

HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Samantekt vöktunar vegna áhrifa sjókvíaeldis á íslenska laxastofna 2023

*Monitoring of impacts from aquaculture on
wild Atlantic salmon population in Iceland 2023*



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókná- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

MARINE & FRESHWATER RESEARCH INSTITUTE

Samantekt vöktunar vegna áhrifa sjókvíaeldis á íslenska laxastofna 2023

Monitoring of impacts from aquaculture on wild Atlantic salmon population in Iceland 2023

Samantekt	Fjóla Rut Svavarsdóttir (ritstj.), Guðni Guðbergsson, Hlynur Bárðason, Ingi Rúnar Jónsson, Leó Alexander Guðmundsson, Sigurður Már Einarsson og Sigurður Óskar Helgason.
Verkefnisstjóri	Fjóla Rut Svavarsdóttir
Samþykkt af	Guðni Guðbergsson, Ferskvatns- og eldissvið

Haf- og vatnarannsóknir / Marine and Freshwater Research in Iceland

Númer	HV 2024-29	ISSN	2298-9137
Dagsetning	15.júlí 2024	Dreifing	Opin
Fjöldi síðna	29	Verknúmer	15029

© Hafrannsóknastofnun, rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

Ágrip

Eldi á laxi í sjókvíum er vaxandi atvinnugrein á Íslandi. Eldinu fylgja áhættur sem taldir eru geta ógnað stöðu villtra laxastofna hér á landi, t.d. erfðablöndun. Settur hefur verið aukinn kraftur í vöktun vegna áhrifa sjókvíaeldis á íslenska laxastofna sem skipta má niður í nokkra þætti, vöktun með fiskteljurum, greiningu meintra strokulaxa úr eldi í ám, upprunagreiningu laxa með hreisturrannsóknum og rannsóknir á erfðablöndun. Í skýrslunni er gerð grein fyrir þessum þáttum ásamt helstu niðurstöðum rannsókna fram til ársins 2023.

Lykilorð: Laxeldi, lax, erfðablöndun, fiskteljari, hreistur, greining á uppruna, áhættumat, strokulax

Abstract

*In recent years, there has been a significant increase in the production of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Iceland. While this growth marks a positive development for the aquaculture industry, it simultaneously raises concerns regarding the potential impacts on wild salmon populations, specifically those native to Iceland. The primary source of these concerns is the cultivation of Atlantic salmon of Norwegian origin in open sea cages, which poses risks to the genetic integrity and overall health of wild salmon through potential admixture. To address these risks, a monitoring program has been established. The program is designed to systematically monitor and assess the potential impact of farmed salmon on wild populations. This includes:*

- Salmon River Monitoring: Deployment of fish counters equipped with video cameras to continuously track and record salmon movements in key rivers.*
- Detection of Fish Farm Escapees: Identification and reporting of potential fish farm escapees captured in river fisheries, aiding in early detection and mitigation.*
- Tracing Salmon Origin: Utilization of scale and genetic analysis to accurately determine the origin of salmon found in river systems, distinguishing between farmed and wild individuals.*

Methodology:

- Fish Counters equipped with Video Cameras: These devices are strategically placed in salmon rivers to count and record fish movements, providing real-time data on salmon populations and behavior.*
- Reporting System: Fishermen and fishing right owners are encouraged to report any suspicious catches that may indicate the presence of farmed salmon escapees. This system helps in the immediate identification and response to potential incidents.*
- Scale and Genetic Analysis: Collected samples from salmon are analyzed to determine their origin. This process helps in understanding the extent of interaction between farmed and wild salmon populations.*

The findings from this monitoring program are compiled and reported on an annual basis and this report summarizes the results for 2023.

Keywords: *Aquaculture, Atlantic salmon, genetic introgression, fish counter, scale analyses, fish farm escapees.*

Efnisyfirlit

1 Inngangur	1
2 Fiskteljarar	5
2.1 Inngangur	5
2.2 Aðferðir.....	5
2.3 Teljarar.....	6
2.4 Niðurstöður	7
2.5 Umræður.....	10
3 Strokulaxar	11
3.1 Inngangur	11
3.2 Aðferðir.....	12
3.3 Niðurstöður og umræður	12
3.3.1 Mótvægisaðgerðir með yfirborðsköfun.....	16
4 Hreisturrannsóknir	17
4.1 Inngangur	17
4.2 Söfnun og greining hreistursýna.....	17
4.3 Hreistur sem erfðasýni	19
4.4 Niðurstöður og umræður	19
5 Erfðablöndun	23
5.1 Inngangur og aðferðir.....	23
5.2 Niðurstöður og umræður	23
6 Lokaorð	26
7 Heimildir	28

Myndaskrá

Mynd 1 Ársframléiðsla lax í sjókvíældi á tímabilinu 2004-2023	1
Mynd 2. Fjöldi villtra laxa sem var landað á Íslandi tímabilið 1974-2023 á stöng og í net.....	2
Mynd 3 Greining norsku ráðgjafanefndarinnar fyrir Atlantshafslax á 17 áhættuþáttum sem taldir eru geta haft áhrif á villta laxastofna þar í landi og mögulega þróun neikvæðra áhrifa.	3
Mynd 4 Fiskvegur í Laugardalsá í Ísafjarðardjúpi (vinstri) og teljaraprep í Langadalsá í Ísafjarðardjúpi (hægri).	5
Mynd 5 Teljari í Laugardalsá í Ísafjarðardjúpi er útbúinn með skynjurum, myndavél og ljósum (vinstri). Lax á göngu upp teljara í Laugardalsá 29.júní 2020 (hægri).....	6
Mynd 6 Staðsetning þeirra Árvaka fiskteljara hér á landi sem eru með langa gagnaröð og voru í rekstri sumarið 2023.....	7
Mynd 7. Villtur lax (ofar) og eldislax (neðar) í teljaranum í Langadalsá í byrjun september 2023.	8
Mynd 8. Eldislax í teljaranum í Laugardalsá 22. ágúst 2023	9
Mynd 9 Leiðbeiningar um hvernig þekkja megi mögulega strokulaxa úr eldi og hvernig skuli bregðast við	11
Mynd 10 Dreifing strokulaxa sem veiddust í ám 2023 og búið er að staðfesta eldisuppruna.....	13
Mynd 1111 Sýnishorn af hreisturumslagi (til vinstri) og sýnatökustað sem mælt er með við töku hreistursýna (til hægri).	17
Mynd 12 Dæmi um mat á lífssögu laxa með lestri á hreistri.	18
Mynd 13 Samanburður á náttúrulegum laxi úr Krossá til vinstri (4.1+) og eldislaxi úr slysasleppingu í Patreksfirði til hægri (1.1+).....	19
Mynd 14 Hreisturgreining á strokulaxi úr Kvígindisdal.	20
Mynd 15 Hreisturgreining á strokulaxi úr Haganesi.....	21
Mynd 16 Hreisturgreining á strokulaxi úr Geirlandsá (efri mynd) og Mjólká í Arnarfirði (neðri mynd).....	22

Töfluskrá

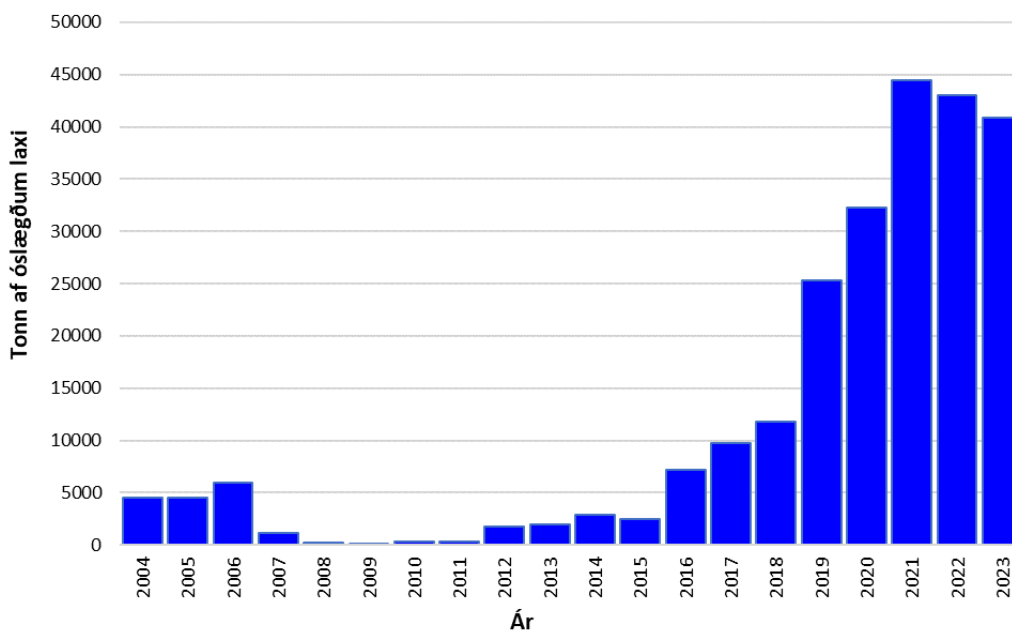
Tafla 1. Árvaka fiskteljarar hér á landi með langa gagnaröð og sem voru í rekstri sumarið 2023.	6
Tafla 2. Ganga laxa um teljara í Blöndu, Laugardalsá og Langadalsá, uppreiknaður hrygningarstofn eftir veiði og fjöldi eldislaxa sem gengu um teljara	8
Tafla 3 Nýjustu skýrslurnar þar sem tekin eru saman gögn úr myndavélateljurum sem eru hluti af vöktun Hafrannsóknastofnunar.	9
Tafla 4 Veiðistaðir strokulaxa sem veiddust í ám haustið 2023.	14
Tafla 5 Niðurstöður yfirborðskafanna í íslenskum ám sem gerðar voru í kjölfar stórrar slysasleppingar í Patreksfirði	16
Tafla 6. Aldursgreining og bakreikningur á lengd við aldur á hreistursýnum úr Kvígindisdal (síðbúið strok) og á sýnum úr Haganesi (snemmbúið strok).....	20
Tafla 7 Niðurstöður greininga á erfðablöndun laxaseiða frá 2021 auk eldri sýna	25

1 Inngangur

Í skýrslunni er greint frá niðurstöðum vöktunar vegna mögulegra áhrifa laxeldis í sjókvíum á íslenska laxastofna. Skýrslan hefur verið gefin út árlega síðan 2021, með uppfærðum upplýsingum og umfjöllun um atburði hvers árs.

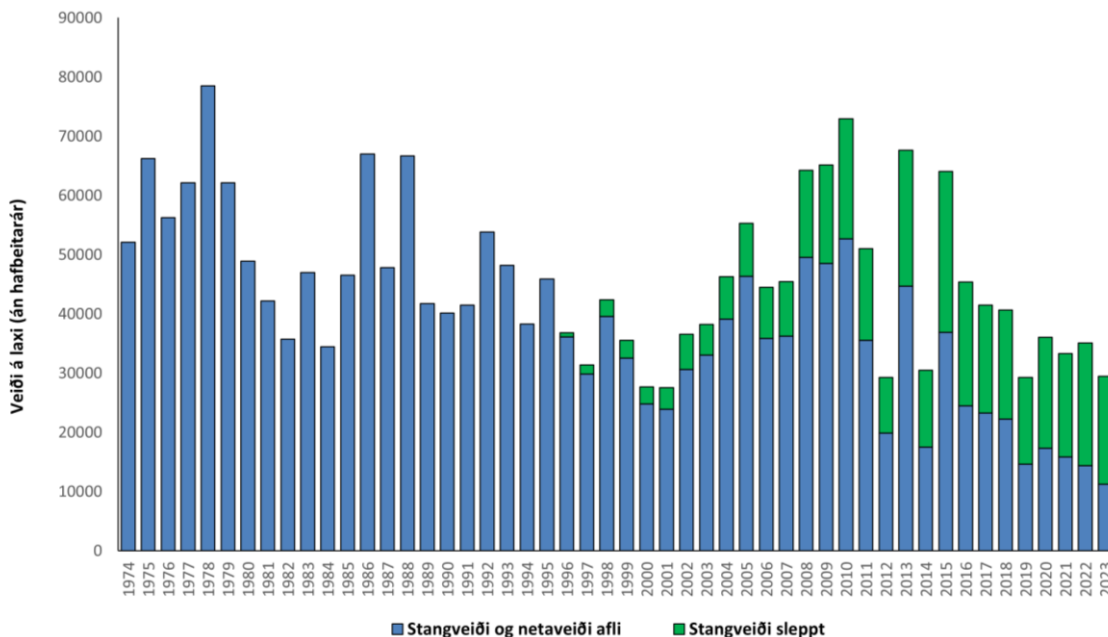
Framleiðsla í sjókvíum hefur aukist mikið síðasta áratug (Matvælastofnun, 2023) og er orðin mikilvæg atvinnugrein á þeim svæðum sem hún er stunduð. Árið 2023 var framleiðsla á óslægðum laxi úr sjókvíum 40.847 tonn (mynd 1). Líkt og árið 2022 var um samdrátt að ræða milli ára sem skýrist að mestu leyti af samdrætti í sjókvíaeldi á Austfjörðum. Sýking af völdum ISA-veirunnar á tímabilinu 2021-2022 leiddi til þess að farga þurfti miklum fjölda af eldisfiskum.

Á árinu 2023 jókst hlutdeild landeldis á laxi (2.676 tonn) og er nú 6,5% af heildarframleiðslunni (Matvælastofnun, 2023).



Mynd 1. Ársframleiðsla lax í sjókvíaeldi á tímabilinu 2004-2023. Unnið upp úr gögnum á heimasíðu Matvælastofnunar (Matvælastofnun 2024a).

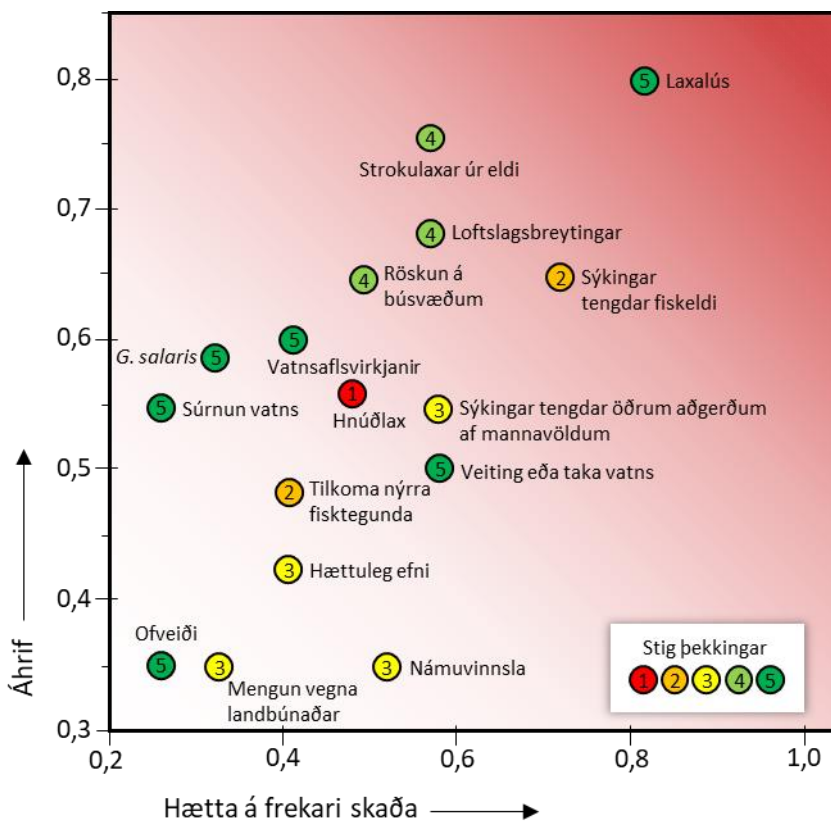
Lax-og silungsveiði er einnig mikilvæg atvinnugrein á Íslandi. Hér er veiðiréttarhöfum skylt að skrá alla veiði skv. 13. grein laga nr. 61/2008 og hefur veiðiskráning á laxi hér á landi verið með því besta sem gerist hjá laxveiðipjóðum og segja veiðitölur mikið um umfang og breytingar á stofnstærðum. Samkvæmt skráningum hafa frá árinu 1974 veiðst að meðaltali rúmlega 46 þúsund villtir laxar á stöng og í net ár hvert (mynd 2). Verulega hefur dregið úr netaveiði og hlutfall þess sem sleppt er aftur í stangveiði (veiða og sleppa) er enn að aukast (Guðmunda B. Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson 2024).



Mynd 2. Fjöldi villtra laxa sem var landað á Íslandi tímabilið 1974–2023 á stöng og í net (blátt) og lax sem var sleppt (grænt) (byggt á Guðmunda B. Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson 2024).

Laxeldi hér á landi byggir eingöngu á kynbættum laxi af norskum stofni, sem eru erfðafræðilega frábrugðnir villtum íslenskum laxastofnum. Árið 2023 voru rúmlega 13 milljón laxaseiði sett út í sjókvíar við Ísland (Matvælastofnun 2023) og ljóst að mikill munur er á stærðarhlutföllum sjókvíaldis og villtra stofna. Þegar hefur mælst erfðablöndun eldisfiska við villta stofna laxa sem sloppið hafa úr sjókvím og hrygnt hafa í ár (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023). Unnið var áhættumat vegna erfðablöndunar frá laxeldi í sjókvím á Vestfjörðum og Austfjörðum og var það fyrst gefið út 2017. Áhættumatið verður sannreynt og uppfært að jafnaði á þriggja ára fresti með hliðsjón af viðamikilli vöktun í laxveiðianum og upplýsingum um stök úr sjókvím að teknu tillit til viðeigandi mótvægisáðgerða. Áhættumatið getur leitt til aukningar eða minnkunar á æskilegu leyfilegu magni á frjóum laxi í sjókvíaldi. Frumforsenda greiningarinnar er að villtir laxastofnar beri ekki skaða af eldinu. Sé tekið tillit til varúðarsjónarmiða er miðað við að ágengi eldislaxa verði ekki meira en 4% í nokkurri veiðiá en geta þarf þess að hlutfall erfðablöndunar getur verið lægra en hlutfall ágengni (Ragnar Jóhannsson o.fl. 2017).

Villtir stofnar laxfiska eru verðmæt náttúruauðlind á Íslandi og hluti af líffræðilegum fjölbreytileika landsins. Margir þættir hafa áhrif á stöðu þeirra og er eldi á laxi af norskum stofni viðbótarþáttur. Tveir áhrifaþættir laxeldis hafa verið taldir sérstaklega mikilvægir samkvæmt áhættumati sem gert hefur verið í Noregi, annars vegar laxalús sem eykur afföll laxa og sjóbirtings í sjó og hins vegar erfðablöndun við stökulaxa úr eldi sem einnig getur dregið úr viðkomu stofna (mynd 3) (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2024). Gera má ráð fyrir að röðun geti verið önnur fyrir Ísland. Sem dæmi má nefna að fjarlægð eldissvæða frá laxveiðiám er að öllu jöfnu mun meiri en í Noregi að ám í Ísafjarðardjúpi undanskildu. Því er mikilvægt er að heimfæra slíka áhættugreiningu fyrir íslenska laxastofna. Alþjóða laxaverndunarstofnunin (NASCO), sem Ísland gekk nýlega inn í aftur, hefur lagt það til við aðildarlönd sín að útbúa áhættumat svipað því norska. Áætlað er að slíkar greiningar verði tilbúnar 2025.



Mynd 3. Greining norsku ráðgjafanefndarinnar fyrir Atlantshafslax á 17 áhættuþáttum sem taldir eru geta haft áhrif á villta laxastofna þar í landi og mögulega þróun neikvæðra áhrifa. Misjafnt er hve mikil þekking er á bak við hvern áhættuþátt og þróun þeirra til framtíðar. Þekkingarstig var metið frá 1 (mikil óvissa, litað rautt) til 5 (mikil vissa, litað grænt) (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2024). Áhættuþættir íslenskaðir hér.

Til að draga úr líkum á að fiskar sleppi (og skv. reglugerð um fiskeldi frá 2020 (nr. 540/2020)) skulu framleiðendur fylgja nýjustu uppfærðu stöðlum fyrir búnað og lágmarksstærð seiða við útsetningu er tilgreind. Matvælastofnun hefur eftirlit með fiskeldi hér á landi. Ef fiskar sleppa úr eldi tekur Fiskistofa við til að meta og grípa til viðeigandi mótvægisáðgerða. Hafrannsóknastofnun hefur tekið á móti og rannsakað uppruna meintra eldislaxa, auk þess að vera Fiskistofu til ráðgjafar. Hafrannsóknastofnun hefur fengið erfðasýni greind hjá MATÍS og norska fyrirtækinu Sygen. Greiningar á uppruna laxa sem rekja má til einstakra eldisvæða hafa verið gerðar hjá Hafrannsóknastofnun. Reglugerð um fiskeldi frá 2020 (nr. 540/2020) var uppfærð með breytingum sem tóku gildi 1. maí 2024. Breytingin fólst í að setja ákveðnar kvaðir á að beita ljósastýringu til að lágmarka eða koma í veg fyrir kynþroska laxa og að auka eftirlit eldisfyrirtækja með kynþroska. Ef líkur eru til að fiskar nái kynþroska í eldiskvíum þarf að viðhafa aukið eftirlit og flýta slátrun. Breytingin var gerð í kjölfar þess að kynþroska laxar sluppu úr kví í Patreksfirði og gengu í margar ár haustið 2023.

Matvælastofnun hefur umsjón með því að fylgja eftir skráðum atburðum þar sem tilkynnt hefur verið um atburði sem leitt geta til að fiskur hafi mögulega sloppið. Þó nokkrar tilkynningar hafa verið um slyssleppingar laxa úr sjókvíum t.d. þegar talið er að um 80.000 laxar hafi sloppið úr kví við Haganes í Arnarfirði í október 2022 (Matvælastofnun 2022). Í kjölfar þessa atburðar lagði Matvælastofnun

stjórnvaldssekt á Arnarlax ehf. fyrir að hafa brotið gegn skyldu um að tilkynna um stök á fiski og að beita sér fyrir veiðum á strokfiski (Matvælastofnun 2024b).

Í ágúst 2023 varð einnig alvarlegur atburður þegar fyrirtækið Arctic Sea Farm tilkynnti um tvö göt á kví á eldissvæði sínu við Kvígindisdal í Patreksfirði og eftir slátrun úr kvínni var ekki hægt að gera grein fyrir afdrifum 3462 fiska (Matvælastofnun 2024c). Þessi atburður er sérstakur miðað við fyrri stök í ljósi þess að samkvæmt mælingum Hafrannsóknastofnunar var kynþroskahlutfall í kvínni 35%. Þetta háa kynþroskahlutfall er líkleg skýring á mikilli ásækni strokufisksins í laxveiðiár en töluverður fjöldi meintra eldislaxa komu fram í stangveiði fljótlega í kjölfarið ásamt því að farið var í átak bæði með ádráttarnetum og yfirborðsköfun. Á endanum skilaði sér töluverður fjöldi eldislaxa til Hafrannsóknastofnunar vikunnar eftir atburðinn. Á tímabilinu 2017-2022 höfðu um 47 laxar af áætluðum 110 þúsund strokufiskum veiðst í ám og borist Hafrannsóknastofnun (0,04%) en haustið 2023 veiddust 421 fiskar í ám með uppruna úr Kvígindisdal eða um 12% af áætluðu stroki. Nánar er gerð grein fyrir niðurstöðum upprunagreininga í kafla 3 í þessari skýrslu. Í september 2023 fór Matvælastofnun fram á opinbera rannsókn vegna meintra brota Arctic Sea Farm ehf. á lögum nr 71/2008 um fiskeldi (Matvælastofnun 2024d), þar sem talið er að alvarleg frávik tengd rekstrarleyfi (ljósastýringu) og innra eftirliti geti hafa átt þátt í atburðinum. Rannsóknin stendur enn yfir.

Laxalús (*Lepeophtheirus salmonis*) er einnig áhrifaþáttur sem talinn er hafa veruleg neikvæð áhrif á villta stofna laxfiska í Noregi í tengslum við sjókvíaeldi samkvæmt norsku ráðgjafarnefndinni (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2024). Talið var að laxalús yrði ekki vandamál við Ísland vegna lágs sjávarhita en sú virðist ekki raunin. Á síðustu árum hefur þurft að meðhöndla fyrir laxa- og fiskilús á eldissvæðum á Vestfjörðum og sumarið 2023 var lúsaástand með versta móti sem náðist ekki að ná tókum á með lyfjagjöf (Matvælastofnun 2024e). Mikilvægt er að áhrif laxalúsa á villta stofna laxfiska á Íslandi sé einnig metið.

Líkt og áður hefur komið fram gefur Hafrannsóknastofnun út áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og villtra laxastofna á Íslandi (Ragnar Jóhannsson o.fl. 2017). Í áhættumatinu er gagnvirkt áhættumatslíkan fyrir erfðablöndun eldislaxa við villta íslenska laxastofna sem gefa á mynd af fjölda strokufiska sem gætu tekið þátt í klaki í hverri á og þannig blandast villtum stofnum. Markmiðið var að hámarka atvinnu- og samfélagsleg áhrif laxeldis án neikvæðra áhrifa á lax- og silungsveiði í landinu. Í skýrslunni var lögð fram vöktunaráætlun þar sem m.a. var eftirfarandi lagt til; vöktun lykiláa með teljurum, skráning á stroki úr eldi, söfnun og greining hreistursýna og erfðagreining smáseiða.

Hér er fjallað um umfang og niðurstöður vöktunar vegna áhrifa sjókvíaeldis á íslenska laxastofna, sem er í samræmi við vöktunaráætlun Hafrannsóknastofnunar. Vöktun Hafrannsóknastofnunar nær einnig til umhverfisáhrifa sjókvíaeldis í íslenskum fjörðum (Rakel Guðmundsdóttir o.fl. 2020) en ekki verður fjallað um þann hluta hér.

2 Fiskteljarar

2.1 Inngangur

Vegna vöktunar áhrifa sjókvíaldis á villta laxastofna er mjög mikilvægt að geta fylgst með hvort og í hvaða magni strokulaxar úr eldiskvíum ganga í ár. Almennt nýtast fiskteljarar við mat á ástandi villtra laxastofna í ám en þeir teljarar sem eru útbúnir myndavélum opna á möguleikann á að fylgjast með í rauntíma hvort fiskar, sem bera ytri eldiseinkenni (t.d. á sporði og uggum), séu að ganga í árnar. Rekstur myndavélateljara í ám er því mikilvægur hluti af vöktun áhrifa sjókvíaldis á villta stofna laxfiska.

Búnaðinum er komið fyrir í hindrun í ánni sem beinir göngufiski um teljarann. Í mörgum tilfellum er um að ræða fiskstiga sem byggðir hafa verið í ám, en í öðrum tilfellum hefur verið byggður fyrirstöðuþröskuldur í árnar sem sérstaklega er ætlað að beina fiski í gegnum teljarann (mynd 4).



Mynd 4. Fiskvegur í Laugardalsá í Ísafjarðardjúpi (vinstri) og teljarabrep í Langadalsá í Ísafjarðardjúpi (hægri).

2.2 Aðferðir

Á síðari árum hafa flestir nýir fiskteljarar sem settir hafa verið í ár hér á landi verið útbúnir myndavél (mynd 5). Í meginatriðum samanstendur búnaðurinn af stjórntölvu uppi á bakka ásamt skynjurum og myndavél niðri í vatninu. Þegar fiskur gengur um myndavéarteljara, metur teljarinn stærð hans og skráir göngutíma. Einnig er myndband af fiskinum vistað í stjórntölvu. Stjórntölvun er nettengd og býður upp á að vista gögnin á netþjóni í skýinu með reglulegu millibili. Auk þess er boðið upp á að birta upplýsingar um hvern fisk á vefsíðu, þ.m.t. myndskaið af fiskinum. Eldri teljarar eru ekki allir búnir myndavél. Myndskaið af fiski gefur möguleika á að greina hann til tegundar og skoða frekar útlit hans, s.s. hvort að hann sé uggaklipptur og því merktur, særður eða annað (mynd 5). Einnig hvort að fiskurinn beri ytri einkenni eldisuppruna, s.s. með eydda uggum eða brot í uggum eða fisklögum sem bendir til eldisuppruna (sjá mynd 9).



Mynd 5. Teljari í Laugardalsá í Ísafjarðardjúpi er útbúinn með skynjurum, myndavél og ljósum (vinstri). Lax á göngu upp teljara í Laugardalsá 29.júní 2020 (hægri).

2.3 Teljarar

Tæplega 20 teljarar hafa verið í rekstri í ám hér á landi um lengri tíma og eru 13 þeirra útbúin myndavél (tafla 1 og mynd 6). Hluti teljaranna er rekinn af veiðifélögum í viðkomandi á en aðrir eru hluti af vöktun Hafrannsóknastofnunar. Þeir teljarar útbúin myndavél sem næstir eru eldissvæðunum á Vestfjörðum, eru annars vegar í Laugardalsá og Langadalsá í Djúpi og hins vegar í Krossá á Skarðsströnd, við Breiðafjörð. Starfsemi myndavélteljara í Laugardalsá hófst sumarið 2018, en hinna tveggja sumarið 2019. Teljari í Blöndu var uppfærður í myndavélteljara vorið 2023.

Tafla 1. Árvaka fiskteljarar hér á landi með langa gagnaröð og sem voru í rekstri sumarið 2023.

Nafn ár	Staðsetning	Tímabil	Myndavél síðan	Lax			Silungur Meðalfj.
				Meðalfj.	Minnst	Mest	
Myndavélteljara							
Elliðaár - Reykjavík	N: 64,119400°, W: 21,838963°	4)					
Úlfarsá - Reykjavík	N: 64,141163°, W: 21,762567°	2007-2023	2020	291	47	840	126
Laxá í Leirársveit	N: 64,428326°, W: 21,661124°	2020-2023	2020	542	403	674	
<i>Laxá í Leirársveit</i>	<i>N: 64,428326°, W: 21,661124°</i>	<i>2000 - 2019</i>		<i>790</i>	<i>151</i>	<i>1629</i>	<i>78</i>
Langá - Skuggafoss	N: 64,590155°, W: 21,992500°	2021-2023	2021	892	606	1.082	
<i>Langá - Skuggafoss</i>	<i>N: 64,590155°, W: 21,992500°</i>	<i>2008-2020</i>		<i>2238</i>	<i>869</i>	<i>3997</i>	<i>29</i>
Krossá á Skarðsströnd	N: 65,264829°, W: 22,353005°	2018-2023	2018	104	99	162	243
<i>Krossá á Skarðsströnd</i>	<i>N: 65,264829°, W: 22,353005°</i>	<i>1998-2017</i>		<i>113</i>	<i>99</i>	<i>129</i>	<i>49</i>
Laugardalsá í Djúpi *	N: 66,009142°, W: 22,644310°	2018-2023	2018	224	206	300	47
Langadalsá í Djúpi ⁵⁾ *	N: 65,884565°, W: 22,331733°	2019-2023	2019	83	62	103	56
Blanda í Húnavatnssýslu *	N: 65,661957°, W: 20,248871°	2023 ¹⁾	2023	935	935	935	
Selá - Selárfoss	N: 65,798500°, W: 14,922332°	2006-2023	2021	1162	605	1872	169
Vesturdalsá í Vopnafirði	N: 65,721886°, W: 14,967420°	1994-2023	2006	230	50	415	1.304
Grenlækur í Landbroti ²⁾	N: 63,728794°, W: 17,962673°	1996-2023	2010	1	0	7	1.405
Kálfá við Árnes	N: 64,032150°, W: 20,320477°	2013-2023	2013	534	365	912	121
Þjórsá - Búði ³⁾	N: 64,013167°, W: 20,271492°	1992-2023	2015	1.479	769	2.166	98
Án myndavélar							
Norðurá í Borgarfirði	N: 64,754043°, W: 21,546198°	2002-2023		2.170	716	4.947	223
Gljúfurá í Borgarfirði	N: 64,664030°, W: 21,680008°	2010-2023		715	231	1.246	144
Langá - Sveðjufoss	N: 64,698948°, W: 21,861576°	2000-2023		963	367	1.780	38
Blanda í Húnavatnssýslu	N: 65,661957°, W: 20,248871°	1994-2022	¹⁾	1.907	388	5.204	1.000

¹⁾ Teljari uppfærður í myndavélteljara vorið 2023

²⁾ Grenlækur fjöldatölur 2010-2023

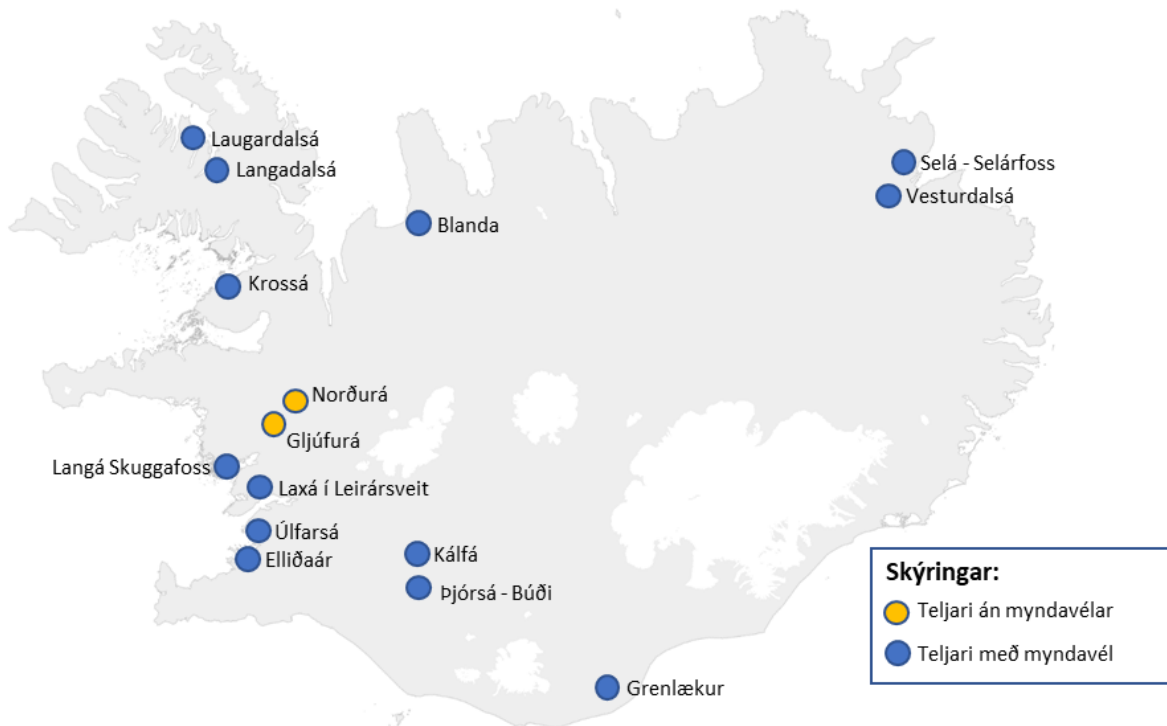
³⁾ Búði fjöldatölur 2015-2023

* Teljara lokað síðsumars 2023 vegna slyasleppingar

⁴⁾ Teljari er ekki hluti af vöktun Hafrannsóknastofnunar

⁵⁾ Talning 2020, 2021 og 2022 misförst. Meðaltöl miðast við 2019 og 2023

Myndavéarteljarar næst eldissvæðum á Austfjörðum eru annars vegar teljarar í Vesturdalsá og Selá í Vopnafirði og hins vegar í Grenlæk í Landbroti. Í undirbúningi var að koma fyrir teljarabúnaði í Breiðdalsá. Vegna þess hve vatnsmikil áin er og vatnshæðarbreytingar hraðar kom í ljós að sú framkvæmd hefði verið mjög dýr. Þau áform hafa því verið lögð til hliðar í bili að minnsta kosti.



Mynd 6. Staðsetning þeirra Árvaka fiskteljara hér á landi sem eru með langa gagnaröð og voru í rekstri sumarið 2023.

2.4 Niðurstöður

Á síðustu árum hefur myndavéarteljurum verið fjölgað í ám m.t.t. staðsetningar eldissvæða og þar sem mestar líkur eru taldar á að eldisfiskur komi fram. Gagnaröðin í þeim teljum er þó ekki orðin löng. Rekstur teljaranna hefur almennt gengið ágætlega, þó einhverjir vankantar hafi komið fram sem þurft hefur að sníða af. Nokkuð skýrar myndir hafa náðst af þeim fiskum sem gengið hafa um teljarana.

Seinni hluta ágúst 2023 varð í fyrsta skipti vart við eldislaxa í teljum, þ.e. í Laugardalsá, Langadalsá og Blöndu (tafla 2). Laxarnir báru ytri útlitseinkenni eldisuppruna í sjókvíum. Í kjölfarið var lokað fyrir möguleika fisks til göngu upp um þessa teljara og eldisfiskar fangaðir ýmist í fiskvegum eða neðan þeirra. Um teljarann í Langadalsá gengu tíu eldislaxar og sex í Laugardalsá. Um teljarann í Blöndu gengu fjórir eldislaxar áður en gönguleiðinni var lokað, en eftir það voru 53 eldislaxar veiddir í fiskvegnum.

Tafla 2. Ganga laxa um teljara í Blöndu, Laugardalsá og Langadalsá, uppreiknaður hrygningarstofn eftir veiði og fjöldi eldislaxa sem gengu um teljara, auk hlutfalls eldislaxa af heildarfjölda fyrir og eftir veiði á eldislaxi. Í Blöndu gengur hluti laxa um flúðir fram hjá teljara og því eru gefnar tvær sviðsmyndir varðandi fjölda eldislaxa.

Vatnsfall		Viltir laxar		Eldislaxar			Hlutfall fyrir	Hlutfall eftir
		Ganga	Hr. stofn	Heild	Drepnir	Eftir		
Blanda	Fiskvegur/Flúðir	935		57	53	4	5,7%	0,4%
	Hrygningarstofn ¹⁾		1148	57	53	4		0,3%
	Hrygningarstofn ²⁾		1148	71	53	18		1,5%
Laugardalsá	Fiskvegur	197		6	2	4	3,0%	2,0%
	Hrygningarstofn		128	6	2	4		3,0%
Langadalsá	Teljari	62		10	4	6	13,9%	8,8%

1) M.v. að engir eldislaxar hafi gengið flúðir

2) M. v. að 20% eldislaxa hafi gengið flúðir

Laxarnir sem komu fram í teljurum haustið 2023 eru laxar úr síðbúnu stroki (tafla 4) og voru komnir í sláturstærð þegar þeir sluppu. Ytri eldiseinkenni voru því greinileg, s.s. skemmdir í uggum, en einnig voru þeir silfraðri en villtur lax á þessum tíma (síðsumars). Sporður eldislaxa er minni hlutfallslega en á villtum fiski, afrúnaður og ekki með eins skarpar útlínur og ekki með eins hvassa sporðenda (myndir 7-9).



Mynd 7. Villtur lax (ofar) og eldislax (neðar) í teljaranum í Langadalsá í byrjun september 2023.



Mynd 8. Eldislax í teljaranum í Laugardalsá 22. ágúst 2023

Gögn úr teljurunum eru tekin saman í árlegum skýrslum fyrir hverja á ásamt frekari niðurstöðum á rannsóknum á fiskstofnum árinna. Í töflu 3 má sjá nýjustu skýrslur sem gefnar hafa verið út á Hafrannsóknastofnun þar sem gögn úr myndavéarteljurum eru tekin saman.

Skýrslurnar eru aðgengilegar á vef Hafrannsóknastofnunar, www.hafogvatn.is.

Tafla 3. Nýjustu skýrslurnar þar sem tekin eru saman gögn úr myndavéarteljurum sem eru hluti af vöktun Hafrannsóknastofnunar.

Heiti skýrslu	Útgáfuár	Höfundar
Laugardalsá 2023. Seiðarannsóknir, stangaveiði og göngufiskur	2024	Ingi Rúnar Jónsson og Sigurður Már Einarsson
Rannsóknir á fiskistofnum nokkurra áa á Norðausturlandi 2023	2024	Hlynur Bárðarson, Sigurður Óskar Helgason og Eydís Njarðardóttir
Krossá í Dölum 2023. Seiðarannsóknir, stangaveiði og göngur laxfiska.	2024	Sigurður Már Einarsson, Jóhannes Guðbrandsson og Ásta Kristín Guðmundsdóttir
Vatnakerfi Blöndu 2022. Seiðarannsóknir, stangveiði og göngufiskur.	2023	Ingi Rúnar Jónsson, Friðbjófur Árnason og Eydís Njarðardóttir
Vöktunarrannsóknir á laxastofni Langár á Mýrum 2022	2023	Sigurður Már Einarsson, Ásta Kristín Guðmundsdóttir og Jóhannes Guðbrandsson.
Vöktunarrannsóknir laxfiska í Langadalsá 2022	2023	Sigurður Már Einarsson
Fiskirannsóknir á vatnasvæði Laxár í Leirársveit 2022.	2023	Ásta Kristín Guðmundsdóttir og Sigurður Már Einarsson
Vöktun á stofnum laxfiska í Úlfarsá 2020	2021	Friðbjófur Árnason og Fjóla Rut Svavarsdóttir
Fiskrannsóknir á vatnasvæði Þjórsár árið 2020	2021	Benóný Jónsson og Magnús Jóhannsson
Viðmiðunarmörk hrygningar í Krossá á Skarðsströnd	2020	Sigurður Már Einarsson, Jóhannes Guðbrandsson og Ásta Kristín Guðmundsdóttir
Vatnspurrð í Grenlæk 2016. Áhrif á lífríki í vatni.	2018	Magnús Jóhannsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir og Benóný Jónsson.

2.5 Umræður

Sumarið 2023 var fyrsta sumarið sem strokulaxar úr sjókvíaeldi greinast með óyggjandi hætti í myndavélar teljum hér á landi. Þeir virtust nokkuð auðgreindir frá villtum löxum, en auk einkenna á uggum og líkamslögun, voru þeir mun ljósari (silfraðri) en villtir laxar á þeim tíma.

Teljarabúnaðurinn telur og tekur myndir af þeim fiskum sem um hann ganga. Hann greinir hins vegar ekki útlit fiska eða tegundir sjálfvirkt. Til að vakta hvort eldislaxar kunni að vera að ganga um teljarana þarf því að skoða reglulega myndbandsupptökur í teljurunum og fer það því eftir tíðni slíkra skoðana hversu fljótt liggja fyrir upplýsingar um að eldisfiskur hafi verið að ganga í viðkomandi vatnsfall.

Æskilegt væri að við frekari þróun á búnaðinum eða nýr búnaður hefði yfir að búa sjálfvirkri greiningu (gervigreind) fiska til tegunda og ytri einkennum eldisuppruna. Slíkur búnaður myndi þá geta látið vita samstundis þegar eldislaxar ganga um teljarann og stýtt til muna viðbragðstíma. Möguleikar á sjálfvirkri greiningu myndu samhliða gefa möguleika á einhverjum búnaði við teljarana sem stöðvaði för eldislaxa upp fyrir teljara en hleypti villtum fiski áfram.

Eldislaxar sem greindust í teljum 2023 voru með ytri eldiseinkennum, en ytri eldiseinkennum eru oftast áberandi á löxum sem sleppa stórir úr eldiskvíum og því meiri líkur á að þeir greinist í teljum. Alls óvíst er að allir laxar úr snemmbúnu stroki myndu greinast á sama hátt í teljum, þar sem líkur eru til að ytri eldiseinkennum þeirra séu ekki eins áberandi sbr. mynd 15 hér að neðan en þar eru myndir af tveimur löxum úr snemmbúnu stroki með mjög ólík ytri einkennum. Hvort sú greining er möguleg á eftir að koma betur í ljós með frekari rannsóknum. Ljóst er að teljararnir gáfu mikilvægar upplýsingar sumarið 2023 við vöktun veiðiáa vegna strokulaxa úr sjókvíaeldi, en þeir munu þó aldrei geta greint alla strokulaxa í ám og eru aðeins einn hluti af nauðsynlegri vöktun.

Eins og fram kemur í töflu 2 hér að framan er hlutfall eldislaxa í ám með teljum áætlað. Þar er byggt á talningum fiska, veiði og mótvægisáðgerðum sem byggðust á að fjarlægja laxa úr ám. Gögn um þann fjölda sem var fjarlægður byggir á niðurstöðum þeirra tveggja norsku fyrirtækja (SkandNat og NORCE) sem Fiskistofa fékk til að fjarlægja laxa úr ám. Greint er frá þeim niðurstöðum í kafla 3.

3 Strokulaxar

3.1 Inngangur


Á Íslandi eru strokulaxar eldislaxar af norskum uppruna sem sleppa fyrst og fremst úr sjókvíum en strok úr landeldi getur líka átt sér stað (Matvælastofnun 2024f). Kynþroska strokulaxar sem ganga upp í ár, geta tímgastr og valdið erfðablöndun í villtum laxastofnum (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023). Ýmsar ástæður geta verið fyrir því að eldislax sleppi úr kvíum og er fjöldi þeirra breytilegur milli ára. Almenn má búast við að strokulöxum fjölgi með aukinni framleiðslu í sjókvíaldri með núverandi eldistækni. Hafrannsóknastofnun sinnir greiningum á meintum strokulöxum og hefur á undanförunum árum leitast við að greina uppruna þeirra. Með uppruna er átt við hvort lax sé villtur eða úr eldi og þá hvaðan hann slapp, þ.e. úr hvaða kví eða kvíapýrpingu.

Í samstarfi við Fiskistofu hefur Hafrannsóknastofnun útbúið leiðbeiningar á íslensku og ensku um hvernig þekkja megi helstu útlitseinkenni strokulaxa (og regnbogasilunga) og hvernig bregðast skuli við, vakni grunur um veiðar á eldisfiskum (mynd 9). Leiðbeiningarnar hafa verið sendar flestum veiðifélögum og eru því aðgengilegar mörgum stangveiðimönnum ásamt því að leiðbeiningar má finna á vefsíðu Hafrannsóknastofnunar.

Veiddir þú eldislax eða regnbogasilungur?

Hvernig þekkja má strokufiska úr eldi. Strokulaxa úr eldi má þekkja á einum eða fleirum eftirfarandi einkenna: skemmdir á uggu og sporði, eyddum tálknbördum, löggun trjónu og kubbslegum vexti. Regnbogasilungar geta haft svipuð einkenni og eldislaxar en eru jafnan enn kubbslegri, doppöttari á bók og sporði og hafa rauðleita sliku eftir endilöngum búknum. Allur regnbogasilungur á Íslandi er úr eldi.


Villtur lax



hreisturtökustaður


Viðbrögð













Ef grunur leikur á að veiðst hafi eldislax eða regnbogasilungur skal tilkynna það strax til Fiskistofu eða Hafrannsóknastofnunar. Gefa skal upp veiðistað, dagsetningu, tegund, kyn, lengd og þyngd. Æskilegt er að koma fiski til Fiskistofu eða Hafrannsóknastofnunar til greiningar, ferskum eða frosnum. Uppruni fiska er þá metinn út frá útliti eða erfðasamsetningu. Ef ekki er unnt að verða við því má senda hreistursýni til greiningar. Skafa skal u.þ.b. 20 hreistur af svæðinu sem sýnt er á mynd að ofan og setja í hreisturpoka (eða í annað pappírsumslag). Nota skal hreinan hnif við hreisturtökuna. Senda skal ljósmynd af fiski í tölvupósti.



Regnbogasilungur

Eldislax



Trjóna
stutt, aflöguð


Tálknbörd
slitin

Eyruggar

Eyr- og bakuggar
slitnir, stuttir, brot í uggeislum, geislar samgrónir eða uggar alveg eyddir


Bakuggi

Sporður
slitinn, eyddur, þver



FISKISTOFA

Dalshrauni 1, 220 Hafnarfirði
Sí: 569-7900, fiskistofa@fiskistofa.is



HAFRANNSÓKNASTOFNUN
Rannsóknar- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

Fornubúðum 5, 220 Hafnarfirði
Sí: 575-2000, hafogvatn@hafogvatn.is

Mynd 9. Leiðbeiningar um hvernig þekkja megi mögulega strokulaxa úr eldi og hvernig skuli bregðast við. Leiðbeiningarnar hafa verið sendar flestum veiðifélögum (Ath. að sjá má heimilisföng Fiskistofu á island.is).

Laxar sem borist hafa stofnuninni til greiningar á undanförunum árum hafa einkum komið úr eftirlitsveiði Fiskistofu og frá veiðimönnum úr stangveiði. Á árabílinu 2014 til 2022 bárust Hafrannsóknastofnun (Veiðimálastofnun 2014-2016) 134 strokulaxar, að meðaltali tæplega 15 árlega. Flestir bárust árið 2014 (67 eldislaxar skv. nýjum og eldri erfðarannsóknnum, 71 ef litið er til útlitspátta), næst flestir árið 2022 (28), færri önnur ár og enginn árið 2016. Í tveimur af níu árum á þessu tímabili bárust fleiri en 10 strokulaxar til greiningar. Ekki skila sér allir veiddir strokulaxar til Hafrannsóknastofnunar sem hefur beðið veiðimenn að sýna árvekni eftir mögulegum útlitseinkennum veiddra fiska og færa stofnuninni meinta strokulaxa til greiningar.

3.2 Aðferðir

Við greiningu á uppruna meintra strokulaxa styðst Hafrannsóknastofnun við útlitseinkenni (þegar hægt er) og erfðafræðilegar aðferðir (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2017, Hafrannsóknastofnun 2020). Einnig er hægt að nýta hreistur til greininga. Þegar meintur strokulax berst Hafrannsóknastofnun er fiskurinn ljósmyndaður, mældur (lengd og þyngd) og útlit metið. Dæmi um ytri einkenni eldislaxa geta verið kubbslegur vöxtur, skemmdir uggar og sporður, aflagaðir skoltar og litarhaft getur verið annað en villtra laxa ef göngutími í ár er ólíkur. Þess ber að geta að strokufiskar, sem sleppa snemma á æviskeiði sínu, geta verið án áberandi ytri einkenna og í þeim tilvikum erfitt að greina þá frá villtum löxum. Laxarnir eru krufðir, þeir kyngreindir og kynþroskastig metið og magainnihald skoðað. Auk þess er skimað fyrir samgróningum á milli líffæra en þeir verða til eftir bólusetningar. Lýs á fiskum eru taldar, jafnan varðveittar og eftir atvikum sendar til greiningar hjá Fisksjúkdómadeild Tilraunastöðvar Háskóla Íslands í meinafræði að Keldum.

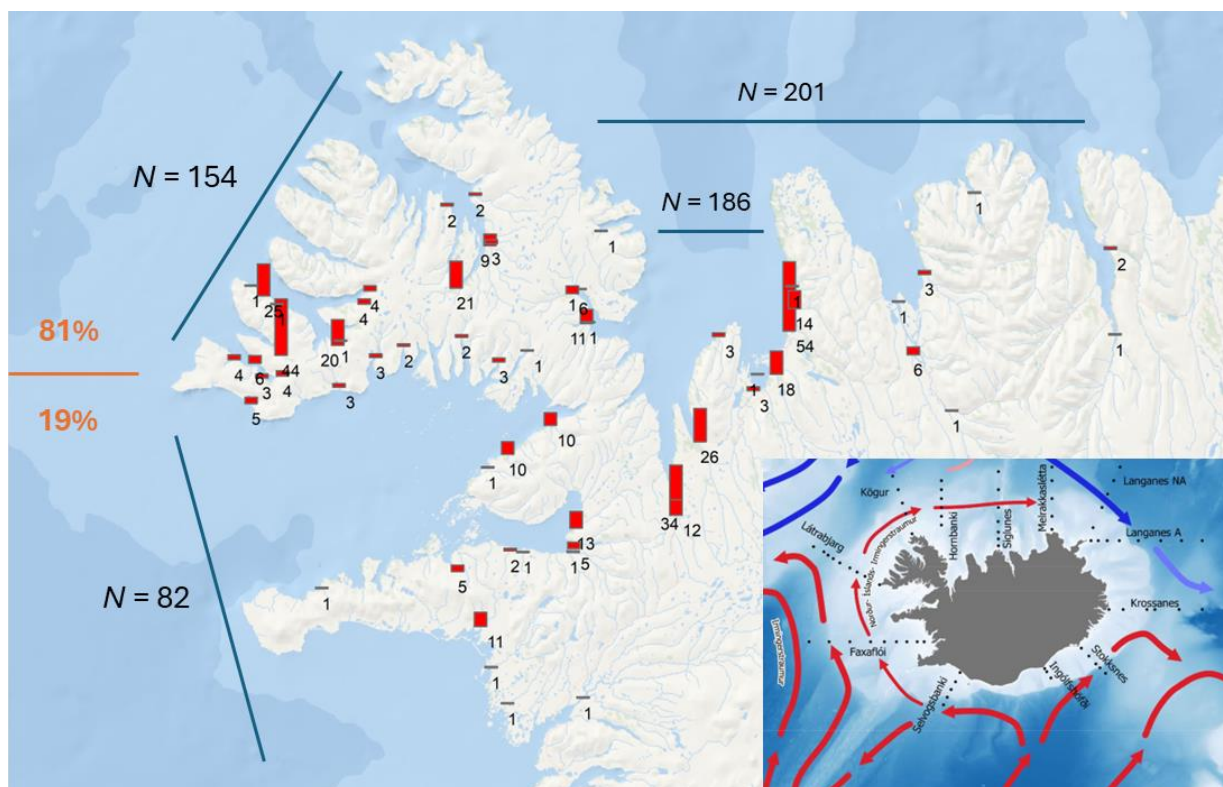
Hreistursýni, kvarnir og lífsýni eru tekin af meintum strokulöxum en nánar er fjallað um hreistursýni í kafla 4. Lífsýnin hafa verið send til Matís ohf. sem erfðagreinar fiskana með 15 örtunglum (e. microsatellites). Hafrannsóknastofnun ber erfðaupplýsingar meintra strokulaxa saman við erfðaupplýsingar þekktra eldislaxa og villtra laxa og metur uppruna með líkani í forritinu STRUCTURE. Ef líklegt þykir að fiskur eigi uppruna úr eldi er reynt að greina hvaðan hann slapp með samanburði á arfgerð meints strokulax og arfgerðum mögulegra klakhænga. MAST varðveitir lífsýni allra klakfiska (foreldrafiska) sem notaðir eru fyrir sjókvíældi á Íslandi og heldur nákvæmt bókhald yfir klakfiska og afkomendur þeirra frá klakstöð til sjókvía og því má að öllu jöfnu greina hvaðan strokulax slapp svo fremi hann sé úr íslensku eldi. Í einstaka tilvikum hefur sami hængur verið notaður fyrir tvö kvíastæði/tvo framleiðendur. Þá er litið til þekktra strokatburða (upplýsingar sem Matvælastofnun heldur utan um) við mat á sleppistað.

3.3 Niðurstöður og umræður

Aldrei hafa jafn margir strokulaxar af norskum uppruna greinst og árið 2023 og aldrei hafa strokulaxar veiðst í jafn mörgum ám. Á tímabilinu 25. ágúst til 8. desember 2023 bárust Hafrannsóknastofnun 465 sýni til upprunagreiningar; 358 heilir laxar, 15 slægðir og 92 önnur sýni (flakaðir fiskar, hlutar af fiskum, hreistur eða erfðasýni). Fiskarnir komu frá veiðimönnum, veiðiréttarhöfum, leigutökum og náttúruverndarsamtökum (236 fiskar), rannsóknafyrirtækinu Laxfiskum (34) (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024), eftirlitsmönnum Fiskistofu (17) og köfutum frá Noregi með sérhæfingu í veiðum á strokulöxum (178) (Kanstad-Hanssen o.fl. 2023; Skoglund o.fl. 2023); fyrirtækið SkandNat (Skandinavisk Naturovervåking) og stofnuninni NORCE (NORCE Miljø - Laboratorium for

ferskvannsóknologi og innlandsfiske). Líkt og nefnt var í inngangi skýrir slysaslepping úr kví í Kvígindisdal í Patreksfirði síðsumars 2023 þann mikla fjölda eldislaxa sem gekk í ár.

Af 465 greindum fiskum reyndust 440 úr eldi og þar af 421 úr strokinu í Kvígindisdal (tafla 4). Fjöldi strokulaxa 2023 var rúmlega þrisvar sinnum meiri en samanlagt hafði borist Hafrannsóknastofnun í níu ár þar á undan og rúmlega sex sinnum meiri en árið 2014 sem var fyrra metár. Eldislaxar veiddust í 61 á, einnig í sjó í Patreksfirði og í Hópi í Húnavatnssýslu. Fiskar úr Kvígindisdal veiddust í 56 ám og 58 stöðum samtals á svæði sem afmarkast af Álftá á Mýrum á Vesturlandi og Fnjóská í Eyjafirði á Norðurlandi (tafla 4). Ef litið er á dreifingu fiskanna úr Kvígindisdal sést að 14% (59 fiskar) veiddust í Patreksfjarðarlóa (líklega vanmat, sjá neðar), 18% (77) fóru suður í Breiðafjörð og alla leið inn í Faxaflóa, 68% (285) fóru norður og gengu í ár á Vestfjörðum og á Norðurlandi, þar af komu 195 fram í ám í Húnaflóa og austar eða 46% fiska. Dreifingin sýnir að þeir strokulaxar sem héldu ekki til í námunda við strokstað syntu flestir með sjávarstraumum (mynd 10) sem er í ágætu samræmi við almenna þekkingu um far strokulaxa (Hansen og Youngson 2010).



Mynd 10. Dreifing strokulaxa sem veiddust í ám 2023 og búið er að staðfesta eldisuppruna (N=440). Á myndina vantar þrjá fiska sem veiddust í Stöðvará (Austfirðir) og í Kálfá og Geirlandsá (Suðurland). Innfelld mynd sýnir megin hafstrauma við Ísland (Steingrímur Jónsson og Sólveig R. Ólafsdóttir 2021).

Af einstökum ám/árkerfum komu flestir strokulaxar úr Blöndu (54), þar sem fiskar voru háfaðir í teljaraprepi, í Hrutafjarðará/Síká (46; 34/12), veiðar kafara og veiðimanna, og í Botnsá í Tálknafirði (44), veiðar kafara. Í skýrslu SkandNat um veiðar þeirra á Íslandi kemur fram að heimamaður hefði greint frá veiðum u.þ.b. 55 eldislaxa í Botnsá sama haust (Kanstad-Hanssen o.fl. 2023). Þeir laxar bárust ekki Hafrannsóknastofnun og þar af leiðandi ekki með í tölum yfir greinda fiska.

Tafla 4. Veiðistaðir strokulaxa sem veiddust í ám haustið 2023.

Veiðivatn	Staðsetning		Greindir eldislaxar	Kvígindisdalur	Eldra strok	Uppruni ógreindur
	N	W				
Vesturland						
Hvítá	64,60260	-21,71058	1			1
Álftá	64,58568	-22,22868	1	1		
Hítará	64,69161	-22,33968	1	1		
Haffjarðará	64,81242	-22,41454	11	11		
Holtsá	64,92277	-23,50243	1	1		
Kársstaðá	64,972406	-22,571878	5	4	1	
Svína fossá	65,031896	-22,210853	2	2		
Laxá á Skógarströnd	65,027192	-22,12239	1	1		
Miðá	65,028182	-21,778856	1			1
Haukadalsá	65,03873	-21,77298	5	5		
Laxá í Dölum	65,09784	-21,75877	13	13		
Krossá	65,27128	-22,36376	1	1		
Búðardalsá	65,31017	-22,22691	10	8		2
Staðarhólsá og Hvolsá	65,39306	-21,93518	10	10		
Vestfirðir						
Porskafljarðará	65,60421	-22,09366	1	1		
Djúpadalsá	65,573533	-22,28813	3	3		
Fjarðarhornsa	65,643547	-22,54375	2	2		
Kjálkafjarðará	65,618016	-22,93989	2	2		
Vatnsdalsá	65,58577	-23,13299	3	3		
Móra	65,50186	-23,38313	3	3		
Suðurfossá	65,455143	-23,98690	5	5		
Örlygshöfn	65,57953	-24,10281	4	4		
Mikladalsá	65,528186	-23,912959	3	3		
Patreksfjörður	65,56971	-23,96096	6	6		
Ósá	65,533749	-23,770578	4	4		
Botnsá	65,592406	-23,780223	44	42	1	1
Selárdalsá	65,787693	-23,985597	1*	1		
Fífustaðadalsá	65,760145	-23,900291	25*	24	1	
Bakkadalsá	65,735808	-23,809717	1*	1		
Sunndalsá	65,62094	-23,39303	20	19	1	
Norðdalsá	65,632028	-23,37420	1	1		
Dynjandisá	65,73729	-23,21110	4	4		
Mjólká	65,77442	-23,17101	4	4		
Ísafjarðará	65,78213	-22,58123	21	21		
Laugardalsá	66,01219	-22,64368	2	2		
Langadalsá	65,90127	-22,34840	9	9		
Hvannadalsá	65,90681	-22,33974	3	2		1
Selá	66,04162	-22,44985	2	2		
Kjósará	65,94076	-21,58798	1	1		
Selá Steingrímsfirði	65,777571	-21,731236	1	1		
Staðará Steingr.	65,76681	-21,78488	6	6		
Húsadalsá	65,68239	-21,686753	11	9	1	1
Víðidalsá	65,68437	-21,67342	1	1		
Hrútafjarðará	65,15429	-21,07355	34	33		1
Siká	65,13551	-21,07377	12	12		
Norðurland						
Miðfjarðará	65,34607	-20,90865	26	25		1
Tjarnará	65,64550	-20,78126	3	3		
Hóp	65,53696	-20,51423	1	1		
Víðidalsá	65,49210	-20,54410	3	3		
Vatnsdalsá	65,53865	-20,38503	18	17	1	
Blanda	65,66121	-20,29713	54	54		
Laxá á Refasveit	65,72462	-20,26118	14	13		1
Hallá	65,785776	-20,27705	1	1		
Héraðsvötn	65,74251	-19,54761	1	1		
Húseyjarkvist	65,59422	-19,44651	6	6		
Norðurá	65,433612	-19,18388	1	1		
Hjaltadalsá/Kotka	65,82084	-19,36955	3	3		
Flijótaá	66,047645	-19,027557	1	1		
Eyjafjarðará	65,65002	-18,06502	1	1		
Fnjóská	65,89088	-18,09438	2	2		
Austfirðir						
Stöðvará	64,840066	-13,95446	1*			1
Suðurland						
Kálfá	64,03235	-20,32368	1			1
Geirlandsá	63,814603	-17,965364	1			1
Samtals			440	421	6	13

*Fiskar frá Laxfiskum (Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024)

Fiskar úr Kvígindisdal voru að meðaltali 75,3 cm ($\pm 5,1$ SD) langir, 5000 g ($\pm 981,8$ SD) þungir, 383 fiskanna voru kyngreindir og voru kynjahlutföll 68%/32% hængar/hrygnur. Kynþroskastigi var metið hjá 343 löxum og af þeim voru 97% á kynþroskastigi 3 eða hærra og farnir að þroska kynkerfi til hrygningar að hausti. Ekki voru allir orðnir með fullþroskaða kynkirtla seint í október og í nóvember og því óljóst hversu margir af mögulegum strokulöxum sem eftir voru í ám náðu að tímgastr um haustið. Enn fremur er óljóst hversu margir strokulaxar voru eftir í ám á hrygningartímanum síðla hausts. Óvissa er um hvort áætla megi það út frá mögulegum fjölda strokulaxa og kynþroskahlutfalli í kví að frádreginni áætlaðri veiði. Ekki er þekkt hvort kynþroskahlutfall í kví endurspeglar í kynþroskahlutfalli þeirra sem struku.

Af 440 greindum strokulöxum var ekki hægt að rekja 19 til kvíar í Kvígindisdal. Af þeim voru sex laxar sem tengja mátti við eldri strok. Fimm strokulaxar (81-86 cm) voru úr kvíastæði Haganess í Arnarfirði. Í Haganesi var stórt strok 2021, þegar um 80.000 unglaxar sluppu skv. mati Matvælastofnunar, og gætu þeir því hafa tilheyrt því stroki. Því til stuðnings er greining á hreistri fiskanna (sjá mynd 15 í kafla 4). Þess ber þó að geta að slátrað var upp úr kvíum í Haganesi fram til síðla árs 2022 en engar opinberar heimildir eru til um síðari sleppingar þar. Einn fiskur átti uppruna í Eyrarhlíð í Dýrafirði. Árið 2022 veiddist annar fiskur úr Eyrarhlíð (undan sama hæng) og var hann 70 cm en sá sem veiddist 2023 var 79 cm. Enginn stroatburður hefur verið tilkynntur þar. Fiskar úr eldri strokum veiddust frá Kársstaðaá á Snæfellsnesi til Vatnsdalsár í Húnavatnssýslu og fjórir veiddust í ám á Vestfjörðum.

Ekki tókst að rekja 13 fiska til uppruna. Fiskarnir höfðu ytri einkenni eldislaxa og erfðagreining flokkaði þá með eldislaxum og ekki til íslenskra laxa. Fjórir fiskanna komu fram í ám utan við þekkta dreifingu strokulaxa úr Kvígindisdal. Aðrir laxar komu fram í ám þar sem einnig veiddust laxar úr Kvígindisdal utan eins sem veiddist í Miðá í Dölum og var eini eldislax sem barst stofnuninni úr þeirri á. Samkvæmt upplýsingum frá Matvælastofnun hafa allir hængar, sem notaðir hafa verið fyrir sjókvíaeldi á laxi á Íslandi á undanförunum árum, verið erfðagreindir. Glöppur í gagnagrunni eru því ekki orsök. Að hluta getur há stökkbreytitiðni örtungla og tæknileg vandamál varðandi mögnun hlutfallslega stórra genasamsæta (e. large-allele dropout) skýrt hluta fiskanna sem ekki tókst að rekja. Áfram er unnið að rakningu fiskanna.

Göngur strokulaxa í ár árið 2023 voru fordæmalausar og ekki er útilokað að fleiri laxar úr strokinu í Kvígindisdal gangi í ár á þessu ári. Hluti fiska sem ekki var kynþroska getur nú gengið í ár og fiskar sem dvöldu í ám í vetur geta gengið til sjávar og komið aftur til hrygningar. Nú þegar (sumar 2024) hefur stofnuninni borist nokkrir fiskar með útlit eldislaxa til greiningar. Afleiðingar stroksins í Kvígindisdal, sem og stroksins í Haganesi 2021, eiga enn eftir að koma í ljós. Mögulegar afleiðingar stroksins í Kvígindisdal má skoða í ljósi fyrirliggjandi upplýsinga um erfðablöndun þegar mun færri strokulaxar gengu í ár (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023). Göngur eldislaxa 2023 fóru saman við sögulega lélegar göngur villtra laxa sem getur gert erfðablöndun alvarlegri. Hafrannsóknastofnun mun rannsaka mögulegar afleiðingar stroksins og hefja sýnatöku úr sumargömlum seiðum í fjölda áa haustið 2024, fáist til þess fjármögnun.

3.3.1 Mótvægisáðgerðir með yfirborðsköfun

Þegar vart varð við að umtalsverður fjöldi eldislaxa var að ganga í ár víðsvegar á landinu fékk Fiskistofa sérfræðinga í yfirborðsköfun til mótvægisáðgerða með að fjarlægja eldislaxa úr ám. Sérfræðingarnir voru á vegum fyrirtækisins SkandNat (Skandinavisk Naturovervåking) og NORCE (NORCE Miljø - Laboratorium for ferskvannsókn og innlandsfiske). Niðurstöður þeirra voru birtar í skýrslum (Kanstad-Hanssen o.fl. 2023; Skoglund o.fl. 2023). Til að bæta yfirsýn voru niðurstöður köfunarfyrirtækjanna teknar saman í töflu 5. Telja verður mikilvægt að færni og geta til að meta stofnstærðir villtra laxa í ám (Skoglund o.fl. 2021) og að fjarlægja eldislaxa verði til staðar hér á landi þótt vonir standi til að ekki þurfi að koma til þess í framtíðinni.

Tafla 5. Niðurstöður yfirborðskafanna í íslenskum ám sem gerðar voru í kjölfar stórrar slysasleppingar í Patreksfirði sem tilkynnt var um 20. ágúst 2023. Í töflunni má m.a. sjá hve marga villta fiska kafarnir sáu, hve marga eldisfiska og hve margir náðust úr ánum. Talning villtra fiska var ekki meginmarkmið verkefnisins og því endurspeglar þær tölur ekki raunverulega stofnstærð villtra fiska, auk þess sem ekki var farið yfir alla ána í hverju tilfelli og því eingöngu um hlutfallstölur en ekki heildartölu að ræða. Taflan er unnin úr Kanstad-Hanssen o.fl. 2023 og Skoglund o.fl. 2023.

SNA ¹ NORCE ²	Vatnsfall	Dagsetning	Landss væði	Köfun	Vilttur fiskur	Eldisfiskur				
					Fj. sem fannst	Fj. sem fannst	Fj. fjartægður	Fj. eftirlifandi	Upph. tíðni (%)	Tíðni e. köfun (%)
x	Hítará	31.okt	FF	Valín svæði/hyltir	47	0	0	0	0	0
x	Haffjarðará	31.10/9-10.11	FF	Valín svæði/hyltir	410	9	9	0	2,1	0
x	Straumfjarðará	11.nóv	FF	Allir hyltir	247	2	2	0	0,8	0
x	Miðá	11.nóv	BS	Valdir hyltir	63	0	0	0	0	0
x	Haukadalsá	30.okt	BS	Valín svæði/hyltir	102	7	5	2	6,4	1,9
x	Laxá í Dölum	2.okt	BS	Valín svæði/hyltir	363	6	3	3	1,6	0,8
x	Laxá í Dölum	19.09/28.10	BS	Valdir hyltir	90	2	2	0	2,2	0
x	Flekkudalsá	28.okt	BS	Valín svæði/hyltir	0	0	0	0	0	0
x	Búðardalsá	19.sep	BS	Valín svæði/hyltir	120	3	2	1	2,4	0,8
x	Hvolsá	23.okt	BS	Valín svæði/hyltir	8	0	0	0	0	0
x	Staðarhólsá	19.09/28.10	BS	Valín svæði/hyltir	0	0	0	0	0	0
x	Djúpadalsá	23.okt	BN	Allir hyltir	19	3	3	0	13,6	0
x	Fjarðarhornská	25.okt	BN	Valín svæði/hyltir	6	2	2	0	25	0
x	Vatnsdalsá	25.okt	BN	Valín svæði/hyltir	43	1	0	1	2,3	2,3
x	Arnarbýla	24.okt	BN	Valín svæði/hyltir	0	0	0	0	0	0
x	Ósá	25.okt	SF	Öll áin	0	4	4	0	100	0
x	Botnsá	24.okt	SF	Öll áin	4	44	44	0	91,7	0
x	Fossá	24.okt	SF	Öll áin	0	0	0	0	0	0
x	Dynjandisá	24.okt	SF	Öll áin	1	5	4	1	83,3	50
x	Mjólíká	25.okt	SF	Neðan virkjunar	0	2	2	0	100	0
x	Laugardalsá	3.okt	IS	Neðan fiskteljara	0	0	-	0	0,0	0,0
x	Laugardalsá	25.okt	IS	Öll áin	15	0	0	0	0	0
x	Ísafjarðará	3.okt	IS	Valín svæði/hyltir	4	7	6	1	63,6	20,0
x	Ísafjarðará	18.sep	IS	Öll áin	7	15	12	3	68,2	30
x	Langadalsá	3.okt	IS	Valín svæði/hyltir	55	1	1	0	1,8	0,0
x	Langadalsá	18.sep	IS	Valín svæði/hyltir	28	3	1	2	9,7	6,7
x	Hvannadalsá	3.okt	IS	Valín svæði/hyltir	35	5	0	5	12,5	12,5
x	Hvannadalsá	21.sep	IS	Valdir hyltir	3	3	1	2	50	40
x	Staðará	3.okt	HV	Valín svæði/hyltir	24	6	5	1	20,0	4,0
x	Staðará	21.sep	HV	Valín svæði/hyltir	5	0	0	0	0	0
x	Selá	21.09/26.10	HV	Valín svæði/hyltir	5	1	1	0	16,7	0
x	Húsadalsá	26.okt	HV	Öll áin	40	10	10	0	20	0
x	Viðidalsá	26.okt	HV	Valín svæði/hyltir	11	0	0	0	0	0
x	Hrófá	26.okt	HV	Valín svæði/hyltir	1	0	0	0	0	0
x	Hrútafjarðará/Síka	1-2.okt	HA	Valín svæði/hyltir	109	34	32	2	23,8	1,8
x	Miðfjarðará	29.sep	HA	Valín svæði/hyltir	275	14	10	4	4,8	1,4
x	Miðfjarðará- Vesturá	26.okt	HA	Valdir hyltir	36	7	7	0	16,3	0
x	Vatnsdalsá	1.okt	HA	Valín svæði/hyltir	159	0	-	0	0,0	0,0
x	Viðidalsá	28.sep	HA	Valín svæði/hyltir	189	4	1	3	2,1	1,6
x	Laxá á Ásum	30.sep	HA	Valín svæði/hyltir	279	0	-	0	0,0	0,0
x	Svartá	30.sep	HA	Valín svæði/hyltir	18	0	-	0	0,0	0,0
x	Laxá í Refasveit	20.sep	HA	Neðan fiskteljara	17	8	8	0	32	0
x	Húseyjarkvísl	30.sep	SK	Valín svæði/hyltir	136	2	1	1	1,4	0,7
x	Fnjóská	27.okt	EY	Valdir hyltir	10	1	0	1	9,1	9,1

¹Kanstad-Hanssen o.fl. 2023

FF: Faxaflói IS: Ísafjarðarjúp SK: Skagafjörður

²Skoglund o.fl. 2023

BS: Breiðfjarður S HV: Húnaflói V E: Eyjafjörður

BN: Breiðfjarður N HA: Húnaflói A SF: Suðurfirðir

4 Hreisturrannsóknir

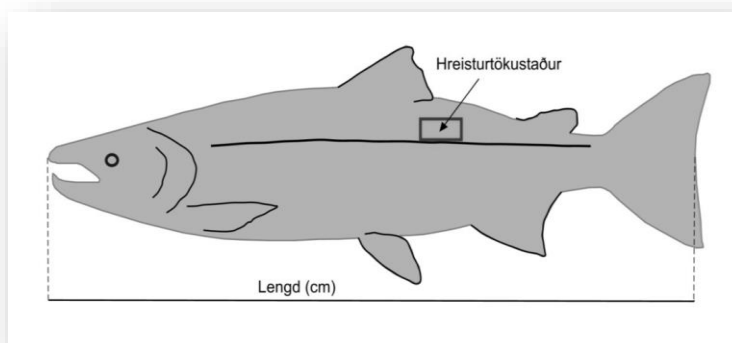
4.1 Inngangur

Rannsóknir á hreistri laxa er sú aðferð sem mest er beitt við rannsóknir á aldri og aldursamsetningu náttúrulegra laxastofna (ICES 2011). Á sama hátt endurspeglar hreistur af eldislöxum vöxt þeirra bæði í ferskvatnsumhverfi þeirra þar til seiðin eru sett í áframeldi í sjókvíaeldi og vöxt í sjókvíum (Sigurður Óskar Helgason o.fl. 2023). Vegna þeirra fjölmörgu eldislaxa sem gengu inn í íslenskar ár haustið 2023 var ákveðið að myndgreina hreistur af 55 löxum af þekktum eldisuppruna og voru skoðuð dæmi úr snemmbúnu stroki og síðan hreistur úr stóra strokinu haustið 2023. Í úrtakinu voru bæði skoðuð sýni af þekktum uppruna sem unnt var að rekja til eldisstaðar og sýni þar sem ekki fundust erfðafræðileg tengsl við hænga sem notaðir voru í eldinu.

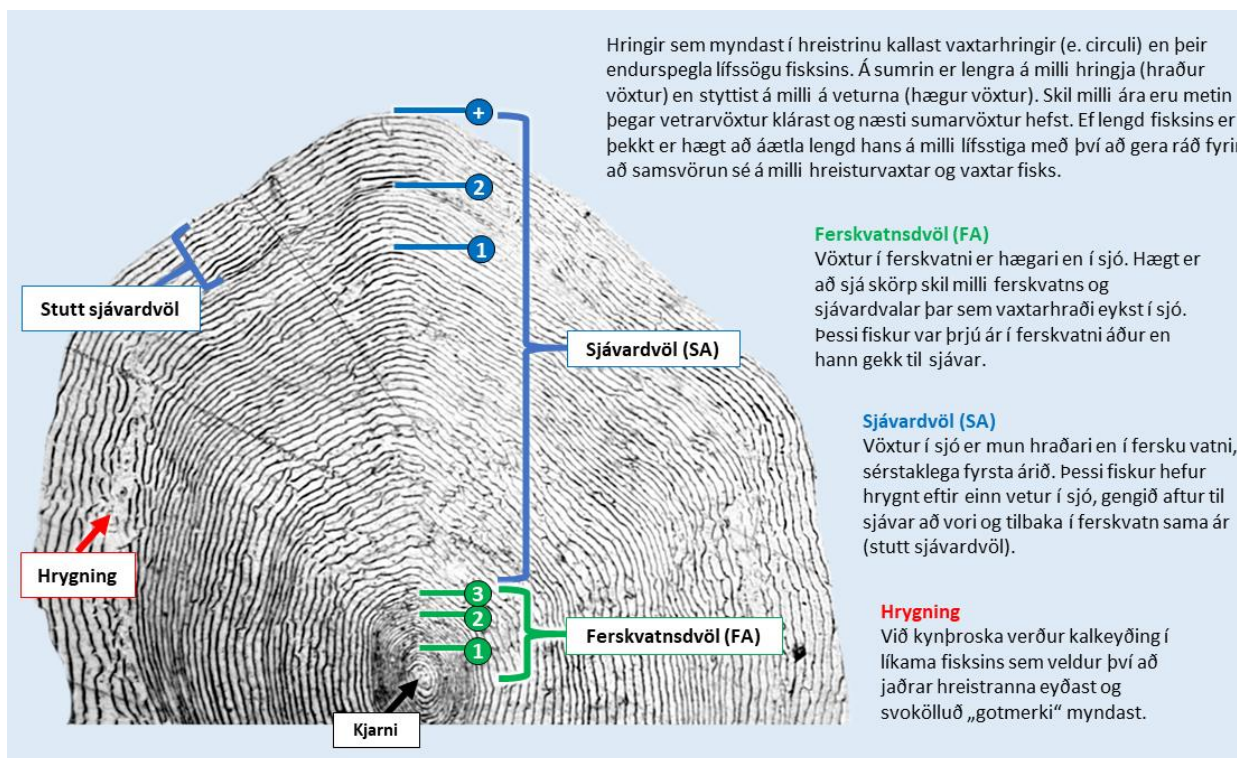
4.2 Söfnun og greining hreistursýna

Mælt er með því að hreistursýnum sé safnað af vinstri hlið laxa, 3-6 hreisturröðum ofan hliðarrákar, rétt aftan við bakuggann (mynd 11). Safna skal u.þ.b. 20 hreisturflögum af hverjum fiski og koma fyrir í hreisturumslagi sem síðan eru geymd á þurrum stað. Hreistursýnataka er oftast framkvæmd af veiðimönnum eða veiðivörðum við veiðiárnar. Eftir að veiðar á flugu eru víða orðnar eina leyfða veiðiaðferðin í ám og sleppingar í laxveiði fóru að verða algengar (veitt og sleppt), hefur sýnatöku á hreistri dalað, sérstaklega á stórlaxi sem að stærstum hluta er sleppt til verndunar á hrygningarstofni ána.

Nr.	Teg.	LAX
Veiðivatn	EKKIÞARR	
Stöð	SJAVARFOSS	
Dags.	28.08.2005	
Lengd cm	63	
Þyngd g	2500	
Kjöl	Kyn	HE
Sníkjudýr	LUS	
Fæða		
Ath:	SLONGUMERKI	
	15 20295	
	Aldur	



Mynd 11. Sýnishorn af hreisturumslagi (vinstri) og sýnatökustað sem mælt er með við töku hreistursýna (hægri).



Mynd 12. Dæmi um mat á lífssögu laxa með lestri á hreistri.

Með greiningu á hreistri er unnt að meta aldurssamsetningu laxastofnsins, bæði í ferskvatns- og sjávardvölinni. Hreistrið vex línulega við vöxt fisksins þar sem vaxtarhringir (e. circuli) myndast og endurspeglar hreistrið þannig lífssögu fisksins. Á sumrin er vöxturinn hraðari og verður þá lengra bil á milli vaxtarhringjanna, en á veturna er vöxtur mjög hægur. Með þessu móti er hægt að greina ákveðið mynstur í hreistrinu (mynd 12).

Svokallaðir árhingir eru metnir á skilunum milli þess sem veturinn endar og sumarvöxturinn hefst. Vöxtur í ferskvatni er langtum hægari en í sjó og þannig myndast skörp skil á milli ferskvatnsdvalar og sjávardvalar laxins (mynd 12). Aldur laxa er oftast táknaður með tveimur tölum þar sem fyrri talan gefur til kynna ferskvatnsaldur og sú seinni sjávaldur, þannig myndi náttúrulegur fiskur sem dvaldi fjögur ár í ferskvatni og eitt ár í sjó fá táknið 4.1+ (mynd 13). Hægt er að bakreikna vöxt laxins á ákveðnum vaxtarskeiðum þar sem hreistrið vex línulega í samræmi við vöxt laxanna ef lengd hans við veiði er þekkt. Þannig má áætla lengd laxa við útgöngu til sjávar og lengd laxa við lok hvers vetrar í sjávardvöl þeirra. Einstaka laxar ná að lifa af hrygninguna, ganga aftur til sjávar til fæðunáms og ná að ganga í ána aftur til endurtekinnar hrygningar. Við kynþroska verður kalkeyðing í líkama fisksins, sem veldur því að jaðrar hreistranna eyðast og „gotmerki“ myndast í hreistrinu og endurspeglar hreistrið þannig slíkan atburð í lífssögu fisksins (mynd 12). Þannig veitir samfelld söfnun hreistursýna mikilvægar upplýsingar um laxastofn árinna hverju sinni. Auk vaxtarmælinga er möguleiki á að meta uppruna laxins, þ.e. hvort hann megi rekja til náttúrelegs klaks árinna eða af eldisuppruna sem seiði sleppt til hafbeitar eða geti verið flækingur úr sjókvíaeldi. Fiskar sem sýna aðeins eitt ár í ferskvatnsdvölinni eru af

eldisseiðauppruna meðan seiði af náttúrulegu klaki úr íslenskum ám eru oftast 3 – 5 ár í ánni (Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson 1996). Auk þess eru seiði sem sleppt er til hafbeitar eða til matfiskeldis í sjókvíum oft mun stærri, en náttúruleg gönguseiði þegar þau fara til sjávar og bakreiknuð stærð seiða við sjögöngu hjálpar til við að greina uppruna þeirra (mynd 13).



Mynd 13. Samanburður á náttúrulegum laxi úr Krossá til vinstri (4.1+) og eldislaxi úr slyasleppingu í Patreksfirði til hægri (1.1+). Takið eftir muninum á stærð laxanna við lok ferskvatnsdvalar en ferskvatnskjarninn er mun stærri í eldislaxinum og vöxtur jafnari. Náttúrulegi laxinn var 4 ára er hann gekk til sjávar og um 12 cm en eldislaxinn hefur verið 1 árs og rúmir 30 cm þegar hann hefur verið settur út í kví.

4.3 Hreistur sem erfðasýni

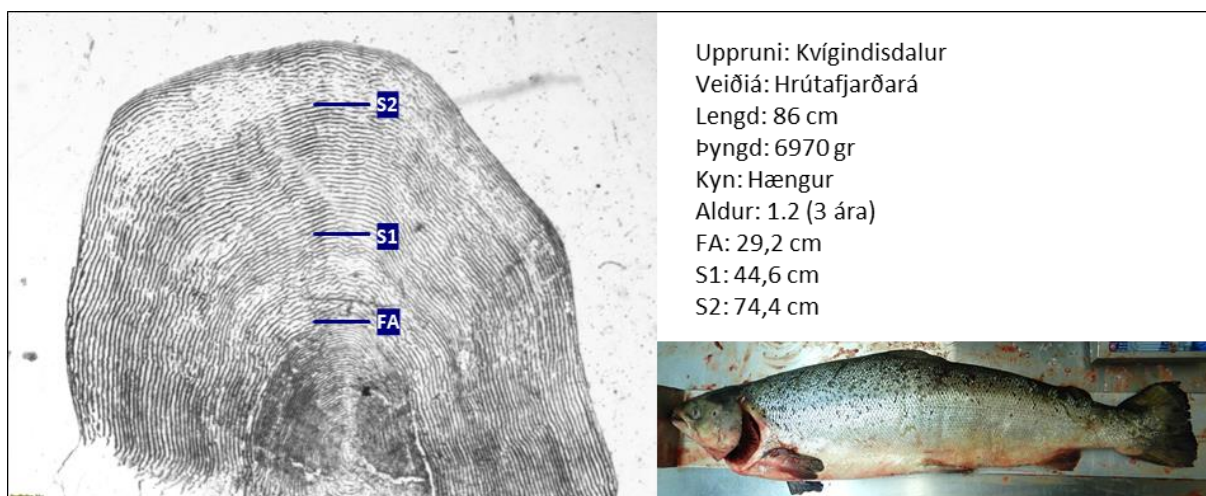
Gagnasöfn sem geyma hreistursýni af laxi eru enn fremur uppspretta erfðaeftis fiska sem unnt er að nýta til erfðagreininga, m.a. til að greina skyldleika stofna og meta erfðablöndun (Nielsen o.fl. 1999, Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2013). Langar gagnaraðir af hreistursýnum geta því veitt ómetanlegar upplýsingar um breytingar sem kunna að hafa átt sér stað á laxastofnum langt aftur í tímann.

4.4 Niðurstöður og umræður

Alls voru myndgreind 41 hreistursýni af strokulaxi með uppruna úr strokinu í Kvíngindisdal og fjögur hreistursýni úr snemmbúnu stroki í Haganesi 2020 (Tafla 6). Eldislaxar úr Kvíngindisdal voru þriggja ára að aldri (eitt ár við útsetningu og tvö í sjókví). Bakreikningur sýndi að lengd við útsetningu í sjó (FA) var 27,3 cm ($\pm 2,9$ SD) og 43,2 cm ($\pm 4,2$ SD) við fyrra árið í sjó (S1) og 66,1 cm ($\pm 5,2$) á seinna ári í sjó (S2). Meðallengd laxa við veiði var 75,1 cm ($\pm 6,5$ SD). Hreisturmyndir af tveimur strokulöxum (mynd 14) sýna að vöxtur í kvíunum minnkar mjög á veturna sem endurspeglast í þéttingu á vaxtarhringjum. Sjávarhiti verður lágur yfir hörðustu vetrarmánuðina á Vestfjörðum og þess gætir í vexti laxanna á þeim árstíma.

Tafla 6. Aldursgreining og bakreikningur á lengd við aldur á hreistursýnum úr Kvígindisdal (síðbúið strok) og á sýnum úr Haganesi (snemmbúið strok). Um er að ræða fiska sem veiddust haustið 2023. FA er lengd við útsetningu eldisseiða, S1 er lengd við lok fyrsta sjávarvetrar, S2 eftir annan vetur í sjó og Got er lengd við hrygningu.

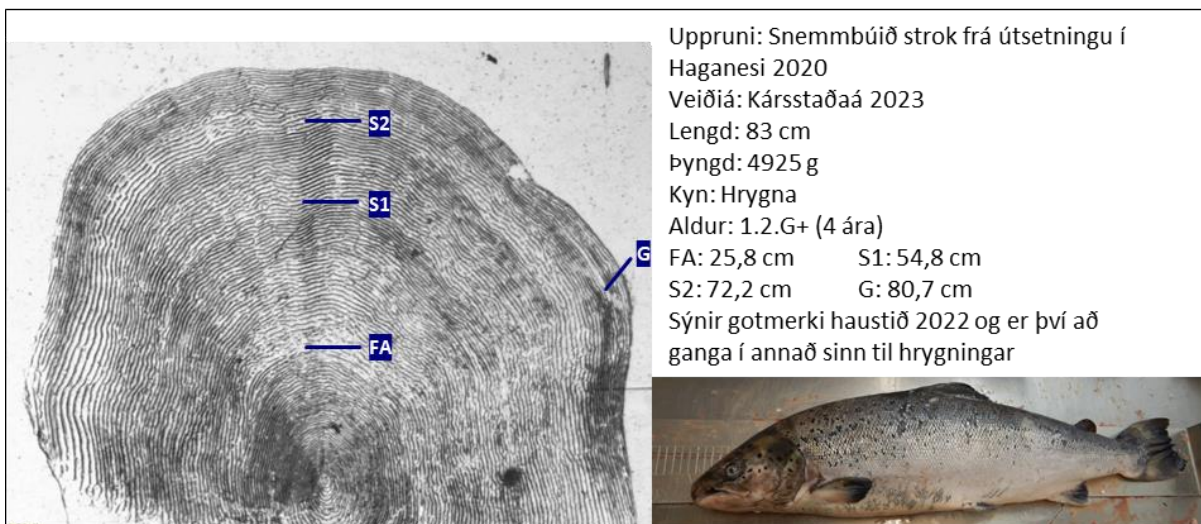
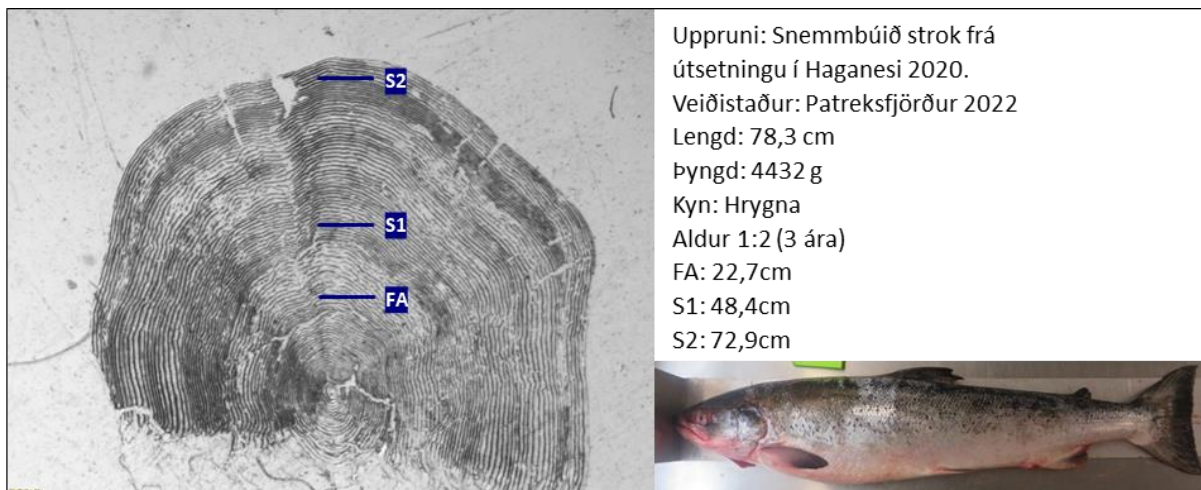
Uppruni	Aldur ferskv.	Aldur sjór	Fjöldi sýna	Bakreiknuð lengd (cm ± SD)				
				FA	S1	S2	Got	Lengd við veiði
Kvígindisdalur 2021	1	2	41	27,3 cm ± 2,9	43,2 cm ± 4,2	66,1 cm ± 5,2		75,1 cm ± 6,5
Haganes 2020	1	2	4	25,1 cm ± 2,3	48,8 cm ± 4,1	72,4 cm ± 5,5	80,1 cm ± 2,4	83,0 cm ± 2,2



Mynd 14. Hreisturgreining á strokulaxi úr Kvígindisdal. FA er lengd við útsetningu eldisseiða, S1 lengd við lok fyrsta sjávarvetrar og S2 er lengd við lok annars sjávarvetrar.

Fiskar úr snemmbúnu stroki í Haganesi og veiddust 2023 voru 4 ára að aldri (tafla 6). Bakreiknuð lengd við útsetningu í sjó (FA) var 25,1 cm ($\pm 2,3$ SD), 48,8 cm ($\pm 4,1$) við lok fyrsta sjávarvetrar og 72,4 cm ($\pm 2,4$) við lok annars sjávarvetrar. Í öllum sýnum frá Haganesi 2023 sáust gotmerki (mynd 15 neðri) sem þýðir að laxarnir hafa orðið kynþroska haustið 2022 og gætu hafa tekið þátt í hrygningu það ár.

Fiskarnir ganga síðan aftur til sjávar vorið 2023 og veiðast samsumars það ár. Þessi hegðun er vel þekkt hjá laxi, að þeir laxar sem ná að lifa af hrygningu og ganga til sjávar á ný sýna yfirleitt stutta sjávardvöl þar sem þeir ná að verða kynþroska á ný en vaxa mjög lítið vegna stutts dvalartíma í sjó. Til samanburðar er hreistur frá snemmbúna strokinu í Haganesi 2020 sem veiddust 2022 (mynd 15 efri) en þar koma ekki fram gotmerki.

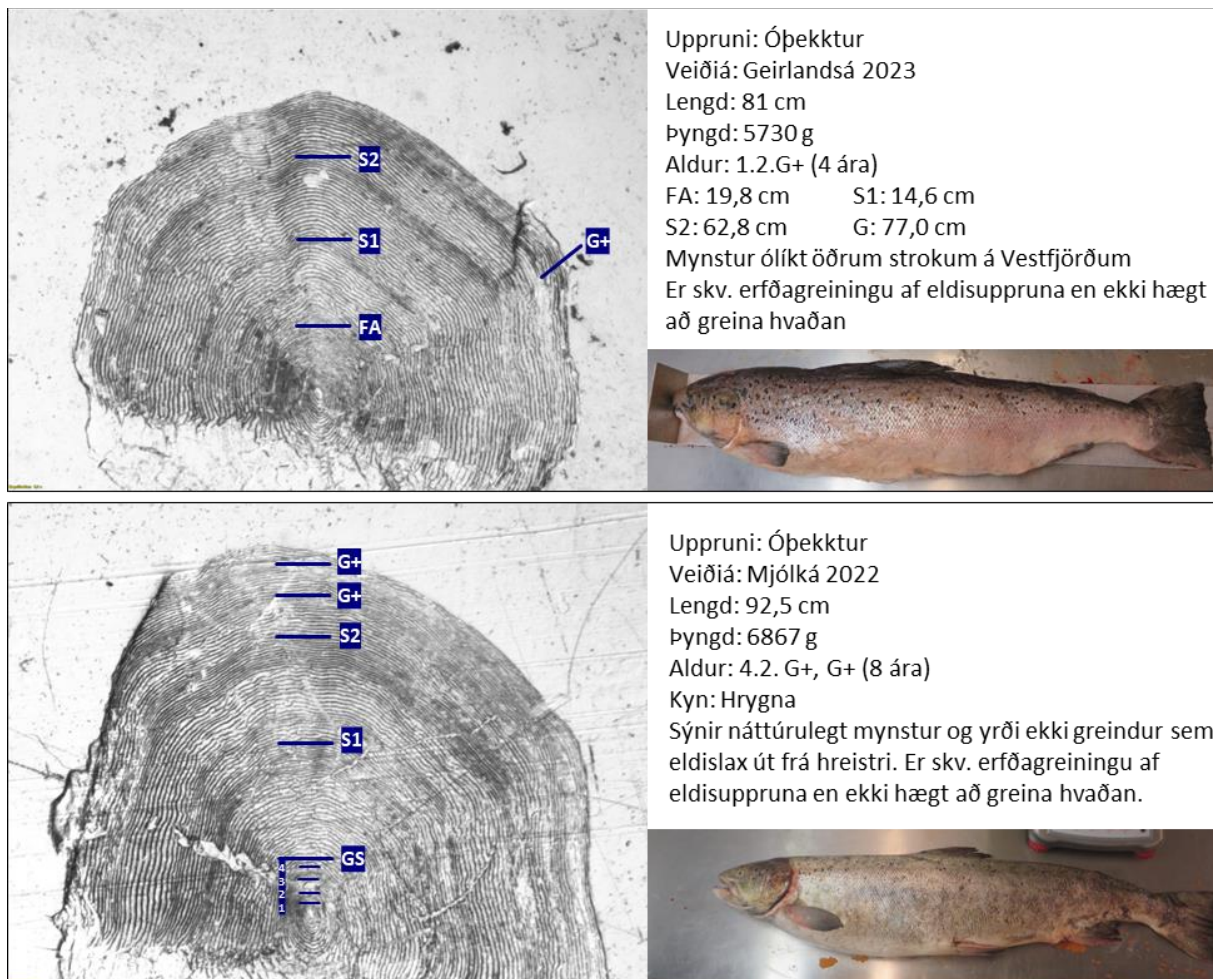


Mynd 15. Hreisturgreining á strokulaxi úr Haganesi. FA er lengd við útsetningu eldisseiða, S1 er lengd við fyrsta sjávarvetur og S2 er lengd við lok annars sjávarvetur. G merkir gotmerki í hreistrinu.

Einnig voru skoðuð hreistur eldislaxa af óþekktum uppruna (mynd 16 efri). Þar var m.a. skoðað hreistur af meintum eldislaxi úr Geirdalsá sem veiddist haustið 2023. Sá lax var 4 ára að aldri, þ.e. 1 árs við útsetningu í sjó (FA) og tveir vetur í sjó (S1 og S2) og síðan var gotmerki í hreistrinu. Hreistursmynstur laxins úr Geirlandsá var mjög ólíkt vaxtarmynstri strokulaxa af Vestfjörðum. Þannig var vetur í hreistrinu mun styttri sem bendir til hlýrra hitafars og bendir til annars uppruna en strokulaxa frá Vestfjörðum. Frekari greining á uppruna fisksins stendur yfir.

Annar lax af óþekktum uppruna sem var skoðaður veiddist í Mjólka í Arnarfirði haustið 2022 (mynd 16, neðri mynd). Sá lax var 8 ára að aldri (4+, 2+, G+, G+). Aldursgreining og hreisturmynstur bendir til lax af náttúrulegum uppruna þar sem laxinn var 4 ára í ferskvatni fyrir sjógöngu. Þá bar ekki mikið á

eldiseinkennum í útliti laxins (mynd 16, neðri) og greining á fitusýrum sýndi að fiskurinn hafði ekki nýlega sloppið úr eldi. Fiskurinn flokkaðist til Stofnfisks þegar hann var borinn saman við marga laxastofna víðsvegar að úr Evrópu með SalSea-erfðamörkum og einnig til Stofnfisks en ekki til íslensks lax með SNP-greiningu (Single Nucleotide Polymorphism). Ef fiskurinn er af eldisuppruna er líklegt að laxinn sé afkomandi eldislaxa sem hrygnt hefur í straumvatni en síðan alist upp við náttúruleg skilyrði. Geta má þess að hrein eldisseiði hafa greinst í Botnsá í Tálknafirði, skammt frá Mjólka í Arnarfirði, í sýnatökum 2016 og 2019. Frekari greining á uppruna fisksins stendur yfir.



Mynd 16. Hreisturgreining á strokulaxi úr Geirlandsá (efri mynd) og Mjólka í Arnarfirði (neðri mynd). FA er lengd við útsetningu eldisseiða (eins árs seiði) og GS er gönguseiði á leið til sjávar, S1 (lengd við lok fyrsta sjávarvetrar) og S2 (lengd við lok annars sjávarvetrar). G merkir gotmerki í hreistrinu.

5 Erfðablöndun

5.1 Inngangur og aðferðir

Erfðablöndun við eldislax getur ógnað villtum laxastofnum. Getur hún varanlega breytt erfðasamsetningu villtra stofna, valdið hnignun stofna og minnkað líffræðilegan fjölbreytileika. Frá árinu 2015 hefur Hafrannsóknastofnun safnað erfðasýnum í þeim tilgangi að meta erfðablöndun í ám. Áhersla hefur verið lögð á söfnun erfðasýna á eldissvæðum eða nærri þeim þar sem mesta hættan er á erfðablöndun. Nær árlega hefur erfðasýnum verið safnað úr tugum áa á eldissvæðum og á tveggja ára fresti hefur vöktunin náð til laxveiðiáa hringinn í kringum landið.

Árið 2017 birti Hafrannsóknastofnun niðurstöður sem bentu til erfðablöndunar í ám á Vestfjörðum (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2018). Í skýrslunni var bent á takmarkaða greiningarhæfni SalSea-erfðamarka (15 örtungl; e. microsatellites) með hermun tilbúinna blendinga og því ljóst að öflugra tól þyrfti til greininga. Undanfarið ár hefur Hafrannsóknastofnun látið greina sýni með 60.250 SNP-erfðamörkum sem býður upp á mun nákvæmari greiningar. Í skýrslu Hafrannsóknastofnunar frá 2023 með SNP-erfðamörkum voru niðurstöður greininga á völdum sýnum úr rannsókninni frá 2017 í megindráttum þær að erfðablöndun eldislax af norskum uppruna og íslensks lax hefði orðið. Skýrslan frá 2023, þar sem yfir 6.000 seiði voru erfðagreind og nýjustu sýnin frá 2020, greindi frá nýrri blöndun (fyrstu kynslóðar blöndun; eldislax X villtur lax) í 17 ám og eldri blöndun (t.d. blöndun blendinga eða blöndun blendinga og villtra laxa) í 26 ám og var það einkum í ám nærri eldissvæðum. Ein megin niðurstaðan var sú að erfðablöndun hefði orðið við hlutfallslega lítið eldismagn enda voru flest sýnin af hrygningarárgöngum 2014-2018 þegar framleiðsla á eldislaxi var um 6.900 tonn að meðaltali. Framleiðsla á eldislaxi hefur margfaldast síðan þá sem og göngur eldislaxa í ár eftir 2018.

Hér verða birtar niðurstöður greininga á erfðablöndun 3.194 sýna sem tekin voru úr laxaseiðum árið 2021 auk eldri sýna sem ekki rötuðu í skýrsluna frá 2023 vegna tæknilegra örðugleika. Aðferðalýsing varðandi sýnatöku og gagnavinnslu má finna í Leó Alexander Guðmundsson ofl. (2023). Hér verða aðeins sýndar niðurstöður úr líkani forritsins NewHybrids (Anderson og Thompson 2002), sem flokkar sýni í villt, eldi, nýja erfðablöndun eða eldri blöndun. Frekari greiningar og upplýsingar um sýni verða birtar síðar í skýrslu sem einnig mun ná til álíka gagnasafns frá 2023.

5.2 Niðurstöður og umræður

Af 3.194 greindum laxasýnum úr 64 ám hringinn í kringum landið (flestum safnað árið 2021) greindist ný erfðablöndun hjá 51 seiði í 12 ám (tæplega 19% áa) og eldri erfðablöndun hjá 79 seiðum í 16 ám (25% áa). Fiskar með óvissa flokkun voru 21 í níu ám (tafla 7).

Í 943 sýnum sem tekin voru í 18 ám frá Úlfarsá í landi Reykjavíkur til Suðurfossá á Rauðasandi greindist engin ný erfðablöndun. Á þessu svæði hafði áður greinst ný erfðablöndun í Krossá á Skarðsströnd og í Móru á Barðaströnd (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023). Á Vestfjörðum greindist ný erfðablöndun í nokkrum ám þar sem hún hafði áður greinst; í Botnsá í Tálknafirði, Sunndalsá í Arnarfirði, Hraundalsá í Ísafjarðardjúpi og Staðará í Steingrímsfirði. Ný erfðablöndum greindist einnig í ám þar sem slík blöndun hafði ekki áður greinst; í Dynjandísá og Mjólká í Arnarfirði, Botnsá í Dýrafirði og í Laugardalsá í Ísafjarðardjúpi. Á Norðvesturlandi greindist ný erfðablöndun í Hrutafjarðará en ekki

hafði áður verið safnað erfðasýnum úr ánni vegna vöktunar á erfðablöndun. Engin ný erfðablöndun greindist í öðrum sýnum á Norðvestur- og Norðausturlandi (598 sýni í sjö ám) fyrir utan einn blending í Selá í Vopnafirði. Ný erfðablöndun greindist einnig í Norðfjarðará á Austfjörðum og í Sogi á Suðurlandi í sýni frá 2017.

Seiði af hreinum eldisuppruna greindust í Mjólká í Arnarfirði og í Varmá sem rennur í Ölfusá á Suðurlandi. Rannsókn á mögulegum uppruna seiða úr Varmá stendur yfir.

Flestir eldri blendingar greindust í ám á Austurlandi/Austfjörðum. Áður hefur verið sýnt fram á í sýnum frá 2017 og 2020 að talsvert er um eldri blöndun í Breiðdalsá. Sama fannst í sýnum frá 2021 þar sem 14 af 73 sýnum (19%) greindust með eldri blöndun og fjórir með óvissa flokkun. Svipaða mynd mátti sjá í sýnum úr Jökulsá á Dal (22%) og í hliðaránni Laxá í Jökulsárhlíð (35%). Almennt er þörf er á frekari greiningu eldri erfðablöndunar (og fiska með óvissa flokkun) og skoða möguleikana á því að aðgreina annarra og þriðju kynslóð blendinga. Jafnframt þarf að hanna tæknilausnir svo unnt sé að greina mögulega erfðablöndun í eldri sýnum, t.d. hreistri, þannig að unnt sé að skoða breytingar á erfðasamsetningu í tíma. Sú vinna er í gangi.

Gera má ráð fyrir að sýnin frá 2021 séu mest megnis af hrygningarárgöngum 2017-2020 en á því árabili var meðalframleiðsla í sjókvíaeldi um 20.000 tonn (minnst 9.701 tonn og mest 32.735 tonn). Erfðagreining á sýnum frá 2021 renna því frekari stöðum undir að erfðablöndun hefur orðið við tiltölulega lítið eldismagn. Jafnframt að erfðablöndun dreifist út fyrir eldissvæði líkt og dreifing strokulaxa í ár 2023 getur verið vitnisburður um.

Tafla 7. Niðurstöður greininga á erfðablöndun laxaseiða frá 2021 auk eldri sýna sem ekki höfðu verið birt áður vegna tæknilegra örðugleika við greiningar.

Landshluti/á	Ártal	N°	W°	Fjöldi sýna	Nýblöndun	Eldri blöndun	Eldi	Óvissa
Suðvestur- og Vesturland								
Úlfarsá	2021	64.11864	-21.64730	75				
Laxá í Leirársveit	2021	64.42772	-21.64796	73				
Grímsá	2021	64.53430	-21.29860	14				
Kjarará	2021	64.75650	-21.13156	78				
Þverá	2021	64.68853	-21.52735	80				
Norðurá	2021	64.76258	-21.50752	35				
Gljúfurá	2021	64.66234	-21.68120	80				
Langá	2021	64.59240	-21.99064	21				
Hörðudalsá	2021	64.94205	-21.65252	12				
Laxá í Dölum	2021	65.10725	-21.71997	96				
Krossá	2021	65.25151	-22.21537	21				
Hvolsá	2021	65.35538	-21.77184	26				
Vestfirðir								
Geiradalsá	2021	65.47266	-21.91225	17				
Þorskafjarðará	2021	65.60928	-22.08711	42				
Djúpadalsá	2021	65.60809	-22.24573	42				
Fjarðarhornská	2021	65.64846	-22.54891	22				
Móra	2021	65.52090	-23.41537	93				
Suðurfossá	2021	65.46008	-23.91368	116				
Botnsá í Tálknafirði	2021	65.58662	-23.75528	27	5	3		
Selárdalsá	2021	65.77152	-24.01311	85				
Litlueyrará	2021	65.66986	-23.61725	33				
Dufansdalsá	2021	65.61528	-23.59474	60		6		
Sunnaldalsá	2021	65.61387	-23.39913	67	3			
Dynjandísá	2021	65.73719	-23.20911	34	10	1		
Mjólka	2021	65.77426	-23.16920	6	3		1	
Botnsá í Dýrafirðir	2021	65.83866	-23.18170	13	5	3		
Sandsá	2021	66.02701	-23.68271	31				
Bjarnadalsá	2021	65.97480	-23.43608	4				
Staðará í Súgandaf.	2021	66.11321	-23.54699	111		4		1
Heydalsá	2021	65.84174	-22.67224	31				
Laugardalsá	2021	65.93027	-22.68146	91	6			2
Langadalsá	2021	65.77316	-22.30327	98				
Hraundalsá	2021	66.02449	-22.33666	8	1			
Staðará í Steingrímsf.	2021	65.76383	-21.83755	95	7	3		1
Húsadalsá	2021	65.67949	-21.70275	23				
Víðidalsá í Steingrímsf.	2021	65.67892	-21.68822	62		2		1
Norðvestur- og Norðurland								
Víkurá	2021	65.45592	-21.26893	90				
Hrútafjarðará	2021	65.09572	-21.08775	84	8	1		1
Vatnsdalsá	2021	65.50079	-20.34082	82				
Sæmundará	2021	65.65209	-19.56353	58				
Norðausturland og Austfirðir								
Laxá í Aðaldal	2020, 2021	65.87889	-17.39243	112		1		
Hafralónsá	2020	66.13429	-15.39579	99		2		
Miðfjarðará á Bakka	2021	65.99770	-15.16940	88				
Selá	2021	65.70570	-14.98899	104	1			1
Hofsá	2020	65.71141	-14.85660	55		2		
Laxá í Jökulsárhlið	2021	65.45496	-14.59695	54		19		3
Jökulsá á Dal	2021	65.31410	-15.11941	75		16		7
Norðfjarðará	2021	65.11695	-13.80807	8	1	1		
Breiðdalsá	2021	64.78352	-14.15406	73		14		4
Suðurland								
Tungá	2021	64.07820	-20.17224	4				
Kálfá	2021	64.03609	-20.31741	15				
Þjórsá	2021	64.02860	-20.35907	61				
Dalsá	2021	64.27201	-20.19714	9				
Litla-Laxá	2020, 2021	64.15657	-20.25254	11				
Stóra-Laxá	2020, 2021	64.06031	-20.33615	57				
Tungufjót	2020, 2021	64.17984	-20.40986	23				
Fullsæll	2021	64.22697	-20.52778	6				
Brúará	2021	64.15934	-20.55841	9				
Hvítá	2017, 2021	64.26937	-20.20462	44				
Ásgarðslækur	2017	64.05591	-20.97754	15				
Tunguá	2017	64.04366	-20.98621	14				
Sog	2017, 2021	64.00323	-20.97113	34	1	1		
Varmá	2021	63.98721	-21.17473	5			5	
Ölfusá	2017, 2020, 2021	63.93993	-21.01170	83				

6 Lokaorð

Sú samantekt vöktunar sem hér er frá greint er sú fjórða sem tekin hefur verið saman frá því umfang laxeldis í sjókvíum fór að aukast hér við land. Því er nokkur reynsla að skapast varðandi umfang og aðferðir vöktunarinnar. Árið 2023 var mjög frábrugðið fyrri árum og einkenndist af stroki laxa úr kví í Patreksfirði síðla ágústmánaðar. Áætlaður fjöldi laxa í því stroki var um 3500 fiskar. Fljótlega eftir strokið fór að bera á göngu eldislaxa í ár. Við skoðun á kynþroskasti laxa á sama kvíastæði kom í ljós að um 35% laxanna sýndu merki um kynþroska. Kynþroska laxar eiga eingöngu eftir að stefna á hrygningu til að ljúka sínum lífsferli. Væntanlega var það ástæða þess að þeir sóttu í ár til að undirbúa hrygningu. Eldislaxar fóru að veiðast í stangveiði ásamt því að bera fór á þeim í myndavélateljurum þar sem slíkur búnaður er til staðar. Til að draga úr líkum á að eldislaxar næðu að hrygna ákvað Fiskistofa að setja af stað mótvægisáðgerðir. Þær fólust í heimild til handa veiðifélögum til veiða sem beindist að eldislögum þótt komið væri fram yfir lok veiðitíma, ásamt því að fiskvegum var í sumum tilfellum lokað. Auk þess voru fengnir sérfræðingar í yfirborðsköfun frá Noregi sem leituðu uppi eldislaxa og fjarlægðu úr ám.

Ljóst er að talsverður árangur varð af þessum mótvægisáðgerðum en enn á eftir að koma í ljós í hversu miklum mæli og hvar eldislaxar náðu að hrygna en stefnt er því að veiða vorgömul seiði haustið 2024 til að fá mat á hrygningu strokulaxa og hve mikil viðkoma þeirra og blöndun við villta laxastofna hefur orðið.

Mikill fjöldi laxa bárust Hafrannsóknastofnun til sýnatöku og rannsókna. Greining erfðaefnis voru gerðar hjá MATÍS og greiningar á uppruna hjá Hafrannsóknastofnun. Til að greina uppruna var erfðaefni strokulaxa borið saman við sýni af foreldrafiskum (hængum) sem notaðir hafa verið til undaneldis. Sú tilhögun að safna og varðveita erfðaupplýsingar foreldrafiska, sem kveðið er á um í reglugerð um fiskeldi, er afar mikilvæg til að rekja strokufiska og rannsaka umfang og áhrif eldislaxa á villta laxastofna.

Af þessu stroki má sjá mikilvægi þess að í laxeldi sé fylgst með kynþroska fiska og mótvægisáðgerðum með ljósastýringu sé beitt á eldisferlinum. Í framhaldi af þessum atburði var reglugerð um fiskeldi breytt 1. maí síðastliðin með ákvæðum um ljósastýringu og vöktun á kynþroska.

Ganga villtra laxa í ár hér á landi hefur farið minnkandi á undanförunum árum og því má búast við að ef laxar strjúka úr eldi og ná að hrygna í ám verði áhrif innblöndunar hlutfallslega meiri en ef hrygningarstofnar villtra laxa væru stórir. Því er mikilvægt að styrkja villta stofna til að auka viðnámsþrótt þeirra.

Sú vöktun sem gerð er eykur þekkingu á umfangi og áhrifum laxeldis á villta laxastofna. Teljarar hafa sýnt að þeir eru mikilvægir við vöktun á bæði til að meta stofnstærðir og uppruna laxa. Söfnun og greining hreistursýna er mikilvæg til að greina uppruna og æviskeið eldislaxa. Mælt er með að hreistri sé safnað af veiddum lögum en auk greiningar á lífssögu fiska er í mörgum tilfellum einnig hægt að greina erfðaefni úr hreistursýnum. Greining erfðaefnis er líkleg til að hægt sé að rekja eldislaxa til uppruna og eldisstaðar og greina hvort og hvaða áhrif innblöndun getur haft. Hér á landi eru tækifæri til að bæta þekkingu á áhrifum laxeldis þar sem mikill erfðamunur er á milli villtra íslenskra laxa og eldislaxa af norskum uppruna. Mikilvægur liður í rannsóknum að hér á landi, líkt og fram kemur hér að ofan, er erfðaefni foreldrafiska sem notaðir eru í laxeldi geymt og því hægt að rekja uppruna afkomanda þeirra þótt óvissa geti verið í einhverjum tilfellum. Vitað er að laxar fá öðrum löndum sækja

á fæðuslóðir við Ísland og því mögulegt að villtir laxar, eða eldislaxar frá öðrum löndum gangi í ár hér á landi.

Hafrannsóknastofnun hefur fengið nokkra gagnrýni fyrir að langan tíma taki að greina uppruna fiska og birta niðurstöður rannsókna. Sú gagnrýni er að nokkru leyti réttmæt. Taka þarf tillit til þess að frá því t.d. að snemmbúið strok verður úr sjókví getur tekið tvö ár þar til fyrstu fiskar úr því stroki ganga í ár. Ef þeir ná síðan að hrygna í árnar klekjast hrognin næsta vor á eftir og mögulegt er að veiða vörgömul seiði þá um sumarið en þegar um vörgömul seiði er að ræða eru líkur til þess að þau séu systkini talsverð og því þarf umfangsmeiri söfnun sýna. Auðveldara er að veiða stærri seiði þá annað eða þriðja ár frá hrygningu. Eftir að sýnum hefur verið safnað þarf að koma þeim í greiningu hjá erfðagreiningarfyrirtækjum og getur þeirra vinna tekið talsverðan tíma við einangrun erfðaefnis og keyrslu í þar til greindum tækjum. Þar á eftir tekur við samanburður á niðurstöðum við erfðasamsetningu foreldra fiska. Við greiningar á seiðum hefur verið stuðst við greiningar á 60 þúsund erfðamörkum og því þarf umtalsverða vinnu við undirbúning, reiknigetu við greiningar og svo samantekt niðurstaðna og túlkun þeirra. Mikilvægt er að efla þennan þátt með auknu fjármagni, mannafla og tækjabúnaði. Ákjósanlegt er að þessi geta og þekking verði öll til staðar hér á landi en greiningar á blöndun og uppruna seiða hefur verið gerð í Noregi. Upprunagreining fullorðinna laxa hefur aftur á móti verið gerð hjá MATÍS. Greiningar þeirra hafa einnig tekið talsverðan tíma.

Tíðni stroka úr sjókvíaeldi hér á landi og sá fjöldi laxa sem gengu í ár var mun meiri en gert hafði verið ráð fyrir bæði við mat á umhverfisáhrifum laxeldis og áhættumati erfðablöndunar. Ábyrgð þess að koma í veg fyrir strok og öll umgjörð liggur hjá eldisfyrirtækjum.

Sú samantekt sem hér hefur verið gerð er mikilvæg til að auka og bæta yfirsýn yfir umfang og áhrif fiskeldis og stöðu villtra laxastofna. Draga þarf lærdóm af fenginni reynslu og bæta verkferla, mótvægisáðgerðir og vöktun bæði varðandi fiskeldi og villta laxastofna. Með þekkingu og yfirsýn eru meiri líkur til að umræða um fiskeldi verði byggð á staðreyndum.

7 Heimildir

Anderson, E.C. og Thompson E.A. 2002. A model-based method for identifying species hybrids using multilocus genetic data. *Genetics*, 160: 1217 – 1229.

Guðmunda B. Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson 2024. Lax- og silungsveiðin 2023. Hafrannsóknastofnun, HV 2024-27.

Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson 1996. Fiskar í ám og vötnum. Landvernd, Reykjavík. 181 bls.
Hafrannsóknastofnun 2020. Hætta á göngu strokulaxa úr laxeldi í íslenskar laxveiðiár. Tækniskýrsla Hafrannsóknastofnunar 2020. 41 bls.

Hansen, L.P. og Youngson, A.F. 2010. Dispersal of large farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*, from simulated escapes at fish farms in Norway and Scotland. *Fisheries Management and Ecology*, 17: 28 – 32.

ICES 2011. Report of the Workshop on Age determination of Salmon (WKADS), 18-20 January 2011, Galway Ireland. ICES CM 2011/ACOM: 44 67 pp

Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024. Uppruni sjókvíaeldislaxa frá rannsóknum Laxfiska haustið og veturinn 2023 í ám á Vestfjörðum og Austfjörðum. Laxfiskar, 5 bls.

Kanstad-Hanssen Ø., Bentsen, V., Jamtfall, E., Ulvund, JB. 2023. Monitoring and removal of escapees of farmed salmon – measures following an escape incident in Patreksfjörður. SNA-report 23/2023. 20s.

Leó Alexander Guðmundsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sten Karlsson, Hlynur Bárðarson, Ingerid Julie Hagen, Áki Jarl Lárusson, Sæmundur Sveinsson, Davíð Gíslason og Kevin A. Glover 2023. Erfðablöndun villts íslensks lax (*Salmo salar*) og eldislax af norskum uppruna. Hafrannsóknastofnun, HV 2023-25. 74 bls.

Leó Alexander Guðmundsson, Hlynur Bárðarson og Sigurður Óskar Helgason 2018. Greining á mögulegum eldisuppruna 12 laxa sem veiddust í tveimur ám á Vestfjörðum árið 2017. Hafrannsóknastofnun, KV 2018-3, 3 bls.

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.

Leó Alexander Guðmundsson, Sigurdur Gudjónsson, Guðrún Marteinsdóttir, Dennis L. Scarnecchia, Anna Kristín Daniélsdóttir and Christophe Pampoulie 2013. Spatio-temporal effects of stray hatchery-reared Atlantic salmon *Salmo salar* on population genetic structure within a 21 km-long Icelandic river system. *Conservation Genetics*. 14:1217–1231

Matvælastofnun 2024a. Sótt 22.04.2024 af <https://www.mast.is/is/maelabord-fiskeldis/maelabord-fiskeldis>

Matvælastofnun 2024b. Ákvörðun Matvælastofnunar um stjórnvaldssekt á hendur rekstrarleyfishafa í sjókvíaeldi staðfest. Sótt 03.05.2024 af <https://www.mast.is/is/um-mast/frettir/frettir/akvordun-matvaelastofnunar-um-stjornvaldssekt-a-hendur-rekstrarleyfishafa-i-sjokviaeldi-stadfest>

Matvælastofnun 2024c. Gat á sjókví í Patreksfirði – upplýsingar um sláturtölur. Sótt 03.05.2024 af <https://www.mast.is/is/um-mast/frettir/frettir/gat-a-sjokvi-i-patreksfirdi-upplysingar-um-slaturtolur>

Matvælastofnun 2024d. Beiðni um opinbera rannsókn vegna meintra brota gegn lögum um fiskeldi. Sótt 03.05.2024 af <https://www.mast.is/is/um-mast/frettir/frettir/beidni-um-opinbera-rannsokn-vegna-meintra-brota-gegn-logum-um-fiskeldi>

Matvælastofnun 2024e. Afföll vegna laxalúsa í Tálknafirði 2023. Sótt 14.5.2024 af <https://www.mast.is/static/files/Fiskeldi/lusaskyrsla/affoll-i-sjokviaeldi-vegna-laxalusa-i-talknafirdi-arid-2023.pdf>.

Matvælastofnun 2024f. Niðurstöður úr eftirliti eftir stök í landeldisstöð í Silfurstjörnnunni, Öxarfirði. Sótt 12.07.2024 af <https://www.mast.is/is/um-mast/frettir/frettir/nidurstodur-ur-eftirliti-eftr-strok-i-landeldisstod-i-silfurstjornunni-oxarfirdi>

Matvælastofnun 2023. Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2023. 67 bls.

Matvælastofnun 2022. Stjórnvaldssekt lögð á Arnarlax vegna brota á lögum um fiskeldi. Frétt - 25.11.2022. Sótt 15.05.2023 af <https://www.mast.is/is/um-mast/frettir/frettir/stjornvaldssekt-logd-arnarlax-vegna-brota-a-logum-um-fiskeldi-1>.

Nielsen, E.E., Hansen, M.M. and Loeschcke, V. 1999. Analysis of DNA from old scale samples; technical aspects, applications and perspectives for conservation.- Hereditas 130: 265-276. Lund, Sweden. ISSN 0018-0661

Ragnar Jóhannsson, Sigurður Guðjónsson, Agnar Steinarsson og Jón Hlökkver Friðriksson 2017. Áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi. Hafrannsóknastofnun, HV 2017-027. 38 bls

Rakel Guðmundsdóttir, Sólveig R. Ólafsdóttir, Hjalti Karlsson, Stefán Áki Ragnarsson 2020. Umhverfisáhrif sjókvíaldis – Mælingar á efnaferlum í seti íslenskra fjarða. HV 2020-42. 34 bls.

Sigurður Óskar Helgason, Fjóra Rut Svavarsdóttir, Leó Alexander Guðmundsson, Ingi Rúnar Jónsson, Sigurður Már Einarsson, Guðni Guðbergsson 2023. Samantekt vöktunar vegna áhrifa sjókvíaldis á íslenska laxastofna 2022. HV2023-31. 36 bls.

Skoglund H. , Wiers T. , Landro Y. , Kambestad M. og Guðmundsson L. A. 2023. Field report for snorkeling surveys and removal of escaped farmed salmon in 13 rivers in Iceland 2023. NORCE Norwegian Research Centre. LFI-report nr. 502. 24 bls.

Skoglund, H., Vollset, K.W., Lennox, R., Skaala, Ø. og Barlaup, B.T. (2021). Drift diving: A quick and accurate method for assessment of anadromous salmonid spawning populations. Fisheries Management and Ecology, 28: 478 – 485.

Steingrímur Jónsson og Sólveig R. Ólafsdóttir 2021. Í: Guðmundur J. Óskarsson (ritstj.) bls. 7-13. Staða umhverfis og vistkerfa í hafinu við Ísland og horfur næstu áratuga. Skýrsla Hafrannsóknastofnunar 2021.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2024. Status for norske laksebestander i 2024. Report fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 19, 130 s.



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna