

1620

NINA Rapport

## Ungfiskundersøkelser i Usma (Sunndal) høsten 2018

Øyvind Solem, Torgeir Børresen Havn, Sten Karlsson, Morten Andre Bergan, Kjetil Hindar, Sigrid Skoglund og Oskar Pettersen



## **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.

# Ungfiskundersøkelser i Usma (Sunndal) høsten 2018

Øyvind Solem  
Torgeir Børresen Havn  
Sten Karlsson  
Morten Andre Bergan  
Kjetil Hindar  
Sigrid Skoglund  
Oskar Pettersen

Solem, Ø., Havn, T.B., Karlsson, S., Bergan, M.A., Hindar, K., Skoglund S. & Pettersen, O. 2019. Ungfiskundersøkelser i Usma (Sunndal) høsten 2018. NINA Rapport 1620. Norsk institutt for naturforskning.

Trondheim, mars 2019

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-3362-0

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Trygve Hesthagen

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingebrigt Uglem (sign.)

OPPDRAUGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAUGSGIVERS REFERANSE

M-1281|2019

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Heidi Hansen og Jarle Steinkjer

FORSIDEBILDE

Områdene oppstrøms fisketrappa har gode oppvekstforhold for ungfisk © Øyvind Solem

NØKKEWORD

- Fisk
- Sjøaure
- Laks
- *Salmo trutta*
- *Salmo salar*
- Ungfisk
- Genetikk
- Populasjon
- Kartlegging
- Økologisk tilstand
- Usma
- Sunndal kommune

#### KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Torgarden  
7485 Trondheim  
Tlf: 73 80 14 00

**NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 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](http://www.nina.no)



## Sammendrag

Solem, Ø., Havn, T.B., Karlsson, S., Bergan, M.A., Hindar, K., Skoglund S. & Pettersen, O. 2019. Ungfiskundersøkelser i Usma (Sunndal) høsten 2018. NINA Rapport 1620. Norsk institutt for naturforskning.

Usma er en av fire elver i Drivaregionen som er infisert med *Gyrodactylus salaris*. I både Usma og Driva er det etablert en fiskesperre (stengt fisketrapp i Usma) som skal stoppe all oppvandring av fisk og dermed hindre produksjon av laks på oversiden. Etter hvert som tidligere årganger av laksunger dør eller vandrer ut til sjøen, vil elva ovenfor sperra tømmes for vert og parasitt. Deretter behandles elva kjemisk for å fjerne *G. salaris* fra de nedre delene. Før behandling er det nødvendig å kartlegge den genetiske variasjonen mellom fiskebestandene i de infiserte elvene i regionen (Driva, Usma, Litldalselva og Batnfjordelva). Resultatene vil brukes i bevaringsarbeidet som skal gjennomføres i forkant av behandlingene.

Ungfiskbestandene av laks og aure i Usma ble derfor undersøkt ved elektrisk fiske på 10 stasjoner nedenfor den stengte fisketrappa. Der ble det samlet inn vevsprøver av laks og aure til genetiske analyser, ungfisktettheter ble beregnet og prevalens og intensitet av *G. salaris* på laksunger ble kartlagt. Ungfiskundersøkelsene ga også grunnlag for å gjøre en økologisk tilstandsklassifisering av vassdraget basert på forventningsverdier til ungfisktetthet. I tillegg ble tre områder ovenfor fisketrappa avfisket for undersøke om laks hadde klart å passere og gytt ovenfor.

Det var en klar dominans av aureunger i fangstene nedenfor sperra, og det ble funnet årsyngel av aure og aureparr på alle lokalitetene. Årsyngel av laks ble fanget på alle stasjoner unntatt to, mens det ikke ble fanget lakseparr på noen av stasjonene. Det ble fanget kun tre artshybrider. Vurdert ut fra forventningsverdier til ungfisktetthet for vassdraget var tettheten av årsyngel av aure tilfredsstillende på de fleste stasjonene (gjennomsnittlig estimert tetthet 55 individer per 100 m<sup>2</sup>), lav for aureparr (17 individer per 100 m<sup>2</sup>) og lav for årsyngel av laks (19 individer per 100 m<sup>2</sup>). Det ble ikke funnet ungfisk av laks ovenfor fisketrappa.

Samlet gjennomsnittlig tetthet av all laksefisk på stasjonene var 92 individer per 100 m<sup>2</sup>. Med det oppnår Usma «svært god økologisk tilstand», men tilstanden settes ned til «moderat økologisk tilstand» etter en ekspertvurdering. Årsaken til nedjusteringen er at tettheten av aureparr er urovekkende lav, og lakseparr er totalt fraværende på alle stasjoner. I tillegg har Usma mange landbruks- og veirelaterte inngrep som kan ha negativ økologisk effekt (reduisert produksjonspotensial i forhold til naturtilstand). Tilløpsbekker er lagt i bakken, kanalisert og endret, og ved utretting og steinsetting av elvesidene er mange elvesvinger fjernet, slik at elvas naturlige dynamikk og tilgjengelig elveareal er redusert.

Av lakseyngelen var 42 % infisert med *G. salaris*. Hver fisk hadde i gjennomsnitt 70 parasitter og den høyeste infeksjonen var 650 parasitter på én fisk.

Laks i Usma viste stor grad av innkrysning med oppdrettslaks. Etter at individer med oppdrettsopphav var luket ut (38 % av fisken), viste de resterende individene av laks en høy signifikant genetisk forskjell fra laks fra Driva. Den genetiske distansen mellom bestandene i Usma og Driva lignet på det som er observert i andre studier mellom andre nærliggende laksevassdrag. Dette tyder på at Usma har en stedegen laksebestand.

Aure i Usma viste store og høyst signifikante genetiske forskjeller fra aure i Driva. Auren i disse to elvene representerer derfor to genetisk adskilte bestander. Aureunger fanget ovenfor den stengte fisketrappa var også genetisk forskjellig fra aureunger fanget nedenfor fisketrappa. Den mest nærliggende tolkningen av denne forskjellen er at stengingen av fisketrappa (tidlig på 1980-tallet) har ført til en oppdeling av den anadrome aurebestanden i elva, og at denne separasjonen over tid har ført til genetiske forskjeller. En alternativ forklaring er at auren ovenfor trappa er blitt

innkrysset med en annen stedegen stamme av aure. Videre analyser av andre mulige bestander av aure lengre opp i Usma vil kunne belyse dette.

De genetiske forskjellene mellom laks- og aurebestandene i Driva og Usma er så store at Usma bør sees på som en egen enhet for bevaring, og ikke som en elv med feilvandret laks eller sjøaure fra Driva. Bestandene i Usma bør derfor forvaltes separat fra andre bestander for å ivareta den stedegne genetiske variasjonen og de genetiske tilpasningene.

Øyvind Solem, Torgeir Børresen Havn, Sten Karlsson, Morten A. Bergan, Kjetil Hindar, Sigrid Skoglund, Oskar Pettersen. Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5658 Torgarden, 7485 Trondheim.

Epost: [Oyvind.Solem@nina.no](mailto:Oyvind.Solem@nina.no)

# Innhold

<b>Sammendrag .....</b>	<b>3</b>
<b>Innhold .....</b>	<b>5</b>
<b>Forord .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Innledning.....</b>	<b>7</b>
1.1 Bakgrunn og hensikt.....	7
1.2 Områdebeskrivelse.....	7
<b>2 Metoder og materialer .....</b>	<b>9</b>
2.1 Ungfiskundersøkelser .....	9
2.2 Genetiske undersøkelser.....	11
<b>3 Resultater og diskusjon.....</b>	<b>13</b>
3.1 Ungfiskundersøkelser .....	13
3.2 Genetiske undersøkelser.....	18
3.2.1 Laks.....	18
3.2.2 Aure.....	20
3.2.3 Konklusjon genetiske undersøkelser.....	21
<b>4 Referanser .....</b>	<b>22</b>

## Forord

Undersøkelsene er finansiert med midler fra Miljødirektoratet, og i tillegg bidro Norsk institutt for naturforskning (NINA) med egne midler. Undersøkelsen gir en oppdatert bestandsstatus og genetisk kartlegging av laks- og sjøaurebestanden i Usma. Resultatene gir et bedre grunnlag for å vurdere bevaringsstrategi for fiskebestandene i forbindelse med kampen mot *Gyrodactylus salaris* i Drivaregionen.

Innsamling av ungfiskmaterialet til undersøkelsen er gjort under feltarbeid i vassdraget høsten 2018. Dette arbeidet er blitt gjennomført av Torgeir Børresen Havn, Sigrid Skoglund og Øyvind Solem ved NINA. Prøvetaking av fiskene på laboratoriet er gjennomført av Oskar Pettersen og Øyvind Solem, mens DNA-ekstraksjon og genotyping ble gjort ved NINAs genetikklaboratorium. Resultater fra de genetiske analysene er bearbeidet av Sten Karlsson.

Takk til Line Birkeland Eriksen, Sten Even Erlandsen, Merethe Hagen Spets ved NINAs genetikklaboratorium for DNA-ekstraksjon og genotyping. En stor takk rettes også til Miljødirektoratet og NINA for finansiering av undersøkelsen.

Trondheim, mars 2019.

Øyvind Solem,  
Prosjektleder



# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn og hensikt

Usma er infisert med lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*. Parasitten kom først til nabovassdraget Litledalselva og Driva via infiserte laksunger fra Sverige på midten av 70-tallet (Johnsen mfl. 1999). Laks derfra spredte trolig deretter parasitten til Usma hvor den ble påvist første gang på laksunger i 1980 (Eide mfl. 1992). For å stoppe oppgangen av laks til de øvre delene av Usma og redusere utbredelsen av *G. salaris* i deler av vassdraget, er fisketrappa litt over midtveis i Usma stengt. *G. salaris* og dens vert (laksunger) vil etterhvert forsvinne fra avspærrede områder siden laks forhindres i å gyte der, og gjenværende laksunger dør eller vandrer ut i sjøen. Elva vil deretter behandles kjemisk for å fjerne *G. salaris* i resterende områder nedenfor fisketrappa. I motsetning til i Driva hvor sjøaure flyttes over fiskesperra for å opprettholde en livskraftig bestand, er det ikke igangsatt slike tiltak i Usma. Det er kun gjennomført sporadiske undersøkelser av fiskebestandene i Usma tidligere (Solem & Kjøsnes 2004, Saltveit & Pavels 2013), og status for ungfiskbestandene i nyere tid er ukjent.

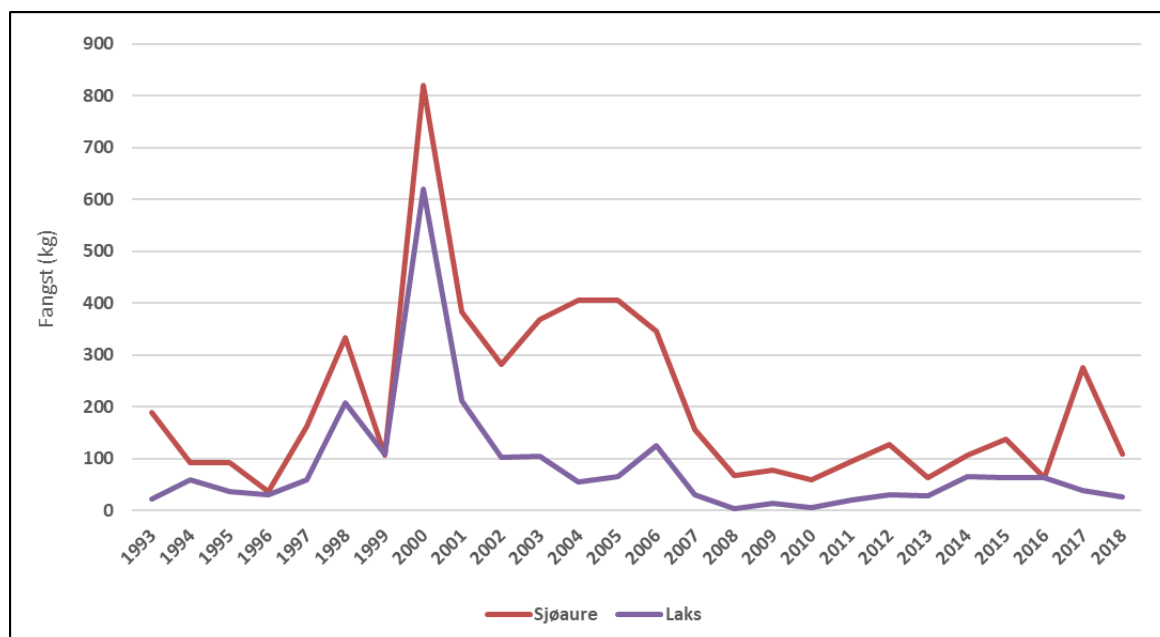
Det er tidligere vist at sjøaure kan være genetisk og økologisk forskjellig både mellom vassdrag og mellom ulike deler av samme vassdrag (L'Abée-Lund & Hindar 1990, Hindar mfl. 1991, L'Abée-Lund 1991). I Driva finnes det genetisk ulike subpopulasjoner av aure i hovedstrengen (Karlsson mfl. 2018), og disse er igjen genetisk forskjellig fra nabovassdraget Litledalselva (Hindar mfl. upublisert & Solem mfl. 2012). Det gjennomføres nå utvidede genetiske analyser av sjøaure (se f.eks. Karlsson mfl. 2018) i Driva og i nærliggende vassdrag. Denne kartleggingen vil vise om disse vassdragene har egne bestander av laks og aure, og resultatene vil kunne brukes til å evaluere hvilke bevaringstiltak som bør gjennomføres før vassdragene behandles kjemisk for å fjerne *G. salaris*.

Som et ledd i dette bevaringsarbeidet ble det gjennomført ungfiskundersøkelser ved strandnært elektrisk fiske i Usma høsten 2018. Undersøkelsene ga grunnlag for å gi en oppdatert bestandsstatus for ungfiskbestandene, og det ble gitt en økologisk tilstandsklassifisering av vassdraget basert på forventningsverdier til ungfisktetthet og bestandsstruktur. Videre ble prevalens og intensitet av *G. salaris* på ungfisken kartlagt. I tillegg ble det samlet inn vevsprøver av laks og aure for genetiske analyser. Formålet med analysene var å sammenligne genetisk variasjon hos sjøaure og laks i Usma med bestandene i det største og nærliggende vassdraget i fjorden, Drivavassdraget, og å bestemme genetisk påvirkning av oppdrettslaks. Det ble også undersøkt om laks hadde klart å passere den stengte fisketrappa og gytt ovenfor.

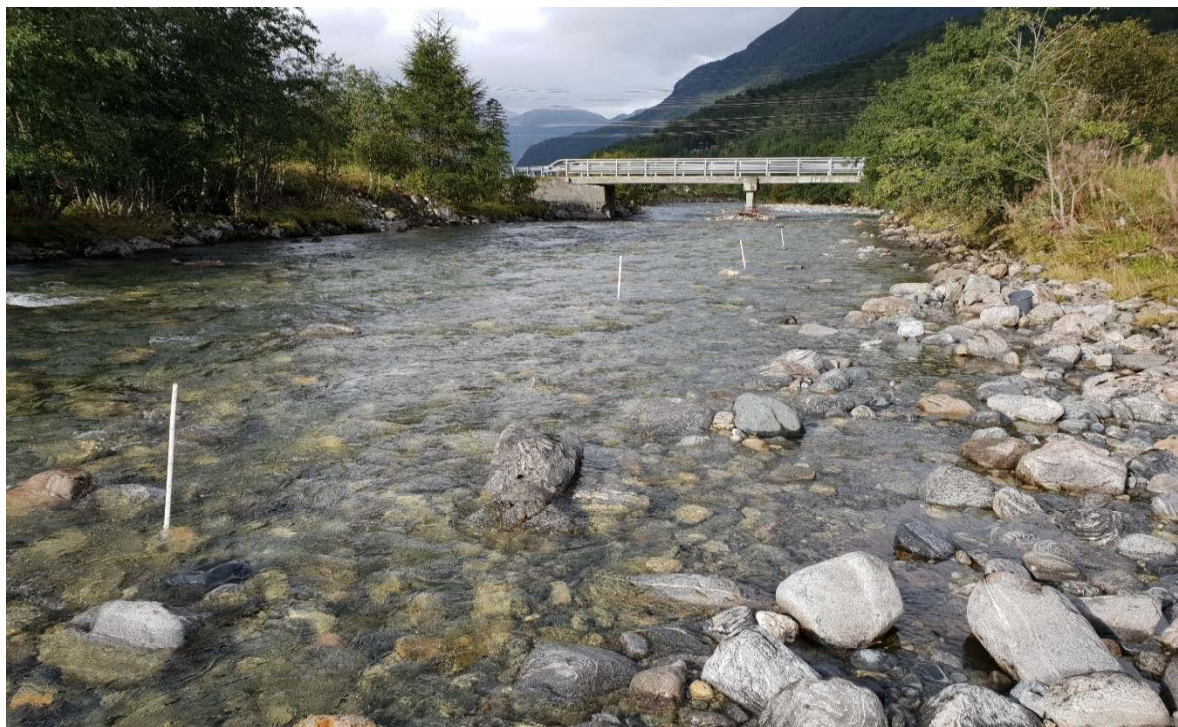
## 1.2 Områdebeskrivelse

Usmavassdraget ligger i Sunndal kommune og munner ut i Sunndalsfjorden ca. 15 km vest for Driva (**figur 2**). Nedbørsfeltet er 140 km<sup>2</sup> og dekker fjellområdene mellom Eikesdalen og Sunndalsfjorden. Vassdraget er regulert med et elvekraftverk ved Brandstad, omtrent 13 km fra munningen. Berørt strekning er omtrent 2 km med en minstevannføring på 0,76 m<sup>3</sup>/s i perioden 1. juni til 30. september og 0,1 m<sup>3</sup>/s resten av året. Det er få større vatn i vassdraget, og Usma må betegnes som en utpreget flomelv. Den er forbygd på begge sider oppover langs hele dalen, samtidig som elveløpet er rettet ut og nærmest kanalisert over lange strekninger. I 1926 ble det bygd fisketrapp med 11 kulper i den 4,8 m høge Fallfossen, ca. 9 km fra utløpet. Trappa fungerte bra, slik at laks og sjøaure kunne gå helt opp til Jønnstadsetra, omtrent 15 km fra sjøen. Det meste av fisken blir fanget nedenfor fisketrappa, men de beste gyte- og oppvekstområdene finnes i elvas øvre deler. Fisketrappa har vært stengt siden tidlig på 1980-tallet for å redusere utbredelsen av *G. salaris*. Lokalt er det imidlertid mistanke om at oppvandrende laks kan passere fossen selv om fisketrappa er stengt (Thorstad mfl. 2001). Det ble derfor bygget en fiskesperre i fossen i 2017 for å være helt sikker på at fisk ikke skal kunne passere. Det er ikke påvist laksunger ovenfor trappa etter at den ble stengt. Etter at *G. salaris* ble påvist har det vært lave

fangster av laks under sportsfiske (**figur 1**). Fangst av sjøaure har variert en del, med en topp rundt år 2000. Mellom 2008 og 2016 var fangstene som i andre elver i regionen lave, men det tok seg noe opp i 2017.



**Figur 1.** Fangst av laks og sjøaure (kg) i Usma for perioden 1993-2018. Tallgrunnlag fra [www.ssb.no](http://www.ssb.no).



**Bilde 1.** En av el-fiskestasjonene som ble undersøkt i Usma høsten 2018. Stasjon 6 ligger rett oppstrøms brua ved Øygarden. Foto Torgeir B. Havn

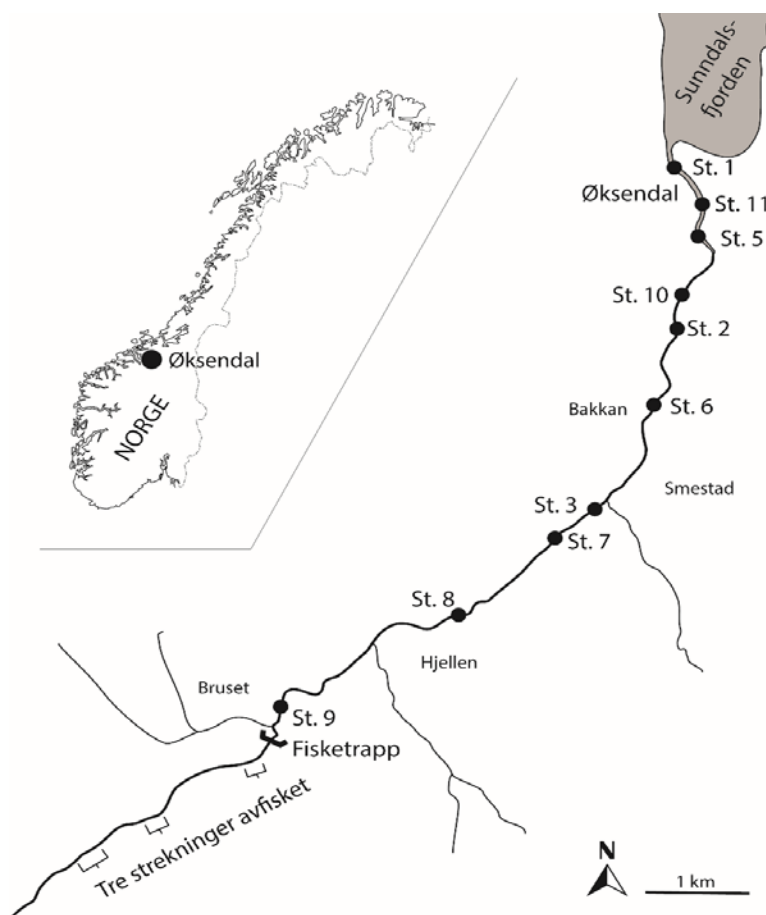
## 2 Metoder og materialer

### 2.1 Ungfiskundersøkelser

#### Elektrisk fiske

Den 30. og 31. august 2018 ble det fisket med elektrisk fiskeapparat på 10 stasjoner nedstrøms fisketrappa i Usma (**figur 2**). Totalt overfisket areal var 1000 m<sup>2</sup>, og alle stasjonene var 100 m<sup>2</sup>. Tre av disse stasjonene er benyttet i tidligere ungfiskundersøkelser i vassdraget (stasjon 1, 2 og 3, f. eks. Solem & Kjøsnes 2004). Det var gode forhold da undersøkelsene ble gjennomført, med stabil moderat til lav vannføring og god sikt. Vanntemperaturen varierte mellom 9,5 og 12,6 °C. I tillegg ble tre strekninger ovenfor fisketrappa (100, 115 og 150 m) avfisket (1. september) for å undersøke om laks har passert fossen og gytt ovenfor (**figur 2**). Her ble ikke avfisket areal nøyaktig oppmålt, og fanget fisk ble kun artsbestemt (ikke lengdemålt eller registrert på noen annen måte). Det er derfor ikke estimert tetthet av ungfisk på disse strekningene.

På tre av stasjonene ble tettheten av ungfisk beregnet basert på reduksjonen i fangst mellom tre etterfølgende overfiskinger (Zippin 1958; Bohlin mfl. 1989). Tre overfiskinger er imidlertid tidkrevende, og i mange tilfeller vil det være mer formålstjenlig å øke antall stasjoner med kun én overfisking. Totalt ble derfor tre stasjoner fisket i tre omganger og sju stasjoner ble fisket kun én gang. For de sistnevnte stasjonene ble tetthet estimert ved å benytte gjennomsnittet av beregnet fangbarhet på stasjoner som ble fisket i tre omganger.



**Figur 2.** Oversikt over stasjonsnett for elektrisk fiske etter ungfisk i Usma høsten 2018. Tre av stasjonene har inngått også i tidligere undersøkelser av ungfisken i vassdraget (stasjon 1, 2 og 3). Fisketrappa, og områdene ovenfor som ble avfisket for å undersøke om laks hadde klart å passere, er markert i kartet. Før fisketrappa ble stengt tidlig på 1980-tallet kunne laks og sjøaure vandre helt opp til Jønnstadsetra, omtrent 6 km ovenfor fisketrappa.

All fisk ble klassifisert til aure eller lakseliknende individer under feltarbeidet. Alle lakseliknede individer ble avlivet og lagt enkeltvis på sprit og merket med stasjonsnummer, dato og fiskeomgang. Disse ble senere målt til nærmeste millimeter (fra snute til utstrakt halefinne), og undersøkt under lupe for å bestemme forekomst av *G. salaris*. Basert på dette arbeidet ble prosentandel infiserte individ (prevalens) og gjennomsnittlig antall *G. salaris* per individ (intensitet) bestemt. Det ble foretatt genetiske tester av totalt 95 individer som ble klassifisert som lakseliknende under feltarbeidet. Av de 95 individene ble to genetisk bestemt til å være artshybrider mellom laks og aure, 14 til aure og de resterende 79 til laks.

Største laksunge var 62 mm, og siden parr av laks som regel er større enn 65 mm i sammenlignbare vassdrag i regionen (Driva), ble det kun bestemt alder (otolittanalyse) for et utvalg av disse. Alle undersøkte individer viste seg å være årsyngel, og det ble derfor antatt at all fanget laks var årsyngel.

All ungfisk av aure ble lengdemålt i felt (mm) og deretter sluppet tilbake i elva, med unntak av 10 individer fra hver stasjon som ble avlivet og lagt på sprit for genetiske undersøkelser. Det ble også samlet inn 10 individer av aure fra hver av de tre strekningene som ble undersøkt ovenfor fisketrappa. Av disse 130 individene ble 129 genetisk bestemt til å være aure og én til artshybrid mellom laks og aure. I tillegg ble det tatt skjellprøver av et mindre utvalg aure ved hver stasjon for aldersbestemmelse. Det er ikke foretatt aldersanalyser av aureunger i ettertid. Erfaringsmessig er alle aurer under 65 mm årsyngel, og all fisk ble derfor skjønnsmessig gruppert som enten årsyngel (0+) eller parr ( $\geq 1+$ ) basert på lengde. Vekst hos årsyngel i 2018 virket normal, og det er trolig få eller ingen ungfisk som er bestemt til feil aldersgruppe.

### Tetthetsberegninger

Det er beregnet tetthet av ungfisk separat for årsyngel og parr ( $\geq 1+$ ) av aure. For laks og artshybrider er det kun beregnet tetthet for årsyngel siden det ikke ble fanget eldre individer. Tetthetene ble beregnet med utfangstmetoden basert på tre overfiskinger for tre stasjoner (stasjon 5, 10 og 11). Gjennomsnittlig estimert fangbarhet på disse stasjonene (0,24, 0,46 og 0,73 for henholdsvis laksyngel, aureyngel og aureparr) ble benyttet til å beregne tetthet for de resterende sju stasjonene. Siden det var lav fangst av artshybrider, ble estimert fangbarhet for årsyngel av aure brukt til å beregne tettheter for artshybrider. Beregnet fisketetthet er oppgitt i antall individer per 100 m<sup>2</sup>.

### Økologisk tilstand

Det er foreløpig ikke utviklet verktøy for å klassifisere økologisk tilstand til større lakseførende vassdrag basert på forventet tetthet av ungfisk av laksefisk. Det foreligger derimot en veileder til dette for små vassdrag (Anonym 2018). Denne veilederen er bedre tilpasset mindre vannforekomster (bekker) som kan undersøkes over hele vassdragstverrsnittet og fotgås i de fleste kulper. Slike mindre vannforekomster har inngreps- og forurensningsproblematikk som de største potensielle påvirkningsfaktorer, med vandringsproblemer, redusert habitatkvalitet og tap av areal/produksjonevne sammenlignet med naturtilstand som effekter. I utgangspunktet er Usma litt for stor til å vurderes opp mot forventningsverdiene av tetthet av ungfisk for små vassdrag. Vi har likevel valgt å gjøre en vurdering av økologisk tilstand i Usma basert på disse forventningsnivåene til ungfisktetthet (Anonym 2018).

Informasjon om tetthet av ungfisk av laksefisk (både aure og laks) vurderes opp mot forventningsverdiene for små lakse- og sjøaureførende vassdrag gitt i tabell 6.15 i Anonym (2018), og basert på dette blir vannforekomsten kategorisert til en av fem ulike økologiske tilstandsklasser (fra svært dårlig til svært god, **tabell 1**). I Usma har vi gjort denne klassifiseringen for hver enkelt stasjon, og for alle stasjonene samlet. Det kvantitative el-fiskematerialet er klassifisert med forventningsverdier etter «Anadrom, habitatklasse 3» (**tabell 1**), som utgangspunkt.

Klassifiseringssystemet åpner for at fravær av aldersgrupper må vurderes nøye (årsaksforklares) og kan føre til at tilstanden eventuelt reduseres. Samtidig utføres det som regel vurderinger av hvordan forurensning (eutrofiering- og nedslammingsproblematikk) og inngrep (for eksempel

reduserte gyte- og oppvekstområder og vandringsproblemer i bekkene) påvirker vassdragenes produksjonsevne (areal tilgjengelig og kvalitet på areal i dag sammenlignet med tidligere/ antatt naturtilstand, se for eksempel tilnærming i Bergan & Solem (2018)). Merk at selv om et vassdrag eller enkeltstasjoner oppnår høyeste tilstandsklassifisering så kan vassdragets produksjonsevne ved naturtilstand potensielt ligge langt over kravet for «svært god økologisk tilstand». En oppnåelse av dette kravet betyr dermed ikke nødvendigvis at vassdraget har nådd sitt produksjonspotensial. I tillegg til å vurdere tetthetene av ungfisk opp mot forventningsverdiene har vi derfor gjort en ekspertvurdering av tilstandsklassen basert på tilstedeværelse eller bortfall av ulike årsklasser (det ble kun funnet årsyngel av laks og lave tettheter av aureparr i Usma) og en grov skjønnsmessig vurdering av menneskeskapte inngrep i vassdraget. Det tas forbehold om at vurderinger av slike inngrep er arbeidskrevende, og ofte involverer mange hydrologiske støtteparametere som ikke er undersøkt her. Vurderingen av inngrep i Usma er lite omfattende og basert på flyfoto og enkelte observasjoner i felt, siden dette ikke var hovedmandatet til undersøkelsen.

**Tabell 1.** Klassegrenser og forventningsverdier for tetthet av laksefisk i små lakse- og sjøaureførende vassdrag i gjeldene veileder for klassifisering av økologisk tilstand med laksefisk som kvalitetselement (tabell 6.15 fra Anonym 2018).

**Tabell 6.15** Klassegrenser for økologisk tilstand i bekker og små elver i lavlandet med laksefisk. Verdiene (antall ungfisk per 100 m<sup>2</sup>) etter "habitat ikke beskrevet" gjelder der habitatdata ikke er registrert. Habitatklasse 1 er "lite egnet", habitatklasse 2 er "egnet", habitatklasse 3 er "velegnet". Nærvær av flere aldersgrupper (både 0+ og ≥1+ og voksenfisk) støtter en konklusjon om at bestanden er i god eller svært god tilstand. Fravær av en årsklasse man forventer å finne medfører nedklassifisering ett trinn dersom vurderingen ellers tilsier at dette skyldes menneskeskapte påvirkninger. Der forventete tettheter er svært lave bør verdiene bare brukes til å skille mellom god og moderat. Etter Sandlund m.fl. 2013.

Artssamfunn	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Anadrom, habitat ikke beskrevet	>70	69-53	52-35	34-18	<18
Anadrom, habitatklasse 2	>49	49-37	36-25	25-12	<12
Anadrom, habitatklasse 3	>81	81-61	60-41	40-20	<20
Anadrom sympatrisk, habitat ikke beskrevet	>19	18-15	14-10	9-5	<5
Anadrom sympatrisk, habitatklasse 2		≥5	≤4		
Anadrom sympatrisk, habitatklasse 3	>25	24-19	18-13	12-6	<6
Stasjonær allopatrisk, habitat ikke beskrevet	>58	58-44	43-29	28-15	<15
Stasjonær allopatrisk, habitatklasse 1	>34	34-26	25-17	16-9	<8
Stasjonær allopatrisk, habitatklasse 2	>55	55-41	40-28	27-14	<14
Stasjonær allopatrisk, habitatklasse 3	>67	67-50	50-34	33-17	<17
Stasjonær sympatrisk, habitat ikke beskrevet	>10	10-8	8-6	5-3	<3
Stasjonær sympatrisk, habitatklasse 2		≥2	<2		
Stasjonær sympatrisk, habitatklasse 3	>14	14-11	10-7	6-4	<4

## 2.2 Genetiske undersøkelser

### Sammenligning mellom laks fra Usma og Driva

Genetikken hos 95 lakselignende individer fanget i Usma i 2018 og 202 voksne laks (stamfisk) fanget i Driva i 2018 ble undersøkt. DNAet ble ekstrahert fra finneprøver hos ungfisken i Usma og fra skjellprøver fra stamfisken i Driva med DNeasy Blood & Tissue Kit fra Qiagen. Ungfisken fra Usma ble først analysert for art med diagnostiske genetiske markører (Karlsson mfl. 2013) og individer identifisert som laks ble videre analysert for genetisk variasjon i 96 enkelt-nukleotidpolymorfismer (SNPer) på en Fluidigm SNP genotypingsplattform. Dette SNP-settet består av SNPer som skiller mellom villaks og oppdrettslaks (Karlsson mfl. 2011) og ble benyttet for å



identifisere laks med sannsynlig opphav i oppdrettslaks (Karlsson mfl. 2014). For sammenlikning mellom laks fra Driva og Usma ble laks med sannsynlig ikke rent villaksopphav ekskludert i videre analyser med en grense lik den som benyttes ved stamlakskontroll ( $P(\text{wild}) < 0,71$ ; Karlsson mfl. 2015). Videre består SNP-settet av 15 SNPer i det mitokondrielle arvematerialet (Karlsson mfl. 2010) og to funksjonelle SNPer i kjerne DNA, hvorav den ene (Vgll3) forklarer en stor grad av variasjon i alder ved kjønnsmodning og den andre (Six6) har en ukjent funksjon (Barson mfl. 2015).

### Sammenlikning mellom aure fra Usma og Driva

Ti individer av ungfisk fra hver el-fiskestasjon (10 stasjoner nedenfor fisketrappa) og fra de tre strekningene som ble avfisket ovenfor fisketrappa (**figur 2**) ble analysert for genetisk variasjon i 96 nøytrale SNP-markører. Ett individ ble genetisk identifisert som en hybrid mellom laks og aure, og for to individer ble genotypingen mislykket. I alt ble 127 individer fra Usma inkludert i videre sammenlikning av genetisk variasjon med aure fra Driva. For sammenlikning med aure fra Driva benyttet vi et eksisterende datamateriale med genotyper av ungfisk innsamlet i 2017 fra tre stasjonsområder i Driva (2B\_5, 5\_11B og 30\_32; Karlsson mfl. 2018). Det øverste stasjonsområdet i Driva (30\_32) ble identifisert til å representere en egen delbestand av aure i Driva. Siden fiskeetrappe i Usma har vært stengt for oppvandring av anadrom fisk siden tidlig på 1980-tallet ble det spesifikt undersøkt om ungfisken innsamlet ovenfor trappa var genetisk forskjellig fra den innsamlet på dagens anadrome strekning nedenfor trappa.

Genetiske distanser ( $F_{ST}$ ) og test for forskjell i allelfrekvens mellom Usma og Driva, test for avvik fra Hardy-Weinberg likevekt og observert og forventet heterozygositet ble utført i Genepop ver. 4.1.4 (Raymond & Rousset 1995). Genetisk populasjonsstrukturering ble utforsket uten *a priori* kunnskap om hvor fisken ble fanget med hjelp av programmet STRUCTURE (Pritchard mfl. 2000). Vi utførte 50 000 repetisjoner som «burn-in» og 100 000 repetisjoner etter «burn-in» og med ulikt antall antatte populasjoner.

Effektivt antall gytefisk (se Karlsson mfl. (2016) for en forklaring av begrepet) av sjøaure i Usma ble estimert i programmet COLONY 2.0.2.3 (Jones & Wang 2010). Prinsippet bak denne metoden er å identifisere halv- og helsøsken fra en stikkprøve fra en gyteårsklasse, slik at jo flere halv- og helsøsken det finnes i stikkprøven, desto færre antall effektive gytefisk har produsert denne årsklassen, og omvendt; jo færre halv- og helsøsken desto større antall gytefisk. Ungfisken fra Usma ble ikke aldersbestemt, men ut fra lengdefordeling ble 65 mm satt som øvre grense for 0+ og all fisk mindre enn 65 mm (44 individer) ble benyttet for å estimere effektivt antall gytefisk. Beregningen ble gjort kun på individer fanget nedenfor trappa (39 individer) da det kun var fem individer som var mindre enn 65 mm ovenfor trappa.

## 3 Resultater og diskusjon

### 3.1 Ungfiskundersøkelser

#### Tetthet av ungfisk

Det var betydelig variasjon i forekomst av ungfisk av laks og aure mellom stasjonene i Usma i 2018. Det var en klar dominans av aureunger i fangsten, og det ble fanget både årsyngel av aure og aureparr (ungfisk eldre enn årsyngel) på alle de ti undersøkte stasjonene (**tabell 2**). Det ble fanget årsyngel av laks ( $n = 79$ ) på alle stasjoner unntatt to, mens det ikke ble fanget eldre laksunger (lakseparr) på noen av stasjonene (**tabell 2**). Det ble fanget tre artshybrider (på stasjon 10, 9 og 3, **tabell 2**). Det ble ikke funnet ungfisk av laks på strekningene som ble avfisket ovenfor fisketrappa (**figur 2**), og det ser ut til at stenging av fisketrappa har ønsket effekt. Det er heller ikke funnet laks på disse områdene ved tidligere undersøkelser (Solem & Kjøsnes 2004, Saltveit & Pavels 2013).

Gjennomsnittlig estimert tetthet av aure for alle stasjonene var 55 årsyngel og 17 parr per 100 m<sup>2</sup> (**tabell 3, figur 3**). Vurdert ut fra forventningsverdiene for vassdraget var tettheten av årsyngel av aure tilfredsstillende for de aller fleste stasjonene (21-78 individer per 100 m<sup>2</sup>, **tabell 3**), med innslag av moderate tettheter på enkeltstasjoner. Tettheten av aureparr var jevnt over lav på alle stasjoner (**tabell 3**), men noe høyere i nedre deler av vassdraget der spesielt stasjon 5 skilte seg ut med 80 individer per 100 m<sup>2</sup>. Det er mye egnet habitat for eldre ungfisk i elva, og uten særlig konkurranse fra eldre laksunger burde det vært høyere tettheter av aureparr enn det som ble registrert.

Siden Usma er infisert med parasitten *G. salaris*, var tettheten av laksunger som forventet lav (**tabell 3**), med i gjennomsnitt 19 årsyngel per 100 m<sup>2</sup>. Det var mest årsyngel av laks i nedre deler av vassdraget. De høyeste tetthetene ble funnet på stasjon 11 og 5 (henholdsvis 47 og 36 individer per 100 m<sup>2</sup>, **bilde 2 og 3**). I perioden 1980 til 1992 ble det årlig foretatt ungfiskundersøkelser i Usma, med noen få unntak (Johnsen mfl. 1999). Undersøkelsene var av begrenset omfang (overfisket areal varierte fra 150-800 m<sup>2</sup>), og stasjonene ble raskt overfisket kun én gang siden hovedformålet var å lete etter laksunger, og ikke å estimere tettheter. Det må derfor tas noen forbehold når tetthetsestimatene fra disse undersøkelsene vurderes. I over halvparten av årene ble det ikke funnet årsyngel av laks, men lakseparr ble funnet i alle år unntatt ett. Tetthetene varierte mellom 0.2-1.3 individer av årsyngel og 0.3-3.1 individer av parr per 100 m<sup>2</sup> de årene det ble funnet laks. Siden det kun har vært sporadiske undersøkelser de siste 30 årene er det vanskelig å vurdere om resultatene i 2018 representerer en endring i ungfiskbestanden av laks i vassdraget.

Det tas forbehold om at resultatene fra ett år med undersøkelser kan være sterkt påvirket av naturlige variasjoner og stokastiske hendelser i elva (flom, isgang, tørke), eller faktorer i sjøen (reduert gytefiskbestand) som gir nedsatt produksjon, uavhengig av elvas vannmiljø. Derfor er det ofte behov for flere år med undersøkelser for å ha et bedre vurderingsgrunnlag av bestands-situasjonen for ungfisk i elva.



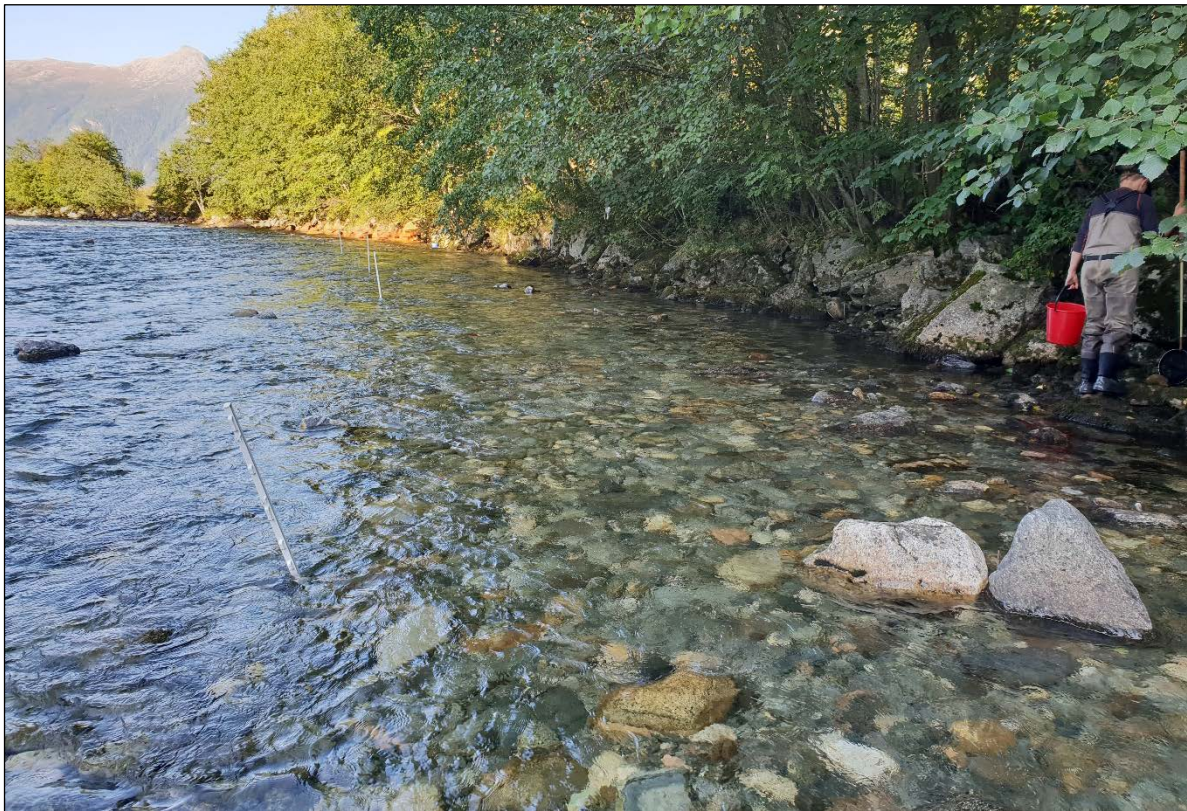
**Tabell 2.** Antall ungfisk av laks, aure og artshybrider fanget ved elektrisk fiske på 10 stasjoner i Usma høsten 2018. Alle laksunger og artshybrider er genetisk identifisert. Stasjon 1 er nederst mot sjøen, mens stasjon 9 er rett nedenfor fisketrappa.

Stasjon	Areal (m <sup>2</sup> )	Totalfangst					
		Laks	Laks	Aure	Aure	Artshybrid	Artshybrid
		0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+
1	100	10	0	10	1	0	0
11	100	32	0	32	18	0	0
5	100	11	0	64	77	0	0
10	100	9	0	60	18	1	0
2	100	6	0	26	11	0	0
6	100	0	0	36	8	0	0
3	100	6	0	21	5	1	0
7	100	1	0	28	12	0	0
8	100	0	0	36	7	0	0
9	100	4	0	17	6	1	0
<b>Sum</b>	<b>1000</b>	<b>79</b>	<b>0</b>	<b>330</b>	<b>163</b>	<b>3</b>	<b>0</b>

**Tabell 3.** Estimert tetthet (antall per 100 m<sup>2</sup>) av årsyngel av laks (0+), lakseparr (≥ 1+), årsyngel av aure (0+), aureparr (≥ 1+), årsyngel av artshybrider (0+) og parr av artshybrider (≥ 1+) på 10 stasjoner i Usma høsten 2018. Alle laksunger og artshybrider er genetisk identifisert. Siste kolonne i tabellen oppgir total tetthet av laksefisk, med fargekoder etter femdelte skala for klassifisering av økologisk tilstand (Anonym 2018). Stasjonene er klassifisert etter forventningsverdier knyttet til habitatklasse 3 for bekker og små elver med laksefisk (se Anonym 2018). Stasjon 1 er nederst mot sjøen, mens stasjon 9 er rett nedenfor fisketrappa.

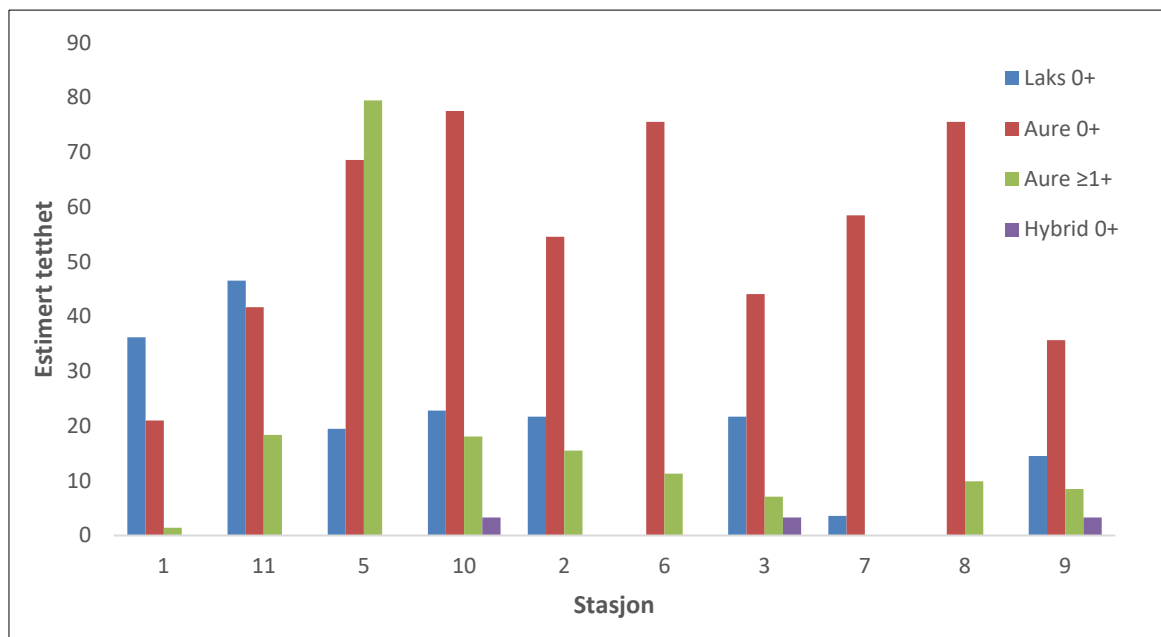
Stasjon	Estimert tetthet						Samlet
	"Laks"	"Laks"	Aure	Aure	Artshybrid	Artshybrid	
	0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	
1	36,2	0,0	21,0	1,4	0,0	0,0	58,6
11	46,6	0,0	41,7	18,4	0,0	0,0	106,7
5	19,5	0,0	68,6	79,5	0,0	0,0	167,6
10	22,8	0,0	77,6	18,1	3,3	0,0	121,8
2	21,7	0,0	54,6	15,5	0,0	0,0	91,8
6	0,0	0,0	75,6	11,3	0,0	0,0	86,9
3	21,7	0,0	44,1	7,1	3,3	0,0	76,2
7	3,6	0,0	58,5	0,0	0,0	0,0	62,1
8	0,0	0,0	75,6	9,9	0,0	0,0	85,5
9	14,5	0,0	35,7	8,5	3,3	0,0	62,0
<b>Sum</b>	<b>18,7</b>	<b>0,0</b>	<b>55,3</b>	<b>17,0</b>	<b>1,0</b>	<b>0,0</b>	<b>91,9</b>





**Bilde 2 og 3.** Stasjon 1 (øverste bilde) og stasjon 11 (nederste bilde) hadde de høyeste tetthetene av årsyngel av laks. Foto: Torgeir B. Havn.





**Figur 3.** Estimert tetthet (antall per 100 m<sup>2</sup>) av de ulike årsklassene hos aure og laks på stasjonene i Usma vist som stolpediagram. Stasjon 1 er nederst mot sjøen, mens stasjon 9 er rett nedenfor fisketrappa.

### ***Gyrodactylus salaris***

Av 79 årsyngel som ble genetisk bestemt til å være laks var 33 (42 %) infisert med *G. salaris*. Den gjennomsnittlige intensiteten var 70 parasitter per individ (median 41) og varierte fra 2 til 650 per fisk. Årsyngelen hadde normal størrelse (gjennomsnitt 52 mm, variasjonsbredde 40-62), og laks parasitert av *G. salaris* var omtrent like store (gjennomsnitt 52 mm) som de som ikke var parasitert (gjennomsnitt 51 mm, Mann-Whitney U-test,  $W = 870$ ,  $p = 0.27$ ). Ingen av de to artshybridene som i felt ble klassifisert til lakselignende var infisert. Den tredje artshybriden som ble funnet ved de genetiske undersøkelsene av aure ble ikke sjekket for *G. salaris*. Tidligere undersøkelser i Vefsna og Driva har vist at de fleste laksunger infisert med *G. salaris* dør i løpet av sitt første leveår (Johnsen & Jensen 1988, Solem mfl. 2018). Fraværet av lakseparr på de undersøkte stasjonene kan tyde på at det også er situasjonen i Usma. Imidlertid var prevalensen av parasitten på ungfisk lavere i 2018 enn i perioden fra 1980 til 1992, der nesten all ungfisk var infisert (Johnsen mfl. 1999). Flerårige undersøkelser er nødvendig for å kunne si mer om utviklingen i vert/parasittforholdet hos laks og *G. salaris* i Usma.

### **Økologisk tilstand**

Samlet gjennomsnittlig tetthet av all laksefisk per 100 m<sup>2</sup> på de 10 stasjonene var 92 individer (variasjonsbredde 59-168, **tabell 3**). Usma oppnår med dette samlet sett «svært god økologisk tilstand» (**tabell 3**). Seks av stasjonene oppnådde «svært god økologisk tilstand», tre stasjoner oppnådde «god tilstand», mens én stasjon oppnådde «moderat tilstand» (**tabell 3**). De gode oppnåelsene skyldes de relativt gode årsyngeltetthetene i Usma, som ved gjeldende klassifiseringsforslag til forventningsverdier gir god uttelling. Men selv om økologisk tilstandsklassifisering etter habitatklasse 3 tilsier at Usma er i «svært god økologisk tilstand», settes tilstanden ned to tilstandsklasser til «moderat økologisk tilstand» etter en ekspertvurdering. Årsaken til nedjusteringen er at tettheten av aseparr er urovekkende lav, og lakseparr er totalt fraværende på alle stasjoner. Dette er en klar indikasjon på store og unaturlige forstyrrelser i fiskebestandene i vassdraget. I tillegg er det mange vei- og landbruksrelaterte inngrep som utretting og avsmalning av elveløpet i Usma (**bilde 4**). Dette er hydromorfologiske inngrep som kan ha stor negativ økologisk effekt i vassdraget.

Ved utretting og steinsetting av elvesidene er mange elvesvinger og meandering fjernet, og elvas naturlige dynamikk og opprinnelige areal er redusert. Videre kan tilløpsbekker i anadrom strekning (spesielt egnet for sjøaure) være betydelig påvirket gjennom lukkinger, vandringshindre/barrierer under vei/dyrkamark og andre inngrep. Det betyr at samlet naturlig tilgjengelig elveareal reduseres, samtidig som gjenstående elveareal blir mindre produktivt (som gyte- og oppvekstområder). Vi ser at store deler av anadrom strekning har intensivt drevet landbruk og vei nært elva, med potensiale for overnevnte problematikk i større eller mindre grad. Videre er flere små, vannrike tilløpsbekker sterkt berørt av lukkinger og andre inngrep. Slike bekker kan historisk ha hatt viktige økologiske funksjoner som gyteområder (Bergan mfl. 2011) til hovedelva Usma. Slike hydromorfologiske sumvirkninger kan være svært negative (spesielt for bestanden av sjøaure lokalt) for større hovedvassdrag (Bergan & Solem 2018, Hol 2018), men også enkeltstående mindre vassdrag med tilløp direkte i sjøen (Bergan & Nøst 2017). Siden det ikke var hovedmandatet til undersøkelsen er vurderingene av de hydromorfologiske inngrepene lite omfattende, og basert på flyfoto og enkelte observasjoner i felt. For en mer utførlig vurdering kreves det en større feltinnsats og involvering av flere støtteparametere (for eksempel vannprøver).

**Bilde 4.** T.v.: Usma, flyfoto 2017. I partier er elva er avsmalnet og utrettet til kun en ensartet kanal. T.h. Flyfoto 2017.: Åpne partier i Leirbekken (blå linje) og partier som er lagt i bakken under vei og dyrkamark (rød linje). Status for bekken er ukjent. <https://kart.finn.no/>



## 3.2 Genetiske undersøkelser

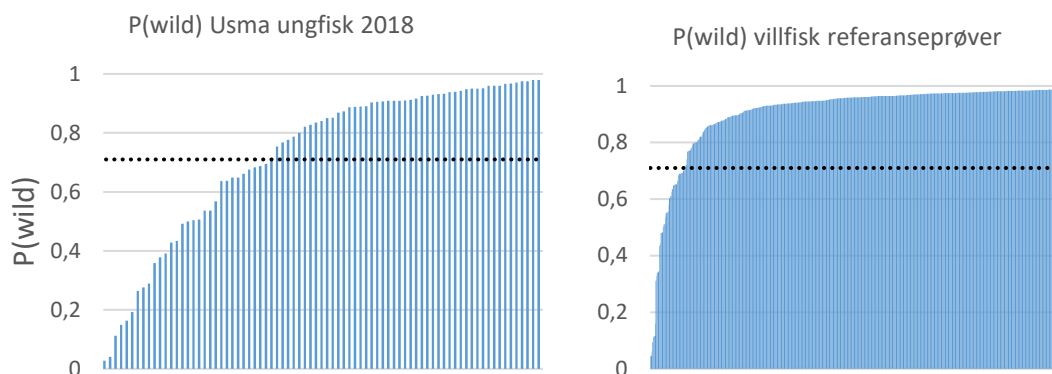
### 3.2.1 Laks

- Av 95 ungfisk fra Usma som ble definert som lakselike i felt, ble 79 genetisk identifisert som laks, 14 som aure og to som artshybrider (i tillegg var det én artshybrid blant aure-ungene som ble genetisk undersøkt).
- Det var stor grad av genetisk innkrysning av oppdrettslaks blant laksungene fra Usma
- Det var store genetiske forskjeller mellom laks fra Usma og Driva målt med nøytrale genetiske markører i kjerne-DNA og i mitokondrielt-DNA, og laksen i de to vassdragene representerer derfor to genetisk adskilte bestander.
- Det var store genetiske forskjeller mellom laks fra Usma og Driva målt med to ikke-nøytrale genetiske markører. Dette indikerer at laksen i de to vassdragene opplever forskjellige seleksjonsregimer og er genetisk tilpasset sitt elvemiljø
- Effektivt antall gytefisk for en gyteårsklasse i Usma ble estimert til 20 individer.

#### Innkrysning av oppdrettslaks

Av 95 lakselike ungfisk fra Usma som ble testet med diagnostiske genetiske markører, ble 79 individer identifisert som laks, 14 som aure og to som hybrider mellom laks og aure. Blant de 79 laksene var det en stor grad av innkrysning med oppdrettslaks. Hele 30 individer hadde liten sannsynlighet for å være av rent villaksopphav (estimert sannsynlighet for å tilhøre villaks  $P(\text{wild}) < 0,71$  (**figur 4**).

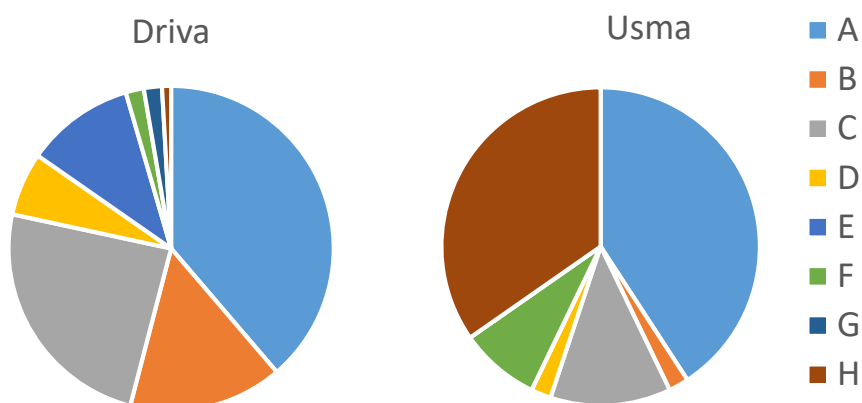
Etter å ha luket ut fisk som ikke var laks, og laks med relativt høy sannsynlighet for å ikke være av rent villaksopphav, ble 49 ungfisk av laks fra Usma og 176 voksne lakser fra Driva sammenlignet genetisk for variasjon i 68 nøytrale SNPer i kjerne-DNA, to funksjonelle SNPer i kjerne-DNA og 15 SNPer i mitokondrielt-DNA.



**Figur 4.** Sannsynlighet for at hver enkelt laks fra Usma tilhører villaks ( $P(\text{wild})$ , venstre panel) sammenlignet med forventet fordeling av  $P(\text{wild})$ -estimer fra et historisk referansemateriale med rent villaksopphav (høyre panel). Den stiplete linjen angir grenseverdien (0,71) benyttet for å luke ut laks som med relativt høy sannsynlighet ikke har rent villaksopphav (laks med  $P(\text{wild}) < 0,71$ ). Laks med en sannsynlighet over 0,71 er benyttet i videre analyser for sammenligning av laks fra Usma med laks fra Driva.

#### Genetiske forskjeller i mitokondrielt-DNA mellom laks fra Usma og Driva

Det var store og signifikante ( $P < 0,001$ ) forskjeller i haplotypesammensetning mellom Usma og Driva (**figur 5**), der 11,7% av den samlede observerte variasjonen ble tilskrevet forskjeller mellom bestandene.



**Figur 5.** Haplotype-sammensetning blant 111 stamlaks fra Driva og 49 ungfisk fra Usma.

Genotypingen for 15 SNPer i det mitokondrielle-DNAet var vellykket for alle de 49 individene fra Usma, mens for 65 individer fra Driva ble genotypingen mislykket for én eller flere SNPer, og disse ble luket ut for videre sammenlikning av haplotyper. Blant de 49 individene analysert fra Usma ble det identifisert seks forskjellige haplotyper, og åtte haplotyper blant 111 individer fra Driva. Til tross for en meget liten gytebestand, så er det med andre ord representert forholdsvis mange mor-linjer i materialet fra Usma. Dette viser også at stikkprøven av ungfisk fra Usma består av mange familier, og er dermed sannsynligvis representativ for gytebestanden i elven.

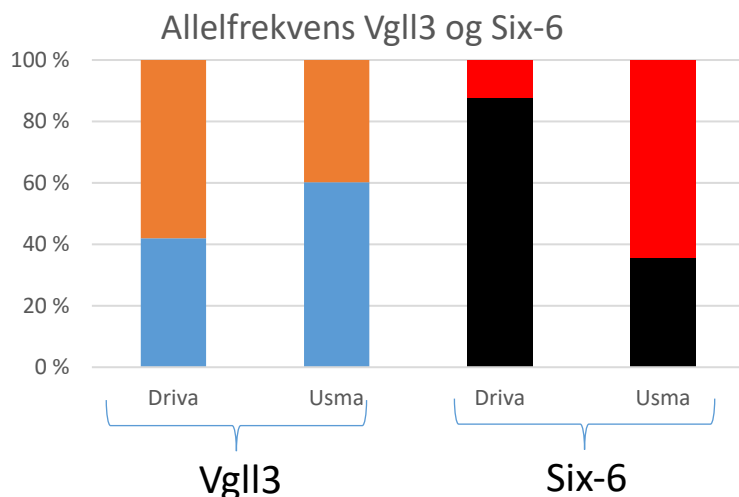
#### Genetiske forskjeller i kjerne-DNA-markører

Vi benyttet 68 selektivt nøytrale SNP-markører og to ikke-nøytrale SNP-markører for å kartlegge de genetiske forskjellene mellom laks i Driva og laks i Usma. De to ikke-nøytrale genetiske markørene er under sterk naturlig seleksjon og viser store genetiske forskjeller mellom laksebestander (Barson mfl. 2015). Den ene av disse heter Vgll3 og styrer i meget stor grad alder ved kjønnsmodning, mens funksjonen til den andre (Six-6) er ukjent. Genetiske forskjeller i nøytrale genetiske markører er ikke påvirket av naturlig seleksjon, men er styrt av tilfeldig genetisk drift og genflyt mellom bestander, og beskriver derfor i hvor stor grad bestandene er reproduktivt isolerte. Genetiske forskjeller målt med de ikke-nøytrale genetiske markørene er i tillegg til genetisk drift og genflyt, påvirket av naturlig seleksjon. De genetiske forskjellene avhenger derfor av hvor store miljøforskjeller det er mellom bestandene og reflekterer funksjonelle genetiske tilpasninger.

Det var høyst signifikante ( $P < 0,001$ ) genetiske forskjeller mellom Driva og Usma målt med nøytrale genetiske markører med en estimert relativ genetisk distanse ( $F_{ST}$ ) på 0,015. Denne genetiske distansen er på nivå med det som er estimert mellom andre nærliggende laksebestander (Bourret mfl. 2013, Ozerov mfl. 2017). Laksen i de to vassdragene representerer derfor to genetisk adskilte bestander.

Det var store og høyst signifikante ( $P < 0,002$ ) forskjeller i allelfrekvens i laksen fra Driva og Usma i de to ikke-nøytrale genetiske markørene (Vgll3 og Six-6), som vist i **figur 6**. Estimert relativ genetisk distanse ( $F_{ST}$ ) mellom Driva og Usma for disse to genetiske markørene var på henholdsvis 0,06 og 0,28, og var betydelig høyere enn tilsvarende estimat fra nøytrale genetiske markører (0,015). Dette indikerer at laksen i Driva og Usma har forskjellig miljø med ulike seleksjonsregimer og ulike genetiske tilpasninger.

Effektivt antall gytefisk av laks i Usma ble beregnet ved hjelp av stikkprøven bestående av 79 individer genetisk identifisert som laks. Basert på kroppslengde (og aldersanalyse av otolitter for et utvalg av fisken), ble disse karakterisert som årsyngel og dermed å tilhøre samme gyteårs-klasse. På grunnlag av dette ble effektivt antall gytefisk beregnet til 20 individer (95% CI: 12-38).



**Figur 6.** Allelfrekvens i to ikke-nøytrale genetiske markører (VgII3 og Six-6) hos laks i Driva og Usma. Begge markørene har to ulike alleler (genvarianter) representert med ulike farger.

### 3.2.2 Aure

- Det var høyst signifikante og store genetiske forskjeller mellom aure fra Usma og Driva. Auren i disse to elvene representerer derfor to genetisk adskilte bestander.
- Aure fanget ovenfor trappa i Usma var signifikant og moderat forskjellig fra aure fanget nedenfor sperra. Dette indikerer at sjøaure ovenfor sperra er blitt genetisk forandret etter at trappa ble stengt for oppvandring av anadrom fisk.
- Effektivt antall gytefisk for en gyteårsklasse i Usma ble estimert til 58 individer.

Det var høyst signifikante ( $P < 0,001$ ) og store genetiske forskjeller mellom aure fra Driva og Usma (**tabell 4**). Som vist av Karlsson mfl. (2018) var det også signifikant genetisk forskjell mellom aure fanget øverst i Driva (St. 30\_32) og aure fanget på stasjoner i de nedre delene av Driva ( $F_{ST}$ : 0,020-0,027), men forskjellen mellom aure fra Usma og Driva var betydelig større ( $F_{ST}$ : 0,066-0,103). Aure fanget ovenfor trappa i Usma var høyst signifikant ( $P < 0,001$ ) og moderat genetisk forskjellig ( $F_{ST} = 0,016$ ) fra aure fanget nedenfor trappa. Dersom auren fanget ovenfor trappa har opphav fra sjøaure før trappa ble stengt, så har disse genetiske forskjellene oppstått som følge av en founder-effekt og påfølgende tilfeldig genetisk drift. Man kan imidlertid ikke utelukke at forskjellene skyldes av at auren ovenfor trappa har kryssset seg med aure fra en stasjonær bestand. Det siste kan bli videre undersøkt ved å analysere fisk fra antatte stasjonære bestander.

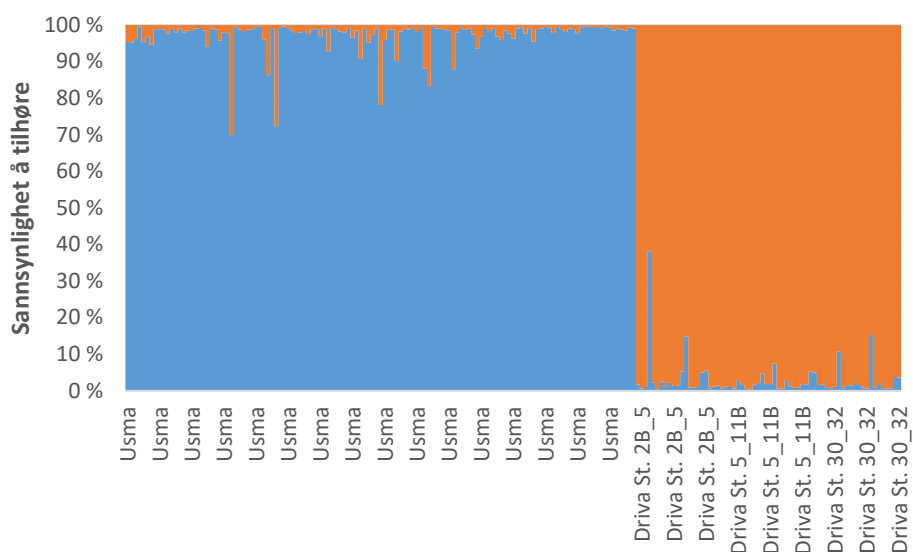
**Tabell 4.** Parvise genetiske distanser ( $F_{ST}$  under diagonalen) og  $P$ -verdier fra statistisk test for forskjell i allelfrekvenser (over diagonalen) mellom aure fra Usma (nedenfor og ovenfor fisketrappa) og aure fra Driva fanget i tre ulike stasjonsområder (Karlsson mfl. 2018).

FST/P	Usma_nedenfor	Usma_ovenfor	Driva st. 2B_5	Driva st. 5_11B	Driva st. 30_32
Usma_nedenfor	*	0,000	0,000	0,000	0,000
Usma_ovenfor	0,016		0,000	0,000	0,000
Driva st. 2B_5	0,068	0,101	*	0,396	0,00004
Driva st. 5_11B	0,066	0,103	0,005	*	0,00100
Driva st. 30_32	0,077	0,093	0,027	0,020	*



Den genetiske strukturen ble også utforsket uten *a priori* kunnskap om innsamlingslokalitet ved hjelp av programmet STRUCTURE. Denne analysen avdekket to distinkte genetiske grupper representert av ungfisk fra Driva og fra Usma (**figur 7**). De største og mest framtrepende genetiske forskjellene er derfor den mellom aure fanget i de to elvene.

Stikkprøvene viste ingen avvik fra Hardy-Weinberg likevekt. Genetisk variasjon i form av forventet heterozygositet innen de tre stasjonsområdene i Driva og samlet i stikkprøvene fra Usma var på samme nivå (0,342-0,365). Effektivt antall gytefisk i Usma ble beregnet med hjelp av stikkprøven av årsyngel av aure fanget nedenfor fisketrappa. Basert på kroppslengde ble disse karakterisert som årsyngel og dermed å tilhøre samme gyteårsklasse. På grunnlag av dette ble effektivt antall gytefisk beregnet til 58 individer (95% CI: 37-93).



**Figur 7.** STRUCTURE-analyse av aure fanget i Driva og Usma fra genetisk variasjon i 96 SNP-markører med to antatte populasjoner (blå og oransje). Auren ble gruppert til to tydelig adskilte populasjoner ut fra hvilken elv de ble fanget.

### 3.2.3 Konklusjon genetiske undersøkelser

- Bestandene av laks og aure i Usma er stedegne og genetisk forskjellige fra bestandene i Driva.
- De genetiske forskjellene mellom bestandene i Driva og Usma er så store at Usma bør sees på som en egen enhet for bevaring, og ikke som en elv med feilvandret laks eller sjøaure fra Driva.
- Bestandene i Usma bør derfor forvaltes separat fra andre bestander for å ivareta den stedegne genetiske variasjonen og de genetiske tilpasningene.

## 4 Referanser

- Anonym 2018. Direktoratgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 2:2018 Klassifisering.
- Barson, N.J., Aykanat, T., Hindar, K., Baranski, M., Bolstad, G.H., Fiske, P., Jacq, C., Jensen, A.J., Johnston, S.E., Karlsson, S., Kent, M., Moen, T., Niemelä, E., Nome, T., Næsje, T.F., Orell, P., Romakkaniemi, A., Sægrov, H., Urdal, K., Erkinaro, J., Lien, S. & Primmer, C.R. 2015. Sex-dependent dominance at a single locus maintains variation in age at maturity in salmon. *Nature* 528: 405-408.
- Bergan, M.A., Nøst T. & Berger, H.M. 2011. Laksefisk som indikator på økologisk tilstand i småelver og bekker. Forslag til metodikk iht. vanndirektivet. NIVA rapport L. NR. 6224-2011. 52 s.
- Bergan, M.A. & Nøst, T.H. 2017. Tappt areal og produksjonsevne for sjørretbekker i Trondheim kommune. NINA Rapport 1354. Norsk institutt for naturforskning.
- Bergan, M.A. & Solem, Ø. 2018. Problemkartlegging, ungfiskovervåking og anslag på tappt areal og redusert produksjonsevne i små sidevassdrag til Gaula. NINA Rapport 1497. Norsk institutt for naturforskning.
- 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.
- Bourret, V., Kent, M.P., Primmer, C.R., Vasemägi, A., Karlsson, S., Hindar, K., McGinnity, P., Verspoor, E., Bernatchez, L. & Lien, S. 2013. SNP-array reveals genome-wide patterns of geographical and potential adaptive divergence across the natural range of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Molecular Ecology* 22: 532-551.
- Eide, O., Bruun, P. & Haukebø, T. 1992. Undersøkelser vedrørende lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i Møre og Romsdal 1988, 1989, 1990 og 1991. Del Nordmøre. Fylkesmannen i Møre og Romsdal. Rapport nr. 3-1992. Fylkesmannen i Møre og Romsdal.
- Hindar, K., Jonsson, B., Ryman, N. & Ståhl, G. 1991. Genetic relationships among landlocked, resident, and anadromous brown trout, *Salmo trutta* L. *Heredity* 66: 83-91.
- Hol, E. 2018. Tappt areal og redusert produksjonsevne i Verdalsvassdragets sjørretbekker. Ås: Norges miljø- og biovitenskaplige universitet.
- Johnsen, B.O. & Jensen, A.J. 1988. Introduction and establishment of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957, on Atlantic salmon, *Salmo salar* L., fry and parr in the River Vefsna, northern Norway. *Journal of Fish Diseases* 11: 35-45.
- Johnsen, B.O., Møkkjelgerd, 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.
- Karlsson, S., Moen, T. & Hindar, K. 2010. An extended panel of single nucleotide polymorphisms in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) mitochondrial DNA. *Conservation Genetics* 11(3): 1171-1175.
- Karlsson, S., Moen, T., Lien, S. & Hindar, K. 2011. Generic genetic differences between farmed and wild Atlantic salmon identified from a 7K SNP-chip. *Molecular Ecology Resources* 11 (Suppl. 1): 247-253.
- Karlsson, S., Hagen, M., Eriksen, L., Hindar, K., Jensen, A.J., Garcia de Leaniz, C., Cotter, D., Gudbergsson, G., Kahilainen, K. & Gudjonsson, S. 2013. A genetic marker for the maternal identification of Atlantic salmon x brown trout hybrids. *Conservation Genetics Resources* 5: 47-49.
- Karlsson, S., Diserud, O.H., Moen, T. & Hindar, K. 2014. A standardized method for quantifying unidirectional genetic introgression. *Ecology and Evolution* 4(16): 3256-3263.
- Karlsson, S., Florø-Larsen, B., Balstad, T. & Eriksen, L.B. 2015. Stamlakskontroll 2014. NINA Rapport 1143. Norsk institutt for naturforskning.
- Karlsson, S., Bjørn, B., Holthe, E., Lo, H. & Ugedal O. 2016. Veilder for utsetting av fisk for å ivareta genetisk variasjon og integritet. Norsk institutt for naturforskning.

- Karlsson, S., Hindar, K., Birkeland Eriksen, L., Saksgård, R., & Solem, Ø. 2018, Genetisk kartlegging av sjørørrebestandene i Drivavassdraget. NINA Rapport 1463. Norsk institutt for naturforskning.
- L'Abée-Lund, J.H. 1991. Variation within and between rivers in adult size and sea age at maturity of anadromous brown trout *Salmo trutta*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 48 (6): 1015-1021.
- L'Abée-Lund, J.H. & Hindar, K. 1990. Interpopulation variation in reproductive traits of female anadromous brown trout, *Salmo trutta* L. Journal of Fish Biology 37: 755-763.
- Ozerov, M., Vähä, J-P., Wennevik, V., Niemelä, E., Svenning, M-A., Prusov, S., Fernandez, R.D., Unneland, L., Vasemägi, A., Falkegård, M., Kalske, T. & Christiansen, B. 2017. Comprehensive microsatellite baseline for genetic stock identification of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in northernmost Europe. ICES Journal of Marine Science, doi:10.1093/icesjms/fsx041.
- Raymond, M. & Rousset, F. 1995. Genepop (version 2.1): Population genetics software for exact tests and ecumenicism. Journal of Heredity 86: 248-249.
- Saltveit, S.J. & Pavels, H. 2013. Småkraftverk: Tetthet og reproduksjon av ørret på utbygde strekninger med krav om minste vannføring. Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Rapport nr. 31. 32s.
- Sandlund, O.T., Bergan, M.A., Brabrand, Å., Diserud, O.H., Fjeldstad, H.P., Gausen, D., Halleraker, J.H., Haugen, T.O., Hegge, O., Helland, I.P., Hesthagen, T.H., Nøst, T., Pulg, U., Rustadbakken, A. & Sandøy, S. 2013. Vannforskriften og fisk - forslag til klassifiseringssystem. Rapport Miljødirektoratet, M22-2013. Miljødirektoratet.
- Solem, Ø. & Kjøsnes, A.J. 2004. Ungfiskundersøkelser i Litledalselva og Usma. Oppdragsmelding nr. 3: Aquatic Bio Consulting. Solem, Ø., Karlsson, S., Eide, O. & Johnsen, B.O. 2012. Kartlegging av ungfiskbestander i Litledalselva. NINA Rapport 824. Norsk institutt for naturforskning.
- Solem, Ø., Aalbu, F. & Mo, T.O. 2018. Ungfiskundersøkelser i Drivavassdraget. Årsrapport 2017. NINA Rapport 1417. Norsk institutt for naturforskning.
- Thorstad, E.B., Johnsen, B.O., Forseth, T., Alfredsen, K., Berg, O.K., Bremset, G., Fjeldstad, H.-P., Grande, R., Lund, E., Myhre, K.O. & Ugedal, O. 2001. Fiskesperrer som supplement eller alternativ til kjemisk behandling i vassdrag infisert med *Gyrodactylus salaris*. Utredning for DN nr 2001-9: Direktoratet for naturforvaltning.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. Journal of Wildlife Management 22: 82-90.





*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 fors–kning  
og utredning, miljøovervåking, rådgivning og  
evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og  
erfaring med både naturvitere og sam–funnsvitere  
i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene,  
samfunnets bruk av naturen og sammenhenger  
med de store drivkreftene i naturen.*

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-3362-0

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

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

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

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger