

HV 2024-11
ISSN 2298-9137



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR
MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Fiskrannsóknir á vatnasvæði Tungufljóts í Biskupstungum
Samantekt árána 2015 – 2023

*Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson
og Leó Alexander Guðmundsson*

HAFNARFJÖRÐUR - APRÍL 2024

Fiskrannsóknir á vatnasvæði Tungufljóts í Biskupstungum Samantekt áráanna 2015 – 2023

*Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson
og Leó Alexander Guðmundsson*



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

Lykilsíða

Númer	HV 2024-11	Dagsetning	10. apríl 2024
ISSN	2298-9137	Dreifing	Takmörkuð
Fjöldi síðna	28	Verknúmer	8993
Titill	Fiskrannsóknir á vatnasvæði Tungufljóts í Biskupstungum. Samantekt árána 2015 – 2023.		
Höfundar	Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson og Leó Alexander Guðmundsson		
Verkefnisstjóri	Magnús Jóhannsson		
Unnið fyrir	Veiðifélagið Faxa, Veiðifélag Árneseinga, Tungufljótsdeild V.Á.		

Útdráttur

Hér greint frá verkefni sem hófst árið 2014 og var áætlað til 10 ára. Markmið þess var að fá mat á árangur fiskræktar í Tungufljóti þar sem áhersla var lögð á að fylgjast með vexti og viðgangi laxfiska á svæðinu ofan við fiskstigann við fossinn Faxa. Tilgangur fiskræktarinnar var að koma upp sjálfbærum laxastofni ofan við fossinn. Hér er greint frá niðurstöðum árána sem verkefnið náði yfir. Töluverðum fjölda laxaseiða hefur verið sleppt ofan við Faxa í fiskræktarskyni. Sleppingarnar hafa aukið laxveiði og á árunum 2016 – 2023 var veiðin í Tungufljóti 163 – 526 laxar. Samkvæmt mati á endurheimtum merktra fiska hafa gönguseiðasleppingar í Tungufljót skilað 0,39% heimtum í veiði á vatnasvæði Ölfusár-Hvítár í heild og þ.a. 0,07% í Tungufljóti. Heimtur í Tungufljóti eru líklega vanmetnar vegna slakra skila á merkjum. Samkvæmt greiningu á hreistri af veiddum löxum voru 22,4% laxa úr veiði í Tungufljóti af náttúrulegum uppruna eða úr smáseiðasleppingum. Erfðagreining á seiðum og klaklökum úr Tungufljóti sýnir að erfðablöndun hafi orðið frá laxi úr Rangánum. Að öllum líkindum vegna þess að klaklax úr Eystri-Rangá hafi verið notaður til eldis á seiðum til sleppinga í Tungufljót. Eftir fiskrækt í meira en 20 ár er hrygning og uppeldi laxa ofan Faxa enn að mestu bundin við Einholtslæk og Tungufljót neðan við hann. Lágur vatnshiti á efri hluta vatnasvæðisins er takmarkandi fyrir þrif laxaseiða. Í lok skýrslunnar eru gefin ráð til framtíðar um fiskrækt á vatnasvæði Tungufljóts.

Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson og Leó Alexander Guðmundsson. Fiskrannsóknir á vatnasvæði Tungufljóts í Biskupstungum. Samantekt árána 2015 – 2023. HV 2023-11.

Abstract

The enhancement project started in 2014 and was planned for 10 years. The aim was to use enhancement methods to establish a sustainable salmon stock above the Faxi waterfall, previously inaccessible for migrating fish. A monitoring plan was set up to monitor the colonization of salmonids in the area above the fish ladder by the waterfall Faxi. A considerable number of salmon fry, parr and smolts has been released above Faxi. The stocking has increased salmon migration to the river. In the years 2016 to 2023 a total of 163 – 526 salmon were caught by rod annually. According to tagging of smolts stocked in River Tungufljót have given 0.39% recaptures in the Ölfusá-Hvítá riversystem, and there of 0.07% in R. Tungufljót, which is probably an underestimate due to poor tag returns. According to scale analysis, 22.4% of salmon caught in R.

Tungufljót were of wild origin or parr releases. Genetic analysis of salmon juveniles and broodfish from R. Tungufljót shows hybridization with R. Rangá salmon. After more than 20 years of fish enhancement, spawning and rearing salmon above Faxi is still mostly confined to the tributary Einholtslækur and R. Tungufljót below Faxi. Low water temperatures in the upper part of the river limits growth and survival of salmon juveniles. At the end of the report advice is given for the future of salmon enhancement in the R. Tungufljót watershed.

Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson and Leó Alexander Guðmundsson. Research on fish in the River Tungufljót Biskupstungur. Review for 2015 – 2023. HV 2023-11.

Lykilorð

Tungufljót, Faxi, lax, urriði, bleikja, seiðarannsóknir, aldur, fiskrækt, heimtur, örmerki, fiskteljari, laxveiði, seiðasleppingar, erfðablöndun.

Samþykki verkefnisstjóra



Samþykki sviðstjóra



HAFRANNSÓKNASTOFNUN
Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna

Efnisyfirlit

Inngangur	1
Aðferðir	2
Niðurstöður	4
Veiðin	4
Vatnshitamælingar	5
Seiðasleppingar	7
Erfðarannsóknir	9
Seiðarannsóknir	13
Fisktalning í stiganum við Faxa	15
Aldursgreining göngulaxa	17
Heimtur merktra gönguseiða	18
Umræða	19
Ráðgjöf	24
Þakkarorð	24
Heimildir	25
Viðaukar	27

Myndaskrá

1. mynd. Laxveiði á stöng í Tungufljóti.	4
2. mynd. Skráð stangveiði urriða og bleikju á stöng í Tungufljóti árin 2007 – 2023.	5
3. mynd. Sólarhringsmeðaltal vatnshita, hámark og lágmark, í Tungufljóti við Faxa....	6
4. mynd. Skyldleikatré (neighbor-joining) byggt á F_{ST} samanburði laxasýna úr árkerfi Hvítár, Úlfarsá, Elliðaám og Eystri-Rangá.	10
5. mynd. Niðurstöður fjölpáttagreiningar (PCA) á 463 löxum úr árkerfi Hvítár, Úlfarsá, Elliðaám og Eystri-Rangá, greindir með 8848 SNP-erfðamörkum.....	11
6. mynd. Yfirlitsmynd yfir vatnasvæði Tungufljóts	12
7. mynd. Þéttleiki laxaseiða eftir aldri í Tungufljóti og Einholtslæk ofan við Faxa og í Tungufljóti neðan Faxa	13
8. mynd. Þéttleiki urriðaseiða eftir aldri í Tungufljóti og Einholtslæk	14
9. mynd. Meðallengdir laxaseiða eftir stöðvum og aldri.	15
10. mynd. Fjöldi laxa í stangveiði og talinna laxa á göngu upp teljara í stiganum við fossinn Faxa.....	16
11. mynd. Samband fjölda talinna laxa í fiskteljara (upp – niður) og fjölda stangveiddra laxa í Tungufljóti á sama ári.	16

Töfluskrá

Tafla 1. Vatnshiti í Tungufljóti við Faxa	6
Tafla 2. Fjöldi daga að meðaltali á ári hverju sem vatnshiti í Tungufljóti nær viðmiðunar-gildum fyrir þrif laxaseiða.....	7
Tafla 3. Sleppingar laxaseiða á vatnasvæði Tungufljóts og laxveiði.	8
Tafla 4. Staðsetning, ártöl og sýnastærðir erfðasýna úr laxaseiðum og klaklöxum.	9
Tafla 5. Erfðamunur (F_{ST}) laxasýna úr árkerfi Hvítár, Úlfarsá, Elliðaáa og Eystri-Rangá byggt á greiningu 8848 SNP-erfðamarka.	10
Tafla 6. Niðurstöður aldursgreiningar á laxi úr veiði í Tungufljóti á árabílinu 2010 – 2023	17
Tafla 7. Fjöldi og hundraðshluti villtra laxa og laxa úr smáseiðasleppingum eftir árum.....	17
Tafla 8. Heildarfjöldi laxaseiða og örmerktra laxagönguseiða sleppt á vatnasvæði Tungufljóts ásamt heimtum þeirra í veiði.....	18

Viðaukar

Viðauki 1. Þéttleiki seiða á árabílinu 2015 – 2023 eftir stöðvum, tegundum og aldri	27
Viðauki 2. Laxveiði á stöng í Tungufljóti ásamt fjölda laxa sem gekk um teljara.....	28

Inngangur

Tungufljót í Biskupstungum er þverá Hvítár í Árnessýslu. Tungufljót er um 40 km langt og eru tæpir 11 neðstu km þess neðan við fossinn Faxe. Laxastigi er við Faxe, var hann tekinn í notkun árið 1975, en hann opnaði fyrir fiskgengd upp fyrir fossinn. Fyrir byggingu stigans var enginn göngufiskur ofan Faxe og fram til 2000 var lítil laxgengd upp stigann og lítið sem ekkert uppeldi laxa ofan stigans. Síðar var stiginn lagfærður sem auðveldaði fiski að ganga þar upp.

Meðalrennsli við Faxe er 40,8 m³/s (Mannvit 2015). Tungufljót er að stofni til lindá, mest af því lindarvatni fellur til árinna norðaustan Haukadals frá Haukadalsheiðinni og í grennd við Haukadal. Þar eru Stóra-Grjótá, Litla-Grjótá, Almenningsá, Stekkjartúnsá, Beiná og Laugaá en þær þrjár síðastnefndu falla til Almenningsár sem sameinast Tungufljóti nokkru neðan við Geysissvæðið. Nokkrir smærri lækir falla til Tungufljóts ofan við Faxe, helstir eru Einholtslækur og Farvegur. Lækir þessir eru myndaðir af dragavatni af grónu landi og er rennsli þeirra talið vera innan við 1 m³/s (1. mynd).

Vatnsaflsvirkjun er í Tungufljóti ofan Biskupstungnabrautar, Brúarvirkjun sem er 9,9 MW rennslisvirkjun sem tekin var í notkun 2020. Smærri virkjun er í Beiná, 75 kW.

Á árinu 2010 voru gerðar fiskrannsóknir á vatnasvæði Tungufljóts (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson, 2011) í þeim tilgangi að kanna útbreiðslu laxfiskaseiða og meta möguleika til laxaframleiðslu. Þessar rannsóknir sýndu nokkurt náttúrulegt uppeldi laxaseiða í Tungufljóti og þverám þess, bæði ofan og neðan við stigann við Faxe. Mat á búsvæðum laxfiska árið 2011 gaf til kynna að nokkur skilyrði séu til uppeldis laxaseiða á vatnasvæði Tungufljóts og að þar geti með tíð og tíma orðið sjálfbær laxastofn (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson, 2012). Metið var að skilyrði fyrir lax væru best í lækjum með dragavatni og er Einholtslækur þeirra helstur. Það er helst lágur vatnshiti að sumri í lindánum sem metinn var takmarkandi fyrir þrif og vöxt laxins, á þetta einkum við Haukadalsárna og ofanvert Tungufljót. Einnig var metið að á hluta svæðisins takmarki fíngerður árbotn skilyrði nokkuð til uppvaxtar laxaseiða.

Á árinu 2014 gerðu Veiðifélag Árnesinga, Veiðifélagið Faxi og Tungufljótsdeild Veiðifélags Árnesinga samning sín á milli um fiskrækt og seiðarannsóknir í Tungufljóti. Markmið fiskræktarinnar var að hjálpa til við landnám laxa ofan við stigann við fossinn Faxe, svo þar gæti með tíð og tíma orðið sjálfbær laxastofn. Sama ár gerðu sömu aðilar samning við Veiðimálastofnun (nú Hafrannsóknastofnun) um rannsóknir og ráðgjöf vegna fiskræktar í Tungufljóti. Markmiðið var að fá mat á árangur fiskræktar í Tungufljóti þar sem áhersla yrði lögð á að fylgjast með vexti og viðgangi laxfiska á svæðinu ofan við Faxe. Árin 2015 – 2023 fóru fram fiskrannsóknir á svæðinu (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson, 2016a, 2016b, 2018, 2019a, 2019b, 2021a, 2021b, 2022a og 2022b). Samhliða þeim rannsóknum var erfðasýnum safnað úr laxaseiðum í

Tungufljóti og í fleiri ám á Suðurlandi sem gaf möguleika á að meta uppruna fiska í ánni.

Árið 2021 voru niðurstöður árána 2015 – 2020 teknar saman. Hér er þeirri vinnu framhaldið og teknar saman niðurstöður til og með ársins 2023, sem er lokaár þessa rannsóknarverkefnis. Árangur fiskræktar og uppruni fiska metin og gefin ráð til framtíðar.

Aðferðir

Seiði til rannsókna voru veidd með rafveiðitæki. Þéttleiki var umreiknaður sem fjöldi veiddra seiða í einni yfirferð í rafveiði á hverja 100 m² botnflatar. Þetta gefur vísitölur á þéttleika sem er samanburðarhæfur á milli ára. Aðferðin gefur gott mat á þéttleika eins árs seiða og eldri seiða en er síðri fyrir seiði á fyrsta ári þar sem veiðanleiki þeirra getur verið takmarkaður (Friðþjófur Árnason, Þórólfur Antonsson og Sigurður M. Einarsson, 2005).

Öll seiði sem veiddust voru tegundargreind, lengdarmæld (sýlingarlengd) og hjá hluta þeirra var fæða athuguð á staðnum og rúmmálsskipt í hundradshluta með sjónmati. Tekin voru kvarna- og hreistursýni til síðari aldursákvörðunar. Vorgömum seiði voru skilgreind sem 0⁺, árgömum 1⁺ o.s.frv. Uppruni seiða var greindur út frá lengd eftir aldri og vaxtarmynstri í kvörnum. Metið var hvort um villt seiði eða seiði úr eldisstöð (sleppiseiði) væri að ræða. Seiðin voru veidd sem mest á sömu stöðvum ár hvert ofan og neðan Faxa (6. mynd).

Safnað var hreistri til aldursgreiningar af laxi úr veiði í Tungufljóti. Við greiningu á uppruna var stuðst við bakreikning á lengd við sjógöngu og miðað við að seiði sem voru eitt ári í ferskvatni væru úr gönguseiðasleppingum enda ná laxaseiði af náttúrulegum uppruna ekki sjóþroska á einu ári í íslenskum ám. Hluti gönguseiða sem sleppt var voru örmerkt. Örmerktir fiskar voru auðkenndir með klippingu veiðiugga. Örmerkjum af laxi var safnað úr veiði og þau greind til sleppihópa.

Erfðafræðilegur uppruni laxa í Tungufljóti var kannaður með greiningu laxaseiða (söfnuð 2019, 2020 og 2021; N=43) og klaklaxa úr ánni (safnað 2019; N=20). Til samanburðar voru erfðaupplýsingar seiða úr Hvítá (söfnuð 2017, 2020 og 2021; N=68) og hliðarám hennar; Dalsá (2004, 2019 og 2021; N=43), Litlu-Laxá (2004, 2019 og 2020; N=42) og Stóru-Laxá (2020 og 2021; N=66). Einnig til samanburðar voru erfðaupplýsingar klaklaxa úr Eystri-Rangá (2019; N=89) auk laxaseiða úr Elliðaám (2020; N=100) og Úlfarsá (2021; N=75) af Suðvesturlandi. Ekki var til viðmiðunarsýni úr Ytri-Rangá en laxar úr báðum Rangám eru af sama uppruna og hér gert ráð fyrir að þau hafa sambærileg stofneinkenni. Í greiningum voru erfðasýni úr laxaseiðum frá mismunandi árum innan áa sameinuð nema erfðasýni frá 2004, þau voru greind sér. Alls voru erfðaupplýsingar 546 laxa nýttar í verkefninu.

Sýnin voru erfðagreind með 60.250 SNP-erfðamörkum, þeim sömu og í rannsókn Leós Alexanders Guðmundssonar o.fl. (2023), en aðeins 8848 mögulega ótengd og hlutlaus SNP-erfðamörk voru notuð við greiningar. Hreinsun og smættun erfðaganga, brottnám alsystkinahópa þar með talin, var framkvæmd í forritinu PLINK v. 1.9 og v 2.0 (Chang et al., 2015) og byggði í grunninn á eftirfarandi skipunum; --geno 0.05 --mind 0.1 --maf 0.05 --hwe 1e-6 --king-cutoff 0.177 (skilur eftir eitt systkini í systkinahópi) --indep-pairwise 500 5 0.1. Að auki voru SNP-erfðamörk undir mögulegu stefnubundnu vali greind með forritinu pcadapt (Cattell's rule $K=4$, $FDR \alpha=0.10$; Luu o.fl. 2017) og *qvalue* v. 2.26.0 í R og hreinsuð úr gögnunum. Frávik frá erfðajafnvægi (HWE) einstakra sýna var metið með Fisher's *exact* líkindaprófi í forritinu genepop í R (Rousset 2008).

Erfðamunur milli áa var kannaður með F_{ST} og marktækni (p -gildi) metin með 2000 endurúrtökum í forritinu StAMPP (Pembleton o.fl. 2013) í R. Niðurstöður F_{ST} voru skoðaðar með NJ-tré teiknað í MEGA5 (Tamura o.fl. 2011). Erfðatengsl fiska voru einnig skoðuð með fjölpáttagreiningu (PCA) í PLINK.

Fiskteljari var í fiskstiganum við Faxe. Teljarinn mælir hæð fiska og er lengd hvers fisks umreiknuð út frá hæð hans og sambandi lengdar og hæðar. Við samantekt gagnanna var farið yfir skráningar teljarans og skoðaðar skuggamyndir af fiskum sem fylgja talningu. Silungar og laxar voru aðgreindir eftir stærð sem byggir á mælingum teljarans og miðað við að fiskur stærri en 40 cm væri lax en minni fiskar silungar. Formúla sem notuð er hér (sú sama og við talningu fyrri ára); fisklengd í cm=mæld hæð í mm*0,6. Breytileiki getur verið í þessum mælingum, s.s. eftir því hvernig snúningur/halli fiskanna er þegar þeir ganga um teljarann.

Hitasíriti mælir vatnshita í Tungufljóti við Faxe á einnar klukkustundar fresti. Unnið var úr þeim mælingum m.t.t. búsvæðamats og hitastuðla sem settir voru í búsvæðamati fyrir lax sem unnið var á vatnasvæði Tungufljóts 2011 (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2012). Einnig voru notuð hitamælingagögn í sama tilgangi frá sumrinu 2011 úr Laugá, Almenningsá og í Tungufljóti við Brú hjá Geysi.

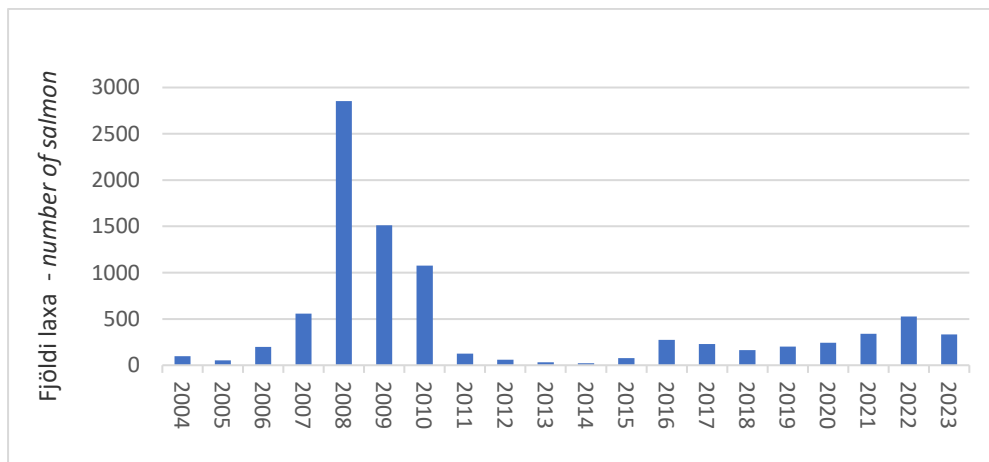
Niðurstöður

Veiðin

Sleppingar laxaseiða síðari ára í Tungufljót hafa gefið talsverða laxveiði sem fyrir var mjög lítil. Tölur um laxveiði í Tungufljóti eru til frá og með árinu 2004. Fyrstu árin var veiðin undir 100 löxum en árið 2007 var hún 556 laxar og jókst verulega árið eftir í kjölfar aukinna sleppinga og fór þá í 2.854 laxa samkvæmt veiðiskýrslum. Næstu tvö ár var veiðin vel yfir eitt þúsund löxum. Hún dalaði verulega árið 2011 og enn frekar næstu árin þar á eftir og fór lægst í 22 laxa árið 2014. Á árum 2016 – 2023 hefur veiðin verið frá 163 – 526 laxar, en meðalveiði árána 2004 til 2023 var 448 laxar (1. mynd).

Árið 2022 var laxveiðin 526 laxar (1. mynd), þá veiddust 12 urriðar og 12 bleikjur. Af löxunum var 425 sleppt aftur eftir veiði (81%) og 58% urriða og 83% bleikja var sleppt. Árið 2022 var tæp 66% veiðinnar smálax (eitt ár í sjó) og 34% stórlax (tvö ár í sjó). Að jafnaði hafa í gegnum árin um 21% laxa í Tungufljótsveiðinni verið stórlaxar.

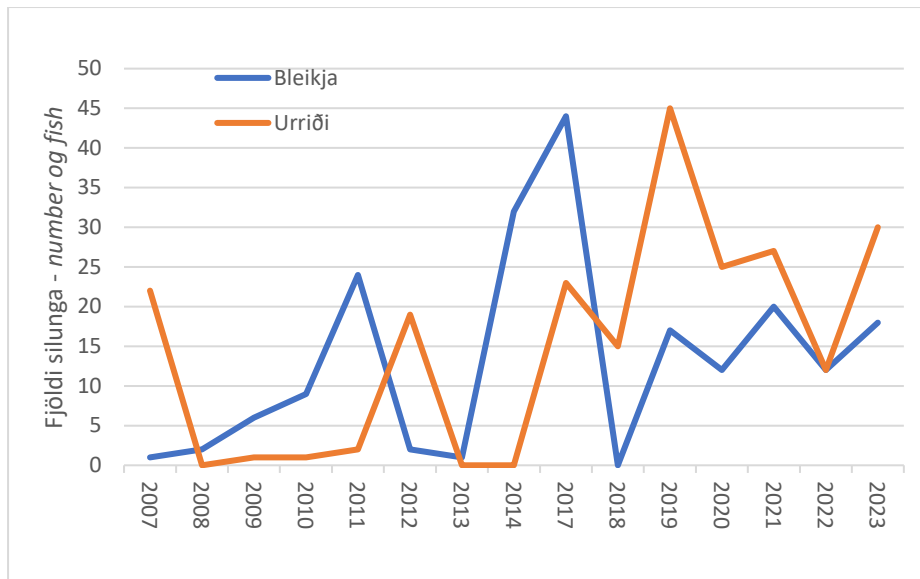
Þótt fyrstu laxarnir veiðist í Tungufljóti í júní er lax þar að jafnaði seint á ferðinni og þau ár sem skráning nær yfir hefur 81% laxveiðinnar verið í ágúst eða síðar og 54% í september eða síðar. Árið 2022 veiddist fyrsti laxinn 24. júní en enginn kraftur var í veiðinni fyrr en komið var fram í ágúst og 51% laxveiðinnar kom í september.



1. mynd. Laxveiði á stöng í Tungufljóti.

Figure 1. Annual rod catch of salmon in R. Tungufljót.

Urriði og bleikja eru einnig í veiðinni í Tungufljóti. Talsverður breytileiki hefur verið í silungsveiðinni milli ára. Meðalveiði urriða á tímabilinu 2007 – 2015 var 13 urriðar og 13 bleikjur. Urriðaveiðin hefur heldur aukist síðustu ár en bleikjuveiðin er mjög sveiflukennnd (2. mynd). Meðalveiði silungs 2007 – 2023 var 13 urriðar og 15 bleikjur. Vísbendingar eru um að silungsveiði í Tungufljóti sé vanskráð (Hafrannsóknastofnun, veiðigrunnur). Einn hnúðlax veiddist í Tungufljóti árið 2023.



2. mynd. Skráð stangveiði urriða og bleikju á stöng í Tungufljóti árin 2007 – 2023.

Figure 2. Annual rod catch of brown trout and Arctic charr in R. Tungufljót.

Vatnshitamælingar

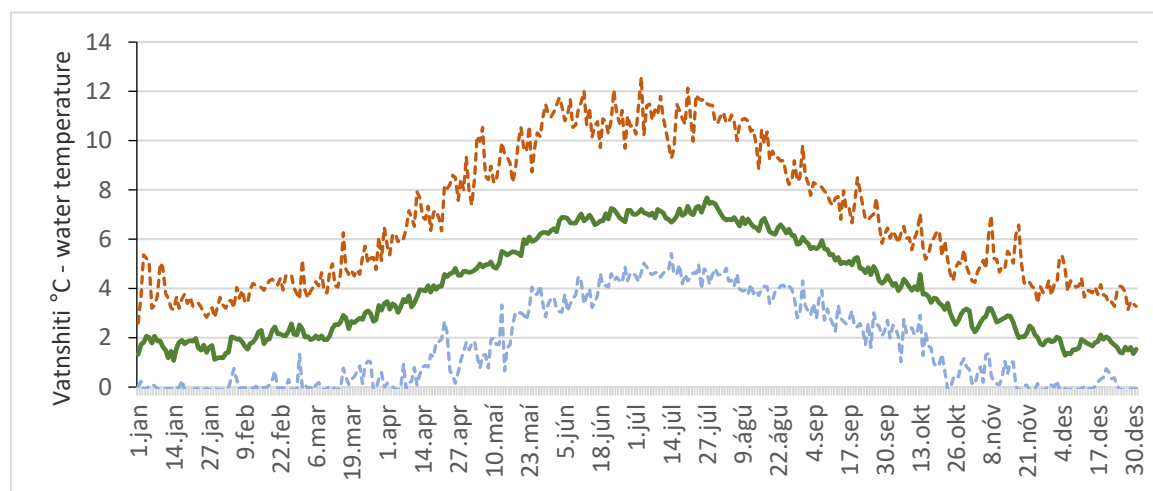
Síritavatnshitamælir hefur verið í Tungufljóti við Faxa frá 11. október 2011. Vatnshitasveifla yfir árið hefur verið frá 0 – 12,6 °C (3. mynd). Hitafarið hefur verið breytilegt milli ára. Hljást var árið 2016, þegar meðalhitinn var 4,3°C, og kaldast árið 2015, 3,8 °C og 2020 3,9 °C. Ef litið er til meðalhita mánaða sést að meðalhiti í vetrarmánuðunum (nóvember til mars) hefur verið á bilinu 1,1 – 3,3 °C.

Í skýrslu um mat á búsvæðum fyrir laxaseiði á vatnasvæði Tungufljóts voru gefnir stuðlar fyrir hitastig (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson, 2012). Þau viðmið koma fram í töflu 2 og þar eru vatnshitamælingar í Tungufljóti við Faxa greindar m.t.t. þeirra. Metið var að ef dagsmeðalvatnshiti næði ekki 8 °C í 10 daga eða meira gæti lax ekki þrifist en vaxtarskilyrði væru stigvaxandi eftir því sem vatnshiti hækkaði. Yfir sumarið (júní, júlí, og ágúst) hefur meðalhiti mánaða verið frá 6,2 – 7,4 °C, hlýjastir var júlí 2021 (Tafla 1) en kaldast var sumarið 2015 en þá var júlí hlýjasti mánuðurinn með 6,7 °C. Hæsti hiti hvers árs frá og með 2012 var frá 10,8 til 12,6 °C.

Tafla 1. Vatnshiti í Tungufljóti við Faxa, mánaðar- og ársmeðaltal og hámarkshiti °C. Gildar mælingar ekki til staðar frá nóvember 2022 til júní 2023.

Table 1. Average monthly and year water temperature and max (°C) in Tungufljót at Faxi. No valid measurements were in November 2022 to June 2023.

Ár (year)/ mán (month).	Jan.	Febr.	Mars	Apríl	Maí	Júní	Júlí	Ág.	Sept.	Okt.	Nóv.	Des.	Hæsti hiti (max)	Árs- meðalt. (average)
2011										3,6	3,3	1,1		
2012	1,6	2,6	3,0	4,3	5,7	7,2	7,2	6,9	4,7	3,1	1,9	1,8	12,1	4,2
2013	2,4	2,8	2,4	3,5	5,2	6,8	7,2	6,3	4,9	3,4	2,0	1,3	11,9	4,0
2014	2,1	1,5	2,6	4,3	5,7	7,1	7,1	6,6	5,5	3,2	3,2	1,3	11,7	4,2
2015	1,3	1,4	2,3	3,2	4,8	6,5	6,7	6,2	5,5	4,0	2,5	1,6	10,8	3,8
2016	1,3	1,4	2,6	4,3	5,6	7,3	7,3	6,5	5,1	4,7	2,9	2,9	11,7	4,3
2017	2,1	3,0	2,7	3,8	6,0	6,6	7,2	6,4	5,3	4,0	1,3	1,2	11,7	4,1
2018	1,2	1,6	2,4	4,2	5,1	6,6	6,8	6,1	4,7	3,4	2,7	2,4	11,4	4,0
2019	1,9	1,8	2,4	4,8	5,8	7,1	7,3	6,4	5,5	3,4	2,3	1,5	12,0	4,2
2020	1,4	1,5	1,9	3,3	5,5	6,8	7,1	6,5	4,9	3,5	2,2	1,7	11,1	3,9
2021	1,2	2,2	2,8	3,8	5,3	6,3	7,4	7,1	5,3	3,5	2,3	1,9	12,6	4,1
2022	1,7	1,0	2,5	4,4	5,9	6,6	7,0	6,3	5,5	3,6			11,9	
2023							7,3	6,7	5,1	3,8			12,6	



3. mynd. Sólarhringsmeðaltal vatnshita (græn heil lína), hámark (rauð brotalína) og lágmark (blá brotalína), í Tungufljóti við Faxa. Byggt á gögnum frá árabílinu 2011 til 2021.

Figure 3. Daily average watertemperature (green whole line), max (red line) and min (blue broken line), in R. Tungufljót at Faxi. Data from the years 2011 and 2021.

Tafla 2. Fjöldi daga að meðaltali á ári hverju sem vatnshiti í Tungufljóti nær viðmiðunargildum fyrir þrif laxaseiða. Stuðull 1 tákna full þrif laxaseiða, 0,25 slök þrif, notaðir til margfeldis á búsvæðagildi í búsvæðamati. Miðað er við að vatnshiti næði gildum að jafnaði í 10 daga eða fleiri á ári hverju (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson, 2012). Byggt á vatnshitamælingum við Faxa á árabílinu 2012 til 2021.

Table 2. Yearly average number of days in river Tungufljót of water temperature criteria for salmon parr. Criteria is that temperature reach at least 10 days each year for each criteria group, and has been used in habitat survey.

Hitastuðlar í búsvæðamati – constants in habitat survey	0,25	0,5	0,75	1,0
Meðalhiti – average temperature	≥ 8,0	≥ 9,0	≥ 10,0	≥ 11,0
Dagar á ári – days pr. year	7,7	0,2	0	0
Hámarkshiti -max temperature	≥ 9,0	≥ 10,0	≥ 11,0	≥ 13,0
Dagar á ári – days pr. year	39,4	19,9	5,9	0

Greining á vatnshita árána 2012 til 2021 sýnir að meðalvatnshiti í Tungufljóti við Faxa var að jafnaði 8 °C eða hærri í 7,7 daga á tímabilinu og náði aðeins tvisvar sinnum 9 °C en meðalsólarhringshiti náði aldrei 10 °C. Hámarkshiti náði að jafnaði 9 °C eða herra í 39,4 daga og 10 °C í 19,9 daga en 11 °C í 5,9 daga yfir sumarið (Tafla 2).

Til eru hitamælingar í Tungufljóti við Brú, í Laugaá við Þjóðveg og neðarlega í Almenningsá (ofan Stakksár) frá árinu 2011. Tímabil mælingar var 8. júní til 11. október. Greining á fjölda daga þar sem vatnshiti náði 8 °C eða meira sýndi að aðeins 1 dagur í Almenningsá náði því en enginn í Tungufljóti eða Laugaá. Hámarkshiti náði 9 °C eða meira í 16 daga í Laugaá og 43 daga í Almenningsá en enginn dagur náði þessum hita í Tungufljóti. Í Almenningsá náði vatnshitinn 10°C eða meira í 23 daga og 11 °C eða meira í 7 daga. Hámarkshiti náði aldrei þessum gildum í Laugaá.

Seiðasleppingar

Frá árinu 2003 hefur gönguseiðum laxa verið sleppt árlega á vatnasvæði Tungufljóts. Hefur leigutaki árinna séð um framkvæmd sleppinganna í samvinnu við Veiðifélagið Faxa og Tungufljótsdeild Veiðifélags Árneseinga. Gönguseiðin voru alin upp í eldisstöð og aðlöguð í sleppitjörnum. Mestum fjölda var sleppt á árunum 2006 – 2011 eða frá 55.000 – 75.000 gönguseiðum árlega (Tafla 3). Árið 2015 voru gönguseiðin um 60.000 og á árinu 2016 var fjöldinn 30.000 og 14.000 árið eftir. Árin 2018 – 2022 voru gönguseiðin 30.000 ár hvert og 24.000 árið 2023. Flest hafa gönguseiðin farið í manngerða sleppitjörn í Einholtslækjarósi. Hluti gönguseiða hefur verið örmerktur, árið 2018 voru 3.025 seiði merkt og 3.002 árið 2019 en ekkert næstu tvö ár. Síðast var merkt árið 2022 þegar um 2.004 gönguseiði voru örmerkt (Tafla 3).

Tafla 3. Sleppingar laxaseiða á vatnasvæði Tungufljóts og laxveiði.

Table 3. Annual number of released salmon smolt and parr and salmon catch in R. Tungufljót watershed.

Ár -year	Sumaralín og 1+ seiði -parr	Göngu- seiði - smolt	Þar af merkt - there of microtagged	Laxveiði – salmon catch
2003		12.600	5.015	
2004		4.000	2.007	97
2005		34.000	3.010	52
2006	45.000	55.000	2.004	197
2007	35.000	75.000	2.000	556
2008	16.000	63.000	0	2.854
2009		58.687	0	1.512
2010		70.000	0	1.076
2011		60.000	0	124
2012		18.600	1.421	58
2013		0		31
2014	6.000	14.000	0	22
2015	5.000	60.000	4.014	76
2016		30.000	3.010	274
2017		14.000	0	229
2018	20.000	30.000	3.025	163
2019	20.000 ¹⁾	30.000	3.002	203
2019	26.000 ²⁾		0	
2020	26.000	30.000	0	243
2021	40.000	30.000	0	339
2022	25.000	30.000	2.004	526
2023	1.000 ³⁾	24.000	0	332
Samtals	264.000	742.887	30.512	

1) sleppt í janúar, 2) sleppt í desember, 3) eins árs undirmálsseiði sem fóru í sleppitjörn um vorið

Einnig hefur verið sleppt smáseiðum, einkum víðs vegar ofan við Faxa. Á tímabilinu 2006 – 2008 var 16.000 – 45.000 smáseiðum sleppt á ári. Engum smáseiðum var sleppt árin 2016 og 2017 en um 20.000 árið 2018, 46.000 árið 2019, 26.000 árið 2020, 40.000 árið 2021 og 25.000 árið 2022. Smáseiðasleppingar fóru fram að hausti og t.d. var sleppt 23. október árið 2020 en ekki fyrr en 16. desember árið 2021. Árið 2020 fóru seiðin á fjóra staði víðsvegar í þveránum (Litlafljótislæk, Brúarlæk, Laugaá og Einholtslæk) og árið 2021 á sex staði í sömu þverám auk þriggja sleppistaða í Tungufljóti sjálfu (Brúarhvatn, gamla brú og Bræðratungubrú). Árið 2022 var sleppt á átta staði, sömu læki og 2020 auk þess í Koðralæk og Farveg. Þá var sleppt seiðum í Tungufljót frá gömlu brú og að brú við Bræðratungu.

Uppruni seiða sem sleppt var á árunum eftir 2002 var af klakfiski úr Dalsá og Stóru-Laxá. Á seinni árum hefur einkum verið tekinn lax úr Tungufljóti sjálfu til seiðaframleiðslu í eldisstöð. Samkvæmt upplýsingum sem Hafrannsóknastofnun hefur aflað voru seiði a.m.k. árin 2012, 2015 og 2018 af klakfiski úr Rangánum.

Erfðarannsóknir

Yfirlit og grunnupplýsingar þeirra erfðasýna sem nýtt voru í erfðarannsókninni með 8848 SNP-erfðamörkum má sjá í töflu 4. Reiknuð arfblendni (H_0) var á bilinu 0,36 til 0,40, lægst í Úlfarsá og hæst í sýni af klaklökum úr Tungufljóti. Vænt arfblendni (H_E) var að jafnaði sú sama og reiknuð arfblendni eða aðeins lægri og var á bilinu 0,35 til 0,39, lægst í Úlfarsá og Litlu-Laxá_04 og hæst í Tungufljóti. Ekkert sýni sýndi frávik frá Hardy-Weinberg erfðajafnvægi.

Tafla 4. Staðsetning, ártöl og sýnastærðir erfðasýna úr laxaseiðum og klaklökum (fjöldi systkina innan sviga en þau voru fjarlægð úr sýnum fyrir greiningu). Arfblendni sýna er uppgæfin, reiknuð (H_0) og vænt (H_E), byggt á erfðaupplýsingum 8848 SNP-erfðamarka.

Table 4. Location, year and sample sizes of salmon genetic samples (number of siblings in parentheses which were removed prior to analysis). Observed (H_0) and expected heterozygosity (H_E) is reported for each sample based on the genetic information of 8848 SNP markers.

Vatnsfall - river	Ár - year	Sýnastærð (systkini) - sample size	H_0	H_E
Úlfarsá	2021	75 (4)	0.36	0.35
Elliðaá	2021	100 (26)	0.37	0.37
Hvítá	2017, 2020-21	68	0.38	0.38
Tungufljót	2019, 2020-21	43 (7)	0.39	0.39
Dalsá*	2004	24 (2)	0.38	0.37
Dalsá	2019, 2020	19	0.38	0.37
Litla-Laxá*	2004	14 (4)	0.37	0.35
Litla-Laxá	2019, 2021	28 (1)	0.37	0.37
Stóra-Laxá	2020-21	66 (1)	0.38	0.38
Tungufljót_klaklax	2019	20 (10)	0.4	0.37
Eystri-Rangá	2019	89 (28)	0.39	0.38

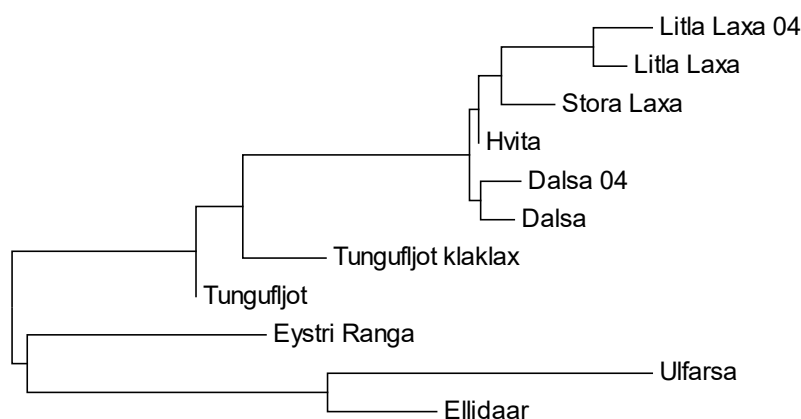
*Sýnaheiti – sample name: Dalsá_04 og Litla-Laxá_04

Marktækur erfðamunur (F_{ST}) greindist milli allra sýna, einnig milli sýna frá mismunandi tímabilum innan Litlu-Laxár og Dalsár. Mestur var erfðamunur milli sýna af Suðvesturlandi (Úlfarsá og Elliðaár) og sýna úr árkerfi Hvítár (Hvítá, Dalsá, Litlu-Laxá og Stóru-Laxá; $F_{ST} = 0,064-0,095$) en Tungufljót sýndi minni aðskilnað við Suðvesturland en önnur sýni úr árkerfinu ($F_{ST} = 0,041-0,072$). Innan árkerfis Hvítár var minnstur munur milli Hvítár og hliðaráa, $F_{ST} = 0,004-0,012$ (Tungufljót undanskilið), en mestur munur milli Tungufljóts og annarra sýna úr árkerfinu, $F_{ST} = 0,016-0,037$. Álíka erfðamunur var milli Eystri-Rangár og sýna af Suðvesturlandi og sýna úr árkerfi Hvítár, að undanskildu Tungufljóti. Um helmingi minni erfðamunur var milli Eystri-Rangár og Tungufljóts (að meðaltali $F_{ST} = 0,028$) og annarra sýna úr árkerfi Hvítár (að meðaltali $F_{ST} = 0,060$). Skyldleikatré (neighbor-joining) byggt á F_{ST} lýsir þessum tengslum (4. mynd).

Tafla 5. Erfðamunur (F_{ST}) laxasýna úr árkerfi Hvítár, Úlfarsá, Elliðaáa og Eystri-Rangá byggt á greiningu 8848 SNP-erfðamarka. Allir samanburðir voru marktækir ($p = 0$).

Table 5. Genetic differentiation (F_{ST}) among salmon samples from the Hvítár river system, Úlfarsá, Elliðaár and Eystri-Rangá based on the analysis of 8848 SNP genetic markers. All pairwise comparisons were significant ($p = 0$).

Vatnsfall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1_Úlfarsá	-									
2_Elliðaár	0.031	-								
3_Hvítá	0.079	0.064	-							
4_Tungufljót	0.056	0.041	0.016	-						
05_Dalsá_04	0.082	0.067	0.005	0.017	-					
06_Dalsá	0.084	0.069	0.004	0.018	0.005	-				
07_Litla -Laxá_04	0.095	0.080	0.012	0.028	0.017	0.016	-			
08_Litla -Laxá	0.090	0.075	0.010	0.027	0.016	0.014	0.007	-		
09_Stóra -Laxá	0.083	0.069	0.006	0.020	0.010	0.009	0.015	0.013	-	
10_Tungufljót_klaklax	0.072	0.053	0.022	0.010	0.026	0.026	0.037	0.035	0.028	-
11_Eystri Rangá	0.064	0.046	0.054	0.026	0.056	0.058	0.068	0.066	0.059	0.029

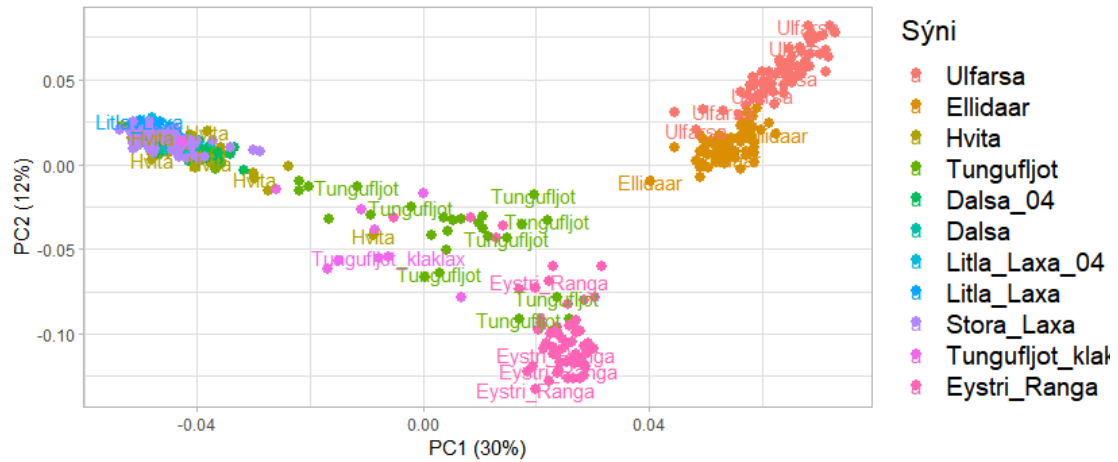


4. mynd. Skyldleikatré (neighbor-joining) byggt á F_{ST} samanburði laxasýna úr árkerfi Hvítár, Úlfarsá, Elliðaáa og Eystri-Rangá. Sýni úr Tungufljóti lenda á milli sýna úr Eystri-Rangá, Elliðaáa og Úlfarsá annars vegar og sýna úr árkerfi Hvítár hins vegar. Mynd byggir á F_{ST} -gildum í töflu 5.

Figure 4. Neighbor-joining tree of pairwise F_{ST} distances between salmon samples from the Hvítár river system, Úlfarsá, Elliðaáa and Eystri-Rangá. Samples from Tungufljót branch between Eystri-Rangá, Elliðaáa and Úlfarsá and samples from the Hvítár river system. See F_{ST} estimates in Table 5.

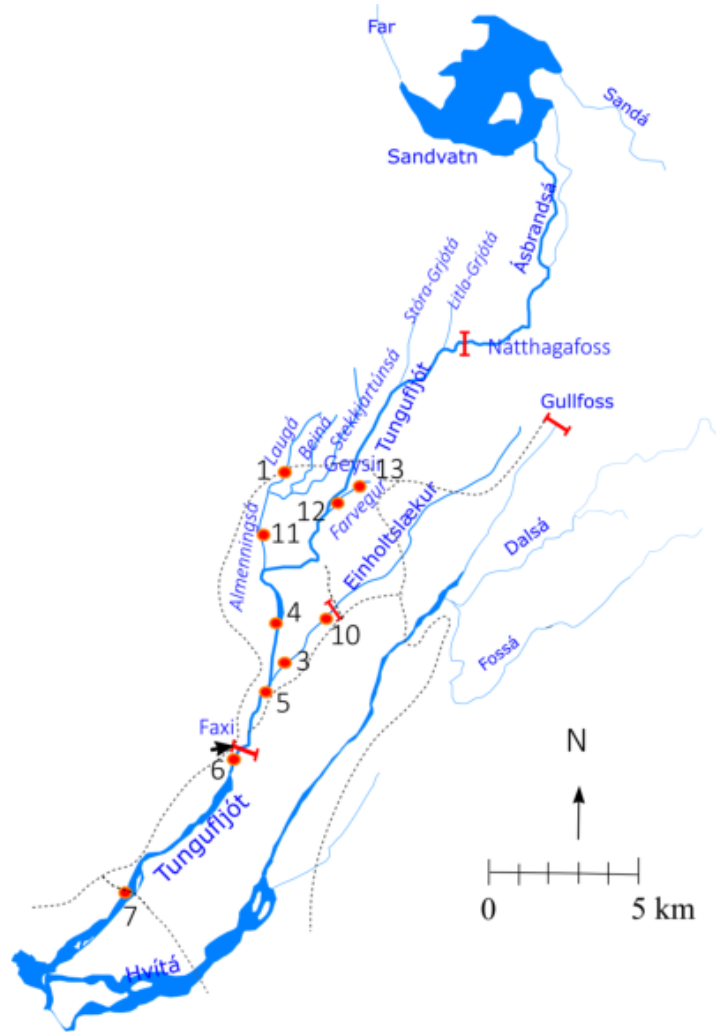
Fjölþáttgreining á 463 erfðagreindum fiskum sýndi aðgreiningu megin erfðahópa á fyrstu vídd (PC1), sem útskýrði 30% breytileikans, meðan víddir tvö (PC2) og þrjú (PC3) útskýrðu 12% og 6,6% breytileikans. Á 5. mynd hópast flest sýni úr árkerfi Hvítár saman vinstra megin meðan Elliðaár og Úlfarsá eru hægra megin og Eystri-Rangá þar á milli en nokkuð nær sýnum af Suðvesturlandi. Sýni úr Tungufljóti (bæði klaklaxar og seiði) hópuðust ýmist með fiskum úr árkerfi Hvítár, Eystri-Rangá eða milli þessara hópa á vídd 1 og 2. Ef litið er á -0,03 á vídd 1 sem skurðpunkt og fiskar vinstra megin tilheyri árkerfi Hvítár lenda 11 af 46 fiskum (24%) úr Tungufljóti í þeim hópi (10 seiði og einn klaklax; þeir fiskar sjást ekki á 5. mynd). Hinir 35 fiskarnir úr Tungufljóti (26 seiði og níu

klaklaxar) virðast ýmist blendingar laxa úr árkerfi Hvítár (líklegast úr Tungufljóti) og fiska úr Rangánum eða af hreinum Rangáruppruna.



5. mynd. Niðurstöður fjölþáttgreiningar (PCA) á 463 löxum úr árkerfi Hvítár, Úlfarsá, Elliðaám og Eystri-Rangá, greindir með 8848 SNP-erfðamörkum. Á mynd eru sýndar víddir PC1 og PC2. Fiskar úr árkerfi Hvítár hópast saman vinstra megin, sýnin úr Úlfarsá og Elliðaám hægra megin og Eystri-Rangá þar á milli. Seiði og klaklaxar úr Tungufljóti flokkast ýmist með löxum úr árkerfi Hvítár, Eystri-Rangá eða þar á milli.

Figure 5. Principal component analysis (PCA) on 463 salmon samples from the Hvítár river system, Úlfarsá, Elliðaám and Eystri-Rangá, analyzed with 8848 SNPs. The figure shows the dimensions of PC1 and PC2. Fish from the Hvítár river system are grouped together on the left side, the samples from Úlfarsá and Elliðaám are on the right and Eystri-Rangá in between. Juveniles and hatchery salmon from Tungufljót are either grouped with salmon from the Hvítár river system, Eystri-Rangá or in between.



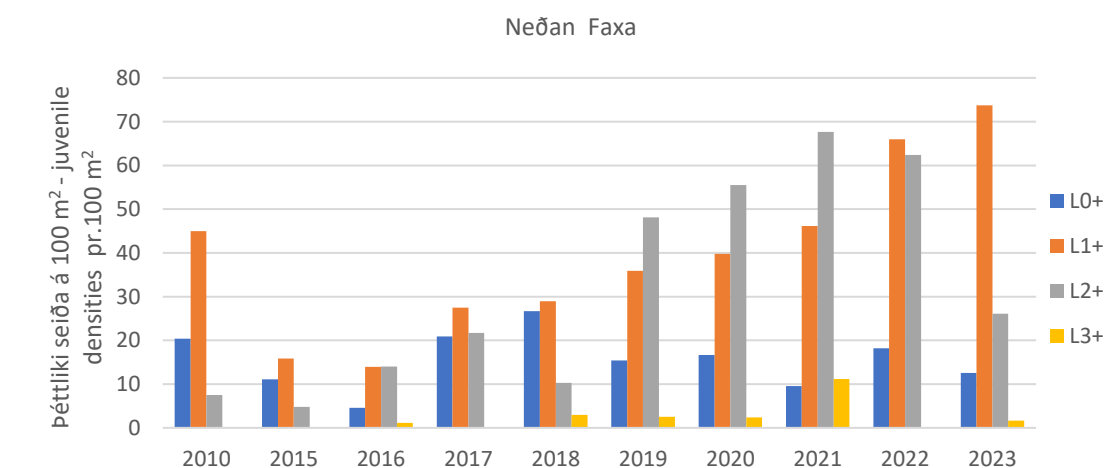
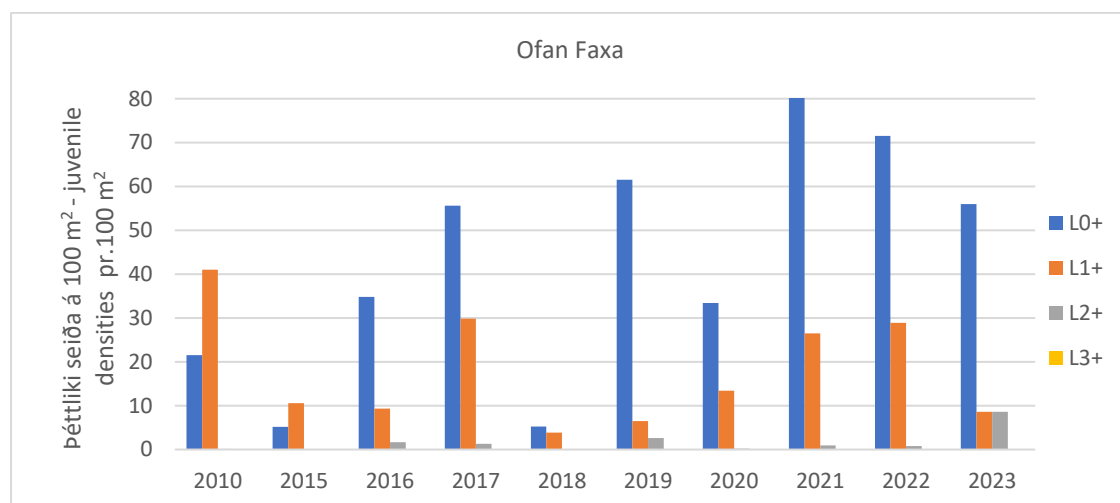
6. mynd. Yfirlitsmynd yfir vatnasvæði Tungufljóts. Fram kemur staðsetning og númer seiðarannsóknarstöðva (rauðir punktar). Rauð strik þvert á farvegi tákna ófiskgena fossa. Fiskstigi er við fossinn Faxe (svört ör) og þar er fiskteljari ásamt hitamæli.

Figure 6. Tungufljót watershed. Orange points indicate location of juvenile research stations. Red lines show impassable waterfalls. Fishway, fish counter and data logging of water temperature is located at Faxi waterfall.

Seiðarannsóknir

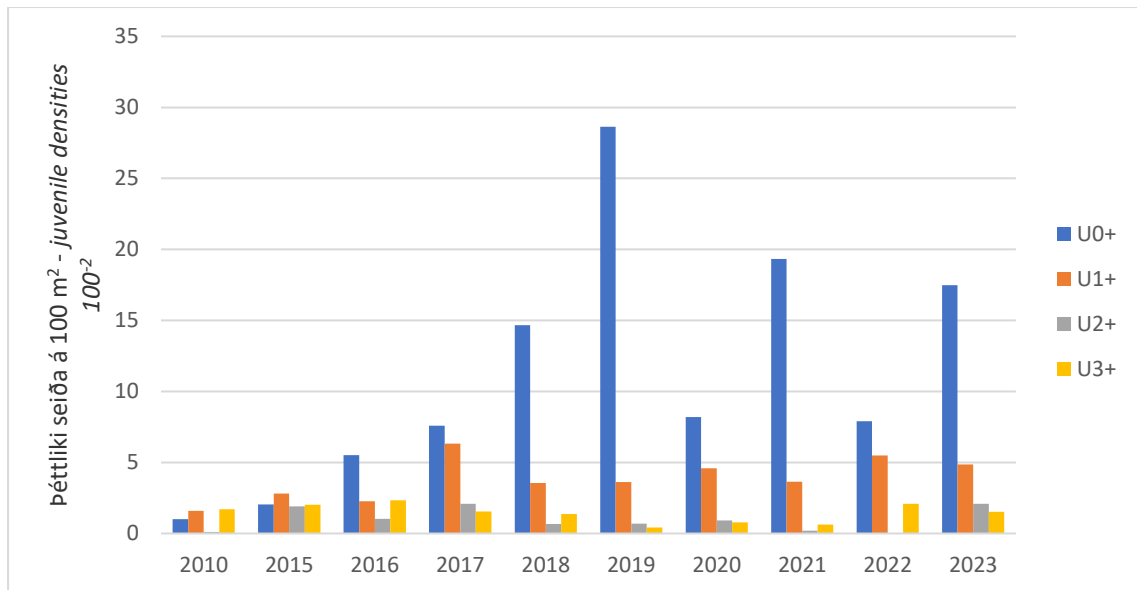
2010 – 2023

Sé litið til þróunar seiðabéttleika laxaseiða á tímabilinu 2010 – 2023 á vatnasvæði Tungufljóts ofan og neðan við fossinn Faxe sést að ofan fossins er uppeldi náttúrulegra laxaseiða enn aðallega bundið við Einholtslæk og í Tungufljóti neðan hans (6. mynd, og 7. mynd, Viðauki 1). Flest laxaseiðin ofan við Faxe hafa verið 0⁺ og 1⁺ og fá eldri. Béttleiki seiða var breytilegur og óx fram til 2021 en hefur dalað síðan. Efsti fundarstaður náttúrulegra laxaseiða er neðan við flúð í Tungufljóti sem er ofan við Einholtslæk. Þar hefur þéttleiki verið lágur en heldur vaxið síðustu ár (st.4) (Viðauki I). Könnun á seiðabúskap ofar á svæðinu árið 2023, í Tungufljóti, Læk við Brú, Almenningsá og Beiná, gaf ekki laxaseiði. Að auki hafa verið að koma fram laxaseiði úr sleppingum, þá einkum úr sleppingum sumaralinnna seiða (Viðauki I).



7. mynd. Þéttleiki laxaseiða eftir aldri í Tungufljóti og Einholtslæk ofan við Faxe (stöðvar 10,3,4,5) og í Tungufljóti neðan Faxe (stöðvar 6 og 7).

Figure 7. Juvenile salmon densities by age in river Tungufljót and Einholtslækur (stations nr. 10,3,4,5) above Faxi and in Tungufljót below Faxi (stations nr. 6 and 7).



8. mynd. Þéttleiki urriðaseiða eftir aldri í Tungufljóti og Einholtslæk (stöðvar,3,4,5,6,7 og 10).

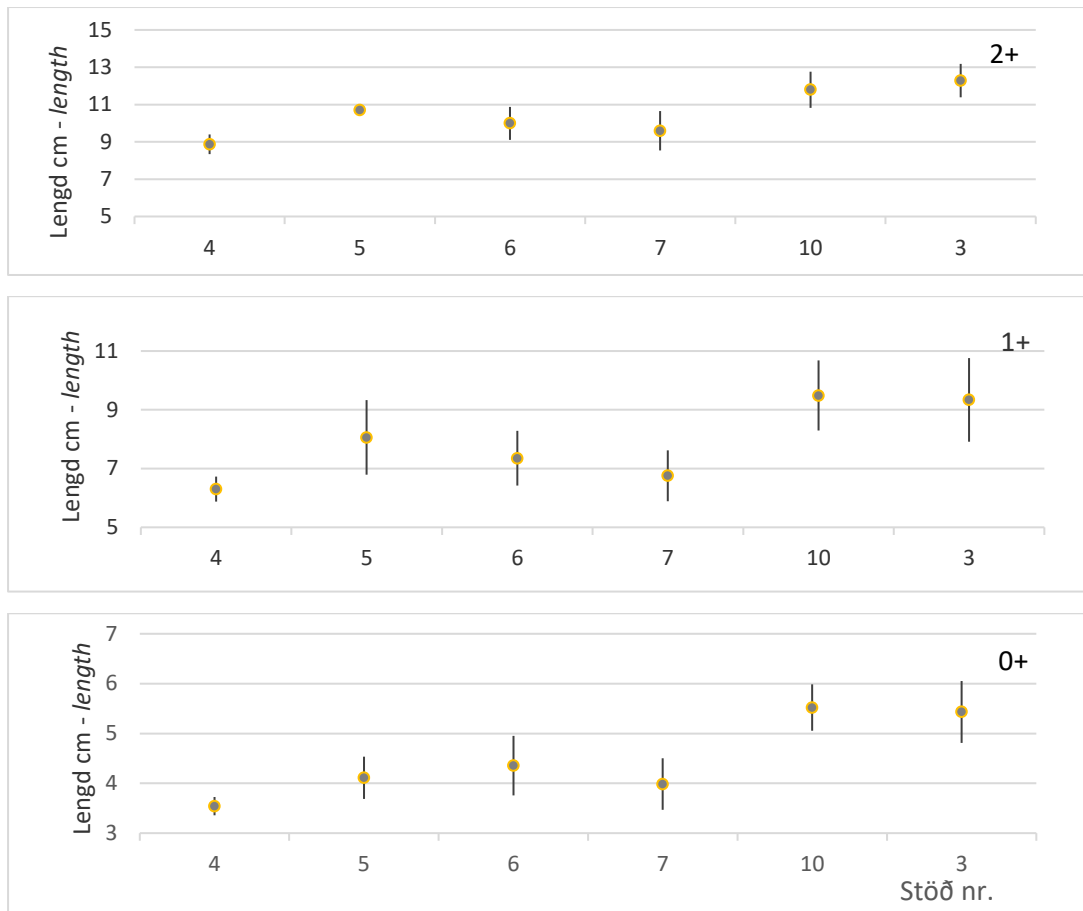
Figure 8. Juvenile brown trout densities by age in river Tungufljót and Einholtslækur (stations nr. 10,3,4,5,6,7 and 10)

Neðan við fossinn (st. 6 og 7) fannst talsvert af seiðum 2010 sem voru aðallega 0⁺ og 1⁺. Mun minna fannst af laxaseiðum þar 2015 en þéttleiki þeirra hefur vaxið jafnt og þétt þar síðan. Gildir það ekki síst fyrir eins og tveggja ára seiði. Þar hafa einnig fundist þriggja ára laxaseiði. Fremur lítið hefur fundist af seiðum úr smáseiðasleppingum, helst þó í Einholtslæk og hafa þau langflest verið eins árs. Flestum sleppiseiðunum hefur á síðari árum verið sleppt ofan við foss, í Einholtslæk og ofar á vatnasvæðið. Tekið skal fram að stundum er erfitt að greina milli seiða úr sleppingum og náttúrulegra seiða.

Þéttleiki urriðaseiða hefur vaxið og jafnan greindist mestur þéttleiki á efri stöð í Einholtslæk (st. 10) og neðantil í Tungufljóti. Ekki er að merkja samdrátt í þéttleika urriða þrátt fyrir sleppingar laxaseiða á svæðið (8. mynd).

Meðallengd laxaseiða á fyrsta ári (0⁺) í Tungufljóti var frá 3,5 – 4,4 cm, eins árs seiða (1⁺) 6,3 – 8,1 cm og tveggja ára seiða (2⁺) 8,9 – 10,7 cm. Samsvarandi lengdir á stöðvunum í Einholtslæk voru 5,4 – 5,5 cm, 9,3 – 9,5 og 11,8 – 12,3 cm. Laxaseiðin voru því áberandi stærri í Einholtslæk miðað við aldur en í Tungufljóti (9. mynd).

Stærð laxaseiða eftir aldri var að jafnaði minnst í Tungufljóti hjá seiðum á efstu stöð (st. 4) en stærst á stöð 5 rétt neðan við ós Einholtslækjar.



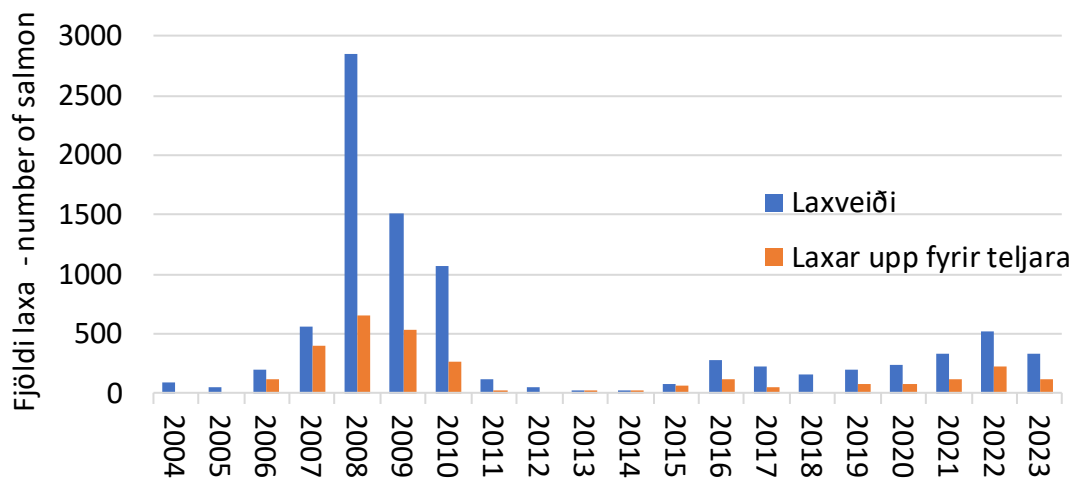
9. mynd. Meðallengdir (\pm staðalfrávik) laxaseiða eftir stöðvum og aldri. Stöðvar 4 – 7 eru í Tungufljóti talið ofan frá, og stöðvar 10 og 3 í Einholtslæk. Gögn frá 2010 og 2015 – 2023.

Figure 9. Average length of salmon parr by stations and age. Stations 4 – 7 are in Tungufljót and stations 10 and 3 in Einholtslækur. Data from 2010 and 2015 – 2023.

Fisktalning í stiganum við Faxa

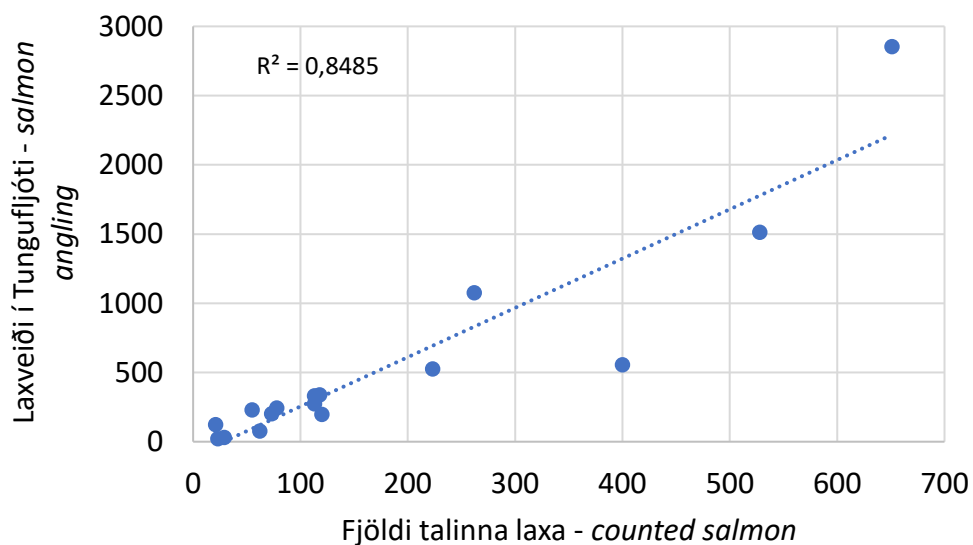
2006 – 2023

Teljari hefur verið í efsta hólfi fiskstigans við Faxa frá árinu 2006 (10. mynd). Hann telur og reiknar stærð (lengd) fiska á leið upp og niður. Gögn eru misgóð úr talningunni og einstaka ár hafa talningar fallið úr (2012 og 2018) (Viðauki 2). Langmesta gengdin var á árunum 2007 – 2009 þegar taldir voru 400 - 651 laxar. Meðalgengdin upp fiskveginn síðustu fimm ár sem mælingar ná yfir er 121 laxar á ári. Árið 2023 gengu 129 fiskar upp stigan og voru 113 þeirra metnir sem laxar og 16 sem silungar. Sum ár hefur stigin verið lokaður hluta göngutímans í þeim tilgangi að safna klaklaxi, sem hefur takmarkað þann fjölda laxa sem hefur farið upp í gegnum stigan og til hrygningar þar. Hámarktæk fylgni ($p < 0,001$) er á milli stangveiði í Tungufljóti og fjölda talinna laxa í stiganum (11. mynd).



10. mynd. Fjöldi laxa í stangveiði og talinna laxa á göngu upp teljara í stiganum við fossinn Faxa.

Figure 10. Number of salmon caught in Tungufjót by rod (blue) and salmon migrating up fish counter in the fishway by Faxi waterfall (orange).



11. mynd. Samband fjölda talinna laxa í fiskteljara (upp – niður) og fjölda stangveiddra laxa í Tungufljóti á sama ári.

Figure 11. Linear regression between counted salmon in fishcounter (up – down) and number of angled salmon the same year.

Aldursgreining göngulaxa

2010–2023

Af þeim 281 laxi sem greindir voru til aldurs og uppruna voru 225 (80,1%) smálaxar sem höfðu þá verið eitt ár í sjó (Tafla 6). Aðrir laxar höfðu dvalið lengur í sjó (19,9%). Hlutfall hænga sem höfðu verið eitt ár í sjó var 94,0% af öllum hængum en samsvarandi hlutfall hrygna var 63,2%. Að sama skapi var hlutfall þeirra hænga sem höfðu lengur en eitt ár í sjó 6,0% af heildarfjölda hænga og samsvarandi hlutfall hrygna 36,8%. Níu (3,2%) laxar höfðu hrygnt áður og voru að koma til annarrar hrygningar, 7 þeirra voru hrygnur, 1 hængur og 1 ókyngreindur. Upprunagreining sýndi að 218 laxar voru úr gönguseiðasleppingum eða 77,6%. Aðrir laxar (63 laxar) voru náttúrulegir (villtir) eða úr smáseiðasleppingum (22,4%, Tafla 6). Hlutfall náttúrulegra laxa var að jafnaði hærra hjá tveggja ára laxi (31,4%) en þeim sem voru eins árs (22,9%).

Tafla 6. Niðurstöður aldursgreiningar á laxi úr veiði í Tungufljóti á árabílinu 2010–2023.

Table 6. Results from age studies of salmon caught in Tungufljót 2010–2023.

Kyn -gender: Ferskvatns-ár – years infreshw.	Sjávarár - year at sea								
	Óákv -unidendif.		Hængar - males			Hrygnur -females			Samtals - total
	1	2	1	2	3	1	2	3	
1	75	16	60	4	0	42	20	1	218
2	10	1	6	0	0	6	5	1	29
3	7	2	10	0	1	7	4	1	32
4	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Samtals -total	92	19	78	4	1	55	29	3	281

Tafla 7. Fjöldi og hundraðshluti villtra laxa og laxa úr smáseiðasleppingum eftir árum.

Table 7. Percent salmon of wild or hatchery parr origin by years.

Ár - year	1 SW Fjöldi í sýni	1SW % villt	2SW Fjöldi í sýni	2SW % villt
2010	26	15,4	7	42,9
2013	27	48,1	0	
2016	52	19,2	20	25,0
2017	48	18,8	3	33,3
2018	12	16,7	0	
2019	21	0	1	100
2020	16	18,8	2	0
2021	7	28,6	1	0
2022	6	33,3	12	0
2023	10	30,0	10	50
Samtals / meðat. – total /average	225	22,9	56	31,4

Nokkuð var breytilegt hvert hlutfall náttúrulegra laxa og laxa úr smáseiðasleppingum var. Hjá smálaxi, þar sem fleiri greiningar liggja að baki en hjá stórlaxi, var það hæst metið árið 2013 (48,1%) en lægst árið 2019; 0% (7).

Heimtur merktra gönguseiða

2003 – 2023

Á árunum 2003 – 2023 var sleppt samtals 30.512 örmerktum gönguseiðum laxa á vatnasvæði Tungufljóts. Misjafnt var hve mörg sleppiseiði voru merkt, sum ár voru engin þeirra merkt en flest voru þau rúmlega 5 þúsund árið 2003. Af þessum seiðum hafa 120 komið fram í veiði. Meðalheimtur úr 11 hópum merktra seiða var 0,39% (Tafla 8). Bestar heimtur voru úr sleppingum árið 2016 eða 1,03%, sleppingar 2004 og 2006 gáfu 0,7% og 0,75 en önnur ár voru heimtur lægri. Enn gætu bæst við heimtur úr sleppingum 2022.

Tafla 8. Heildarfjöldi laxaseiða og örmerktra laxagönguseiða sleppt á vatnasvæði Tungufljóts ásamt heimtum þeirra í veiði.

Table 8. Total number of salmon smolts and microtagged salmon smolts released in R. Tungufljót and their recaptures in catch.

Sleppiár – year of release	Fjöldi sleppt - Number released	Merktur fjöldi – number tagged	Heimtur fjöldi – number of recaptures		Heild - total	Heimtur (%) – recaptures (%)
			Eitt ár – one year	Tvö ár – two years		
2003	12.600	5.015	18	8	26	0,52
2004	4.000	2.007	13	1	14	0,70
2005	34.000	3.010	9	1	10	0,33
2006	55.000	2.004	12	3 ¹⁾	15	0,75
2007	75.000	2.000	2	2	4	0,20
2008	63.000	0				
2009	58.687	0				
2010	70.000	0				
2011	60.000	0				
2012	18.600	1.421	1	0	1	0,07
2013	0					
2014	14.000	0				
2015	60.000	4.014	6	1	7	0,17
2016	30.000	3.010	28	3	31	1,03
2017	14.000	0				
2018	30.000	3.025	5	0	5	0,17
2019	30.000	3.002	6	1	7	0,23
2020	30.000	0				
2021	30.000	0				
2022	30.000	2.004	0			0,0
2023	24.000	0				
Samtals		30.512	100	20	120	0,39

1) ein endurheimta eftir þrjú ár

Af þeim merkjum sem bárust til lesningar komu 102 (82%) úr löxum veiddum í Ölfusá og Hvítá og 22 (18%) í Tungufljóti. Sex merki komu úr löxum með óvissan veiðistað og eitt merkjanna úr laxi veiddum í Baugstaðaósi.

Umræða

Umtalsverðar upplýsingar og reynsla hefur fengist um vöxt og viðgang laxfiska á vatnasvæði Tungufljóts og hvernig sú fiskrækt sem þar var ráðgerð hefur gengið. Niðurstöðurnar ættu að geta nýst sem grunnur fyrir veiðifélög á svæðinu til að meta þann árangur sem fengist hefur og til mótnar fyrir framtíð hennar.

Vatnshitamælingar í Tungufljóti gerðar með síritandi hitamæli við Faxa (síðan 2011) sýna nokkrar sveiflur milli ára og var sumarhiti árið 2015 lægstur og hæstur árið 2016. Eins og áður hefur verið fjallað um í skýrslum Hafrannsóknastofnunar eru lindárnar á vatnasvæði Tungufljóts á mörkum þess að geta fósrað lax vegna lágs vatnshita. Er því áhugavert að greina frekar vatnshitann í Tungufljóti og er hér framhaldið þeirri umfjöllun sem var í fyrri samantektarskýrslu (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2022a). Neðri mörk vaxtar hjá laxaseiðum í fersku vatni er nálægt 6 °C og kjörhiti til vaxtar er um 16°C (Elliott og Elliot, 2010; Forseth, Letcher og Johansen, 2011). Sjóþroski laxaseiða er háður vatnshita sem þarf að vera nægilega hár til að laxaseiði geti sjóþroskast (farið í gönguseiðabúning). Seiði sem ekki ná að sjóþroskast ganga ekki til sjávar. Sjóþroski er mjög hægur við hitastig undir 9 °C (Handeland, Wilkinson, Sveinsbøa, McCormick og Stefansson, 2004). Í greiningu á búsvæðum í Tungufljóti 2012 var miðað við að fullum gæðum búsvæða lasaseiða yrði náð ef tvennum skilyrðum væri fullnægt; a) meðalhiti sólarhrings næði a.m.k. í 11 °C í 10 daga eða meira á ári; b) hámarkshiti næði 13 °C í 10 daga eða meira á ári. Einnig var miðað við að ef meðalvatnshiti sólarhrings næði ekki 8 °C í 10 daga myndi lax ekki geta þrífist en vaxtarskilyrði væru stigvaxandi eftir því sem vatnshiti hækkaði. Í skýrslu um mat á búsvæðum fyrir laxaseiði á vatnasvæði Tungufljóts voru gefnir stuðlar fyrir hitastig (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson, 2012). Þau viðmið koma fram í töflu 2 og þar eru vatnshitamælingar í Tungufljóti við Faxa greindar m.t.t. þeirra. Meðalvatnshiti í Tungufljóti við Faxa fór að jafnaði yfir 8 °C í 7,7 daga á ári á mælitímabilinu og náði aðeins tvisvar sinnum 9 °C en aldrei 10 °C. Hámarkshiti náði að jafnaði 9 °C eða hærra í 39,4 daga og 10 °C í 19,9 daga en 11 °C í 5,9 daga. Í mati á búsvæðum Tungufljóts var svæðið rétt neðan við Faxa metið með stuðulinn 0,75 (kaflí TVIII) fyrir hitastig sem færir gæði búsvæða niður um 25% og svæðið rétt ofan við Faxa 0,5 (kaflí TVIII) sem færir búsvæðin þar niður um 50%. Þar lá að baki aðeins eitt ár í vatnshitamælingum. Samkvæmt ofangreindri greiningu og fyrri greiningu sem gerð var í fyrri samantektarskýrslu (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2022a) á vatnshita þá fyrir 8 ár og nú fyrir 10 ár má ætla að hitastuðull ætti frekar að hafa gildið 0,5 á kaflanum neðan Faxa sem rýrir enn frekar matið á gæðum búsvæða og jafnvel niður í 0,25 í Tungufljóti ofan Faxa (TVII). Greining á vatnshita í neðanverðri Almenningsá bendir til svipaðs vatnshita að sumarlagi þar og í Tungufljóti við Faxa en Laugaá gaf lægri gildi. Ætla má út frá þessu að hitastuðlar neðst í Beiná og Almenningsá séu líkt og á fyrrgreindum svæðum í Tungufljóti of háir (voru 0,5). Þar liggja hins vegar að baki hitagögn fyrir eitt ár, sem veikir áreiðanleika niðurstöðunnar. Frekari síritamælingar

og greiningar í öðrum ám sem eru á jaðri þess að fósra lax ættu að auka við þekkingu á því hvaða kröfur lax gerir til vatnshita.

Náttúruleg laxaseiði (seiði sem komin eru úr hrygningu á svæðinu) hafa verið að finnast víða á svæðinu en ofan við fossinn hafa þau einkum fundist í Einholtslæk og í Tungufljóti niður af honum. Efsti fundarstaður náttúrulegra laxaseiða er neðan við flúð í Tungufljóti sem er ofan við Einholtslæk. Tekið skal fram að sleppt hefur verið eldisseiðum víðs vegar á svæðið og getur verið erfitt að greina þau frá öðrum seiðum, því kunna seiði sem talin eru náttúruleg að vera úr sleppingum. Flest gönguseiði sem sleppt var fóru í tjörn neðst í Einholtslæk. Það er því líklegasta skýringin að flestir laxanna sem gengu upp fyrir Faxa hafi leitað þangað til hrygningar. Sama á við um seiðin sem sleppt var í Einholtslæk en skilyrði fyrir uppvöxt seiða eru betri þar en í Tungufljóti.

Meðallengd laxaseiða í Tungufljóti var fremur lág miðað við aldur. Seiðin úr Tungufljóti voru smæst á efstu stöð en athygli vekur að þau voru að jafnaði stærst miðað við aldur á stöð rétt neðan Einholtslækjar. Skýringin á því getur legið í því að seiðin séu að hluta komin úr læknum enda voru laxaseiðin mun stærri í Einholtslæk miðað við aldur en í Tungufljóti. Þessi munur stafar fyrst og fremst af því að Einholtslækur er draglækur sem getur hlýnað vel að sumarlagi meðan Tungufljót er að stofni til svöl lindá. Hærra hitastig skilar sér í betri vexti. Út frá meðallengd seiða eftir aldri má ætla að laxaseiðin nái flest sjögöngustærð tveggja ára í Einholtslæk en þriggja til fjögurra ára í Tungufljóti. Séu meðallengdir í Tungufljóti bornar saman við aðrar ár á vatnasvæðinu (Stóra-Laxá, Brúará, Hvítá, Sog, Ölfusá) þá svipar vexti neðan til í Tungufljóti til vaxtarhraða seiða í Brúará (Hafrannsóknastofnun, óbirt gögn). Seiðin á efstu stöð eru hins vegar mun smærri þar miðað við aldur. Það endurspeglar lágan vatnshita og staðfestir að seiðin vaxa við hitafar sem er á mörkum þess að lax þrífist.

Teljari í fiskstiga við Faxa hefur talið fisk á ferð upp stigann frá árinu 2006. Gögn eru misgóð úr talningunni og sum ár hafa fallið úr en talningin gefur þó allgóðar upplýsingar um fiskgöngur upp á svæðið ofan við Faxa. Það sýnir góð fylgni laxveiði og talningar. Mesta gengdin upp á árunum 2007 – 2010 var þegar veiðin var mest. Sum ár hefur stiginn verið lokaður hluta göngutímans í þeim tilgangi að safna klaklaxi, sem hefur fækkað þeim löxum sem að öðrum kosti gekk upp stigann. Nokkuð hefur borið á því að fiskur á leið upp fari fram og til baka um talningarhliðið. Þetta gerir það að verkum að talning verður óáreiðanlegri en ella. Æskilegt hefði verið að hleypa sem flestum löxum upp á svæðið fyrir ofan Faxa til að þeir hefðu getað hrygnt þar. Minnt er á að einn megintilgangur fiskræktar í Tungufljóti ætti að vera að flýta fyrir landnámi laxa ofan við stigann svo þar geti til frambúðar orðið sjálfbær fiskstofn.

Lax gengur seint á veiðitímabilinu upp í Tungufljót sem endurspeglast í veiðinni sem er aðallega í Tungufljóti neðan við Faxa. Þótt fyrstu laxarnir veiðist í Tungufljóti í júní hefur 81% laxveiðinnar verið í ágúst eða síðar og 54% í september eða síðar. Þetta er áþekkt því sem gerist í hliðarám á efri hluta vatnasvæðis Ölfusár-Hvítár (Magnús

Jóhannsson og Sigurður Guðjónsson, 2012). Laxinn á það til að doka við á leið upp vatnasvæðið og dvelja í jökulvatninu í lengri eða skemmri tíma áður en hann gengur í bergvatn þveránna (Benóný Jónsson og Magnús Jóhannsson, 2004). Auk þess sem ganga upp straumþung vatnakerfi tekur talsverða orku frá fiskum.

Fisktalning við Faxe er á tímamótum, búnaðurinn sem notaður hefur verið er orðinn meira en 15 ára og verður senn úreltur. Ef telja á fisk upp á svæðið áfram er mælt með því að endurnýja fiskteljara. Nýr fiskteljari með myndavélbúnaði myndi gefa mun meiri upplýsingar en eldri búnaður. Hægt yrði að greina fisktegund, kyn og hvort fiskar væru merktir.

Samkvæmt merkjum hafa sleppingar gönguseiða laxa í Tungufljót skilað samtals 0,39% heimtum í veiði. Bestar heimtur voru árið 2016 1,03%. Aðeins 0,07% merktra seiða kom fram í Tungufljóti. Þessar tölur eru lágmarksheimtur því alltaf má búast við að hluti merkja skili sér ekki. Ef gengið er út frá sömu heimtum merktra laxa og ómerktra voru heimtur laxa uppi í Tungufljóti samkvæmt skiluðum merkjum 11 sinnum lægri en veiðin gaf til kynna. Þetta bendir til þess að skil á merkjum úr veiðinni hafi ekki verið sem skildi. Þannig má reikna að 253 merktur lax, en ekki 22, hafi átt að koma fram í veiði í Tungufljóti. Benda má á að árvekni veiðimanna þarf til að taka eftir því hvort fiskar eru örmerktir, en örmerktir fiskar eru auðkenndir með því að af er klipptur veiðiugginn. Tilgangslítið er að merkja ef merki úr veiddum löxum skila sér ekki til greiningar. Þá ber þess að geta að merkingar hafa fallið niður sum ár sem er mjög bagalegt (Tafla 9).

Seiðasleppingar gönguseiða laxa síðari ára í Tungufljót, sem hófust 2003, hafa gefið talsverða laxveiði í Tungufljóti sem fyrir var mjög lítil. Í kjölfar aukinna sleppinga fór veiðin í 2.854 laxa samkvæmt skýrslum. Á árum 2016 – 2023 hefur veiðin verið frá 163 – 526 laxar. Stærsti hluti þessara laxa er úr seiðasleppingum gönguseiða en samkvæmt hreisturgreiningu voru að jafnaði 22,4% veiddra laxa af náttúrulegum uppruna. Vera kann að hluti þessara laxa hafi verið úr smáseiðasleppingum því erfitt er að greina þar á milli.

Þá er vert að benda á að stór hluti merkja hefur komið fram á gönguleið laxanna upp Ölfusá og Hvítá sem gæti bent til þess að veiðiálag á þeim fiski hafi verið allhátt. Það er því ljóst að hluti laxa sem var á leið upp í Tungufljót var veiddur á leiðinni.

Eftir fiskrækt með seiðasleppingum í meira en 20 ár virðist uppeldi náttulegra laxaseiða á svæðinu ofan við Faxe að mestu bundið við Einholtslæk og Tungufljót neðan við hann. Laxaseiði er hinsvegar að finna í Tungufljóti ofan við lækinn og mögulega gæti uppeldi verið ofar, en í seiðarannsóknum sem gerðar voru í tengslum við vegagerð í Laugaá, Almenningsá, Tungufljóti og læk við bæinn Brú haustið 2023 komu ekki fram laxaseiði þar (Viðauki I, Magnús Jóhannsson 2024).

Þegar rætt er um framhald fiskræktar í Tungufljóti verður að líta til ýmissa þátta. Minnt er á að megintilgangur fiskræktar á vatnasvæði Tungufljóts var að hjálpa til við landnám laxa ofan við fossinn Faxe. Gönguseiðasleppingar í þeim tilgangi að viðhalda

tilbúinni veiði er ekki í samræmi við þau markmið. Fiskrækt með seiðasleppingum, þó sérstaklega gönguseiðum, getur haft neikvæð áhrif á náttúrulega stofna. Laxar í eldi búa við annað umhverfi en laxar sem alast upp í náttúrunni. Þetta getur haft áhrif á erfðasamsetningu laxa á þann hátt að þeir verði vanhæfari en ella til að lifa í náttúrunni. Eftir því sem seiðin eru alin lengur í eldisstöð því meiri áhrif. Þá skiptir og miklu máli að til eldis og sleppinga séu eingöngu notuð seiði af viðkomandi stofni.

Á árunum 2001 – 2004 fóru laxahrogn af stofnum Dalsár og Stóru-Laxar til seiðaeldis og sleppinga seiða í Tungufljót. Var þetta gert vegna þess að lítið var um villtan lax í Tungufljóti á þeim tíma. Var þeim ætlað að verða grunnur að stofni til sleppinga á Tungufljótssvæðið í þeim tilgangi að hjálpa til við landnám laxa ofna við stigann við Faxa. Meiningin var síðan að taka klaklaxa sem skiluðu sér í ána af þessum sleppingum. Hins vegar liggja fyrir upplýsingar um að lax hafi verið tekinn í klak úr Rangánum. Niðurstöður erfðagreiningar leiða jafnframt í ljós að sú notkun á fiski úr Rangánum til framleiðslu seiða hefur verið árangursrík í þeim skilningi að afkomendur, ýmist af stofni Rangár eða blendingar þeirra við náttúrulega laxa (líklega uppaldir í Tungufljóti), voru meirihluti greindra fiska í Tungufljóti.

Í viðamikilli erfðarannsókn á stofngerð lax á Íslandi skiptust stofnar í tvo megin erfðahópa þar sem stofnar á Suðurlandi tilheyrðu öðrum hópnum með stofnum í Borgarfirði. Stofnar á Suðurlandi voru jafnframt fjarskyldari öðrum stofnum á Íslandi en stofnarnir í Borgarfirði. Hinn augljósa skipting í erfðahópa var talin endurspeglar landnámssögu lax og árpúsunda aðskilnað (Ólafsson o.fl. 2014). Elliðaárnar og Úlfarsá tilheyra öðrum erfðahópi en laxastofnar á Suðurlandi. Í þessari rannsókn sýndi Eystrirangá meiri líkindi við þær tvær ár skv. skyldleikatré og fjölþáttagreiningu (myndir 4 og 5) sem gefur til kynna að stofninn (líklega báðar Rangárnar) tilheyri ekki sama erfðahópi og stofnar af Suðurlandi. Greining á mun fleiri erfðasýnum af Suðurlandi og annars staðar af landinu styður þá túlkun (Hafrannsóknastofnun, óbirt gögn). Af þeim sökum má líta á Rangárstofninn sem framandi stofn í Tungufljóti og í öðrum ám á Suðurlandi.

Rangárstofninn er hafbeitarstofn kominn af stofni sem var notaður í hafbeit í Kollafirði. Sá stofn var í upphafi samansafn margra laxastofna, einkum af Suður- og Vesturlandi. Fyrstu árin komu um 52% hrogn til eldissins úr Elliðaánum (Þór Guðjónsson 1989). Hann hefur verið í eldi í margar kynslóðir, þar sem ferskvatnshlutinn er í eldisstöð fram til sleppinga sem gönguseiði. Laxar sem aðlagaðir eru aðstæðum í eldi (hér á seiðastiginu) geta staðið sig betur í samkeppni í eldinu við afkomendur villtra laxa sem teknir eru í klak og skilað hlutfallslega fleiri fiskum í veiði (Hagen o.fl. 2019). Athyglisvert er að greining á hreistri laxa sem veiddir voru í Ölfusá á árunum 2016 til 2022, sýnir að 31,6% smálaxa og 9,2% stórlaxa voru upprunnir úr gönguseiðasleppingum (eitt ár í fersku vatni; Hafrannsóknastofnun, óbirt gögn).

Í 8. gr. laga um fiskrækt nr. 58/2006 segir; „Við fiskrækt í ám og vötum skal einungis nota stofn úr viðkomandi veiðivatni“. Innblöndun framandi stofna og fiskrækt getur

haft neikvæð áhrif á villta laxastofna, t.a.m. breytt erfðasamsetningu þeirra, lífssögu og hæfnispáttum og þannig getað leitt til hnignunar stofna (Le Cam o.fl. 2015; Almodóvar o.fl. 2020; O'Sullivan o.fl. 2021; McMillan o.fl. 2023). Áhættan beinist ekki eingöngu að þeim stofni þar sem fiskrækt er stunduð þar sem sleppiseiði hafa verri rötun en villt seiði og í ofanálág geta blendingar ólíkra stofna haft verri rötun (Candy og Beacham 2000; Jonsson og Jonsson 2011, 2017; Perrier o.fl. 2011). Því er hættu á að sleppiseiði úr fiskrækt, hvort sem þau eru af náttúrulegum stofni úr viðkomandi á eða blendingar ólíkra stofna, hrygni í öðrum ám. Þótt þessi hættu sé fyrir hendi hafa merkt sleppiseiði sem sleppt hefur verið í Tungufljót ekki sýnt villur í aðrar ár á vatnasvæðinu. Frekari rannsókna á þeim þætti er þörf á vatnasviðinu.

Í 1. grein laga um lax- og silungsveiði (nr. 61/2006) kemur fram að markmið laganna sé að kveða á um skynsamlega, hagkvæma og sjálfbæra nýtingu fiskstofna í ferskvatni og verndun þeirra. Í markmiðum laga um fiskrækt (nr. 58/2006) er tekið fram að við framkvæmd laganna skuli þess ávallt gætt að sem minnst röskun verði á vistkerfi ferskvatns og á villtum ferskvatnsfiskstofnum og að sjálfbærri nýtingu þeirra sé ekki stefnt í hættu. Auk þess segir í 5. grein sömu laga að „*Hlutverk fiskræktaráætlunar er að gera fyrirhugaða fiskrækt markvissa og árangursríka og tryggja eftir föngum að þannig sé að fiskrækt staðið í hvívetna að vistkerfi villtra ferskvatnsfiskstofna stafi ekki hættu af slíkum framkvæmdum.*“ Ein megin áhersla þessara laga er því að nýting fiskistofna í fersku vatni og fiskrækt sé sjálfbær og valdi ekki skaða. Ákvæði um bann við flutningi lifandi villtra laxfiska og hroga milli ótengdra vatnasvæða til geymslu, klaks eða sleppinga í náttúruleg vatnakerfi voru sett í reglugerð nr. 105/2000. Þetta þýðir að í ám og vötnum, skal nota stofn viðkomandi veiðivatns, sé hann til staðar. Þetta byggir á þeirri staðreynd að hver á hafi sinn fiskstofn sem í gegnum tíðina hafi aðlagast að aðstæðum í viðkomandi á og hafsvæði því sem þeir alast upp í. Í stefnu Veiðimálastofnunar frá 2011 segir m.a. „*Meginstefna Veiðimálastofnunar varðandi fiskrækt með seiðasleppingum er að þær skuli ekki gerðar án rökstuddrar þarfagreiningar og mati á ávinningi og áhættu. Þar skal velferð fiskstofnanna til framtíðar höfð að leiðarljósi. Við mat á fiskræktaráætlunum skal vísa til varúðarreglu þegar óvissa ríkir og þá á náttúran að njóta vafans*“.

Ráðgjöf

Í ljósi vaxandi þekkingar á árangri og mögulegum áhrifum fiskræktar til lengri tíma (Jonsson og Jonsson 2011; O'Sullivan o.fl. 2021; McMillan o.fl. 2023 og heimildir þar í) mælir Hafrannsóknastofnun ekki með að fiskrækt verði framhaldið í Tungufljóti með sama hætti og verið hefur. Landnám laxa getur tekið mörg ár og sem dæmi liðu yfir 20 ár frá því að stigi var gerður við fossinn Búða í Þjórsá þar til búsvæðin þar fyrir ofan voru vel setin og lax fór að ganga upp hann í einhverjum mæli (Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2022b). Enda þótt skilyrði á efri hluta Tungufljóts séu metin slök fyrir lax er ekki útilokað að hann geti aukið útbreiðslu sína þar og aðlagast aðstæðum. Í kjölfar fiskræktarinnar hefur komið í ljós að landnám hefur orðið mest í Einholtslæk og neðan hans í Tungufljóti. Í ljós hefur komið að laxastofn sem ekki er upprunninn af vatnasvæði Ölfusár-Hvítár hefur verið notaður þar til sleppinga. Það er í andstöðu við þau markmið sem sett voru í upphafi, þ.e. að vinna að því með aðferðum fiskræktar að flýta fyrir landnámi laxa í Tungufljóti ofan Faxa til sjálfbærrar nýtingar.

Megintilgangur fiskræktar á vatnasvæði Tungufljóts var að flýta fyrir landnámi laxa ofan við fossinn Faxe. Fiskrækt í yfir 20 ár hefur skilað því að nokkurt uppeldi laxaseiða er nú ofan við fossinn og ólíklegt að frekari sleppingar geti aukið það. Í fiskrækt þarf að vera tryggt að fiskur sem notaður er sé ekki af framandi uppruna líkt og verið hefur í Tungufljóti. Að lokum bendum við á að skoða ætti leiðir til að forða laxastofnum vatnasvæðisins frá mögulegu tjóni af erfðablöndun.

Þakkarorð

Jónas Unnarsson og starfsmenn eldisstöðva söfnuðu hreistri og merkjum af laxi úr veiði í Tungufljóti. Guðni Guðbergsson las skýrsluna yfir í handriti. Eydís Njarðardóttir greindi örmerki og myndaði hreistur. Þeim eru færðar bestu þakkir.

Heimildir

Almodóvar A., Leal S., Nicola G.G., Hórreo J.L., García-Vázquez E., Elvira B. (2020). Long-term stocking practices threaten the original genetic diversity of the southernmost European populations of Atlantic salmon *Salmo salar*. *Endang Species Res* 41: 303-317.

Benóný Jónsson og Magnús Jóhannsson (2004). *Gönguhegðun laxa á vatnasvæði Ölfusár-Hvítár á árunum 2000-2002*. Veiðimálastofnun VMST-S/04002: 33 bls.

Candy J.R. & Beacham T.D. (2000). Patterns of homing and straying in southern British Columbia coded-wire tagged chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) populations. *Fisheries Research* 47: 41–56.

Chang, C.C., Chow, C.C., Tellier, L.C., Vattikuti, S., Purcell, S.M. og Lee, J.J. (2015). Second-generation PLINK: rising to the challenge of larger and richer datasets. *Gigascience*, 4: 7.

Elliott J.M. & Elliott J.A. (2010). Temperature requirement of Atlantic salmon *Salmo salar*, brown trout *Salmo trutta* and Arctic sharr *Salvelinus alpinus*: predicting the effects of climate change: *Journal of Fish Biology* 7: 1793-1817.

Friðþjófur Árnason, Þórólfur Antonsson og Sigurður M. Einarsson (2005). Evaluation of single-pass electric fishing to detect changes in population size of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) juveniles. *Icel. Agr. Sci.* 18: 67 – 73.

Forseth T., Letcher B. H. & Johansen M. (2011). Í: Atlantic salmon ecology, 1. útgáfa. Aas Öystein, Eidum. S., Klementsén A. & Skurdal, J. (ritstj.). *The behavioural flexibility of salmon growth*: 145 – 169.

Hagen I.J., Jensen A.J. Bolstad G.H., Diserud O.H., Hindar K., Lo, H. & Karlsson S. (2019). Supplementary stocking selects for domesticated genotypes. *Nature Communications*, 10: 1 – 8.

Handeland S.O., Wilkinson E., Sveinsson B., McCormick S.D. & Stefansson S.O. (2004). Temperature influence on the development and loss of seawater tolerance in two fast-growing strains of Atlantic salmon. *Aquaculture* 233: 513 – 529.

Jonsson B. & Jonsson N. (2011). Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout: Habitat as a template for life histories. *Fish & Fisheries Series*, 33. Bindi. Springer, New York. 708 bls.

Jonsson B. & Jonsson N. (2017). Maternal inheritance influences homing and growth of hybrid offspring between wild and farmed Atlantic salmon. *Aquaculture Environmental Interactions*, 9: 231 – 238.

Le Cam S., Perrier C., Besnard A.L., Bernatchez L., Evanno G. (2015). Genetic and phenotypic changes in an Atlantic salmon population supplemented with non-local individuals: a longitudinal study over 21 years. *Proc Biol Sci.* 2015 Mar 7;282(1802): 2014 – 2765.

Leó Alexander Guðmundsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sten Karlsson, Hlynur Bárðarson, Ingerid Julie Hagen, Áki Jarl Láruson, Sæmundur Sveinsson, Davíð Gíslason og Kevin A. Glover (2023). *Erfðablöndun villts íslensks lax (*Salmo salar*) og eldislax af norskum uppruna / Hybridization between wild Icelandic salmon (*Salmo salar*) and farmed salmon of Norwegian origin*. Haf- og vatnarannsóknir HV 2023-25: 74 bls.

Luu K., Bazin E. & Blum M.G.B. (2017), *pcadapt*: an R package to perform genome scans for selection based on principal component analysis. *Mol Ecol Resour*, 17: 67 – 77.

McMillan J.R., Morrison B., Chambers N., Ruggerone G., Bernatchez L., Stanford J. et al. (2023) A global synthesis of peer-reviewed research on the effects of hatchery salmonids on wild salmonids. *Fisheries Management and Ecology*, 30: 446 – 463.

Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson (2011). *Fiskrannsóknir á Tungufljóti í Biskupstungum 2010*. Veiðimálastofnun VMST/11029: 19 bls.

Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson (2012). *Búsvæðamat fyrir laxfiska í Tungufljóti í Biskupstungum*. Veiðimálastofnun VMST/12030: 25 bls.

Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson (2016a). *Fiskrannsóknir í Tungufljóti í Biskupstungum árið 2015*. Veiðimálastofnun VMST-G/16001: 8 bls.

- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson (2016b). *Fiskrannsóknir í Tungufljóti í Biskupstungum árið 2016*. Hafrannsóknastofnun HV 2016-005: 10 bls.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson (2018). *Fiskrannsóknir í Tungufljóti í Biskupstungum árið 2017*. Hafrannsóknastofnun HV 2018-01: 11 bls.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson (2019a). *Fiskrannsóknir í Tungufljóti í Biskupstungum árið 2018*. Hafrannsóknastofnun HV 2019-05: 12 bls.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson (2019b). *Fiskrannsóknir í Tungufljóti í Biskupstungum árið 2019*. Hafrannsóknastofnun HV 2019-63: 12 bls.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson (2021a). *Fiskrannsóknir á vatnasvæði Tungufljóts í Biskupstungum árið 2021*. Hafrannsóknastofnun HV 2021-58: 12 bls.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson (2021b). *Fiskrannsóknir á vatnasvæði Tungufljóts í Biskupstungum Samantekt árána 2015 – 2020*. Hafrannsóknastofnun HV 2021-04: 23 bls.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson (2022a). *Fiskrannsóknir á vatnasvæði Tungufljóts í Biskupstungum árið 2022*. Hafrannsóknastofnun HV 2022-42: 12 bls.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson (2022b). *Fiskrannsóknir á vatnasvæði Þjórsár. Samantekt fyrir árin 2013 – 2021*. Hafrannsóknastofnun HV 2022-28: 105 bls.
- Magnús Jóhannsson og Sigurður Guðjónsson (2012). *Fiskrannsóknir og veiði á vatnasvæði Ölfusár-Hvítár*. Veiðimálastofnun VMST/12037: 37 bls.
- Magnús Jóhannsson (2024). *Vegagerð um Geysissvæðið. Áhrif á lífríki í vatni*. Hafrannsóknastofnun, KV 2024-04: 11 bls.
- Mannvit (2015). *Brúarvirkjun. Frumhönnun (drög)*. Mannvit HS-Orka: 28 bls.
- O'Sullivan R.J., Aykanat T., Johnston S.E., Rogan G., Poole R., Prodöhl P.A., de Eyto E., Primmer C.R., McGinnity P., Reed T.E. (2020). Captive-bred Atlantic salmon released into the wild have fewer offspring than wild-bred fish and decrease population productivity. *Proc Biol Sci*.
- Ólafsson, K., Pampoulie, C., Hjörleifsdóttir, S., Guðjónsson, S. & Hreggviðsson, G.Ó. (2014). Present-day genetic structure of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in Icelandic rivers and ice-cap retreat models. *PLoS ONE* 9: e86809.
- Pembleton L., Cogan N., Forster J. (2013). "StAMPP: an R package for calculation of genetic differentiation and structure of mixed-ploidy level populations." *Molecular Ecology Resources*, **13**, 946-952.
- Perrier C., Guyomard, R., Bagliniere, J.-L. & Evanno, G. (2011), Determinants of hierarchical genetic structure in Atlantic salmon populations: environmental factors vs. anthropogenic influences. *Molecular Ecology*, 20: 4231 – 4245.
- Rousset F. (2008). "genepop'007: a complete re-implementation of the genepop software for Windows and Linux." *Molecular Ecology Resources*, 8: 103 – 106.
- Tamura K., Peterson D., Peterson N., Stecher G., Nei M., Kumar S. (2011). MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony methods. *Mol Biol Evol.* ;28: 2731 – 2739.
- Þór Guðjónsson (1989). *Frá starfsemi Laxeldisstöðvar Ríkisins í Kollafirði. Uppruni laxastofnsins í stöðinni, seiðatölur, hafbeit og seiðaframleiðsla*. Veiðimálastofnun, VMST-R/89022: 47 bls.

Viðaukar

Viðauki 1. Þéttleiki seiða á vatnasvæði Tungufljóts á árabílinu 2015 – 2023 eftir stöðvum, tegundum og aldri, sem veidd seiði í einni yfirferð í rafveiði á hverja 100 m². E er seiði upprunnið úr seiðasleppingum, önnur seiði eru náttúruleg.

Annex 1. Juvenile densities in Tungufljót watershed as numer of fish caught in one electrofishing round in 100 m² of bottom area in the years 2015 – 2023. E means salmon from juvenile hatchery releases.

Ár	Vatnsfall	Stöð nr.	Veiddir m ²	Lax								Bleikja		Umði			Urríði	Hornslíli
				0+	0+e	1+	1+e	2+	3+	4+	0+	1+	0+	1+	2+	3+		
2015	Laugá	1	140	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3	-	0,7	-	-
2023	Laugá	1	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,7	-	-	-	-
2017	Farvegur	12	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,6	3,3	-	-	-
2022	Farvegur	12	152	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,8	1,3	-	-	-
2017	Farvegur	13	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	-	-	11,8
2023	Brúarlækur	14	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	82,1	7,1	-	3,6	-
2015	Almenningsá	11	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,3	1,0	-	-	-
2023	Almenningsá	16	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	Tungufljót	15	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	Beiná	17	171	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2015	Einholtslækur	3	72	7,0	-	23,8	8,4	-	-	-	-	-	-	-	2,8	-	-	7,0
2016	Einholtslækur	3	50	38,0	-	16,0	-	2,0	-	-	-	-	-	-	2,0	-	-	4,0
2017	Einholtslækur	3	50	64,0	-	44,0	-	4,0	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	4,0
2018	Einholtslækur	3	88	17,0	-	1,1	5,7	-	-	-	-	-	-	-	2,3	-	-	2,3
2019	Einholtslækur	3	40	130	-	5,0	15,0	-	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	2,5
2020	Einholtslækur	3	32	84,4	-	21,9	3,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	Einholtslækur	3	27	192,6	3,7	40,7	-	3,7	-	-	-	-	-	3,7	-	-	-	3,7
2022	Einholtslækur	3	56	57,1	-	26,8	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-
2023	Einholtslækur	3	45	42,2	-	4,4	-	4,4	-	-	-	-	-	2,2	2,2	-	-	-
2016	Tungufljót	4	125	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	1,6	-	-
2018	Tungufljót	4	100	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-	1,0	-	4,0	4,0	-	-
2019	Tungufljót	4	88	-	-	-	-	2,3	-	-	-	-	-	-	5,7	-	-	-
2020	Tungufljót	4	125	-	-	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-	2,4	0,8	-	-
2021	Tungufljót	4	170	-	-	-	-	-	-	0,6	-	-	-	-	5,3	1,2	-	-
2022	Tungufljót	4	114	3,5	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	4,4	1,8	-	-	-
2023	Tungufljót	4	105	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,9	1,9	2,9	-	-
2015	Tungufljót	5	138	5,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2016	Tungufljót	5	135	5,9	-	3,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2017	Tungufljót	5	84	14,3	-	1,2	-	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2018	Tungufljót	5	74	-	-	1,4	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	Tungufljót	5	50	12,0	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	Tungufljót	5	77	10,4	-	3,9	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2021	Tungufljót	5	56	50,0	-	7,1	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	-	-	-
2022	Tungufljót	5	112	22,3	-	3,6	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2023	Tungufljót	5	60	71,7	-	6,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	-	-
2015	Tungufljót	6	35	-	-	-	2,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2016	Tungufljót	6	42	-	-	7,1	-	14,3	-	-	-	-	-	-	2,4	-	-	-
2017	Tungufljót	6	21	4,8	-	14,3	-	28,6	-	-	-	-	-	-	-	4,8	-	-
2018	Tungufljót	6	30	3,3	-	16,7	3,3	-	-	-	-	-	-	-	3,3	-	-	-
2019	Tungufljót	6	26	-	-	15,4	7,7	19,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	Tungufljót	6	30	-	-	3,3	-	30,0	-	-	-	-	-	-	3,3	-	-	-
2021	Tungufljót	6	31	-	-	16,0	-	44,9	12,8	3,2	-	-	-	3,2	6,4	-	-	-
2022	Tungufljót	6	33	3,0	-	15,2	3,0	45,5	-	-	-	-	-	3,0	15,2	-	-	-
2023	Tungufljót	6	30	6,7	-	23,3	6,7	20,0	3,3	-	-	-	-	-	6,7	3,3	6,7	-
2015	Tungufljót	7	32	22,2	-	31,7	-	9,5	-	-	6,3	-	3,2	9,5	9,5	-	-	3,2
2016	Tungufljót	7	44	9,2	-	20,7	-	13,8	2,3	-	4,6	-	2,3	4,6	4,6	-	-	6,9
2017	Tungufljót	7	27	37,0	-	40,7	-	14,8	-	-	3,7	-	3,7	25,9	3,7	3,7	3,7	3,7
2018	Tungufljót	7	34	50,0	-	41,2	-	20,6	5,9	-	5,9	-	-	11,8	-	-	-	5,9
2019	Tungufljót	7	20	30,8	-	56,4	-	76,9	5,1	-	-	-	5,1	5,1	-	-	-	-
2020	Tungufljót	7	21	33,3	-	76,2	-	81,0	4,8	-	-	-	4,8	19,0	4,8	4,8	4,8	4,8
2021	Tungufljót	7	21	19,0	-	76,2	-	90,5	9,5	-	-	-	-	4,8	-	-	-	-
2022	Tungufljót	7	24	33,3	-	116,7	4,2	79,2	-	-	-	-	-	4,2	-	-	-	12,5
2023	Tungufljót	7	22	18,4	-	124	18,4	32,2	-	-	-	-	-	18,4	4,6	-	-	9,2
2015	Einholtslækur	10	114	2,6	-	7,9	7,9	-	-	-	-	-	-	7,0	1,8	-	-	-
2016	Einholtslækur	10	65	95,4	-	18,5	-	4,6	-	-	-	-	30,8	3,1	-	-	-	3,1
2017	Einholtslækur	10	35	88,6	-	74,3	-	-	-	-	-	-	34,3	5,7	-	2,9	-	-
2018	Einholtslækur	10	50	4,0	-	12,0	22,0	-	-	-	-	-	-	88,0	-	-	-	-
2019	Einholtslækur	10	24	104	-	20,8	-	8,3	-	-	-	-	167	8,3	4,2	-	-	-
2020	Einholtslækur	10	36	38,9	-	27,8	8,3	-	-	-	-	-	44,4	2,8	-	-	-	-
2021	Einholtslækur	10	28	116,4	-	58,2	10,9	-	-	-	-	-	109,1	3,6	-	-	-	-
2022	Einholtslækur	10	30	203,3	-	83,3	-	3,3	-	-	-	-	40,0	10,0	-	-	-	-
2023	Einholtslækur	10	30	103,3	-	23,3	10,0	30,0	-	-	-	-	83,3	-	-	-	-	-

Viðauki 2. Laxveiði á stöng í Tungufljóti og skipting veiðinnar í smálax og stórlax ásamt fjölda laxa sem gekk upp teljara í fiskstiganum við Faxa .

Annex 2. Annual number of caught salmon in R. Tungufljót and number of 1SW and 2SW salmon, also number of salmon migrating up fish counter in Faxi fishway.

Ár (year)	Laxveiði (catch)	Smálax (1SW)	Stórlax (2SW)	Laxar upp fyrir teljara (salmon up)	Hlutfall (%) upp stiga (percentage up)
2004	97	78	19		
2005	52	42	10		
2006	197	158	39	120	60,9
2007	556	538	18	400	71,9
2008	2854	2694	160	651	22,8
2009	1512	1092	420	528	34,9
2010	1076	914	162	262	24,3
2011	124	106	18	21	16,9
2012	58	39	19		
2013	31	28	3	29	93,5
2014	22	13	9	23	104,5
2015	76	61	15	62	81,6
2016	274	212	62	113	41,2
2017	229	187	42	55	24,0
2018	163	126	37		
2019	203	158	45	73	36,0
2020	243	178	64	78	32,1
2021	339	271	68	118	34,8
2022	526	346	180	221	42,0
2023	332	231	101	113	34,0