperioden viser at ungfisk av laks og aure benytter hele elvestrekningen mellom Sjøforsen og munningsområdet. Utprøving av repetert overfisking viser at det er mulig å skaffe kvantitative data om relativ forekomst av ungfisk, i tillegg til mer kvalitative data som artssammensetning, aldersfordeling og lengdefordeling.

Strandnært elektrisk fiske har vist seg å fungere svært godt for å skaffe tilfredsstillende data fra ungfisksamfunnet i Leirelva. Den totale dominansen av årsyngel i fangstene i Leirelva tyder på at sidevassdraget har en spesielt viktig funksjon som oppvekstområde for laks og sjøaure. Denne vurderingen underbygges av resultater fra gytefisktellinger, som viser høyere forekomst og tetthet av gytefisk i Leirelva enn i Røssåga. Tilsvarende viser komparative analyser av fangst-data fra Leirelva og Røssåga at det er store forskjeller i alderssammensetningen i de to vassdragsavsnittene. Forskjellene kan trolig til en viss grad kan forklares ut fra metodiske forhold. Imidlertid viser en komparativ analyse av Røssåga, Namsen, Gaula og Orkla, at det svært lave innslaget av årsyngel i Røssåga skiller seg kraftig fra andre undersøkte laksevassdrag. Uforholdsmessig høy forekomst av eldre laksunger sammenlignet med laksyngel i Røssåga, antyder at det skjer en forflytning av ungfisk fra Leirelva til Røssåga i løpet av ungfiskstadiet.

I løpet av undersøkelsesperioden ble det fanget ungfisk av laks og aure i alle deler av Røssåga mellom Sjøforsen og Røssågauren. De største forekomstene av laksunger ble funnet mellom Sjøforsen og Leirelva. Det aller beste vassdragsavsnittet var mellom Svartåga og Olderneset, der det ble funnet jevnt over gode forekomster av laksunger på alle undersøkte stasjoner. I de nedre delene av Røssåga ble det fanget mest laksunger i vassdragsavsnittet mellom Storbekken og Langbekken, og det var jevnt nedadgående fangster i de to avsnittene nedstrøms Langbekken. De største forekomstene av aureunger ble funnet mellom Svartåga og Leirelva. I likhet med lakseforekomst var høyeste aureforekomst i de nedre delene mellom Storbekken og Langbekken. Det var noen klare forskjeller i forekomstene av aure og laks. For det første var tiltaksområdet mellom Sjøforsen og Svartåga det dårligste vassdragsavsnittet med hensyn til forekomst av aureunger. For det andre var det langt større forekomster av aure enn laks i de nedre delene av Røssåga.

Etter grundige kartlegginger av habitatforholdene i tiltaksområdet nedstrøms Sjøforsen i 2016, 2018 og 2020, er teoretisk produksjonsevne i tiltaksområdet beregnet å være i størrelsesorden 1 600-2 400 laksesmolt. Ut fra en estimert middelvei på om lag 2 000 laksesmolt og et permanent vanndekt areal på 47 000 m², er gjennomsnittlig tetthet i tiltaksområdet om lag 4,3 laksesmolt per 100 m². Dette er en middels høy smolttetthet sammenlignet med tidligere beregninger i en rekke norske laksevassdrag i forbindelse med fastsettelse av gytebestandsmål. De estimerte smolttetthetene i tiltaksområdet er lavere enn tetthetsestimatene som er gjort i Numedalslågen, Mandalsvassdraget, Orklavassdraget, Gaulavassdraget, Vefsnvassdraget og Altavassdraget, men noe høyere enn i flere store nordnorske laksevassdrag som Målselvvassdraget, Reisavassdraget, Tanavassdraget og Neidenvassdraget.

På grunn av mangelfullt datagrunnlag er det ikke mulig å lage presise estimater for samlet smoltproduksjon i Røssåga. Imidlertid kan det gjøres grove kalkyler ut fra fysiske habitatparametere som vannhastighet og substratforhold. Med hensyn til teoretisk produksjonsevne er det naturlig å dele elva inn i fire hovedavsnitt: Sjøforsen-Svartåga (høy), Svartåga-Leirelva (middels høy), Leirelva-Storbekken (lav) og Storbekken-Røssågauren (svært lav). Ut fra tilordnete tettheter av laksesmolt er den teoretiske produksjonsevnen i Røssåga i størrelsesorden 11 000-20 000 laksesmolt. Dette tilsvarer gjennomsnittlige tettheter på 0,6-1,1 laksesmolt per 100 m², noe som er svært lavt sammenlignet med andre laksevassdrag. Hovedgrunnen til de lave estimatene er at mesteparten av Røssåga er vurdert å ha svært lav teoretisk produksjonsevne. Siden de lavproduktive delene utgjør om lag 67 % av vanddekt areal, vil det gjøre store utslag på gjennomsnittlige smolttettheter om disse områdene er mer produktive enn det som er lagt til grunn i estimatene.

I tillegg til laksefisk var det et betydelig innslag av skrubbe i fangstene under elektrisk båtfiske i Røssåga. Skrubbe ble fanget i alle vassdragsavsnitt mellom Sjøforsen og Røssågauren, og de største mengdene ble fanget i områdene oppstrøms Leirelva. Relativt sett var det likevel mer skrubbe i de nederste vassdragsavsnittene, der skrubbe dominerte fiskesamfunnet sammen med trepigget stingsild. Det var en kraftig overvekt av små individer i skrubbefangstene, og mer enn 88 % av skrubbene var mindre enn ti centimeter. Den observerte lengdefordelingen i Røssåga kan forklares ut fra livshistorien til skrubbe, der gyting skjer i saltvann og ungfiskstadiet tilbringes i ferskvann eller i brakkvann. I sommerhalvåret finnes ikke kjønnsmodne individer i ferskvann, noe som forklarer det svært lave innslaget av store individer da undersøkelser ble gjennomført i månedene august og september.

Vannføringen i Leirelva er sterkt påvirket som følge av overføringer av vann i forbindelse med etablering av Kjensvatn kraftverk og Rana kraftverk. Vannføringen er redusert med om lag 60 % oppstrøms Bjerka kraftverk, noe som utgjør omtrent halvparten av lakseførende strekning i Leirelva. Nedstrøms Bjerka kraftverk er vannføringen redusert med rundt 40 %. Ut fra ungfiskundersøkelsene kan det se ut som om laks i større grad enn aure benytter områdene nedstrøms Bjerka kraftverk som gyte- og oppvekstområde. Det er usikkert i hvor stor grad dette skyldes mest omfattende fraføring av vann fra øvre deler av Leirelva. I tilknytning til Bjerka kraftverk er det etablert flere terskler i elveløpet. Formålet med slike terskler i regulerte elver er å opprettholde et permanent vanddekt areal etter at vannmengdene er redusert. Som følge av endringer i fysiske habitatforhold har det trolig skjedd en forskyvning fra laks til aure i områder med fraføring av vann og terskelbygging.

Tørrlegging av forbygninger ved vannføringer mellom 60 og 30 m³/s er en kjent problemstilling når lave vannføringer sammenfaller med lavt tidevann. Ifølge tidligere fiskebiologiske undersøkelser blir store deler av godt egnet oppvekstareal for ungfisk tørrlagt i perioder med redusert driftsvannføring og fjære sjø. De gode oppvekstområdene som blir tørrlagt er primært i tilknytning til forbygninger. Ved lavvannføringer og fjære sjø vil de viktige skjulområdene i forbygningene i stor grad tørrlegges. I Røssåga skjer vannføringsreduksjoner fra 60 til 30 m³/s gradvis, med en reduksjon på 7,5 m³/s i løpet av 15 minutter. Dette vil si at elveforbygningene helt eller delvis blir tørrlagte i løpet av 60 minutter. Ungfisk vil strande i bunnen av forbygningene dersom de ikke har forflytningsmuligheter. Det er usikkert i hvor stor grad stranding i forbygninger er et problem ved nedkjøring av det nye kraftverket. I forbindelse med strandært elektrisk fiske i tiltaksområdet er det registrert stranding av årsyngel i små avsnørte dammer oppstrøms Svartåga, ved vannføringer ned mot 30 m³/s. Det er flere områder i elveløpet som blir tørrlagte ved vannføringer ned mot 30 m³/s, men hvorvidt dette er et problem i disse områdene er ikke undersøkt.

Det er overveiende sannsynlig at mange år med *Gyrodactylus*-smitte, etterfulgt av to kjemiske behandlinger med rotenon, har medført en kraftig reduksjon i de lokale bestandene av laks og sjøaure. Negative effekter av smitte og utryddingstiltak har kommet på toppen av alle andre påvirkningsfaktorer, slik at omfanget av sumeffekter og samlet belastning på fiskesamfunnet har vært betydelig. På grunn av det store negative potensialet for påvirkningsfaktorene, er det vanskelig å isolere effekter fra den enkelte påvirkningsfaktoren. Videre er det usikkert i hvor stor grad kombinasjonen av vassdragsregulering, *Gyrodactylus*-smitte og kjemisk behandling, har påvirket den genetiske sammensetningen hos bestandene av laks og sjøaure i Røssåga og Leirelva. Gitt at det har skjedd større genetiske endringer, forsterket av innblanding av rømt oppdrettsfisk, kan dette være en del av forklaringen til dårlig bestandsstatus i de senere år.

I forbindelse med strandnært elektrisk fiske i tiltaksområdet har det blitt avdekket at det har vært bedrevet omfattende snødeponering i elveleiet. Store mengder strøsand fra snødeponeringen er lagt opp langs det nyrestaurerte elveløpet. Det er ukjent i hvor stor grad snømassene fra industriområdet ved Sjøforsløpet er forurenset. Tilførsel av finmasser er i seg selv svært uheldig for de gjennomførte habitattiltakene, siden hulrom under og mellom steiner blir tettet og skjulplasser for laks og aureunger dermed går tapt. Deponering av sandholdige snømasser har etter vår vurdering langt på vei nullt ut de positive effektene av de gjennomførte habitattiltak i tiltaksområdet ved Sjøforsen. Det er derfor behov for å gjennomføre tiltak for å hindre ytterligere tilføring av finsubstrat, samt vurderes hvilke kompensasjonstiltak som kan iverksettes for å avbøte denne formen for habitatdegradering.

Anbefalinger

I og med at bestandsstatus for laks og sjøaure ikke er stabilisert etter gjennomførte utryddingstiltak i 2003 og 2004, er det behov for å ha et undersøkelsesprogram som overvåker bestandsstatus og evaluerer effektene av gjennomførte kompensasjonstiltak. I et framtidig overvåkingsprogram anbefales en kombinasjon av flere tilgjengelige undersøkelsesmetoder, for å kartlegge endringer i fysisk habitat og utvikling i ungfiskbestander og gytefiskbestander. Strandnært elektrisk fiske har vist seg å fungere svært godt i Leirelva, og anbefales videreført med en lignende innretning i framtidige ungfiskundersøkelser. På grunn av svært store habitatforskjeller innenfor sidevassdraget, er det nødvendig å ha et tilstrekkelig stort, fast stasjonsnett. Elektrisk båtfiske har vist seg å fungere godt, og anbefales videreført i framtidige ungfiskundersøkelser i Røssåga. Basert på oppnådde erfaringer i perioden 2016-2020 kan det etableres et fast stasjonsnett som undersøkes hvert år. Ut over å ha god dekningsgrad på hele strekningen mellom Sjøforsen og Røssågauren, er det viktig å ha spesielt god dekning på elvestrekningen mellom Sjøforsen og Leirelva.

Det er behov for enda mer systematisk uttesting av elektrisk båtfiske som undersøkelsesmetode i Røssåga. Hovedformålet med uttestingen er å skaffe bedre kvantitative data i tid og rom, samt at man kan innrette undersøkelsene på en mest mulig optimal måte. De oppnådde erfaringene fra perioden 2016-2020 viser at det er mulig å beregne fangbarhet ved hjelp av repetert overfisking av samme stasjon. For å få et bedre grunnlag for å vurdere fangbarhet i ulike habitattyper, anbefales det at man gjennomfører repetert overfiske på et utvalg av stasjonene i det faste stasjonsnettet. Med grunnlag i fangbarhetsestimater fra de viktigste områdetypene i hovedelva, er det mulig å gjøre grove estimater av relativ forekomst og omtrentlig tetthet av ungfisk i de ulike delene av Røssåga. For å finne årsaken til de store forskjellene i fangster i lys og mørke i de nedre delene, anbefaler vi å gjennomføre undersøkelser på noen stasjoner i samme tidevannsfase på dagtid og nattetid. Dersom det viser seg at habitatbruk hos ungfisk er vesentlig forskjellig gjennom døgnet, bør det gjøres en vurdering av hvilket tidspunkt i løpet av døgnet de nederste stasjonene bør undersøkes med elektrisk båtfiske.

For å få bedre innsikt i hvorvidt det skjer en vesentlig nedvandring av laksunger fra Leirelva til Røssåga, er det nødvendig å gjennomføre et merkeprogram for laksunger fanget i Leirelva. I og med at eventuell nedvandring trolig skjer tidlig i ungfiskstadiet, må det benyttes en merkemethode som er egnet for svært små fisk. Den mest kostnadseffektive merkemethoden er å benytte små PIT-sendere, som kan implanteres i bukhulen på laksunger eldre enn årsyngel (lakseparr). Et eventuelt merkeprogram i Leirelva bør foregå i hele neste undersøkelsesperiode, slik at det er mulig å merke et tilstrekkelig høyt antall laksunger, til at man får en del gjenfangster av nedvandrende laksunger i Røssåga. Basert på oppnådde erfaringer fra Leirelva og Røssåga i perioden 2016-2020, er det mulig å modellere hvor mange laksunger som må PIT-merkes og sjekkes for PIT-merking. Siden resultatene fra strandnært elektrisk fiske i Leirelva tilsier at det er lav forekomst av lakseparr på de fleste stasjonene i eksisterende stasjonsnett, anbefales et kvalitativt elektrisk fiske på litt større arealer i områder med brukbar forekomst av lakseparr.

Ut fra funn av merkeandeler hos ulike stadier av ungfisk satt ut i undersøkelsesperioden anbefales det å endre utsettingene fra ufôrete til fôrete stadier av årsyngel, da det i Røssåga ser ut som om fôrete stadier har bedre tilslag enn ufôrete. Det er ønskelig at utsettinger av fôrete laksunger spres i elveløpet, slik at en får avdekket om det økte tilslaget skyldes at fisken er satt ut i Sjøforsløpet, eller om utsettinger på andre steder i Røssåga vil gi like godt tilslag. Om en skal fortsette med utsettinger av ufôrete laksunger må en sørge for god temperaturstyring i anlegget og samtidig ha gode data på utvikling hos larvene fra klekking til de er klare for å starte eksogent næringsopptak. I gjennomsnitt stammer om lag en femtedel av voksenfisken som er fanget i Røssåga de siste årene fra utsettinger av smolt. Det anbefales derfor å også fortsette med smoltutsettinger inntil en ser hvordan utsettinger av fôrete yngel påvirker bestandene av voksenfisk.

Det anbefales at man inntil videre fortsetter å benytte Alizarin som merkemethode på utsettingsmaterialet i Røssåga, inntil det er etablert en ny og bedre sporingsmetode for utsatt fisk. Vår anbefaling er at man så snart som praktisk mulig går over til bruk av genetiske metoder for sporing av utsatt fisk. En sentral forutsetning for bruk av genetiske metoder er at det gjennomføres genetiske analyser av all stamfisk som skal benyttes i videre produksjon av ulike utsettingsstadier av laks. Et første trinn er å ta vevsprøver fra all stamfisk som benyttes til videre produksjon i genbanken på Bjerka. Man vil på dette grunnlag ha gode forutsetninger for å starte familiesporing av utsettingsmaterialet i Røssåga og Leirelva i tida framover. En tilleggsgevinst som genetisk sporing har foran kjemisk og fysisk merking, er at genetisk sporing også gir mulighet til å vurdere hvilke genetiske effekter utsettinger av laks har på laksebestanden i Røssågassdraget.

Som et sentralt verktøy i overvåkingen av bestandssituasjonen hos laks og sjøaure i Røssågavassdraget, er det viktig å ha gode metoder for å overvåke bestandsutviklingen hos voksenfisk. Fangstregistreringer alene er ikke tilstrekkelig for å kunne fange opp bestandsendringer, siden det kan være store årlige variasjoner i rapporteringsgrad og beskatningsrate. Det anbefales derfor at man viderefører gytefisktellinger i Røssåga og Leirelva. Undersøkelsene bør inkludere alle de antatt viktigste gyteområdene i vassdraget; det vil si Røssåga mellom Sjøforsen og Leirelva, samt de midtre og de nedre delene av Leirelva. I den grad det er mulig er det også ønskelig å inkludere de øvre delene av Leirelva. I forbindelse med framtidige gytefiskundersøkelser i Røssåga bør disse fortrinnsvis gjennomføres når vannføringene er lavere enn 60 m³/s. Dette vannføringskravet er for å få best mulig presisjon på gytefisktellningene, ved at det er gunstige forhold med hensyn til vannhastigheter og vanddybde.

For å sikre en langvarig og positiv effekt av habitattiltakene i tiltaksområdet, er det behov for å stanse alle inngrep som medfører habitatdegradering. Det er viktig å hindre ytterligere deponering av finsubstrat fra industriområdet. Videre bør det utredes om det fortsatt finnes finfraksjoner i den nye kraftverkstunnelen, og om det i så fall er mulig å fjerne disse i forbindelse med stans i kraftverket. I tillegg er det nødvendig å gjennomføre ulike former for vedlikeholdsarbeid i tiltaksområdet. På strekningen like nedstrøms tiltaksområdet bør det vurderes supplerende restaureringstiltak, siden dette elveavsnittet synes å ha et betydelig potensial som gyte- og oppvekstområde for laks og sjøaure. En aktuell mulighet er utsortering av finsedimenter etter samme modell som er benyttet i to tiltaksområder i Eira i Møre og Romsdal.

Det er ønskelig med mest mulig vann i elveløpet for at effekten av habitattiltakene skal ha en viss varighet. Gitt tilstrekkelige vannmengder og den forholdsvis bratte gradienten i tiltaksområdet, kan det forventes at habitattiltak vil ha en mer langvarig, positiv effekt på produksjonsforholdene for sjøvandrende laksefisk på strekningen. Det er også mulig med ytterligere forbedring av habitatene for ungfisk og voksenfisk i andre områder av Røssåga, ved å benytte noen av de habitatforbedrende tiltakene som er skissert i denne rapporten. Det er store områder i Røssåga som er svært ensartete, både med tanke på bunnsubstrat og elveklasse. Det vil derfor gi en positiv effekt for laksefisk og øvrige deler av fiskesamfunnet i vassdraget, med en økning i den hydromorfologiske og substratmessige variasjonen i de ulike delene av vassdraget.

I og med at det er klare indikasjoner på at gassovermetning nedstrøms det nye kraftverket i perioder kan være et problem for ungfisk, anbefales et overvåkingsopplegg for gassinnholdet i utløpsvannet fra Nye Nedre Røssåga kraftverk. Siden det er nitrogen som i første rekke medfører gassblæresyke hos fisk, anbefales det spesielt fokus på nitrogeninnholdet i utløpsvannet fra kraftverket. Overvåkingen bør gjennomføres mest mulig regelmessig, for å kunne fange opp eventuelle variasjoner som følge av varierende tapperegime og kraftverksdrift. I den grad det er praktisk mulig bør det etableres flere målestasjoner mellom Sjøforsen og Svartågå, som utfører kontinuerlig logging av nitrogeninnhold og andre aktuelle gasser. En mulighet er å benytte varighetsloggere som overvåker gassmetningsnivået i tiltaksområdet, etter samme modell som tidligere er benyttet i blant annet Otra, Nidelva, Modalselva, Matreelva, Vosso, Ekso og Vetlefjordselva.

7 Referanser

- Adams, J.N. & Beschta, R.L. 1980. Gravel bed composition in Oregon coastal streams. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37, 1514-1521.
- Anonym 2010. Status for norske laksebestander i 2010. VRL-rapport nr. 2. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning.
- Anonym 2011a. Innstilling fra utvalg om kultivering av anadrom laksefisk. DN-utredning 11-2011. Direktoratet for naturforvaltning.
- Anonym 2011b. Oppdatering - Risikovurdering miljøvirkninger av norsk fiskeoppdrett 2011. Fisken og havet, særnummer 3-2011. Havforskningsinstituttet.
- Anonym 2014. Handlingsplan mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* for perioden 2014-2016. Rapport M-288:2014. Miljødirektoratet.
- Anonym 2015. Visuell registrering av sjøvandrende laksefisk i vassdrag. NS 9456:2015. Standard Norge, Oslo.
- 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.
- Berg, M. 1964. Nord-norske lakseelver. Tanum forlag, Oslo, 298 sider.
- Berntsen, H.H., Sandlund, O.T., Ugedal, O., Thorstad, E., Fiske, P., Urdal, K., Skaala, Ø., Fjeldheim, P.T., Skoglund, H., Florø-Larsen, B., Muladal, R. & Uglem, I. 2018. Pukkellaks i Norge, 2017. NINA Rapport 1571. Norsk institutt for naturforskning.
- 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. & 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.
- 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. & Heggenes, J. 2001. Competitive interactions in young Atlantic salmon (*Salmo salar* L) and brown trout (*Salmo trutta* L) in lotic environments. *Nordic Journal of Freshwater Research* 75, 127-142.
- Bremset, G., Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. & Johnsen, B.O. 1993. Forbedring av oppvekstområder for laksefisk i Gaula. NINA Forskningsrapport 41. 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., Holthe, E., Berg, M., Museth, J., Jensås, J.G. & Ulvan, E.M. 2019a. Fiskebiologiske undersøkelser i Røssåga. Årsrapport for 2018. NINA Rapport 1558. Norsk institutt for naturforskning.

Bremset, G., Jensås, J.G., Berg, M., Havn, T.B., Bækkeli, K.A.E., Ulvan, E.M. & Jensen, A.J. 2019b. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Sluttrapport fra undersøkelsene i perioden 2014-2018. NINA Rapport 1585. 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., Museth, J., Dokk, J.G. & Holter, T. 2021. Overvåking av fiskebestander i store elver. Erfaringer med elektrisk båtfiske i norske laksevassdrag. NINA Rapport 1828. Norsk institutt for naturforskning.

Chapman, D.W. 1988. Critical review of variables used to define effects of fines in redds of large salmonids. Transactions of American Fisheries Society 117: 1-21.

Dahl, K. 1910. Alder og vekst hos laks og aure belyst ved studiet av deres skjæl. Centraltrykkeriet, Kristiania, 115 sider.

Davidson, J.G., Finstad, B., Økland, F., Thorstad, E.B., Mo, T.A. & Rikardsen, A. H. 2011. Early marine migration of European silver eel *Anguilla anguilla* in northern Norway. Journal of Fish Biology 78, 1390-1404.

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.

Forseth, T. & Forsgren, E. (red.). 2008. El-fiske metodikk. Gamle problemer og nye utfordringer. NINA Rapport 488. Norsk institutt for naturforskning.

Forseth, T. & Harby, A. (red.). 2013. Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag. NINA Temahefte 52. Norsk institutt for naturforskning.

Forseth, T., Næsje, T.F., Jensen, A.J., Saksgård, L. & Hvidsten, N.A. 1996. Ny forbitappingsventil i Alta kraftverk: Betydning for laksebestanden. NINA Oppdragsmelding 392. Norsk institutt for naturforskning.

Forseth, T., Bremset, G., Lamberg, A., Fiske, P., Wibe, H. & Øksenberg, S. 2009. Evaluering av metoder for estimat av smoltproduksjon i laks- og sjøaurebestander. NINA Rapport 489. Norsk institutt for naturforskning.

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.

Halvorsen, M. 2003. Bedre fiske i regulerte vassdrag i Nordland. Fagrapport 2002. Fylkesmannen i Nordland, miljøvern avdelingen. Rapport nr 9-2003. Fylkesmannen i Nordland.

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.

Heggenes, J., Bremset, G. & Brabrand, Å. 2010. Groundwater, critical habitats, and behaviour of Atlantic salmon, brown trout and Arctic char in streams. NINA Report 654. Norsk institutt for naturforskning.

Heggberget, T.G. 1984. Effect of supersaturated water on fish in the River Nidelva, southern Norway. *Journal of Fish Biology* 24, 65-74.

Heggberget, T.G., Haukebø, T., Mork, J. & Ståhl, G. 1988a. Temporal and spatial segregation of spawning in sympatric populations of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L. *Journal of Fish Biology* 33, 347-356.

Heggberget, T.G., L.P. Hansen & T.F. Næsje. 1988b. Within river spawning migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 45: 1691-1698.

Henke, T, Patterson, W.P. & Olafsdottir, G.A. 2020. First record of niche overlap of native European plaice (*Pleuronectes platessa*) and non-indigenous European flounder (*Platichthys flesus*) on nursery grounds in Iceland. *Aquatic Invasions* 4, 671-682.

Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Forseth, T., Jensen, A.J., Ugedal, O., Jonsson, N., Sloreid, S.E., Arnekleiv, J.V., Saltveit, S.J., Sægrov, H. & Sættem, L.M. 2007. Gytebestandsmål for laksebestander i Norge. NINA Rapport 226. Norsk institutt for naturforskning.

Hindar, K., Diserud, O.H., Hedger, R.D, Finstad, A.G., Fiske, P., Foldvik, A., Forseth, T., Forsgren, E., Kvingedal, E., Robertsen, G., Solem, Ø., Sundt-Hansen, L.E. & Ugedal, O. 2019. Vurdering av metodikk for andregenerasjons gytebestandsmål for norske laksebestander. NINA Rapport 1303. Norsk institutt for naturforskning.

Holthe, E., Bremset, G., Berg, M & Jensås, J.G. 2018. Reetablering av laks i Vefsna. Årsrapport 2017. NINA Rapport 1484. Norsk institutt for naturforskning.

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 referanse vassdrag 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.

Jensen, L. & Tesaker, E. 2009. Veileder for dimensjonering av erosjonssikringer av stein. NVE-veileder 2009-9. Norges vassdrags- og energidirektorat.

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. 2002. Utsetting av radiomerket gytelaks og spredning av laksyngel fra gyteområder i Ingdalselva, et vassdrag uten egen laksebestand. NINA Temahefte 18. Norsk institutt for naturforskning.

Johnsen, B.O., Møkkelgjerd, P.I. & Jensen, A.J. 1999. Parasitten *Gyrodactylus salaris* på laks i norske vassdrag, statusrapport ved inngangen til år 2000. NINA Oppdragsmelding 617. Norsk institutt for naturforskning.

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

Johnsen, B.O., Brabrand, Å., Jansen, P.A., Teien, H.-C. & Bremset, G. 2008b. Evaluering av bekjempelsesmetoder for *Gyrodactylus salaris*. Rapport fra ekspertgruppe. Utredning for DN 2008-7. Direktoratet for naturforvaltning.

Johnsen, B.O., Arnekleiv, J.V., Asplin, L., Barlaup, B.T., Næsje, T.F., Rosseland, B.O. & Saltveit, S.J. 2010a. 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. 2010b. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Surna. Årsrapport 2008 og 2009. NINA Rapport 511. Norsk institutt for naturforskning.

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. 2013. Nedre Røssåga II - utvidelse av produksjon. Vurdering av effekter for fiskebestandene. Ferskvannsbiologen Rapport 2013-08. Ferskvannsbiologen AS.

Kanstad-Hanssen, Ø. 2017. Resultater fra drivtelling i Røssåga og Leirelva i 2016. Notat utarbeidet av Ferskvannsbiologen AS.

Kanstad-Hanssen, Ø. & Lamberg, A. 2016. Overvåking av laks og sjøørret i Røssåga og Ranaelva - sluttrapport for årene med reetablering, 2011-2015. Ferskvannsbiologen Rapport 2016-08. Ferskvannsbiologen AS.

Kanstad-Hanssen, Ø., Jensen, L. & Næss, T. 2015. Habitatfremmende tiltak ved Sjøforsen i Røssåga ifbm. bygging av nye Nedre Røssåga kraftverk. Ferskvannsbiologen Rapport 2015-07. Ferskvannsbiologen AS.

Karlström, Ö. 1977. Habitat selection and population densities of salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) parr in Swedish rivers with some references to human activities. Acta Universitatis Upsalensis 404, 3-12.

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 Fishes* 12, 1-59.

Louhi, P., Mäki-Petays, A. & Erkinaro, J. 2008. Spawning habitat of Atlantic salmon and brown trout: General criteria and intragravel factors. *River Research and Applications* 24, 330-339.

Lund, R.A. 1996. Beskatning, fangstselektivitet og utøvelse av fisket i Namsen og Årgårds-vassdraget. NINA Oppdragsmelding 458. Norsk institutt for naturforskning.

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.

Lea, E. 1910. On the methods used in the herring investigations. *Publications de Circonstance Conseil Permanent International pour L'Exploration de la Mer* 53, 7-174.

Metcalf, N.B., Fraser, N.H.C. & Burns, M.D. 1998. State-dependent shifts between nocturnal and diurnal activity in salmon. *Proceedings of the Royal Society of London Series B* 265, 1503-1507.

Moen, V. 2000. Bademerking av øyerogn – effekter på laks satt ut i vassdrag som øyerogn og plommeseekyngel. VESO rapport nr. 2000-01. Veterinærmedisinsk oppdragscenter.

Moen, V., Holthe, E. & Hokseggen, T. 2011. Gruppemerking av laksefisk på øyerognstadiet - Veterinærinstituttets praksis og rutiner. Veterinærinstituttets rapportserie 1-2011. Veterinærinstituttet i Trondheim.

Moen, V., Bahr, G. & Finne, T-E. 2020. Tungmetaller i slam nedstrøms dam i Namsvatnet. Veterinærinstituttets rapportserie 26-2020. Veterinærinstituttet i Trondheim.

Moir, H.J., Soulsby, C. & Youngson, A.F. 2002. Hydraulic and sedimentary controls on the availability and use of Atlantic salmon (*Salmo salar*) spawning habitat in the River Dee system, north-east Scotland. *Geomorphology* 45, 291-308.

Moran, P.A.P. 1951. A mathematical theory of animal trapping. *Biometrika* 38, 307-311.

Nelson, R.W., Dwyer, J.R. & Greenberg, W.E. 1987. Regulated flushing in a gravel-bed river for channel habitat maintenance: A Trinity river fisheries case study. *Environmental Management* 11, 479-493.

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

Pulg, U., Isaksen, T.E., Velle, G., Stranzl, S., Espedal, E.O., Vollset, K.W., Bye-Ingebrigtsen, E. & Barlaup, B.T. 2018a. Gassovermetning i vassdrag – en kunnskapsoppsummering. LFI rapport nr. 312. NORCE AS.

Pulg, U., Barlaup, B.T., Skoglund, H., Velle, G., Gabrielsen, S-E., Stranzl, S., Olsen, E.E., Lehmann, B.G., Wiers, T., Skår, B., Nordmann, E., Fjeldstad, H-P. & Kroglund, F. 2018b. Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø. God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. LFI rapport nr. 296. NORCE AS.

Pulg, U., Stranzl, S., Espedal, E.O., Gabrielsen S-E., Postler, C., Ugedal, O., Jensås, G.J., Bremset, G., Fjeldstad H-P., Alfredsen, K. 2020. Effektivitet og kost-nytte forhold av miljøtiltak i vassdrag. LFI rapport nr. 360. NORCE AS.

Reiser, D.W., Ramey, M.P., Beck, S., Lambert, T.R. & Geary, R.G. 1989. Flushing flow recommendations for maintenance of salmonid spawning gravels in a steep regulated stream. *Regulated Rivers: Research and Management* 3, 267-275.

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bulletins of the Fisheries Research Board of Canada* 191, 382 sider.

Robertsen, G., Ugedal, O., Ulvan, E.M., Fiske, P., Karlsson, S., Næsje, T., Rognes, T., Krogdahl, R., Spets, M., Tønder, T.S. & Solem, Ø. 2021. Genetisk kartlegging av kjønn hos laks fra skjellprøver innsamlet ved sportsfiske. NINA Rapport 1955. Norsk institutt for naturforskning

Rosseland, B.O. 1999. Vannkvalitetens betydning for fiskehelsen. I *Fiskehelse og fiskesykdommer* (Poppe, T., red.). Universitetsforlaget, Oslo.

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., 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.

Sandlund, O.T., Berntsen, H.H., Fiske, P., Kuusela, J., Muladal, R., Niemelä, E., Uglem, I., Forseth, T., Mo, T.A., Thorstad, E.B., Veselov, A.E., Vollset, K.W. & Zubchenko, A.V. 2019. Pink salmon in Norway: the reluctant invader. *Biological Invasions* 21, 1033-1054.

Sear, D.A. 1993. Fine sediment infiltration into gravel spawning beds within a regulated river experiencing floods: ecological implications for salmonids. *Regulated rivers: Research & Management* 8, 373-390.

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

Solem, Ø., Bergan, M.A., Jensås, J.G., Borgos, T., Rognes, T. & Ulvan, E.M. 2020b. Ungfiskundersøkelser i Gaulavassdraget, Årsrapport 2019. NINA Rapport 1765. Norsk institutt for naturforskning.

Solem, Ø., Ulvan, E.M., Lamberg, A., Foldvik, A., Sundt-Hansen, L.E., Havn, T.B., Lamberg, A., Forseth, T., Jensås, J.G., Krogdahl, R. & Holthe, E. 2021. Fiskebiologiske undersøkelser og tiltak i Orklavassdraget. Årsrapport 2021. NINA Rapport 1953. Norsk institutt for naturforskning.

Sæterbø, E., Syvertsen, L. & Tesaker, E. 1998. Vassdragshåndboka. Håndbok i forbygningsteknikk og vassdragsmiljø. Tapir forlag, Trondheim, 409 sider.

Thorstad, E.B., Kroglund, F., Økland, F. & Heggberget, T.G. 1997. Vurdering av luftovermetning, trefiberutslipp og oppvandring av laks ved Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder. NINA Oppdragsmelding 494. Norsk institutt for naturforskning.

Thorstad, E.B., Fiske, P., Staldvik, F. & Økland, F. 2011. Beskatning og bestandsstørrelse av laks i Namsenvassdraget 2010. NINA Rapport 747. Norsk institutt for naturforskning.

Ugedal, O., Berger, H.M., Larsen, B.M. & Hoem, S.A. 2004. En vurdering av produksjonspotensialet for anadrom fisk i Kvina. NINA Oppdragsmelding 822. Norsk institutt for naturforskning.

Ugedal, O., Larsen, B.M., Forseth, T. & Johnsen, B.O. 2006. Produksjonspotensial for laks i Mandalselva og vurdering av tap som følge av kraftutbygging. NINA Rapport 146. Norsk institutt for naturforskning.

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.

Witzel, L.D. & MacCrimmon, H.R. 1981. Role of gravel substrate on ova survival and alevin emergence of rainbow trout, *Salmo gairdneri*. Canadian Journal of Zoology 59, 629-636.

Youngs, W.D. & Robson, D.S. 1978. Estimation of population number and mortality rates. I Methods for assessment of fish productions in fresh water (Bagenal, T.B., red.). Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. Journal of Wildlife Management 22, 82-90.

Aarestrup, K., Økland, F., Hansen, M.M., Righton, D., Gargan, P., Castonguay, M., Bernatchez, L., Howey, P., Sparholt, H., Pedersen, M.I. & McKinley, R.S. 2009. Oceanic spawning migration of the European eel (*Anguilla anguilla*). Science Letter 325, 1660.

8 Vedlegg

8.1 Vedleggstabeller

Vedleggstabell 1. Organisering av mesohabitat i elveklasser. Grunnlaget for tabellen er hentet fra en tiltaksplan utarbeidet for Gaularvassdraget i Sogn og Fjordane (Bremset mfl. 2007). En nærmere beskrivelse av mesohabitatene er gitt i metodekapitlet (**taTabell 2**).

Type	Elveklasse	Beskrivelse	Mesohabitat
1	Høl	Dette er områder som laksefiskere kaller kulper eller høler. Elveklassen inkluderer dype høler med lav vannhastighet, men også dype, kulpliknende renner med høy vannhastighet	B1 C
2	Dypt strykområde	Dette er dype elveområder med høy vannhastighet som forekommer i bratte og smale partier av elva	A E G1
3	Strykområde	Dette er hva de fleste vil oppfatte som et stryk. Relativt grunt område med høy vannhastighet og bølger i overflaten	F G2
4	Glattstrøm	Dette er grunne elveområder med ganske høy vannhastighet, men en glattstrøm har glattere vannoverflate enn et strykområde	B2
5	Gruntområde	Dette er grunne elveområder som har lav vannhastighet	D H

Vedleggstabell 2. Oversikt over hvilke stasjoner i Røssåga som har blitt undersøkt det enkelte år i løpet av undersøkelsesperioden 2016-2020. Stasjonene 1-3 ligger i området mellom Sjøforsen og Svartåga, stasjonene 4-10 ligger i området mellom Svartåga og Olderneset, stasjonene 11-14 ligger i området mellom Olderneset og Leirelva, stasjonene 15-19 ligger i området mellom Leirelva og Storbekken, stasjonene 20-23 ligger i området mellom Storbekken og Langbekken, stasjonene 24-26 ligger i området mellom Langbekken og jernbanebrua, og stasjonene 27-29 ligger i området mellom jernbanebrua og Røssågauren (jf. oversikt i **fFigur 4**).

Stasjon	Områdebeskrivelse	2016	2017	2018	2019	2020
1	Høyre side av tiltaksområde	x	x	x	x	x
2	Midtre del av tiltaksområde		x	x	x	
3	Venstre side av tiltaksområde	x	x			x
4	Venstre side nedstrøms Svartåga	x	x	x	x	x
5	Venstre side ved Korgen camping	x	x	x		x
6	Høyre side ved Korgen camping	x	x			x
7	Høyre side nedstrøms Korgen camping	x	x	x	x	x
8	Midtparti nedstrøms Korgen camping	x				
9	Venstre side nedstrøms Korgen camping		x	x	x	
10	Høyre side oppstrøms Olderneset		x			x
11	Venstre side nedstrøms Olderneset	x	x	x	x	x
12	Høyre side nedstrøms Olderneset					x
13	Venstre side oppstrøms Leirelva			x		
14	Høyre side oppstrøms Leirelva	x	x	x	x	x
15	Midtparti nedstrøms Leirelva	x		x		
16	Venstre side nedstrøms Leirelva				x	x
17	Venstre side oppstrøms Hellbekken				x	x
18	Venstre side nedstrøms Hellbekken		x			x
19	Venstre side ved Vekthaugen		x	x	x	
20	Høyre side ved Hundbekken					x
21	Venstre side ved Engesmoen	x				x
22	Høyre side ved Tørrbakken		x		x	
23	Venstre side oppstrøms Solbakken					x
24	Venstre side ved Mellingsjorda	x	x			x
25	Høyre side ved Stormoen		x	x		
26	Høyre side ved jernbanebru					x
27	Venstre side nedstrøms jernbanebru		x	x		
28	Høyre side ved Utimoen		x	x	x	x
29	Venstre side ved Røssågauren			x	x	x

Vedleggstabell 3. Lokalisering (UTM-koordinater) av tolv stasjoner i Røssåga der det ble gjennomført elektrisk båtfiske i september 2016. Lengde på undersøkt område (meter) og fisketid (sekunder) er oppgitt for hvert longisekt. Det ble gjennomført repetert overfisking på stasjon tre og stasjon ni, slik at samlet fisketid på disse stasjonene ble noe høyere enn på stasjoner med bare én gangs overfisking.

Stasjon (nummer)	Posisjon (UTM-koordinater)	Lengde (meter)	Fisketid (sekunder)
1	33 W 446851 7328144	770	850
2	33 W 446824 7328135	690	350
3	33 W 446666 7328594	640	1 756
4	33 W 447156 7328740	410	901
5	33 W 447333 7328665	560	467
6	33 W 447761 7328853	680	450
7	33 W 447684 7328875	650	578
8	33 W 446587 7329071	230	307
9	33 W 447029 7329647	130	1 022
10	33 W 446519 7330099	210	144
11	33 W 445982 7332749	430	500
12	33 W 445849 7334658	420	475
Sum alle undersøkte stasjoner		5 820	7 800

Vedleggstabell 4. Fangst av ungfisk av laks og aure under elektrisk båtfiske på tolv stasjoner i Røssåga i september 2016. Fangsten er oppgitt som antall fangete fisk, fangst per minutt og fangst per 100 meter elvestrekning. På stasjon tre og stasjon ni ble det gjennomført repetert overfisking, slik at samlet fisketid ble en del høyere enn på de øvrige stasjoner med bare én gangs overfisking. Samlet fiskestrekning på de 12 stasjonene var om lag 5 800 meter, og samlet fisketid var om lag 130 minutter (se **Vedleggstabell 3** for flere detaljer).

Stasjon	Antall fangete fisk		Fangst per minutt		Fangst per 100 meter	
	Laks	Aure	Laks	Aure	Laks	Aure
1	38	1	2,68	0,07	4,94	0,13
2	16	3	2,74	0,51	2,32	0,43
3	61	28	2,08	0,96	9,53	4,38
4	87	82	5,79	5,46	21,22	20,00
5	26	70	3,34	8,99	4,64	12,50
6	17	38	2,27	5,07	2,50	5,59
7	30	14	3,11	1,45	4,62	2,15
8	21	27	4,10	5,28	9,13	11,74
9	21	78	1,23	4,58	16,15	60,00
10	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
11	28	19	3,36	2,28	6,51	4,42
12	3	5	0,38	0,63	0,71	1,19
Sum alle	348	365	2,68	2,81	5,98	6,27

Vedleggstabell 5. Lokalisering (UTM-koordinater) av 18 stasjoner i Røssåga der det ble gjennomført elektrisk båtfiske i august 2017. Lengde på undersøkt område (meter) og fisketid (sekunder) er oppgitt for hver stasjon. Det ble gjennomført repetert overfisking på fem av stasjonene (1, 2, 3, 4 og 13), mens på øvrige stasjoner var det bare én gangs overfisking.

Stasjon (nummer)	Posisjon (UTM-koordinater)	Lengde (meter)	Fisketid (sekunder)
1	33 W 446910 7328131	530	950
2	33 W 446896 7328198	320	494
3	33 W 446898 7328122	320	487
4	33 W 446664 7328623	160	1 147
5	33 W 447029 7328721	610	1 841
6	33 W 447207 7328760	710	1 751
7	33 W 447756 7328865	410	476
8	33 W 447365 7328914	260	497
9	33 W 446998 7329159	200	321
10	33 W 446614 7329065	250	1 465
11	33 W 447003 7329608	230	417
12	33 W 445671 7331426	430	622
13	33 W 445647 7332141	480	646
14	33 W 446062 7333216	160	394
15	33 W 445845 7334860	230	242
16	33 W 445977 7335079	220	216
17	33 W 445753 7336140	300	816
18	33 W 445778 7337156	680	1 075
Sum alle undersøkte stasjoner		6 500	13 857

Vedleggstabell 6. Fangst av ungfisk av laks og aure under elektrisk båtfiske på 18 stasjoner i Røssåga i august 2017. Fangsten er oppgitt som antall fangete fisk, fangst per minutt og fangst per 100 meter elvestrekning. Samlet fiskestrekning på de 18 stasjonene var om lag 6 500 meter, og samlet fisketid var om lag 230 minutter (se **Vedleggstabell 5** for flere detaljer).

Stasjon	Antall fangete fisk		Fangst per minutt		Fangst per 100 meter	
	Laks	Aure	Laks	Aure	Laks	Aure
1	27	3	1,71	0,19	5,09	0,57
2	15	2	1,82	0,24	4,69	0,63
3	13	1	1,60	0,12	4,06	0,31
4	43	35	2,25	1,83	26,88	21,88
5	23	13	0,75	0,42	3,77	2,13
6	24	37	0,82	1,27	3,38	5,21
7	22	49	2,77	6,18	5,37	11,95
8	27	28	3,26	3,38	10,38	10,77
9	24	19	4,49	3,55	12,00	9,50
10	42	41	1,72	1,68	16,80	16,40
11	8	22	1,15	3,17	3,48	9,57
12	1	1	0,10	0,10	0,23	0,23
13	6	44	0,56	4,09	1,25	9,17
14	6	32	0,91	4,87	3,75	20,00
15	2	0	0,50	0,00	0,87	0,00
16	5	10	1,39	2,78	2,27	4,55
17	3	30	0,22	2,21	1,00	10,00
18	0	22	0,00	1,23	0,00	3,24
Sum alle	291	389	1,26	1,68	4,48	5,98

Vedleggstabell 7. Lokalisering (UTM-koordinater) av 18 stasjoner i Røssåga der det ble gjennomført elektrisk båtfiske i september 2018. Lengde på undersøkt område (meter) og fisketid (sekunder) er oppgitt for hver stasjon. Det ble gjennomført repetert overfisking på fire av stasjonene (2, 3, 8 og 10), mens på øvrige stasjoner var det bare én gangs overfisking.

Stasjon (nummer)	Posisjon (UTM-koordinater)	Lengde (meter)	Fisketid (sekunder)
1	33 W 446916 7328129	345	889
2	33 W 446913 7328152	290	505
3	33 W 446983 7328443	445	310
4	33 W 446670 7328602	440	448
5	33 W 447219 7328757	440	440
6	33 W 447677 7328599	445	564
7	33 W 447418 7328897	500	562
8	33 W 446584 7329081	355	1 152
9	33 W 446664 7329605	340	399
10	33 W 447050 7329674	410	1 636
11	33 W 446557 7329994	560	429
12	33 W 445726 7331358	225	662
13	33 W 445637 7332085	300	374
14	33 W 446051 7333211	290	307
15	33 W 445978 7335106	345	407
16	33 W 445708 7336387	230	324
17	33 W 445645 7337280	265	373
18	33 W 445398 7338328	430	570
Sum alle undersøkte stasjoner		6 655	10 351

Vedleggstabell 8. Fangst av ungfisk av laks og aure under elektrisk båtfiske på 18 stasjoner i Røssåga i september 2018. Fangsten er oppgitt som antall fangete fisk, fangst per minutt og fangst per 100 meter elvestrekning. Samlet fiskestrekning på de 18 stasjonene var om lag 6 650 meter, og samlet fisketid var om lag 170 minutter (se flere detaljer i **Vedleggstabell 7**).

Stasjon	Antall fangete fisk		Fangst per minutt		Fangst per 100 meter	
	Laks	Aure	Laks	Aure	Laks	Aure
1	27	0	1,82	0,00	4,70	0,00
2	9	1	1,07	0,12	1,86	0,21
3	20	0	3,87	0,00	2,70	0,00
4	27	23	3,62	3,08	3,68	3,14
5	24	43	3,27	5,86	3,27	5,86
6	38	86	4,04	9,15	5,12	11,60
7	51	47	5,44	5,02	6,12	5,64
8	120	86	6,25	4,48	20,28	14,54
9	17	30	2,56	4,51	3,00	5,29
10	72	148	2,64	5,43	10,54	21,66
11	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
12	6	0	0,54	0,00	1,60	0,00
13	7	18	1,12	2,89	1,40	3,60
14	3	6	0,59	1,17	0,62	1,24
15	6	1	0,88	0,15	1,04	0,17
16	2	19	0,37	3,52	0,52	4,96
17	3	19	0,48	3,06	0,68	4,30
18	0	4	0,00	0,42	0,00	0,56
Sum alle	432	531	2,50	3,08	6,49	7,98

Vedleggstabell 9. Lokalisering (UTM-koordinater) av 17 stasjoner i Røssåga der det ble gjennomført elektrisk båtfiske i august 2019. Lengde på undersøkt område (meter) og fisketid (sekunder) er oppgitt for hver stasjon. Det ble gjennomført repetert overfisking på tre av stasjonene (1, 2 og 9), mens på øvrige stasjoner var det bare én gangs overfisking. På stasjonene 10, 13 og 14 ble det fisket både på dagtid og nattestid.

Stasjon (nummer)	Posisjon (UTM-koordinater)	Lengde (meter)	Fisketid (sekunder)
1	33 W 446927 7328124	340	686
2	33 W 446898 7328127	330	479
3	33 W 446972 7328451	410	203
4	33 W 446672 7328612	595	926
5	33 W 447801 7328765	310	364
6	33 W 447494 7328961	360	494
7	33 W 447445 7328892	310	371
8	33 W 446571 7329100	330	381
9	33 W 447031 7329642	270	1 045
10	33 W 446482 7330076	265	234
11	33 W 445844 7330819	310	343
12	33 W 445643 7332113	380	460
13	33 W 446006 7333390	650	772
14	33 W 445825 7334615	1 100	1 344
15	33 W 445746 7336179	380	416
16	33 W 445643 7337279	300	393
17	33 W 445411 7338343	310	348
Sum alle undersøkte stasjoner		6 950	9 259

Vedleggstabell 10. Fangst av ungfisk av laks og aure under elektrisk båtfiske på 17 stasjoner i Røssåga i august 2019. Fangsten er oppgitt som antall fangete fisk, fangst per minutt og fangst per 100 meter elvestrekning. Samlet fiskestrekning på de 17 stasjonene var om lag 6 950 meter, og samlet fisketid var i overkant av 154 minutter (se flere stasjonsdetaljer i **Vedleggstabell 9**).

Stasjon	Antall fangete fisk		Fangst per minutt		Fangst per 100 meter	
	Laks	Aure	Laks	Aure	Laks	Aure
1	30	0	2,62	0,00	5,29	0,00
2	15	1	1,88	0,13	2,73	0,18
3	13	0	3,84	0,00	1,90	0,00
4	67	15	4,34	0,97	6,76	1,51
5	21	41	3,46	6,76	4,06	7,94
6	49	34	5,95	4,13	8,17	5,67
7	33	75	5,20	11,81	6,00	13,64
8	29	26	2,99	6,03	11,56	23,33
9	25	99	0,51	5,13	0,45	4,53
10	2	13	0,35	2,27	0,39	2,52
11	2	10	0,32	1,62	0,39	1,94
12	7	11	0,91	1,43	1,11	1,74
13	9	15	0,70	1,17	0,83	1,38
14	11	10	0,49	0,45	0,60	0,55
15	5	14	0,72	2,02	0,79	2,21
16	5	5	0,76	0,76	1,00	1,00
17	0	4	0,00	0,69	0,00	0,77
Sum alle	323	373	2,09	2,42	4,65	5,37

Vedleggstabell 11. Lokalisering (UTM-koordinater) av 20 stasjoner i Røssåga der det ble gjennomført elektrisk båtfiske i september 2020. Lengde på undersøkt område (meter) og fisketid (sekunder) er oppgitt for hver stasjon.

Stasjon (nummer)	Posisjon (UTM-koordinater)	Lengde (meter)	Fisketid (sekunder)
1	33 W 446932 7328115	610	577
2	33 W 446830 7328150	545	660
3	33 W 446682 7328680	535	526
4	33 W 447319 7328663	615	644
5	33 W 447203 7328766	425	577
6	33 W 447757 7328830	390	587
7	33 W 447174 7329051	375	473
8	33 W 446608 7329057	385	430
9	33 W 446612 7329297	220	246
10	33 W 447056 7329677	395	533
11	33 W 446413 7330192	320	486
12	33 W 445842 7330814	445	636
13	33 W 445646 7332128	295	434
14	33 W 446077 7332737	345	459
15	33 W 445993 7333062	180	249
16	33 W 445828 7333578	380	528
17	33 W 445821 7334582	425	538
18	33 W 445853 7335670	380	605
19	33 W 4456990 7337227	540	742
20	33 W 445369 7338275	355	489
Sum alle undersøkte stasjoner		8 160	10 419

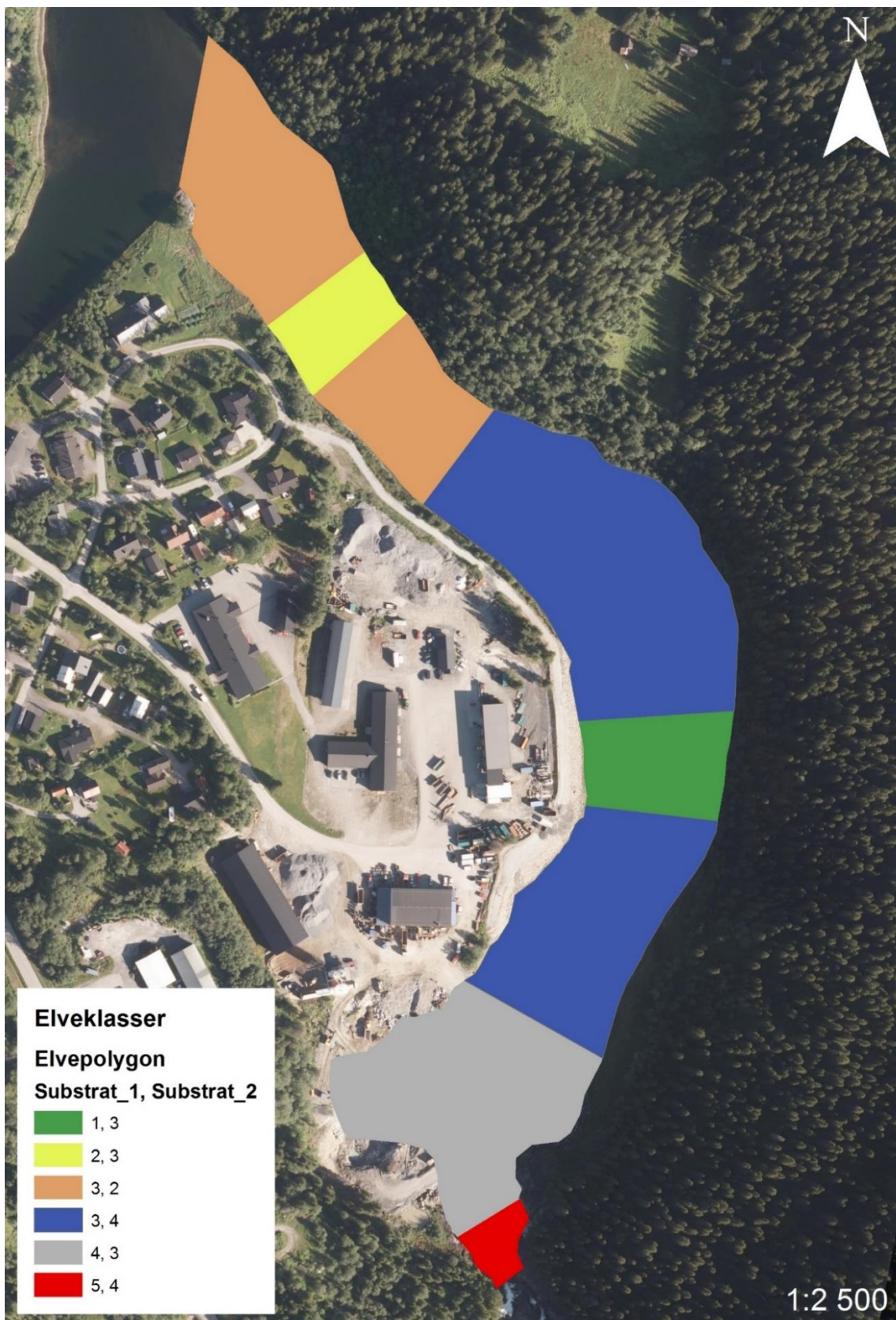
Vedleggstabell 12. Fangst av ungfisk av laks og aure under elektrisk båtfiske på 20 stasjoner i Røssåga i september 2020. Fangsten er oppgitt som antall fangete fisk, fangst per minutt og fangst per 100 meter elvestrekning. Samlet fiskestrekning var om lag 8 160 meter, og samlet fisketid var i underkant av 174 minutter (se flere stasjonsdetaljer i **Vedleggstabell 11**).

Stasjon	Antall fangete fisk		Fangst per minutt		Fangst per 100 meter	
	Laks	Aure	Laks	Aure	Laks	Aure
1	11	2	1,14	0,21	1,08	0,20
2	30	4	2,73	0,36	3,30	0,44
3	23	5	2,62	0,57	2,58	0,56
4	13	23	1,21	2,14	1,27	2,24
5	23	11	2,39	1,14	3,25	1,55
6	22	40	2,25	4,09	3,38	6,15
7	17	22	2,16	2,79	2,72	3,52
8	18	25	2,51	3,49	2,81	3,90
9	2	0	0,49	0,00	0,55	0,00
10	1	16	0,11	1,80	0,15	2,43
11	3	5	0,37	0,62	0,56	0,94
12	2	4	0,19	0,38	0,27	0,54
13	4	8	0,55	1,11	0,81	1,63
14	4	4	0,52	0,52	0,70	0,70
15	4	2	0,96	0,48	1,33	0,67
16	4	40	0,45	4,55	0,63	6,32
17	2	13	0,22	1,45	0,28	1,84
18	3	14	0,30	1,39	0,79	3,68
19	0	16	0,00	1,29	0,00	2,96
20	0	7	0,00	0,86	0,00	1,97
Sum alle	186	261	1,07	1,50	2,28	3,20

Vedleggstabell 13. Oversikt over utsettingsdato (dato), utsettingssted (sted), antall, livsstadium (stadium), gjennomsnittsvekt (vekt), vanntemperatur i anlegg (temp 1) og vanntemperatur i elv (temp 2) i forbindelse med utsettinger av laksunger i Røssågavassdraget i perioden 2013-2020. Under utsettingene i 2014 og 2020 var det ingen tilgjengelige temperaturdata fra elv (IT).

Dato	Sted	Stadium	Antall	Vekt (g)	Temp 1	Temp 2
05.06.13	Svartebukta	Smolt	6 276	20,0	8,0	6,5
13.06.13	Leirelva	Settefisk	13 811	6,0	8,0	5,0
05.06.14	Svartebukta	Smolt	15 000	54,7	5,8	6,5
05.05.14	Leirelva	Parr	8 000	6,0	5,8	6,0
08.07.14	Leirelva	Yngel	19 000	2,0	13,0	IT
10.07.14	Røssåga	Ufôret yngel	357 000	0,1	16,0	IT
28.05.15	Svartebukta	Smolt	10 193	35,0	4,1	4,5
29.05.15	Leirelva	Parr	3 557	12,3	5,8	6,0
08.07.15	Leirelva	Yngel	3 800	1,5	9,2	9,5
10.07.15	Røssåga	Ufôret yngel	360 000	0,1	8,5	9,0
30.05.16	Kommunehuset	Smolt	15 447	23,7	6,0	8,1
30.05.16	Leirelva	Settefisk	7 931	12,3	5,8	6,0
07.07.16	Leirelva	Fôret yngel	7 765	1,5	12,5	6,8
12.07.16	Røssåga	Ufôret yngel	51 800	0,1	12,5	13,0
30.05.17	Sjøforsløpet	Smolt	13 650	36,4	2,7	1,9
30.05.17	Leirelva	Settefisk	2 930	10,5	2,7	1,9
10.07.17	Leirelva	Fôret yngel	21 383	2,3	7,8	6,8
31.07.17	Røssåga	Ufôret yngel	209 230	0,1	11,0	13,4
25.05.18	Sjøforsløpet	Smolt	12 719	36,4	7,5	7,0
25.05.18	Leirelva	Parr	3 900	10,5	7,5	7,0
06.07.18	Leirelva	Startfôret yngel	7 530	2,0	12,7	13,0
05.07.18	Røssåga	Ufôret yngel	340 000	0,13	13,0	13,4
03.06.19	Sjøforsløpet	Smolt	18 990	37,0	4,3	6,1
03.06.19	Sjøforsløpet	Parr	2 480	13,0	4,3	6,1
19.06.19	Leirelva	Parr	3 483	10,5	8,7	7,9
24.06.19	Sjøforsløpet	Startfôret yngel	61 710	2,0	12,7	13,0
05.07.19	Røssåga	Ufôret yngel	230 000	0,13	9,0	11,5
26.05.20	Sjøforsløpet	Smolt	21 258	27,8	1,5	IT
26.05.20	Sjøforsløpet	Parr	6 039	13,1	1,5	IT
09.07.20	Sjøforsløpet	Startfôret yngel	56 700	1,3	2,7	IT
09.07.20	Røssåga	Ufôret yngel	91 000	0,1	2,7	IT

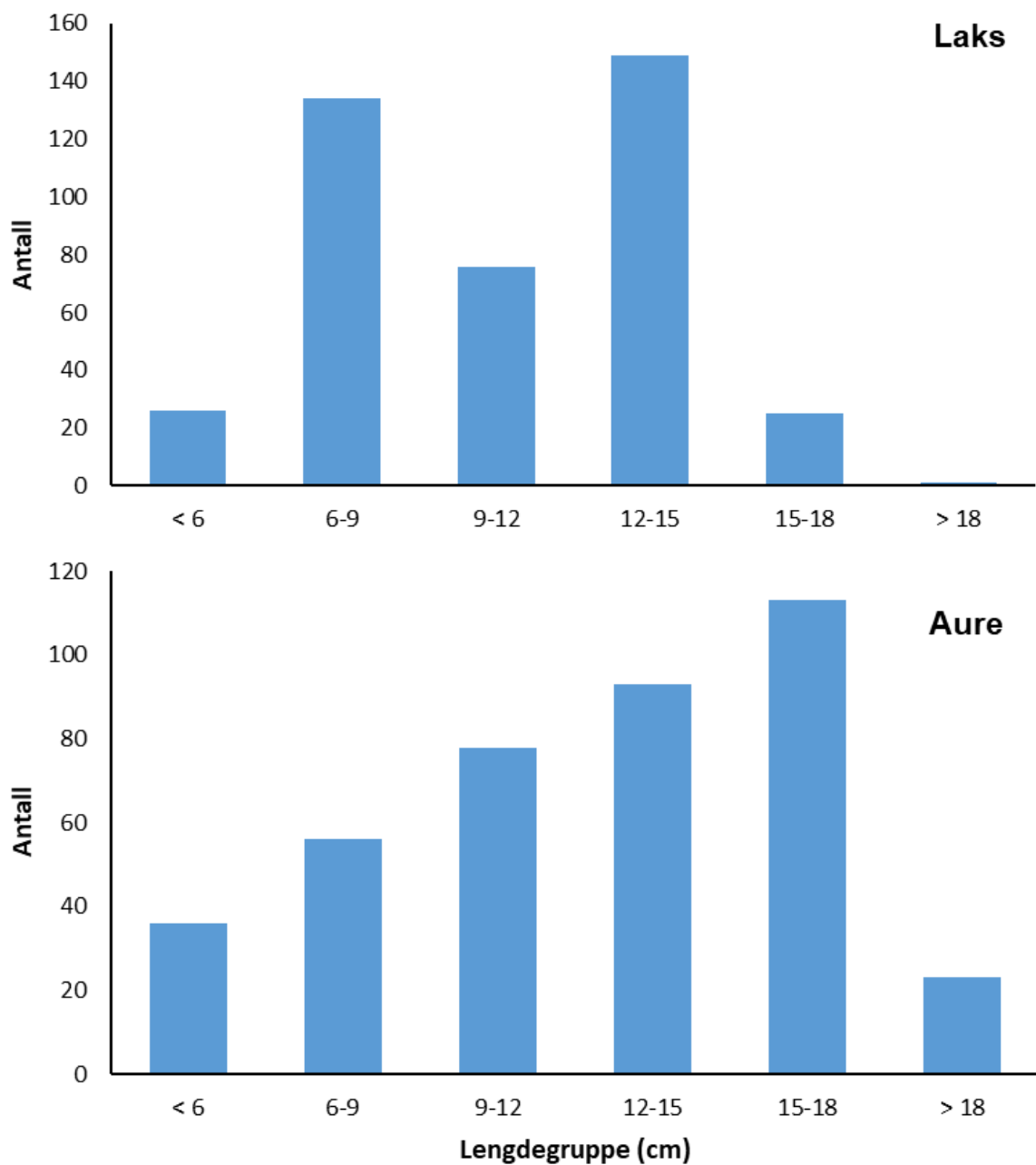
8.2 Vedleggsfigurer



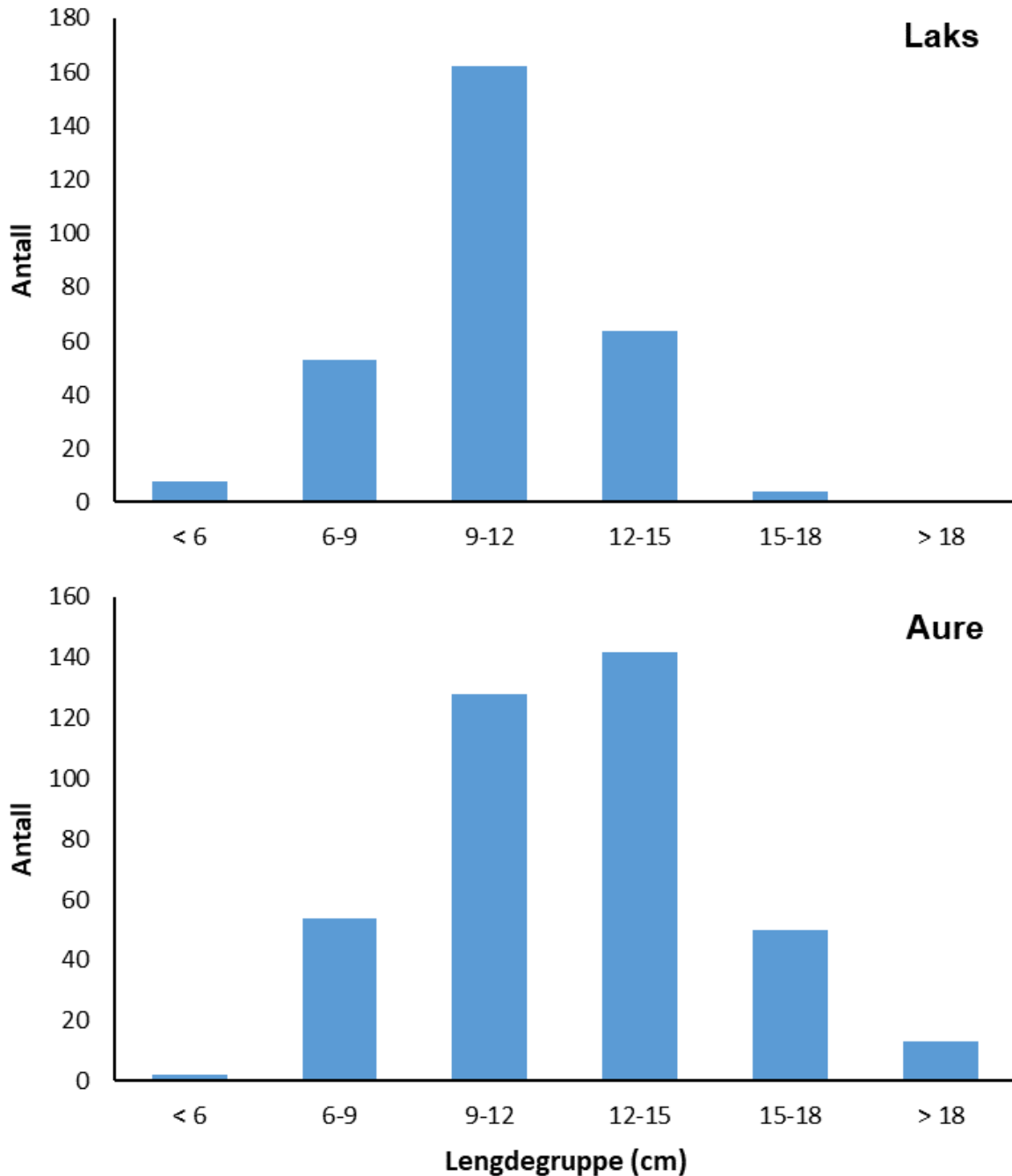
Vedleggsfigur 1. Substratsammensetning av dominerende (S1) og subdominerende (S2) bunnsubstrat i Røssåga mellom nytt og gammel kraftverksutløp.



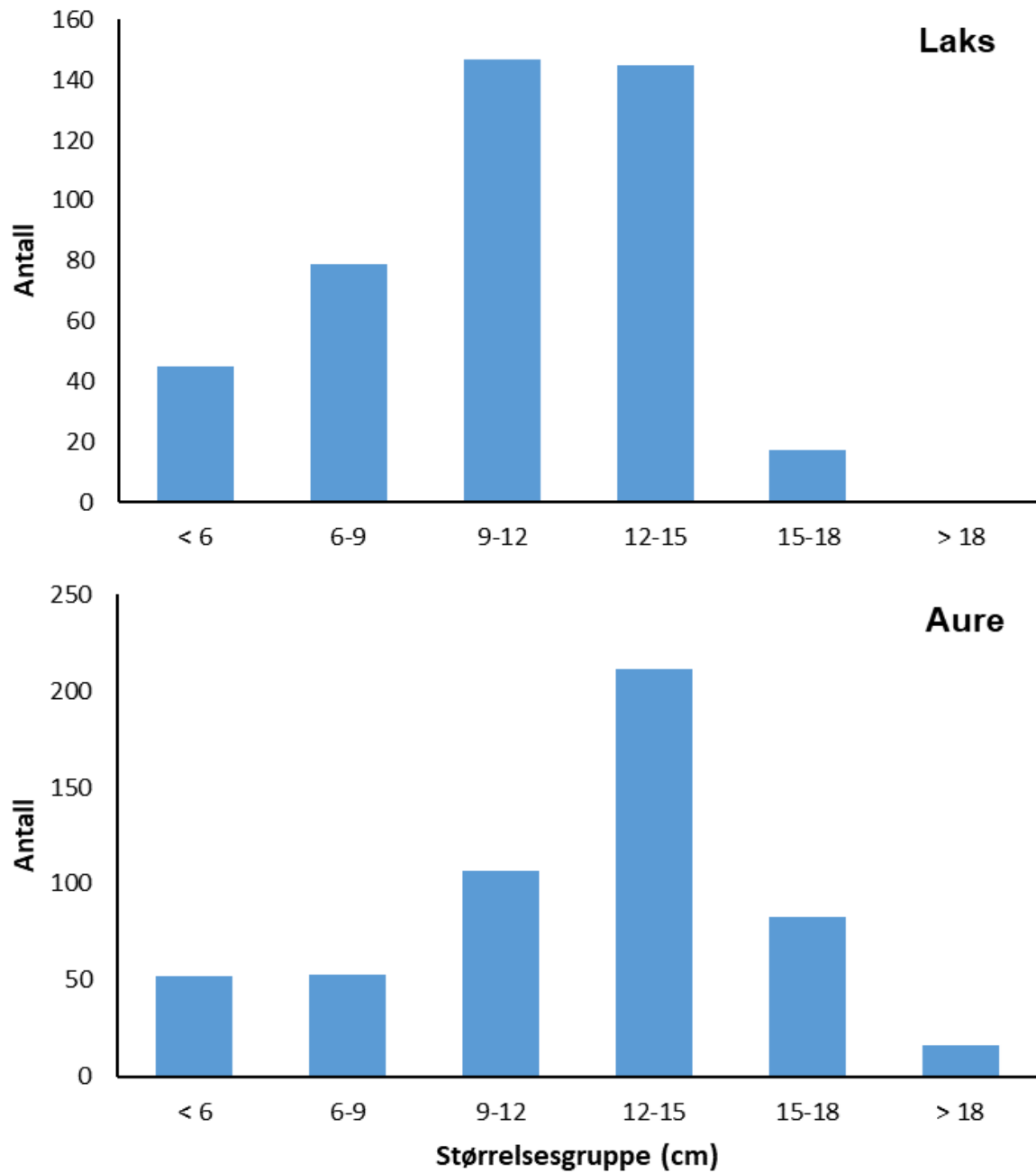
Vedleggsfigur 2. Hulromskapasitet illustrert som vektet skjul i Røssåga mellom gammelt og nytt kraftverktløp.



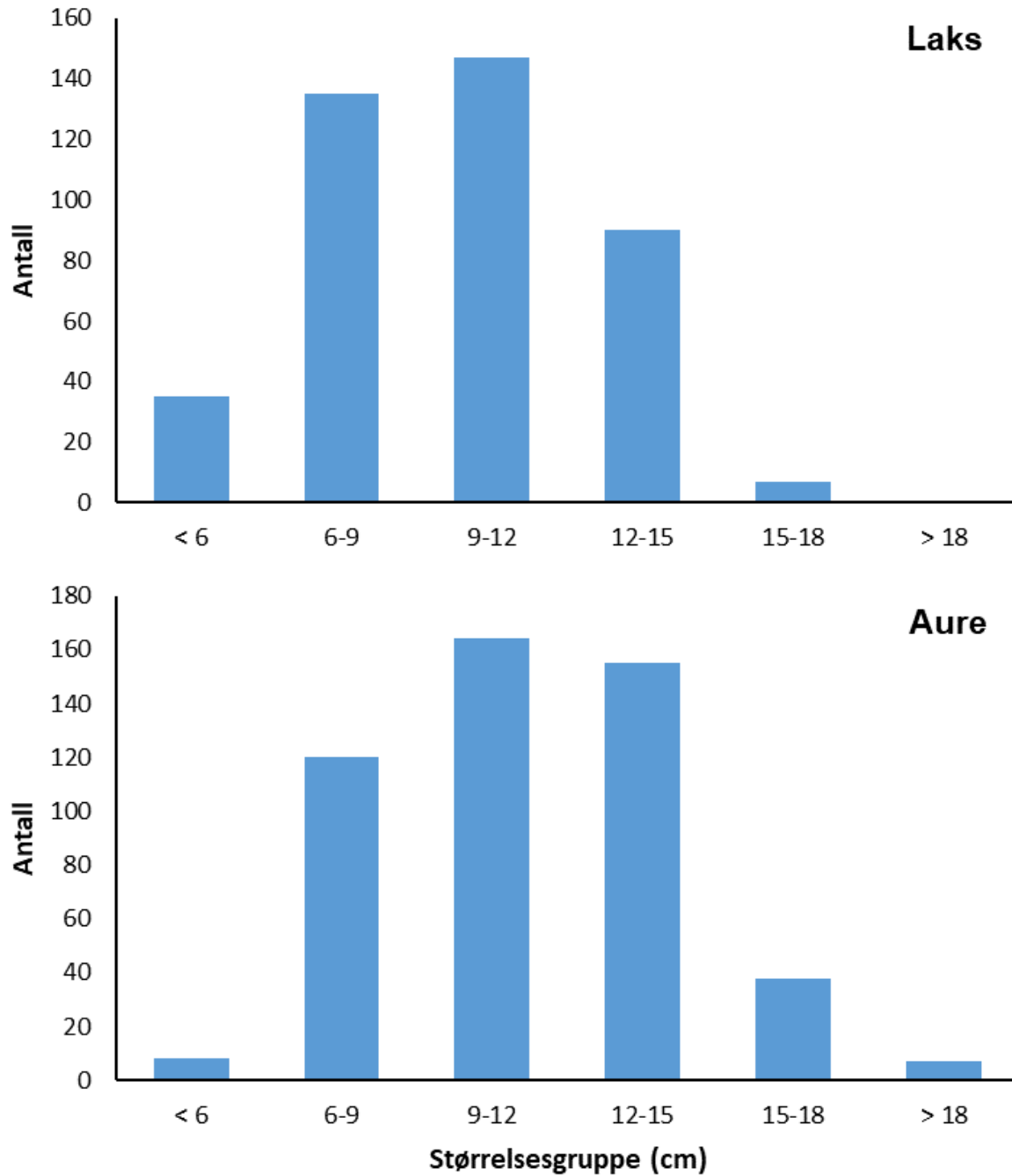
Vedleggsfigur 3. Lengdefordeling (cm) av 411 laksunger (øvre panel) og 389 aureunger (nedre panel) fanget under elektrisk båtfiske på tolv stasjoner i Røssåga i september 2016. Legg merke til at det er forskjeller i skala på de to Y-aksene.



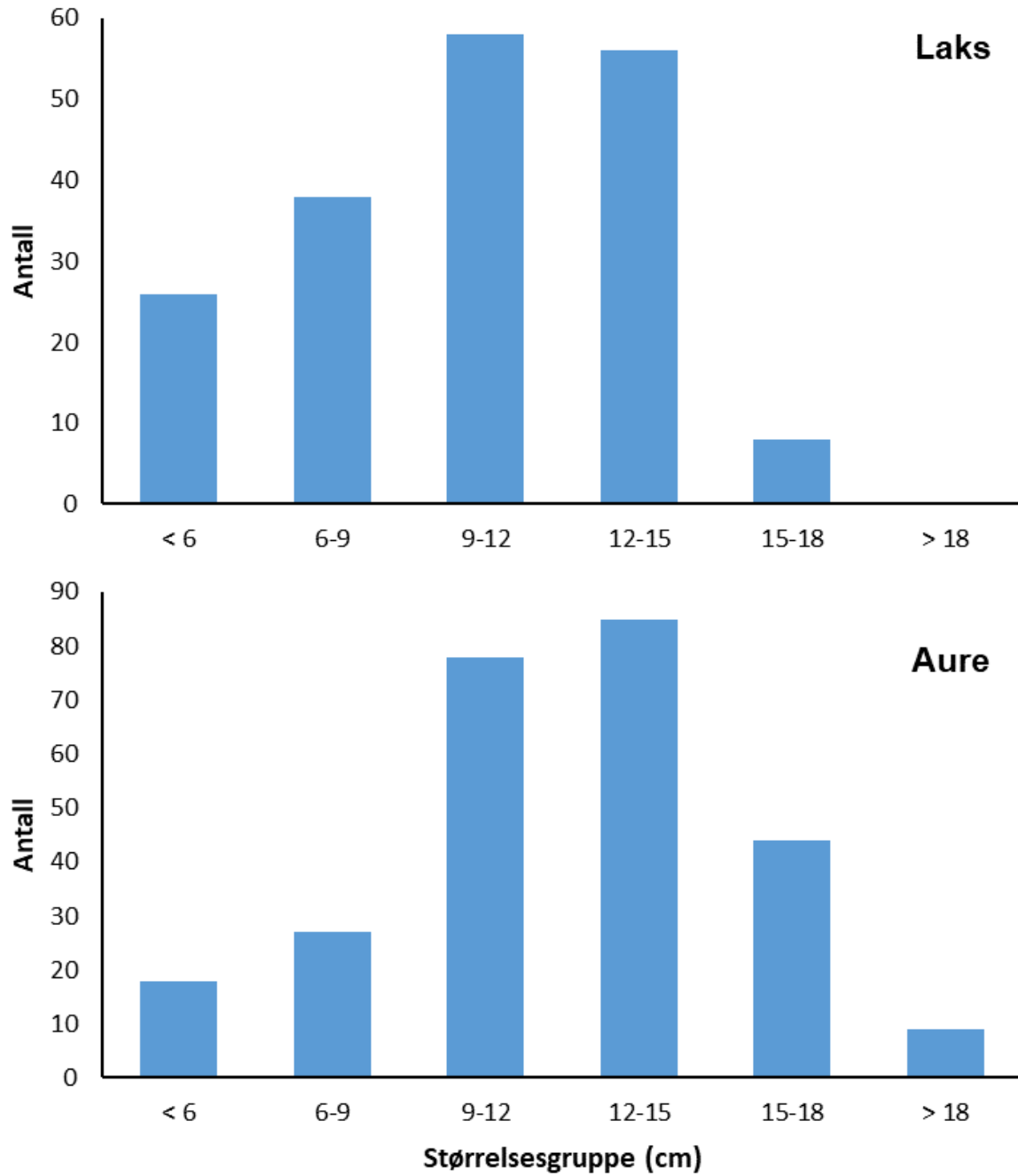
Vedleggsfigur 4. Lengdefordeling (cm) av 291 laksunger (øvre panel) og 389 aureunger (nedre panel) fanget under elektrisk båtfiske på 18 stasjoner i Røssåga i august 2017. Legg merke til at det er forskjeller i skala på de to Y-aksene.



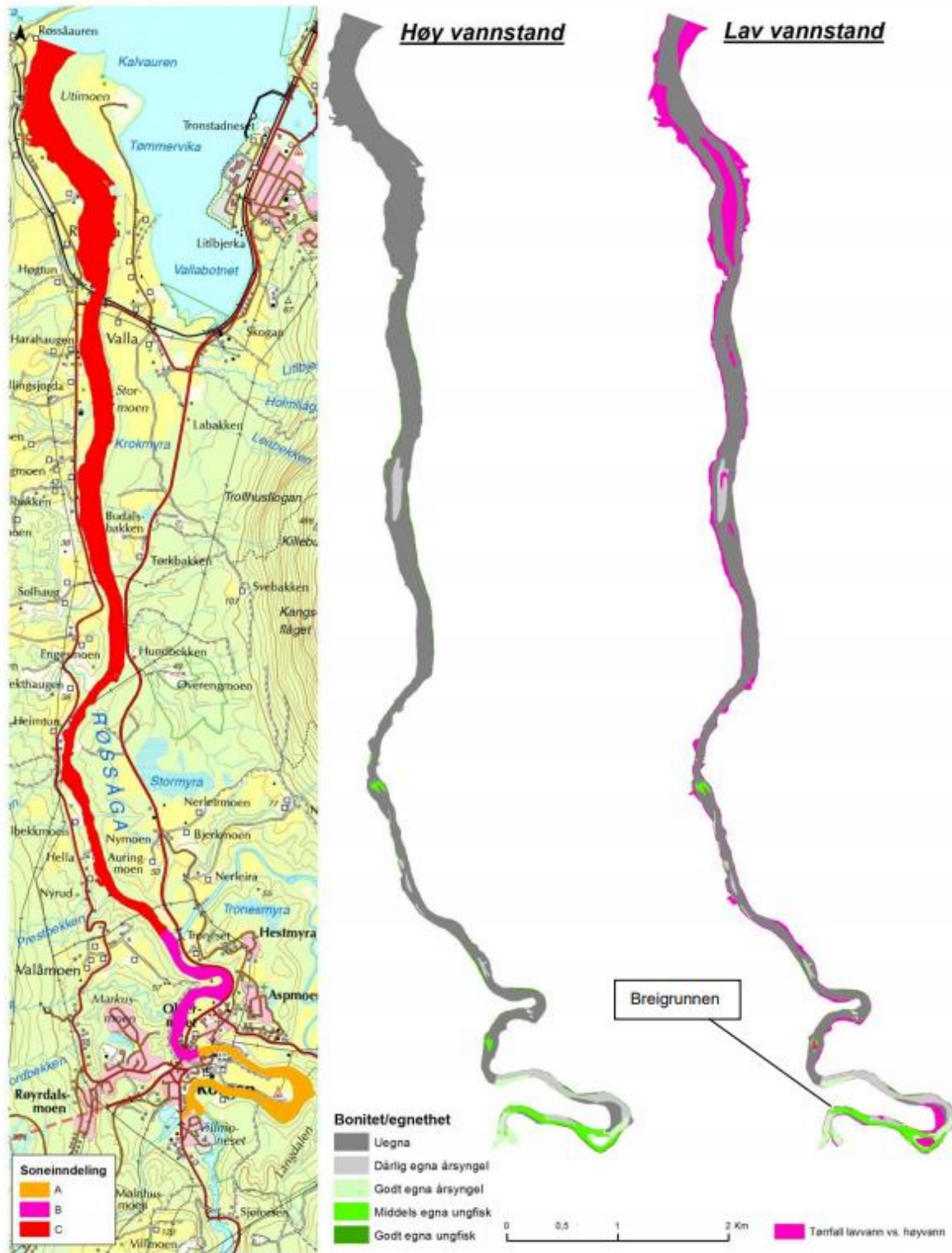
Vedleggsfigur 5. Lengdefordeling (cm) av 433 laksunger (øvre panel) og 522 aureunger (nedre panel) fanget under elektrisk båtfiske i Røssåga i september 2018. Legg merke til at det er store forskjeller i skala på de to Y-aksene.



Vedleggsfigur 6. Lengdefordeling (cm) av 414 laksunger (øvre panel) og 492 aureunger (nedre panel) fanget under elektrisk båtfiske i Røssåga i august 2019. Legg merke til at det er forskjeller i skala på de to Y-aksene.



Vedleggsfigur 7. Lengdefordeling av 186 laksunger (øvre panel) og 261 aureunger (nedre panel) fanget under elektrisk båtfiske i Røssåga i september 2020. Legg merke til at det er forskjeller i skala på de to Y-aksene.



Vedleggsfigur 8. Kart over Røssåga med tre hovedsoner (venstre), vurdert egnethet som oppvekstområde for ungfisk (midten) og oversikt over områder som tørrelleges ved lavvann (høyre). Figuren er hentet fra en rapport om Nedre Røssåga II (Kanstad-Hanssen 2013).

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.

1947

NINA Rapport

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-4725-2

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

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger