

## Kortare generasjonsintervall hos laks

Bjarne Gjerde, Trygve Gjerdem og Ingunn Thorland





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 400 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på seks ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra, Averøy og Tromsø

**Hovedkontor Tromsø:**

Muninbakken 9–13  
Postboks 6122 Langnes  
NO-9291 Tromsø

**Ås:**

Osloveien 1  
Postboks 210  
NO-1431 ÅS

**Stavanger:**

Måltidets hus, Richard Johnsensgate 4  
Postboks 8034  
NO-4068 Stavanger

**Bergen:**

Postboks 1425 Oasen  
NO-5828 Bergen

**Sunndalsøra:**

Sjølseng  
NO-6600 Sunndalsøra

**Averøy:**

Ekkilsøy  
NO-6530 Averøy

**Felles kontaktinformasjon:**

Tlf: 02140

Faks: 64 94 33 14

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

Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

**Foretaksnr.:**

**NO 989 278 835 MVA**

# Rapport

		ISBN: 978-82-8296-141-7 (trykt) ISBN: 978-82-8296-142-4 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Tittel:</i> <b>Kortare generasjonsintervall hos laks</b>		<i>Rapportnr.:</i> 48/2013
		<i>Tilgjengelighet:</i> <b>Åpen</b>
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Bjarne Gjerde, Trygve Gjerdem og Ingunn Thorland		<i>Dato:</i> 13. november 2013
<i>Avdeling:</i> Avl og genetikk		<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 11
<i>Oppdragsgiver:</i> Erfjord Stamfisk A/S og Norges forskingsråd		<i>Oppdragsgivers ref.:</i> NFR 180098
<i>Stikkord:</i> Laks, generasjonsintervall, 0+ smolt, 1+ smolt		<i>Prosjektnr.:</i> 2281
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Se eget kapittel		
<i>English summary/recommendation:</i> <p>If the generation interval can be reduced from four to three years genetic gain per year can be increased by 33 % given else similar conditions. In Atlantic salmon this can be obtained through the production families that are put into the sea as 0+ autumn smolt instead of 1+ spring smolt. Genetic parameters were obtained for growth and sexual maturity (either or trait) based on traits records on fish from the same families from each of three different year-classes (2006, 2009 and 2010) that were put into the sea as 0+ autumn smolt and 1+ spring smolts. The trait records were obtained after one winter in the sea for two of the 1+ year-classes (2006 and 2009) and after two winters in the sea for all three 0+ year-classes. For the 1+ fish percent early sexual mature fish was 11.9 % (2006) and 7.6 % (2009), and for the 0+ fish 27.0 % (2006), 60.2 % (2009) and 33.1 % (2010). The genetic variation for sexual maturity was substantial for the 0+ fish, but much lower for the 1+ fish, while the genetic correlation between these traits was close to zero in both year-classes (<math>0.21 \pm 0.18</math>; <math>-0.02 \pm 0.10</math>). The genetic variation for body weight was substantial for both the 0+ and the 1+ fish, and with a high genetic correlation between these traits in both year-classes (<math>0.78 \pm 0.07</math>; <math>0.76 \pm 0.05</math>). It is concluded that if generation interval is reduced to three years and early sexual maturity is an important trait for fish put into the sea as 1+ smolt, the breeding nucleus families should also be tested as 1+ smolt.</p>		

# Innhold

<b>1</b>	<b>Samandrag</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Hovudmål</b>	<b>2</b>
2.1	Delmål	2
<b>3</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>Resultat og diskusjon</b>	<b>4</b>
4.1	Effekt av kontinuerleg lys frå 1. april på del kjønnsmoden fisk	4
4.2	Arveleg variasjon for tilvekst og kjønnsmodning	4
4.3	Genetisk korrelasjon mellom kjønnsmodning hos 0+ og 1+ smolt	4
4.4	Genetisk korrelasjon mellom tilvekst og kjønnsmodning	4
4.5	Genetisk korrelasjon mellom tilvekst hos 0+ og 1+ smolt	5
4.6	Effekt av å kassere dei minste fiskane ved merking	5
<b>5</b>	<b>FoU-oppgåver</b>	<b>6</b>
5.1	Genetiske parametar for tilvekst og kjønnsmodning	6
5.2	Effekt av kontinuerleg lys frå 1. april på del kjønnsmoden fisk	6
5.3	Rognkvalitet	6
5.4	Effekt av å kassere dei minste fiskane ved merking	7
<b>6</b>	<b>Prosjektgjennomføring og ressursbruk</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>Nytteverdi</b>	<b>9</b>
<b>8</b>	<b>Publisering</b>	<b>10</b>
<b>9</b>	<b>Tabellar</b>	<b>11</b>

# 1 Samandrag

Dersom generasjonsintervallet kan reduserast frå fire til tre år vil den genetiske framgangen per år auke med 33% gitt elles like forhold. Hos laks kan dette oppnåast ved produksjon av familiar som vert sett i sjøen som 0+ haustsmolt i staden for som 1+ vårsmolt. I dette prosjektet testa vi familiar frå tre årsklassar som vart sett ut som 0+ smolt (2006, 2009 og 2010) og to årsklassar sett som 1+ smolt (2006 og 2009) for tilvekst og kjønnsmodning. For fisk sett ut som 0+ haustsmolt var prosent kjønnsmoden fisk etter to vintrar i sjøen og tre års alder (nkjm0+) jamt over lågare enn for fisk som blir sett ut som 1+ vårsmolt etter ein vinter i sjøen og fire års alder (nkjm1). Fordi nkjm0+ fisk blir brukt som stamfisk vil prosent nkjm0+ fisk truleg auke over tid. Det vart ikkje funne nokon tydeleg effekt på nkjm0+ av å gi 0+ fisken kontinuerleg lys frå 1. april etter to vintrar i sjøen. Difor er det helst for eigenskapar der utvalet er basert på utval mellom familiar (sjukdomsresistens, kvalitet) at ein reduksjon i generasjonsintervallet vil gi større genetisk framgang per år. For eigenskapar der ein også gjer utval innan familie (tilvekst) kan det tenkast at utsett av eit større tal 1+ fisk kunne gitt like stor auke i genetisk framgang per år som å setja ut mange 0+ fisk, men der færre modnar ved tre års alder.

Det vart funne ein betydeleg arveleg variasjon for nkjm0+, medan den genetiske variasjonen for tkjm1+ var vesentleg lågare. Den genetiske korrelasjonen mellom nkjm0+ og tkjm1+ var nær null i begge årsklassane ( $0.21 \pm 0.18$ ;  $-0.02 \pm 0.10$ ). Det betyr at dersom ein vel å redusere generasjonsintervallet frå fire til tre år og samtidig ynskjer å redusere prosent tkjm1+ fisk må 1+ smolt frå dei same familiene testast for tkjm1+. Men tkjm1+ data er først er tilgjengeleg i juli etter eitt år i sjøen og difor to til tre månader etter pre-seleksjonen av foreldra til ein ny generasjon 0+ smolt. Difor må ein for å oppnå genetisk framgang også for tkjm1+ velje ut stamfisk frå mange familiar slik at utvalet mot tkjm1+ kan gjerast rett før eller ved stryking av foreldra i oktober/november. For vekt av fisk sett ut som 0+ (vekt0+) og 1+ (vekt1+) smolt vart det funne ein betydeleg arveleg variasjonen og med ein relativ høg genetisk korrelasjonen mellom vekt0+ og vekt1+ ( $0.78 \pm 0.07$ ;  $0.76 \pm 0.05$ ). Det gjer at utvak for vekt0+ også vil gi ein betydeleg genetisk framgang for vekt1+.

Produksjon av 0+ smolt gjer at denne ved merking er relativt mindre enn tilsvarande 1+ smolt noko som gjer at ikkje alle fisk er store nok til å bli 0+ smolt. Vi fann vi ein betydeleg underestimering av den genetiske framgangen for sluttvekt av å ikkje kunne merke dei minste fiskane i kvar familie, men at denne effekten relativt enkelt kan korrigerast for ved å vege alle fiskane ved merking. Den genetiske framgangen for tilvekst kan aukast betydeleg ved å merke dei største fiskane i kvar familie i staden for eit tilfeldig utval som det er vanleg å gjere.

## **2 Hovudmål**

Undersøke om generasjonsintervallet hos laks kan reduserast frå fire til tre år.

### **2.1 Delmål**

- Finne eit lysregime som gir stor del kjønnsmoden fisk hos tre år gammal stamfisk.
- Undersøke om familiar sett ut som 0+ haustsmolt og 1+ vårsmolt rangerer seg likt for eigenskapane tilvekst og kjønnsmodning.
- Undersøke rognkvalitet for tidleg-, normal- og seinrogn.

### 3 Bakgrunn

På 1970-talet var det ikkje mogleg å oppnå meir enn 40-50 % 1½ år gammal vårs smolt (1+ smolt). Dei resterande 50-60 % vart sett ut som 2 ½ års smolt. På slutten av 1980 talet vart det mogleg å produsere ein 8-10 månader gammal haustsmolt (0+ smolt). I dag blir 50-60 % av laksen sett ut som 0+ smolt. Fram til for få år sidan var all produksjon av både 0+ og 1+ smolt basert på fire år gammal stamfisk. Dei siste åra har avlsselskapa gått over til å produsere familiar av 0+ smolt frå tre år gammal stamfisk noko som reduserer generasjonsintervallet i avlskjernen frå fire til tre år og gir 33 % større genetisk framgang per år under elles like forhold. Ei tilsvarande endring i produksjonen skjer også på stamfiskstasjonane.

For smolt- og matfiskprodusentane vil tilgang til augerogn og smolt over ein større del av året gi betre utnytting av anlegga og at næringa i større grad enn før kan slakte og selje laks av rett storleik heile året. Det er viktig å få undersøkt om ei slik endring i produksjonen kan ha noko negativ effekt på avlsarbeidet. Det kan skje dersom 0+ smolt ved tre års alder (etter to vintrar i sjøen) har ein lågare prosent kjønnsmoden fisk enn 1+ smolt ved fire års alder (og to vintrar i sjøen) noko som vil redusere den genetisk framgangen for eigenskapar som kan registrerast på avlskandidatane (for eks. tilvekst), og om dei same familiane produsert frå 0+ års og 1+ smolt rangerer seg ulikt for viktige eigenskaper som tilvekst og kjønnsmodning. Difor er det viktig å gå undersøkt om avlsarbeidet kan baserast på utsett og testing av familiar av berre 0+ smolt, eller om ein frå dei same familiane også må produsere og teste 1+ smolt.

Ved produksjon av familiar av 0+ smolt kan spesielt dei familiane som er produsert sist i sesongen og som veks dårleg ha ein del fisk som er for små til å bli merka. Slik frå-sortering av den miste fiske, og med ein varierende del i dei ulike familiane, kan resultere i feil (biased) avlsverdiar og difor med risiko for å velje ut feil foreldre og å underestimere den genetiske framgangen. Ved overgang til eit tre års generasjonsintervall er det viktig å få undersøkt effekten av dette og om ein eventuelt kan korrigere for dette ved utrekning av avlsverdiar.

## 4 Resultat og diskusjon

Resultata er diskutert ut ifrå at ein ynskjer å redusere generasjonsintervallet til tre år basert på utsett av 0+ smolt. For 0+ smolt er vekt0+ og nkjm0+ brukt som forkorting for vekt og (normal) kjønnsmodning etter to år i sjøen. For 1+ smolt er vekt1+ og tkjm1+ brukt som forkortingar for vekt og (tidleg) kjønnsmodning etter eitt år i sjøen.

### 4.1 Effekt av kontinuerleg lys frå 1. april på del kjønnsmoden fisk

For fisk sett ut som 1+ smolt og som har gått to vintrar i sjøen (dvs. ved fire års alder) er det vanleg at om lag 1/3 er kjønnsmoden hofisk, 1/3 kjønnsmoden hannfisk og 1/3 gjeldfisk. I dette prosjektet med 0+ smolt var prosent kjønnsmoden fisk etter to vintrar i sjøen (ved tre års alder) i gjennomsnitt lågare enn dette, men variabel (Tabell 1). Spesielt er det grunn til å merke seg den låge prosenten kjønnsmoden hannfisk (< 1 %) i to av årsklassane av den ikkje-merka fisken. Effekten av dette er at den større genetiske framgangen vi får ved å redusere generasjonsintervallet frå fire til tre år ved bruk av 0+ smolt blir mindre, men kan kompensast for ved å merke ut fleire 0+ fisk per familie.

### 4.2 Arveleg variasjon for tilvekst og kjønnsmodning

For tilvekst vart det funne ein betydeleg arveleg variasjon for vekt0+ og vekt1+ (arvegrad frå 0.3 til 0.6). Det vart også funne ein betydeleg arveleg variasjon for nkjm0+ (arvegrad på underliggende skala  $0.26 \pm 0.04$  for årsklasse 2006,  $0.46 \pm 0.09$  for årsklasse 2009 og  $0.56 \pm 0.05$  for årsklasse 2010), medan den genetiske variasjonen for tkjm1+ var lågare (arvegrad på underliggende skala  $0.14 \pm 0.09$  for årsklasse 2006 og  $0.09 \pm 0.03$  for årsklasse 2009). Dette viser at det gjennom eit målretta avlsarbeid er mogleg å redusere eller auke del kjønnsmoden fisk etter to (0+ smolt) og ein (1+ smolt) vinter sjøen. Den relativ låge arvegrada for tkjm1+ har mest truleg sin årsak i låg prosent kjønnsmoden fis; 11.9 % i årsklasse 2006 og 7.6 % i årsklasse 2009.

### 4.3 Genetisk korrelasjon mellom kjønnsmodning hos 0+ og 1+ smolt

Den genetiske korrelasjonen mellom nkjm0+ og tkjm1+ var ikkje signifikant ulik frå null både i årsklasse 2006 og 2009 (Tabell 2). Dette tyder på eit betydeleg genotype x miljø samspel for kjønnsmodning hos fisk sett ut som 0+ og 1+ smolt, og betyr at dersom vi samtidig ynskjer å oppnå genetisk framgang for tkjm1+ må dei same familiane settast ut som 1+ smolt og testast for tkjm1+. Problemet er at data om eigenskapen tkjm1+ først er tilgjengeleg i juli etter eitt år i sjøen og difor to til tre månader etter pre-seleksjonen av foreldra til ein ny generasjon 0+ smolt. For å oppnå genetisk framgang også for tkjm1+ må ein difor velje ut stamfisk frå mange familiar slik at utvalet mot tkjm1+ kan gjerast rett før eller ved stryking av foreldra i oktober/november.

### 4.4 Genetisk korrelasjon mellom tilvekst og kjønnsmodning

Den genetiske korrelasjonen mellom vekt0+ og nkjm0+ var relativ høg (Tabell 2). Det tyder på at utval for auka tilvekst (vekt0+) og bruk av stamfisk etter to år i sjøen (nkjm0+) over tid vil resultere i både betre tilvekst og ein større del nkjm0+ fisk, og på grunn av det siste ein større framgang for tilvekst fordi ein vil få fleire stamfisk å velje mellom i kvar familie. I kva grad dette også vil resultere i ein større ikkje ynskja del tidleg kjønnsmoden fisk etter eitt år i sjøen (tkjm0+) er avhengig av storleiken



på den genetiske korrelasjonen mellom nkjm0+ og tkjm0+, og mellom vekt0+ og tkjm0+. Forteikna og storleiken på desse korrelasjonane finst det ikkje noko estimat av. I årsklasse 2006 var prosent tkjm0+ låg (1,3 %) basert på eit tilfeldig utval av 150 fisk i november 2007. For dei andre årsklassane har vi berre tal for prosent exgytarar registrert ved utval av stamfisk etter to vintrar i sjøen (1,1 % i årsklasse 2008, 1,4 % i årsklasse 2009 og 0,05 % i årsklasse 2010). Dei reelle prosentane tkjm0+ fisk er nok større, men truleg så låge at vi må ha mange fisk per familie (>50) for å få pålitelege estimat av desse korrelasjonane.

