

# ÁHÆTTUMAT HAFRANNSÓKNASTOFNUNNAR Í SAMRÆMI VIÐ 6. GR. A Í LÖGUM NR. 71/2008 UM FISKELDI

## Áhættumat

Hafrannsóknastofnun hefur nú farið yfir ábendingar, athugasemdir og ráðleggingar samráðsnefndar um fiskeldi. Niðurstaða að teknu tilliti til þeirra fer hér á eftir.

Niðurstaða Hafrannsóknastofnunar í samræmi við uppfært áhættumat er að eldismagn á frjóum laxi verði ekki meira en fram kemur í töflunni að neðan í eftirtöldum fjörðum:

| Landsvæði   | Hámarkslífmassi af frjóum laxi samkvæmt áhættumati erfðablöndunar (tonn) | Fyrri mat (miðað við framleiðslu) |
|---|--|-----------------------------------|
| <b>Vestfirðir</b>                                   |  |                                   |
| Patreksfjörður, Tálknafjörður og Patreksfjarðarfloí | 20.000   | 20.000                            |
| Arnarfjörður  | 20.000   | 20.000                            |
| Dýrafjörður   | 10.000   | 10.000                            |
| Önundarfjörður                                      | 2.500  | 0                                 |
| Ísafjarðardjúp                                      | 12.000   | 0                                 |
| <b>Vestfirðir samtals:</b>                          | <b>64.500</b>  | <b>50.000</b>                     |
| <b>Austfirðir</b>                                   |  |                                   |
| Berufjörður   | 7.500  | 6.000                             |
| Stöðvarfjörður                                      | 0  | 0                                 |
| Fáskrúðsfjörður                                     | 12.000   | 15.000                            |
| Reyðarfjörður                                       | 16.000   | 15.000                            |
| Seyðisfjörður                                       | 6.500  | 0                                 |
| <b>Austfirðir samtals:</b>                          | <b>42.000</b>  | <b>21.000</b>                     |
| <b>Samtals:</b>                                     | <b>106.500</b>   | <b>71.000</b>                     |

Í nýju mati er miðað við hámarkslífmassa. Framleiðsla er nú reiknuð sem 80% af hámarkslífmassa en var áður lögð að jöfnu. 71 þúsund tonn jafngilda því 88,75 þúsund tonna lífmassa. Aukning er því í raun 20%.

Forsenda fyrir eldi á frjóum laxi í Ísafjarðardjúpi er að eldi verði ekki stundað nær veiðiam í botni Ísafjarðardjúps en sem nemur línu frá Ögurnesi að Æðey og Hólmasundi.

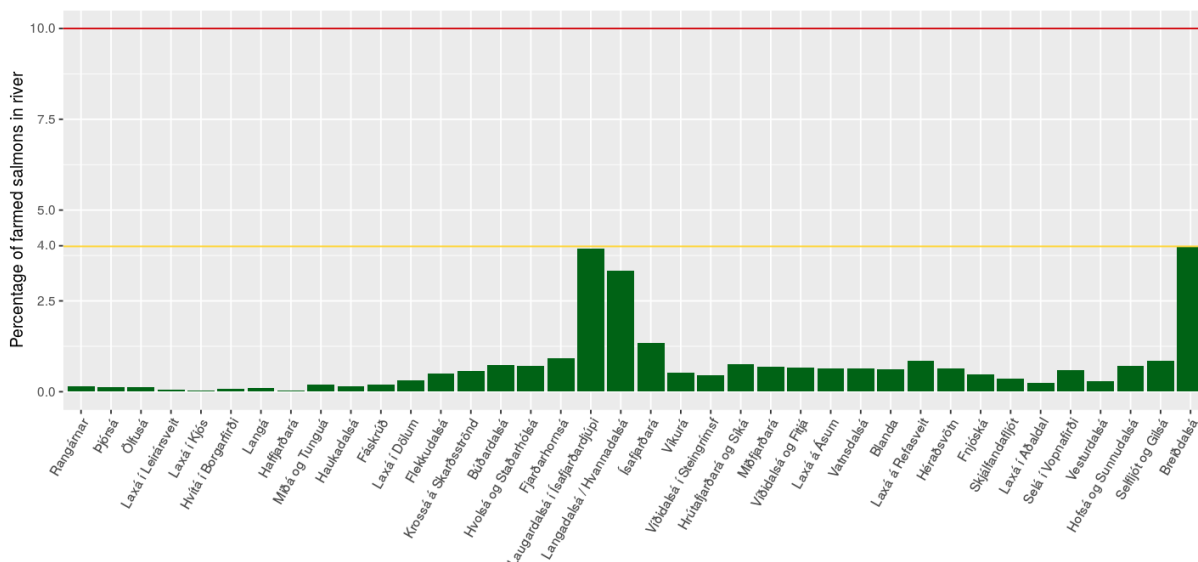
Í Ísafjarðardjúpi verði heimilt að ala 12.000 tonna hámarkslífmassa af frjóum laxi. Ef notuð eru 400 gramma seiði má auka hámarkslífmassa af frjóum laxi í 14.000 tonn.

Í Fáskrúðsfirði og Reyðarfirði verði hámarkslífmassi af frjóum laxi 12.000 og 16.000 tonn. Með notkun 400 gramma seiða má auka hámarkslífmassa af frjóum laxi í 14.000 og 18.000 tonn.

## NIÐURSTÖÐUR MIÐAÐ VIÐ UPPFÆRT ÁHÆTTUMAT

Áhættumatslíkanið reiknar almennt út mjög lág gildi innblöndunar fyrir utan fjórar ár, en það eru Laugardalsá, Langadalsá/Hvannadalsá og Ísafjarðará í Ísafjarðardjúpi, og Breiðdalsá í Breiðdal.

Í fyrra áhættumati var miðað við að hlutfall milli ársframléiðslu og hámarkslífmassa væri 1:1. Nýjar upplýsingar hafa hins vegar leitt í ljós að hlutfallið er nálægt 0,8:1 og er miðað við það hlutfall nú.



## BREYTINGAR Á STUÐLUM ÁHÆTTUMATS VIÐ ENDURMAT

Þröskuldsgildi ásættanlegs innstreymis (*e. intrusion*) eldislaxa í náttúrulegar laxveiðiár er óbreytt frá fyrra mati eða 4%.

**Nýtt mat á stuðlum áhættumats á grunni vöktunarniðurstaðna:** Eftirfarandi breytingar eru gerðar á stuðlum áhættumats:

| Stuðlar áhættumats                           | Fyrri gildi | Ný gildi | Breyting |
|--|-------------|----------|----------|
| Snemmbúið stök:                              |             |          |          |
| Heimsæknistuðull ( <i>H</i> ):               | 0,25        | 0,25     | N        |
| Weibull stuðlar:                             |             |          |          |
| $\beta =$                                    | 2,5         | 2,5      | N        |
| $\eta =$                                     | 170         | 170      | N        |
| Endurkom uhlutfall ( <i>L<sub>s</sub></i> ): | 1,85%       | 1,30%    | J        |
| Síðbúið stök:                                |             |          |          |
| Weibull stuðlar:                             |             |          |          |
| $\beta =$                                    | 2           | 1,5      | J        |
| $\eta =$                                     | 1000        | 540      | J        |
| Endurkom uhlutfall ( <i>L<sub>G</sub></i> ): | 3,3%        | 1,1%     | J        |
| Stökstuðull (stökufiskar/tonn) ( <i>S</i> ): | 0,8         | 0,8      | N        |
| Hlutfall síðbúið/snemmbúið:                  | 50/50       | 50/50    | N        |

## Röksemdir fyrir breytingu stuðla:

*Snemmbúið strok:* Enn hafa ekki verið greindir neinir strokufiskar úr snemmbúnu stroki í veiðiám. Því er heimsæknistuðli og dreifingarstuðlum haldið óbreyttum. Endurkomuhlutfall strokufiska er hins vegar lækkað úr 1,85% í 1,3%. Hér er byggt á greiningu á gögnum úr sleppitilraunum Skilbrei et al. (2015). Heimsæknistuðull lækkar endurkomu umtalsvert en mismikið eftir fjarlægð.

*Síðbúið strok:* Í vöktun Hafrannsóknastofnunar hafa alls 15 laxar verið raktir til sjókvíaeldisstöðva. Þeir voru allir úr síðbúnum strokum frá tveimur sjókvíaeldisstöðum, annarsvegar Hringsdal í Arnarfirði og hinsvegar Laugardal í Tálknafirði. Reiknuð var farlengd þessara strokufiska og borin saman við dreifingarfall. Þó að niðurstöðurnar byggji ekki enn á stóru gagnasafni þá virðist dreifingin þó vera í samræmi við Weibull dreifingarfallið eins og gert var ráð fyrir í áhættumati. Raundreifing bendir til þess að fyrra mat á farlengdarstuðli ( $\eta$ ) hafi verið of hátt og að lögunarstuðull ( $\beta$ ) hafi einnig verið of hár. Þessir stuðlar voru því endurstiltir í endurmati í samræmi við niðurstöðu vöktunar.

Endurkomuhlutfall strokufiska var borið saman við gögn um endurkomu úr síðbúnu stroki í Noregi. Samkvæmt norsku gögnunum er endurkomuhlutfallið að meðaltali 0,84% en á Íslandi hefur það reiknast lægra eða 0,26% úr því eina stroki greinanlegt var. Það virðist ljóst að endurkomuhlutfall fyrra áhættumats var líklega ofáttað sem 3,3%. Á grundvelli fyrirbyggjandi gagna og varúðarreglu hefur því verið ákveðið að lækka endurkomuhlutfallið í 1,1% í núverandi endurmati.

