

2027

NINA Rapport

# Evaluering av frivillig kultivering i Fetvassdraget

Ingerid Julie Hagen, Sten Karlsson, Bjørn Bjøru, Espen Holthe, Håvard Lo, Bjørn Florø-Larsen og Vegard P. Sollien



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

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

### **NINA Temahefte**

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

### **NINA Fakta**

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

### **Annen publisering**

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

# Evaluering av frivillig kultivering i Fetvassdraget

Ingerid Julie Hagen

Sten Karlsson

Bjørn Bjøru

Espen Holthe

Håvard Lo

Bjørn Florø-Larsen

Vegard P. Sollien

Hagen, I.J., Karlsson, S., Bjørn, B., Holthe, E., Lo, H., Florø-Larsen, B. & Sollien, V.P. 2021. Evaluering av frivillig kultivering i Fetvassdraget. NINA Rapport 2027. Norsk institutt for naturforskning

Trondheim, februar 2022

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4808-2

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 Tonje Aronsen (sign.)

OPPDRAUGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAUGSGIVERS REFERANSE

M-2270 I 2022

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Heidi Hansen

FORSIDEBILDE

Kart over Fetvassdraget © NVE

NØKKEWORD

Kultivering

Fetvassdraget

Velledalselva

Laks

Genetikk

Ryman-Laikre effekt

Innkrysning

KONTAKTOPPLYSNINGER

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

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

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

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

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

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

## Sammendrag

Hagen, I.J., Karlsson, S., Bjøru, B., Holthe, E., Lo, H., Florø-Larsen, B. & Sollien, V.P. 2022. Evaluering av frivillig kultivering i Fetvassdraget. NINA Rapport 2027. Norsk institutt for naturforskning.

Fetvassdraget (Velledalselva, 097.7Z) er én av en håndfull laksevassdrag i Møre og Romsdal hvor det gjøres frivillig kultivering. Effekten av denne kultiveringen i form av returnerende voksen fisk har vært ukjent, og det har heller ikke vært kjent i hvilken grad kultiveringen ivaretar bestandens genetiske integritet og genetiske variasjon. Etter at den obligatoriske genetiske stamlaks-kontrollen ble innført i 2014, er all utsatt laks sporbar og dette har gjort det mulig å evaluere kultiveringen. I dette prosjektet har vi benyttet genetiske analyser til å spore utsatt laks i Fetvassdraget til stamlaksforeldre brukt i gyteårene 2014 og 2015. Andelen kultivert laks fra disse gyteårene var henholdsvis 0 % og 7,6 %. Kultiveringen har dermed bidratt lite til den totale bestanden i Fetvassdraget i disse årsklassene. Det meste av laksen fra disse gyteårene var naturlig produsert og kultiveringen forventes dermed å ikke ha medført noen endring i effektiv bestandsstørrelse eller vesentlig påvirket genetisk variasjon i bestanden.

Stamfiskens størrelse (lengde og vekt) ble sammenliknet med tilsvarende informasjon for individer fanget under sportsfiske i årene 2016 – 2021. Resultatene fra denne analysen viste at stamfisken var betydelig større enn gjennomsnittet i sportsfiskefangstene. Dette kan tilsi at stamfisken samlet inn i årene 2016 – 2021 ikke har vært et tilfeldig utvalg av gytebestanden. En slik kunstig seleksjon i kultivering er ikke i henhold til forvaltningens anbefalinger.

I og med at kultivering ikke har medført en økning i bestandsstørrelse i Fetvassdraget, har kultiveringen vært lite hensiktsmessig i de to evaluerte gyteårene. Vi anbefaler derfor at det enten gjøres tiltak for å øke overlevelsen til utsatt fisk, alternativt at kultiveringsprogrammet avsluttes. Den høye beskatningen i vassdraget (70 – 80 %) samtidig som gytebestandsmålet ikke er oppnådd bør tas med i denne vurderingen. Vi påpeker at dette prosjektet omfatter to gyteår og det er mulig at andel kultivert laks fra senere gyteår kan være annerledes. Hvis utsettinger av laks i Fetvassdraget blir videreført anbefaler vi at det gjøres tiltak for å øke overlevelsen til utsatt fisk, at det blir lagt vekt på å velge stamfisk som i større grad representerer bestandens sammensetning i individstørrelse og alder og at slektskapsanalyser blir tatt i bruk for å unngå kryssninger mellom nært beslektede individer.

Ingerid Julie Hagen, NINA, Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim; [ingerid.hagen@nina.no](mailto:ingerid.hagen@nina.no)

Sten Karlsson, NINA; [sten.karlsson@nina.no](mailto:sten.karlsson@nina.no)

Espen Holthe, NINA; [espen.holthe@nina.no](mailto:espen.holthe@nina.no)

Bjørn Bjøru, Veterinærinstituttet, Postboks 4024, Angelltrøa, 7457 Trondheim;

[bjorn.bjoru@vetinst.no](mailto:bjorn.bjoru@vetinst.no)

Håvard Lo, Veterinærinstituttet; [havard.lo@vetinst.no](mailto:havard.lo@vetinst.no)

Bjørn Florø-Larsen, Veterinærinstituttet; [bjorn.floro-larsen@vetinst.no](mailto:bjorn.floro-larsen@vetinst.no)

Vegard P. Sollien, Veterinærinstituttet; [vegard-p.sollien@vetinst.no](mailto:vegard-p.sollien@vetinst.no)

# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Innhold</b> .....	<b>4</b>
<b>Forord</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Innledning</b> .....	<b>6</b>
1.1 Kultiveringens historie i Norge .....	6
1.2 Behovet for å evaluere kultivering .....	6
1.3 Fetvassdraget .....	6
1.4 Innkrysning av rømt oppdrettslaks .....	7
1.5 Prosjektets delmål:.....	8
<b>2 Metode</b> .....	<b>9</b>
2.1 Tilgjengelig materiale .....	9
2.2 Genetisk tilordning av villfanget gytefisk til stamfiskforeldre.....	9
2.3 Genetisk tilordning innen stamfisk.....	9
2.4 Beregning av tilslag av kultivert fisk .....	10
2.5 Beregning av effektiv bestandsstørrelse .....	10
2.6 Vurdering av en Ryman-Laikre effekt som følge av kultivering .....	10
2.7 Stamfiskens representativitet i forhold til sportsfiske .....	11
2.8 Innkrysning av rømt oppdrettslaks .....	11
<b>3 Resultater</b> .....	<b>12</b>
3.1 Tilslag av kultivert fisk .....	12
3.2 Effektivt antall foreldre i stamfisk og vill gytefisk og vurdering av en Ryman-Laikre effekt av kultiveringen .....	12
3.3 Stamfiskens representativitet i forhold til prøver fra sportsfiske .....	14
3.4 Genetisk innkrysning av oppdrettsfisk .....	15
<b>4 Diskusjon</b> .....	<b>18</b>
4.1 Konklusjoner og anbefalinger.....	19
<b>5 Referanser</b> .....	<b>21</b>

## Forord

Statsforvalteren i Møre og Romsdal har uttrykt at alle frivillige kultiveringsprogrammer i fylket bør evalueres. I Fetvassdraget i Møre og Romsdal har det i flere tiår vært drevet frivillig kultivering gjennom utsett av plommeseekkyngel og noe rognplanting. I og med at rogn og plommeseekkyngel ikke har vært fysisk merket, har tilslaget av kultivert fisk vært ukjent. Videre har det heller ikke vært kjent om kultiveringen opprettholder den genetiske integriteten og variasjonen i bestanden. For å gjøre en vurdering av tilslag og effekt av kultiveringen på genetisk variasjon og integritet har vi benyttet genetiske metoder og evaluert to årsklasser av laks. Vi har også evaluert graden av innkrysning av rømt oppdrettslaks i Fetvassdraget og stamfiskens representativitet i forhold til sportsfiskefangster. Vi takker Miljødirektoratet, som har finansiert prosjektet, for oppdraget. Vi takker også ingeniørene på NINA-Genlab for DNA ekstraksjon og genotyping.

Februar 2022,

Ingerid Julie Hagen



# 1 Innledning

## 1.1 Kultiveringens historie i Norge

Kultivering har lang historie i Norge, og de første klekkeriene ble etablert allerede i 1855 (Berg 1986). I oppstarten av kultiveringspraksisen var kunnskapsgrunnlaget begrenset, og klekkeriene hadde få eller ingen føringer for hvordan kultivering burde drives. Etter hvert som kunnskapsgrunnlaget har økt, har også regelverket rundt kultivering blitt mer detaljert. I 1988 ble det anbefalt bruk av stedegen stamme når det drives kultivering (Korsen mfl. 1988), og dette ble lovfestet ved Lakseloven i 1992 (<https://lov-data.no/dokument/NL/lov/1992-05-15-47>). I 1995 ble det tillatt å sende inn skjellprøver til skjellkontroll for å ta ut rømt oppdrettslaks basert på vekstmønstre i skjell, og fra og med 2014 ble det bestemt at all stamlaks skulle testes genetisk for å identifisere og fjerne individer som sannsynligvis ikke har rent villaksopphav (hybrider mellom villaks og oppdrettslaks). Videre har forvaltningen utarbeidet retningslinjer for utsetting av anadrom fisk (Anon. 2014a), og det har blitt utarbeidet en veileder for utsetting av fisk for å ivareta genetisk variasjon og integritet (Karlsson mfl. 2016a). Det kultiveres i underkant av 60 laksebestander i Norge i dag (Karlsson mfl. 2021).

## 1.2 Behovet for å evaluere kultivering

Kultiveringstiltak i form av fiskeutsettinger medfører risiko for uønskede genetiske og økologiske effekter og er et betydelig avvik fra naturlige bestandsregulerende prosesser. I dag benyttes kultiveringstiltak hovedsakelig som et bevaringstiltak, og retningslinjene fra forvaltningen tilsier at kultivering bør gjøres etter at andre kompensierende tiltak har blitt forsøkt (Skår mfl. 2011). Dersom det er behov for at en bestand kultiveres, er det viktig at effekten av kultiveringen evalueres. Evaluering gir informasjon om tilslag av kultiveringen og hvordan tilslaget og antall stamfisk bør tilpasses for å få et best mulig forholdstall mellom antall gytefisk i elven, antall kultiverte foreldre og bidraget fra de enkelte stamfiskene.

Dersom en stor del av gytebestanden har opphav i et begrenset antall stamfisk kan den totale effektive bestandsstørrelsen bli redusert. Dette kalles Ryman-Laikre effekten (Ryman & Laikre, 1991) og har blitt dokumentert som følge av kultivering i laksebestandene i Eira, Bævra og Årøyelva (Hagen mfl. 2020) og internasjonalt (Christie mfl. 2012). For å unngå en Ryman-Laikre effekt er det viktig å tilpasse andelen utsatt fisk i totalbestanden i forhold til effektivt antall stamfisk og effektivt antall vill gytefisk. Et sentralt fokus ved evaluering av kultivering er derfor å tallfeste andel kultivert fisk i bestanden, effektivt antall stamfisk og effektivt antall vill gytefisk, og ut fra dette tilpasse kultiveringen slik at eventuelle negative effekter unngås, og utfallet blir mest mulig positivt for elvebestanden. Andelen kultivert fisk i bestanden er den parameteren som har størst betydning for hvilke genetiske effekter kultiveringen kan ha (Hagen mfl. 2020). Dersom tilslaget ved kultivering er stort kan utsetting av klekkeriproduserte individer føre til store endringer i motakerbestanden, mens effekten vil være liten dersom tilslaget er lite.

For å kunne tilordne villfanget gytefisk til stamfiskforeldre benyttes det genetiske metoder. En forutsetning for å evaluere kultivering er derfor at det blir samlet inn skjellprøver av all stamfisk, samt stikkprøver av bestanden i elven. Stamlakskontrollen som ble innført i 2014 har medført at prøver av stamfisken er sikret og at utsatte individer er sporbare til stamlaksforeldre.

## 1.3 Fetvassdraget

I henhold til Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) sin informasjon har Fetvassdraget (Velledalselva, 097.7Z) en middels stor naturlig gytebestand, og et gytebestandsmål på 484 kg hunnfisk (Anon. 2014b). De siste årene har ikke gytebestandsmålet vært oppnådd, men ligger på rundt 80 % (VRL 2020). En gytefisktelling i 2019 rapporterte rundt 83 individer og det ble antatt at rundt 90 % av all laks ble observert (Holthe mfl. 2020). Kambestad mfl. (2021) refererer til en gytefisktelling i 2020, der 100 villaks ble registrert, men det ble ikke oppgitt hvor stor andel av laksen i vassdraget som ble antatt observert. Videre ble det i 2020 fanget og avlivet 314 laks



(Kambestad mfl. 2021). Ungfisktellinger foretatt på høsten 2020 tilsa at ungfisktettheten varierte mellom ulike stasjoner, og at tettheten var lav på enkelte gode gyte- og oppvekstområder (Kambestad mfl. 2021). Dette kan skyldes at gytebestanden de siste årene ikke har vært stort nok til å dekke produksjonspotensialet i elven.

Fetvassdraget er sterkt påvirket av innkrysning med rømt oppdrettslaks. Genetisk integritet i bestanden er i henhold til kvalitetsnormen beskrevet som svært dårlig, da store og signifikante genetiske endringer som følge av innkrysning av rømt oppdrettslaks er dokumentert (Diserud mfl. 2020). Det har i flere 10-år vært satt ut plommeseekkyngel og øyerogn i Fetvassdraget. I gjennomsnitt settes det ut 80 000 – 120 000 plommeseekkyngel eller øyerogn og det fanges årlig rundt 30 stamfisk (se **tabell 1**).

**Tabell 1:** Oversikt over antall stamfisk som ble fanget, antall stamfisk som ble godkjent ved skjellkontroll for å ta ut individer som var rømt oppdrettsfisk, antall stamfisk som ble godkjent etter genetisk opphavskontroll og antall øyerogn / plommeseekkyngel som ble satt ut. Yngel og øyerogn som er satt ut et gitt år har opphav i stamfisken som er rapportert fanget det foregående året. Data er hentet fra Karlsson mfl. (2021) og VRL (<https://www.vitenskapsradet.no/VurderingAvEnkeltbestander/#/map>). De evaluerte gyteårene og antall utsatte plommeseekkyngel fra disse er uthevet.

År	Stamfisk fanget	Godkjent v/ skjellkontroll	Godkjent v/oppnavskontroll	Antall rogn / yngel satt ut Tall i parates er gyteårsklasse
<b>2014</b>	<b>33</b>	<b>33</b>	<b>28</b>	90 000 - 100 000 pl.seekkyngel (2013)
<b>2015</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>21</b>	<b>80 000 plommeseekkyngel (2014)</b>
2016	30	30	28	<b>80 000 plommeseekkyngel (2015)</b>
2017	30	30	26	120 000 øyerogn (2016)
2018	30	30	24	100 000 - 110 000 øyerogn (2017)
2019	30	27	22	85 000 plommeseekkyngel (2018)
2020	28	28	24	80 000 plommeseekkyngel (2019)
2021	30	29	25	

Denne rapporten omfatter gyteårsklassene 2014 og 2015. Fra disse årsklassene ble det hvert år satt ut 80 000 plommeseekkyngel (**tabell 1**). I denne rapporten har vi kvantifisert bidraget fra de til sammen 160 000 utsatte individene og vurdert hvilke effekter utsetting av disse individene har hatt på laksebestanden i Fetvassdraget.

## 1.4 Innkrysning av rømt oppdrettslaks

Det er observert en høy grad av innkrysning med rømt oppdrettslaks i Fetvassdraget (Diserud mfl. 2020). Sterk seleksjon for økonomisk viktige trekk har ført til at oppdrettslaks er mindre tilpasset livet i naturen enn villaks, og innkrysning av oppdrettslaks i ville bestander har derfor negative konsekvenser for villaksen (Glover mfl. 2017). Laks født i naturen som har gener som helt eller delvis stammer fra oppdrettslaks har dårligere overlevelse (Wacker mfl. 2021) og reproduksjon enn laks med rent villaksopphav. Det er også vist at innkrysning av rømt oppdrettslaks fører til endret vekst og sjøalder i villfisk (Bolstad mfl. 2017; 2021). I kunstige miljø har derimot oppdrettslaksen bedre overlevelse, slik at oppdrettslaks og hybrider mellom oppdrettslaks og villaks vil utkonkurrere villaks når de er holdt i oppdrettsmiljø (Solberg mfl. 2013). I kultiveringsprogrammet for Eira i Møre og Romsdal er det vist at avkom etter stamlaks med helt eller delvis opphav i oppdrettslaks har høyere overlevelse enn avkom etter stamlaks med rent villaksopphav. Denne effekten har forsterket graden av innkrysning av oppdrettslaks i elvebestanden (Hagen mfl. 2019a). Siden 2014 har det blitt gjennomført obligatorisk genetisk stamlakskontroll for å fjerne stamlaks som sannsynligvis ikke har rent opphav i villaks (Karlsson mfl. 2021).

## **1.5 Prosjektets delmål:**

Følgende delmål har blitt definert for prosjektet:

1. Vurdere tilslag av kultivert fisk for gyteårsklassene 2014 og 2015.
2. Vurdere effekten av kultivering på den effektive bestandsstørrelsen (Ryman-Laikre effekt).
3. Gi en vurdering av representativiteten til stamfisken, det vil si om stamfisken er et tilfeldig utvalg av elvebestanden og i hvilken grad stamfisk er direkte etterkommere etter tidligere brukt stamfisk.
4. Gi en vurdering på om stamfiskkontroll har hatt en effekt på innkrysning av kultiverte individer.
5. Gi forslag til eventuelle nødvendige endringer i kultiveringspraksis.

## 2 Metode

### 2.1 Tilgjengelig materiale

Vi har genotypet materiale som er samlet inn i løpet av sportsfiskesesongene 2018 – 2021. Innsamlede skjell har blitt alderslest og vi har genotypet alle villaks med gyteår 2014 og 2015. Oversikt over prøver fra de forskjellige sesongene er listet i **tabell 2**. Videre har vi benyttet stamfisk fra og med 2014 og frem til 2021. Stamfisken fra og med fangstår 2018 har blitt alderslest og stamfisk med gyteår 2014 og 2015 har blitt tatt med i evalueringen.

