

HV 2023-31
ISSN 2298-9137



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Samantekt vöktunar vegna áhrifa sjókvíaeldis
á íslenska laxastofna 2022

*Sigurður Óskar Helgason, Fjóla Rut Svavarsdóttir,
Leó Alexander Guðmundsson, Ingi Rúnar Jónsson,
Sigurður Már Einarsson og Guðni Guðbergsson*

HAFNARFJÖRÐUR – SEPTEMBER 2023

Samantekt vöktunar vegna áhrifa sjókvíaeldis á íslenska laxastofna 2022

*Sigurður Óskar Helgason, Fjóla Rut Svavarsdóttir,
Leó Alexander Guðmundsson, Ingi Rúnar Jónsson,
Sigurður Már Einarsson og Guðni Guðbergsson*

Upplýsingablað

Titill: Samantekt vöktunar vegna áhrifa sjókvíaeldis á íslenska laxastofna 2022.		
Höfundur: Sigurður Óskar Helgason, Fjóla Rut Svavarsdóttir, Leó Alexander Guðmundsson, Ingi Rúnar Jónsson, Sigurður Már Einarsson, Guðni Guðbergsson, Ragnar Jóhannsson og Hlynur Bárðarson		
Skýrsla nr: HV 2023-31	Verkefnisstjóri: SÓH	Verknúmer: 15029
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 36	Útgáfudagur: 27. september 2023
Unnið fyrir: Hafrannsóknastofnun	Dreifing: Opin	Yfirfarið af: Iris Hansen
Ágrip <p>Sjókvíaeldi á laxi er vaxandi atvinnugrein á Íslandi. Eldinu fylgja áhættuþættir sem taldir eru geta ógnað stöðu villtra laxastofna hér á landi, t.d. hvað varðar erfðablöndun. Árið 2017 kom út fyrsta útgáfa áhættumats Hafrannsóknastofnunar vegna mögulegrar erfðablöndunar eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi. Samkvæmt lögum um fiskeldi skal uppfæra áhættumatið að minnsta kosti á þriggja ára fresti og uppfært áhættumat því gefið út árið 2020 og væntanleg uppfærsla verður birt síðar á árinu 2023. Í kjölfar þess hefur verið settur aukinn kraftur í vöktun vegna áhrifa sjókvíaeldis á íslenska laxastofna. Vöktuninni má skipta niður í nokkra þætti, vöktun með fiskteljurum, greiningu meintra strokulaxa úr eldi sem veiðast 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 2022.</p>		
Abstract <p><i>Production of farmed Atlantic salmon in Iceland has increased in recent years. Production of salmon from Norwegian origin in open sea cages poses risk which threatens the status of the wild salmon in Iceland, e.g., in relation to risk of negative effect of intrusion. In 2017, the Marine and Freshwater Research Institute produced a risk assessment on intrusion of farmed Atlantic salmon into Icelandic salmon rivers. The risk assessment will be reevaluated every three years. A monitoring program of potential effect of farmed salmon has been established following the results of the risk assessment. The monitoring program can be divided into several aspects, monitoring with fish counters equipped with camera, identification of potential escapees reported in river fisheries, tracing of origin of salmon using both scale and genetic analysis. The results of the monitoring program are reported annually.</i></p>		

Lykilorð: fiskeldi, lax, erfðablöndun, fiskteljari, hreistur, greining á uppruna, áhættumat.

Undirskrift verkefnisstjóra:

Sigurður Óskar

Undirskrift forstöðumanns sviðs:

Guðni Guðbergsson

Efnisyfirlit

1	Inngangur	8
2	Fiskteljarar.....	13
2.1	Inngangur.....	13
2.2	Aðferðir.....	13
2.3	Teljarar.....	15
2.4	Niðurstöður.....	16
2.5	Umræður	17
3	Meintir strokulaxar	19
3.1	Inngangur.....	19
3.2	Aðferðir.....	20
3.3	Niðurstöður.....	20
4	Hreisturrannsóknir	22
4.1	Inngangur.....	22
4.2	Söfnun og greining hreistursýna.....	23
4.3	Hreistur sem erfðasýni	25
4.4	Niðurstöður og umræður	26
5	Erfðasýni.....	28
5.1	Inngangur.....	28
5.2	Aðferðir.....	28
5.3	Niðurstöður.....	29
5.4	Umræður	31
6	Lokaorð	32
7	Heimildir.....	34

Töfluskra

Tafla 1. Árvaka fiskteljarar hér á landi með langa gagnaröð og sem voru í rekstri sumarið 2022.	15
Tafla 2. Nýjustu skýrslurnar þar sem tekin eru saman gögn úr myndavéarteljum sem eru hluti af vöktun Hafrannsóknastofnunar.	17
Tafla 3. Yfirlit yfir fjölda aldursgreindra hreistursýna sem safnað var úr ám á Íslandi sumarið 2022.	27

Myndaskra

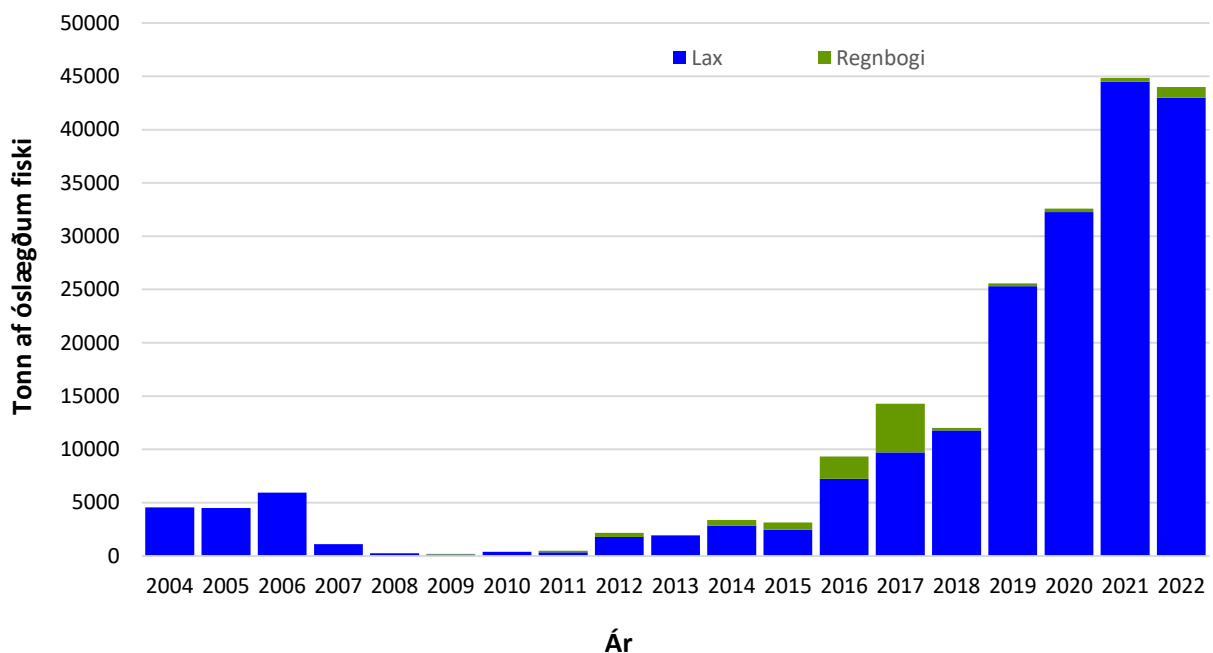
1. mynd. Ársframléiðsla lax og regnbogasilungs í sjókvíaeldi á tímabilinu 2004-2022.	8
2. mynd. Stangveiði á laxi í ám með náttúrulegum hrygningarstofnum á Íslandi tímabilið 1971-2022.	9
3. mynd. Greining norsku ráðgjafanefndarinnar fyrir Atlantshafslax á 17 áhættuþáttum sem taldir eru geta haft áhrif á villta laxastofna þar á landi og mögulega þróun neikvæðra áhrifa.	10
4. mynd. Fiskvegur í Laugardalsá í Ísafjarðardjúpi og teljaraprep í Langadalsá í Ísafjarðardjúpi.	13
5. mynd. Teljari í Laugardalsá í Ísafjarðardjúpi er útbúinn með skynjum, myndavél og ljósum.	14
6. mynd. Lax á göngu upp teljara í Laugardalsá 29. júní 2020.	14
7. mynd. Staðsetning þeirra Árvaka fiskteljarar hér á landi sem eru með langa gagnaröð og voru í rekstri sumarið 2022.	16
8. mynd. Leiðbeiningar um hvernig þekkja megí mögulega strokulaxa úr eldi og hvernig skuli bregðast við.	19
9. mynd. Strokulax úr eldi sem veiddist í Mjólka árið 2022.	20
10. mynd. Fjöldi hreistursýna af laxi í gagnasafni Hafrannsóknastofnunar sem myndaður hefur verið í smásjá á tímabilinu 1986-2022.	22
11. mynd. Yfirlit yfir lengd gagnaraða í árum sem safnað hefur verið í 10 ár eða lengur í íslenskum ám á hreistursýnum á laxi sem hafa verið mynduð og þau myndgreind.	23
12. mynd. Sýnishorn af hreistursumslagi og sýnatökustað sem mælt er með við töku hreistursýna.	23
13. mynd. Dæmi um mat á lífssögu laxa með lestri á hreistri. Error! Bookmark not defined.	
14. mynd. Samanburður á náttúrulegum laxi úr Krossá og eldislaxi úr slyasleppingu í Patreksfirði.	25
15. mynd. Staðsetning 89 áa og ártal sýnatöku 6.614 erfðasýna af laxaseiðum.	30
16. mynd. Dreifing erfðablöndunar villts lax og eldislax (gömul og ný) í ám skv. greiningu í NewHybrids á öllum laxaseiðum.	31

Inngangur

Á Íslandi hafa ýmsar tegundir fiska og skeldýra verið reyndar í eldi í gegnum tíðina en af þeim hefur Atlantshafslax (*Salmo salar*), bleikja (*Salvelinus alpinus*) og regnbogasilungur (*Oncorhynchus mykiss*) verið mest áberandi (Matvælastofnun 2022a). Fiskeldi hefur verið stundað héraendis síðan á 19. öld, fyrst aðallega í formi fiskiræktar, klaki hrognar og eldisseiða, sleppinga seiða í ár og hafbeit en síðar sem land- og sjókvíaeldi.

Í dag eru 58 eldisstöðvar í fullum rekstri, flestar þeirra með starfsemi á landi þótt mesta framleiðslumagnið sé í sjókvíum. Af þeim stöðvum sem ala fisk í sjókvíum eru fimm með lax í átta fjórðum og þrjár með regnbogasilung í þremur fjórðum. Framleiðsla á laxi til slátrunar hefur aukist mikið síðasta áratug og þá sérstaklega úr sjókvíum. Árið 2022 var framleiðslan komin upp í 42.993 tonn sem var um 3% samdráttur frá fyrra ári og skýrðist mest af þeirri ákvörðun að flýta slátrun úr kvíum á Austfjörðum í kjölfar smitgreiningar á ISA-veiru (*Infectious salmon anaemia*) (Matvælastofnun 2022a, 1. mynd). Á sama tíma hefur heildarframleiðsla á laxi til slátrunar úr landeldi staðið í stað og er aðeins um 4% af heildinni. Laxi úr sjókvíum er einungis slátrað í tveimur landshlutum, Vestfjörðum og Austfjörðum.

Ársframleiðsla í sjókvíaeldi á Íslandi

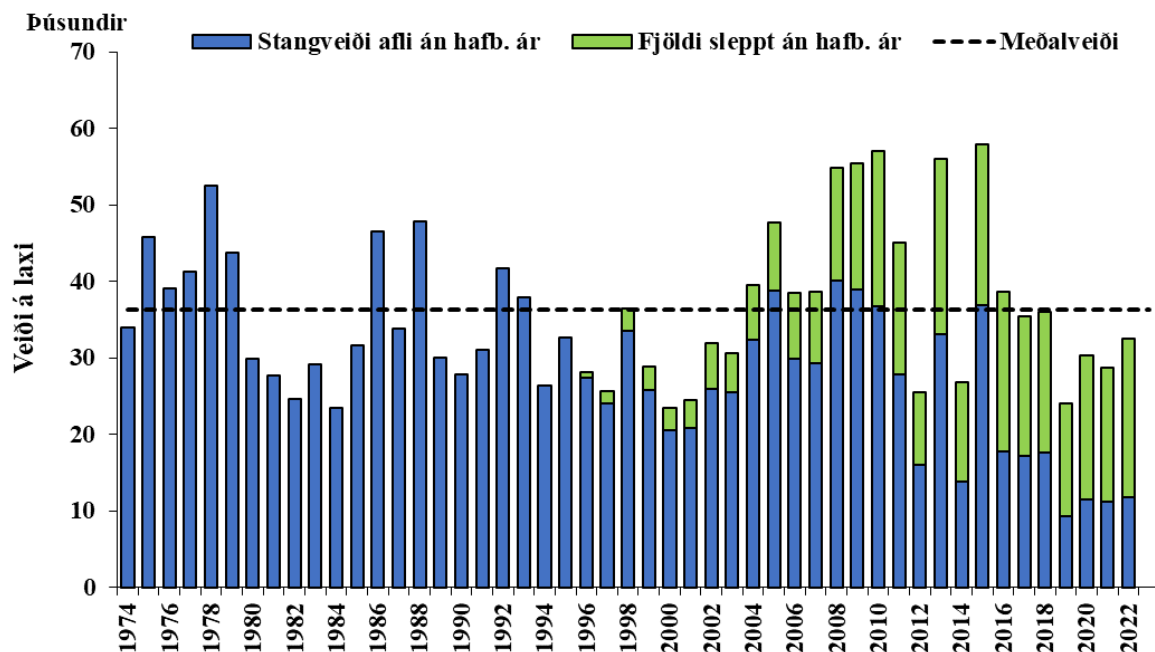


1. mynd. Ársframleiðsla lax og regnbogasilungs í sjókvíaeldi á tímabilinu 2004-2022. Unnið upp úr gögnum á heimasíðu Matvælastofnunar (Matvælastofnun 2023).

Lax og silungsveiði er mikilvæg atvinnugrein á Íslandi og með auknu eldi á kynbættum laxi af norskum stofnum hafa áhyggjur af neikvæðum áhrifum eldisins á umhverfi og villta stofna laxfiska farið vaxandi. Veiðiskráning á laxi hér á landi hefur verið með því besta sem gerist hjá

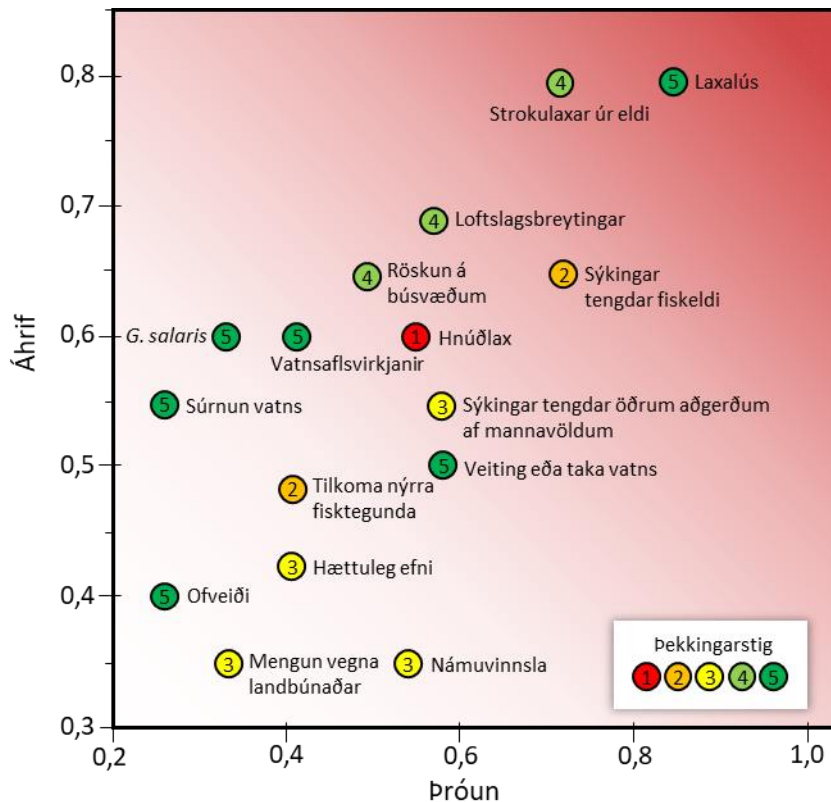
laxveiðipjóðum og segja veiðitölur mikið um umfang og breytingar á stofnstærðum. Samkvæmt skráningum hafa frá árinu 1974 veiðst að meðaltali tæplega 40 þúsund villtir laxar á stöng ár hvert, mest árið 2015 þegar rétt undir 58 þúsund laxar af villtum uppruna veiddust (2. mynd). Á sama tíma hefur dregið verulega úr netaveiði á laxi. Meðalnetaveiði frá árinu 1974 er tæplega 11 þúsund laxar en veiðin hefur verið um helmingur þess undanfarin ár (Guðmunda B. Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson 2023). Veiði hvers árs er skráð í veiðibækur og annast Hafrannsóknastofnun samantekt þessara gagna. Síðustu ár hafa veiðitölur á laxi verið að sveiflast í kringum meðalveiði og árið 2022 var áætluð veiði 43 þúsund fiskar og var um helmingi þeirra landað eða um 20 þúsund (2. mynd) (Guðmunda B. Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson 2023).

Haustið 2022 voru tæplega 14 milljón laxaseiði sett út í sjókvíar við Ísland (Matvælastofnun 2022a). Ljóst er að mikill munur er á stærðarhlutföllum sjókvíaeldis og villtra stofna. Hætta er á erfðablöndun eldisfiska við villta stofna laxfiska ef laxar sleppa úr sjókvíum og hrygna með villtum löxum. Til að draga úr líkum á að fiskar sleppi hafa verið settir staðlar fyrir búnað og lágmarksstærð seiða við útsetningu. Líkur eru á að áhrif erfðablöndunar verði meiri eftir því sem stofnar eru ólíkari og hlutfall eldisfiska í hrygningu er hærra. Hafa þarf í huga að sá eldisstofn sem notaður er hér á landi er af norskum uppruna og því erfðafræðilega frábrugðinn íslenskum laxastofnum.



2. mynd. Fjöldi stangveiddra villtra laxa á Íslandi tímabilið 1974-2022, skipt í veiddan afla (blátt) og sleptan afla (grænt) (Guðmunda B. Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson 2023).

Villtir stofnar laxfiska eru verðmæt náttúruauðlind á Íslandi og hluti af líffræðilegum fjölbreytileika landsins. Margir mismunandi þættir geta haft áhrif á stöðu þeirra og þá sérstaklega í tengslum við eldi. Tveir þessara þátta 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 strokulaxa úr eldi sem einnig getur dregið úr viðkomu stofna (3. mynd) (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2022).



3. mynd. 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 víska, litað grænt) (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2022). Áhættuþættir íslenskaðir hér.

Hætta er á að göt komi á sjókvíar þar sem lax er alinn, t.d. vegna veðurs eða mannlegra mistaka og þannig er möguleiki á að eldislax sleppi úr kvíum og gangi upp í íslenskar ár. Hafrannsóknastofnun, með aðstoð Fiskistofu og MATÍS (Matvælastofnun), hefur með höndum eftirlit og greiningu á meintum eldislögum sem gætu hafa strokið úr eldiskvíum þegar kvíar skaddast en oft er erfitt að áætla mögulegt umfang stroks hverju sinni (sjá [kafla 3](#) í skýrslunni). Breyting á lögum um fiskeldi tók gildi árið 2020 og í kjölfarið var gefin út ný reglugerð um mitt það ár (nr. 540/2020). Breytingin hefur í för með sér aukið eftirlit og upplýsingagjöf um fiskeldi, þ.á.m. upplýsingar um meint stök laxa úr eldi.

Matvælastofnun hefur umsjón með að fylgja eftir skráðum atburðum þar sem fiskur hefur mögulega sloppið. Þó nokkrar tilkynningar hafa verið um slysasleppingar laxa úr sjókvíum og

getur áætlaður fjöldi laxa sem sleppur verið mjög misjafn. Oftast er ágætt samræmi á milli áætlaðs fjölda strokulaxa og fjölda laxa að lokinni slátrun. Samkvæmt frétt á vefsíðu MAST varð þó misræmi á skráðum afföllum (33.097 laxar, þar með talið strokfiskar) og fjölda laxa sem kom upp úr sjókví 11 við Haganes í Arnarfirði í október 2022. Af þeim 132.976 löxum sem komið hafði verið fyrir í kvínni í október 2020 og júlí 2021, reyndist fjöldi í loka slátrun vera aðeins 18.315 sem þýðir að ekki var gerð grein fyrir afdrifum 81.564 laxa (Matvælastofnun 2022b). Í ljósi þess að meðalfjöldi villtra laxa í veiðum á Íslandi er um 40.000 laxar og sú staðreynd að strokulaxar eru einn af þeim áhættuþáttum sem hafa mest neikvæð áhrif á villta stofna, samkvæmt norsku ráðgjafarnefndinni, verður þetta að teljast mjög alvarlegt misræmi. Matvælastofnun hefur lagt stjórnvaldssekt á Arnarlax ehf. fyrir að hafa brotið gegn skyldu um að tilkynna um strok á fiski og að beita sér fyrir veiðum á strokfiski.

Laxalús (*Lepeophtheirus salmonis*) er hinn áhættuþátturinn fyrir villta stofna laxfiska sem er talinn hafa mest neikvæð áhrif í tengslum við sjókvíaeldi samkvæmt norsku ráðgjafarnefndinni (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2022). Laxalús eru krabbadýr sem lifa sem sníkjudýr á blóði fiskanna. Ólíkt fiskilúsinni (*Caligus elongatus*) er laxalúsinn sérhæfð á hýsil og er helst að finna á laxfiskum, t.d. laxi og sjóbirtingi en þessar tvær tegundir lúsa eru taldar vera mestu skaðvaldarnir í sjókvíaeldi í Atlantshafinu (Boxaspen 2006). Mótvægisáðgerðir við fjölgun laxalúsa í kvíum eru t.d. lyfjameðhöndlanir og notkun svokallaðs „hreinsifisks“. Síðustu ár hefur MAST heimilað fyrirbyggjandi lyfjameðhöndlanir gegn laxa- og fiskilús í sjö tilvikum á Vestfjörðum í kjölfar jákvæðrar umsagnar fisksjúkdómanefndar, eins og hægt er að lesa um í fundargerðum nefndarinnar (<https://www.mast.is/is/maelabord-fiskeldis/fisksjukdomanefnd>). Mikilvægt er að auka þekkingu á laxalús hér á landi til að áðgerðir gegn fjölgun hennar séu markvissar og hafi sem minnst áhrif á umhverfi en t.d. geta sum þeirra lyfja sem notuð eru gegn laxalús aukið afföll á öðrum krabbadýrum t.d. humri og rækju (Ingibjörg G. Jónsdóttir og Guðrún G. Þórarinsdóttir 2019).

Líkt og greint var frá í síðustu vöktunarskýrslu hefur meinvirkt afbrigði af ISA-veiru greinst í fyrsta skipti á Íslandi. Sett var upp skimunareftirlit þar sem sýni voru tekin fram á vorið 2022. Í þeirri skimun reyndist veiran hafa náð að dreifa sér á milli svæða í Reyðarfirði ásamt því að meinvirkt smit greindist í Berufirði. Samkvæmt greiningu MAST reyndist veiran hafa borist með eldisbúnaði sem farið hafði á milli þessara fjarða áður en fyrst varð vart við veiruna (Matvælastofnun 2022a). Þetta meinvirka afbrigði veirunnar veldur sjúkdómi í laxi sem er tilkynningarskyldur samkvæmt Alþjóða dýraheilbrigðisstofnunni (OIE) en sjúkdómurinn kallast

blóðþorri (e. infectious salmon anaemia). Blóðþorri getur valdið alvarlegu blóðleysi og blæðingum sem á endanum geta leitt til líffæradreps og dauða (Authie o.fl. 2012).

Árið 2017 kom út áhættumat Hafrannsóknastofnunar vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi (Ragnar Jóhannsson o.fl. 2017). Þar var kynnt gagnvirkt áhættumatslíkan fyrir erfðablöndun eldislaxa við villta íslenska laxastofna sem gefa á mynd af fjölda stökufiska sem gætu tekið þátt í klaki í hverri á og þannig blandast náttúrulegum 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 sjókvíaldis á íslenska laxastofna, sem er í samræmi við vöktunaráætlun Hafrannsóknastofnunar. Vöktun Hafrannsóknastofnunar nær einnig til umhverfisáhrifa sjókvíaldis í íslenskum fjörðum en ekki verður fjallað um þann hluta hér.

1 Fiskteljarar

1.1 Inngangur

Vegna vöktunar áhrifa sjókvíaeldis á villta laxastofna er mjög mikilvægt að geta fylgst með hvort og í hvaða magni strockulaxar úr eldiskvíum ganga í ár. Með fiskteljum sem útbúnir eru með myndavél opnast möguleiki á að fylgjast með í rauntíma hvort fiskar sem bera ytri eldiseinkenni (s.s. á uggum) séu að ganga í árnar. Um leið eru talningarnar liður í að meta ástand náttúrlægs laxastofns viðkomandi vatnfalls. Rekstur myndavéarteljara í ám er því mikilvægur hluti af vöktun áhrifa sjókvíaeldis 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 (4. mynd).



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

1.2 Aðferðir

Á síðari árum hafa flestir nýir fiskteljarar sem settir hafa verið í ár hér á landi verið útbúnir myndavél (5. mynd).

Í meginatriðum samanstendur búnaðurinn af stjórnölvu uppi á bakka ásamt skynjum og myndavél niðri í vatninu. Þegar fiskur gengur um myndavéarteljara, metur teljarinn stærð

hans og skráir göngutíma. Einnig er myndband af fiskinum vistað í stjórn tölvu. Stjórn tölvun 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. myndskeið af fiskinum. Eldri teljarar eru ekki allir búnir myndavél.

Myndskeið (6. mynd) 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. Einnig hvort að fiskurinn beri ytri einkenni eldisuppruna, s.s. með eydda ugga eða brot í uggum eða fisklögum sem bendir til eldisuppruna (sjá 8. mynd, í kaflanum um meinta strokulaxa).



5. mynd. Teljari í Laugardalsá í Ísafjarðardjúpi er útbúinn með skynjurum, myndavél og ljósum.



6. mynd. Lax á göngu upp teljara í Laugardalsá 29. júní 2020.

1.3 Teljarar

Tæplega 20 teljarar hafa verið í rekstri í ám hér á landi um lengri tíma og eru 13 þeirra útbúnir myndavél (tafla 1). Hluti teljaranna er rekinn af veiðifélögum í viðkomandi á en aðrir eru hluti af vöktun Hafrannsóknastofnunar.

Þeir teljarar útbúnir myndavél sem næst eru eldissvæðunum á Vestfjörðum, eru annars vegar í Laugardalsá og Langadalsá í Djúpi og hins vegar í Krossá á Skarðsströnd í Breiðafirði. Starfsemi myndavéarteljara í Laugardalsá hófst sumarið 2018, en hinna tveggja sumarið 2019. Auk þess er teljari í Blöndu sem var uppfærður í myndavéarteljara vorið 2023.

Myndavéarteljarar næst eldissvæðum á Austfjörðum eru annars vegar teljarar í Vesturdalsá og Selá í Vopnafirði og hins vegar í Grenlæk í Landbroti, auk teljara í vatnakerfi Þjórsár. Vinna stendur yfir við hönnun á fyrirstöðu fyrir teljara í Breiðdalsá og hefur fjármögnun og hönnun farið vel af stað.

Tafla 1. Árvaka fiskteljarar hér á landi með langa gagnaröð og sem voru í rekstri sumarið 2022.

Nafn ár	Staðsetning	Tímabil	Myndavél	Lax			Silungur
			síðan	Meðalfj.	Minnst	Mest	Meðalfj.
Myndavéarteljara							
Elliðaár - Reykjavík	N: 64,119400°, W: 21,838963°	4)					
Úlfarsá - Reykjavík	N: 64,141163°, W: 21,762567°	2007-2022	2020	263	47	840	124
Laxá í Leirársveit	N: 64,428326°, W: 21,661124°	2020-2022	2020	520	403	674	
Laxá í Leirársveit	N: 64,428326°, W: 21,661124°	2000 - 2019		790	151	1629	78
Langá - Skuggafoss	N: 64,590155°, W: 21,992500°	2021-2022	2021	1.035	988	1.082	
Langá - Skuggafoss	N: 64,590155°, W: 21,992500°	2008-2020		2238	869	3997	29
Krossá á Skarðsströnd	N: 65,264829°, W: 22,353005°	1998-2017	2018	113	99	129	49
Krossá á Skarðsströnd		2018-2022	2018	110	99	129	
Laugardalsá í Djúpi	N: 66,009142°, W: 22,644310°	2018-2022	2018	233	206	300	49
Langadalsá í Djúpi ⁵⁾	N: 65,884565°, W: 22,331733°	2019-2022	2019	78	52	103	56
Selá - Selárfoss	N: 65,798500°, W: 14,922332°	2006-2022	2021	1190	605	1872	172
Vesturdalsá í Vopnafirði	N: 65,721886°, W: 14,967420°	1994-2022	2006	234	50	415	1.351
Grenlækur í Landbroti ²⁾	N: 63,728794°, W: 17,962673°	1996-2022	2010	1	0	7	1.405
Kálfá við Árnes	N: 64,032150°, W: 20,320477°	2013-2022	2013	568	365	912	124
Þjórsá - Búði ³⁾	N: 64,013167°, W: 20,271492°	1992-2022	2015	1.498	769	2.166	98
Án myndavélar							
Norðurá í Borgarfirði	N: 64,754043°, W: 21,546198°	2002-2022		2.115	716	4.379	223
Gljúfurá í Borgarfirði	N: 64,664030°, W: 21,680008°	2010-2022		724	231	1.246	144
Langá - Sveðjufoss	N: 64,698948°, W: 21,861576°	2000-2022		978	367	1.780	38
Blanda í Húnavatnssýslu	N: 65,661957°, W: 20,248871°	1994-2022	1)	1.907	388	5.204	1.004
Selá - Efri foss ⁶⁾	N: 65,697835°, W: 15,232550°	2011-2022		73	54	110	1

¹⁾ Teljari uppfærður í myndavéarteljara vorið 2023

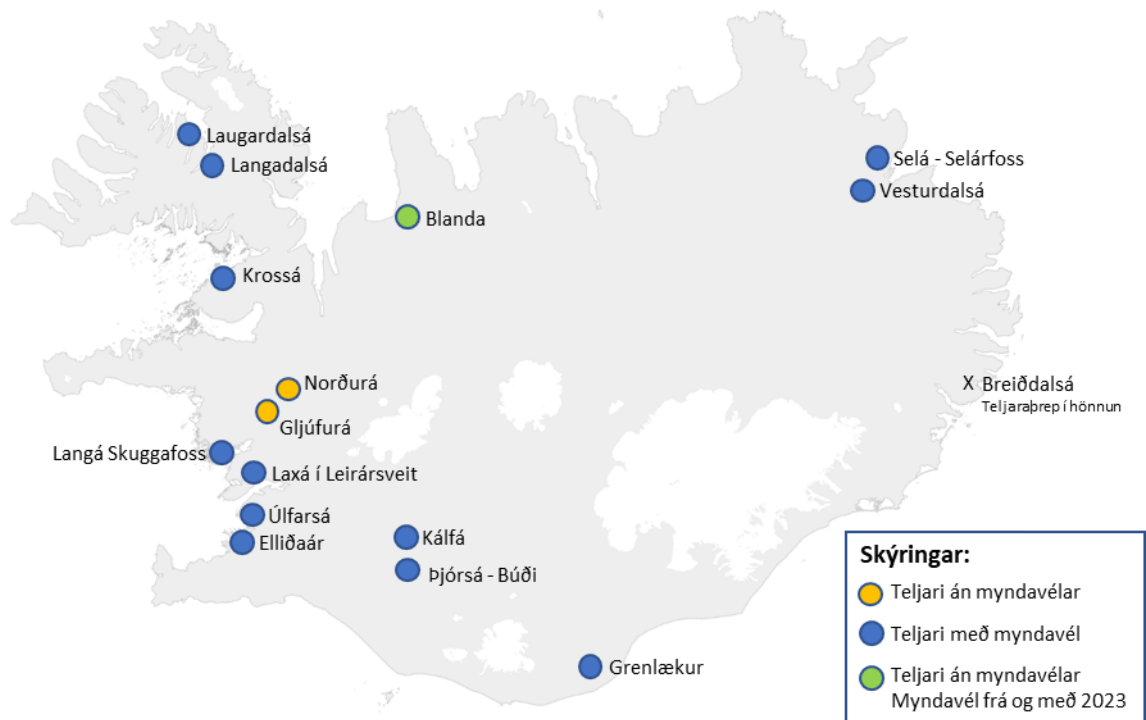
²⁾ Vantar gögn fyrir 2021

³⁾ Búði fjöldataölur 2015-2020

⁴⁾ Teljari er ekki hluti af vöktun Hafrannsóknastofnunar

⁵⁾ Meðaltöl fyrir 2019-2020. Talning 2021 misfórst

⁶⁾ Meðaltöl fyrir 2011 - 2021. Talning 2022 misfórst



7. mynd. Staðsetning þeirra Árvaka fiskteljarar hér á landi sem eru með langa gagnaröð og voru í rekstri sumarið 2022.

1.4 Niðurstöður

Á síðustu árum hefur myndavéarteljurum verið fjölgað í ám m.t.t. staðsetningar eldisvæða 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 og hafa engir laxar verið metnir sem upprunnir úr sjókvíaldi samkvæmt ytri einkennum á þeim. Það er í ágætu samræmi við upplýsingar úr stangveiði, en fáir laxar af eldisuppruna hafa greinst þar.

Gögn úr teljurunum eru tekin saman í árlegum skýrslum fyrir hverja á ásamt frekari niðurstöðum á rannsóknum á fiskstofnum árinna. Í töflu 2 má sjá nýjustu skýrslur sem gefnar hafa verið út á Hafrannsóknastofnun þar sem gögn úr myndavéarteljum eru tekin saman. Skýrslurnar eru aðgengilegar á vef Hafrannsóknastofnunar, www.hafogvatn.is.

Tafla 2. Nýjustu skýrslurnar þar sem tekin eru saman gögn úr myndavéarteljurum sem eru hluti af vöktun Hafrannsóknastofnunar.

Heiti skýrslu	Útgáfuár	Höfundar
Laugardalsá 2022. Seiðarannsóknir, stangaveiði og göngufiskur	2023	Ingi Rúnar Jónsson og Sigurður Már Einarsson
Rannsóknir á fiskistofnum nokkurra áa á Norðausturlandi 2022	2023	Hlynur Bárðarson, Sigurður Óskar Helgason og Eydís Njarðardóttir
Vöktunarrannsóknir á laxastofni Langár á Mýrum 2022	2023	Sigurður Már Einarsson, Ásta Kristín Guðmundsdóttir og Jóhannes Guðbrandsson.
Vöktunarrannsóknir laxfiska í Langadalsá 2021	2022	Sigurður Már Einarsson
Fiskirannsóknir á vatnasvæði Laxár í Leirársveit 2022.	2023	Ásta Kristín Guðmundsdóttir og Sigurður Már Einarsson
Viðmiðunarmörk hrygningar í Krossá á Skarðsströnd	2020	Sigurður Már Einarsson, Jóhannes Guðbrandsson og Ásta Kristín Guðmundsdóttir
Vöktun á stofnum laxfiska í Úlfarsá 2019 / Monitoring of salmonid fish stocks in River Úlfarsá in 2019	2020	Friðþjófur Árnason og Fjóra Rut Svavarsdóttir
Fiskrannsóknir á vatnasvæði Þjórsár árið 2020	2021	Benóný Jónsson og Magnús Jóhannsson
Vatnspurrð í Grenlæk 2016. Áhrif á lífríki í vatni.	2018	Magnús Jóhannsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir og Benóný Jónsson.

1.5 Umræður

Vöktun laxastofna með myndavéarteljurum er mikilvægur þáttur í vöktun á mögulegum strokulöxum úr sjókvíaelði sem ganga í ár. Það á ekki síst við um laxa úr síðbúnu stroki, sem líkur eru til að beri greinileg ytri einkenni úr eldinu, s.s. er varðar eydda ugga og fisklögung. Greining laxa úr snemmbúnu stroki gæti hins vegar verið erfiðari, þar sem minni líkur eru á að þessi einkenni séu til staðar. Það er mikilvæg vöktun á hugsanlegum göngum eldislaxa að hægt er að fylgjast með göngunni um teljarana frá degi til dags. Vöktunin gefur möguleika á að grípa strax til aðgerða ef mikið er af eldislaxi með ytri einkenni, s.s. með því að stöðva fisk við teljarana og fjarlægja eldislax. Slíkt væri þó auðvitað aðeins neyðarúrræði.

Einn þáttur í áhættu vegna erfðablöndunar laxastofna, er stærð náttúrulega stofnsins sem verður fyrir innblöndun eldisfiska. Því öflugri sem náttúrulegi stofninn er, því betur stendur hann að vígi varðandi áhrif af innblöndun eldisfiska. Vöktun á náttúrulegum stofnum er því mikilvægur þáttur í mati á hættu á erfðablöndun. Benda má á að í Noregi, þar sem laxeldi í sjókvíum er hvað mest í heiminum, hafa þessir þættir verið teknir föstum tókum með því að setja á laggirnar vísindaráð fyrir stjórnun auðlinda villtra laxa (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning).

Nokkrar vonir hafa verið bundnar við að með myndavéarteljurum verði hægt að meta fjölda lúsa á göngufiskum úr sjó. Ljóst er að nokkur þróun þarf að verða á þeim búnaði sem til er svo að það verði hægt, s.s. á myndavél teljarans. Hingað til hefur lítil þróun komið fram í teljurunum sem auðvelda talningu á lús á fiskum.

Unnið er samkvæmt fyrirfram gerðri áætlun um fjölgun myndavéarteljara, til vöktunar á göngum strokulaxa frá sjókvíaeldi í íslenskar ár. Sumarið 2021 var myndavéarteljara komið fyrir í Langá á Mýrum í Borgarfirði. Teljari þar er talinn góður kostur m.t.t. vöktunarinnar þar sem mikill fjöldi laxa gengur árlega í ána og mjög stórar laxagöngur eru við ós árinna og áfram inn í vatnakerfi Hvítár í Borgarfirði. Einnig er mikilvægt að neðst í ánni er fiskvegur sem er ákjósanlegur staður fyrir teljara.

Mikilvægt er að koma fyrir myndavéarteljara á S og SA landi sem hingað til hefur vantað fyrir þann landshluta (7. mynd). Undirbúningsvinna fyrir myndavéarteljara í Breiðdalsá er langt komin og stefnt er að því að hann verði þar virkur frá og með sumrinu 2024.

Endurnýjun teljara í Blöndu í Húnavatnssýslu í myndavéarteljara er nýlokið og var nýr teljari tekinn í notkun vorið 2023. Teljarinn er áfram staðsettur í fiskvegi í Ennisflúðum neðarlega í Blöndu. Teljari í Blöndu hefur verið starfræktur frá árinu 1994 og hefur meðalfjöldi laxa sem gengið hafa árlega úr sjó verið nærri 2000 laxar yfir það tímabil. Staðsetning teljarans svo nærri ósi árinna í sjó og stærð göngunnar, gera vöktun með myndavéarteljara ákjósanlega í ánni.

Stefnt er að því að reisa nýtt teljaraprep í Krossá á Skarðsströnd, ef fjármögnun fæst. Talningar hafa verið í Krossá um árabíl, en búnaðurinn var uppfærður í myndavéarteljara árið 2019. Eldra teljaraprep og umbúnaður teljara þarfnast endurnýjunar, en staðsetning þrepsins veldur því að í sumum aðstæðum getur fiskur gengið framhjá teljaranum. Því hefur verið hannað nýtt þrep lítillega neðan við núverandi þrep, sem verður sérhannað fyrir núverandi búnað auk þess að bjóða upp á möguleika á frekari rannsóknum. Aðrir innviðir, s.s. tækjahlús og rafmagns- og nettengingar munu nýtast óbreyttir þrátt fyrir nýja staðsetningu teljara.

2 Meintir strolakaxar

2.1 Inngangur

Eldislaxar geta sloppið/strokið úr sjókvíum og hluti þeirra leitað upp í ár til hrygningar þar sem þeir geta blandast villtum löxum. Ýmsar ástæður geta verið fyrir því að eldislaxar sleppi úr kvíum en óvissa er um heildarfjölda strolakaxa sem er breytilegur milli ára. Búast má við að strolaköxum sem leita í ár fjölgi með aukinni framleiðslu í sjókvíaeldi. Á undanförunum árum hefur Hafrannsóknastofnun greint uppruna meintra strolakaxa sem ýmist hafa veiðst í sjó eða ám. Með uppruna er átt við hvort lax sé villtur eða úr eldi og enn fremur hvaðan eldislax slapp, þ.e. úr hvaða kví eða kvíabyrpingu. Laxar sem borist hafa stofnuninni til greiningar hafa m.a. komið úr eftirlitsveiði Fiskistofu og frá veiðimönnum. Í samstarfi við Fiskistofu hefur Hafrannsóknastofnun útbúið leiðbeiningar á íslensku og ensku um hvernig þekkja megi helstu útlitseinkenni strolakaxa (og regnbogasilunga) og hvernig bregðast skuli við, vakni grunur um veiðar á eldisfiskum (8. mynd). 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 regnbogasilung?

Hvernig þekkja má strolakaxa úr eldi. Strolakaxa úr eldi má þekkja á einum eða fleirum eftirfarandi einkennum: skemmdir á uggu og sporði, eyddum tálknborðum, lögun trjónu og kubbslegum vexti. Regnbogasilungar geta haft svipuð einkenni og eldislaxar en eru jafnan enn kubbslegri, doppóttari á bók og sporði og hafa rauðleita sliku eftir endilöngum búknum. Allur regnbogasilungur á Íslandi er úr eldi.

Villtur lax



hreisturtökustaður

Eldislax





Trjóna
stutt, aflöguð



Tálknborð
slitin



Eyruggar



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



Bakuggi



Sporður
slitinn, eyddur, þver



Regnbogasilungur



FISKISTOFA

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



HAFRANNSÓKNASTOFNUN
Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

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

8. mynd. Leiðbeiningar um hvernig þekkja megi mögulega strolakaxa úr eldi og hvernig skuli bregðast við. Leiðbeiningarnar hafa verið sendar flestum veiðifélögum.

2.2 Aðferðir

Við greiningu á uppruna meintra strokulaxa notar Hafrannsóknastofnunútlitseinkenni (þegar hægt er) og erfðafræðilegar aðferðir (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2017; Hafrannsóknastofnun 2020). Þegar meintur strokulax berst Hafrannsóknastofnun til greiningar er fiskurinn ljósmyndaður, mældur (lengd og þyngd) og útlit metið. Kubbslegur vöxtur, skemmdir uggar og sporðar og aflagaðir skoltar geta gefið vísbendingu um eldisuppruna. Hins vegar geta strokufiskar, einkum þeir sem sleppa snemma á æviskeiði sínu, verið án áberandi ytri einkenna og því erfitt að greina þá frá villtum löxum. Laxar eru krufðir og skoðað hvort finna megi samgróninga milli líffæra, sem til verða eftir bólusetningu, þeir kyngreindir og kynprokastig metið. Jafnframt er magainnihald kannað. Lýs á fiskum eru taldar og sendar til greiningar hjá Fisksjúkdómadeild Tilraunastöðvar Háskóla Íslands í meinafræði að Keldum.

Hreistursýni og lífsýni eru tekin af fiskum. Lífsýnin eru send til Matís ohf. sem erfðagreindir fiskana með 15 örtunglum (e. microsattellites). Erfðaupplýsingarnar eru bornar saman við erfðaupplýsingar þekktra eldislaxa og villtra laxa og uppruni metinn með forritinu STRUCTURE. Ef líklegt þykir að fiskur eigi uppruna úr eldi er reynt að greina hvaðan hann slapp. Það er gert með samanburði á arfgerð meints strokulax og arfgerðum mögulegra klakhænga. Þar sem MAST varðveitir lífsýni allra klaklaxa (foreldrafiska) sem notaðir eru fyrir sjókvíaeldi á Íslandi og heldur nákvæmt bókhald yfir klakfiska og afkomendur þeirra frá klakstöð til sjókvíar, má greina hvaðan strokulax slapp svo fremi sem hann sé úr íslensku eldi.

Matís ohf. hefur einnig greint fitusýrur í strokulöxum, en úr hlutfalli fitusýra má áætla hvað fiskurinn hafi étið frá því að hann slapp. Úr þeim sýnum Hafrannsóknastofnun hefur yfir að ráða virðist fitusýruhlutföll benda til þess að ef lax strýkur seint á lífsferli, nærast hann annaðhvort áfram nær eingöngu á laxafóðri, sem gæti bent til þess að þeir haldi sig nærri kvíum, eða að hann nærast takmarkað uns kynproska er náð. Ef þeir hins vegar sleppa sem sjógönguseiði fylgi þeir lífsferli villtra fiska og nærast á villtri fæðu á fæðuslóð.

2.3 Niðurstöður

Árið 2022 bárust Hafrannsóknastofnun 43 laxar til upprunagreiningar. Af þeim bárust 37 laxar úr Mjólka þar sem 22 voru greindir úr eldi en 15 voru villtir. Fjórir laxar bárust úr Ósá í Patreksfirði og allir voru þeir af eldisuppruna og þrír laxar bárust úr Sundalsá þar sem tveir voru úr eldi en einn var villtur. Með foreldragreiningu var hægt að tengja 26 af 28 löxum til klakhænga, sem MAST geymir erfðasýni úr og bókhald yfir. Því var hægt að segja til um hvaðan fiskarnir struku, þ.e. úr hvaða kvíapýrpingu. Strokulaxarnir komu flestir úr kvíapýrpingu í Haganesi í Arnarfirði, eða 24 talsins. Þeir voru væntanlega úr stórri slysasleppingu árið 2021.

Einn eldislax hafði strokið frá kvíabyrpingu í Tjaldanesi í sama firði og einn úr Eyrarhlíð í Dýrafirði. Athygli vekur að annar tveggja strokulaxa sem ekki tókst að rekja var 92,5 cm hrygna sem bar þess merki að hafa hrygnt áður.

Fitusýrugreining á strokulaxum sýndi að fiskarnir höfðu verið í náttúrulegu fæði.

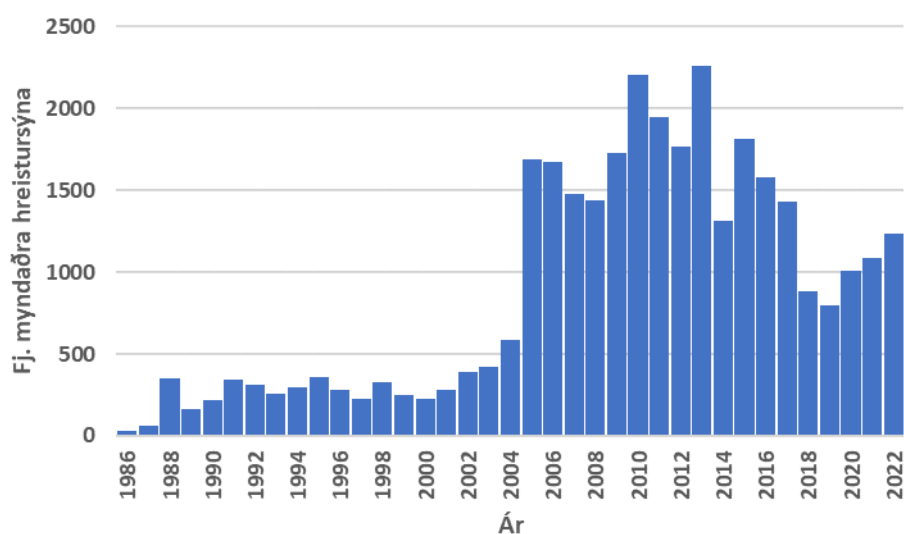


9. mynd. Strokulax úr eldi sem veiddist í Mjólká árið 2022. Eldislaxinn var 3,89kg. og 66,8 cm hrygna sem stefndi á kynþroska um haustið.

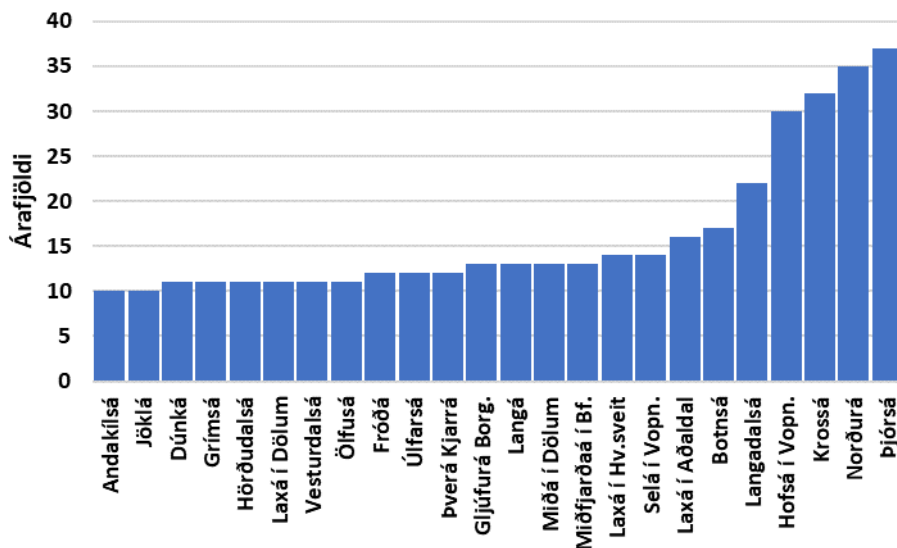
3 Hreisturrannsóknir

3.1 Inngangur

Rannsóknir á hreistri laxa er sú aðferð sem mest er beitt við rannsóknir á aldri og aldursamsetningu laxastofna (ICES 2011). Elstu hreistursýni af laxi í gagnagrunni Hafrannsóknastofnunar eru úr Flókadalsá í Borgarfirði frá árinu 1913. Almennt hófst söfnun hreistursýna skipulega með stofnun embættis Veiðimálastjóra 1946 (síðar Veiðimálastofnunar, nú Hafrannsóknastofnun). Þannig hafa með tímanum orðið til nokkuð samfelldar gagnaraðir úr nokkrum ám sem ná nokkra áratugi aftur í tímann. Lengi vel voru hreistursýni aldursgreind undir smásjá þar sem hreisturflögum var komið fyrir milli smásjarglerja. Miklar framfarir hafa síðan átt sér stað í greiningum hreistursýna, en nú er tekin afsteypa af hreistursýnum á plaststrimla, smásjármynd tekin af einstökum hreisturum og þau greind með þar til gerðu forriti í tölvu (Fishalysis, Image pro) (ICES 2011). Á Íslandi hafa flest hreistursýni verið mynduð og greind frá árinu 2005 og í sumum tilfellum hafa sýni verið mynduð lengra aftur í tímann m.a. vegna þátttöku í Evrópuverkefnum, en einnig er unnið að því mynda og lengja gagnaraðir eftir því sem tími vinnst til (10. mynd). Alls hafa 32.687 hreistursýni laxa verið mynduð og aldursgreind á Hafrannsóknastofnun fram til þessa. Hreistursýni hafa verið mynduð úr 77 vatnsföllum á Íslandi. Í sumum tilfellum eru til langar samfelldar gagnaraðir allt frá árinu 1986 úr Þjórsá (37 ár) og Norðurá í Borgarfirði frá árinu 1988 (35 ár) (11. mynd). Einnig er til staðar stórt safn af eldri sýnum og væri mikill fengur að því að mynda og greina eldri sýni, einkum þar sem samfella er í sýnasöfnun.



10. mynd. Fjöldi hreistursýna af laxi í gagnasafni Hafrannsóknastofnunar sem myndaður hefur verið í smásjá á tímabilinu 1986-2022.

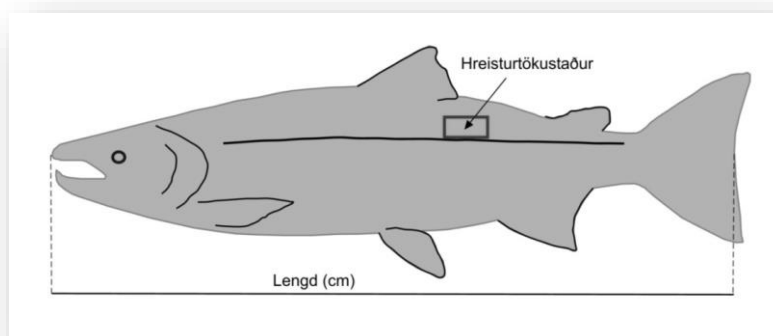


11. mynd. Yfirlit yfir lengd gagnaraða í árum sem safnað hefur verið í 10 ár eða lengur í íslenskum ám á hreistursýnum af laxi sem hafa verið mynduð og myndgreind.

3.2 Söfnun og greining hreistursýna

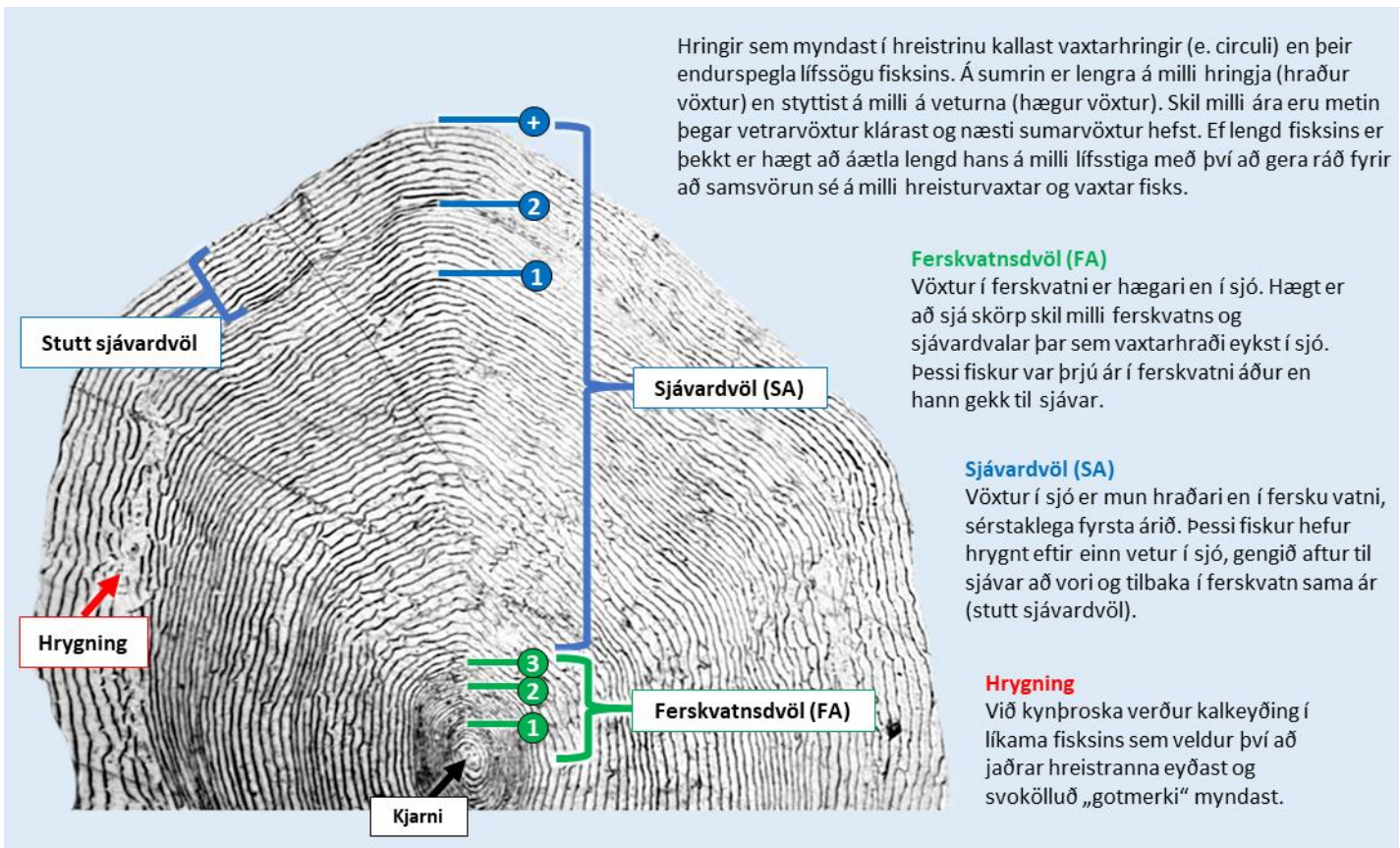
Mælt er með því að hreistursýnum sé safnað af vinstri hlið laxa, 3-6 hreisturröðum ofan hliðarrákar, rétt aftan við bakuggann (12. mynd). Safna skal u.þ.b. 20 hreisturflögum af hverjum fiski og koma fyrir í hreisturumslagi sem síðan eru geymd á þurrum stað. Hreistursýnataka er oftast framkvæmd af veiðimönnum 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 ELLIDHÁR
 Stöð SJÁVARFOSS
 Dags. 28.08.2005
 Lengd cm 63
 Þyngd g 2500
 Kjöt. _____ Kyn HE Kynbr. _____
 Snikjudýr L4S
 Fæða _____
 Ath: SLÖNGUMERKI
15 20295
 Aldur _____



12. mynd. Sýnishorn af hreisturumslagi (til vinstri) og sýnatökustað sem mælt er með við töku hreistursýna (til hægri).

Með greiningu á hreistri er unnt að meta aldursamsetningu 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 (13. mynd).



13. mynd. Dæmi um mat á lífssögu laxa með lestri á hreistri.

Svokallaðir áhringir 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 (13. mynd). Aldur laxa er oftast táknaður með tveimur tölum þar sem fyrri talan gefur til kynna ferskvatnsaldur og sú seinni sjávaldur, þannig væri náttúrulegur fiskur sem dvaldi fjögur ár í ferskvatni og eitt ár í sjó fá táknið 4.1+ (14. mynd). Hægt er að bakreikna vöxt laxanna 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 fiskisins (13. mynd). 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 náttúrulegs 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 sjógöngu hjálpar til við að greina upprunagreiningu þeirra (14. mynd).



14. mynd. 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 ferskvatnaskjarninn 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 rúm 30 cm þegar hann hefur verið settur út í kví.

3.3 Hreistur sem erfðasýni

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

3.4 Niðurstöður og umræður

Alls bárust 1.237 hreistursýni af laxi úr íslenskum veiðiám árið 2022. Sýni komu til greiningar úr 23 ám, flestum á Vesturlandi (tafla 3). Ekki er vitað til þess að lax með hreisturmynstur sem benti til uppruna úr sjókvíaeldi hafi komið fram í sýnunum frá 2022, en endanlegar niðurstöður aldursgreiningar liggja þó ekki fyrir í öllum tilfellum.

Fjöldi hreistursýna sem borist hefur til aldursgreininga úr íslenskum veiðiám hefur dalað nokkuð undanfarin ár. Mikil aukning hefur orðið á fjölda laxa sem sleppt er í stangveiði héraendis (veitt og sleppt) sem m.a. hefur leitt til þess að færri sýni berast til greiningar, en einnig hefur lægð í laxveiði undanfarin ár átt sinn þátt í fækkun sýna. Veiðimenn eru eindregið hvattir til þess að senda hreistursýni til greiningar á Hafrannsóknastofnun (8. mynd, 12. mynd), sérstaklega ef einhver grunur leikur á að fiskurinn sé ekki af náttúrulegum uppruna. Hvatt er til að átak verði gert í að auka fjölda hreistursýna sem berst til greininga úr íslenskum ám. Auka þarf fræðslu um þær miklu upplýsingar sem hreistursýni veita um lífsferil laxa og auðvelda söfnun með hentugum og aðgengilegum upplýsingum um sýnatökuaðferðir, t.d. með gerð veggspjalda sem aðgengileg eru í veiðihúsum og einnig með gerð rafræns kynningarefnis.

Tafla 3. Yfirlit yfir fjölda aldursgreindra hreistursýna sem safnað var úr ám á Íslandi sumarið 2022.

Hreistursýni af laxi 2022		
Landshluti	Vatnsfall	Sýnafjöldi
Austurland	Jökla	21
	Miðfjarðará Bakkafirði	26
	Selá Vopnafirði	117
Suðurland	Ölfusá	114
	Þjórsá	40
Vesturland	Andakílsá	43
	Botnsá	12
	Dunká	48
	Flekkudalsá	23
	Fróðá	4
	Gljúfurá í Borgarfirði	13
	Hörðudalsá	19
	Miðá/Tunguá	18
	Krossá	10
	Langá á Mýrum	173
	Laxá í Dölum	35
	Laxá í Hvammssveit	43
	Laxá á Skógarströnd	0
	Norðurá í Borgarfirði	85
	Þverá í Borgarfirði	274
Vestfirðir	Laugardalsá	7
Norðurland	Laxá í Aðaldal	96
	Vatnsdalsá	16
Samtals		1237
Austurland		164
Suðurland		154
Vesturland		800
Vestfirðir		7
Norðurland		112
Samtals		1237

4 Erfðasýni

4.1 Inngangur

Erfðablöndun við eldislax getur ógnað villtum laxastofnum þar sem sjókvíaeldi á laxi er stundað. Getur það 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. Árlega hefur erfðasýnum verið safnað úr tugum áa en vöktunin nær til áa hringinn í kringum landið líkt og tilgreint er í skýrslum um áhættumat erfðablöndunar (Ragnar Jóhannsson o.fl. 2017; Hafrannsóknastofnun 2020). Árið 2017 birti Hafrannsóknastofnun niðurstöður sem bentu til erfðablöndunar í ám á Vestfjörðum (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2018). Í sumum tilvikum voru niðurstöðurnar ekki afgerandi og því ljóst að þróa þyrfti nýtt „tól“ til greiningar á erfðablöndun, sérsniðið að íslenskum aðstæðum. Sú vinna hófst árið 2018 með styrk frá Umhverfissjóði sjókvíaeldis og er samstarfsverkefni Hafrannsóknastofnunar, Matís ohf. og norsku náttúrufræðistofnunarinnar (NINA).

4.2 Aðferðir

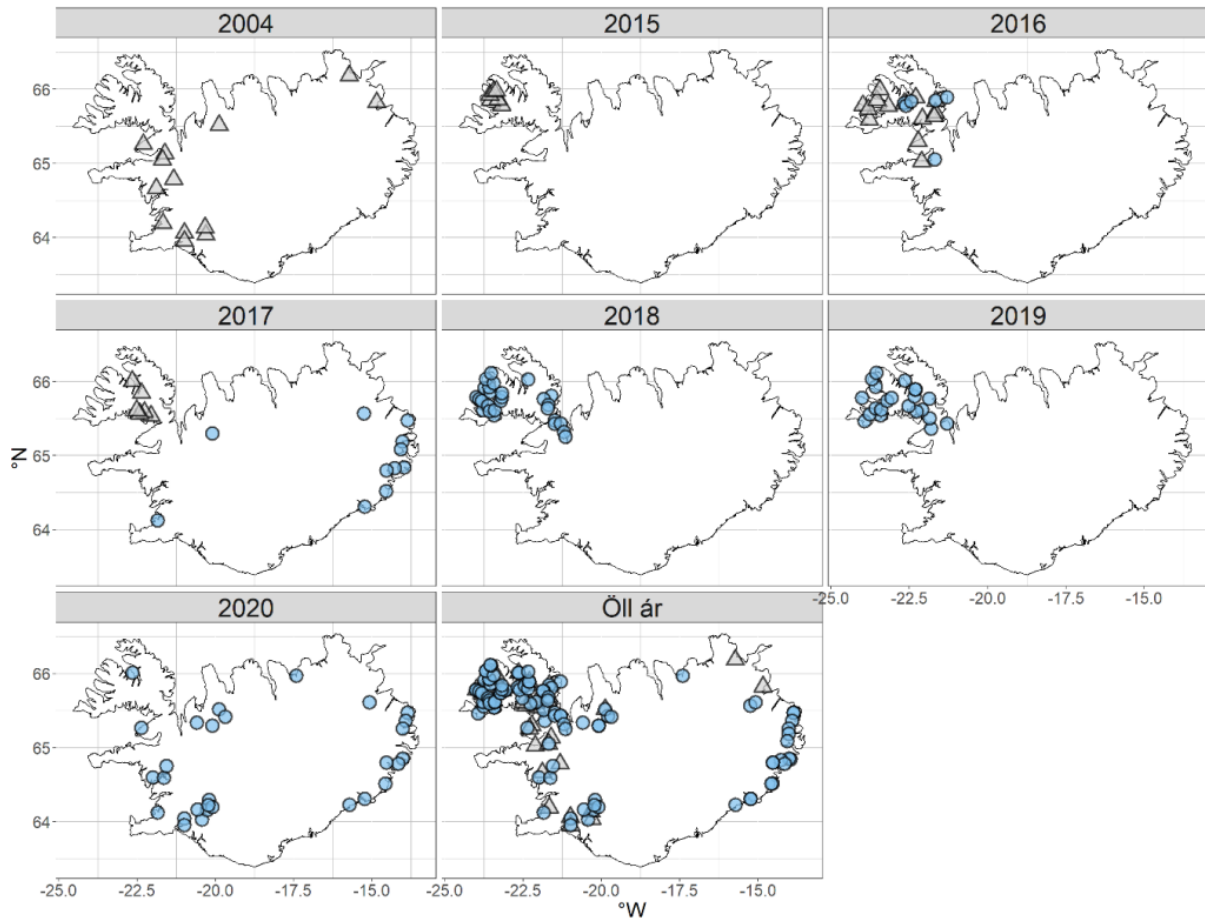
Vöktun á erfðablöndun byggir einkum á greiningu erfðaupplýsinga laxaseiða í ám. Laxaseiði voru veidd með rafmagni á einni eða fleiri sýnatökustöðvum í hverri á (ca. 50-1000 m² hver sýnatökustöð). Seiðin voru svæfð, lengdar- og þyngdarmæld og lítill bútur af ugga (erfðasýni/lífsýni) var klipptur af og settur í sýnaglas með 96% etanóli. Seiðum var síðan sleppt lifandi að lokinni sýnatöku fyrir utan nokkur seiði af mismunandi stærð. Kvarnir þeirra fiska voru teknar úr til aldursgreiningar og var samband lengdar og aldurs notuð til að áætla aldur annarra seiða á hverri sýnatökustöð. Út frá aldri seiða má áætla hvenær erfðablöndun átti sér stað. Sýnataka erfðasýna var oft unnin samhliða hefðbundnum árlegum seiðamælingum en einnig var farið í sérstaka sýnatökuleiðangra.

Á rannsóknastofu var erfðaefni einangrað úr lífsýnum og ákveðin erfðamörk mögnuð úr erfðaefninu (erfðaupplýsingar). Erfðaupplýsingar hvers seiðis var síðan borið saman við erfðaupplýsingar þekktra eldislaxa og villtra laxa og uppruni (t.d. erfðahlutdeild) metinn með þar til gerðum tölfræðiforritum. Með þeim hætti má ákvarða hvort seiði séu undan villtum löxum, eldislöxum eða blendingar villtra laxa og eldislaxa/blendinga.

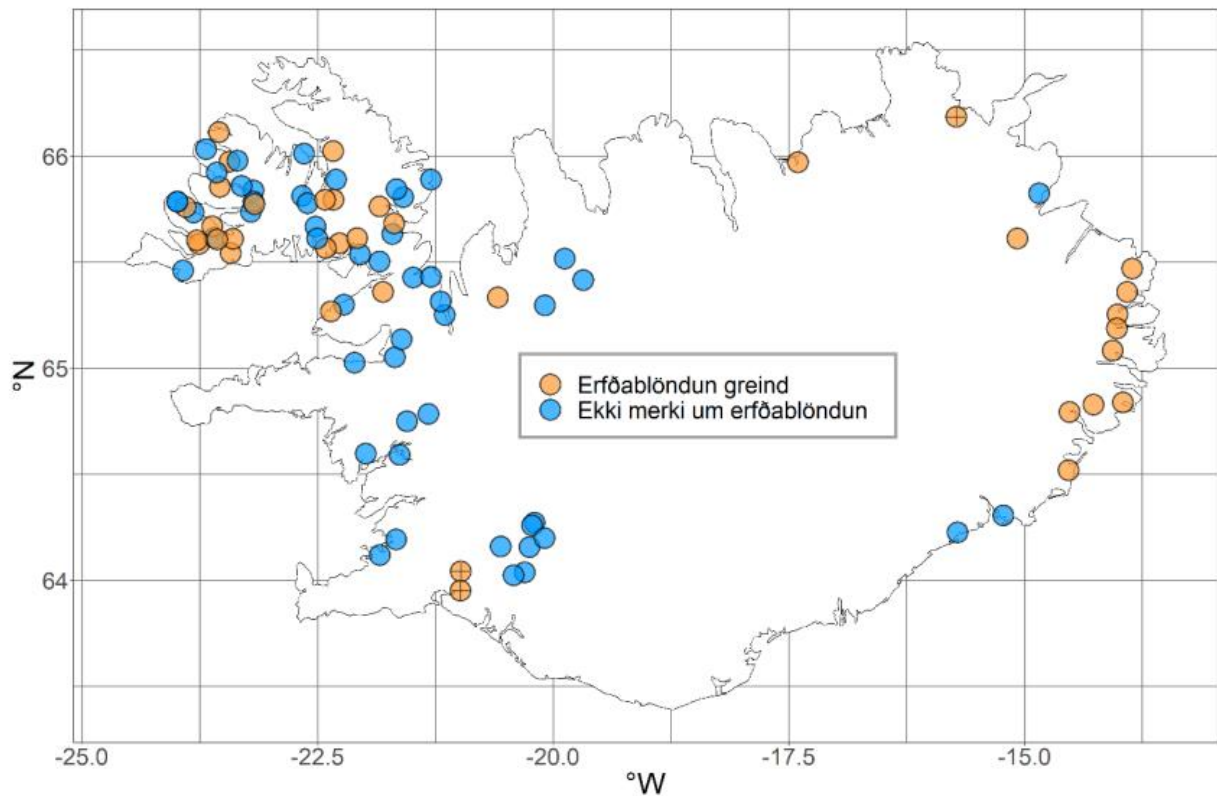
4.3 Niðurstöður

Alls voru rannsökuð 6.348 laxaseiði úr 89 ám, safnað yfir tímabilið 2017 – 2020, ásamt eldri greindum sýnum (15. mynd). Sérstök áhersla var lögð á svæði í nálægð við sjókvíaldi og flest sýni tilheyrðu hrygningarárgöngum 2014 – 2018 þegar framleiðsla á eldislaxi var um 6.900 tonn að meðaltali. Sýni voru erfðagreind með 60.250 samsætum (SNP-erfðamörkum) og erfðaupplýsingar 250 eldislaxa nýttar til samanburðar. Alls greindust 133 fyrstu kynslóðar blendingar (afkvæmi eldislaxa og villtra laxa) í 17 ám (2,1% sýna, 19% áa). Eldri blöndun (önnur kynslóð eða eldri) greindist í 141 seiðum í 26 ám (2,2% sýna, innan 29% áa) (16. mynd). Fyrstu kynslóðar blendingar voru algengari á Vestfjörðum en Austfjörðum, sem er í samræmi við að eldið á Austfjörðum hófst síðar og hefur verið umfangsminna. Erfðablöndun greindist yfirleitt í minna en 50 km fjarlægð frá eldissvæðum en nokkrir blendingar fundust í allt að 250 km fjarlægð.

Nánar má kynna sér niðurstöður rannsókna á erfðablöndun í skýrslu Hafrannsóknastofnunar: Erfðablöndun villts íslensks lax (*Salmo salar*) og eldislax af norskum uppruna (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023).



15. mynd. Staðsetning 89 áa og ártal sýnatöku 6.614 erfðasýna af laxaseiðum. Gráir þríhyrningar gefa til kynna að yfirleitt voru fáir fiskar valdir á grunni vísbendinga um mögulega erfðablöndun (greining örtungla) eða til að styrkja gagnagrunn erfðaupplýsinga villtra laxa ($N = 218$). Að baki sýnatöku úr hverri á geta verið ein eða fleiri sýnatökustöðvar, allt upp í átta.



16. mynd. Dreifing erfðablöndunar villts lax og eldislax (gömul og ný) í ám skv. greiningu í NewHybrids á öllum laxaseiðum (stutt niðurstöðum greininga annarra aðferða). Bláir punktar merkja að engin erfðablöndun greindist. Appelsínugulir punktar merkja að erfðablöndun greindist hjá einum eða fleiri fiskum. Appelsínugulir punktar með krossi eru sýni frá 2004.

4.4 Umræður

Mikilvægt er að vakta umfang og útbreiðslu erfðablöndunar þannig að unnt sé að meta áhættuna af laxeldi í sjó á hverjum tíma. Vöktun á erfðablöndun getur þannig styrkt stoðir áhættumats erfðablöndunar og þar af leiðandi ráðgjöf til stjórnvalda varðandi leyfilegt eldismagn. Hafrannsóknastofnun hefur lokið við greiningu erfðasýna sem tekin voru fyrir 2021. Þær niðurstöður gefa mikilvægar upplýsingar um stöðu erfðablöndunar í íslenskum ám. Nánar má lesa um þær niðurstöður í skýrslunni *Erfðablöndun villts íslensks lax (*Salmo Salar*) og eldislax af norskum uppruna* (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023).

5 Lokaorð

Hér hafa verið teknar saman niðurstöður árlegrar vöktunar sem gerð er til að meta möguleg áhrif laxeldis á villta laxastofna í ám hér á landi. Minna má á markmið laga nr 71/2008 í fiskeldi „Markmið laga þessara er að skapa skilyrði til uppbyggingar fiskeldis og efla þannig atvinnulíf og byggð í landinu, stuðla að ábyrgu fiskeldi og tryggja verndun villtra nytjastofna. Skal í því skyni leitast við að tryggja gæði framleiðslunnar, koma í veg fyrir hugsanleg spjöll á villtum nytjastofnum og lífríki þeirra og tryggja hagsmuni þeirra sem nýta slíka stofna. Við framkvæmd laganna skal þess ávallt gætt að sem minnst röskun verði á vistkerfi villtra fiskstofna og að sjálfbærri nýtingu þeirra sé ekki stefnt í hættu“.

Jafnframt er mikilvægt að stjórnun veiðinýtingar villtra laxastofna í ám falli að markmiðum laga um sjálfbæra nýtingu þeirra til framtíðar. Með samræmingu þessara þátta er verið að fylgja fordæmi Norðmanna sem hafa mun lengri reynslu af laxeldi í sjókvíum og rannsóknum á áhrifum þeirra á villta stofna laxfiska sem og annað lífríki. Líkt og kveðið er á um í reglugerð 540/2020 ber að endurskoða áhættumat erfðablöndunar eigi sjaldnar en á þriggja ára fresti. Því er mikilvægt að auka rannsóknir til að styrkja þann vísindalega grunn sem áhættumatið byggir á líkt og hér er greint frá.

Benda má á að áhættumat erfðablöndunar tekur ekki til áhrifa frá laxalús. Í Noregi eru áhrif laxalúsar, sem fjölgar sér á laxi í sjókvíum, talin vera helsta ógn við villta laxfiska eins og lax, sjóbirting og sjóbleikju. Rannsóknir hafa sýnt að laxalús er í talsverðu magni á villtum laxfiskum hér við land, einkum á Vestfjörðum (Margrét Thorsteinsson 2021, Eva Dögg Jóhannesdóttir 2019). Laxalús hefur einnig valdið vandræðum í laxeldi og þörf hefur verið á lyfjameðhöndlun til að halda fjölda hennar í skefjum. Fiskilús hefur einnig valdið vandamálum á laxi í eldiskvíum en minna er vitað um áhrif hennar á villta fiska og færri fordæmi frá öðrum löndum til að byggja á. Mikilvægt er að auka rannsóknir á laxalús og fiskilús hér á landi og áhrifum þeirra bæði í sjókvíum og á villtum fiskum svo finna megi leiðir til að lágmarka skaðsemi af þeirra völdum.

Hreistursýni af laxi gefa mikilvægar upplýsingar um lífssögu og erfðir fiska og eru þannig mikilvægur þáttur í vöktun villtra laxastofna. Fjöldi hreistursýna sem borist hefur til greiningar úr íslenskum veiðíám hefur dalað undanfarin ár og skýrist það að einhverju leyti af lægð í laxveiði og aukningu á veiða/sleppa. Gera þyrfti átak í að snúa þessari þróun við og auka fræðslu um mikilvægi þess að skila hreistursýnum inn til greininga.

Fiskeldi í sjókvíum er í miklum vexti hér við land og er mikilvægt að hafa í huga að auknum umsvifum geta fylgt aukin vandamál sem tengjast eldinu og áhrifum þess á villta stofna laxfiska á Íslandi. Uppkoma ISA-veiru (blóðþorra) hér á landi sýnir mikilvægi þess að sofna ekki á

verðinum. Öflugt regluverk og eftirlit þarf til að eiga möguleika á að lágmarka þá áhættu sem fylgir sjókvíaeldi. Það er bæði lífríki og fiskeldi í hag að þessi mál haldist í góðu horfi.

Tilgangur þessarar samantektar er að auka upplýsingagjöf til almennings og gera niðurstöður vöktunar Hafrannsóknastofnunar á áhrifum sjókvíaeldis á villta stofna laxfiska sýnilegri. Vonast er eftir sem bestu samstarfi við bæði þá sem stunda laxeldi og þá sem bera ábyrgð á nýtingu villtra stofna laxfiska.

Heimildir

Ásta Kristín Guðmundsdóttir og Sigurður Már Einarsson 2023. Fiskirannsóknir á vatnasvæði Laxár í Leirársveit 2022. Hafrannsóknastofnun, HV 2023-10. 18 bls.

Authie, E., Berg, C., Bøtner, A., Browman, H., Capua, I., de Koeijer, A., Depner, K., Domingo, M., Edwards, S., Fourichon, C., Koenen, F., More, S., Raj, M., Sihvonen, L., Spooler, H., Stegeman, J.A., Thulke, H., Velarde, A., Vågsholm, I., Willeberg, P. & Zientara, S. 2012. Scientific Opinion on infectious salmon anaemia (ISA). EFSA Journal, 10(11), 2971.

Benóný Jónsson og Magnús Jóhannsson 2021. Fiskrannsóknir á vatnasvæði Þjórsár árið 2020. Hafrannsóknastofnu, HV 2021-15. 40 bls.

Boxaspen, K. 2006. A review of the biology and genetics of sea lice. Journal of Marine Science, 63: 1304-1316.

Eva Dögg Jóhannesdóttir 2019. Sea lice infestation on wild salmonids in the southern part of the Icelandic Westfjords. MSc prófritgerð við Háskólann á Hólum. 47 bls.

Fjóla Rut Svavarsdóttir, Leó Alexander Guðmundsson, Ingi Rúnar Jónsson, Sigurður Már Einarsson, Guðni Guðbergsson, Ragnar Jóhannsson og Hlynur Bárðason 2020. Samantekt vöktunar vegna áhrifa sjókvíaeldis á íslenska laxastofna 2020. Hafrannsóknastofnun, HV 2021-39. 24 bls.

Friðþjófur Árnason og Fjóla Rut Svavarsdóttir 2020. Vöktun á stofnum laxfiska í Úlfarsá 2019. Hafrannsóknastofnun, HV 2020-39. 23 bls.

Guðmunda B. Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson 2023. Lax- og silungsveiðin 2022. Hafrannsóknastofnun, HV 2023-22. 40 bls.

Guðni Guðbergsson og Sigurður Már Einarsson 2003. Hlutfall merktra laxa sem sleppt var og veiddust oftast en einu sinni í íslenskum ám sumarið 2003. Veiðimálastofnun, VMST-R/0410. 9 bls.

Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson 1996. Fiskar í ám og vötnum. Landvernd, Reykjavík 191 bls.

Hafrannsóknastofnun 2020. Hætta á göngu strokulaxa úr laxeldi í íslenskar laxveiðiar. Tækniskýrsla Hafrannsóknastofnunar 2020. 41 bls.

Hlynur Bárðarson, Sigurður Óskar Helgason og Eydís Njarðardóttir 2023. Rannsóknir á fiskistofnum nokkurra áa á Norðausturlandi 2022. Hafrannsóknastofnun, HV 2023-14. 129 bls.

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

Ingibjörg G. Jónsdóttir og Guðrún G. Þórarinsdóttir 2019. Lyf gegn laxalús: virkni, áhrif og notkun. Hafrannsóknastofnun, HV 2019-56. 22 bls.

Ingi Rúnar Jónsson og Sigurður Már Einarsson 2023. Laugardalsá 2022. Seiðarannsóknir, stangaveiði og göngufiskur. Hafrannsóknastofnun, HV2023-15. 31 bls.

Leó Alexander Guðmundsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sten Karlsson, Hlynur Bárðarson, Ingerid Julia Hagen, Áki Jarl Lárusson, Sæmundur Sveinsson og Davíð Gíslason 2023. Erfðablöndun villts íslensks lax (*Salmo Salar*) og eldislax af norskum uppruna. Hafrannsóknastofnun, HV 2023-25. 83 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.

Magnús Jóhannsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir og Benóný Jónsson 2018. Vatnspurrð í Grenlæk 2016. Áhrif á lífríki í vatni. Hafrannsóknastofnun, HV 2018-43. 43 bls.

Margrét Thorsteinsson 2021. Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum á Vestfjörðum og á Eskifirði 2020. Náttúrustofa Vestfjarða. NV nr.16-21. 94 bls.

Matvælastofnun 2021. Gat á sjókví í Arnarfirði - Uppfært 8.11.2021. Sótt 15.05.2022 af <https://www.mast.is/is/um-mast/frettir/frettir/gat-a-sjokvi-i-arnarfirdi>.

Matvælastofnun 2022a. Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2022. 64 bls.

Matvælastofnun 2022b. 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-a-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 Hlöðver Friðriksson 2017. Áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi. Hafrannsóknastofnun, HV 2017-027. 38 bls.

Sigurður Már Einarsson, Ásta kristín Guðmundsdóttir og Jóhannes Guðbrandsson 2023. Vöktunarrannsóknir á laxastofni langár á Mýrum 2022. Hafrannsóknastofnun, HV 2023-13. 29 bls.

Sigurður Már Einarsson 2022. Vöktunarrannsóknir laxfiska í Langadalsá 2021. Hafrannsóknastofnun, HV 2022-38. 23 bls.

Sigurður Már Einarsson, Jóhannes Guðbrandsson og Ásta Kristín Guðmundsdóttir 2020. Viðmiðunarmörk hrygningar í Krossá á Skarðsströnd. Hafrannsóknastofnun, HV 2020-03. 42 bls.

Stefansson, G., McAdam, B.J. og Glover, K.A. 2020. Report of the independent committee reviewing the methodology, risk assessments and aquaculture carrying capacity analyses performed by the Marine and Freshwater Research Institute in Iceland.

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2022. Status of wild Atlantic salmon in Norway 2022. Report from Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 17, 130 s.