



Uppruni sjókvíaeldislaxa í ám á Vestfjörðum og Austfjörðum 2015-2022

Origin of sea-farmed salmon in rivers in Westfjords
and Eastfjords in Iceland from 2015-2022

Jóhannes Sturlaugsson
Snæbjörn Pálsson

Laxfiskar



Mars 2025

Uppruni sjókvíaeldislaxa í ám á Vestfjörðum og Austfjörðum 2015 - 2022

Origin of sea-farmed salmon in rivers in Westfjords and Eastfjords
in Iceland from 2015-2022

Jóhannes Sturlaugsson
Snæbjörn Pálsson

Laxfiskar mars 2025

Vitna skal í skýrsluna á eftirfarandi hátt:

Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson. 2025. Uppruni sjókvíaeldislaxa í ám á Vestfjörðum og Austfjörðum 2015-2022. Laxfiskar. 14 bls.

Forsíðumyndir tók Jóhannes Sturlaugsson við og í Fífustaðadalsá í Arnarfirði. Laxarnir á myndunum eru sjókvíaeldislaxar sem veiddust þar, utan það að á neðstu myndinni er annar laxinn villtur hængur.



Efnisyfirlit

Bls.

1. INNGANGUR	1
2. FRAMKVÆMD	1
3. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐUR	2
3. 1. UPPRUNI LAXANNA.....	2
3. 2. HRYGNINGARGÖNGUR ELDISLAXA Á VESTFJÖRÐUM M.T.T. TILKYNNTRA STROKA ÚR SJÓKVÍUM	3
3. 3. HRYGNINGARGÖNGUR ELDISLAXA Á AUSTFJÖRÐUM M.T.T. TILKYNNTRA STROKA ÚR SJÓKVÍUM	4
3. 4. KYN SJÓKVÍAELDISLAXANNA OG STÆRÐIR	4
3. 5. FJARLÆGÐIR Á MILLI SJÓKVÍAELDISSVÆÐANNA OG ÁNNA SEM ELDISLAXARNIR VEIDDUST Í	6
3.5.1. Stysta sjóleið í Fífustaðadalsá frá kvíasvæðum sem eldislaxarnir er þar veiddust voru runnir frá	6
3.5.2. Stysta sjóleið í Fjarðará frá kvíasvæðum sem eldislaxarnir er þar veiddust voru runnir frá	6
3. 6. VANMAT Á ÁRLEGUM FJÖLDA SJÓKVÍAELDISLAXA Í ÍSLENSKUM ÁM	7
3.6.1. Vanmat á hrygningu eldislaxa vegna aðferða við skráningar í ám	7
3.6.2. Vanmat á hrygningu eldislaxa á grunni skráninga á tilkynntum strokum úr sjókvíum.....	7
3.6.3. Vanmat á hrygningu eldislaxahænga sem kynþroskast mjög smáir	8
3.6.4. Vanmat á hrygningu arfhreinna eldislaxa - viðbótin sem skilar sér fyrir tilstilli lífsferla laxins.....	8
3. 7. HRYGNINGARÞÁTTTAKA KYNÞROSKA HÆNGSEIÐA SEM HRYGNING SJÓKVÍAELDISLAXA SKILAR	9
3. 8. LÍKLEG ÁSTÆÐA FYRIR AFGERANDI MUN Á HRYGNINGARGÖNGUM ELDISLAXA Í NÁGRANNAÁR	11
4. LOKAORÐ	12
5. ÞAKKARORÐ	12
HEIMILDIR	13

Ágrip

Í þessari skýrslu er fjallað um uppruna eldislaxa sem fundust í rannsóknum rannsóknafyrirtækisins Laxfiska á hrygningarlaxi árin 2015-2022 í ám á Vestfjörðum og Austfjörðum. Laxarnir voru veiddir við næturvöktun á hrygningartíma 2015-2022 í Fífustaðadalsá, Bakkadalsá og Selárdalsá og árið 2021 í Fjarðará í Seyðisfirði. Upplýsingar um sjókvíaeldislaxana eru hér settar fram með vísun í sjókvíaeldissvæðin sem þeir sluppu af sem og upplýsingum um fiskana. Umrædd vöktun sýndi að fjöldi eiginlegra slysasleppinga í sjókvíaeldi var helmingi meiri en fyrirbyggjandi skráningar gáfu til kynna. Auk umfjöllunar um uppruna sjókvíaeldislaxanna þá fjallað um um hrygningu sjókvíaeldislaxa í íslenskum ám almennt á grunni rannsókna. Sú umfjöllun gefur nýja sýn á orsakapætti sem koma við sögu þegar norskættaðir sjókvíaeldislaxar hrygna í íslenskum ám – og er um leið gagnlegt innlegg í umræðuna um það hvernig við getum verndað villta íslenska laxinn fyrir erfðamengun.

Alls veiddust 14 eldislaxar (44,5-85 cm) í Fífustaðadalsá í Arnarfirði árin 2015-2022, þar af voru 64% fiskanna hængur og einn eldislax í Fjarðará í Seyðisfirði, 64 cm hængur. Af þeim 14 eldislögum sem veiddust úr Fífustaðadalsá á þessu tímabili, voru 13 laxar greindir með SALSEA örtunglum (e. microsatellites) og 12 þeirra sýndu uppruna sjókvíaeldissvæðanna sem má rekja til 8 slysasleppinga úr kvíum. Tvær óþekktar slysasleppingar voru til viðbótar að baki tveimur lögum sem veiddust á þessu árabili (2015 og 2022), skv. arfgerð þeirra. Eldislaxarnir sem veiddust í Fífustaðadalsá höfðu sloppið úr eldi í öllum þeim fjórum fjörðum Vestfjarða sem eldi var stundað á yfir vöktunartímabilið þ.e. Patreksfirði, Tálknafirði, Arnarfirði og Dýrafirði (stysta sjóleið frá Fífustaðadalsá 6-39 km). Af þeim 10 slysasleppingum sem eldislaxarnir sem veiddust í Fífustaðadalsá komu úr, eru ekki tiltækar opinberar upplýsingar um að 5 þeirra hafi átt sér stað eða sem nemur 50% slysasleppinganna sem í hlut eiga. Eldislaxarnir 14 sem veiddust í Fífustaðadalsá yfir það 8 ára vöktunartímabil sem hér er til umfjöllunar komu frá veiði allra vöktunaráranna utan 2016 og 2019 eða frá 75% af vöktunarárnum. Tólf þeirra báru ytri útlitsleg einkenni sjókvíaeldislaxa en tveir ekki og kom uppruni þeirra fram við greiningu með svokallaðri radseq aðferð sem byggir á greiningu á rúmlega 20 þúsund breytilegum basapörum (e. single nucleotide polymorphism), sem var notuð til að greina arfgerð allra laxa sem veiddust í vöktunaránnum 2017 og 2019-2022. Vegna þess að slík radseq greining var ekki framkvæmd 2015-2016 og 2018, þegar sýni voru bara tekin af eldislögum sem báru það með sér að vera úr sjókvíum – þá er mögulegt að þau ár hafi eldislaxar án ytri einkenna einnig verið í hópi hrygningarlaxa án þess að það kæmi fram. Af þeim sjókvíaeldislögum sem komu fram í rannsóknum Laxfiska í ám á Vestfjörðum þá var hægt að staðfesta að 7 komu frá Arnarlaxi, 2 frá Fjarðarlaxi (Arnarlax) og 2 frá Arctic Sea Farm. Eldislaxinn úr Fjarðará í Seyðisfirði bar ytri einkenni sjókvíaupprunans. Sá fiskur reyndist hafa sloppið úr kvíum fyrirtækisins Laxar fiskeldi við Gripaldi í Reyðafirði – en stysta sjóleið þaðan í ós Fjarðará er 73 km.

Sjúkdómurinn blóðþorri kom upp í kvíastæðunni við Gripaldi sama ár og laxinn sem veiddist í Fjarðará, þannig að mögulegt er að hann hafi borið sjúkdóminn. Engin slysaslepping var skráð sem gat skýrt sjókvíaeldislaxinn í Fjarðará sem vísar til þess að misræmið var algert. Af þeim 11 slysasleppingum sem hér koma við sögu þá vantar upplýsingar um 55% þeirra.

Á grunni niðurstaðna vöktunarrannsóknar Laxfiska 2015-2022 þá er hér fjallað um vanmat á fjölda eldislaxa sem sloppið hefur úr sjókvíum með vísun í tilhögun núverandi mats og skráninga. Vöktunin sýndi að fjöldi eiginlegra slysasleppinga í sjókvíaeldi var helmingi meiri en fyrirbyggjandi skráningar gáfu til kynna. Nokkuð sem vísar til mikilvægis þess að leiðrétta fyrir fjölda tilkynnta atvikaskráninga þar sem mögulegt er eða staðfest að eldislaxar hafa sloppið úr sjókvíum. Einungis þannig er mögulegt að meta þann fjölda sjókvíalaxa sem er frítt syndandi hverju sinni frá slysasleppingum úr sjókvíum. Ennfremur er fjallað um vanmat á skráðum fjölda sjókvíaeldislaxa sem hrygna í íslenskum ám, í því skyni að stuðla að umbótum á vettvangi þeirra skráninga. Þar er komið inn á vankanta er tengjast aðferðum við skráningar á sjókvíaeldislögum er ganga í ár þ.e.a.s. veiðigögn, myndavélaferðagögn sem og gögn frá næturvöktun og rekköfunarvöktun. Auk þess er komið inn á aðra þætti sem varða hrygningu sjókvíaeldislaxa sem geta leitt til vanmats á erfðablöndun vegna sjókvíaeldis á laxi hér við land. Þar er m.a. komið inn á tilvist laxa frá hrygningu sjókvíaeldislaxa í ánum sem eru arfhreinir með hliðsjón af þeim norska eldisstofni án þess að hafa nokkurn tíma komið í sjókvíar, bæði sjógengnir laxar og kynþroska hængseiði. Þessu tengt er vikið að því hvernig erfðablönduð kynþroska hængseiði geta viðhaldið erfðablöndun yfir árabíl þar sem sjókvíaeldislaxar eru fjarverandi og aukið hana í árum þegar þeirra nýtur við. Í skýrslunni er einnig litið til þess að líklegt sé að brot af þeim sjókvíaeldislögum sem hrygna í íslenskum ám nái að hrygna endurtekið, þ.e.a.s. aftur sem afturbata hoplaxar líkt og villtir laxar. Að lokum er á grunni vöktunargagnanna fjallað um tilgátu sem sett er fram sem skýrir markvissar hrygningargöngur eldislaxa í tiltekna ár öðrum fremur. Rakið er hvernig stofnabundin lykt/ferómón, sem einkennir norska sjókvíaeldisstofninn sem notaður er í sjókvíaeldi hér við land, skili sér frá hrygningu sjókvíaeldislaxa til laxaseiða þeirra í ánum (blendingar og arfhrein) í nægilegu mæli til að hafa áhrif á þá lyktarhlöð sem árnar sem í hlut eiga skila til sjávar. Þegar kynþroski knýr sjókvíalaxa sem sloppið hafa úr sjókvíaeldi til að leita sjávarstranda og ganga upp í ár til hrygningar, þá er tilgátan sú að laxarnir leiti fremur upp í ár sem bera í sjó fram lykt/ferómón sem bera einkenni sem þeir kannast við af fiskum af sama stofni auk annarar lyktar úr ánni sem þeir þekkja. Slík tilgáta gæti skýrt mismun á sambærilegum nágrannaám hvað göngur sjókvíaeldislaxa varðar með þeim rökum að hafi sjókvíalaxar hrygnt fyrr í tiltekinni á en annarri og/eða hrygningin þeirra hafi gengið betur þar, þá leiði það til þess að sjókvíalaxar leiti fremur í þær ár til hrygningar sem skila til sjávar fyrir tilstilli seiða frá þeirri hrygningu lykt/ferómónum sem er einkennandi fyrir norska sjókvíaeldislaxastofninn eða í meira mæli hafi sjókvíaeldislax hrygnt í tveimur eða fleiri ám á svæðinu.

Summary

This report presents data on the origin of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) escapees that were found in three rivers in Westfjords and in one river in Eastfjords in Iceland, in monitoring studies (nocturnal monitoring) carried out by the research company Laxfiskar 2015-2022. The rivers, monitored for salmon spawners during the spawning periods these years, were Fífustaðadalsá, Bakkadalsá and Selárdalsá in Westfjords and in 2021 in Eastfjords river Fjarðará in Seyðisfjörður. Information obtained from genetic measures on the farmed salmon reveals the site of the sea pen farming areas in Icelandic waters from which they escaped and information on the escape event. Other results from these studies and related issues are discussed, with the aim of contributing to improvements in monitoring and conservation criteria in order to reduce genetic admixture of Icelandic salmon stocks due to spawning of farmed salmon that escape from sea pens and migrate into Icelandic rivers to spawn.

In total, 14 farmed salmon (44.5-85 cm) were captured in the Fífustaðadalsá River in Arnarfjörður in 2015-2022, of which 64% of the fish were males. Additionally, a single farmed salmon (64 cm male) was caught in the river Fjarðará in Seyðisfjörður 2021. Genetic analysis of 13 out of the 14 fish using SALSEA microsatellite markers allowed for the identification of the origins from eight distinct escape events at various net pen farms. Two additional unknown escape events were found from two salmon that were captured during monitoring in 2015 and 2022. The farmed salmon had escaped from the fish farms in all the four fjords of the Westfjords where farming was conducted during the monitoring period, Patreksfjörður, Tálknafjörður, Arnarfjörður and Dýrafjörður (shortest sea route from Fífustaðadalsá ranged from 6 to 39 km). Of the 10 escape events of net pens fish farm that were the source of the farmed salmon caught in Fífustaðadalsá, there is no public information available that 5 of them occurred i.e. for 50% of the escape events involved. The 14 farmed salmon caught in Fífustaðadalsá over the 8-year monitoring period under review came from fishing in all years, except 2016 and 2019, or from 75% of the monitoring years. Most of the farmed salmon (12 pcs) had external characteristics of sea-farmed salmon. Two, however, did not have the external characteristics of sea-farmed salmon and were identified during analysis of single nucleotide polymorphisms (SNPs) using radseq method, which was used to analyze the genotype of all salmon caught in the monitoring in 2017 and 2019-2022. Because such comprehensive genetic sampling was not carried out in 2015-2016 and 2018, when samples were only taken from farmed salmon that were known to be from sea farms, it is possible that farmed salmon without external characteristics were also in the group of spawning salmon in those years without being detected. Of the sea-farmed salmon that were identified in the studies of Salmon in rivers in the Westfjords, it was possible to confirm that 7 came from Arnarlax, 2 from Fjarðarlax (Arnarlax) and 2 from Arctic Sea Farm. The farmed salmon from the Fjarðará River in Seyðisfjörður bore external signs of sea-farm origin. The fish turned out to have escaped from the Laxar fish farm pens at Gripaldi in Reyðarfjörður, but the shortest sea route from there to the Fjarðará River is 73 km. No recorded escapes events of net pens fish farm were recorded that could explain the sea-farmed salmon in the Fjarðará River, which shows that the discrepancy of reporting of net pens escapae events. Of the 11 escapes events of net pens involved here, reported information is not available for 55% of them, implying significant gaps in escape event reporting.

Based on the results of the monitoring studies conducted by the research company Laxfiskar in 2015-2022, the underestimation of the number of sea-farmed salmon that have escaped from sea pens is discussed, with reference to the current assessment and registration system in this regard. The monitoring in question showed that the number of actual releases in sea pen farming in Iceland was twice as much the existing registrations indicated. This underlines the importance of correcting for the number of reported incidents where it is possible or confirmed that farmed salmon have escaped from sea pens. Only in this way is it possible for such a criterion to be used as a useful measure of the number of sea-farmed salmon that are free-swimming at any given time from escapes events of net pens fish farm. Furthermore, based on the night monitoring of spawning salmon in the study, the underestimation of the number of sea-farmed salmon that spawn in Icelandic rivers is discussed. With such a discussion of built-in failures to estimate correctly numbers of escapes by evaluation and reporting it is hoped that improvements will be made in estimations on numbers of farmed spawners of Norwegian origin, spawning in Icelandic rivers and the corresponding genetic pollution. Here are discussed the underestimation associated with registrations based on fishing and camera fish counter data as well as data based on night monitoring and diving monitoring. In addition, other factors related to the spawning of sea-farmed salmon that can lead to an underestimation of genetic mixing due to sea-farmed salmon in Iceland are discussed. Among other things, the presence of salmon from spawning of sea-farmed salmon in rivers that are homozygous with respect to the Norwegian farmed stock without ever having been in sea pens (offsprings from spawning of farmed salmon in rivers). In that context, the possibility is discussed of the continuation of genetic admixture in salmon stocks in years when sea-farmed salmon are absent from the spawning grounds due to spawning participation of genetically mixed or homozygous mature salmon parrs (precocious males). In addition the possible role of post-spawners of farmed salmon (reconditioned kelts) in spawning is adressed.

Finally, based on the monitoring data, a hypothesis is presented that explains the targeted spawning migrations of farmed salmon into certain rivers over others. It is explained how the population-specific odor/pheromone characteristic of the Norwegian sea-farmed stock used in sea-farming in Iceland is expected to be transferred from spawning sea-farmed salmon to their salmon juveniles in rivers (hybrids and homozygous) to a sufficient extent to influence the odor trail that the rivers in question return to the sea. When sexual maturity drives sea-farmed salmon that have escaped from sea-farming seeks seashores in order to find river to migrate into to spawn, then they would detect stock specific odor/pheromone from rivers. The hypothesis assumes that when salmon seek out coastal waters, they will rather seek out rivers that emit odors/pheromones that bear characteristics they recognize from fish of the same stock from their upbringing as juveniles in hatcheries and rearing stations and later in sea pens. At the same time, this would explain differences in comparable neighboring rivers in terms of migrations of sea-farmed salmon on the grounds that sea-farmed salmon have spawned earlier in a particular river than another and/or their spawning had been more successful there. This would then lead to sea-farmed salmon preferring those rivers for spawning that return to sea odor/pheromones from juveniles that is characteristic of the Norwegian sea-farmed salmon stock or, to a greater extent, if sea-farmed salmon have spawned in two or more rivers in the area.

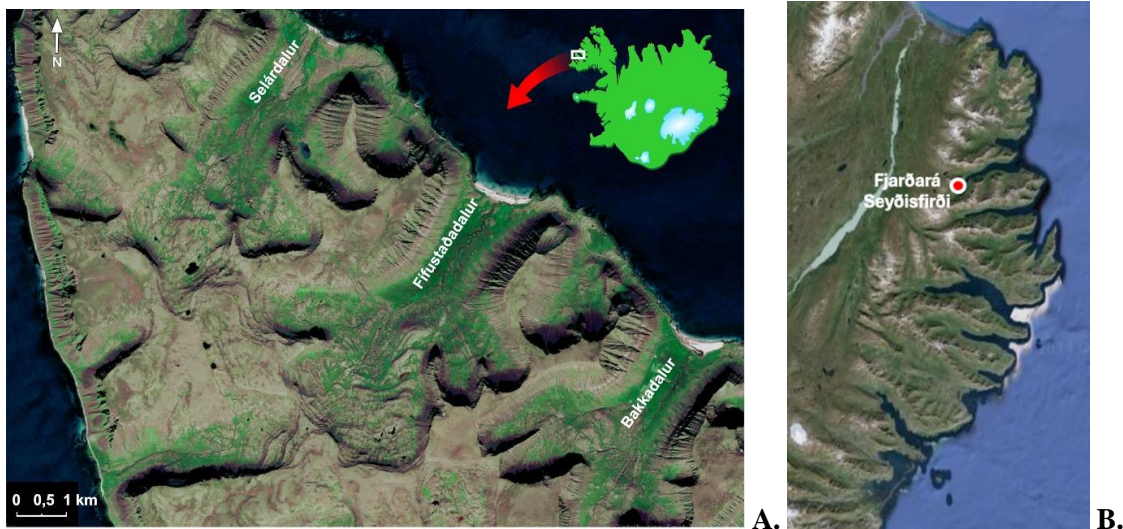
1. Inngangur

Jóhannes Sturlaugsson hjá rannsóknafyrirtækinu Laxfiskum, hefur frá og með árinu 2015 staðið fyrir árlegum rannsóknum á hrygningarþátttöku sjókvíaeldislaxa sem sleppa úr sjókvíum í ám í nágrenni sjókvíaeldis – en árið 2019 hófst þátttaka Snæbjörns Pálssonar stofnlíffræðings í rannsókninni. Rannsóknin snýst um hrygningarþátttöku sjókvíaeldislaxa, en þar koma einnig við sögu athuganir á erfðablöndun laxaseiða og hrygningarlaxa vegna hrygningar norskra sjókvíaeldislaxa. Aukinheldur er ágengni norskra sjókvíaeldislaxa skoðuð eftir því sem færi gefst hjá villtum laxastofnum sem er að finna fjær sjókvíaeldissvæðunum (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson, 2022 og 2023). Hryggjarstykki þessara rannsókna er vöktunarrannsókn sem framkvæmd hefur verið árlega frá 2015 í þremur ám í Ketildölum í Arnarfirði á Vestfjörðum í samvinnu við heimamenn (Jóhannes Sturlaugsson 2016, 2017 og 2021; Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2022, 2023 og 2024a). Árið 2023 hófst síðan samskonar árleg vöktun í Austfjarðaánum á vegum Laxfiska (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024b), en áður hafði athugun Laxfiska á hrygningarlaxi í Fjarðará Seyðisfirði 2021 skilað upplýsingum um sjókvíaeldislax í þeirri Austfjarðará (Jóhannes Sturlaugsson 2022a). Niðurstöður rannsókna Laxfiska á ágengni framandi stofns norskra sjókvíaeldislaxa gagnvart íslenskum laxastofnum, ásamt sambærilegum niðurstöðum frá Hafrannsóknastofnun (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2017 og 2023), gegna mikilvægu hlutverki sem þekkingarviðmið í þeirri baráttu sem nú er háð til að verja tilvist íslenskra laxastofna vegna þeirrar ógnar er stöðjar að þeim vegna eldis á norskum laxi í sjókvíum við Ísland.

Í þessari skýrslu er einungis fjallað um sjókvíaeldislaxa sem veiddust í rannsóknarveiðum Laxfiska (en ekki þá erfðablönduðu laxa sem veiddust). Erfðasýni sjókvíaeldislaxanna sem hér er fjallað um voru unnin á staðlaðan máta fyrir gagnagrunn sem Hafrannsóknastofnun heldur utan um yfir sjókvíaeldislaxa sem veidast í íslenskum ám – en sá gagnagrunnur byggir öðru fremur á sýnum frá veiðimönnum og eftirlitsaðilum Fiskistofu. Sú skráning og úrvinnsla Hafrannsóknastofnunar gerir kleift að rekja uppruna sjókvíaeldislaxa sem finnast í íslenskum ám til eldislaxa í sjókvíaeldi hér við land. Þannig er hægt að rekja uppruna sjókvíaeldislaxa til sjókvíaeldissvæðanna sem þeir sleppa frá – með hliðsjón af fyrirliggjandi erfðaupplýsingum um undaneldisfiskana.

2. Framkvæmd

Árin 2015-2022 fór árlega fram gagnasöfnun á Vestfjörðum (1. mynd) með næturvöktun (2. mynd) í þremur ám í Ketildölum í Arnarfirði á hrygningartíma að hausti og fram í vetrarbyrjun (sept.-nóv.). Vöktunin fór fram í Fífustaðadalsá, Selárdalsá og Bakkadalsá í Arnarfirði. Gagnasöfnun á Austfjörðum fór fram með næturvöktun í september 2021 í Fjarðará í Seyðisfirði.



1. mynd. Loftmyndakort sem sýna árnar sem komu við sögu rannsókna á Vestfjörðum árin 2015-2022 (A) og Austfjörðum árið 2021 (B). Á fyrri loftmyndakortinu má sjá Selárdalsá, Fífustaðadalsá og Bakkadalsá í samnefndum dölum í Arnarfirði (A) og á því síðara sést staðsetning Fjarðará í Seyðisfirði á Austfjörðum (B).

Næturvöktunaraðferðafræðin byggir á því að telja og veiða hrygningarlaxinn í ánum á hrygningartíma eða skömmu fyrir hann. Farið er um fiskfæran hluta ána með ljósi að nóttu og fiskar taldir og veiddir með háf til athugunar og sýnatöku (Jóhannes Sturlaugsson, 2021) (2. mynd). Ein yfirferð var farin um árnar hvert ár en í tilfelli Fífustaðadalsár þá kom fyrir sum árin að kíkt var aftur á ákveðin ársvæði.



C

2. mynd. Myndirnar (A-C) sýna frá næturvöktun í Fífustaðadalsá í október 2018. Á myndum A og B er Jóhannes Sturlaugsson við háfaveiði og á mynd B og C má sjá annan af þeim tveimur sjókvíaeldislöxum sem veiddust það ár. Ljósmyndir: Gollu.

Í rannsóknaveiðunum 2015-2022 á hrygningarlaxi í ánum þremur í Arnarfirði þá veiddust einungis sjókvíaeldislaxar í Fífustaðadalsá (14 stk), en á þessu árabili veiddist í rannsóknum Laxfiska einn sjókvíaeldislax til viðbótar í Fjarðará í Seyðisfirði árið 2021 (1. tafla). Erfðasýni voru tekin og unnin af öllum hrygningarlaxi sem veiddist 2017 og 2019-2022 í Arnarfirði en við rannsóknaveiðarnar árin 2015, 2016 og 2018 þá voru einungis tekin erfðasýni af löxum ef útlit þeirra sýndi sjókvíaeldisuppruna. Á tímabilinu 2015-2022 þá var árlegur fjöldi sjókvíalaxa hlutfallslega mestur 2022 þegar sjókvíaeldislaxar voru 18,2% af hrygningarlaxi í áni (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2023).

Erfðasýni sem safnað var í rannsóknum Laxfiska á Vestfjörðum og Austfjörðum voru unnin með greiningu á breytileika rúmlega tuttugu þúsund breytilegra basapara (e. single nucleotide polymorphisms SNP) með svokallaðri radseq aðferð hjá Agresearch, Nýja Sjálandi, einnig þekkt sem genotype by sequencing (GBS). Þau gögn gefa sýn á stofngerð laxastofna sem í hlut eiga, erfðablöndun innan þeirra og staðfesta sjókvíaeldislaxa ef þeir eiga í hlut (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson, 2022 og 2023). Í þessari skýrslu er hins vegar sjónum beint að niðurstöðum frá úrvinnslu á sýnum af sjókvíaeldislöxum frá tímabilinu 2015-2022 með SALSEA örtunglum (e. microsatellites) sem greind voru hjá Mátis. Fyrir 3 þeirra laxa (1/2015 og 2/2018) lágu gögnin fyrir frá fyrri úrvinnslu Laxfiska og birtust fyrir tvo þeirra sjókvíaeldislaxa (frá 2018) fyrst í skýrslu er fjallaði um hættuna á göngum sjókvíaeldislaxa í íslenskar laxveiðiár (Hafrannsóknastofnun 2020). Tiltæk sýni af hinum sjókvíaeldislöxunum þ.e.a.s. frá sýnasöfnun 2017 og 2019-2022 voru sett í samskonar greiningu í árslok 2023 ásamt sýnum af sjókvíaeldislöxum sem fengust í rannsóknum Laxfiska 2023. Slík úrvinnsla með örtunglum gerir kleift að rekja uppruna laxanna til sjókvíaeldissvæða og eldisaðilanna á þeim svæðum á grunni fyrirliggjandi upplýsinga frá slíkri úrvinnslu á erfðamörkum eldislaxa sem nýttir hafa verið í eldi í sjókvíum við Ísland. Þá rakningsvinnu framkvæmdi Hafrannsóknastofnun sem er umsjónaraðili þess opinbera gagnagrunns sem haldið er úti yfir sjókvíalaxa er finnast í íslenskum ám. Rakning á uppruna laxanna frá 2023 lá fyrir í maí 2023 og voru niðurstöðurnar birtar í sama mánuði í skýrslu Laxfiska (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024a). Niðurstöðum yfir uppruna sjókvíaeldislaxanna 2017 og 2020-2022 var skilað til Laxfiska í lok febrúar 2025 og eru settar fram hér ásamt fyrirliggjandi gögnum frá samskonar úrvinnslu um laxa frá tímabilinu 2015-2018 og öðrum gögnum sem varða þá sjókvíaeldislaxa sem hér er fjallað um.

3. Niðurstöður og umræður

3.1. Uppruni laxanna

Af þeim hrygningarlöxum sem fengust árin 2015-2022 í rannsóknum Laxfiska á Vestfjörðum og Austfjörðum þá reyndust 15 þeirra vera sjókvíaeldislaxar sem sloppið höfðu úr sjókvíum og gengið í árnar til hrygningar (1. tafla). Af þeim reyndist unnt að heimfæra uppruna 13 þeirra til sjókvíaeldissvæða hér við land (1 tafla). Af umræddum 15 sjókvíaeldislöxunum báru tveir þeirra það ekki með sér útlitslega að vera runnir úr sjókvíaeldi (1. tafla). Með hliðsjón af því er mögulegt að í Fífustaðadalsá hafi verið

fleiri sjókvíaeldislaxar 2015, 2016 og 2018 þegar sýni voru einungis tekin af sjókvíaeldislöxum sem báru það útlitslega með sér að vera af sjókvíaeldisuppruna. Í 1. töflu er að finna upplýsingar um uppruna sjókvíaeldislaxanna, veiðistað, veiðitíma, stærðir og kyn. Í töflunni er einnig að finna upplýsingar um staðsetningu sjókvíanna sem eldislaxarnir sluppu úr, upplýsingar um laxinn í kvíunum og opinberar upplýsingar um tjón á kvíunum er útskýrt gætu hvenær eldislaxinn hefði sloppið¹. Þær upplýsingar má finna á vefsíðu eftirlitsaðilans MAST og í umfjöllunum fréttamiðla sem byggja á þeim upplýsingum. Í 1. töflu eru einnig upplýsingar um nöfn eldisfyrirtækjanna sem misstu frá sér umrædda stökulaxa.

1. tafla. Upplýsingar um sjókvíaeldislaxa úr rannsóknaveiðum Laxfiska 2015-2022. Fram kemur lengd og kyn laxanna, útlitsleg merki um uppruna, nafn veiðianna sem þeir höfðu gengið upp í og dagsetningar rannsóknaveiðanna. Á grunni arfgerðargreininga með örtunglum eru tilgreind þau sjókvísvæði sem eldislaxarnir höfðu alist á. Á grunni opinberra gagna Matvælastofnunar (MAST) og fréttamiðlunum eru upplýsingar um hvenær laxar voru settir sem seiði í kvíar og þess getið ef skráð voru tilvik um skemmdir á kvíapokunum bæði sem strax var staðfest að leiddu til slyasleppinga sem og tilkynntar skemmdir án þess að slík stök væru staðfest samhliða. Meðalþyngd laxa í kvíunum þegar tilvik kvíatjóna voru skráð er tilgreind auk nafna eldisfyrirtækjanna.

Veiðitími (dagur/mán./ár)	Lengd (cm)	Kyn Hængur = 1 Hrygna = 2	Útlitsleg einkenni sjókvía- eldislaxa (X)	Uppruni eldislax - sjókvísvæði	Laxaseiði sett í kvíar (dags.)	Skráð slysa- slepping úr kvíum hjá MAST (dags.)	Atvikaskráning MAST v/ kvíapokum sem gæti tengst (dags.)	Meðal- þyngd laxa skráð er gat kom á kví (kg)	Eldisaðili
7-8/10 2015	83,0	1	X	Óþekktur eldisuppruni					
20-21/10 2017	65,0	1		Tálknafjörður (Laugardalur)	Vor 2016				Fjarðalax (Arnarlax)
20-21/10 2017	64,0	1		Arnarfjörður (Hringsdalur)	Vor 2016				Fjarðalax (Arnarlax)
19-20/10 2018	78,5	2	X	Arnarfjörður (Hringsdalur)		11/2 2018		7,1	Arnarlax
19-20/10 2018	79,0	2	X	Arnarfjörður (Hringsdalur)		11/2 2018		7,1	Arnarlax
7-8/10 2020	78,0	1	X	Patreksfjörður (Eyri)			15/4 2020	6,8	Arnarlax
7-8/10 2020	79,0	2	X	Dýrafjörður (Eyrarhlíð)	Sumar 2018		1/2 2020	2,4	Arctic sea farm
7-8/10 2020	44,5	1	X	Tálknafjörður (Laugardalur)* eða Arnarfjörður (Tjaldanes)	Haust 2018		*16/8 2019	0,28	Arnarlax
7-8/10 2020	66,0	1	X	Sýni ógreint					
10-11/10 2021	85,0	2	X	Patreksfjörður (Kvígindisdalur)	Haust 2019				Arctic sea farm
19-20/9 2021	64,0	1	X	Reyðarfjörður (Gripaldi)	Vor 2020				Laxar fiskeldi
7-8/10 2022	70,5	1	X	Arnarfjörður (Haganes)	Haust 2020	30/8 2021		0,8	Arnarlax
7-8/10 2022	70,5	2	X	Óþekktur eldisuppruni					
7-8/10 2022	62,0	1	X	Arnarfjörður (Haganes)	Haust 2020	30/8 2021		0,8	Arnarlax
7-8/10 2022	73,0	1	X	Arnarfjörður (Haganes)	Haust 2020	30/8 2021		0,8	Arnarlax

3.2. Hrygningargöngur eldislaxa á Vestfjörðum m.t.t. tilkynnta stroka úr sjókvíum

Í Fífustaðadalsá veiddust sjókvíaeldislaxar sem sloppið höfðu úr öllum þeim fjörðum Vestfjarða sem sjókvíaeldi á laxi var stundað á yfir umrætt tímabil 2015-2022 (1. tafla). Erfðagreiningar sýndu að eldislaxarnir voru runnir frá Arnarfirði, Tálknafirði, Patreksfirði og Dýrafirði – þá sést að skráð tilvik um skemmdir á kvíum geta ekki útskýrt göngur allra sjókvíaeldislaxanna í Fífustaðadalsá (1. tafla; 6.mynd). Þannig er ekki að finna opinberar skráningar á kvíaskemmdum sem útskýrt geta kvíalaxana tvo sem veiddust 2017 og komu úr kví í Tálknafirði og kví í Arnarfirði. Sama gildir um eldislax sem veiddist 2021 sem kom úr kví í Patreksfirði 2021. Í heildina þá sýnir vöktunarrannsóknin tilvik um kvíar á 3 svæðum þar sem engar upplýsingar lágu fyrir um að kvíarnar þar hefðu skemmt og fiskur sloppið úr þeim – auk tveggja óþekktra slyasleppinga. Á sama tímabili má finna opinberar skráningar um skemmdir á 5 kvíum/kvíasvæðum sem sjókvíaeldislaxarnar komu úr sem veiddust í Fífustaðadalsá 2018,

¹ Í tilfellum þegar sjókvíaeldislaxar sleppa úr kvíapokum á sjókvíaeldissvæðum fjarðanna þá hefur skapast sú hefð að tala um slyasleppingar þegar göt sem myndast á kvíapokunum opna eldislöxunum leið úr kvíunum – og að tala um brottför eldislaxa úr kvíunum sem stök og um laxana sem stökulaxa. Ekki verður hér gerð tilraun til að breyta þeirri málvenju en tækifærið þó notað til að minna á það að enda þótt göt á kvíunum myndist oft fyrir eitthvað sem kalla mætti slysi svo sem vegna óveðurs eða mannlegra mistaka þá stendur eftir að kvíapokarnir eru gerðir úr nót sem rifnar og því eru götin sem myndast óhjákvæmilegur fylgifyiskur sjókvíaeldis. Enda liggur það staðreynt fyrir frá öllum þeim svæðum sem sjókvíaeldi er stundað í netpokum að þeir kvíapokar rifna og fiskurinn sem í þeim er sleppur út um þau göt. Þar gildir að því meira sem alið er af fiski í kvíum því meira leikur lausum sporði af þeim kvíafiski. Framansagt sýnir að hreinlega væri að tala um sjókvíasleppingar í stað slyasleppinga þegar lax og aðrir eldisfiskar sleppa úr sjókvíum, enda vitað fyrirfram að sjókvíaeldi á laxi fylgir að hluti sjókvíaeldislaxanna mun losna úr sjókvíunum. Á sama hátt er öfugsnuíð að tala um að sjókvíaeldislaxar strjúki úr sjókvíum þegar þeir synda út um göt sem opnast á kvíunum.

2020 og 2022. Þar af var voru tvö tilfelli sem MAST staðfesti sem slysasleppingu samhliða (1. tafla). Þeir 12 sjókvíaeldislaxar sem veiddust í Fífustaðadalsá sem hægt var að rekja til sjókvía sýna 8 tilvik þar sem þeir sluppu úr kvíum á Vestfjörðum. Af þeim 8 tilvikum var í 3 tilvikum engar upplýsingar að hafa um að nokkuð hafi gerst í kvíaeldinu sem útskýrt geti hvers vegna þeir laxar sem þar um ræðir sluppu. Hlutfallslega jafngildir það því að í 40 % tilfella þar sem sjókvíaeldislaxar sluppu úr sjókvíum á umræddu tímabili, þá hafi atvikin sem gerðu það að verkum ekki verið skráð. Þetta hlutfall tilvika þar sem eldislax sleppur úr sjókvíum án þess að það sé tilkynnt er ógnvænlega hátt. Reyndar er hlutfallið hærra ef tekið er tillit til sjókvíaeldislaxanna tveggja frá 2015 og 2022 þar sem engar upplýsingar lágu fyrir um uppruna þeirra, því þá er heildarfjöldi óþekktra slysasleppinga 5 af 10 tilvikum í heildina. Mikilvægt er að finna leiðir til að lágmarka tjón á kvíum og gera tjón bótaskyld. Viðbrögð forsvarsaðila eldisfyrirtækja við slysasleppingum auka ekki bjartsýni hvað varðar þá ógn sem stafar af erfðamengun hjá íslenskum laxastofnum vegna stroks sjókvíaeldislaxa. Dæmi um það er slysaslepping úr kví Arnarlax við Haganes í Arnarfirði í ágúst 2021 (1. tafla). Í því tilfelli hafði Arnarlax reyndar tilkynnt um slysasleppingu úr kví en rannsókn Matvælastofnunar leiddi í ljós vítaverð viðbrögð fyrirtækisins við því umhverfisslysi (þ.s. 81 þúsund eldislaxar sluppu úr sjókví fyrirtækisins). Af þeim sökum var lögð 120 milljón króna stjórnvaldssekt á fyrirtækið af Matvælaráðuneytinu (Morgunblaðið 20. apríl 2024). Af þeim sjókvíaeldislöxum sem komu fram í rannsóknum Laxfiska í ám á Vestfjörðum þá komu 7 eldislaxar frá Arnarlaxi, 2 eldislaxar frá Fjarðarlaxi (Arnarlax) og 2 eldislaxar frá Arctic Sea Farm.

3.3. Hrygningargöngur eldislaxa á Austfjörðum m.t.t. tilkynnta stroka úr sjókvíum

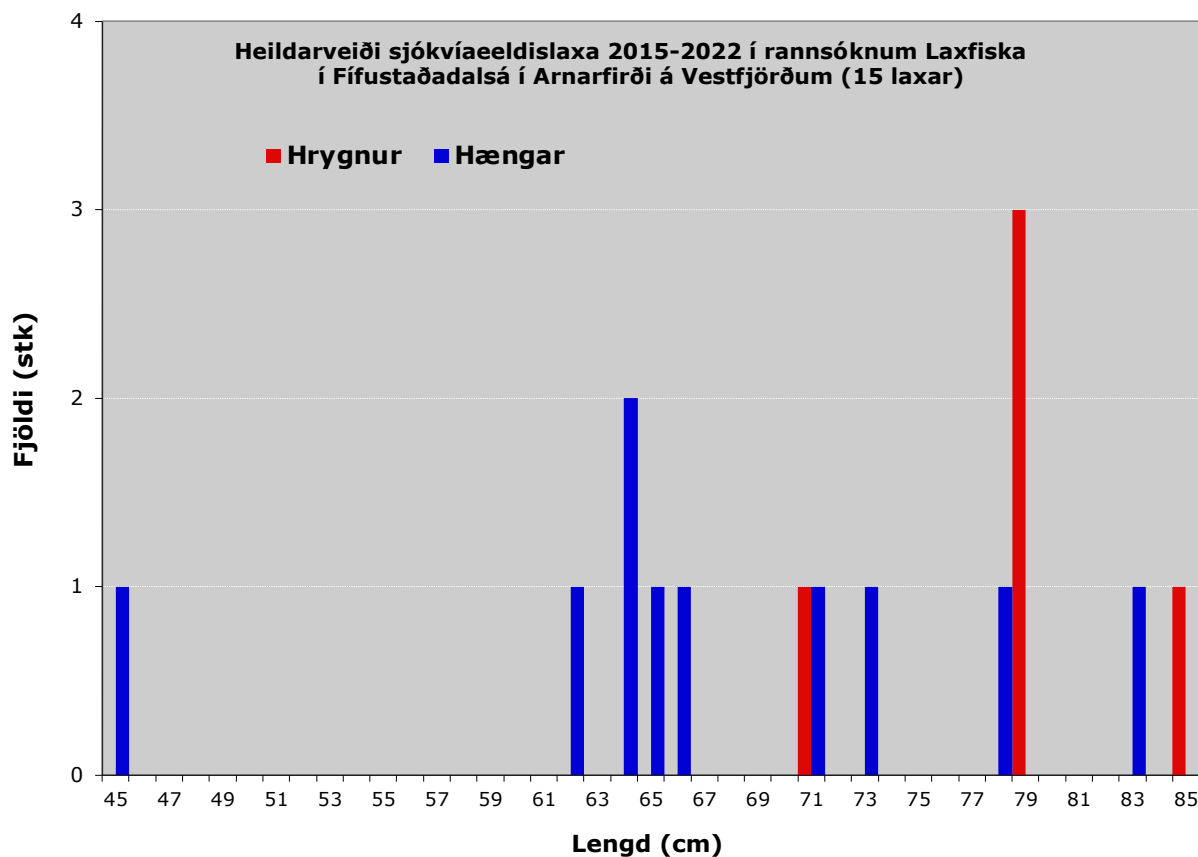
Á tímabilinu 2015-2022 þá var næturvöktun á vegum Laxfiska aðeins framkvæmd einu sinni í einni á Austfjörðum og í það skipti (sept. 2021) veiddist einn sjókvíaeldislax í Fjarðará í Seyðisfirði (Jóhannes Sturlaugsson 2022a; Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024b). Sá lax var runninn frá fyrirtækinu Laxar fiskeldi og kom úr kví á kvísvæðinu við Gripaldi í Reyðarfirði (1. tafla). Á árinu 2021 í byrjun vetrar greindist í fyrsta sinn á Íslandi veirusjúkdómurinn blóðþorri (ISA - Infectious salmon anaemia) á kvísvæðinu við Gripaldi, þannig að mögulegt er að laxinn sem kom þaðan og gekk í Fjarðará í Seyðisfirði hafi borið sjúkdóminn blóðþorra. Öllum fiski var slátrað af sjókvísvæðinu Gripaldi í kjölfarið, en sjúkdómurinn kom síðan upp á öðrum eldisvæðum 2022 í Reyðarfirði sem og í Berufirði og því var laxi í kvíum á þessum svæðum öllum slátrað. Engar opinberar tilkynningar liggja fyrir um að gat hafi komið á kvíar við Gripaldi 2020 eða 2021 og umfang slysasleppinga þar því óþekkt.

3.4. Kyn sjókvíaeldislaxanna og stærðir

Tvöfalt fleiri hængar sjókvíaeldislaxa veiddust í rannsóknaveiðum Laxfiska 2015-2022 en hrygnur. Stærð eldislaxanna spannaði frá 45-85 cm (3. mynd). Hængar sjókvíaeldislaxa sem veiddust í Fífustaðadalsá á þessu tímabili eru 64% eldislaxanna (1. tafla). Fróðlegt er að sjá að sjókvíaeldishængar sem veiddust við vöktunarveiðar í Fífustaðadalsá 2023 voru líkt og á tímabilinu 2015-2022 tvöfalt fleiri en eldishrygnurnar eða 65% af þeim af þeim 26 eldislöxum sem það ár veiddust í ánni - en auk þess veiddust 2 hængar í nágrettaánum (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024a).

Á grunni fyrrnefndra gagna frá vöktunarrannsókn Laxfiska 2015-2023 þá má ætla að hængar sjókvíaeldislaxa skili sér í afgerandi meiri fjölda til hrygningar í ár hér við land en hrygnur sjókvíaeldislaxa. Þetta er þáttur sem þarf að skoða þegar litið er til þess að meta áhrifin af hrygningu laxanna. Hvað erfðablöndunina varðar þá liggur fyrir frá þessum athugunum að þegar sjókvíaeldislaxar eru veiddir í september og október þá eru þeir nánast alltaf rennandi hafi þeir ekki klárað svil sín þá þegar. Þeir eru þannig á öfugum meiði við sjókvíaeldishrygnurnar sem almennt eru á þeim tíma ekki komnar með laus hrogn líkt og villtu hrygnurnar. Þetta gerir það að verkum að hængar sjókvíaeldislaxanna eru tilbúnir til að hrygna frá upphafi hrygningartímabilsins og sumir halda þeirri stöðu til síðari hluta hrygningartímabilsins ef þeir klára ekki svil sín, svo sem ef þeim hefur gengið illa að taka þátt í hrygningunni. Líta þarf til þessa kynjamunar hjá sjókvíaeldislöxunum sem og því að hængar parast oft við margar hrygnur. Slík hrygningarþátttaka með fleiri en einni hrygnu er meðal annars auðvelduð af þeim sið hænga sem felst í því slást í hópinn með hrygnandi pari með því að skila sviljum sínum í púkkið með því að renna sér að þeirri hlið hrygnandi hrygnu sem öndverð er hængnum sem paraður er hrygnunni – sem þar af leiðandi kemur engum vörnum við í hápunkti hrygningarinnar. Aukinheldur gildir hér að ef sjókvíaeldislaxahængum gengur illa að taka þátt í hrygningunni þá eru mun

meiri líkur á því að þeir séu stærri hluti þeirra hænga sem eru enn með rennandi svil þegar þær hlutfallslega mörgu sjókvíaldishrygnur sem hefja hrygninguna seint fara loks að losa hrogn sín, sem í sumum tilfellum er eftir að hefðbundinni hrygningu í ánum er lokið. Um leið eykur slíkt ástand sjókvíaldislaxahænga á þeim tíma líkindi þess að á legg komist hrein sjókvíaldisseiði. Á 4. mynd má sjá villtan laxahæng bíta í sporð sjókvíaldishængs á riðunum í Fífustaðadalsá.



3. mynd. Lengd sjókvíaldislaxa sem veiddust 2015-2022 í rannsóknum Laxfiska með hliðsjón af kyni þeirra. Fjórten eldislaxar veiddust í Fífustaðadalsá á Vestfjörðum í vöktunarveiðum Laxfiska og einn í Fjarðará í Seyðisfirði 2021.



4. mynd. Á myndinni má sjá leginn villtan laxahæng bíta í sporðinn á silfruðum sjókvíaldishæng í Fífustaðadalsá, en rétt ofar í ánni og utan myndsviðs var hrygnan sem þeir voru að bítast um.

3.5. Fjarlægðir á milli sjókvíaeldissvæðanna og ána sem eldislaxarnir veiddust í

3.5.1 Stysta sjóleið í Fífustaðadalsá frá kvíassvæðum sem eldislaxarnir er þar veiddust voru runnir frá Vöktun Laxfiska í Ketildalaánum 2015-2022 sýndi að sjókvíalaxar sem gengu í Fífustaðadalsá komu úr öllum þeim fjörðum þar sem sjókvíaeldi á laxi var stundað yfir það tímabil (1. tafla og 5. mynd). Vegna þess að Fífustaðadalsá er nánast í miðju þessara fjarðarsvæða þá eru fjarlægðirnar ekki miklar frá sjókvíaeldissvæðunum þaðan sem eldislaxarnir sluppu. Stysta sjóleið á milli sjókvíaeldissvæðanna sem eldislaxarnir sem gengu í Fífustaðadalsá voru runnir frá var eftirfarandi: 39 km frá kvíassvæðinu undan Kvígindisdal í Patreksfirði, 33 km frá kvíassvæðinu undan Laugardal í Tálknafirði, 6 km frá kvíassvæðinu utan við Hringsdal í Arnarfirði og 24 km frá sjókvíaeldissvæðinu undan Eyrarhlíð í Dýrafirði (5. mynd). Ætla má að hluti sjókvíaeldislaxanna, öðru fremur þeir sem sluppu smáir úr kvíunum hafi hafi farið víða áður en þeir skiluðu sér aftur á fjarðarsvæði kvíaeldisins til hrygningar.



5. mynd. Kort sem sýnir hvar Fífustaðadalsá rennur í Arnarfjörð (stjarna) og sjókvíassvæðin (rauðir punktar) sem eldislaxar sem veiddust í Fífustaðadalsá á vöktunartímabilinu 2015-202 voru runnir frá. Sjókvíassvæðin eru undan Kvígindisdal í Patreksfirði, undan Laugardal í Tálknafirði, utan við Hringsdal í Arnarfirði og undan Eyrarhlíð í Dýrafirði.

3.5.2 Stysta sjóleið í Fjarðará frá kvíassvæðum sem eldislaxarnir er þar veiddust voru runnir frá Næturvöktun Laxfiska í Fjarðará í Seyðisfirði á Austfjörðum í september 2021 sýndi að 1 eldislax hafði gengið í ána sem upprunagreining sýndi að hafði hafði verið í sjókvíum undan Gripalda í Reyðarfirði (1. tafla; 6. mynd). Stysta sjóleið á milli sjókvíanna þar og Fjarðará eru 73 km. Ekkert atvik er skráð hjá MAST sem útskýrt gæti hvenær laxinn slapp eftir að hann fór í sjókví í Reyðarfirði vorið 2020.



6. mynd. Kort sem sýnir hvar Fjarðará rennur í Seyðisfjörð (stjarna) og sjókvíassvæðið (rauður punktur) sem eldislaxinn sem veiddist í Fjarðará 2021 var runninn frá. Þar var um að ræða sjókvíassvæðið undan Gripalda í Reyðarfirði.

3.6. Vanmat á árlegum fjölda hrygnandi sjókvíaeldislaxa í íslenskum ám

Við vöktun Laxfiska á þremur einkennisám í næsta nágrenni sjókvíaeldis á Vestfjörðum hafa komið fram upplýsingar sem sýna að sú aðferðafræði sem viðhöfð er hérlendis við mat á fjölda sjókvíaeldislaxa sem ganga í íslenskar ár til hrygningar felur í sér vanmat á þeim fjölda. Mikilvægt er að leiðrétta fyrir því vanmati svo það skerði ekki virkni stöðumats og tilheyrandi varnaraðgerðir. Áhættumat erfðablöndunar Hafrannsóknastofnunar sem stuðst er við hérlendis hefur ýmsa innbyggða vankanta sem mikilvægt er að lagfæra svo það þjóni þeim tilgangi sem því er ætlað. Hér ber helst að geta eftirfarandi (1-4): 1) gildi viðmiðafasta er segja til um hættuna af hrygningu eldislaxa sem miðast við villur hjá norskum laxastofni; 2) þeirrar forsendu að einungis sé tekið mið af stærri laxastofnum þar sem veiði er skráð; 3) þeirrar forsendu að áhrif af hrygningarþátttöku eldislaxa af framandi norskum stofni séu lögð að jöfnu við hrygningu margfalt skyldari villtra laxastofna; 4) þeirrar forsendu að áhrif af hrygningu norskra laxa í ám með öflugum laxastofnum og með litlum laxastofnum sé lögð að jöfnu.

3.6.1. Vanmat á hrygningu eldislaxa í ám vegna aðferða við skráningar

Árleg næturvöktun rannsóknarfyrirtækisins Laxfiska í ám í Arnarfirði í áratug hefur varpað ljósi á ýmis atriði hvað varðar mat á fjölda sjókvíaeldislaxa í íslenskum ám sem hafa þarf í huga í því skyni að stuðla að bættum skráningum á þeim vágesti. Opinberar tölur um árlegan fjölda sjókvíaeldislaxa sem skilar sér til hrygningar í íslenskar ár hafa á heildina litið öðru fremur byggst á veiðitölum og gögnum frá myndavélaflaksteljurum, en fyrir afmarkaðri svæði og tímabil hafa gögn yfir sjókvíaeldislaxa einnig komið frá næturvöktun sem rannsóknarfyrirtækið Laxfiskar hefur sinnt sem og vöktun sem framkvæmd hefur verið af köfurum (rekköfun/rekvöktun). Hvað tvær fyrrnefndu aðferðirnar varðar þ.e.a.s. skráningar sem byggja á veiði og teljaragögnum, þá þarf að hafa í huga að veiðiskráningum lýkur þegar stangveiði lýkur sem í tilfellum flestra áa er í september – og árleg vöktun með myndavélaflaksteljurum lýkur almennt ýmist í september eða fyrri hluta október. Tvær síðastnefndu aðferðirnar gefa kost á heildstæðri úttekt ána á vettvangi þar sem aðstæður leyfa – en þyrfti að framkvæma oftast en einu sinni ef komast á hjá vanmati á fjölda sjókvíaeldislaxa vegna þess að hrygningargöngur sjókvíaeldislaxa teygja sig fram á vetur. Næturvöktun í Fífustaðadalsá frá hausti og fram á vetur innan sama árs hefur sýnt að sjókvíaeldislax er að ganga í ána til hrygningar fram í nóvember (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024a). Dæmi úr Fífustaðadalsá staðfesta að göngur sjókvíaeldislaxa í hérlendar ár til hrygningar dragist að hluta til fram í vetrarbyrjun. Nokkuð sem vitnar ennfremur til þess vanmats sem fólgið er í mati á fjölda sjókvíaeldislaxa í ám á grunni stangveiði og/eða út frá fiskteljaragögnum – því fyrir allan þorra áa gildir að slíkum skráningum er lokið áður en árlegri hrygningargöngu sjókvíaeldislaxa í árnar lýkur. Þessi gönguhegðun sjókvíaeldislaxanna gerir það einnig að verkum að ein yfirferð með næturvöktun eða með köfun um ár á hrygningartíma skilar af sömu ástæðu ekki alltaf réttum heildarfjölda sjókvíaeldislaxa sem gengur hvert ár til hrygningar í árnar. Hvað varðar mat á fjölda sjókvíaeldislaxa í ám á grunni upplýsinga um stangveidda sjókvíaeldislaxa, þá má bæta því við að ójöfn dreifing sjókvíaeldislaxa innan árkerfa getur leitt til þess að stangveiði gefi ranga mynd af fjölda sjókvíaeldislaxa sem gengið hafa í árnar til hrygningar – einfaldlega vegna þess að sjókvíaeldislaxar geta haldið til á ársvæðum sem eru utan veiðisvæða, á ársvæðum sem eru ekki veiðileg og jafnvel tekið agn í öðru mæli en villtir laxar. Þannig kom fram í næturvöktun Laxfiska 2023 í Fífustaðadalsá að sjókvíaeldislaxarnir gengu flestir upp á efri svæði árnar og þar af umtalsverður hluti upp í vatnslitlar upptakakvíslar í fjallahlíðum þar sem ferð hluta laxanna stöðvaðist ekki fyrr en komið var að ófiskgengum fossi (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024a). Þessi sækni sjókvíaeldislaxanna í efri svæði Fífustaðadalsár er einnig þekkt frá vöktunarárunum 2015-2020 sem hér er fjallað um enda þótt dæmið frá 2023 hafi verið skýrast. Misræmi í mati á fjölda sjókvíaeldislaxa í ám kemur einnig til í tilfellum þeirra sjókvíaeldislaxa sem halda til í ám neðan myndavélaflaksteljara.

3.6.2. Vanmat á hrygningu eldislaxa á grunni skráninga á tilkynntum strokum úr sjókvíum

Líkt og fjallað var um hér að framan þá eru skráð tjón á kvíapokum sem valda stroki sjókvíalaxa og/eða annað sem skýrt gæti frjálsa för sjókvíalaxa vanmetin miðað við það sem raunin er (1. tafla). Af því leiðir að útreikningar sem byggja á gögnum frá sjókvíaeldisaðilum, um magn sjókvíaeldislaxa sem sleppa úr eldi í sjó hér við land, vanmeta þann fjölda eldislaxa sem sleppa úr sjókvíaldinu, og um leið þá hættu sem stafar af göngum þeirra sjókvíaeldislaxa í íslenskar ár til hrygningar.

3.6.3. Vanmat á hrygningu eldislaxahænga sem kynþroskast mjög smáir

Í sjókvíaeldi er með kynbótum á eldislaxi og með birtustýringu (ljósastýringum) á sjókvíum unnið gegn snemmbærum kynþroska þannig að sá vaxtarhamlandi þáttur dragi ekki úr vexti eldislaxanna. Ef eldislaxar sleppa úr sjókvíum sem seiði eða mjög smáir þá getur það gerst að hængar nái að taka út kynþroska óvenju smáir og ganga í ár til hrygningar. Dæmi um þetta er 44,5 cm langur sjókvíaeldislax sem veiddist í Fífustaðadalsá 2020 (1. tafla). Vegna þessa eiginleika hænga að geta kynþroskast mjög smáir þá verður að hafa það í huga að misræmi getur skapast við skráningar á fjölda sjókvíaeldislaxa sem ganga í ár til hrygningar. Ástæðan fyrir því er sú að það er líklegt að slíkir hængar séu öðrum eldislögum fremur vantaldir. Það kemur í fyrsta lagi til af því að útlitsleg ytri sjókvíaeldiseinkenni laxa sem sleppa snemma úr kvíum eru oft mun minni en þeirra sem sleppa síðar á eldistímanum. Í öðru lagi þá er fólk síður meðvitað um möguleika þess að svo smáir sjókvíaeldislaxahængar séu að ganga í ár til hrygningar og átta sig því síður á uppruna þeirra af þeim sökum. Reyndar enn síður ef sjóbirtingur af sömu stærðum er einnig að finna í ánum í tilfellum þar sem stangveiðimenn eru óvanir að aðgreina tegundirnar tvær. Hér er við hæfi að vitna til dæma um göngur slíkra smárra laxahænga úr sjó til hrygningar. Á þeim tíma sem hafbeitt á laxi var stunduð hérlandis frá hafbeitarstöðvum þá voru gerðar tilraunir með að sleppa laxaseiðum óvenju stórum (100-500 g) að sumri sem sýndu einmitt að hluti þessara hænga gekk strax sama sumar í kynþroska og hrygndi þá um haustið. En þeir hængar dvöldu ýmist allt sumarið í þeim fjörðum og flóum þar sem þeim var sleppt – eða gengu til hafs og skiluðu sér síðar að sumrinu að landi til hrygningar (Jóhannes Sturlaugsson 2000). Einnig má benda á upplýsingar um slíka hrygningargöngur frá rannsókn Jóhannesar Sturlaugssonar á ætisgöngum íslenskra laxa í hafi með merkingum með mælimerkjum þar sem auk hoplaxa voru merkt óvenju stór gönguseiði. Niðurstöður þeirrar rannsóknar (Morgunblaðið 14. ágúst 2006) sýndu dæmi þess að stórvaxin hængseiði sem fóru á haf út (líkt og sjávarhiti og mæliferlar niður á tæplega 300 m dýpi staðfestu) skiluðu sér aftur til hrygningar sama sumar - en þá voru þeir kynþroska hængar orðnir 39-42 cm langir og 0,6-0,7 kg þungir.

3.6.4. Vanmat á hrygningu arfhreinna eldislaxa - viðbótin sem skilar sér fyrir tilstilli lífsferla laxins

Þegar mat er lagt á árlega hrygningarpátttöku sjókvíaeldislaxa þá er eðli málsins samkvæmt tekið mið af umfangi sjókvíaeldisins hverju sinni og tilheyrandi slyasleppingum. Um leið er nauðsynlegt að gleyma því ekki að þeir lífsferlar sem einkenna líf laxa almennt gera það að verkum að gera má ráð fyrir því að fjöldi arfhreinna sjókvíaeldislaxa sem hrygna í íslenskum ám sé meiri en einungis sjókvíaeldissleppingar geta skýrt. Hrygning sjókvíaeldislaxa í ánum sem skilar slíkum laxi af sér veldur því að örllítið meira er á ferðinni í íslenskum ám af sjókvíaeldislögum sem eru arfhreinir með hliðsjón af norska eldislaxastofninum sem notaður er í sjókvíaeldi hér við land heldur en slyasleppingar sjókvíaeldisins einar geta skýrt. Sá fjöldi arfhreinna sjókvíaeldislaxa á hrygningarslóð íslenskra áa sem þannig er tilkominn ætti, ef áhrif slyasleppinga eru með skárra móti, að vera mjög lítill en engu að síður þarf að muna eftir tilvist slíkra eldislaxa.

Í fyrsta lagi kemur hér við sögu algengasti lífsferill laxins sem felst í því að skila sér til hrygningar í ár eftir sjógöngu sem hófst að loknu seiðastigi í þeim sömu ám. Slíkar göngur smálaxa og stórlaxa sem eru arfhreinir, með hliðsjón af norska sjókvíaeldislaxastofninum hér við land, koma til þegar sjókvíaeldislaxar hrygna saman í íslenskum ám. Arfhrein laxaseiði frá slíkri hrygningu hafa fundist í íslenskum ám (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2023; Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023) og ef vöktun eykst á erfðum hrygningarlaxa í íslenskum ám þá munu tilvik laxa með slíkan bakgrunn veita innsýn í hvernig slíkir hrygningarlaxar koma við sögu.

Í öðru lagi er um að ræða afturbata sjókvíaeldishoplaxa, þ.e.a.s. sjókvíaeldislaxa sem hafa líkt og villtir hoplaxar náð að ganga í sjó eftir hrygninguna og dvelja þá væntanlega eins og villti laxinn almennt í sjó frá vori/sumri fram á sumar/haust þar til þeir ganga að nýju til hrygningar. Upplýsingar vantar um hvaða hlutfall af þeim sjókvíaeldislögum sem hrygna í íslenskum ám nær að skila sér að nýju til hrygningar. Til viðmiðunar má nefna að merkingar á hrygnandi laxi í Árbæjarkvísl Elliðaánna 2021 (Jóhannes Sturlaugsson 2022b) sýndi að 7,5% þeirra laxa gengu aftur til hrygningar í Elliðaánnar 2022 (Jóhannes Sturlaugsson 2023) og síðan gekk hluti þeirra laxa (2,5%) í þriðja sinn til hrygningar í Elliðaánnar 2023 (Jóhannes Sturlaugsson 2024). Hæsta endurheimta sem hefur fengist á hoplaxi í rannsóknum Laxfiska fékkst á laxi úr Botnsá í Hvalfirði þar sem 20% hrygningarlaxanna sem merktir voru skiluðu sér aftur til hrygningar. Í Fífustaðadalsá sem er þungamiðja þeirrar vöktunarrannsóknar sem

hér eru til umfjöllunar þá er hrygning afturbata hoplaxa einstaklega algeng þ.m.t. sá eiginleiki laxanna að hrygna síendurtekið sem skiptir miklu máli fyrir sjálfbærni þess fáliðaða stofns. Sem dæmi þá voru tæp 26% hrygningarlaxanna 2017 afturbata hoplaxar og rúm 27% árið 2018 og hluti þeirra hrygningarlaxa var að hrygna í 3. og 4. sinn. (Jóhannes Sturlaugsson 2021). Með hliðsjón af forsögu sjókvíaeldislaxa og tilheyrandi mismun á hæfni sjókvíaeldislaxa til að takast á við lífið í sjónum samanborið við villta laxinn, þá má leiða að því líkum að sjókvíaeldislaxar nái í minna mæli en villtir laxar að skila sér sem afturbata hoplaxar til hrygningar. Gögn yfir það vantar þó sem og yfir það hvort þeir myndu þá skila sér í sömu á líkt og villti laxinn gerir. Í öllu falli er eðlilegt að miða við að sjókvíaeldislaxar skili sér í einhverju mæli til hrygningar vegna þessa lífsferils laxins og rétt að leita leiða til að afla upplýsinga um slíka afturbata sjókvíaeldislaxa.

Í þriðja lagi kemur við sögu sá lífsferill laxins þar sem hængar kynþroskast á seiðastigi og taka þátt í hrygningunni án þess að ganga til sjávar. Sá lífsferill getur líkt og dæmin sem að framan voru rakin verið möguleg ástæða þess að fleiri laxar sem eru arfhreinir með hliðsjón af norska sjókvíaeldislaxastofninum, skili sér til hrygningar í íslenskar ár – heldur en ef eingöngu væri um að ræða þann fjölda sjókvíalaxa sem eru að hrygna í fyrsta sinn. Slík kynþroska hængseiði sem eru arfhrein með hliðsjón af norska sjókvíaeldislaxastofninum eru þá annað tveggja undan tveimur sjókvíaeldislöxum eða frá hrygningu sjókvíaeldislaxahrygnu og arfhreins kynþroska hængseiðis.

3.7. Hrygningarþátttaka kynþroska hængseiða sem hrygning sjókvíaeldislaxa skilar

Kynþroska hængseiði (7. mynd) sem bera erfðavísa norskra sjókvíaeldislaxastofnsins sem notaður er í sjókvíaeldi hér við land, koma ekki með beinum hætti við sögu þegar litið er til þeirra niðurstaðna sem skýrsluskrif þessi hverfast öðru fremur um, nefnilega uppruna sjókvíaeldislaxa. En engu að síður tengjast slík kynþroska hængseiði umfjöllunarefnum líkt og fleira sem hér er rætt með þeim hætti að nauðsynlegt þykir að koma inn á þau tengsl hér - ekki síst til að stuðla svo sem verða má að því að öll tiltæk þekking sé nýtt þegar unnið er gegn erfðablöndun sjókvíaeldislaxa í íslenskum ám. Í rannsóknnum Laxfiska 2015-2022 sem fóru fram í einkennisánum sem vaktaðar eru í Arnarfirði hefur erfðasýnum verið safnað af laxaseiðum (2019 og 2024) þar sem kynþroska hængseiði hafa komið við sögu. Fyrirliggjandi niðurstöður greininga á þeim erfðasýnum frá 2019 staðfestu erfðablöndun hjá hluta laxaseiðanna (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2022 og 2023) og nú stendur fyrir dyrum að skoða heildstætt arfgerð kynþroska hængseiða frá rannsóknnum þar 2024 og 2019 með hliðsjón af því hvort norska erfðavísa var að finna hjá þeim snemmkyrnþroska hængum. Athuganir á tilvist kynþroska hængseiða sem bera erfðavísa sjókvíaeldislaxa eru mikilvægar þegar fjallað er um hrygningu sjókvíalaxa og niðja þeirra, með vísun í þá erfðamengun sem hrygningarþátttaka sjókvíaeldislaxa hefur í för með sér. En það gleymist gjarnan að hluti niðja sjókvíaeldislaxa í íslenskum ám eru kynþroska hængar sem taka þátt í hrygningunni. Það er mikilvægt að hafa í huga ekki síst vegna þess að enda þótt hrygningarþátttaka sjókvíalaxa sé ekki fyrir hendi, þá geta hængseiði sem bera erfðafni sjókvíaeldislaxa tekið þátt í hrygningunni og áhrifa slíkrar hrygningarþátttöku má ætla að gæti enn frekar í ám sem fóstura mjög litla laxastofna (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024b).

Mestar líkur eru á að kynþroska hængseiði sem bera erfðavísa norskra sjókvíaeldislaxa séu erfðablönduð, þ.e.a.s. séu undan sjókvíaeldislöxum eða undan erfðablönduðum kynþroska laxi sem hefur þá ýmist skilað sér úr sjó sem smálax eða stórlax – eða í tilfelli sumra hængseiða sleppt sjógöngunni og tekið þátt í hrygningunni sem snemmkyrnþroska hængseiði. Reyndar er einnig mögulegt að kynþroska hængseiði finnist sem séu arfhrein hvað norska sjókvíaeldislaxastofninn varðar, þó líkur þess séu ekki miklar ef aðstæður eru eðlilegar í ám hérlendis. Í slíkum tilfellum væru slík arfhrein kynþroska hængseiði undan tveimur sjókvíaeldislöxum eða sjókvíaeldislaxahrygnu og kynþroska hængseiði sem er arfhreint með hliðsjón af sjókvíaeldisstofninum.

Kynþroska seiðahængar skila með hrygningarþátttöku sinni erfðafni sjókvíaeldislaxanna til næstu kynslóðar án þess að þurfa að takast á við þær hættur sem mæta laxinum í hafi. Um leið kemur ekki til þess að það reyni á þá hæfni laxins sem ræður því hvernig honum vegnar yfir sjávargönguna, bæði á ætisgöngu sinni og síðan á hrygningargöngunni á leiðinni heim í árnar til hrygningar. Af þessu má sjá að þegar sjókvíaeldislax hefur náð að hrygna með árangri í ám þá gera kynþroska hængseiði undan þeim það að verkum að ekki er einhlítt að sú erfðamengun sé upprætt á skömmum tíma. Því þátttaka

kynþroska hængseiða af sjókvíaeldisuppruna skila arfgerð sjókvíaeldislaxa áfram á milli kynslóða með hrygningarþátttöku sinni (Holborn o.fl. 2022).



7. mynd. Villt laxahrygna í Fífustaðadalsá og kynþroska hængseiði við hlið hennar sem hvít ör bendir á. Tvö útvortis slöngumerki í baki hrygnunnar vitna um að hún hefur verið veidd tvö ár við næturvöktun. Fyrra árið var hún 54 cm löng, en síðara árið þegar myndin er tekin þá var hún 66 cm löng.

Í tilfelli villtra laxastofna, ekki síst þeirra smæstu, þá gildir að tilvist lífsferils kynþroska hængseiða og tilheyrandi hrygningarþátttöku þeirra styrkir laxstofnana öðru fremur með því auka stærð hrygningarflokkans og með því að draga úr innblöndun (Perrier o.fl. 2014). Þessi kostir lífsferils kynþroska hængseiða stuðla því að sjálfbærni laxstofna sem skiptir mestu máli þegar sverfur að sjálfbærni stofnanna svo sem ef þeir eru fáliðaðir að jafnaði – eða tímabundið vegna harðæris á ætisslóð í hafi. Frá rannsóknum Laxfiska þá má nefna laxastofnana í Fífustaðadalsá og Selárdalsá sem dæmi um mikilvægi þessa öryggishlutverks kynþroska hængseiða hjá litlum laxastofnum. Minni laxastofnar finnast þó í ám sem kalla mætti örstofna þar sem hrygning stofnanna er enn tvísýnni líkt og Berufjarðará á Austfjörðum er dæmi um, þar sem þetta öryggishlutverk snemma kynþroska hængseiða gagnvart viðgangi stofnsins skiptir líklega enn meira máli (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024b).

Þessi gagnsemi lífsferils kynþroska hængseiða snýst hins vegar í andhverfu sína þegar erfðavísar sjókvíaeldislaxa skila sér til þeirra. Því þá eykst erfðablöndun fyrir tilstilli hrygningarþátttöku kynþroska hængseiða sem eru blendingar eða arfhrein frá hrygningu sjókvíaeldislaxa. Það leiðir til þess að laxastofnarnir tapa enn hraðar aðlögun sinni að lífinu sem tekur mið af lífsskilyrðunum sem tilvist þeirra grundvallast á. Slík kynþroska hængseiði sem bera erfðavísa norskra sjókvíaeldislaxa auka því erfðablöndun miðað við að þeirra nyti ekki við og innblöndun frá sjókvíaeldislaxi væri eingöngu á grunni sjókvíaeldislaxa og sjógenginna blendinga undan þeim. Í tengslum við hættuna af erfðablönduðum kynþroska hængseiðum, þá má geta þess að samanburður á frjóvgunarárangri kynþroska hængseiða og stórvaxinna hængseiða sem skila sér úr sjó, sýnir að frjóvgunarárangur er mikill hjá kynþroska hængseiðum hjá villtum laxastofnum. Þannig hafa rannsóknir sýnt að allt upp í 40-60% erfðafnis seiða frá hrygningu getur verið komið frá kynþroska hængseiðum (Richard o.fl.; Saura o.fl. 2008).

Til að gefa smá innsýn í það hvernig málum er háttað hjá villtum laxastofnum hérlendis hvað kynþroska hængseiði varðar, þá er hér tekið dæmi frá rannsóknum Jóhannesar Sturlaugssonar í Elliðaánum. Þar hafa kynþroska hængseiði með rennandi svil á hrygningartíma fundist sem eru eins og tveggja ára gömul

(aldur 1+ og 2+) sem hafa að stærð minnst verið 7,3 cm að lengd og 4,8 g að þyngd. Mestur þéttleiki kynþroska hængseiða á einni rafveiðistöð í Elliðaánum var þegar 24 kynþroska hængseiði veiddust á 150m² botnfleti árinna, sem samsvarar 16 kynþroska hængseiðum á 100 m²

Einnig má nefna aðra rannsókn Jóhannesar Sturlaugssonar á kynþroska hængseiðum laxa, frumrannsókn sem sýndi ekki einungis að slík seiði geta söðlað um lífsferil þegar þess gefst kostur, heldur einnig að þeim sem velja þá leið vegnar vel á ætis- og hrygningargöngu í hafi líkt og endurspeglaðist í góðum vexti þeirra og lífslíkum í hafi (Jóhannes Sturlaugsson o.fl. 1993). Þessi niðurstaða er dregin fram hér til að minna á að kynþroska hængseiði sem bera erfðavísa sjókvíaelislaxa geta líkt og önnur kynþroska hængseiði söðlað um lífsferil með því að taka út þroska gönguseiða og gengið til sjávar – og að endingu skilað sér aftur til hrygningar þar sem þeir tækju þátt sem smálaxa- og stórlaxahængar.

3.8. Líkleg ástæða fyrir afgerandi mun á hrygningargöngum eldislaxa í nágrettaár

Samfelldar vöktunarrannsóknir Laxfiska frá árinu 2015 í ám í Arnarfirði hafa gefið einstakt tækifæri á að skoða þann mun sem er á göngum sjókvíaelislaxa í ár sem renna til sjávar í nálægð hver við aðra, þ.e.a.s. hafa sjávarósa sem skammt er á milli (1. mynd). Alls hefur verið staðfest að 40 sjókvíaelislaxar hafi gengið í Fífustaðadalsá 2015-2023 (14 stk/2015-2022 og 26 stk/2023) og því til viðbótar 1 sjókvíaelislax í Selárdalsá og 1 sjókvíaelislax í Bakkadalsá.

Þegar leitað er skýringa á þeim mikla mun sem komið hefur í ljós í vöktun Laxfiska hvað varðar göngur sjókvíaelislaxa í nágrettaárin þrjár í Arnarfirði, þá er ýmislegt sem hægt er að styðjast við. Sjóbirtingsáin Bakkadalsá sem er innst þessara þriggja áa ætti að liggja vel við höggi hvað varðar hrygningargöngur sjókvíaelislaxa því segja má að ystu laxeldiskvíarnar í Arnarfirði séu nánast beint út af ósi Bakkadalsár. Engu að síður sækja sjókvíaelislaxar ekki í ána og því er eðlilegt að ætla að vöktun á laxalykt skýri að sjókvíaelislaxarnir sækji ekki í að ganga í þá sjóbirtingsá til hrygningar. Þá standa eftir tvær keimlíkar ár af þeim þremur einkennisám í næsta nágrennis sjókvíaeldis sem vaktadar eru árlega í Arnarfirði af Laxfiskum þar sem lax er í báðum tilfellum einkennisfiskur ána. Þetta eru árnar Fífustaðadalsá og Selárdalsá. Reginmunur er á þeim tveimur ám hvað varðar göngur sjókvíaelislaxa í þær, hvort heldur sá munur er reiknaður út í fjölda eldislaxa eða þeim árafjölda sem slíkir laxar gengu í árnar. Af 41 laxi sem komu fram við vöktunina 2015-2023 þá gengu 40 laxar í Fífustaðadalsána en einungis 1 í Selárdalsána (1. tafla; Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024a). Skýringin á þeim afgerandi mun, þó einungis 5 km séu á milli ósa þeirra, getur legið í samverkandi orsakabáttum en allt eins getur einn orsakabáttur ráðið þar úrslitum. Stærð laxastofnsins í Selárdalsá er að jafnaði meiri en laxastofnsins í Fífustaðadalsá og því myndi sú skýring að laxinn leiti fremur í ár sem fóstura stærri laxastofna sem skila af sér meiri laxalykt til sjávar ekki halda vatni. Eðlilegt er að ætla að lega árósa miðað við sjókvíar og megin gönguslóð laxa geti haft nokkuð að segja. Fjarlægð frá sjókvíaeldisvæðunum sem stökulaxarnir voru runnir af getur hér ekki nýst sem megin skýring því að af þeim 4 sjókvíaeldisvæðum sem þar komu við sögu þá var styttra í Selárdalsá frá 3 þeirra en í Fífustaðadalsá líkt og sjá má á 5. mynd. Vegna þess hve afgerandi munurinn er hrygningargöngum sjókvíaelislaxa í þessar aðliggjandi ár þá er hér sett fram tilgáta sem er undirbyggð af áðursögðu og af þeim marktæka mun á göngum sjókvíalaxa í árnar m.t.t. fjölda sjókvíaelislaxanna og árafjöldans sem göngur þeirra áttu sér stað. Við vöktunarrannsóknir Laxfiska í Arnarfirði á árabílinu 2015-2022 þá veiddust sjókvíaelislaxar í Fífustaðadalsá í 6 ár af þeim 8 árum eða 75% þeirra ára. Á sama tímabili veiddust ekki sjókvíalaxar í Bakkadalsá og Selárdalsá sem einnig voru vaktadar þannig að allir laxarnir (100%) sem veiddust í vöktunarveidunum á þessu tímabili skiluðu sér í Fífustaðadalsá. Árið 2023 veiddust sitthvor laxinn í Bakkadalsá og Selárdalsá þegar í kjölfar slæmrar slysasleppingar á kynþroska eldislaxi, sem fóru síðan hamförum í íslenskum ám en Fífustaðadalsá skar sig úr sem fyrr með 26 sjókvíaelislaxa af þeim 28 sem veiddust eða sem nam 93% laxanna sem fengust við vöktunarveiðar Laxfiska það ár (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024a).

Skýringin á sækni eldislaxanna í Fífustaðadalsá er talin byggja á því að norskur sjókvíaelislax hafi fyrst hrygnt með árangri í Fífustaðadalsá. Það hafi síðan leitt til þess að laxar af þeim framandi eldisstofni hafi í kjölfarið runnið á lykt sem runnin var frá erfðablönduðum laxaseiðum og mögulega einnig arfhreinum laxaseiðum frá hrygningu sjókvíaelislaxa í Fífustaðadalsánni. Vöktun í áratug á nágrettaánum Fífustaðadalsá og Selárdalsá í Arnarfirði hefur skilað einstökum gögnum yfir þann mun

sem þar birtist í ágengni sjókvíalaxa í nágrannaár, sem gaf færi á að setja fram þessa raunhæfu skýringu á þeim afgerandi mismun sem er á hrygningargöngum sjókvíaeldislaxa í þessar tvær ár. Þar til annað kemur í ljós þá er ekki annað að sjá en að þetta sé sennilegasta skýringin. Fræðilega séð þá byggir þessi tilgáta á þeirri þekktu staðreynd að laxar nota sér lyktarslóð sem árnar bera í sjó fram til að finna sína heimaá í lok sjávargöngunnar (Hasler and Scholz 1983). Lax getur aðgreint lykt laxa af eigin stofni svo kölluð ferómón (Stabell 1987). Þessi lykt ferómóna sem berst frá seiðum og stærri fiski er talinn hluti þeirrar lyktar úr ánum sem þeir renna á í strandsjónum í lok sjávargöngunnar þegar þeir finna árnar sem þeir ganga í til hrygningar, lykt sem ákvarðar hvaða ár þeir ganga í til hrygningar (Stabell 1987; Hasler and Scholz 1983). Þessi skýring hvað varðar norska sjókvíaeldislaxastofninn sem notaður er hér við land er enn sennilegri í ljósi þess hve fjarskyldur sá stofn er íslenskum laxastofnum – sem myndi leiða til þess að þegar kynþroskinn knýr dyra og rekur strokulaxinn upp að sjávarstöndum til að leita uppi ár til að ganga í til hrygningar, þá taki hann þær ár sem bera fram lykt/ferómón sem hefur samsvörun við þá lykt/ferómón sem eldislaxinn þekkir af eigin stofni frá uppvexti sínum sem seiði í seiðaeldisstöðum og síðar í sjókvíum fram yfir lykt/ferómón sem aðrar ár bera fram. Á þeim grunni er rökrétt að ætla að á sem fóstur laxaseiði undan sjókvíaeldislaxi af þeim norska stofni sem notaður er héraendis, sé líklegri til að draga til sín aðra sjókvíaeldislaxa úr eldi hér við land en ef áin ber ekki fram lykt af seiðum sem bera erfðavísu þeirra sjókvíaeldislaxa. Slíkar líkur myndu aukast með auknum fjölda ára sem hrygning sjókvíaeldislaxa tækist og með auknum fjölda sjókvíaeldislaxa sem stæðu að baki slíkri hrygningu. Á grunni þessarar tilgátu er gert ráð fyrir að heppnuð hrygning sjókvíaeldislaxa skili sér í því að laxaseiðin (blendingar og arfhrein) seyti ferómónum sem sjókvíaeldislaxar laðist að – vegna þeirra stofneinkenna ferómónanna sem runnin eru frá norska sjókvíaeldisstofninum. Slíkt myndi skýra mismun á sambærilegum nágrannaám hvað göngur sjókvíaeldislaxa varðar með þeim rökum að hafi þeir byrjað að hrygning ári eða árum fyrr í tiltekinni á en annarri og/eða hrygningin hafi gengið betur þar. Þá leiti þeir fremur í þá á til hrygningar sem skilar til sjávar fyrir tilstilli seiða frá þeirri hrygningu lykt/ferómónum sem er einkennandi fyrir norska sjókvíaeldislaxastofninn eða í meira mæli hafi sjókvíaeldislax hrynt í tveimur eða fleiri ám á svæðinu. Með hliðsjón af því að laxaseiðin í Fífustaðadalsá og Selárdalsá eru 2-4 ár að alast upp í ánum áður en þau ganga til sjávar, líkt og lenskan er almennt í íslenskum ám. Þá er ljóst að enda þótt hlé yrði á göngum sjókvíaeldislaxa í slíka á, þá myndu kynþroska hængseiði undan sjókvíaeldislaxum eða undan öðrum erfðablönduðum kynþroska hængseiðum geta tekið þátt í hrygningunni árlega á þeim tíma. Þannig væri bæði viðhaldið erfðablöndun norska sjókvíaeldisstofnsins og þeim einkennandi ferómónum sem norskir sjókvíaeldislaxar gætu runnið á.

4. Lokaorð

Uppruni sjókvíaeldislaxa er gengu í íslenskar ár á tímabilinu 2015-2022 reyndust komnir frá öllum helstu sjókvíaeldisvæðum hér við land sem sýnir í hnotskurn þann vanda sem íslenskir laxastofnar glíma við vegna sjókvíaeldisiðnaðarins. Það er von höfunda að skrif þessi stuðli að bættri umgengni við íslenska laxastofna sem öðru fremur gerist með bættri ákvarðantöku stjórnvalda er varðar sjókvíaeldi, allt frá rannsóknum og mati á umhverfisáhrifum til leyfisveitinga.

5. Þakkarorð

Árlegur stuðningur Fiskræktarsjóðs við vöktunarrannsókn Laxfiska í Ketildöllum í Arnarfirði 2015-2022 gerði ásamt framlagi heimamanna og Laxfiska kleift að halda þeirri rannsókn úti. Hafrannsóknastofnun rakti uppruna laxanna til sjókvíanna sem þeir sluppu úr á grunni gagnagrunns sem þeir halda utan um yfir eldislaxa sem notaðir eru í sjókvíaeldi við Ísland. Þessum aðilum er þakkað þeirra mikilvæga framlag.

Heimildir

- Hafrannsóknastofnun 2020. Hætta á göngu strokulaxa úr laxeldi í íslenskar laxveiðiár. Tækniskýrsla Hafrannsóknastofnunar.
https://www.hafogvatn.is/static/extras/images/ahaettumat_erfdablondunar_tækniskýrsla_leidrett231120231417807.pdf
- Hasler, A. D., and A. T. Scholz. 1983. Olfactory imprinting and homing salmon. Springer-Verlag, New York.
- Jóhannes Sturlaugsson, Stefán E. Eiríksson og Sumarliði Óskarsson. 1993. Heimtur á smálöxum frá hafbeitarsleppingum á snemmkynþroska hængum. Veiðimálastofnun. VMST-R/93024X. 7 bls.
https://www.hafogvatn.is/static/research/files/vmstr_93024x.pdf
- Jóhannes Sturlaugsson. 2000. The food and feeding of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) during feeding and spawning migration in Icelandic coastal waters (193-210) Í: The Ocean Life of Salmon (ritstj. Derek Mills). Fishing News Books Blackwell Science. 228 bls.
- Jóhannes Sturlaugsson. 2016. Ketildalaár - Rannsókn á fiskistofnum 2015. Laxfiskar. Febrúar 2016. 11 bls.
http://laxfiskar.is/images/stories/skyrslur/ketildalaar-fiskistofnar_2015-johannes_sturlaugsson-laxfiskar_feb2016.pdf
- Jóhannes Sturlaugsson. 2017. Ketildalaár - Rannsókn á fiskistofnum 2016. Laxfiskar. Febrúar 2016. 7 bls.
http://laxfiskar.is/images/stories/skyrslur/Ketildalaar-fiskistofnar_2016-Johannes_Sturlaugsson-Laxfiskar_feb2017.pdf
- Jóhannes Sturlaugsson. 2021. Eldislaxar á hrygningarslóð villtra laxa í Fífustaðadalsá í Arnarfirði 2015 – 2020. Laxfiskar, mars 2021.
http://laxfiskar.is/images/stories/skyrslur/eldislaxar_a_hrygningarslod_villtra_laxa_i_fifustadadalsa_2015-2020-monitoring_of_farmed_salmon_in_river_fifustadadalsa_iceland_2015-2020-johannes_sturlaugsson-laxfiskar_mars_2021.pdf
- Jóhannes Sturlaugsson. 2022a. Fjarðará - fiskirannsóknir 2021. Laxfiskar. 10. bls.
https://laxfiskar.is/images/stories/skyrslur/fjardara-fiskirannsoknir_2021-johannes_sturlaugsson-laxfiskar-februar_2022.pdf
- Jóhannes Sturlaugsson. 2022b. Árbæjarkvísl Elliðaáanna 2021 – Fiskirannsóknir. Laxfiskar, apríl. 2022.
http://laxfiskar.is/images/stories/skyrslur/fiskirannsoknir_i_arbaejarkvisl_2021-johannes_sturlaugsson-laxfiskar_april_2022.pdf
- Jóhannes Sturlaugsson. 2023. Elliðaár 2022 – Rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfisins. Laxfiskar, apríl. 2023
http://laxfiskar.is/images/stories/skyrslur/Ellidaar_2022-Fiskirannsoknir-Johannes_Sturlaugsson-Laxfiskar_april2023.pdf
- Jóhannes Sturlaugsson. 2024. Elliðaár 2023 – Rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfisins. Laxfiskar, apríl. 2024
https://laxfiskar.is/images/stories/skyrslur/ellidaar_2023-fiskirannsoknir-johannes_sturlaugsson-laxfiskar_april2024.pdf
- Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson. 2022. Stofngerð laxastofna og hlutdeild eldislaxa úr sjókvíaelði í Fífustaðadalsá og Selárdalsá. Laxfiskar, febrúar 2022.
<https://www.visir.is/static/files/A014FC723E03A59C4F0AC65BBD6835C3440E323CFCBE5D2E3028BDEBE3F70672.pdf>
- Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson. 2023. Annual monitoring 2015-2022 of spawning of farmed salmon in small rivers with Atlantic salmon stocks in the vicinity of salmon farming in net pens in Arnarfjörður NW-Iceland. Fyrirlestur á Salmon Summit 2023, NASF, Reykjavík, 16.-17. Mars 2023.
https://www.researchgate.net/publication/370984765_Annual_monitoring_2015-2022_of_spawning_of_farmed_salmon_in_small_rivers_with_Atlantic_salmon_stocks_in_the_vicinity_of_salmon_farming_in_net_pens_in_Arnarfjordur_NW-Iceland
- Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson. 2024a. Uppruni sjókvíaeldislaxa frá rannsóknum Laxfiska haustið og veturinn 2023 í ám á Vestfjörðum og Austfjörðum. Laxfiskar, maí 2025. 5. bls.
<https://laxfiskar.is/images/stories/skyrslur/uppruni%20sjokviaeldislaxa%20fra%20rannsoknum%20laxfiska%20hausti%20og%20veturinn%202023%20i%20am%20a%20vestfjorum%20og%20austfjorum%20-%20johannes%20sturlaugsson%20og%20snbjorn%20palsson.pdf>
- Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson. 2024b. Austfjarðarár 2023: Lífssaga, arfgerðir og erfðablöndun villtra laxa og sjókvíaeldislaxa. Laxfiskar. 27 bls.
<https://laxfiskar.is/images/stories/skyrslur/austfjararar%202023%20-%20lifssaga%20arfgerir%20og%20erfblondun%20villtra%20laxa%20og%20sjokviaeldislaxa%20-%20johannes%20sturlaugsson%20og%20snbjorn%20palsson%202024.pdf>
- Leó Alexander Guðmundsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Jóhannes Guðbrandsson og Sigurður Már Einarsson. 2017. Erfðablöndun eldislaxa af norskum uppruna við íslenska laxastofna. Hafrannsóknastofnun, HV 2017-031. 31 bls. https://www.hafogvatn.is/static/files/Gamli_vefur/hv2017-031.pdf

Leó Alexander Guðmundsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sten Karlsson, Hlynur bárðarson, Ingerid Julia Hagen, Áki Jarl Lárusson, Sæmunur Sveinsson og Davíð Gíslason. 2023. Erfðablöndun villts íslensks lax (*Salmo salar*) og eldislax af norskum uppruna.

<https://www.hafogvatn.is/is/midlun/utgafa/haf-og-vatnarannsóknir/erfdablondun-villts-islensks-lax-salmo-salar-og-eldislax-af-norskum-uppruna-hv-2023-25>

Perrier C, Normandeau É, Dionne M, Richard A, Bernatchez L. (2014). Alternative reproductive tactics increase effective population size and decrease inbreeding in wild Atlantic salmon. *Evol Appl* 7: 1094–1106.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4231598/>

Richard A, Dionne M, Wang J, Bernatchez L. Does catch and release affect the mating system and individual reproductive success of wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)? *Molecular Ecology*. 2013;22:187–200. doi: 10.1111/mec.12102. [DOI] [PubMed] [Google Scholar]

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/mec.12102>

Saura M., Caballero A., Caballero P., og Mora'n P. 2008. Impact of precocious male parr on the effective size of a wild population of Atlantic salmon. *Freshwater Biology*, 53, 2375-2384.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2427.2008.02062.x>

Stabell O.B. 1987. Intraspecific pheromone discrimination and substrate marking by Atlantic salmon parr. *J. Chem. Ecol.*, 13 (1987), pp. 1625-1643

MAST. Vefsvæði Mast - fréttir og skoðunarskýrslur. <https://www.mast.is/is/um-mast/frettir/frettir/>

Morgunblaðið. 20. apríl 2024. Staðfesta 120 milljóna króna sekt á Arnarlax.

https://www.mbl.is/frettir/innlent/2024/04/20/stadfesta_120_milljona_krona_sekt_a_arnarlax/

Morgunblaðið. 14. ágúst 2006. Öfgar í lífi laxins í hafinu (grein byggð á viðtali við Jóhannes Sturlaugsson).

https://www.mbl.is/frettir/innlent/2006/08/14/ofgar_i_lifi_laxins_i_hafinu/