Den svake negative genetiske korrelasjonen mellom vekt0+ og tkjm1+ (Tabell 2) betyr at utval for større tilvekst vil gi ein gunstig utvikling i tkjm1+. Det same kan seiast om den negative korrelasjonen mellom vekt1+ og tkjm1+ i årsklasse 2006 (-0,45). Men forteiknet og storleiken på denne korrelasjonen er nok til ein viss grad påverka av at tkjm1+ var registrert så seint som 1. oktober 2008 og at den kjønnsmodne fisken difor hadde tapt vekt dei tre-fire siste månadane før denne datoen. Det samsvarar med at denne korrelasjonen i årsklasse 2009, der tkjm1+ vart registrert 7. juli 2011, var svakt positiv (0,14).

Den høge genetiske korrelasjonen mellom vekt0+ og nkjm0+ er truleg eit resultat av at vekt0+ var registrert på eit tidspunkt (mai/juni) der den modnande fisken har nær maksimal tilvekst og vekt. Difor ville det vere svært interessant å vite storleiken på denne korrelasjonen dersom vekt0+ var registrert før fiskane hadde 'bestemt seg' for å bli kjønnsmodne eller ikkje.

#### **4.5 Genetisk korrelasjon mellom tilvekst hos 0+ og 1+ smolt**

Den genetiske korrelasjonen mellom vekt0+ og vekt1+ var relativ høg og positiv i begge årsklassane (Tabell 2) noko som tyder på eit relativt ubetydeleg genotype x miljø samspel for tilvekst hos 0+ og 1+ smolt. Utval for tilvekst hos fisk sett ut som 0+ smolt vil difor gi ein betydeleg korrelert genetisk framgang i tilvekst hos fisk sett ut som 1+ smolt. Visst ein må registrere tkjm1+ bør ein samtidig registrere vekt1+ slik at ein kan basere utvalet for tilvekst på vektdata registrert både på fisk sett ut som 0+ og 1+ smolt.

#### **4.6 Effekt av å kassere dei minste fiskane ved merking**

Effekten av å sortere ifrå dei minste fisken ved merking er ein betydeleg underestimering av den genetiske framgangen for sluttvekt. Men denne feilen kan vi relativt enkelt korrigere for ved å også vege dei fiskane i kvar familie som var for små til å kunne merkast. Den genetiske framgangen kan aukast betydeleg ved å merke dei største fiskane i kvar familie i staden for eit tilfeldig utval som det er vanleg å gjere.

## 5 FoU-oppgåver

### 5.1 Genetiske parametrar for tilvekst og kjønnsmodning

For å undersøke om 0+ og 1+ smolt frå dei same familiane rangerer seg likt for tilvekst og kjønnsmodning vart det sett ut individmerka 0+ haustsmolt frå fem SalmoBreed årsklassar hos Erfjord Stamfisk. I tillegg vart det sett ut 1+ smolt frå dei same årsklassane og familiane hos Bolaks AS (ein av teststasjonane til SalmoBreed).

Dei ulike årsklassane 0+ smolt:

- **Årsklasse 2006:** 200 familiar med 50 PIT-merka fisk per familie. Våren 2008 vart det påvist PD på denne årsklassen. Vekt og kjønn og kjønnsmodning basert på ytre kjønnskarakterar vart registrert på eit utval av fisken rett før den vart slakta i slutten av juni 2008. På grunn av PD var det ikkje mogleg å få registrert kjønn og kjønnsmodning basert på inspeksjon av gonadane.
- **Årsklasse 2007:** 200 familiar med 30 PIT-merka fisk per familie. Våren 2008 vart det påvist PD også på denne årsklasse. Den vart destruert i april 2008. .
- **Årsklasse 2008:** 200 familiar med 50 fisk per familie. Vekt og kjønn og kjønnsmodning basert på ytre kjønnskarakterar vart registrert på 5105 fisk 26.–29. april 2010. Gjentatt registrering av kjønn og kjønnsmodning basert på inspeksjon av gonadane etter sløying av 1730 fisk 3. juni viste liten samsvar mellom kjønn- og kjønnsmodning registrert i april og mai. Data frå denne årsklassa kunne difor ikkje brukast.
- **Årsklasse 2009:** 293 familiar med 50 merka fisk per familie. Fisken vart slakta første veka av juli 2011 og kjønn og kjønnsmodning registrert basert på inspeksjon av gonadane etter sløying.
- **Årsklasse 2010:** 284 familiar med 60 merka fisk per familie. Fisken vart slakta første veka av juli 2011 og kjønn og kjønnsmodning registrert basert på inspeksjon av gonadane etter sløying.

For 0+ smolten har vi difor berre påliteleg kjønn- og kjønnsmodningsdata frå tre (2006, 2009, 2010) av dei fem årsklassane. I tillegg kjem at det på grunn av sjukdom på 2010 årsklassa av 1+ smolten hos Bolaks våre 2012 ikkje var muleg å få registrert tidleg kjønnsmodning på denne årsklassa.

### 5.2 Effekt av kontinuerleg lys frå 1. april på del kjønnsmoden fisk

For å undersøke om kontinuerleg lys frå 1. april etter to vintrar i sjøen kan gi større del kjønnsmoden fisk enn naturleg lys vart det sett ut ikkje-merka (linjefisk) fisk frå dei same fem årsklassane (2006, 2007, 2008, 2009 og 2010) som nemnt tidlegare. Ein av desse årsklassane (2009) vart delt i to merdar der den eine fekk kontinuerleg lys frå 1. april og den andre naturleg lys.

### 5.3 Rognkvalitet

Planen var å undersøke effekten av ulik type stamfisk (0-åring, 1½-åring, lysstyrt eller ikkje) på dødelegheit av rogn og yngel med grunnlag i produksjonsdata frå tre av SalmoBreed sine kundar (rognprodusentar). Dette viste seg å ikkje vere mogleg på grunn at strukturen i data.

## **5.4 Effekt av å kassere dei minste fiskane ved merking**

Ved produksjon av familiar av 0+ smolt kan spesielt dei familiane som er produsert sist og som veks dårleg ha ein del fisk som er for små til å bli merka. Dette observerte vi spesielt i årsklasse 2006 og 2007 der sjølv ein del av den merka fiske måtte sorterast ifrå før fisken vart sett ut i sjøen fordi dei fortsatt var så små at dei mest sannsynleg ville ha dødt eller kunne ha sumt ut av merden. Slik frå-sortering av små fisk, og med ein varierende del i dei ulike familiane, vil resultere i feil (biased) avlsverdiar noko som gjer at vi både risikerer å velje ut feil foreldre og å underestimere den genetiske framgangen. For å undersøke kva effekt slik frå-sortering kan ha på avlsverdiane, og om det er mogleg å korrigere for dette, gjennomførte vi eit teoretisk stokastisk simulerings studium der vi m.a. varierte den delen av fisken som var får små til å kunne merkast, og der vi i tillegg til vekta av dei merka fiskane ved merking og ved slakting også hadde vekta av dei frå-sorterte fiskane. Vi undersøkte også effekten å merke berre dei største fisken i kvar familie i staden for eit tilfeldig utval som det er vanleg å gjere.

## 6 Prosjektgjennomføring og ressursbruk

Planen var å teste 0+ og 1+ smolt frå dei same familiane frå to årsklassar. Dei to første årsklassane (2006 og 2007) måtte sanerast på grunn av påvist PD. Dette gjorde at vi måtte merke fisk frå familiar frå to nye årsklassar (2008 og 2009). For tidleg registrering av kjønn og kjønnsmodning på 2008 årsklassa gjorde at vi måtte merke ut fisk frå ein femte årsklasse (2010). På grunn av sjukdom på 1+ fisken i 2010 årsklassa var det ikkje mogleg å få registrert tidleg kjønnsmodning på denne årsklassa. Slik sett har dette vore eit utfordrande prosjekt for begge partar. Den største svakheita i prosjektet er at det ikkje vart registrert vekt og kjønnsmodning på i det minste eit stort tilfeldig utval av 0+ fisken etter eitt år i sjøen. Men det kunne ha påført fisken stress med auka risiko for utbrot av sjukdom og tap i tilvekst.

## 7 Nytteverdi

Dei genetiske parametrane frå dette prosjektet er dei første for fisk sett ut som 0+ smolt og slik sett også dei første genetiske korrelasjonane mellom eigenskapar registrert på fisk sett ut som 0+ og 1+ smolt. God kunnskap spesielt om forteikn og storleik på genetiske korrelasjonar mellom viktige økonomiske eigenskapar er viktig for god gjennomføring av eit langsiktige avlsprogram. I dette prosjektet har vi fått på plass nokre av desse korrelasjonane. Av særleg stor interesse er at den genetiske korrelasjonen mellom kjønnsmodning hos fisk sett ut som 0+ og 1+ smolt er tilnærma lik null noko som gjer det mindre risikabelt å redusere generasjonsintervallet hos laks frå fire til tre år.

Prosjektet har ført til at Erfjord Stamfisk tidleg i prosjektperioden la om til produksjon av rogn frå tre år gammal stamfisk, og produksjon av familiar frå slik fisk til avlskjernen til SalmoBreed. Frå og med årsklasse 2011 har SalmoBreed brukt både tre og fire år gammal stamfisk. Ved slik kombinert bruk har seleksjonsintensiteten gått vesentleg opp ved at dobbelt så mange familiar er tilgjengeleg for seleksjon samanlikna med eit reint tre- eller firårig generasjonsintervall. I tillegg opnar dette for kryssing av stamfisk frå ulike årsklassar noko som raskare vil gi ein meir homogen avlspopulasjon og difor mindre variasjon i den genetiske kvaliteten frå årsklasse til årsklasse.

I tillegg til auka genetiske framgangen per år i avlskjernen til SalmoBreed har overgang til tre år gammal stamfisk store produksjonsmessige fordelar på grunn av to forhold: 1) Redusert biologisk risiko fordi stamfisk sett ut som 0+ smolt går 5–6 månader kortare tid i sjøen enn stamfisk sett ut som 1+ smolt, noko som gir redusert dødelegheit og produksjonskostnad, og 2) Produksjonen av stamfisk kan skje på to i staden for tre lokalitetar, noko som gir redusert binding av både kapital og sjøareal.

## 8 Publisering

### Vitskapleg

Gjerde, B., H. Yazdi, J. Ødegård (2012). The effect of early culling on magnitude and biases of genetic gain in fish breeding programs. In manuscript.

Gjerde, B., T. Gjedrem, T. Hansen & I. Thorland. Genetic parameters for growth and sexual maturity in 0+ and 1+ Atlantic salmon. In manuscript.

### Foredrag

Gjerde, B., H. Yazdi & J. Ødegård (2012). The effect of early culling on magnitude and biases of genetic gain in fish breeding programs. AQUA2012, Prague 3. September.

### Andre

Gjerde, B., T. Hansen, K. Hjelde & T. Gjedrem (2009). Kan lang lysdag om hausten gi kjønnsmoden laks om våren? Notat.

Drangsholt, T.M.K & B. Gjerde (2012). Dødelighet av rogn og yngel av laks hos SalmoBreeds rognkunder i rognsesongen 2007/2008. 10 sider. Nofima rapport. Konfidensiell.

## 9 Tabellar

**Tabell 1** Middel vekt og prosent kjønnsmoden ho- og hannfisk hos 0-års smolt etter to vintra i sjøen for ikkje-merka linjefisk og merka familiefisk frå fire årsklassar.

Årsklasse	Merd	Linjefisk <sup>1</sup>			Merka fisk <sup>2</sup>		
		Vekt, kg	Hofisk,%	Hannfisk,%	Vekt, kg	Hofisk,%	Hannfisk,%
2006	1 <sup>3</sup>	7.4	-	-	6.7	11.1	15.9
2008	1 <sup>3</sup>	8.5	16.8	1.6	7.1	35.2	17.2
	2 <sup>3</sup>	8.5	16.7	0.2			
2009	1 <sup>3</sup>	10.6	17.7	0.8	9.6	26.5	33.7
	2 <sup>4</sup>	9.9	31.0	30.6		-	-
2010	1	9.7	27.8	21.0	8.8	17.0	16.1
	2	9.7	13.6	10.4		-	-

<sup>1</sup> Kjønnsmodning basert på ytre kjønnskaraktarar av om lag 1000 fisk; årsklasse 2006 i når?, årsklasse 2008 midt i mai, årsklasse 2009 og 2010 i siste veka i mai.

<sup>2</sup> Kjønn og kjønnsmodning baser på ytre kjønnskaraktarar i siste veka av juni (årsklasse 2006) og april (årsklasse 2008); for årsklasse 2009 og 2010 basert på inspeksjon av gonadane på sløgd fisk i første veka av juli.

<sup>3</sup> Kontinuerleg lys frå 1. april til modnande fisk vart sett på land i løpet av juni og sett på kort dag (8L:16M).

<sup>4</sup> Naturleg lys

**Tabell 2** Genetiske (over diagonalen) og residual (under diagonalen) korrelasjonar mellom smoltvekt, sluttvekt og kjønnsmodning hos fisk sett ut som 0+ og 1+ smolt.

Årsklasse	Eigenskap	0+ smolt			1+ smolt		
		Sm.vekt	Vekt	Kj. modn.	Sm.vekt	Vekt	Kj. modn.
0+ smolt							
2006	Smoltvekt <sup>1</sup>	-	0.31±0.08	0.09±0.08	0.51±0.07	0.14±0.10	-0.22±0.15
2009		-	0.56±0.08	0.52±0.08	0.89±0.03	0.55±0.07	0.08±0.14
2010		-	0.30±0.12	0.09±0.08	-	-	-
2006	Vekt <sup>2</sup>	0.16	-	0.67±0.07	0.43±0.08	0.78±0.07	-0.32±0.07
2009		0.14	-	0.71±0.04	0.48±0.07	0.76±0.05	-0.31±0.13
2010		0.22		0.66±0.07	-	-	-
2006	Kj. modn. <sup>2</sup>	0.05	0.13	-	0.20±0.10	0.56±0.10	0.21±0.18
2009		-0.01	0.36	-	0.40±0.07	0.55±0.06	-0.04±0.10
2010		0.06	0.25	-	-	-	-
1+ smolt							
2006	Smoltvekt	0.00	0.00	0.00	-	0.50±0.07	-0.02±0.15
2009		0.00	0.00	0.00	-	0.51±0.07	0.03±0.12
2010		0.00	0.00	0.00	-	-	-
2006	Vekt <sup>3</sup>	0.00	0.00	0.00	0.32	-	-0.45±0.16
2009		0.00	0.00	0.00	0.30	-	0.14±0.13
2010		0.00	-	-	-	-	-
2006	Kj. modn. <sup>3</sup>	0.00	0.00	0.00	0.01	-0.06	-
2009		0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.01	-
2010		0.00	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Merkevekt for årsklasse 2006; <sup>2</sup> Registrert etter to vintrar år i sjøen; <sup>3</sup> Registrert etter vel eitt år i sjøen.

