

Evaluering av 15 kultiveringsprogram i Norge Hva har vi lært?

Ingerid Julie Hagen

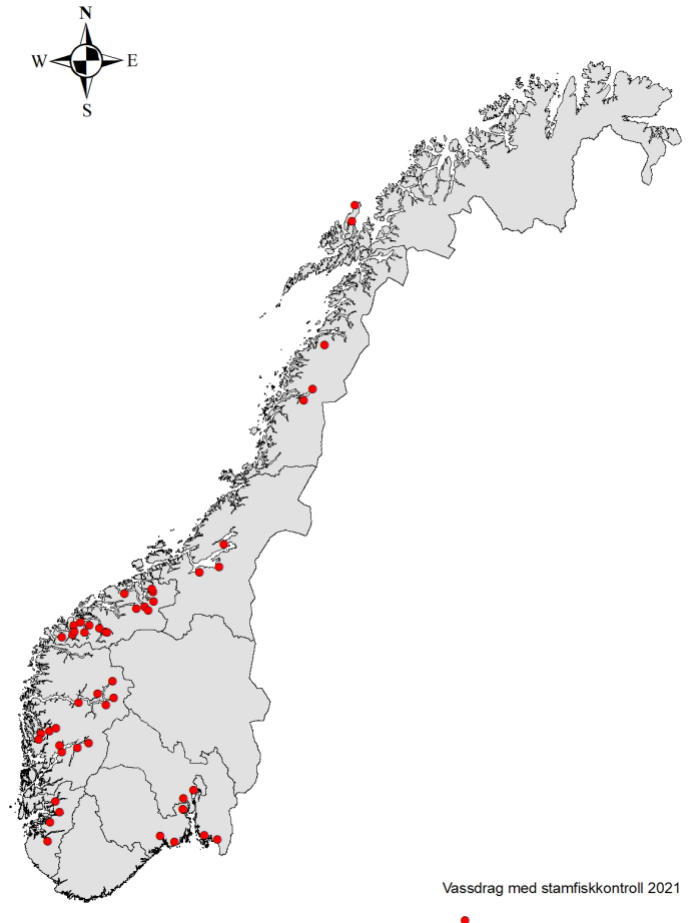
KAF, Kultiveringsmøtet 2023

14. – 16. mars, Sola Strand Hotel, Stavanger



Kultivering av laks

- ~50 bestander kultiveres i Norge
- Utsetting av 1-årig og 2-årig smolt, parr, plommeseekkyngel og rognplantning
- Frivillig og pålegg til kraftprodusenter
- Et mål å sette ut individer som er godt tilpasset det lokale miljøet
- → Forventer at utsettinger skal styrke bestandene



NINA har evaluert 15 kultiveringsprogram

- Eira, Bævra, Surna, Flekke, Årøy, Ørstaelva, Korsbrekkkelva, Fetvassdraget, Bondalselva, Fortunelva, Suldalslågen, Daleelva, Loneelva, Osenelva og Arnaelva
- Og evaluering av Gaula er på gang
- Det forholdet mellom antall stamfisk, antall vill gytefisk og andel kultivert fisk som gir størst effektiv bestandsstørrelse

2074 Evaluering av frivillig kultivering av laks i Vestland fylke
Arnaelva, Daleelva, Loneelva og Osenelva Vestre Hyen

1961 Evaluering av kultivering av laks i Korsbrekkkelva

Ingerid Julie Hagen, Sten Karlsson, Kurt Urdal og Bjart Are Hellen

1960 Evaluering av kultivering i Ørstaelva

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

1987 Genetiske undersøkelser av laksen i Fortunelva

Ingerid Julie Hagen, Sten Karlsson, Harald Sægrov, Bjart Are Hellen, Jan-Idar Øygard og Håvard Lo

2027 Evaluering av frivillig kultivering i Fetvassdraget

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

2271 Evaluering av kultivering i Suldalslågen

Ingerid Julie Hagen, Sten Karlsson, Bjørn Bjørø, Håvard Lo, Harald Sægrov og Kurt Urdal

ICES Journal of Marine Science

ICES Journal of Marine Science (2020), 78(3), 900–909. doi:10.1093/icesjms/fsaa235

Evaluation of genetic effects on wild salmon populations from stock enhancement

Ingerid J. Hagen^{1*}, Ola Ugedal¹, Arne J. Jensen¹, Håvard Lo², Espen Holthe¹, Bjørn Bjørø², Bjørn Florø-Larsen², Harald Sægrov³, Helge Skoglund⁴, and Sten Karlsson¹

15 bestander:
Åtte effekter vi har observert

1) Forskjeller i tilslag: smolt vs rogn/yngel

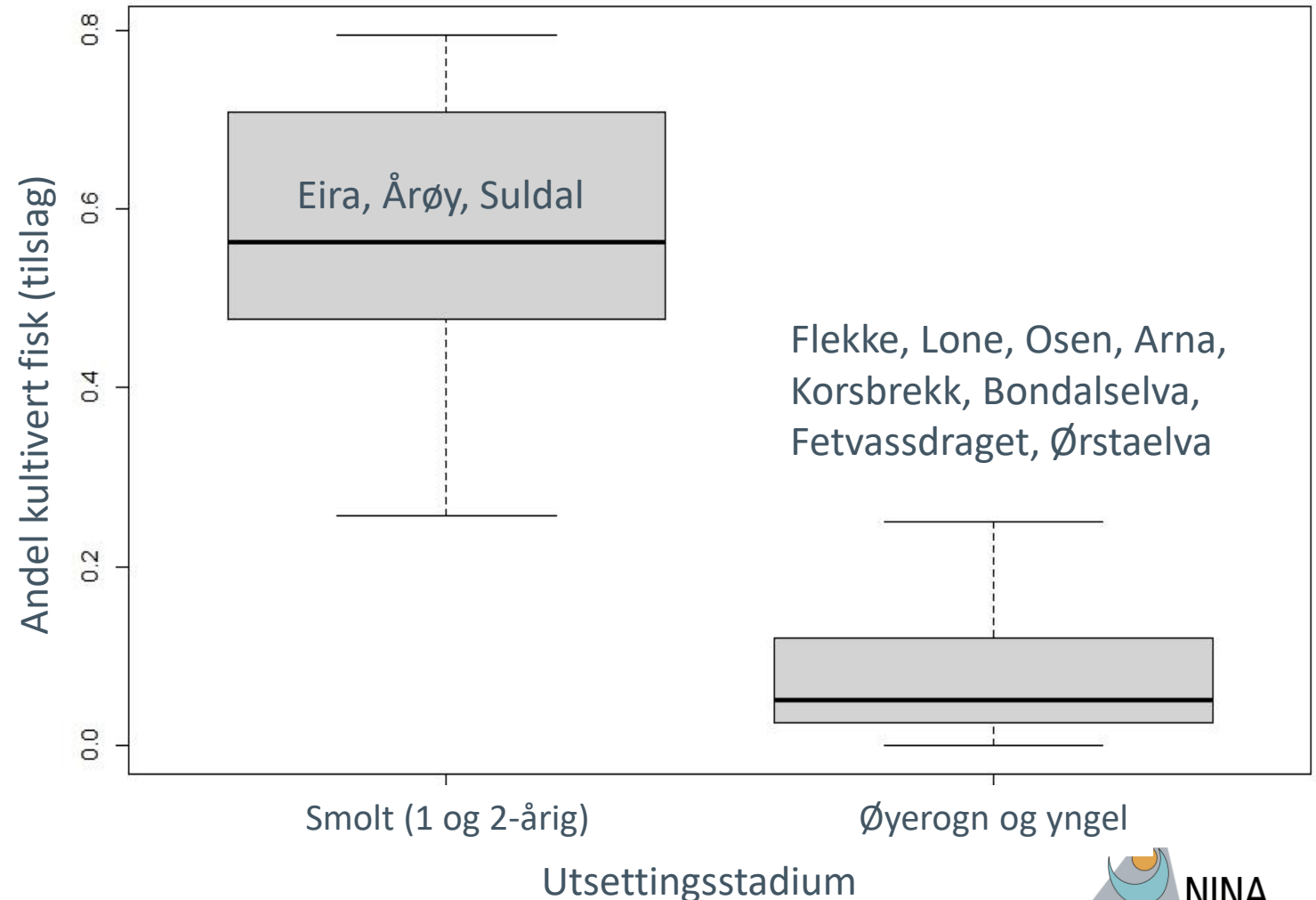
32 gyteårsklasser i 11
kultiveringsprogram:

→ Smoltutsett gir generelt mye
høyere tilslag enn øyerogn,
plommeseekkyngel og startforet
yngel

Gj. snitt tilslag: rogn/yngel: 7,5 %

Gj. snitt tilslag: smolt: 56 %

Bævra, Surna, Dale, Fortun: settes ut
flere stadier: Parr gir godt tilslag



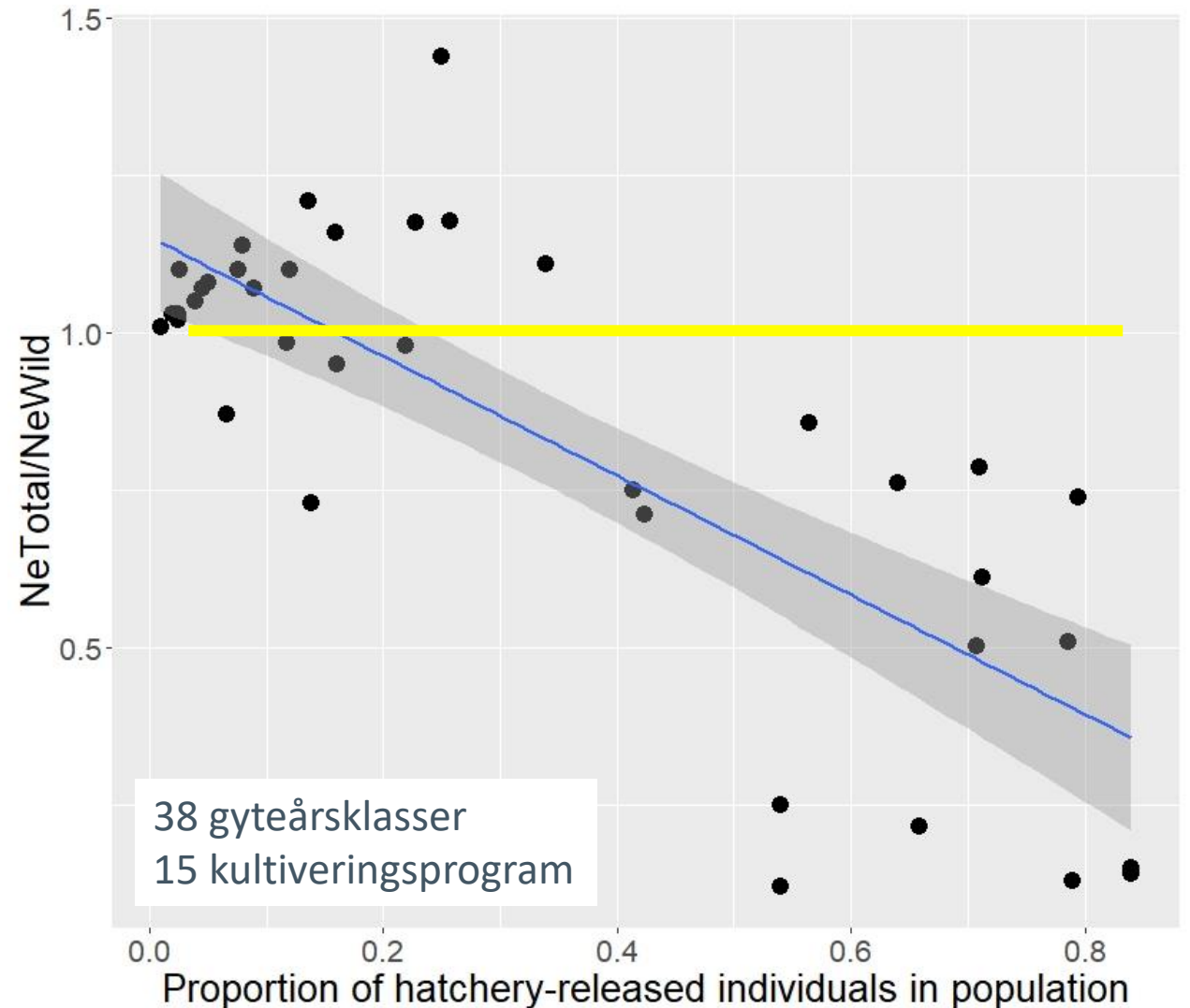
2) Effekt på effektiv bestandsstørrelse

Kultivering bør føre til en økning i effektiv bestandsstørrelse

Ryman-Laikre effekt: Et fåtall foreldre får et uforholdsmessig stort bidrag i bestanden → levere genetisk variasjon: $Ne_{Total}/Ne_{Wild} < 1$

Nær sammenheng mellom potensialet for en Ryman-Laikre effekt og andel kultivert fisk i bestanden

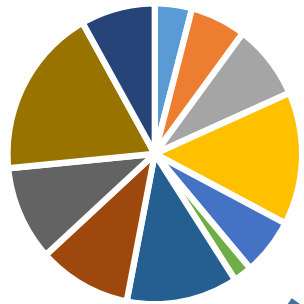
Samme antall stamfisk har blitt brukt, uansett antall ville gytere og andel kultivert fisk



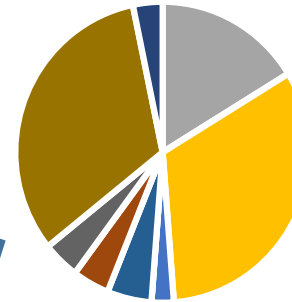
3) Ryman-Laikre effekt

Ville bestanden generasjon 0

Ville bestanden generasjon 1



Avkom fra den ville bestanden



Få stamfisk

Stamfisk

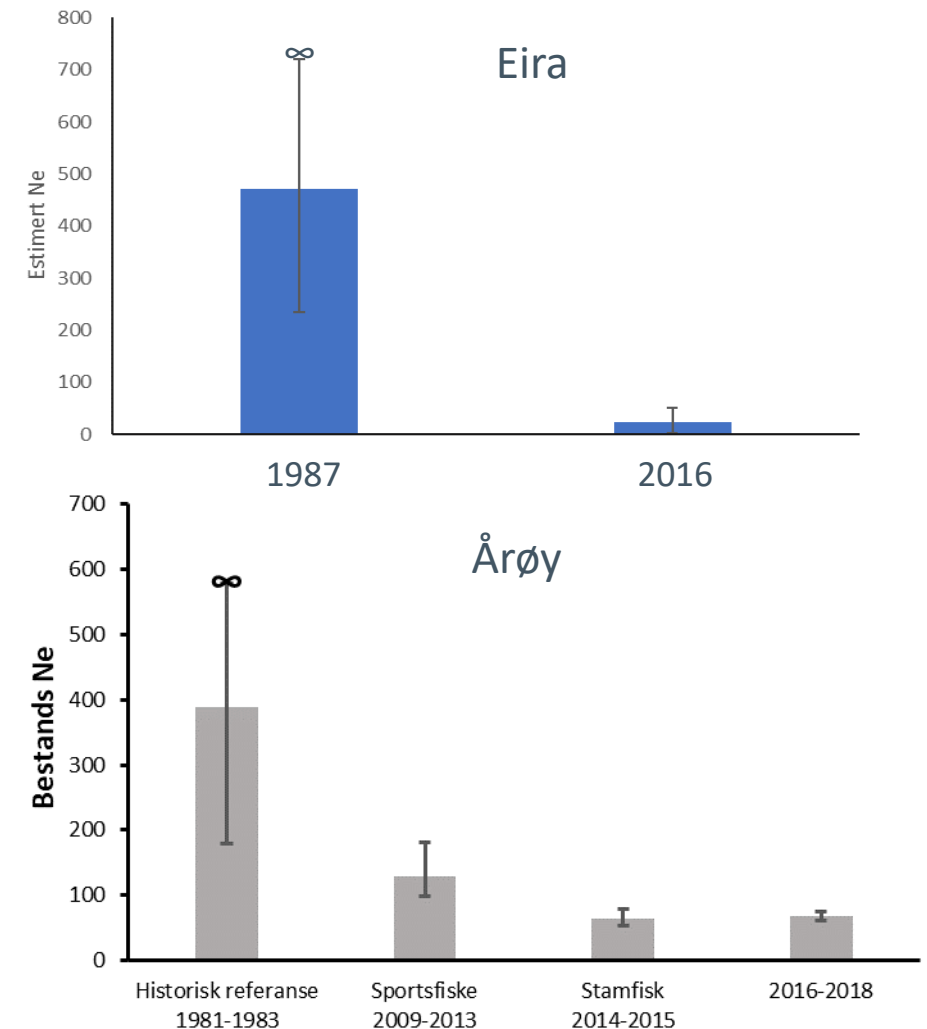
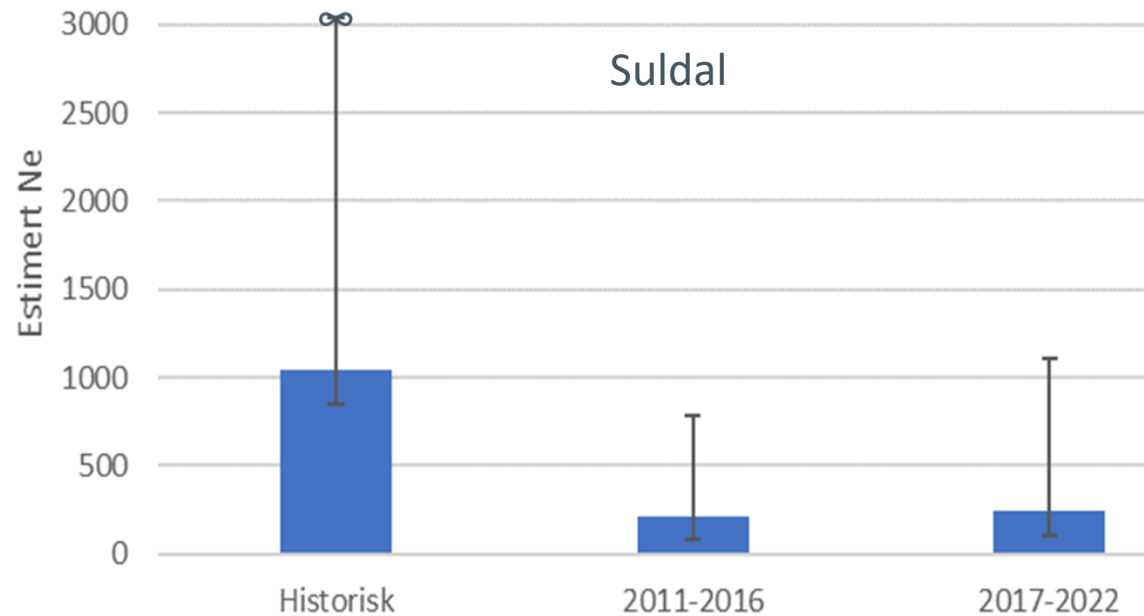


Mange avkom fra stamfisken

→ Utarming av bestandens genetiske variasjon

4) Redusert effektiv bestandsstørrelse over tid

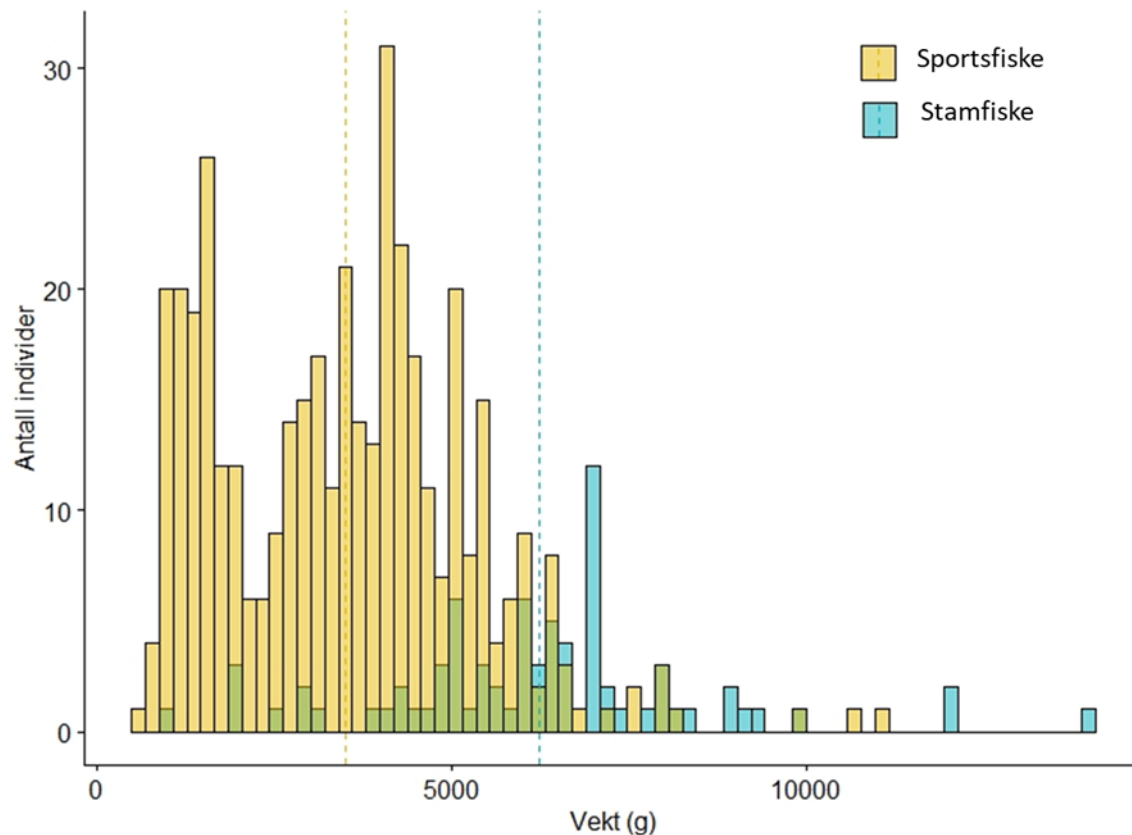
I bestander der det har vært kultivering med påfølgende RL effekt, så har effektiv bestandsstørrelse blitt redusert over tid



5) Svært lavt tilslag av kultivert fisk

- Observervert ved bruk av tidlige utsettingsstadier
- Stamfisken hadde sannsynligvis fått flere avkom om den hadde gytt naturlig
- → Kultivering bidrar direkte til færre fisk i bestanden
- Ikke kultivere?
- Øke overlevelse til utsatte individer
 - Fordele rogn fra hver familie på rognplanting, uforet yngel, startfôret yngel
 - God match mellom utvikling og temperatur i elva ved utsetting

6) Stamfisker ikke alltid et representativt utvalg av elvebestanden



Stamfisker hadde tilsvarende høyere frekvens av «sent» allelet for *vgll3*:

	Frekvens «sent»
Stamfisk (N = 77)	0,51
Sportsfiske (N = 414)	0,39

Seleksjon på stor stamfisk er observert i 7 kultiveringsprogram (vi har undersøkt i 8)

7) Genetisk domestiseringsseleksjon:

Eira (1- og 2-årig smolt)

Oppformering av oppdrettsgener i anlegg (2005-2011):

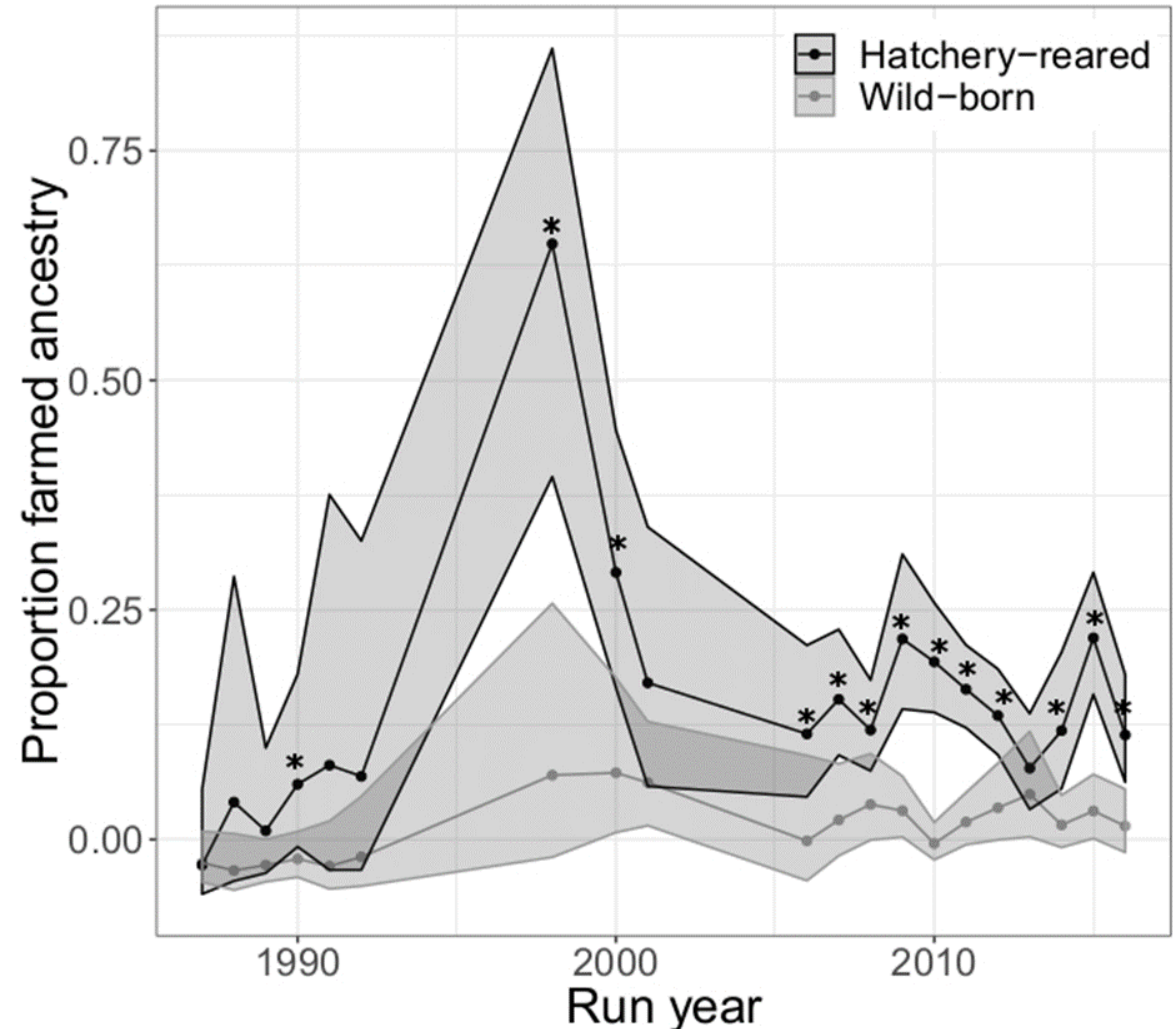
- ▶ Sterkt innkrysset stamfisk produserte 4x flere tilbakevendende avkom enn stamfisk med rent villaksopphav
- ▶ Svært innkrysset stamfisk produserte egg som var 0.67x mindre

Hadde dette betydning for innkrysning i Eira?

Ja

- Innkrysning var høyere for kultivert fisk enn for naturlig produsert fisk
- Signifikant for 13 av 20 fangstår

Kultivering økte innkrysning i Eira før stamlakskontrollen



ARTICLE

<https://doi.org/10.1038/s41467-018-08021-z>

OPEN

Supplementary stocking selects for domesticated genotypes

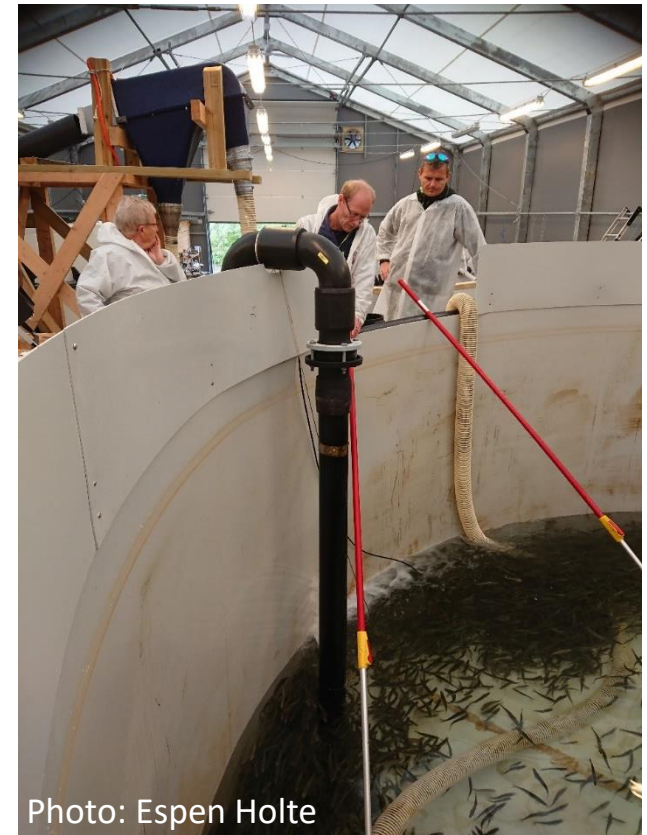
Ingerid J. Hagen¹, Arne J. Jensen¹, Geir H. Bolstad¹, Ola H. Diserud¹, Kjetil Hindar¹, Håvard Lo² & Sten Karlsson¹

8) Epigenetisk domestiseringsseleksjon

- Epigenetikk: endret genuttrykk
- Eira:
 - ▶ Kultiverte stamfisk fikk 1.75x flere avkom enn naturlig produserte hunner
 - ▶ Kultiverte hunner produserte egg som var 0.86x mindre enn naturlig produserte hunner
- Dette har sannsynligvis betydning for reproduktiv suksess til smoltutsatte hoer, da eggstørrelse påvirker overlevelse til avkom
 - ▶ Lavere overlevelse til avkom etter smoltutsatte hoer?

Domestisering

- «Domestisering (latin: domesticus = «som gjelder huset») er den prosess dyr, planter og andre organismer gjennomgår når de tilpasses til et menneskeskapt miljø.» Wikipedia



Kultiverte individer er dårligere tilpasset

- 70 studier: 23 studier viste at 'hatchery reared' var dårligere tilpasset (flere arter). Ingen studier viste en positiv effekt på tilpasning (Araki og Schmid 2010)
- Kumulativt dårligere relativ reproduktiv suksess (RRS) med flere generasjoner i anlegg hos salmonider (Araki mfl. 2007)
- Også redusert RRS hos uforet yngel av klekkeriprodusert Coho-laks (Thériault mfl. 2011)
- Imsa: Færre smolt produsert med økende andel kultiverte hunner i elva ($r^2 = 0.41$) (Jonsson mfl. 2019)

Hva vet vi om effektene av kultivering?

- Det er ikke tatt hensyn til størrelse på vill gytebestand og andel kultivert fisk
 - ▶ Kultur for å bruke historisk betinget antall stamfisk
- Utsatt smolt er ikke det samme som vill smolt og har potensiale for stor påvirkning
- Stamlaks kontroll viktig for å unngå oppformering av oppdrettsgener
- Økende grad av genetiske verktøy i kultivering, økt kunnskap om god kultiveringspraksis
- Stor forskjell i tilslag og effekt på genetisk variasjon i de elvene som er evaluert
- → Hver kultiverte bestand må evalueres individuelt

Men vi har mulighet til å få kunnskap om hver kultiverte bestand

- Stamfisk kontroll
- → Skjellprøver fra sportsfiske er viktig!

Takk til

- Statkraft, VI, NORCE, RB og NINA og alle kultiveringsprogram som vi har valuert
- Alle medforfattere på alle rapporter og publikasjoner