*Strokstuðull og strokhlutfall:* Þau takmörkuðu gögn sem fyrir liggja virðast gefa til kynna að ekki sé að svo stöddu ástæða til að breyta strokstuðlinum og er honum því haldið óbreyttum sem 0,8 strokufiskar á hvert framleitt tonn í núverandi endurmati. Ekki liggja enn fyrir nein gögn sem styðja breytingar á strokhlutfalli og því er enn stuðst við 50:50 skiptingu á milli snemmbúins og síðbúins stroks, eins og í fyrra áhættumati.

## Vöktunaráætlun:

Til að bæta nákvæmni áhættumats og til að fylgjast með áhrifum fiskeldis á villta stofna þarf að afla gagna sem hafa áhrif á lykilmætur. Til að afla þeirra gagna ber að vakta eftirfarandi þætti:

### Gögn frá fiskeldi:

Eftirfarandi gögn frá eldisfyrirtækjum þurfa að vera aðgengileg:

- 1) Ársframleiðsla í hverri fiskeldisstöð (kvíasvæði).
- 2) Aðgangur að gögnum úr Fishtalk Control eða sambærilegum gagnagrunnum:
  - a. Fjöldi útsettra seiða í hverri kví samkvæmt talningu við bólusetningu. Dagur útsetningar og seiðastærð.
  - b. Fjöldi slátraðra fiska úr hverri kví (að viðbættu frácasti) Dagur slátrunar og meðalstærð fisks.
- 3) Gögn um dánartölu á eldistíma fyrir hverja kví.
- 4) Upplýsingar um strokatvik: Heiti fyrirtækis, dagsetning atburðar, tegund fiska og stærð þeirra, áætlaður fjöldi strokufiska og staðsetning kvía (hnit).

### Rekjanleiki og DNA sýni foreldrafiska

Samkvæmt lögum ber framleiðenda laxahroga skylda til að geyma lífsýni og upplýsingar um arfgerð í gagnagrunni. Einnig ber að tryggja rekjanleika eldisins frá hrogaframleiðenda að kví. Þetta gerir

mögulegt að rekja fiska til kvíastæðis og fyrirtækis. Framleiðandi hrognar geymir gagnagrunn með heilraðgreiningu DNA fyrir alla foreldrafiska. Í reglugerð um fiskeldi 1170/2015, grein 28, kemur fram: „Auk þess er framleiðendum laxahrognar skylt að varðveita í gagnagrunnum erfðaeftirlit eldislax þannig að hægt sé á hverjum tíma að rekja uppruna laxfiska sem sleppa úr kvíum og veiðast síðar, m.a. ef óvissa ríkir um áhrif eldis á umhverfið. Gögn eða lífsýni af merkjum eldisfiskum skulu send til Veiðimálastofnunar (nú Hafrannsóknastofnunar). Auk þess er framleiðendum hrognar skylt að varðveita í gagnagrunnum erfðaeftirlit foreldrafiska og halda bókhald yfir það frá hvaða foreldrum er selt til hvernar stöðvar þannig að hægt sé á hverjum tíma að rekja uppruna fiska sem sleppa úr kvíum eða stöðvum og veiðast síðar”.

### Vöktun lykiláa með Árvaka.

Vöktun lykiláa í hverjum landsfimmtungi er framkvæmd með vöktunartækinu Árvaka frá Vaka hf. Árvakinn er útbúinn með myndbandsupptökubúnaði og verður staðsettur nálægt árósum. Með búnaðinum er hægt að telja fiska, leggja mat á fjölda laxalúsa og greina hvort fiskur er af eldisuppruna. Eftir nokkur ár munu 12 veiðiár verða vaktaðar með slíkum búnaði og hefur þegar verið komið upp búnaði í 5 veiðiám. Hægt er að skoða myndir af fiskum í rauntíma á heimasíðu Hafrannsóknastofnunar og fylgjast starfsmenn með göngu fiska eftir því sem þurfa þykir. Einnig getur allur almenningur fylgst með göngu laxa og komið með ábendingar til stofnunarinnar.

Árvakar eru þó almennt ekki hugsaðir sem mótvægisáðgerð heldur fyrst og fremst vöktunarbúnaður. Í neyðartilfellum getur þessi tækjabúnaður þó nýst sem mótvægisáðgerð, þ.e. þegar stórir og óvæntir atburðir verða þess valdandi að fjöldi fiska strjúki. Einungis þrjár laxveiðiár eru staðsettar nálægt eldissvæðum, þar af eru nú þegar tvær þeirra vakaðar með Árvakabúnaði. Áætlað er að ljúka uppsetningu þess þriðja vorið 2021.

### Sýnatoka og greining

- Stroksýni úr veiddum/slepptum fiski. Sett hefur verið upp kerfi stroksýnatöku (DNA-sýnatöku) úr veiddum fiski. Hjá fiskum er hægt að taka stroksýni úr tálknum. Sýnataka tekur aðeins nokkrar sekúndur og hefur ekki áhrif á lifun fiska. Skráning annarra upplýsinga verður á vefsvæði sem hægt er að nálgast í síma eða tölvu. Hægt er að fá sendar upplýsingar til baka um arfgerð fiska að greiningu lokinni sem hvata til að taka sýni. Með þessari sýnatöku fæst heildarhlutfall eldisfiska í klakstofni ásamt hlutfalli síðbúins og snemmbúins stroks.
- Söfnun og greining hreistursýna. Mikilvægt er að safna hreistri af laxi úr völdum ám. Með greiningu hreisturs er hægt að greina með ágætri vissu hvort um eldislax sé að ræða. Lagt er til að hreistri verði safnað úr a.m.k. einni veiðiá úr hverjum landsfjórðungi og Vestfjórðum.
- Erfðagreiningar smáseiða. Rafveidd verða á hverju ári um 100 smáseiði í veiðiám víða um land til að fylgjast með mögulegri erfðablöndun. Greind verða 59 SNP erfðamörk (Karlsson et al. 2011) í völdum ám (Tafla 2). Að auki verða tekin sýni í minni ám nálægt eldissvæðum.

Tafla 2. Listi yfir þau vatnsföll sem verða vöktuð með reglulegri söfnun og greiningu erfðasýna. Gerð verður erfðagreining á 100 marktækum DNA sýnum úr seiðum úr hverri á fyrir sig.

|                       |                      |
|-----------------------|----------------------|
| <b>Ísafjarðardjúp</b> | <b>Austurland</b>    |
| Laugadalsá            | Breiðdalsá           |
| Langadalsá            | Hofsá                |
| <b>Arnarfjörður</b>   | <b>Suðurland</b>     |
| Selárdalsá            | Þjórsá               |
| <b>Dýrafjörður</b>    | Ölfusá/Hvítá/Sogið   |
| Sandsá                | Faxaflói             |
| <b>Tálknafjörður</b>  | Elliðaár             |
| Botnsá                | Norðurá              |
| <b>Húnaflói</b>       | <b>Vesturland</b>    |
| Blanda                | Grímsá               |
| Vatnsdalsá            | Langá                |
| Fitjá/Víðidalsá       | <b>Breiðafjörður</b> |
| <b>Norðausturland</b> | Krossá               |
| Laxá í Þingeyjarsýslu | Laxá í Dölum         |
| Hafralónsá            |                      |

Eins og sjá má eru sumar af þessum ám ekki laxveiðiár en eru nálægt eldissvæðum eins og Selárdalsá, Sandsá og Botnsá í Tálknafirði. Vegna nálægðar við eldissvæði gefa þær fyrstu merki um erfðablöndun. Listinn er ekki tæmandi og öðrum ám kann að vera bætt í hópinn.

## Mótvægisáðgerðir

Hafrannsóknarstofnun telur að eftirtaldar mótvægisáðgerðir séu til þess fallnar að minnka áhættu á erfðablöndun eldislaxa við íslenska laxastofna:

1. Lágmarksstærð seiða: Tekin er upp tillaga SFS að grunnverklagi fiskeldisfyrirtækja („Seiði verða alin til að vera stærri við útsetningu í sjókvíar. Lágmarksþyngd einstakra seiða verði 45 g; smærri seiði verði fjarlægð við bólusetningu. Möskvastærð í sjókvíum verði í samræmi við stærð útsetningarseiða til að koma í veg fyrir seiðasmug sbr. meðfylgjandi töflu úr norskri rannsókn“) Stærðardreifing seiða skal vera þekkt áður en flutningur fer fram. Lágmarksstærð sérhvers seiðis skal aldrei vera minni en 60 g. Ný eldisseiði skulu aldrei sett í netpoka með stærri möskva en 18 mm legg (1/2 möskvi). Fylgja skal gæðahandbók við meðhöndlun og niðursetningu netpoka í eldiskví.

|                                      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Hálf möskvi (mm)                     | 15,5 | 17,5 | 18,0 | 19,5 | 22,5 | 25,5 | 29,0 |
| Innan mál möskva (mm)                | 30,7 | 29,8 | 38,5 | 40,7 | 45,7 | 49,2 | 54,4 |
| <i>Minnstifiskur sem sleppur (g)</i> | 26   | 29   | 40   | 53   | 88   | 136  | 193  |

2. Notkun á geldfiski. Lögð verði áhersla á rannsóknir á notkun geldfiska í íslensku eldi. Nokkrar aðferðir eru í þróun varðandi framleiðslu á geldfiski. Um er að ræða þrilitnun á fiski. Sú aðferð sem helst er notuð við framleiðslu á ófrjóum laxfiskum er að gera laxinn þrilitna en svo nefnist lífvera með þrjú litningapör í stað tveggja.
3. Framleiðsla á afkvæmalausum fiski með stýringu á genatjáningu. Aðferðin var þróuð af Ten-Tsao Wong og Yonathan Zohar hjá University of Maryland og standa nú yfir tilraunir í BNA og í Noregi (Wong og Zohar 2015<sup>1</sup>, Zohar og Wong 2016<sup>2</sup>). Hafrannsóknastofnun hefur gengið til samstarfs við Maryland háskóla við þróun þessarar aðferðar fyrir lax og bleikju.
4. Aðrar erfðaaðferðir til að aðgreina eldislax frá náttúrulegum laxi. Með hraðri þróun þekkingar á genamengi laxins verður erfðamunur á eldislaxi og villtum laxi sífellt ljósari. Þetta opnar mögulega á það að nýta þessar upplýsingar til að framleiða eldisfisk sem hefur skilar sér lítið til baka eftir strok og yrði mögulega mjög þekktanlegur frá villtum fiski. Erfðir kynþroskaaldurs og -stærðar hjá laxi eru nú þekktar og hvaða gen stýra þeim (Barson ofl. 2015<sup>3</sup>). Með því að nýta þessa þekkingu í vali á laxi í kynbótum er hægt að velja fisk með síðbúinn kynþroska. Með því móti væri engin kynþroski í sláturlaxi og því verulega minni hætta sem stafaði af strokufiski úr slyasleppingum. Þetta er einnig mjög hagfellt fyrir eldisfyrirtækin þar sem kynþroski dregur úr vexti og slíkur fiskur fellur um gæðaflokk.
5. Útsetning stórseiða. Miklar líkur eru á því að útsetning stórseiða muni hafa áhrif á strok og endurkomu. Ef sett eru út stórseiði munu líkur á snemmbúnu stroki minnka, sökum stærðar seiða. Ef seiði eru mjög stór kallast þau unglaxar (500-1200 g) og eru lífslíkur þeirra minni en seiðanna eftir strok. Þetta þarf þó að staðfesta betur með frekari rannsóknum (sjá Tækniskýrslu 1.1 og Mynd 2-2 í kafla 2.5).

---

<sup>1</sup> Ten-Tsao Wong and Yonathan Zohar Production of reproductively sterile fish by a non-transgenic gene silencing technology. *Nature Scientific Reports* 5:15822 (2015) DOI: 10.1038/srep15822

<sup>2</sup> United States Patent US [US9999208B2](#). Method of producing infertile fish and egg-producing aquatic animals and of delivering compounds into eggs and embryos

<sup>3</sup> Barson, N.J., Aykanat, T., Hindar, K., Baranski, M., Bolstad, G.H., Fiske, P.H., 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.P. (2015). Sex-dependent dominance at a single locus maintains variation in age at maturity in salmon. *Nature* 528, 405–408 doi:10.1038/nature16062.

## Aðrar mótvægisáðgerðir:

6. Gott ástand náttúrulegra stofna. Tryggja þarf gott ástand náttúrulegs klakstofns í ám með hóflegu veiðialagi. Of mikið veiðialag skilur eftir tóm óðöl sem eldishaengar geta nýtt sér (McGinnity et al. 2003<sup>4</sup>). Rannsóknir sýna einnig að eldisfiskar eiga erfiðar uppdráttar eftir því sem þéttleiki og samkeppni frá villtum fiski er meiri (Skaala et al. 2012<sup>5</sup>).
7. Vöktun lykiláa með Árvaka. Með myndbandsupptökubúnaði sem verður staðsettur nálægt árósum veiðiláa verður hægt að telja fiska, leggja mat á fjölda lúsa og greina hvort fiskur er af eldisuppruna. Í sambandi við þann búnað verði gerð viðbragðsáætlun vegna stórra sleppinga úr sjókvíum, sem er mikilivægt að sé til staðar svo bregðast megi við ef mikið magn eldislaxa sleppur. Lögum samkvæmt er það á forræði Fiskistofu en mat á miklum neikvæðum áhrifum slíkra sleppinga er á hendi Hafrannsóknastofnunar. Þá þarf að vera til búnaður til að skilja frá stökulaxa í slíkum tilfellum, eða aðrar aðferðir við að fjarlægja stökulaxa úr ám.

## Samantekt á ráðleggingum samráðsnefndar:

1. Rökstuddar enn frekar þær breytingar sem gerðar voru á stuðlum líkans sem er grundvöllur niðurstöðu áhættumatsins.
2. Rökstuddar enn frekar ástæður þess að valið var að hafa þröskuldsgildi ásættanlegrar innblöndunar eldislaxa í laxveiðiár 4%.
3. Greint nánar frá því hvernig mótvægisáðgerðir séu metnar og áhrif þeirra áðgerða á áhættumatið.
4. Rökstutt nánar hvernig mismunandi stærð seiða hafi áhrif á magn þess sem leyfilegt er að hafa í kvíum.
5. Rökstutt nánar mismunandi valkostir varðandi afmörkun línu í Ísafjarðardjúpi með tilliti til áhættumatsins.

---

<sup>4</sup> McGinnity, P., Prodöhl, P., Ferguson, A., Hynes, R., Ó. Maoiléidigh, N., Baker, N., Cotter, D., O'Hea, B., Cooke, D., Rogan, G., Taggart, J., and Cross, T. (2003). Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon *Salmo salar* as a result of interactions with escaped farm salmon. – *Proc. R. Soc. Lond.* B 270: 2443-2450.

<sup>5</sup> Skaala, Ø., K.A. Glover, B.T. Barlaup, T. Svåsand, F. Besnier, M.M. Hansen and R. Borgstrøm (2012). Performance of farmed, hybrid, and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) families in a natural river environment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69:1994-2006, <https://doi.org/10.1139/f2012-118>

## Svör við ráðleggingum samráðsnefndar:

### 1. Breytingar á stuðlum líkansins:

#### 1.1 Endurkomuhlutfall fyrir snemmbúið stök (LS) breytist úr 1,85% í 1,30%

Hafrannsóknastofnun byggir þessa breytingu á gögnum úr erlendum sleppitilraunum sem og því að enn hafa ekki verið greindir neinir stökufiskar úr snemmbúnu stroki. Í fyrra áhættumati voru notaðar niðurstöður úr tilraunum Skilbrei ofl. (2015).<sup>6</sup> eingöngu við að meta *S*, fjölda stökufiska á hvert tonn framleitt, en mun hærra gildi fyrir endurkomuhlutfall snemmbúinna seiða en þar er getið. Síðan fyrra áhættumat var gefið út höfum við farið í þá vinnu að greina frekar frumgögn sem liggja á bak við grein Skilbrei ofl. (2015), og meðal annars flokkað magn veiddra fiska í ferskvatni (e. *recapture rate*) eftir stærð seiða við sleppingu. Um er að ræða mikinn fjölda seiða á stærðarbilinu 0,05 - 2,0 kg sem sleppt var eða alls 68.643 fiskum.

Fiskunum var skipt í stærðarflokka (sjá Mynd 3.2 í Tækniskýrslu). Þar kemur fram greinilegur munur á endurkomu eftir stærð seiða. Á Íslandi eru aðallega sett út seiði í stærðarflokkunum 120 gröm og 240 grömm.

Hlutfall veiddra fiska í þessum stærðaflokkum (bæði í sjó og ferskvatni) samkvæmt niðurstöðum Skilbrei ofl. (2015) er:

120 g: 0,35%

240 g: 0,25%

Ef gert er ráð fyrir að hlutfall þeirra sé 1:2 þá er vegið meðaltal 0,32%. Ef miðað er við að veiðihlutfall sé 50% er endurkoman því tvöfalt hærri eða 0,64%. Einnig eru líkur til að endurkoma á norsk ættuðum eldislaxi sé lægri á Íslandi en í Noregi, vegna erfðafræðilegs munar sem kemur niður á rötunarhæfni (Putman et al., 2013).

Því var endurkomustuðull snemmbúinna seiða endurskoðaður og m.t.t. varúðarsjónarmiða hafður 1,3% sem er tvöfalt hærri stuðull en gögn Skilbrei ofl. (2015) benda til. Taka þarf fram í ráðgjöf til ráðherra að grunnverklag SFS verði tilgreint í leyfisveitingum.

#### 2.2 Endurkomuhlutfall fyrir síðbúið stök var lækkað úr 3,3% í 1,1%

Endurkomuhlutfall úr síðbúnu stroki er nú metið út frá innlendum og erlendum niðurstöðum vöktunar. Eins og fram kemur er endurkoma úr sleppingu í Hringsdal 0,26% sem er um 1/13 af áætluðum stuðli í fyrra mati. Í Noregi ber að tilkynna öll óhöpp þar sem talið er að fiskur hafi strokið. Þegar stærri stök verða ber fyrirtækjum að kosta eftirlit með nálægum ám sem talið er að stökufiskur geti gengið í. Þetta er gert með því að afla upplýsinga úr sportveiði, haustveiði á klakfiski og með köfun í völdum ám. Einnig er fylgst með gögnum með Árvakabúnaði og er köfum ekki beitt þar sem hann er til staðar. Ekki er gerð krafa um slíkt eftirlit ef stök eru talin minniháttar. Þess ber

<sup>6</sup> Skilbrei, O. T., Heino, M., and Svåsand, T. (2015). Using simulated escape events to assess the annual numbers and destinies of escaped farmed Atlantic salmon of different life stages from farm sites in Norway. *ICES Journal of Marine Science*, 72:670–685.



að geta að í Noregi er eldi í námunda við strokstaði alla jafna um 100 þúsund tonn og tilkynnt stork fleiri en eitt á því ári eða fyrra ári. Farið var í gengum þessar skýrslur og fundið hve mikið af storkufiski gekk í ferskvatn úr þessum strokum og leiðrétt fyrir sjóveiði.

| Staður         | Dags      | Fjöldi     |               | Veiðihlutfall |
|----------------|-----------|------------|---------------|---------------|
|                |           | strokulaxa | Veiddir laxar |               |
| Bergdalen      | 24.5.2016 | 30.180     | 252           | 0,83%         |
| Kvitfloget     | 8.7.2016  | 5.368      | 11            | 0,20%         |
| Skonseng       | 9.9.2016  | 6.358      | 384           | 6,04%         |
| Oterstegdalen  | 1.2.2018  | 8.320      | 208           | 2,50%         |
| Geit. og Aust. | 15.2.2018 | 106.700    | 82            | 0,08%         |
| Frohavet       | 3.9.2018  | 15.887     | 36            | 0,23%         |
|                |           | 172.813    | 973           | 0,56%         |

Meiri líkur eru á að tölur úr minni strokum séu hlutfallslega of háar þar sem uppruni hluta storkufiska getur verið úr öðrum eldiskvíum í námunda við strokstað þó að ekki hafi náðst að greina þar á milli. Meðaltal veiddra fiska sem komu úr þessum strokum var 0,56%. Gert var ráð fyrir í varúðarskyni að veiðihlutfall við sýnatöku væri 50% en líklega var það hærra vegna margvíslegra aðgerða, þá sérstaklega veiða með köfun. Í varúðarskyni gert ráð fyrir 1,1% storkstuðli en samkvæmt vöktun á Íslandi er þessi stuðull fjórðungur þeirrar tölu.

Þessu til staðfestingar má skoða Göngustuðul, sem er óháður of- eða vanmati á bæði storkufjölda og endurkomustuðli. Hann gefur heildarfjölda storkufiska sem ganga í ár fyrir hver 1000 tonn sem framleidd eru (*e. Migration rate of escapees (MRE)*).

Í Noregi er göngustuðull 9,2 fiskar á hver 1000 tonn framleidd, en hafa ber í huga að í Noregi er einnig stunduð veiði í sjó sem lækkar gildi stuðulsins þannig að án sjóveiði væri hann hærri. Í rannsóknaverkefni Kolarctic salmon (2011-2012) reyndist 10% fiska úr netaveiði í sjó vera storkulaxar<sup>7</sup>. Þar sem sjóveiði í Noregi er að meðaltal 60 þúsund fiskar á ári veiðast að jafnaði um 6.000 storkulaxar sem annars hefðu á einhverjum tímabili gengið í ár. Að þeim viðbættum, sem væri raunin án sjóveiði, hækkar MRE stuðullinn í 14,4 storkufiska á hver 1000 tonn framleidd. Göngustuðullinn fyrir Ísland er samkvæmt þeim gögnum sem fyrir liggja 2,2 fiskar á hver 1000 tonn framleidd.

Þetta er áhugaverður munur sem eflaust hefur fleiri en eina skýringu. Líklegasta skýringin sú að almennt er fjarlægð milli eldiskvína og laxveiðiáa mun meiri á Íslandi en í Noregi vegna þessa að á Íslandi eru stór svæði með bestu laxveiðiánum þar sem bannað er að ala lax. Önnur ástæða kann að vera erfið skilyrði fyrir eldislax við Ísland vegna lægri sjávarhita en í Noregi. Þessi munur á göngustuðli milli landa styður lækkun á endurkomustuðli í síðbúnu stroki.

### 3 Þröskuldsgildi fjölda storkulaxa í laxveiðiám (4%)

Fyrst ber að undirstrika að um er að ræða hlutfall eldislaxa í ám, ekki erfðablöndun. Erfðablöndun verður mun lægri (og gerist yfir langt árabíll) þar sem hrygningargeta eldislaxa er mun minni en hjá

<sup>7</sup> Svenning, M-A., Falkegård, M., Fauchald, P., Yoccoz, N., Niemelä, E., Vähä, J-P., Ozerov, M., Wennervik, V. & Prusov, S. 2014. *Region- and stock-specific catch and migration Sea salmon – Kolarctic* RNPI CNBC report, 95 p

villtum löxum, einkum úr síðbúnu stroki, 1-3% hjá eldishængum og 30% hjá hrygnum<sup>8,9</sup>. Veigamesta erlenda rannsóknin sem komið hefur fram eftir að fyrra áhættumat erfðablöndunar kom út er grein Castellani ofl. (2018)<sup>10</sup>. Þar er um að ræða gerð líkans fyrir erfðablöndun, „Individual-Based Salmon Eco-genetic Model (IBSEM)“.

Um er ræða rannsókn sem hermir mögulegar breytingar á svipgerðum lífssögu, svo sem stærð við ákveðin aldur og kynþroskaaldur. IBSEM tekur tillit til lykilþátta svo sem magnbundinna erfðapátta og metur svipgerða- og stofnsamsetningarbreytingar (e. phenotypic and demographic changes) sem skipta máli við blöndun eldisfiska við villta stofna. Niðurstaða er sú að við lágt hlutfall strokufiska í ám (5-10%) munu svipgerða- og stofnbreytingar einungis breytast lítilsháttar við stöðugt álag um langt árabíl en við hátt álag (þegar 30-50% fiska eru strokufiskar) munu skýrar breytingar sjást. Við höfum ávalt haft til hliðsjónar að svipgerða og stofngerðamunur á milli villtra íslenskra stofna og norskættaðra eldisfiska er meiri en milli norskættaðra eldisfiska og villtra stofna í Noregi.

Þá er hægt að líta til hversu mikið flakk er á milli náttúrulegra stofna. Ef flakk er í hverri laxakynslóð alltaf meira en 4% væri ekki stofnamunur til staðar.

Við teljum að hafa beri í huga þætti sem ekki hafa bein samlagningaráhrif og geta haft meiri áhrif þar sem stofnar eru fjarskildari. Í Noregi eru varúðarmörkin <10%. Vegna meiri munar á stofnum og með tillits til varúðarreglu laga um náttúruvernd (2013/60) höfum við dregið mörkin við 4%. Því teljum við að skilyrði laga um varúðarreglu (2013/60) séu uppfyllt og eftir atvikum alþjóðasamningur um varðveislu líffræðilegrar fjölbreytni og Bernarsamningur (Samningur um verndun villtra plantna og dýra og lífsvæða í Evrópu).

#### 4 Greint nánar frá því hvernig mótvægisáðgerðir séu metnar og áhrif þeirra áðgerða á áhættumatið.

Mótvægisáðgerðir hafa verið uppfærðar að ráði nefndar og koma fram fyrir í skjalinu.

#### 5 Mismunandi valkostir varðandi afmörkun línu í Ísafjarðardjúpi með tilliti til áhættumatsins

Vegna óvissu um áhrif eldis nærri laxveiðiám í Ísafjarðardjúpi telur stofnunin ekki ráðlegt að heimila eldi nær ósum þeirra en sem nemur að línu frá Ögurnesi að Æðey. Frá þeirri línu er stysta fjarlægð frá Laugardalsá 7 kílómetrar.

Athuganir með dreifingarlíkan sýna að með þeim forsendum sem nefndar eru hér að neðan, þá hefur nálægð áhrif á það heildareldismagn sem hægt er að ala í Ísafjarðardjúpi. Aukin nálægð við veiðiár minnkar það heildarmagn sem hægt er að ala en með aukinni fjarlægð verður minna áhrif.

Eins og kemur fram í tækniskýrslu skiptir fjarlægð frá eldiskvíum að laxveiðiám máli varðandi fjölda strokulaxa sem ganga í tilteknar ár. Þetta á sérstaklega við um snemmbúið stök (sjá kafla 1.3 í tækniskýrslu) en virðist einnig eiga við um hluta síðbúinna stroka sem niðurstöður benda til að haldi

<sup>8</sup> Fleming, I. A., Jonsson, B., Gross, M. R., & Lamberg, A. (1996). An experimental study of the reproductive behaviour and success of farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Applied Ecology*, 33, 893–905

<sup>9</sup> Fleming, I. A., K. Hindar, I. B. Mjølnerød, B. Jonsson, T. Balstad & A. Lamberg. (2000). Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. — Proc. R. Soc. Lond. B 267: 1517-1524.

<sup>10</sup> Castellani, M., Heino, M., Gilbey, J., Araki, H., Svasand, T., and Glover, K. A. (2018). Modeling fitness changes in wild Atlantic salmon populations faced by spawning intrusion of domesticated escapees. *Evolutionary Applications*, 11:1010–1025.

til við kvíar og getigengið í ár árið eftir eða jafnvel síðar, eins og kom fram með laxa sem veiddust í Mjólka 2019 (sjá kafla 2.2 í tækniskýrslu). Af fiskum úr stroki frá Hringsdal 2018 komu 3 fiskar í nálægar ár árið 2018 og 5 fiskar árið 2019. Því virðist sem fiskar úr síðbúnum stökum geti haft heldur meiri áhrif nálægt stökustað en áætlað var í fyrra mati, og því er mikilvægt að hafa fjarlægð milli eldis og laxveiðiaá sem mestan. Því er mælt til að sem mest af fiski verið alið sem fjærst ám í botni Djúpsins og eldi valið staður framar.

Þessar niðurstöður eru byggðar á grunni núverandi gagna og verður endurskoðuð þegar frekari vöktunargögn liggja fyrir, eigi síðar en innan þriggja ára.