**Tabell 2:** Antall individer fra hvert gyteår som ble fanget i de respektive fangstårene og som vi har benyttet til evaluering av kultivering.

Fangstår	Gyteår 2014		Gyteår 2015	
	Sportsfiske	Stamfiske	Sportsfiske	Stamfiske
2018	13	6	0	0
2019	38	11	11	4
2020	16	7	39	11
2021	3	1	7	7
Sum:	70	25	57	22
Totalt per gyteår:	95		79	

### 2.2 Genetisk tilordning av villfanget gytefisk til stamfiskforeldre

Kultivert fisk ble tilordnet stamfiskforeldre basert på prinsippet om Mendelsk nedarving. Dette innebærer at avkom arver ett av to gener fra hver av foreldrene. Ved å analysere et tilstrekkelig høyt antall gener kan vi med tilnærmet 100 % sikkerhet identifisere hvilke foreldre et individ har. I denne analysen brukte vi genotyper for 68 Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs). Analysen ble utført ved hjelp av et skript i Visual Basic (Thomas Moen, AquaGen AS, upublisert). For å ta høyde for mulige feil i krysningslistene og som en ekstra kvalitetskontroll, ble all stamfisk samlet inn for et gitt gyteår satt som mulige foreldre, uavhengig av oppgitt kjønn.

Genetisk tilordning av avkom til stamfiskforeldre ble ytterligere kvalitetssikret ved å sammenlikne mitokondriell haplotype (basert på 15 mitokondrielle SNPer) hos hunnstamfisk med avkom. Prinsippet her er at mødre og avkom er nødt til å ha samme haplotype, da mitokondriet i sin helhet og utelukkende nedarves fra mor til avkom.

På grunn av mulig feilvandring ble det også forsøkt tilordning til stamfisk i Korsbrekkelva (stamfiskårene 2013, 2014 og 2015), Bondalselva og Ørstaelva (begge med stamfiskårene 2014 og 2015) og Strandaelva (all stamfisk fra 2014 og rundt halvparten av stamfisken fra 2015 da de resterende prøvene mangler; tilordningen til 2015 i Strandaelva er dermed ufullstendig).

### 2.3 Genetisk tilordning innen stamfisk

Det anbefales ikke å bruke utsatt fisk som stamfisk. Fordi den utsatte fisken i Fetvassdraget ikke er fysisk merket (som ved for eksempel klippet fettfinne), er det mulig at utsatt fisk blir utilsiktet brukt som stamfisk. Dette kan føre til mindre genetisk variasjon blant utsatt fisk sammenliknet med om ubeslektet stamfisk hadde vært brukt. På grunn av stamfiskkontrollen er all stamfisk fra og med 2014 og fremover genotypet. Disse genotypene kan brukes til å finne ut om utsatt fisk har blitt brukt som ny stamfisk. Gjennomføring av denne analysen var identisk med beskrivelsen i avsnitt 2.2. Stamfisk samlet inn i 2017 – 2021 ble forsøkt genetisk tilordnet til stamfisk brukt i 2014 – 2018.

## 2.4 Beregning av tilslag av kultivert fisk

Andel kultivert fisk i bestanden har betydning for hvor store genetiske effekter kultivering kan påføre bestanden og det er derfor viktig å beregne denne parameteren (Hagen mfl. 2020). I dette studiet har vi beregnet tilslaget av kultivert fisk for to gyteårsklasser. Datamaterialet for gyteår 2014 og 2015 var på henholdsvis 95 og 79 individer og begge gyteårene er fulltallige (det vil si at alle smolt- og sjøaldere er representert), noe som gir grunnlag for en sikker beregning av tilslaget. Dersom stikkprøven (her prøver fra sportsfiske) fra bestanden i elva er et tilfeldig og representativt utvalg av bestanden, vil forholdet mellom antallet kultivert fisk og antallet naturlig produsert fisk være direkte overførbart til andel kultivert fisk. I Fetvassdraget anser vi stikkprøven som et tilfeldig utvalg, og andelen kultivert fisk ble beregnet i henhold til følgende likning:

$$\text{Andel kultivert fisk} = \frac{\text{Antall utsatte individer}}{\text{Totalt antall individer}} \quad (\text{Likning 1})$$

## 2.5 Beregning av effektiv bestandsstørrelse

Effektivt antall foreldre er som regel forskjellig og ofte mindre enn det faktiske antall foreldre. Ulikt antall hunn- og hannfisk og en stor forskjell i antall avkom, vil føre til at effektivt antall foreldre blir mindre enn faktisk antall foreldre. Effektivt antall foreldre for kultivert fisk ble beregnet separat for hanner og hunner for hvert gyteår ut ifra antall tilordnede avkom i henhold til følgende formel (Caballero, 1994):

$$N_{\text{ek}} = \frac{N\mu - 1}{\mu - 1 + \left(\frac{\sigma^2}{\mu}\right)} \quad (\text{Likning 2})$$

$N$  er antall hunn-stamfisk eller hann-stamfisk,  $\mu$  er gjennomsnittlig antall avkom per stamfisk og  $\sigma^2$  er variansen i antall avkom blant stamfiskene. Variansen i antall avkom ble skalert til 2, hvilket tilsvarer gjennomsnittlig antall avkom for å opprettholde en stabil bestandsstørrelse. Ut ifra dette ble totalt antall effektivt stamfisk beregnet i henhold til følgende formel:

$$N_{\text{ek}} = \frac{4 (N_{\text{ek}}^{\text{♀}} \cdot N_{\text{ek}}^{\text{♂}})}{N_{\text{ek}}^{\text{♀}} + N_{\text{ek}}^{\text{♂}}} \quad (\text{Likning 3})$$

Beregning av effektivt antall foreldre i vill andel av bestanden ble gjort ved å benytte «Sibship» metoden (Wang, 2009) som er implementert i programmet COLONY 2.0.2.3 (Jones & Wang 2010). Med denne tilnærmingen identifiseres halv- og helsøsken ut fra genotypisk likhet. Ut fra sammensetningen av hel- og halvsøsken og ubeslektede individer i stikkprøven blir deretter effektivt antall foreldre i bestanden beregnet. Vi definerte alle individer som ikke ble tilordnet stamfiskforeldre som naturlig produsert (ikke kultivert). Naturlig produserte individer (heretter «ville») som ved hjelp av skjell-lesing ble tilordnet et gitt gyteår ble brukt som grunnlag for å beregne effektivt antall foreldre i vill andel av bestanden det samme gyteåret.

## 2.6 Vurdering av en Ryman-Laikre effekt som følge av kultivering

Dersom en stor andel av gytefisk stammer fra et lite antall stamfisk vil dette føre til at den totale effektive bestandsstørrelsen (som inkluderer bidraget fra stamfisk og bidraget fra vill gytefisk) blir redusert som følge av kultivering. Den totale effektive bestandsstørrelsen med bidrag fra kultivering og den naturlige reproduksjonen ble beregnet med følgende formel:

$$N_{eTotal} = \frac{1}{\left(\frac{x^2}{N_{ek}}\right) + \frac{(1-x)^2}{N_{eVill}}} \quad (\text{Likning 4})$$

$N_{eVill}$  tilsvarende effektiv bestandsstørrelse i den ville bestanden (fra Sibship analyser),  $N_{ek}$  er effektivt antall stamfisk og  $x$  er andel kultivert fisk i gytebestanden for hvert gyteår. Beregning av  $N_{eTotal}$  ble gjort separat for hvert gyteår. Dersom  $N_{eTotal}$  er mindre enn effektiv bestandsstørrelse i den ville bestanden ( $N_{eVill}$ ) kan man si at den totale effektive bestandsstørrelsen hadde vært større uten noe bidrag fra utsatt fisk, det vil si at vi ser en Ryman-Laikre effekt:

$$\frac{N_{eTotal}}{N_{eVill}} < 1 \quad (\text{Likning 5})$$

## 2.7 Stamfiskens representativitet i forhold til sportsfiske

Stamfisken bør i størst mulig grad representere gytebestanden (Karlsson mfl. 2016a). Dette betyr at stamfisken bør ha tilsvarende alders- og størrelsesfordeling som elvebestanden. I dette studiet har vi sammenliknet stamfiskens størrelsesfordeling med størrelsesfordeling blant fisk fanget i sportsfiske. Prøver innsamlet igjennom sportsfiske ble antatt å være representative for gytebestanden. Informasjon om størrelse (vekt og lengde) ble hentet fra skjellkonvoluttene og fra informasjon om stamfisken som har blitt sendt til Veterinærinstituttet. For å undersøke om det var en forskjell på vekt og lengde i de to gruppene utførte vi en tosidig t-test i programvaren R (R Development Team 2018). For å unngå årseffekter sammenliknet vi stamfisk og sportsfiskeprøver som var fanget i sammenfallende år. Det var mulig å sammenlikne vekt og lengde i stamfisk og prøver fra sportsfiske fra fangstårene 2016 – 2021.

## 2.8 Innkryssing av rømt oppdrettslaks

Beregning av genetisk innkryssing av oppdrettslaks ble utført med et sett genetiske markører som er gode til å skille mellom villaks og rømt oppdrettslaks (Karlsson mfl. 2011). Genotyper fra disse markørene ble analysert i henhold til en metode utviklet av Karlsson mfl. (2014). I praksis betyr dette at genetisk innkryssing med oppdrettslaks ble vurdert individuelt for hver enkelt fisk og presentert som en  $P(\text{Wild})$ -verdi mellom 0 og 1 i henhold til Karlsson mfl. (2014; 2016b). Individuer med rent villaksopphav får generelt  $P(\text{wild})$ -verdier nær 1, mens individer med rent oppdrettsopphav får generelt  $P(\text{wild})$ -verdier nær 0. For å skille ut individer med sannsynlig oppdrettsopphav har vi benyttet en  $P(\text{wild})$ -grenseverdi på 0,71, som er den samme som brukes som terskelverdi for å godkjenne stamfisk i stamlakskontrollen (Karlsson mfl. 2021).

## 3 Resultater

### 3.1 Tilslag av kultivert fisk

I denne rapporten har vi beregnet tilslaget av kultivert fisk for to gyteårsklasser. I henhold til smolt- og sjøaldere som er registrert i Fetvassdraget er gjennomsnittlig alder fra klekkeår til fangstår 4,15 år. Videre finner vi at rundt 5 % av individene er fanget som seksåringer, hvilket er den høyeste registrerte alder på laks i Fetvassdraget i vårt materiale. Gyteåret 2014 var dermed fulltallig i 2021, mens gyteåret 2015 sannsynligvis var nærmest fulltallig i 2021. Det er mulig at et fåtall seksåringer fra gyteåret 2015 vil gå opp i elva i 2022. Dette vil i så fall sannsynligvis dreie seg om svært få individer og å inkludere eventuelle fangster av disse vil ikke kunne endre resultatene i dette studiet. Datamaterialet i dette prosjektet har dermed gitt et robust grunnlag for beregning av tilslaget for de to gyteårene.

Det ble totalt identifisert seks individer med opphav i stamfisk brukt i 2015: fire individer fanget i sportsfisket og to fanget under stamfisket. Ingen kultiverte individer fra gyteåret 2014 har blitt identifisert. Dette betyr at tilslaget for kultivert laks i Fetvassdraget var henholdsvis 0 % og 7,6 % for de to gyteårene (**tabell 3**). De to kultiverte stamfiskene ble fanget i 2021. Ett individ fanget i sportsfisket i 2019 ble tilordnet et stamfiskpar brukt i Bondselva i 2014. Ingen individer ble tilordnet stamfisk fra Korsbrekkelva, Ørstaelva eller Strandaelva.

**Tabell 3:** Antall prøver og andel kultivert fisk fra to gyteår i Fetvassdraget.

Gyteår	Totalt antall prøver	Antall kultiverte individer	Andel kultivert
2014	95	1*	0 %
2015	79	6	7,6 %

\* Utsatt som plommesekkyngel i Bondselva.

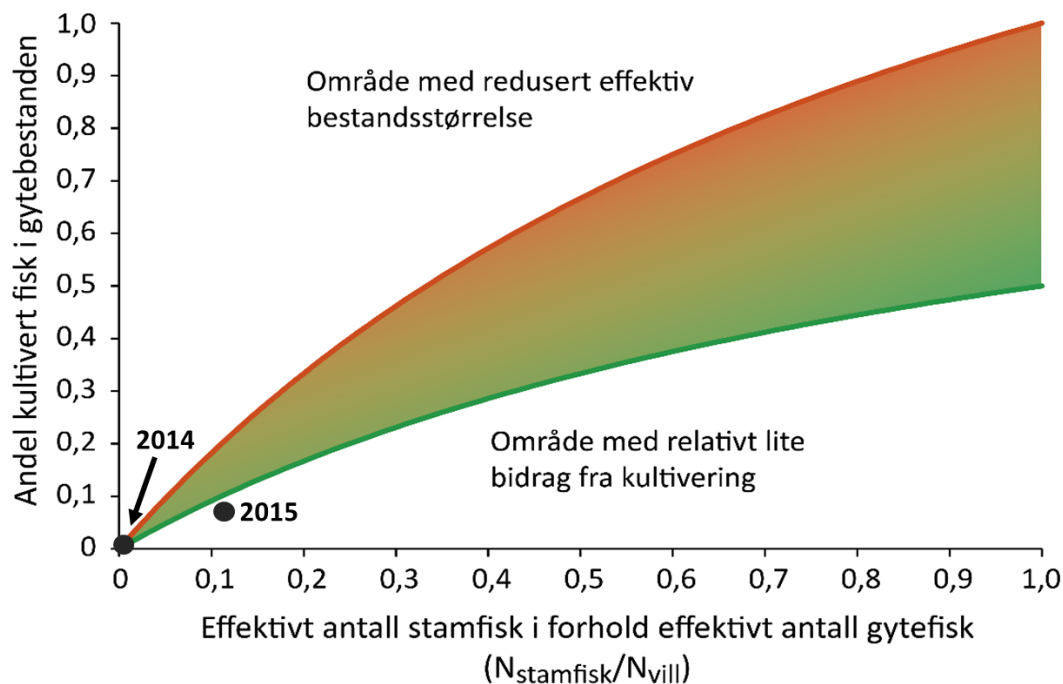
### 3.2 Effektivt antall foreldre i stamfisk og vill gytefisk og vurdering av en Ryman-Laikre effekt av kultiveringen

Vi har beregnet effektivt antall stamfisk og vill gytefisk for gyteårene 2014 og 2015. For gyteåret 2014 har vi ikke registrert noe tilslag av kultiveringen, og vi har derfor ikke gjort videre beregninger for dette året. Fra 2015 ble kun seks kultiverte individer fanget i sportsfiske og stamfiske, og tilslaget var dermed tilsvarende lavt (7,6 %, **tabell 3**). Fire stamfiskpar ble tilordnet ett avkom hver, og ett stamfiskpar ble tilordnet to avkom. De resterende 10 parene fikk ingen avkom tilordnet. Når tilslaget er svært lavt er det sannsynlig at de fleste stamfiskene ikke vil få tilordnet noen avkom, selv om de kan ha bidratt med avkom i elven. Dette betyr at beregninger av gjennomsnittlig antall avkom og varians i antall avkom per stamfisk blir usikre. Dermed blir også beregningen av effektivt antall stamfisk usikker. For Fetvassdraget ser vi (som forventet i henhold til forholdet mellom utvalgsstørrelse og tilslag) at effektivt antall stamfisk var betydelig lavere enn antallet stamfisk som var tatt inn i klekkeriet (**tabell 4**). For å gjøre en nøyaktig beregning av effektivt antall stamfisk ved det tilslaget vi har registrert i Fetvassdraget, må utvalgsstørrelsen være større. Videre ser vi at forholdet mellom total effektiv bestandsstørrelse og vill effektiv bestandsstørrelse ( $N_{eTotal}/N_{eVill}$ ) ligger marginalt over 1 for 2015, hvilket tilsier at kultivering ikke har ført til en vesentlig endring i den totale effektive bestandsstørrelsen i elven. En Ryman-Laikre effekt innebærer redusert effektiv bestandsstørrelse som følge av kultivering. I og med at kultivering ikke medfører noen vesentlig endring i effektiv bestandsstørrelse har det heller ikke vært en Ryman-Laikre effekt i Fetvassdraget. Tilslaget av kultivert fisk har betydning for hvor stor effekt kultiveringen kan ha (Hagen mfl. 2020). Beregnet tilslag av kultivert fisk i Fetvassdraget er et sikkert estimat. Dette betyr at selv om effektivt antall stamfisk er beheftet med usikkerhet er det likevel sannsynliggjort at kultiveringen ikke har medført noen endring i effektiv bestandsstørrelse, og heller ikke reell bestandsstørrelse.

**Tabell 4:** Effektiv bestandsstørrelse for vill ( $N_{eVill}$ ) og kultivert ( $N_{eKultivert}$ ) andel av bestanden, antall registrerte kultiverte avkom for hvert gyteår, antall registrerte ville avkom for hvert gyteår, antall stamfisk ( $N_{stamfisk}$ ) som er brukt i produksjon, forholdstallet mellom effektiv bestandsstørrelse i totalbestanden og vill bestand ( $N_{eTotal}/N_{eVill}$ ) og andel kultivert fisk i for hvert gyteår.

Gyteår	$N_{eVill}$	$N_{eKultivert}$	Antall kultiverte avkom	Antall ville avkom	$N_{stamfisk}$	$N_{eTotal}/N_{eVill}$	Andel kultivert
2014	99	0	0	94	30	-	0 %
2015	86	9,6	6	73	30	1,1	7,6 %

I **figur 1** er andel kultivert fisk i bestanden plottet mot  $N_{eStamfisk}/N_{eVill}$  for hvert av gyteårene 2014 og 2015. Som beskrevet ovenfor er resultatet for 2015 beheftet med noe usikkerhet rundt effektivt antall stamfisk. Det er verdt å merke seg at estimatet for tilslag ikke er beheftet med usikkerhet, men vurderes som sikkert. I **figur 1** kan man se at dersom kultivering skal ha en betydning for bestanden i Fetvassdraget bør andel utsatt fisk i bestanden være noe høyere, og forholdstallet mellom effektivt antall stamfisk og effektivt antall ville gytere bør ligge på den grønne linjen for å oppnå maksimalt høy total effektiv bestandsstørrelse. For eksempel vil kultivering kunne øke den effektive bestandsstørrelsen dersom andel kultivert fisk ligger på rundt 15 – 20 % og forholdstallet mellom effektivt antall stamfisk og effektivt antall ville gytere ligger på rundt 0,2 - 0,3.



**Figur 1:** Forhold mellom kultivert fisk i gytebestanden (y-aksen) og  $N_{eStamfisk}/N_{eVill}$  (x-aksen) for gyteårene 2014 og 2015. Rød linje angir forhold der totalt effektivt antall gytefisk (bidrag fra naturlig produksjon og fra kultivering) er den samme som bidraget fra kun naturlig produksjon. Grønn linje angir forhold som gir maksimalt effektivt antall gytefisk ved bidrag fra kultivering.



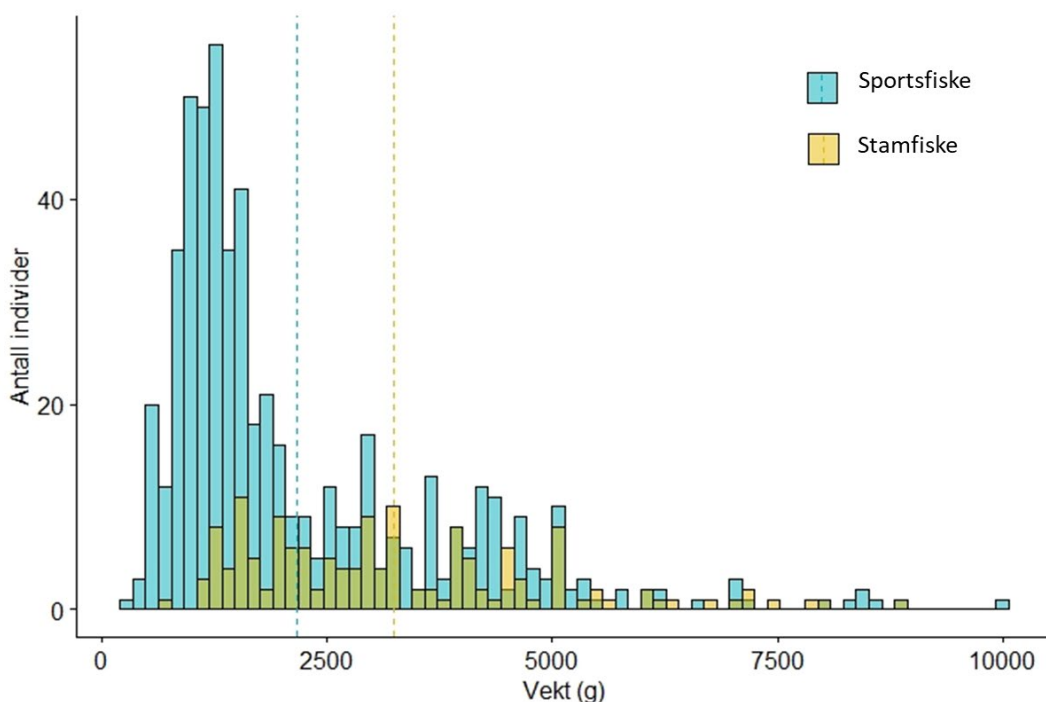
### 3.3 Stamfiskens representativitet i forhold til prøver fra sportsfiske

Stamfiskens vekt og lengde ble sammenliknet med tilsvarende data for individer fanget i Fetvassdraget i løpet av sportsfiskesesongene 2016 – 2021. Stamfisken var i gjennomsnitt 978 gram tyngre og 108 mm lengre enn individer fanget under sportsfisket de samme årene (**tabell 5**). Denne forskjellen er statistisk signifikant (tosidig t-test) og tilsier at stamfisken generelt har vært betydelig større enn gjennomsnittet i sportsfiskefangstene. Dette betyr at stamfisken ikke er et tilfeldig utvalg av elvebestanden, men at store individer oftere har blitt valgt ut som stamfisk.

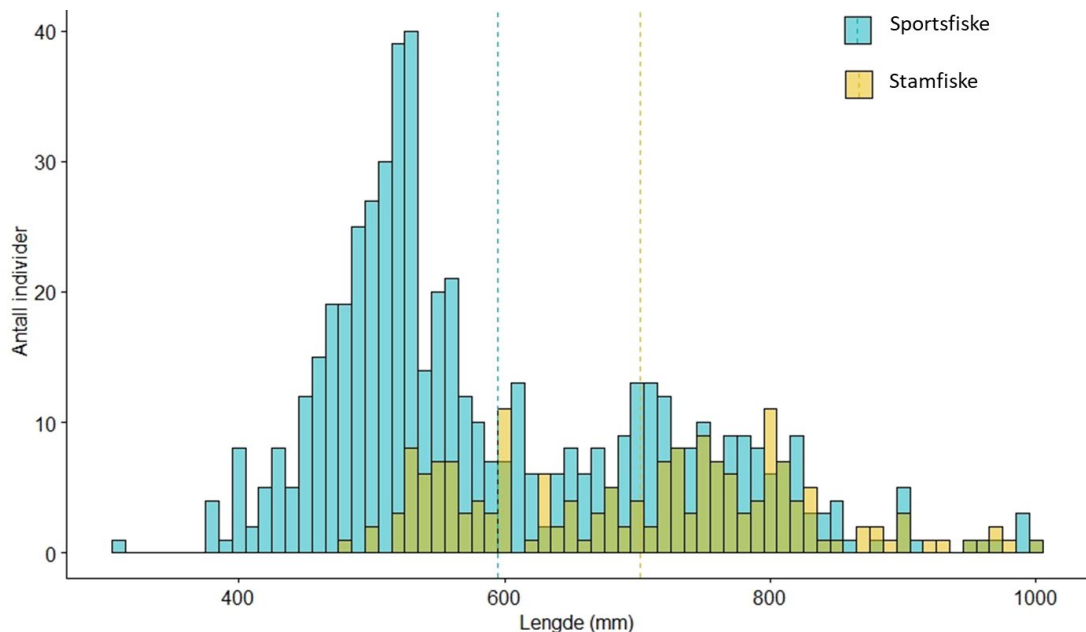
**Tabell 5:** Gjennomsnittlig vekt og lengde for stamfisk og individer fanget under sportsfisket i løpet av sesongene 2016 - 2021. En p-verdi under 0,05 tilsier at forskjellene er statistisk signifikante.

	Stamfisk	Sportsfiske	p-verdi
Gjennomsnittlig vekt (g)	3163	2185	< 0,000
Gjennomsnittlig lengde (mm)	702	594	< 0,000

Ved å studere størrelsesfordelingen for individer fanget i sportsfisket og individer fanget som stamfisk (**figur 2**) ser vi at størrelsesfordelingen til stamfisken er noe forskjøvet i forhold til individer fanget i sportsfiske. Individer med en vekt på 2 kg og mindre representerer i stor grad ensjøvinterlaks (data ikke vist). Selv om stamfisken i Fetvassdraget i gjennomsnitt var signifikant større enn resten av elvebestanden, hadde mange stamfisk en størrelse som tilsier at de sannsynligvis var ensjøvinterlaks.



**Figur 2:** Størrelsesfordeling presentert som vekt (g) blant individer fanget under sportsfiske og individer fanget som stamfisk i fangstårene 2016 – 2021. De stiplede linjene angir gjennomsnittlig vekt for hver av de to gruppene. Stolpene er grønne der de to seriene overlapper.

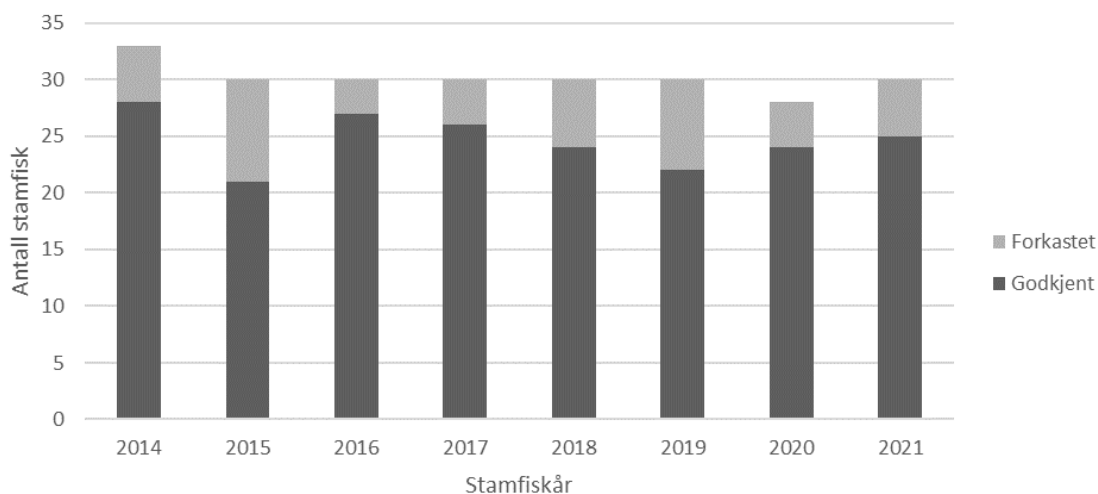


**Figur 3:** Størrelsesfordeling presentert som lengde (mm) blant individer fanget under sportsfiske og individer fanget som stamfisk i fangstårene 2016 – 2021. De stiplede linjene angir gjennomsnittlig lengde for hver av de to gruppene. Stolpene er grønne der de to seriene overlapper.

Stamfisk fra årene 2018 – 2021 ble alderslest, men 18 % av disse ble ikke tilordnet en sjøalder. Datamaterialet for sammenlikning av sjøalder mellom stamfisk og individer fanget i sportsfisket var derfor lite, men viste likevel en ikke-signifikant trend til at stamfiskene hadde noe høyere sjøalder (1,61 år) enn individer fanget i sportsfisket 1,55 år) (tosidig t-test).

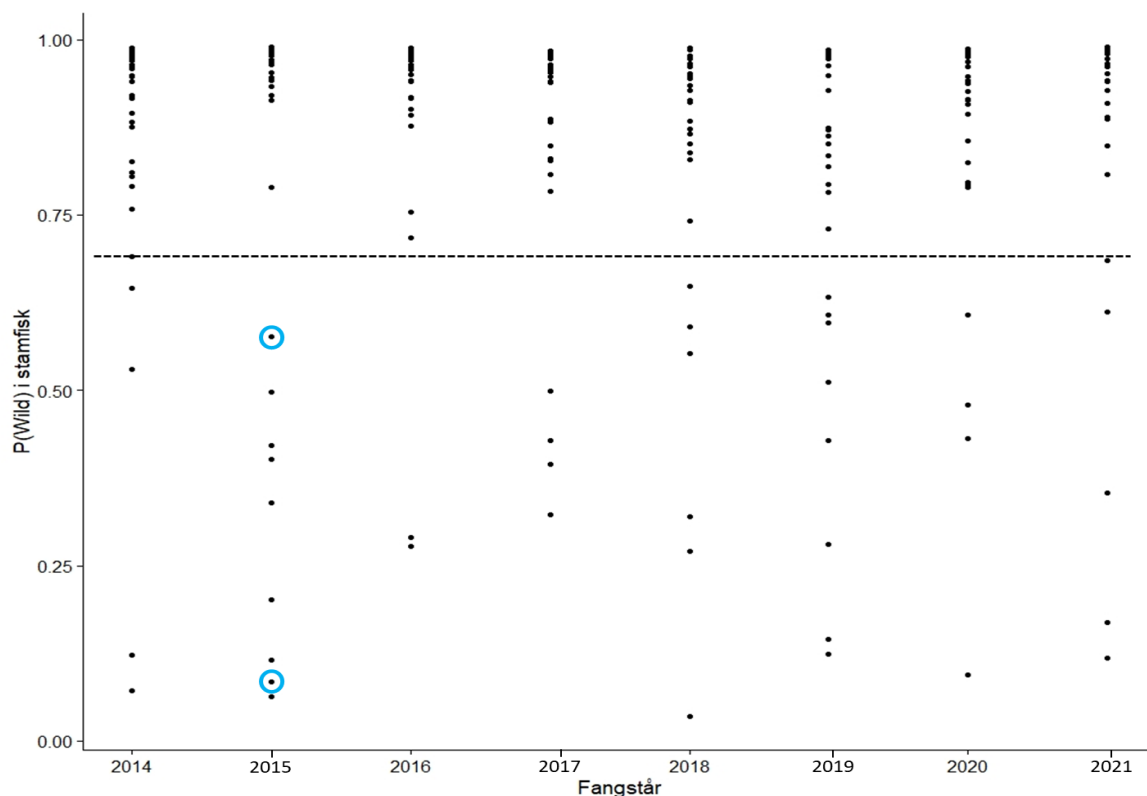
### 3.4 Genetisk innkrysning av oppdrettsfisk

I henhold til kvalitetsnormen for innkrysning av rømt oppdrettslaks er Fetvassdraget klassifisert som «svært dårlig tilstand» på grunn av at det er estimert > 10 % innkrysning i bestanden (Diserud mfl. 2020). Videre har 23 % av stamfiskene som har blitt sendt til genetisk opphavskontroll de seneste åtte årene blitt forkastet etter opphavskontroll (**figur 4**).



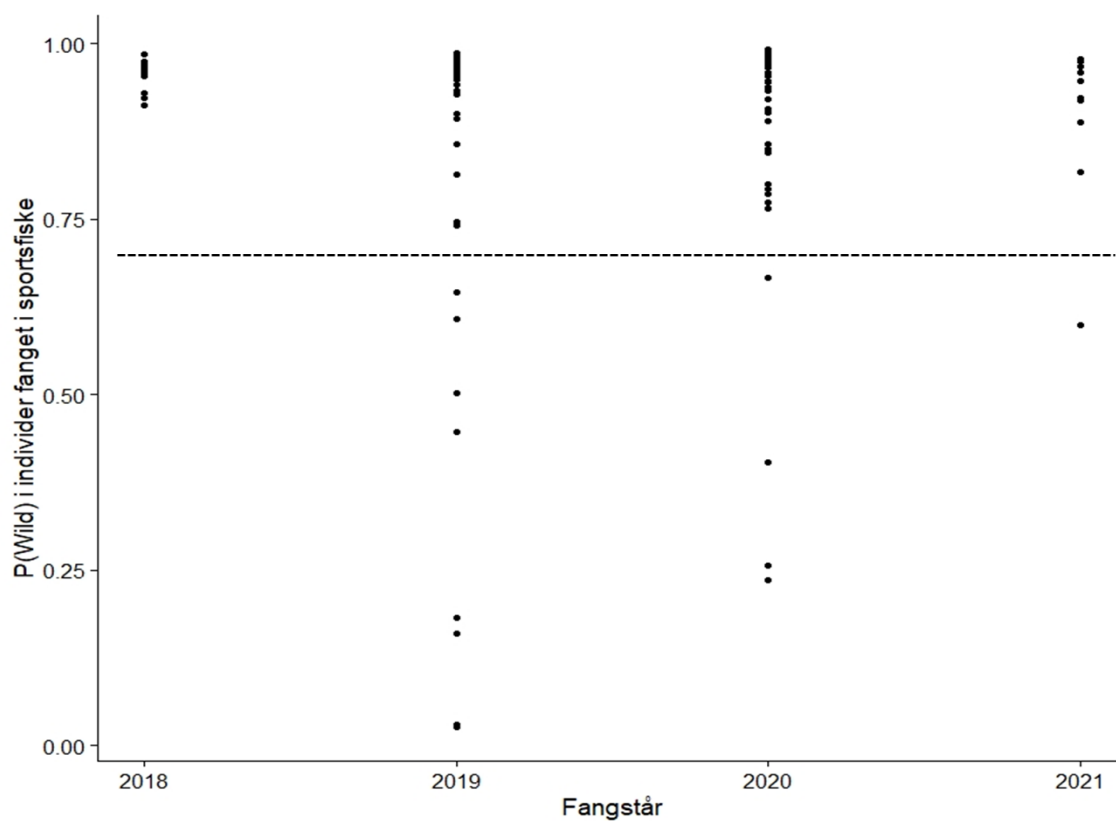
**Figur 4:** Antall stamlaks sendt til genetisk opphavskontroll som ble godkjent eller forkastet fra og med 2014 til 2021 i henhold til stamlakskontrollens kriterier.

I **figur 5** er sannsynligheten for rent villaksopphav illustrert for all stamlaks som har vært gjenstand for genetisk opphavskontroll fra 2014 til 2021. Sannsynligheten er indikert som en  $P(\text{wild})$  verdi fra 0 til 1. Individuer med en  $P(\text{wild})$  nær null er sannsynligvis av rent oppdrettsopphav. Det har vært et jevnt innsig av individer som sannsynligvis er avkom etter rømt oppdrettslaks og individer som sannsynligvis er rømt oppdrettslaks. Fra gyteåret 2015 har det blitt registrert avkom fra to individer som ikke ble godkjent etter stamlakskontroll. De to stamlaksindividene hadde  $P(\text{wild})$  verdier på henholdsvis 0,085 og 0,577. Disse er markert med ringer i **figur 5**. To avkom har blitt tilordnet disse stamfiskene.



**Figur 5:** Sannsynlighet for rent villaksopphav uttrykt som  $P(\text{wild})$  i individer som er samlet inn som stamfisk fra 2014 til 2021. Den stiplede linjen indikerer  $P(\text{wild})$  terskelverdi (0,71) for å forkaste stamfisk i henhold til stamfiskkontrollen. Individuer som er ringet inn indikerer stamfisk som ikke ble godkjent etter opphavskontroll, men som har fått avkom.

Det samme mønsteret vises også i sportsfiskefangster (**figur 6**), der det jevnlig har blitt fanget individer som sannsynligvis er avkom etter rømt oppdrettslaks og individer som sannsynligvis er rømt oppdrettslaks.



**Figur 6:** Grad av innkryssing av rømt oppdrettslaks uttrykt som  $P(wild)$  i individer som er fanget under sportsfiske i årene 2018 – 2021. Den stiplede linjen indikerer  $P(wild)$  på 0,71.

## 4 Diskusjon

I dette prosjektet har vi evaluert den årsklassevise effekten av kultivering av laks i Fetvassdraget for to årsklasser (gyteår). Videre har vi vurdert bruken av stamfisk, og om denne representerer gytebestanden slik forvaltningen anbefaler. Vi har benyttet sportsfiskefangster fra tre fangstår og stamfisk fra åtte stamfiskår. Til sammen har dette datamaterialet gjort det mulig å vurdere den samlede effekten av kultivering på bestanden i Fetvassdraget for de to evaluerte gyteårene.

Tilslaget i Fetvassdraget varierte mellom de to undersøkte årsklassene. Fra 2014 ble det ikke observert noen kultiverte avkom, og fra 2015 ble det observert seks kultiverte avkom. Dette tilsier et beregnet tilslag på henholdsvis 0 og 7,6 %. Dette betyr at laksen i Fetvassdraget for det aller meste er naturlig produsert og at kultiveringen dermed i liten grad bidrar til gytebestanden i elven. For at kultivering skal være hensiktsmessig bør krysninger gjort i klekkeri medføre flere tilbakevendende avkom enn om de samme individene hadde gytt naturlig i elva, eller som et minste krav, at stamfiskuttaket blir kompensert ved at et tilsvarende antall kultiverte avkom vender tilbake som voksne.

I og med at ingen kultiverte avkom fra 2014 er registrert, er det mulig at kultiveringen fra stamfisk fanget i 2014 ikke kompenserte for uttak av stamfisk og at kultivering dette året har medført færre fisk i elven enn om stamfisken hadde gytt naturlig. For 2015 var overlevelsen for utsatte individer høyere, men kultiveringen har ikke bidratt til en vesentlig økning i den effektive bestandsstørrelsen i 2015. Vi påpeker at dette prosjektet bare omfatter to gyteår og det er mulig at andel kultivert laks fra senere gyteår kan være annerledes.

Ett individ fanget i 2019 ble tilordnet stamfisk brukt i kultiveringsprogrammet i Bondalselva i 2014. Dette tilsier at det kan være noe utveksling av kultivert laks mellom disse elvene, men utvekslingen er sannsynligvis ikke stor nok til å påvirke andelen kultivert fisk i vesentlig grad.

Gytefisktellinger i 2019 og 2020 rapporterte henholdsvis 83 (Holthe mfl. 2020) og 100 (Kambestad mfl. 2021) laks. Holthe mfl. (2020) antok at 90 % av laksene ble observert, hvilket tilsier en gytebestand på knapt 100 individer. Gytebestandsmålet i Fetvassdraget er på 484 kg hunnfisk (Anon. 2014b). Materialet vi har brukt i dette studiet (fangstår 2016 – 2021) tilsier en gjennomsnittlig kroppsvekt på rundt 2,4 kg uten å ta hensyn til kjønn (hunnlaks kan være overrepresentert blant mellomlaks og storlaks). Dette betyr at det i Fetvassdraget bør gyte rundt 170 - 200 hunnlaks (noe avhengig av gjennomsnittlig vekt på hunner), hvilket er langt over det antallet gytefisk (begge kjønn) som ble registrert i 2019 og 2020. Samtidig ble det i 2020 rapportert at 314 laks ble fanget og avlivet i vassdraget, noe som er på nivå med de foregående 15 årene (Kambestad mfl. 2021). I og med at det meste av laksen i Fetvassdraget er naturlig produsert vil en reduksjon i beskatning slik at gytebestandsmålet blir oppnådd, kunne ha en god effekt på produksjonen i vassdraget, basert på tilslaget fra de to undersøkte gyteårene.

Kultivering medfører et uttak av stamfisk slik at disse ikke gyter naturlig i elva, og forutsetter en forventning om at fangst og håndtering av stamfisk, og oppbevaring av rogn i klekkeri over vinteren medfører høyere overlevelse enn det laksen oppnår ved naturlig gyting. I Fetvassdraget har utsettingene av plommeseckkyngel fra gyteåret 2014 (utsett i 2015) ikke gitt observerte overlevende avkom, mens utsettingene av plommeseckkyngel fra 2015-gyteårsklassen har hatt noe bedre overlevelse. Det kreves god kontroll på temperaturer i klekkeriet for å kunne sette ut plommeseckkyngel på et tidspunkt der det er sannsynlig at overlevelsen blir god. Mismatch mellom utviklingsstadium og utsettingstidspunkt kan være noe av årsaken til at utsetting av plommeseckkyngel har gitt fra intet til lavt tilslag for 2014 og 2015. Utviklingshastigheten fra befruktning til klekking er hovedsakelig bestemt av vanntemperatur (Crisp 1981). Derfor bør vanntemperaturen i klekkeriet og i elven være kjent, slik at tidspunkt for klekking og utvikling frem til swim-up kan beregnes (Crisp 1988), og angi det utsettingstidspunktet som gir best forutsetning for god overlevelse. Ved utsetting av plommeseckkyngel er tidsvinduet for optimalt utsettingstidspunkt svært lite, og omfatter kun noen få dager rett før plommesecken er oppbrukt (Wist mfl. 2019). Dette skyldes at vanntemperaturen ofte er forholdsvis høy på dette tidspunktet og yngelen utvikler seg raskt.

Overlevelsen på utsettingsmaterialet kan økes ved å fordele utsettinger fra de samme familiene på flere utsettingsstadier. For eksempel kan rogn fra en familie fordeles likt til rognplanting, uføret yngel, og startføret yngel. Startføring, om det er mulig, har i andre elver blant annet vist seg å øke tilslaget på utsettingsmaterialet sammenliknet med utsett av plommeseekkyngel (Bremset mfl. 2021). Ulike utsettingsstadier kan spores ved bademerking av rogn (otilittmerking). Rogn bør plantes på 70 – 90 % utvikling og nært klekketidspunktet for egg som er naturlig gytt i elva, noe som krever god kontroll på temperatur under utviklingen. Dette sikrer at yngelen kommer opp fra grusen på et best mulig tidspunkt når den skal begynne å finne føde. Det ble i 2017 og 2018 plantet utelukkende øyerogn i Fetvassdraget. Overlevelsen av disse årsklassene (gyteår 2016 og 2017) er ikke kjent, og kan undersøkes etter at de har hatt fulltallig tilbakevending til elven. Gyteårsklassen 2017 vil være fulltallig i 2024.

Stamlaksen i Fetvassdraget var for fangstårene 2016 – 2021 betydelig større enn gjennomsnittet i sportsfiskefangstene. Dette tilsier at stamfisken ikke har vært et tilfeldig utvalg av elvebestanden og at det i kultiveringsprogrammet har vært en kunstig seleksjon for store individer. Kroppsstørrelse hos laks er nært knyttet til antall sjøvintre, noe som igjen i stor grad er genetisk bestemt (Barson mfl. 2015). Frekvensen av genvariasjonene som påvirker sjøalder varierer mellom ulike laksebestander og er tilpasset miljøet i de ulike elvene (Barson mfl. 2015). En kunstig seleksjon der store individer foretrekkes som stamfisk kan dermed føre til at det settes ut individer der frekvensen av genvariasjoner er endret i forhold til det som ved naturlig seleksjon er gunstig for bestanden. På grunn av det lave tilslaget i Fetvassdraget er det likevel lite sannsynlig at denne kunstige seleksjonen har medført noen endring i kroppsstørrelse i bestanden.

To stamfisker ble tilordnet tidligere brukt stamfisk. Disse ble fanget i 2021 og har opphav i stamfisk brukt i 2015. Gjenbruk av utsatt fisk som stamfisk kan medføre høyere sannsynlighet for nært slektskap mellom stamfisk og at noen familier bidrar uforholdsmessig mye til bestanden. For eksempel ble det i kultiveringsprogrammet for Eira funnet krysninger mellom nære slektninger og bidrag fra besteforeldre (Hagen mfl. 2019b). Informasjon fra slektskapsanalyser er et nyttig verktøy for å unngå krysninger med nære slektninger blant stamfisken.

Fetvassdraget ligger i et område med betydelig oppdrettsaktivitet og er sterkt påvirket av genetisk innkrysning med oppdrettslaks (Diserud mfl. 2020). Det jevne tilsiget av innkrysset gytefisk tilsier at stamlakskontrollen er viktig for å unngå bruk av stamfisk med oppdrettsopphav. Det ble likevel funnet to avkom etter stamfiskindivider som i henhold til stamlakskontrollen skulle vært forkastet som slamlaks.

## 4.1 Konklusjoner og anbefalinger

Retningslinjene fra forvaltningen tilsier at kultivering kun bør gjøres etter at andre kompensende tiltak har blitt forsøkt (Skår mfl. 2011, Anon 2014a). Gytebestandsmålet i Fetvassdraget ble ikke oppnådd de siste fire årene, og ligger på rundt 85 %. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (VRL) har estimert at beskatningsraten i Fetvassdraget er høy og ligger på rundt 70 – 80 % (VRL 2020). Vi har i dette studiet funnet at det meste av laksen i elva er naturlig produsert. Dette tilsier at mindre beskatning med stor sannsynlighet vil kunne øke produksjonen i elven, og sannsynligvis mer enn det lille bidraget fra kultiveringen, basert på tilslaget fra de to undersøkte gyteårene. Tilslaget var noe variabelt mellom de to evaluerte årsklassene. Fra 2014 ble ingen kultiverte avkom gjenfanget, noe som tilsier dårlig overlevelse på de utsatt individene og det er sannsynlig at stamfisken kunne produsert flere overlevende avkom tilbake til elven dersom den hadde gytt i elven. For 2015 var effekten av kultivering beskjeden; tilslaget var på 7,6 % og medførte ingen vesentlig endring i effektiv bestandsstørrelse. Dette tilsier at kultivering i Fetvassdraget fremstår som lite hensiktsmessig. Dersom kultivering av laksebestanden i Fetvassdraget blir videreført anbefaler vi følgende:

1. Tiltak som kan forbedre tilslaget av kultiveringen bør gjennomføres, for eksempel utsetting av ulike stadier, bedre kontroll på utvikling av rogn og plommeseekklarver og utsett av startføret (års)yngel.

2. Det bør være god spredning av utsatt fisk, og det bør samtidig prioriteres utsettinger i områder med gode oppvekstforhold og med lite eller ingen gyting.
3. Utsetting av fisk før naturlig tidspunkt for swim-up i vassdraget (som ofte vil være etter at vanntemperaturen har passert 8 – 10 grader) bør unngås. Dersom det ikke er kontroll på rognutvikling/klekketidspunkt og rogn klekker for tidlig, er det en forutsetning at fisken startføres i en periode, minst fram til naturlig tidspunkt for swim-up.
4. Det bør velges stamlaks som representerer alders- og størrelsesfordelingen til bestanden.
5. Det bør benyttes slektskapsanalyser for å unngå krysninger mellom nært beslektede individer.
6. Avkom etter tidligere brukt stamfisk bør ikke brukes som stamfisk.
7. Avkom etter ikke-godkjent stamfisk skal ikke settes ut i elva.



## 5 Referanser

- Anon. 2014a. Retningslinjer for utsetting av anadrom fisk. Miljødirektoratet, M186-2014. 12 s.
- Anon. 2014b. Status for norske laksebestander i 2014. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 6, 225 s.
- 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.
- Berg, M. 1986. Det norske lakse- og innlandsfiskets historie, Universitetsforlaget AS, Oslo.
- Bolstad, G.H., Hindar, K., Robertsen, G., Jonsson, B., Sægrov, H., Diserud, O.H., Fiske, P., Jensen, A.J., Urdal, K., Næsje, T.F., Barlaup, B.T., Florø-Larsen, B., Lo, H., Niemelä, E. & Karlsson, S. 2017. Gene flow from domesticated escapes alters the life history of wild Atlantic salmon. *Nature Ecology & Evolution* 1: 0124.
- Bolstad, G.H., Karlsson, S., Hagen Ingerid, J., Fiske, P., Urdal, K., Sægrov, H., Florø-Larsen, B., Sollien Vegard, P., Østborg, G., Diserud Ola, H., Jensen Arne, J. & Hindar, K. 2021. Introgression from farmed escapees affects the full life cycle of wild Atlantic salmon. *Science Advances* 7(52): eab
- 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.j3397.
- Caballero, A. 1994. Developments in the prediction of effective population size. *Heredity* 73 ( Pt 6): 657-679.
- Christie, M.R., Marine, M.L., French, R.A., Waples, R.S. & Blouin, M.S. 2012. Effective size of a wild salmonid population is greatly reduced by hatchery supplementation. *Heredity* 109: 254.
- Crisp, D.T. 1981. A desk study of the relationship between temperature and hatching time for the eggs of five species of salmonid fishes. - *Freshwater Biology* 11, 361-368.
- Crisp, D.T. 1988. Prediction, from temperature, of eyeing, hatching and swim-up times for salmonid embryos. - *Freshwater Biology* 19, 41-48.
- Diserud, O.H., Hindar, K., Karlsson, S., Glover, K.A. & Skaala, Ø. 2020. Genetisk påvirkning av rømt oppdrettslaks på ville laksebestander – oppdatert status 2020
- Glover, K. A., Solberg, M. F., McGinnity, P., Hindar, K., Verspoor, E., Coulson, M. W., Hansen, M. M. et al. 2017. Half a century of genetic interaction between farmed and wild Atlantic salmon: status of knowledge and unanswered questions. *Fish and Fisheries*, 18: 890–927.
- Hagen, I.J., Jensen, A.J., Bolstad, G.H., Diserud, O.H., Hindar, K., Lo, H. & Karlsson, S. 2019a. Supplementary stocking selects for domesticated genotypes. *Nature Communications* 10(1): 199.
- Hagen, I.J., Jensen, A.J., Bjørn, B., Holthe, E., Florø-Larsen, B., Lo, H., Ugedal, O. & Karlsson, S. 2019b. Evaluering av kultivering med molekylærgenetiske metoder. NINA Rapport 1531. Norsk institutt for naturforskning.
- Hagen, I.J., Ugedal, O., Jensen, A.J., Lo, H., Holthe, E., Bjørn, B., Florø-Larsen, B., Sægrov, H., Skoglund, H. & Karlsson, S. 2020. Evaluation of genetic effects on wild salmon populations from stock enhancement. *ICES Journal of Marine Science*.
- Holthe, E., Skoglund, H., Solem, Ø., Kanstad-Hanssen, Ø., Kambestad, M., Lamberg, A., Mula-dal, R., Sollien, P.V., Hellen, B.A. & Ulvan, E.M. 2020. Overvåking av gytebestander av laks og sjørøret i Norge, 2019. NINA Rapport 1849. Norsk institutt for naturforskning.
- Jones, O.R. & Wang, J. 2010. COLONY: a program for parentage and sibship inference from multilocus genotype data. *Molecular Ecology Resources* 10(3): 551-555.

- Kambestad, M., Hanssen, E. M., Wiers, T., Postler, C. & Normann, E.S. 2021. Bestandsovervåking av laks og sjørret i elver på Sunnmøre høsten 2020. NORCE, LFI rapport 417.
- Karlsson, S., Moen, T., Lien, S., Glover, K.A. & Hindar, K. 2011. Generic genetic differences between farmed and wild Atlantic salmon identified from a 7K SNP-chip. *Molecular Ecology Resources* 11: 247-253.
- 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., Bjørn, B., Holthe, E., Lo, H., & Ugedal, O. 2016a. Veileder for utsetting av fisk for å ivareta genetisk variasjon og integritet. NINA Rapport 1269. Norsk institutt for naturforskning.
- Karlsson, S., Diserud, O. H., Fiske, P., & Hindar, K. 2016b. Widespread genetic introgression of escaped farmed Atlantic salmon in wild salmon populations. *ICES Journal of Marine Science*, 73: 2488-2498.
- Karlsson, S., Florø-Larsen, B., Sollien, V.P., Andersskog, I. P. Ø., Brandsegg, H., Eriksen, L. B. & Spets, M. H. 2021. Stamlakskontroll 2020. NINA Rapport 1973. Norsk institutt for naturforskning.
- Korsen, I., Johansen, O., Mork, J., Steinkjer, J. & Weiseth, A. 1988. Vurdering av kultiveringsvirksomheten, og bruk av stedegen fiskestamme til utsettinger. Innstilling fra stamfiskutvalget, Trondheim, Februar 1988.
- R Development Core Team. 2018. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.
- Ryman, N. & Laikre, L. 1991. Effects of Supportive Breeding on the Genetically Effective Population Size. *Conservation Biology* 5(3): 325-329.
- Skår K., Barlaup B., Bremset G., Dyrendal H.A., Limstrand R. & Wennevik V. 2011. Innstilling fra utvalg om kultivering av anadrom laksefisk (Utvalg utnevnt i brev av 26.10.10 fra Direktoratet for naturforvaltning). DN-utredning 11-2011.
- Solberg, M.F., Skaala, Ø., Nilsen, F. & Glover, K.A. 2013. Does Domestication Cause Changes in Growth Reaction Norms? A Study of Farmed, Wild and Hybrid Atlantic Salmon Families Exposed to Environmental Stress. *PLOS ONE* 8(1): e54469.
- Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2020. Status for norske laksebestander i 2020. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr. 15, 147 s.
- Wacker, S., Aronsen, T., Karlsson, S., Ugedal, O., Diserud, O. H., Ulvan, E. M., Hindar, K., Næsje, T. 2021. Selection against individuals from genetic introgression of escaped farmed salmon in a natural population of Atlantic salmon. *Evolutionary Applications*, 14: 1450-1460.
- Wang, J.L. 2009. A new method for estimating effective population sizes from a single sample of multilocus genotypes. *Molecular Ecology* 18(10): 2148-2164.
- Wist, A.N., Bjørn, B., Sollien, V.P. og Skjøstad, M.B. 2019. Reetableringsprosjektet i Raumaregionen. Årsrapport 2018. Veterinærinstituttets rapportserie, 21-2019.



*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.*

2027

NINA Rapport

ISSN:1504-3312  
ISBN: 978-82-426-4808-2

## 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](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger