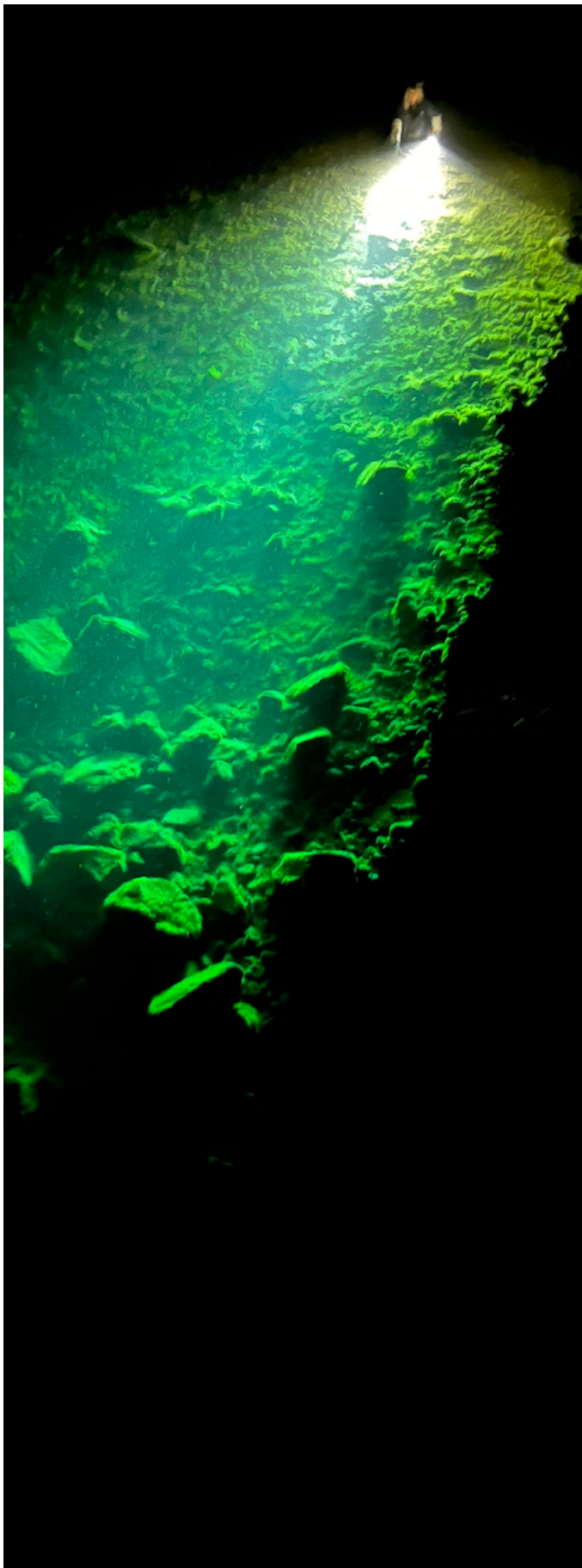




Austfjarðaár 2023

**Lífssaga, arfgerðir og erfðablöndun
villtra laxa og sjókvíaeldislaxa**

**Jóhannes Sturlaugsson
Snæbjörn Pálsson**

Laxfiskar 

Nóvember 2024

Austfjarðaár 2023
Lífssaga, arfgerðir og erfðablöndun
villtra laxa og sjókvíaeldislaxa

Jóhannes Sturlaugsson
Snæbjörn Pálsson
Laxfiskar nóvember 2024



Efnisyfirlit

Ágrip

Summary

1. INNGANGUR	1
2. FRAMKVÆMD OG UMHVERFI	1
2.1. FISKIFRÆÐILEG ÚRVINNSLA OG FRAMSETNING ÞEIRRA GAGNA	2
2.1. ERFÐAFRÆÐILEG ÚRVINNSLA OG FRAMSETNING ÞEIRRA GAGNA	2
3. NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA	4
3. 1. BÚLANDSÁ	4
3. 2. BERUFJARÐARÁ	5
3. 3. STÖÐVARÁ	8
3. 4. FJARÐARÁ Í SEYÐISFIRÐI	14
3. 5. FJARÐARÁ Í BORGARFIRÐI EYSTRÁ	16
3. 6. LÍFSSAGA LAXANNA	16
3. 7. ARFGERÐ LAXANNA OG SKYLDLEIKI INNBYRÐIS OG VIÐ SJÓKVÍAELDISLAXA	17
4. LOKAORÐ	24
5. ÞAKKARORÐ	25
HEIMILDIR	26

Vitna skal í skýrsluna á eftirfarandi máta:

Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson. 2024. Austfjarðarár 2023 – Lífssaga, arfgerðir laxa og erfðablöndun villtra laxa og sjókvíaeldislaxa. Laxfiskar. 27 bls.

Forsíðumynd tók Guðbrandur Kjartansson í Berufjarðará og sýnir hún Jóhannes Sturlaugsson við næturvöktun.

Ágrip

Viðamikið sjókvíaeldi á norskum laxi á Austfjörðum setur stofna lax og göngusilungs í mikla hættu. Sú manngerða vá varð til þess að árið 2023 hófu höfundar rannsókn á arfgerð og erfðablöndun villtra laxa og sjókvíaeldislaxa í ám á Austfjörðum sem unnið verður að til ársins 2027. Rannsóknin byggir öðru fremur á vöktun á laxi í 4 lykilám sem eru Berufjarðará í Berufirði, Stöðvará í Stöðvarfirði, Fjarðará í Seyðisfirði og Fjarðará í Borgarfirði eystra. Auk þess eru fleiri ár rannsakaðar. Gagna um laxinn er aflað í ánum, annars vegar frá seiðastigi hans með rafveiðum og hins vegar frá lífsstigi hrygningarlaxa með næturvöktun og með sýnatöku úr afla stangveiðimanna. Auk þess sem upplýsinga er aflað um sjóbleikju og aðra fiska í ánum. Hér eru kynntar niðurstöður frá upphafsári rannsóknarinnar 2023 er varða lífssögu, arfgerðir og erfðablöndun villtra laxa í Austfjarðaám, arfgerðir sjókvíaeldislaxa sem gengið höfðu í árnar til hrygningar og niðurstöður er varða sjóbleikjustofna ána.

Lífssaga laxanna í lykilánum sýnir að laxaseiðin dvelja 2 til 4 ár í Austfjarðaánum áður en sjóganga þeirra hefst og að hluti hængseiðanna kynþroskast tveggja ára (2^+) og þriggja ára (3^+). Villtir laxar sem gengu til hrygningar í Austfjarðará og skoðaðir voru í rannsókninni sýna að 67% þeirra voru á lífstigi smálaxa, 22% þeirra voru á lífsstigi stórlaxa og 11% á lífsstigi afturbata hoplaxa.

Rafveiðar á seiðum voru framkvæmdar í Berufjarðará og í Stöðvará og í minna umfangi í Búlandsá. Laxaseiði fengust í Berufjarðará og Stöðvará og sjóbleikjuseiði í öllum ánum. Sumargömul laxaseiði (0^+) fundust hvorki í Berufjarðará né Stöðvará. Í Berufjarðará fundust tveir seiðaárgangar, en öll seiðin voru tveggja ára (2^+) utan eitt eins árs seiði (1^+). Í Stöðvará fundust þrír árgangar laxaseiða ($1^+ - 3^+$) á öllum rafveiðistöðvum. Vöxtur laxaseiða var góður og þéttleiki þeirra vitnaði um góðan seiðabúskap þegar litið er til landsvæðisins. Athuganir á seiðum sýndu að fjöldi og lífþyngd laxaseiða var að meðaltali 11,2 seiði/100 m² og 105,6g/100m² í Berufjarðará og að meðaltali 8,6 seiði/100 m² og 91,4g/100m² í Stöðvará.

Næturvöktun var framkvæmd í Berufjarðará, Stöðvará og Fjarðará í Seyðisfirði. Þær athuganir ásamt gögnum yfir laxveiði gaf mynd af göngum laxa í árnar til hrygningar og sýndi að árleg hrygning er ótrygg í þessum ám. Þar kemur bæði til að fjöldi laxa að baki hrygningu getur verið lítill líkt og reyndin var í Stöðvará og Fjarðará í Seyðisfirði – og eins getur hrygningarlax alfarið vantað líkt og reyndin var í Berufjarðará. Tveir sjókvíaeldislaxar koma við sögu, annars vegar eldislax sem veiddist í Stöðvará (sept. 2023) og hins vegar eldislax frá rannsóknnum Laxfiska í Fjarðará í Seyðisfirði í sept. 2021 sem greindur var með sýnum frá 2023.

Arfgerðir laxanna voru greindar á grunni erfðasýna af 95 löxum sem voru raðgreind (e. genotype by sequencing -GBS) og sú úrvinnsla skilaði upplýsingum frá 20.812 breytilegum sætum úr erfðamengi þeirra. Hópur laxanna samanstóð af 84 laxaseiðum, 9 villtum hrygningarlöxum og 2

sjókvíaeldislöxum. Skyldleiki einstakra laxa var metinn með því að gera samanburð á arfgerð laxanna eftir ám. Auk þess var arfgerð þeirra borin saman við fyrirbyggjandi gögn um sjókvíaeldislaxa sem safnað var í rannsóknum höfunda í ám á Vestfjörðum 2015-2023 og unnin höfðu verið á sama GBS máta. Samanburður á skyldleika einstaklinga er tekinn saman með meginhlutagreiningu (e. principal component analyses). Sá samanburður sýnir að þegar sjókvíaeldislaxar voru undanskildir þá sýndu arfgerðir laxa í ám á Austfjörðum töluverða samsvörun sín á milli með einni undantekningu, enda þótt meðalskyldleiki á milli laxa úr þeim ám hafi ekki verið mikill (0,0140-0,0330). Undantekningin voru laxar Berufjarðarár en 97% laxaseiða árinna (frá hrygningunni 2020) einkenndust af arfgerð sjókvíaeldislaxa. Skyldleiki þeirra laxaseiða innbyrðis var mikill (0,4760) en til samanburðar þá var skyldleiki laxa innbyrðis í Stöðvará 0,004 og í Fjarðará í Seyðisfirði 0,025. Meðalskyldleiki laxaseiðanna úr Berufjarðará (sem einkenndust af arfgerð sjókvíaeldislaxa) við laxa sjókvíalaxahópsins af Vestfjörðum er 0,244 eða tífalt meiri en mesti meðalskyldleiki sem fékkst á milli laxastofna í Austfjarðaránum 2023. Meðalskyldleiki laxaseiða af eldisuppruna úr Berufjarðará við sjókvíaeldislaxana tvo úr Austfjarðaánum var ámóta mikill (0,254 og 0,267). Meðalskyldleiki sjókvíaeldislaxanna tveggja úr Stöðvará og Fjarðará í Seyðisfirði við sjókvíaeldislaxa af Vestfjörðum er mikill (skyldleikastuðull 0,348 og 0,327). Arfgerð villtu laxanna endurspeglar ekki landfræðilega útbreiðslu laxins sem að baki stóð, en aukinn fjöldi sýna frá gagnasöfnun verkefnisins 2024-2027 gefur færi á að leggja heildstætt mat á slíka aðgreiningu laxastofna ána og tengsl þeirra við laxastofna á öðrum svæðum Íslands.

Mat á bleikjubúskap ána fékkst á grunni rafveiða á seiðum og með næturvöktun. Þéttleiki bleikjuseiða af rafveiðisvæðum sýndi að á þeim svæðum voru að meðaltali 8,8 seiði/100m² í Berufjarðará, 3,5 seiði/100m² í Stöðvará og 3,3 seiði/100m² í Búlandsá. Næturvöktunin skilaði grófum viðmiðum yfir fjölda bleikja sem gengið höfðu í sjó og voru um 25 cm langar eða lengri (geldbleikjur og hrygningarfiskar), en í september voru um 200 slíkar sjóbleikjur í Berufjarðará og ríflega 100 sjóbleikjur af þeirri stærð í Stöðvará.

Erfðablöndun laxins í Berufjarðará 2023 sýnir að arfgerð norskra sjókvíaeldislaxa getur orðið ráðandi í Austfjarðaám á tiltölulega skömmum tíma ef ekki er brugðist við. Stjórnvöld ákveða með aðgerðum sínum hvort laxastofnar af norskri arfgerð sjókvíalaxa fá að byggjast upp í íslenskum ám í skjóli sjókvíaeldisiðnaðarins. Slík uppbygging framandi dýrastofna í íslenskri náttúru er í algerrri þversögn við náttúruverndarsjónarmið samtímans og samning Sameinuðu þjóðanna um líffræðilega fjölbreytni og skiptir þá í reynd engu hvort þær ár fóstroðu áður smáa laxastofna frekar en stóra – eða enga laxastofna ef því er að skipta. Ef komandi kynslóðir Íslendinga eiga að fá notið þeirrar náttúru sem fólgin er í laxa- og göngusilungstofnum sem þróast hafa hérlandis frá lokum síðasta kuldaskiðs ísaldar þá þurfa stjórnvöld að vinna að því að laxeldi í opnum sjókvíum leggist af og samhliða stuðla að verndun lax og göngusilungs á meðan starfsemi sjókvíaeldisiðnaðarins í núverandi mynd fjarar út.

Summary

The large-scale fish farming of Norwegian origin salmon in open net pens within the Eastfjords of Iceland poses substantial risks to wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) and anadromous salmonid populations in the region. This man-made environmental threat has prompted this research initiative focusing on the genotype and genetic mixing of wild salmon and the genotype of farmed salmon in the Eastfjords rivers, that is spanning from 2023 to 2027. The study specifically targets four key river systems: Berufjarðará in Berufjörður, Stöðvarár in Stöðvarfjörður, Fjarðará in Seyðisfjörður, and Fjarðará in Borgarfjörður eystra, alongside additional rivers for broader context. Data collection involves sampling on juvenile salmon via electrofishing and nocturnal monitoring of spawners in autumn, supplemented by angler catch data. The investigation also encompasses Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and other fish species within these river systems.

Findings from 2023 reveal important insights into the life history, genotypic diversity, and genetic admixture of wild salmon in the rivers in Eastfjords, as well as the genotypes of farmed salmon escapees and migrated into these rivers for spawning. Juvenile salmon exhibit residency in these rivers for 2 to 4 years prior to sea migration, with some males (so called sneakers) attaining sexual maturity in two years (2+) or three years (3+). Among the wild salmon sampled for spawning, 67% were identified as grilse (1 sea winter), 22% as two sea winter salmon, and 11% as reconditioned kelts.

Electrofishing conducted in Berufjarðará and Stöðvará, with limited sampling in Búlandsá, showed salmon juveniles in the former two systems and Arctic charr juveniles were observed across all surveyed rivers. Notably, 0⁺ salmon juveniles were absent in Berufjarðará and Stöðvará. In Berufjarðará, juvenile cohorts comprised solely two-year-olds (2⁺), except for one one-year-old (1⁺), whereas in Stöðvará three distinct year-classes of juveniles (1⁺-3⁺) were found. The body growth of juvenile salmon were good, showing that the habitats surveyed provide favorable conditions with reference to this area of Iceland, with an average juvenile density recorded at 11.2 juveniles/100 m² (105.6 g/100 m²) in Berufjarðará and 8.6 juveniles/100 m² (91.4 g/100 m²) in Stöðvará.

Night monitoring was carried out in Berufjarðará, Stöðvará and Fjarðará in Seyðisfjörður. Those observations together with data on salmon fishing provided data on the size of the salmon run in these rivers and the size of the spawning stocks, revealing instabilities in annual spawning. That spawning condition was due to the either low numbers of salmon spawners as observed in Stöðvará and Fjarðará in Seyðisfjörður or because salmon spawners were absent as in Berufjarðará. Two farmed salmon were verified, one that was caught in Stöðvará (Sept. 2023) and the other was caught in a study carried out by Laxfiskar in Fjarðará in Seyðisfjörður in September 2021, but that genetic sample was analyzed with samples from 2023.

Genomic analyses, based on genotype-by-sequencing (GBS), were performed on 95 salmon, revealing information from 20,812 variable sites from their genome. The group of salmon consisted of 84 juvenile salmon, 9 wild spawning salmon and 2 farmed salmon. Relatedness assessments among

individuals were conducted by genetic comparison within rivers and in relation to farmed salmon escapees collected in rivers in Eastfjords and in rivers in Westfjords (2015-2023) for comparison. Principal component analysis on the data sets from rivers, showed that genotypes of salmon in the rivers in Eastfjords exhibited similarity, with the exception of Berufjarðará - although the average relatedness between salmon from those rivers was not high (0.014-0.033). In Berufjarðará, 97% of juvenile salmon (from the 2020 spawning) were characterized by farmed salmon genotypes, showing a high relatedness index of 0.476, contrasting with much lower values observed in Stöðvará (0.004) and Fjarðará (0.025). The average relatedness of the salmon juveniles from Berufjarðará of farmed origin to farmed salmon from Westfjords is 0.244 or ten times higher than the highest average relatedness obtained between salmon populations in the Eastfjords 2023. The average relatedness of the salmon juveniles of farmed origin from Berufjarðará to the two farmed salmon from the Eastfjords was high (0.254 and 0.267). The average relatedness of these two farmed salmon from Stöðvará and Fjarðará in Seyðisfjörður to farmed salmon from the Westfjords is high (0.348 and 0.327). The genotype of the wild salmon does not reflect the geographical distribution of the salmon sampled in Eastfjords, but the sampling that follows in the study 2024-2027 gives the opportunity to make a comprehensive assessment of such differentiation of salmon populations in these rivers and their relatedness with salmon populations in rivers in other regions of Iceland.

The density of Arctic charr juveniles in areas electrofished showed that there were on average 8.8 juveniles/100m² in Berufjarðará, 3.5 juveniles/100m² in Stöðvará and 3.3 juveniles/100m² in Búlandsá. The night monitoring in autumn yielded a rough estimate of the number of Arctic charr that had returned from their feeding migration in sea during the summer and had reached about 25 cm in length or more (immature fish and spawners). In September the number of Arctic charr of that size were about 200 in Berufjarðará and more than 100 in Stöðvará.

The genetic mixing of the salmon in Berufjarðará 2023 shows that the genotype of Norwegian farmed salmon can become dominant in the Austfjörður rivers in a relatively short time if no action is taken. The government decides by its actions whether salmon stocks of Norwegian genotype are allowed to build up in Icelandic rivers due to the farming of salmon in sea pens. Such invasion by exotic animal populations in Icelandic nature is in complete contradiction to contemporary nature conservation criteria and the United Nations Convention on Biological Diversity. As far as such genetic pollution by new stocks of Norwegian farmed salmon origin concerned, then it does not matter whether the rivers involved had a small population of wild salmon rather than a large stock of wild salmon - or no salmon population at all. If the future generations of Icelanders are to enjoy the salmon and other migratory salmonid populations that have adapted in Iceland since the end of the last cold period of the Ice Age. Then the government needs carry out work to stop salmon farming in open sea pens and as well as to promote the protection of salmon and migratory salmonids while the licenses of the operating sea pens salmon farms will expire.

1. Inngangur

Sjókvíaelði á laxi í opnum sjókvíum ógnar tilvist villtra laxastofna líkt og kemur skýrt fram í nýrri ársskýrslu Norska laxavísindaráðgjafaráðsins (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2024). Auk þess vegur sá iðnaður á fjölmarga vegu að lífríki strandsvæða þar sem það er stundað (wildfish.org - Open Net Salmon Farming - Literature Review).

Árin 2017 og 2020 safnaði Hafrannsóknastofnun erfðasýnum af laxi úr ýmsum ám á Austfjörðum (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023). Úrvinnsla þeirra gagna sýndi erfðablöndun hjá laxi frá norskum sjókvíaeldislöxum sem hrygnt höfðu í ám á Austfjörðum. Sú niðurstaða sýndi nauðsyn þess að afla frekari gagna og fylgjast áfram með ástandi laxins í ám á Austfjörðum með hliðsjón af erfðablöndun frá sjókvíaeldislaxi og er það markmið þessarar rannsóknar. Gríðarlega mikilvægt er að afla þessara upplýsinga vegna vaxandi umsvifa sjókvíaeldis á norskum laxi á Austfjörðum, því náttúruspjöllin sem fylgja þeim iðnaði hafa almennt mjög neikvæð áhrif á lax og göngusilung í næsta nágrenni sjókvíaeldisins (Morton 2021, *Not on my Watch*). Árið 2023 hófu skýrsluhöfundar rannsóknina *Hrygningarþátttaka eldislaxa og erfðablöndun í Austfjarðaám* sem lagt er upp með að standi í 5 ár (2023-2027). Markmið rannsóknarinnar er að afla árlega grunnupplýsinga um samspil villtra laxa og sjókvíaeldislaxa í ám á Austfjörðum. Verkefnið skilar einnig mikilvægum upplýsingum um göngusilung Austfjarðaáa (sjóbleikja og sjóbirtingur). Landsamband veiðifélaga er bakhjarl verkefnisins en fjármögnun rannsóknarinnar 2023 byggði einnig á framlagi úr Fiskræktarsjóði. Rannsóknin er unnin í samstarfi Jóhannesar Sturlaugssonar líffræðings hjá Laxfiskum sem er verkefnisstjóri og leiðir fiskifræðilega hluta rannsóknarinnar og Snæbjarnar Pálssonar prófessors í stofnlíffræði við Háskóla Íslands sem leiðir erfðafræðilega hluta rannsóknarinnar.

2. Framkvæmd og umhverfi

Árið 2023 hófst söfnun rannsóknarinnar á gögnum um lax og göngusilung í Austfjarðaám. Það ár voru Stöðvará og Berufjarðará burðurinn í gagnasöfnuninni auk þess sem heildstæð athugun var gerð á hrygningarlaxi í Fjarðará í Seyðisfirði og takmarkaðri gagna aflað úr Búlandsá í Berufirði og Fjarðará í Borgarfirði eystra. Rannsóknin byggir á því að safna árlega í 5 ár (2023-2027) gagna um fiskistofna ána, annars vegar úr lykilám verkefnisins (1. mynd) og hins vegar árlega úr einni á til viðbótar. Upphafsathugunin gefur góða mynd af þeim laxi sem er í ánum en gefur einnig sýn á þann göngusilung sem þær fóstur. Fyrir sumar ána þá er upphafsathugunin jafnframt eina úttektin sem framkvæmd er, en í tilfelli lykiláa verkefnisins er fylgst nánar með ástandi laxins yfir rannsóknartímabilið til að fá betri innsýn í það hvernig lax kemur við sögu í þeim (1. mynd).



1. mynd. Kort er sýnir staðsetningu lykilánna í Austfjarðaárverkefninu. Í hverri á er framkvæmd næturvöktun til að fylgjast með hrygningarþáttöku sjókvíaeldislaxa og til að afla upplýsinga um hrygningarlaxa villtra laxa af heimastofnum ána. Í hverri lykilá er rafveitt tvívegis á 5 ára vöktunartímabilinu (snemma og síðla á heildarvöktunartímabilinu). Aðrar ár eru kortlagðar með stakstæðum næturveiðum og rafveiðum á rannsóknartímabilinu.

Megin markmið rannsóknar þessarar í Austfjarðarárám 2023-2027 er að afla upplýsinga um lífssögu og erfðabreytileika laxa í ánum og mögulega erfðablöndun við eldislaxa. Auk þess er aflað upplýsinga um göngusilungsstofna ána eftir því sem kostur er. Gagnasöfnun verkefnisins byggir á því að safna árlega gögnum um heimastofna ána og samhliða er leitað ummerkja um sjókvíaeldislaxa í ánum. Þau gögn eru sett fram í skýrslu árlega þar sem fjallað er ítarlega um laxinn í ánum. Þar er einnig vísað til upplýsinga um göngusilung ána og aðra fiska sem þar finnast, en heildstæð samantekt á gögnum yfir göngusilung allra ána verða sett fram eftir heildargagnasöfnun hefur verið lokið 2027.

2.1. Fiskifræðileg úrvinnsla og framsetning þeirra gagna

Fiskifræðilegra gagna er aflað með talningum, veiðum og mælingum á laxi og silungi og tilheyrandi sýnatökum að hausti og í vetrarbyrjun. Kvarnasýni eru tekin af úrtaki seiða til að ákvarða aldur þeirra og hreistursýni eru tekin af hrygningarlaxi til að ákvarða aldur og lífssögu (aldur á sjögönguseiðastigi og um mögulega hrygningu á fyrri árum í tilvikum afturbata hoplaxa). Erfðasýni eru tekin af öllum laxi hvorutveggja hrygningarlaxi og laxaseiðum og unnin til að fá fram arfgerð laxanna. Rafveiði er notuð til að ná seiðunum (lax og silungur). Næturvöktun er notuð ásamt söfnun sýna úr stangveiði til að afla gagna um hrygningarlaxa. Næturvöktunaraðferðafræðin sem annar skýrsluhöfundurinn, Jóhannes Sturlaugsson, hefur þróað (Jóhannes Sturlaugsson 2021) byggir á því að fara um árnar að næturþeli/myrkri með neðanvatnsljós og háf í því skyni að telja og veiða fisk. Sú vöktun er framkvæmd í Austfjarðaánum þegar líður að hrygningartíma eða á hrygningartíma, eftir að veiðitíma lýkur sem í flestum tilfellum lýkur á tímabilinu 15. -30. september. Þannig fæst raunhæft mat á fjölda hrygningarlaxa. Þeir laxar sem veiðast er sleppt að lokinni sýnatöku, en áður eru þeir merktir útvortis með númeruðum slöngumerkjum samhliða því að þeir eru mældir og sýni tekin af þeim. Við næturvöktun á hrygningarlaxi í ánum fást einnig mikilvægar upplýsingar um göngusilung, bæði hrygningarfiska og einnig stærri geldfiska, án þess þó að rannsóknin gefi færi á skrá og vinna þær upplýsingar á sama hátt og fyrir hrygningarlaxinn. Auk upplýsinganna sem aflað er um hrygningarlaxa með næturvöktun, þá er hreisturs- og erfðasýna aflað af laxi úr stangveiði að sumrinu eins og kostur er. Sú gagnasöfnun hófst á því að senda umsjónaraðilum er sjá um stangveiði í ánum lífsýnaglös, hreistursumslög og leiðbeiningar sem útbúnar voru sérstaklega vegna þessa (sjá 2. mynd). Góð reynsla fékkst af því að samnýta þessar þrjár gagnasöfnunaraðferðir (rafveiðar; næturveiðar og gagnasöfnun frá stangveiðimönnum) og því verður þeirri uppsetningu fylgt í áframhaldandi gagnasöfnun.



2. mynd. Leiðbeinandi mynd ætluð stangveiðimönnum sem skila inn erfðasýnum (lífsýnum) og hreistursýnum af laxi úr stangveiði. Slíkar myndir, ásamt lífsýnaglösom og hreistursumslögum, voru sumarið 2023 sendar umsjónaraðilum stangveiðinnar í Fjarðará í Seyðisfirði, í Fjarðarár í Borgarfirði eystra og í Stöðvará.

Rafveiðar á seiðum voru framkvæmdar á þann hátt að ein veiðiumferð var farin yfir hvert athugunarsvæði (rafveiðistöð). Máli er slegið á stærð rafveiðistöðvanna með málbandi og flatarmál þeirra veiðisvæða reiknað á grunni þeirra mælinga. Afli seiða er greindur til tegunda og seiðin lengdarmæld frá trjónu (snoppu) að sporðsýlingu ($\pm 0,1$ cm) og þyngdarmæld ($\pm 0,1$ g.). Á hverri stöð er hlutsýni af kvörnum frá mismunandi stærðum laxaseiða tekið til aldursgreiningar.

Afli seiða er greindur til tegunda og seiðin lengdarmæld frá trjónu (snoppu) að sporðsýlingu ($\pm 0,1$ cm) og þyngdarmæld ($\pm 0,1$ g.). Til að fá innsýn í næringarlegt ástand fiskanna þá er holdastuðull þeirra reiknaður samkvæmt eftirfarandi formúlu fyrir Fulton holdastuðul (K):

$$K = \frac{\text{Þyngd}}{\text{Sýlingarlengd}^3} \cdot 100$$

þar sem þyngdin er í grömmum og lengdin í sentimetrum. Stuðullinn er mælikvarði á holdafar fiskisins (Bagenal og Tesch 1978).

Við úrvinnslu seiðagagnanna er seiðavísitala reiknuð sem þéttleiki seiða á hverja 100 m² með einni rafveiðiyfirferð, fyrir þá seiðaáranga sem finnast (sumargömul 0⁺ seiði og eldri seiði). Lífþyngd allra laxaseiða sem veiddust á hverri rafveiðistöð er reiknuð og sett fram fyrir hverja 100 m².

Með seiðaveiðunum fæst gagnleg innsýn í uppeldisskilyrði seiðanna með vísun í stærðir þeirra og aldur, bæði fyrir laxaseiði og sjóbleikjuseiði en einnig sjóbirtingsseiði ef þau koma fyrir. Seiðaveiðarnar gefa einnig upplýsingar um seiðabúskap ána út frá þéttleika seiðanna – en hafa þarf í huga að sú mynd af framleiðni ána gefur ekki heildstæða mynd af seiðabúskap ána. Það kemur til af því að svæðin sem veitt er af eru valin út frá því annars vegar að árbotn þeirra sé grófur og henti seiðum því betur hvað varðar skjól og ætisöflun en svæði ána þar sem botngerð ána er fingerðari. Hins vegar kemur það til af því að þau svæði eru einnig valin eftir því hvort meiri líkindi séu til þess að veiða lax á þeim en öðrum svæðum ána. Af þeim sökum þá gildir að þéttleiki seiða þarf ekki að vitna um dæmigerða framleiðslugetu þegar litið er til ána í heild, þar með talið fyrir göngusilungsseiðin sem að hluta til finnast í meiri þéttleika á svæðum sem laxinn er ekki að nýta.

2.2. Erfðafræðileg úrvinnsla og framsetning þeirra gagna

Erfðafræðileg arfgerðargögn laxa úr Austfjarðanum eru unnin fyrir hvorutveggja laxa af heimastofnum ána og sjókvíaeldislaxa sem veiðast í ánum. Úrvinnsla gagnanna gerir kleift að átta sig á erfðum heimastofna laxa í ánum og hvort erfðafræðileg spor sjókvíaeldislaxa finnast þar. Auk þess gerir úrvinnslan kleift að staðfesta uppruna sjókvíaeldislaxa sem gengið hafa í árnar og veiðst þar. Erfðablöndun í ánum er metin á grunni sýna sem tekin eru bæði af laxaseiðum og hrygningarlöxum. Í ljósi þess að rannsóknin mun spanna 5 ára tímabil, þá næst að afla ítarlegra gagna um þann lax sem lykilár verkefnið fóstra enda þótt hann finnast í takmörkuðu mæli í hluta þeirra. Þær ár sem kostur gefst á að skoða til viðbótar lykilánum í rannsókninni skila einnig mikilvægum gögnum um lax sem finnast í þeim ám.

Erfðasýni af laxi voru fengin með því að klippa litla sneið af uggum þeirra (einum eða fleiri) og þeim lífsýnum komið fyrir í etanóli til geymslu fram að úrvinnslu (2. mynd). Erfðasýni (u.þ.b 0,5 mm²) voru send til arfgerðargreininga (e. genotype by sequencing) (GBS, He ofl. 2014) til AgResearch, Nýja Sjálandi. Raðgreiningaraðferðin byggir á því að raðgreina stutta búta um 300 bp frá skerðisætum víðsvegar úr erfðamenginu. Eitt breytilegt sæti per bútur er síðan valið til frekari greiningar eftir að gögnin hafa verið hreinsuð með tilliti til frávika frá mendelskum erfðum. Eftir þessa greiningu fengust 20.812 breytileg sæti með meðalþekju 4,7 per einstakling (sd=0,91). Vegna lágrar þekju var tekið tillit til hennar og skyldleiki milli allra einstaklinga metinn með KGD.

(<https://github.com/AgResearch/KGD?tab=readme-ov-file>, Dodds ofl. 2015) og voru þeir útreikningar ásamt hreinsun gagnanna einnig unnin af AgResearch.

Skyldleiki einstakra laxa er metinn með því að reikna hlutfall sameiginlegra fjölda erfðavísa (allela) af öllum allelum í arfgerð laxanna. Auk þess var arfgerð einstakra laxa borin saman við fyrirliggjandi gögn um sjókvíaeldislaxa sem safnað var í rannsóknum Laxfiska í ám á Vestfjörðum 2015-2023. Til að greina mynstur í skyldleikanum er reiknaður meðal skyldleiki laxa í hverri á og meðal skyldleiki milli áa, auk þess sem skyldleiki laxanna við sjókvíaeldislaxa er skoðaður til að fá mat á erfðablöndun frá þeim norsku eldislöxum. Fjöldi sýna og einnig uppruni sýna (árgangar/lífsstig laxa og veiðisvæði) í hverju árkerfi ræður því hve skýra mynd er hægt að draga upp af skyldleika laxa í ánum.

Samanburður á skyldleika einstaklinga er einnig tekinn saman með meginhlutagreiningu (e. principal component analyses). Laxar af sjókvíaeldisuppruna sem notaðir eru til samanburðar frá rannsóknum höfunda í ám á Vestfjörðum eru 40 að tölu. Upplýsingar um þá eldislaxa voru fyrirliggjandi frá rannsóknum skýrsluhöfunda sem byggðu á sýnum sem aflað var á Vestfjörðum 2015-2023 – en arfgerð þeirra eldislaxa hafði verið greind með sömu GBS aðferð og notast er við í þessari rannsókn (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2023; Snæbjörn Pálsson og Jóhannes Sturlaugsson óbirt). Flestir þeirra eldislaxa skörtuðu skýrum útlitseinkennum sjókvíaeldislaxa og sjókvíaeldisuppruni þeirra var einnig staðfestur með svokölluðum SALSEA markerum (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2023; Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024).

Í þessari skýrslu þá er byrjað á því að kynna fiskifræðilegar niðurstöður úr ánum sem rannsakaðar voru syðst á Austfjörðum og síðan haldið norður úr. Í kjölfarið er fjallað um arfgerð laxanna. Í þeirri umfjöllun um erfðir laxanna er einnig skoðaður skyldleiki laxanna, bæði á einstaklingsgrunni en einnig á milli áa og samhliða skoðað hvernig sjókvíaeldislaxar og arfgerðir þeirra koma við sögu.

3. Niðurstöður og umræða

Á upphafsári verkefnis gekk mjög vel að afla gagna. Gagnaöflun í 5 ám 2023 skilaði gögnum um 94 laxa í 4 þeirra áa: Berufjarðará, Stöðvará, Fjarðará í Seyðisfirði og Fjarðará í Borgarfirði eystra. Aukinheldur voru í rannsókninni nýtt sýni sem tekin voru af 2 löxum sem veiddir voru haustið 2021 í rannsóknum Laxfiska í Fjarðará í Seyðisfirði (Jóhannes Sturlaugsson 2022). Alls byggja því niðurstöður þær sem hér er fjallað um á 96 löxum en greindar hafa verið arfgerðir 95 þeirra laxa. Í ljósi þess hve lítið er til af eldri gögnum af svipuðum toga frá Austfjörðum þá endurspeglar sýnafjöldinn 2023 hversu vel rannsóknin fer af stað. Þetta sést vel þegar lítið er til viðamikilla rannsókna Hafrannsóknastofnunar á erfðablöndun íslensks lax og þeirra sjókvíaeldislaxa af norskum uppruna sem notaður eru í kvíaeldi hér við land. Þá má sjá að umtalsverður sýnafjöldi liggur að baki frá flestum landsvæðum utan Austfjarðasvæðisins. Þannig byggðu niðurstöður erfðablöndunarrannsóknar Hafrannsóknastofnunar af því svæði Austfjarða sem hér er til umfjöllunar að frátaldri Breiðdalsá, á gagnasöfnun ársins 2017 þegar 28 sýni af löxum (seiðum) var aflað og gagnasöfnun ársins 2020 þegar 48 laxaseiði stóðu að baki gögnunum (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023). Það að byggja sýnatökuna á hrygningarlöxum til viðbótar laxaseiðum eins og gert er í þessari rannsókn eykur styrk gagnanna. Það hve lítið er til af gögnum um faliðaða laxastofna Austfjarðaánna undirstrikar þá staðreynd hve miklu máli það skiptir að afla gagna um þá lítt þekktu laxastofna – samhliða því að hrygningarþátttaka sjókvíaeldislaxa og erfðablöndun frá hrygningarþátttöku þeirra sé kortlögð í Austfjarðaánum, vegna þess mikla sjókvíaeldis sem stundað er á Austfjörðum.

3.1. Búlandsá

Rafveiðar á seiðum fóru fram í september 2023 á einni stöð (90 m²) í Búlandsá í Berufirði (3. mynd). Laxaseiði veiddust ekki en 3 bleikjuseiði (6,6-11,3 cm) veiddust sem jafngildir 3,3 seiðum/100m².



3. mynd. Myndin sýnir svæðið sem rafveitt var af í Búlandsá í Berufirði sunnanverðum og á loftmyndakortinu þá er rauður punktur sem einkennir rafveiðistöðina. Ljósmynd Jóhannes Sturlaugsson. Loftmyndakortið byggir á mynd frá Loftmyndum.

3.2. Berufjarðará

Rafveiðar á seiðum fóru fram í Berufjarðará í september 2023 á þremur stöðvum (4. og 5. mynd). Við rafveiðarnar var veitt samtals af 260 m² (90m²/stöð 1, 30m²/stöð 2 og 140m²/stöð3) og veiddust alls 29 laxaseiði (Tafla 1 og 6. mynd). Lax var ráðandi á þessum efstu svæðum fiskgenga hluta árinna enda þótt þéttleiki bleikju væri skammt undan með 8,8 bleikjuseiði/100m² á rafveiðisvæðinu í heild á mót 11,2 laxaseiði/100m² á sama svæði (Tafla 1). Eitt eins árs laxaseiði veiddist en hin laxaseiðin voru öll tveggja ára (þriggja sumra gömul). Tveir árgangar laxaseiða fundust því í ánni. Samhliða laxaseiðunum veiddust 23 bleikjuseiði sem voru á bilinu 4,7-18,8 cm að lengd.



4. mynd. Loftmyndakort sem sýnir fiskgengan hluta Berufjarðará. Inn á kortið hafa stöðvarnar 3 sem rafveitt var af verið merktar inn. Efsta stöðin (stöð 1) er í næst efsta fiskgenga hyl árinna.



5. mynd. Svæðið þar sem Berufjarðará breiðir úr sér fyrir miðri mynd er efsta rafveiðistöðin sem veitt var af 2023 (stöð 1) og um leið næst efsti fiskgengi hylur árinna. Mynd Jóhannes Sturlaugsson.

Tafla 1. Niðurstöður seiðarannsóknna í Berufjarðará 2023 á stöðvum 1-3 (töfluliðir a-d) sett fram fyrir þau 29 laxaseiði sem að veiddust í heild, samantekið (a) og fyrir hverja stöð (b-d) með vísun í númer rafveiðistöðvanna. Fyrir hvern aldurshóp er tilgreint hver sé fjöldi laxaseiða og lífþyngd laxaseiða á hverja 100 m², lengd, þyngd og holdafar seiðanna að meðaltali og staðalfrávik (Sf) meðaltalanna. Einnig er tilgreint í hverju tilviki hver sé heildarfjöldi og heildarlífþyngd laxaseiða á hverju 100m²

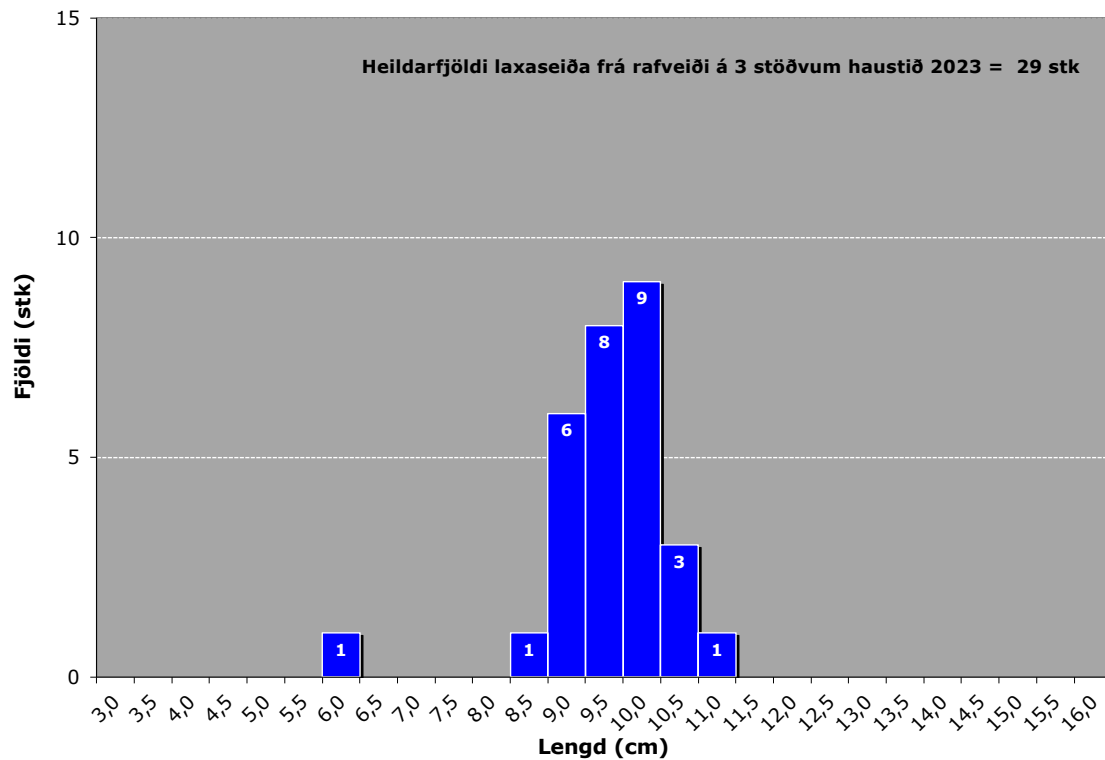
a. Allar stöðvar í Berufjarðará (1-3) - Laxaseiði									
Aldur	Fjöldi /100m ²	Heildar - fjöldi	Meðal- lengd	Sf	Meðal- þyngd	Sf	Holda- stuðull	Sf	Lífþyngd /100m ²
	(stk)	(stk)	(cm)		(g)		(K)		(g)
0 ⁺		0							
1 ⁺	0,4	1	6		2,1		0,97		0,8
2 ⁺	10,8	29	9,8	0,89	9,7	2,19	1,01	0,038	104,8
3 ⁺		0							
Heild	11,2								105,6

b. Stöð 1 (efsta stöðin) - Laxaseiði									
Aldur	Fjöldi /100m ²	Heildar - fjöldi	Meðal- lengd	Sf	Meðal- þyngd	Sf	Holda- stuðull	Sf	Lífþyngd /100m ²
	(stk)	(stk)	(cm)		(cm)		(K)		(g)
0 ⁺		0							
1 ⁺	1,1	1	6,0		2,1		0,97		2,3
2 ⁺	16,7	15	9,9	0,53	9,9	1,66	1,01	0,037	165,3
3 ⁺		0							
Heild	17,8								167,6

c. Stöð 2 - Laxaseiði									
Aldur	Fjöldi /100m ²	Heildar - fjöldi	Meðal- lengd	Sf	Meðal- þyngd	Sf	Holda- stuðull	Sf	Lífþyngd /100m ²
	(stk)	(stk)	(cm)		(cm)		(K)		(g)
0 ⁺		0							
1 ⁺		0							
2 ⁺	6,7	2	9,6	0,42	8,8	0,99	0,99	0,020	59,0
3 ⁺		0							
Heild	6,7								59,0

d. Stöð 3 (neðst stöðin) - Laxaseiði									
Aldur	Fjöldi /100m ²	Heildar - fjöldi	Meðal- lengd	Sf	Meðal- þyngd	Sf	Holda- stuðull	Sf	Lífþyngd /100m ²
	(stk)	(stk)	(cm)		(g)		(K)		(g)
0 ⁺		0							
1 ⁺		0							
2 ⁺	7,9	11	9,9	0,60	10,0	1,81	1,01	0,037	79,0
3 ⁺		0							
Heild	7,9								79,0

Fiskgengur hluti Berufjarðarár er um 3 km að lengd. Næturvöktun fór fram á fiskgenga hluta árinna í september. Niðurstaðan var að enginn hrygningarlax sást. Töluvert magn var hins vegar af sjóbleikju (7. mynd) í ánni, bæði hrygningarfiski og geldfiski, sem undirstrikar að sjóbleikjan er einkennisfiskur árinna. Einnig sást hnúðlax neðanvert í ánni (8. mynd) og þar er einnig flundru að finna. Þegar litið er til stærri geldbleikja (fiskar frá um 25 cm og lengri) og þaðan af stærri hrygnandi sjóbleikju, þá liggur ljóst fyrir að sjóbleikjan er ráðandi í fjölda á öllum svæðum Berufjarðarár en finnst þó í minnstum mæli allra efst og neðst í ánni. Heildarfjöldi sjóbleikja á þessu stærðarbili samkvæmt grófu mati næturvöktunar var í kringum 200 fiskar.



6.mynd. Lengdardreifing laxaseiða (0,5 cm lengdarbil) sem rafveidd voru 2023 í Berufjarðará á þeim 3 stöðvum sem veitt var á. Samhliða veiddust 23 bleikjuseiði sem voru á lengdarbilinu 4,7-18,8 cm.



7. mynd. Sjóbleikja í Berufjarðará. Mynd Jóhannes Sturlaugsson.

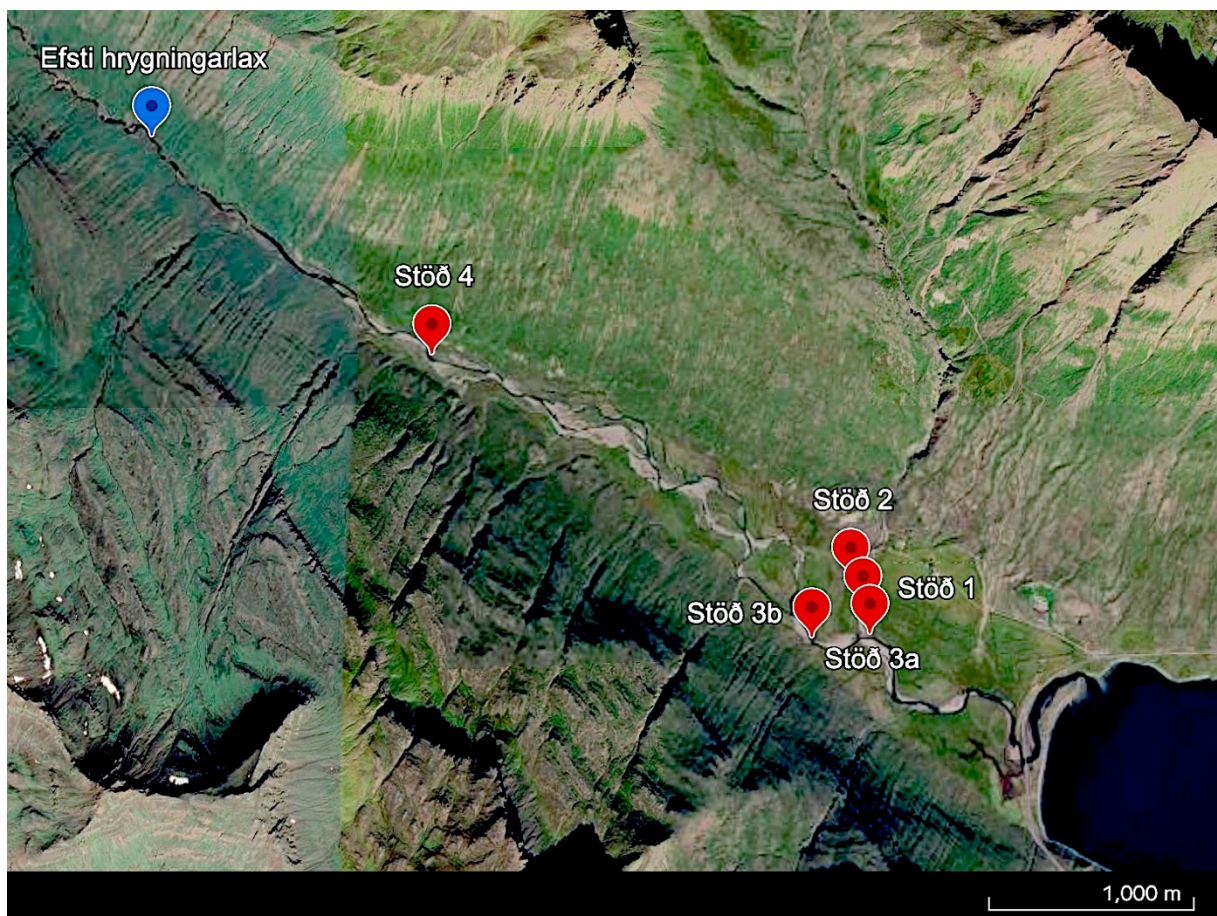


8. mynd. Hnúðlaxahrygna í Berufjarðará. Mynd Jóhannes Sturlaugsson.

3.3. Stöðvará

Rafveiðar á seiðum í vatnakerfi Stöðvarár í Stöðvarfirði fóru fram í september 2023 á fjórum stöðvum (9-10. mynd), meðal annars í hliðarspræunni Þverá (10.a mynd) þar sem vel fór um laxinn á köflum líkt og þéttleiki seiða á stöð 1 bar með sér (2. tafla; 12. mynd). Við rafveiðarnar var veitt samtals af 633 m² (29m²/stöð 1, 44m²/stöð 2, 510m²/stöð 3 og 50m²/stöð 4). Alls veiddust 55 laxaseiði og magn þeirra samanborið við bleikjuseiðin sýndi að lax er ráðandi fisktegund á athugunarsvæðunum sem rafveidd voru með seiðavistölu upp á 8,6 stk/100m² fyrir athugunarsvæði árkerfisins í heild. En þéttleiki bleikjuseiðanna var 3,5 bleikjuseiði/100m² á sama svæði og þau 22 bleikjuseiði voru á lengdabilinu 5,1-16,1 cm (Tafla 2 og 11 mynd). Hér ber þó að athuga að umrædd búsvæði sem rafveiðar fóru fram á hentuðu laxi afar vel með hliðsjón af hrygningu og botngerð – en stór svæði Stöðvarár, svo sem svæðið á milli rafveiðistöðva 3 og 4, eru væntanlega mun þunnskipaðri af laxi. Það styðja niðurstöður næturvöktunarinnar sem sýndu að þar var engan hrygningarlax að finna en hinsvegar flesta hrygningarfiska sjóbleikjunnar, sérstaklega neðan Stöðvarhyls. Á heildina litið er því ljóst að þó lax finnist um alla Stöðvará þá er sjóbleikjan einkennisfiskur árinna. Þegar litið er til stærri geldbleikja (fiskar frá um 25 cm og lengri) og þaðan af stærri hrygnandi sjóbleikju, þá er heildarfjöldi sjóbleikja á þessu stærðabili rétt ríflega 100 fiskar.

Laxaseiðin í Stöðvará samanstóðu af 3 árgöngum eins til þriggja ára seiða (tveggja til fjögurra sumra gamalla seiða), en forvitnilegt var að sjá að líkt og í Berufjarðará þá vantaði alfarið sumargömlu (0⁺) seiðin (Tafla 2 og 12 mynd). Af laxaseiðunum þá voru 7 þeirra kynþroska hængseiði sem voru 9,6-14,7 cm að lengd (1stk/stöð 1; 5 stk/stöð3 og 1 stk/stöð 4) og tveggja og þriggja ára gömul. Fróðlegt er að sjá þetta háa hlutfall kynþroska hængseiða, sem er 23,3% af heildarfjölda tveggja og þriggja ára seiðanna. Mikið vægi þess lífsferils kynþroska hængseiða í Stöðvará og tilsvarende hlutverk þeirra hænga í hrygningunni stuðlar að sjálfbærni hjá laxastofni árinna líkt og fáliðaður hrygningarstofninn 2023 vitnar um. Samhliða laxaseiðunum veiddust 22 bleikjuseiði sem voru á lengdabilinu 5,1-16,1 cm.



9. mynd. Loftmyndakort sem sýnir fiskgengan hluta Stöðvarár og innsta hluta Stöðvarfjarðar. Inn á kortið hafa stöðvarnar 4 sem rafveitt var af verið merktar inn, en þar af eru tvær í hliðaránni Þverá (stöðvar 1 og 2). Inn á myndina er merktur veiðistaður þar sem hrygningarlax var veiddur við næturvöktun skammt neðan við neðsta ófiskgenga fossinn í ánni.



a.



b.

10. mynd. Efri myndin (a.) er tekin neðanvert í hliðaránni Þverá sem rennur í Stöðvará. Á neðri myndinni (b.) er horft til hafs rétt við efstu rafveiðistöðina í Stöðvará (nr. 4). Innfellda myndin sýnir laxaseiði sem veidd voru í Stöðvará í september 2023. Myndir Jóhannes Sturlaugsson.

Í ljósi niðurstaðna seiðarannsóknanna þar sem laxaseiði fundust á öllum rafveiðistöðvunum, og með hliðsjón af öllum þeim kílómetrum árkerfisins sem eru fiskgengir, þá er árkerfi Stöðvarár að framleiða töluvert af laxi. Þéttleiki seiða er þó ekki mjög mikill að jafnaði, en í Þveránni (Stöð 1) og á efstu rafveiðistöðinni í Stöðvará (Stöð 4) sást reyndar að þéttleikinn gat verið umtalsverður á ákveðnum blettum innan árkerfisins (Tafla 2; 9. og 12. mynd).

Þegar litið er á stærðir laxaseiðanna með hliðsjón af aldri þá sést að þær endurspeglar góðan seiðavöxt (Tafla 2 og 11. mynd).

Tafla 2. Niðurstöður seiðarannsóknna í vatnakerfi Stöðvarár 2023 á stöðvum 1-4 (töfluliðir a-f) sett fram fyrir þau 55 laxaseiði sem að veiddust í heild, samantekið (a) og fyrir hverja stöð (b-c) með vísun í númer rafveiðistöðvanna. Fyrir hvern aldurshóp er tilgreint hver sé fjöldi laxaseiða og lífþyngd laxaseiða á hverja 100 m², lengd, þyngd og holdafar seiðanna að meðaltali og staðalfrávik (Sf) meðaltalanna. Einnig er tilgreint í hverju tilviki hver sé heildarfjöldi og heildarlífþyngd laxaseiða á hverja 100m². Innfellda myndin sýnir laxaseiði úr Stöðvará af mismunandi stærðum

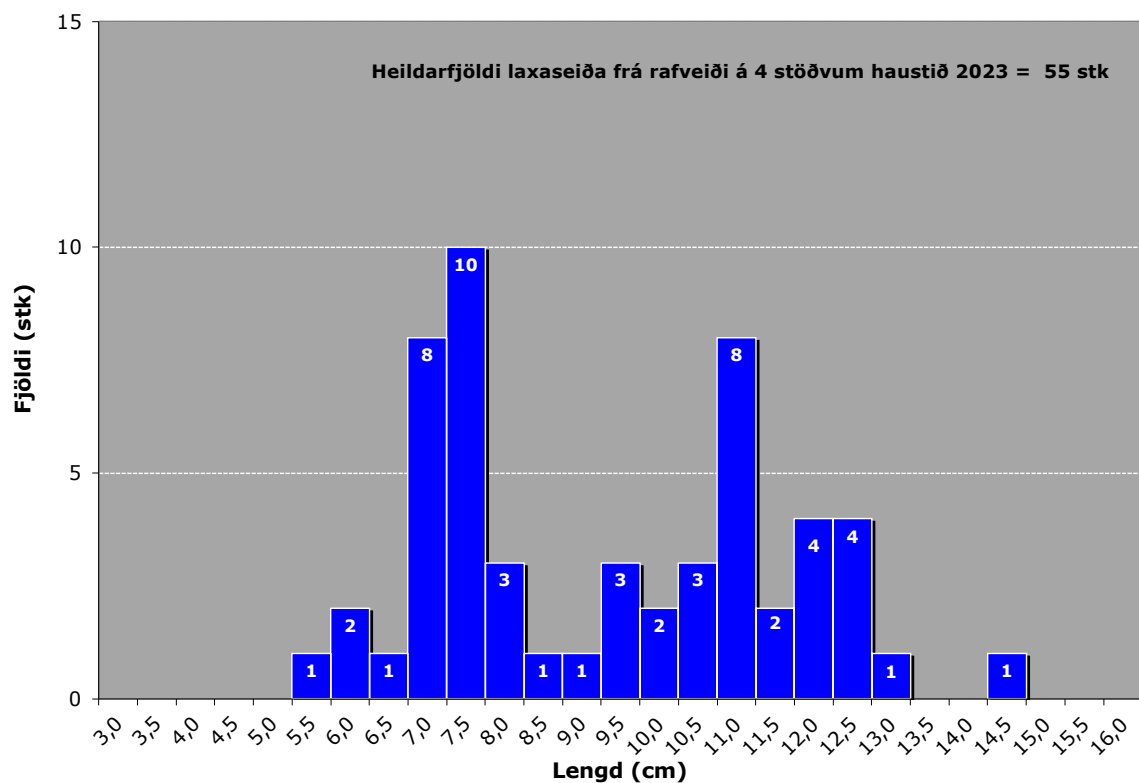
a. Allar stöðvar í vatnakerfi Stöðvarár (1-4) - Laxaseiði									
Aldur	Fjöldi /100m ²	Heildar - fjöldi	Meðal- lengd	Sf	Meðal- þyngd	Sf	Holda- stuðull	Sf	Lífþyngd /100m ²
	(stk)	(stk)	(cm)		(g)		(K)		(g)
0 ⁺		0							
1 ⁺	3,9	25	7,3	0,65	4,4	1,13	1,09	0,098	17,2
2 ⁺	3,3	21	10,7	0,86	13,0	2,93	1,06	0,078	42,9
3 ⁺	1,4	9	12,8	0,81	22,4	6,49	1,06	0,110	31,4
Heild	8,6								91,4

b. Stöð 4 (efri stöðin í Stöðvará, 5,1 km frá sjávarósi árinna) - Laxaseiði									
Aldur	Fjöldi /100m ²	Heildar - fjöldi	Meðal- lengd	Sf	Meðal- þyngd	Sf	Holda- stuðull	Sf	Lífþyngd /100m ²
	(stk)	(stk)	(cm)		(cm)		(K)		(g)
0 ⁺		0							
1 ⁺	4,0	2	7,8	0,07	5,0	0,14	1,07	0,001	20,0
2 ⁺	10,0	5	11,1	0,22	15,1	0,94	1,10	0,093	151,0
3 ⁺	2,0	1	12,5		22,5		1,15		45,0
Heild	16,0								216,0

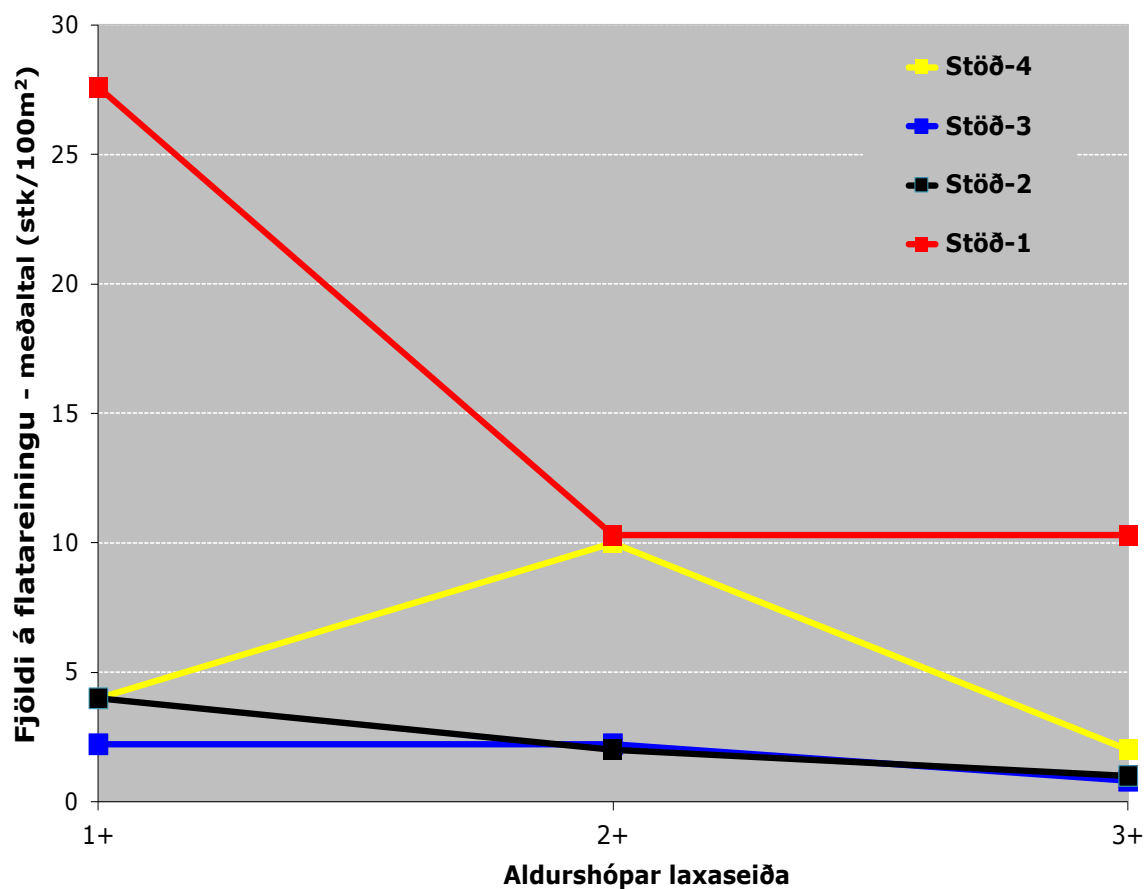
c. Stöð 3 (neðri stöðin í Stöðvará) - Laxaseiði									
Aldur	Fjöldi /100m ²	Heildar - fjöldi	Meðal- lengd	Sf	Meðal- þyngd	Sf	Holda- stuðull	Sf	Lífþyngd /100m ²
	(stk)	(stk)	(cm)		(cm)		(K)		(g)
0 ⁺		0							
1 ⁺	2,2	11	7,0	0,81	3,7	1,18	1,04	0,059	8,1
2 ⁺	2,2	11	10,3	0,91	11,7	2,82	1,03	0,071	25,7
3 ⁺	0,8	4	12,8	1,31	22,9	10,54	1,05	0,161	18,3
Heild	5,2								52,2

d. Stöð 2 (efri stöðin í Þverá - 0,30 km ofan óss í Stöðvará) - Laxaseiði									
Aldur	Fjöldi /100m ²	Heildar - fjöldi	Meðal- lengd	Sf	Meðal- þyngd	Sf	Holda- stuðull	Sf	Lífþyngd /100m ²
	(stk)	(stk)	(cm)		(g)		(K)		(g)
0 ⁺		0							
1 ⁺	9,1	4	7,5	0,24	4,5	0,45	1,07	0,047	41,0
2 ⁺	4,5	2	11,3	0,28	15,9	2,12	1,10	0,064	71,6
3 ⁺	2,3	1	13,0		22,2		1,01		51,1
Heild	15,9								163,6

e. Stöð 1 (neðri stöðin í hliðaránni Þverá - 0,15 km ofan óss í Stöðvará) - Laxaseiði									
Aldur	Fjöldi /100m ²	Heildar - fjöldi	Meðal- lengd	Sf	Meðal- þyngd	Sf	Holda- stuðull	Sf	Lífþyngd /100m ²
	(stk)	(stk)	(cm)		(g)		(K)		(g)
0 ⁺		0							
1 ⁺	27,6	8	7,6	0,38	5,1	0,89	1,16	0,133	140,8
2 ⁺	10,3	3	10,6	1,24	12,5	3,57	1,05	0,079	128,8
3 ⁺	10,3	3	12,8	0,06	21,9	1,07	1,06	0,078	225,6
Heild	48,2								495,1



11.mynd. Lengdardreifing allra laxaseiða (0,5 cm lengdarbil) sem rafveidd voru 2023 í vatnakerfi Stöðvarár á þeim 4 stöðvum sem rannsóknin byggði á (2 stöðvar í Stöðvará og 2 stöðvar í hliðaránni Þverá). Samhliða veiddust 22 bleikjuseiði sem voru á lengdarbilinu 5,1-16,1 cm.



12. mynd. Meðalfjöldi laxaseiða á hverjum 100m² af botnfleti árinna af þeim 3 aldurshópum sem komu við sögu seiðarannsóknna 2023 í Stöðvará (1+ = 1 árs gömul, o.s.frv.) tilgreindur fyrir stöðvar sem veitt var af. Meðalfjöldinn á stöðvum eitt til fjögur er sýndur með rauðum, svörtum, bláum og gulum lit.

Hrygningarlaxar sem staðfest er að hafi gengið til hrygningar í Stöðvará sumarið 2023 voru 6 að tölu en voru væntanlega fleiri í ljósi óvissu um skráningu á veiði. Af þeim 6 löxum sem vitað er um frá 2023 fengust upplýsingar og sýni af 3 löxum úr stangveiði og upplýsingar um 3 hrygningarlaxa frá næturvöktuninni þar sem sýni náðist af einum. Af þeim hrygningarlöxum sem komu fram í næturvöktuninni þá var einn neðanvert við ósa Þverár. Hinir tveir voru mjög ofarlega á fiskgenga hlutanum, en stórkarlalegur stórgrýtisbotn þar um slóðir með tilheyrandi glufum í botni þar sem hrygningarlax gat falist, gæti mögulega hafa gert það að verkum að fáeinir laxar hafi ekki uppdagast við vöktunina (14. mynd). Efsti laxinn sem sást í ánni (13. mynd) var einungis fáeinum hundruðum metra neðan við neðsta ófiskgenga foss árinna á stað (14. mynd) sem var 6,9 km frá sjávarósi mælt eftir farvegi árinna. Þann lax náðist að háfa til sýnatöku, en auk þess var hann merktur (13. mynd).



13. mynd. Hrygningarlax (69 cm hængur) í Stöðvará í kjölfar merkinga og sýnatöku. Sjá má glitta í blátt slöngumerki að baki bakugganum. Mynd Jóhannes Sturlaugsson.



14. mynd. Hylurinn á efsta hluta fiskgenga svæðisins í Stöðvará þar sem 69 cm hængur var veiddur. Mynd Jóhannes Sturlaugsson.

Af þeim 4 sýnum er fengust í Stöðvará af hrygningarlaxi (hreisturs- og erfðasýni) þá er 1 erfðasýni ógreint. Einn þeirra stangveiddu laxa veiddist snemma hausts og var verulega grunsamlegur útlitslega, því sár á sporðstirtlu og hlutfallslega lítil sporðblaðka bentu til þess að hann gæti verið runninn úr sjókvíaeldi (15. mynd). Greiningar rannsóknarinnar staðfestu þann grun um sjókvíaeldisuppruna líkt og komið er inn á hér að aftan. Í því skyni að fá úr því skorið úr hvaða sjókvíum laxinn var runninn þá var erfðasýnið síðar einnig greint með annarri aðferð þannig að Hafrannsóknastofnun gæti borið þau arfgerðargögn saman við gagnagrunn sinn yfir eldislaxa í sjókvíum hér við land. Sú upprunagreining skilaði þó engri niðurstöðu um það frá hvaða sjókvíum laxinn slapp, en staðfesti niðurstöðu fyrri greiningar um að þarna væri um sjókvíaeldislax að ræða (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024). Sú niðurstaða að ekki tókst að heimfæra upprunann til íslenskra sjókvía vísar til þess annað tveggja að sá eldislax hafi komið úr eldiskvíum hér við land þar sem arfgerðarupplýsingar hafi skort um fiskinn í kvíunum – eða að fiskurinn hafi komið úr sjókvíum sem finna má við strendur annarra landa í N-Atlantshafi, og sem dæmi má nefna hve stutt er í sjókvíaeldissvæðin við Færeyjar frá Austfjörðum.



15. mynd. Hrygningarlax (82 cm) sem veiddist á stöng haustið 2023 í Stöðvará. Mynd Jóhannes Sturlaugsson.

Geta má þess að hnúðlaxar og flundra fundust í neðanverðri Stöðvará (16. mynd). Hnúðlaxarnir í Stöðvará 2023 voru 4 að tölu (3 hængar og 1 hrygna).



16. mynd. Hnúðlaxahængar á neðsta svæði Stöðvarár. Myndir Jóhannes Sturlaugsson.

3.4. Fjarðará í Seyðisfirði

Á grunni næturvöktunar og veiðiskráninga þá sést að 12 laxar að hámarki hafa gengið til hrygningar 2023 í Fjarðará í Seyðisfirði, en mögulega voru þeir færri því sumum stangveiddu laxanna var sleppt eftir veiði og hafa því getað veiðst aftur. Hreisturs- og erfðasýni náðust af 5 löxum, þar af 3 stangveiddum löxum (49-83 cm) og tveimur smálöxum (báðir 53 cm að lengd) sem veiddir voru við næturvöktun í þriðju viku október (18. og 19. mynd). Annar laxanna sem veiddist í október var augljóslega nýgenginn og hafði því gengið í ána eftir að veiðitíma 2023 lauk (18. mynd). En á veiðitíma höfðu veiðst 8 smálaxar og 3 stórlaxar, samtals 11 laxar skv. veiðibók (Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson. 2024).



17. mynd. Fiskgengi hluti Fjarðarár í Seyðisfirði.

Niðurstaða næturvöktunarinnar var sú að einungis 2 laxar (1 par) sáust í ánni um miðbik fiskgenga hluta hennar (18. og 19. mynd). Fróðlegt var að sjá að hrygnan var nýgenginn líkt og silfrun og laflaust hreistur endurspeglaði (18. mynd). Samhliða mælingum og sýnatöku þá voru laxarnir merktir útvortis með slöngumerki þannig að ef þeir ganga í sjó og skila sér aftur til hrygningar sem afturbata hoplaxar, þá komi forsaga þeirra fram. Sjóbleikjur réðu lögum og lofum í Fjarðará en í næturvöktuninni að þessu sinni var þó ekki lagt mat á fjölda stærri sjóbleikja (stærri geldbleikjur og hrygningarfiska). Slíkt mat sem framkvæmt var við næturvöktun í september 2021 sýndi að þá voru um 200 slíkar sjóbleikjur í ánni að afloknum veiðitíma (Jóhannes Sturlaugsson 2022). Rafveiðar seiða í ánni voru ekki á dagskrá 2023 en hluti af vöktunarverkum þar 2024.



18. mynd. Laxahrygna (53 cm) í Fjarðará Seyðisfirði í þriðju viku október 2023. Mynd Jóhannes Sturlaugsson.



19. mynd. Laxahængur (53 cm) í Fjarðará í Seyðisfirði. Mynd Jóhannes Sturlaugsson.

Úrvinnsla á erfðasýnum sem tekin voru í rannsóknaveiðum Laxfiska í september 2021 af tveimur hrygningarlöxum, staðfesti þann grun sem útlit annars laxins vakti um að hann væri sjókvíaeldislax (myndir 20a og 20b) (Jóhannes Sturlaugsson 2022). Sá 64 cm langi sjókvíaeldislaxahængur var drepinn strax í kjölfar veiði, en þarna í upphafi hrygningartíma þá var hann paraður við 75 cm langa stórlaxahrygnu (sem sjá má á mynd 20c) ofan Fjarðarsels neðan við ófiskgengan foss í ánni.



a.



c.



b.

20. mynd. Mynd a sýnir sjókvíaeldislax (64 cm) sem veiddur var í næturveiðar í rannsóknum Laxfiska í Fjarðará í Seyðisfirði í sept. 2021 og ummerki um eldisuppruna á bakugga og neðanverðri sporðblöðku. Mynd b sýnir enn betur aflögun bakuggans. Mynd c. sýnir 75 cm villta hrygnu sem hængurinn var paraður við. Myndir Jóhannes Sturlaugsson

3.5. Fjarðará í Borgarfirði eystra

Fjarðará í Borgarfirði eystra er ein af lykilám verkefnisins. Árleg vöktun í Fjarðará í Borgarfirði eystra hófst 2024 (ári síðar en í hinum lykilánum þremur þar sem rannsóknir á vettvangi hófust 2023). Þrátt fyrir það hófst strax árið 2023 formleg sýnataka hreisturs- og erfðasýna úr afla stangveiðimanna í Fjarðará í Borgarfirði eystra, sem skilaði upplýsingum um einn lax (51 cm hængur) af þeim þremur sem skráð var að hefðu veiðst í ánni sumarið 2023.

3.6. Lífssaga laxanna

Hér eru teknar saman upplýsingar um laxa Austfjarðaáanna sem komu við sögu rannsókna 2023 út frá seiðum (Tafla 3) og hrygningarfiski (Tafla 4). Fróðlegt er að sjá að sumargömul seiði frá hrygningunni 2022 komu ekki fram í seiðaveiðum í þeim tveimur ám sem skoðaðar voru 2023, hvorki í Berufjarðará né Stöðvará (Tafla 3) og einungis örlaði á seiðum frá 2021 hrygningunni í Berufjarðará. Til samans þá vitnar þetta um að árleg hrygning laxins í þessum ám sé ekki trygg. Nætuvöktunin 2023 á hrygningarlaxi 2023 vitnaði um þetta því hrygningarlax var ýmist af skornum skammti (Stöðvará og Fjarðará í Seyðisfirði) eða ekki til staðar (Berufjarðará). En svo brothætt hrygning og nýliðun hvað fjölda laxa varðar sýnir hve vægi sjókvíaelislaxa getur verið mikið í slíkum árkerfum líkt og Berufjarðará er skýrasta dæmið um – jafnvel þó svo að fjöldi sjókvíalaxa sem hrygni í ánum sé ekki mikill. Þegar litið er til þess hve fáliðaður hrygningarlaxinn var í ánum þá kemur þetta ástand ekki á óvart. Enda þarf lítið að bregða út af í sjávarsكيلyrðum til að hrygningargöngur séu ekki tryggðar þegar örmsmáir stofnar eiga í hlut og veiðar í ánum á hrygningarlaxi geta um leið haft meira að segja um útkomu hrygningarinnar en hjá laxastofnum sem eru fjölíðaðri. Auk þess býður takmörkuð hrygning upp á að svæðabundnar aðstæður í ánum, svo sem vegna ísreks eða afráns, þurrki frekar út heilan árgang seiða en ella væri. Þegar bornar eru saman stærðir laxaseiðanna sem veiddust í Berufjarðará og Stöðvará, þá sést að laxaseiðin eru að jafnaði aðeins stærri og í betri holdum í Stöðvará en í Berufjarðará fyrir þá tvo árganga sem finnast í báðum ánum (Tafla 3). Hinsvegar er þéttleiki seiða á athugunarsvæðum ánnar ekki ósvipaður eða nálægt 10 laxaseiði á hverja 100 fermetra árbotnsins (Tafla 3), sem er nokkuð gott þegar litið er til þess að það er sjóbleikja en ekki lax sem er einkennisfiskur þessara áa. Lífþyngdin á hverja 100 m² sýnir á enn einn máta hversu frambærileg skilyrðin fyrir laxinn eru á frjósamasta svæðinu efst á fiskgenga hluta Berufjarðarár sem og í árkerfi Stöðvarár. Tölfræðin yfir laxaseiðin í Austfjarðaánum tveimur þar sem seiði voru skoðuð 2023 staðfesti hve vel þær ár geta fostað laxaseiði þegar þau gildi voru borin saman við gildi yfir sömu þætti laxaseiða úr þekktum laxveiðiám á borð við Selá í Vopnafirði sem er að finna um 60 km vestan nyrstu Austfjarðaárinnar, Fjarðará í Borgarfirði eystra (Hlynur Bárðarson o. fl. 2023).

Tafla 3. Niðurstöður seiðarannsóknar 2023 teknar saman fyrir Berufjarðará (a) og Stöðvará 2023 (b). Fyrir hvern aldurshóp er tilgreint hver sé fjöldi laxaseiða og lífþyngd laxaseiða á hverja 100 m², lengd, þyngd og holdafar seiðanna að meðaltali og staðalfrávik (Sf) meðaltalanna. Einnig er tilgreint í hverju tilviki hver sé heildarfjöldi og heildarlífþyngd laxaseiða á hverja 100m²

a. Berufjarðará (allar stöðvar) - Laxaseiði (fjöldi = 29)										
Aldur	Fjöldi /100m ²	Heildarfjöldi og kynþroski (X)		Kynþroski	Meðal-lengd	Sf	Meðal-þyngd	Sf	Holda-stuðull	Lífþyngd /100m ²
	(stk)	(stk)	(%)	(X)	(cm)		(g)		(K)	(g)
0 ⁺		0	0,0							
1 ⁺	0,4	1	3,4		6		2,1		0,97	0,8
2 ⁺	10,8	28	96,6		9,8	0,89	9,7	2,19	1,01	104,8
3 ⁺		0	0,0							
Heild	11,2									105,6

b. Stöðvará (allar stöðvar í Stöðvará og hliðaránni Þverá) - Laxaseiði (fjöldi = 55)										
Aldur	Fjöldi /100m ²	Heildarfjöldi		Kynþroski	Meðal-lengd	Sf	Meðal-þyngd	Sf	Holda-stuðull	Lífþyngd /100m ²
	(stk)	(stk)	(%)	(X)	(cm)		(g)		(K)	(g)
0 ⁺		0	0,0							
1 ⁺	3,9	25	45,5		7,3	0,65	4,4	1,13	1,09	17,2
2 ⁺	3,3	21	38,2	X	10,7	0,86	13,0	2,93	1,06	42,9
3 ⁺	1,4	9	16,4	X	12,8	0,81	22,4	6,49	1,06	31,4
Heild	8,6									91,4

Þegar hreistursýnin sem fengust af hrygningarlöxum úr Austfjarðarám 2023 voru skoðuð þá fengust fróðleg gögn um aldur og lífssögu villtu laxanna (Tafla 4). Í Töflu 4 má sjá að flestir laxanna luku ferskvatnsdvöl sinni í ánum á sínu þriðja sumri, það er að segja tveggja ára gamlir (67%), og nokkru færri fóru í gönguseiðabúninginn og sögðu skilið við árnar þriggja ára gamlir (33%). Þannig að meirihluti laxanna söðlar frá lífi smáseiðastigsins yfir á lífsstig gönguseiða og gengur á ætisslóðir í hafi tveggja ára en minnihlutinn nær þeim áfanga þriggja ára. Seiðaaldur laxanna vísar því á heildina litið til þess að uppeldisskilyrðin í þeim ám þar sem sýni af hrygningarlaxi náðust henti laxinum vel, því hérlandis eru tveggja ára gönguseiði ráðandi sem yngstu gönguseiðin í frjósömustu ánum svo sem í Elliðaánum (Jóhannes Sturlaugsson 2024). Gönguseiðaaldur hrygningarlaxanna er síst hærri en gönguseiðaaldur laxa í þekktum laxveiðiám norðan heiða (Hlynur Bárðarson o.fl. 2023) og sú staðreynd líkt og stærðir seiðanna og góður seiðapétteleiki á köflum (Töflur 1-4) vitnar um að vatnshiti ána og uppvaxtarskilyrði ákveðinna svæða þeirra henti laxinum. Þegar litið er til þess hver sjávaraldur laxanna var þegar þeir skiluðu sér í fyrsta sinn til hrygningar, þá sást að 78% þeirra voru smálaxar (1 vetur í sjó) og 22% voru stórlaxar (2 vetur í sjó). Reyndar voru hrygningarlaxarnir ekki einungis af þessum tveimur lífsstigum því hreistrið sýndi að einn laxanna sem hafði skilað sér sem smálax til hrygningar í fyrsta sinni hafði gert það árinu áður og síðan náð að skila sér á ný til hrygningar sem afturbata hoplax 2023 eftir sumarlanga sjógöngu 2023 (Tafla 4). Þar var um að ræða hænginn sem veiddist efst í Stöðvará (13. mynd). Villtir laxar sem gengu til hrygningar 2023 í Austfjarðará og skoðaðir voru í rannsókninni sýndu því að 67% þeirra voru á lífstigi smálaxa, 22% þeirra voru á lífsstigi stórlaxa og 11% á lífsstigi afturbata hoplaxa (Tafla 4).

Tafla 4. Yfirlit yfir lífssögu hrygningarlaxa í Austfjarðaám út frá hreisturlestri með hliðsjón af aldri þeirra er þeir gengu úr ánum (ferskvatni) í sjó og með hliðsjón af sjávaraldri (lífsstigum) þeirra. Gögnin eru frá árinu 2023 að undanskildum upplýsingum frá einum laxi sem veiddur var 2021 sem tilgreindur er sérstaklega.

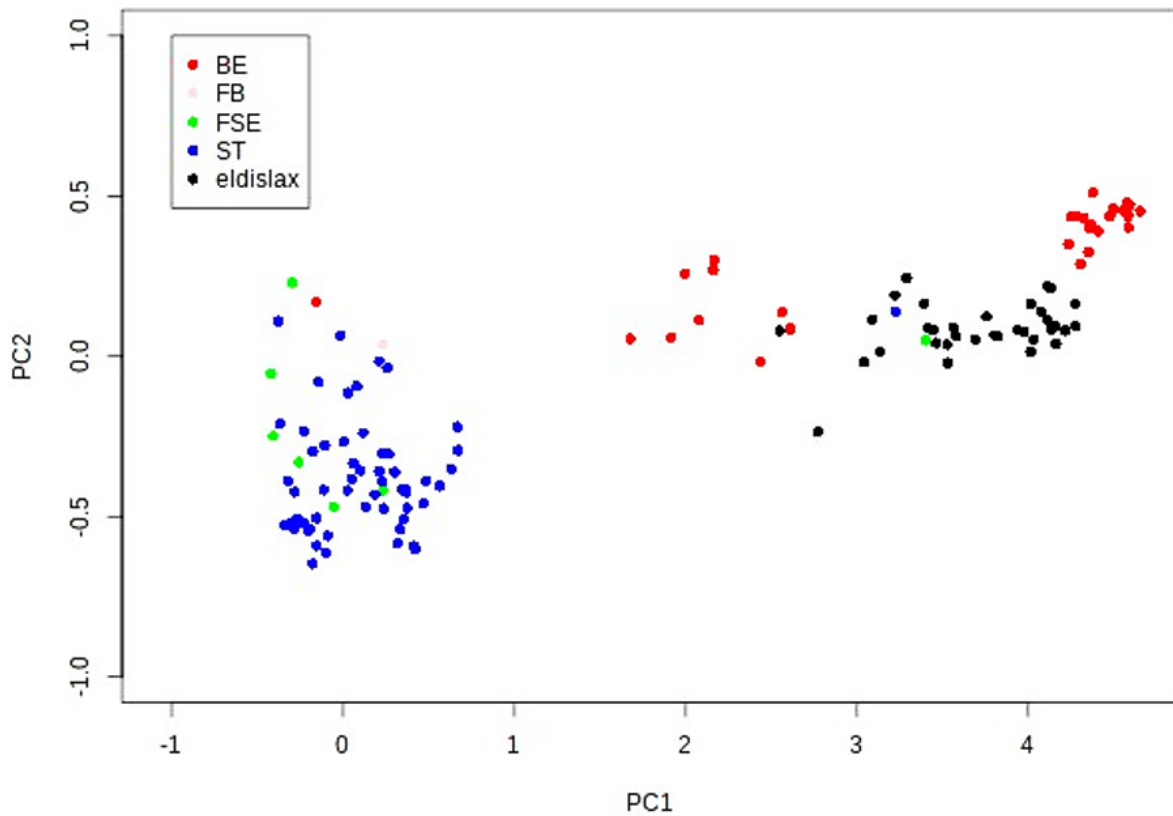
Á	Hrygningarlax (fjöldi)	Ferskvatnsaldur (dvöl í ferskvatni)			Sjávaraldur (dvöl í sjó)								
		Aldur hrygningarlaxa á gönguseiðastigi (fjöldi)			Smálax (1 ár í sjó) (fjöldi og lengd)			Stórlax (2 ár í sjó) (fjöldi og lengd)			Hoplax - afturbata 1-2 ár í sjó og 1-fleiri sumargöngur í sjó (fjöldi og lengd)		
		2 ⁺	3 ⁺	4 ⁺	Hængar	Hrygnur	L (x-x cm)	Hængar	Hrygnur	L (x-x cm)	Hængar	Hrygnur	L (x-x cm)
Berufjarðará	0												
Stöðvará	2	2				1	53				1		69
Fjarðará 2021 Seyðisfirði	1		1						1	75			
Fjarðará Seyðisfirði	5	4	1		3	1	49-55	1		83			
Fjarðará Borgarfirði eystra	1		1		1		51						

3.7 Arfgerð laxins, skyldleiki innbyrðis í ám, við sjókvíaeldislaxa og skyldleiki milli áa

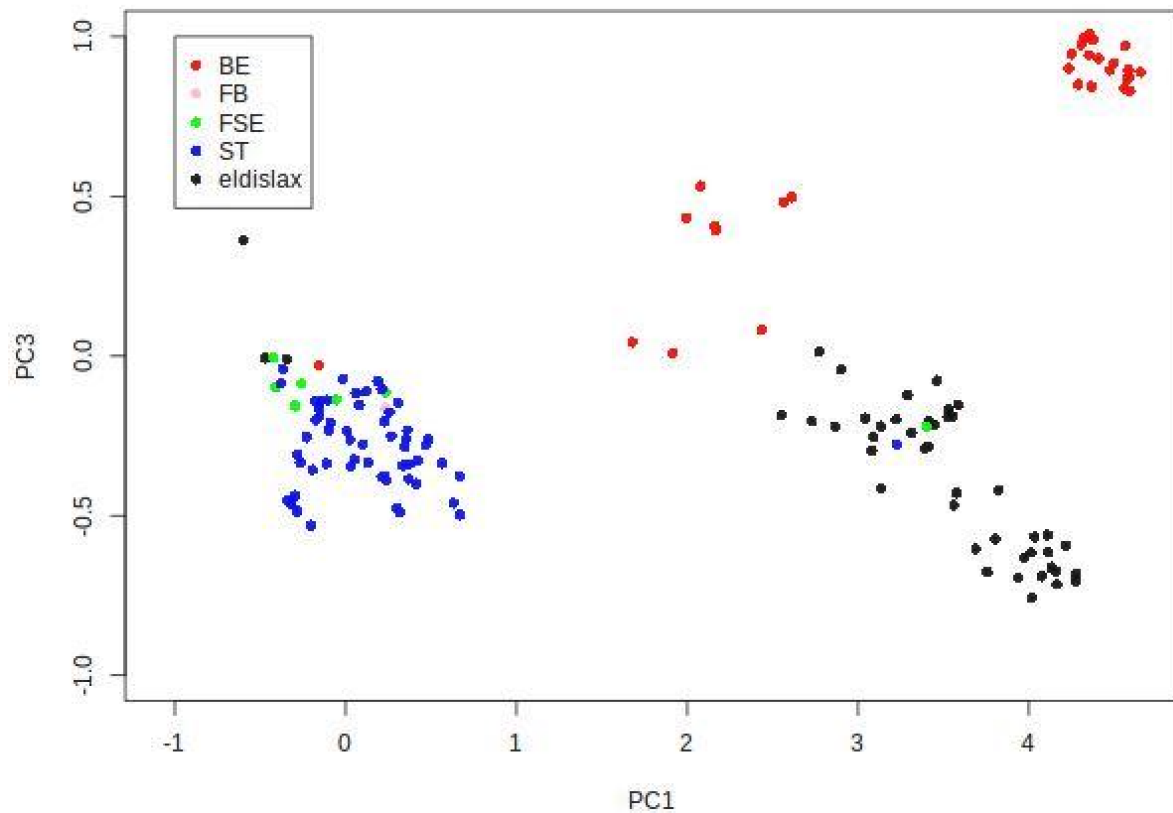
Vöktun áa á Austfjörðum á upphafsári rannsóknar þessarar (2023) skilaði mikilsverðum gögnum í hús um lax og göngusilung ána sem og um sjókvíaelaxa sem gengið hafa í þær ár. Sjókvíaeldislaxarnir sem þar um ræðir voru annars vegar þeir sem veiddust og hins vegar þeir sem upplýsingar fengust um í arfgerð laxa frá hrygningu sjókvíaeldislaxa í ánum á fyrri árum. Þeir tveir sjókvíaeldislaxar sem veiddust í Austfjarðaánum komu annars vegar úr Stöðvará (2023) og hins vegar úr Fjarðará í Seyðisfirði (2021). Þegar skoðaður er meðalskyldleiki þeirra sjókvíaeldislaxa gagnvart laxaseiðunum úr Berufjarðará er báru einkenni sjókvíaeldislaxa í arfgerð sinni þá kemur í ljós svipaður skyldleiki milli þeirra (skyldleikastuðull 0,254 og 0,267). En þegar meðalskyldleiki þeirra tveggja sjókvíaeldislaxa við sjókvíaeldislaxa af Vestfjörðum er skoðaður þá sést að hann er enn meiri (skyldleikastuðull 0,348 og 0,327) en við laxinn í Berufjarðará.

Vöktunarrannsókn þessi er af sama meiði og vöktunarrannsókn sem sömu aðilar hafa haldið úti í Ketildalaám í Arnarfirði á Vestfjörðum í 10 ár frá árinu 2015 (Jóhannes Sturlaugsson 2021; Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2023). Í báðum tilfellum er verið að bjarga í hús upplýsingum sem skortir tilf innanlega varðandi fiskistofna ána og erfðablöndun frá hrygningu sjókvíaeldislaxa, sem nýfast bæði einar sér og með tiltækum gögnum frá rannsóknnum Hafrannsóknastofnunar á sömu landsvæðum (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023). Upplýsingarnar sem aflað er gera kleift að fá þá skýru mynd af fiskistofnum ána sem nauðsynlegt er að sé til staðar. Eitt dæmi um mikilvæga nálgun við sýnatöku er að afla gagna endurtekið samfelld yfir lengri tímabil, sem var ein ástæða þess að ráðist var í þessa rannsókn árið 2023. Því með því móti var hægt að framlengja gagnaröð um seiðaárganga laxins í Austfjarðaánum. Þær upplýsingar gefa mynd af ástandi laxins í Austfjarðaánum frá því erfðasýnatökur voru síðast framkvæmdar af Hafrannsóknastofnun í nokkrum af Austfjarðaánum með rafveiðum á laxaseiðum 2017 og 2020. Þannig hefur samfella gagna af svæðinu verið tryggð og þannig nýfast betur þau mikilvægu gögn sem Hafrannsóknastofnun aflaði 2017 og 2020 – en laxarnir að baki þeim rannsóknnum tilheyrðu flestir hrygningarárgöngum 2014-2018 en meðaltal ársframleiðslu á sjókvíaeldislaxi á þeim árum var 6900 tonn (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023). Þannig var með rafveiðum á laxaseiðum 2023 bjargað í hús upplýsingum um ástandið innan árganga laxa í tveimur lykilám verkefnisins sem runnir voru frá hrygningu þar allt aftur til 2020 í Berufjarðará og aftur til 2019 í Stöðvará. Rafveiðar seiða 2024 í hinum tveimur lykilánum í Fjarðará í Seyðisfirði og í Fjarðará Borgarfirði eystra skila sambærilegum gögnum. Þeirri samfellu sem þessi sýnataka skapar varðandi tiltækar upplýsingar um arfgerð árganga laxins í lykilánum er síðan fram haldið með rafveiðum síðar á rannsóknartímanum til að afla upplýsinga um arfgerðarástand innan árganga frá hrygningu laxa 2023- 2026 svo hægt verði að fá skýra mynd af einkennum heimastofna og meta framvinduna hvað innblöndun sjókvíaeldislaxa varðar. Sýnataka af hrygningarlaxi í ánum þar með talið á hrygningartíma er annað dæmi um hvernig gagnaöflun verkefnisins gerir kleift að fá nægilega skýra mynd af ástandi laxasofna í Austfjarðaám hvað innblöndun sjókvíaeldislaxa varðar. Þriðja dæmið um hvernig sýnataka verkefnisins gerir kleift að fá raunhæfa mynd af því hvernig laxar koma við sögu áa á Austfjörðum og um leið af innblöndun sjókvíaeldislaxa þar, er fylgið í þeirri nálgun að skoða einnig ár sem ekki hafa verið skoðaðar í því tilliti fyrr, líkt og Búlandsá var dæmi um 2023, en árið 2024 er röðin komin að Dalsá í Fáskrúðsfirði. Þeirri nálgun rannsóknarinnar sem hér hefur verið lýst þar með talinn sá árafjöldi sem að baki sýnatökunni stendur (2023-2027) tryggir að settu marki verður náð varðandi öflun gagna um lax í Austfjarðaám á tímum þar sem tilvist laxastofna á þessu svæði er mikil hætta búin af sjókvíaeldi á Austfjörðum. Birting þeirra gagna tryggir um leið að hagsmunaaðilar, allt frá veiðiréttarhöfum til stjórnvalda, geti tekið mið af þeim upplýsingum við ákvarðanatökur sem dregið geta úr náttúruspjöllumum sem fylgja sjókvíaeldi á laxi. Þannig skapast betri forsendur til að tryggja tilvist laxastofna í ám á Austfjörðum með hliðsjón af erfðablöndun, laxalús og fisksjúkdómum sem sjókvíaeldinu fylgir. Á sama hátt nýfast gögn rannsóknarinnar til að stuðla að sjálfbærni göngusilungsstofna í þeim ám, í ljósi hættunnar sem þeim stendur af laxalús og fisksjúkdómum sem berst frá eldislaxi í sjókvíum.

Arfgerðargögnin sem fengust frá laxinum á þessu fyrsta ári gagnasöfnunarinnar (2023) hvíla á misjafnlega styrkum grunni hvað sýnafjöldann varðar (Tafla 5). Samanburður á milli laxanna sýnir að meðalskyldleiki á milli villtra laxa úr þeim ám er ekki mikill hvorki innan né á milli áa og mun minni en meðal eldislaxanna (6. tafla). Villtu einstaklingarnir hópast þó saman í meginhlutagreiningunni þar sem þeir laxar eru mun líkari hver öðrum en sjókvíaeldislöxunum. Tæp 97% laxaseiðanna í Berufjarðará voru af arfgerð sjókvíaeldislaxa en þar var um að ræða seiðaárgang frá hrygningunni 2020 sem bar uppi sýnatökuna á laxi í Berufjarðará. Þau laxaseiði frá hrygningunni 2020 sýna skýr einkenni sjókvíaeldislaxa á fyrsta PC-ásnum, en einungis eitt laxaseiði fannst í Berufjarðará sem ætla má að hafi verið af heimastofni árinna en það var runnið frá hrygningunni 2021 (21. mynd).



a.



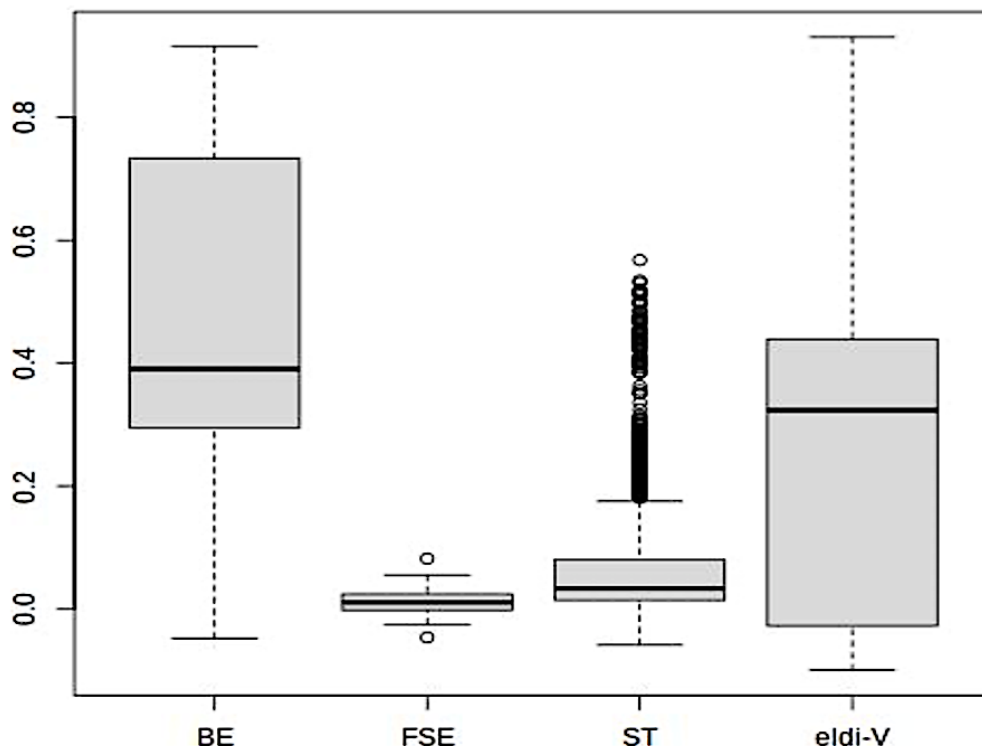
b.

21. mynd. Meginhlutagreining byggð á 20812 breytilegum sætum í erfðamengi laxa úr: Berufjarðará (BE), Fjarðará Borgarfirði eystra (FB), Fjarðará Seyðisfirði (FSE), Stöðvarfirði (ST) og til viðmiðunar er samskonar greining á eldislaxum úr sjókvíaeldi á Vestfjörðum sem veiddust í rannsóknaveiðum Laxfiska í ám. Á mynd **a.** má sjá hvernig laxar úr þessum hópum aðgreinast á ásum 1 og á 2 en á mynd **b.** er aðgreiningin sýnd fyrir ása 1 og 3.

Berufjarðarlaxarnir aðgreinast frá Vestfjarðaeldislöxunum á þriðja ársnum sem endurspeglar arfgerðarlegan mun á þeim sjókvíaeldislöxum sem hafa verið í eldi á Vestfjörðum næstliðin ár og þeirra sjókvíaeldislaxa sem umrædd laxaseiði í Berufjarðará eiga uppruna sinn að rekja til (21.b mynd), mögulega vegna æxlunar skyldra eldislaxa í ánni. Meðalskyldleiki laxahópsins í Berufjarðará sem einkennist af arfgerð sjókvíaeldislaxa við sjókvíalaxahópinn af Vestfjörðum er 0,244 eða tífalt meiri en mesti meðalskyldleiki sem fékkst á meðal laxastofnanna í Austfjarðaránum 2023 (Tafla 6.) Meðalskyldleiki innan villtu stofnanna er því töluvert minni en meðalskyldleikinn á milli laxanna í Berufjarðará sem voru af eldisuppruna og meðalskyldleikinn á milli sjókvíaeldislaxa úr ám á Vestfjörðum, en einkennandi fyrir þá hópa báða er mikill innbyrðis skyldleiki (Tafla 5; 22. mynd).

Tafla 5. Meðalskyldleiki laxa innan áa frá gagnasöfnuninni 2023 er tilgreindur. Annars vegar fyrir alla laxa í ánum að meðtöldum sjókvíaeldislöxum og löxum frá hrygningu í ánum er sýndu ráðandi arfgerð sjókvíaeldislaxa. Hins vegar er meðalskyldleiki reiknaður og sýndur fyrir þá laxa ána sem voru ekki af sjókvíeldisuppruna. Staðalfrávik eru sett fram fyrir meðaltöl beggja hópanna. Til samanburðar er einnig settur fram meðalskyldleiki eldislaxa úr sjókvíum frá rannsóknarveiðum Laxfiska á Vestfjörðum.

Á	Fjöldi laxa	Meðalskyldleiki einstaklinga - allir laxar	Staðalfrávik	Fjöldi laxa	Meðalskyldleiki einstaklinga - utan sjókvíaeldislaxar og laxar úr ánum með arfgerð þeirra	Staðalfrávik
Berufjarðará	29	0,4760	0,2560	1	-	-
Fjarðará Seyðisfirði	7	0,0190	0,0330	6	0,0250	0,1340
Fjarðará Borgarfirði eystra	1	-	-	1	-	-
Stöðvará	58	0,0770	0,1090	57	0,0040	0,0640
Sjókvíaeldislax Vestfjörðum	40	0,3490	0,2110	40	-	-



22. mynd. Boxrit af dreifingu skyldleikastuðuls milli laxa innan árkerfa. BE: Berufjarðará í Berufirði, FSE: Fjarðará Seyðisfirði, ST: Stöðvará í Stöðvarfirði. Til viðmiðunar er einnig sýnt boxrit fyrir dreifingu skyldleikastuðuls fyrir sjókvíaeldislaxa frá Vestfjörðum (eldi-V).

Fróðlegt er að bera arfgerð laxaseiðanna í Berufjarðará 2023 saman við ástand erfðablöndunar í ánni þau tvö ár sem upplýsingar frá fyrri tíð eru til frá Hafrannsóknastofnun á grunni erfðasýna sem tekin voru af laxaseiðum í Berufjarðaránni 2017 (12 laxaseiði) og 2020 (8 laxaseiði) (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023). Þar var þá að finna blendinga villtra laxa og sjókvíaeldislaxa, bæði árin fundust fyrstu kynslóðar blendingar sem voru ráðandi (F1: afkvæmi villtra laxa og sjókvíaeldislaxa) en blendingar af eldri kynslóðum komu komu einnig fyrir 2017 sem annarar kynslóðar blendingar (F2: afkvæmi tveggja F1-sjókvíaeldisblendinga). Bæði árið 2017 og árið 2020 var hlutfall sjókvíaeldisblendinganna fjórðungur laxanna (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023).

Arfgerð laxins í Stöðvará sýndi að engin augljós arfgerðareinkenni sjókvíaeldislaxa var að finna á meðal laxanna utan hjá einum laxi sem var ekki runninn úr ánni heldur eldislax sem sloppið hafði úr sjókvíaeldi og gengið í ána til hrygningar. Að þessu leyti voru burðug seiðagögn úr Stöðvará og takmörkuð gögn yfir hrygningarlaxa úr ánni samhljóma. Þegar litið er til fyrri tíma gagna Hafrannsóknastofnunar er fengust með söfnun erfðasýna af 11 laxaseiðum í Stöðvará 2017 og 29 laxaseiðum 2020, þá sést að laxinn í Stöðvará á þeim árum skar sig úr þegar hann var borinn saman við lax í Berufjarðará að því leyti að þar var ekki að finna fyrstu kynslóðar sjókvíaeldislaxablendinga (F1) heldur einvörðungu blendinga frá eldri kynslóðum (10% seiðanna) sem í þeim tilfellum voru sjókvíaeldislaxablendingar frá hrygningu sjókvíaeldisblendinga og villtra laxa (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023).

Þegar meðalskyldleiki laxa er skoðaður fyrir laxinn sem fékkst úr Austfjarðaránni sést að meðalskyldleiki laxa á einstaklingsgrunni í þessum ám var breytilegur (Tafla 5 og 22. mynd). Mestur skyldleiki innbyrðis var í Berufjarðará þar sem skyldleikinn er að meðaltali á pari við systkini sem eiga óskyld foreldri en stór hluti hópsins er enn skyldari. Nokkuð sem vísar til þess hve fáir og skyldir fiskar stóðu að baki hrygningu laxaseiðanna sem um leið var til komið vegna þess að rafveiðstöðvarnar voru allar á sömu slóð efst í ánni. Skyldleiki staðfesta sjókvíaelaxa sem veiddust í ám á Vestfjörðum sem sýndur er hér til samanburðar er einnig mikill og hefur mikla dreifingu. Skyldleiki laxins innbyrðis í Stöðvará og Fjarðará í Seyðisfirði er lítill (Tafla 5. og 22. mynd).

Í ljósi stöðunnar í Berufjarðará 2023 þá verður fróðlegt að skoða arfgerð laxa sem veiðast í Berufjarðará á síðari árum gagnasöfnunarinnar (2024-2027). Tiltæk gögn frá 2023 benda til þess að laxastofn Berufjarðará einkennist þá þegar af arfgerð norskra sjókvíaeldislaxa, því sýnataka þá sýndi að 97% laxaseiðanna í ánni voru af þeim norska uppruna. Ef það sýnir sig að það er reyndin þá er þar kominn fram á sjónarsviðið fyrsti villti laxastofn landsins sem hefur norska arfgerð. Einungis 3 árum fyrr sýndu rannsóknir Hafrannsóknastofnunar að fjórðungur laxaseiðanna þar voru sjókvíaeldislaxablendingar, en í þeirri rannsókn var hæsta hlutfall sjókvíaeldislaxablendinga á landinu öllu að finna í Breiðdalsá á Austfjörðum eða heil 32% laxaseiðanna sem skoðuð voru þar 2017 og 2020 (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023).

Svipaður meðalskyldleiki greinist milli fiska þegar borin eru saman arfgerðargögn laxa úr þeim Austfjarðaránni sem rannsóknin 2023 tók til. Sá meðalskyldleiki eykst lítillega þegar löxum með eldisuppruna er sleppt (Tafla 6).

Tafla 6. Meðalskyldleiki milli laxa í ánum sem athugaðar voru á grunni allra fiskanna annars vegar og hins vegar einungis á grunni laxa sem voru ekki af eldisuppruna.

Ár	Meðalskyldleiki á milli áa - allir laxar	Staðal- frávik	Meðalskyldleiki á milli áa - undanskildir úr hópum eru sjókvíaeldislaxar og laxar úr ánum með arfgerð þeirra	Staðal- frávik
Berufjarðará vs Fjarðará Seyðisfirði	0,0140	0,1100	0,0230	0,0280
Berufjarðará vs Fjarðará Borgarfirði eystra	0,0090	0,0180	0,0330	-
Berufjarðará vs Stöðvará	-0,0090	0,0480	0,0140	0,0220
Fjarðará Seyðisfirði vs Fjarðará Borgarfirði eystra	0,0250	0,0160	0,0250	0,0170
Fjarðará Seyðisfirði vs Stöðvará	0,0230	0,0370	0,0270	0,0030
Fjarðará Borgarfirði eystra vs Stöðvará	0,0180	0,0190	0,0170	0,0170

Þar sem sjókvíaeldi í opnum sjókvíum er stundað fylgir með í kaupunum erfðablöndun villtra laxa og annar skaði á lífríkinu (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2024). Það sýndu m.a. rannsóknir Hafrannsóknastofnunar á erfðablöndun í ám á Austfjörðum árin 2017 og 2020 (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023). Því kom ekki á óvart að sjókvíaeldislaxar fundust í þessari rannsókn í ánum og að arfgerðir laxanna sýndu að hluti þeirra væri runninn frá hrygningu sjókvíaeldislaxa.

Sjókvíaeldi hérlandis á laxi var nokkurt í byrjun aldarinnar og var þá starfrækt á Austfjörðum. Ársframleiðslan komst þá upp í fáein þúsund tonn en lagðist síðan af 2007 þegar slátrað var upp úr sjókvíum sem staðsettar voru í Mjóafirði og Berufirði (Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2007). Yfirstandandi þriðja bylgja laxeldis í sjókvíum hér við land hefst síðan að segja má 2009 líkt og áherslur eldisaðila endurspegluðu og eftir hæga uppbyggingu í byrjun kom að því að árleg framleiðsla á sjókvíaeldislaxi jókst verulega árin 2012 -2015 (um tvö-þrjú þúsund tonn/ár) og tók síðan stökk 2016 þegar framleiðslan fór yfir 7 þúsund tonn (Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2009; Matvælastofnun - mælaborð fiskeldis). Sú þriðja bylgja sjókvíaeldis á laxi hefst á Vestfjörðum – en ekki leið langur tími þar til sjókvíaeldi á laxi byrjaði einnig á Austfjörðum þar sem slík starfsemi hafði legið niðri frá því að önnur bylgja sjókvíaeldis leið þar undir lok 2007. Á þeim skamma tíma sem liðið hefur frá því að þriðja bylgja sjókvíaeldisins hófst hér við land 2009 þá hefur ársframleiðslan á sjókvíaeldislaxi sem slátrað hefur verið farið upp í tæp 45 þúsund tonn af óslægðum fiski og umfangið verið mest á Vestfjörðum. Framleiðsla á laxi í sjókvíum á Austfjörðum sem legið hafði niðri um skeið ef frá er talið smáræði árið 2014 eykst þó hröðum skrefum eftir að slátrun hefst þar 2018 og framleiðslan var komin í tæp 18 þúsund tonn á Austfjörðum 2021 (Matvælastofnun - mælaborð fiskeldis). Fisksjúkdómurinn blóðþorri greindist hjá laxi í kvíum á Austfjörðum 2021 (Reyðarfirði) og 2022 (Berufirði) sem leiddi til þess að slátra þurfti öllum eldisfiski með tilheyrandi tímabundinni stöðvun í framleiðslu en komist var fyrir sjúkdóminn í sjókvíaeldinu þar og 2023 hófst slátrun á ný í Berufirði (Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2022 og 2023).

Sjókvíaeldislaxar valda villtum laxi skaða bæði í ferskvatni og í sjó og snertifletir þess hvernig sá skaði hefst eru að finna á báðum þessum búsvæðum laxins. Í ám þar sem villta laxa er að finna þá er það annars vegar hrygning sjókvíaeldislaxa og sjókvíaeldislaxablendinga sem veldur skaða á heimastofnum villta laxins í þeim ám með erfðablöndun. Í ánum þá veldur hrygning sjókvíaeldislaxa og sjókvíaeldisblendinga líka skaða fyrir tilstilli laxaseiðanna sem frá þeirri hrygningu eru runnin vegna þess að þau seiði keppa um búsvæði (fylgsni og æti) í ánum hvort heldur þau eru blendingar eða eiginleg eldisseiði frá hrygningu sjókvíaeldislaxa innbyrðis líkt og dæmi eru um (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2023). Erfðablöndun og skert uppeldisskilyrði laxaseiða fyrir tilstilli samkeppni frá laxaseiðum með arfgerð sjókvíaeldislaxa eru því hvoru tveggja birtingarmynd skaðsemi sjókvíaeldislaxa þar sem árnar eru vettvangur þess að skaðinn skeður. Í sjó á strandsvæðum þar sem sjókvíaeldi er stundað á laxi þá skerðist sjálfbærni villtra laxastofna áa á því landsvæði vegna þess mikla viðbótarálags sem villti laxinn verður fyrir frá hendi sníkjudýrsins laxalúsar sem margfaldast upp í magni á eldislaxi sjókvía og alþekkt er að laxalúsafár ríki siendurtekið á nærsvæðum sjókvíaeldis. Þannig veldur það viðbótarálag af laxalús því að gönguseiði laxins sem þurfa ganga um strandsvæði á leið sinni á ætisslóðir í hafi eiga af þeim sökum mörg hver ekki afturkvæmt og vöxtur annarra skerðist með tilheyrandi neikvæðum áhrifum á hrygningarárangur þeirra. Afföll á laxi í sjó vegna sjókvíaeldis skýrast líka að miklu leyti af erfðablöndun frá sjókvíaeldislöxum, sem dregur úr hæfni villtu laxanna til að lifa af sjávargönguna; hæfni sem áunnist hefur með árþúsunda aðlögun, meðal annars hvað varðar útgöngutíma gönguseiða, aðlögun að ætisslóðum í hafi og varðandi rötunarhæfni þeirra. Sú aðlögun villtu laxanna felst einnig í hæfileika þeirra til göngu upp árnar þ.m.t. hæfni til að stökkva upp fossa og að endingu hæfileikanum til að hrygna með góðum árangri í ánum. Fisksjúkdómar runnir frá sjókvíaeldi á laxi sem skila sér í villta laxa og göngusilung eru enn ein birtingarmynd þess hvernig sjókvíaeldi á laxi vegur að sjálfbærni slíkra fiskistofna. Enda þótt slíkur skaði hjá laxastofnum sé almennt ekki að gera vart við sig með jafn reglubundnum hætti og sá skaði sem erfðablöndun og laxalús veldur hjá villtum laxi..

Þegar litið er til niðurstaðna rannsóknarinnar 2023 þá kemur ekki á óvart að sjókvíaeldislax skyldi finnast meðal hrygningarlaxa í ám á Austfjörðum. Slíkt var þó ekki fyrir séð vegna þess hve stutt var um liðið frá því að öllum laxi var slátrað upp úr kvíum í Reyðarfirði og Berufirði 2021 og 2022 vegna fisksjúkdómsins blóðþorra sem herjað hafði á sjókvíaeldislaxa þar. Sjókvíaeldislaxinn sem veiddist 2023 í Stöðvará var einn þeirra 9 hrygningarlaxa úr Austfjarðaám sem sýni voru greind frá árinu 2023. Þannig að sjókvíaeldislaxar stóðu að baki 11% hrygningarlaxa í umræddum Austfjarðaám þar sem deili á arfgerðarupprunum var þekkt. Staðfestur sjókvíaeldisuppruni á hrygningarlaxi sem veiddist í rannsóknaveiðum Laxfiska í Fjarðará 2021 sem greindur var samhliða sýnunum sem tekin voru 2023 vitnar einnig um göngur sjókvíaeldislaxa í Austfjarðaárnar, svo sem vænta mátti í ljósi sjókvíaeldis á því strandsvæði.

Enda þótt búist hafi verið við að sjá erfðablöndun meðal laxaseiða í ánum þá komu niðurstöður seiðarannsóknanna í Berufjarðará 2023 á óvart. Því satt að segja var ekki búist við því að sjá að arfgerð sjókvíaeldislaxa skyldi vera nær alsráðandi hjá laxaseiðum Berufjarðarár. Niðurstöðurnar 2023 sýna að á þeim 3 árum sem liðu frá því að erfðablöndun var skoðuð þar 2020 þá hefur hlutur laxa af sjókvíaeldisuppruna aukist til muna – því 2023 þá voru öll seiðin utan eitt af sjókvíaeldisuppruna frá hrygningunni 2020 (2⁺ seiði) en staka laxaseiðið sem ætla verður að hafi verið af heimastofni villta laxins var frá hrygningunni 2021. Sú staðreynd að ekkert sumargamalt (0+) laxaseiði kom fram í rafveiðunum í Berufjarðará 2023 vísar til þess seiðaframleiðsla árinna sé óstöðug og endurspeglar líklega um leið þá staðreynd að kynþroska eldislaxar úr kvíum voru heldur ekki á ferðinni þegar hrygningin 2022 stóð yfir vegna þess að slátrað var upp úr kvíum á Austfjörðum vegna sjúkdómsins blóðþorra frá því í árslok 2021 og fram eftir ári 2022. Erfðablöndun sú í Berufjarðará er afleiðing uppsafnaðra áhrifa þar sem við sögu koma sjókvíaeldislaxar sem sloppið hafa úr kvíum og einnig sjógengnir hrygningarlaxar úr Berufjarðará sem runnir eru frá hrygningu sjókvíaeldislaxa, líkt og F1 og F2 sjókvíaeldisblendingar í ánni vitnuðu um 2017 og 2020. Sú erfðablöndun var að hluta til runnin frá sjókvíaeldislaxi frá sjókvíaeldinu sem var stundað á Austfjörðum í byrjun aldarinnar, þ.e.a.s. áður 3. bylgja sjókvíaeldis á laxi hóf þar innreið sína þegar kom fram á 2. áratug þessarar aldar (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023). Í þriðja lagi er líklegt að snemm kynþroska hængseiði af sjókvíaeldisuppruna hafi þessu til viðbótar skilað arfgerð sjókvíaeldislaxa áfram á milli kynslóða með hrygningarþátttöku sinni þó svo að við hefðum ekki veitt slík seiði í Berufjarðará 2023. Þannig veiddist í Berufjarðará í rannsókn Hafrannsóknastofnunar (sýnatökuárin 2017 og 2020) eitt F1 blending hængseiði sem var kynþroska sem vitnar um slíka sjókvíaeldisblendinga á meðal hængseiða í ánni. Nýleg rannsókn sýndi að F1 blendingar villtra laxa og eldislaxa sem verða kynþroska sem

hængseiði leggja sitt af mörkum þegar kemur að innblöndun villtra laxastofna með arfgerð sjókvíaelislaxa (Holborn o.fl. 2022). Slíkir kynproska seiðahængar skila þannig með hrygningarþátttöku sinni erfðaefti sjókvíaelislaxanna 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 þeim vegnar yfir sjávargönguna, bæði á ætisgöngu sinni og síðan á hrygningargöngunni á leið þeirra í árnar til hrygningar.

Vöktun á hrygningarlaxi gaf strax á upphafsári rannsóknarinnar mikilvægar upplýsingar um umfang hrygningar laxins sem stendur að baki seiðabúskap á ný hvað laxinn varðar. Vöktunin í Berufjarðará og Stöðvará 2023 sem byggði hvoru tveggja á seiðaveiðum og næturvöktun, sýndi að væntanleg megin orsök þess að heila seiðaárganga vantaði í árnar og orsökina fyrir því að aðrir seiðaárgangar voru sérlega fálíðaðir, er einfaldlega sú að hrygningarlax er ýmist ekki til staðar sum árin líkt og tilfellið var í Berufjarðará eða af skörum skammti líkt og reyndin var í Stöðvará. Á grunni þeirra gagna með tilliti til hrygningarþátttöku og samfellu seiðaárganga þá sést hvað þeir laxastofnar eru veikburða hvað sjálfbærni varðar – svo mjög að skilgreiningin örstofn ætti kannski betur við til að aðgreina þá frá hefðbundnum smáum laxastofnum. Þegar árleg hrygning laxa af heimastofni er svo brotarkennd þá endurspeglar það hve vægi sjókvíaelislaxa sem ganga í slíkar ár til hrygningar getur verið mikið líkt og arfgerð laxaseiðanna í Berufjarðará vitnar með skýrum hætti um.

Þegar ástand fiskistofna í Austfjarðará er skoðað með hliðsjón af hættunni sem sjókvíaelði á Austfjörðum fylgir, þá þarf að hafa þarf í huga að vegna loftslagsbreytinga þá eru búsvæði laxfiska hérlandis sem erlendis að breytast örrar en reyndin hefur verið um langa hríð. Sjóbleikjur sem hérlandis eru á suðurmörkum útbreiðslu sinnar í Atlantshafi eru dæmi um ferskvatnsfisktegund sem á nú þegar undir högg að sækja hérlandis vegna þeirra breytinga öðru fremur. En á sama tíma er líklegt að búsvæði lax í ám á landsvæðum líkt og Austfjörðum (sem að jafnaði hafa síður hentað laxi en sjóbleikju vegna hitafars og annarra umhverfispáttá) séu af sömu orsökum að breytast laxinum í hag. Líklegt er að þær breytingar í ánum haldi áfram og ágerist jafnvel enn frekar. Þessar umhverfisbreytingar þarf að hafa í huga þegar samspil sjókvíaeldis við fiskistofna í ám á Austfjörðum er skoðað og þau viðbrögð sem mögulegt er að viðhafa til að sporna við þeim náttúruspjöllum sem sjókvíaelði hefur í för með sér gagnvart laxi, sjóbleikju og sjóbirtingi í ám hérlandis. Þegar litið er til áa á Austfjörðum þá geta þær aðstæður skapast að laxalúsasmit úr sjókvíaelði og sjúkdómar gætu riðið baggamuninn í því hvort sjóbleikja heldur velli í Austfjarðaám og um leið ráðið því hvort þeir laxastofnar sem árnar föstra verða af villtum uppruna eða af norskum uppruna. Erfðablöndun laxins í Berufjarðará 2023 sýnir að arfgerð norskra sjókvíaelislaxa getur orðið ráðandi í Austfjarðaám á tiltölulega skömmum tíma ef ekki er brugðist við.

4. Lokaorð

Rannsóknin opnaði mikilvæga sýn á núverandi stöðu laxins í Austfjarðaánum þar sem við sögu komu sjókvíaelislaxar á hrygningarlóð og afgerandi erfðablöndun laxaseiða. En gagnlegar upplýsingar fengust einnig um sjóbleikjustofna á ný. Ófögur sviðsmynd teiknast upp á grunni fyrirliggjandi niðurstaðna í ljósi sjókvíaeldis á Austfjörðum með vísun í smæð villtra laxastofna sem nú þegar eru margir á mörkum þess að geta kallast sjálfbærir. Smæð sjóbleikjustofna þeirra á vitnar sömuleiðis um að þeir stofnar megi heldur ekki við því að það fækki mikið aukalega í þeirra röðum vegna sjúkdóma og snikjudýra sem fylgja sjókvíaelði. Þetta dökka útlit varðandi framtíð fiskistofna í ám á Austfjörðum er grundvallað á þeirri þeirri staðreynd að fiskistofnar Austfjarðaáa þurfa til næstu framtíðar að heyja sína lífsbaráttu umvafðir þeim miklu hættum sem sjókvíaelði á laxi fylgir vegna starfsleyfa sem heimila nú þegar að umfangsmikið sjókvíaelði verði stundað á Austfjörðum næstu 10-20 árin. Í ljósi fyrstu niðurstaðna rannsóknarinnar er ekki annað að sjá en að á þeim tíma muni að óbreyttu norskir stofnar sjókvíaelislaxa byrja að taka yfir í ánum hvað laxinn varðar í hluta Austfjarðarána. Auk þess sem hættan er sú ef aðstæður þróast á verri veginn varðandi laxalús og sjúkdóma sem fylgja sjókvíaelðinu, þá muni þeir þættir duga til þess að veita sjóbleikjustofnum í einhverjum Austfjarðarána náðarhöggið til lengri tíma litið. Stóra samviskusurning sem stendur upp á stjórnvöld að svara varðar það hvort laxastofnar af norskri arfgerð sjókvíalaxa í íslenskum ám séu ásættanlegir óháð því hvort árnar hafa fram til þessa föstrað smáa laxastofna eða enga ef því er að skipta. Ef tryggja á verndun íslenskrar náttúru þá er augljóst að rétta svarið við þeirri spurningu af hálfu stjórnsvalda væru aðgerðir sem tryggja myndu verndun fiskistofnanna sem verða fyrir barðinu á sjókvíaelði á því árabili sem sjókvíaelði hefur verið leyft sem auk þess myndu hindra að í laxlausum ám byggist upp

laxastofnar með arfgerð norskra sjókvíaeldislaxa. Gagnasöfnun frá laxi og göngusilungi í Austfjarðaám er nauðsynleg svo nægilega góðar upplýsingar liggi fyrir um fiskistofnana sem þar eiga í hlut og um þá vá sem vegur að þeim stofnum vegna sjókvíaeldis á norskum laxi á Austfjörðum. Þekkingin sem rannsókn þessi skilar styður við varnarbaráttu í þágu lífríkis Austfjarðaráa, með það að leiðarljósi að tryggja sjálfbærni fáliðaðra laxastofna í þeim ám sem og tilvist sjóbleikjustofna ána.

5. Þakkarorð

Landsambandi Veiðifélaga og Fiskræktarsjóði er þakkaður þeirra stuðningur, en framlög þeirra aðila voru forsenda þess að hægt var að framkvæma rannsóknina 2023. Skýrsluhöfundar þakka heimamönnum fyrir samstarfið við undirbúning rannsókna og við söfnun sýna af stangveiddum laxi og tilheyrandi gagna. Þar fóru fremstir Jóhann Jóhannsson formaður Stangaveiðfélags Seyðisfjarðar, Guðmundur Magni Bjarnason umsjónaraðili Fjarðarár í Borgarfirði eystra, Ívar Ingimarsson og Hansína Jóhannesdóttir veiðiréttarhafar við Stöðvará, Óskar Gunnlaugsson veiðiréttarhafi við Berufjarðará og Rúnar Matthíasson umsjónaraðili Búlandsár. Þakkir fá ennfremur stangveiðimenn sem skiluðu sýnum af laxi og Guðbrandur Kjartansson fyrir veitta aðstoð við rannsóknir á vettvangi. Gunnari Erni Petersen framkvæmdastjóra Landsambands Veiðifélaga er þakkað mikilvægt framlag hans við að koma verkefninu af stað.

Heimildir

Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2007. Landbúnaðarstofnun 2008.

<https://www.mast.is/static/files/Uploads/document/arsskyrsla/ArsskyrslaDyralaeknisFisksjukdoma2007.pdf>

Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2009. Matvælastofnun 2010.

<https://www.mast.is/static/files/Uploads/document/arsskyrsla/arsskyrsladyralaeknisfisksjukdoma2009.pdf>

Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2023. Matvælastofnun 2024.

<https://www.mast.is/static/files/skyrslur/arsskyrsla-dyralaeknis-fisksjukdoma-2022.pdf>

Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2023. Matvælastofnun 2024.

<https://www.mast.is/static/files/skyrslur/arsskyrsla-dyralaeknis-fisksjukdoma-2023.pdf>

Bagenal, T. B. og F. W. Tesch. 1978. Age and growth. Í: Bagenal, T. [ritstj.] Methods for assessment of fish production in fresh waters. IBP handbook No. 3. Blackwell Scientific Publication, Oxford. 365 bls.

Dodds, K G, McEwan, J C, Brauning, R, Anderson, R A, Van Stijn, T C, Kristjánsson, T and Clarke, S M. 2015. Construction of relatedness matrices using genotyping-by-sequencing data. BMC Genomics 16, 1047.

<https://doi.org/10.1186/s12864-015-2252-3>

Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson. 2024. Lax- og silungsveiðin 2023. HV 2024-027.

<https://www.hafogvatn.is/static/research/files/lax-og-silungsveidi-2023.pdf>

He J, Zhao X, Laroche A, Lu ZX, Liu H, Li Z. 2014. Genotyping-by-sequencing (GBS), An ultimate marker-assisted selection (MAS) tool to accelerate plant breeding. Front Plant Sci. 5:484. 1-8.

<https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2014.00484/full>

Hlynur Bárðarson, Sigurður Óskar Helgason og Eydis Njarðardóttir. 2023. Rannsóknir á fiskistofnum nokkurra áa á Norðausturlandi 2022. HV 2023-014.

<https://www.hafogvatn.is/is/midlun/utgafa/haf-og-vatnarannsoknir/rannsoknir-a-fiskistofnum-nokkurra-aa-a-nordasturlandi-2022>

Holborn, M.K., Crowley S.E., Duffy S.J, Messmer A.M., Kess, T, Dempson, J.B, Wringe, B.F., Fleming, I.A., Bentzen, P. and Bradbury, I.R. 2022. Precocial male maturation contributes to the introgression of farmed Atlantic salmon into wild populations. Aquacult Environ Interact. Vol. 14: 205–218.

<https://www.int-res.com/articles/aei/2022/14/q014p205.pdf>

Jóhannes Sturlaugsson. 2020. Fiskistofnar Fjarðarár í Seyðisfirði í ljósi veiðigagna 1990-2020 og fórnarkostnaður þeirra fiskistofna gangi eftir áætlanir um laxeldi í sjókvíum í Seyðisfirði. Umsögn til Skipulagsstofnunar vegna áætlana um sjókvíaelði í Seyðisfirði. Unnið fyrir Stangaveiðifélag Seyðisfjarðar. Laxfiskar. 8 bls.

https://laxfiskar.is/images/stories/skyrslur/fiskistofnar_fjardara_i_seydisfirdi-umsogn_til_skipulagsstofnunar_v_aetlana_um_sjokviaeldi_a_laxi_i_seydisfirdi-johannes_sturlaugsson-laxfiskar-desember_2020.pdf

Jóhannes Sturlaugsson. 2021. Eldislaxar á hrygningarslóð villtra laxa í Fifustaðadalsá í Arnarfirði 2015 – 2020. Laxfiskar. 8 bls.

https://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. 2022. Fjarðará - fiskirannsóknir 2021. Laxfiskar. 10. bls.

https://laxfiskar.is/images/stories/skyrslur/fjardara-fiskirannsoknir_2021-johannes_sturlaugsson-laxfiskar-februar_2022.pdf

Jóhannes Sturlaugsson. 2024. Elliðaár 2023 – Rannsóknir á fiskistofnum vatnakerfisins. Laxfiskar. apríl, 2024. 29 bls.

https://laxfiskar.is/images/stories/skyrslur/ellidaar_2023-fiskirannsoknir-johannes_sturlaugsson-laxfiskar-april2024.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 2013.

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. 2024. 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>

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-vatnarannsoknir/erfdablondun-villts-islensks-lax-salmo-salar-og-eldislax-af-norskum-uppruna-hv-2023-25>

Matvælastofnun - Mælaborð fiskeldis. <https://www.mast.is/is/maelaborb-fiskeldis>

Alexandra Morton. 2021. *Not on My Watch: How to renegade whale biologist took on governments and industry to save wild salmon*. Random House Canada

The Convention on Biological Diversity (Líffræðileg fjölbreytni - samningur Sameinuðu þjóðanna).
<https://www.cbd.int/intro/>

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2024. Status for norske laksebestander i 2024. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 19. 129 bls.

<https://brage.nina.no/nina-xmli/bitstream/handle/11250/3134162/VRL-rapport19.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

og enskur útdráttur skýrslunnar:

<https://vitenskapsradet.no/Portals/vitenskapsradet/Pdf/Status%20of%20wild%20Atlantic%20salmon%20in%20Norway%202024.pdf?ver=Zwpvr4t7ANeF3qJx7MhnHQ%3d%3d>

wildfish.org - Open Net Salmon Farming - Literature Review (uppfært 16.9.2024)

https://wildfish.org/wp-content/uploads/2024/09/Open-Net-Salmon-Farming_Literature-Review_Updated-160924.pdf

