

Viðauki 8.1 Slysasleppingar, umhverfisáhrifin og áhættumat

Viðauki við umhverfismatsskýrslu fyrir 4.500 tonna aukningu hámarkslífmassa af laxi og regnbogasilungi og breytingar á eldissvæðum Háafells ehf. í Ísafjarðardjúpi.

Valdimar Ingi Gunnarsson, Sjávarútvegsþjónustan ehf.

Kristján Guðmundur Jóakimsson, Hraðfrystihúsið - Gunnvör hf.

apríl 2025

Efnisyfirlit

1. INNGANGUR	2
2. SLYSASLEPPINGAR	3
2.1 UMFANG SLEPPINGA	3
2.2 SLYSASLEPPING Í NORDFJARÐARHÖFN (2003)	4
2.3 SLYSASLEPPING Í PATREKSFIRÐI (2013)	4
2.4 SLYSASLEPPING Í PATREKSFIRÐI (2023)	5
3. ATFERLI OG LIFUN STROKULAXA	6
3.1 FISKSTÆRÐ OG TÍMASETNING STROKS	6
3.1.1 Snemmbúið strok	6
3.1.2 Sleppingar á miðju eldistímabilinu	7
3.1.3 Síðbúið strok	7
3.2 ATFERLI OG DREIFING STROKULAXA	9
3.2.1 Fyrstu viðbrögð	9
3.2.2 Göngur út úr firðinum	10
3.2.3 Val á veiðiám	10
3.2.4 Dreifing strokulaxa	11
3.2.5 Uppganga eldislaxa	12
4. HLUTFALL ELDISLAXA Í VEIÐIÁM	13
4.1 ÞRÓUNIN Í NOREGI	13
4.2 ÞRÓUNIN Á ÍSLANDI	13
4.3 ÞRÓUNIN Í ÍSAFJARÐARDJÚPI	17
5. SAMKEPPNISHÆFNI	18
5.1 STAÐA VILLTRA LAXASTOFNA	18
5.2 SAMKEPPNI Á HRYGNINGARSVÆÐUM	19
5.3 MINNI FRAMLEIÐSLUGETA	19
5.4 ÁHRIF ERFÐABLÖNDUNAR	20
6. ERFÐABLÖNDUN	21
6.1 ERFÐABLÖNDUN Í NÁGRANNALÖNDUM	21
6.2 ERFÐABLÖNDUN Á ÍSLANDI	21
6.2.1 Erfðablöndun 2017-2020	21
6.2.2 Erfðablöndun 2021	23
6.3 ÁHRIFAPÆTTIR	25
6.4 TÍMI SEM TEKUR VILLTA LAXASTOFNA AÐ JAFNA SIG EFTIR INNBLÖNDUN ELDISLAXA	26
7. ÁHÆTTUMAT	27
7.1 NORSKA ÁHÆTTUMATIÐ	27
7.2 HÁTT HLUTFALL ELDISLAXA Á HRYGNINGARSVÆÐUM	28
7.3 VIÐNÁMSPRÓTTUR STOFNSINS VIÐ INNBLÖNDUN	29
8. HEIMILDIR	30

1. Inngangur

Byggt á fyrri umhverfismati

Í frummatsskýrslu Háafells sem skilað var inn til Skipulagsstofnunar á árinu 2016 var farið yfir umhverfisáhrif laxeldis og jafnframt fylgdi með ítarleg greinagerð undir heitinu Náttúrulegir laxastofnar, umhverfisáhrif laxeldis, mótvægisáðgerðir, vöktun og veiðar á eldislaxi (Valdimar Ingi Gunnarsson 2016). Þessi skýrsla byggir að hluta til á gögnum frá ofangreindu fyrri umhverfismati en töluverð framþróun hefur verið frá þeim tíma sérstaklega er varðar mælingu á erfðablöndun.

Markmið

Meginmarkmið þessarar samantektar er að gefa yfirlit yfir hugsanleg umhverfisáhrif laxeldis á villta laxastofna. Meginárhersla er lögð á að gera grein fyrir:

- ✓ Umfangi slysasleppinga á Íslandi og erlendis og þróun á síðustu árum og áratugum (kafla 2).
- ✓ Atferli og lifun eldislaxa við náttúrulegar aðstæður (kafla 3).
- ✓ Hlutfall eldislaxa í veiðiám og þróun á síðustu árum og áratugum (kafla 4).
- ✓ Hæfni eldislaxa til að fjölga sér við náttúrulegar aðstæður og villta laxa að verjast innblöndun (kafla 5).
- ✓ Tíðni erfðablöndunar í villtum laxastofnum, helstu áhrifapættir og áhrif á villta laxastofna (kafla 6).
- ✓ Aðferðafræði áhættumats og hvernig það getur nýst til að draga úr umhverfisáhrifum laxeldis á villta laxastofna (kafla 7).

Koma í veg fyrir erfðablöndun

Það er mat Háafells að markmiðið sé að koma í veg fyrir eða lágmarka líkur á að eldislax gangi upp í veiðiár og þannig reyna að koma í veg fyrir mögulega erfðablöndun. Til að lágmarka umhverfisáhrifin þarf að setja viðmið sem stuðst er við s.s. hámark hlutfall eldislaxa í veiðiám yfir hrygningartímann sem fjallað er um í viðauka 8.2 Slysasleppingar og viðmið. Í viðauka 8.3 Slysasleppingar og vöktun er farið yfir vöktunaraðferðir til kortleggja hlutfall eldislaxa í veiðiám og erfðablöndun. Það sem skiptir mestu máli eru mótvægisáðgerðirnar sem hafa það hlutverk að koma í veg fyrir eða lágmarka slysasleppingar og erfðablöndun á villtum laxi og um það er fjallað í viðauka 8.4 Slysasleppingar og mótvægisáðgerðir.

Áhættumat

Áhættumat erfðablöndunar var gagnrýnt fljótlega eftir útgáfu þess á árinu 2017 m.a. um að það væri ekki eiginlegt áhættumat. Skipulagsstofnun óskað eftir því við Háafell að gerð yrði grein fyrir Áhættumati Hafrannsóknastofnunar og hvernig fyrirhuguð framkvæmd samrýmist þeim takmörkunum sem Hafrannsóknastofnun lagði til að settar yrðu við framleiðslu á frjóum laxi. Á þessum tíma var Háafell í umhverfismatsferli og var greinagerð send til Skipulagsstofnunar í október 2017 (Fylgiskjal V4; Valdimar Ingi Gunnarsson og Kristján G. Jóakimsson 2017). Andmælum Hafrannsóknastofnunar var síðan svarað á árinu 2019 (Fylgiskjal V5; Valdimar Ingi Gunnarsson og Kristján G. Jóakimsson 2019).

Í skýrslu Hafrannsóknastofnunar „Samantekt vöktunar vegna áhrifa sjókvíaeldis á íslenska laxastofna 2023“ kemur fram að Alþjóða laxaverndunarstofnunin (NASCO), sem Ísland gekk nýlega inn í aftur,¹ hefur lagt það til við aðildarlönd sín að útbúa áhættumat svipað því norska. Hafrannsóknastofnun áætla að birta slíka greiningu á árinu 2025 (Fjóra Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024). Í kafla 7 er stutt samantekt á norska áhættumatinu og til nánari upplýsinga er vísað til árlegrar skýrslu norsku Hafrannsóknastofnunar (Solberg o.fl. 2024) og birtra vísindagreina (Glover o.fl. 2020; Andersen o.fl. 2022).

¹ Sótt 26.09.2024: <https://nasco.int/iceland-to-take-steps-to-become-a-member-of-nasco/>

2. Slysasleppingar

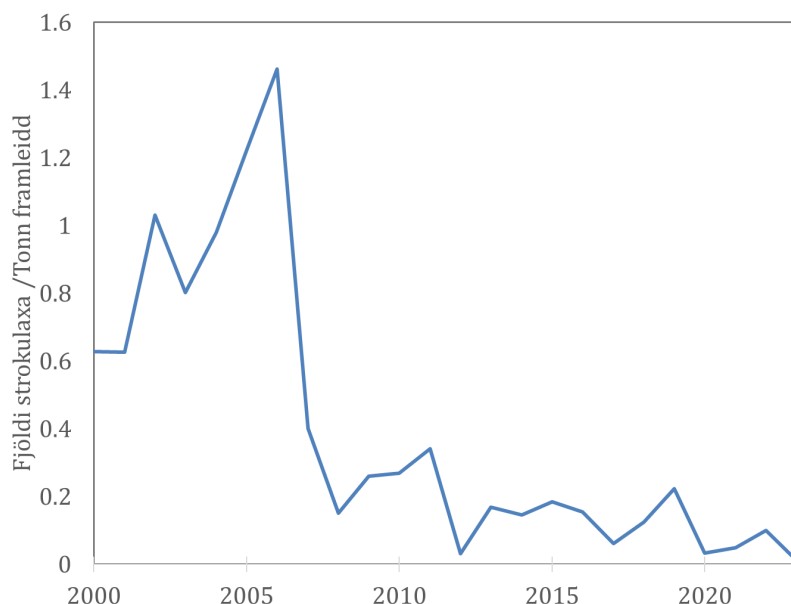
2.1 Umfang sleppinga

Þróun slysasleppinga í Noregi

Verulega hefur dregið úr slysasleppingum í Noregi á síðustu árum og hafa aldrei verið lægri en á árinu 2023 (mynd 2.1). Jafnframt hefur hlutfall eldislaxa í veiði minnkað (Strand o.fl. 2024). Norska Fiskistofan sér um utanhald á slysasleppingum og þar koma fram efasemdir um áreiðaleika gagna sem berast frá fiskeldisfyrirtækjunum (Fiskeridirektoratet 2024a,b). Rannsókn sem gerð var á stroki fyrir tímabilið 2005–2011 bentu til að líklega væru raunverulegar sleppingar 2–4 sinnum hærri en opinberar tölur (Skilbrei o.fl. 2015a). Engar sambærilegar rannsóknir hafa verið gerðar fyrir síðari ár (Solberg o.fl. 2024).

Þó að skráningum á slysasleppingum séu í einhverjum tilvikum ábótavant hefur þó náðst mikill árangur á síðustu áratugum m.t.t. fjölda strokulaxa á hvert framleitt tonn frá árinu 2006 eftir að kröfum um búnað voru hertar (mynd 2.1). Frá árinu 2000 hafa að meðaltali sloppið um 0,27 laxar á hvert framleitt tonn þegar tekið er mið af skýrslugjöfum laxeldisfyrirtækjanna. Með því að margfalda með fjórum þá er fjöldi strokulaxa rúmlega einn fyrir hvert framleitt tonn. Síðustu tíu ár hafa að meðaltali sloppið 0,11 eldislaxar á hvert framleitt tonn og tæplega 0,5 ef margfaldað er með fjórum.

Mynd 2.1. Fjöldi strokulaxa á hvert framleitt tonn á árunum 2000–2023 í norsku laxeldi (www.fiskeridir.no).



Þróun slysasleppinga á Íslandi

Í lok níunda áratugarins og í upphafi tíunda áratugarins var sjókvíaelði stundað á fjölmörgum stöðum á landinu þar íslenskur lax var notaður til eldisins. Mikill fjöldi eldislaxa slapp úr sjókvím á níunda áratugnum, líklega flestir í Faxaflóa þar sem umfang laxeldis var mest á þeim árum (Valdimar Ingi Gunnarsson 2002).

Í upphafi þessarar aldar átti sér stað uppbygging á laxeldi á Austfjörðum. Á árinu 2003 átti sér stað slysaslepping úr sláturkví í Norðfjarðarhöfn þar sem um var að ræða kynbættan norskan eldislax (kafla 2.2).

Í Patreksfirði hafa átt sér stað tvær umfangsmiklar sleppingar, í nóvember 2013 slapp eldislax úr sjókví í Patreksfirði (kaflí 2.3) og síðan aftur á árinu 2023 (kaflí 2.4). Á árinu 2021 var talið að rúmlega 80.000 eldislaxar hafi sloppið úr sjókví í Arnarfirði (Matvælastofnun 2022). Tíðni stroka úr sjókvíaeldi hér á landi og sá fjöldi laxa sem gengu í ár var meiri en gert hafði verið ráð fyrir, bæði við mat á umhverfisáhrifum laxeldis og áhættumati erfðablöndunar skv. því sem kemur fram í skýrslu Hafrannsóknastofnunar (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

Á Ísland vantar birtingu á opinberum gögnum um fjölda strokulaxa á hverju ári eins og í Noregi þannig að hægt sé að sjá þróunina á síðustu árum og áratugum. Þegar skoðaður er fjöldi strokulaxa á hvert tonn úr stærstu slysasleppingunum (árin 2003, 2013, 2021 og 2023) sem hafa átt sér stað þá er niðurstaðan 0,08 strokulaxar/framleidd tonn upp í 1,78 strokulaxar/framleidd tonn einstaka ár (tafla 2.1). Nýlega birti Hafrannsóknastofnun yfirlit yfir strok fyrir tímabilið 2018-2023 og þar eru skráðir 113.061 eldislaxar (ICES. 2025). Á þessum tíma voru framleidd um 210.000 tonn² af eldislaxi og fjöldi strokulaxa á hvert framleitt tonn því 0,54 strokulaxar. Áhættumat erfðablöndunar gerir nú ráð fyrir 0,55 strokulöxum á hvert framleitt tonn (ICES. 2025).

Tafla 2.1. Fjöldi strokulaxa á hvert framleitt tonn þau ár sem umfang slysasleppinga hefur verið sem mest.

Staðsetning	Ár	Fj. strokulaxa	Framleiðsla á árinu (tonn)	Strokulaxar/ framleidd tonn
Norðfjarðarhöfn	2003	2.900	3.710	0,78
Patreksfjörður	2013	1.400	3.200	0,44
Arnarfjörður	2021	81.564	46.460	1,78
Patreksfjörður	2023	3.462	43.520	0,08

2.2 Slysaslepping í Norðfjarðarhöfn (2003)

Hinn 20. ágúst 2003, sluppu 2.900 eldislaxar (77 cm) úr sláturkví í Norðfjarðarhöfn. Eldislaxinn dreifði sér í veiðiár á tiltölulega stóru svæði á árinu 2003. Strax eftir slysasleppinguna var hafist handa við að veiða eldislaxinn og á tímabilinu 20. ágúst til 1. september veiddust 109 fiskar. Í Norðfjarðarflóa veiddust 100 eldislaxar, flestir í og við höfnina þar sem fiskurinn slapp. Hinir 9 eldislaxarnir voru teknir í Mjóafirði og af þeim voru 8 teknir í ós Fjarðará. Á tímabilinu var einnig kafað í Norðfjarðará, Eskifjarðará, Fjarðará í Reyðarfirði, Loðmundafirði og Seyðisfirði án þess að vart hafi verið við eldislax (Björgvin Harri Bjarnarson 2003).

Á tímabilinu 23.-27. september 2003 fóru sérfræðingar Veiðimálastofnunar á Austfirði og drógu á í fjórum veiðiám; Stöðvará í Stöðvarfirði, Eskifjarðará, Norðfjarðará og Fjarðará í Mjóafirði án þess að verða varir við eldislax (Þórólfur Antonsson o.fl. 2003). Eldislaxar endurheimtust í stangaveiði og klakveiði í laxveiðiám á Austurlandi á árinu 2003 í Breiðdalsá, Hofsá og Selá. Þrír örmerktu eldislaxanna sem veiddust voru úr sláturkví í Norðfjarðarhöfn. Skoðun á hreistri benti sérstaklega til að 8 laxar sem ekki voru örmerktir væru ættaðir úr eldi og hefðu sex þeirra verið aldir í sjókvíum (Ingi Rúnar Jónsson og Þórólfur Antonsson 2004).

Ef gengið er út frá því að 9 eldislaxar sem veiddust í laxveiðiám séu úr slysasleppingu í Norðfjarðarhöfn hafa náðst 118 fiskar sem er um 4% af 2.900 löxum sem sluppu. Það er ekki vitað til þess að eldislax sem slapp í Norðfjarðarhöfn hafi skilað sér úr hafi á árinu 2004 eða síðar.

2.3 Slysaslepping í Patreksfirði (2013)

Í nóvember 2013 slapp eldislax (3,5-7 kg) úr sláturkví í Patreksfirði. Talið var að um 1.400 eldislaxar hafi sloppið, en ekki 200 laxar eins og tilkynnt var í kjölfar óhappsins (Jón Örn Pálsson o.fl. 2016).

Í júlí og ágúst árið 2014 veiddu sérfræðingar Veiðimálastofnunar eldislax við Kleifaá í botni Patreksfjarðar (Leó Alexander Guðmundsson 2014; Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2014). Samtals veiddust 209 laxar á ósasvæði Kleifaár í botni Ósafjarðar í Patreksfirði eða um 15% þeirra laxa sem sluppu. Talið var að allflestir ef ekki allir laxarnir hafi verið úr sleppingunni (Jón Örn

² <https://hagstofa.is/utgafur/frettasafn/sjavarutvegur/fiskeldi-2023/>

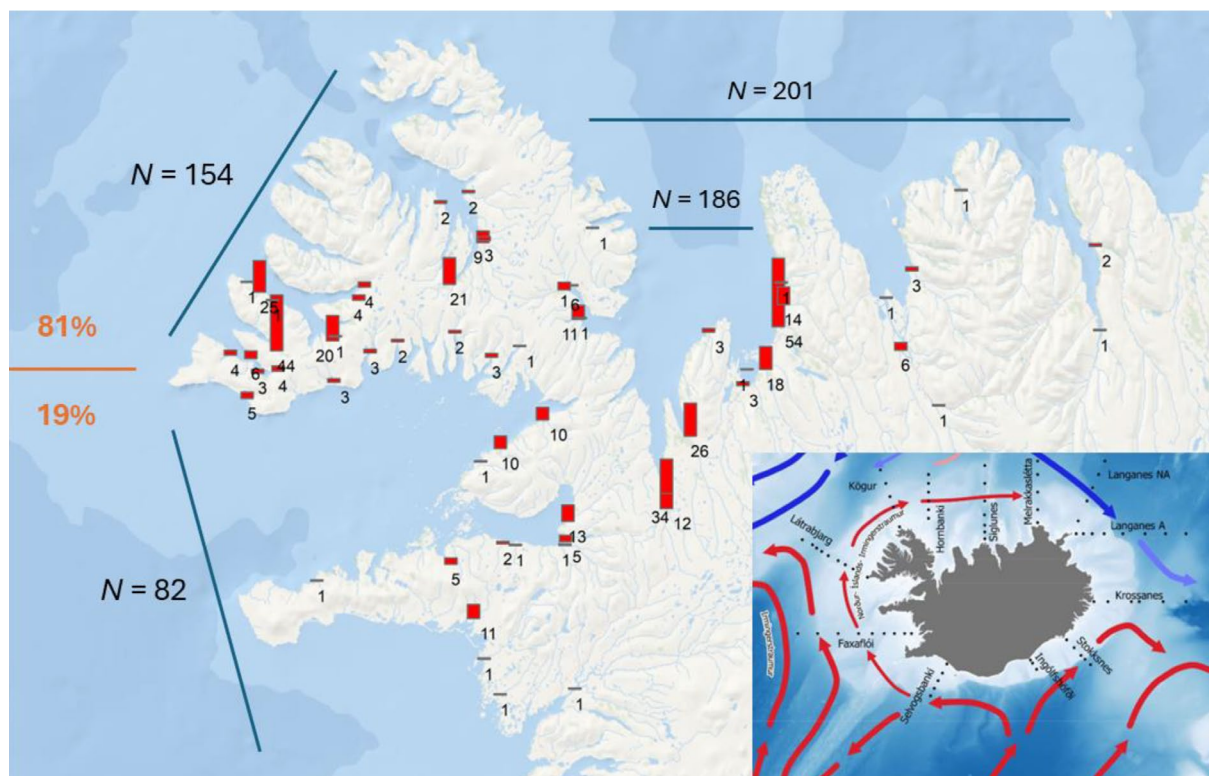
Pálsson o.fl. 2016). Það er ekki vitað til að eldislax úr slysasleppingu í Patreksfirði hafi veiðst á öðrum svæðum eða eftir 2014.

2.4 Slysaslepping í Patreksfirði (2023)

Aldrei hafa jafn margir stökulaxar af norskum uppruna greinst og árið 2023 og aldrei hafa stökulaxar veiðst í jafn mörgum ám. Hér er að mestu um að ræða eldislaxa sem sluppu úr kví við Kvígindisdal í Patreksfirði í ágúst árið 2023. Áætlaður fjöldi laxa í þessu stroki voru um 3.500 fiskar. Við skoðun á kynþroskastigi laxa á sama kvíastæði kom í ljós að um 35% laxanna sýndu merki um kynþroska (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024). Nákvæmt kynþroskahlutfall á þeim eldislögum sem sluppu liggur því ekki fyrir.

Á tímabilinu 25. ágúst til 8. desember 2023 bárust Hafrannsóknastofnun 465 sýni til upprunagreiningar. Fiskarnir komu frá veiðimönnum, veiðiréttarhöfum, leigutökum og náttúruverndarsamtökum (236 fiskar), rannsóknafyrirtækinu Laxfiskum (34), eftirlitsmönnum Fiskistofu (17) og yfirborðsköfurum frá Noregi með sérhæfingu í veiðum á stökulögum (178) frá SkandNat (Skandinavisk Naturovervåking) og NORCE (NORCE Miljø - Laboratorium for ferskvannsökologi og innlandsfiske) (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

Af 465 greindum fiskum reyndust 440 úr eldi og þar af 421 úr strokinu í Kvígindisdal eða um 12% af þeim lögum sem sluppu. Fjöldi stökulaxa árið 2023 voru rúmlega þrisvar sinnum fleiri en samanlagt hafði borist Hafrannsóknastofnun í níu ár þar á undan. Eldislaxar veiddust í 61 veiðiá, einnig í sjó í Patreksfirði og í Hópi í Húnavatnssýslu (mynd 2.2). Afleiðingar stroksins í Kvígindisdal eiga enn eftir að koma í ljós (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).



Mynd 2.2. Dreifing stökulaxa úr slysasleppingu í Patreksfirði sem veiddust í ári 2023 og búið er að staðfesta eldisuppruna (N=440). Á myndina vantar þrjá fiska sem veiddust í Stöðvará (Austfirðir) og í Kálfá og Geirlandsá (Suðurland) (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

3. Atferli og lifun strokulaxa

3.1 Fiskstærð og tímasetning stroks

Ástand eldisfisks þegar hann sleppur hefur áhrif á getu hans til að lifa af í náttúrunni, ganga upp í veiðiár og hrygna með villtum laxi. Þetta felur til dæmis í sér lífsstig, kyn, kynþroska, tímasetningu stroks, ljósaðstýringu í seiðaeldisstöð, sjúkdómsástandi, stærð, aldri og tíma sem eldisfiskurinn hefur lifað við náttúrulegar aðstæður (Solberg o.fl. 2024).

Á tímabilinu 2017-2022 höfðu um 47 laxar af áætluðum 110 þúsund strokufiskum veiðst í ám og borist Hafrannsóknastofnun (0,04%) en haustið 2023 veiddust 421 fiskar í ám með uppruna úr Kvíngindisdal eða um 12% af áætluðu stroki (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

Takmarkaðar upplýsingar eru til um atferli og lifun kynbættis norsks eldislax hér við land og er því að mestu stuðst við erlendar rannsóknir. Dregin er upp mynd af líklegu atferli og lifun eldislaxa af mismunandi stærð og sleppitíma. Það skal þó tekið fram að ávallt geta verið frávik frá því sem telst til megin tilhneiningar.

3.1.1 Snemmbúið strok

Atferli

Laxaseiði sem sett hafa verið í sjókvíar að vori og sleppa fljótlega leita strax til hafs en það hægir mjög á útgönguhraða eftir því sem fiskurinn sleppur seinna að sumri úr eldiskví. Umhverfisaðstæður í seiðaeldisstöð eins og eldi við stöðugt ljós getur brenglað gönguhegðun seiðanna en þau synda hægar út fjörðinn og sýndu meiri breytileika í atferli (tafla 3.1).

Tafla 3.1. Atferli og endurheimtur á laxaseiðum (70-600 g) sem sleppa að vori, sumri, hausti og fyrrihluta vetrar.	
Atferli	
- Seiðum (150 g) sem sleppt var að vori eða snemma sumars (maí og júní) leituðu strax til hafs. Eftir því sem fiskurinn sleppur seinna úr eldiskvínni að sumri hægir á útgönguhraðanum (Skilbrei 2010a). - Nýútsett seiði (75-230 g) sem sleppa að hausti og fyrrihluta vetrar (september, nóvember og desember) leita til hafs en hægar eftir því sem sleppingin átti sér seinna stað á árinu (Skilbrei 2013). - Seiðum (65 g) sem sleppt var frá seiðaeldisstöð að hausti (október) voru minna stefnuvirk og syntu hægar en seiði sem sleppt var að vori (Uglem o.fl. 2013). - Stórseiði (0,5-0,8 kg) sem alinn voru við náttúrulegt ljós voru flest komin út úr firðinum (22 km langur), fyrstu fjóra dagana, eftir að þeim var sleppt að vori. Stórseiði sem alin voru við stöðugt ljós, synda hægar út fjörðinn og sýndu meiri breytileika í atferli og hluti þeirra dvaldi í firðinum í nokkrar vikur og jafnvel fast við eldiskvíar (Skilbrei o.fl. 2014).	
Endurheimtur	
- Lifun er best á seiðum sem sleppa fyrrihluta sumars en minnkar mikið þegar líða fer á sumar (Hansen 2006a). - Seiðahópum sem sleppt var að vori og sumri skiluðu sér að jafnaði um og undir 1% af fjölda úr hafi. Um 55% endurheimtust í nágrenni við sleppistað og í mestu mæli í útfalli vatnsfallsvirkjunar, en hluti veiddist í ám jafnvel í hundruð km fjarlægð (Skilbrei 2010b). - Endurheimtur á nýútsettum haustseiðum (60-220 g) sem sleppa að hausti eða fyrrihluta vetrar (sept.-des.) voru 0,004% á móti 0,17% hjá seiðum sem sleppt var að vori (Skilbrei 2013). - Um 0,4% (0,0-1,1%) seiða sem sleppa að sumri skila sér úr hafi eftir eitt ár eða seinna. Flest skiluðu sér í nágrenni við sleppistaðinn (Skilbrei o.fl. 2015a). - Í tilraun í Noregi kom fram að lifun frá því að seiði gengu úr á og þar til fiskurinn kom til baka var 0,41% hjá eldisseiðum, 0,73% hjá blendingum og 0,94% hjá villtum seiðum (Skaala o.fl. 2019).	

Lifun

Mikil afföll eru á seiðunum sem sleppa og eru þau meiri eftir því sem þau sleppa seinna á árinu. Fáir eldisfiskar skila sér úr hafi sem kynþroska laxar eða vel undir 1% af fjölda í veiði skv. erlendum rannsóknum (tafla 3.1). Mikil afföll í snemmbúnu stroki endurspeglast í lágu hlutfalli

eldislaxa af heildarveiði eða 8-11% skv. eldri rannsókn í Noregi (Aronsen o.fl. 2020). Í nýrri rannsókn í Noregi var hlutfallið 14% að meðaltali í veiði og var lægra úr tveimur syðstu ánum (21,2% og 6,30%) samanborið við nyrstu árnar í Norður-Noregi (77,6%). Ástæðan fyrir hærra hlutfalli úr snemmbúnu stroki í Norður-Noregi var m.a. talið stafa af því að meira æti væri fyrir eldisseiðin þar og að minna væri sett út af seiðum utan hefðbundins útgöngutíma villtra gönguseiða (ágúst-mars) (Strand o.fl. 2024). Hér á landi virðist þessu öfugt farið þar sem endurheimtur eru almennt lægri við norðanvert en sunnanvert landið (ICES 2015; Valdimar Ingi Gunnarsson 2016). Það má því mögulega draga þá ályktun að endurheimtur úr snemmbúnu stroki séu tiltölulega litlar úr slysasleppingum í Ísafjardjúpi, Vestfjörðum og Austfjörðum.

3.1.2 Sleppingar á miðju eldistímabilinu

Atferli

Unglax sem sleppur að vetri dreifir sér tiltölulega fljótt yfir stórt svæði í firðinum (tafla 3.2). Atferli eftir slysasleppingu virðist vera breytilegt sem hugsanlega má skýra með mismunandi aðstæðum eða jafnvel hvenær að vetri fiskurinn sleppur. Í sumum tilvikum virðist allur fiskur yfirgefa fjörðinn og í öðrum er a.m.k. hluti af stofninum í firðinum og jafnvel fast upp við eldiskvíar. Unglax sem hefur verið í eldiskví yfir vetur og sleppur að vori leitar strax til hafs.

Tafla 3.2. Atferli og endurheimtur á unglaxi (0,5-3 kg) sem sleppa á fyrst ári (haust, vetur og vor) í eldi.	
Atferli	
- Unglax (0,6 kg) sem hefur verið í eldiskví yfir vetur og sleppur að vori leitar strax til hafs (Skilbrei o.fl. 2014). - Unglax (0,9-1,3 kg) sem var búinn að vera í eldiskví frá vori og var sleppt að hausti eða fyrrihluta vetrar (september-október) leitaði í litlu mæli út úr firðinum (Skilbrei 2010a). - Unglax (1,4 kg) sem sleppt var úr eldiskví í febrúar fannst ekki lengur í firðinum eftir tvo mánuði (Solem o.fl. 2013). - Unglax sem sleppur (0,9-1,3 kg) að hausti og að vetri heldur sig í einhverju mæli við eldiskvíar og étur þurrfóður. Annar fiskur sem heldur sig í firðinum nær ekki að aðlagast villtum fæðudýrum a.m.k. fyrstu mánuðina og horast (Olsen og Skilbrei 2010). - Eldislaxinn (0,33 – 3,8 kg) dreifir sér hratt á vorin, en hægar á sumrin og haustin (Hamoutene et al. 2018).	
Endurheimtur	
- Endurheimtur í veiði á eldislaxi (um 70 cm) sem sleppt var að vetri er lægst í nóvember (< 0,5%) hækkar síðan og er komið í 1-2% í febrúar og fer síðan í 4-5% í mars/apríl sem er í takt við niðurstöður annarra rannsókna með minni fisk. Eldislax sem sleppur að vetri veiðist yfir stærra svæði en fiskar sem sleppa að sumri (Hansen 2006a, b). - Í skoskri rannsókn þar sem mikill fjöldi smálaxa (1,3 kg) sluppu úr kví í febrúar, rétt fyrir utan ána Polla skiluðu sér í litlum mæli (< 1,0%) í ána og eða aðrar veiðiár í nágrenninu (Webb o.fl. 1991, 1993a).	

Lifun

Umhverfisaðstæður yfir vetramánuðina eru erfiðar og utan hefðbundins göngutíma laxfiska. Afföll eru því mikil en líklega er lifunin meiri eftir því sem fiskurinn sleppur seinna að vetri (tafla 3.2). Þessar niðurstöður endurspeglast vel í nýlegri norskri rannsókn þar sem eldislaxar sem veiddust voru í 82% tilvika úr síðbúnu stroki, 14% úr snemmbúnu stroki og fiskur sem slapp á miðju eldistímabilinu var aðeins með 4% hlutfall (Strand o.fl. 2024).

3.1.3 Síðbúið strok

Kynþroski

Að öllu jöfnu er hlutfall kynþroska lágt í eldislaxi annan veturinn í sjókví eða undir 10% og er þá miðað við stöðuna í upphafi þessarar aldar. Aftur á móti ef sett eru út stórseiði í sjókvíar er hætt við að hlutfall kynþroska geti verið töluvert hærra (Valdimar Ingi Gunnarsson og Eiríkur Beck 2004). Kynþroskahlutfall eldislaxa er almennt talið lágt en það liggja þó ekki fyrir nýlegar opinberar upplýsingar um hlutfallið. Á þessu eru undantekningar og var kynþroskahlutfallið

tiltölulega hátt úr þremur þekkustu slysasleppingunum hér á landi; Norðfjarðarhöfn (2003), og Patreksfirði (2013 og 2023) (tafla 3.3).

Tafla 3.3. Kynþroski, atferli og endurheimtur á eldislaxi (3-6 kg) sem sleppur á öðru og þriðja ári í eldi.	
Kynþroski	
• Í Noregi er talið að hlutfall kynþroska eldislaxa annað haustið í sjó sé 0-11% (Skilbrei o.fl. 2015). • Hér á landi er eldislax gjarnan haldið lengur í sjókvíum en í Noregi og í sumum tilvikum fram að þriðja sumri og hausti. Í íslenskum mælingum hefur kynþroski eftir tvö ár í sjó mælst að öllu jöfnu vel undir 10%. Dæmi eru þó um stórseiði (600 g) sem sett voru út að hausti væru með um 50% kynþroska eftir tvö ár í sjókvíum og var eldislaxinn þá um 5,7 kg (Valdimar Ingi Gunnarsson og Eiríkur Beck 2004, 2005). • Úr endurheimtum eldislaxi frá slysasleppingu í Norðfjarðarhöfn í ágúst 2003 voru 36 laxar kynþroskagreindir og voru um 14% þeirra kynþroska (Valdimar Ingi Gunnarsson og Eiríkur Beck 2005). • Allir eldislaxar (3,5-7 kg) sem sluppu úr sjókvíum í Patreksfirði í nóvember 2013 og veiddir sumarið 2014 voru kynþroska (Leó Alexander Guðmundsson 2014; Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2014). Þegar eldisfiskurinn var veiddur voru meira en tvö ár liðin frá því hann fór í sjókvíar. • Talið var að kynþroskahlutfall eldislaxa hafi verið 35% úr sleppingu í Kvígindisdal í Patreksfirði í ágúst 2023 (Fjóra Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).	
Atferli	
• Eldislax (54-70 cm) sem sleppur í júní virðist leita í meira mæli út úr firðinum en fiskur sem sleppur að vetri (Skilbrei o.fl. 2010). • Þekkt er að ókynþroska eldislax (0,5-3 kg) sem hefur sloppið úr sjókvíum haldi sig tímabundið (október) á ósasvæðum straumvatna í Noregi. Eldislaxinn sótti í litlu mæli uppi í straumvatnið (Skoglund o.fl. 2014). • Eldislax (7,4 kg) sem sleppt var í júní dreifði fljótt úr sér í firðinum (9,5 km á dag), flestir leituðu út úr firðinum en einnig í laxveiðiár í nágrenninu um sumarið og árið eftir (Chittenden o.fl. 2011). • Eldislax (3,5-7 kg) sem slapp úr sjókvíum í nóvember 2013 í Patreksfirði veiddist í júlí og ágúst við Kleifaá í botni fjarðarins sumarið 2014 (Leó Alexander Guðmundsson 2014; Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2014). Eldislaxinn var í mismunandi holdum og hugsanleg skýring er að hluti fiskanna hafi haldið sig í nágrenni við kvíarnar og étid fóður sem farið hefur til spillis. • Hinn 20. ágúst 2003, sluppu 2.900 eldislaxar (77 cm) úr sláturkví í Norðfjarðarhöfn, þeir dreifðu sér hratt en veiddust í firðinum fyrstu dagana eftir slysasleppingu. Á tímabilinu 20. ágúst til 1. september veiddust 109 eldislaxar. Í Norðfjarðarflóa veiddust 100 eldislaxar flestir í og við höfnina þar sem fiskurinn slapp og hinir 9 voru teknir í Mjóafirði. Á tímabilinu 23.-27. september fóru sérfræðingar Veidimálastofnunar á Austfirði og drógu á í fjórum ám án þess að verða varir við eldislax. Í stangveiði og klakveiði veiddust kynþroska eldislaxar í þremur laxveiðiám; í Breiðdalsá, Hofsa og Selá (Valdimar Ingi Gunnarsson og Eiríkur Beck 2004, 2005; Ingi Rúnar Jónsson og Þórólfur Antonsson 2004). • Hinn 20. ágúst 2023 var tilkynnt um gót á sjókví í Patreksfirði og var talið að þar hefðu sloppið 3.462 eldislaxar. Nokkrum dögum eftir slysasleppinguna byrjaði að veiðast eldislax í ám í Patreksfirði og Arnarfirði. Hinn 22. ágúst 2023 sást eldislax í myndavélateljara í Laugardalsá. Ágústmánuður var ekki liðinn þegar fréttir fóru að berst um meintan eldislax í veiðiám á Vesturlandi og Norðurlandi (Valdimar Ingi Gunnarsson 2024). Eldislaxar úr slysasleppingu í Patreksfirði veiddust í 56 ám og 58 stöðum samtals á svæði sem afmarkast af Álfhá á Mýrum á Vesturlandi og Fnjóská í Eyjafirði á Norðurlandi. Ef lítið er á dreifingu fiskanna úr Kvígindisdal sést að 14% (59 fiskar) veiddust í Patreksfjarðarflóa (líklega vanmat), 18% (77) fóru suður í Breiðafjörð og alla leið inn í Faxaflóa, 68% (285) fóru norður og gengu í ár á Vestfjörðum og á Norðurlandi, þar af komu 195 fram í ám við Húnaflóa og austar eða 46% fiska (Fjóra Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).	
Endurheimtur	
• Fyrst eftir að ókynþroska eldislax sleppur getur hann veiðst í miklu mæli í nágrenninu við sleppistað. Aftur á móti eru endurheimtur eftir eitt eða fleiri ár frá slysasleppingu mjög lágar eða 0,09%. Niðurstöður byggja á sleppingum 8.023 eldislaxa í Noregi (Skilbrei o.fl. 2015a). • Að vori var eldislaxur (um 70 cm) sleppt í Noregi og Skotlandi og voru endurheimtur 7% og 0,6%. Endurheimtur úr norskum sleppingum voru mestar í nágrenni sleppistaðar, en einnig í allt að 150 km fjarlægð frá sleppistað og hluti þeirra í veiðiám. Allir eldislaxarnir sem endurheimtust úr skosku sleppingunni voru veiddir við strönd Skotlands og í Noregi (Hansen og Youngson 2010). • Um 18% kynþroska eldislaxa (7,4 kg) sem sluppu í júní skiluðu sér í laxveiðiár í nágrenninu sama ár og árið eftir (Chittenden o.fl. 2011). • Hljóðmerktum eldislax (um 50 cm) sem sleppt var í Kanada var að mestu étinn af sel í nágrenninu. Á leið fisksins út fjörðinn drápu 56% úr sleppingu um veturinn (janúar) og 84% úr sleppingu um vorið (apríl og maí) sem rakið var til meiri fjölda sela á svæðinu (Whoriskey o.fl. 2006). • Veidimálastofnun veiddi 63 eldislaxa úr slysasleppingu í nóvember 2013 í Patreksfirði (Leó Alexander Guðmundsson 2014; Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2014). Samtals veiddust 209 eldislaxa og var talið að um 1.400 hafi sloppið og var þá gengið út frá að um 15% þeirra hefðu skilað sér í veiði (Jón Örn Pálsson o.fl. 2016). • Af þeim eldislaxum (77 cm) sem sluppu í Norðfjarðarhöfn endurheimtust þrír örmerktir fiskar í laxveiðiám og skoðun á hreistri benti sérstaklega til að 6 laxanna sem ekki voru örmerktir væru ættaðir úr sjókvíum. Þessir fiskar veiddust í Breiðdalsá, Hofsa og Selá (Ingi Rúnar Jónsson og Þórólfur Antonsson 2004). Um 0,3% eldislaxa (9/2.900x100) sem sluppu í ágúst 2003 í Norðfjarðarhöfn endurheimtust því í laxveiðum sama ár. Ekki er vitað með fullri vissu að eldislax úr slysasleppingu í Norðfjarðarhöfn hafi skilað sér í laxveiðiár árið eftir að slysaslepping átti sér stað. • Það veiddust 421 eldislaxar á árinu 2023 í ám með uppruna úr kví Kvígindisdal í Patreksfirði eða um 12% af áætluðu stroki (Fjóra Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).	

Atferli

Ókynþroska eldislax sem sleppur að vori leitar til hafs, en fiskur sem sleppur að sumri og hausti á öðru ári í sjókvíum heldur sig í lengri tíma í firðinum. Þegar eldislax sleppur annan veturinn úr sjókví er líklegt að strokulax dreifi sér fljótt yfir stórt svæði í firðinum, hluti getur haldið sig þar að vetri og aðrir ganga út úr firðinum. Kynþroska eldislax úr sleppingum að vetri og vori sem haldið hefur sig í firðinum gengur í mestum mæli upp í laxveiðiár í næsta nágrenni að sumri og hausti. Kynþroska lax sem sleppur að sumri og hausti gengur hratt upp í laxveiðiár í nágrenninu og getur einnig gengið upp í laxveiðiár í töluverðri fjarlægð frá sleppistað. Ókynþroska eldislax getur í einhverjum tilvikum sótt tímabundið inn á ósasvæði og neðri hluta laxveiðiáa (tafla 3.3).

Lifun

Ókynþroska eldislax sem leitar til hafs skilar sér í mjög litlu mæli til baka. Eldislax sem sleppur getur lifað í firðinum yfir vetur og ásamt eldisfiski sem sleppur að vori og sumri sótt upp í nærliggjandi veiðivötn sem kynþroska fiskar. Það má gera ráð fyrir að hærra hlutfall eldislaxa gangi upp í veiðiár eftir því sem sleppingin á sér stað seinna á árinu og með auknu kynþroskahlutfalli (tafla 3.3). Skv. norskri rannsókn eru 82% eldislaxa sem veiðast úr síðbúnu stroki (Strand o.fl. 2024).

3.2 Atferli og dreifing storkulaxa

Það eru mjög takmörkuð gögn til um atferli eldislax sem sleppa úr sjókvíum hér á landi. Undantekning frá því er sæmilega vel kortlagt atferli eldislaxa úr slysasleppingum í Norðfjarðarhöfn (2003) og Patreksfirði (2023). Fjöldi erlendra rannsókna á atferli eldislaxa hafa verið gerðar í nágrannalöndum á síðustu áratugum sem geta nýst við að áætla atferli eldislaxa eftir möguleg strok úr sjókvíum í Ísafjarðardjúpi og hvernig best er að standa að veiðum.

3.2.1 Fyrstu viðbrögð***Leitar strax frá eldiskvíunum***

Í kanadískri rannsókn kom fram að hljóðmerktur eldislax (um 50 cm) hafði leitað meira en einn kílómetra frá eldiskvíum örfáum klukkutímum eftir að þeim var sleppt að vetri (janúar) og aftur að vori (apríl og maí) (Whoriskey o.fl. 2006). Í norskri tilraun þar sem eldislax (54-72 cm) var sleppt á mismunandi árstímum (mars, júní, ágúst og desember) var niðurstaðan að fiskurinn var kominn 5-7 km frá eldiskvíunum eftir einn dag og 9-12 km eftir tvo daga. Eldislaxarnir dreifðu sér í allar áttir, mishratt eftir fiskum (Skilbrei o.fl. 2010). Í atferlisrannsóknum á Nýfundnalandi hefur komið fram að eldislax dreifir sér hratt og fer á milli kvíastæða og meira en 76% fiskanna heimsóttu fleiri en eitt kvíastæði (Hamoutene o.fl. 2018).

Eldislax leitar niður eftir sleppingu

Eldisseiði halda sig í efstu metrum sjávar eftir að þau sleppa úr eldiskvíum (Skilbrei 2010a, 2013). Aftur á móti leitar eldislax (54-70 cm) sem sleppur úr eldiskvíum niður á meira en 15 metra dýpi fyrstu klukkutímanna eða dagana eftir slysasleppingu og jafnvel niður á 50 til 80 metra dýpi. Næstu fjórar vikurnar dvaldi eldislaxinn að mestu fyrir ofan lagskipti á 0-4 metra dýpi. Eldislaxinn hélt sig neðar á daginn, sérstaklega á björtum dögum. Það er munur á atferli eftir árstíma og úr sleppingum að vetri hélt eldislaxinn sig meira í heitari sjó undir lagskiptunum, en var þó í meirihluta tímans í köldu yfirborðslaginu (Skilbrei o.fl. 2009).

Ókynþroska eldislax getur haldið sig tímabundið á ósasvæðum

Þekkt er að ókynþroska eldislax (0,5-3 kg) sem hefur sloppið úr sjókvíum haldi sig tímabundið (október) á ósasvæðum straumvatna í Noregi (Skoglund o.fl. 2014). Aðrar slysasleppingar á unglaxi að hausti sýna að ókynþroska eldislax heldur sig í torfum á ósasvæðinu og neðri hluta nærliggjandi veiðiáa, en fækkaði síðan hratt á svæðinu þegar leið á (Skoglund o.fl. 2015). Það hefur einnig komið fram í rannsóknum í Noregi á hljóðmerktum eldislaxi (1,4 kg) sem sleppt var í febrúar að hluti af fiskinum hélt sig á ósasvæðum straumvatna í nágrenninu (Solem o.fl. 2013).

Í rannsóknnum í Kanada er einnig vel þekkt að eldislax getur haldið sig tímabundið á ósasvæðum (Whoriskey o.fl. 2006; Hamoutene o.fl. 2018).

3.2.2 Göngur út úr firðinum

Það eru ýmsir þættir sem hafa áhrif á hvert strokulax syndir og dreifir sér s.s. árstími sleppingar, staðsetning eldissvæða, stærð og aldur við strok (Solberg o.fl. 2024). Þeir þættir sem rekstraraðili getur m.a. haft áhrif á með það að markmiði að takmarka dreifingu á strokulaxi er staðsetning eldissvæða og kynþroskahlutfall.

Staðsetning eldissvæða

Eldislax sem sleppur frá eldissvæði sem staðsett er utarlega í fjörðum, nærri opnu úthafi, veiðast í minna mæli en lax sem sleppur frá svæðum sem staðsett eru inn í fjörðum (Skilbrei o.fl. 2015a). Stærð fjarða skiptir einnig máli fyrir atferli eftir strok og í hversu miklu mæli fiskurinn leitar út úr firðinum. Í slysasleppingu í Norðfirði, sem er lítill fjörður (5 km langur) fór eldislaxinn strax út úr firðinum (kafla 2.2). Gott dæmi frá öðrum löndum er strokulax (1,5-3,0 kg) úr slysasleppingu í ágústmánuði í litlum firði á Norður Írlandi sem veiddist á stöng og gildrur í september og október í ám á Norðvestur-Englandi og Norður-Wales í 181-276 km fjarlægð (Milner og Evens 2003).

Ísafjarðardjúp er stórt fjarðakerfi og þar má almennt gera ráð fyrir öðru atferli strokulaxa en í litlum fjörðum. Þegar skoðað er atferli eldislaxa úr slysasleppingum úr sjókvímum í stórum fjarðakerfum sem svipar til Ísafjarðardjúps er niðurstaðan að strokulax leitar í mestum mæli inn í fjörðinn. Hér er um að ræða rannsóknir í Noregi, Bretlandseyjum og Kanada (viðauki 4.1).

Kynþroski laxa

Aðeins er um að ræða tvær slysasleppingar á Íslandi þar sem leitað var tiltölulega markvisst að strokulaxi á stóru svæði. Hér er um að ræða slysasleppingu í Norðfjarðarhöfn (2003) og í Patreksfirði (2023). Í báðum tilvikum var um að ræða stóran fisk og tiltölulega hátt kynþroskahlutfall. Í öðrum rannsóknum á dreifingu strokulaxa eru þær mjög takmarkaðar og yfir mjög lítið svæði og gefa þannig ekki marktæka og raunhæfa mynd af atferli og dreifingu fiskanna.

Út frá þeirri reynslu sem fékkst af slysasleppingum í Norðfjarðarhöfn leitar stór eldislax (77 cm) strax út úr firðinum eða á örfáum dögum. Strokulaxinn var síðan veiddur í nokkrum laxveiðiám í nágrenninu (Björgvin Harri Bjarnarson 2003; Valdimar Ingi Gunnarsson 2016).

Í slysasleppingunni í Patreksfirði þann 20. ágúst 2023 þar sem meðalþyngd fiska var um 5,5 kg og kynþroskahlutfall áætlað 35% dreifði strokulaxinn sér fljótt yfir stórt svæði. Nokkrum dögum eftir að slysaslepping hafði verið tilkynnt hafði veiðst eldislax í ám í Patreksfirði³ og Arnarfirði.⁴ Hinn 22. ágúst 2023 sást eldislax í myndavélateljara í Laugardalsá.⁵ Ágústmánuður var ekki liðinn þegar fréttir fóru að berst um meintan eldislax í veiðiám á Vesturlandi⁶ og Norðurlandi.⁷

Það sem er sammerk bæði með Patreksfirði og Norðfirði er að þar er ekki að finna laxastofna og þar með engin laxalykt í ánum sem gæti laðað að strokulaxa (kafla 3.3.3).

3.3.3 Val á veiðiám

Sækir í nærliggjandi veiðiár

Eldislax gengur í mestu mæli upp í veiðiár í nágrenni við sleppistað (Thorstad o.fl. 2008; Mahlum o.fl. 2021). Fjöldi eldislaxa sem ganga upp í ár í nágrenni við sleppistað ræðst að mestu af umfangi laxeldis í nágrenninu (Diserud o.fl. 2024). Með kynbótum á eldislaxi hefur ratvísi hans að öllum

³ Sótt 19.08.2024: <https://www.visir.is/g/20232454729d/eldislaxar-fundust-i-osa-i-patreksfirdi>

⁴ Sótt 19.08.2024: <https://heimildin.is/grein/18733/aetladir-eldislaxar-ur-mjolka-og-laugardalsa-sendir-til-greiningar/>

⁵ Sótt 19.08.2024: <https://www.visir.is/g/20232456242d/strokulax-arctic-fish-sennilega-borist-i-ar-a-vestfjordum>

⁶ Sótt 19.08.2024: https://www.mbl.is/frettir/veidi/2023/08/28/meintir_patreksfirdingar_veidast_vida/

⁷ Sótt 19.08.2024: https://www.mbl.is/frettir/veidi/2023/08/29/eldislax_hellist_inn_i_laxveidiarnar/

líkindum minnkað. Í sleppingum í Imsa ánnu hefur komið fram að villur hjá villtum laxi eru um 6%, um 15% á hafbeitarseiðum og um 55% hjá seiðum norsks kynbætts eldislax. Um 75% eldislaxa sem skiluðu sér ekki í Imsa ánnu veiddust í innan við 60 km fjarlægðar frá ánni (Jonsson og Hansen 2003). Minni villur eru hjá blendingum sem eru afkomendur villtrar hrygna (36% villur) en villtra hænga (64% villur) (Jonsson og Jonsson 2017).

Þættir sem ákvarða val á veiðiá

Eldislax sem alinn er í sjókvíum á enga heimaá eins og villti laxinn. Í meginatriðum velur eldislax stærri veiðiár þar sem er að finna laxalykt:

- Laxalykt:** Eldislax sem sleppur úr sjókvíum gengur frekar í veiðiár þar sem lax er að finna. Þetta kom m.a. fram hér á landi þegar eldislax slapp úr sláturkví í Norðfirði 2003 (Þórólfur Antonsson o.fl., 2003, Valdimar Gunnarsson og Eiríkur Beck, 2004) þá fannst hann í laxveiðiám í Breiðdalsá, Selá og Hofsa í Vopnafirði en ekki í bleikjuám á Austurlandi. Í þessu samhengi má benda á að tiltölulega lítið veiddist af eldislaxi í ám í Patreksfirði úr slysasleppingu úr sama firði á árinu 2023 þar sem ekki er að finna veiðiár með laxi (kafli 2.4). Það er þekkt að eldislax leitar í frárennsli frá seiðaeldisstöðvum (Webb o.fl. 1993a; Clifford o.fl. 1998) og ekki minnst þar sem hann var alinn sem seiði (Whoriskey & Carr 2001). Í þessu samhengi má benda á að úr slysasleppingu í Patreksfirði árið 2023 veiddist mikill fjöldi eldislaxa í Botnsá þar sem seiðaeldisstöðin er sem laxaseiðin klektust út í og voru alin áfram í útsetningar stærð.
- Fjöldi laxa:** Eldislax gengur í meira mæli upp í laxveiðiár eftir því sem fleiri villtir laxar eru í ánni (Mahlum o.fl. 2021; Diserud o.fl. 2024). Skýringin kann að vera meiri laxalykt en í minni veiðiám eða vernd sem eldislaxinn fær við að synda í stærri torfum á leið sinni upp í stærri veiðiár (Jonsson o.fl. 2003).
- Stærð veiðiá:** Fleiri eldislaxar sækja upp í vatnsmeiri ár en eftir því sem laxastofninn er minni má gera ráð fyrir að hlutfall eldislaxa verði hærra (Diserud o.fl. 2024). Einnig er það þekkt að eldislax leiti í afföll virkjana (Skilbrei 2010b). Hér á landi er Mjólká í Arnarfirði gott dæmi um affall á virkjun þar sem eldislax sækir í miklu mæli upp í.

3.2.4 Dreifing strokulaxa

Geta dreift sér yfir stórt svæði

Almenna reglan er að eldislax sem sleppur sæki á sleppistað þegar hann verður kynþroska og sæki síðan upp í nærliggjandi veiðiár. Það eru ýmsir þættir sem hafa áhrif á í hve miklu mæli eldislax dreifir sér í veiðiár á stærra svæði:

- Árstími:** Það hefur komið fram í rannsóknum að seiði og eldislax sem sleppa yfir vetramánuðina hafa minni ratvísi og sækja upp í veiðiár á stóru svæði (Hansen og Jonsson 1991, Hansen 2006a,b; Solberg, o.fl. 2024).
- Aldur og stærð fisksins:** Flestir eldislaxar ganga upp í veiðiár á sama svæði og þeir sluppu í, sérstaklega seiði og kynþroska fiskar rétt fyrir hrygningu (Hansen, 2006; Skilbrei et al., 2015; Jonsson and Jonsson, 2017; Solberg, o.fl. 2024). Á þessu eru þó undantekningar sbr. c lið hér að neðan.
- Laxalykt:** Eldislaxar geta dreift sér yfir stórt svæði þar sem engar laxveiðiár eða laxalykt er að finna á viðkomandi svæði eins og í tilfelli slysasleppingar í Patreksfirði (2023) og Norðfjarðarhöfn (2003).
- Staðsetning veiðiáa í firðinum:** Í norskri rannsókn var sýnt fram á að þegar lítið var um villtan lax væri hærra hlutfall af eldislaxi í veiðiám utar en innanlega í firðinum. Aftur á móti í tilfellum þegar meira var um villtan lax var minna af eldislaxi utar en innanlega í firðinum (Mahlum o.fl. 2021). Í Ísafjarðardjúpi er villtur lax og þá sérstaklega í því innanverðu og skv. ofanefndri rannsókn má því mögulega gera ráð fyrir að eldislax sæki frekar í veiðiár innanlega í Djúpinu.

Íslenskar rannsóknir

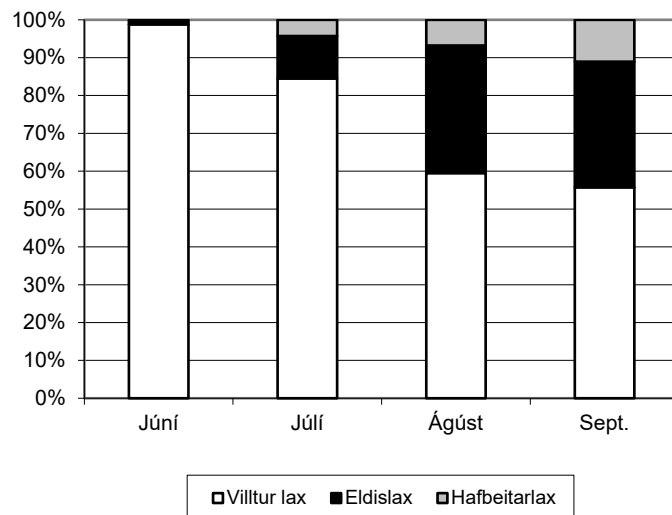
Úr slysasleppingum í Faxaflóa um 1990 sótti eldislaxinn upp í laxveiðiár í nágrenni eldisins. Á þessum tíma var sjókvíaelði frá Hvalfirði meðfram ströndinni að Stakksfirði utarlega á Reykjanesi. Mest af eldislaxinum gekk upp í Elliðaár, Úlfarsá, Leirvogsá og ár í Hvalfirði. Tiltölulega lítið af eldislaxi gekk upp í laxveiðiár í Borgarfirði og á Suðurlandi (Valdimar Ingi Gunnarsson 2016). Hér var um að ræða íslenskan eldislax sem notaður var í eldinu. Á síðustu árum eru það einkum tvær slysasleppingar í Norðfjarðarflóa (2003) og Patreksfirði (2023), þar sem um var að ræða norskan kynbættan lax, þar sem dreifing strokulaxanna hefur verið sæmilega kortlögð:

- ✓ **Slysaslepping í Norðfjarðarhöfn (2003):** Eldislax sem slapp úr sláturkví í Norðfjarðarhöfn fór bæði rúma 100 km norður í laxveiðiár í Vopnafirði og rúma 70 km suður með landinu í laxveiðiá í Breiðdalsvík. Eldislaxinn sótti ekki upp í silungsveiðiár í nágrenninu heldur fór lengri vegalengdir í stórar laxveiðiár (Valdimar Ingi Gunnarsson 2016).
- ✓ **Slysaslepping í Patreksfirði (2023):** Fiskar úr slysasleppingu í Kvígindisdal í Patreksfirði veiddust í 56 ám og 58 stöðum samtals á svæði sem afmarkast af Áltá á Mýrum á Vesturlandi og austur fyrir að Fnjóská í Eyjafirði á Norðurlandi (mynd 2.2 í kafla 2.4). Ef lítið er á dreifingu fiskanna úr sjókvínni í Kvígindisdal sést að 14% (59 fiskar) veiddust í Patreksfjarðarflóa (líklega vanmat), 18% (77) fóru suður í Breiðafjörð og alla leið inn í Faxaflóa, 68% (285) fóru norður og gengu í ár á Vestfjörðum og á Norðurlandi, þar af komu 195 fram í ám í Húnaflóa og austar eða 46% fiska (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

3.3.5 Uppganga eldislaxa**Tímasetning uppgöngu eldislaxa**

Eldislax gengur seinna upp í laxveiðiár en villtur í árnar (mynd 3.1). Þessi atferlismunur er talinn stafa af því að eldisseiði hafa ekki alist upp í ánni á seiðastigi (Valdimar Ingi Gunnarsson 2002). Seinkun á uppgöngu eldislaxa veldur því að þeir eru styttri tíma í veiði og veiðiálagið verður minna en hjá villtum laxastofnum (Sigurður Guðjónsson 1991).

Mynd 3.1. Hlutfall villtra laxa, kvíalaxa og hafbeitarlaxa í Elliðaám á árinu 1989 (Sigurður Guðjónsson 1991).

**Dreifing eldislaxa í veiðiá**

Í Noregi eru dæmi um að eldislax sæki ofar í vatnakerfi laxveiðiá en villtur lax (Økland o.fl. 1995; Thorstad o.fl. 1998), enda er hann ekki uppruninn úr veiðiánni og á sér ekkert heimasvæði. Eldislax virðist hafi minni sundgetu og hæfni til að fara yfir hindranir sem skýrir það að hærra hlutfall af eldislaxi er gjarnan neðarlega í veiðiám sem eru erfiðar uppgöngu (Johnsen o.fl. 1998; Anon. 2016b). Talið er að hindranir hafi meiri áhrif á uppgöngu eldislaxa úr síðbúnu stroki en snemmbúnu stroki þar sem fiskurinn hefur verið við náttúrulegar aðstæður í lengri tíma (Diserud, o.fl. 2022).

Í tengslum við slysasleppingu í Patreksfirði komu tveir hópar sérhæfðra kafara frá Noregi. Almenn fannst eldislaxinn í efri hluta ána, oft í hyljum fyrir neðan flúðir og fossa, eða á hrygningarsvæðum með villtum laxi. Í sumum tilfellum hafði eldislaxinn farið meira en 20 km upp ána (Skoglund o.fl. 2023).

Uppganga ókynþroska eldislaxa

Stærsti hluti eldislaxa sem ganga upp í laxveiðiár eru kynþroska (Thorstad o.fl. 2008). Það eru þó dæmi um hátt hlutfall af ókynþroska eldislaxi í veiðiám í Kanada (Lacroix o.fl. 1997). Meirihluti eldislaxanna sem fundust í veiðiám voru ókynþroska (78-98%) á árunum 1994-1996 (Carr o.fl. 1997a). Ókynþroska eldislax sótti ekki upp á hrygningarstöðvarnar ofar í ánni og hélt sig að mestu neðarlega í veiðiánni í nálægð við ós árinna (Carr o.fl. 1997b). Í nýrri rannsókn í Kanada kom fram að ókynþroska eldislax leitar upp í ósasvæði eða 10%-56% fiskanna, mismunandi eftir hópum (0,33-4,7 kg) og jafnvel að þeir sækja upp í fleiri en eitt ósasvæði (Hamoutene o.fl. 2018).

Það er einnig þekkt í Noregi að ókynþroska eldislax (0,5-3 kg) sem hefur sloppið úr sjókvíum haldi sig tímabundið (október) á ósasvæðum straumvatna og í einhverju mæli sækir hann einnig upp í neðri hluta laxveiðiáa (Skoglund o.fl. 2014). Eldislax er fjarlægður árlega úr fjölmörgum laxveiðiám í Noregi og kom fram í einni rannsóknanna að 30% fiskanna voru ókynþroska (Skoglund o.fl. 2016). Byggt á ítarlegum gögnum úr Etne ánni í Noregi var niðurstaðan að 4% eldislaxa úr snemmbúnu stroki væri ókynþroska og 45% úr síðbúnu stroki (Madhun o.fl. 2023). Að öllu jöfn veiðist ókynþroska eldislax neðarlega í veiðiám enda ekki mikill hvati til að sækja upp á móti straumi þar sem þeir taka ekki þátt í hrygningu (Madhun o.fl. 2023; Skoglund o.fl. 2024).

Á Íslandi hefur ekki verið birt tölfræði um hlutfall kynþroska og ókynþroska eldislaxa í veiðiám svo vitað sé.

4. Hlutfall eldislaxa í veiðiám

4.1 Þróunin í Noregi

Í nýlegri norski rannsókn kom fram að fjöldi eldislaxa í veiðiám jókst með auknu umfangi laxeldis í nágrenni þeirra og eftir því sem árnar voru vatnsmeiri. Jafnframt kom fram að hlutfall eldislaxa var hærri eftir því sem laxastofn í ánni var minni (Diserud o.fl. 2022).

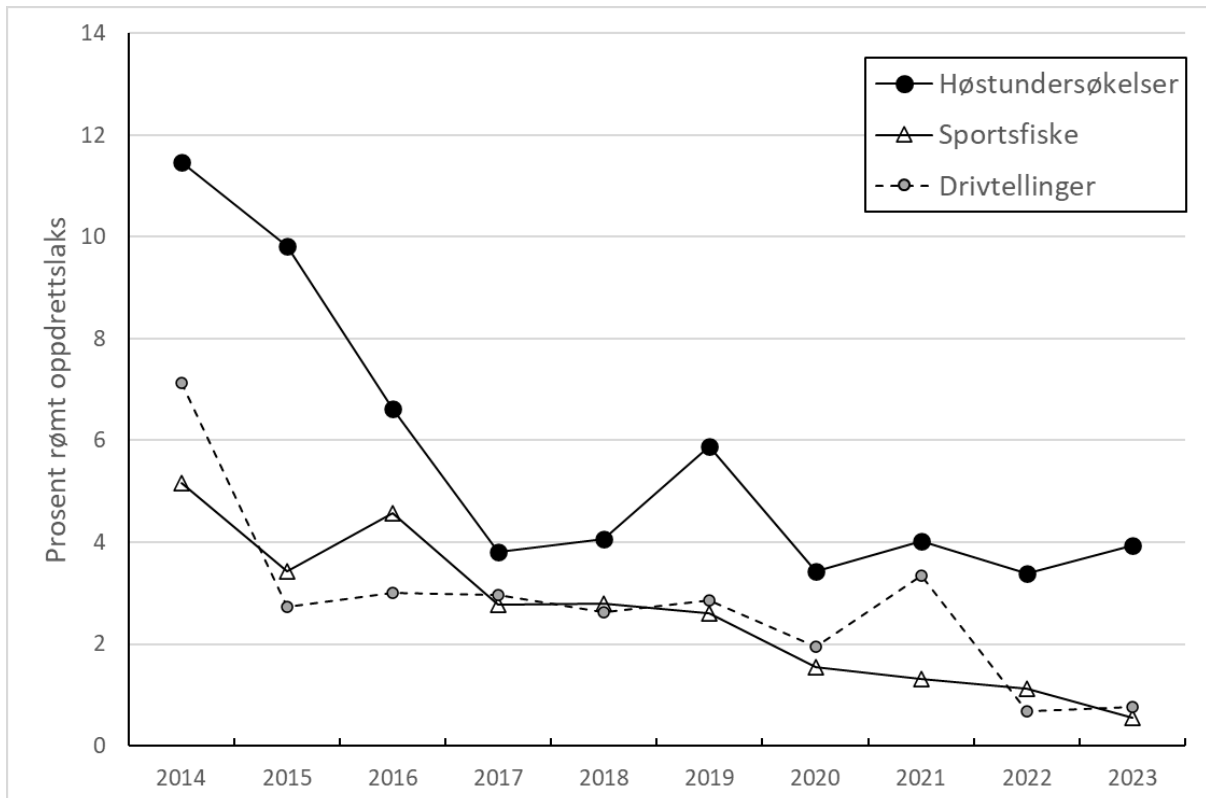
Í Noregi er fylgst með hlutfalli eldislaxa í um 250 veiðiám (Wennevik o.fl. 2024). Það hefur farið stöðugt lækkandi frá árinu 2006 en sveiflur hafa verið á milli ára og mesta lækkunin hefur verið frá árinu 2014 (mynd 4.1; Solberg, o.fl. 2024). Hlutfall eldislaxa í laxveiðiám hefur lítið breyst síðan 2017 (mynd 4.1).

Áætlað er að hlutfall eldislaxa í laxveiðiám í Noregi hafi lækkað úr 10.000-15.000 löxum árin 2014-2016 undir 5.000 laxa á árinu 2023. Ýmsir fyrirvarar eru þó settir við þennan fjölda og einnig hlutfall eldislaxa í laxveiðiám en það er þó talið að fjöldi eldislaxa í laxveiðiám hafi fækkað umtalsvert á árunum 2014-2023 (Wennevik o.fl. 2024).

4.2 Þróunin á Íslandi

Ófullnægjandi gagnasöfnun

Hlutfall eldislaxa í veiðiám hefur ekki verið gefið út a.m.k. opinberlega hér á landi eins og í Noregi. Þar sem vöktun á eldislaxi í veiðiám hefur verið mjög takmörkuð (viðauki 8.3) liggja almennt ekki fyrir nákvæmar tölur um hlutfall eldislaxa í veiðiám á Íslandi á síðustu árum.



Mynd 4.1. Áætlað hlutfall eldislaxa í laxveiðiám í Noregi úr stangveiðum, haustrannsóknum og við yfirborðsköfun á árunum 2014-2023 (Wennevik o.fl. 2024).

Tafla 4.1 Endurheimtur á eldislaxi í veiðiám á Íslandi á árunum 2020-2022.

Endurheimtur fyrir 2020

Árið 2020 bárust þrír meintir stökulaxar til Hafrannsóknastofnunar í upprunagreiningu; einn lax úr Seyðisfirði (Austfjörðum), einn úr Staðará í Steingrímsfirði (Vestfirðir) og einn úr Víðidalsá í sama firði. Ekki tókst að rekja hvaðan fiskur sem veiddist í Víðidalsá (1. júlí 2020) kom en sá sem kom í Staðará var upprunninn úr kví við Eyrarhlíð í Dýrafirði og sá úr Seyðisfirði kom úr kví við Glímeyri í Berufirði (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2022).

Endurheimtur 2021

Árið 2021 bárust Hafrannsóknastofnun sex laxar til upprunagreiningar. Erfðasýni og hreistursýni fékkst af tveimur smáum laxfiskum (<1 kg) sem komu í net í tengslum við lúsarannsóknir á villtum stofnum laxfiska á eldisvæðum. Tveir unglaxar (1,3 – 1,5 kg) komu úr veiði í Arnafirði. Annar fiskanna kom frá Arnarlaxi sem hafði lagt út net í kjölfar þess að gat uppgötvaðist á netapoka fyrirtækisins. Hinn laxinn veiddist á stöng í Sunddalsá í Trostansfirði, einum innfjarða Arnarfjarðar. Tveir fullorðnir laxar úr stangveiði bárust stofnuninni. Annar veiddist í Skálm í Vestur-Skaftafellssýslu og hinn í Hafralónsá á Norðausturlandi (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2022).

Endurheimtur 2022

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 Sunddalsá þar sem tveir voru úr eldi en einn var villtur. Stökulaxarnir komu flestir úr kvíapyrpingu við Haganes í Arnafirði, eða 24 talsins. Þeir voru væntanlega úr stórri slysasleppingu árið 2021. Einn eldislax hafði strokið úr kvíapyrpingu við Tjaldanesi í sama firði og einn úr Eyrarhlíð í Dýrafirði (Sigurður Óskar Helgason o.fl. 2023).

Tímabilið 2014-2022

Á árabílinu 2014 til 2022 bárust Hafrannsóknastofnun (Veiðimálastofnun 2014-2016) 134 stökulaxar, að meðaltali tæplega 15 árlega. Flestir bárust árið 2014 (67 eldislaxar skv. nýjum og eldri erfðarannsóknunum, 71 ef litið er til útlitsþátta), næst flestir árið 2022 (28), færri önnur ár og enginn árið 2016. Í tveimur af níu árum á þessu tímabili bárust fleiri en 10 stökulaxar til greiningar (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024). Á árunum 2020 og 2021 voru greindir af

Hafrannsóknastofnun færri en 10 eldislaxar á ári og fjöldinn um 30 eldislaxar á árinu 2022 (tafla 4.1).

Tafla 4.2. Niðurstöður yfirborðskafanna í íslenskum ám sem gerðar voru í kjölfar stórrar slysasleppingar í Patreksfirði sem tilkynnt var um 20. ágúst 2023. Í töflunni má m.a. sjá hve marga villta fiska kafararnir sáu, hve marga eldisfiska og hve margir náðust úr ánum. Talning villtra fiska var ekki meginmarkmið verkefnisins og því endurspeglar þær tölur ekki raunverulega stofnstærð villtra fiska, auk þess sem ekki var farið yfir alla ána í hverju tilfelli og því eingöngu um hlutfallstölur en ekki heildartölu að ræða. Taflan er unnin úr Kanstad-Hanssen o.fl. 2023 og Skoglund o.fl. 2023 (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

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

¹Kanstad-Hanssen o.fl. 2023

FF: Faxaflói IS: Ísafjarðardjúp SK: Skagafjörður

²Skoglund o.fl. 2023

BS: Breiðafjörður S HV: Húnaflói V E: Eyjafjörður

BN: Breiðafjörður N HA: Húnaflói A SF: Suðurfirðir

Tafla 4.3. Veiðistaðir strokulaxa sem veiddust í veiðiám seinni hluta ársins 2023 (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

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

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

Árið 2023

Aldrei hafa jafn margir strokulaxar af norskum uppruna greinst og árið 2023 og aldrei hafa strokulaxar veiðst í jafn mörgum ám og flesta mátti rekja til stroks úr kví í Kvígindisdal í Patreksfirði síðsumars 2023. Á tímabilinu 25. ágúst til 8. desember 2023 bárust Hafrannsóknastofnun 465 sýni til upprunagreiningar. Fiskarnir komu frá veiðimönnum, veiðiréttarhöfum, leigutökum og náttúruverndarsamtökum (236 fiskar), rannsóknafyrirtækinu Laxfiskum (34), eftirlitsmönnum Fiskistofu (17) og köfurum frá Noregi með sérhæfingu í veiðum á strokulöxum (178) frá fyrirtækinu SkandNat (Skandinavisk Naturovervåking) og stofnuninni NORCE (NORCE Miljø - Laboratorium forferskvannsóknologi og innlandsfiske) (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024). Til að bæta yfirsýn voru niðurstöður köfunarfyrirtækjanna teknar saman af Hafrannsóknastofnun (tafla 4.2). Almennst var hæsta hlutfallið af eldislaxi í ám á Vestfjörðum. Niðurstöðurnar eru þó þeim annmarka háð að talning villtra fiska var ekki meginmarkmið og því endurspeglar þær tölur ekki raunverulega stofnstærð villtra fiska, auk þess sem ekki var farið yfir alla ána í hverju tilfelli (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

Af 465 greindum fiskum reyndust 440 úr eldi og þar af 421 úr strokinu í Kvígindisdal (tafla 4.3). Eldislaxar veiddust í 61 veiðiá, einnig í sjó í Patreksfirði og í Hópi í Húnavatnssýslu. Fiskar úr Kvígindisdal veiddust í 56 ám og 58 stöðum samtals á svæði sem afmarkast af Álfhá á Mýrum á Vesturlandi og austur að Fnjóská í Eyjafirði á Norðurlandi (tafla 4.3) (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

Tafla 4.4. Ganga laxa um myndavélateljara í Laugardalsá og Langadalsá á árinu 2023, uppreiknaður hrygningarstofn eftir veiði og fjöldi eldislaxa sem gengu um teljara, auk hlutfalls eldislaxa af heildarfjölda fyrir og eftir veiði á eldislaxi (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).								
		Villtir laxar		Eldislaxar			Hlutfall fyrir	Hlutfall eftir
		Ganga	Hr.stofn	Heild	Drepnir	Eftir		
Laugardalsá	Fiskvegur	197		6	2	4	3,0%	2,0%
	Hrygningarstofn		128	6	2	4		3,0%
Langadalsá	Teljari		62	10	4	6	13,9	8,8%

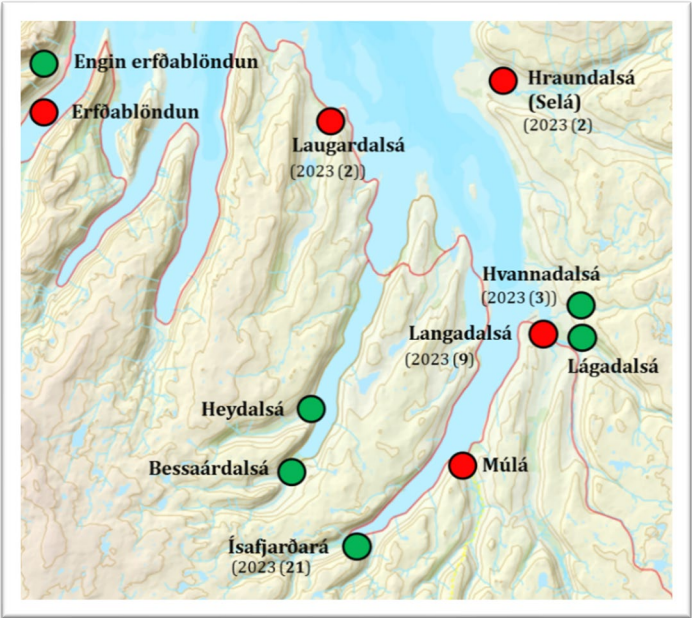
4.3 Þróunin í Ísafjarðardjúpi

Myndavélateljari

Á undanförunum árum hefur verið fylgst með mögulegri uppgöngu eldislaxa í myndavélateljara í Langadalsá og Laugardalsá. Seinni hluta ágúst 2023 varð í fyrsta skipti vart við eldislaxa í teljurum í Laugardalsá og Langadalsá (tafla 4.4). Um teljarann í Langadalsá gengu tíu eldislaxar og sex í Laugardalsá (Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024). Í Laugardalsá var hlutfalla eldislaxa 3,0% (6 fiskar) og 2,0% (4 fiskar) eftir veiði. Í Langadalsá var hlutfall eldislaxa 13,9% (10 fiskar) fyrir veiði og 8,8% (6 fiskar) eftir veiði (tafla 4.4).

Veiðar á eldislaxi

Það er fyrst á árinu 2023 sem farið er í aðgerðir til að fjarlægja eldislax úr veiðiám í Ísafjarðardjúpi; Laugardalsá, Ísafjarðará, Langadalsá,



Mynd 4.2. Veiddir eldislaxar í veiðiám í Ísafjarðardjúpi. Þær veiðiár sem voru kannaðar eru merktar með ártali og fjöldi laxa einkennt með feitletrun. Rauðir hringir tákna að erfðablöndun hefur mælst í veiðiánni og grænir að engin erfðablöndun hafi mælst (gögn frá Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023; Fjóla Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

Hvannadalsá og Selá (mynd 4.2). Fyrir þann tíma hafði erfðablöndun mælst í fjórum veiðiám; Laugardalsá, Múlá, Langadalsá og Hraundalsá, þannig að eldislax hefur áður gengið upp í þessar ár og hrygnt (kaflí 6).

Í Hvannadalsá, Langadalsá, Ísafjarðará og Laugardalsá var framkvæmd yfirborðsköfun og villtir laxar og eldislaxar taldir. Hæsta hlutfall eldislaxa var í Ísafjarðará og Hvannadalsá og áfram yfir 10% þrátt fyrir að hluti af eldislaxinum hafði verið fjarlægður (tafla 4.2). Varðandi fjölda eldislaxa skal hafður sá fyrirvari að í flestum tilvikum var aðeins hluti veiðiánna kannaður með yfirborðsköfun. Niðurstöðurnar um hlutfall eldislaxa er einnig þeim annmarka háð að talning villtra fiska var ekki meginmarkmið og því endurspeglar þær tölur ekki endilega raunverulega stofnstærð villtra fiska (Fjólá Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

Á árinu 2023 var ekki farið í Heydalsá, Bessastaðará, Múlá og Lágadalsá og liggja því ekki fyrir upplýsingar um hvort eldislax hafi gengið upp í þær veiðiár (mynd 4.2).

5. Samkeppnishæfni

5.1 Staða villtra laxastofna

Mælikvarði á stöðu hrygningarstofns

Fjöldi hrygningarlaxa (kíló af hrygnum) sem þarf til að nýta framleiðslugetu árinna er kallað hrygningarstofnsmarkmið í Noregi. Þar sem hrygningarstofnsmarkmið næst er nægilegur fjöldi af villtum hrygningarlaxi á hrygningarsvæðum til að geta nýtt framleiðslumöguleika árinna. Laxastofn sem er með talsvert fleiri hrygningarlaxa en nauðsynlegt er, er líklegri til að ná hrygningarstofnsmarkmiðið á næstu árum í tilfellum þar sem mikil afföll eru á laxi í hafi. Stofnar sem bæði ná hrygningarstofnsmarkmiðinu og hafa mikla framleiðslugetu (umfram hrygningarstofnsmarkið) verja sig líklega betur fyrir áhrifum eldislaxa en stofnar sem hafa litla framleiðslugetu og/eða ná ekki hrygningarstofnsmarkmiðinu (Solberg o.fl. 2024).

Vitenskapelig ráð for lakseforvaltning (VRL) í Noregi reiknar árlega út hvernig tekist hefur til við að ná hrygningarstofnsmarkmiðum og jafnframt veiðinýtingu. Þessi gögn eru notuð sem vísbending um styrk villtra laxastofna til að verjast mögulegri innblöndun á eldislaxi (Vitenskapelig ráð for lakseforvaltning 2024a).

Staða hrygningarstofna í Ísafjarðardjúpi

Laxastofnar í Laugardalsá og Langadalsá hafa verið vaktaðir árlega á síðustu árum. Niðurstöður rannsókna er að hrygning (fjöldi hroga) hefur verið lítil undanfarin ár sem veldur áhyggjum um stöðu stofnanna (Sigurður Már Einarsson 2023; Ingi Rúnar Jónsson og Sigurður Már Einarsson 2024). Það er ekki vitað til þess að það liggja fyrir upplýsingar um stöðu hrygningarstofna í öðrum veiðiám í Ísafjarðardjúpi. Viðnámsþróttur laxstofna í Ísafjarðardjúpi, a.m.k. stærri laxveiðiánna, er því tiltölulega lítill til að verjast innblöndun á eldislaxi.

Erfðafræðileg staða villta laxins

Það er talið líklegt að mikil erfðablöndun geri villta laxastofna veikari fyrir innblöndun eldislaxa. Með tímanum gæti innblöndun á eldislaxi breytt einkennum villtra laxastofnanna, dregið úr erfðabreytileika og þannig minnkað getu stofnanna til að laga sig að breytingum í umhverfinu. Innblöndun á eldislaxi veikir villta laxastofna og minnkar getu þeirra til að standast frekari innblöndun í framtíðinni (Solberg o.fl. 2024).

Á sunnanverðum Vestfjörðum hefur mælst erfðablöndun í fjölmörgum veiðiám. Í Ísafjarðardjúpi er erfðablöndun ennþá tiltölulega lítil nema í minnstu veiðiánum (kaflí 6). Viðnámsþróttur villta laxins í Ísafjarðardjúpi er því ennþá að mestu óskertur a.m.k. í stærri veiðiánum. Það er því

mikilvægt að með öllum mögulegum mótvægisáðgerðum sé reynt að lágmarka erfðablöndun laxastofna í Ísafjarðardjúpi til að tryggja viðnámsþrótt villtu laxastofnanna í Ísafjarðardjúpi.

5.2 Samkeppni á hrygningarsvæðum

Samkeppnishæfni eldislaxa er betri eftir því sem ástand hrygningarstofns er lakara og einnig eftir því sem erfðablöndun villta laxastofnsins er meiri (kafla 5.1). Í norskri rannsókn kom fram að erfðablöndun á villtum laxi í veiðiám er í meginatriðum háð hlutfalli eldislaxa í ánni (Diserud o.fl. 2022). Til viðbótar eru aðrir þættir sem hafa áhrif:

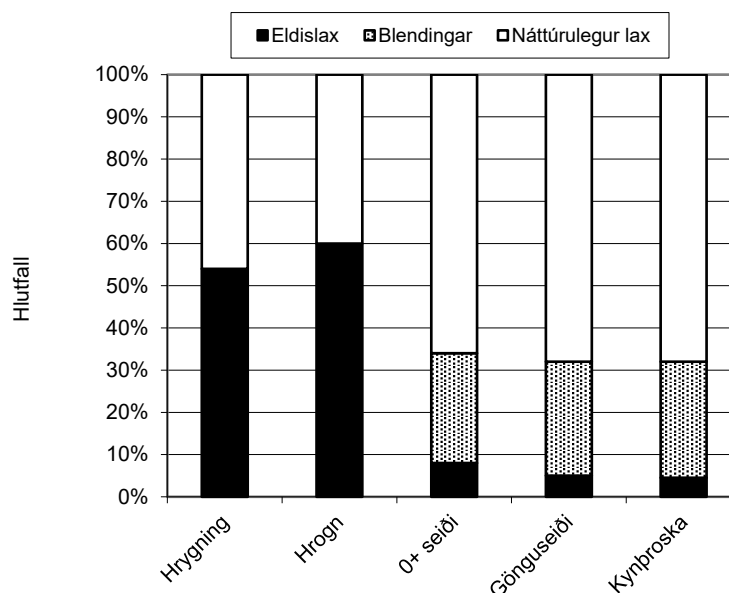
- ✓ **Kynþroskahlutfall:** Kynþroskastig eldislaxa sem ganga upp í veiðiár er afgerandi um hvort innblöndun geti átt sér stað (Madhun o.fl. 2023). Ákveðið hlutfall eldislaxa sem sækja upp í veiðiár geta verið ókynþroska en upplýsingar um hlutfall hér á landi liggja ekki fyrir.
- ✓ **Tími eldisfiska við náttúrulegar aðstæður:** Talið er að eldislaxar úr snemmbæru stroki séu hæfari til þátttöku í hrygningunni en úr síðbúnu stroki (Hansen og Youngson 1998). Það liggja ekki fyrir upplýsingar hér á landi um hlutfall úr snemmbúnu og síðbúnu stroki.
- ✓ **Kynjahlutfall:** Framlag hrygna eldislaxa er talið vera 1/3 af framlagi villtra hrygna. Framlag hænga eldislaxa er aðeins 1-3% af framlagi villtra hænga (Fleming o.fl. 1996).
- ✓ **Heilbrigði eldislax:** Hátt hlutfall eldislaxa getur mögulega borið með sér sýkingu sem dregið getur úr samkeppnishæfni (Madhun et al. 2015, 2017).

5.3 Minni framleiðslugeta

Lifun eldislaxa

Þegar skoðuð er lifun allt frá hrygningu (hrogni) þar til kynþroska lax skilar sér úr hafi þá er hún hærri hjá villtum laxi en eldislaxi (mynd 5.1). Í norskri rannsókn var áætlað að lífslíkur afkomenda eldislaxa væri 16% af lífslíkum afkomenda villtra laxa (Fleming o.fl. 2000). Í Írskri rannsókn var áætlað að lífslíkur afkomenda eldislaxa væri 7% af villta laxinum (McGinnity o.fl. 1997; 2003). Í nýrri norskri rannsókn var áætlað að lifun eldislaxa samanborið við villtan lax væri 21% til 30% (Skaala o.fl. 2019).

Mynd 5.1. Breytingar á hlutföllum afkomenda eldislaxa, blendinga og villtra laxa frá hrygningu þar til afkomendur skila sér aftur sem kynþroska fiskur í heimaá (Fleming o.fl. 2000).



Seiði eldislaxa og blendinga éta svipaða fæðu og villt seiði en eru árásarhneigðari en villtur lax. Til viðbótar vaxa eldisseiðin hraðar sem gefur þeim forskot í samkeppni um svæði í ánni, en margir aðrir þættir vega upp á móti sem dregur úr samkeppnishæfni eldislaxaseiða s.s. meiri afföll á fyrstu lífsstigunum (Weir og Fleming 2006; Ferguson o.fl. 2007). Lifun frá hrogni þar til seiðin

ganga til sjávar getur verið helmingi minni hjá eldisseiðum en villtum seiðum. Í hafi er lifun eldislaxa töluvert skert og í rannsóknum hefur komið fram að afföll eru meira en helmingi hærri en hjá villtum laxi (tafla 5.1).

Tafla 5.1. Lifun eldisseiða í veiðiám og hjá eldislaxi í hafi í samanburði við villtan lax.	
Lifun í veiðiánni	
✓	Írsk tilraun: Í öllum þremur árgöngunum voru eldisseiðin orðin færri en villtu seiðin þegar þau voru 0+. Eldisseiðin uxu betur en villtu seiðin og stærri eldisseið hröktu villtu seiðin niður ána í gegnum samkeppni. Þó eldislaxaseiði stækkuðu meira og hröktu hluta villtra seiða, var gönguseiðaframleiðslan aðeins 34 - 55% af framleiðslu villtra seiða (McGinnity mfl. 1997, 2003)
✓	Norsk tilraun: Í ferskvatnsfasanum var lifun eldisseiða fram að gönguseiðamyndun aðeins 1,8% en 3,8% hjá villtu seiðunum (Skaala o.fl. 2019).
Lifun í hafi	
✓	Írsk tilraun: Lifun eldislaxa í sjó var aðeins 0,3 % fyrir eldislaxinn og 8 % fyrir villtan lax. Lifun blendinga var þar á milli (McGinnity mfl. 1997, 2003).
✓	Norsk tilraun: Í sjó var lifun eldislaxa aðeins 0,41% en 0,94% hjá villta laxinum (Skaala o.fl. 2019).

Neikvæð áhrif á framleiðslugetu

Innblöndun eldislaxa getur haft neikvæð áhrif á framleiðslugetu laxveiðiáa af laxaseiðum, það felst m.a. í (Skaala o.fl. 2019; Solberg o.fl. 2024):

- ✓ **Minni framleiðsla seiða í ánni:** Framleiðsla villtra gönguseiða getur verið minni vegna samkeppni við eldisseiði og heildarfjöldinn minni vegna meiri affalla á eldisseiðum og blendingum.
- ✓ **Færri laxar skila sér úr hafi:** Færri laxar skila sér úr hafi vegna minni lifunar eldislaxa og blendinga en villtra laxa og afleiðingin getur verið að hrygningarstofnsmarkmið náist ekki.

5.4 Áhrif erfðablöndunar

Breytingar á laxastofni

Eldislax hefur verið kynbættur í áratugi og það kemur því ekki á óvart að eldislax sé að mörgu leyti ólíkur villtum laxi, svo sem m.t.t. vaxtarhraða, árásargirni og atferlis gegn rándýrum. Vöxtur eldisseiða er meiri en villtra seiða en afföll eru meiri hjá eldisseiðunum (Solberg o.fl. 2024). Fjölmargir aðrir eiginleikar geta breyst í villtum laxastofnum við innblöndun á eldislaxi. Tímasetning útgöngu gönguseiða getur breyst, og jafnframt svipgerð (stærð, aldur við kynþroska) (Skaala o.fl. 2019). Innblöndun getur einnig valdið því að hængarnir verða fyrr kynþroska og seinkun getur verið á því hvenær laxinn gengur upp í ár (Besnier o.fl. 2022).

Minni framleiðslugeta

Í Noregi er skilgreint að laxastofn sé í bráðri útrýmingarhættu ef breyting á erfðaeiginleikum (genetiske integritet) er 10% eða meira. Hve mikið innblöndunin þarf að vera til að laxastofninn minnki er síður skjalfest. Það er því nokkur óvissa tengd þessari fullyrðingu en eðlilegt er að gera ráð fyrir að skert lifun í eldislaxi geti minnkað laxastofna allt eftir því hversu mikil innblöndunin er. Einnig er óvissa tengd því hvort laxastofn sem hefur orðið fyrir erfðablöndun geti aftur náð náttúrulegu einkennum sínum ef dregið er úr frekari innblöndun eða komið í veg fyrir hana. Það er því mælt með frekari rannsóknum til að auka þekkingu á þáttum sem draga úr framleiðslugetu laxastofna vegna innblöndunar á eldislaxi eins og fram kemur í skýrslu Vitenskapelig råd for lakseforvaltning (2024a).

6. Erfðablöndun

6.1 Erfðablöndun í nágrannalöndum

Sjókvíaeldi á laxi hefur verið stundað í áratugi í nágrannalöndum og má af þeirra reynslu margt læra. Mælingar á erfðablöndun hafa m.a. verið gerðar í Noregi, Skotlandi, Kanada og Svíþjóð og í öllum löndunum hefur mælst erfðablöndun í villtum laxastofnum vegna innblöndunar á kynbættum norskum laxi (Solberg o.fl. 2024). Eldislax sem sleppur gengur einnig upp í veiðiár í öðrum löndum og mældist 5-6% erfðablöndun í þremur ám á vesturströnd Svíþjóðar og allt upp í 14% í fjórðu ánni (Palm o.fl. 2021).

Noregur

Í Noregi hefur verið fylgst með erfðablöndun í fjölda veiðiá. Nýleg rannsókn í 250 laxveiðiám sýna að erfðablöndun er tiltölulega mikil. Erfðablöndun hefur verið að aukast og er nú upp í um $\frac{3}{4}$ tilvika mismunandi eftir veiðiám og svæðum. Í 8,4% tilvika mældist ástandið slæmt (4-10% erfðablöndun) og í 30,8% tilvika mjög slæmt (>10% erfðablöndun). Meiningar eru um að erfðablöndun muni aukast á næstu árum í Noregi. Á friðuðum svæðum þar sem laxeldi í sjókvíum er óheimilt hefur tíðni erfðablöndunar verið að aukast á síðustu árum og var ástandið metið slæmt eða mjög slæmt í um 45% laxveiðiá (Diserud o.fl. 2023). Hægt er að sjá erfðablöndun í einstökum veiðiám í Noregi á sérstakri vefsíðu.⁸

Skotland

Í Skotlandi er norskur eldislax notaður í um 90% tilvika. Þar hafa 252 svæði verið rannsökuð m.t.t. erfðablöndunar á villtum laxi og 76,8% tilvika var ástandið talið gott. Í 13,3% tilvika mældist ástandið slæmt (6,5%-12,5% erfðablöndu) eða mjög slæmt (>12,5% erfðablöndun). Þegar Vestur-Skotland er skoðað sérstaklega, þar sem stærsti hluti laxeldisins er, hækkaði hlutfall áa með slæmt eða mjög slæmt ástand upp í 24,5% (Gilbey o.fl. 2021).

Kanada

Þrátt fyrir að óheimilt sé að vera með eldi á frjóum evrópskum laxi í Kanada, hefur hann verið notaður í eldinu, fiskurinn sloppið og valdið erfðablöndum á villtum laxi (Bradbury o.fl. 2022). Mælt var hlutfall blendinga og eldisseiða í veiðiám í nágrenni stórrar slyssleppingar á Nýfundnalandi í Kanada. Af 18 veiðiám sem voru skoðaðar var að meðaltali 27,1% blendingar og eldisseiði (Wringe o.fl. 2018)

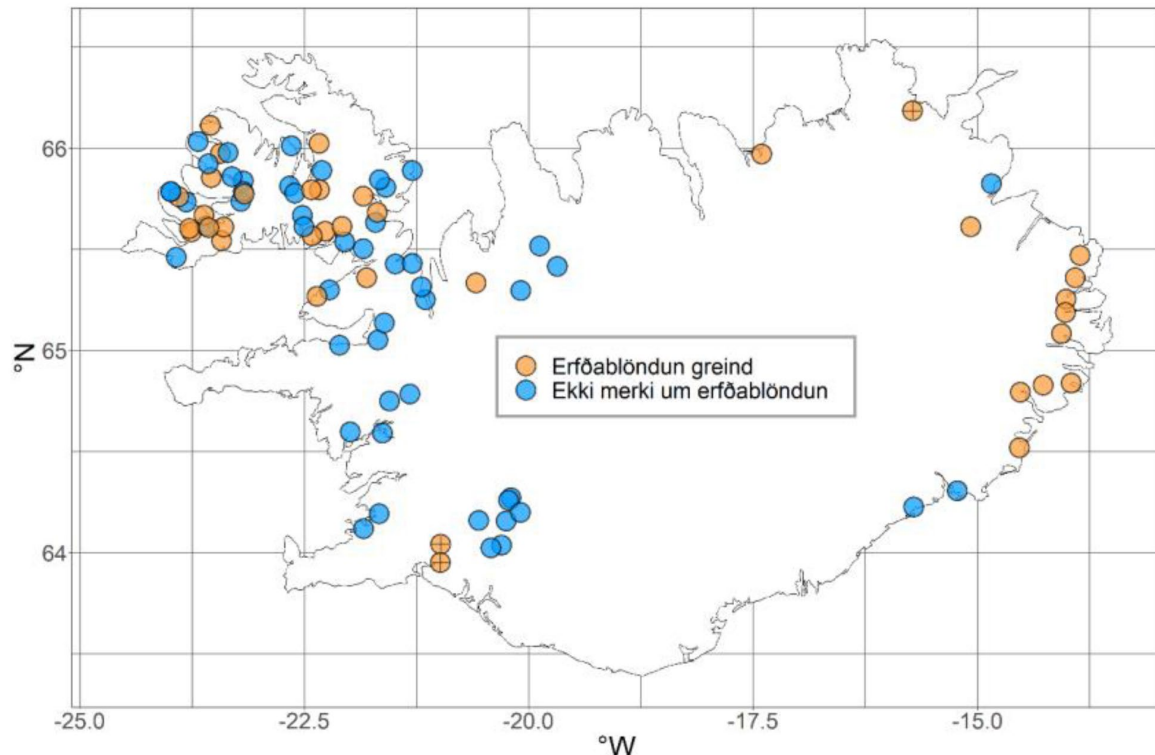
6.2 Erfðablöndun á Íslandi

6.2.1 Erfðablöndun 2017-2020

Mæld erfðablöndun

Alls voru rannsökuð 6.348 laxaseiði úr 89 ám, safnað á tímabilinu 2017 – 2020, ásamt eldri greindum sýnum. Sérstök áhersla var lögð á svæði í nálægð við sjókvíaeldi og flest sýni tilheyrðu hrygningarárgöngum 2014 – 2018 þegar framleiðsla á eldislaxi var um 6.900 tonn að meðaltali. 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, 29% áa) (mynd 6.1). 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 eldisvæðum en nokkrir blendingar fundust í allt að 250 km fjarlægð (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023; Fjóra Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

⁸ <https://romtoppdrettslaks.hi.no/>

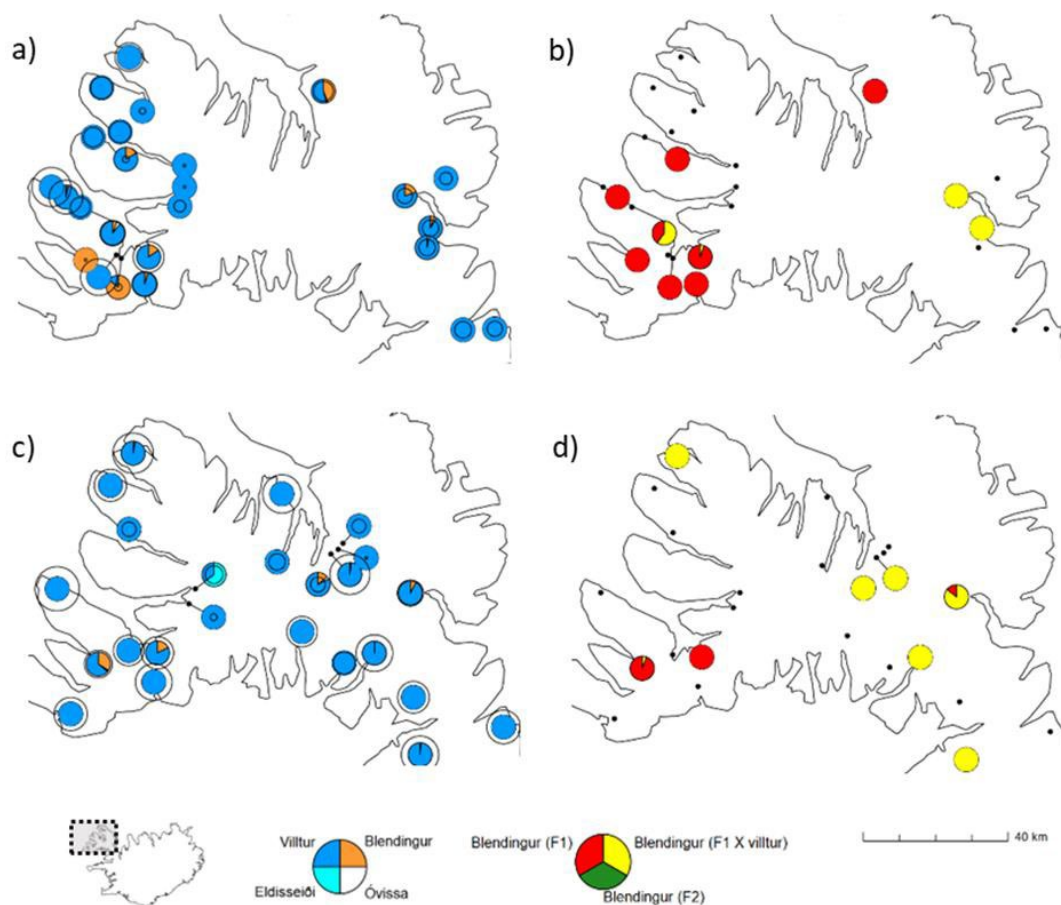


Mynd 6.1. Dreifing erfðablöndunar villts lax og eldislax (gömul og ný) í ám skv. greiningu í NewHybrids á öllum laxaseiðum (stutt niðurstöðum greininga annarra aðferða). Bláir punktar merkja að engin erfðablöndun greindist. Appelsínugulir punktar merkja að erfðablöndun greindist hjá einum eða fleiri fiskum. Appelsínugulir punktar með krossi eru sýni frá 2004 (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023).

Rannsóknin styður þannig niðurstöður rannsókna Hafrannsóknastofnunar frá 2017 og frumniðurstöður rannsókna Laxfiska ehf. um að erfðablöndun vegna eldis á norskum stofni hafi átt sér stað (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2017; Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2023).

Erfðablöndun á Vestfjörðum

Mesta erfðablöndunin mælist á sunnanverðum Vestfjörðum þar sem umfang eldisins er mest (mynd 6.2) og um minnstu árnar er að ræða. Í rannsóknunum hefur erfðablönduninni verið skipt niður í fyrstu kynslóðar blendinga (F1; afkvæmi villtra laxa og eldislaxa), annarra kynslóða blendingum (F2; afkvæmi tveggja F1-blendinga) og að lokum hópa blendinga þar sem F1-blendingar bakæxlust annað hvort við villta laxa eða eldislaxa, þ.e. F1-blendingur X villtur lax eða F1-blendingur X eldislax. Á Vestfjörðum er yfirleitt um að ræða F1 blendinga sem staðfestir að um tiltölulega nýlega erfðablöndun er að ræða. Fjöldi greindra F1-blendinga í ám var frá einum upp í 41 í Sunndalsá í Arnarfirði (2018 og 2019) eða 16% fiska sem rannsakaðir voru úr þeirri á. Hærra hlutfall greindist þó í Botnsá í Tálknafirði (32%) og í Hraundalsá í Ísafjarðardjúpi (45%). Eldri blöndun greindist í 13 af 44 ám á Vestfjörðum og rétt utan svæðisins, í Hvolsá á Skarðsströnd. Blendingar F1-blendinga og villtra voru nokkuð áberandi í Staðará í Súgandafirði (5 seiði, 1,6% sýna), í Staðará í Steingrímsfirði (12 seiði, 10%) og Múlaá í Ísafirði (8 seiði, 19,5%) (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023).



Mynd 6.2. Niðurstöður greininga úr NewHybrids á erfðablöndun villts lax og eldislax meðal seiða á Vestfjörðum úr sýnatökum árunna 2018 (a-b) og 2019 (c-d). Á fyrri myndum beggja sýnatökuára (myndir a og c) sést hlutdeild villtra seiða (blár), blendinga (appelsínugulur) og eldisseiða (túrkisblár) auk fiska með óvissa greiningu (hvítur). Stærð svartra hringja tákna hlutfallslegan sýnafjölda. Á seinni myndum (b-d) er greint á milli F1-blendinga (rauður) og eldri blöndunar, þ.e. blendinga F1-blendinga og villtra (gulur). F2-blendingar greindust ekki í sýnunum en slíkur blendingur fannst í Botnsá í Tálknafirði í sýni sem tekið var 2016 (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023).

Erfðablöndun í Ísafjarðardjúpi

Í eftirfarandi veiðiám í Ísafjarðardjúpi hafa verið tekin sýni til greiningar á mögulegri erfðablöndun á árunum 2018-2020; Laugardalsá, Heydalsá, Ísafjarðará, Múlá, Langadalsá, Lágadalsá, Hvanndalsá og Hraundalsá. Erfðablöndun fannst þessi ár í Múlá, Langadalsá og Hraundalsá (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023).

6.2.2 Erfðablöndun 2021

Útbreiðsla erfðablöndunar

Af 3.194 greindum laxasýnum úr 64 ám hringinn í kringum landið (flestum safnað árið 2021) greindist ný erfðablöndun (F1) hjá 51 seiði í 12 ám (tæplega 19% áa) og eldri erfðablöndun (F2) hjá 79 seiðum í 16 ám (25% áa) (tafla 6.1; Fjóra Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

Gera má ráð fyrir að sýnin frá 2021 séu mestmegnis af hrygningarárgöngum 2017-2020 en á því árabili var meðalframleiðsla í sjókvíaeldi um 20.000 tonn (minnst 9.701 tonn og mest 32.735 tonn). Erfðagreining á sýnum frá 2021 renna því frekari stoðum undir að erfðablöndun hefur orðið til við tiltölulega lítið eldismagn (Fjóra Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

Tafla 6.1. Niðurstöður greininga á erfðablöndun laxaseiða frá 2021 auk eldri sýna sem ekki höfðu verið birt áður (Fjola Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024)

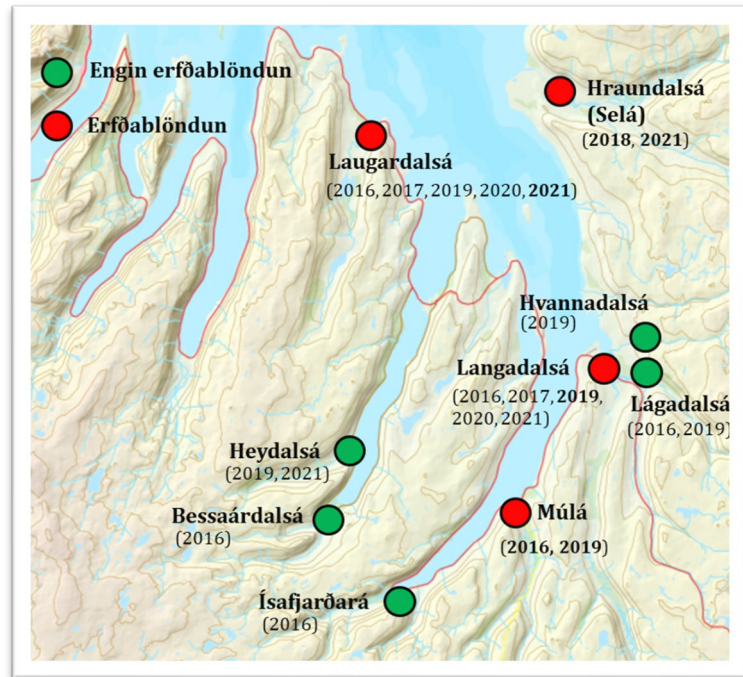
Landshluti/á	Ártal	N°	W°	Fjöldi sýna	Ný blöndun	Eldri blöndun	Eldi	Óvissa
Suðvestur- og Vesturland								
Úlfarsá	2021	64.11864	-21.64730	75				
Laxá í Leirársveit	2021	64.42772	-21.64796	73				
Grímsá	2021	64.53430	-21.29860	14				
Kjarará	2021	64.75650	-21.13156	78				
Þverá	2021	64.68853	-21.52735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

Erfðablöndun á Vestfjörðum

Á Vestfjörðum greindist ný erfðablöndun í nokkrum ám þar sem hún hafði áður greinst; í Botnsá í Tálknafirði, Sunndalsá í Arnafirði, Hraundalsá í Ísafjarðardjúpi og Staðará í Steingrímsfirði. Ný erfðablöndum greindist einnig í ám þar sem slík blöndun hafði ekki áður greinst; Dynjandisá og Mjólka í Arnafirði, Botnsá í Dýrafirði og Laugardalsá í Ísafjarðardjúpi (Fjóra Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

Erfðablöndun í Ísafjarðardjúpi

Þegar skoðaðar eru niðurstöður mælinga frá árinu 2016 til 2021 þá hefur erfðablöndun mælst í fjórum af níu ám í Ísafjarðardjúpi þar sem mælingar hafa verið gerðar (tafla 6.1; mynd 6.3). Fjöldi sýna er að vísu mismunandi á milli veiðiáa og ára. Erfðablöndun í ám í Ísafjarðardjúpi er lítil en ekkert laxeldi var stundað í Djúpinu á þessum árum. Bæði í Laugardalsá og Langadalsá hafa verið tekin sýni samtals í fimm ár og aðeins mælst erfðablöndun eitt ár. Litlu árnar, Hraundalsá og Múlá skera sig úr og mældist erfðablöndun þau ár sem sýni hafa verið tekin (mynd 6.3).



Mynd 6.3. Straumvötn í Ísafjarðardjúpi þar sem mælst hefur erfðablöndun (rautt) og ár þar sem hún hefur ekki ennþá verið mæld (grænt). Innan sviga eru sýnatökuár og þau ár sem erfðablöndun mældist eru feitletruð. (byggt á gögnum frá Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2023; Fjóra Rut Svavarsdóttir o.fl. 2024).

6.3 Áhrifaþættir

Meginlínur

Í norski rannsókn kom fram að erfðablöndun á villtum laxi í veiðiám er í meginatriðum háð hlutfalli eldislaxa í ánni sem ræðst að mestu af umfangi eldisins í nágrenninu og stærð laxastofna (Diserud o.fl. 2022). Eftir því sem umfang laxeldis er meira á Vestfjörðum má gera ráð fyrir að aukinn fjöldi eldislaxa sæki upp í veiðiár í Djúpinu. Stærð villta laxastofnsins hefur jákvæð áhrif á fjölda eldislaxa sem ganga upp í ánni en hlutfall eldislaxa eykst eftir því sem veiðiáin er minni (Diserud o.fl. 2022).

Litlu laxastofnanir

Fiskistofa gerði athugasemd við frummatsskýrslu Háafells frá 2016 að ekki væri fjallað um það í skýrslunni að laxastofnar í Ísafjarðardjúpi eru litlir og því líklegt að áhrif vegna erfðablöndunar gætu orðið mikil fyrir þá stofna, miðað við upplýsingar sem lagðar eru fram í skýrslunni.⁹ Í svari Háafells er bent á að líklega verði hlutfall eldislaxa hærra í litlum veiðiám. Ef engar mótvægisáðgerðir eru viðhafðar eru meiri líkur á erfðablöndun í litlum veiðiám með litlum stofni en stórum veiðiám með stórum laxastofnum. Ef aftur á móti tekið er tillit til mótvægisáðgerða í samanburðinum er ekki gefið að litlar veiðiár með lítinn stofn séu viðkvæmari. Það felst m.a. í því að auðveldara er að fjarlægja eldislax úr litlum veiðiám en stórum. Veiðiár í Ísafjarðardjúpi eru

⁹ Sótt 15.03.2025: https://sjavarutvegur-my.sharepoint.com/:f/g/personal/valdimar_sjavarutvegur_is/Ev05fzuGC-JClqmZy4wCJf0BdlldY-8VahLnlidTwNDlw?e=VTmaSO

tiltölulega litlar og í festum tilvikum er vatnið tært sem auðveldar aðgerðir við að fjarlægja mögulegan eldislax (Valdimar Ingi Gunnarsson og Kristján G. Jóakimsson 2020).

Í skýrslu vísindanefndar er bent á að íhuga þurfi að nota lægri viðmiðunarmörk fyrir minni stofna en stærri stofna. Ástæða þess er að fyrirbyggjandi vísindaleg gögn benda til þess að litlir og dreifðir stofnar séu hlutfallslega viðkvæmari fyrir innblöndun en stærri og þéttari stofnar (Gunnar Stefánsson o.fl. 2020). Fram hefur komið í rannsóknum að erfðablöndun er meiri í veiðiám með litla laxastofna (Wringe o.fl. 2018; Heino 2015; Diserud o.fl. 2022).

Skoðað hefur verið hvort erfðablöndun finnist í 14 litlum veiðiám í Noregi sem ekki eru skilgreindar sem laxveiðiár. Það var mismunandi á milli veiðiáa hvort erfðablöndun væri að finna og í hve miklu mæli (Solberg o.fl. 2024). Í einni rannsókn voru skoðaðar 11 litlar veiðiár (0,085-1,8 m³/sek að meðaltali) og í flestum þeirra fannst erfðablöndun og jafnvel allt yfir 90% (Pulg o.fl. 2021). Í þessu samhengi má bend á að töluverð erfðablöndun hefur mælst í Múlá og Hraundalsá í Ísafjarðardjúpi sem ekki hafa verið skilgreindar sem laxveiðiár. Á sama tíma hefur erfðablöndun verið tiltölulega lítil í veiðiám sem skilgreindar hafa verið sem laxveiðiár; Laugadalsá, Ísafjarðará, Langadalsá og Hvannadalsá (kafla 6.2).

Meginlínur ekki alltaf skýrar

Þrátt fyrir það að meginlínur séu skýrar um samhengi á milli hlutfalls eldislaxa í veiðiám og umfang erfðablöndunar er töluverður breytileiki óútskýrður. Í því samhengi hefur verið bent á hindranir í ám sem hefta för eldislaxa upp að hrygningarstöðvum og að innblöndunin geti verið mismunandi eftir stofnhópum (*phylogenetic group*) (Diserud o.fl. 2022). Hindranir í veiðiám geta verið fossar og fiskstigar sem koma í veg fyrir að eldislaxinn nái upp að hrygningarstöðvum. Hvort hindranir séu í einhverju mæli í veiðiám í Ísafjarðardjúpi sem hefta frekar för eldislaxa upp að hrygningarstöðvum frekar en villta laxins liggja ekki fyrir upplýsingar um.

Í skýrslu vísindanefndar er bent á að íhuga þurfi að viðmiðunarmörk, jafnvel að vera varfærnislegri en í Noregi, þar sem laxastofninn sem notaður er á Íslandi er af norskum uppruna (Gunnar Stefánsson o.fl. 2020). Jafnvel í Noregi virðast stofnanir vera mis næmir fyrir innblöndun. Norðlægu laxastofnanir (Barents Sea) í Norður – Noregi sem eru skildari laxi í Rússlandi þola betur innblöndun eldislax en suðlægari stofnanir (North-East Atlantic) í Noregi. Laxastofnar þar á milli þessara tveggja (transition zone) eru mjög viðkvæmir fyrir innblöndun (Diserud o.fl. 2022). Notkun á eldislaxi úr öðrum stofnhópi en finnst í villta laxinum í nágrenninu er nú talið hafa neikvæðari áhrif en áður var álitid. Eldislax af ólíkum stofnhópi en villti laxinn, eins og er hér á landi, breytir ekki aðeins tíðni genaafbrigða heldur bætir einnig inn í stofninn nýjum afbrigðum gena (Wacker o.fl. 2023).

Aðrar ástæður hafa einnig verið nefndar þar sem ekki er nægilegt samhengi á milli hlutfalls eldislaxa og erfðablöndunar, s.s. hlutfall eldislaxa sem eru kynþroska og á hvaða ævistigi eldislax hefur sloppið (Diserud o.fl. 2022). Jafnframt getur slæmt ástand hrygningarstofna mögulega aukið hlutfall innblöndunar (kafla 5.1).

6.4 Tími sem tekur villta laxastofna að jafna sig eftir innblöndun eldislaxa

Erfðablöndun minnkar með tímanum

Það hafa verið skiptar skoðanir um hvort og þá hve langan tíma það tekur fyrir laxfiskastofna, sem í hafa blandast erfðaefni eldislaxa, að hreinsa sig af framandi erfðaefnum. Rökin fyrir því að laxastofn hreinsi sig af innblöndun með tímanum eru þessi (Castellani o.fl. 2018):

- ✓ Eldislax hefur minni hrygningarárangur en villtur lax í náttúrunni.
- ✓ Valið er gegn afkvæmum eldislaxa í náttúrunni, þ.e.a.s. þeir hafa hærri dánartíðni en villtur lax.
- ✓ Svipgerðarmýkt (phenotypic plasticity), þ.e.a.s. hæfileiki lífveru til að breytast til að bregðast við áreiti frá umhverfinu.

Á Norður-Írlandi var rannsökuð langtímabreyting á erfðaeefni náttúrulegs laxastofns í einni laxveiðiá eftir að eldislaxar höfðu hrygnt í hana. Eftir sjö ár hafði hlutfall erfðaeefna upprunnin úr eldislaxi minnkað verulega (Crozier 1993, 2000). Sama hefur verið sýnt fram á í Vossa ánni í Noregi að erfðablöndun á náttúrulegum laxi minnkar með tímanum í það að hún mældist ekki. Aftur á móti var mikil erfðablöndun á hafbeitarseiðum sem fóru í ána en til að koma í veg fyrir það fer nú allur hrygningarfiskur til greiningar og eingöngu nú framleidd seiði úr arfhreinum náttúrulegum laxi (Wacker o.fl. 2024). Erfðaeefni úr eldislaxi getur farið tiltölulega hratt úr villta stofninum eða 37%–64% minnkun átti sér stað frá 0+ í 2+ seiði sem að mestu var rakið til meiri affalla (Wacker o.f. 2021).

Notkun líkana

Stuðst hefur verið við líkön til að meta hve langan tíma það tekur fyrir laxastofn sem orðið hefur fyrir erfðablöndun að hreinsa sig og ná fyrra horfi. Líkön sýna að því meira sem er af eldislaxi í veiðiám því meiri er erfðablöndunin. Þegar hlutfall eldislaxa er 5–10% eru breytingar á svipgerð og lýðfræðilegum einkennum (*demographic characteristics*) litlar eftir 50 ára innblöndun. Aðeins þegar hlutfall eldislaxa á hrygningarsvæðum var aukið í 30–50% komu breytingar á svipgerð og lýðfræðilegum einkennum vel í ljós eftir 50 ára innblöndun. Líkanið sýndi einnig að erfðafræðilegar breytingar á svipgerðum og lýðfræðilegum einkennum voru meiri þegar um var að ræða innblöndun blendinga úr veiðiám í nágrenninu sem höfðu orðið fyrir erfðablöndun frá eldislaxi. Þó bati í svipgerð og lýðfræðilegum einkennum hafi átt sér stað í mörgum tilvikum í líkönunum eftir að innblöndun var stöðvuð voru áhrifin í verstu tilvikunum að stofninum var útrýmt (Castellani o.fl. 2015, 2018).

Ákveðin óvissa í líkönum

Það hefur átt sér stað mikil framför í gerð líkana til að spá fyrir um erfðablöndun vegna innblöndunar á eldislaxi í villta laxastofna. Mikilvægt er þó að benda á að líkön geta ekki tekið tillit til óþekktra þátta og geta því haft sínar takmarkanir (Solberg o.fl. 2024). Vitenskapelig ráð for lakseforvaltning (2024a) í Noregi hefur verið bent á að óvissa er tengd því hvort laxastofn sem hefur orðið fyrir erfðablöndun geti aftur náð náttúrulegu einkennum sínum ef dregið er úr frekari innblöndun eða komið í veg fyrir frekari innblöndun.

7. Áhættumat

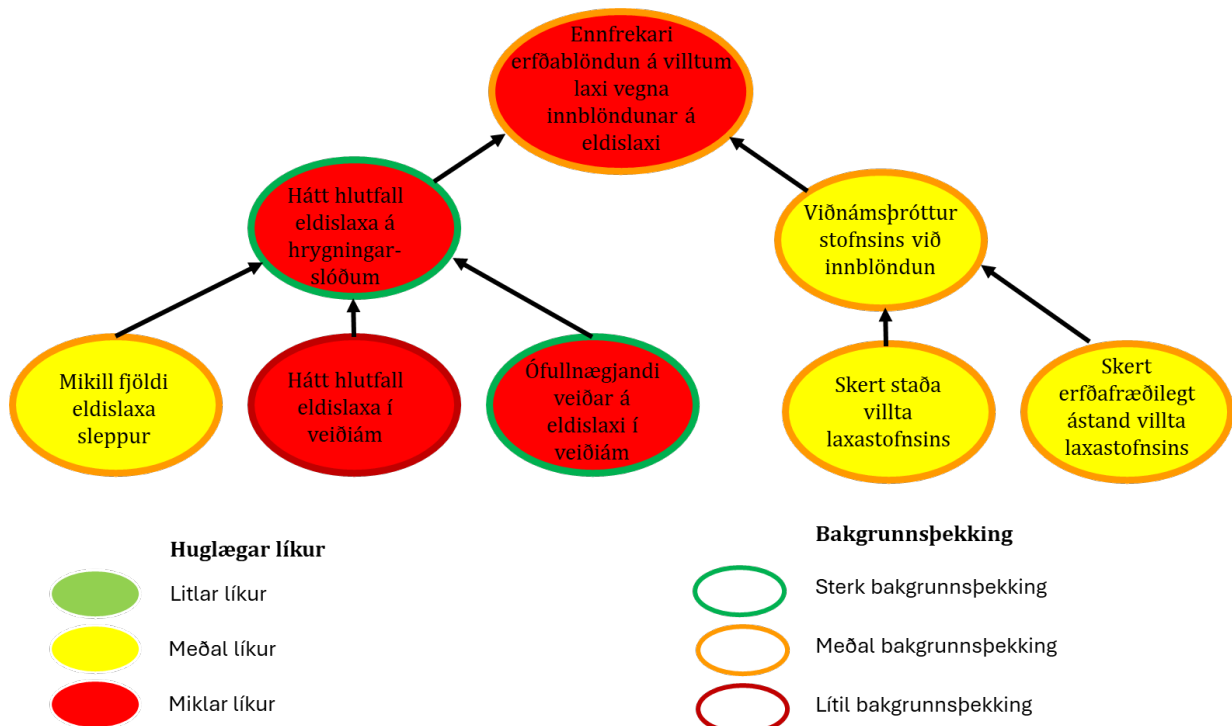
7.1 Norska áhættumatið

Norska áhættumatið

Í Noregi er notað áhættumat þar sem kortlögð er og greind er óvissa á frekari erfðabreytingum í villtum laxi vegna innblöndunar á eldislaxi. Áhættumatið er hluti af stjórnsýslunni, grundvöllur ákvarðanatöku til að tryggja sjálfbæra þróun norsks laxeldis í samræmi við norsk og alþjóðleg sjálfbærnimarkmið. Aðferðafræðin sem liggur til grundvallar áhættumatinu eru kynntar í árlegri skýrslu sem hefur verið þróuð af norsku Hafrannsóknastofnuninni (Solberg o.fl. 2024) og birt í vísindaritaritum (Glover o.fl. 2020; Andersen o.fl. 2022). Markmið áhættumatsins er að skapa skilning og viðurkenningu stjórnvalda og annarra hagsmunaaðila á forgangsröðun og ákvörðunum um val á leiðum og ráðstöfunum til verndar á villta laxinum. Gert er áhættumat fyrir öll 13 framleiðslusvæðin í Noregi (Solberg o.fl. 2024).

Áhættukort

Niðurstöður áhættumatsins er birtar í formi áhættukorts sem ætlað er að veita skilning á áhættuþáttum, áhrifum og afleiðingum erfðablöndunar (mynd 7.1). Þættir sem hafa áhrif á umfang frekari erfðablöndunar er fyrst og fremst hátt hlutfall eldislaxa á hrygningarsvæðunum og viðnámsþrótti villta laxastofnsins við nýrri innblöndun.



Mynd 7.1. Dæmi um myndræna framsetningu á áhættu á erfðablöndun á villtum laxi. Áhættukort af áhættuþáttum, áhrifum og afleiðingum erfðablöndunar auðkennt með litakóða sem tákn fyrir hugsanlegar líkur og stöðu bakgrunnsþekkingar (Solberg o.fl. 2024).

7.2 Hátt hlutfall eldislaxa á hrygningarsvæðum

Það sem vegur mest

Það er vel skjalfest samband á milli hlutfalls eldislaxa á hrygningarsvæðum og erfðablöndunar. Það eru einkum eftirtaldir þrír þættir sem hafa áhrif á líkur á því að mikill fjöldi eldislaxa haldi sig á hrygningarsvæðum villta laxins; að mikill fjöldi eldislaxa sleppi, að hátt hlutfall eldislaxa sækir upp í veiðiár og hvernig staðið hefur verið að því fjarlægja eldislax úr ám (mynd 7.1). Áhættuþættirnir „Hátt hlutfall eldislaxa í veiðiám“ og „Ófullnægjandi veiðar á eldislaxi úr veiðiám“ fá hvað mest vægi við mat á líkum á háu hlutfalli eldislaxa á hrygningarsvæðum.

Mikill fjöldi eldislaxa sleppur

Það er töluverð óvissa um fjölda eldislaxa sem sleppa hverju sinni (kafla 2). Fyrir hvert af 13 framleiðslusvæðum í Noregi þar sem nokkur þúsund laxar sleppa er litakóðinn rauður þegar fjöldinn fer yfir 10.000 eldislaxa. Það er gott samhengi á milli fjölda eldislaxa sem vart verður við á framleiðslusvæði og tilkynnts fjölda laxa sem sluppu. Bakgrunnsþekking er metin í meðallagi (litakóði gulur) fyrir öll framleiðslusvæði í Noregi (Solberg o.fl. 2024).

Hlutfall eldislaxa í veiðiám

Hátt hlutfall eldislaxa í veiðiám vegur þyngst af þeim þremur þáttum sem hafa áhrif á líkurnar að finna hátt hlutfall eldislaxa á hrygningarsvæðum (mynd 7.1). Í Noregi er fylgst með hlutfalli eldislaxa í um 200 veiðiám. Það er skilgreint sem hátt hlutfall eldislaxa þegar hlutfallið fer yfir 10% í einstökum veiðiám, á milli 4% og 10% í meðallagi og lágt þegar það er undir 4%. Framleiðslusvæði í Noregi eru merkt græn þegar meira en 90% veiðiáa er með minna en 4% eldislaxa og engin veiðiá með meira en 10%. Litakóðinn breytist í rautt þegar minna en 50% veiðiánna er með lágt hlutfall eldislaxa (< 4%) og 10% af veiðiánum með hátt hlutfall eldislaxa (> 10%). Framleiðslusvæðið fær gulan litakóða ef hlutfall eldislaxa er þar á milli. Bakgrunnsþekking á hverju framleiðslusvæði er metin út frá hlutfalli veiðiá sem eru vaktaðar m.t.t. eldislaxa og hlutfalli veiðiáa þar sem fylgst er með ástandi hrygningarstofna (Solberg o.fl. 2024).

Ófullnægjandi veiðar á eldislaxi í veiðiám

Það að fjarlægja eldislax úr veiðiám er mikilvægt og í mörgum tilvikum mjög virk aðgerð til að minnka líkur á erfðablöndun. Árangurinn getur verið misjafn s.s. vegna mismunandi aðstæðna í veiðiám og veðurskilyrða þegar veiðarnar fara fram (sjá viðauka 8.3). Í Noregi er árlega farið í aðgerðir til að fjarlægja eldislax úr að lágmarki 65-86 veiðiám. Staðan í Noregi er að ekkert framleiðslusvæði nær því að vera með fullnægjandi veiði á eldislaxi í veiðiám þar sem allar árnar eru ekki vaktaðar og eldislax fjarlægður yfir allt tímabilið (litakóði grænn). Notaður er gulur litakóði þegar veiðar á eldislaxi eru viðhafðar í minnst 90% veiðiáa með háu hlutfalli eldislaxa og líkurnar eru metnar sem meðal á því að framkvæmdin að fjarlægja eldislax úr ánni hafi verið ófullnægjandi. Þegar veiðar eru framkvæmdar í minna en 90% veiðiáa með háu hlutfalli eldislaxa er gefinn rauður litakóði. Bakgrunnsþekking er metin sem góð (litakóði grænn) fyrir öll framleiðslusvæði í Noregi þar sem tölur um veiðar á eldislaxa í veiðiám eru taldar öruggar (Solberg o.fl. 2024).

7.3 Viðnámsþróttur stofnsins við innblöndun

Stofnstaða og erfðastaða

Hvernig tekst til við hrygningu eldislaxa á hrygningarsvæðum fer mikið eftir því hversu margir villtir laxar eru á svæðinu. Líkurnar á því að villti laxinn hafi minni viðnámsþrótt við nýrri innblöndun aukast eftir því sem hrygningarstofninn er í lakari ástandi (stofnstöðu) og/eða skert erfðafræðilegt ástand stofnsins (erfðastaða). Þekkingargrunnur af samarlögðum áhrifum stofnstöðu og erfðastöðu er takmarkaður þrátt fyrir tiltölulega góða þekkingu á tveimur undirliggjandi þáttum í sitt hvoru lagi. Þekkingargrunnur er tengist "viðnámsþrótti stofnsins við innblöndun" er því metinn í meðallagi á öllum framleiðslusvæðum í Noregi (litakóði gulur) (Solberg o.fl. 2024).

Skert staða villta laxastofnsins

Mat á stöðu villta laxastofnsins tekur mið af útreikningum á því hvort markmiðum hafi verið náð er varðar stöðu hrygningarstofnsins og veiðinýtingu. Það er síðan reiknað út meðaltal fyrir hvert framleiðslusvæði (Solberg o.fl. 2024). Staða hrygningarstofns og veiðinýting var metin í um 250 laxveiðiám í Noregi á árinu 2024 sem er um 93% af hrygningarstofnum. Fyrir aðrar u.þ.b. 200 veiðiár var ekki nægileg þekking til að gera slíkt mat. Við mat á nauðsynlegri stærð hrygningarstofna er lagt út frá einu hrogni á m² upp í sex hrogn á m² allt eftir aðstæðum í viðkomandi veiðiá. Að jafnaði er miðað við að hver hrygna gefi af sér 1.450 hrogn/kg fisk (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2024b). Í töflu 7.1 er sýnt dæmi fyrir stöðu hjá stórum laxastofni flokkaður eftir hvernig til tókst að ná hrygningarmarkmiði og jafnframt mögulegri veiðinýtingu.

Tafla 7.1. Kerfi til að flokka laxastofn eftir hrygningarstofnsmarkmiði og mögulegri veiðinýtingu. Viðmið fyrir hrygningarstofnsmarkmið er háð stofnstærðinni og er meiri fyrir minni stofna. Þessi tafla miðast við stærri laxveiðiár, með meira en 250 hrygnur (Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2024b).

Möguleg veiðinýting (%)			Hrygningarstofnsmarkmið í %				
			< 50	50-69	70-79	80-90	>90
	Eðilegur	>90					
	Skertur	80-89					
	Lítill	60-79					
	Mjög lítill	<60					

Skert erfðafræðilegt ástand villta laxastofnsins

Til að mæla hvort afkvæmi eldislaxa, sem hafa klakist út í náttúrunni, og eiga uppruna sinn í hrygningu einu eða fleiri árum fyrr, þarf að gera sameindaerfðafræðilegar greiningar á einstökum fiskum. Sameindaerfðafræðilegar aðferðir reikna út hversu mikil erfðafræðileg áhrif eldislax hafi á villta laxastofna. Innblöndun eldislaxa í villtum laxastofnum hefur verið metin í 236 veiðiám í Noregi sem er um 95% af laxastofnum en fjöldi áa með hrygningarstofna er samtals 448. Erfðastaða villtra laxastofna á framleiðslusvæðum er metin í meðallagi (litakóði gulur) þegar

heildarmat erfðablöndunar (totalvurðing genetisk innkryssing) er minna en 4% og þegar hlutfallið er meira en 4% er litakóði rauður. Þekkingargrunnur á mældri erfðastöðu tekur mið af því hve hátt hlutfall af laxastofnum á framleiðsluvæðum hefur verið rannsakaður (Solberg o.fl. 2024).

8. Heimildir

- Andersen LB, Grefsrud ES, Svåsand T, Sandlund N. 2022. Risk understanding and risk acknowledgement: anew approach to environmental risk assessment in marine aquaculture. *ICES Journal of Marine Science* 79: 987–996.
- Anon. 2016b. Rømt oppdrettslaks i vassdrag. Rapport fra det nasjonale overvåkingsprogrammet 2015. Fisken og havet, særnr. 2b–2016.
- Aronsen, T., Ulvan, E.M., Naeesje, T.F. et al. 2020. Escape history and proportion of farmed Atlantic salmon *Salmo salar* on the coast and in an adjacent salmon fjord in Norway. *Aquacult Env Interact*. 12:371–83.
- Besnier, F., Ayllon, F., Skaala, Ø., Solberg, M.F., Fjeldheim, P.T., Anderson, K., Knutar, S., Glover, K.A. 2022. Introgression of domesticated salmon changes life history and phenology of a wild salmon population. *Evolutionary Applications* 15: 853–864.
- Björgvin Harri Bjarnason 2003. Greinagerð vegna óhapps við laxasláturhús Síldarvinnslunnar á Neskaupsstað. Síldarvinnslan.
- Bradbury, I.R., Lehnert, S.J., Kess, T., Van Wyngaarden, M., Duffy, S., Messmer, A.M., Wringe, B., Karoliussen, S., Dempson, J.B., Fleming, I., Solberg, M.F., Glover, K.A. & Betzen P. 2022. Genomic evidence of recent European introgression into North American farmed and wild Atlantic salmon. *Evolutionary Applications*, 15: 1436–1448.
- Bungay, T., Pennell, C., Davis, K., Hendry, C. and Hamoutene, D., 2021. A tracking study of farmed Atlantic Salmon released from marine aquaculture sites located in the Fortune Bay area of Newfoundland and Labrador (Canada) to inform on sea recapture programs as a mitigation strategy. *Aquaculture*, 539, p.736607.
- Carr, J. W., Anderson, J. M., Whoriskey, F. G. & Dilworth, T. 1997a. The occurrence and spawning of cultured Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a Canadian river. *ICES Journal of Marine Science* 54: 1064–1073.
- Carr, J. W., Lacroix, G. L., Anderson, J. M. & Dilworth, T. 1997b. Movements of non-maturing cultured Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a Canadian river. *ICES Journal of Marine Science* 54: 1082–1085.
- Castellani M, Heino M, Gilbey J, Araki H, Svåsand T, Glover KA 2015. IBSEM: An Individual- Based Atlantic Salmon Population Model. *PLoS ONE* 10(9):
- Castellani M, Heino M, Gilbey J, Araki H, Svåsand T, Glover KA. 2018. Modeling fitness changes in wild Atlantic salmon populations faced by spawning intrusion of domesticated escapees. *Evol Appl*. 11:1010–1025.
- Chittenden C. M., Rikardsen A. H., Skilbrei O. T., Davidsen J. G., Halttunen E., Skardhamar J. & McKinley R. S. 2011. An effective method for the recapture of escaped farmed salmon. *Aquaculture Environment Interactions* 1:215–224.
- Clifford, S.L., McGinnity P. & Ferguson, A. 1998. Genetic changes in Atlantic salmon (*Salmo salar*) populations of northwest Irish rivers resulting from escapes of adult farm salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55(2):358–363.
- Crozier W.W. 1993. Evidence of genetic interaction between escaped farmed salmon and wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a Northern Irish river. *Aquaculture* 113(1–2):19–29.
- Crozier W.W. 2000. Escaped farmed salmon, *Salmo salar* L., in the Glenarm River, Northern Ireland: genetic status of the wild population 7 years on. *Fish Management Ecology* 7(5):437–446.
- Diserud, O.H. et.al. 2022. Natural and anthropogenic drivers of escaped salmon occurrence and introgression into wild Norwegian Atlantic salmon populations. *ICES Journal of Marine Science*. 79: 1363–1379.
- Diserud, O. H., Hindar, K., Karlsson, S., Glover, K. A. & Skaala Ø. 2023. Genetisk påvirkning av rømt oppdrettslaks på ville laksebestander – oppdatert status 2023. NINA Rapport 2393. Norsk institutt for naturforskning.
- Ferguson, A., Fleming, I. A., Hindar, K., Skaala, Ø., McGinnity, P., Cross, T. F. & Prodöhl, P. 2007. Chapter: Farm Escapes. Pp. 357–398. In: *The Atlantic Salmon*.
- Fiskeridirektoratet 2024. Rømmingsåret 2023: Ingen vet hvor mange fisk som har rømt. (<https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Nyheter/2023/rommingsaret-2023-ingen-vet-hvor-mange-fisk-som-har-romt>).

- Fjóla Rut Svavarsdóttir, Leó Alexander Guðmundsson, Ingi Rúnar Jónsson, Sigurður Már Einarsson, Guðni Guðbergsson, Ragnar Jóhannsson og Hlynur Bárðarson 2021. Samantekt vöktunar vegna áhrifa sjókvíaldis á íslenska laxastofna 2020. Hafrannsóknastofnun, HV 2021-39. 24 bls.
- Fjóla Rut Svavarsdóttir, Leó Alexander Guðmundsson, Ingi Rúnar Jónsson, Sigurður Már Einarsson, Guðni Guðbergsson, Ragnar Jóhannsson og Hlynur Bárðarson 2022. Samantekt vöktunar vegna áhrifa sjókvíaldis á íslenska laxastofna 2021. Hafrannsóknastofnun. HV 2022-18. 30 bls.
- Fjóla Rut Svavarsdóttir, Guðni Guðbergsson, Hlynur Bárðarson, Ingi Rúnar Jónsson, Leó Alexander Guðmundsson, Sigurður Már Einarsson og Sigurður Óskar Helgason 2024. Samantekt vöktunar vegna áhrifa sjókvíaldis á íslenska laxastofna 2023. Hafrannsóknastofnun. HV 2024-29. 29 bls.
- Fleming, I.A., Jonsson, B., Gross, M.R. & Lamberg, A. 1996. An experimental study of the reproductive behaviour and success of farmed and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Journal of Applied Ecology*. 33:893-905.
- Fleming, I.A., Lamberg, A. & Jonsson, B. 1997. Effects of early experience on the reproductive performance of Atlantic salmon. *Behavioral Ecology* 8:470-480.
- Fleming, I.A., Hindar, K., Mjølnerød, I.B., Jonsson, B., Balstad T. & Lamberg, A. 2000. Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. *Proceedings of the Royal Society B* 267:1517-1523.
- Gilbey, J., Sampayo, J., Cauwelier, E., Malcolm, I., Milidine, K., Jackson, F., & Morris, D.J. 2021. A national assessment of the influence of farmed salmon escapes on the genetic integrity of wild Scottish Atlantic salmon populations. *Scottish Marine and Freshwater Science*, Vol 12, No 12. Marine Scotland Science, Pitlochry.
- Glover, K.A., Wennevik, V., Hindar, K., Skaala, Ø. and others 2020. The future looks like the past: introgression of domesticated Atlantic salmon escapees in a risk assessment framework. *Fish Fish* 21: 1077–1091.
- Gunnar Stefánsson, Bruce J. McAdam og Kevin, A., Glover 2020. Skýrsla sjávarútvegs- og landbúnaðarráðherra um niðurstöður óháðrar nefndar um athugun á aðferðarfræði, áhættumati og greiningum á fiskeldisburðarþoli á vegum Hafrannsóknastofnunar.
- Hansen, L. P. 2006a. Vandring og spredning av rømt oppdrettslaks. NINA Rapport 162. 21 s.
- Hansen, L. P. 2006b. Migration and survival of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) released from two Norwegian fish farms. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1211-1217.
- Hansen, L.P. & Jonsson, B. 1991. The timing of Atlantic salmon smolt and post-smolt release on the distribution of adult return. *Aquaculture* 98:61-71.
- Hansen, L.P. & Youngson, A.F. 1998. Interaction between farmed and wild salmon and options for reducing their impact. p.80-89. In: Youngson, A.F. Hansen, L.P. and Windsor, M.L. (eds.). 1997. Interaction between salmon culture and wild stocks of Atlantic salmon: The scientific and management issues. Report of an ICES/NASCO Symposium. 142 p.
- Hansen L. P. & Youngson A. F. 2010. Dispersal of large farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*, from simulated escapes at fish farms in Norway and Scotland. *Fisheries Management and Ecology* 17:28-32.
- Hamoutene, D. Cote, K. Marshall, S. Donnet, S. Cross, L. Hamilton, S. McDonald, K.D. & Clarke, C. Pennell 2018. Spatial and temporal distribution of farmed Atlantic salmon after experimental release from sea cage sites in Newfoundland (Canada). *Aquaculture*, 492: 147-156.
- Heino, M., Svåsand, T., Wennevik, V. & Glover, K. A. 2015. Genetic introgression of farmed salmon in native populations: quantifying the relative influence of population size and frequency of escapees. *Aquacult. Environ. Inter.* 6: 185–190.
- ICES. 2015. Report of the Working Group on North Atlantic Salmon (WGNAS), 17–26 March, Moncton, Canada. ICES CM 2015/ACOM:09. 332 pp.
- ICES. 2025. Workshop on the Genetic Risk Assessment Framework for Salmon aquaculture (WKGIRAF). ICES Scientific Reports. 7:31. 183 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.28574417>
- Ingi Rúnar Jónsson & Þórólfur Antonsson 2004. Laxar af eldisuppruna endurheimtir á Austurlandi sumarið 2003. Veiðimálastofnun. VMST-R/0403. 14 bls.
- Ingi Rúnar Jónsson og Sigurður Már Einarsson 2024. Laugardalsá 2023. Seiðarannsóknir, stangveiði og göngufiskur. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2024-12. 30 bls.
- Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2023. Annual monitoring 2015-2022 of spawning of farmed salmon in small rivers with Atlantic salmon stocks in the vicinity of salmon farming in net pens in Arnarfjörður NW-Iceland. Fyrirlestur á Salmon Summit 2023, NASF, Reykjavík, 16.-17. Mars 2013.
- Jóhannes Sturlaugsson og Snæbjörn Pálsson 2024. Uppruni sjókvíaldislaxa frá rannsóknum Laxfiska haustið og veturinn 2023 í ám á Vestfjörðum og Austfjörðum. Laxfiskar, maí 2024. 9 bls.

- Johnsen, B.O., Jensen, A.J., Økland, F., Lamberg, A. & Thorstad, E.B. 1998. The use of radiotelemetry for identifying migratory behaviour in wild and farmed Atlantic salmon ascending to Suldalslågen river in southern Norway. p. 55-68. In: Jungwirth, M., Schmutz, S. and Weiss, S. (eds.). Fish migration and fish bypasses. Fishing News Books.
- Jón Örn Pálsson, Arnar Freyr Jónsson & Gunnar Páll Eydal 2016. Framleiðsla á laxi í Patreksfirði og Tálknafirði. Aukning um 14.500 tonn í kynslóðaskiptu eldi. Mat á umhverfisáhrifum – matsskýrsla. Teiknistofan Eik 175 bls.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. 2017. Maternal inheritance influences homing and growth of hybrid offspring between wild and farmed Atlantic salmon. *Aquaculture Environment Interactions*, 9:231-238.
- Jonsson B., & Jonsson, N. & Hansen L. P. 2003. Atlantic salmon straying from the River Imsa. *Journal of Fish Biology* 62 (3):641–657.
- Lacroix, G. L., Galloway, B. J., Knox, D. & MacLatchy, D. 1997. Absence of seasonal changes in reproductive function of cultured Atlantic salmon migrating into a Canadian river. *ICES Journal of Marine Science* 54: 1086-1091.
- Leó Alexander Guðmundsson 2014. Upprunagreining á löxum veiddum í Patreksfirði í júlí 2014. Veðimálastofnun. VMST/14046. 29 bls.
- Leó Alexander Guðmundsson & Sigurður Guðjónsson 2013. Notkun erfðamarka til að greina strokulax úr sjókvíaeldi og erfðablöndun við villtan lax (V 014-13). Lokaskýrsla vegna AVS verkefnisins. 15 bls.
- Leó Alexander Guðmundsson, Guðni Guðbergsson, Halla Margrét Jóhannesdóttir & Eydís Njarðardóttir 2014. Rannsókn á löxum veiddum í Patreksfirði í ágúst 2014. Veðimálastofnun. VMST/14047.
- Leó Alexander Guðmundsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Jóhannes Guðbrandsson og Sigurður Már Einarsson 2017. Erfðablöndun eldislaxa af norskum uppruna við íslenska laxastofna. Hafrannsóknastofnun, HV 2017-031. 31 bls.
- Leó Alexander Guðmundsson, 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, 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.
- Madhun, A.S., Karlsbakk, E., Isachsen, C.H., Omdal, L.M. and others 2015. Potential disease interaction reinforced: double-virus-infected escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., recaptured in a nearby river. *J Fish Dis* 38: 209–219
- Madhun, A.S., Wennevik, V., Skilbrei, O.T., Karlsbakk, E. and others 2017. The ecological profile of Atlantic salmon escapees entering a river throughout an entire season: diverse in escape history and genetic background, but frequently virus-infected. *ICES J Mar Sci* 74: 1371–1381
- Madhun, S., Vollset, K.W., Barlaup, B.T., Skoglund, H., Velle, G. 2021. Salmon on the lam: drivers of escaped farmed fish abundance in rivers. *J Appl Ecol* 58: 550–561.
- Madhun AS, Harvey A, Skaala Øet al. 2023. Caught in the trap: over half of the farmed Atlantic salmon removed from a wild spawning population in the period 2014-2018 were mature. *Aquacult Env Interact* 15 :271–85.
- McGinnity P., Stone C., Taggart J.B., Cooke D.D., Cotter D., Hynes, R., McCamley C., Cross, T. & Ferguson A. 1997. Genetic impact of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) on native populations: use of DNA profile to assess freshwater performance of wild, farmed, and hybrid progeny in a natural river environment. *ICES Journal of Marine Science* 54: 998-1008.
- McGinnity P., Prodöhl P., Ferguson A., Hynes R., Ó Maoiléidigh N., Baker N., Cotter, D., O’Hea B., Cooke D., Rogan G., Taggart J. & Cross, T. 2003. Fitness reduction and potential extinction of wild populations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, as a result of interactions with escaped farm salmon. *Proceedings of the Royal Society, London, Series B*, 270: 2443-2450.
- Matvælastofnun 2022. Stjórnvaldssekt lögð á Arnarlax vegna brota á lögum um fiskeldi. Frétt - 25.11.2022.
- Milner, N.J. & Evens, R. 2003. The incidence of escaped Irish farmed salmon in English and Welsh rivers. *Fisheries Management and Ecology* 10: 403-406.
- Kanstad-Hanssen Ø., Bentsen, V., Jamtfall, E., Ulvund, J.B. 2023. Monitoring and removal of escapees of farmed salmon – measures following an escape incident in Patreksfjörður. SNA-report 23/2023. 20s.
- Olsen R. E. & Skilbrei O. T. 2010. Feeding preference of recaptured Atlantic salmon *Salmo salar* following simulated escape from fish pens during autumn. *Aquaculture Environment Interactions* 1:167-174.
- Palm, S., Karlsson, S., Diserud, O.H. 2021. Genetic evidence of farmed straying and introgression in Swedish wild salmon populations. *Aquaculture Environment Interactions* 13: 505-513.

- Pulg, U., Karlsson, S., Diserud, O. H., Postler, C., Stranzl, S., Espedal, E. O., and Lennox, R. 2021. Laks i sjørretbekker – villaks eller oppdrettslaks? NORCE LFI rapport 376. Norwegian Research Center, Bergen. 27 sider.
- Thorstad, E.B., Fleming, I.A., McGinnity, P., Soto, D., Wennevik, V. & Whoriskey, F. 2008. Incidence and impacts of escaped farmed Atlantic salmon *Salmo salar* in nature. NINA Special Report 36. 110 pp.
- Sigurður Már Einarsson 2023. Vöktunarrannsóknir laxfiska í Langadalsá 2022. Haf- og vatnarannsóknir. HV2023-32. 20 bls.
- Sigurður Guðjónsson, 1991. Occurrence of reared salmon in natural salmon rivers in Iceland. *Aquaculture* 98:133-142.
- Sigurður Óskar Helgason, Fjóla Rut Svavarsdóttir, Leó Alexander Guðmundsson, Ingi Rúnar Jónsson, Sigurður Már Einarsson, Guðni Guðbergsson 2023. Samantekt vöktunar vegna áhrifa sjókvíaeldis á íslenska laxastofna 2022. HV2023-31. 36 bls.
- Skaala, Ø., Besnier, F., Borgstrøm, R., Barlaup, B. T., Sørvik, A. G., Normann, E., Østebø, B. I. et al. 2019. An extensive common-garden study with domesticated and wild Atlantic salmon in the wild reveals impact on smolt production and shifts in fitness traits. *Evolutionary Applications*, 12: 1001–1016.
- Skilbrei, O. T. 2010a. Reduced migratory performance of farmed Atlantic salmon post-smolts from a simulated escape during autumn. *Aquaculture Environment Interactions* 1:117-125.
- Skilbrei, O. T. 2010b. Adult recaptures of farmed Atlantic salmon post-smolts allowed to escape during summer. *Aquaculture Environment Interactions* 1:147-153.
- Skilbrei, O. T. 2013. Migratory behaviour and ocean survival of escaped out-of-season smolts of farmed Atlantic salmon *Salmo salar*. *Aquaculture Environment Interactions* 3:213-221.
- Skilbrei, O. T. 2015. Hva gjør rømt oppdrettslaks? I, Bakketeig, I.E., Gjøsæter, H., Hauge, M., Sunnset, B.H. & Tof, K. Ø. (red.). Havforskningsrapporten 2015 Ressurser, miljø og akvakultur på kysten og i havet. Fisken og havet, særnummer 1–2015: 15-17.
- Skilbrei, O. T. & Jørgensen, T. 2010. Recapture of cultured salmon following a large-scale escape experiment. *Aquaculture Environment Interactions* 1:107-115.
- Skilbrei, O.T., Holst, J. C., Asplin, L., and Holm, M. 2009. Vertical movements of “escaped” farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) - a simulation study in a western Norwegian fjord. *ICES Journal of Marine Sciences* 66: 278–288.
- Skilbrei O. T., Holst J. C., Asplin L. & Mortensen S. 2010. Horizontal movements of simulated escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a western Norwegian fjord. *ICES Journal of Marine Science* 67:1206-1215.
- Skilbrei, O. T., Skulstad O. F. & Hansen T. 2014a. The production regime influences the migratory behaviour of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture* 424–425:146-150.
- Skilbrei, O. T., Heino, M. & Svåsand, T. 2015a. Using simulated escape events to assess the annual numbers and destinies of escaped farmed Atlantic salmon of different life stages from farm sites in Norway. *ICES Journal of Marine Science* 72: 670-685.
- Skilbrei, O.T., Normann, E.S., Meier, S. & Olsen, R.E. 2015b. Use of fatty acid profiles to monitor the escape history of farmed Atlantic salmon. *Aquaculture Environment Interactions* 7:1–13
- Skilbrei, O.T., Næsje, T.F., Barlaup, B., Sægrov, H., Lo, H., Skaala, Ø., Fiske, P., Skoglund, H., Urdal, K., Florø-Larsen, B., Wennevik, V., Aronsen, T., Otterå, H., Hindar, K. & Glover, K. 2015. Nytt nasjonalt overvåkingsprogram for rømt lak. I, Bakketeig, I.E., Gjøsæter, H., Hauge, M., Sunnset, B.H. & Tof, K. Ø. (red.). Havforskningsrapporten 2015. Ressurser, miljø og akvakultur på kysten og i havet. Fisken og havet, særnummer 1–2015: 20-21.
- Skoglund, H., Barlaup, B.T., Lehmann, G.B., Normann, E.S., Wiers, T., Skår, B., Pulg, U., Vollset, K.W., Velle, G. & Gabrielsen, S.-E. 2014. Gytefisktelling og registrering av rømt oppdrettslaks i elver på Vestlandet høsten 2013. LFI Uni Miljø. LFI-rapport nr. 230. 40 s.
- Skoglund, H., Wiers, T., Landro, Y., Kambestad, M. & Guðmundsson, L. A. 2023. Field report for snorkeling surveys and removal of escaped farmed salmon in 13 rivers in Iceland 2023. NORCE Norwegian Research Centre. LFI-report nr. 502. 24 bls.
- Skolgrund, H. Et.al. 2024. Experiences from targeted removal of farmed Atlantic salmon from Norwegian rivers. *ICES Journal of Marine Science* 81(5): 909–917.
- Solberg, M.F. o.fl. 2024. Rømt oppdrettslaks – risikovurdering og kunnskapsstatus 2024. Risiko for ytterligere genetisk endring hos villaks som følge av innkryssing av rømt oppdrettslaks. Rapport fra havforskningen Nr.: 2024-32. 94 s.
- Solem, Ø., Hedger R. D., Urke H. A., Kristensen T., Økland F., Ulvan E. M. & Uglem I. 2013. Movements and dispersal of farmed Atlantic salmon following a simulated-escape event. *Environmental Biology of Fishes* 96:927-939.

- Svenning M.-A., Lamberg, A., Dempson, B., Strand, R., Hanssen, Ø.K. & Fauchald P. 2016. Incidence and timing of wild and escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) in Norwegian rivers inferred from video surveillance monitoring. *Ecology of Freshwater Fish* :n/a-n/a doi:10.1111/eff.12280
- Strand, N., Glover, K. A., Meier, K., Ayllon, F., Wennevik, V., Madhun, A. S., Skaala, Ø., Hamre K, Fjellidal P.G., Hansen T., Niemela E, Knutar S, Fjeldheim P.T., Solberg M.F. 2024. Regional and temporal variation in escape history of Norwegian farmed Atlantic salmon. *ICES Journal of Marine Science* 81(1): 119–129.
- Uglen, I., Økland, F. & Rikardsen, A.H. 2013. Early marine survival and movements of escaped Atlantic salmon *Salmo salar* L. juveniles from a land-based smolt farm during autumn. *Aquaculture Research* 44 (12): 1824–1834.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 2002. Hugsanleg áhrif eldislaxa á villta laxastofna. Embætti veiðimálastjóra. 67 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 2024. Slysasleppingin í Patreksfirði: Aðdragandinn, ástæðurnar og viðbrögðin. Leiðbeiningar fyrir fjölmiðla nr. 9. 44 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson & Eiríkur Beck 2004. Slysasleppingar á eldislaxi á árinu 2003 - Kynþroskahlutfall og endurheimtur. Veiðimálastjóri. 18 bls
- Valdimar Ingi Gunnarsson & Eiríkur Beck 2005. Kynþroskahlutfall, örmerkingar og endurheimtur á eldislaxi á árinu 2004. Veiðimálastjóri. EV-2005-001. 16 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson 2016. Náttúrulegir laxastofnar, umhverfisáhrif laxeldis, mótvægisáðgerðir, vöktun og veiðar á eldislaxi. Fylgiskjal með frummatsskýrslu Háafells. 46 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson og Kristján G. Jóakimsson 2016. Frummatsskýrsla fyrir 6.800 tonna framleiðslu á laxi í sjókvíum í Ísafjarðardjúpi á vegum Háafells ehf. 231 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson og Kristján G. Jóakimsson 2017. Greinargerð Háafells vegna Áhættumats Hafrannsóknastofnunar. Viðbótargögn við Matsskýrslu fyrir 6.800 tonna framleiðslu á laxi í sjókvíum í Ísafjarðardjúpi á vegum Háafells ehf. Í bréfi Skipulagsstofnunar dagsettu 28. júlí 2017 er óskað eftir að gerð sé grein fyrir Áhættumati Hafrannsóknastofnunar og hvernig fyrirhuguð framkvæmd samrýmist þeim takmörkunum sem Hafrannsóknastofnun leggur til að settar verði við framleiðslu á frjóum laxi. 51 bls.
- Valdimar Ingi Gunnarsson og Kristján G. Jóakimsson 2019. Greinargerð Háafells vegna Áhættumats Hafrannsóknastofnunar. Svör Háafells við Andmælum Hafró. 45 bls.
- Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2024a. Status for norske laksebestander i 2024. Report fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 19, 130 s.
- Vitenskapelig råd for lakseforvaltning 2024b. Metoder for vurdering av norske laksebestander i 2024. Metoderapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 1. 60 s.
- Wacker, S., Aronsen, T., Karlsson, S., Ugedal, O., Diserud, O.H., Ulvan, E.M., Hindar, K. & Næsje, T. 2021. Selection against individuals from genetic introgression of escaped farmed salmon in a natural population of Atlantic salmon. *Evolutionary Applications*, 14: 1450-1460.
- Wacker, S., Bolstad, G.H., Diserud, O.H., Hindar, K. & Karlsson, S., 2023. Introgression of non-native mitochondrial haplotypes from farmed to wild Atlantic salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 80: 1644–1652.
- Wacker, S., Barlaup, B. T., Diserud, O. H., Normann, E. S. & Karlsson, S. 2024. Vossolaksen – genetisk status 2023. NINA Rapport 2496. Norsk institutt for naturforskning.
- Webb, J.H., Hay, D.W., Cunningham, P.D. & Youngson, A.F. 1991. The spawning behaviour of escaped farmed and wild adult Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a northern Scottish river. *Aquaculture* 98:97-110.
- Webb, J.H., McLaren, I.S., Donaghy, M.J. and Youngson, A.F. 1993a. Spawning of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the second year after their escape. *Aquaculture and Fisheries Management* 24(4): 557-561.
- Webb, J.H., Youngson, A.F., Thompson, C.E., Hay, D.W., Donaghy, M.J. & McLaren, I.S. 1993b. Spawning of escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in western and northern Scottish rivers: Egg deposition by females. *Aquaculture and Fisheries Management* 24(5): 663-670.
- Wennevik, V. o.fl. 2024. Rømt oppdrettslaks i vassdrag i 2023 - Rapport fra det nasjonale overvåkningsprogrammet. Rapport fra havforskningen Nr.: 2024-24. 76 s.
- Weir, L.K. & Fleming, I.A. 2006. Behavioural interactions between farm and wild salmon: potential for effects on wild populations. In: A Scientific Review of the Potential Environmental Effects of Aquaculture in Aquatic Ecosystems, Volume V. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 2450: 1-29.
- Whoriskey, F.G. & Carr, J.W. 2001. Returns of transplanted adult, escaped, cultured Atlantic salmon to the Magaguadavic River, New Brunswick. *ICES Journal of Marine Science* 58: 504-509.

- Whoriskey, F.G., Brooking, P., Doucette, G. Tinker, S. & Carr, J.W. 2006. Moments and survival of sonically tagged farmed Atlantic salmon released in Cobscook Bay, Maine, USA. ICES Journal of Marine Science 63: 1218-1223.
- Wringe BF, Jeffery NW, Stanley RRE, Hamilton LC, Anderson EC, Fleming IA, Grant C, Dempson JB, Veinott G, Duffy SJ, Bradbury IR. 2018. Extensive hybridization following a large escape of domesticated Atlantic salmon in the Northwest Atlantic. Communications Biology 1.
- Þórólfur Antonsson, Jorge H. Fernández & Ingir Rúnar Jónsson 2003. Fiskistofnar áa á Mið austurlandi. Veiðimálastofnun. VMST-R/0319. 19 bls.
- Økland, F., Heggberget, T.G. & Jonsson, B. 1995. Migratory behavior of wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) during spawning. Journal of Fish Biology 46:1-7.