



## **Fiskeldi Austfjarða hf.**

**Frummatsskýrsla vegna 7.000 tonna framleiðslu á laxi  
í Stöðvarfirði  
VIÐAUKAR**

**Mat á umhverfisáhrifum**

**15. júní 2020**



## Efnisyfirlit

Viðauki 1: Áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi .....	1
Viðauki 2: Staðarstraummælingar í Stöðvarfirði.....	43
Viðauki 3: Mat á burðarþoli Stöðvarfjarðar m.t.t. sjókvíaeldis.....	67
Viðauki 4: Drög að vöktunaráætlun fyrir Fiskeldi Austfjarða vegna sjókvíaeldis í Stöðvarfirði .....	76
Viðauki 5: Rannsóknir á lífríki Stöðvarfjarðar .....	83
Viðauki 6: Yfirlýsing dýralæknis fisksjúkdóma vegna laxalúsar á Austfjörðum.....	116
Viðauki 7: Leiðbeiningar frá MAST um lúsatalningu .....	117
Viðauki 8: Yfirlýsing RORUM dagsett 11. júní 2019.....	122
Viðauki 9: Veiðar samkvæmt afladagbókum 2005-2015.....	124
Viðauki 10: Gæðahandbók Fiskeldis Austfjarða.....	126
Viðauki 11: Vátrygginaksírteini og yfirlýsing frá Trygginarmiðstöðinni vegna Stöðvarfjarðar.....	181
Viðauki 12: Lokaðar kvíar í sjó og landeldi - valkostagreining .....	183
Viðauki 13: Yfirlýsing frá Stapa jarðfræðistofu dagsett 18. september 2019 .....	195
Viðauki 14: Viðhorf ferðamanna til fiskeldis á Austfjörðum.....	196
Viðauki 15: Spurningavagn MMR viðhorfskannanir í júní og desember 2018 til fiskeldis.....	212
Viðauki 16: Endurskoðað áhættumat erfðablöndunar 2020 .....	223
Viðauki 17: Endurskoðað áhættumat erfðablöndunar 2020 – tækniskýrsla.....	226

# Viðauki 1: Áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi

## Áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi

Ragnar Jóhannsson, Sigurður Guðjónsson, Agnar Steinarsson og Jón Hlöðver Friðriksson

Upplýsingablað

Titill: Áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi		
Höfundur: Ragnar Jóhannsson, Sigurður Guðjónsson, Agnar Steinarsson og Jón Hlöðver Friðriksson		
Skýrsla nr: HV 2017-027	Verkefnisstjóri: Ragnar Jóhannsson	Verknúmer: 10598
ISSN nr. 2298-9137	Fjöldi síðna: 38	Útgáfudagur: 14.07 2017
Unnið fyrir: Hafrannsóknastofnun	Dreifing: Opin	Yfirfarið af: SG
<p><b>Ágrip:</b></p> <p>Unnið var áhættumat vegna mögulegrar erfðablöndunar frá laxeldi í sjókvíum á Vestfjörðum og Austfjörðum. Matið var unnið í samstarfi með erlendum sérfræðingum á sviði stofnerfðafræði. Áhættumatið verður sannreynt og uppfært reglulega með viðamikilli vöktun í laxveiðiánum. Getur það leitt til aukningar eða minnkunar á æskilegu leyfilegu magni á frjóum laxi í sjókvíeldi. Frumforsenda greiningarinnar er að náttúrulegir laxastofnar skaðist ekki. Sé tekið tillit til varúðarsjónarmiða er miðað við að fjöldi eldislaxa verði ekki meira en 4% í ánum en erfðablöndun verði mun lægri. Notuð voru bestu fáanleg gögn bæði innan lands og utan. Búið var til dreifingarlíkan sem sýnir hvernig eldislax getur dreifst frá eldissvæðum á Vestfjörðum og Austfjörðum. Fjöldi eldislaxa sem getur komið í ár er háður fjarlægð frá eldissvæði og umfangi eldisins.</p> <p>Líkanið gerir almennt ráð fyrir litlum áhrifum á náttúrulega stofna fyrir utan nokkrar ár. Nokkur áhrif verða á Laugardalsá, Hvannadalsá/Langadalsá í Ísafjarðardjúpi en Breiðdalsá í Breiðdalsvík er sú á sem virðist í mestri hættu. Þessar fjórar ár þarf að vakta sérstaklega. Af þessum ástæðum og í ljósi núverandi þekkingar er lagt til að ekki verði leyft eldi í Ísafjarðardjúpi vegna mögulegra mikilla neikvæðra áhrifa á laxastofna í Djúpinu. Af sömu ástæðum er lagt til að eldi verði ekki aukið í Berufirði og lagst gegn eldi í Stöðvarfirði vegna nálægðar við Breiðdalsá. Niðurstöður matsins eru því að ásættanlegt sé að leyfa allt að 71.000 tonna framleiðslu af frjóum eldislaxi hér við land. Þar af 50.000 tonn á Vestfjörðum og 21.000 tonn á Austfjörðum. Hér er um að ræða um sjöfalda núverandi ársframleiðslu í íslensku laxeldi sem nú er um 10.000 tonn. Helsta ástæðan fyrir þessari niðurstöðu er sú að eldissvæðin eru í mikilli fjarlægð frá helstu laxveiðiám og laxeldi er bannað á mjög stórum hluta strandlengjunnar. Í Noregi og Skotlandi eru eldissvæðin hins vegar í mjög mikilli nálægð við helstu laxveiðiár og því verða blöndunaráhrifin mun meiri í þessum löndum. Áhættumatslíkanið er fyrst og fremst hugsað sem gagnvirk verkfæri til þess að meta mögulegt umfang erfðablöndunar á hlutlægan hátt.</p> <p>Til viðbótar eru lagðar til mótvægisáðgerðir til að sporna við erfðablöndun. Þeirra helstar eru að leggja enn meiri áherslu á að næg hrygning sé ávallt til staðar í náttúrulegum laxveiðiám. Þá er lagt til að stór gönguseiði verði notuð í eldinu í meira mæli en nú er. Það dregur bæði úr hættu á slysasleppingum og kemur eldinu einnig til góða. Þá er lagt til að kynbótum verði flýtt á eldisstofninum á þann veg að kynþroskastærð/aldur hækki með því að skima burt arfbæra fyrir</p>		

snemmkynþroska í eldisstofninum. Það hefur þau áhrif að mun lægra hlutfall laxa er kynþroska við slátrun og dregur enn frekar úr hættu sem stafar frá þeim laxi auk þess að auka verðmæti sláturfisksins. Ef tekst að koma þessum aðgerðum í framkvæmd er mögulegt að endurmeta matið til hækkunar.

Þessu til viðbótar er unnt að ala ófrjóan lax. Auka þarf rannsóknir og tilraunir með ófrjóan lax á Íslandi við þær aðstæður sem hér eru. Þetta verði gert í samvinnu við erlenda rannsóknaraðila og eldisfyrirtækin í landinu. Í samræmi við framangreint er óhætt að ala auk 71.000 tonna framleiðslu af frjóum eldislaxi hér við land og allt að 61.000 tonn af ófrjóum laxi miðað við núverandi burðarþolsmat fyrir þessi svæði. Eldi á ófrjóum laxi á Vestfjörðum getur því orðið allt að 30.000 tonn til viðbótar við 50.000 tonna framleiðslu á frjóum laxi og á Austfjörðum getureldi á ófrjóum laxi orðið 31.000 tonn til viðbótar við framleiðslu á 21.000 tonnum af frjóum laxi. Aðrir þættir geta jafnframt takmarkað umfang eldisins eins og endurskoðað burðarþol, óæskileg áhrif laxalúsar, stærð heppilegra eldissvæða og ef vart verður við óæskileg áhrif á hrygningu eða uppeldi nytjastofna sjávar (þorskur, ýsa, rækja og fleiri tegundir). Starfshópur um stefnumótun í fiskeldi mun vinna með niðurstöður áhættumatsins í störfum sínum sem og ráðuneyti sjávarútvegs- og landbúnaðar.



**Abstract:**

Risk assessment was made to evaluate how much salmon farming could be operated in Iceland without taking too high risk of genetic deterioration of the wild salmon populations. Many fjords and bays with valuable salmon rivers are already closed for salmon farming and salmon farming is limited to 2 areas one in the Westfjords, NW- Iceland and another in the Eastfjords. The salmon farms use a strain of a Norwegian origin from a selective breeding program. The risk assessment will then be evaluated annually with monitoring of the wild population in the rivers. A monitoring programme is described where genetic introgression is measured annually in rivers in all parts of Iceland. Best available data from the literature was used in the model both from Iceland and from other salmon farming countries. Precautionary approach was used and the threshold number of escapees should not exceed 4 % in natural salmon rivers. Genetic introgression will presumably be much lower due to lower spawning success and fitness of the escapees from salmon farms. A model was made to calculate the distribution of escapees from farming sites in the Westfjords, NW-Iceland and the Eastfjords. Two separate models were run one for smolt escapees and another for adult escapees as the adults can travel in rivers further away and distribute more. The size of the farming and the distance to rivers are the key variables in the model.

Based on the principle to protect the wild populations it is suggested that not more than 71.000 tonnes of fertile salmon can be farmed in Iceland, thereof 50.000 tonnes in Westfjords and 21.000 in the Eastfjords. Three rivers close to the farming sites are most vulnerable and must be monitored.

A number of countermeasures are proposed to decrease the risk. These measures include; using larger smolt (500 g+), eliminating early maturity in the farm stock and increase research and development of using sterile salmon in farming and more. The ministry of fisheries and agriculture will now consider the conclusions of the risk assessment for its work in policy making for the aquaculture.

**Lykilord:** Laxeldi, erfðafræði, áhætta, laxveiðiár

<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 	<b>Undirskrift forstöðumanns sviðs:</b> 
--	---

## Efnisyfirlit

Formáli .....	2
Samantekt .....	3
Ástand laxastofna í N-Atlantshafi og Kyrrahafi .....	6
Atlantshafslax .....	6
Kyrrahafslax .....	7
Laxveiði á Íslandi .....	8
Ástand íslenskra laxastofna .....	10
Stofngerð íslenskra laxastofna .....	12
Laxeldi á Íslandi .....	13
Slysasleppingar og stök eldislaxa á Íslandi .....	14
Rannsóknir á erfðablöndun íslenskra laxastofna .....	15
Erfðablöndun eldislaxa og villtra laxastofna í Noregi .....	16
Slysasleppingar og hrygning strokulaxa í Noregi .....	17
Mat á umfangi slysasleppinga í norsku laxeldi .....	17
Hrygning strokulaxa .....	17
Munurinn á eldislaxi og villtum laxi .....	18
Erlend reiknilíkön fyrir erfðablöndun laxastofna .....	19
Alþjóðlegt samstarf og reiknilíkön erfðablöndunar .....	19
Reiknilíkan og flokkunarkerfi NINA .....	20
Þröskuldsgildi í áhættumati erfðablöndunar í Noregi .....	20
Áhættulíkan fyrir erfðablöndun eldislax við íslenska stofna .....	21
Tilgangur reiknilíkans fyrir áhættumat .....	21
Sértæk virkni reiknilíkans fyrir íslenskar aðstæður .....	21
Forsendur og breytistærðir reiknilíkans .....	22
Reiknijöfnur reiknilíkans .....	23
Tillaga að þröskuldsgildi stroklaxa í stofni .....	24
Notkun áhættulíkansins .....	25
Notkun og niðurstöður líkans .....	25
Breytur .....	25
Niðurstöður miðað við rekstrarleyfi sem gefin hafa verið út .....	26
Niðurstöður miðað við núverandi burðarþolsmat .....	27
Vöktunaráætlun .....	28
Skráning, eftirlit og merkingar .....	28
Varðveisla erfðæfnis .....	28
Vöktun .....	28
Sýnataka og greining .....	29
Mótvægisáðgerðir .....	31
Ályktanir og tillögur .....	33
Tillögur að magni eldis á hverju svæði .....	33
Heimildir .....	35



## Formáli

Miklir möguleikar eru í fiskeldi á Íslandi. Til þess að nýta þá þarf aukna rannsókn- og þróunarvinnu. Áform eru uppi um aukið eldi á laxi í sjókvíum. Þegar notkun á norskættuðum kynbættum eldislaxi var leyfð upp úr aldamótum þá var um leið sjókvíaeldi á laxfiskum bannað í fjörðum og flóum utan helstu laxveiðianna til að vernda villtu laxastofnana gegn erfðablöndun og laxalús. Eftir standa svæði þar sem laxeldi er ekki bannað, aðallega á Vestfjörðum og Austfjörðum. Í dag hafa verið gefin út leyfi fyrir eldi á um 30.000 tonnum af laxi. Framleiðslan í ár er áætluð um 10.000 tonn. Óheft aukning á laxeldi í sjókvíum getur ógnað velferð villtra laxastofna. Því lagði Hafrannsóknastofnun til að unnið yrði áhættumat þar sem nýtt yrði fyrirbyggjandi þekking hérlendis og erlendis til að meta hversu mikið eldi á frjóum laxi í sjókvíum væri óhætt að stunda án þess að óásættanleg áhætta væri tekin með náttúrulega laxastofna landsins. Samhliða yrði búin til og sett af stað vöktun í ánum til að endurmeta áhættuna með reglubundnum hætti. Í raun er þetta hugmyndafræðin með svipuðum hætti og aflaráðgjöf stofnunarinnar. Árlega mun vöktun segja til um hversu mikið eldi er ásættanlegt að stunda án þess að náttúrulegir laxastofnar skaðist. Vera kann að það þurfi að minnka umfang laxeldis eða óhætt verði að auka það. Áhættumatið tekur eingöngu til eldis á frjóum laxi. Með notkun á ófrjóum laxi er unnt að auka eldi umfram það sem hér er lagt til.

Þessi vinna hófst í vor með stuðningi frá umhverfissjóði sjókvíaeldis. Að vinnunni komu auk sérfræðinga Hafrannsóknastofnunar tveir virtir stofnerfðafræðingar, þeir Dr. Eric Verspoor, forstöðumaður Áa og vatnastofnunar Inverness college, University of the Highlands and Islands í Skotlandi og Dr. Philip McGinnity, vísindamaður við Cork University á Írlandi.

Hér eru niðurstöður og tillögur stofnunarinnar settar fram. Hér er eingöngu mat lagt á áhættu vegna erfðablöndunar. Aðrir þættir geta takmarkað eldið eins og burðarþol fjarða eða endurskoðun þess sem þarf að gera um leið og álag (eldi) fer af stað í hverjum firði. Þá geta staðhættir og stærð fjarða takmarkað eldismöguleika. Einnig þarf að huga vel að vörnum gagnvart laxalús og að hún valdi ekki skaða í eldinu og náttúrulegum stofnum nærri eldissvæðum. Í íslenskum fjörðum á sér einnig stað hrygning nytjastofna og seiðauppeldi. Rannsaka þarf og vakta áhrif eldis á þessa þætti sem og á aðra nytjastofna eins og rækju.

## Samantekt

Stangveiði og netaveiði úr náttúrulegum íslenskum laxastofnum hafa gefið að meðaltali um það bil 40-50 þúsund laxa á ári undanfarna fjóra áratugi. Með tilkomu hafbeitar og sleppinga, ásamt minnkun netaveiða, hefur síðan orðið mikil fjölgun í heildarfjölda stangveiddra laxa upp í allt að 80-90 þúsund laxa í bestu árum. Bein verðmæti veiðiréttinda í íslenskum laxveiðiám eru metin yfir 4 milljarðar króna og með afleiddum, óbeinum áhrifum (gisting, veitingasala o.fl.) metin 15-20 milljarðar króna á ári.

Íslenskar stofnerfðarannsóknir hafa leitt í ljós erfðabreytileika milli íslenskra laxastofna og sýnt að hver á hefur sinn sérstaka stofn. Íslenskur lax er fjarskyldur öðrum Atlantshafslaxi. Mestur erfðamunur er milli lax í Ameríku og Evrópu, svo myndar íslenskur lax sérstakan erfðahóp sem skilur sig frá evrópskum laxi. Norskur lax er því fjarskyldur íslenskum laxi en eldisstofn af norskum uppruna er notaður í eldið hér á landi. Staða íslensku laxastofnanna er allgóð en víða hefur laxastofnum hnignað annars staðar. Hlutfall stórlaxa í íslenskri laxveiði var u.þ.b. 50% fyrir fjórtíu árum síðan en upp úr 1985 fór hlutfall stórlaxa í laxveiði hratt minnkandi og hlutfallið var komið niður í rúm 10% á árunum upp úr aldamótum. Meginástæða þess er hærri dánartala lax á öðru ári í sjó. Til að sporna við því að tapa þessum erfðabætti úr stofninum var farið að sleppa stangveiddum stórlaxi lifandi. Hlutfall stórlaxa hefur farið heldur vaxandi á nýjan leik og var 14% á árinu 2015.

Laxeldi á Íslandi á sér 45 ára sögu og fyrir um það bil sjö árum síðan hófst svokölluð þriðja bylgja sjókvíaldis á laxi á Íslandi. Árið 2016 urðu tímamót þegar framleiðslan rúmlega tvöfaldaðist á einu ári upp í 7.200 tonn og á yfirstandandi ári er áætlað að framleiðslan muni aukast upp í u.þ.b. 10 þúsund tonn. Útflutningsverðmæti alls fiskeldis í landinu námu 13 milljörðum króna á síðasta ári. Á upphafsárum sjókvíaldis á níunda áratug síðustu aldar var mikið um slysasleppingar, strok og villur eldislaxa af íslenskum eldisstofnum. Sýnt hefur verið fram á það að erfðablöndun eldislaxa og villtra stofna átti sér stað í Elliðaánum á níunda áratugnum. Upp úr aldamótum var leyft að nota kynbættan, norskættaðan eldislax í íslensku laxeldi í sjókvíum. Um leið var bannað að stunda laxeldi í fjórðum og flóum utan við helstu laxveiðiár landsins. Stór slysaslepping átti sér stað á Norðfirði árið 2003 en langflestir þeirra týndust í hafi og aðeins er staðfest að 0,4% þeirra hafi veiðst í laxveiðiám. Önnur smærri slysaslepping varð á Patreksfirði árið 2013 og í kjölfarið hafa fundist sterkar vísbendingar um erfðablöndun í villtum laxastofnum í tveimur ám nálægt eldissvæðum í Tálknafirði og Arnarfirði. Ekki fundust merki erfðablöndunar í fjarlægari ám og almennt er mjög lítil laxagengd í ár á þessum slóðum.

Framleiðsla úr norsku laxeldi hefur verið um það bil 1 milljón tonn á ári á undanförunum árum. Talið er að umfang slysasleppinga hafi áður verið mjög hátt í samanburði við stærð villtra laxastofna en slysasleppingum hefur þó fækkað verulega á undanförunum árum. Opinberar tölur benda til þess að umfang slysasleppinga sé nú u.þ.b. 0,2 strokulaxar á hvert framleitt tonn en rannsóknir benda þó til þess að margfalda megi þessa tölu með stuðlinum 2 - 4 til að sjá raunverulegt umfang stroks og sleppinga. Árin 2014-2015 var strokufiskur meira en 10% af heildarfjölda kynþroska laxa í 10-20% af rannsökuðum ám í Noregi. Yfir 90% þeirra strokulaxa sem ganga upp í ár eru kynþroska en hafa þó almennt mjög lélega samkeppnishæfni gagnvart villtum fiski. Norskar rannsóknir hafa sýnt fram á erfðablöndun úr eldislaxi í um það bil helmingi af þeim norskum laxveiðiám sem innihalda ¼ hluta af norskum laxastofnum. Í um það bil fjórðungi ána reiknaðist hlutfall erfðablöndunar hærra en 10% og meðaltalsgildi erfðablöndunar í öllum ám var 6,4%. Helmingur ána var hins vegar laus við erfðablöndun þannig að miðgildi erfðablöndunar var mun lægra eða 2,3%. Þetta er lítið mjög alvarlegum augum af yfirvöldum og hagsmunaaðilum og ályktað var að varðveisla á erfðabreytileika villtra laxastofna náist aðeins með tvennum hætti, annars vegar með verulegri minnkun á fjölda strokulaxa út í villta náttúru eða með æxlunarhindrun í gegnum notkun á ófrjóum eldislaxi.

Í skýrslu þessari er kynnt nýtt gagnvirkt áhættumatslíkan fyrir erfðablöndun eldislax við villta íslenska laxastofna. Tilgangur líkansins er að gefa rétta mynd af fjölda strokufiska sem gætu tekið þátt í klaki í hverri á. Ef fjöldinn fer yfir þröskuldsmörk á hverju ári er hættu á því að erfðablöndun safnist upp með tíma og hafi áhrif á stofngerð náttúrulegra stofna. Ætlunin er að tryggja að framleiðsla úr íslensku laxeldi hafi ekki neikvæð áhrif á villta stofna og skapa um leið trausta ímynd íslensks laxeldis. Forsendur áhættulíkansins verða endurskoðaðar frá ári til árs í samræmi við niðurstöður vöktunaráætlunar. Með þeim hætti má byggja stjórnun laxeldis á nýjustu upplýsingum til að lágmarka umhverfisáhrif greinarinnar. Markmiðið er að hámarka atvinnu- og samfélagsleg áhrif laxeldis án neikvæðra áhrifa á lax- og silungsveiði í landinu. Þröskuldsgildi ásættanlegrar innblöndunar eldislaxa í náttúrulegar laxveiðiár miðast við 4% og var sett með hliðsjón af erlendum heimildum og náttúrulegu flakki villtra fiska milli áa. Þessi þröskuldsmörk verða síðan endurskoðuð með tilliti til niðurstaðna vöktunaráætlunar þar sem erfðamengi 20 áa/árkerfa verður greint árlega og erfðablöndun mæld. Lagt er til að fylgt verði niðurstöðum áhættulíkans með þeim hætti að gildi innblöndunar í þeim ám eða vatnakerfum sem það tekur yfir verði ekki hærra en þröskuldsgildið 4%. Lagt er mat á eftirfarandi firði: Vestfirðir: Ísafjarðardjúp, Arnarfjörður, Patreksfjörður (og Tálknafjörður), Dýrafjörður. Austfirðir: Berufjörður, Fáskrúðsfjörður, Reyðarfjörður, Stöðvarfjörður. Ekki er lagt mat á þá firði þar sem burðarþol liggur ekki fyrir. Taflan hér fyrir neðan sýnir niðurstöður áhættumatslíkansins varðandi hámarksumfang laxeldis á hverju svæði fyrir sig miðað við gefnar forsendur:

Landsvæði	Hámarkseldi samkvæmt erfðablöndunarmati
<b>Vestfirðir</b>	
Patreksfjörður, Tálknafjörður og Patreksfjarðarfloí	20.000 tonn
Arnarfjörður	20.000 tonn
Dýrafjörður	10.000 tonn
Ísafjarðardjúp	0 tonn
<b>Vestfirðir samtals:</b>	<b>50.000 tonn</b>
<b>Austfirðir</b>	
Berufjörður	6.000 tonn
Fáskrúðsfjörður og Reyðarfjörður	15.000 tonn
Stöðvarfjörður	0 tonn
<b>Austfirðir samtals:</b>	<b>21.000 tonn</b>
<b>Samtals:</b>	<b>71.000 tonn</b>

Líkanið gerir almennt ráð fyrir litlum áhrifum fyrir utan fjórar ár. Nokkur áhrif verða á Laugardalsá, Hvannadalsá og Langadalsá í Ísafjarðardjúpi en Breiðdalsá er sú á sem virðist í mestri hættu. Þessar fjórar ár þarf að vakta sérstaklega. Af þessum ástæðum er lagt til að ekki verði leyft eldi í Ísafjarðardjúpi vegna mikilla neikvæðra áhrifa á ár í Djúpinu. Af sömu ástæðum er lagt til að eldi verði ekki aukið í Berufirði og lagst gegn eldi í Stöðvarfirði vegna nálægðar við Breiðdalsá. Ekki skiptir höfuðmáli hvernig eldi skiptist milli Reyðarfjarðar og Fáskrúðsfjarðar hvað varðar áhættu. Þrátt fyrir verulega aukið umfang laxeldis spár líkanið mjög lítilli innblöndun (langt undir þröskuldsmörkum) í öllum helstu laxveiðiám landsins (nema Breiðdalsá). Helsta ástæðan fyrir þessari niðurstöðu er sú að eldissvæðin eru í mikilli fjarlægð frá helstu laxveiðiám og laxeldi er bannað á mjög stórum hluta strandlengjunnar. Í Noregi og Skotlandi eru eldissvæðin hins vegar oft í mikilli nálægð við helstu laxveiðiár og því verða

blöndunaráhrifin mun meiri í þessum löndum. Áhættumatslíkanið er fyrst og fremst hugsað sem gagnvirkir verkfæri til þess að meta mögulegt umfang erfðablöndunar á hlutlægan hátt.

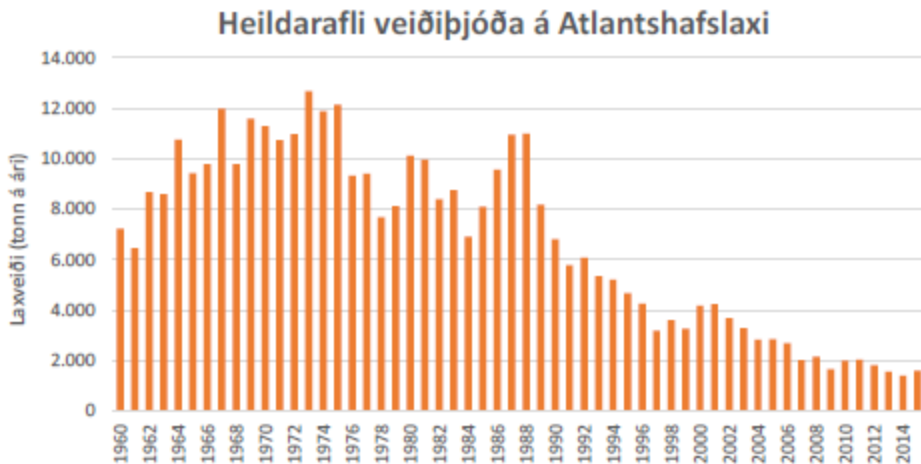
Til viðbótar eru lagðar til mótvægisáðgerðir til að sporna við erfðablöndun. Þeirra helstar eru að leggja enn meiri áherslu á að næg hrygning sé ávallt til staðar í náttúrulegum laxveiðiám. Þá er lagt til að stór gönguseiði verði notuð í eldinu í meira mæli en nú er. Það dregur úr áhættu á sleppingum og kemur eldinu einnig til góða. Þá er lagt til að kynbótum verði flýtt á eldisstofninum á þann veg að kynþroskastærð/-aldur hækki með því að skima burt arfbera fyrir snemmkynþroska í eldisstofninum. Það hefur þau áhrif að mun lægra hlutfall laxa er kynþroska við slátrun og dregur úr hættu sem stafar frá þeim laxi auk þess að auka verðmæti sláturfisksins. Auka þarf rannsóknir og tilraunir með ófrjóan lax á Íslandi við þær aðstæður sem hér eru. Þetta verði gert í samvinnu við erlenda rannsóknaraðila.

## Ástand laxastofna í N-Atlantshafi og Kyrrahafi

Pegar unnið er mat á stöðu íslenskra laxastofnsins er skynsamlegt að byrja á því að skoða málin í stóru samhengi. Hér á eftir fylgir því örstutt samantekt á ástandi annarra laxastofna.

### Atlantshafslax

Á árunum í kringum 1970 var skráður alþjóðlegur heildarafli á Atlantshafslaxi iðulega á bilinu 11-12 þúsund tonn á ári eða sem samsvarar u.þ.b. 3-4 milljónum laxa. Þær þjóðir sem náðu mestum afla voru Grænland og Kanada með 2000-2500 tonn hvor þjóð. Síðan komu Norðmenn, Írar og Skotar með 1500-2000 tonn hver þjóð, Rússar og Englendingar með u.þ.b. 600 tonn hvor þjóð og Íslendingar með u.þ.b. 200 tonn. Færeyingar veiddu 300-1000 tonn á níunda áratugnum en hættu síðan laxveiðum alfarið fljótlega upp úr því. Heildaraflinn (með áætluðum óskráðum afla) hélst á bilinu 7-11 þúsund tonn út níunda áratuginn en hefur síðan farið stöðugt minnkandi. Í kringum aldamótin var aflinn kominn niður í u.þ.b. 4 þúsund tonn og þar af voru Norðmenn með 1200 tonn og Írar með 700 tonn. Á árunum 2010-2014 var meðaltals heildaraflinn kominn niður í tæp 1800 tonn (með óskráðum afla). Þar af voru Norðmenn með 600 tonn, Kanada, Skotland, Ísland og England með 110-143 tonn og Írland og Rússland með 84 tonn hvor þjóð. Mynd 1 sýnir framangreinda þróun í heildar afla allra veiðipjóða á Atlantshafslaxi á tímabilinu 1960-2015 (ICES 2015, 2016).



Mynd 1. Yfirlit yfir heildar afla á Atlantshafslaxi á tímabilinu 1960-2015. Myndin sýnir tilkynntan heildar afla allra veiðipjóða að viðbættum áætluðum óskráðum afla frá árinu 1986. Heimild: ICES 2016.

Mynd 1 sýnir glögglega hinn mikla samdrátt sem orðið hefur í laxveiðum í Atlantshafi á undanförunum áratugum. Heildarveiði á Atlantshafslaxi er því um þessar mundir aðeins um 1/6 hluti þess sem hún var fyrir þrjátíu árum síðan þ.e. aðeins ríflega hálf milljón laxa á ári. Sjóveiðar á laxi heyra nú nánast sögunni til nema sem meðafli en í Noregi, Rússlandi og Bretlandseyjum er ennþá stunduð talsverð strandveiði í net og nemur þessi strandveiði alls um þriðjung af heildar aflanum (ICES 2016).

Hin mikla minnkun í heildarveiði Atlantshafslax endurspeglar samsvarandi minnkun í stærð stofnsins. Almenn er talið að rekja megi hluta af þessari hnignun stofnsins til ýmissa mannlegra þátta s.s. ofveiði, hnattrænnar hlýnunar, mengunar, virkjanagerðar og hugsanlega fiskeldis (ICES 2016). Líklega er þó ofveiði langmikilvægasta ástæðan og stofninn er greinilega ennþá að súpa seyðið af hinni gegndarlausu ofveiði sem átti sér stað á stórum laxi í fæðugöngum við vesturhluta Grænlands á sjötta, sjöunda og

áttunda áratug síðustu aldar. Þessi fiskur kom að jöfnu frá ströndum Evrópu og Ameríku og að langmestu leyti var um að ræða stórlax sem var tvo vetur í sjó. Ofveiði á stórlaxinum hefur síðan almennt leitt til minni nýliðunar og minni framleiðni laxastofna. Áhrifin urðu líka augljós í íslenskum ám þar sem stórlaxahlutfallið er nú aðeins 10-15% en var í kringum 50% í byrjun áttunda áratugarins (Guðni Guðbergsson 2016). Netaveiði Íslendinga á stórlaxi í sjó og vötnum hefur auðvitað einnig haft slæm áhrif á ástand íslenskra laxastofna. Staða íslensku laxastofnanna er þó almennt talin allgóð en víða hefur laxastofnum hnignað annars staðar (ICES 2016).

### Kyrrahafslax

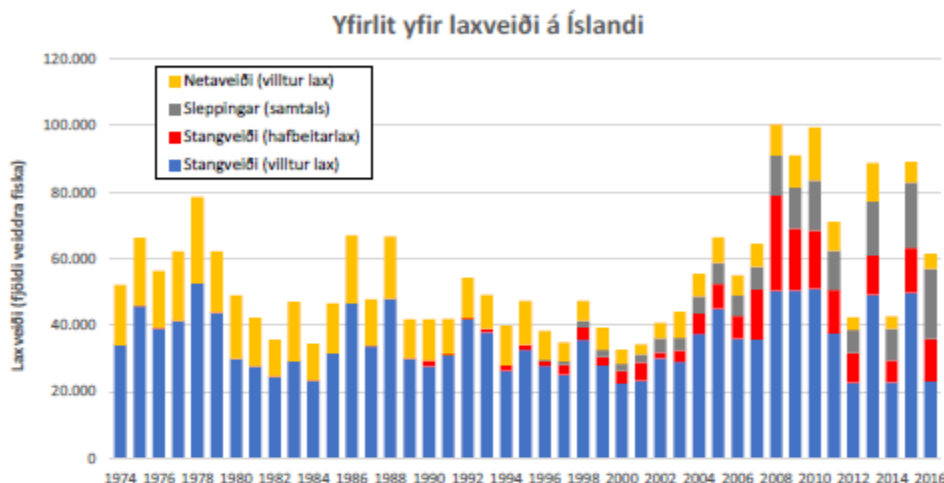
Í Kyrrahafi eru stundaðar umfangsmiklar veiðar á fimm laxategundum. Heildaraflinn var á bilinu 300-400 þúsund tonn fram til 1977, jókst síðan jafnt og þétt og hefur haldist nokkuð stöðugur í kringum 1 milljón tonna síðan 1997 (u.þ.b. 500 milljónir laxa). Mest veiðist af *pink salmon* (41% af aflanum 2016) og síðan koma *chum* (33%), *sockeye* (21%), *coho* (3%) og *chinook* (1%). Meðalstærð *pink* er aðeins 1-2 kg en *chum* verður almennt um 5-7 kg. *Coho* og *sockeye* verða almennt 4-6 kg en *chinook* er risinn í hópnum og veiðist í meðalstærðinni 7-8 kg. Helstu veiðipjóðirnar árið 2016 voru Rússar (51%), Bandaríkin/Alaska (31%), Japan (13%), Kanada (3%) og Kórea (1%) (Geiger et al. 2011).

Hin varanlega aflaukning á Kyrrahafslaxi sem hófst fyrir fjórum áratugum síðan er talin skýrast að hluta til af hlýnun sjávar en þó einnig að verulegu leyti af gríðarlega umfangsmiklum sleppingum eða hafbeit á eldisseiðum. Undanfarna þrjá áratugi hafa veiðipjóðirnar sleppt samtals u.þ.b. 5 milljörðum seiða í hafbeit á hverju ári og samið síðan um aflaheimildir sín á milli. Á vesturströnd Bandaríkjanna (Washington og Oregon) er ástand laxastofna mjög slæmt og svo virðist sem útbreiðsla laxastofna hafi almennt færst norðar í kjölfar hlýnandi sjávar. Í Japan er ástandið einnig mjög slæmt vegna áhrifa mengunar og þéttbýlismyndunar. Annars staðar má almennt segja að staða villtra stofna sé nokkuð góð sem sannast á því að heildarlaxveiðiaflinn hefur haldist stöðugur undanfarna tvo áratugi (Noakes and Beamish 2011).

Sjökkvíaldi á Atlantshafslaxi er stundað við austurströnd Kanada (u.þ.b. 70 þúsund tonn á ári) og Washington-fylkis í Bandaríkjunum (u.þ.b. 7 þúsund tonn á ári). Mörg dæmi eru um slyasleppingar úr eldiskvíum en Atlantshafslaxinn getur hins vegar ekki æxlast við Kyrrahafslax og því geta ekki myndast blendingar á milli tegundanna. Allt frá öndverðri 19. öld hafa stjórnvöld í Kanada og Bandaríkjunum staðið fyrir fjölmörgum tilraunum með innflutning á Atlantshafslaxi (hrognum og seiðum) í ár og vötn í þeim tilgangi að koma upp sjálfbærum stofni sem gæti staðið undir stangveiði á Atlantshafslaxi. Allar þessar tilraunir hafa hins vegar misheppnast og Atlantshafslaxinn virðist því eiga mjög erfitt með að ná varanlegri fótfestu í Kyrrahafinu, þrátt fyrir mikla aðstoð frá manningum (Noakes and Beamish 2011).

## Laxveiði á Íslandi

Skipuleg skráning á veiðitölum úr íslenskri laxveiði hófst á árinu 1974. Sókn hefur lítið breyst á undanförmum fjórum áratugum og því er almennt lítið á veiðitölum sem góðan mælikvarða á stærð íslenska laxastofnsins (Ingi Rúnar Jónsson o.fl. 2008). Stöplaritíð á mynd 2 sýnir yfirlit yfir laxveiði á Íslandi á þessu tímabili. Veiðinni er skipt í fjóra meginflokka og búið er að leiðrétta sleppingar fyrir endurveiðum slepptra laxa (reiknað með 30% endurheimtum) (Guðni Guðbergsson og Sigurður Már Einarsson 2004, 2007).



Mynd 2. Yfirlit yfir laxveiði á Íslandi á tímabilinu 1974-2016. Veiðinni er skipt í fjóra flokka (sjá skýringar) í samræmi við veiðiaðferð uppruna laxins. Athugið að veiðitölur fyrir árið 2016 byggja að hluta til á áætlun. Heimild: Guðni Guðbergsson 2016.

Netaveiðin (gulu stöplarnir) var á fyrri hluta tímabilsins oft nálægt 20.000 löxum á ári. Síðan 1997 hefur netaveiði eingöngu verið stunduð í ferskvatni (ám) og veiðitölur oftast verið á bilinu 4-10 þúsund laxar. Mest er netaveiðin í Þjórsá (50-60%) og Hvítá/Ölfusá (40-50%).

Hafbeitarlaxinn (rauðu stöplarnir) byrjar að koma að ráði inn í veiðina í kringum aldamótin og hefur frá árinu 2007 gefið að meðaltali 15 þúsund laxa á ári. Um það bil 95% af veiðinni kemur úr Ytri- og Eystri-Rangá (ásamt þverám) en aðrar hafbeitarár eru til dæmis Breiðdalsá, Tungufljót, Skógá og Norðlingafljót. Lítið er um að hafbeitarlaxi sé sleppt lifandi (um 5% að meðaltali).

Sleppingar (gráu stöplarnir) fara að koma inn sem flokkur upp úr aldamótum. Á undanförmum árum hefur u.þ.b. 35% af stangveiddum villtum laxi verið sleppt lifandi aftur í ána (leiðrétt fyrir endurveiði). Veiðihlutfall á eins sjóvetra (1SW) smálaxi hefur haldist nokkuð stöðugt síðan 1974 (~50%) en veiðihlutfall á margra sjóvetra (MSW) stórlaxi hefur lækkað verulega á undanförmum árum (frá 70% í 50%) (ICES 2012).

Stangveiðiafli (þ.e. drepinn fiskur) af villtum laxi (bláu stöplarnir) hefur sveiflast á bilinu 22-50 þúsund laxar í gegnum allt tímabilið. Athygli vekur að aflinn hefur verið sögulega mikill undanfarin tíu ár að undanskildum árunum 2012 og 2014. Með tilkomu hafbeitar og sleppinga, ásamt minnkun netaveiða, hefur orðið mikil fjölgun í heildarfjölda stangveiddra laxa (allt að 80-90 þúsund laxar í bestu árum).

Í ársskýrslu Veiðimálastofnunar fyrir lax- og silungsveiði árið 2016 má telja 76 laxveiðiár sem hafa gefið meðalveiði umfram 60 laxa á ári á tímabilinu 1974-2015 og 64 ár sem hafa gefið yfir 100 laxa meðalveiði (Guðni Guðbergsson 2016). Veiðihæstu árnar árið 2016 voru Ytri-Rangá (9323 laxar), Miðfjarðará (4338 laxar), Eystri-Rangá (3254 laxar) og Blanda (2386 laxar). Aðrar gjöfular veiðiár með yfir 1000 laxa ársafli voru Þverá/Kjarrá, Laxá í Dölum, Langá, Haffjarðará, Norðurá, Laxá í Aðaldal, Haukadalsá og Víðidalsá. Þar skammt undan voru síðan Vatnsdalsá, Selá í Vopnafirði, Hítará og Elliðaárnar („Veiðisumarið 2017“).

Gróft á litið má því áætla að íslensku laxveiðiárnar geti með gönguseiðasleppingum og minnkaðri netaveiði gefið af sér sjálfbæra veiði upp á 70 þúsund laxa á ári. Til að setja þessa tölu í samhengi við laxeldi þá má áætla að heildarstangveiðiafli á laxi á Íslandi nemi um 175 tonnum á ári (miðað við 2,5 kg meðalstærð) sem samsvarar u.þ.b. 1/60 hluta af framleiðslunni í íslensku laxeldi á yfirstandandi ári. Bein verðmæti veiðiréttinda í íslenskum laxveiðiám eru hins vegar metin á 3-4 milljarðar króna að núvirði og heildarverðmætasköpun með afleiðdum, óbeinum áhrifum (gisting, veitingasala o.fl.) er metin í kringum 15-20 milljarðar króna á ári að núvirði (Hagfræðistofnun Háskóla Íslands 2004, Sigurbergur Steinsson 2009). Með þessum reiknikúnstum má því áætla að hver veiddur íslenskur lax skapi verðmæti sem nema u.þ.b. 250 þúsund íslenskum krónum, þó vissulega komi stór hluti þessara verðmæta úr vösum íslenskra veiðimanna og fyrirtækja.

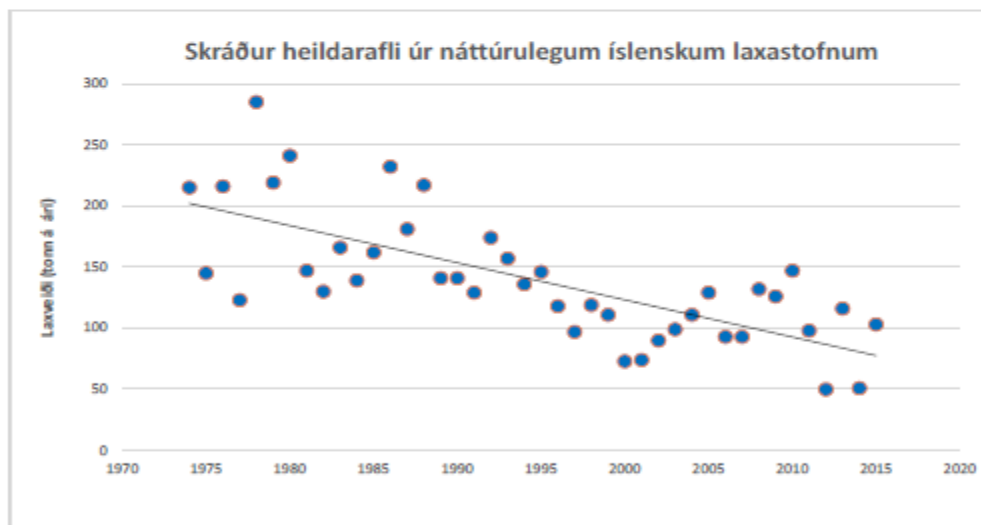


## Ástand íslenskra laxastofna

Stórlax er samkvæmt skilgreiningu lax sem hefur gengið tvo vetur eða meira í sjó áður en hann gengur upp í á til að hrygna. Í veiðiskýrslum flokkast hængar >4 kg og hrygnur >3,5 kg sem stórlaxar en fiskar undir þessum mörkum flokkast sem smálaxar (einn vetur í sjó). Erfðafræðirannsóknir hafa sýnt að laxinn hefur ákveðið stórlaxagen sem ræður lengd sjógöngunnar að miklu leyti (Barson o.fl. 2015). Hlutfall stórlaxa í íslensku laxveiði var u.þ.b. 50% fyrstu tíu árin eftir að skráningar hófust en upp úr 1985 fór hlutfall stórlaxa í laxveiði hratt minnkandi og hlutfallið var komið niður í rúm 10% á árunum upp úr aldamótum. Meginástæða þess er talin vera hærri dánartala lax á öðru ári í sjó. Eftir að farið var að sleppa stangveiddum stórlaxi lifandi hefur tekist að hlutfall stórlaxa farið heldur vaxandi á nýjan leik og var 14% á árinu 2015 (Guðni Guðbergsson 2016).

Mælingar hafa jafnframt sýnt að meðalþyngd veiddra laxa hefur lækkað jafnt og þétt síðan mælingar hófust á áttunda áratugnum en þá var meðalþyngd smálaxa og stórlaxa u.þ.b. 3 kg og 6 kg. Meðalþyngd stórlaxa féll niður í 4,5 kg á árunum 2006-2009 en var búin að hækka aftur upp í 5,1 kg árið 2015. Meðalþyngd smálaxa féll niður í 2,1 kg á árinu 2013 en var búin að hækka aftur upp í 2,3 kg árið 2015. Þessi þróun gefur vísbendingu um að stórlaxastofninn sé að fara að rétta aftur úr kútnum (Guðni Guðbergsson 2016, Sigurður Már Einarsson og Ásta K. Guðmundsdóttir 2017).

Þegar eingöngu er litið á landaðan fjölda náttúrulegra laxa (bláu og gulu stöplarnir á mynd 2) sést að fjöldinn á síðustu 12 árum er almennt mjög svipaður og hann var á sjöunda og áttunda áratugnum. Þetta getur hins vegar gefið villandi mynd af þróuninni því að samsetning aflans hefur breyst verulega á tímabilinu. Hlutfall stórlaxa hefur lækkað mjög og meðalþyngd veiddra laxa hefur því lækkað mikið. Mynd 3 sýnir yfirlit yfir landaðan afla náttúrulegra laxa í tonnum á umræddu tímabili.



Mynd 3. Yfirlit skráðan afla á náttúrulegum laxi á Íslandi á tímabilinu 1974-2015. Um er að ræða samanlagða heildarþyngd á lönduðum laxi úr stangveiði og netaveiði. Heimild: ICES 2016.

Mynd 3 gefur allt aðra mynd af þróun laxveiðinnar en mátti ráða af mynd 2. Vegna fallandi meðalþyngdar í aflanum (úr 4-5 kg niður í 2-3 kg) hefur landaður afli í tonnum fallið úr u.þ.b. 200 tonnum á áttunda áratugnum niður fyrir 100 tonn á ári á undanförunum árum. Sleppingar á lifandi fiski hafa þarna eitthvað að segja (sérstaklega síðustu þrjú árin) en þær breyta myndinni þó ekki verulega.

Myndin sýnir að heildaraflinn hefur haldist í kringum 100 tonninn síðan 1995 og líklegt er að aflinn muni ekki ná aftur fyrri hæðum nema stórlaxastofninn nái sér aftur á strik.

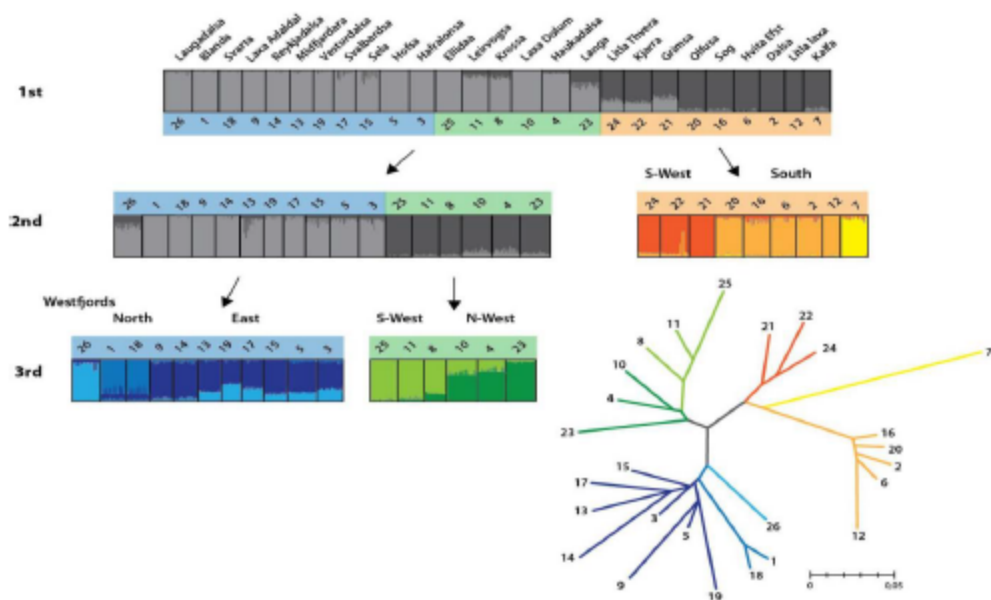
Ef litið er á þróun veiðinnar á mynd 2 þá má áætla að sjálfbær heildarveiði (stangveiði og netaveiði) úr hinum náttúrulega íslenska laxastofni sé af stærðargráðunni 50 þúsund laxar á ári. Á árunum fyrir 1985 hefði þessi afli að jafnaði skipst í 25 þúsund smálaxa og 25 þúsund stórlaxa. Í dag væri hins vegar nær lagi að skipta þessum sama afla upp í 42 þúsund smálaxa og 8 þúsund stórlaxa. Það er því ljóst að heildarfjöldi smálaxa hefur aukist verulega til þess að vega upp á móti hinni miklu fækkun stórlaxa (Guðni Guðbergsson 2016).

Í gegnum tíðina hafa margir haft af því áhyggjur að íslenskir laxar endi gjarnan sem meðafli hjá uppsjávarveiðiskipum og að það skýri að verulegu leyti þá minnkun sem orðið hefur á stangveiði á stórlaxi (Guðni Guðbergsson og Óðinn Sigbórsson 2007). Íslenskar erfðafræðirannsóknir í samstarfi Veiðimálastofnunar, Hafrannsóknastofnunar og Matis hafa hins vegar leitt í ljós að lax sem fæst sem meðafli við makrílveiðar á Íslandsmiðum er aðeins að mjög litlu leyti af íslenskum uppruna en að langmestu leyti upprunninn frá meginlandi Evrópu, ásamt Skandinavíu og Rússlandi (Kristinn Ólafsson o.fl. 2016). Líklegt er að íslenski laxinn leiti meira í suðvestur- og vesturátt í fæðugöngur og þá jafnvel að mestu leyti upp að vesturhluta Grænlands, enda hefur á því svæði orðið sambærileg fækkun stórlaxa og í íslenskum ám (Árni Ísaksson o.fl. 2002). Veiði á stórlaxi í grænlandskri lögsögu hefur farið vaxandi á síðustu árum og hafa Kanadamenn af því sérstakar áhyggjur. Veiðin á þessu mikilvæga stórlaxasvæði er langt umfram ráðleggingar ICES og NASCO og vinnur þvert gegn markmiðum um uppbyggingu stofnsins (ICES 2016). Það gæti að sama skapi verið mikilvægt hagsmunamál fyrir Íslendinga að dregið verði aftur úr veiðum á þessu svæði.

## Stofngerð íslenskra laxastofna

Íslenskar stofnerfðarannsóknir hafa leitt í ljós erfðabreytileika milli íslenskra laxastofna og sýnt að hver á hefur sinn sérstaka stofn. Íslenskur lax er fjarskyldur öðrum Atlantshafslaxi. Mestur erfðamunur er milli lax í Ameríku og Evrópu, svo myndar íslenskur lax sérstakan erfðahóp sem skilur sig frá evrópskum laxi. Norskur lax er því fjarskyldur íslenskum laxi en eldisstofn af norskum uppruna er notaður í eldið hér á landi.

Stofnerfðarannsóknir á laxi á Íslandi eru fáar og hafa aðeins tvær stórar rannsóknir kannað stofngerð laxastofna. Fyrri rannsóknin var framkvæmd á árunum 1990-1994 og beindist að erfðamörkum í laxi úr 32 ám og þremur eldisstofnum sem aldrei voru hér við land. Rannsóknin leiddi í ljós að hver á hafði sérstakan stofn og 6,2% af erfðabreytileikanum mátti skýra með muni á milli stofna. Annan erfðabreytileika mátti skýra sem breytileika innan stofna (Daníelsdóttir o.fl. 1997). Síðari rannsóknin var unnin í samstarfi Veiðimálastofnunar, Hafrannsóknastofnunar og Matis á árunum 2008-2011 en þá var erfðabreytileiki laxastofna metinn í 26 íslenskum laxveiðiám með notkun á 15 erfðamörkum (Kristinn Ólafsson o.fl. 2010, 2014). Verkefnið var hluti af evrópsku rannsóknarverkefni Salsea/Merge þar sem lax á öllu útbreiðslusvæði hans var rannsakaður með tilliti til erfða og vistfræði í sjó. Mynd 4 sýnir niðurstöður stofngerðargreiningar fyrir þessar 26 íslensku laxveiðiár.



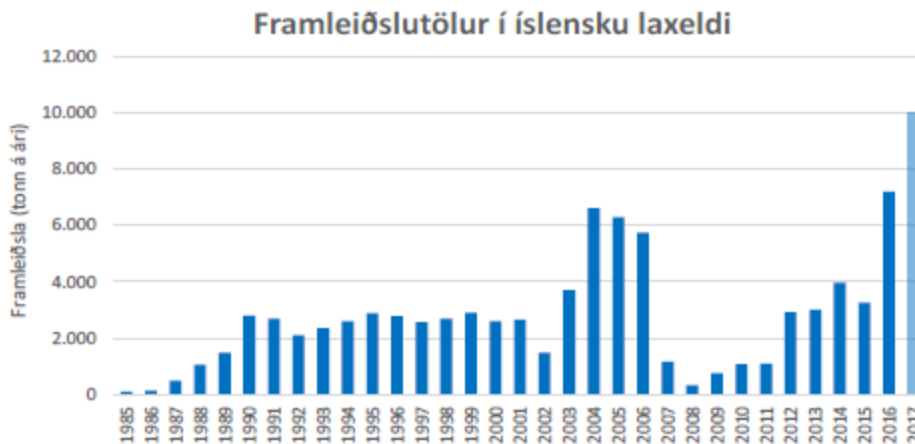
Mynd 4. Hér hefur stofngerð verið áætluð út frá greiningu með stofngerðargreiningarforritinu STRUCTURE (Pritchard et al. 2000). Stofnar eru sýndir sem lóðréttar línur sem er raðað inn í litaða hluta eftir tillögu forrinsins um greiningu. Greiningin gefur til kynna að stofngerðir greinist í tvo til þrjá skyldleikaklasa. Neðst til hægri eru niðurstöður sýndar sem skyldleikatré (Neighbour joining tree of pairwise DA (Nei et al. 1983)).

Á árinu 2007 lauk ítarlegri úttekt á stöðu þekkingar er varðar áhrif eldis á umhverfi og villta stofna. Verkefnið var styrkt af AVS og framkvæmt af Háskóla Íslands, Umhverfisstofnun, Veiðimálastofnun, Hafrannsóknastofnuninni og Skipulagsstofnun (Guðrún Marteinsdóttir o.fl. 2007). Með niðurstöðum framangreindra verkefna er kominn vísir að erfðagagnagrunni fyrir íslenska laxastofna sem opnar t.d. á þann möguleika að ættgreina sjögöngulax (t.d. lax úr meðafli fiskiskipa) og staðfesta hvort hann eigi ættir að rekja í íslenska á.

## Laxeldi á Íslandi

Á Íslandi hefur fiskirækt í ám og vötnum verið stunduð allt frá árinu 1883. Tilraunir með hafbeit á íslenskum laxaseiðum hófust árið 1963 í Laxeldisstöð Ríkisins í Kollafirði. Í lok níunda áratugarins varð mikil aukning á hafbeit í landinu en endurheimtur voru slæmar og starfseminni var endanlega hætt fyrir aldamótin. Nú er eingöngu um að ræða sleppingar gönguseiða til þess að auka veiði í laxveiðiám (Valdimar Ingi Gunnarsson 2002, 2007).

Tilraunir með sjókvíaeldi á laxi hófust árið 1972 og landeldi á laxi hófst árið 1979. Sjókvíaeldið gekk erfiðlega framan af og landeldið var allsráðandi á tíunda áratugnum en framleiðslan fór aldrei mikið yfir tvö þúsund tonn á ári. Upp úr aldamótum fjaraði landeldið smám saman út en áhugi á sjókvíaeldi jókst á nýjan leik. Framleiðsla úr sjókvíaeldi var í kringum 6 þúsund tonn á árunum 2004-2006 en rekstur fyrirtækjanna var erfiður og þessi eldisbylgja fjaraði snögglega út árið 2007. Framleiðsla úr eldi var síðan mjög lítil í nokkur ár en árið 2010 hófst sjókvíaeldi á laxi á nýjan leik þegar Fjarðalax hóf starfsemi árið 2010. Fiskeldi Austfjarða og Arnarlax hófu síðan starfsemi á árunum 2012-2014 og árið 2016 sameinuðust Arnarlax og Fjarðarlax undir nafni þess fyrrnefnda. Framleiðslan var á bilinu 3-4 þúsund tonn í nokkur ár en árið 2016 urðu tímamót þegar framleiðslan rúmlega tvöfaldaðist á einu ári upp í 7.200 tonn og á yfirstandandi ári er áætlað að framleiðslan muni aukast upp í u.þ.b. 10 þúsund tonn. Útflutningsverðmæti alls fiskeldis í landinu námu 13 milljörðum króna á síðasta ári ([www.hagstofa.is](http://www.hagstofa.is)). Í dag hafa verið gefin út leyfi fyrir eldi á um 30.000 tonnum af laxi. Nú hafa einnig bæst í hópinn fyrirtækin Arctic Fish á Vestfjörðum og Laxar fiskeldi á Austfjörðum. Þriðja bylgja sjókvíaeldis á laxi er því hafin á Íslandi eins og sjá má á mynd 5 („Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2016“ (2017), „Framleiðsla í íslensku fiskeldi“ (2016)).



Mynd 5. Yfirlit yfir framleiðslutölur úr íslensku laxeldi á tímabilinu 1985-2017. Heimild: [www.mast.is](http://www.mast.is)

Meginhluti núverandi framleiðslu kemur úr sjókvíaeldi en Íslandsbleikja framleiðir um 1000 tonn af laxi á ári í landeldisstöð í Öxarfirði. Í Grindavík er nú að rísa ný landeldisstöð Matorku ehf sem stefnir á framleiðslu á bleikju og laxi. Sjókvíaeldisstöðvarnar eru staðsettar á sunnanverðum Vestfjörðum (Dýrafirði, Arnarfirði, Tálknafirði og Patreksfirði) og á Austfjörðum (Berufirði og Fáskrúðsfirði). Eldisfyrirtækin hafa öll hug á því að auka starfsemi sína og hafa sótt um starfsleyfi til sjókvíaeldis í ýmsum svæðum s.s. Ísafjarðardjúpi, Jökulfjörðum, Eyjafirði, Mjóafirði, Norðfirði, Stöðvarfirði og Seyðisfirði. Einungis er heimilt að ala laxfiska í sjókvíum á Vestfjörðum, Austfjörðum og í Eyjafirði og er sú ráðstöfun sett til verndar villtum laxastofnum, komi til óhappa eða slysasleppinga.

## Slyasleppingar og strok eldislaxa á Íslandi

Á upphafsárum laxeldis í sjókvíum á Íslandi á seinni hluta níunda áratugarins var eldisbúnaður frumstæður og mikið var um að lax slyppi úr kvíum. Sjókvíaeldið var að mestu leyti staðsett í Faxaflóa (aðallega við Reykjavík og í Hvalfirði) og strokulaxarnir leituðu mikið upp í ár næst eldisvæðunum (Sigurður Guðjónsson 1991, Guðjónsson et al. 2005). Í Elliðaám og Leirvogsá náði hlutfall eldislaxa hæst upp í 30-40% og upp í rúm 60% í Botnsá í Hvalfirði árið 1988 (Friðjón M. Viðarsson og Sigurður Guðjónsson 1991, 1993). Einnig var mikið um það að hafbeitarseiði frá hafbeitarstöðinni í Kollafirði leituðu upp í ár við Faxaflóann (Valdimar Ingi Gunnarsson 2002, 2007). Allur eldisfiskur á þessum tíma var þó af íslenskum uppruna og ekki var litið á innblöndun eldisfisks sem sérstaklega alvarlegt vandamál. Eldislaxinn var oftast auðþekktur á útliti (oft með eydda ugga og sporð) en notast var við lestur á hreistursflögum til þess að fá öruggari greiningu (Ingi R. Jónsson og Þórólfur Antonsson 2004).

Í annarri bylgju laxeldis sem stóð yfir á árunum 2002-2006 var alfarið búið að skipta yfir í norskættaða eldislaxinn (Guðjónsson og Scarnecchia 2009). Á þessu tímabili var aðeins tilkynnt um eina slyasleppingu á eldislaxi þann 20. ágúst 2003, þegar 2900 fullvaxta eldislaxar sluppu eftir að gat kom á sláturkví í höfninni á Neskaupsstað. Fiskurinn hafði verið fluttur með brunnbáti frá sjókvíaeldisstöð Íslandslax í Eyjafirði þar sem hann var búinn að vera í eldi frá því í júlí 2002. Reynt var að góma strokulaxana með netalögnum en aðeins tókst að endurheimta 109 eldislaxa síðar um sumarið. Af endurheimtum löxum sýndu 14% merki um kynþroska. Flestir laxarnir veiddust í Norðfjarðarflóa í og við höfnina þar sem eldislaxinn slapp og hinir 9 voru teknir í Mjóafirði. Í september veiddust síðan 10 eldisfiskar til viðbótar í laxveiðiám á Austfjörðum. Sex þessara fiska höfðu synt um 70 km leið í suðurátt og veiddust í Breiðdalsá. Hinir fjórir höfðu hins vegar synt um 120 km leið norður í Vopnafjörð þar sem þrír þeirra veiddust í Hofsá og einn í Selá. Það er athyglisvert að eldislaxar veiddust ekki í neinni bleikjuá heldur leituðu bara upp í stóru laxveiðiárnar á svæðinu. Ekki var tilkynnt um neina veidda eldislaxa árið eftir. Alls tókst því að endurheimta um 4% af strokufiskinum og staðfest er að um 0,4% þeirra hafi veiðst í laxveiðiám (Ingi Rúnar Jónsson og Þórólfur Antonsson 2004, Valdimar Gunnarsson og Eiríkur Beck 2004).

Þetta atvik gefur nokkrar athyglisverðar upplýsingar um ferðir og lifun strokulaxa. Í fyrsta lagi að lifun strokulaxa getur verið mjög lítil og mjög fáir laxar ganga upp í ár til að hrygna þegar strokstaðurinn er staðsettur langt frá laxveiðiám. Í öðru lagi að sumir strokulaxarnir synda um langan veg þar til þeir finna laxveiðiá. Í þriðja lagi að strokulaxar geta leitað í báðar áttir meðfram strandlengjunni, ekki bara réttisælis með stefnu strandstraumsins.

Í þriðju bylgju laxeldis sem nú stendur yfir hefur aðeins verið tilkynnt um eina slyasleppingu á eldislaxi. Atburðurinn átti sér stað í nóvember 2013 þegar tilkynnt var að 200 fullvaxta eldislaxar hefðu sloppið eftir að gat kom á sláturkví Fjarðalax á Patreksfirði. Næsta sumar á eftir veiddist síðan 21 eldislax í ósum Kleifaár í botni Patreksfjarðar en Kleifaá er ekki náttúruleg laxveiðiá. Fiskistofa gaf í kjölfarið leyfi til netaveiða og sjóstangveiða í Patreksfirði í tilraun til þess að góma fleiri strokulaxa og alls veiddust 43 staðfestir eldislaxar til viðbótar (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2014a,b). Ekki hafa borist tilýningar um veiddan eldislax á nærliggjandi fjörðum enda var þarna um umfangslitla sleppingu að ræða. Erfitt getur þó verið að taka eftir minniháttar leka af strokufiski úr sjókvíum og í rannsókn Leós Alexanders Guðmundssonar hjá Hafrannsóknastofnun komu fram niðurstöður sem virðast benda til þess að eldislaxar gætu hafa sloppið úr sjókvíum á þessu svæði á hverju ári á árabílinu 2011-2014 (Leó Alexander Guðmundsson o.fl., óbirt gögn).

## Rannsóknir á erfðablöndun íslenskra laxastofna

Eins og lýst var í síðasta kafla var mikið um að eldisfiskar og hafbeitarfiskar leituðu upp í Elliðaárnar á níunda og tíunda áratugnum. Í íslenskri vísindagrein frá árinu 2013 var síðan í fyrsta sinn sýnt fram á erfðablöndun úr eldisfiski yfir í náttúrulega íslenska laxastofna þegar könnuð voru erfðafræðileg áhrif eldislaxa á stofngerð og erfðasamsetningu laxastofna í árkerfi Elliðaáa (Elliðaár, Hólmsá og Suðurá) (Guðmundsson et al. 2013). Niðurstöður sýndu fram á erfðafræðilegan mun á milli allra þriggja ána innbyrðis sem þótti merkileg niðurstaða fyrir svo lítið árkerfi. Í rannsókninni fundust blendingar (seiði) villtra laxa og eldislaxa á árunum 1990-1991 og síðan einnig á árinu 2005, þrátt fyrir að ekki hefði orðið vart við eldislax í ánni eftir 1999. Það þótti benda til þess að blendingar fyrri ára hefðu náð að ganga aftur upp í árnar sem kynþroska fiskar og koma upp sínum eigin afkvæmum.

Í yfirstandandi rannsókn á vegum Hafrannsóknastofnunar (Leó Alexander Guðmundsson o.fl., óbirt gögn) hafa í fyrsta sinn fundist vísbendingar um erfðablöndun úr eldisfiski af norskum uppruna yfir í náttúrulega íslenska laxastofna. Verið er að vinna að skýrslu um þessar rannsóknir en helstu bráðabirgðaniðurstöður eru birtar hér með góðfúslegu leyfi höfunda. Í rannsókninni voru erfðagreind sýni úr 701 laxaseiði úr 16 vatnsföllum á tímabilunum ágúst 2015 og ágúst/október 2016. Auk þess voru erfðagreind sýni úr tveimur kynþroska eldislögum sem veiddust í Mjólka í ágúst 2016. Sýnin voru greind hjá Matis ohf með þekktum erfðamörkum (Ellis o.fl. 2011, Leó Alexander Guðmundsson og Sigurður Guðjónsson 2013) og að auki var notast við erfðamörk úr greiningu á 26 íslenskum laxastofnum (Kristinn Ólafsson o.fl. 2014). Erfðablöndun villtra laxa og eldislaxa var metin með forritinu STRUCTURE 2.3.3 (Pritchard o.fl. 2000).

Bráðabirgðaniðurstöður gefa sterkar vísbendingar um að stökulaxar af norskum eldisuppruna hafi sloppið úr eldiskvíum, hrygnt og blandast villtum löxum í nágrenni eldisvæða. Skýr merki um erfðablöndun mátti sjá í tveimur laxastofnum, í Botnsá í Tálknafirði og í Sunddalsá í Trostansfirði, sem er einn af innfjörðum Arnarfjarðar. Í Botnsá fundust fjórir blendingar og tvö hrein eldisseiði, öll af árgangi 2014. Sýnataka var ekki umfangsmikil en það er athyglisvert að helmingur greindra seiða úr Botnsá reyndist vera af eldisuppruna. Höfundar skýra blendingana með því að eldislax hafi hrygnt í ánni og æxlast með villtum löxum (sennilega eldishrygnur og villtir hængar). Hrein eldisseiði hafa hugsanlega verið afkastur innbyrðis æxlunar stökulaxa en einnig er mögulegt að þarna hafi verið um að ræða stökuseiði úr seiðastöðinni í botni Tálknafjarðar. Höfundar leiða að því líkur að þarna hafi verið um að ræða afkvæmi stökulaxa úr slysasleppingunni í Patreksfirði í nóvember 2013.

Sunddalsá er aðeins um 10 km frá eldisvæði í Fossfirði (syðsti innfjörður Arnarfjarðar) og þar fundust fimm blendingar eldisfiska og villtra laxa. Þar af voru fjögur seiði af 2015 árgangi og jafnframt fundust tveir kynþroska laxar við Mjólkárirkjun í Borgarfirði (nyrsta innfirði Arnarfjarðar) árið 2015. Ákveðnar vísbendingar um erfðablöndun fundust í öllum seiðaárgöngum á tímabilinu 2011-2015. Ekki er vitað um tilkynntar slysasleppingar eftir árið 2013 og þetta vekur því óneitanlega upp spurningar um það hvort minniháttar leki af stökufiski hafi orðið á hverju ári á þessu tímabili.

Niðurstaða höfunda er sú að mjög sterkar vísbendingar séu um það að erfðablöndun villtra laxa og eldislaxa hafi átt sér stað í þessum ám. Það verður þó að hafa í huga að eingöngu greindist erfðablöndun í ám sem liggja næst eldisvæðum og að mjög lítil laxagengd er að jafnaði í þessar ár. Höfundar nefna einnig sýnatökusvæðin hafi verið lítil og að umfang meintrar erfðablöndunar gæti hæglega verið meira en sýnataka leiddi í ljós. Talsverð óvissa er þó varðandi greiningu sýna og túlkun á niðurstöðum og augljóslega er þörf á því að efla þessar rannsóknir til þess að niðurstöður séu hafnar yfir allan vafa. Í vöktunaráætlun (sjá bls. 27) er lagt til að Botnsá í Tálknafirði og Selárdalsá í Arnarfirði verði á lista yfir þær ár sem verða vaktaðar sérstaklega með reglulegri sýnatöku og erfðagreiningum.

## Erfðablöndun eldislaxa og villtra laxastofna í Noregi

Í nýlegri vísindagreini (Glover et al. 2017) var framkvæmt mat á umfangi og áhrifum erfðablöndunar eldisfisks við villta norska laxastofna eftir fimmtíu ára sögu laxeldis þar í landi. Í Noregi er laxeldi gríðarstór atvinnuvegur sem skapar meira en tvöfalt meiri útflutningsverðmæti en allur íslenski sjávarútvegurinn og þar hafa menn skilgreint laxalús og erfðablöndun sem tvö langstærstu vandamálin sem steðja að greininni. Í greininni er farið ítarlega yfir stöðu þekkingar á þessu sviði og einnig fjallað um sögu og stöðu erfðablöndunar í öðrum löndum, sérstaklega Írlandi. Niðurstöður þessarar greinar voru að miklu leyti lagðar til grundvallar við gerð þessa áhættumats enda er norskt laxeldi það langstærsta í heiminum og þar liggja fyrir upplýsingar um langtímaáhrif af gríðarstöru laxeldi á villta laxastofna.

Í Noregi hefur verið mjög erfitt að greina erfðablöndun í villtum stofnum vegna þess að mjög lítil erfðamunur er á villtum fiski og eldisfiski. Í dag hefur erfðatækninni hins vegar fleygt fram og nú er hægt að styðjast við svokallaða SNP-tækni þar sem ekki þarf að bera saman við söguleg gögn. Í viðamikilli rannsókn þar sem greind voru sýni úr 147 norskum ám (3/4 hlutar af villtum laxastofnum í Noregi) greindist tölfraðilega marktæk erfðablöndun í helmingi ána. Í um það bil fjórðungi ána reiknaðist hlutfall erfðablöndunar hærra en 10% og meðaltalsgildi erfðablöndunar í öllum ám var 6,4%. Helmingur ána var hins vegar laus við erfðablöndun þannig að miðgildi erfðablöndunar var eðlilega mun lægra eða 2,3%. Í flestum tilfellum leiðir erfðablöndunin til minni erfðabreytileika í villta stofninum (fækkunar á samsætum).

Sá þáttur sem virðist skipta langmestu máli hvað varðar temprun á erfðablöndun eftir innrás strokulaxa er einfaldlega þéttleikinn sem fyrir er í ánni. Sé þéttleikinn mikill verður samkeppnin mikil á seiðastiginu, afkvæmi eldisfisksins láta í minni pokann og erfðablöndunin verður minni en ella. Talið er að við erfðablöndun geti orðið breytingar á ýmsum þáttum svo sem vaxtarhraða seiða, sjógöngualdri, vaxtarhraða í sjó og kynþroskaaldri. Allt bendir til þess að erfðablöndun hliðri eiginleikum og eðli hins villta stofns í átt að eiginleikum eldisfisksins. Oft getur þó verið erfitt að greina þessar breytingar vegna annarra þátta sem einnig hafa áhrif á vöxt og atferli eins og loftslagsbreytingar. Reiknimódel og hermanir hafa einnig sýnt að breytileiki milli stofna mun minnka vegna blöndunar við eldisfisk.

Samantekt á helstu helstu niðurstöðum þessarar vísindagreinar:

- Þekkingin hefur aukist mikið á öllum þáttum varðandi áhrif sleppinga á villta stofna.
- Erfðavísamælingar sanna með óyggjandi hætti innblöndun eldislax í 150 laxastofna í Noregi.
- Þekking á erfðafraðilegum mun á eldislaxi og villtum laxi hefur aukist mikið.
- Þekking á erfðamengi laxins og eðli einstakra gena hefur aukist verulega og opnað nýjar leiðir til að rannsaka erfðir og áhrif þeirra.
- Varðveisla á erfðabreytileika villtra laxastofna næst aðeins með tvennum hætti:
  - Með verulegri eða algjörrri minnkun á fjölda strokulaxa út í villta náttúru.
  - Með æxlunarhindrun í gegnum notkun á ófrjóum eldislaxi.

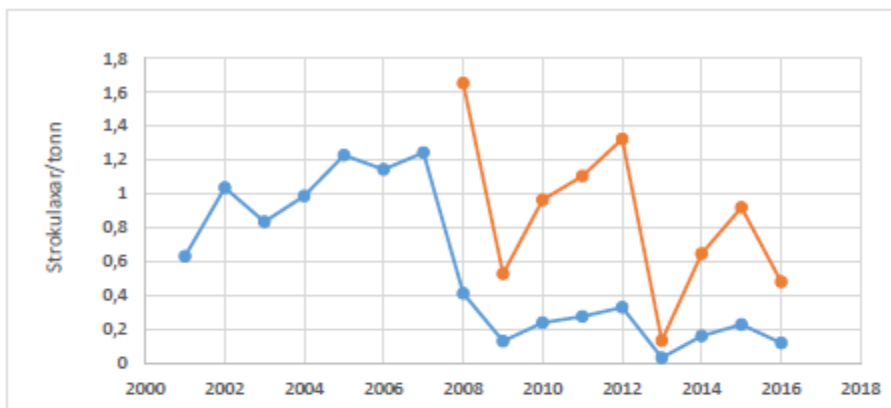
Knýjandi spurningar að mati greinarhöfunda:

- Hver eru líffræðileg og vistfræðileg áhrif blöndunar eldisfisks á villta stofna?
- Hver eru þölmörk villtra laxastofna gagnvart erfðablöndun frá eldislaxi? Er hægt að skilgreina þölmörk fyrir ásættanlega erfðablöndun og nýta sem verkfæri við verndun villtra laxastofna?
- Hafa villtir stofnar þróunarlegan sveigjanleika til þess að þola 1, 5 eða 10% erfðablöndun án þess að breyta sínum grundvallareiginleikum eða glata þróunarlegu svigrúmi sínu?
- Hversu lengi er villtur laxastofn að hreinsa út tímabundna erfðablöndun með náttúruvali?

## Slysasleppingar og hrygning strokulaxa í Noregi

### Mat á umfangi slysasleppinga í norsku laxeldi

Í laxeldi er algengt að meta fjölda strokulaxa sem hlutfall af umfangi framleiðslunnar og þá yfirleitt sem fjölda fiska á hvert framleitt tonn. Mynd 6 sýnir yfirlit yfir hlutfallslegan fjölda strokulaxa í Noregi frá því að skipulagt eftirlit hófst árið 2001.



Mynd 6. Strokulaxar í Noregi – fjöldi einstaklinga á hvert framleitt tonn. Bláa línan sýnir eingöngu tilkynntar sleppingar en rauða línan sýnir áætlaðan heildarfjölda sleppinga (margföldunarsuðull 4).

Talið er að raunverulegt stök sé ávallt mun meira en tilkynntar tölur gefa til kynna og þannig var raunverulegt stök fyrir árin 2005-2011 álitíð 2-4 sinnum hærra en tilkynnt stök. Erfðarannsóknir benda til þess að dreifðar smásleppingar (leki) séu helsta ástæðan fyrir þessu vanmati í opinberum tölum. Á undanförunum árum virðist hafa dregið verulega úr sleppingum, líklega vegna hertra reglugerða og betri eldisbúnaðar. Með öryggisstuðlinum 4 (sjá mynd 6) má áætla að umfang stroks frá árinu 2008 hafi verið u.þ.b. 0,8 laxar á tonn að meðaltali. Ársframleiðslan hefur verið nálægt 1,2 milljón tonnum undanfarin 5-6 ár þ.a. áætlað stök er allt að 1 milljón eldislaxar á ári eða sem nemur 0,3% af heildarfjölda eldislaxa. Þegar þessi tala er sett í samhengi við stærð hinna villtu stofna þá kemur í ljós að það strjúka sennilega fleiri laxar úr norskum kvíum en sem nemur heildarfjölda villtra laxa sem ganga upp í ár til að hrygna (400-500.000 laxar á ári). Það verður þó að hafa í huga að aðeins lítill hluti strokulaxa nær að synda upp í ár til að hrygna. Langflestir strokulaxar eiga í erfiðleikum með að afla sér fæðu í villtri náttúru eða forðast afræningja. Afkomumöguleikar þeirra ráðast verulega af nálægð sleppistaðar við árósa og einnig af aldri við stök. Almenn þó segja að langflestir strokulaxa hverfi í hafi og syndi aldrei upp í ár til að hrygna.

### Hrygning strokulaxa

Í norskrri rannsókn kom í ljós að á árunum 2014-2015 var strokufiskur meira en 10% af heildarfjölda kynþroska laxa í 10-20% af rannsókuðum ám. Yfir 90% þeirra strokulaxa sem ganga upp í ár eru kynþroska en nýsloppinn eldislax hefur þó mjög lélega samkeppnishæfni gagnvart villtum fiski. Rannsóknir hafa sýnt að hrygning tekst einungis í um 1-3% tilfella hjá eldishængum miðað við villta hænga. Hjá eldishrygnum var hlutfallið hins vegar mun hærra eða u.þ.b. 30% miðað við villtar hrygnur. Eldisfiskurinn velur sér oft önnur svæði og hrygnir jafnvel á öðrum tíma en villtur fiskur en hvort tveggja getur dregið úr afkomumöguleikum hrognanna. Eldisfiskur hefur jafnframt oftast minni hrogn en villtur fiskur af sambærilegri stærð en vitað er að hrognastærð skiptir miklu varðandi endurheimtur úr hafi. Á móti kemur að eldisfiskurinn er oft á tíðum stærri en sá villti sem er fyrir í ánni og getur því jafnvel hrygnt jafnstórum hrognum og villti fiskurinn (Fleming et al. 1996, 2000).



## Munurinn á eldislaxi og villtum laxi

Kynbætur á eldislaxi hófust í Noregi árið 1971 með vali á grunnstofni úr mörgum norskum ám og í dag er búið að framleiða meira en 12 kynslóðir af kynbótafiski í Noregi. Þeir arfgerðareiginleikar sem valið hefur verið fyrir eru hraður vöxtur, seltuþol og smoltun, seinn kynþroski og þol gegn sjúkdómum og snikjudýrum. Fyrstu þrjú áratugin var notast við fjögurra ára kynslóðabil en árið 2005 skipti kynbótafyrirtækið Aquagen yfir í þriggja ára kynslóðabil sem leiðir til enn hraðari framfara. Í dag er einnig búið að raðgreina erfðamengi laxins og farið er að beita mun markvissari aðferðum í kynbótum en áður. Sameindaerfæðilegar aðferðir sem byggja á vali fyrir einstökum genum gefa kost á mun hraðari kynbótum og frekari aðgreiningu eldislax frá villtum stofnum. Þessi aukni erfðamunur mun væntanlega knýja fram auknar kröfur um fullkominn aðskilnað á eldislaxi og villtum laxi.

Samanburðarrannsóknir á eldislaxi og villtum laxi hafa sýnt marktækan mun á þáttum eins og hegðun, kynþroska, útliti og sjúkdómsspoli en munurinn er þó mestur hvað varðar vaxtarhraða. Niðurstöður kerjarannsóknna eru yfirleitt á þann veg að eldisfiskurinn er 2-3 sinnum stærri við lok tilraunar (Glover et al. 2017). Á þessu eru þó undantekningar og í sumum tilfellum stafar munurinn að verulegu leyti af foreldraáhrifum þar sem foreldrafiskurinn er ekki sambærilegur. Einnig er vitað að kynbótaframfarir í vaxtarhraða stafa ekki eingöngu af erfðafræðilegum breytingum heldur einnig vegna aðlögunar að því manngerða umhverfi sem fiskinum er gert að lifa í. Margar rannsóknir sýna að eldislax stendur sig betur í eldisumhverfi og sá villti stendur sig betur í náttúrunni.

Samanburðarrannsóknir í villtri náttúru hafa flestar sýnt mun betri frammistöðu hjá villtum laxi. Til grundvallar slíkum samanburði er gott að hafa til hliðsjónar dæmigerða afkomu hjá villtum laxi sem er eitthvað á þann veg að 1-2% hrognanna ná að verða að sjögönguseiðum og innan við 10% þeirra skila sér síðan aftur í ána. Einnig er mikilvægt að hafa í huga að villtur lax gengur yfirleitt aftur eftir aðeins einn vetur í sjó en eldisfiskurinn er oftast þriggja til fjögurra vetra þegar hann snýr aftur upp í ána. Vegna lengri sjögöngu er því skiljanlegt að endurheimtur séu minni af eldislaxi en villtum laxi. Í norskri rannsókn í áni lmsa þar sem notast var við samanburðarhæfa foreldra (1-2 vetur í sjó) var sýnt fram á lélega samkeppnishæfni eldislaxins. Hrygningarárangur eldisfisksins var innan við þriðjungur af árangri villta fisksins og lífshæfni (fitness) eldisfisksins var einungis 16% af lífshæfni villta fisksins (lífshæfni = viðhald stofnstærðar hrygningarfisks í áni frá kynslóð til kynslóðar). Burðargeta árinna var takmarkandi þáttur og innblöndun eldisfisksins hafði því þær afleiðingar að framleiðni árinna á ársgrundvelli minnkaði um 30%. Það var þó athyglisvert að í þessari rannsókn mældist enginn marktækur munur á lifun í sjó eða aldri við kynþroska, líklega vegna þess að foreldrafiskurinn var samanburðarhæfur en því er ekki alltaf til að dreifa í samanburðarrannsóknnum (Fleming et al. 2000).

Í annarri norskri rannsókn (Skaala et al. 2012) var frjöguguðum hrognum plantað í laxveiðiá með vaxandi þéttleika yfir þriggja ára tímabil. Niðurstöðurnar sýndu að seiði úr eldishrognum höfðu minni lifun og að lifunin fór minnkandi með auknum hrognþéttleika. Þetta bendir til þess að eldisseiðin hafi skerta samkeppnishæfni og hafi því minni afkomumöguleika ef seiðaþéttleikinn í áni er mikill. Jafnframt bendir það til þess að seiði undan stokolaxi hafi meiri afkomumöguleika í ám þar sem þéttleiki er lítill og samkeppnin því lítil að sama skapi.

## Erlend reiknilíkön fyrir erfðablöndun laxastofna

### Alþjóðlegt samstarf og reiknilíkön erfðablöndunar

Eldi á Atlantshafslaxi er nú orðið yfir tvær milljónir tonna á heimsvísu sem er meira en allir villtir stofnar samanlagt. Því eru vaxandi áhyggjur af neikvæðum erfða- og lífshæfniahrifum (e. fitness) á villta stofna. Æxlun eldislax í ám er nú orðin staðreynd víða, eins og dæmi sanna frá Noregi og einnig í Norður Ameríku. Þessi blöndun stofna getur hugsanlega breytt einkennum og staðbundinni aðlögun villtra stofna og valdið því að villtir stofnar minnki eða hverfi (Glover et al. 2017).

Enn er þol villtra stofna gagnvart erfðablöndun við eldisfisk ekki vel þekkt, né heldur hvernig blendingum reiðir af. Þar er um að ræða flókið samspil erfða og umhverfis sem getur verið mjög breytilegt frá einum stað til annars. Þetta gerir ákvarðanatöku við stjórnun fiskeldis erfiða og standa öll lönd með villta laxastofna og eldi frammi fyrir sama vanda. Því er unnið að því í hinum ýmsu löndum til að skoða þessi áhrif með það að markmiði að vernda og viðhalda náttúrulegum stofnum.

Til að samræma vinnu og krafta hefur verið stofnaður starfshópurinn „Atlantic Ocean Research Alliance’s - Galway“ sem hittist fyrst í Marine Institute in Oranmore í Írlandi dagana 7-9. mars 2017, með fulltrúum frá Noregi, Kanada, BNA, Írlandi, Bretlandi og Íslandi. Ragnar Jóhannsson og Sigurður Guðjónsson frá Hafrannsóknastofnun tóku þátt í þessum fundi. Markmið þessa hóps er að vinna saman að líkanasmíð varðandi blöndun eldislaxa við villta stofna, meta áhrif erfðablöndunar og skoða og meta mótvægisáðgerðir. Nýta á gögn sem aflast sameiginlega, deila reynslu og vinnu. Fyrsti fundurinn var fjármagnaður að mestu af Fisheries and Oceans Canada og leiddur af Dr. Ian Bradbury frá þeirri stofnun.

Á þessum fundi voru rædd þrjú líkön sem gerð hafa verið eða eru í þróun:

1. OMEGA sem hannað var af bandarísku haf- og veðurfræðistofnuninni (NOAA Fisheries) sem tölulegt verkfæri til ákvarðanatöku (OMEGA 2014). Eins og nafn líkansins gefur til kynna þ.e. „A numerical decision-support tool: the Off-shore Mariculture Escapees Genetics/Ecological Assessment (OMEGA) model“, er það hannað fyrir sjávarfiska með annað hrygningarmynstur og einfaldari lífsferil en lax. Til að ná yfir flókinn lífsferil laxins auk þess að gera ráð fyrir hrygningu í mörgum ám í mismunandi fjarlægð frá strokustað er þetta líkan ekki hentugt fyrr en eftir gagngerar breytingar.
2. IBSEM er hannað af Kevin Glover (Hafrannsóknastofnun Noregs), Marco Castelliani og John Gilbey (Castellani et al. 2015). Líkaninu er ætlað að ætlað að meta erfðaáhrif og herma vistfræðilegt samspil. Með líkaninu er notast við umhverfisbreytur (hitastig búsvæða); vistfræðibreytur (t.d., kyn, vöxt, kynþroska, sjóþroska, hrygningarárangur og lifun) og erfðafræðibreytur (21 gen dreift yfir þrjú litninga, hvert samsett af erfðavísu sem tengdir eru við mismunandi æviskeið). Þetta líkan er því ætlað að meta þróun erfðablöndunar en ekki líkur á henni eða dreifingu fisks frá strokstað.
3. Einnig var kynnt líkan sem er í smíðum í Skotlandi af Eric Verspoor o.fl. Skoska líkanið er blandað erfða- og stofnfræðilegt líkan sem kannar áhrif á flæði gena frá eldisfiski í villta stofna, áhrif þeirra á lífshæfni (fitness) og nýliðun. Lífshæfni er reiknuð sem fall af erfðabreytileika sem er skipt yfir mismunandi æviskeið með föstum umhverfisþáttum. Lifun blendinga er samlagning lifunar alinna og villtra fisks. Líkanið byggir á ýmsum forsendum með sérstakri áherslu á stofn Girmock árinna, þverár Dee í Skotlandi. Þetta líkan er því hannað til að meta þróun erfðablöndunar en ekki líkur á henni eða dreifingu fisks frá strokstað.

## Reiknilíkan og flokkunarkerfi NINA

Einnig ber að nefna líkan sem notað er af norsku náttúrufræðistofnuninni (Norsk Institutt for Naturforskning (NINA)) og er lýst í grein Liu et al. (2013). Þetta líkan hefur verið notað í tillögu að flokkunarkerfi fyrir áhrif mismunandi álags stroks eldislaxa á villta stofna (Diserud o.fl. 2012). Líkanið nýtir gögn um hlutfall strokulaxa og gögn um samkeppnishæfni eldislaxa miðað við villta laxa (Fleming o.fl. 2000, McGinnity o.fl. 2003). Líkanið reiknar samsetningu stofns á hverjum tíma (afkomendur villtra fiska, eldisfiska og blendinga) á öllum lífsstigum og spáir um hve mikið breytur eins og hlutfall eldisfisks hafa á stofn yfir fleiri kynslóðir. Hermun með þessu líkani sýnir breytingar sem verða á hlutfalli blendinga, villtra fiska og eldisfisks í klakstofni sem fall af föstu hlutfalli eldisfisks af stofni hvers árs. Þetta er borið saman við gögn úr 110 ám á árabílinu 1989-2012. Að lokum var ástand stofna metið og mat lagt á hve mikil áhrif hlutfall eldisfisks í klakstofni hefði til langframa á samsetningu stofns. Áhættumat NINA-líkansins skiptist í sex flokka eftir umfangi erfðablöndunar:

- **Flokkur 1:** Stofn í bráðri hættu eða glataður stofn. Í þessum flokki eru vatnsföll þar sem stofninn er líklega tapaður og ekki er gert ráð fyrir að erfðæfni hafi verið geymt á öruggum stað (svo sem fryst svil). Í þennan flokk falla ár þar sem reiknaður villtur hluti stofns er undir 25%. *Samkvæmt líkani jafngildir það því að árlega hafi 35% fiska í klakstofni verið eldisfiskur.*
- **Flokkur 2:** Stofn í hættu. Í þessum flokki eru stofnar þar sem líkur á erfðablöndun við eldislax eru miklar og stofninn er á hraðri breytingu frá upprunalegum stofni. Í þennan flokk falla ár þar sem reiknaður villtur hluti stofns er 25-50%. *Samkvæmt líkani jafngildir það því að árlega hafi 20-35% fiska í klakstofni verið eldisfiskur.*
- **Flokkur 3:** Stofn sem er verulega ógnað. Í þessum flokki eru stofnar sem eru á ljóstri leið erfðablöndunar. Í þennan flokk falla ár þar sem reiknaður villtur hluti stofns er 50-75%. *Samkvæmt líkani jafngildir það því að árlega hafi 8,7-20% fiska í klakstofni verið eldisfiskur.*
- **Flokkur 4:** Stofn sem þarf sérstakt eftirlit. Stofnar á líklegri leið erfðablöndunar. Í þennan flokk falla ár þar sem reiknaður villtur hluti stofns er 75-90%. *Samkvæmt líkani jafngildir það því að árlega hafi 3,3-8,7% fiska í klakstofni verið eldisfiskur.*
- **Flokkur 5:** Stofn í góðu horfi. Vatnsföll þar sem lítil áhrif eru en með meira álagi gætu færst í lægri flokk. Í þennan flokk falla ár þar sem reiknaður villtur hluti stofns er 90-95%. *Samkvæmt líkani jafngildir það því að árlega hafi 1,6-3,3% fiska í klakstofni verið eldisfiskur.*
- **Flokkur 6:** Stofn í mjög góðu horfi. Vatnsföll með engin sýnileg áhrif og ekki talin í hættu. Í þennan flokk falla ár þar sem reiknaður villtur hluti stofns er 90-95%. *Samkvæmt líkani jafngildir það því að árlega hafi 0-1,6% fiska í klakstofni verið eldisfiskur.*

## Þröskuldsgildi í áhættumati erfðablöndunar í Noregi

Norska Hafrannsóknastofnunin hefur samhliða áhættumatinu unnið mat á umhverfisáhrifum laxeldis, þar með talið áhrifum erfðablöndunar (Taranger et al. 2014, 2015). Breytingar í erfðamengi hafa verið mældar með erfðamörkum og innblöndun eldisfisks hefur verið áætluð fyrir 20 laxastofna í meira en 3-4 áratugi (Glover et al. 2013). Tíðni strokufiska í villtum stofnum sem er í réttu hlutfalli við erfðablöndun yfir lengri tíma (Glover et al. 2012, 2013) er valin sem mat á áhættu á frekari erfðablöndun í hverjum stofni (Taranger et al. 2012). Þröskuldsgildi ásættanlegrar erfðablöndunar voru sett með hliðsjón af náttúrulegu flakki fiska milli áa og þeirri þekkingu sem aflað hefur verið um fylgni hlutfalls eldisfisks í stofni við erfðablöndun hans (Glover et al. 2012, 2013). Náttúrulegt flakk getur í sumum tilfellum orðið nokkuð hátt eða allt að 10% til 20% (Stabell 1984). Þröskuldsgildið fyrir enga eða nær enga hættu á erfðablöndun var því valið með tilliti til lægri marka náttúrulegs flakks sem er um 4% en 10% fyrir mikla hættu á erfðablöndun sem efri mörk áhættudreifingar.

## Áhættulíkan fyrir erfðablöndun eldislax við íslenska stofna

### Tilgangur reiknilíkans fyrir áhættumat

Í skýrslu þessari er kynnt nýtt áhættumatslíkan fyrir erfðablöndun eldislax við villta íslenska laxastofna. Tilgangur líkansins er að gefa rétta mynd af fjölda strokufiska sem gætu tekið þátt í klaki í hverri á. Sá fjöldi er í beinu sambandi við áhættu á erfðablöndun. Ef fjöldinn fer yfir þröskuldsörk á hverju ári er hættu á því að erfðablöndun safnist upp með tíma og hafi áhrif á stofngerð náttúrulegra stofna. Við höfum valið að nota gildi náttúrulegs flakks í fjölda því ljóst er að stofnar hafa viðhaldist þrátt fyrir það. Ætlunin er að tryggja að framleiðsla úr íslensku laxeldi hafi ekki neikvæð áhrif á villta stofna og bæta ímynd íslensks laxeldis. Þar sem margar breytur eru óvissar og lítið þekktar leggjum við til að áhætta vegna erfðablöndunar verði metin með gagnvirku áhættulíkani sem byggir á niðurstöðum vöktunaráætlunar sem framkvæmd verður árlega. Forsendur áhættulíkansins verða því endurskoðaðar frá ári til árs í samræmi við niðurstöður vöktunaráætlunar. Með þeim hætti má byggja stjórnun laxeldis á nýjstu upplýsingum til að lágmarka umhverfisáhrif greinarinnar. Markmiðið er að hámarka atvinnu- og samfélagsleg áhrif laxeldis án neikvæðra áhrifa á lax- og silungsveiði í landinu.

### Sértæk virkni reiknilíkans fyrir íslenskar aðstæður

Ferli erfðablöndunar skiptist upp í tvö þrep:

- i) strok eldisfiska og líkur á að þeir fari upp í tiltekna á.
- ii) æxlun eldisfiska í ánni, afdrif afkvæma og áhrif á erfðamengi stofns.

Í síðasta kafla mátti sjá að til eru erlend reiknilíkon sem geta reiknað umfang erfðablöndunar og einnig líkon sem geta metið samband strokufiska og erfðablöndunar til lengri tíma. Ekki er hins vegar til nothæft líkan sem spáir til um far eldisfisks að ám. Ástæða þess er einföld, fiskeldi í Noregi og Skotlandi er mjög þétt og oftast mjög nálægt árósum þannig að líkan fyrir far eldisfiska hefur ekki merkingu. Þessu er hins vegar öðruvísi farið hérlendis þar sem eldissvæði eru að jafnaði langt frá laxveiðisvæðum og ferill og dreifing stroks skiptir verulegu máli. Firðir og flóar utan helstu laxveiðiaá landsins voru á sínum tíma friðaðir fyrir laxeldi til að vernda náttúrulega stofna fyrir erfðablöndun, snikjudýrum og sjúkdómum (Gudjonsson and Scarnecchia 2009). Fyrirtæki eru fá í laxeldi og munu verða fá í framtíðinni og svæði afmörkuð. Íslenskar ár eru lítið eða ekki erfðablandaðar af manna völdum auk þess sem framfarir í erfðataekni og efnataeki gera það mögulegt að fylgjast með fari og blöndun af völdum fiska frá einstökum fyrirtækjum. Því verður mun einfaldara að fylgja eftir mögulegri erfðablöndun með vöktun.

Ljóst er að líkanið þarf að geta spáð fyrir um dreifingu eldislaxa sem strjúka frá hverjum stökum eldisstað og áætla hve mikið af fiski mun skila sér í hverja á. Líkanið þarf að reikna áhrif frá öllum eldisstöðvum á allar ár þar sem stofnstærð er þekkt, bæði áætla fjölda strokufiska sem vænta má og hlutfall þeirra af klakstofni árinna. Þá er hægt að meta hverja á ásamt með meðal- og miðgildishlutfall strokulaxa.

Það eru einkum á tveimur stigum í eldinu sem er hættulegt að lax sleppi.

- i. Seiði sem sleppa snemmsumars lenda í náttúrulegum ferli laxins og þeir laxar sem lifa af sjávardvölinu eru mjög hæfir (fit) til hrygningar. Lax sem sleppur á öðrum æviskeiðum á minni möguleika og lax sem sleppur að vetri drepst að langstærstu leyti.
- ii. Lax sem sleppur nálægt kynþroska að sumri (hluti laxins er kynþroska skömmu fyrir slátrun) þarf ekki annað en að koma sér upp í á til að hrygna. Hrygningarhæfni slíks lax er samt verulega skert og á það frekar við um hængi en hrygnur.

## Forsendur og breytistærðir reiknilíkans

Breytur sem skipta mestu máli um hve mikið af eldisfiski mun skila sér sem kynþroska fiskur í náttúrulega á eru sem hér segir:

1. Umfang eldis  $F_x$  í firði  $x$  mælt í tonnum á ári.
2. Hlutfall þeirra fiska sem sleppa fyrir hvert tonn framleitt,  $S$ , mælt í fjölda fiska á hvert tonn framleitt. Hér er stuðst við opinberar tölur frá Noregi og Skotlandi um fjölda strokulaxa. Með upplýsingum um framleiðslu á sama tíma er hægt að reikna hlutfall strokulaxa á hvert tonn framleitt. Þessar tölur eru nokkuð örugglega undirmat (Glover et al. 2017) þar sem ekki er allt stök tilkynnt. Það sést meðal annars á að samband tilkynnts magns og fjölda strokulaxa í ám fylgist ekki að en það er línulegt samband þar á milli ef rétt er talið. Nýleg víðtæk rannsókn á veiðum á merktum eldisfiski leiðir í ljós að raunverulegt stök var 2-4 sinnum hærra en það sem tilkynnt var af eldismönnum á árabílinu 2005-2011 (Skilbrei, Heino & Svásand 2015). Því höfum við notað meðaltal árána 2009-2016 og stuðulinn 4 ofan á tilkynnt stök. Einnig er áhugavert að benda á að svo virðist sem hlutfall stroks virðist 10 sinnum hærra í Skotlandi en í Noregi. Þrátt fyrir það teljum við rétt að styðjast við norskar tölur ( $\times 4$ ) þar sem sömu staðlar fyrir eldisbúnað eru notaðir héraendis og í Noregi.
3. Hegðun ungra sjógönguseiða er önnur en eldri fiska sem sleppa. Því meðhöndlum við *snemmbúið stök* þar sem ung sjógönguseiði sleppa sérstaklega. Þau synda á haf út í fæðuleit og snúa svo til baka á upprunastað. Í náttúrunni yfirgefa sjógönguseiðin sína upprunaá á tiltölulega skömmum tíma, oftast örfáum sólarhringum. Mögulega á innþrentun á upprunaá sér stað á þeim tíma er seiðið skryðist sjógöngubúningi og er ratvísi í rétta á mjög góð. Þegar sjógönguseiði sleppur úr sjókví á sér stað svipað ferli. Svo virðist sem seiðið snúi sem kynþroska lax aftur að sínum upprunastað, það er að sleppistað (kvínni), en reyni svo að ganga í ár nærri stökstað þar sem kynþroska lax er að finna.
4. Til eru gögn um lifun sjógönguseiða úr sjó,  $L$ , í gögnum frá íslenskum hafbeitarám (Magnús Jóhannsson o.fl. 2004). Eldisfiskur hefur minni lífslíkur en lax úr hafbeitarám og er stuðullinn  $L_H/L_V$  áætlaður 0,37 (Hindar et al. 2006).
5. Stærri fiskur sem sleppur hefur aðra hegðun en sjógönguseiði og leitar í ár þegar dregur að kynþroska. Hann leitar vanalega undan straumi (Hansen 2006) í leit að á og getur farið mjög langt yfir á ferð sinni, yfir 1000 kílómetra (Gudjonsson 1991; Piccolo & Orlikowska 2012). Hins vegar eru líkindi á að finna eldisfisk í vatnsfalli í sterku sambandi við magn eldis á svæðinu (Fiske et al. 2006) og mun færri eldislaxar koma í ár á austurströnd Skotlands þar sem ekki er fiskeldi en á vesturströnd þar sem eldið er staðsett (Green et al. 2012, Youngson, Webb, MacLean & Whyte 1997). Því meðhöndlum við *síðbúið stök* einnig sérstaklega.
6. Fyrir síðbúið stök koma breyturarnar  $T$ , heildareldistími í sjó,  $H$ , hættutími, sem er sá tími sem fer að bera á kynþroska (áætlað síðustu 4 mánuðina) og  $K$ , meðalhlutfall kynþroska yfir hættutímabil í stað lífslíkna sjógönguseiða,  $L$ .
7. Sem líkindadreifingarfall fyrir fjarlægð sem fiskar fara er notað svokallað Weibull fall með stökstað sem hámark dreifingarfalls. Þó fallið hafi ekki beina eðlislæga merkingu getur það nýst með góðum hætti sem parametrískt líking. Stuðlar Weibull fallsins eru  $\beta$ , lögunarstuðull og  $\eta$ , vegalengdarstuðull.

### Reiknijöfnur reiknilíkans

Jafna (1) og (2) sýna fjölda laxa sem fara upp í einhverja á, annars vegar laxar sem eru stórir  $E_B$ , jafna (1) og fyrir sjógönguseiði  $E_S$ , jafna (2). Jafna (4) lýsir Weibull dreifingarfalli með vegalendina 0 í hámarki sínu. Plúsgildi eru ár réttisælis frá strokstað en mínusgildi eru rangsælis eftir strandlengju Íslands. Líkur á að fiskur fari í ákveðna á eru í réttu hlutfalli við fiskigengd hennar. Jafna (5) reiknar fjölda fiska sem fer upp í á.

$$E_B = F_B S \frac{H}{T} K$$

$$E_S = F_S S L$$

$$w_{max} = \left( \frac{(\beta - 1)\eta^\beta}{\beta} \right)^{\frac{1}{\beta}}$$

$$W_{norm} = \frac{\frac{\beta}{\eta} \left( \frac{V_a + w_{max}}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left( \frac{V_a + w_{max}}{\eta} \right)^\beta}}{\sum_{V_a + w_{max}} \frac{\beta}{\eta} \left( \frac{V_a + w_{max}}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left( \frac{V_a + w_{max}}{\eta} \right)^\beta}}$$

$$F_r = A_r E W_{norm}$$

- E** Fjöldi eldislaxa sem skilar sér í einhverja á.  $E_S$  táknar fjölda sem hefur upphaflega sloppið sem smolt og  $E_B$  þá sem sloppið hafa stórir.
- F** Ársframleiðsla af laxi í tonnum.
- S** Hversu margir laxar sleppa fyrir hvert tonn sem framleitt er.
- H** Hættutími (apríl - september) er það tímabil sem hætta er við kynþroska og að fiskur fari í á.
- T** Fjöldi mánaða sem fiskurinn er alinn í sjó.
- K** Hlutfall þeirra sem sleppa sem kynþroskast og leita upp í á.
- L** Hlutfall sjógönguseiða sem lifa af í sjó og skila sér í ár.
- $W_{max}$**  Hámarkun á Weibull dreifingu fyrir gefna fasta  $\beta$  og  $\eta$ . Notað til að hliðra dreifingunni.
- $V_a$**  Vegalengd frá eldisstað að laxá a.
- $W_{norm}$**  Stöðluð Weibull dreifing sem lýsir því hvernig laxar sem sleppa dreifa sér í laxárnar. Dreifingin hefur lögunar- og stærðarstuðla  $\beta$  og  $\eta$ .
- $A_a$**  Fjöldi fiska í á a.
- $F_a$**  Fjöldi eldislaxa sem fer í laxá a.

### Tillaga að þröskuldsgildi stroklaxa í stofni.

Ljóst er að móta þarf stefnu um að erfðablöndun sé undir þeim öryggismörkum sem metin eru örugg svo að fiskeldi geti vaxið á skynsamlegan hátt og í sátt við náttúru og samfélög þar sem uppbygging fiskeldis mun eiga sér stað. Tryggja þarf að framleiðsla úr íslensku laxeldi hafi ekki neikvæð áhrif á villta stofna laxfiska. Einnig er mikilvægt að láta náttúruna njóta vafans, það mun bæta ímynd íslensks laxeldis.

Þröskuldsgildi er það mark þar sem árlegt hlutfall af eldisfiski hefur uppsöfnuð áhrif á erfðamengi stofna. Þetta gildi er enn rannsóknaspurning en á blaðsíðu 20 má sjá að svipuð niðurstaða virðist vera milli NINA og MRI í Noregi varðandi þröskuldsgildi fyrir ásættanlegt stök eldislaxa. NINA nefnir mörkin 3,3% stroklaxa í stofni í góðu horfi (flokkur 5) og MRI telur 4% sem neðri mörk enda endurspeglar sú tala meðalflakk milli áa.

*Það er því skynsamlegt að miða við sömu þröskuldsgildi hér á landi. Þröskuldsgildi fyrir strokulaxa af eldisuppruna verða því sett 4%. Þessi mörk verða síðan endurskoðuð með tilliti til niðurstaðna vöktunaráætlunar þar sem erfðamengi 20 áa/árkerfa verður greint árlega og erfðablöndun mæld. Ef sannanleg erfðablöndun eykst með tíma þarf að endurskoða mörkin.*

Sú aðferðafræði sem við leggjum til við mat á áhættu erfðablöndunar er gagnvirkt áhættulíkan sem byggir á niðurstöðum vöktunaráætlunar sem framkvæmd verður á hverju ári. Forsendur áhættulíkansins verða endurskoðaðar frá ári til árs í samræmi við niðurstöður vöktunaráætlunar. Með þeim hætti má byggja stjórnun laxeldis á nýjustu upplýsingum til að lágmarka umhverfisáhrif greinarinnar. Markmiðið er að hámarka atvinnu- og samfélagsleg áhrif laxeldis án neikvæðra áhrifa á lax- og silungsveiði í landinu.

## Notkun áhættulíkansins

### Notkun og niðurstöður líkans

Áhættumatslíkanið er fyrst og fremst hugsað sem gagnvirk verkfæri til þess að meta mögulegt umfang erfðablöndunar á hlutlægan hátt. Líkanið reiknar tvær dreifingar strokufiska fyrir hvern fiskeldisstað, annars vegar fyrir snemmbúið strok og hins vegar síðbúið strok. Þessar tvær dreifingar eru lagðar saman og mynda heildardreifingu. Heildardreifingar fyrir öll svæði eru svo lagðar saman og mynda heildardreifingarspá.

### Breytur

Þegar líkanið er opnað kemur það upp með valin gildi fyrir breytur (undir flípanum Breytur). Í báðum tilfellum, síðbúið og snemmbúið strok, er gert ráð fyrir að 0,8 fiskar strjúki á hvert tonn framleitt. Þetta byggir á nýjustu tölum frá Noregi yfir tilkynnt strok að viðbættum öryggisstuðlinum 4. Miðað við strokstúðulinn 0,8 ættu u.þ.b. 9 þúsund laxar að strjúka úr íslenskum sjókvíum á árinu 2017 sem er líklega mun hærra en rauntölur. Stuðlinum er hins vegar einnig ætlað að ná yfir hugsanlegar stórslysasleppingar sem gætu átt sér stað með löngu árabili.

#### 1. Breytur fyrir snemmbúið strok:

- Weibull lögunarstuðull  $\beta$ : notað er gildið 2,5 sem gefur nokkuð samhverfa dreifingu frá strokstað.
- Weibull vegalendarstuðull  $\eta$ : Gert er ráð fyrir í fyrstu nálgun að fiskur leiti ekki mikið lengra en 200 kílómetra sundleið frá strokstað. Nánara mat fæst með vöktun.
- Heimsæknistuðull: Gera má ráð fyrir því að sjógönguseiði upplifi eldiskvíar og ströndina nálægt þeim sem heimkynni sín. Því getur valdið lykt af fiski og þá sérstaklega af kynþroska fiski. Þetta leiðir til tregðu þeirra að leita lengra burt. Í fyrsta mati gerum við ráð fyrir að lykt jafngildi fiskmagni á við 20% strokulaxa frá strokustað. Þessi stuðull hefur nokkuð mikil áhrif og stærð hans mun verða ljósari með vöktun.
- Líkur á að sjógönguseiði lifi af dvölinu í sjó: Hér er stuðst við niðurstöður úr hafbeit svo sem í Rangá. Gert er ráð fyrir 5% fyrir villt seiði.
- Hlutfallsleg lífshæfni eldis sjógönguseiða gagnvart villtum: Hér er stuðst við tölur frá Hindar et al. (2006) en þar kemur fram að hlutfallsleg lífshæfni sé um 37%.
- Gert er ráð fyrir að fiskar muni leita í ár í réttu hlutfalli við laxagengd gefinnar áar og dreifingarfall. Notaðar eru meðaltals veiðitölur árána 2000-2015 til að meta klakstofn árinna. Reiknað er með veiðihlutfallinu 50%.

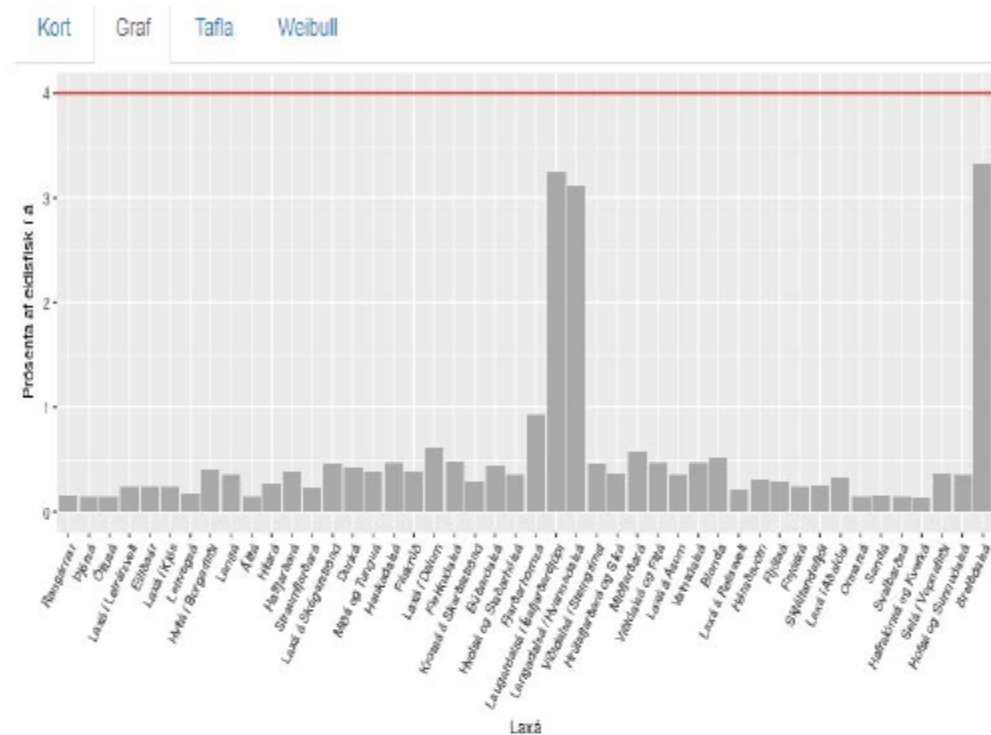
#### 2. Breytur fyrir síðbúið strok.

- Weibull lögunarstuðull  $\beta$ : Notað er gildið 2,0 sem gefur nokkuð meiri dreifingu meðstraums frá strokstað.
- Weibull vegalendarstuðull  $\eta$ : Gert er ráð fyrir í fyrstu nálgun að fiskur leiti langt og sé ekki með heimsækni. Gert er ráð fyrr allt að 1000 kílómetra sundleið frá strokstað.
- Hlutfall síðbúinna stroka sem kynþroskast og leitar upp í á: Gert er ráð fyrir að 15% fiskanna sem sleppi nái kynþroska og leiti upp í ár.
- Tími sem laxinn er alinn í sjó í mánuðum: Gert er ráð fyrir 18 mánaða eldistíma í sjó.
- Hættutími í mánuðum: Hættutími er skilgreindur sá tími sem hætta er á að fiskur nái kynþroska og leiti í ár sleppi hann innan þess tímabils.



Niðurstöður miðað við rekstrarleyfi sem gefin hafa verið út

Ef reiknað er með þeim rekstrarleyfum sem þegar hafa verið gefin út og reiknað með að um lax sé að ræða fæst eftirfarandi niðurstaða úr líkani (mynd 7).



Mynd 7. Niðurstaða úr líkani þegar notuð eru útgefin rekstrarleyfi og gert ráð fyrir að um lax sé að ræða. Heildarframleiðsla u.þ.b. 30.000 tonn, þar af reiknað með 2.000 tonnum í Ísafjarðardjúpi. Reiknað er með að hlutfall snemmbúinna og síðbúinna stroka sé 50:50. Rauða línan sýnir þröskuldsmörk innblöndunar (4%).

Myndin sýnir að líkanið reiknar rúmlega 3% innblöndun fjórar ár, þ.e. Laugardalsá, Langadalsá og Hvannadalssá í Ísafjarðardjúpi (tvær síðarnefndu eru reiknaðar saman) og Breiðdalsá í Breiðdal. Þessar ár skera sig algjörlega úr og í þeim reiknast innblöndun rétt undir þröskuldsmörkum. Þessar fjórar ár þarf að vakta sérstaklega.



## Vöktunaráætlun

Til að gera kleyft að endurskoða og fylgjast með áreiðanleika áhættumats þarf að vakta lykildreytur sem hafa áhrif á líkanið.

### Skráning, eftirlit og merkingar

- Umfang eldis í hverjum firði, fyrirtæki og magn í tonnum á ári. Fyrir þurfa að liggja upplýsingar um eldi hvers fyrirtækis svo reikna megi framleiðslumagn í firði. Fjöldi útsettra seiða og fjöldi laxa í hverjum árgangi. Skráð og skilað til MAST.
- Skráning framleiðenda á stroki. Skráning framleiðenda á stroki, magn af fiski og tímasetning stroks, strokstaður. Skilað til Fiskistofu.
- Merking á eldislaxi með stöðugum samsætum. Merkja þarf eldisseiði fyrir hvert fyrirtæki. Það er hægt að gera með stöðugum samsætum. Bætt er örlitlu magni af stöðugri samsætu af Baríum, einni samsætu eða fleirum, í bólusetninguna sem allir eldislaxar fá rétt áður en þeir eru settir í sjókví. Samsætunarbúnaður festast í kvörnum fiskanna, þannig að hver framleiðandi eldislaxa fær sitt merki, eins konar strikamerki. Allir laxar tiltekins fyrirtækis eru með sama merkið sem greinanlegt er frá öðrum merkjum framleiðenda. Bóluefni er afhent af MAST sem skráir hvar það er afhent, hvar notað og af hvaða framleiðenda.

### Varðveisla erfðaefnis

- Varðveisla erfðaefnis úr foreldrafiski. Framleiðendum hrognna er skylt að varðveita í gagnagrunnum erfðaeefni foreldrafiska og halda bókhald yfir það frá hvaða foreldrum er selt til hvernar stöðvar. Erfðaeefni og skráning verði afhent MAST. Með arfgerðargreiningu má rekja afkvæmi til foreldra og þar með er einnig hægt að rekja fyrirtæki og staðsetningu eldis. Arfgerðargreiningu verður beitt verði þess þörf.
- Varðveisla erfðaefnis úr villtum stofnum. Lagt er til að svil verði djúpfryst í sviljabanka til að varðveita nothæft erfðaeefni úr náttúrulegum stofnum. Stofnarnir verði varðveittir á ábyrgð Hafrannsóknastofnunar. Stofnar verða valdir með eftirfarandi að leiðarljósi:
  - Stofnar með yfir 400 laxa veidda að meðaltali á ári síðustu 15 hlaupandi ár.
  - Stofnar sem eru í sérstakri hættu vegna nálægðar við eldisvæði.
  - Stofnar sem endurspeglar fjölbreytni og erfðabreytileika íslenskra stofna.

### Vöktun

- Vöktun lykiláa með Árvaka. Vöktun lykiláa í hverjum landsfimmtungi með vöktunartækinu Árvaka frá Vaka hf. Árvakinn er útbúinn með myndbandsupptökubúnaði og verður staðsettur nálægt árósum. Með búnaðinum er hægt að telja fiska, leggja mat á lúsamagn og greina hvort fiskur er af eldisuppruna. Þess ber að geta að einungis er hægt að greina strokufisk úr síðbúnu stroki þar sem fiskur sem sloppið hefur sem sjógönguseiði greinist ekki frá villtum fiski. Í töflu 1 má sjá lista yfir þær ár sem verða vaktaðar.

Tafla 1. Listi yfir þær ár sem verða vaktaðar með Árvaka frá Vaka ehf.

<b>Vestfirðir</b>	
Laugardalsá í Ísafjarðardjúpi	(nýr búnaður)
Langadalsá í Ísafirði	(nýr búnaður)
<b>Húnaflói</b>	
Blanda	(til staðar þarf að uppfæra búnað)
Fitjá	(nýr búnaður)
<b>Norðausturland.</b>	
Skjálfandaflijót	(til staðar þarf að uppfæra búnað)
Vesturdalsá	(til staðar)
<b>Faxaflói</b>	
Elliðaár	(til staðar)
Úlfarsá	(til staðar)
Gljúfurá	(til staðar þarf að uppfæra búnað)
Langá	(til staðar þarf að uppfæra búnað)
<b>Breiðafjörður</b>	
Krossá	(til staðar þarf að uppfæra búnað)
Laxá	(nýr búnaður)

### Sýnataka og greining

- Stroksýni úr veiddum/slepptum fiski. Sett verði upp kerfi stroksýnatöku (DNA-sýnatöku) úr veiddum fiski. Slíkt sýnatökukerfi er starfrækt í dag hjá Ráðgjafamiðstöð landbúnaðarins fyrir hesta sjá kynningarmyndband [hér](#). Hjá fiskum er tekið stroksýni úr tálknum, sýnatakan tekur örfáar sekúndur og hefur hún ekki áhrif á lifun fiska. Skráning annarra upplýsinga verður á vefsvæði sem hægt er að nálgast í síma eða tölvu. Hægt er að fá sendar upplýsingar til baka um arfgerð fisks að greiningu lokinni sem hvati til þess að sýnataka verði framkvæmd. Með þessari sýnatöku fæst heildarhlutfall eldisfiska í klakstofni ásamt hlutfalli síðbúins og snemmbúins stroks.
- Söfnun og greining hreisturssýna. Mikilvægt er að safna hreistri af laxi úr völdum ám. Með greiningu hreisturs er hægt að greina með ágætri vissu hvort um eldislax sé að ræða. Lagt er til að hreistri safnað verði úr a.m.k. einni á úr hverjum landsfimmtungi, eins og þeir eru skilgreindir hér að framan.
- Erfðagreiningar smáseiða. Rafveidd verða á hverju ári um 100 smáseiði í ám víðsvegar til að fylgjast með mögulegri erfðablöndun. Greind verða 59 SNP erfðamörk (Karlsson et al. 2011). Í töflu 2 má sjá lista yfir þær ár sem erfðasýni verða tekin úr (tafla 2).

Tafla 2. Listi yfir þau vatnsföll sem verða vöktuð með reglulegri söfnun og greiningu erfðasýna. Gerð verður erfðagreining á 100 marktækum DNA sýnum úr seiðum úr hverju vatnsfalli fyrir sig.

Ísafjarðardjúp	Austurland
Laugadalsá	Breiðdalsá
Langadalsá	Suðurland
Arnarfjörður	Þjórsá
Selárdalsá	Ölfusá/Hvítá/Sogið
Dýrafjörður	Faxaflói
Sandsá	Elliðaá
Tálknafjörður	Norðurá
Botnsá	Grímsá
Húnaflói	Langá
Blanda	Breiðafjörður
Vatnsdalsá	Krossá
Fitjá/Víðidalsá	Laxá í Dölum
Norðausturland	
Laxá í Þingeyjarsýslu	
Hafrolónsá	
Hofsá	

## Mótvægisáðgerðir

Með hliðsjón af þeirri greiningu sem lögð er til grundvallar í þessari skýrslu leggja skýrsluhöfundar til að lögð verði áhersla á eftirfarandi þætti til þess að draga úr líkum á erfðablöndun eldisfisks við náttúrulega íslenska laxastofna:

- Staðlar fyrir fiskeldisbúnað í sjó. Varðandi kröfur til eldisbúnaðar er lagt til að þær verði samkvæmt norska staðalinum NS 9415:2009 sem gerir mestar kröfur um styrkleika búnaðar.
- Notkun á geldfiski. Lögð verði áhersla á rannsóknir á notkun geldfiska í íslensku eldi. Nokkrar aðferðir eru í þróun varðandi framleiðslu á geldfiski.
  - Þrilitnun á fiski. Sú aðferð sem helst er notuð við framleiðslu á ófrjóum laxfiskum er að gera laxinn þrilitna en svo nefnist lífvera með þrjú litningapör í stað tveggja (2N). Þessari aðferð er beitt af Stofnfiski með góðum árangri og selur fyrirtækið slík hrogn til Noregs. Í Noregi hafa verið framkvæmdar margar tilraunir, þar sem borið er saman eldi á 2N og 3N laxi. Helstu niðurstöðurnar úr þeim eru að 3N fiskur vex yfirleitt hraðar á ferskvatnsstiginu en aftur á móti hægar í sjófasanum en 2N fiskur (Fraser et al. 2013). Helstu vandamál við notkun þrilitna fisks virðast vera minna sjúkdómsþol og lifun við hátt og lágt hitastig. Borið hefur á meiri vandamálum vegna vetrarsára (*Moritella viscosa*) í þrilitna fiski (Anna Wargelius, símtal). Áherslu þarf að leggja á rannsóknir við íslenskar aðstæður til að skera úr um hvort þrilitnun sé raunhæfur kostur á Íslandi.
  - Bólusetning fyrir kynþroska. Hjá Norsku Hafrannsóknastofnuninni er verið að vinna að þróunarverkefninu SALMOSTERILE þar sem verið er að þróa aðferð til geldingar með mótefnisaðferðum. Aðalmarkmiðið er að þróa bóluefni sem afvirkjar kynfrumulifunarprótein (e. inactivate sex cell survival proteins) í laxaseiðum og þvingar kynfrumurnar þar með í stýrðan frumudauða (e. apoptosis). Hægt væri að meðhöndla hrygnur í tæka tíð fyrir hrygningu og þroska hrogna og með þeim hætti myndi bóluefnið erfast til afkvæma. Þessi aðferð er hinsvegar enn í þróun (2013-2017). Ekki er ljóst með útkomu enn en vakta þarf þessa aðferðafræði og nýta hana hérlendis eins skjótt og hún kemst í notkun.
- Framleiðsla á afkvæmalausum fiski með stýringu á genatjáningu. Um er að ræða böðunartækni á hrognum sem gerir stóran hluta systkinahópsins geldan. Uppgötvunin felur í sér sameindaferju Vivo, sem flytur svokallað Morpholino oligómer (MO) sem í stuttu máli ruglar staðsetningu forstigs kynfumna og gerir fiskinn ófrjóan. Aðferðin var þróuð af Ten-Tsao Wong og Yonathan Zohar hjá University of Maryland og standa nú yfir tilraunir í BNA og í Noregi (Wong og Zohar 2015, Zohar og Wong 2016). Fylgst verður með þessum tilraunum og hefur Hafrannsóknastofnun óskað eftir að vera þátttakandi í þeim.
- Aðrar erfðaáðferðir til að aðgreina eldislax frá náttúrulegum laxi. Með hraðri þróun þekkingar á genamengi laxins verður erfðamunur á eldislaxi og villtum laxi sífellt ljósari. Þetta opnar mögulega á það að nýta þessar upplýsingar til að framleiða eldisfisk sem hefur skilar sér lítið til baka eftir stök og yrði mögulega mjög þekktanlegur frá villtum fiski. Erfðir kynþroskaaldurs og -stærðar hjá laxi eru nú þekktar og hvaða gen stýra þeim (Barson ofl. 2015). Með því að nýta þessa þekkingu í vali á laxi í kynbótum er hægt að velja algerlega út snemmkynþroska lax. Með því móti væri engin kynþroski í sláturlaxi og því verulega minni hætta sem stafaði af strokufiski úr slysasleppingum. Þetta er einnig mjög hagfelld fyrir eldisfyrirtækin þar sem að kynþroski dregur úr vexti og slíkur fiskur fellur um gæðaflokk.

- Útsetning stórseiða. Miklar líkur eru á því að útsetning stórseiða muni hafa áhrif á strok og endurkomu. Ef sett eru út stórseiði munu líkur á snemmbúnu stroki minnka, sökum stærðar seiða. Ef seiði eru mjög stór kallast þau unglaxar (500-1200 g) eru lífslíkur þeirra mun minni en seiðanna eftir strok. Þetta þarf þó nauðsynlega að staðfesta betur með rannsóknum.
- Gott ástand náttúrulegra stofna. Tryggja þarf gott ástand náttúlegs klakstofns í ánni og að veiðialag verði ekki of mikið. Of mikið veiðialag skilur eftir tóm óðöl sem eldishængar geta nýtt sér (McGinnity et al. 2003). Rannsóknir sýna einnig að eldisfiskar eiga erfiðar uppdráttar eftir því sem þéttleiki og samkeppni frá villtum fiski er meiri (Skaala et al. 2012).
- Rannsóknir á lifun sjögönguseiða af eldisstofni. Rannsaka þarf og staðfesta lifunarhlutfall sjögönguseiða af eldisstofni miðað við mismundandi strokstaði við Ísland. Gera þarf tilraunir þar sem þar sem seiðum er sleppt í hafbeit og endurheimta þeirra mæld.

## Ályktanir og tillögur

Lagt er til að fylgt verði niðurstöðum áhættulíkans með þeim hætti að gildi erfðablöndunar í þeim ám eða vatnakerfum sem það tekur yfir verði ekki hærra en þröskuldsgildið 4%. Með vatnakerfum er átt við meginá og ár sem í hana renna svo sem vatnakerfi Hvítár á Suðurlandi. Reglan á við ár og kerfi sem hafa sjálfbæran laxastofn.

Tillögur að magni eldis á hverju svæði.

Lagt er mat á eftirfarandi firði:

Vestfirðir: Arnarfjörður, Patreksfjörður (og Tálknafjörður), Dýrafjörður.

Austfirðir: Berufjörður, Fáskrúðsfjörður, Reyðarfjörður, Stöðvarfjörður.

Ekki er lagt mat á þá firði þar sem burðarþol liggur ekki fyrir.

Tafla 3. Tillögur um æskilegt hámarkseldi á hverju svæði fyrir sig samkvæmt útreikningum áhættumatslíkans. Reiknað er með að hlutfall snemmbúinna og síðbúinna stroka sé 50:50.

Landsvæði	Hámarkseldi samkvæmt áhættumati
<b>Vestfirðir</b>	
Patreksfjörður, Tálknafjörður og Patreksfjarðarflói	20.000 tonn
Arnarfjörður	20.000 tonn
Dýrafjörður	10.000 tonn
Ísafjarðardjúp	0 tonn
<b>Vestfirðir samtals:</b>	<b>50.000 tonn</b>
<b>Austfirðir</b>	
Berufjörður	6.000 tonn
Fáskrúðsfjörður og Reyðarfjörður	15.000 tonn
Stöðvarfjörður	0 tonn
<b>Austfirðir samtals:</b>	<b>21.000 tonn</b>
<b>Samtals:</b>	<b>71.000 tonn</b>

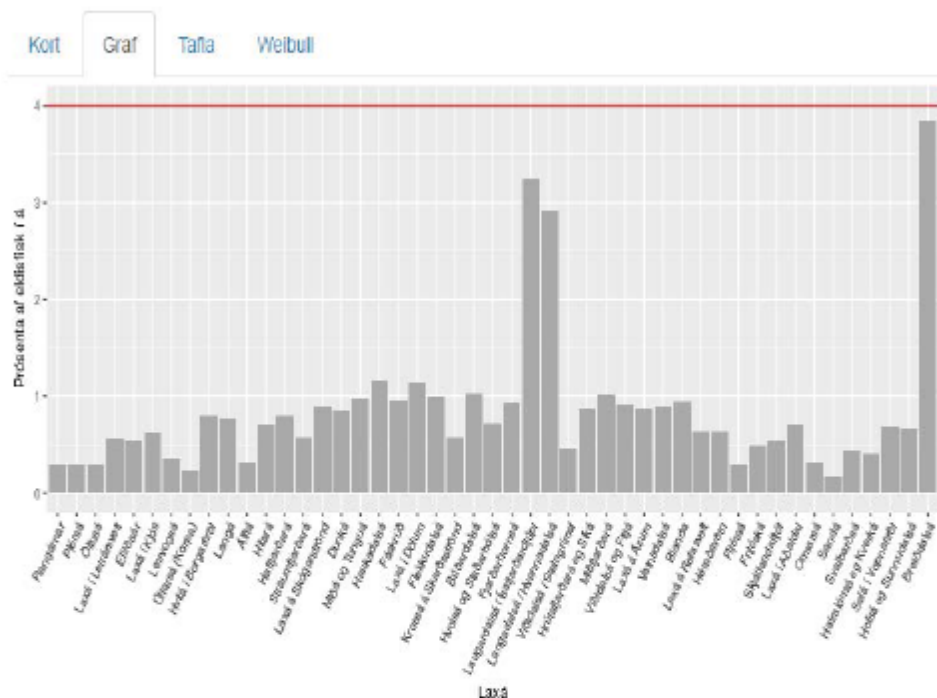
Útreikningar áhættumatslíkansins voru lagðir til grundvallar við framsetningu á ofangreindum tillögum. Líkanið gerir almennt ráð fyrir lítilli innblöndun í flestar ár en Laugardalsá, Hvannadalsá og Langadalsá í Ísafjarðardjúpi, ásamt Breiðdalsá í Breiðdal virðast allar í talsverðri hættu vegna innblöndunar eldisfisks. Af þessum ástæðum er lagt til að ekki verði leyft eldi í Ísafjarðardjúpi vegna mikilla neikvæðra áhrifa á ár í Djúpinu. Af sömu ástæðum er lagt til að eldi verði ekki aukið í Berufirði og lagst gegn eldi í Stöðvarfirði vegna nálægðar við Breiðdalsá. Ekki skiptir höfuðmáli hvernig eldið skiptist milli Reyðarfjarðar og Fáskrúðsfjarðar hvað varðar áhættu. Niðurstöður matsins eru því að ásættanlegt sé að leyfa allt að 71.000 tonna framleiðslu af frjóum eldislaxi hér við land. Þar af 50.000 tonn á Vestfjörðum og 21.000 tonn á Austfjörðum. Hér er um að ræða sjöföldun á núverandi ársframleiðslu í íslensku laxeldi sem er um 10.000 tonn.

Þessu til viðbótar er unnt að ala ófrjóan lax. Auka þarf rannsóknir og tilraunir með ófrjóan lax á Íslandi við þær aðstæður sem hér eru. Þetta verði gert í samvinnu við erlenda rannsóknaraðila og eldisfyrirtækin í landinu. Í samræmi við framangreint er óhætt að ala auk 71.000 tonna framleiðslu af frjóum eldislaxi hér við land, allt að 61.000 tonn af ófrjóum laxi miðað við núverandi burðarþolsmat



fyrir þessi svæði. Eldi á ófrjóum laxi á Vestfjörðum yrði því allt að 30.000 tonnum til viðbótar við 50.000 tonna framleiðslu á frjóum laxi og á Austfjörðum yrði eldi á ófrjóum laxi 31.000 tonn til viðbótar við framleiðslu á 21.000 tonnum af frjóum laxi. Aðrir þættir geta þó takmarkað umfang eldisins eins og endurskoðað burðarþol, óæskileg áhrif laxalúsar, stærð heppilegra eldissvæða og ef vart verður við óæskileg áhrif á hrygningu eða uppeldi nytjastofna sjávar (þorskur, ýsa, rækja og fleiri tegundir).

Ofangreindar tillögur um hámarkseldi á hverju svæði gefa eftirfarandi mynd úr líkani (mynd 9).



Mynd 9. Niðurstaða úr líkani miðað við tillögur Hafrannsóknastofnunar um hámarkseldi á hverju svæði fyrir sig (sjá töflu 3). Reiknað er með að hlutfall snemmbúinna og síðbúinna stroka sé 50:50. Rauða línan sýnir þröskuldsþörf innblöndunar (4%).

Mynd 9 sýnir að Djúpármar og Breiddalsá reiknast með innblöndun á bilinu 2,8-3,7% og eru allar undir þröskuldsþörfum. Þrátt fyrir verulega aukið umfang laxeldis spáir líkanið mjög lítilli innblöndun eldisfisks í flestum helstu laxveiðiám landsins. Helsta ástæðan fyrir þessari niðurstöðu er sú að eldissvæðin eru í mikilli fjarlægð frá helstu laxveiðiám og laxeldi er bannað á mjög stórum hluta strandlengjunnar. Í Noregi og Skotlandi eru eldissvæðin hins vegar oft í mikilli nálægð við helstu laxveiðiárnar og því verða blöndunaráhrifin mun meiri í þessum löndum. Ástand íslenskra laxastofna er í dag mjög gott að því leyti að í þeim greinist nánast engin erfðablöndun úr eldisfiski. Tillögur Hafrannsóknastofnunar byggja á skynsamlegri varúðarnálgun varðandi uppbyggingu laxeldis án þess að okkar náttúrulegu laxastofnar hljóti skaða af.

## Heimildir

Árni Ísaksson, Sumarliði Óskarsson og Þór Guðjónsson 2002. Occurrence of tagged Icelandic salmon in the salmon fisheries at West Greenland and within the Faroese fishing zone 1967 through 1995 and its inference regarding the ocean migration of salmon from different areas of Iceland. *International Council for the Exploration of the Sea*. North Atlantic Salmon Working Group. Working paper 22.

Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2016 (2017). *Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2016*. Matvælastofnun. <http://www.mast.is/library/Sk%C3%BDslur/Arsskyrsladyralaeknisfisksjukdoma2016.pdf>

Barson, N.J., Aykanat, T., Hindar, K., Baranski, M., Bolstad, G.H., Fiske, P.H., Jacq, C., Jensen, A.J., Johnston, S.E., Karlsson, S., Kent, M., Moen, T., Niemelä, E., Nome, T., Næsje, T.F., Orell, P., Romakkaniemi, A., Sægvog, H., Urdal, K., Erkinaro, J., Lien, S., Primmer, C.P. (2015). Sex-dependent dominance at a single locus maintains variation in age at maturity in salmon. *Nature* 528, 405–408 doi:10.1038/nature16062.

Castellani, M., Heino, M., Gilbey, J., Araki, H., Svåsand, T. and Glover, K.A. (2015). IBSEM: An Individual-Based Atlantic Salmon Population Model. *PLOS ONE*. doi.org/10.1371/journal.pone.0138444

Danielsdóttir, A.K., Marteinsdóttir, G., Arnason, F. and Guðjónsson, S. (1997). Genetic structure of wild and reared Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) populations in Iceland. *ICES Journal of Marine Science*, 54: 986-997.

Diserud, O.H., Fiske, P. og Hindar, K. (2012). NINA Rapport 782. Forslag til kategorisering av laksebestander som er påvirket av rømt oppdrettslaks. ISBN: 978-82-426-2377-5.

Ellis, J.S., Gilbey, J. et al and Stevens, J.R. (2011). Microsatellite standardization and evaluation of genotyping error in a large multi-partner research programme for conservation of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Genetica*, 139: 353–367.

Fiske, P., Lund, R. A., & Hansen, L. P. (2006). Relationships between the frequency of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in wild salmon populations and fish farming activity in Norway, 1989-2004. *ICES Journal of Marine Science*, 63, 1182–1189.

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., K. Hindar, I. B. Mjølnerød, B. Jonsson, T. Balstad & A. Lamberg. (2000). Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. – *Proc. R. Soc. Lond. B* 267: 1517-1524.

Framleiðsla í íslensku fiskeldi (2016). *Fiskeldisfréttir*. Febrúar 2016 1. Tölublað, 5. Árgangur. Bls. 13-14. <http://sjavarutvegur.is/wp-content/uploads/2016/12/VIG2016-Fiskeldisfrettir-01.05.2016.pdf>.

Fraser, T.W. Hansen, T. Skjæraasen, J.E., Mayer, I. Sambras, F. Fjellidal P.G. (2013). The effect of triploidy on the culture performance, deformity, and heart morphology in Atlantic Salmon. *Aquaculture* 416 255-265.

Friðjón M. Viðarsson og Sigurður Guðjónsson (1991). Hlutdeild eldislaxa í ám við Faxaflóa. Veiðimálastofnun. VMST-R/91015. 49 bls.

Friðjón M. Viðarsson og Sigurður Guðjónsson (1993). Hlutdeild eldislaxa í ám á SV-horni landsins, samkvæmt hreisturslestri. Veiðimálastofnun. VMST-R/93015. 38 bls.

Geiger, H. J., Perry, T., Fukuwaka, M. and Radchenko V. (2002). Status of Salmon Stocks and Fisheries in the North Pacific Ocean. *NPAFC Technical Report No. 4*.

Glover, K.A., Solberg, M.F., McGinnity, P., Hindar, K., Verspoor, E., Coulson, M.W., Hansen, M.M., Araki, H., Skaala, Ø. and Svåsand, T. (2017). Half a century of genetic interaction between farmed and wild Atlantic salmon: Status of knowledge and unanswered questions. *Fish and Fisheries* 1–38.

- Glover, K. A., Pertoldi, C., Besnier, F., Wennevik, V., Kent, M., and Skaala, Ø. (2013). Atlantic salmon populations invaded by farmed escapees: quantifying genetic introgression with a Bayesian approach and SNPs. *BMC Genetics*, 14: 4.
- Glover, K. A., Quintela, M., Wennevik, V., Besnier, F., Sørvik, A.G.E., and Skaala, Ø. (2012). Three decades of farmed escapees in the wild: A spatio-temporal analysis of population genetic structure throughout Norway. *PLoS ONE*, 7: e43129.
- Green, D.M., Penman, D.J., Migaud, H., Bron, J.E., Taggart, J.B., & McAndrew, B.J. (2012). The impact of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) on catch statistics in Scotland. *PLoS One*, 7(9), e43560.
- Gudjonsson, S. (1991). Occurrence of reared salmon in natural rivers in Iceland. *Aquaculture* 98, 1-3 p133-142.
- Gudjonsson, S. and Scarnecchia, D.L. (2009). "Even the Evil Need a Place to Live": Wild salmon, salmon farming and zoning of the Icelandic coastline. *Fisheries* 34:477-486. doi:10.1577/1548-8446-34.10.477.
- Gudjonsson, S., I. R. Jonsson and T. Antonsson (2005). Migration of Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolt through the estuary of River Ellidaar in Iceland. *Environmental Biology of Fish.* 74:291-296.
- Guðmundsson, L.A., Guðjónsson, S., Marteinsdóttir, G., Scarnecchia, D.L., Danielsdóttir, A.K. and Pampoulie, C. (2013). Spatio-temporal effects of stray hatchery-reared Atlantic salmon *Salmo salar* on population genetic structure within a 21 km-long Icelandic river system. *Conservation Genetics* 14: 1217-1231. doi:10.1007/s10592-013-0510-y
- Guðni Guðbergsson (2016). Lax- og silungsveiðin 2015. Skýrsla Veiðimálastofnunar. VMST/ 15022. 46 bls.
- Guðni Guðbergsson og Sigurður Már Einarsson (2004). Hlutfall merktra laxa sem sleppt er og veiddust oftar en einu sinni í íslenskum ám sumarið 2003. VMST-R/0410. 9 bls.
- Guðni Guðbergsson og Sigurður Már Einarsson (2007). Áhrif veiða og sleppa á laxastofna og veiðitölur. *Fræðing landbúnaðarins* 4. Bls. 196-204.
- Guðni Guðbergsson og Óðinn Sigþórsson (2007). Lax sem meðfli íslenskra fiskiskipa. *Veiðimaðurinn*. 182. 46-49.
- Guðrún Marteinsdóttir, Heiðrún Guðmundsdóttir, Sigurður Guðjónsson, Anna K. Danielsdóttir, Þóroddur F. Þóroddsson og Leó Guðmundsson (2007). Áhrif eldis á umhverfi og villta stofna. Lokaskýrsla vegna AVS verkefnis, S004-05.
- Hagfræðistofnun Háskóla Íslands (2004). Lax- og silungsveiði á Íslandi. Efnahagsleg áhrif og líffræðileg staða auðlindarinnar. Skýrsla unnin fyrir Landssamband veiðifélaga. Skýrsla nr. C04:06. 74 bls.
- Hansen, L.P. (2006). Migration and survival of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) released from two Norwegian fish farms. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1211-1217.
- Hindar, K., Fleming, I.A., McGinnity, P. & Diserud, A. (2006). Genetic and ecological effects of salmon farming on wild salmon: Modelling from experimental results. *ICES Journal of Marine Science*, 63, 1234-1247.
- ICES 2012. Report of the Working Group on North Atlantic Salmon (WGNAS), 22-31 March 2011, Copenhagen, Denmark. ICES 2011/ACOM:09. 45 pp.
- ICES 2015. WGNAS Stock Annex for Atlantic salmon. <http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/acom/2015/WGNAS/WGNAS%20Stock%20Annex%20for%20Atlantic%20salmon.pdf>
- ICES 2016. ICES WGNAS report 2016. Report of the Working Group on North Atlantic Salmon. [http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/acom/2016/WGNAS/wgnas\\_2016.pdf](http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/acom/2016/WGNAS/wgnas_2016.pdf)

- Ingi Rúnar Jónsson og Þórólfur Antonsson (2004). Laxar af eldisuppruna endurheimtir á Austurlandi sumarið 2003. Veidimálastofnun. VMST-R/0403. 14 bls.
- Ingi Rúnar Jónsson, Þórólfur Antonsson og Sigurður Guðjónsson (2008). Relation between stock size and catch data of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Icel. Agric. Sci.* 21: 61-68.
- Karlsson, S., T. Moen, S. Lien, K. A. Glover, and K. Hindar (2011). Generic genetic differences between farmed and wild Atlantic salmon identified from a 7kSNP-chip. *Mol. Ecol. Resour.* 11 (Suppl. 1):247–253.
- Kristinn Ólafsson, Christophe Pampoulie, Sigríður Hjörleifsdóttir, Sigurður Guðjónsson og Guðmundur Ó. Hreggviðsson (2014). Present-Day Genetic Structure of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) in Icelandic Rivers and Ice-Cap Retreat Models. *PLoS ONE* 9(2): e86809. doi:10.1371/journal.pone.0086809
- Kristinn Ólafsson, Sigríður Hjörleifsdóttir, Christophe Pampoulie, Guðmundur Ó. Hreggviðsson, Sigurður Guðjónsson (2010). Novel set of multiplex assays (SalPrint15) for efficient analysis of 15 microsatellite loci of contemporary samples of the Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Molecular Ecology Resources* 10: 533–537.
- Kristinn Ólafsson, Sigurður M. Einarsson, John Gilbey, Christophe Pampoulie, Guðmundur Ó. Hreggviðsson, Sigríður Hjörleifsdóttir and Sigurður Guðjónsson (2016). Origin of Atlantic salmon (*Salmo salar*) at sea in Icelandic waters. *ICES J. Mar. Sci.* 2016; 73 (6): 1525-1532. doi: 10.1093/icesjms/fsv176.
- Leó Alexander Guðmundsson (2014). Upprunagreining á löxum veiddum í Patreksfirði í júlí 2014. Veidimálastofnun, VMST/14046. 29 bls.
- Leó Alexander Guðmundsson, Guðni Guðbergsson, Halla Margrét Jóhannesdóttir og Eydís Njarðardóttir (2014). Rannsókn á löxum veiddum í Patreksfirði í ágúst 2014. Veidimálastofnun, VMST/14047. 34 bls.
- Leó Alexander Guðmundsson og Sigurður Guðjónsson (2013). Notkun erfðamarka til að greina strokulax úr sjókvíældi og erfðablöndun við villtan lax. V 014-13. Lokaskýrsla vegna AVS verkefnis. 15 bls.
- Liu, Y., Diserud, O.H., Hindar, K. and Skonhoft, A. (2013). An ecological-economic model on the effects of interactions between escaped farmed and wild salmon (*Salmo salar*). *Fish and Fisheries*, 14, 158–173.
- Magnús Jóhannsson, Sumarliði Óskarsson, Sigurður Guðjónsson, Sigurður Már Einarsson og Jónas Jónsson (2004). Sleppingar örmerkra laxagönguseiða í fiskrækt árin 1986-1991 og endurheimtur þeirra. Veidimálastofnun skýrsla VMST-S/94011.
- McGinnity, P., Prodöhl, P., Ferguson, A., Hynes, R., Ó. Maoiléidigh, N., Baker, N., Cotter, D., O’Hea, B., Cooke, D., Rogan, G., Taggart, J., and 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. – *Proc. R. Soc. Lond. B* 270: 2443-2450.
- Nei, M., Tajima, F. and Tateno, Y. (1983). Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. II. Gene frequency data. *J. Mol. Evol.* 1983; 19(2): 153-70.
- Noakes, D. J. and Beamish, R. J. (2011). Shifting the Balance: Towards Sustainable Salmon Populations and Fisheries of the Future. *Sustainable Fisheries: Multi-Level Approaches to a Global Problem*, 23–50. American Fisheries Society.
- Omega (2014). Offshore Mariculture Escapes Genetics Assessment (OMEGA) model. [http://www.nmfs.noaa.gov/aquaculture/science/omega\\_model\\_homepage.html](http://www.nmfs.noaa.gov/aquaculture/science/omega_model_homepage.html). Sótt 9.7.2017.
- Piccolo, J.J. and Orlikowska, E.H. (2012). A biological risk assessment for an Atlantic salmon (*Salmo salar*) invasion in Alaskan waters. *Aquatic Invasions* 7, v2 259-270.
- Pritchard, J.K., Stephens, M. and Donnelly, P. (2000). Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155: 945-959.

Skaala, Ø., K.A. Glover, B.T. Barlaup, T. Svåsand, F. Besnier, M.M. Hansen and R. Borgstrøm (2012). Performance of farmed, hybrid, and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) families in a natural river environment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69:1994-2006, <https://doi.org/10.1139/f2012-118>

Sigurbergur Steinsson (2010). Stangaveiðimarkaðurinn á Íslandi: mat á heildartekjum af laxveiðileyfasölu árið 2009. Bifröst: Háskólinn á Bifröst. <http://hdl.handle.net/1946/6655>

Sigurður Már Einarsson og Ásta K. Guðmundsdóttir (2017). Vöktunarrannsóknir á laxastofni Laxár í Dölum 2016. hafogvatn2017-022. HV 2017-21. Reykjavík 2017.

Sigurður Már Einarsson (2004). Líffræði og nýting ferskvatnsfiska á vatnasvæði Hvítár í Borgarfirði. Ársskýrsla veiðimálastofnunar 2003. Reykjavík: Veiðimálastofnun.

Skilbrei, O.T., Heino, M., & Svåsand, T. (2015). Using simulated escape events to assess the annual numbers and destinies of escaped farmed Atlantic salmon of different life stages, from farms sites in Norway. *ICES Journal of Marine Science*, 72, 670–685.

Stabell O. (1984). Homing and olfaction in salmonids: a critical review with special reference to the Atlantic salmon. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 59: 333–388.

Taranger, G.L., Karlsen, Ø., Bannister, R.J., Glover, K.A., Husa, V. Karlsbakk, E., Kvamme, B.O., Boxaspen, K.K., Bjørn, P.A., Finstad, B., Madhun A.S.H., Morton, C. and Svasand, T. (2015). Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Science* 72(3), 997–1021. doi:10.1093/icesjms/fsu132

Taranger, G.L., Svåsand, T., Kvamme, B.O., Kristiansen T.S., and Boxaspen, K. (Eds) (2014). Risk assessment of Norwegian aquaculture 2013 (in Norwegian). *Fisken og Havet*, Sænummer 2-2014.

Taranger, G.L., Svåsand, T., Kvamme B.O., Kristiansen T. S. and Boxaspen K.K. (2012). Risk assessment of Norwegian aquaculture [Risikovurðering norsk fiskeoppdrett] (In Norwegian). *Fisken og havet*, sænummer 2-2012. 131 pp.

Valdimar Ingí Gunnarsson (2002). Hugsanleg áhrif eldislaxa á náttúrulega laxastofna. Gefið út af embætti veiðimálastjóra. 67 bls.

Valdimar Ingí Gunnarsson (2007). Reynsla af sjókvíaelði á Íslandi. Hafrannsóknastofnunin, *Fjölrit* 136.

Valdimar Ingí Gunnarsson og Eiríkur Beck (2004). Slysasleppingar á eldislaxi á árinu 2003 - Kynþroskahlutfall og endurheimtur. Veiðimálastjóri. 18 bls.

Youngson, A., Webb, J.H., MacLean, J.C. and Whyte, B.M. (1997). Frequency of occurrence of reared Atlantic salmon in Scottish salmon fisheries. *ICES Journal of Marine Science* 54 (6): 1216-1220.

Veiðisumarið 2017, 75 aflahæstu árnar. (2017). Sótt 5. júlí af <http://www.angling.is/is/veiditolur/>



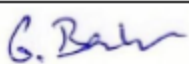
Wong, T.T. and Zohar, Y. (2015). Production of reproductively sterile fish by a non-transgenic gene silencing technology. *Nature Scientific Reports* | 5:15822 | DOI: 10.1038/srep15822

Zohar, Y., and Wong, T.T. (2016). Method of Producing Infertile Fish and Egg-producing Aquatic Animals and Delivering Compounds into Eggs and Embryos. United States Patent Application Pub. No. US2016/0286768 A1.

## Viðauki 2: Staðarstraummælingar í Stöðvarfirði



Informasjon oppdragsgiver			
Tittel:	Ice Fish Farm Strømmålinger Stöðvarfjörður. 5 m og 15 m.		
Rapportnummer (s):	60206.01 (11 + vedlegg)	Lokalitetsnavn:	Stöðvarfjörður
Lokalitetsnummer:	-	Kartkoordinater:	64°49.035 N 13°51.583 V
Fylke:	Austurland	Kommune:	Fjarðabyggð
Kontaktperson:	Driftsleder/kontakt: Kjartan Davíð Sigurðsson		
Oppdragsgiver:	Ice Fish Farm		

Resultat fra strømmålinger (hovedresultater)				
Dybde (m)	Maks hastighet (cm/s)	Gjennomsnittshastighet (cm/s)	Hovedretning vanntransport (grader)	Temperaturgjennomsnitt (grader)
5	35,7	6,2	315	5,0
15	24,3	6,3	330	4,8
Data for produksjon av rapport				
Målere ut/inn:	30.05.2017	13.09.2017	Dato rapport:	03.04.2018
Ansvarlig feltarbeid:	Snorri Gunnarsson	Signatur:		
Rapport skrevet av:	Thomas Heggem	Signatur:		
Kvalitetskontroll	Gjermund Bahr	Signatur:		

© 2018 Akvaplan-niva AS. Rapporten kan kun kopieres i sin helhet. Kopiering av deler av rapporten (tekstutsnitt, figurer, tabeller, konklusjoner, osv.) eller gjengivelse på annen måte, er kun tillatt etter skriftlig samtykke fra Akvaplan-niva AS.

## INNHALDSFORTEGNELSE

1 INNLEDNING .....	2
2 METODE .....	3
2.1 Utsett og opptak av målere .....	3
2.2 Plassering og dyp .....	3
2.3 Beskrivelse av rigg .....	4
2.4 Strømmålinger .....	4
3 RESULTATER .....	6
3.1 Strømmålinger .....	6
3.2 Tidevannsstrøm .....	6
3.3 Vindgenerert strøm .....	7
3.4 Utbrudd av kyststrøm .....	8
3.5 Vårflom og snø- og issmelting .....	8
3.6 Datakvalitet .....	9
4 INSTRUMENTBESKRIVELSE .....	10
5 LITTERATURLISTE .....	11
6 VEDLEGG .....	12
6.1 Strømmålinger .....	12
6.1.1 Måling 5 meters dyp .....	12
6.1.2 Måling 15 meters dyp (utskiftingsstrøm) .....	17
6.2 Riggskjema .....	22



# 1 Innledning

---

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Ice Fish Farm foretatt strømmålinger på lokalitet Stöðvarfjörður, Fjarðabyggð kommune i Austurland. Strømmålingene er utført for å tilfredsstille de krav som stilles i Fiskeridirektoratets søknadsskjema *Akvakultur i Flytende anlegg (20.01.2012)*, samt de krav som stilles i *NS 9415:2009 – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift*. Det stod ingen installasjoner i sjøen i det aktuelle området som kan ha påvirket hastighet eller retning til strømmålingene

Metodikk er i henhold til *NS 9425 – Del 1 Strømmåling i faste punkter*.

Skjema for strømmålinger som skal brukes i akkreditert arbeid:

Henvisning	Forutsetninger	Status
NS 9415:2009 5.2.1	Posisjon for utsett er representativt for hele lokalitet	Ja
NS 9415:2009 5.2.1	Posisjon for antatt høyes strømhastighet på lokalitet	Ja
NS 9415:2009 5.2.1	Logging av strøm min hvert 10. minutt	Ja
NS 9415:2009 5.2.1	Tid, fart og retning er registret i hele perioden	Ja
NS 9415:2009 5.2.3	Måleperioden er på minimum 28 dager (en månefase)	Ja
NYTEK	Eksterne forhold som har påvirket målingene	Nei
APN Prosedyrer	Prosedyre for strømmålere og strømmålinger er fulgt	Ja

## 2 Metode

---

### 2.1 Utsett og opptak av målere

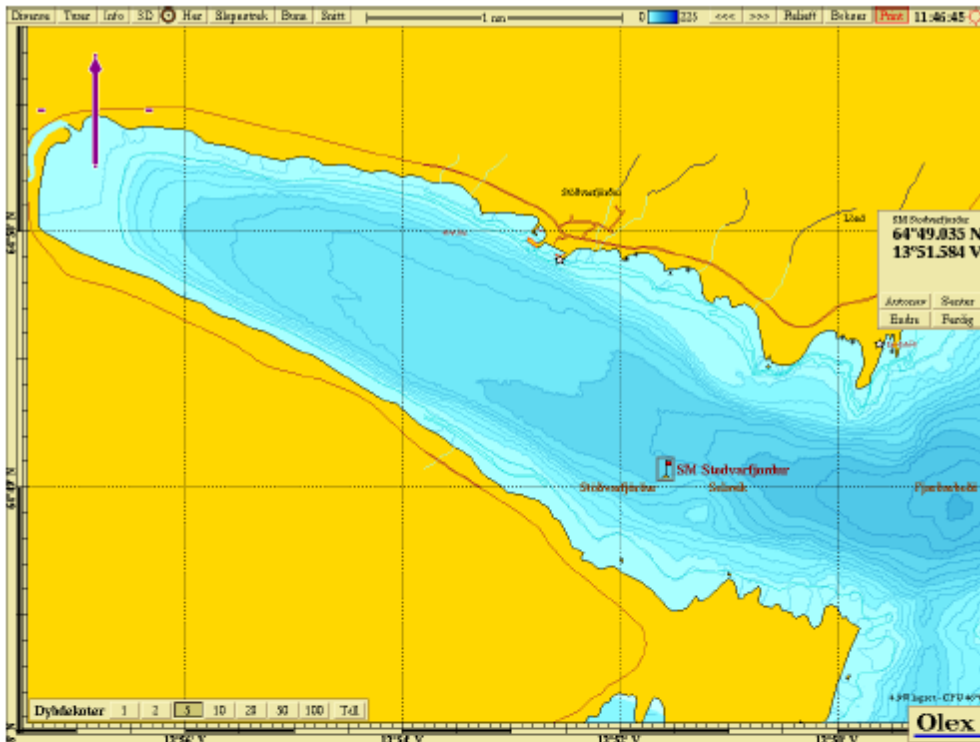
Målerne er satt ut og tatt opp av personell fra Akvaplan-niva AS.

### 2.2 Plassering og dyp.

Posisjon, måledyp, totalt dyp og intervall for målingene er angitt i *Tabell 1* og plasseringen i forhold til fjorden er illustrert i *Figur 1*.

*Tabell 1. Måledyp, posisjon, totalt dyp, målerperiode og –intervall for strømmålingene.*

Måledyp	5 meter	15 meter
Posisjon	N64°49,035 V13°51,584	N64°49,035 V13°51,584
Dyp posisjon	45 meter	45 meter
Dato måleserie	30.05.2017- 29.06.2017	30.05.2017- 29.06.2017
Reell målerperiode	30 døgn	30 døgn
Dato start - stopp	30.05.2017- 13.09.2017	30.05.2017- 09.09.2017
Registreringsavbrudd	Nei	Nei
Målerintervall	10 min	10 min
Navigasjonssystem	gps	gps
Bestemmelse av dyp	Olex	Olex



Figur 1 Plassering av strømmålerigg i fjorden Stöðvarfjörður.

## 2.3 Beskrivelse av rigg

Målerne ble satt ut på en rigg med målere på 5 og 15 meters dyp (vedlegg 6.2).

## 2.4 Strømmålinger

Posisjonen vurderes som representativ for området rundt strømmålingen. Kvalitetssikring av data og framstilling av grafikk ble foretatt av Akvaplan-niva AS.

For å skille ut tidevannskomponenten av strømmen ble det foretatt en harmonisk analyse av strømmen. Strømhastigheten ble først midlet over ½-time for å fjerne målestøy fra tidsserien for analysen ble utført. Tidevannsestimatet og variansen til tidevann sammenlignet med variansen til totalstrømmen er beregnet fra perioden 30.05.2017-04.07.2017.

Resultatene fra den harmoniske analysen ble brukt til å reprodusere tidevannsbidraget i måleserien ved hjelp av en tidevannsmodell (Codiga, 2011). Totalstrømmen er midlet over ½-time for variansellipsene estimeres, slik at variansen for de to komponentene er estimert på samme grunnlag. Variansellipsene viser ett standardavvik av variansen til a) alle målingene og b) den reproduserte tidevannskomponenten. Varians forklart kan estimeres fra korrelasjonen ( $r$ ) mellom totalstrøm og tidevannsstrøm og regnes ut fra formelen:

$$\text{Varians forklart} = [\text{korrelasjonskoeffisient}(\text{fart\_tidevann}, \text{fart\_totalstrom})]^2.$$

Þetta gefur et mál þá hvor mýe av den totale variansen som kan forklæres ved estimerede tidevannskomponenten. Det er viktig å notere seg at disse ellipsene ikke er en klassisk tidevannsellipse men en variansellipse av tidevannskomponenten til strømmen, og videre at tidevannet er estimert fra en modell og ikke faktiske målinger.

## 3 Resultater

### 3.1 Strømmålinger

Resultatene fra strømmåling på 5 meters dyp viser at hovedstrømsretning og massetransport av vann er klart definert mot nordvest (315 grader), med en svak returstrøm mot sørøst (135 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 6,2 cm/s. 0,8 % av målingen er > 30 cm/s, 3,0 % av målingene er > 20 cm/s, 15,0 % av målingene er > 10 cm/s, 59,2 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 22,1 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 3,6 % av målingene er < 1 cm/s.

Resultatene fra strømmåling på 15 meters dyp viser at hovedstrømsretning og massetransport av vann er definert mot nord-nordøst (330 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 6,3 cm/s. 0,3 % av målingene er > 20 cm/s, 14,8 % av målingene er > 10 cm/s, 66,5 % av målingene er mellom 10 og 3 cm/s, 16,0 % av målingene er mellom 3 og 1 cm/s og 2,8 % av målingene er < 1 cm/s.

Maksimal strømhastighet i den målte perioden på 5 og 15 m var henholdsvis 35,7 og 24,3 cm/s.

### 3.2 Tidevannsstrøm

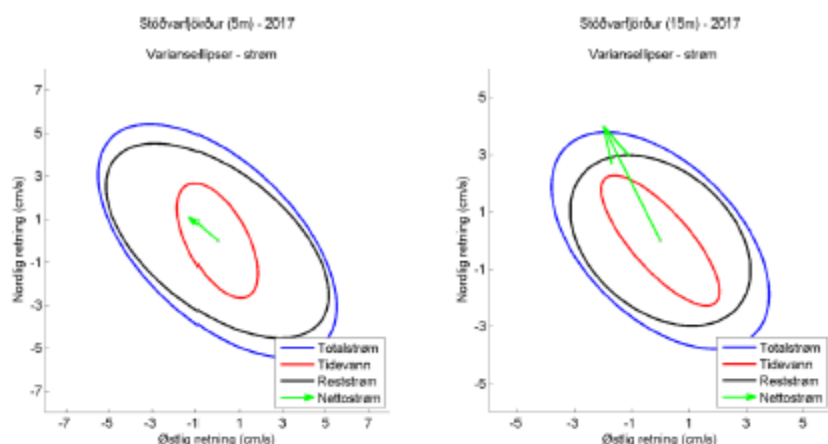
Strømmålingene som er utført på lokaliteten viser at tidevannskomponenten er moderat i forhold til reststrømmen. *Tabell 1* viser resultater fra variansanalysen for 5 og 15 m dyp. Variansforklart for tidevann er et statistisk tall på hvor mye av den totale variansen i vannet som kan forklares ut fra tidevannet.

Tallene i *Tabell 1* er forholdsvis moderate og øker med økende vanddyb. Det estimerte tidevannet for strøm på 5 og 15 meter kan forklare henholdsvis 12,7 % og 31,5 % i Ø-V-retning, og 30,9 % og 37,9 % i N-S-retning av variabiliteten i strømmen på denne lokaliteten.

*Tabell 1* Varians forklart for tidevannskomponenten av varians i totalstrømmen (tall i prosent)

Retning på strømkomponent	Dyp	
	5 m	15 m
Øst-Vest	12,7 %	31,5 %
Nord-Sør	30,9 %	37,9 %

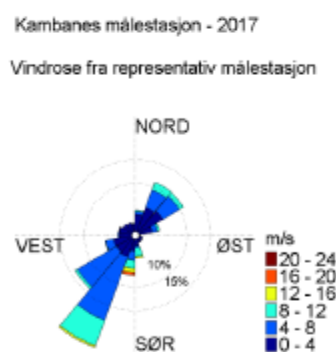
Resultatene i *Tabell 1* gjenspeiles i *Figur 2* og *3*, hvor man ser at ellipsen til tidevannet er forholdsvis liten sammenlignet med variansellipsen til totalstrømmen. Dette viser at tidevannet ikke er en dominerende faktor i strømbildet, men gir et viktig bidrag til strømbildet.



Figur 2 Variansellipse for totalstrøm, tidevannsstrøm og reststrøm på 5 og 15 m. Variansellipsen viser størrelsen av ett standardavvik av variansen, både i retning og størrelse. Den blå kurven viser variansellipsen til totalstrømmen og den røde kurven viser variansellipsen til tidevannskomponenten av strømmen. Den sorte variansellipsen viser reststrømmen, dvs. den strømmen som ikke kan forklares av tidevannet. Resultatene er estimert fra strømdata for perioden 30.05.2017 - 04.07.2017. Den grønne pilen viser nettostrøm.

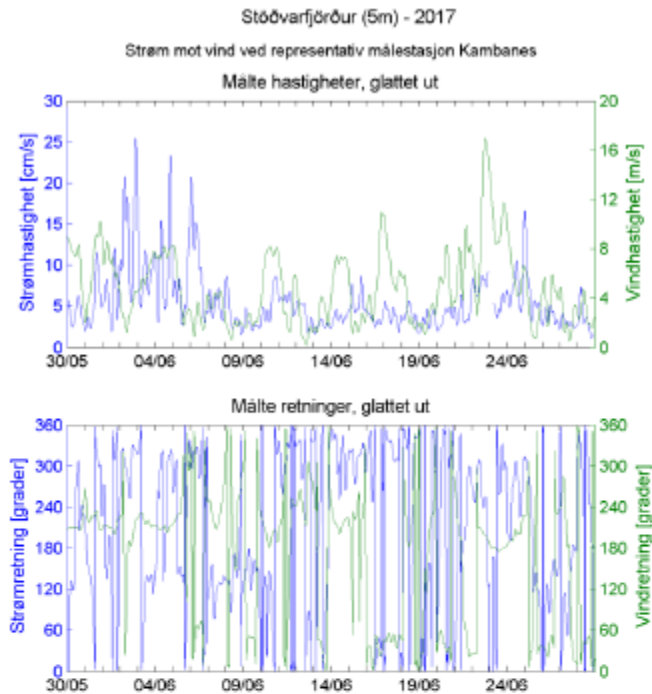
### 3.3 Vindgenerert strøm

Vindgenerert strøm vil i hovedsak gjøre seg gjeldende for resultater fra målinger på 5 meter da vindpåvirkning i vannsøylen avtar med dyp. For at strøm på 15 meter skal påvirkes nevneverdig er det nødvendig med sterk vind fra samme retning over lengre perioder. Dette ser man sjeldent inne i fjorder og kystnære strøk hvor anlegg er lokalisert. Det er hentet ut vinddata fra Islands meteorologiske institutt for Kambanes målestasjon (Figur 3). Målestasjonen ligger 2 km sørøst av lokaliteten, og er under tilsvarende skjermingsforhold for vind som lokaliteten. Vindrosen viser at høyeste vindhastighet er registrert mot sør.



Figur 3 Vindrose for observasjoner gjort ved målestasjon Kambanes i hele måleperioden. Figuren viser hvilken retning vinden går mot. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende vindstyrke innenfor hver enkelt sektor.

I perioden juni-juli var det kun periodevis vind med en hastighet over 10 m/s (Figur 4).



Figur 4 Normalisert vind- og strømdata i måleperioden. Hastigheter og retninger for både strøm og vind er plottet opp mot hverandre. Vind- og strømretning er satt opp slik at de leses i samme retning. Vind og strøm går mot gitt retning

Figur 4 viser at strøm på 5 meter kun periodevis skifter strømhastighet som følge av økt vindhastighet. Strømretningen er relativt uforandret i hele perioden. Lokaliteten ligger noe skjernet for vind mot nord og sør, men mer eksponert for vind mot øst og vest. Samlet bilde av resultatene og vurdering av stasjonens plassering i forhold til lokalitet tilser at vind har hatt liten betydning for strøm i området i måleperioden.

### 3.4 Utbrudd av kyststrøm

Utbrudd av kyststrømmen er ikke relevant for Island slik den er i Norge. Målingen på 5 og 15 meters dyp viser en jevn økning i temperaturen fra 4,3 til 5,6 °C på 15 meters dyp og til 6,2 °C på 5 meters dyp. For målingen på 5 meter er det større svingninger underveis i temperaturen enn ved 15 meters dyp, som tyder på variasjon i overflatestrøm.

### 3.5 Vårflom og snø- og issmelting

Strømmålinger ble gjort i perioden juni-juli, en periode hvor kan forekomme snø- og issmeltinger. Lufttemperaturen i hele måleperioden har steget gradvis, og har ligget over 0 °C. Det er derfor lite trolig at det har forekommet større snø- og issmeltinger som kan ha påvirket målingene. Det er ingen ferskvannskilder i området som kan ha hatt innvirkning på målingene.

### 3.6 Datakvalitet

Resultatene fra strommålingene analyseres i egen strømprogram, AdFontes. Gjennom AdFontes gjøres det først en grovrens hvor alle punkter som ligger utenfor faste kriterier anbefalt av produsent, samt at alle datapunkter der trykksensoren har registrert målinger over 2 m fra overflaten (instrument ikke vært i vann) fjernes fra dataserien. Data kvalitetssjekkes visuelt via AdFontes. Logg over rensed data blir lagret hos Akvaplan-niva AS.

Resultatene som presenteres er direkte overført fra rådata. Det utføres ingen reduksjon av støy eller datakompresjon. Tidevannet er filtrert med ½-timers intervall.

Kalibrering av målere er gjennomført iht. leverandørs anbefaling. Historikk over kalibrering lagres internt hos Akvaplan-niva AS.



## 4 Instrumentbeskrivelse

---

Strømmålingene er utført ved hjelp av Seaguard punktdopplermålere fra Aanderaa. Instrumentbeskrivelse finnes i Tabell 2.

Tabell 2. Instrumentbeskrivelse.

Måledyp	5 m	15 m
Type måler	Aanderaa	Aanderaa
Modell	Seaguard 4420	Seaguard 4420
Målerprinsipp	Punktdoppler	Punktdoppler
Serienr	896	894
Nøyaktighet	± 1 %	± 1 %
Oppøsning	0,1 mm/s	0,1 mm/s
Responsområde	0 – 3 m/s	0 – 3 m/s
Varighet midlingsperiode	2,5 min	2,5 min
Antall rådatamålinger pr. aggregert dataverdi	4	4
Modifikasjon	Ingen	Ingen
Kalibrering	APN-logg	APN-logg
Instrumentlogg	APN-logg	APN-logg

## 5 Litteraturliste

---

Codiga, D.L. Unified Tidal Analysis and Prediction Using the UTide Matlab Functions (2011)

Fiskeridirektoratet. Veileder søknadsutfylling. 20.01.2012. Veileder for utfylling av søknadsskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg.

NS 9415. 2009. Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

NS 9425-1. 1999. Oseanografi – Del 1. Strømmålinger i faste punkter.

## 6 Vedlegg

### 6.1 Strømmålinger

#### 6.1.1 Måling 5 meters dyp

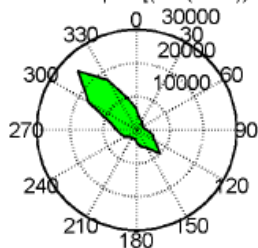
Oppsummering resultater Støðvarfjörður 5 meter.

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	35.7	6.2
Min	0.1	4.3
Gj.snitt	6.2	5
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger > 50 cm/s	0	
% av målinger > 40 cm/s	0	
% av målinger > 30 cm/s	0.8	
% av målinger > 20 cm/s	3	
% av målinger > 10 cm/s	15	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	59.2	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	22.1	
% av målinger < 1 cm/s	3.6	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	15.8	
Residual strøm	1.9	
Residual retning	311	
Varians	25.7	0.2
Standardavvik	5.1	0.4
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.31	

:

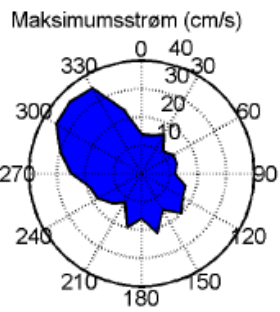
Støðvarfjörður (5m) - 2017

Total vanntransport  $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$



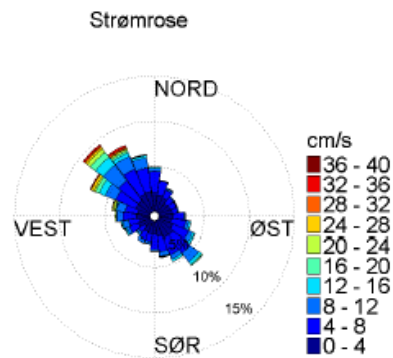
Total vanntransport

Stöðvarfjörður (5m) - 2017

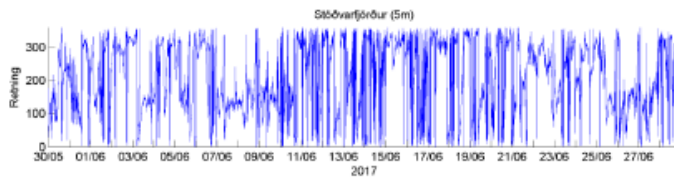


Maksimal hastighet

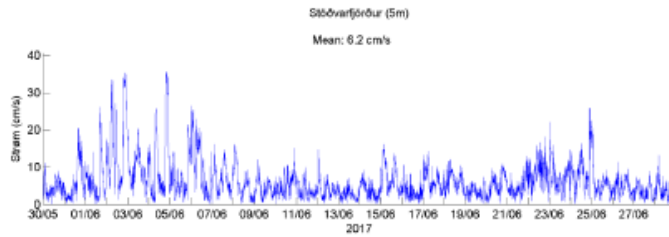
Stöðvarfjörður (5m) - 2017



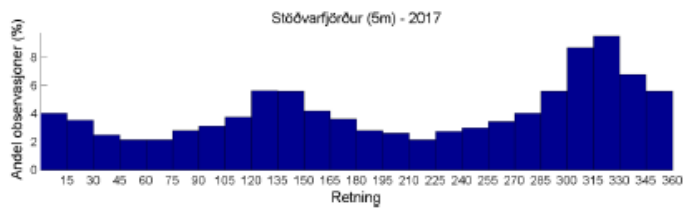
*Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.*



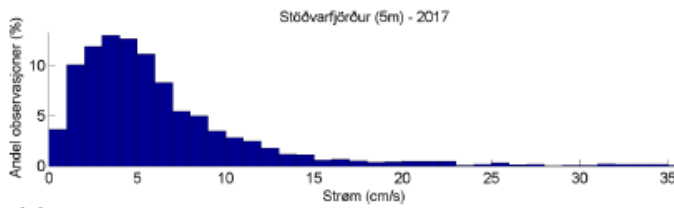
Retning vs. tíð



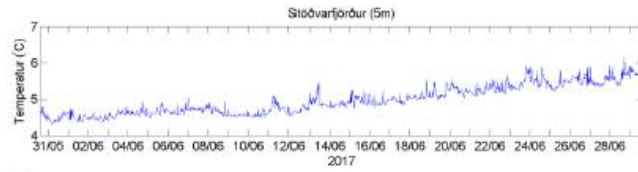
Strömhastighet (tíðsseríeplott)



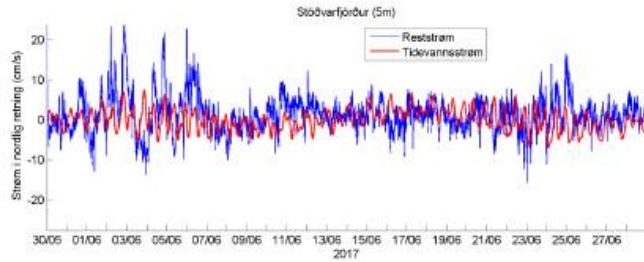
Retningshistógram



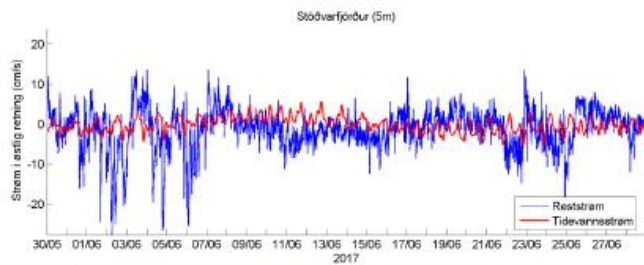
Strömstyrkehístógram



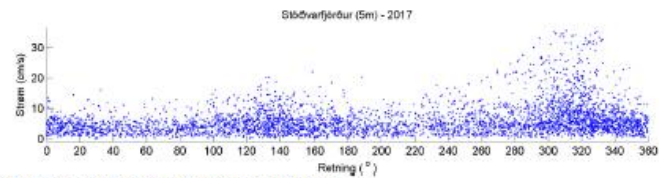
Temperatur



Estimert tidevannsström i nord/sør-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsström og blå kurve viser restström.



Estimert tidevannsström i øst/vest-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsström og blå kurve viser restström.



Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall málíngar, maks hastíghet, total vanntransport og daglig vanntransport í de ulíke sektorene.

Retning	Antall málíngar (N)	Maks. stróm (cm/s)	Total vanntransport (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))	Vanntransport per dæg (m <sup>3</sup> /(s m <sup>2</sup> ))
352.5 - 7.4	214	14.1	6184	206.2
7.5 - 22.4	153	14.4	3608.9	120.3
22.5 - 37.4	127	15.9	3103.1	103.5
37.5 - 52.4	98	11	2271.3	75.7
52.5 - 67.4	96	13.2	2178.5	72.6
67.5 - 82.4	97	12.8	2166.1	72.2
82.5 - 97.4	125	12.3	3089.7	103
97.5 - 112.4	155	16.1	4868.4	162.3
112.5 - 127.4	189	17.1	6163.7	205.5
127.5 - 142.4	267	20.3	10009.5	333.7
142.5 - 157.4	204	15.4	6366.8	212.3
157.5 - 172.4	172	22	5267.4	175.6
172.5 - 187.4	141	15.9	4019.3	134
187.5 - 202.4	107	20.3	2734.2	91.2
202.5 - 217.4	111	11.7	2896.2	96.6
217.5 - 232.4	92	14.5	2962.3	98.8
232.5 - 247.4	133	17.6	4143.3	138.1
247.5 - 262.4	141	19.1	4921.7	164.1
262.5 - 277.4	168	24.7	6042	201.4
277.5 - 292.4	183	30.1	8119.3	270.7
292.5 - 307.4	312	35.3	16702.8	556.9
307.5 - 322.4	409	35.7	24941.5	831.6
322.5 - 337.4	346	35.3	17214.4	573.9
337.5 - 352.4	278	23.2	9702.1	323.5

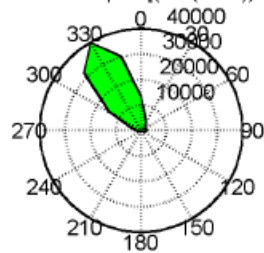
## 6.1.2 Måling 15 meters dyp (utsiftingsstrøm)

Oppsummering resultater Stöðvarfjörður 15 meter

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	24.3	5.6
Min	0.1	4.3
Gj.snitt	6.3	4.8
% av målinger > 60 cm/s	0	
% av målinger > 50 cm/s	0	
% av målinger > 40 cm/s	0	
% av målinger > 30 cm/s	0	
% av målinger > 20 cm/s	0.3	
% av målinger > 10 cm/s	14.8	
% av målinger < 10 > 3 cm/s	66.5	
% av målinger < 3 > 1 cm/s	16	
% av målinger < 1 cm/s	2.8	
95-prosentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	13.3	
Residual strøm	5	
Residual retning	334	
Varians	13.6	0.1
Standardavvik	3.7	0.4
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.79	

Stöðvarfjörður (15m) - 2017

Total vanntransport  $[(m^3/(m^2*s))*døgn]$

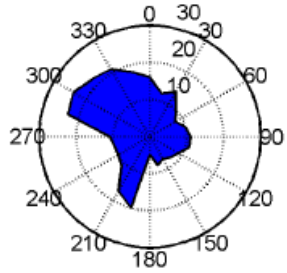


Total vanntransport



Stöðvarfjörður (15m) - 2017

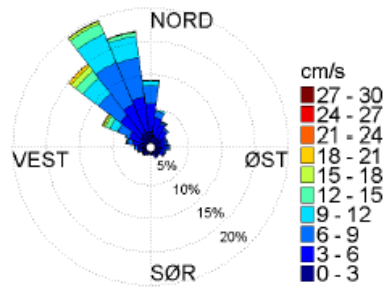
Maksimumsström (cm/s)



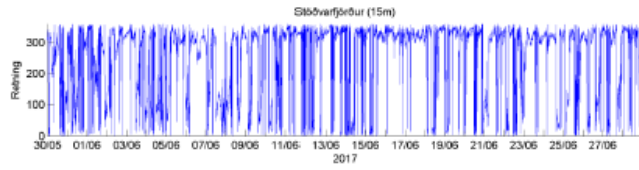
Maksimal hastighet

Stöðvarfjörður (15m) - 2017

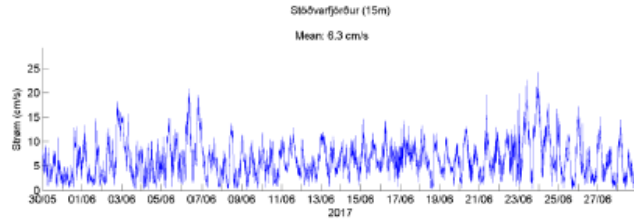
Strömrose



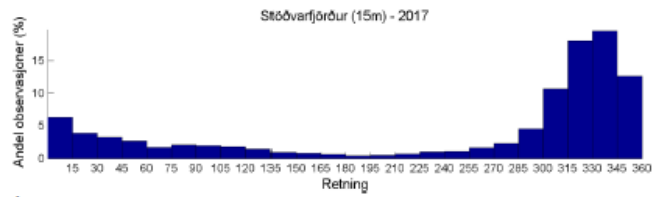
*Strömstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperioden. Lengden på hvert fargesegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strömstyrke innenfor hver enkelt sektor.*



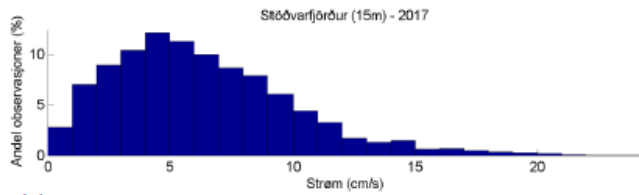
*Retning vs. tíð*



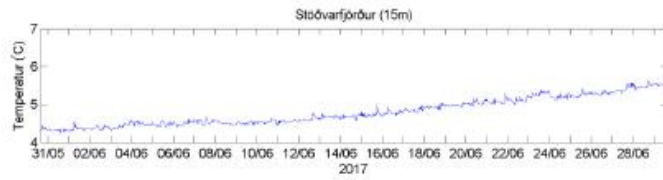
*Strömhastighet (tíðsreieplott)*



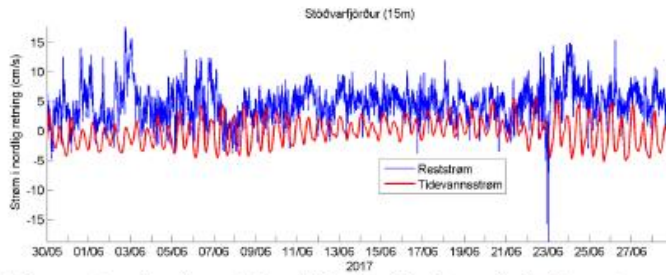
*Retningshistogram*



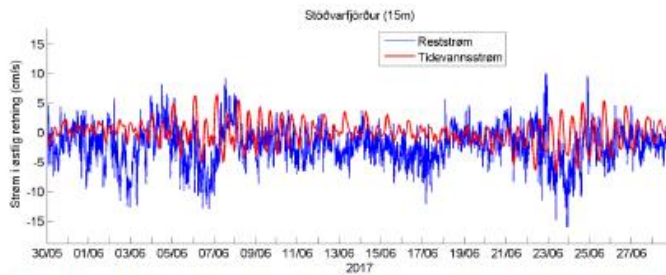
*Strömstyrkehistogram*



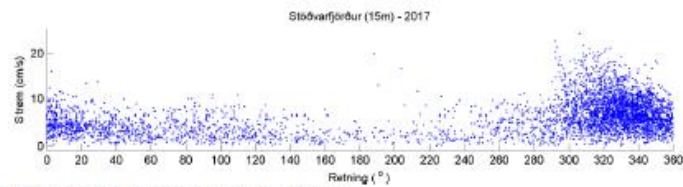
Temperatur



Estimert tidevannsström i nord/sør-retning på 15 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot sør. Rød kurve viser tidevannsström og blå kurve viser restström.



Estimert tidevannsström i øst/vest-retning på 15 m dyp. Negative verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannsström og blå kurve viser restström.

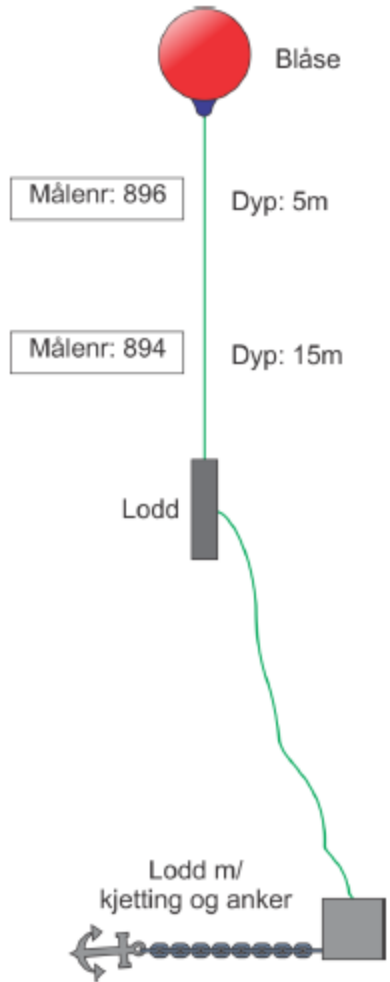


Scatterplott for registreringer hastighet vs. retning

Tabell som viser antall málíngur, maks hastíghet, total vanntíansport og daglíg vanntíansport í de ulíke sektorene.

Retning	Antall málíngur (N)	Maks. stróm (cm/s)	Total vanntíansport (m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup> )	Vanntíansport per dög (m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup> )
352.5 - 7.4	400	16.1	13326.4	444.3
7.5 - 22.4	206	11.6	5643.4	194.8
22.5 - 37.4	145	13.7	3686.3	122.9
37.5 - 52.4	117	9.9	2651.8	88.4
52.5 - 67.4	86	8	1787.5	59.6
67.5 - 82.4	84	10	2080.6	69.4
82.5 - 97.4	98	10.9	2321.7	77.4
97.5 - 112.4	74	10.8	1759	58.6
112.5 - 127.4	71	8.6	1418	47.3
127.5 - 142.4	41	7.7	755.1	25.2
142.5 - 157.4	46	6.6	663.8	22.1
157.5 - 172.4	23	7.7	341.7	11.4
172.5 - 187.4	21	5.5	347	11.6
187.5 - 202.4	18	19.9	436	14.5
202.5 - 217.4	28	16.5	620.7	20.7
217.5 - 232.4	39	10.6	756.5	25.2
232.5 - 247.4	34	9.7	703.2	23.4
247.5 - 262.4	58	9.7	1495.9	49.9
262.5 - 277.4	79	11.2	2291.5	76.4
277.5 - 292.4	133	22.7	4016.6	133.9
292.5 - 307.4	310	24.3	14678.9	489.4
307.5 - 322.4	642	21.7	31948.3	1065.2
322.5 - 337.4	847	21.1	39964.1	1332.4
337.5 - 352.4	720	18.3	30038.8	1001.5

## 6.2 Riggskjema



## Viðauki 3: Mat á burðarþoli Stöðvarfjarðar m.t.t. sjókvíaeldis

Skipulagsstofnun  
Borgartún 7b  
150 Reykjavík



Reykjavík, 19.05.2017  
21.09.01 /LAX  
HV/sj

### Málefni: Mat á burðarþoli Stöðvarfjarðar m.t.t. sjókvíaeldis

Við breytingu á lögum um fiskeldi (nr. 71/2008) árið 2014 voru sett inn ný ákvæði um að rekstrarleyfi skuli fylgja burðarþolsmat sem framkvæmt sé af Hafrannsóknastofnun. Í lögnum er mat á burðarþoli svæða skilgreint sem þol þeirra til að taka á móti auknu lífrænu álagi án þess að það hafi óæskileg áhrif á lífríkið þannig að viðkomandi vatnshlot uppfylli umhverfismarkmið sem sett eru samkvæmt lögum nr. 36/2011 um stjórn vatnamála. Hluti burðarþolsmats er að meta óæskileg staðbundin áhrif af eldisstarfsemi.

Meðfylgjandi er greinargerð og mat á burðarþoli Stöðvarfjarðar með tilliti til sjókvíaeldis. Vegna aðstæðna í Stöðvarfirði og varúðarnálgunar varðandi raunveruleg áhrif áætlaðs eldis á vatnsgæði og botndýralíf, telur Hafrannsóknastofnun að hægt sé hægt að leyfa allt að 7 þúsund tonna eldi í Stöðvarfirði á ári. Í þessu mati er gert ráð fyrir að heildarlífsmassi í firðinum verði aldrei meiri en 7 þúsund tonn og að vöktun á áhrifum eldisins fari fram. Slík vöktun yrði forsenda fyrir hugsanlegu endurmati á burðarþoli fjarðarins, til hækkunar eða lækkunar, sem byggt yrði á raungögnum.

F.h. Hafrannsóknastofnunar,

Héðinn Valdimarsson

Afrit:  
Matvælastofnun  
Landssamband fiskeldisstöðva  
Umhverfisstofnun  
Fiskeldi Austfjarða  
Laxar ehf

Hafrannsóknastofnun | Kt. 470616-0830 | Skúlagötu 4 | 121 Reykjavík  
Sími: 575 2000 | Fax: 575 2001 | hafogvatn@hafogvatn.is

## Mat á burðarþoli Stöðvarfjarðar m.t.t. sjókvíaeldis

### Niðurstaða

Hafrannsóknastofnun ráðleggur í samræmi við lög um fiskeldi (nr 71/2008 m.s.br.) að hámarklífmassi fiskeldis í Stöðvarfirði verði 7 þúsund tonn.

### Inngangur

Við breytingu á lögum um fiskeldi (nr. 71/2008) árið 2014 voru sett inn ný ákvæði um að rekstrarleyfi skuli fylgja burðarþolsmat sem framkvæmt sé af Hafrannsóknastofnun. Í lögnum er mat á burðarþoli svæða skilgreint sem mat á þoli fjarða eða afmarkaðra hafsvæða til að taka á móti auknu lífrænu álagi án þess að það hafi óæskileg áhrif á lífríkið þannig að viðkomandi vatnshlot uppfylli umhverfismarkmið sem sett eru samkvæmt lögum nr. 36/2011 um stjórn vatnamála. Hluti burðarþolsmats er að meta óæskileg staðbundin áhrif af eldisstarfsemi.

### Forsendur

Niðurstaðan byggir á mati á áhrifum eldisins á ýmsa umhverfisþætti strandsjávarvatnshlota eins og lýst er í reglugerð 535/2011 flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun. Einkum er horft til álags á lífríki botnsins, súrefnisstyrk og styrk næringarefna.

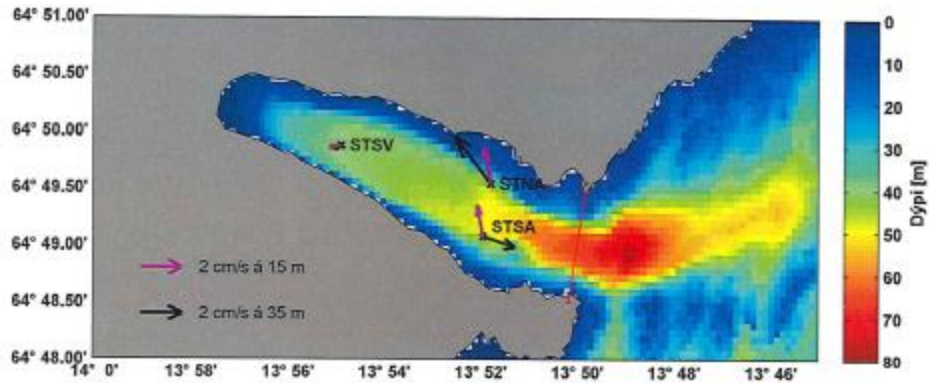
Ekki liggur fyrir matskerfi til að nota við mat á ástandi líffræðilegra gæðapátta í strandsjávarvatnshlotum en hér er stuðst við aðrar skuldbindingar eins og t.d. OSPAR samninginn. Til vatnshlota í strandsjó, sem hafa gott eða mjög gott ástand, er gerð sú krafa að ástand þeirra skuli ekki hnigna þrátt fyrir fiskeldi eða aðra starfsemi.

Tillit er tekið til stærðar fjarðarins og varúðarnálgunar varðandi raunveruleg áhrif eldisins einkum á botndýralíf og næringarefnastyrk. Í þessu mati er gert ráð fyrir að hámarkslífmassi verði aldrei meiri en 7 þúsund tonn og að nákvæm vöktun á áhrifum eldisins fari fram samhliða því. Slík vöktun er forsenda fyrir hugsanlegu endurmati á burðarþoli fjarðarins, til hækkunar eða lækkunar, sem byggt væri á raungögnum. Jafnframt er bent á að æskilegra er að meiri eldismassi sé frekar utar í firðinum en innar.

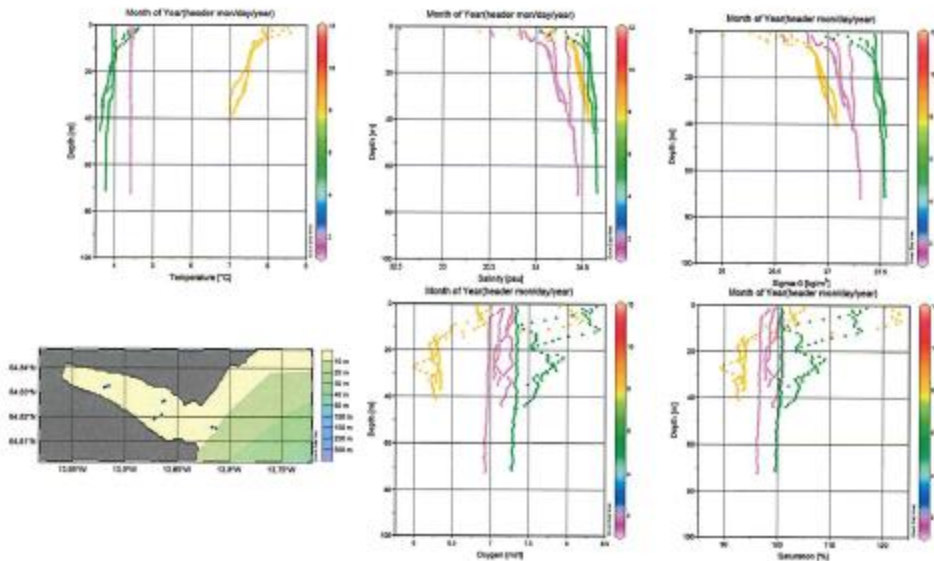
### Staðhættir og niðurstöður rannsókna

Í Stöðvarfirði er mesta dýpi 66 metrar í mynni fjarðarins og í honum eru ekki þröskuldar (1. mynd). Meðaldýpi fjarðarins er um 29 m. Grynningar eru nokkuð utan við fjörðinn en þær hindra lítið vatnsskipti milli fjarðarins og sjávarins úti fyrir.

Athuganir á ástandi sjávar í firðinum á ýmsum árstímum (2. mynd) sýna að vatnssúlan er nær öll uppblönduð að vetrarlagi (febrúar). Að sumarlagi (athuganir frá maí og júlí) myndast heitara og ferskara tiltölulega grunnt yfirborðslag í efstu metrum sjávarins, sem síðan blandast upp að hausti.



1. mynd. Botndýpi í Stöðvarfirði. Rauða línan táknar ytri mörk þess svæðis sem líkankeyrslur náðu til. Staðsetningar og tákn straumlagna eru einnig sýndar ásamt meðalstraumi og stefnu fyrir tvö dýptarbil á mælitímanum.

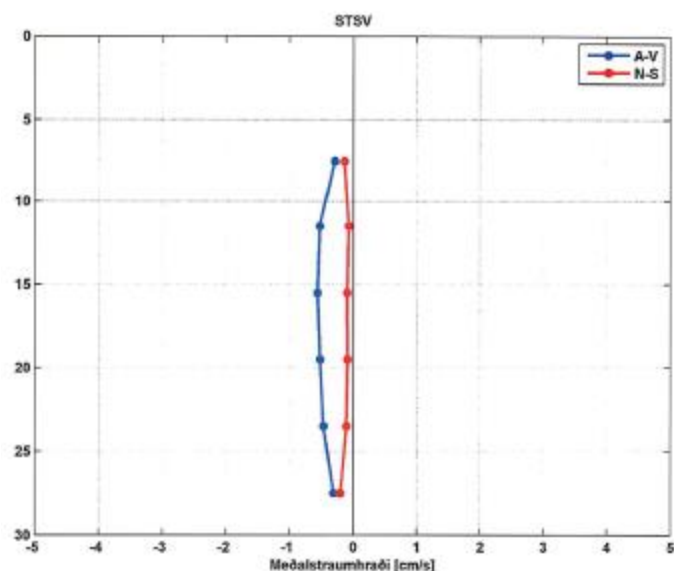


2. mynd Niðurstöður mælinga í Stöðvarfirði 29. maí 2016 (grænt), 18. ágúst 2016 (gult) og 12. febrúar 2017 (fjólublátt). Myndirnar sýna hita, seltu, eðlisþyngd, súrefnisstyrk og súrefnismettun sem lóðréttar ferlar auk staðsetningar mælistöðva.



Fyrir neðan 10 metra dýpi er vatnssúlan frekar einsleit á öllum árstímum sem bendir til mikillar lóðréttrar blöndunar í firðinum þannig að við úrvinnslu er gert ráð fyrir að í firðinum séu tvö lög. Nokkurra metra þykkt yfirborðslag er til staðar innarlega í firðinum en að öðru leyti er einkenni fjarðarins lík gildi fyrir hita, seltu og súrefni á öllum mælistöðvum, sem gerir hann nokkuð einsleitan vatnsból.

Niðurstöður straummælinga sýna tiltölulega veikan meðalstraum (1. og 3. mynd) og hæga hringrás í firðinum þar sem innflæði er norðan megin og útflæði sunnan megin. Meðalstraumar mældust á bilinu 1 til 2 cm/s. Minni en 1 cm/s innst í firðinum og um 2 cm/s á ytri mælistöðvum. Endurnýjunartími sjávar í firðinum er þannig um eða innan við 10 sólarhringar.



Mynd 3. Meðalstraumhraði í innanverðum Stöðvarfirði á mismunandi dýpi (lóðréttur ás). Austur-vestur þáttur (blár) og norður-suður þáttur (rauður).

### Nánar um forsendur og líkön

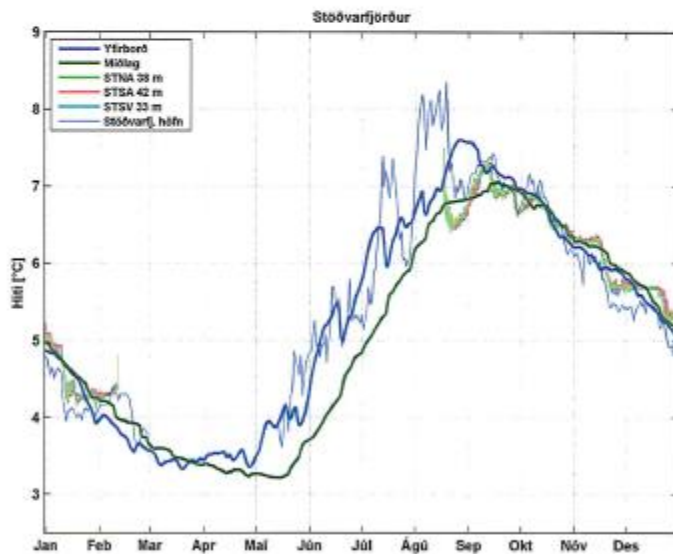
Líkt og annars staðar í Evrópu er horft til rammatilskipunar um vatn (water framework directive) sem tók gildi á Íslandi með lögum um stjórn vatnamála nr. 36/2011, þegar reglur um sjálfbært fiskeldi verða skilgreindar (Jeffrey o.fl., 2014). Til vatnshlota í strandsjó sem hafa gott eða mjög gott ástand er gerð sú krafa að ástandi þeirra skuli ekki hnigna þrátt fyrir fiskeldi eða aðra starfsemi. Það er grundvallaratriði í þróun sjálfbærs, vishæfs fiskeldis í sjó. Samkvæmt lögnum skal meta ástand strandsjávar með þremur líffræðilegum gæðapáttum sem eru botndýr, botnþörungur og svifþörungur. Þá skal einnig fylgjast með eðlis- og efnafræðilegum gæðapáttum eins og magni uppleysts súrefnis (Anon., 2014 a og b). Markmiðið er að öll vatnshlot séu að lágmarki með gott ástand sem er næst besti ástandsflokkurinn. Þá skal ástand þeirra ekki rýrna nema að því leyti að það má fara úr mjög góðu í gott ástand vegna sjálfbærrar starfsemi af einhverju tagi.

Burðarþol er skilgreint sem hámarks lífmassi tegunda í eldi sem hægt er að hafa á tilteknu svæði án þess að fara yfir mörk þess álags sem ásættanlegt er bæði fyrir eldið og umhverfið. Umhverfismörk eru nauðsynleg sem viðmið til að meta hvort að áhrif eldis séu ásættanleg. Ef viðmiðin eru öllum ljós verða

forsendur ákvarðanatöku vegna burðarþolsmats einnig ljósar. Í nágrannalöndum okkar hefur fiskeldi verið stundað í stórum stíl um árabil. Þar hafa verið þróaðar aðferðir við að meta hæfi svæða til eldisstarfsemi og sett mörk um hvað telst ásættanlegt álag (Stigebrant o.fl., 2004, Tett o.fl., 2011). Grundvöllur alls slíks er þekking á umhverfinu. Áhætta af sjókvíældi í Noregi hefur verið metin (Taranger o.fl., 2012) og þar kemur fram að nauðsynlegt er að skoða heildstætt samlegðaráhrif allrar starfsemi innan ákveðins sjókvíældissvæðis.

Einn þáttur verkefnis, sem lýtur að því að meta burðarþol, er að þróa áreiðanlegar, hlutlægar aðferðir eða líkön til þess að meta áhrif fiskeldis á umhverfið. Með því að nota slík líkön ásamt rannsóknaniðurstöðum frá tilteknu sjókvíældissvæði og þeim umhverfismörkum sem menn setja sér, er hægt að meta burðarþol m.t.t. eldis fyrir afmörkuð svæði. Reiknilíkönin þurfa að ná að líkja vel eftir hafeðlisfræðilegum, hafefnafræðilegum og vistfræðilegum ferlum í umhverfinu, sem og eftir súrefnisnotkun og uppsprettum og afdrífum lífræns efnis og næringarefna sem stafa frá eldinu. Grundvöllur þess að geta metið álag með líkönum er að hafa tiltækar athuganir á straumum, hita, seltu, súrefni, næringarefnum og þeim þáttum vistkerfisins sem á að meta.

Gerðar voru mælingar á þeim grundvallarþáttum í Stöðvarfirði sem að ofan eru nefndir á tímabilinu frá 29. maí 2016 til 12 febrúar 2017 og þar af með sýritandi tækjum frá 18. ágúst 2016 til 12. febrúar 2017 en ástæða er til að ætla að á þessu tímabili sé súrefnisstyrkur sjávar lægstur á árinu (4. og 5. mynd). Til þess að meta áhrif eldisins á vistkerfið er notað líkanið AceXR, sem hefur verið aðlagð að mæliniðurstöðum. Gert er ráð fyrir að í firðinum séu 2 sjávarlög, yfirborðslag og botnlag sem nær frá frá botni og upp undir yfirborðslagið. Gott samræmi fæst milli athugana og útreikninga líkansins á eðliseiginleikum sjávar (3. og 4. mynd).

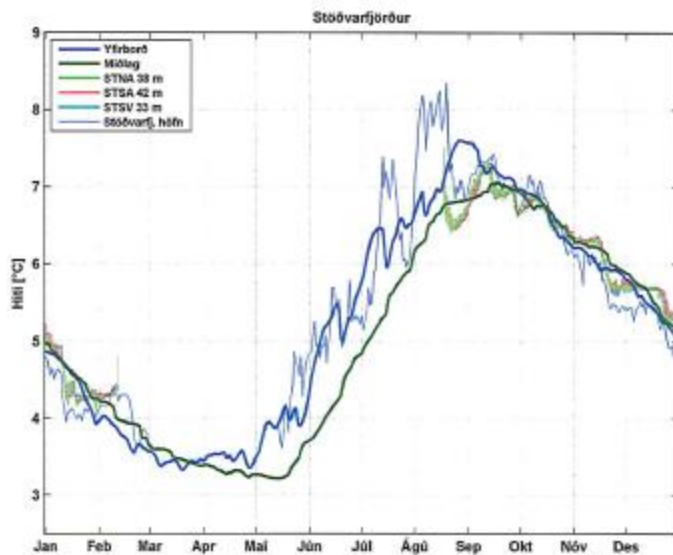


Mynd 4. Athuganir á hitastigi frá mismunandi stöðum í Stöðvarfirði (sjá texta við 1. mynd) og yfirborðshita frá sýrita í höfninni í Stöðvarfirði (blá þunn lína) ásamt útreikningi líkansins á sjávarhita í mismunandi lögum. Blá lína táknar yfirborðslagið og græn botnlagið. Mælingar niður undir botni á straummælistöðum eru STNA (ljósgræn lína) og STSA (rauð lína) sem voru í mynni fjarðar og STSV (ljósblá lína) sem var innst í firðinum.

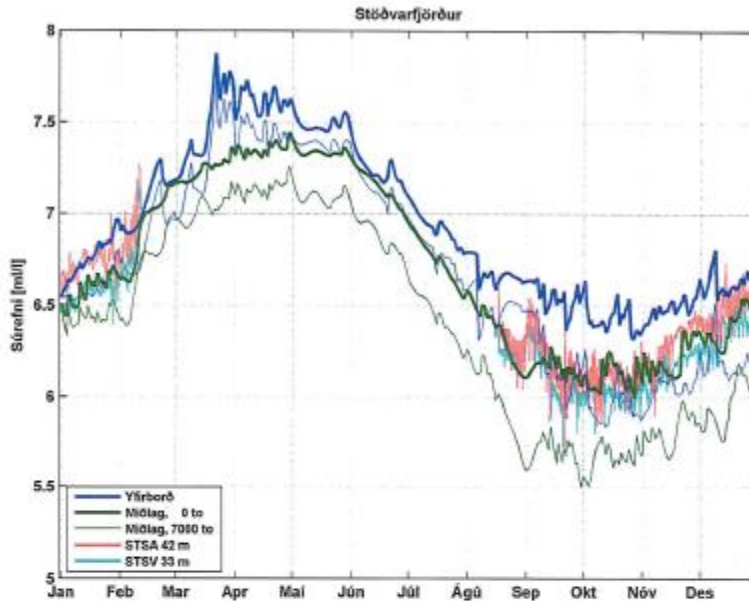
forsendur ákvarðanatöku vegna burðarþolsmats einnig ljósar. Í nágrannalöndum okkar hefur fiskeldi verið stundað í stórum stíl um árabil. Þar hafa verið þróaðar aðferðir við að meta hæfi svæða til eldisstarfsemi og sett mörk um hvað telst ásættanlegt álag (Stigebrant o.fl., 2004, Tett o.fl., 2011). Grundvöllur alls slíks er þekking á umhverfinu. Áhætta af sjókvíældi í Noregi hefur verið metin (Taranger o.fl., 2012) og þar kemur fram að nauðsynlegt er að skoða heildstætt samlegðaráhrif allrar starfsemi innan ákveðins sjókvíældissvæðis.

Einn þáttur verkefnis, sem lýtur að því að meta burðarþol, er að þróa áreiðanlegar, hlutlægar aðferðir eða líkön til þess að meta áhrif fiskeldis á umhverfið. Með því að nota slík líkön ásamt rannsóknaniðurstöðum frá tilteknu sjókvíældissvæði og þeim umhverfismörkum sem menn setja sér, er hægt að meta burðarþol m.t.t. eldis fyrir afmörkuð svæði. Reiknilíkönin þurfa að ná að líkja vel eftir hafeðlisfræðilegum, hafefnafræðilegum og vistfræðilegum ferlum í umhverfinu, sem og eftir súrefnisnotkun og uppsprettum og afdrifum lífræns efnis og næringarefna sem stafa frá eldinu. Grundvöllur þess að geta metið álag með líkönum er að hafa tiltækar athuganir á straumum, hita, seltu, súrefni, næringarefnum og þeim þáttum vistkerfisins sem á að meta.

Gerðar voru mælingar á þeim grundvallarþáttum í Stöðvarfirði sem að ofan eru nefndir á tímabilinu frá 29. maí 2016 til 12. febrúar 2017 og þar af með siritandi tækjum frá 18. ágúst 2016 til 12. febrúar 2017 en ástæða er til að ætla að á þessu tímabili sé súrefnisstyrkur sjávar lægstur á árinu (4. og 5. mynd). Til þess að meta áhrif eldisins á vistkerfið er notað líkanið AceXR, sem hefur verið aðlagð að mæliniðurstöðum. Gert er ráð fyrir að í firðinum séu 2 sjávarlög, yfirborðslag og botnlag sem nær frá frá botni og upp undir yfirborðslagið. Gott samræmi fæst milli athugana og útreikninga líkansins á eðliseiginleikum sjávar (3. og 4. mynd).



Mynd 4. Athuganir á hitastigi frá mismunandi stöðum í Stöðvarfirði (sjá texta við 1. mynd) og yfirborðshita frá siritu í höfninni í Stöðvarfirði (blá þunn lína) ásamt útreikningi líkansins á sjávarhita í mismunandi lögum. Blá lína táknar yfirborðslagið og græn botnlagið. Mælingar niður undir botni á straummælistöðum eru STNA (ljósgræn lína) og STSA (rauð lína) sem voru í mynni fjarðar og STSV (ljósblá lína) sem var innst í firðinum.



Mynd 5. Niðurstöður AceXR líkansins fyrir súrefnisstyrk í Stöðvarfirði ásamt niðurstöðum mælinga. Bleiki og ljósrauði ferillinn eru styrkur súrefnis frá samfelldum mælingum frá ágúst 2016 til febrúar 2017. Þykku heilu línurnar sýna niðurstöður líkansins án eldis í firðinum. Bláa línan sýnir ársferil súrefnisstyrksins í yfirborðslagi fjarðarins og græna þykka línan sýnir útreikninga líkansins fyrir súrefnisstyrk í botnlaginu. Grænu mjóu línurnar sýna niðurstöður líkansins á súrefnisstyrk í botnlaginu í firðinum fyrir áhrif 7 þúsund (heil lína) tonna eldis í firðinum.

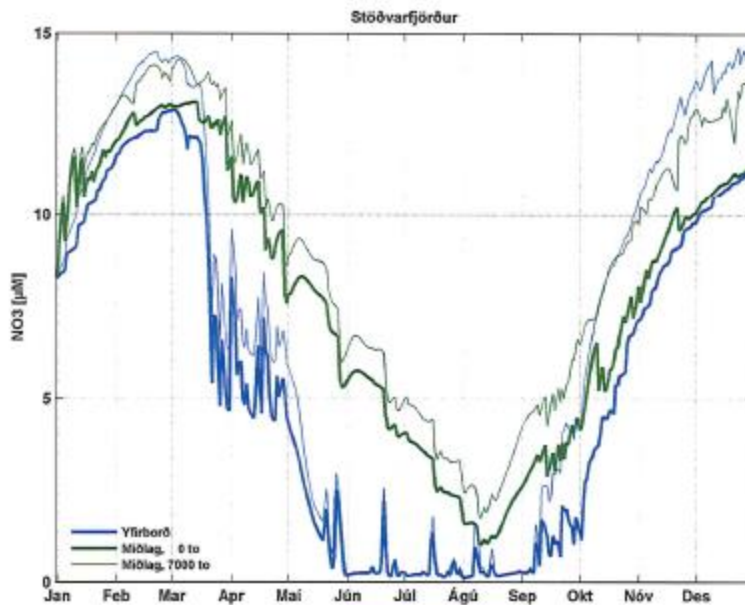
Á mælistöð inni í firðinum (STSV) náðust samfelldar súrefnismælingar niður undir botni og var lægsta gildið um 5,8 ml l<sup>-1</sup> sem bendir til að fjörðurinn sé lítt viðkvæmur fyrir lífrænu álagi hvað varðar súrefnisbúskap hans (4. mynd). Straumur er almennt frekar lítill í firðinum og er meðalstraumur miðdýpis inn að norðan og út að sunnan en mun minni en í næstu fjörðum. Straumur í innri hluta fjarðarins er mjög óreglulegur sem leiðir til þess að meðalstraumur er þar lítill jafnvel minni en 1 cm/s eins og áður sagði. Meðalstraumu á ytri lögnum var sömuleiðis í kringum 2 cm/s og þó að Stöðvarfjörður sé aðeins rúmlega 6 km að lengd leiðir þetta til þess að endurnýjunartími fjarðarins er á milli 5 og 10 dagar.

Styrkur næringarefna er einn þeirra þátta sem losun frá fiskeldi hefur áhrif á. Þar sem vatnsskipti eru hæg eða rúmmál viðtaka lítið geta slíkar aðstæður orðið til þess að dreifing þeirra næringarefna sem losuð eru frá fiskeldi verði ekki næg til koma í veg fyrir marktæka styrkukningu í firðinum.

Til að meta breytingar af mannavöldum á næringarefnabúskap strandsvæða hefur verið talið best að nota vetrargildi þeirra þegar áhrif lífríkisins á næringarefnastyrkinn eru í lágmarki (Hydes o.fl. 2004, Tett o.fl. 2003). Það er sú leið sem farin er í Osló-Parísar samkomulagsinu (OSPAR 2003). OSPAR aðferðin til ákvörðunar á næringarefnaástandi sjávar notar sem mælikvarða hve mikið næringarefnastyrkur vex umfram grunnástand. Aukist styrkur uppleysts köfnunarefnis og fosfórs um 50% af bakgrunnsgildum er talið að vænta megi áhrifa á lífríkið sem lýsir sér sem óæskilegri fjölgun

svifþörungum. Lagt hefur verið til að sömu viðmið verði notuð við stjórn vatnamála hér á landi (Anon, 2014b).

Viðmiðunargildi fyrir næringarefnastyrk í strandsjó við Ísland eru til (Anon, 2014a). Aðstæður í Stöðvarfirði eru þannig að líkanið gerir ráð fyrir marktækri aukningu í styrk uppleystra næringarefna vegna fiskeldis (6. mynd). Samkvæmt niðurstöðum líkansins má búast við 2-4  $\mu\text{mol l}^{-1}$  styrkukningu að vetri við 7000 tonna lífmassa í firðinum, en það er um 15-35 % aukning. Ljóst er að hér eru fyrir hendi aðstæður sem setja verulegt mark á burðarþol fjarðarins. Af þessum sökum gefur varúðarnálgun ástæðu til þess að mæla með því að hámarkslífmassi verði ekki meiri en 7000 tonn í Stöðvarfirði.



Mynd 6. Niðurstöður AceXR líkansins fyrir nítратstyrk í Stöðvarfirði. Þykku heilu línurnar sýna niðurstöður líkansins án eldis í firðinum. Bláa línan sýnir ársferil nítратstyrksins í yfirborðslagi fjarðarins og græna þykka línan sýnir útreikninga líkansins fyrir nítратstyrk í botnlaginu. Mjóu grænu og bláu línurnar sýna niðurstöður líkansins á nítратstyrk í botnlaginu og yfirborðslaginu í firðinum miðað við áhrif 7 þúsund tonna eldis í firðinum.

Margir aðrir líffræðilegir, vistfræðilegir og hagrænir þættir geta líka legið til grundvallar burðarþoli varðandi fiskeldið, t.d. skólplosun, smithætta, lyfjanotkun, erfðablöndun við villta stofna og veiðihagsmunir. Þá má benda á að þekkt er að íslenska sumargotssildin hefur haft vetursetu í Stöðvarfirði og nærliggjandi fjörðum (Ásta Guðmundsdóttir og Þorsteinn Sigurðsson, 2004, Óskarsson, 2009) en sild í miklu magni getur haft veruleg áhrif á súrefnisbúskap fjarða, svo sem dæmi frá Grundarfirði og Kolgrafafirði sýna.

Í þessu mati er gert ráð fyrir að heildarlífmassi verði aldrei meiri en 7 þúsund tonn í Stöðvarfirði og að nákvæm vöktun á áhrifum eldisins fari fram samhliða því. Slík vöktun er forsenda fyrir hugsanlegu endurmati á burðarþoli fjarðarins, til hækkunar eða lækkunar, sem byggt væri á raungögnum.

Jafnframt er bent á að æskilegra er að meiri eldismassi sé frekar utar í firðinum en innar. Þá telur Hafrannsóknastofnun að ástæða sé til að halda þau lágmarks fjarlægðarmörk milli eldisvæða sem reglugerð nr 1170/2015 setur.

Rétt er að taka fram að endanleg burðarþolsmörk fyrir ákveðna firði eða svæði verða seint gefin út enda hefur slíkt varla verið gert í nágrannalöndunum, heldur er alltaf tekið með í reikninginn hvaða staðsetningar og hvers konar eldi er um að ræða, enda fara umhverfisáhrifin eftir báðum þessum þáttum. Því má búast við að burðarþol fjarða og annarra eldissvæða verði endurmetið á næstu árum ef þörf krefur.

## Heimildir

Anon, 2014a. Gæðabættir og viðmiðunaraðstæður strandsjávarvatnshlota. Hafrannsóknastofnun, skýrsla.

Anon, 2014b. Drög að vistfræðilegri ástandsflokkun strandsjávarvatnshlota. Hafrannsóknastofnun, skýrsla.

Ásta Guðmundsdóttir og Þorsteinn Sigurðsson. Veiðar og útbreiðsla íslensku sumargotsildarinnar að haust- og vetrarlagi árin 1978 -2003. Hafrannsóknastofnunin. Fjölrit nr 104. 2004.

Guðmundur Óskarsson, Ásta Guðmundsdóttir and Thorsteinn Sigurdsson 2009. Variation in spatial distribution and migration of Icelandic summer-spawning herring. ICES Journal of Marine Science, 66: 1762-1767Hydes, D.J., Gowen, R.J., Holliday, N.P., Shammon, T., Mills, D., 2004. External and internal control of winter concentrations of nutrients (N, P and Si) in north-west European shelf seas. Estuarine, Coastal and Shelf Science 59, 151-161.

Jeffery, K.R., Vivian, C.M.G., Painting, S.J., Hyder, K., Verner-Jeffreys, D.W., Walker, R.J., Ellis, T., Rae, L.J., Judd, A.D., Collingridge, K.A., Arkell, S., Kershaw, S.R., Kirby, D.R., Watts, S., Kershaw, P.J., and Auchterlonie, N.A., 2014. Background information for sustainable aquaculture development, addressing environmental protection in particular. Cefas contract report < C6078>.

OSPAR 2001. Annex 5: Draft Common Assessment Criteria and their Application within the Comprehensive Procedure og the Common Procedure. Meeting Of The Eutrophication Task Group (Etg), London (Secretariat): 9-11 October 2001.

OSPAR, Commission 2003. The OSPAR integrated report 2003 on the Eutrophication status of the OSPAR Maritime Area based upon the first application of the Comprehensive Procedure. Includes "baseline/assessment levels used by Contracting Parties and monitoring data (MMC 2003/2/4: OSPAR publication 2003: ISBN: 1 – 904426-25-5).

Stigebrandt A., Aure J., Ervik A. & Hansen P.K., 2004. Regulating the local environmental impact of intensive marine fish farming. III. A model for estimation of the holding capacity in the MOM system (Modelling – Ongrowing fish farm – Monitoring). Aquaculture 234, 239–261.

Taranger, G.L. et al., 2012. Risikovurdering norsk fiskopdrett, 2012. Fisken og havet, særnummer 2-2012. Institute of Marine Research, Bergen.

Tett, P., Portilla, E., Gillibrand, P.A. og Inall, M., 2011. Carrying and assimilative capacities: the ACExR-LESV model for sea-loch aquaculture. Aquaculture Research. Special Issue: Proceedings of the International Symposium, Scottish Aquaculture: A sustainable future. Volume 42, Issue Supplement s1, pages 51–67.

Tett, P., Gilpin, L., Svendsen, H., Erlandson, C. P., Larson, U., Kratzer, S., Foullans, E., Janzen, C., Lee, J.-Y., Grenz, C., Newton, A., Ferreira, J.G., Fernandes T., Scory, S. 2003. Eutrophication and some European waters of restricted exchange. Continental Shelf Research 23, 1635-1671.

## Viðauki 4: Drög að vöktunaráætlun fyrir Fiskeldi Austfjarða vegna sjókvíaeldis í Stöðvarfirði

### Drög að vöktunaráætlun Fiskeldis Austfjarða fyrir Stöðvarfjörð

29.05.2018

#### Inngangur

Fiskeldi Austfjarða ehf. hyggst koma af stað 7.000 tonna eldi á laxi í sjókvíum á einni staðsetningu í Stöðvarfirði. Hafrannsóknastofnun hefur gert burðarþolsmat fyrir Stöðvarfjörð og er talið að fjörðurinn þoli vel 7.000 tonna laxeldi á ári.

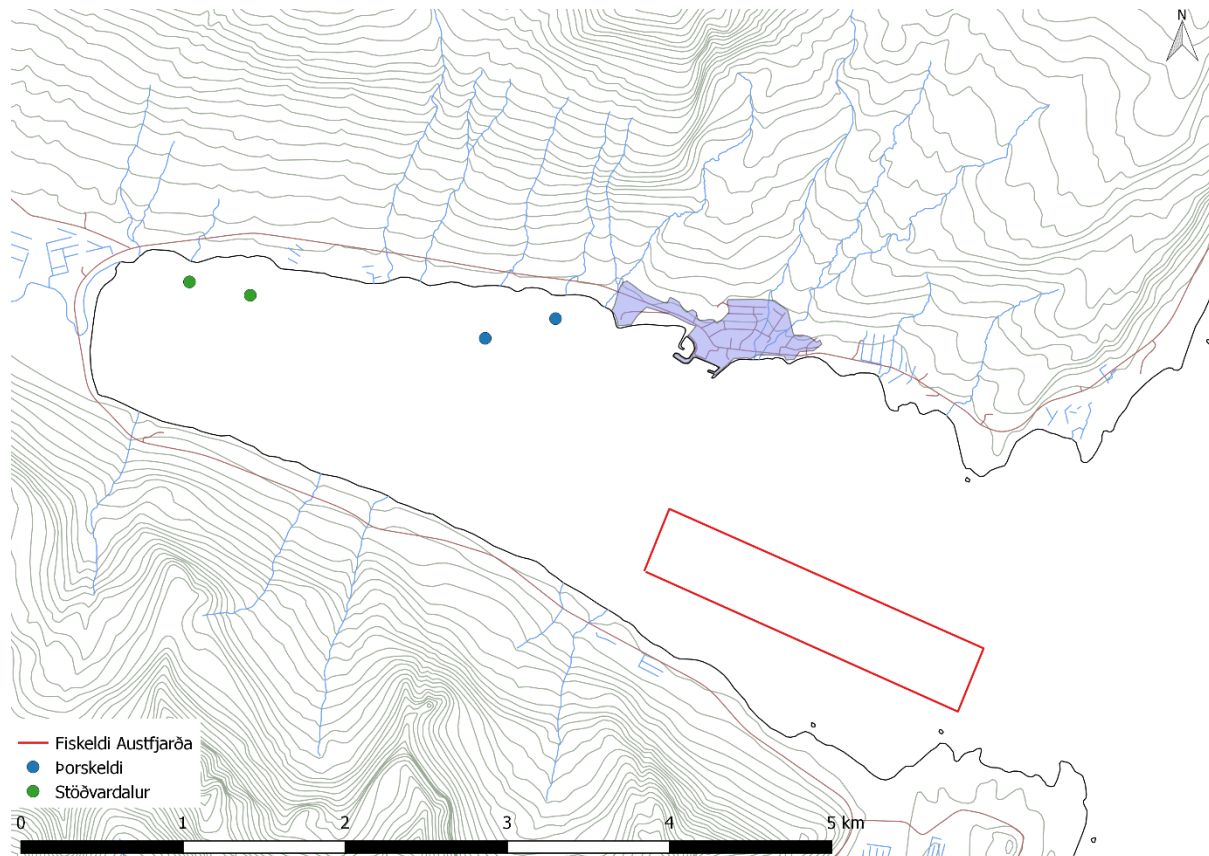
Fiskeldi Austfjarða er nú þegar með starfsemi í tveimur fjörðum, Berufirði og Fáskrúðsfirði, og ætlar fyrirtækið að efla það eldi í um 20.800 tonn á ári.

Vöktunaráætlunin er unnin af RORUM ehf. í samstarfi við Fiskeldi Austfjarða. Stuðst verður við ISO 12878:2012 staðalinn sem er alþjóðlegur staðall, leiðbeiningar Umhverfisstofnunar ásamt reynslu RORUM af rannsóknum á umhverfisáhrifum fiskeldis.

Vöktunaráætlunin verður endurskoðuð árlega. Niðurstöðum mælinga og skráninga verður skilað fyrir 1. nóvember ár hvert sem mælt er.

#### Staðhættir og svæðislýsing:

Stöðvarfjörður er mest um 6,3 km langur og er breidd fjarðarins víða um 1,6 km (mynd 1). Flatarmál fjarðarins er áætlað 11 km<sup>2</sup>. Í miðju fjarðarins er dýpið víðast um 30-50 m, allt inn undir fjarðarbotn. Breidd fjarðarmynnis móti úthafinu er um 2,0 km og utan fjarðarmynnis er 65 m dýpi. Engir neðansjávarhryggir þvera fjörðinn. Fjörðurinn telst þannig mjög opinn og með hröð sjóskipti. Heildarrúmmál sjávar í Stöðvarfirði er áætlað um 0,44 km<sup>3</sup>.



Mynd 1. Staðsetningar fiskeldissvæðis Fiskeldis Austfjarða í Stöðvarfirði.

### Eldri rannsóknir og fyrirbyggjandi gögn

Rannsóknir Hafrannsóknastofnunar (2017) á burðarþoli Stöðvarfjarðar leiddu í ljós að vatnsúlan er að mestu uppblönduð að vetrarlagi en að sumarlagi myndast heitt og ferskara yfirborðslag í efstu metrum fjarðarins sem blandast síðan upp að hausti. Fyrir neðan 10 m er vatnssúlan einsleit á öllum árstímum og bendir það til þess að mikil lóðrétt blöndun eigi sér stað í firðinum. Eins og í öðrum Austfjörðum er straumur inn fjörðinn að norðan og út að sunnan. Hafrannsóknastofnun mældi strauma í firðinum og reyndist meðalstraumur frekar veikur. Endurnýjunartími sjávar í firðinum er á milli 5 og 10 daga (Hafrannsóknastofnun 2017). Aquaplan Niva hefur gert staðarstraummælingar. Niðurstöður fyrir mælingar á straumi á 5 m dýpi sýna meðalstraum 6,2 cm/s og flutti straumurinn mikið að af sjó til norðvestur (315 gráður) en sneri síðan með veikum straumi til suðaustur (135 gráður). Meðalstraumhraðinn var 6,2 cm/s. Straummælingar á 15m dýpi sýndu mikinn flutning á sjó í norð-norðaustur en meðalstraumhraðinn var 6,3 cm/s. Hámarks straumhraði var 35,7 cm/s á 5m dýpi og 24,3 cm/s á 15 metra dýpi (Heggem 2018).

Náttúrustofa Austurlands hefur rannsakað botndýralíf í Stöðvarfirði á 8 staðsetningum, þar af 4 á fyrirhuguðu kvíastæði (Emma Erlín Jóhannsdóttir o.fl. 2017). Helstu niðurstöður voru að um 80% allra botndýra voru burstaormar. Algengustu tegundir voru *Maldane sarsi*, *Cossura longocirrata* (*pygodactylata*), *Chaetzone setosa*, *Scoloplos armiger* og *Polydora* spp. Mikill



þéttleiki og fjölbreytni er í botndýrum í firðinum og líkist samsetning botndýrasamfélag á leðjubotni öðrum fjörðum á Austfjörðum (Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl. 2001; Jörundur Svavarsson og Guðmundur Víðir Helgason 2002; Þorleifur Eiríksson & Böðvar Þórisson 2004; Þorleifur Eiríksson og Guðmundur Víðir Helgason 2017 Þorleifur Eiríksson o.fl. 2017)

Gerðar voru redox mælingar í seti á sömu 8 staðsetningum firðinum og reyndist oxunargeta setsins mjög góð eins og er líka í Berufirði (Þorleifur Eiríksson o.fl. 2017). Einnig var mælt heildar köfnunarefni (TN), heildar kolefni (TOC) og heildar fosfór (TP) í setinu (Emma Erlín Jóhannsdóttir o.fl. 2017) og er ætlunin að nota þau gildi sem bakgrunnsgildi til samanburðar við vöktun fiskeldis í firðinum í framtíðinni.

Staðsetning fiskeldissvæðis og sýnatökustaða

Sjókvíaeldi Fiskeldis Austfjarða mun fara fram á einni staðsetningu (mynd 1, tafla 1). Heildartími fyrir hvern árgang í sjókvíum stendur er þrjú ár, alls 36 mánuðir, og skiptist í framleiðslutímabil, slátrunartímabil og hvíldartímabil. Þriðja hvert ár er fyrirhugað að setja út 2,5 milljónir seiða. Eldistími fram að fyrstu slátrun er 18 mánuðir og teygist þannig slátrun frá 18. mánuði til 30. mánaðar og hvílist þá fjörðurinn í 6 mánuði þar til aftur eru sett út seiði.

Á mynd 2 má sjá kvísvæði Fiskeldis Austfjarða og fyrirhugaða sýnatökustaði á botni fjarðarins sem valdir eru í samræmi við staðalinn ISO 12878:2012, eins og fjallað verðum um í kafla um aðferðafræði sýnatöku hér að aftan. Hnit eldissvæðis eru í töflu 1 og hnit sýnatökustöðva á botni í töflu 2.

*Tafla 1. Afmörkun sjókvísvæði Fiskeldis Austfjarða í Stöðvarfirði.*

64 48,810´N 013 50,998´V  
64 49,252´N 013 53,236´V  
64 49,463´N 013 53,007´V  
64 49,021´N 013 50,769´V

Aðferðir

### **Aðferðir við botnsýnatöku**

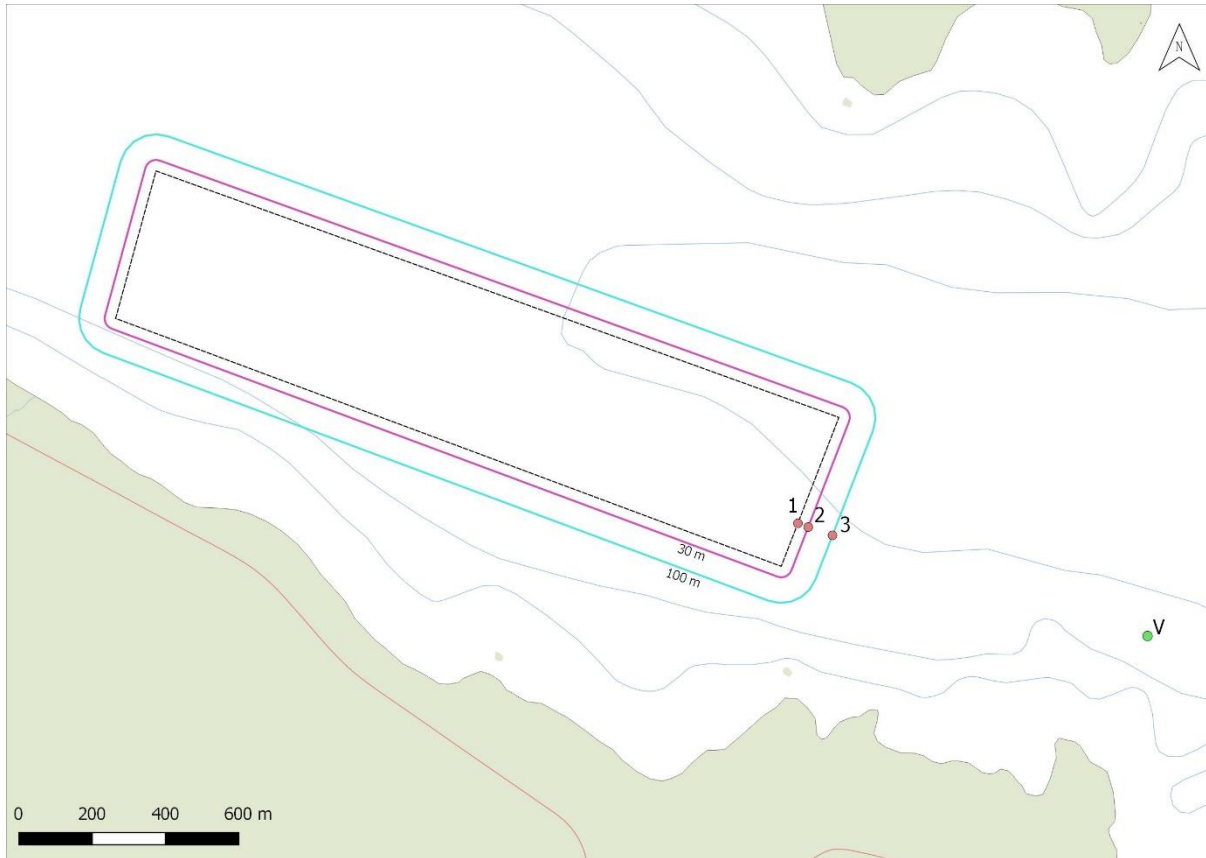
Vöktunaráætlunin byggir á ISO 12878:2012 staðalinum. Samkvæmt honum eru skilgreind þrjú áhrifsvæði umhverfis kvísvæðin (mynd 2), nærsvæði (local impact zone) sem er við fiskeldiskvíar, millisvæði (intermediate impact zone) sem er í 30 m fjarlægð frá kvíum og fjarisvæði (regional impact zone) sem er í 100 m fjarlægð frá kvíum. Sýnatökustaðir eru því við kvíar, í 30 m fjarlægð og loks 100 m fjarlægð í straumstefnu. Einnig er viðmiðunarpunktur fyrir hvert svæði í um 1 km fjarlægð.

Samkvæmt ISO 12878:2012 staðlinum á að taka eina stöð á hverju svæði (kort 2 og tafla 2), þrjú sýni á stöð og eitt fyrir efnamælingar. Auk þess er tekið viðmiðunarsýni á stöð í kílómetra fjarlægð. Sýni verða tekin með 250 cm<sup>3</sup> Van Veen botngreip, fest í 10% formalíni, sigtuð með 0,5 mm sigti og dýr greind til tegunda og hópa. Skoða á setið vandlega, þ.e. lit, þéttleika, lykt, gasbólur, hvort að til staðar séu bakteríumottur. Hvort að til staðar séu fóðurköggjar og þykkt sets ofan á því seti sem var áður til staðar. Mæla á lífrænt kolefni (TOC) í yfirborðslagi á hverri stöð. Efnasýni verða fryst og komið til viðurkenndra greiningaraðila.

Við upphaf eldis á hverju svæði og ávallt við upphaf nýrra kynslóða verða tekin sýni á öllum stöðvum á svæðinu auk viðmiðunastöðvar (mynd 2, tafla 2). Tíðni mælinga fer eftir ástandi áhrifasvæðis sem verður kannað árlega. Ef ástand svæðis er slæmt þarf að endurtaka sýnatöku en ef ástand svæðis er gott er það gert annað hvert ár (sjá töflu 4 í staðlinum ISO 12878:2012). Viðmið úr norska staðlinum NS 9410:2016 verða notuð við vöktunina þar til að íslensk yfirvöld gefa út viðmið fyrir Ísland.

Tafla 2. Hnit sýnatökupunkta og viðmiðunarpunkta.

Heiti svæðis	Breidd	Lengd
Nærsvæði	64° 48.87097	13° 50.93068
Millisvæði	64° 48.86419	13° 50.89627
Fjarsvæði	64° 48.84924	13° 50.81498
Viðmiðunarpunktur	64° 48.66414	13° 49.75980



Mynd 2. Sýnatökustöðvar í Stöðvarfirði. Nærsvæði (1), millisvæði (2) og fjarsvæði (3) eru afmörkuð: Viðmiðunarstöð (V) er 1 km fjarlægð í straumstefnu.

### Vöktun strandsjávar

Til að fylgjast með mögulegri aukningu næringarefna í strandsjó verða tekin sjósýni og í þeim mældur styrkur köfnunarefnis og fosfórs.

### Fjöldi sýna og aðferðir við sýnatöku á sjó

Eitt sjósýni verður tekið á fjarsvæði (regional impact zone) og á viðmiðunarsvæðinu á sömu staðsetningu og botnsýni og á sama tíma. Sýni verða tekin í 1 L flösku 20-30 cm fyrir neðan sjávaryfirborð. Einnig verður hitastig á hverjum stað skráð. Sýnum verður komið fyrir í kæliboxi og send eins fljótt og auðið er til efnagreiningar hjá viðurkenndri rannsóknastofu. Mælt verður heildar köfnunarefni og fosfór í sýnunum.

### Tímasetning sýnatöku

Dæmi um sýnatökuáætlun fyrir eldissvæðið yfir 6 ára tímabil (tafla 3). Sýnataka mun fara fram að hausti og niðurstöðum skilað fyrir 1. desember sama ár

Tafla 3. Tímasetning sýnatöku.

Ár	Svæði 1A			
	Botndýr	Efnamæling Botnset	Efnamæling Sjór	Lýsing
2019	4 stöðvar	4 stöðvar	2 stöðvar	Útsetning
2020				
2021	4 stöðvar	4 stöðvar	2 stöðvar	Slátrun
2022				
2023	4 stöðvar	4 stöðvar	2 stöðvar	Útsetning
2024				

Sýnataka mun fara fram á vorin og niðurstöðum verður skilað fyrir 1. nóvember sama ár.

Vöktunarskýrsla:

Fiskeldi Austfjarða mun senda frá sér vöktunarskýrslu fyrir 1. nóvember ár hvert. Í vöktunarskýrslunni verður gert grein fyrir niðurstöðum mælinga og þær túlkaðar og ræddar. Ef fram koma frávik verða hugsanlegar mótvægisáðgerðir reifaðar.

Heimildir:

Erlín Emma Jóhannsdóttir & Cristian Gallo. 2015. Botndýrarannsóknir og efnagreiningar á sjó og seti vegna fiskeldis í Berufirði 2015. Náttúrustofa Austurlands: Neskaupsstað.

Erlín Emma Jóhannsdóttir, Þorleifur Eiríksson & Böðvar Þórisson. 2012. Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði - Unnið fyrir HB Granda. Náttúrustofa Austurlands & Náttúrustofa Vestfjarða. NA-12015, NV nr. 1-12.

Erlín Emma Jóhannsdóttir, Halldór W. Stefánsson og Cristian Gallo. 2017. Rannsóknir á lífríki Stöðvarfjarðar - Botndýr, mælingar í seti, fuglar og þörungar í fjöru. Náttúrustofa Austurlands NA-170174, 32 bls.

Hafsteinn G. Guðfinnsson, Héðinn Valdimarsson, Steingrímur Jónsson, Jóhannes Briem, Jón Ólafsson, Sólveig Ólafsdóttir, Ástþór Gíslason og Sigmar A. Steingrímsson. 2001. Rannsóknir á straumum, umhverfisþáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október árið 2000. Reykjavík, Hafrannsóknarstofnun.

Heggem, Thomas. 2011. Ice Fish Farm Strømmålinger Stöðvarfjörður. 5 m og 15 m. Akvaplan Niva 60206.01. 11 bls. og viðauki.

Jörundur Svavarsson og Guðmundur V. Helgason. 2002. Lífríki á botni Mjóafjarðar. Fjölrit Líffræðistofnunar Háskólans nr. 63.

Þorleifur Eiríksson & Böðvar Þórisson. 2004. Botndýr í Berufirði og Fáskrúðsfirði. Unnið fyrir Salar-Islandica. Náttúrustofa Vestfjarða, 9-04, bls. 16.

Þorleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson & Gunnar Steinn Gunnarsson. 2007. Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði. Unnið fyrir Salar-Islandica. Náttúrustofa Vestfjarða, 5-07, bls. 81.

Þorleifur Eiríksson og Guðmundur Víði Helgason. 2017. Botndýr á kvísvæði Laxa fiskeldis í Reyðarfirði. RORUM 2017 003

Thorleifur Eiríksson, Leon Moodley, Guðmundur Vídir Helgason, Kristján Lilliendahl, Halldór Pálmar Halldórsson, Shaw Bamber, Gunnar Steinn Jónsson, Jónatann Thordarson and Thorleifur Águstsson. 2017. Estimate of organic load from aquaculture. RORUM 2017 011.

## Viðauki 5: Rannsóknir á lífríki Stöðvarfjarðar



### Rannsóknir á lífríki Stöðvarfjarðar

-Botndýr, mælingar í seti, fuglar og þörungar í fjöru



Erlín Emma Jóhannsdóttir, Halldór W. Stefánsson og Cristian Gallo  
Unnið fyrir Fiskeldi Austfjarða

NA-170174  
Neskaupstaður  
Nóvember 2017

 		<input type="checkbox"/> Egilsstaðir <input checked="" type="checkbox"/> Neskaupstaður
Skýrsla nr: NA-	Dags: Nóvember 2017	Dreifing: Lokuð
Heiti skýrslu (aðal- og undirtitill): Rannsóknir á lífríki Stöðvarfjarðar -Botndýr, mælingar í seti, fuglar og þörungar í fjöru		Upplag: 5 Síðufjöldi: 32
Ljósmynd á forsiðu: Stórþörungar í flæðarmáli sunnan Stöðvarfjarðar. Kristín Ágústsdóttir		Fjöldi korta: Fjöldi viðauka: 3
Höfundar: Erlín Emma Jóhannsdóttir, Halldór W. Stefánsson og Cristian Gallo		
Unnið fyrir: Fiskeldi Austfirjarða		
Samvinnuaðilar:		
<p>Vegna fyrirhugaðs fiskeldis í Stöðvarfirði óskaði Fiskeldi Austfirjarða eftir grunnrannsóknum á botndýralífi og efnamælingum í seti innan og í nágrenni fyrirhugaðs fiskeldissvæðis. Auk þess var gerð athugun á þekju þörungna og mengun í fjöru og heimilda um fuglalíf í firðinum aflag.</p> <p><b>Botndýr og mælingar í seti</b>  Sýnum af botni var safnað samkvæmt ISO 12878:2012 staðli. Samtals voru sýni tekin af botni á níu stöðum, fjórar stöðvar voru innan fyrirhugaðs fiskeldissvæðis en fimm utan þess. Á hverri sýnatökustöð var fjórum sýnum safnað með Van Veen botngreip. Þrjú sýni voru tekin til greininga á botndýrum og oxunargeta (redox) setsins mæld í þeim. Fjórdá sýnið var tekið til efnamælinga á lífrænu kolefni (TOC), heildar köfnunarefni (TN), heildar fosfór (TP) og heildarmagni lífræna leifa (Total organic content). Niðurstöður redox mælinga sýndu að oxunargetan í setinu var mjög góð og innan þess sem telst eðlilegt þegar um bakgrunnildi er að ræða. Mikill þéttleiki var af botndýrum og tegundafáan fjölbreytt. Burstaormar voru algengasti dýrahópurinn og voru tegundir sem grafa sig niður í leðjuna eftir æti algengastir (<i>Maldane sarsi</i> og <i>Cossura longocirrata</i>). Krabbadýr voru einnig nokkuð áberandi dýrahópur þá aðallega marflær. Tegundasamsetning botndýra í Stöðvarfirði svipar til þess sem hefur fundist í öðrum fjörðum á Austurlandi. Allar tegundirnar í Stöðvarfirði hafa áður fundist hér við land, fyrir utan tvær marflóategundir. Við fiskeldi safnast upp lífrænar leifar undir kvíum sem veldur ójafnvægi á botndýrafánu. Tegundir sem þola uppsöfnun lífræna leifa fjölga sér en aðrar sem eru viðkvæmar fyrir því hverfa oftast en ekki undir eldiskvíunum. Þessar tegundir koma þó oftast aftur þegar svæðin eru hvíld. Því er ekki talið að áhrif fiskeldis á botndýralíf séu varanleg.</p> <p><b>Fuglalíf</b>  Ekki var gerð sérstök úttekt á fuglalífi í Stöðvarfirði í tengslum við þessa framkvæmd og því byggir umfjöllun á fuglum eingöngu á heimildarvinnu. Fyrirhugaðar áætlanir um fiskeldi í sjó í Stöðvarfirði munu hafa óverulegu áhrif á fuglalíf þar og í einhverjum tilfellum gætu áhrifin verið jákvæð fyrir ýmsar tegundir. Ekki verður séð að þeim sjö tegundum á valista sem fundist hafa í Stöðvarfirði stafi ógn af fyrirhuguðu sjókvíald.</p> <p><b>Þörungar í fjöru</b>  Við skoðun þörungna í fjöru voru þrjú snið sett út sunnan fjarðar, tvö þar sem fyrirhugað fiskeldi á að vera og eitt viðmiðunar snið. Einnig var kannað hvor rusl eða önnur sýnileg mengun væri á svæðinu. Á hverju sniði voru fjórar stöðvar settar út með jöfnu millibili. Á hverri stöð var 1x1 m rammi settur niður og þekja þörungna metin innan hans. Niðurstöðurnar sýndu að beltaskipting þörungna var augljós. Bólupang var ríkjandi um miðbik fjörunnar sunnan fyrirhugaðs fiskeldissvæðis en skúfapang var ríkjandi um alla fjöru á viðmiðunarstöð. Ekki sást mengun á svæðinu en einstaka rusl var þar að finna.</p>		
Lykilord: Stöðvarfjörður, botndýr, lífríki, fuglar, fjara, fiskeldi	ISSN nr:	
Yfirfarið: KÁ	ISBN nr:	

## Efnisyfirlit

Myndaskrá .....	5
Töfluskrá .....	5
Inngangur .....	7
Rannsóknarsvæðið .....	8
Botndýr og mælingar í seti .....	8
Aðferðir .....	8
Sýnataka og úrvinnsla sýna .....	8
Umreikningur á redox gildum .....	9
Töluleg úrvinnsla .....	9
Niðurstöður .....	11
Lýsing á botnsýnum og mælingar í seti .....	11
Botndýralíf .....	12
Umræður .....	15
Fuglar .....	17
Aðferðir .....	17
Niðurstöður og umræða .....	17
Þörungar í fjöru .....	19
Aðferðir .....	19
Niðurstöður .....	20
Umræða .....	22
Heimildir .....	23
Viðauki I .....	26
Viðauki II .....	30
Viðauki III .....	33



## Myndaskrá

1. mynd. Yfirlit yfir sýnatökustaði á botni (grænir punktar, A-H) og könnun á þekju þörungna sem og mengun og rusli í fjöru (gulir punktar, snið 1 til 3) (Landhelgisgæslan 2016, Landmælingar Íslands 2013 og 2016).....	8
2. mynd. Meðalþéttleiki botndýrahópa á m <sup>2</sup> á hverri stöð (A-I) í Stöðvarfirði. ....	13
4, mynd. Hlutfallslegur fjöldi (% af heildarfjölda) burstaorma eftir tegundum á stöðvum (A-I) og alls í Stöðvarfirði. ....	14

## Töfluskrá

Tafla 1. Yfirlit yfir dýpt og staðsetningu stöðva í Stöðvarfirði 2017. ....	9
Tafla 2. Lýsing á lit, áferð og lykt botnsýna í Stöðvarfirði þann 30. maí 2017. ....	11
Tafla 3. Meðaltal þriggja mælinga á hita, pH gildum og redox gilda ( $E_{m\text{ælt}}$ ), í setsýnum á níu stöðum í Stöðvarfirði þann 30. maí 2017. Auk þess er gefið upp gildi sem þarf að bæta við mælda gildið ( $E_{\text{ref},\text{pot}}$ ) sem fylgir með nemanum (Thermo Fisher Scientific inc., 2007) sem mælt er með og er sú tala háð hita í setinu. Umreiknuð gildi ( $E_{\text{H}_{\text{SHE}}}$ ) fást með jöfnunni $E_{\text{H}_{\text{SHE}}} = E_{\text{mælt}} + E_{\text{ref},\text{pot}}$ . ....	11
Tafla 4. Niðurstöður mælinga á heildar köfnunarefni (TN), heildar lífrænu kolefni (TOC), heildar fosfór og heildarmagni lífrænna leiða (Tot.org cont) í setsýnum úr Stöðvarfirði þann 30. maí 2017. Allar niðurstöður eru gefnar upp miðað við 0 % rakainnihald (Niðurstöður frá efnagreiningum Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands, 2017). ....	12
Tafla 5. Yfirlit yfir fjöldi tegunda (S), meðalfjöldi dýra á fermetra (N, að þráðormum undanskildum), jafnræðisstuðul Pileous (J') og Shannons fjölbreytni (H'). ....	13
Tafla 6. Yfirlit yfir fuglaskráningar í Stöðvarfirði. Byggt á ferðadagbókum Skarphéðinn G. Þórisson, 1986 og Halldór W. Stefánsson 2008, tölvupóstur Árni Páll Ragnarsson 2009 og af vef Ebird 2012-2017. ....	18
Tafla 7. Yfirlit yfir þekju þörungna, fjörusvertu og fastra dýra á þremur sniðum í Stöðvarfirði þann 18. október 2016. ....	21

## Myndaskrá

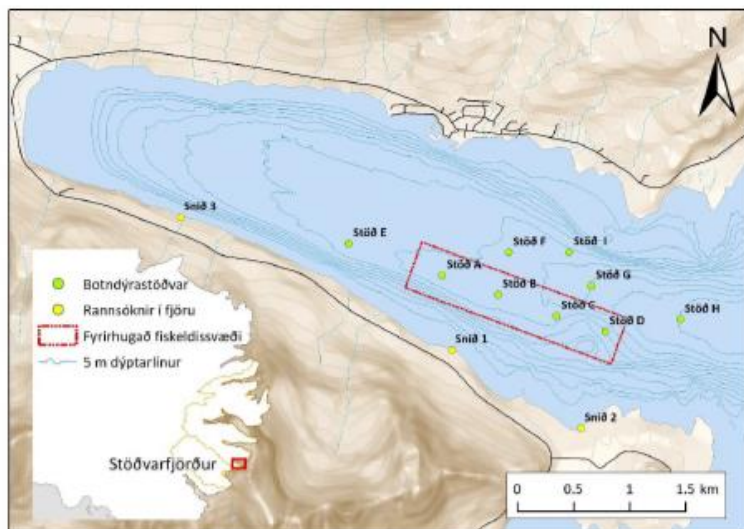
1. mynd. Yfirlit yfir sýnatökustaði á botni (grænir punktar, A-H) og könnun á þekju þörunga sem og mengun og rusli í fjöru (gulir punktar, snið 1 til 3) (Landhelgisgæslan 2016, Landmælingar Íslands 2013 og 2016).....	8
2. mynd. Meðalþéttleiki botndýrahópa á m <sup>2</sup> á hverri stöð (A-I) í Stöðvarfirði. ....	13
4. mynd, Hlutfallslegur fjöldi (% af heildarfjölda) burstaorma eftir tegundum á stöðvum (A-I) og alls í Stöðvarfirði. ....	14

## Töfluskrá

Tafla 1. Yfirlit yfir dýpt og staðsetningu stöðva í Stöðvarfirði 2017. ....	9
Tafla 2. Lýsing á lit, áferð og lykt botnsýna í Stöðvarfirði þann 30. maí 2017. ....	11
Tafla 3. Meðaltal þriggja mælinga á hita, pH gildum og redox gilda ( $E_{m\text{ælt}}$ ), í setsýnum á níu stöðum í Stöðvarfirði þann 30. maí 2017. Auk þess er gefið upp gildi sem þarf að bæta við mælda gildið ( $E_{\text{ref,pot}}$ ) sem fylgir með nemanum (Thermo Fisher Scientific inc., 2007) sem mælt er með og er sú tala háð hita í setinu. Umreiknuð gildi ( $E_{\text{SHE}}$ ) fást með jöfnunni $E_{\text{SHE}}=E_{\text{mælt}}+E_{\text{ref,pot}}$ . ....	11
Tafla 4. Niðurstöður mælinga á heildar köfnunarefni (TN), heildar lífrænu kolefni (TOC), heildar fosfór og heildarmagni lífrænna leifa (Tot.org cont) í setsýnum úr Stöðvarfirði þann 30. maí 2017. Allar niðurstöður eru gefnar upp miðað við 0 % rakainnihald (Niðurstöður frá efnagreiningum Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands, 2017). ....	12
Tafla 5. Yfirlit yfir fjöldi tegunda (S), meðalfjöldi dýra á fermetra (N, að þráðormum undanskildum), jafnræðisstuðul Pileous (J') og Shannons fjölbreytni (H'). ....	13
Tafla 6. Yfirlit yfir fuglaskráningar í Stöðvarfirði. Byggt á ferðadagbókum Skarphéðinn G. Þórisson, 1986 og Halldór W. Stefánsson 2008, tölvupóstur Árni Páll Ragnarsson 2009 og af vef Ebird 2012-2017. ....	18
Tafla 7. Yfirlit yfir þekju þörunga, fjörusvertu og fastra dýra á þremur sniðum í Stöðvarfirði þann 18. október 2016. ....	21

## Rannsóknarsvæðið

Rannsóknarsvæðið er á fyrirhuguðu fiskeldissvæði í sunnanverðum Stöðvarfirði sem og á viðmiðunarstöðvum á botni og í fjöru sunnan megin (1. mynd).



1. mynd. Yfirlit yfir sýnatökustaði á botni (grænir punktar, A-H) og könnun á þekju þörunga sem og mengun og rusli í fjöru (gulir punktar, snið 1 til 3) (Landhelgisgæslan 2016, Landmælingar Íslands 2013 og 2016).

Með tilliti til fiskeldis í sjó miðast áhrifsvæði fugla við allan Stöðvarfjörð frá Landbót við Kapalhöfuð í norðri, suður að Kambanesi fyrir mynni fjarðar ásamt fjörunni. Búsvæði fugla takmarkast þó ekki við það svæði. Fuglar fara víða og geta því sótt út fyrir rannsóknarsvæðið, bæði inn til landsins eða út á rúmsjó.

## Botndýr og mælingar í seti

### Aðferðir

#### Sýnataka og úrvinnsla sýna

Sýnataka fór fram í Stöðvarfirði þann 30. maí 2017, samkvæmt ISO 12878:2012 staðli en hann fjallar um grunnrannsóknir sem og vöktun á mjúkbotni sjávar þar sem fiskeldi á í hlut (Staðlaráð Íslands, 2016). Níu sýnatökustaðir voru settir niður á kort áður en sýnataka fór fram. Fjórir sýnatökustaðir voru staðsettir innan fyrirhugaðs fiskeldissvæðis og fimm fyrir utan á mismunandi dýptarbili (1. mynd og Tafla 1). Sýnataka fór fram á bátnum Gísla sem Fiskeldi Austfjarða á og rekur. Dýpt var skráð af dýptarmæli um borð í bátnum við hverja stöð. Sýnum var safnað með Van Veen botngreip (flatarmál=250 cm<sup>2</sup>). Greipin var látin síga niður á hlið

bátsins og híð upp með spili. Sýni var notað ef greip var vel lokuð og set var í henni. Á hverri stöð voru fjögur sýni tekin, þrjú til greininga á botndýrum en eitt til efnagreininga.

Tafla 1. Yfirlit yfir dýpt og staðsetningu stöðva í Stöðvarfirði 2017.

Stöð	Dýpi	Staðsetning	
		Lat	Long
A	49	64°49.296	013°52.808
B	50	64°49.183	013°52.201
C	50	64°49.059	013°51.562
D	48	64°48.966	013°51.034
E	44	64°49.484	013°53.831
F	49	64°49.380	013°52.041
G	58	64°49.189	013°51.148
H	68	64°48.995	013°50.184
I	49	64°49.357	013°51.369

Í þremur sýnum á hverri stöð var mælt, í fyrstu 2 cm setsins, svokallað redox gildi eða oxunargeta (reduction–oxidation reaction) og hiti með Eutech instrument mæli og Thermo fisher scientific Orion 9678BNWP nema. Einnig var mælt pH gildi með pH meter CG 837. Sýni voru síðan losuð í plastbakka og þeim lýst með tilliti til grófleika, áferðar, litar og lykta. Einnig voru sjáanleg dýr skráð. Sýnunum var svo komið fyrir í 4 L fötu og 8% formalíni hellt á þau ásamt boraxi til að koma í veg fyrir að kalkhlutar lífvera leystust upp. Sýni sem ætlað var til efnagreiningar var losað á plastbakka og efsta lag setsins, um 2 cm, var skafið af með plastskeið og komið fyrir í tveimur plastdolum og sett í kæli. Sýnin voru síðan fryst við heimkomu og síðar send til Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands til efnagreiningar á lífrænu kolefni (TOC), heildar köfnunarefni (TN), heildar fosfór (TP) og heildarmagni lífrænna leifa (Total organic content) .

Formalíni var hellt af sýnunum nokkrum dögum eftir sýnatöku og þau sigtuð varlega í rennandi vatni með 0,5 mm sigti. Þeim var síðan komið fyrir í hæfilegri sýnadollu og varðveitt í 70% ethanol til unnið var úr þeim. Hlutsýni var tekið af öllum sýnum og öll dýr tínd úr einu eða fleiri hlutsýnum undir víðsjá (Leica MZ6), allt eftir fjölda dýra í sýni. Dýrin voru greind til tegundar eða dýrahóps og þau talin. Sum eintök dýra var erfitt að greina sökum þess að um ungvíði var að ræða og/eða eintök illa farin. Þau eintök eru skilgreind sem cf. í viðauka I og II.

#### Umreikningur á redox gildum

Redox gildi eru umreiknuð til að geta borið mæld redox gildi í setinu saman við aðrar rannsóknir og þekkt gildi í botnseti (t.d. Hargarve o.fl., 2008). Til að umreikna redox gildi ( $E_{SH\#}$ ) þarf að bæta við uppgefnu gildi sem fylgir með nemanum (Thermo Fisher Scientific inc., 2007) og fæst með jöfnunni  $E_{SH\#} = E_{m\#} + E_{ref.pot.}$ . Redox mælingar í seti gefa upplýsingar um ástand sets og mæla oxunargetu þess (oxunar- afoxunarspennu) og eru niðurstöður þessarar rannsóknar grunnildi áður en starfsemi fiskeldis hefst.

#### Töluleg úrvinnsla

Meðalþéttleiki botndýra fyrir hverja stöð var reiknað út frá öllum greipum viðkomandi stöðvar. Fjölbreytni botndýrasamfélaga var metin með Shannon-Wiener  $H'$  fjölbreytileika stuðli (Magurran, 2004) og var PRIMER 6 forritið notað við útreikninga. Í Viðauka II má sjá greiningar

og meðalfjölda á hverri stöð sem liggja til grundvallar fyrir útreikninga á fjölbreytni og jafnræði. Sumar tegundir voru sameinaðar í ættkvísl eða ætt og þráðormar (Nematoda) voru ekki notaðir við útreikninga en kveðið er á um að þeim eigi að sleppa í *ISO staðli 12878:2012* (Staðlaráð Íslands, 2016).

Shannon-Wiener fjölbreytni stuðull  $H'$ :

$$H' = - \sum_{i=1}^s (p_i) (\log_2 p_i)$$

þar sem  $s$  = fjöldi tegunda,  $p_i$  = hlutdeild af heildarsýni sem tilheyrir tegund  $i$ . Þessi stuðull er mikið notaður við vistfræðirannsóknir og hækkar eftir því sem fjölbreytileiki eykst. Einsleitnustuðullinn, er nátengdur Shannon-Wiener stuðlinum, en sýnir hvort jafnræði er milli tegunda, eða hvort ein eða fáar tegundir séu sérstaklega áberandi. Stuðullinn lækkar þegar það gerist og er einungis ein tegund í gögnunum þegar báðir þessir stuðlar eru núll.

Einsleitnustuðull Pielous  $J'$ :

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}}$$

## Niðurstöður

### Lýsing á botnsýnum og mælingar í seti

Allar greipar voru vel lokaðar og fullar af seti. Í flestum tilvikum var botngerðin brún eða grábrún leðja. Á stöðvum D, E og H var botngerðin sendnari. Engin brennisteinslykt fannst af sýnunum (Tafla 2).

Tafla 2. Lýsing á lit, áferð og lykt botnsýna í Stöðvarfirði þann 30. maí 2017.

Stöð	Litur og áferð	Lykt
A	Brún leðja	Engin
B	Brún/grá leðja	Engin
C	Grá leðja	Engin
D	Brún leðja/sandur	Engin
E	Brún leðja/sandur	Engin
F	Grá/brún leðja	Engin
G	Brún/grá leðja	Engin
H	Brún leðja/sandur	Engin
I	Brún leðja	Engin

Gildi pH var mjög svipað milli stöðva og mældist frá 7,13 til 7,47 lægst á stöð F en hæst á stöð I. Hiti í seti var í flestum tilvikum um 4°C (4,3-4,5°C) en í einu tilfalli á stöð F var hann 4,9°C. Redox gildi voru jákvæð á öllum stöðvum og voru umreiknuð ( $E_{SHE}$ ) gildi frá 310 til 456 mV (Tafla 3).

Tafla 3. Meðaltal þriggja mælinga á hita, pH gildum og redox gilda ( $E_{mælt}$ ), í setsýnum á níu stöðum í Stöðvarfirði þann 30. maí 2017. Auk þess er gefið upp gildi sem þarf að bæta við mælda gildið ( $E_{ref,pot}$ ) sem fylgir með nemanum (Thermo Fisher Scientific inc., 2007) sem mælt er með og er sú tala háð hita í setinu. Umreiknuð gildi ( $E_{SHE}$ ) fást með jöfnunni  $E_{SHE} = E_{mælt} + E_{ref,pot}$ .

Staðsetning	pH	Hiti (°C)	Redox (mV)		
			Meðaltal mældra gilda ( $E_{mælt}$ )	Uppgefið gildi ( $E_{ref,pot}$ )	Umreiknuð gildi ( $E_{SHE}$ )
A	7,36	4,4	92	218	310
B	7,35	4,3	103	218	321
C	7,25	4,5	208	218	426
D	7,43	4,3	117	218	335
E	7,27	4,4	238	218	456
F	7,13	4,9	154	218	372
G	7,30	4,4	120	218	338
H	7,28	4,3	125	218	343
I	7,47	4,3	116	218	334

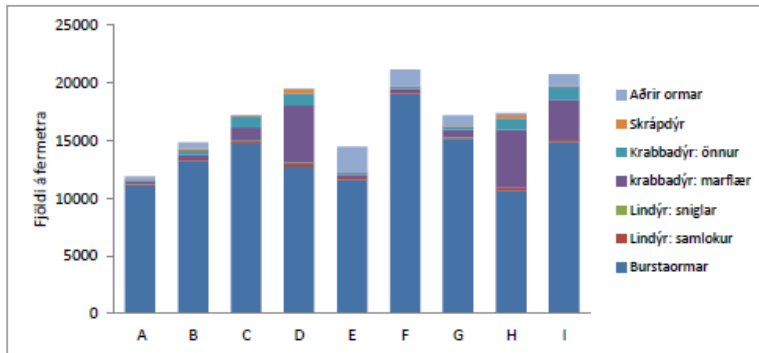
Heildar köfnunarefni (TN) mældist frá 0,15-0,35% í sýni, lægst á stöðvum D og H en hæst á stöð F. Heildarmagn lífræns kolefnis (TOC) var frá 0,87 til 1,95% í sýni eða 8,7-19,5 mg/g. Eins og með heildar köfnunarefni mældist hæsta gildi lífræns kolefnis einnig á stöð F og lægstu gildin á stöð D og H. Heildar fosfór (P-tot) var á bilinu 1259 til 2090 ppm, eða 1,26 og 2,09 mg/g. Hæsta gildi fosfórs mældist á stöð E og það lægsta á stöð H (Tafla 4 og Viðauki III). Heildarmagn lífrænna leifa (Tot. org. cont) mældist frá 6,50 til 9,71, lægst á stöð C og hæst á stöð G.

Tafla 4. Niðurstöður mælinga á heildar köfnunarefni (TN), heildar lífrænu kolefni (TOC), heildar fosfór og heildarmagn lífrænna leifa (Tot.org cont) í setsýnum úr Stöðvarfirði þann 30. maí 2017. Allar niðurstöður eru gefnar upp miðað við 0% rakainnihald (Niðurstöður frá efnagreiningum Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands, 2017).

Staðsetning	Heildar köfnunarefni (TN, %)	Heildarmagn lífræns kolefnis (TOC,%)	Heildar fosfór (P-tot, ppm)	Heildarmagn lífrænna leifa (Tot.org cont,%)
A	0,25	1,66	2014	7,27
B	0,25	1,68	1909	8,99
C	0,16	0,98	1355	6,50
D	0,15	0,87	1322	6,73
E	0,24	1,67	2090	8,57
F	0,35	1,95	1419	8,79
G	0,28	1,69	1652	9,71
H	0,15	0,87	1259	6,61
I	0,27	1,58	1686	9,21

#### Botndýralíf

Að meðaltali fundust 17.138 dýr á fermetra á stöðvunum sem voru greind í 120 flokkunareiningar (Viðauki II). Þéttleikinn var minnstur á stöð A (11.880 dýr á m<sup>2</sup>) en flest voru dýrin á stöð F (21.147 dýr á m<sup>2</sup>). Svipaður fjöldi botndýra var á stöðvum C, G og H eða um 17.000 dýr á fermetra (2. mynd). Burstaormar (Polychaeta) var sá dýrahópur sem var ríkjandi á botni Stöðvarfjarðar á öllum stöðvum og nam hlutfall þeirra 80% af heildar þéttleika botndýra. Þéttleiki þeirra var frá 11.133 til 19.067 ormar á fermetra og var hlutfall þeirra mest á stöð A eða 94% en minnst á stöð H 61%. Krabbadýr (Crustacea), þá aðallega marflær, voru með næst mestan þéttleika á stöðvum A til D og G til H og nam hlutfallslegur þéttleiki þeirra frá 3% til 35%. Práðormar (Nematoda) voru með næst mesta þéttleika botndýra á stöðvum E og F (15% og 6%) af heildarfjölda botndýra. Práðormar voru þriðji algengasti dýrahópurinn á stöðvum A, B, G og I. Hlutfallslegur þéttleiki lindýra (Mollusca) var frá 0,7-1,7% og voru flest lindýr á stöð H. Aðrir dýrahópar voru með mun minni þéttleika (2. mynd).



2. mynd. Meðalþéttleiki botndýrahópa á m<sup>2</sup> á hverri stöð (A–I) í Stöðvarfirði.

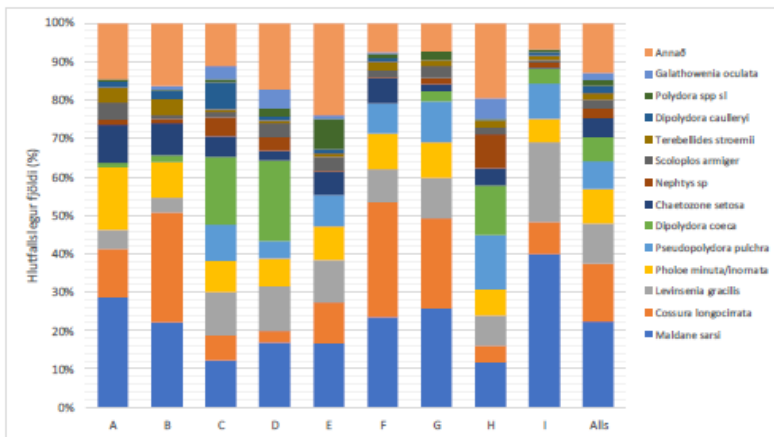
Fjöldi tegunda/hópa á stöðvunum var frá 37 til 62, fæstar voru þær á stöð A en flestar tegundir voru á stöð stöð D (Tafla 5). Fjölbreytni Shannons ( $H' \log 2$ ) var svipuð á öllum stöðvum en hæst var hún á stöðvum C og H eða 4,40 og 4,44 en lægst var hún á stöð F (3,34). Mest jafnræði milli tegunda var á stöð H þar sem fjölbreytnin var mest og að sama skapi var jafnræðið minnst á stöð F þar sem minsta fjölbreytnin var (Tafla 5 og Víðauki II).

Tafla 5. Yfirlit yfir fjöldi tegunda (S), meðalfjöldi dýra á fermetra (N, að þráðormum undanskildum), jafnræðisstuðul Pileous (J') og Shannons fjölbreytni (H').

Stöð	S	N	J'	H'(loge)	H'(log2)
A	37	11.691	0,70	2,52	3,64
B	41	14.331	0,70	2,60	3,75
C	59	17.225	0,75	3,05	4,40
D	62	19.414	0,73	3,01	4,34
E	43	12.303	0,75	2,82	4,06
F	42	19.893	0,62	2,32	3,34
G	41	16.307	0,65	2,43	3,50
H	60	17.333	0,75	3,08	4,44
I	47	20.050	0,67	2,57	3,71

Misjafnt var hvaða tegundir burstaorma voru með hlutfallslega mestan þéttleika á stöðvunum en af alls 52 burstaorma tegundum sem greindar voru var *Maldane sarsi* algengust á botni Stöðvarfjarðar. Sú tegund fannst á öllum stöðvum og var hlutfall hennar 22% af heildarfjölda burstaorma og 18 % hlutfall af heildarfjölda botndýra. Tegundirnar *Cossura longocirrata*, *Levinsenia gracilis* og *Pholoe minuta/inornata* voru einnig nokkuð algengar með 15%, 10% og 9% hlutfall af heildarfjölda burstaorma fyrir allar stöðvar (3. mynd). Níu tegundir/ættkvíslir fundust á öllum stöðvum og voru það auk ofangreindra tegunda *Chaetozone setosa* með 5% hlutfall, *Nephtys sp.*, *Polydora spp.*, *Scoloplos armiger* og *Terebellides stroemii* með 2% hlutfall. Af tegundum sem fundust í færra stöðvum (7) stöðvum en voru í þónokkrum þéttleika má nefna *Dipolydora coeca* og *Pseudopolydora pulchra*, með 6 og 7% hlutfall af heildarfjölda burstaorma. Aðrar tegundir voru sjaldgæfari (3. mynd).





3. mynd. Hlutfallslegur fjöldi (% af heildarfjölda) burstaorma eftir tegundum á stöðvum (A-I) og alls í Stöðvarfirði.

Alls fundust 36 tegundir/hópar krabbadýra (Crustacea) og þar af voru 22 tegundir marflær. Lang algengasta tegundin með 50% hlutdeild af heildarfjölda krabbadýra var tegund af ættkvísl *Photis* sp af ættbálki marflóa. Næst algengasta tegundin var svo tegund af ættkvísl *Harpinia* sp, einnig af ættbálki marflóa, með langt um minni þéttleika og nam hlutfall hennar um 8% af heildarfjölda krabbadýra. Af öðrum tegundum krabbadýra sem voru með þéttleika sem nam 3-4 % má nefna *Diastylis* sp og *Leucon naisica* af ættbálki pungrækja (Cumacea) og þanggeit (Tanaidacea).

Lindýr voru einnig nokkuð tegundaauðugur hópur botndýra með 23 tegundir/hópa. Prettán tegundir voru af flokki samloka (Bivalvia) og sjö af flokki snigla (Gasteropoda). Sjö algengustu lindýrategundirnar voru allar af flokki samloka með 5-21% hlutfall af heildarfjölda botndýra. Algengasta lindýrategundin var *Ennucula tenuis* (21%), en einnig voru *Thyasira flexuosa* og *Nuculana pernula* nokkuð áberandi með 11 og 10% hlutfall af heildarfjölda lindýra. Af sniglum var tegundin *Moelleria costulata* algengust með 5% hlutfall af heildarfjölda lindýra. Aðrar tegundir snigla voru með minni þéttleika.

Af skræpdýrum (Echinodermata) voru slöngustjörnur (Ophiuroidea) algengastar en þær fundust á öllum stöðvum en þó í litlum þéttleika. Alls fundust fjórar tegundir og var *Ophiura robusta* algengust. Á stöð C fundust sæbelgir (Sipunculidae) en þeir voru í litlum þéttleika. Þráðormar voru á öllum stöðvum nema á stöð C, en þeir voru ekki greindir til tegunda.

Í viðauka I er að finna lista yfir alla hópa/tegundir sem fundust í þessari rannsókn og í viðauka II er svo listi yfir tegundir sem liggja til grundvallar fyrir útreikninga á fjölbreytileika.

## Umræður

Grábrún leðja einkenndi sjávarbotn Stöðvarfjarðar en leðja er sú botngerð sem er ráðandi í mörgum austfirskum fjörðum (t.d. Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl. 2001; Jörundur Svavarsson og Guðmundur V. Helgason, 2002; Sigmar Arnar Steingrímsson, 2009). Oxunargeta (redox) setsins var mjög góð og mældust redox gildi öll hærri en +300 mV. Bakgrunnsgildi og/eða viðmiðunargildi (umhverfismörk) fyrir redox gildi í seti eru ekki gefin upp eða skilgreind í reglugerðum/stöðlum hér á landi en gildi hærri en +100 mV teljast bakgrunnsgildi og endurspegla eðlilegt ástand sets (Hargarve o.fl. 2008; Zettler o.fl., 2007; Wildish o.fl. 2001; Brooks o.fl., 2003). Niðurstöður á efnamælingum í seti (TN, TOC, TP og total organic content), sem og redox mælingarnar, í Stöðvarfirði eru bakgrunnsgildi og segja til um magn ofangreindra efna áður en fiskeldi kemur á þetta svæði. Litlar upplýsingar eru til um styrk þessara efna almennt í botnseti hér við land og hafa bakgrunnsgildi og/eða viðmiðunargildi (umhverfismörk) heldur ekki verið skilgreind fyrir þessi efni í reglugerðum/stöðlum hér á landi. Norðmenn hafa sett mörk fyrir heildarmag lífræns kolefnis og telst ástand sets mjög gott ef gildin eru <20 mg/g (Molvær o.fl., 2004). Gildin í Stöðvarfirði voru öll undir þeim mörkum.

Lífrikið á botni Stöðvarfjarðar einkenndist af vel samsettu og rötgrönu samfélagi botndýra sem er utan áhrifa allra mengunar og sést það best á þeim mikla þéttleika, fjölbreytni og jafnræði sem er milli tegunda (Pearson og Rosenberg, 1978; Rhoads og Germano, 1986). Á rannsóknarsvæðinu var botninn þakin burstaormum sem byggja um sig pípur og lifa með framendann niður grafinn í leðjuna og nærast á grotti (deposit feeders). Tegundirnar *Maldane sarsi* og *Cossura longocirrata*, sem voru algengustu tegundirnar í rannsókninni, hafa báðar þennan háttinn á við fæðuöflun en saman var hlutfall þeirra 30% af heildarfjölda botndýra. Aðrar algengar tegundir burstaorma líkt og *Chaetozona setosa*, *Scoloplos armiger*, *Polydora* spp. s.s. og *Terebellides stroemii* eru einnig grotætur og lifa annaðhvort sem yfirborðsætur eða grafa sig niður í setið (Fauchald og Jumars, 1979; Jumars o.fl., 2014). Svipuð samsetning burstorma þ.e. ormar sem grafa sig niður á botn voru einnig algengir í Reyðarfirði, Mjóafirði og Seyðisfirði (Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl. 2001; Jörundur Svavarsson, 2002; Þorleifur Eiríksson o.fl., 2003a; Sigmar Arnar Steingrímsson, 2009).

Flestar tegundirnar sem fundust í þessari rannsókn eru vel þekktar hér við land en ekki fundust heimildir um að tvær tegundir marflóa (*Centromedon pumilus* cf og *Cerapus crassicornis* cf) hafi fundist hér (Enchell, 1998) en þær eru norður Atlantshafs tegundir. Athygli vakti hversu margar tegundir/hópar af marflóm fundust á svæðinu (22 tegundir/hópar). Flestar tegundir lindýra sem fundust eru algengar hér við land t.d. gljáhnýttla (*Ennucula tenuis*) og hrukkubúlda (*Thyasira flexuosa*). Sumar tegundir samloka hafa fengið annað fræðiheiti á undanföllum árum t.d. hét tegundin *Genaxinus eumyrius* áður *Thyasira eumyria* (Dvergbúlda) og *Goethemia elegantula* var áður með fræðiheitið *Cardium elegantulum* (Fagurskel) (Ingimar Óskarsson, 1982). Vert er að geta þess að stöðvarkóngur (*Buccinum superangulare*) af flokki snigla, hefur fundist í svo nefndri Landabót, en það er smávik sem er yst í Stöðvarfirði norðanverðum langt utan fyrirhugaðs fiskeldissvæðis. Talið er að stöðvarkóngurinn sé stökkbreytt afbrigði beitukóns en var þó lýst sem sjálfstæðri tegund. Óstaðfestar heimildir eru um fund stöðvarkóns í Fáskrúðsfirði árið 2006 (Guðmundur Guðmundsson, forstöðumaður safna- og flokkunarfræðideildar Náttúrufræðistofnunar Íslands, tölvupóstur, 15. nóvember 2017) en ekki er vitað til þess að stöðvarkóngur hafi fundist annarsstaðar í

heiminum (Ingimar Óskarsson, 1961 og 1982). Tegundin fannst ekki í neinu af botnsýnunum í þessari rannsókn en mikilvægt að fundarstaður hans komi fram.

Við fiskeldi safnast upp lífrænar leifar og við það breytist samsetning botndýra þannig að þær tegundir sem ekki þola aukningu á lífrænum leifum hverfa. Mikilvægt er því að hvíla svæðin með reglulegu millibili. Samkvæmt 3. grein reglugerðar 401/2012 um fiskeldi skal hvíldartími eldissvæða vera að minnsta kosti 90 dagar. Á hvíldartímanum brotna lífrænu leifarnar niður og í framhaldi af því má búast við að botndýr sem lifa í nágrenninu og þola ekki uppsöfnun lífrænna leifa geti fært sig á svæðið aftur. Því er ekki talið að áhrif fiskeldis á botndýralíf séu varanleg ef þau eru hvíld með reglulegu millibili og í þann tíma sem tekur botndýralífið að endurheimtast.

## Fuglar

### Aðferðir

Þar sem upplýsingar um fugla í Stöðvarfirði eru af skornum skammti, var leitað gagna í heimildum sem komnar eru til ára sinna. Á veraldarvefnum er sitthvað að finna um Stöðvarfjörð en misjafnlega nothæft til túlkunar á áhrifum fiskeldis á fugla. Úttekt var gerð á áhrifum fiskeldis á fuglalíf í Reyðarfirði (Halldór W. Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórisson 2002). Einnig verður stuðst við rannsóknir sem tengjast fiskeldi og fuglum frá Rifósi í Kelduhverfi (Hörður Kristinsson o.fl. 1999). Náttúrustofan mat einnig áhrif framkvæmda á fuglalíf í Reyðarfirði þar sem nytjategundir eins og æðarfugl var skoðaðar sérstaklega (Halldór W. Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórisson 1999). Fyrir utan þá heimild verður stuðst við ferðadagbækur starfsmanna Náttúrustofu Austurlands frá fáraerðum um Stöðvarfjörð allt aftur til ársins 1986. Með hliðsjón af heimildum og takmörkuðum upplýsingum frá Stöðvarfirði verður lagt mat á möguleg áhrif fiskeldis í sjó á fuglalíf svæðisins. Tegundir á vólsta sem vitað er um verða taldar upp.

### Niðurstöður og umræða

Hér er talin upp 31 tegund fugla í Stöðvarfirði. Sjö þeirra eru á vólsta (Tafla 6) (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2000). Reikna má með að tegundir í firðinum séu fleiri enda samanteknar athuganir ekki tæmandi fyrir svæðið. Sumar tegundir sem hér eru til umfjöllunar eru gestir á svæðinu og aðrar umferðarfuglar á leið sinni til fjarlægari svæða. Andfuglar, máfar og vaðfuglar eru mest áberandi.

Tafla 6. Yfirlit yfir fuglaskráningar í Stöðvarfirði. Byggt á ferðadagbókum Skarphéðins G. Þórissonar 1986 og Halldórs W. Stefánssonar 2008, tölvupásti Árna Páls Ragnarssonar 2009 og af vef Ebird 2012-2017.

Tegund	Válisti
Fýll <i>Fulmarus glacialis</i>	X
Dílaskarfur <i>Phalacrocorax carbo</i>	
Álft <i>Cygnus cygnus</i>	
Grágæs <i>Anser anser</i>	X
Rauðhöfðaönd <i>Anas penelope</i>	
Stökkönd <i>Anas platyrhynchos</i>	
Skúfönd <i>Aythya fuligula</i>	
Æður <i>Somateria mollissima</i>	
Straumönd <i>Histrionicus histrionicus</i>	X
Hávella <i>Clangula hyemalis</i>	
Hrafnönd <i>Melanitta nigra</i>	
Húsönd <i>Bucephala islandica</i>	X
Toppönd <i>Mergus serrator</i>	
Tjaldur <i>Haematopus ostralegus</i>	
Sandlóa <i>Charadrius hiaticula</i>	
Heiðlóa <i>Pluvialis apricaria</i>	
Louþræll <i>Calidris alpina</i>	
Hrossagaukur <i>Gallinago gallinago</i>	
Jaðrakan <i>Limosa limosa</i>	
Spói <i>Numenius phaeopus</i>	
Stelkur <i>Tringa totanus</i>	
Tildra <i>Arenaria interpres</i>	
Óðinshani <i>Phalaropus lobatus</i>	
Hettumáfur <i>Larus ridibundus</i>	
Stormmáfur <i>Larus canus</i>	X
Silfurmáfur <i>Larus argentatus</i>	
Bjartmáfur <i>Larus glaucoides</i>	
Svartbakur <i>Larus marinus</i>	X
Rita <i>Rissa tridactyla</i>	
Kría <i>Sterna paradisaea</i>	
Hrafn <i>Corvus corax</i>	X
Samtals 31 tegund	7

Þær tegundir sem gerð er grein fyrir í töflu 6 eru eingöngu þær sem athugendur hafa skráð hjá sér í óreglubundnum dagbókarskráningum. Á listann vantar algengar tegundir á landsvísi, sem líklegt er að finnast á svæðinu. Tegundir sem vantar á listann eru margar hverjar beintengdar sjónum og finnast allt í kringum landið í mismiklum mæli. Má þar nefna t.d.; teistu (*Cephus grylle*), sendling (*Calidris maritima*) og urtönd (*Anas crecca*). Aðrar tegundir sem má vænta að

komi fyrir í Stöðvarfirði eru t.d. súla (*Morus bassanus*), lundi (*Fratercula arctica*), haftyrdill (*Alle alle*) og fleiri svartfuglar að vetri.

Af válistategundunum sjö er afar líklegt að húsönd hafi verið gestkomandi á svæðinu og sé alla jafna ekki til staðar (Árni Páll Ragnarsson 2009). Einnig er ólíklegt að straumönd sé þarna að finna í miklum mæli. Tilvist stormmáfs í Stöðvarfirði er óljós en hann verpir víða um land. Grágæs, fýll, svartbakur og hrafn eru nokkuð algengir fuglar á Austfjörðum og á landsvísu. Ólíklegt verður að teljast að fiskeldi í sjó muni hafa neikvæð áhrif á þessar tegundir.

Ýmsar tegundir landfugla eru þekktar í Stöðvarfirði sem ekki eru til umfjöllunar hér í tengslum við fiskeldi í sjó. Í þéttbýlinu, skógræktinni, í fjallshlíðum og inn af botni fjarðar eru kjörsvæði ýmissa fugla. Þar má búast við að sjá fjöldann allan af spörfuglum, ýmsar endur og vaðfugla, rjúpur (*Lagopus mutus*) og jafnvel ránfugla.

Fyrirliggjandi gögn benda til að fjöldi fugla og tegundasamsetning sé takmarkaðri heldur en í Reyðarfirði (Halldór W. Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórisson 1999 og 2002).

Áhrif fiskeldis eru þekkt fyrir ýmsar tegundir fugla t.d. æður, máfa og skarfa. Mikill fjöldi fugla laðaðist að kvíunum í Eskifirði þar sem var ónæði af völdum hljóðs, ljósa, gangandi og akandi umferðar auk skipaumferðar. Þar skammt frá er stærsta æðarvarp í Reyðarfirði sem hefur dafnað vel (Halldór W. Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórisson 2002). Einnig mætti nefna í þessu sambandi að æðarvarpið í Hólum í Reyðarfirði hefur margfaldast hin síðustu ár þrátt fyrir fiskeldi í firðinum og nálægð við álver og mikið mávager (Eliás Jónsson 2018). Svipuð reynsla og frá Eskifirði var við fiskeldisstöðina Rifós í Kelduhverfi þar sem fuglar löðuðust að eldinu og æðarvarp breyttist lítið (Hörður Kristinsson o.fl. 1999). Samantektarskýrsla um vistfræðileg áhrif sjókvíaeldis í Nýja Sjálandi benti til að möguleg áhrif á fugla væru ekki vel skilgreind, en rannsóknir þar hafa sýnt fram á að sjókvíar laði að ýmsa sjófugla sem njóta góðs af auknu fæðuframboði við kvíar. Þar var einnig bent á að aukið sjókvíaeldi takmarki mögulega búsvæði einhverra fuglategunda, en með vel ígrunduð staðarvali má draga úr slíkum áhrifum (Forrest o.fl. 2007). Þá er þekkt að bátaumferð geti haft fælandi áhrif á ófleyga fugla (Follestad, A. 2015) en umfang slíkar truflunar ætti að vera innan þolmarka í Stöðvarfirði.

Nýlega voru skilgreind mikilvægustu fuglasvæðin á Íslandi (Kristinn H. Skarphéðinsson o.fl. 2016). Alls voru skilgreind 121 svæði um allt land og þar af 25 svæði á fjörum og aðliggjandi grunnsævi. Ekkert þeirra er í nágrenni við fyrirhugað fiskeldissvæði í Stöðvarfirði.

## Þörungar í fjöru

### Aðferðir

Könnun á fjöru var gerð þann 18. október 2016 í Stöðvarfirði. Tvö snið voru staðsett þar sem fyrirhugað fiskeldi á að vera í sjó sunnan fjarðar í Stöðvarfirði og eitt víðmiðunar snið var staðsett utan þess svæðis nokkru innar í firðinum (1. mynd). Við útlagningu sniða var málband strengt þvert á fjöru frá efstu mörkum, sem var nálægt efri mörkum klettadoppu (*Littorina saxatilis*), og að neðstu mörkum (0 m). Fjórar stöðvar (A–D) voru settar niður með jöfnu millibili og var stöð A efsta stöðin og stöð D neðsta stöðin á öllum sniðum. Á hverri stöð var lagður niður 1x1 m rammur og þekja þörungum, fjörusvertu og fastra dýra ákvörðuð. Fjörubeði var einnig lýst gróflaga á öllum sniðum. Við greiningu þörungategunda var notast meðal annars

við fræðslurit Ferðafélags Íslands eftir Agnar Ingólfsson o.fl. (1986). Á hverjum stað var einnig skráð hvort sæist til mengunar eða rusls.

### Niðurstöður

Á öllum stöðum sem rannsóknin tók til einkenndist fjörubeðurinn af stórgrýti eða hnallungum með mól eða sandi í undirlagi auk þess voru klappir á stöð C á sniði 2. Þeir stórbörungar sem mynduðu mesta þekju í fjörunni voru skúfaþang (*Fucus distichus*), bóluþang (*Fucus vesiculosus*) og hrossaþari (*Laminaria digitata*). Beltaskipting þangtegunda var áberandi. Klappaþang fannst einungis á stöð A á öllum sniðum en bóluþang fannst einungis á stöðvum B og var með 60%, 80% og 20% þekju á sniðum 1, 2, og 3. Skúfaþang fannst á stöðvum B—D en ekki í stöðvum A og var ríkjandi þangtegund í stöðvum C á öllum sniðum. Sól (*Palmaria palmata*) fannst í stöðvum C og D á sniðum 1 og 3. Á stöð C á sniði 1 var brimskúfur (*Acrosiphonia* sp) áberandi (Tafla 7). Á stöðvum D á sniði 1 og 2 var hrossaþari með 80% og 50% þekju. Af föstum dýrum var kræklingur (*Mytilus edulis*) í mestum þéttleika á stöðvum C og D á sniðum 1 og 2 en kom jafnframt fyrir á stöðvum B. Mesta þekja kræklinga var á stöð D í sniði 1. Á sniði 3 var kræklingur einungis á stöð C og myndaði þar 10% þekju. Hróðurkarlar fundust á öllum stöðvum í sniði 3 en kom ekki fyrir á stöðvum A í sniðum 1 og 2. Mesta þekja hróðurkarla var á stöð C í sniði 2 (Tafla 7).

Heildarfjöldi tegunda var mestur á sniði 1 eða 16 tegundir en á sniði 2 voru 12 tegundir og 11 tegundir á sniði 3. Fjöldi tegunda jókst er neðar dró í fjöruna, þ.e. frá stöð A til D á öllum sniðum. Mesti fjöldi tegunda var á stöð C á sniði 1 eða alls 10 tegundir (Tafla 7). Engin sjáanleg mengun var á þeim stöðvum sem kannaðar voru en á öllum stöðum var rusl s.s. eins og plastbrúsi, timbur, belgur og netakúla.

Tafla 7. Yfirlit yfir þekju þörunga, fjörusvertu og fastra dýra á þremur sniðum í Stöðvarfirði þann 18. október 2016.

Tegundir/hópar	Snið 1				Snið 2				Snið 3			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
<b>Brúnþörungar</b>												
Skúfabang ( <i>Fucus distichus</i> afbr. <i>evanescens</i> )	10	30	4		2	60	2		30	60	30	
Bólubang ( <i>Fucus vesiculosus</i> )	60				80				20			
Klapparþang ( <i>Fucus spiralis</i> )	x				x				1			
Hrossaþari ( <i>Laminaria digitata</i> )			5	80			50					1
Marinkjarni ( <i>Alaria esculenta</i> )				5								
<b>Rauðþörungar</b>												
Söl ( <i>Palmaria palmata</i> )			6	1						5	10	
Surtarjafni ( <i>Rhodomela lycopodioides</i> )			x									
Rauðþörungur ógr. (Rhodophyceae)			2	1			3	9				5
Kalkskorpa (Corallinacea)			2	1	x		2	25				1
Purpurahimna ( <i>Porphyra umbilicalis</i> )									1			
<b>Grænþörungar</b>												
Grænhimna (cf. <i>Ulva</i> )				1			x					
Græn slika	23								75			
Brimskúfur ( <i>Acrosiphonia</i> sp.)				30			1				x	
<b>Fléttur</b>												
Fjörusverta ( <i>Verucaria maura</i> )	30				40							
Hvít skóf	4											
<b>Föst dýr</b>												
Kræklingur ( <i>Mytilus edulis</i> )		7	12	25	3	5	6				10	
Hrúðurkarl ( <i>Semibalanus balanoides</i> )		5	x	1	x	10	6		x	5	6	6
<b>Fjöldi tegunda</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>



## Umræða

Tegundasamsetning þörunga var svipuð milli sniða í rannsókninni en snið 1 og 2 sem tekin voru á því svæði sem fyrirhugað fiskeldi á að koma í sjó voru talsvert tegundaauðugri í samanburði við snið 3, sem var tekið utan þess svæðis. Samkvæmt vistgerðarflokkun Náttúrufræðistofnunar Íslands þá var svæðið þar sem snið 1 og 2 var staðsett flokkað sem þangfjara en þeim hefur skipt í fimm flokka þ.e. klóþangsfjörur, skúfaþangsfjörur, bólupangsfjörur, sagþangsfjörur og þangklungur (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016). Út frá sniðunum tveimur í fjörunni við fyrirhugað fiskeldissvæði þá flokkast fjaran þar sem bólupangsfjara en einkenni þeirra er að þar er bólupang ríkjandi með yfir 30% þekktu og lítið sem ekkert er af klóþangi en skúfaþang er til staðar ásamt bólupanginu. Bólupangsfjörur hafa hátt verndargildi og eru algengastar á Norðvestur-, Norður- og Austurlandi en koma sjaldnar fyrir á suðurströndinni og þar sem brimasemi er mikil (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016). Á viðmiðunarstöðinni var skúfaþang ríkjandi en sú fjörugerð hefur miðlungs hátt verndargildi (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016).

Allar þörunga tegundirnar sem voru greindar í rannsókninni hafa fundist í fjöru hér við land og á Austfjörðum (Agnar Ingólfsson o.fl., 1986). Rétt er að hafa í huga að rannsóknin var gerð í október og er því möguleiki á að einhverjar tegundir einærra þörunga hafi ekki fundist því sumar þessara tegunda eru einungis áberandi á vorin og snemma sumars en eru horfnar að mestu leyti á haustin.

## Heimildir

- Agnar Ingólfsson, Hrefna Sigurjónsdóttir, Karl Gunnarsson og Eggert Pétursson (1986). *Fjörulíf*. Reykjavík: Ferðafélag Íslands.
- Brooks, K.M., Stierns, A. R., Mahnkenb, C.V.W. & Blackburn, D.B. (2003). Chemical and biological remediation of the benthos near Atlantic salmon farms. *Aquaculture* 219, 355 – 377.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir, Þorleifur Eiríksson & Böðvar Þórisson (2011). *Botndýrarrannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði. Unnið fyrir HB Granda*. Neskaupstað: Náttúrustofa Austurlands.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir & Cristian Gallo (2015). *Botndýrarrannsóknir og efnagreiningar á sjó og seti vegna fiskeldis í Berufirði 2015*. Unnið fyrir Fiskeldi Austfjarða. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Ebird (2009-2017). *Stöðvarfjörður þorpið (town)*. Skoðað í október 2017 á <http://ebird.org/ebird/subnational1/IS-7/hotspots>
- Eliás Jónsson 2018. Munnlegar upplýsingar 17.2.2018.
- Enckell Pehr H. (1998). *Kräftajur. Fältfauna*. Graphic Publishing, Denmark.
- Fauchald, K. & Jumars, P. A. (1979). The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review*, 17: 193-284.
- Follestad, A. 2015. *Effekter av forstyrrelser på fugl og pattedyr fra akvakulturanlegg i sjø – en litteraturstudie*. – NINA Rapport 1199.
- Forrest, B., Keeley, N., Gillespie, P., Hopkins, G., Knight, B. and Govier, D. 2007. *Review of the Ecological Effects of Marine Finfish Aquaculture: Final Report*. Prepared for Ministry of Fisheries. Cawthron Report No. 1285.
- Guðrún Á. Jónsdóttir og Inga Dagmar Karlsdóttir (2000). *Könnun á lífríki leirunnar í botni Seyðisfjarðar*. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Hafsteinn G. Guðfinnsson, Héðinn Valdimarsson, Steingrímur Jónsson, Jóhannes Briem, Jón Ólafsson, Sólveig Ólafsdóttir, Ástþór Gíslason og Sigmar A. Steingrímsson (2001). *Rannsóknir á straumum, umhverfisþáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október árið 2000*. Reykjavík: Hafrannsóknarstofnun.
- Halldór W. Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórisson 1999. Fuglaathuganir í Reyðarfirði vegna fyrirhugaðs álvers. Náttúrustofa Austurlands.
- Halldór W. Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórisson 2002. Viðauki IV- Fuglalíf í Reyðarfirði-Samantekt Náttúrustofa Austurlands-Unnið fyrir Samherja hf. Í: Reyðarlax. Allt að 6000 tonna laxeldisstöð í Reyðarfirði: Mat á umhverfisáhrifum: Viðaukar I-VII.
- Hargarve, B. T., Holmer, M. & Newcobe, C.P. (2008). Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators. *Marine Pollution Bulletin* 56, 810–824.
- Hemmi, A., Makinen, A., Jormalainen, V., & Honkanen, T., (2005). Responses of growth and phlorotannins in *Fucus vesiculosus* to nutrient enrichment and herbivory. *Aquatic Ecology* 39, 201–211.
- Hörður Kristinsson, Halldór Walter Stefánsson, Guðmundur Guðjónsson og Ólafur K. Nielsen 1999. Gróður og fuglalíf við Lón og Auðbjargarstaði í Kelduhverfi. Unnið fyrir Vegagerðina á Akureyri. NÍ-99021. Akureyri, desember 1999.
- Ingimar Óskarsson (1961). Nýjungar um íslenskt lindýr. *Náttúrufræðingurinn* 30, (4). 183–185.

- Ingimar Óskarsson (1982). *Skeldýrafána Íslands. I. Samlokur í sjó. II. Sæsniglar með skel*. Reykjavík: Óskar Ingimarsson.
- Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir og María Harðardóttir (ritstjórar) (2016). *Vistgerðir á Íslandi. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar Íslands nr. 54*. Garðabær.
- Jumars P.A., Kelly M. Dorgan & Sara M. Lindsay, (2014). Diet of worms emended: an update of polychaete feeding guilds. Supplemental material: Annual Review of Marine Science. 7:497-520.
- Jörundur Svavarsson og Guðmundur V. Helgason (2002). Lífríki á botni Mjóafjarðar. *Fjölrit Líffræðistofnunar Háskólans nr. 63*.
- Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Borgný Katrínardóttir, Guðmundur A. Guðmundsson og Svenja N.V. Auhage (2016). *Mikilvæg fuglasvæði á Íslandi*. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar Íslands nr. 55. Garðabær. Landhelgisgæsla Íslands (2007). Glettinganes - Hlaða. Sjúkhort af Austfjörðum, [1:100.000]. Reykjavík: Landhelgisgæsla Íslands
- Landhelgisgæslan (2016). Dýptarlínur í Stöðvarfirði – Vektoragöng afhent frá Landhelgisgæslunni.
- Landmælingar Íslands (2013). Leyfi, samkvæmt 31. gr. upplýsingalaga nr. 140/2012 og lögum um landmælingar og grunnkortagerð nr. 103/2006, fyrir gjaldfrjáls gögn frá Landmælingum Íslands. Sótt 01.11.2016 á <http://www.lmi.is/wp-content/uploads/2013/10/Leyfi-fyrirgjaldfrj%C3%A1lsg%C3%B6gn-LM%C3%8D-Almennir-skilm%C3%A1lar.pdf>
- Landmælingar Íslands (2016). IS50v vektorgögn. Sótt 23.12.2016 á: <http://atlas.lmi.is/LmiData/index.php>
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., & Sorensen, J. (2004). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning*. Norway: Norsk institutt for vannforskning.
- Náttúrufræðistofnun Íslands (2000). *Válisti 2. Fuglar*. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands
- Oh, E.S., Edgar, G.J., Kirkpatrick, J.B., Stuar-Smith, R.D. & Barrett N.S. (2015). Broad-scale impacts of salmon farms on temperate macroalgal assemblages on rocky reefs. *Marine Pollution Bulletin* 98, 201–209.
- Pearson T.H. & Rosenberg R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review* 16, 229–311.
- Reglugerð um fiskeldi nr. 401/2012.
- Rhoads D.C. & Germano J.D. (1986). Interpreting long-term changes in benthic community structure: a new protocol, *Hydrobiologia* 142: 291–308.
- Ronnberg, O. (1991). Changes in the benthic vegetation in the Aland archipelago. *Forandringar i bottenvegetation i alandska skargardsvatten* 67, 102–106.
- Thermo Fisher Scientific inc. (2007). User guide. Redox/ORP electrodes. Skoðað þann 25. september 2017 á síðu <https://tools.thermofisher.com/content/sfs/manuals/D15841~.pdf>
- Sigmar Arnar Steingrímsson (2009). *Botndýralíf í Seyðisfirði*: Rannsókn gerð í tengslum við undirbúning á laxeldi í sjó. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun.
- Staðlaráð Íslands (2016). *Environmental monitoring of the impacts from marine finfish farms on soft bottom*. IDT ISO 12878:2012.
- Steinunn Hilma Ólafsdóttir & Sigmar Arnar Steingrímsson (2007). *Kárahnjúkavirkjun. Botndýralíf í Héraðsflóa. Grunnástand fyrir virkjun Jökulsár á Dal og Jökulsár í Fjóttsdal*. Unnið fyrir Landsvirkjun. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun.

- Wildish, D. J., Hargrave, B. T. & Pohle, G. (2001). Cost-effective monitoring of organic enrichment resulting from salmon mariculture. *Journal of Marine Science* 58, 469–476.
- Zettler, M.L., Schiedek, D. & Bobertz, B. (2007). Benthic biodiversity indices versus salinity gradient in the southern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 55, 258–270.
- Porleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason (2003a). *Botndýr í botni Norðfjarðar*. Unnið fyrir Síldarvinnsluna (SVN). Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða.
- Porleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason (2003a). *Botndýr við fyrirhugaðar fiskeldiskvíar í Reyðarfirði*. Unnið fyrir Reyðarlax (Samherja). Bolungarvík: Náttúrustofa.
- Porleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Sindri Sigurðsson (2003c). *Botndýr við fiskeldiskvíar í Mjóafirði*. Unnið fyrir Sæsilfur (Samherja), Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða.
- Porleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson (2004). *Botndýr í Berufirði og Fásknúðsfirði*. Unnið fyrir Salar-Islandica. Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarða.
- Porleifur Eiríksson, Böðvar Þórisson og Gunnar Steinn Gunnarsson (2007). *Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði*. Unnið fyrir Salar-Islandica. Bolungarvík; Náttúrustofa Vestfjarða.

Viðauki I

Hópur/ætt/tegund	Íslenskt	Stöð								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Anellíða Polychaeta</b>	<b>Burstaormar</b>									
<i>Amage sp</i>		0	0	0	0	27	0	0	0	0
<i>Ampharete petersenae</i>		320	27	107	107	0	133	0	0	53
<i>Ampharete sp</i>		107	133	0	80	80	160	27	0	0
Ampharetidae		0	0	0	0	0	27	0	0	0
<i>Aonides paucibranchiata cf</i>		27	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Apistobranchus tullbergi</i>		13	0	0	0	13	27	0	0	0
<i>Brada sp</i>		27	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Brada villosa</i>		0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Capitella capitata</i>		0	0	27	27	0	27	0	0	107
Capitellidae		0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Chaetozone setosa</i>		1093	1120	827	293	693	1227	293	480	27
Cirratulidae		0	0	0	0	0	27	0	27	0
<i>Cossura longocirrata</i>		1413	3787	960	373	1227	5680	3547	453	1227
<i>Dipolydora caulleryi</i>		160	320	1040	160	107	160	0	0	133
<i>Dipolydora coeca</i>		133	240	2587	2693	0	0	400	1360	560
<i>Eteone longa</i>	Leirulaufi	0	0	27	53	27	0	0	107	0
<i>Euchone analis</i>		0	53	0	53	53	27	0	0	0
<i>Euchone sp</i>		213	53	107	0	133	53	0	27	0
Fiabelligeridae		0	0	0	0	0	0	0	53	0
<i>Galathowenia oculata</i>		0	107	507	640	107	80	0	587	0
<i>Harmothoe imbricata</i>	Loshreistri	0	53	0	27	53	0	0	27	0
Hesionidae		53	0	0	80	0	0	0	0	80
<i>Laonome kroyeri cf</i>		0	0	0	240	0	0	27	187	0
<i>Laphania boeckii</i>		0	0	27	0	0	80	0	0	0
<i>Levinsenia gracilis</i>		533	533	1680	1493	1280	1653	1600	827	3093
<i>Lumbrineris/ Scoletoma sp</i>		240	187	53	27	173	0	53	27	40
<i>Maldane sarsi</i>		3200	2933	1813	2160	1947	4507	3920	1253	5960
<i>Marenzelleria wireni cf</i>		0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Mediomastus fragilis</i>		0	0	27	0	0	0	80	80	0
<i>Melinna elisabethae</i>		0	0	27	0	0	0	0	27	0
<i>Microclymene acirrata cf</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	53
<i>Microphthalmus aberrans</i>		0	27	27	27	27	107	373	80	160
<i>Nephtys caeca</i>		53	53	0	0	13	0	27	80	0
<i>Nephtys cirrosa</i>		0	0	53	0	0	0	0	0	0
<i>Nephtys incisa</i>		0	0	107	80	0	27	0	27	0
<i>Nephtys sp</i>		160	160	720	480	40	53	213	933	213
<i>Nicolea sp</i>		0	0	0	0	0	0	0	27	0
<i>Nicomache lumbricalis</i>		0	0	0	0	0	0	0	80	0
<i>Nicomache sp</i>		0	0	53	53	0	0	0	80	0
<i>Owenia fusiformis</i>		0	0	53	187	27	0	53	480	133
<i>Parougia nigridentata cf</i>		80	53	133	107	80	80	133	0	27
<i>Pectinaria koreni</i>		0	0	27	107	0	0	0	107	0
<i>Pherusa falcata</i>		13	53	0	0	53	0	0	0	0

Hópur/ætt/tegund	Íslenskt	Stöð								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Pholoe minuta/inornata</i>		1813	1200	1200	933	1040	1760	1413	720	907
<i>Phyllodoce maculata</i>		13	27	53	187	27	27	53	0	107
<i>Phyllodoce sp</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	27
<i>Polydora spp sl</i>		80	27	133	240	920	213	320	53	80
Polynoidae		0	0	0	0	0	0	0	27	0
<i>Prionospio sp</i>		53	53	0	0	53	0	0	0	0
<i>Prionospio steenstrupi</i>		53	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Proclea graffii</i>		0	160	0	0	53	160	27	0	27
<i>Pseudopolydora pulchra</i>		0	0	1387	560	933	1520	1600	1520	1387
<i>Rhodine gracilior</i>		0	0	0	240	0	0	0	53	0
<i>Rhodine sp</i>		0	0	80	160	0	0	0	27	27
<i>Sabellides borealis</i>		0	0	0	0	80	0	0	0	0
<i>Scalibregma inflatum</i>		0	53	0	53	80	27	0	27	53
<i>Scoletoma fragilis</i>		0	160	27	0	0	13	0	27	0
<i>Scoloplos armiger</i>		507	107	187	453	427	347	507	187	93
<i>Sphaerodorum gracilis cf</i>		0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Spio goniocephala</i>		0	107	0	53	0	0	27	0	0
<i>Spio limicola</i>		0	53	0	0	773	0	27	0	53
<i>Spio sp</i>		53	0	320	27	200	27	0	213	0
<i>Sternaspis scutata</i>		0	53	53	0	67	40	40	27	0
<i>Sternaspis sp</i>		0	0	80	107	0	0	0	27	0
Syllidae		293	0	27	53	107	107	27	27	0
<i>Syllis/Typosyllis sp</i>		0	427	27	0	213	53	0	0	0
Terebellidae		0	53	0	0	0	27	0	0	0
<i>Terebellides sp</i>		0	107	0	0	373	187	107	27	27
<i>Terebellides stroemii</i>		427	560	107	80	107	427	240	187	173
<i>Thelepus cincinnatus</i>		0	0	0	0	0	0	0	53	0
<i>Typosyllis armillaris</i>		0	213	27	0	0	0	27	0	53
Oligochaeta	Ánar	0	27	0	0	0	107	27	53	267
Mollusca Bivalvia	Samlokur									
<i>Astarte elliptica</i>		0	0	0	0	0	13	0	0	0
<i>Astarte sp</i>		0	0	27	53	0	0	0	27	0
<i>Astarte sulcata</i>		0	0	0	0	0	0	0	27	0
<i>Cardium fasciatum</i>		0	0	0	0	0	0	0	27	0
<i>Clinocardium ciliatum</i>		0	0	0	27	13	0	0	27	0
<i>Crenella decussata</i>		0	0	0	27	0	0	27	107	0
<i>Ennucula tenuis</i>	Gljáhnytla	0	133	0	0	120	93	0	27	0
<i>Genaxinus eumyrius cf</i>		0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Goethemia elegantula cf</i>		13	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Kellia suborbicularis cf</i>		0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Macoma calcarea</i>	Halloka	0	0	0	27	53	0	0	0	0
<i>Nuculana pemula</i>		27	27	53	0	13	13	27	0	13
<i>Nuculana minuta</i>	Trönusystir	0	0	0	0	0	0	0	53	0
<i>Nuculana sp</i>		0	0	27	27	0	0	0	0	80
<i>Thyasira flexuosa</i>	Hrukkubúlda	27	0	27	27	0	53	0	0	53
<i>Thyasira sp</i>		0	0	0	0	0	27	0	0	0

Hópur/ætt/tegund	Íslenskt	Stöð								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<b>Mollusca Gasteropoda</b>	<b>Sniglar</b>									
<i>Bulbus smithii cf</i>		0	0	0	0	0	0	27	0	27
<i>Cylichna alba cf</i>		0	0	0	0	0	0	27	0	0
<i>Lepeta caeca</i>		0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Margarites helicinus</i>		0	0	0	0	0	0	27	0	0
<i>Moelleria costulata</i>		0	0	27	53	0	0	0	0	0
<i>Cryptonatica affinis cf</i>		0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Oenopota cinerea cf</i>		13	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Arthropoda Amphipoda</b>	<b>Marflær</b>	13	0	0	0	27	27	0	160	53
<i>Ampelisca aequicornis</i>		0	0	0	0	27	0	0	0	0
<i>Ampelisca sp</i>		0	0	13	0	0	0	27	27	0
Ampeliscidae		13	107	160	0	0	0	0	0	0
<i>Amphithoe rubricata cf</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	27
<i>Anonyx nugax</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	27
Argissidae		0	0	53	0	0	0	0	0	0
<i>Autonoe longipes cf</i>		0	0	13	0	0	0	0	0	0
<i>Byblis gaimardii</i>		0	0	27	53	0	0	0	107	0
<i>Centromedon pumilus cf</i>		0	0	0	0	0	107	0	0	0
<i>Cerapus crassicornis cf</i>		0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Corophium sp</i>		0	0	80	160	0	0	0	53	27
<i>Haploops sp</i>		27	53	0	0	53	0	0	0	0
<i>Haploops tubicola</i>		53	27	0	0	107	27	0	0	0
<i>Harpinia cf antennaria</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	13
<i>Harpinia cf propinqua</i>		0	0	53	0	0	0	0	0	0
<i>Harpinia sp</i>		0	0	507	240	0	0	27	400	533
Lysianassidae		93	80	147	0	0	0	0	0	213
<i>Lysianella petalocera cf</i>		0	0	0	27	0	0	0	27	0
<i>Medicorophium affine cf</i>		0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Monoculodes longirostris cf</i>		0	0	0	0	0	0	0	27	0
Oedicerodidae		0	0	27	0	0	0	0	0	13
<i>Onisimus plautus cf</i>		40	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paraphoxus oculatus cf</i>		0	27	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paroedicerus cf propinquus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	53
<i>Paroedicerus lynceus</i>		0	0	0	0	0	27	0	0	13
<i>Paroedicerus sp</i>		0	53	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleustes panoplus</i>		0	0	0	27	0	0	0	27	0
<i>Photis cf reinhardi</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	27
<i>Photis sp</i>		0	0	53	4000	0	0	453	3840	2413
Phoxocephalidae		0	0	0	213	0	0	0	0	0
<i>Protomeдея fasciata</i>		0	0	13	213	0	27	107	293	0
<i>Protomeдея sp</i>		0	0	0	0	0	0	0	53	0
<i>Unciola planipes</i>		0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Unciola sp</i>		0	0	0	0	0	0	27	0	80
<b>Arthropoda Cumacea</b>	<b>Pungrækja</b>									
<i>Brachydiastylis resima</i>		0	0	53	80	0	0	0	27	0
<i>Diastylis cf scorpioides</i>		0	27	213	0	0	0	0	0	0

Hópur/ætt/tegund	Íslenskt	Stöð								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Diastylis sp</i>		27	80	333	0	80	80	133	53	187
<i>Eudorella emarginata</i>		0	53	80	0	0	53	0	0	80
<i>Leptostylis sp</i>		0	0	27	320	0	27	0	133	0
<i>Leucon nasica</i>		27	0	0	267	0	0	27	400	107
<i>Leucon sp</i>		0	0	27	0	0	0	0	53	213
<b>Arthropoda Decapoda</b>										
<i>Pagurus bernhardus</i>		0	0	13	0	0	0	0	0	0
<i>Sabinea sarsii</i>		0	53	0	0	0	0	0	0	0
<b>Arthropoda Isopoda</b>	Panglús									
<i>Gnathia sp</i>		53	27	0	27	0	0	0	0	0
<i>Munna sp</i>		27	0	0	27	27	0	0	27	0
<i>Pleurogonium sp</i>		0	0	0	53	0	0	27	133	27
<i>Pleurogonium spinosissimum</i>		27	0	80	0	0	27	53	0	27
<b>Arthropoda Leptostraca</b>										
<i>Nebalia bipes</i>		13	0	0	53	27	0	0	0	53
<b>Arthropoda Ostracoda</b>	Skelkrebbs	0	53	0	0	0	0	27	0	0
<i>Cypridina sp cf</i>		0	0	0	0	0	0	27	0	187
<i>Philomedes sp</i>		0	0	0	53	0	27	0	80	80
<b>Arthropoda Tanaidacea</b>		0	53	133	133	27	0	27	107	187
<b>Echinodermata Asteroidea</b>										
<i>Astropecten irregularis</i>		0	13	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luidia sarsii cf</i>		0	0	0	0	0	0	0	27	0
<b>Echinodermata Ophiuroidea</b>		13	0	27	107	0	0	0	53	0
<i>Amphiura sp cf</i>		0	0	0	53	0	0	0	0	0
<i>Ophiura albida</i>		0	0	27	0	0	0	0	107	27
<i>Ophiura ophiura</i>		0	0	0	0	13	0	0	0	0
<i>Ophiura robusta</i>		0	187	53	133	27	40	27	107	40
<i>Ophiura sp</i>		0	0	0	53	0	0	0	0	0
<b>Nemertea</b>	Ranaormar	53	0	0	0	80	53	0	27	27
<i>Cerebratulus sp</i>		0	0	0	0	0	0	0	27	0
<i>Sipunculidae</i>		0	0	27	0	0	0	0	0	0
<b>Nematoda</b>	Práðormar	187	480	0	80	2160	1253	880	53	693



## Viðauki II

Meðalfjöldi hópa/tegunda á stöðvum (3 sýni) sem liggja til grundvallar fyrir útreikninga á fjölbreytileika, í Stöðvarfirði árið 2017.

Hópur/ætt/tegund	Stöðvar								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Amage</i> sp	0	0	0	0	27	0	0	0	0
<i>Ampelisca</i> sp	0	0	65	0	31	0	27	28	0
<i>Ampharete</i> sp	427	160	107	187	80	320	27	0	53
<i>Amphithoe rubricata</i> cf	0	0	0	0	0	0	0	0	27
<i>Amphiura</i> sp cf	0	0	0	53	0	0	0	0	0
<i>Anonyx nugax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	27
<i>Aonides paucibranchiata</i> cf	27	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Apistobanchus tullbergi</i>	13	0	0	0	13	27	0	0	0
Argissidae	0	0	53	0	0	0	0	0	0
<i>Astarte elliptica</i>	0	0	0	0	0	13	0	0	0
<i>Astarte</i> sp	0	0	27	53	0	0	0	54	0
<i>Astropecten irregularis</i>	0	13	0	0	0	0	0	0	0
<i>Autonoe longipes</i> cf	0	0	13	0	0	0	0	0	0
<i>Brachydiastylis resima</i>	0	0	53	80	0	0	0	27	0
<i>Brada</i> sp	27	0	54	0	0	0	0	0	0
<i>Bulbus smithii</i> cf	0	0	0	0	0	0	27	0	27
<i>Byblis gaimardii</i>	0	0	135	53	0	0	0	110	0
<i>Capitella capitata</i>	0	0	27	54	0	27	0	0	107
<i>Cardium fasciatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	27	0
<i>Centromedon pumilus</i> cf	0	0	0	0	0	122	0	0	0
<i>Cerapus crassicornis</i> cf	0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Cerebratulus</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	27	0
<i>Chaetozone setosa</i>	1093	1120	827	293	693	1227	293	480	27
Cirratulidae	0	0	0	0	0	27	0	27	0
<i>Clinocardium ciliatum</i>	0	0	0	27	13	0	0	27	0
<i>Corophium</i> sp	0	0	80	160	0	0	0	55	27
<i>Cossura longocirrata</i>	1413	3787	960	373	1227	5680	3547	453	1227
<i>Crenella decussata</i>	0	0	0	27	0	0	27	107	0
<i>Cryptonatica affinis</i> cf	0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Cylichna alba</i> cf	0	0	0	0	0	0	27	0	0
<i>Cypridina</i> sp cf	0	0	0	0	0	0	27	0	187
<i>Diastylis</i> sp	27	107	546	0	80	80	133	53	187
<i>Dipolydora caulleryi</i>	203	336	1068	171	201	180	0	0	138
<i>Dipolydora coeca</i>	169	252	2654	2882	0	0	464	1385	581
<i>Ennucula tenuis</i>	0	133	0	0	120	93	0	27	0
<i>Eteone longa</i>	0	0	27	53	27	0	0	107	0
<i>Euchone</i> sp	213	106	107	53	186	80	0	27	0
<i>Eudorella emarginata</i>	0	53	80	0	0	53	0	0	80
Flabelligeridae	0	0	0	0	0	0	0	53	0
<i>Galathowenia oculata</i>	0	107	507	640	107	80	0	587	0
<i>Genaxinus eumyrius</i> cf	0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Gnathia</i> sp	53	27	0	27	0	0	0	0	0

Höpur/ætt/tegund	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Goethemia elegantula</i> cf	13	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haploops</i> sp	98	187	0	0	183	31	0	0	0
<i>Harmothoe imbricata</i>	0	53	0	27	53	0	0	54	0
<i>Harpinia</i> sp	0	0	560	453	0	0	27	413	555
<i>Hesionidae</i>	53	0	0	80	0	0	0	0	80
<i>Kellia suborbicularis</i> cf	0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Laonome kroyeri</i>	0	0	0	240	0	0	27	187	0
<i>Laphania boeckii</i>	0	0	27	0	0	82	0	0	0
<i>Lepeta caeca</i>	0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Leptostylis</i> sp	0	0	27	320	0	27	0	133	0
<i>Leucon</i> sp	27	0	27	267	0	0	27	453	320
<i>Levinsenia gracilis</i>	533	533	1680	1493	1280	1653	1600	827	3093
<i>Luidia sarsii</i> cf	0	0	0	0	0	0	0	27	0
<i>Lumbrineris/ Scoletoma</i> sp	240	347	80	27	173	13	53	54	40
<i>Lysianassidae</i>	141	80	147	27	0	0	0	28	217
<i>Macoma calcarea</i>	0	0	0	27	53	0	0	0	0
<i>Maldane sarsi</i>	3200	2933	1813	2160	1947	4507	3920	1253	5960
<i>Marenzelleria wireni</i> cf	0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Margarites helicinus</i>	0	0	0	0	0	0	27	0	0
<i>Medicorophium affine</i> cf	0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Mediomastus fragilis</i>	0	0	27	0	0	0	80	80	0
<i>Melinna elisabethae</i>	0	0	27	0	0	0	0	27	0
<i>Microphthalmus aberrans</i>	0	27	27	27	27	107	373	80	160
<i>Moelleria costulata</i>	0	0	27	53	0	0	0	0	0
<i>Monoculodes longirostris</i> cf	0	0	0	0	0	0	0	28	0
<i>Munna</i> sp	27	0	0	27	27	0	0	27	0
<i>Nebalia bipes</i>	13	0	0	53	27	0	0	0	53
<i>Nemertea</i>	53	0	0	0	80	53	0	27	27
<i>Nephtys</i> sp	213	213	880	560	53	80	240	1040	213
<i>Nicolea</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	27	0
<i>Nicomache</i> sp	0	0	53	53	0	0	0	160	0
<i>Nuculana pemula</i>	27	27	80	0	13	13	27	0	93
<i>Nuculana minuta</i>	0	0	0	0	0	0	0	53	0
<i>Nuculana</i> sp	0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Oedicerodidae</i>	0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Oenopota cinerea</i> cf	13	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Oligochaeta</i>	0	27	0	0	0	107	27	53	267
<i>Ophiura albida</i>	0	0	36	0	0	0	0	133	27
<i>Ophiura ophiura</i>	0	0	0	0	13	0	0	0	0
<i>Ophiura robusta</i>	0	187	71	293	27	40	27	133	40
<i>Ophiuroidea</i>	13	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ostracoda</i>	0	53	0	0	0	0	27	0	0
<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	53	187	27	0	53	480	133
<i>Pagurus bernhardus</i>	0	0	13	0	0	0	0	0	0
<i>Paraphoxus oculatus</i> cf	0	27	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paroedicerus</i> sp	0	53	0	0	0	31	0	0	80
<i>Parougia nigridentata</i>	80	53	133	107	80	80	133	0	27

Hópur/ætt/tegund	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Pectinaria koreni</i>	0	0	27	107	0	0	0	107	0
<i>Pherusa falcata</i>	13	53	0	0	53	0	0	0	0
<i>Philomedes</i> sp	0	0	0	53	0	27	0	80	80
<i>Pholoe minuta/inornata</i>	1813	1200	1200	933	1040	1760	1413	720	907
<i>Photis</i> sp	0	0	53	4000	0	0	453	3967	2477
<i>Phyllodoce maculata</i>	13	27	53	187	27	27	53	0	134
<i>Pleurogonium</i> sp	27	0	80	53	0	27	80	133	54
<i>Pleustes panoplus</i>	0	0	0	27	0	0	0	28	0
<i>Prionospio</i> sp	106	53	0	0	53	0	0	0	0
<i>Proclea grafii</i>	0	170	0	0	53	165	27	0	27
<i>Protomedeia fasciata</i>	0	0	13	213	0	31	107	358	0
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	0	0	1423	599	1754	1712	1856	1547	1440
<i>Rhodine</i> sp	0	0	80	400	0	0	0	80	80
<i>Sabellides borealis</i>	0	0	0	0	80	0	0	0	0
<i>Sabinea sarsii</i>	0	53	0	0	0	0	0	0	0
<i>Scalibregma inflatum</i>	0	53	0	53	80	27	0	27	53
<i>Scoloplos armiger</i>	507	107	187	453	427	347	507	187	93
<i>Sipunculidae</i>	0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Sphaerodorum gracilis</i> cf	0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Spio goniocephala</i>	0	107	0	80	0	0	27	0	0
<i>Spio limicola</i>	0	53	0	0	973	0	27	0	53
<i>Spio</i> sp	53	0	320	0	0	27	0	213	0
<i>Sternaspis scutata/islandica</i>	0	53	133	107	67	40	40	54	0
<i>Syllidae</i>	293	0	80	53	320	160	53	27	0
<i>Syllis/Typosyllis</i> sp	0	640	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tanaidacea</i>	0	53	133	133	27	0	27	107	187
<i>Terebellides stroemii</i>	427	707	107	80	480	632	347	214	200
<i>Thelepus cincinnatus</i> cf	0	0	0	0	0	0	0	53	0
<i>Thyasira flexuosa</i>	27	0	27	27	0	80	0	0	53
<i>Typosyllis armillaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	53
<i>Unciola</i> sp	0	0	0	27	0	0	27	0	81

### **Viðauki III**



## NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS

Mýrargötu 10 • 740 Neskaupstaður • Sími 477-1774 • Fax 477-1923 • Netfang: na@na.is  
Tjarnarbraut 39B • 700 Egilsstaðir • Sími: 471-2813 og 471-2774 • www.na.is

## Viðauki 6: Yfirlýsing dýralæknis fisksjúkdóma vegna laxalúsar á Austfjörðum

DÝRALÆKNIR FISKSJÚKDÓMA  
VETERINARY OFFICER FOR FISH DISEASES



Iceland, November 13<sup>th</sup> 2013



### STATEMENT OF SALMON LOUSE INFECTION IN THE EAST FJORDS OF ICELAND TO WHOM IT MAY CONCERN

I the undersigned Gísli Jónsson, Veterinary Officer for Fish Diseases, can confirm the following in respect of the possibility of salmon louse infection in fish farming in the East fjords of Iceland (such as Berufjörður and Fáskrúðsfjörður):

Due to different environmental conditions that are unfavorable for the salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis*), mainly the location of the aquaculture area with few and poor rivers with wild salmon and low seawater temperature all year around, the parasite has almost no change to multiply and develop in the East fjords of Iceland.

Atlantic salmon (*Salmo salar*) and Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) have been farmed in the East fjords of Iceland for over 20 years (with maximum extent in the years 2001-2007). In this period of time no problems with salmon louse occurred at all. Undersigned veterinarian was involved in special salmon louse investigation at that time were almost no salmon louse were found at all, even at late summer.

Respectfully;



Gísli Jónsson  
Veterinary Officer for Fish Diseases

Austurvegur 64 • 800 Selfoss • Iceland • Tel. (+ 354) 530 4800 • Fax (+ 354) 530 4801 • [www.mast.is](http://www.mast.is) • [mast@mast.is](mailto:mast@mast.is)

## Viðauki 7: Leiðbeiningar frá MAST um lúsatalningu



### Leiðbeiningar um lúsatalningu og vöktun lúsasmits í sjókvíum

#### Markmið

Að fylgjast með stöðu laxalúsar í sjókvíaldisstöð, með því að telja og kyngreina lús í fastar lús (F), hreyfanlegar (H) og fullorðnar kvenlús (K).

Mikilvægt er að þekkja stöðu lúsasmits í eldisstöð til að geta lagt mat á útbreiðslu, smitálag og til að geta gert áætlanir um fyrirbyggjandi eða annars konar aðgerðir sem minnka smitálag á umhverfi og aðrar stöðvar. Þá er mikilvægt að þekkja stöðu lúsasmits í öllum stöðvum á sama svæði – svo langt sem útbreiðslusvæði lúsarlífa nær, svo hægt sé að samræma slíkar aðgerðir.

Þekkingin sem fæst með lúsatalningu nýtist til að segja fyrir um smitálag á villtum fiski, og er nauðsynleg til að geta sagt fyrir um dreifingu smits og breytingar sem verða eða geta orðið við mismunandi umhverfisaðstæður.

Réttar aðferðir við talningu gera upplýsingarnar áreiðanlegri og bæta velferð fiskisins og vinnuáætlæður þeirra sem telja.

#### Lýsing

##### 1. Undirbúningur

###### Starfsmenn og undirbúningur:

- Lúsatalningarfólk skal hafa hlotið þjálfun í að telja lús og þekkja hana á mismunandi stigum.
- Þeir sem telja skulu vera meðvitaðir um slóturest á svæfingarlyfjum sem notuð eru við talningu.

###### Búnaður til talningar og skráningar á laxalús:

- Eftirfarandi þarf ávallt að vera til staðar í eldisstöðvum:
  - Skráningarblað.
  - Kastnót með hnútalesu neti sem er aðlagð að stærð kvíarinnar eða s.k. „storcháv“.
  - Svæfingalyf (frá dýralækni).
  - Ljóst fiskikar sem hentar stærð fiskisins, frá 200-900 L. Ef notuð er stærri gerð kara þarf að hafa tappa í botninum svo hægt sé að sía vatnið úr karinu og telja lús sem hafa fallið af.
  - Sigt (eldhússigt) til að sía lausar lús frá vatninu.
  - Uppháir gúmmihanskar, með slétri áferð sem ekki skaðar hreistur og slímlag fiskisins.
  - Nægjanlegt ljós, jafnvel ennisljós ef talið er í litilli dagsbirtu.
  - Háfur með hnútalesu neti.

##### 2. Tíðni og umfang talningar

**Engar formlegar kröfur er að finna í íslenskrí löggjöf um þetta atriði. Eftirfarandi er því tillaga að verklagi vöktunar.**

**Tímabil talningar:** Þegar hitastig sjávar er lægra en 4°C skal ekki telja. Þegar loftthiti fer undir -5°C skal ekki telja.

**Tíðni talningar:** Einu sinni í mánuði á tímabilinu 1. apríl til 1. júní, að því gefnu að hitastig sjávar sé yfir 4°C. Frá 1. júní til 1. október skal telja 2. hverja viku, og svo aftur mánaðarlega þar til veður og hiti hindrar.

**Umfang:** Ef færri en 3 kvíar eru í stöð/kvíastæði skal telja lús í öllum kvíum. Telja skal lús í helmingi kvía þar sem kvíastæði samanstendur af 4 – 12 kvíum. Telja skal lús á að minnsta kosti 10 fiskum í hverri kví.

**Dreifing:** Leitast skal við að telja kvíar dreift í kvíastæðinu, svo að rétt mynd fái af dreifingu lúsasmits innan stöðvar.



## Lýsing

### 3. Framkvæmd talningar



Mynd 1: Á myndinni sjást tvær fullorðnar kvenlís með eggstrengjum og ein fullorðin karllús, sú síðastnefnda myndi flokkast sem „hevyfanleg“ (H).

#### Fiskur sóttur í talningu:

- Notast skal við „orkastnot“ (islenskt orð vantar!) eða aðra sambærilega aðferð til að fanga fiskinn, sem tryggir að meðhöndlun hans sé eins og best verður á kosið og að nægilegur fjöldi fiska nálist í talningu, miðað við aðstæður hverju sinni. Aðgerðirnar skulu gerðar á rólegan og yfirvegaðan hátt, varast ber að fá of marga fiska í nótna/kastið og ekki má þrengja um of að fiskinum. Sé þessum leiðbeiningum fylgt minnkar hreisturlos og lúsín losnar í minna mæli af fiskinum.
- Ef margir „lónarar“ eru í kvínni skal leitast við að fá sem fæsta af þeim í talninguna, svo að lúsátölur endurspeglí rétt meðaltal í kvínni.

#### Svæfing fyrir talningu:

- Allur fiskur skal vera svæfður eða aflifaður áður en hann fer í talningu.
- Svæfingarlyfið skal blandað fyrirfram, skv. meðfylgjandi leiðbeiningum frá dýralækni. Lyfjalausnir endist í um viku sé notað ferskvatn í lyfjablöndunina og hún geymd á dimmum stað, en 1 dag sé notaður sjór.
- Nægilegt vatn verður að vera í karinu þannig að fiskurinn geti auðveldlega flotíð, þ.e.a.s. það má ekki vera of grunnt.
- Hafíð í mesta lagi 5 fiska í einu í svæfingu. Fjöldinn fer þó einnig eftir stærð fisksins, hitastigi lofts og sjávar, stærð svæfingarkarsins og fjölda starfsmanna sem sinna talningunni. Við rétta skömmtun svæfingarlyfs á fiskurinn að missa meðvitund eftir um 1 mínútu. Þetta er þó breytilegt eftir stærð fisks og sjávarhita.
- Fiskurinn telst nægilega svæfður ef hann kastar ekki sporðinum við að vera lyft upp úr karinu.
- Skipta skal um svæfingarvatn reglulega, helst eftir 10 fiska en fyrr ef vatnið er orðið gruggugt.
- Ef svæfingarvatnið er notað fyrir of marga fiska, eða ef vatnsmassinn er lítill er hættu á að upp komi súrefnisskortur í karinu. Þegar það gerist má sjá að fiskurinn virðist sofna óvenju hratt, en er í raun að kafna. Skipta skal strax um vatn, eða bæta ferskum sjó í karið til að hækka súrefnisinnihaldið.












## Lýsing

#### Talning:

- Takið einn fisk í einu úr svæfingarkarinu. Haldið fisknum eins og smábarni, alls ekki um sporðinn, þar sem hann brotnar auðveldlega. Notið uppháa hanska sem valda engum skaða á slímlagi fisksins.

- Grannskoðið hvern fisk, t.d. með hvítum bakgrunni (borð eða kar), þar sem ljós bakgrunnur gerir lúsina sýnilegri. Skoða þarf vel í kringum ugga þar sem fastar lús kjósa gjarnan að vera. Fiskalús hegðar sér óþrúvisi en laxalús en getur stundum verið erfið að skilja frá ýmsum hreyfanlegum stigum laxalúsar.
- Hin fastsitjandi stig lúsarinnar eru mjög litil og getur verið erfið að sjá þau, sérstaklega ef talið er í lélegri birtu. Þá getur ennisljós komið að góðum notum.
- Teljið lausa lús í svæfingarkarinu og hafið með í meðaltali kvíarinnar. Þægilegast er að nota fingert sigti til að sigta í gegnum vatnið. Lúsin sest líka oft innan á karið. Fjarlægjið lausar lús en nota á svæfinguna í annarri kví, svo engar lús verði tvítaldar.
- Teljið lús í a.m.k. þrjá flokka eftir stigum (sjá norska skýringarmynd):
  - **Fastar lús (F)**
  - **Hreyfanlegar lús (H)**
  - **Kynþroska kvenlús (með og án eggstrengja) (K)**

### Bestemmelsesnøkkel for lakselus

Þáslag	Fastsettendur (stærðir 1-4)					Dævgeliga				Kvensmóðna
										
Kvæpstið ca 0,7 mm	Fastsettendur 1 ca 1,1 mm	Fastsettendur 2 ca 1,3 mm	Fastsettendur 3 ca 2,1 mm	Fastsettendur 4 ca 2,3 mm	Dævgeliga 1 hárr, 3,4 mm	Dævgeliga 1 hárr, 3,6 mm	Dævgeliga 2 hárr, ca 4,3 mm	Dævgeliga 2 hárr, 5,2 mm	Dævgeliga 2 hárr, 5,2 mm	Kvensmóðna, hárr, 8-12 mm

EVERY OCEAN. EVERY FISH.

- Þegar búið er að telja lús á fiskinum er æskilegt að láta hann vakna í ferskum sjó í kari áður en honum er sleppt aftur í kvína. Fari fiskurinn meðvitundarlaus í kvína er mikil hættu á hreisturskemmdum og sárum í kjölfarið, því hann getur jafnvel legið lengi upp við netið í kvínni áður en hann nær fullri meðvitund.

## Lýsing

### 4. Skráningar

#### Skráning fyrir eldisstóð og eldisstöð:

- Fjöldi lús í hverjum flokki er skráður lárétt fyrir hvern fisk, á þar til gert eyðublað, fjöldi í hverjum flokki er svo lagður saman lóðrétt og meðaltal reiknað innan hvers lúsaflokks (heilðarfjöldi lúsaflokks deilt með fjölda fiska sem voru með í talningu) fyrir hverja kví.
- Skráð upplýsingar um veður og hitastig sjávar á talningardegi, númer kvíar, stærð og dýpt kvíar (lóðréttar hlíðar), fjöldi fiska í kví, meðalþyngd í kví. Seltu skal skrá mánaðarlega.
- Meðaltal fyrir eldisstöð er fundið með því að leggja saman meðaltöl hvers lúsaflokks og deila með fjölda talningarkvíva.

### Velferð fisksins

#### Atriði sem hafa ber í huga:

- Fiskurinn meðhöndlaður: Aðþrengdur fiskur í nótt, hanskar, aðferðir við að lyfta og halda.
- Hitastig sjávar, lofts, vindur og ölduhæð.

### Slysasleppingar

- Forðist að handleika fiskinn þannig að hætta skapist á að hann detti beint í sjóinn ef starfsmaður missir taklóð á fiskinum. Öryggisnet milli kvíar og báts er hentugt sem vörn gegn slýsasleppingum.

#### Öryggi og vinnuvernd

- Notið ávallt hanska við útblöndun og meðferð svæfingarlyfja. Blandið stofnlausn (duft+vagn) innandyra og forðist að þyrja upp duftinu þar sem það er hættulegt að anda því að sér.
- Notið björgunarvesti, hjálm og annan viðeigandi og nauðsynlegan öryggisúnað þegar verið er að háfa/sækja fisk og telja lús.

#### Niðurstaða

Upplýsingar sem fást með talningu á lús nýtast í áframhaldandi vinnu við að kortleggja útbreiðslu og dreifingu laxalúsar milli fjarða, eldisstöðva og innan kvíastæða og til samanburðar við lúsaálag á villtum fiski í nágrenni eldisins.

Talningarniðurstöður skal senda undirritaðri sem heldur utan um upplýsingarnar.

Ísafirði, júní 2014  
Sigríður Gísladóttir  
sigridur.gisladottir@mast.is



Pyrirtæki:	
Stöð:	
Kvfi nr.:	
Dagur:	
Sjávarhit:	

Skráningarblað  
Lúsatalning

Þyngd:	
Fjöldi í kvf:	

Fiskur nr.	Fastar (F)	Hreyfan- legar (H)	Fullorðnar kvk (K)	Fiskilús	Athugasemdir (sérálfiskur, lónari o.fl)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Samtals					
Meðaltal					

Athugasemdir (Veður, frávik)



Pyrirtæki:	
Stöð:	
Kvfi nr.:	
Dagur:	
Sjávarhit:	

Skráningarblað  
Lúsatalning

Þyngd:	
Fjöldi í kvf:	

Fiskur nr.	Fastar (F)	Hreyfan- legar (H)	Fullorðnar kvk (K)	Fiskilús	Athugasemdir (sérálfiskur, lónari o.fl)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
Samtals					
Meðaltal					

Athugasemdir (Veður, frávik)

## Viðauki 8: Yfirlýsing RORUM dagsett 11. júní 2019



11. júní 2019

Pórður Þórðarson

Fiskeldi Austfjarða

Svar við meðfylgjandi athugasemd

„8. Áhættumatsniðurstaða varðandi Breiðdalsá“

Þegar fjallað er um hættu þá sem fylgir stroki laxa úr eldi er nauðsynlegt að skoða rauntölur og niðurstöður rannsókna en ekki að stunda reiknikúnstir líkt og gert er í meðfylgjandi skjali.

Staðreyndin er sú að strok laxa úr eldi hefur minnkað gríðarlega á liðnum árum enda ekki við öðru að búast þegar notaður er nýjasti búnaður og tækni við eldið. Tölur fyrir frá Noregi þar sem framleitt er ríflega 1,2 milljónir tonna árið 2017 sýna að ríflega 15 þúsund laxar struku, sem þýðir að 0,001 strokulax fyrir hvert tonn sem framleitt er. Staðreyndin er einnig sú að séu tölur í Noregi skoðaðar aftur til ársins 2001 þá hefur talan einn strokulax fyrir hvert tonn framleitt aldrei verið raunveruleg (mynd 1).

Það er því algjörlega út í hött að ætla sér að tala um einn lax fyrir hvert tonn framleitt og sú tala á sér ekki nokkra stoð í raunveruleikanum.

Einnig er ljóst að kærendur kjósa að halda reiknikúnstum áfram og gefa sér tölur um afkomu lax í náttúrunni sem á sér enga stoð í raunveruleikanum. Niðurstöður rannsókna sýna að undir 2% eldisfisks lifir frá hrygningu (hrogn grafni í árbotni) þar til fiskur gengur til sjávar. Niðurstöður sýna enn fremur undir 0,5% lifir af tímanni í hafinu

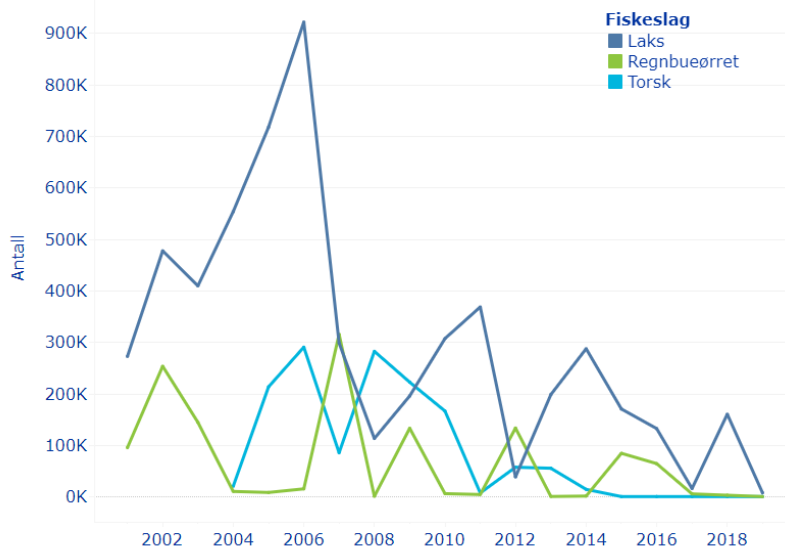
(<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/eva.12777>). Það er því alveg ljóst að útreikningar þeir sem hér eru framkvæmdir standast ekki skoðun og geta ekki legið til grundvallar mati á hvort leyfi til fiskeldis standist lög.

Virðingarfyllt,

Þorleifur Ágústsson

Þorleifur Eiríksson

### Rømming 2001-2019



Mynd 1. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Statistikk-akvakultur/Roemmingsstatistikk>

## Viðauki 9: Veiðar samkvæmt afladagbókum 2005-2015

Gögn sem birt eru hér byggja á afladagbókum sem fengin voru frá Hafrannsóknarstofnun.

Veiðar í Stöðvarfirði 2005-2015 samkvæmt afladagbókum:

Heildarafli í Stöðvarfirði þegar allar gerðir veiðarfæra eru tekinn saman.

Ár	Hlýri	Karfi	Keila.	Lýsa	Steinbítur	Tindask.	Þorskur	Ufsi.	Ýsa	Samtals
2005	0.008	0	0	0	0.262	0	54.405	0.005	15.872	70.967
2006	0.042	0	0	0	0.19	0	20.892	0.035	25.901	47.455
2007	0.035	0	0	0	0.32	0	10.48	0.031	22.883	34.07
2008	0.622	0.06	0.03	0	0.061	0	38.978	0.047	91.419	133.68
2009	0.063	0	0.005	0	0.63	0	11.489	0	42.284	55.484
2010	1.125	0	0.22	0.17	0.2	0.265	38.893	0.044	49.685	91.235
2011	0.053	0.005	0	0.035	0.006	0.05	13.393	0	36.075	51.24
2012	0	0	0.419	0.625	0.002	1.257	23.94	0.009	20.385	46.946
2013	0	0	0	0	0	0	1.715	0	0.14	1.855
2014	0	0	0	0.04	0	0	20.45	0	0.35	20.84
2015	0.084	0	0	0.19	0.03	0	9.42	0	1.15	10.874
<b>Samtals</b>	<b>2.032</b>	<b>0.065</b>	<b>0.674</b>	<b>1.06</b>	<b>1.701</b>	<b>1.572</b>	<b>244.06</b>	<b>0.171</b>	<b>306.14</b>	<b>564.65</b>

Heildarafli sem veiddur var með handfærum.

Ár	Þorskur	Ufsi.	Samtals
2010	0.8	0.04	0.84
2011	0.51	0	0.585
2012	3.34	0.001	3.341
2013	1.285	0	1.285
2014	3.9	0	3.9
2015	0.35	0	0.35
<b>Samtals</b>	<b>10.19</b>	<b>0.041</b>	<b>10.301</b>

Heildarafli sem veiddur var með línu.

Ár	Hlýri	Karfi	Keila.	Lýsa	Steinbítur	Tindask.	Þorskur	Ufsi.	Ýsa	Samtals
2005	0.008	0	0	0	0.262	0	50.635	0	10.672	61.992
2006	0.042	0	0	0	0.19	0	19.415	0.035	21.142	41.219
2007	0.035	0	0	0	0.32	0	9.373	0	20.365	30.414
2008	0.622	0.06	0.03	0	0.061	0	38.899	0	91.19	133.33
2009	0.063	0	0.005	0	0.63	0	11.489	0	42.284	55.484
2010	1.125	0	0.22	0.17	0.2	0.265	37.103	0	49.445	89.161
2011	0.053	0.005	0	0.035	0.006	0.05	12.883	0	36.075	50.655
2012	0	0	0.419	0.588	0	1.257	16.45	0	17.779	36.793
2013	0	0	0	0	0	0	0.43	0	0.14	0.57
2014	0	0	0	0.04	0	0	16.55	0	0.35	16.94
2015	0.084	0	0	0.19	0.03	0	9.07	0	1.15	10.524
<b>Samtals</b>	<b>2.032</b>	<b>0.065</b>	<b>0.674</b>	<b>1.023</b>	<b>1.699</b>	<b>1.572</b>	<b>222.3</b>	<b>0.035</b>	<b>290.59</b>	<b>527.08</b>

Heildarafli sem veiddur var með neti.

Ár	Lýsa	Steinbítur	Þorskur	Ufsi.	Ýsa	Samtals
2005	0	0	3.77	0.005	5.2	8.975
2006	0	0	1.477	0	4.759	6.236
2007	0	0	1.107	0.031	2.518	3.656
2008	0	0	0.079	0.047	0.229	0.355
2010	0	0	0.99	0.004	0.24	1.234
2012	0.037	0.002	4.15	0.008	2.606	6.812
<b>Samtals</b>	<b>0.037</b>	<b>0.002</b>	<b>11.573</b>	<b>0.095</b>	<b>15.552</b>	<b>27.268</b>





Fiskeldi Austfjarða

# Gæðahandbók

Gæðahandbók þessi er í samræmi við AQUAGAP staðalinn og tekur mið af þeim kröfum sem koma fram í lögum og reglugerðum er varðar sjókvíeldi á Íslandi.

Ólöf Rún Stefánsdóttir  
3-12-2020



## Efnisyfirlit

Inngangur.....	130
Gæðastjórnun .....	131
Starfstöðvar.....	132
Stjórnun og skipulag .....	138
Umhverfismarkmið Fiskeldi Austfjarða hf. ....	140
Öryggi og þjálfun starfsmanna.....	141
Kröfur Eftirlitsaðila .....	143
Innra eftirlit.....	145
móttökueftirlit fóðurs .....	146
Móttökueftirlit netpoka .....	147
Yfirborðseftirlit .....	148
Neðansjávar eftirlit .....	149
Laxalús.....	151
Þörungablómi .....	151
Hitastig sjávar, selta og súrefni.....	153
Vöktun á sjó og botnseti .....	153
Sannprófun .....	154
Vöktunaráætlun .....	155
Viðbragðsáætlanir .....	158
Slysaslepping .....	158
Meðferð kvartana .....	160
Fárviðri .....	160
Afræningjar .....	161
Ísing á búnaði .....	161
Hafís og rekís .....	162
Mengun af völdum olíu eða annarra efna .....	163
Neyðarslátrun.....	164
Tímabundin og varanleg stöðvun á rekstri.....	165
Sjúkdómar og massadauði .....	166
Verklagsreglur .....	167
Frávik og úrbætur .....	167
Meðhöndlun á netpoka. ....	168

Rekstur á fiski milli netpoka .....	169
Skipt um netpoka.....	170
Hreinsun á netpoka.....	171
Móttaka á seiðum.....	172
Losun á dauðum fiski úr netpoka .....	173
Dráttur á sjókví með lifandi fiski.....	174
Utanaðkomandi þjónustubátar .....	175
Meðhöndlun úrgangs og spilliefna .....	176
Slátrun.....	177
Eyðublöð .....	178
Þjálfunarskrá.....	178
Frávik/Úrbætur.....	179
Lög og reglugerðir .....	180
Umhverfisstofnun .....	180
Matvælastofnun .....	180

## Inngangur

Markmið með gerð þessarar gæðahandbókar er að auðvelda fyrirtækinu að uppfylla opinberar kröfur. Miðað er við þær kröfur er varða starfsemi sem er frá borðstokki í kví og frá kví yfir borðstokk. Opinberar kröfur eru útlistaðar í kafla um lög og reglugerðir.

Gildissvið einstakra eftirlitsstofnanna:

- Umhverfisstofnun (UST) gefur út starfsleyfi í fiskeldi, hefur eftirlit með að starfsemi eldisstöðva sé í samræmi við starfsleyfi.
- Matvælastofnun (MAST) gefur út rekstrarleyfi í fiskeldi, hefur eftirlit með að starfsemi eldisstöðva sé í samræmi við rekstrarleyfi og safnar skýrslum um framleiðslu í fiskeldi.
- Matvælastofnun (MAST) sér um eftirlit með heilbrigði fiska og heilnæmi eldisafurða.

Gæðastjórnunarkerfið á að stuðla að því að farið sé eftir lögum og reglugerðum, að frávik séu uppgötvuð sem fyrst og úrbætur framkvæmdar.

## Gæðastjórnun

Gæðastjórnun er og á að vera einföld, leiðbeinandi og upplýsandi fyrir stjórnendur, starfsfólk og viðeigandi stofnanir þannig að þessir aðilar þekki til hlítar ábyrgð, hlutverk, væntingar og kröfur hver annars.

Gæðastjórnun á að kalla fram öguð vinnubrögð þar sem stjórnendur og starfsmenn horfa með fyrirhyggju til lengri tíma í stað þess að eyða kröftum sínum í að vinna úr málum sem komin eru í óefni vegna lítils og lélegs undirbúnings.

Gæðastjórnun og gæðakerfi er fyrst og fremst fólgið í að skrá og lýsa á skipulegan hátt þeim vinnuaðferðum sem starfsmenn fyrirtækisins hafa tileinkað sér og geta haft áhrif á framgang og gæði verksins eða framleiðslunnar. Þá er ekki eingöngu átt við það sem snýr að sjálfri framleiðslunni heldur einnig og ekki síður varðandi skipulag, innkaup, breytingar, samskipti, reikningsgerð, starfslýsingar svo að dæmi séu tekin. Með skilvirkri gæðastjórnun leitast Fiskeldi Austfjarða eftir að koma í veg fyrir slysasleppingar, tryggja gæði umhverfis, stuðla að heilbrigði eldisstofns og auka öryggi starfsmanna svo fátt sé nefnt.

Sérhver verklagsregla, viðbragðsáætlun, vinnulýsing og eyðublað er sett upp með sem líkastri ásýnd og númerað en frumritinu komið fyrir í gæðahandbók fyrirtækisins. Afrit af viðeigandi skjali eða eyðublaði er kynnt viðkomandi starfsmanni eða hópi starfsmanna og þeir hvattir til að kynna sér innihaldið vel og starfa samkvæmt því. Með þessari aðferð aukast líkur á að starfsmenn fái rétt og skýr skilaboð.

Forsvarsmáður fiskeldisstöðvar, sem sér um daglegan rekstur, skal hafa eftirlit með umhverfi, þar með talið mannvirkjum og búnaði, og heilbrigði lagardýra. Í fiskeldisstöðvum skal hafa eftirlit með eldisfiski daglega svo framarlega sem það er hægt vegna veðurs.

Leyfishafi skal vakta, meta og viðhalda eldiseiningum ásamt öðrum búnaði, sem tilheyrir eldinu, til að hindra slysasleppingar og til að uppgötva og koma tímanlega í veg fyrir að fiskur sleppi.

Gæðastjórnun Fiskeldi Austfjarða og handbók er að mestu byggð á eftirfarandi þáttum:

1. Verkferlar
  - Verklagsreglur
  - Verklagsáætlanir.
  - Verklagstímaferlar
2. Starfsmenn
  - Starfslýsingar og samningar við starfsmenn.
3. Virkt eftirlit
  - Hvað á að vakta
  - Hver annast eftirlit
  - Hvernig eftirlit fer fram
  - Skráningar. Hver skráir hvað.

**Ætíð skal viðhafa þá verklagsreglu að skrá sem mest af upplýsingum beint í EQS og Havbrúksloggen og eldisbókhald(FT) og skal það gilda í stað eyðublaða sem tilgreind eru í gæðahandbókinni.**

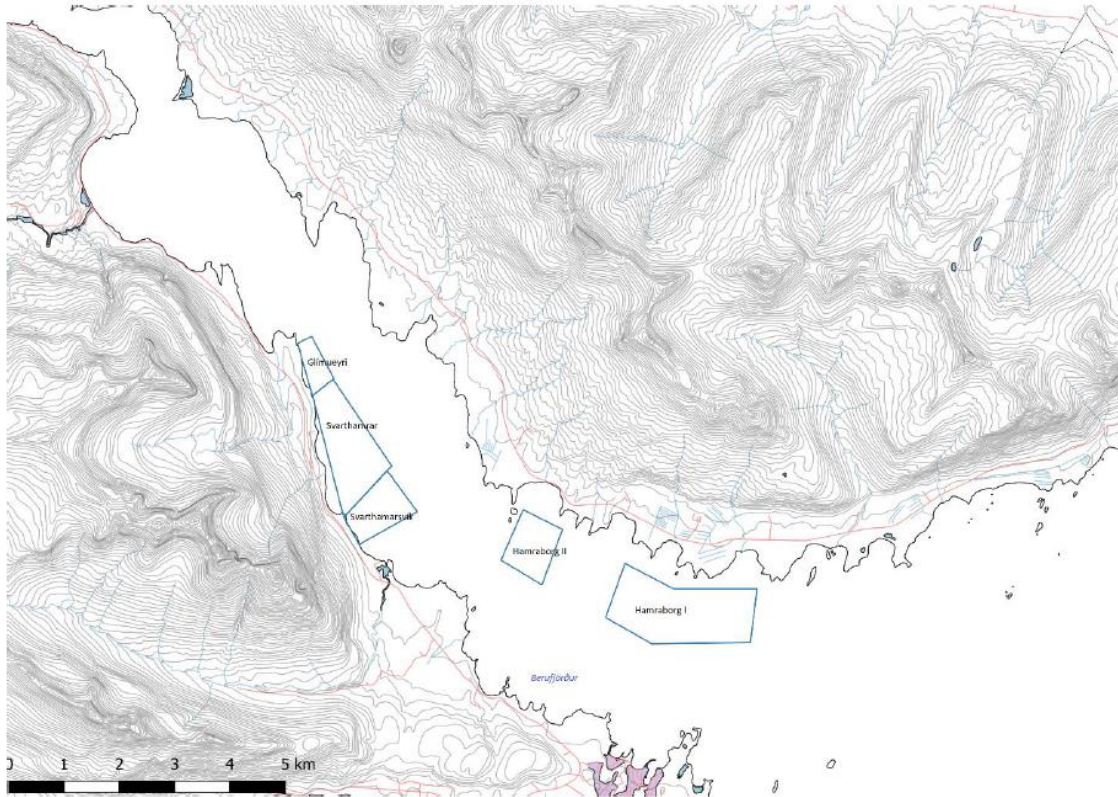
## Starfstöðvar

Starfstöðvar	
Heiti	Staðsetning
Berufjörður	Glímeyri
Berufjörður	Svarthamarsvík
Berufjörður	Svarthamrar
Berufjörður	Hamraborg I
Berufjörður	Hamraborg II
Fáskrúðsfjörður	Eyri/Fagraeyri
Fáskrúðsfjörður	Höfðahúsabót
Fáskrúðsfjörður	Æðasker

Sjá starfs- og rekstraleyfis hnit og myndir á næstu síðum

STARFSSTÖÐVAR	
HEITI	STAÐSETNING
Stöðvarfjörður	Stöðvarfjörður
Seyðisfjörður	Sörlastaðavík (aðalsvæði)
Seyðisfjörður	Selstaðavík (aðalsvæði)
Seyðisfjörður	Skálanesbót (aðalsvæði)
Seyðisfjörður	Háubakkar (varasvæði)

Sjá starfs- og rekstarleyfi hnit og myndir en verið er að vinna að frekari uppbyggingu starfsstöðva.

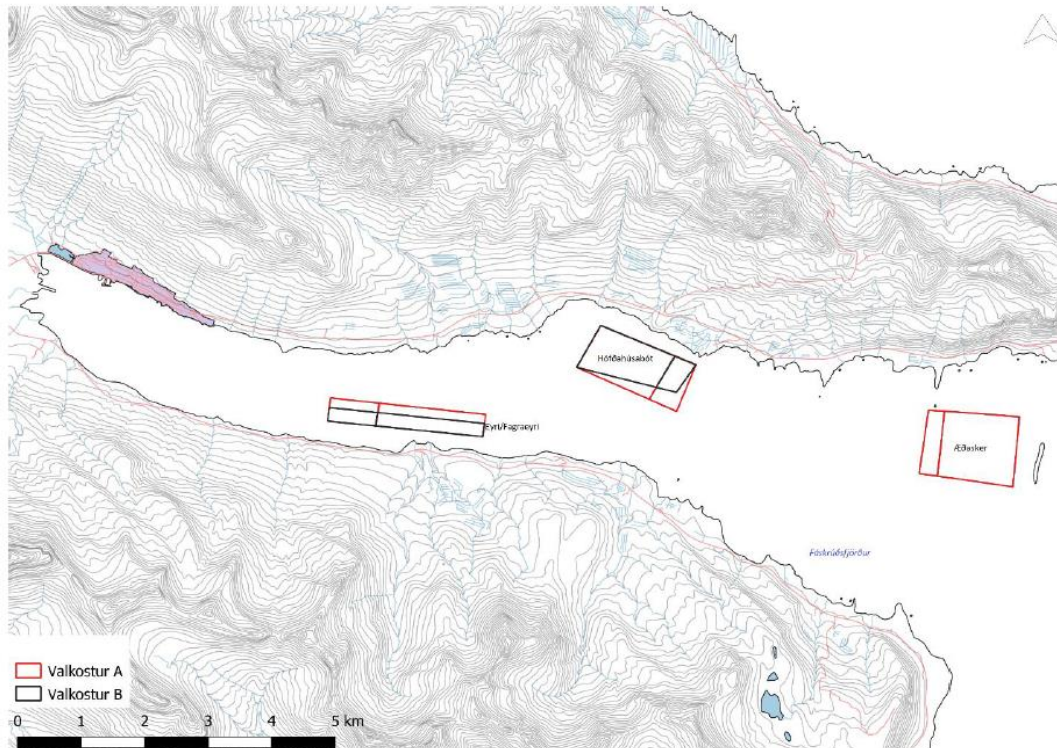


Á kortinu má sjá staðsetningar sjókvíaldis í starfsleyfi. Hér að neðan má sjá hnit fyrir sjókvíaldi í starfsleyfinu.

Fjörður	Svæði/staður	Norðurhnit	Vesturnhit	Eldistegund
Berufjörður	Glímueyri	64°43.374	14°23.774	Lax
		64°43.912	14°24.028	
		64°43.999	14°23.411	
		64°43.575	14°23.080	
Berufjörður	Svarthamarsvík	64°41.919	14°23.004	Lax
		64°42.175	14°23.284	
		64°42.613	14°22.387	
		64°42.226	14°21.643	
Berufjörður	Svarthamar	64°43.550	14°23.160	Lax
		64°42.690	14°22.230	
		64°42.175	14°23.280	
		64°43.370	14°23.780	
Berufjörður	Hamraborg I	64°41.540	14°16.990	Lax
		64°41.260	14°15.930	
		64°41.200	14°14.040	
		64°40.690	14°14.280	
		64°40.750	14°16.520	
Berufjörður	Hamraborg II	64°41.030	14°17.540	Lax
		64°42.140	14°19.210	
		64°41.920	14°18.360	
		64°41.400	14°18.920	
		64°41.660	14°19.800	

Hnit eldis í Berufirði. Glímueyri, Svarthamarsvík og Svarthamar eru eitt svæði og kallast Svarthamar.



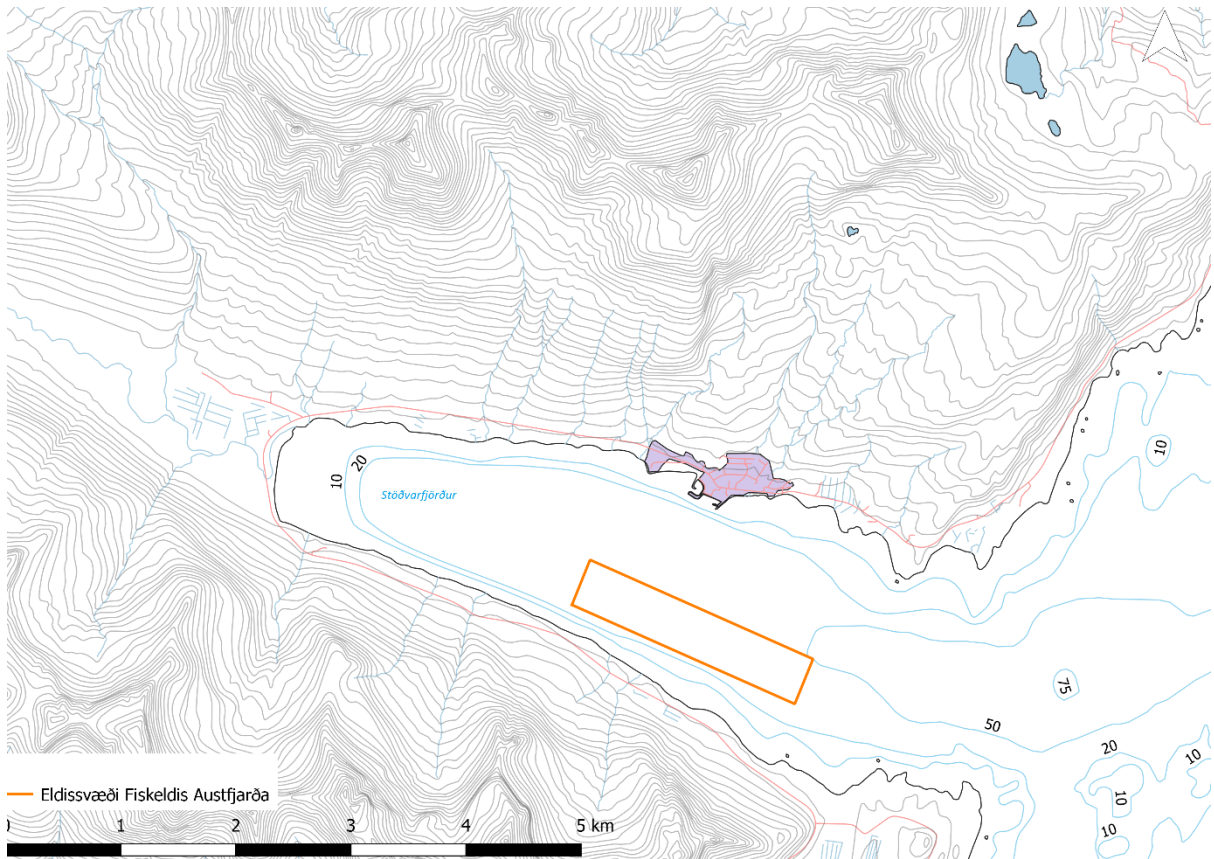


Á kortinu má sjá staðsetningar sjókvíaldis í starfsleyfi Fiskeldis Austfjarða. Svæði B (svartur kassi) undir kvíarnar sjálfar og tengdan búnað en að botnfestingar liggja inn á svæði A (rauðir kassar). Hér að neðan má sjá hnit fyrir sjókvíaldi í starfsleyfinu.

## Viðauki 2

Fjörður	Svæði	Valkostur A		Valkostur B	
		Norðurhnit	Vesturhnit	Norðurhnit	Vesturhnit
Fáskrúðsfjörður	Eyri/Fagraeyri	64°54.631	13°56.103	64°54.554	13°56.138
Fáskrúðsfjörður	Eyri/Fagraeyri	64°54.466	13°54.032	64°54.391	13°54.055
Fáskrúðsfjörður	Eyri/Fagraeyri	64°54.278	13°54.092	64°54.278	13°54.092
Fáskrúðsfjörður	Eyri/Fagraeyri	64°54.442	13°56.203	64°54.442	13°56.203
Fáskrúðsfjörður	Höfðahúsabót	64°55.140	13°51.550	64°55.140	13°51.550
Fáskrúðsfjörður	Höfðahúsabót	64°54.820	13°50.100	64°54.820	13°50.100
Fáskrúðsfjörður	Höfðahúsabót	64°54.801	13°52.106	64°54.801	13°52.106
Fáskrúðsfjörður	Höfðahúsabót	64°54.480	13°50.712	64°54.576	13°50.553
Fáskrúðsfjörður	Æðasker	65°54.170	13°44.850		
Fáskrúðsfjörður	Æðasker	64°54.070	13°43.400		
Fáskrúðsfjörður	Æðasker	64°53.628	13°45.095		
Fáskrúðsfjörður	Æðasker	64°53.486	13°43.486		

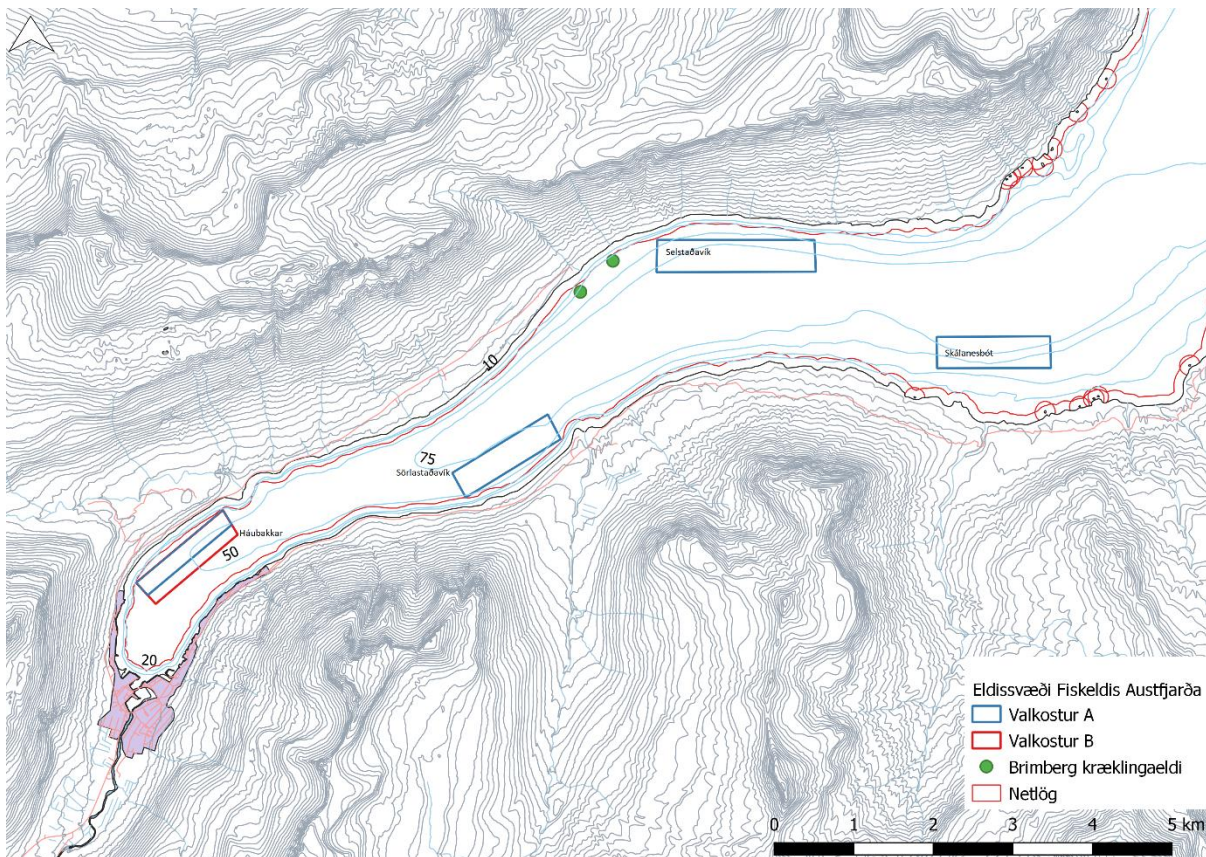
Hnit eldis í Fáskrúðsfirði.



**Mynd 1:** Staðsetning fyrirhugaðs eldissvæðis Fiskeldis Austfjarða í Stöðvarfirði.

**Tafla 1:** Hnitsett staðsetning á fyrirhuguðu svæði til sjókvíaeldis Fiskeldis Austfjarða í Stöðvarfirði, ásamt staðsetningu á núverandi rekstrarleyfum í firðinum.

Fjörður	Norðurhnit	Vesturhnit	Eldistegund	Fyrirtæki
Stöðvarfjörður	64°49.698	13°53.983	Lax	Fiskeldi Austfjarða hf (umhverfismat)
	64°49.152	13°51.630		
	64°48.949	13°51.870		
	64°49.495	13°54.222		
Stöðvarfjörður	64° 50.025	13° 54.322	Þorskur	Þorskeldi (rekstrarleyfi)
Stöðvarfjörður	64° 50.100	13° 53.742	Þorskur	Þorskeldi ehf. (rekstrarleyfi)
Stöðvarfjörður	64°50.260	13°56.547	Kræklingur	Stöðvardalur ehf. (rekstrarleyfi)
Stöðvarfjörður	64°50.227	13°56.156	Kræklingur	Stöðvardalur ehf. (rekstrarleyfi)



**Mynd 2:** Staðsetning fyrirhugaðra eldissvæða Fiskeldis Austfjarða í Seyðisfirði.

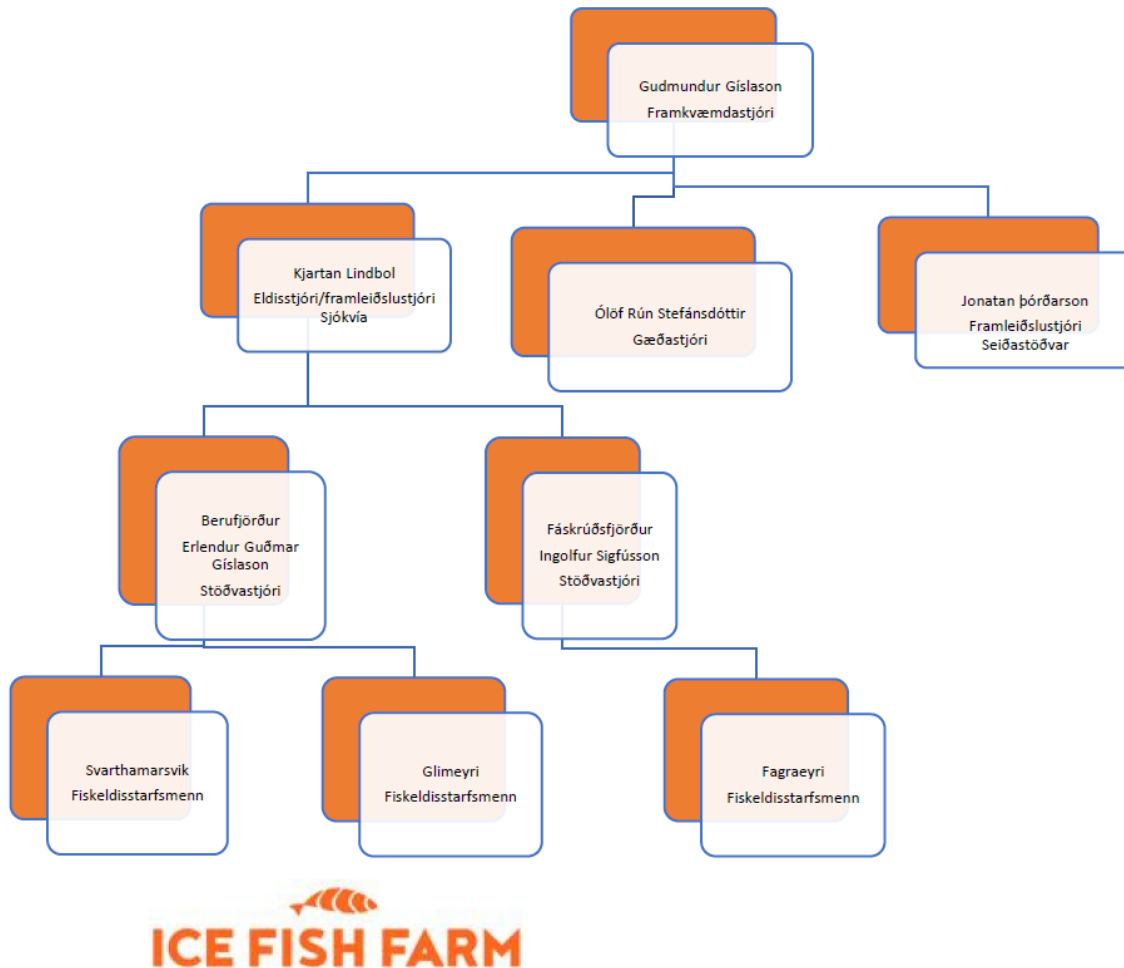
**Tafla 2:** Hnitsett staðsetning á fyrirhuguðu svæðum til sjókvíaldis Fiskeldis Austfjarða í Seyðisfirði, ásamt staðsetningu á núverandi rekstrarleyfum í firðinum.

FJÖRÐUR	SVÆÐI	NORÐURHNIT	VESTURHNIT	NORÐURHNIT	VESTURHNIT	TEGUND	FYRIRTÆKI
		Valkostur A		Valkostur B			
SEYÐISFJÖRÐUR	Háubakkar	65°16.478	14°00.250	65°16.478	14°00.250	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Háubakkar	65°16.387	14°00.078	65°16.325	13°59.961	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Háubakkar	65°16.817	13°58.635	65°16.747	13°58.551	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Háubakkar	65°16.920	13°58.759	65°16.920	13°58.759	Lax	Fiskeldi Austfjarða

<b>SEYÐISFJÖRÐUR</b>	Sörlastaðavík	65°16.875	13°54.832	Lax	Fiskeldi Austfjarða
<b>SEYÐISFJÖRÐUR</b>	Sörlastaðavík	65°17.047	13°55.018	Lax	Fiskeldi Austfjarða
<b>SEYÐISFJÖRÐUR</b>	Sörlastaðavík	65°17.389	13°53.403	Lax	Fiskeldi Austfjarða
<b>SEYÐISFJÖRÐUR</b>	Sörlastaðavík	65°17.215	13°53.227	Lax	Fiskeldi Austfjarða
<b>SEYÐISFJÖRÐUR</b>	Selstaðavík	65°18.505	13°51.413	Lax	Fiskeldi Austfjarða
<b>SEYÐISFJÖRÐUR</b>	Selstaðavík	65°18.287	13°51.465	Lax	Fiskeldi Austfjarða
<b>SEYÐISFJÖRÐUR</b>	Selstaðavík	65°18.204	13°48.898	Lax	Fiskeldi Austfjarða
<b>SEYÐISFJÖRÐUR</b>	Selstaðavík	65°18.418	13°48.877	Lax	Fiskeldi Austfjarða
<b>SEYÐISFJÖRÐUR</b>	Skálanesbót	65°17.485	13°47.073	Lax	Fiskeldi Austfjarða
<b>SEYÐISFJÖRÐUR</b>	Skálanesbót	65°17.696	13°47.090	Lax	Fiskeldi Austfjarða
<b>SEYÐISFJÖRÐUR</b>	Skálanesbót	65°17.694	13°45.251	Lax	Fiskeldi Austfjarða
<b>SEYÐISFJÖRÐUR</b>	Skálanesbót	65°17.485	13°45.240	Lax	Fiskeldi Austfjarða
<b>SEYÐISFJÖRÐUR</b>		65°18.057	13°52.961	Kræklingur	Brimberg
		65°18.305	13°52.279		

## Stjórnun og skipulag

### Skipurit vegna sjóeldis



#### Hlutverk stjórnenda.

Framkvæmdastjóri: Ábyrgð skv. lögum um hlutafélög.

Eldisstjóri sjókvía: Ábyrgða á lífmassa og búnaði og skipulag daglegrar vinnu. Frekari skilgreiningar á ábyrgð skv. gæðahandbók. m.a. skráningar í Havbruksloggen og FT. Að eldið sé stundað innan ramma regluverksins og rekstar- og starfsleyfis.

Gæðastjóri :Kemur að daglegu skipulagi með eldisstjóra. Skipulag skv. gæðahandbók. Samþætting sjóeldis og seiðastöðva. Gæði afurða.

Stöðvastjórar: Ábyrgð á skipulagi daglegri vinnu. heyra undir eldisstjóra og bera ábyrgða öryggi sjómanna og þeirrar daglegu vinnu.

INNAN FYRIRTÆKIS		
NAFN	STARFSHEITI	SÍMI
Pórður Þórðarson	Framkvæmdastjóri	775-0502
Kjartan Lindböl	Eldisstjóri sjókvíar	0047-959-09-675
Erlendur Guðmar Gíslason	Stöðvarstjóri í Berufirði	822-5056
Guðmundur Gíslason	Forstjóri/Fjármálastjóri	896-2406
Jónatan Þórðarson	Framkvæmdastjóri landdeildar	696-1964
Ólöf Rún Stefánsdóttir	Gæðastjóri	868-1643
Ingólfur Sigfússon	Stöðvarstjóri í Fáskrúðsfirði	854-0008
UTAN FYRIRTÆKIS		
NAFN STOFNUN/FYRIRTÆKI	TENGILIDUR	SÍMI
Fiskistofa	Guðni Magnús Eiríksson	569-7900
Umhverfisstofnun(UST)	Hulda Soffía Jónsdóttir og Gottskálf Friðgeirsson	591-2000
MAST	Gísli Jónsson og Rúnar Tryggvason og Hjörtur Methúsalemsson	530-4800
Lýsi hf/ Melta	Jón Ágúst Þorsteinsson	525-8100
RORUM	Þorleifur Eiríksson	864-7999
JMI island	Höskuldur Steinarsson	699-2691
Egersund iceland- þjónustustöð fyrir netin	Barði Westin	787-6050
Búlandstindur/sláturvinnsla	Elís Grétarsson	863-1022
Brunnbátur/ soulendoy		833-6877

## Umhverfismarkmið Fiskeldi Austfjarða hf.

Umhverfismarkmið Fiskeldi Austfjarða hf. er að valda umhverfinu sem allra minnstum umhverfisspjöllum og mengun. Markmiðið er að vera ávalt innan þeirra viðmiðunarmarka sem stöðinni eru sett í umhverfismálum jafnframt því að tekið sé tillit til viðkvæmrar náttúru í umhverfi FA. FA starfar samkvæmt kröfum AQUAGAP um sjálfbæra náttúrulega framleiðslu og notar engin lyf eða önnur efni sem teljast óumhverfisvæn í eldinu. Þar með talið er sápur, bólusetningarefni, lyf eða fúkkalyf eru engin og nætur eru ekki fúavarðar með ólífrænum efnum eða þungmálmum. Fiskivelferð er höfð að höfuð- markmiði t.d. má ekki ala lax skv. AquaGap-staðli við meiri þéttleika en 2% af eldisrúmmáli.

FA hf. einsetur sér að ganga vel um náttúruauðlindir jarðarinnar og haga rekstri sínum svo að sem minnst röskun verði á náttúru og lífríki, með það að markmiði að lágmarka neikvæð áhrif á umhverfið frá starfsemi fyrirtækisins. Fiskeldi Austfjarða einsetur sér að nota fóður sem stenst kröfur um sjálfbæra framleiðslu og rekjanleika.

Fiskeldi Austfjarða hf. fylgir þeim lögum og reglugerðum er lúta að umhverfismálum hér á landi.

Fiskeldi Austfjarða hf. tekur þátt í rannsóknarvinnu sem og annarri vinnu opinberra aðila sem miðar að því að bæta umhverfisþætti í kringum eldisstöðvar og lágmarka áhrif á villt dýralíf. Fyrirtækið heldur grænt bókhald og skráir alla helstu umhverfisþætti svo unnt sé að vinna að umbótum á því sviði. Félagið er í mikilli rannsóknarverkefnum með RORUM og NORCE í Noregi um áhrif eldis á umhverfi. M.a. Ísótópa rannsóknir í sjávarbotni sem meta hraða niðurbrots, sem er nýmæli í þessum rannsóknum.

## Öryggi og þjálfun starfsmanna

### Formáli

Markmiðið er að fyrirbyggja vinnuslys og tryggja öryggi starfsmanna og réttindi FA lítur á það sem skyldu sína að tryggja öryggi starfsmanna sinna og annarra.FA. einsetur sér að haga rekstri sínum þannig að öryggi starfsmanna og utanaðkomandi aðila verði á sem bestan hátt tryggt, með það að markmiði að lágmarka vinnuslys.FA. einsetur sér að uppfylla allar skyldur, samninga og reglugerðir um réttindi starfsfólks og gerir kröfu um að allir viðskiptaðilar virði öryggi og réttindi starfsfólks.

### Umfang

Verklagsreglurnar skulu ná yfir alla starfsemi hjá FA.

### Verklagsreglur

FA áformar að framfylgja ofangreindri stefnu á eftirfarandi hátt:

FA. leggur áherslu á að upplýsa starfsmenn og skapa jákvæð viðhorf meðal þeirra gagnvart stefnu og markmiðum fyrirtækisins í öryggis- og umhverfismálum.

FA. fylgir þeim lögum og reglugerðum er lúta að öryggismálum hér á landi. Fyrirtækið hefur það markmið að uppfylla öryggisreglugerðir og réttindi starfsfólks.

Haldið skal utan um tilkynningar um vinnuslys í þessari gæðahandbók. Ef til þess kemur að skipaður sé öryggistrúnaðarmaður þá skal haldið utan um tilkynningar þess efnis í þessari gæðahandbók.

### Tilkynning um vinnuslys

Á vefslóðinni hér að neðan má sækja eyðublað til að tilkynna um vinnuslys.

[http://www.vinnueftirlit.is/media/eydublod/tilkynning\\_um\\_vinnuslys.pdf](http://www.vinnueftirlit.is/media/eydublod/tilkynning_um_vinnuslys.pdf)

### Þjálfun starfsmanna

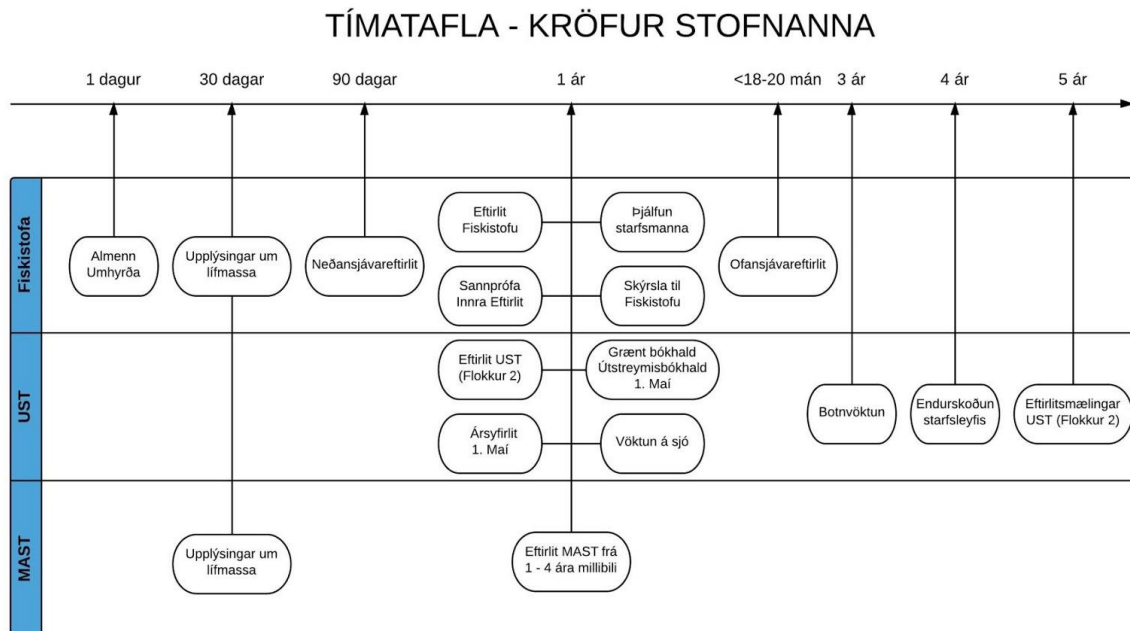
Framkvæmdastjóri fyrirtækisins skal sjá til þess að starfsmenn hafi þjálfun sem uppfyllir opinberar kröfur ásamt gæðakröfum fyrirtækisins. Allir starfsmenn FA eiga að hafa fengið þjálfun í öllum þeim tækjabúnaði sem þeir þurfa að nota og öllum þeim aðgerðum sem þeir þurfa að framkvæma. Starfsmenn eru hvattir til að fara fram á frekari þjálfun í gegnum námskeið, ráðstefnur og þess háttar. Framkvæmdastjóri ber ábyrgð á að þjálfunarkröfur starfsmanna séu uppfylltar og metur þörf starfsmanna á aukinni þjálfun.



ÞJÁLFUN STARFSMANNA				Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags. 30. 01. 2019 Endurskoðað 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	<p>Tryggja skal að starfsmenn fái þjálfun sem hefur það að markmiði að hindra og bregðast rétt við slysasleppingum, mengun á umhverfi og slæmri heilsu fiska.</p> <p>Að nýliðum sé ljóst hvernig þeir eigi að sinna störfum sínum samkvæmt verklagsreglum í gæðahandbók og fái viðunandi verkþjálfun frá leiðbeinanda.</p> <p>Að starfmenn þekki vel til verklagsreglna og fari eftir þeim við störfin.</p>			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri			
<b>ÞEKING OG KUNNÁTTA:</b>	<p>Öllum starfsmönnum er úthlutað áætlun um hverju skal ljúka og hvenær í samstarfi við stöðvarstjóra. Til að framfylgja lögum og reglugerðum þurfa starfsmenn að ljúka öllum krítískum þáttum þjálfunaráætlunar sinnar 1 mánuði eftir að þeir hefja störf.</p> <p>Krítískir þættir:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Innan árs eftir að starfsmaður hefur starf í laxeldisstöð skal hann hafa kynnt sér: <ol style="list-style-type: none"> <li>i. Tjón sem getur átt sér stað á náttúrulegum laxastofnum við slysasleppingu</li> <li>ii. Helstu ástæður fyrir slysasleppingum og hvernig best er að koma í veg fyrir þær</li> <li>iii. Hvaða reglur gilda um veiðar á eldisfiski, sem sleppur úr kví, og hvernig framkvæma skal veiðar á þeim</li> </ol> </li> <li>b. Tryggja skal að starfsfólk hafi fullnægjandi þekkingu á eitrunarhættu og eiginleikum þeirra efna sem það vinnur með og skulu upplýsingar þar að lútandi ávallt vera tiltækar</li> <li>c. Öllum starfsmönnum skal kynnt gæðakerfi/gæðahandbók eldisstöðvar og þær verklagsreglur og varúðarráðstafanir sem notast er við.</li> </ol> <p>Dýralæknar eru hvattir til að eyða tíma í að upplýsa starfsmenn um heilsu fiska á meðan á reglubundnum heimsóknnum stendur. Það er gert til að halda þekkingu starfsmanna við og bæta hana.</p>			
<b>NÝLIÐAR</b>	<p>Nýliðar eru kynntir fyrir næsta yfirmanni þeirra eru og framleiðsluferli lýst. Nýliðar skulu fá fræðslu um efni gæðahandbókar og hvernig gæðastjórnunarkerfið nýtist við starfinu.. Nýliðar skulu fá viðunandi fræðslu um öryggis- og umgengisreglur fyrirtækisins leiðbeinanda. Eftir starfsmaður hefur hafið störf skal honum kynntar þær verklagsreglur sem eiga við hverju sinni og fá ítarlega verkþjálfun samhliða frá leiðbeinanda, og honum gerð grein fyrir hvaða verkþáttum hann verði ábyrgur.</p>			
<b>STARFSMANNAFUNDUR / FRÆÐSLA</b>	<p>A.m.k. árlega skal halda fund með öllum starfsmönnum um efni gæðahandbókar, breytingar á henni og nýjar áherslur skulu kynntar vel. Verklagsreglur yfir farnar og athugað hvort þær séu í samræmi við aðferðir sem notaðar eru og viðmið séu rétt. Athugað hvort breytingar hafa verið gerðar á reglugerð um fiskeldi og farið yfir helstu þætti í henni sem snúa beint að starfsmönnum.</p>			
<b>SKRÁNING:</b>	<p>Þjálfunarskrá er gerð fyrir hvern og einn starfsmann út frá eyðublaðinu „Þjálfunarskrá“.</p>			

## Kröfur Eftirlitsaðila

Kröfur eftirlitsaðila eru margar en hér er reynt að setja fram þær kröfur sem ber að fullnægja innan ákveðins tímaramma við venjubundinn rekstur á sjókvíaeldi á Íslandi. Tímaskalinn í eftirfarandi mynd er á hversu margra daga/mánaðar/árs fresti þarf að uppfylla þessar kröfur. Neðansjávareftirlitið þarf t.d. að vera framkvæmt eigi sjaldnar en á 90 daga fresti.



### ALMENN UMHIRÐA

Í fiskeldisstöðvum skal hafa eftirlit með eldisfiski daglega svo framarlega sem það er hægt vegna veðurs. (sbr. 42. gr kafla 8 í reglugerð um Fiskeldi) Ábyrgð: Stöðvarstjóri.

### UPPLÝSINGAR UM LÍFMASSA

Eftir fyrirspurn MAST skal senda upplýsingar um heildarlífmassa í fiskeldisstöð () Ábyrgð: Eldisstjóri.

### NEÐANSJÁVAREFTIRLIT

Netpoka skal stefnt að skoða með um 90 daga millibili með köfun eða með neðansjávarmyndavél. Einnig þarf að framkvæma eftirlit við ákveðnar aðstæður, sjá kafla um neðansjávareftirlit. ( Ábyrgð: Stöðvarstjóri.)

### EFTIRLIT MAST

MAST hefur umsjón með eftirliti fiskeldis.

### ÞJÁLFUN STARFSMANNA

Innan árs eftir að starfsmaður hefur starf í laxeldisstöð þarf hann að hafa kynnt sér ákveðna þætti er varða slysasleppingar o.fl., sjá kafla um þjálfun starfsmanna. (sbr. viðauka 3 Þjálfun starfsmanna í reglugerð um Fiskeldi)

#### **SANNPRÓFA INNRA EFTIRLIT**

Sannprófa skal innra eftirlit eldisstöðvar að lágmarki einu sinni á ári, alltaf eftir slysasleppingu eða önnur alvarleg óhöpp (sbr. Viðauka 3 í reglugerð um Fiskeldi). Ábyrgð:Eldisstjóri.

#### **SKÝRSLA TIL MAST**

Rekstrarleyfishafi skal gefa MAST árlega skýrslu um starfsemi sína (sbr. 47. gr. Kafla 9 í reglugerð um Fiskeldi)

#### **EFTIRLIT UST**

Tekið er kerfisbundið mat á umhverfisáhættu sem ræður tíðni eftirlits. tekið út frá áhættumati fyrir fiskeldi-kvívar

#### **GRÆNT BÓKHOLD & ÚSTREYMISSBÓKHOLD UST**

Rekstraraðili skal færa grænt bókhald í samræmi við ákvæði reglugerðar nr. 851/2002 og útstreymisbókhald í samræmi við reglugerð nr. 990/2008. Í reglugerðum þessum kemur fram að bókhöldin skulu afhent UST fyrir 1. maí ár hvert (sbr. 3.3 í starfsleyfi). Heimilt er að skila skýrslunum sameiginlega auk ársyfirlits, sundurliða þó upplýsingar fyrir hvern fjörð(stöð)

Undir flípanum „Leiðbeiningar“ á vefslóðinni <http://ust.is/einstaklingar/mengandi-starfsemi/graent-bokhald/> er að finna eyðublað fyrir grænt bókhald í formi excel skjals. Þar koma fyrir allir þeir þættir sem þarf að gera grein fyrir. Nóg er að fylla út þetta skjal og senda til útgefanda starfsleyfis.

#### **ÁRSSKÝRSLA UST**

Rekstraraðili skal taka saman ársyfirlit og senda til eftirlitsaðila fyrir 1. maí ár hvert um niðurstöður mælinga og skráninga. (sbr. 3.2 í starfsleyfi)

#### **UMHVERFISVÖKTUN**

Fiskeldi Austfjarða hf. hefur sent UST vöktunaráætlun sem stofnunin hefur samþykkt (sjá kafla um vöktunaráætlun)

#### **EFTIRLIT MAST**

Í fylgiskjali reglugerðar nr. 1254/2008 kemur fram í B-hluta III. viðauka tíðni áhættumiðaðs dýraheilbrigðiseftirlit. Á slóðinni:

<http://www.mast.is/library/Listar/ListiFiskeldisfyrrtaekiIslandi1301GJ2.pdf> er hægt að sjá opinbera skrá eldisfyrrtækja þar sem fram kemur áhættustig og tíðni eftirlits.

#### **OFANSJÁVAREFTIRLIT**

Samhliða fóðrun og annarri eldisvinnu er fylgst með ytra ástandi eldiskvíja og neta. Á meðan eldistíma stendur fer fram þvottur og eftirlit á eldisnótum (seiða- og matfiskanætur) af ytri aðilla og að loknu eldi eru nætur sendar í hreinsun og úttekt á hjá sérhæfðu þvotta og/eða netaverkstæði. () Rekstrarleyfishafi skal geta framvísað skjölum fyrir viðgerðir á netpoka þar sem fram koma niðurstöður styrkleikaprófana og lýsing á viðhaldi og viðgerðum (sbr. Ákvæði til bráðabyrgða nr 7)

#### **ENDURSKOÐUN STARFSLEYFIS**

Endurskoða skal starfsleyfið á fjögurra ára fresti. (sbr. 20. gr. reglugerðar nr. 785/1999)

#### **EFTIRLITSMÆLINGAR UST**

Tafla A í reglugerð um mengunarvarnareftirlit nr. 786/1999 gefur upp tíðni eftirlitsmælinga.

## Innra eftirlit

Áætlun um reglubundið eftirlit hefur þann megintilgang að varna því að fiskur sleppi úr eldiskvíum, að lágmarka skaðleg áhrif á umhverfi og að tryggja heilbrigði eldisfisks.

Eldisstjóri og Stöðvarstjóri er ábyrgur fyrir því að öllum eftirlitsþáttum sé framfylgt eins og þeir eru skilgreindir hér og að réttum úrbótum sé beytt þegar viðmið bresta. Ef annar aðili er ábyrgur er það sérstaklega tekið fram í verkreglu viðkomandi eftirlits. Öll frávik og úrbætur skulu skráðar í undir **Frávik og Úrbætur**. Ef eyðublað er tiltækt fyrir viðkomandi eftirlit skal það einnig skráð þar.

Vöktunarþáttur	Tíðni	Framkvæmdaraðili	Stofnun <sup>1)</sup>
<b>MÓTTÖKUEFTIRLIT NETPOKA</b>	Breytilegt	Starfsmenn	MAST
<b>YFIRBORDSEFTIRLIT</b>	Daglega	Starfsmenn/JMI	MAST
<b>NEDANSJÁVAR EFTIRLIT</b>	Mánaðarlega	Kafari/myndavélar/JMI	MAST
<b>LAXALÚS</b>	Mánaðarlega/eftir árstíð.	Dýralæknir/starfsmenn	MAST
<b>ÞÖRUNGABLÓMI</b>	Daglega	Fóðrari skráir í FT/havbrúksloggen	MAST/UST
<b>HITASTIG SJÁVAR OG SÚREFNI</b>	Daglega	Fóðrari skráð í FT og HAVBRUKSLOGGEN.	MA/UST
<b>VÖKTUN Á SJÓ OG BOTNSETI</b>	Breytilegt að lágmarki skv starfsleyfi. Skila fyrir 1 maí til UST.	NA/RORUM	UST

1. Viðkomandi stofnun fylgir eftir að kröfur um eftirlit í lögum og reglugerðum sé uppfyllt.

móttökueftirlit fódurs				skjalanúmer
útgáfunr. 3	dags. nov 2018 endurskoðunar sept 2019	farið yfir af ÓRS	samþykkt af KL	stofnun UST
<b>MARKMIÐ:</b>	Tryggja að allar kröfur við móttökueftirlit á fódri séu uppfylltar.			
<b>TÍÐNI:</b>	Við móttöku á fódri.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvastjóri			
<b>FRAMKVÆMDARADILI:</b>	Stöðvarstjóri eða aðrir starfsmenn			
<b>EFTIRLIT</b>	Tekið er sýni úr fódursendingu til að kanna gæði fódurköggla á þriggja mánaða fresti. Fóður 3-5 mm er sigtað í gegnum sigti með 1mm möskvastærð en >5 mm fóður er sigtað með 2,36 mm möskvastærð.			
<b>VIÐMIÐ</b>	Vigtað er hlutfall fódurs sem fer í gegnum sigtið og athugasemd skráð og fóður endursent ef sigtað duft reynist meira en 1% af sýninu			
<b>ÚRBÆTUR:</b>	Krafist er úrbóta frá fódurframleiðanda án tafar.			
<b>SKRÁNING:</b>	Allar skráningar um fóður eru skráðar í FT og EQS eftir því sem við á. Frávik eru skráð samkv. verklagsreglunni <b>Frávik og Úrbætur í Havbruksloggen.</b>			

Móttökueftirlit netpoka				Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags. 10.11.18 Endurskoðunar:16.09.19 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun UST
<b>MARKMIÐ:</b>	Tryggja að allar kröfur við móttökueftirlit á netpoka séu uppfylltar.			
<b>TÍÐNI:</b>	Við móttöku á netpoka, nýjum eða úr viðgerð.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvastjóri ber ábyrgð að tekið sé eftirlit þegar netapokar koma.			
<b>FRAMKVÆMDARAÐILI:</b>	Stöðvarstjóri eða aðrir starfsmenn			
<b>EFTIRLIT</b>	Við móttöku á netpoka skal farið yfir hvort netpokinn sé í samræmi við pöntun og merkingar og vottorð skoðað. Við sjósetningu á netpoka, sem kemur úr viðgerð, er gerð úttekt á þvotti, böðun með gróðurhamlandi efnum og athugað hvort göt eða slít finnist á pokanum. Köfunareftirlit á poka er framkvæmt eftir ísetningu hans.			
<b>VIÐMIÐ</b>	<p>Netpoki skal uppfylla kröfur í viðauka 2 í reglugerð um fiskeldi.</p> <p>Hver netpoki skal merktur með birgðanúmeri sem fest er með varanlegu merki innan eins metra fyrir ofan sjólinutóg á hringlaga netpoka eða á einu horni hans. Netpoki skal einnig merktur framleiðanda og framleiðsluári.</p> <p>Við flutning skal pakka netpoka í umbúðir til að tryggt sé að hann skemmist ekki við flutning.</p> <p>Með netpoka skal fylgja vottorð frá framleiðanda þar sem fram kemur:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>nafn framleiðanda, birgðanúmer netpoka og framleiðsluár,</li> <li>stærð netpoka og styrkleikaflokkur,</li> <li>efnisgerð, styrkleiki nets, leysisgarns og tógs sem notað er til að styrkja netpokann, staðfesting á að netpokinn sé unninn samkvæmt pöntun, að hann hafi verið framleiddur eftir viðurkenndum staðli og að haft hafi verið eftirlit með framleiðslunni,</li> <li>tilvísun í notkunar- og viðhaldshandbók,</li> <li>undirskrift forsvarsmanns eldisstöðvar.</li> </ol> <p>Ef netpoki er að koma úr viðgerð frá netaverkstæði skulu fylgja með niðurstöður eftirlitsins samkvæmt kröfum í viðauka 3, II. hluta í reglugerð um fiskeldi.</p>			
<b>ÚRBÆTUR:</b>	Ef fram kemur í eftirliti að einhverju sé ábótavant skal netpoki endursendur eða gert við hann og það tilkynnt framleiðanda eða netaverkstæði.			
<b>SKRÁNING:</b>	Allar skráningar eru nú í HAVBRUKSLOGGEN. Við móttöku á nýjum netpoka skal komið á ferilskráningu þar sem niðurstöður móttökueftirlits og aðrar upplýsingar um netpokann eru skráðar. Niðurstöður eftirlits með netpoka, sem er að koma úr viðgerð, eru skráðar í <b>Ferilskrá</b> viðkomandi netpoka. Frávik eru skráð samkv. verklagsreglunni <b>Frávik og Úrbætur</b> .			

Yfirborðseftirlit				Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags 19 sept 2018 Endurskoðunar: 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af: KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Vakta skal yfirborð sjókvíar til að tryggja að allar festingar séu tryggar og að engin göt séu á netpoka. Einnig skal athuga hvort að afföll fiska séu innan settra marka og hvort að skarfur eða selur sé sjáanlegur.			
<b>TÍÐNI:</b>	Festingar: Vikulega Annað: Daglega			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvastjóri ber ábyrgð að eftirlit sé tekið			
<b>FRAMKVÆMDARADILI:</b>	Stöðvarstjóri eða aðrir starfsmenn			
<b>EFTIRLIT</b>	<p>Athuga skal yfirborðfestingar á netpokum og eldiskví. Athuga festingar á öðrum búnaði, s.s. fuglaneti, fódurslögum, myndavélum og rafmagnkössum</p> <p>Fylgst er með veðurálagi og skipaumferð við og í nágrenni kvíaþyrpingar með upptökuvélum frá landi eða yfirborðsmyndavél í kvíaþyrpingu.</p> <p>Telja fjölda dauðra fiska/sveimara á yfirborði.</p> <p>Athuga hvort að skarfur eða selur viðhefst á svæðinu.</p> <p>Skráningar á umhverfisþáttum, sjónkýpi (þörungur), hitastig, selta og súrefni er skráð í FT.</p>			
<b>VIÐMIÐ</b>	<p>i. Að allar festingar séu vel tryggar.</p> <p>ii. Engin göt á netpoka við yfirborð.</p> <p>iii. Fuglanet í lagi</p> <p>iv. Ef skarfur sést með viðveru lengur en 3 daga á kvíarsvæði skal bregðast við.</p> <p>v. Ef útselur sést við kvíarsvæði skal bregðast strax við.</p> <p>Ef landselur sést í tvo daga samfleitt skal bregðast við.</p> <p>vi. Ef óvenjulegur dauði fer yfir 200 fiskar á dag í hverri kví.</p>			
<b>ÚRBÆTUR:</b>	<p>i. Tryggja festingu eins fljótt og auðið er.</p> <p>ii. Ef gat er á neti skal virkja verklagsreglu „Viðbrögð við slysasleppingu“.</p> <p>iii. Laga fuglanet eins fljótt og hægt er.</p> <p>iv. Ef einn skarfur hefur viðveru á kvíarsvæði í meira en 3 daga skal grípa til aðgerða um að fæla eða fjarlægja hann í burtu. Sjá verklagsregluna „Afræningjar“.</p> <p>v. Ef útselur sést við eldiskvíar skal bregðast við strax og fjarlægja dýrið.</p> <p>Ef landselur sést skal hafa sérstakar gætur á hegðun dýrsins, ef landselur sést í tvo daga samfelld skal grípa til aðgerða.</p> <p>vi. Dauði umfram 10 fiska á dag kallar á sérstaka skoðun á aðstæðum. Leitað orsaka, hegðun fisksins, fódurtaka og umhverfisskilyrði skoðuð. Ef fleiri en 50 fiskar þá er fiskur tekinn til greiningar.</p>			
<b>SKRÁNING:</b>	Upplýsingar skráðar í gæðakerfið hjá okkur undir Daily checklist í EQS sem eru bæði auðveldlega hægt að fara í sínum starfsmanna og öllum tölvum			

Neðansjávar eftirlit				Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags nov 2018 Endurskoðunar:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Tryggja að búnaður sé í lagi til að koma í veg fyrir slysasleppingar. Einnig skal athuga hvort að atferli fisks sé eðlilegt og að afföll fiska séu innan settra marka.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Eldisstjóri og stöðvastjórar bera ábyrgð að það sé gerð neðansjávar eftirlit			
<b>TÍÐNI:</b>	Samkvæmt reglugerð skal skoða netpoka með um 90 daga millibili með köfun eða með neðansjávar myndavél.			
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Köfunareftirlit</li> <li>• Netpoki: um 90 daga millibili</li> <li>• Rammafestingar: Þriðja hvern mánuð</li> <li>• Myndavélaeftirlit</li> <li>• Netpoki: um 90 daga millibili</li> <li>• Dauður fiskur: Daglega</li> <li>• Atferli fisks: Daglega</li> <li>• Botnfestur: Árlega</li> <li>• Köfunar eða myndavélaeftirlit</li> <li>• Áður en nýr hópur af fiski er settur í eldiseininguna.</li> <li>• Eftir meðhöndlun eða uppákomu sem eykur líkur á óhappi, s.s. eftir slæmt veður, nótarskipti, flutning á fiski, eftir áhlaup afræningja, skemmdarverk á netpoka eða öðrum búnaði og eftir drátt á kví,</li> <li>• Eftir slátrun, flokkun og aðra vinnu þar sem talið er að líkur séu á að netpoki hafi orðið fyrir skemmdum.</li> </ul>			
<b>FRAMKVÆMDARAÐILI:</b>	Kafarar sjá um köfun. Stöðvarstjóri eða aðrir starfsmenn sjá almennt um neðansjávar eftirlit með myndavélum og fylgjast með ástandi á botnfestum.			
<b>EFTIRLIT</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Köfunareftirlit</li> <li>• Einn kafari framkvæmir eftirlit og tveir kafarar á yfirborði. Kafarar skulu útbúnir með einni myndvél og göt og önnur frávik skráð og myndað. Eftir hverja köfun er útfyllt köfunarskýrsla.</li> <li>• Neðansjávar myndavélaeftirlit</li> <li>• Ástand netpoka er skoðað þar sem leitast skal við að skoða eins stórt svæði nótar og myndavél gefur færi á. Fylgst er með fóðrupptöku, atferli fisks og fjölda dauðra fiska á botni.</li> <li>• Færanleg upptökuvél, af báti, er notuð við til að skoða ástand á botnfestum. Botnfestur, akkeri og keðjur, eru skoðaðar einu sinni á ári.</li> <li>• Athuga með hliðsjón af tækjum</li> </ul>			
<b>VIÐMIÐ</b>	<p>i. Engin göt eða slit á netpoka. Festingar úr netpoka í floteiningu í lagi. Engar flækjur eða núningur festinga eða búnaðar við netpoka.</p> <p>ii. Atferli fisks sé eðlilegt.</p> <p>iii. Viðmið fyrir ástand á botnfestum er að tæring sé óveruleg í öllum lásum og kósum. Samskeyti á tógi og keðjum séu í lagi.</p>			



<p><b>ÚRBÆTUR:</b></p>	<p>i. Gert skal við án tafar. Ef gat á netpoka er það stórt að talin sé hætta á að fiskur hafi komist út um það skal það tilkynnt Fiskistofu og síðan fylgt viðbragðsáætlun eldisstöðvar vegna <b>slysasleppinga</b>.</p> <p>ii. Óútskýrður dauði umfram 200 fiska á dag kallar á sérstaka skoðun á aðstæðum. Leitað orsaka, hegðun fisksins, fóðurtaka og umhverfisskilyrði skoðuð. Ef ekki finnast eðlilegar skýringar á dauðanum skal taka fisk til greiningar.</p> <p>iii. Gert skal við án tafar.</p>
<p><b>SKRÁNING:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eftir köfunareftirlit skal fylla út eyðublaðið <b>Köfunarskýrsla</b> í forritinu Havbruksloggen sem er nú um borð í öllum vinnubátum og í sínum starfsmanna.</li> <li>• Eftir neðansjávar myndavélaeftirlit skal fylla út eyðublaðið <b>Daglegt eftirlit í HAVBRUKSLOGGEN</b> þar sem við á.</li> <li>• Frávik eru skráð samkv. verklagsreglunni <b>Frávik og Úrbætu í Havbruksloggen eða EQS þar sem við á</b></li> </ul>

Laxalús				Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags. Nov 2018 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun Mast
<b>MARKMIÐ:</b>	Komið sé í veg fyrir að laxalús nái sér á strik á eldissvæðum fyrirtækis. Jafnframt er mikilvægt að greina lúsafloðu á hverjum tíma, laxalús og fiskilús.			
<b>TÍÐNI:</b>	Breytileg			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Eldisstjóri ber ábyrgð á að eftirlit sé virkt.			
<b>FRAMKVÆMDARADILI:</b>	Stöðvarstjóri eða aðrir starfsmenn			
<b>EFTIRLIT:</b>	<p>Sjá lýsingu í norskri verklagsreglu um talningu á laxalús á slóðinni:  <a href="http://lusedata.no/wp-content/uploads/2012/06/20130705-Veileder-telling-av-lakselus.pdf">http://lusedata.no/wp-content/uploads/2012/06/20130705-Veileder-telling-av-lakselus.pdf</a></p> <p>Sýni skulu send til Dýralækni Fisksjúkdóma, Tilraunastöðvar Háskólans að Keldum, 112 Reykjavík.</p> <p>Lúsatalning fer fram mánaðarlega samkvæmt leiðbeiningum MAST um lúsatalningu og vöktun lúsasmits í sjókvíum, samb. Reglugerð 220/2013. Niðurstöður mælinga er aðgengilegar þeim er það óska. Gefa skal út árlaga samantekt fyrir eldissvæðið í heild og fyrir hverja eldisstöð.</p>			
<b>VIÐMIÐ:</b>	Í samræmi við viðmið MAST			
<b>ÚRBÆTUR:</b>	Aflúsun er framkvæmd undir leiðsögn dýralæknis fisksjúkdóma og í samráði við aðra eldisaðila á svæðinu. Hægt er að nálgast leiðbeiningar um aflúsun á <a href="http://www.lusedata.no">http://www.lusedata.no</a>			
<b>SKRÁNING:</b>	Fylla skal út eyðublaðið <b>Laxalús FT</b>			
Þörungablómi				Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags nov 2018 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun Mast /Hafró
<b>MARKMIÐ:</b>	Tryggja að heilsu fiska stafar ekki hætta af svifþörungum.			

<b>TÍÐNI:</b>	Vor, sumar og haust:      Daglega Aðrir árstímar:      Vikulega
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Eldisstjóri ber ábyrgð að eftirlit sé virkt
<b>FRAMKVÆMDARADILI:</b>	Eldisstjóri og aðrir starfsmenn
<b>EFTIRLIT:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Sjónkýpi er mælt með neðansjávarmyndavél eða hvítri, hringlaga skífu (30 cm í þvermál)</u> sem er látin síga niður þar til hún er ekki lengur sjáanleg. Mæling er tekin á meðan hjart er þar sem birta getur haft veruleg áhrif á niðurstöðuna.</li> <li>• Aferli fiska og fódurupptaka er könnuð með neðansjávarmyndavél.</li> </ul>
<b>VIÐMIÐ:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Að sjónkýpi sé meira en 3 metrar.</li> <li>• Engin blæðing eru í tálknum eða óeðlilega mikið slím og ekki uppsöfnun á saur.</li> <li>• Breytingar á lit sjávar, hann getur orðið rauður, brúnn, rauðbrúnn, hvítleitur, gulleitur eða grænn, það fer eftir tegundum hver liturinn er eða aurburði.</li> <li>• Eftirfarandi atferlisþættir séu ekki til staðar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minni fódurtaka (allar tegundir af skaðlegu svifi)</li> <li>• Fiskurinn leitar upp í yfirborðið og gapir eftir lofti (svif sest á tálkn og dregur úr súrefnisupptöku þeirra)</li> <li>• Fiskurinn er sljór eða sjúkur (allar tegundir af skaðlegu svifi)</li> </ul> </li> </ul>
<b>ÚRBÆTUR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stöðva fódrun þar til tryggt er að þörungar eigi ekki sök.</li> <li>• Ekki hreyfa við fiski.</li> <li>• Sjósýni send til greiningar til Hafrannsóknarstofnunar.</li> <li>• Samband haft við dýralækni fisksjúkdóma og frekari aðgerðir gerðar í samstarfi við hann</li> <li>• Framkvæma viðbragðsáætlun vegna þörungablóma.</li> <li>• Árangursríkt getur verið að dæla djúpsjó við kvíar upp á yfirborðið og fá þannig „ferskan” sjó upp í efstu metrana þar sem fiskurinn heldur sig.</li> <li>• Mikilvægt er að setja af stað viðbragðsáætlanir um „sjúkdóma og massadauða“ og „neyðarslátrun“ ef aðstæður kalla eftir því.</li> </ul>
<b>SKRÁNING:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Upplýsingar skráðar á eyðublaðið <b>Daglegt eftirlit/ FISH TALK/HAVBRUKSLOGGEN</b> eftir því sem við á.</li> <li>• Frávík eru skráð samkv. verklagsreglunni <b>Frávík og Úrbætur</b> ef það er ekki hægt að framkvæma úrbætur strax.</li> <li>•</li> </ul>

Hitastig sjávar, selta og súrefni				Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags jan 2019 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST/UST
<b>MARKMIÐ:</b>	Tryggja að lífsskilyrði séu góð fyrir eldisfisk.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Eldisstjóri ber ábyrgð að eftirlit sé virkt			
<b>TÍÐNI:</b>	Daglega á sama stað inni kví (skráð heiti sýnatökustaðar), í Fish Talk. Stöðugt eftirlit á meðan fóðrun stendur.			
<b>FRAMKVÆMDARADILI:</b>	Fóðrarar sem eru ábyrgir fyrir öllum skráningum í FT eða aðrir starfsmenn			
<b>EFTIRLIT:</b>	Súrefnisstyrkur er mældur á 5 m dýpi með Oxyguard mæli/myndavélum.			
<b>VIÐMIÐ:</b>	Að súrefni sé meira en 70%. Að hitastig sé hærra en 1,5°C á 5m dýpi.			
<b>ÚRBÆTUR:</b>	Ef súrefni fer niður fyrir 70% á að hætta að fóðra. Hættumörk eru við 50%. Leita skal skýringa og brugðist við samkv. því. Ef hitastig fer niður fyrir 1,5 °C á 5m dýpi að hætta að fóðra.			
<b>SKRÁNING:</b>	Upplýsingar skráðar í eldisbókhaldið ( <b>FishTalk</b> ). Einnig er búið að setja upp umhverfisstöð með sískráningu á umhverfispáttum hiti straumur selta. Frávik eru skráð samkv. verklagsreglunni <b>Frávik og Úrbætur</b> ef það er ekki hægt að framkvæma úrbætur strax.			

Vöktun á sjó og botnseti				Skjalanúmer	Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. nov 2018 Endurskoðað 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af RORUM.	Stofnun UST	
<b>MARKMIÐ:</b>	Tryggja að uppsöfnun á úrgangi undir kvíum hafi ekki skaðleg áhrif á eldisfisk og umhverfi.				
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Eldisstjóri ber ábyrgð að eftirlit sé virkt				
<b>TÍÐNI:</b>	Sjá skjalið <b>Vöktunaráætlun</b>				
<b>FRAMKVÆMDARADILI:</b>	Sýnataka er framkvæmd af Náttúrustofu Austurlands og RORUM..				
<b>EFTIRLIT:</b>	Sjá skjalið <b>Vöktunaráætlun</b>				
<b>VIÐMIÐ:</b>	Notast verður við alþjóðleg viðmið. Staðall sem er viðmið er ISO 12878:2012.				
<b>ÚRBÆTUR:</b>	Ef viðmið standast ekki skal tilkynna Umhverfisstofnun og er ákvörðun um úrbætur tekin í samstarfi við hana.				
<b>SKRÁNING:</b>	Skýrsla með niðurstöðum er fengin frá NAT/RORUM og send til UST. Frávik eru skráð samkv. verklagsreglunni <b>Frávik og Úrbætur</b> .				

## Sannprófun

Til að tryggja að innra eftirlit virki sem skildi fer fram endurskoðun á því minnst einu sinni á ári, svokallaðar sannprófanir. Eftirfarandi er gátlisti fyrir framkvæmd sannprófana.

### 1. Tímasetning:

- a. Sannprófun er framkvæmd í apríl ár hvert, alltaf eftir slysasleppingu og þegar breytingar eiga sér stað á rekstri eldisstöðvarinnar. Framkvæmdar eru óvæntar sannprófanir á einstökum verkþáttum amk. einu sinni á ári til að skoða skilvirkni eftirlitsins. Niðurstöður slíkra stikkprófana skal skrá og mynda grundvöll fyrir umræðu á frekari þróun kerfisins.

### 2. Framkvæmdaraðilar:

Í sannprófunarráði er framkvæmdarstjóri formaður og með honum eru eldisstjóri og verkefnastjóri. Ráðið skipar þann aðila sem fer með sannprófanir. Sá sem fer með sannprófanir skal vera óháður þeim þáttum sem verið er að sannprófa.

### 3. Framkvæmd:

- . Hvort fyrirbyggjandi ráðstöfunum hafi verið framfylgt varðandi:
  - I. Viðhald á eldisstöðinni
    - Hefur viðhald verið framkvæmt samkv. notendahandbókum framleiðenda.
  - II. Þjálfun:
    - Er þörf á meiri og betri þjálfun?
    - Eru þjálfunaráætlanir nógu góðar?
  - III. Verklagsreglur/viðbragðsáætlanir:
    - Nógu góðar, í samræmi við lög og reglugerðir, er þörf á úrbótum?
    - Er þeim fylgt eftir?
    - Má fækka þeim eða er þörf á fleirum?
  - IV. Eftirlit
    - Hvort eftirlit og úrbætur hafi verið í samræmi við innra eftirlit eldisstöðvar?
    - Er ástæða til að breyta þeim viðmiðunum sem notaðar eru?
    - Hvort úrbótum hafi verið framfylgt innan setts tímaramma?
    - Hvort fullnægjandi úrbætur hafi verið gerðar þegar farið var yfir athugasemdir opinberra og annara eftirlitsaðila.
  - V. Áhættugreining
    - Farið yfir áhættugreiningu og þörf á úrbótum.
  - VI. Skráningar
    - Er eitthvað sem þarf að breyta í skjalastjórnun?
- b. Í árlegri sannprófun skal framkvæmd ítarleg úttekt á öllum búnaði eldisstöðvarinnar. Við eftirlit með köfun eða neðansjávarmyndatöku skal m.a. athuga:
  - . hvort festingar séu í lagi,
    - I. hvort floteining sé heil,
    - II. sannprófun viðhaldsáætlunar eldisstöðvar.

### 4. Úrbætur

- a. Ef frávik koma upp við sannprófanir þarf Stöðvarstjóri að útbúa aðgerðaráætlun fyrir úrbætur. Alvarleg frávik þarf að laga strax en almennt er miðað við þriggja vikna frest til að framkvæma úrbætur en hægt er að lengja þann tíma ef þurfa þykir.
- b. Stöðvastjóri útbýr úrbótaáætlun sem sannprófunarráð samþykkir og sér til að framfylgt sé innan setts tímaramma.

### 5. Skráning

- a. Skráningar sannprófana, niðurstöður og eftirfylgni úrbóta skal haldið við og vera aðgengilegt.

- b. Niðurstöður sannprófunarinnar skuldráðar og undirritaðar af stöðvarstjóra og tímasett úrbótaáætlun gerð fyrir þau atriði sem var ábótavant.
- c. Öll skjöl sem tilheyra sannprófunum skulu undirrituð af úttektaraðila og sannprófunarráði.

## Vöktunaráætlun

### INNGANGUR

Vöktunaráætlun þessi er unnin af Náttúrustofu Austfjarða (NAT) og RORUM í samráði við Fiskeldi Austfjarða. Við gerð áætlunarinnar var haft til hliðsjónar starfsleyfi FA, auk almennar leiðbeiningar Umhverfisstofnunar varðandi vöktun og reynslu Náttúrustofunnar við rannsóknir á botndýrum við fiskeldiskvíar. NAT/RORUM framkvæmir botnmælingar árlega. Sýnataka er að minnsta kosti O-prufa þá er tekin botn fauna og TOC, skv ISO 12878:2012 (Faunal index score, Number of macrofaunal taxa). Aðferðarfræði er í samræmi við ISO 12878:2012 og Aquagap staðal. Síðan er tekin er tekin botnprufa eftir eldislotu og eftir hvíld. Þá er mælt TOC skv. ISO 12878:2012

### STAÐSETNING

FA er með eldissvæði í Berufirði og Fáskrúðsfirði. Verið er að vinna að uppbyggingu fleiri eldissvæða.

### STAÐA RANNSÓKNA

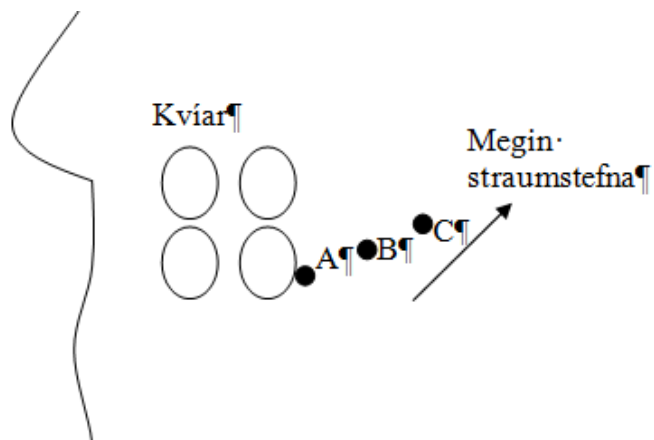
Nokkrar athuganir á botndýralífi hafa verið gerðar í Berufirði og Fáskrúðsfirði, Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2012). Innan fiskeldissvæðisins hafa verið gerðar athuganir frá 2001, Náttúrustofa Austfjarða og Vestfjarða auk þess er nú stórt verkefni í gangi með Þorleifi Ágústssyni og Þorleifi Eiríkssyni, NORCE, RORUM ofl. botnprufur í sambandi við eftirlit og rannsóknir verið gerðar hvert ár skv. þessu. Prufutökur hafa verið mjög tíðar síðan 2016 vegna rannsókna RORUM og NORCE.

### Staðsetning sýnatökustöðva

Reynsla Náttúrustofu Vestfjarða á botnsýnatökum við fiskeldiskvíar er að áhrif frá eldi á botndýr afmarkast að mestu innan 100 m og er mest innan 30 m frá kví. Miðað við dýpið (u.þ.b. 50 m í Berufirði) á eldissvæðinu þá má vænta að áhrifin séu vel innan 100 m frá kví. Aðeins hafa verið teknar =-prufur í Fáskrúðsfirði þar sem enn til dags nóvember 2018 hefur ekki verið eldi þar.

Fyrir hverja kví (kvíaþyrpingu) eru settar út þrjár sýnatökustöðvar: ein við kví, ein 30 m frá kví í megin straumstefnu og ein 100 m frá kví í megin straumstefnu (mynd 2). Að auki er ein viðmiðunarstöð sem er tekin ef þess gerist þörf. Hún er staðsett vel utan áhrifasvæðið en mun vera með samsvarandi botngerð og dýpi eins og er á fiskeldissvæðinu.

Sýnatökustöðvar taka mið af megin straumstefnu sbr. mynd 1..



Mynd 1. Dæmi um uppsetning sýnatökustöðva út frá kvíum og megin straumstefnu.

## Vöktun á botni

### Tæki

Notuð verður Van Veen greip (200 cm<sup>2</sup> eða 250 cm<sup>2</sup>). Sigt, 0,5mm er notað fyrir botndýragreiningar. Öflugar víðsjár (Leica MZ 6 og 12) eru notaðar til að greina dýralíf í sýnunum.

### Fjöldi stöðva og sýna

Tekin eru þrjú sýni á hverri stöð fyrir botndýragreiningar(þar sem það á við). Eitt sýni á stöð er tekið fyrir efnamælingar.

Tíðni sýnatöku. Skv ISO 12878. Synataka ár hvert, nema ekki sé fiskur á svæðinu, ef svo þá til að fá 0-prufu.

## 5.2 Frequency of operational monitoring of local impact zone

The effort made for environmental monitoring should be proportional to the scale of impact and should focus on long-term sustainable use of the marine environment. Guidance on the frequency of operational monitoring of local impact zone is given in Table 3. The timing of the survey is determined by the production cycle at the finfish farm site, i.e. surveys should be carried out during periods where the feed consumption is highest. A common component of aquaculture site management is the use of fallow periods, which allow some time for ecosystems to assimilate organic inputs from farm activities. Fallowing may impact the frequency of monitoring required.

**Table 3 — Guidance on the frequency of operational monitoring of local impact zone at finfish farm sites (local impact zone) in relation to impacts at the site (sediment condition)**

Sediment condition	Minimum monitoring frequency
Very good	Every second year or every second production cycle
Good	Every production cycle, alternatively every year
Poor	Every six months
Very poor	In most countries, authorities require that production changes be made.

NOTE Under very poor conditions, it is likely that the sediments are totally anoxic, with production of methane gas and hydrogen sulfide, and with a total absence of burrowing organisms (infauna).

### Meðhöndlun sýna

Öllum sýnum er lýst með tilliti til lyktar, lits, setgerð og hvort lifandi dýr sjáist. Botndýrasýnin fá um 10% formalín og eru þau varðveitt þannig í minnst tvo daga. Formalíninu er síðan hellt af, helst ekki seinna en eftir viku og 70% isopropanól er sett í staðinn. Sýnin er síðan sigtuð með 0,5 mm sigti eftir eina til tvær viku. Eftir það eru dýrin tínd úr og þau greind til tegunda ef hægt er.

Efnasýnin fara strax í frost um leið og þau eru komin í land. Þau eru síðan send til rannsóknarstöðva sem eru í flestum tilvikum erlendis.

### ÚRVINNSLA Á SÝNUM, SKÝRSLUGERÐ

Flest botndýr eru greind til tegunda en í sumum tilvikum er hærrí flokkun látin duga. Skrifað er minnisblað (stutt skýrsla) um hvert svæði þar sem kemur fram tegundagreiningin, aðferðarfræðin, sýnatökustaði o.fl.

Í botnseti er mælt: heildar lífrænt kolefni (TOC), heildar nitur (N), heildar fosfór (P) og heildar brennisteinn (S).

### VÖKTUN Á STRANDSJÓ

Mæld verða heildar köfnunarefni og fosfór í sjó. Sýnataka fer fram á sama tíma og sýni verða tekin af botnseti, eða á þriggja ára fresti, eða til samræmis við starfsleyfi eða hvort er styttra á milli í tíma rúmi í hverju tilviki.

### NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

Niðurstöður mælinga verða sendar á Umhverfisstofnun.



## Viðbragðsáætlanir

Mikilvægt er að viðbragðsáætlanir séu yfirfarnar minnst einu sinni á ári. Tryggja þarf að nauðsynlegur búnaður við framkvæmd viðbragðsáætlana sé tiltækur og í góðu ásigkomulagi. Einnig þarf að tryggja að allir samningar við utanaðkomandi aðila séu í gildi. Framkvæmdastjóri ber ábyrgð á því að þessum kröfum sé uppfyllt ásamt því að virkja réttar viðbragðsáætlanir þegar þeirra er þörf

Slysaslepping				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags júlí 2017 Enduskoðað. 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun Fiskistofa
<b>MARKMIÐ:</b>	Tryggja að viðbragðsáætlun vegna slysasleppinga sé í fullu samræmi við kröfur stjórnvalda um endurheimtur á fiski, tilkynningarskyldu og skýrslugerð.			
<b>UMFANG:</b>	Ef slysaslepping hefur átt sér stað eða rökstuddur grunur leikur á um að fiskur hafi sloppið úr eldiskvíum skulu starfsmenn bregðast fljótt og örugglega við þannig að komið sé í veg fyrir að meira af fiski sleppi. Yfirvöldum er tilkynnt slysasleppingin til Fiskistofu án tafar og veiðar á eldislax hafnar. Einnig skal tilkynna Umhverfisstofnun á <a href="mailto:ust@ust.is">ust@ust.is</a> og MAST á <a href="mailto:mast@mast.is">mast@mast.is</a> . Fiskistofu skal tilkynnt þetta skriflega innan 12 tíma frá því að slysaslepping uppgötvast. Öll viðbrögð skulu vera skv reglugerð 1170/2015 viðauki 4.. Sjá viðurlög í kafla um lög og reglugerðir.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri ber ábyrgð á að viðbragðsáætlun sé sett í gang eftir að slysaslepping uppgötvast.			
<b>VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:</b>	<p>Viðbrögð við slysasleppingu skulu vera í þessari röð:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Leita að orsökum og koma í veg fyrir að meira af fiski sleppi. <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Samband haft við kafara: Fiskeldisþjónustan s:855-4551 Samuel í Ktech</li> <li>b. Gat á neti er fundið annað hvort með myndavél á báti eða kafara.</li> <li>c. Ef það finnst gat á netinu skal það lokað strax, netinu skipt út fyrir nýtt eða lagfært.</li> </ul> </li> <li>. Tilkynna til Fiskistofu um slysasleppingu munnlega: <ul style="list-style-type: none"> <li>. Sími Fiskistofu er 569-7900</li> </ul> </li> <li>. Hefja veiðar á fiski eftir að búið er að tilkynna Fiskistofu. <ul style="list-style-type: none"> <li>. Ef góðar líkur eru taldar á því að hægt sé að veiða umtalsvert magn af stökufiski með utanaðkomandi hjálp skal hafa samband við neðangreinda sjómenn: <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Staðsetning: <b>Djúpivogur; Gjafar SU 90- 8631022 Elli.</b></li> </ul> </li> <li>a. Ef fiskur sleppur er heimild til að veiða innan 200 metra frá fiskeldisstöð, þrátt fyrir friðun. Fiskistofu verður fyrst að hafa verið tilkynnt um slysið. Heimildin gildir í 3 daga frá því að fiskur sleppur. <ul style="list-style-type: none"> <li>. ATH: Ef slysaslepping á sér stað á göngutíma laxfiska skal veiðin vera í samráði við Fiskistofu.</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>. Tilkynna til Fiskistofu um slysasleppingu skriflega eins fljótt og mögulegt er: <ul style="list-style-type: none"> <li>. Skrifleg tilkynning skal berast innan 12 klst. <ul style="list-style-type: none"> <li>. Fylla skal út eyðublaðið <b>Tilkynning um slysasleppingu</b> að hluta/fullu og sent á eftirfarandi netfang: <a href="mailto:mast@mast.is">mast@mast.is</a></li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> <p>a. Skrifleg skýrsla skal berast innan viku.</p>			

<p><b>SKRÁNING:</b></p>	<p>.Fylla skal út eyðublaðið <b>Tilkynning um slysasleppingu</b> að fullu og sent á eftirfarandi netfang: <a href="mailto:fiskistofa@fiskistofa.is">fiskistofa@fiskistofa.is</a></p> <p>b. Skrifleg tilkynning skal berast til sveitarfélaga og næstu veiðifélaga ef liggur rökstuddur grunur um strokufisk úr eldi.</p> <p>.Næsta Sveitarfélag er Djúpavogshreppur fyrir leyfið í Berufirði. senda skal tilkynningu á eftirfarandi netfang: <a href="mailto:djupivogur@djupivogur.is">djupivogur@djupivogur.is</a></p> <p>i.Næsta sveitarfélag er Fjarðabyggð fyrir leyfið í Fáskrúðsfirði. senda skal tilkynningu á eftirfarandi netfang: <a href="mailto:fjardabyggd@fjardabyggd.is">fjardabyggd@fjardabyggd.is</a></p> <p>ii.Næsta veiðifélag sem er vegna beggja leyfa er Veiðifélag Breiðdælinga. senda skal tilkynningu á eftirfarandi netfang:</p> <p>iii.<a href="mailto:heydalir@simnet.is">heydalir@simnet.is</a></p> <p>Eyðublaðið <b>Tilkynning um slysasleppingu</b> er í kaflanum Eyðublöð og einnig á rafrænu formi á vef Fiskistofu á slóðinni: <a href="http://www.fiskistofa.is/media/eydublod/Slysaslepping.pdf">http://www.fiskistofa.is/media/eydublod/Slysaslepping.pdf</a>. Eintak af útfylltu eyðublaði skal einnig geyma í <b>(viðkomandi skjalastjórnunarkerfi)</b>. Verklagsreglan <b>Frávik og Úrbætur</b> er framkvæmd.</p>
-------------------------	---

Meðferð kvartana				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. Nón 2018 Endurskoðað: 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun Mast
<b>MARKMIÐ:</b>	Að tryggja að allar kvartanir hljóti umfjöllun og skoðun og til að fyrirbyggja galla á framleiðslu eða umhverfistjón af völdum hennar.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Sannprófunarráð, Stöðvastjóri og gæðastjóri			
<b>UMFANG:</b>	Berist kvörtun frá gæðaeftirliti eða fiskkaupanda varðandi gæði framleiðslunnar eða kvörtun frá utanaðkomandi aðila varðandi umhverfis eða öryggismál ber að taka það til skoðunnar innan fyrirtækissins.			
<b>VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berist kvörtun um gæði eldisfisks ber sannprófunarráði auk gæðastjóra að fara yfir eldisferil og reyna að greina ástæður og bæta úr.</li> <li>• Berist kvörtun frá þriðja óháða aðila varðandi umhverfis eða öryggismál Skal sannprófunarráð strax fjalla um það ásamt stöðvarstjóra og gæðastjóra og greina hvort að um hættu eða ógn sé að ræða og hvort að bregðast megi við kvörtunum. Jafnframt skal formaður sannprófunarráðs tilkynna stjórn fyrirtækisins (BORD) um eðli kvörtunar og til hvaða ráða verði gripið.</li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	Havbruksloggen. Verklagsreglan <b>Frávik og Úrbætur</b> er framkvæmd.			

Fárviðri				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. 18.sept 2019 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	til að vera viðbúin með stöðina ef færviðri er í kortunum			
<b>UMFANG:</b>	að það verði engin skemmd eða sem minnst skemmdir á búnaði eða á stöðinni			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvastjóri, allir starfsmenn			
<b>VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:</b>	ef það er færviðri í kortunum, ættu starfsmenn að fara yfir allann búnað og stöðina til að sjá hvort að tæki og búnaður sé nógu vel gengið frá. til þess að þau þola veðrið að bestu getu. Stöðvastjóri og aðrir starfsmenn fylgjast með veðurspá inná <a href="https://www.vedur.is/">https://www.vedur.is/</a>			
<b>SKRÁNING:</b>	Havbruksloggen, ef færviðri hefur skemmt búnað er skráð inn sem frávik			

Afræningjar				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags Sept 2019 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun Fiskistofa
<b>MARKMIÐ:</b>	Koma í veg fyrir að afræningjar valdi beinu eða óbeinu tjóni á eldisfiski, sem gæti falist í áverkum eða stressi. Enn fremur að koma í veg fyrir tjón á búnaði og mögulegum slysasleppingum.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvastjóri og aðrir starfsmenn			
<b>VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:</b>	Fjarlægja bæði sjávarspendýr og vargfugla sem vinna tjón á eldisfiski og búnaði. <ul style="list-style-type: none"> <li>Selir <ul style="list-style-type: none"> <li>Ef útselur sést við eldiskvíar skal bregðast við strax og fjarlægja dýrið.</li> <li>Ef landselur sést skal hafa sérstakar gætur á hegðun dýrsins, ef landselur sést í tvo daga samfellt skal grípa til aðgerða.</li> </ul> </li> <li>Skarfur <ul style="list-style-type: none"> <li>Ef einn skarfur hefur viðveru á kvíarsvæði í meira en 3 daga skal grípa til aðgerða um að fæla eða fjarlægja hann í burtu. Veiðitímabil fyrir dílaskarf er frá 1. september til 15. mars.</li> <li>Ávallt skal framkvæmdastjóra og eftirlitsaðila gert viðvart ef grípa þarf til aðgerða gegn afræningja. Öll dráp á afræningjum eru skráð (ástæða dauða og dagsetning) og upplýsingar gerðar opinberar á heimasíðu fyrirtækisins.</li> </ul> </li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	EQS			

Ísing á búnaði				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. Nóv 2018 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Koma í veg fyrir að ísing valdi tjóni á sjókvíum með þeim afleiðingum að fiskur sleppi út úr netpoka.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Eldisstjóri og stöðvastjóri			
<b>VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fylgjast skal með veðurspá og sjávarhita og meta líkur á ísingu. Við mat á ísingarhættu skal taka mið af sjávarhita, lofthita og vindhraða.</li> <li>Til að koma í veg fyrir tjón skal losa hoppnet frá og láta það falla í sjóinn. Við það bráðnar ísinn af netinu. Slíkt skal eingöngu gert undir stöðugu eftirliti starfsmanna.</li> <li>Við minniháttar ísingu og þegar hætta er á að ísing aukist skulu starfsmenn nota trékylfur og brjóta ísinn af hoppneti, stöðum og handriði.</li> </ul>			

<b>SKRÁNING:</b>	EQG og Havbruksloggen. Verklagsreglan <b>Frávik og Úrbætur</b> er framkvæmd.
------------------	--

Hafís og rekís				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags nív 2018 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Koma í veg fyrir að hafís/rekís valdi tjóni á sjókvíum með þeim afleiðingum að skaða eldisfisk eða að slysaslepping eigi sér stað.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Eldisstjóri og stöðvastjóri			
<b>UMFANG:</b>	Í miklum frostum skal fylgjast með hvort lagnaðarís sé byrjaður að myndast í fjarðarbotnum, árósum og öðrum stöðum þar sem hættu á að hann geti myndast. Mesta hættan er í vindasömu veðri eftir mikið frost, þá getur ísinn losnað og farið á rek. Við slíkar aðstæður skal hafa sérstakar gætur á ísreki.			
<b>VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berist hafís að ströndum Austfjarða skal eldisstjóri fylgjast með spám um ísrek á vef veðurstofunnar: <a href="http://www.vedur.is/hafis/tilkynningar">http://www.vedur.is/hafis/tilkynningar</a></li> <li>• Allir stálbátar Fiskeldi Austfjarða skulu settir í viðbragðsstöðu til að verja eldiskvíar gegn tjón vegna ísreks.</li> <li>• Flytja kvíar á öruggari stað sé þess kostur <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sjá verklagsreglu um flutningin á lifandi eldisfisk</li> </ul> </li> <li>• Ef það er ekki möguleiki skal Stöðvarstjóri hefja nauðsynlegan undirbúning fyrir neyðarslátrun í samráði við framkvæmdastjóra og eldisstjóra.</li> <li>• Sjáist til að stórra ísfleka nálgast kvíabyrpingar skal fara á bát og brjóta eða ýta ísnum frá kvíum.</li> <li>• Hafa skal samband við útgerðir stærri stálskipa sem eru tiltæk til aðstoðar til varnar eldiskvíum vegna ísreks.</li> <li>• Sérstakar gætur skal hafa á að ísrek safnist ekki við fóðurslöngur. Ef rekís safnast við fóðurslöngur, svo hættu sé talin af, skal sigla yfir fóðurslöngur á léttabát og hleypa ís framhjá.</li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	EQS. Verklagsreglan <b>Frávik og Úrbætur</b> er framkvæmd.			

Mengun af völdum olíu eða annarra efna				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags.10 12.14 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun UST
<b>MARKMIÐ:</b>	Að koma í veg fyrir að mengun berist á þann stað sem sjókvíaelði fer fram á ásamt því að gera ráðstafanir í þá átt að lágmarka tjón.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Eldisstjóri og aðrir starfsmenn			
<b>VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Láta yfirmann fiskeldis og hafnarvörð vita strax og vart er mengunar</li> <li>Fá vitneskju um magn og tegund mengunar</li> <li>Ef mengun er veruleg og útséð með að hægt verði að hefta hana á ákveðnum stað skal gera ráðstafanir til þess að sjókvíar verði fluttar á stað þar sem líkur er á að mengun nái ekki til</li> <li>Tilkynna skal atvikið þegar í stað til Umhverfisstofnunar, <a href="mailto:ust@ust.is">ust@ust.is</a> og heilbrigðiseftirlits á staðnum</li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	Skráning fer fram í EQS kerfinu undir frávik og mengun. Eyðublöðin tilkynningar vegna mengunaróhappa og tilkynningar vegnabráðamengunar hafs og stranda er að finna með hverri viðbragðsáætlun í bátum og prömmum. Verklagsreglan <b>Frávik og Úrbætur</b> er framkvæmd.			
<b>LEIÐBEININGAR UM TILKYNNINGAR VEGNA MENGUNARÓHAPPA :</b>	<p>Tilvik sem krefjast tafarlausra viðbragða s.s. bráðmengun eða slyskulu eftir atvikum tilkynnt eftirfarandi viðbragðsaðilum:</p> <p><b>-Neyðarlínan(112):</b> símsvörun og boðin viðeigandi viðbragðsaðila mengunar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Slökkvilið:</b> hverskonar mengun á landi sem krefst aðkomu viðbragðsaðila.</li> <li><b>Hafnarstjóri:</b> hverskonar mengun hafs eða stranda innan hafnarsvæða sem krefst aðkomu viðbragðsaðila.</li> <li><b>landhelgisgæslan:</b> ef um er að ræða hverskonar mengun hafs og stranda utan hafnarsvæða sem krefst aðkomu viðbragðsaðila.</li> </ul>			

Neyðarslátrun				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags 10 sept 2018 Endurskoðað: 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun UST
<b>MARKMIÐ:</b>	Að hámarka nýtingu og virði eldisfisks ásamt því að urða eða setja í grinder skemmd hráefni.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Eldisstjóri			
<b>VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haft er samband við utanaðkomandi báta eins og þörf krefur ef magn er mikið. Samningur hefur verið gerður við brunnbátinn Solundöy sem er sláturbátur félagsins og getur tekið 50 tn í einu til að veita aðstoð í slíkum aðstæðum. Einnig ofur vinnubáturinn Enterprise sími 6992691 Höskuldur. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solundöy, sími: (Höskuldur 6992691)</li> </ul> </li> <li>• Fleiri bátar eru kallaðir til ef aðstæður krefjast þess.</li> <li>• Öllum söluhæfum fiski skal slátra til vinnslu afurða. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ef hefðbundin vinnsla hefur ekki við er haft samband við fleiri fiskvinnslustöðvar. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerður hefur verið samningur við Búlandstind ehf. um vinnslu á sláturfiski, afköst 100 tn á dag.</li> <li>• Lifandi lax sem tekst að blóðga og kæla tímalega er seldur til manneldis</li> <li>• Dauður lax, óblóðgaður og óskemmt hráefni fer til meltu eða frýstingar sem hráefni er svo notað í loðdýrafóður: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Samningur við fyrirtækið Funi ehf er til staðar. ef til þess kemur að þurfi að urða fiskinn</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Skemmd hráefni sem ekki eru hæf í dýrafóður, verður ekið til urðunar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Samningur við Funi/gámaþjónustuna, sem annast móttöku á lífrænum úrgangi fyrir Fiskeldi Austfjarða hf.</li> <li>• Tilkynna skal dauða til MAST, Gísli Jonsson og UST, ust@ust.is.</li> </ul> </li> </ul> </li></ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	Verklagsreglan <b>Frávik og Úrbætur</b> er framkvæmd.			

Tímabundin og varanleg stöðvun á rekstri				Skjalnúmer
Útgáfunr. 3	Dags 19 sept 2018 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST og UST
<b>MARKMIÐ:</b>	Lágmarka umhverfisleg áhrif verði stöðvun á rekstri			
<b>UMFANG:</b>	Samkvæmt starfsleyfi er hér er sett fram neyðaráætlun um meðferð og förgun eldisfisks ef til kemur óvænt stöðvun á rekstri eldisfyrirtækisins. Komi til skyndilegrar rekstrarstöðvunar verður aðgerðum háttáð eftir ástandi fisksins og ytri aðstæðum þegar slík stöðvun verður.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Framkvæmdastjóri			
<b>VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tilkynna Umhverfisstofnun og MAST um stöðvun rekstrar.</li> <li>• Tilkynna UST ef neyðaráætlun er virkjuð og fiskur fluttur á urðunarstað.</li> <li>• Sjá verklagsregluna <b>Neyðarslátrun</b> fyrir meðhöndlun á fisk.</li> <li>• Öll efni s.s. olíur, sápur, auk fóðurs á lager skal endursenda til birgja.</li> <li>• Ganga skal þannig frá húsnæði, bátum, tækjum og öðrum búnaði að engin hættu er á mengun frá þeim.</li> <li>• Taka skal alla eldispoka úr eldiskvíum eftir að fiskur hefur verið fjarlægður. Heila poka skal koma fyrir á viðurkenndu geymslusvæði fyrirtækisins. Skemmda poka og tóg skal koma til Gámaþjónustu til förgunar.</li> <li>• Tómar eldiskvíar skal taka á land eða festa tryggilega í rammafestingar.</li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	Verklagsreglan <b>Frávik og Úrbætur</b> er framkvæmd.			



Sjúkdómar og massadauði				Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags 10 sept 2018 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun: UST og MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Þessi neyðaráætlun er gerð til að tryggja góðar smitvarnir og velferð fiska í neyðartilfellum.			
<b>SKILGREINING:</b>	Með massadauða er átt við að dauðinn er svo mikill að ekki er mögulegt að fjarlægja fjölda dauðra fiska í reglubundum rekstri. Massadauði getur stafað af sjúkdómum eða ytri þáttum á borð við skaðlega þörunguna, marglyttur, skaðleg umhverfisáhrif eða bráðamengun.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Eldisstjóri og Stöðvarstjóri			
<b>VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ef grunur vaknar um skaðleg umhverfisáhrif eða að fiskaheilsa fari hrakandi skal hafa samband við Stöðvarstjóra.</li> <li>• Stöðvarstjóri hefur samband við Framkvæmdastjóra, Eldisstjóra og dýralækni fiskeldis.</li> <li>• Framkvæmdastjóri, Eldisstjóri og Stöðvarstjóri skuli í samráði við dýralækni fiskeldis, MAST og UST og meta hvaða ráðstafanir hægt er að beita til að ákvarða orsök og hindra frekari skaða.</li> <li>• Verklagsreglan <b>Neyðarslátrun</b> er framkvæmd ef mat aðila er að ekki sé hægt að stöðva dauða.</li> <li>• Tilkynna skal neyðarslátrun til MAST, Gísla Jónssonar og UST, ust@ust.is.</li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	Verklagsreglan <b>Frávik og Urbætur</b> er framkvæmd.			

## Verklagsreglur

Frávik og úrbætur				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. Nóv 2018 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Markmið þessarar verklagsreglu er að gera því betri skil hver sé ábyrgur fyrir meðhöndlun frávika og hvernig úrbótum sé háttað.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Allir starfsmenn bera ábyrgð á að fylgja þessari verklagsreglu. Eldisstjóri er ábyrgur fyrir því að sjá til þess að úrbætur séu framkvæmdar innan setts tímaramma.			
<b>VERKREGLUR/SKRÁNING:</b>	Havbrúksloggen og EQS. Útfylling á eyðublaðinu Frávik.  Sá sem uppgötvar fráviknið skal fylla út Lýsing (lýsing á frávikni) ásamt Orsakir (líklegar orsakir á frávikni). Eldisstjóri fyllir út Úrbætur ásamt Fyrirbygging (Fyrirbyggjandi aðgerðir til að hindra endurtekningu á frávikni).			

Meðhöndlun á netpoka.				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. Nón 2018 Endurskoðað: 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Tryggja að netpoki sé meðhöndlaður á þann hátt að gæði hans og öryggi séu fullnægjandi með tilliti til slysasleppinga.			
<b>UMFANG:</b>	Verkreglurnar gilda um meðhöndlun á netpoka frá móttöku og þar til hætt er að nota hann. Móttaka, flutningur, geymsla, sjósetning, skipti og úttekt á netpoka.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri			
<b>VERKREGLUR</b>	<p><b>MÓTTAKA Á NETPOKA</b> Sjá móttökueftirlit í kaflanum <b>Innra Eftirlit</b>.</p> <p><b>FLUTNINGUR OG GEYMSLA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netpoka skal geyma á þurrum og frostlausum stað. Það er mikilvægt að þeir séu ekki geymdir í lengri tíma óvarðir gegn sólarljósi, þá mega þeir ekki komast í snertingu við súru.</li> <li>• Netpokar skulu fluttir og geymdir þannig að þeir verði ekki fyrir skaða.</li> </ul> <p><b>MEDHÖNDLUN OG SJÓSETNING Á NETPOKA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alltaf skal meðhöndla netpoka á varfærinn hátt þegar lyfta þarf honum eða flytja. Ekki skal beita átaki á möskva þegar poka er lyft, styrkur netpokans liggur í styrkartógum.</li> <li>• Þegar netpoki er settur í kví skal allt vera klárt áður en fiskur er settur í nótina. Framkvæma skal <b>köfunareftirlit</b> til að ganga úr skugga um að engin göt séu á netpokanum. Öll eyru á hoppneti skulu fest í hringinn. Dauðfiskasöfun (háfur eða Lift-up) skal setja í nótina og hann prófaður.</li> <li>• Meta hvort ástæða er til að bæta við þyngingum á pokann.</li> </ul> <p><b>SKIPT UM NETPOKA</b> Sjá verkregluna <b>Skipt um Netpoka</b>.</p> <p><b>ÚTTEKT Á ÁSTANDI OG VIÐHALD Á NETPOKA</b> Að lágmarki á 24 mánaða fresti skal gera úttekt á ástandi netpokans af (netaverkstæði). Möskvar í netpoka skulu uppfylla að lágmarki 70% af slitpoli samkv. reglugerð um Fiskeldi. Fyrir hoppnet er þó nægilegt að slitpolið sé 65%.</p> <p><b>SKRÁNING:</b> Á hverjum tíma skal vera hægt að sjá hvar netpoki er, eftirlit með honum og forsögu hans í <b>Ferilskrá netpoka. Allar skráningar um netpoka eru í Havbruksloggen.</b></p> <p>Vottorð frá framleiðanda og niðurstöður úr eftirliti frá eftirlitsaðila skal geyma í (viðkomandi skjalastjórnunarkerfi) undir kaflanum ferilskrá netpoka.</p>			

Rekstur á fiski milli netpoka				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. sept 2018 enduskoðunardags. 16.01.20	Farið yfir af: ÓRS	Samþykkt af; KL	Stofnun Valfrjálst
<b>MARKMIÐ:</b>	Koma í veg fyrir slysasleppingu þegar fiskur er rekinn á milli netpoka.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri			
<b>VERKREGLUR</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möskvastærð í tengineti og í fyrirdráttarnót skal hæfa stærð fiskisins, þannig að tryggt sé að fiskurinn ánetjist ekki neti. Til viðmiðunar skal nota töflu um lágmarks möskvastærð (sjá í verklegsreglunni <b>Skipt um netpoka</b>).</li> <li>• Báðar kvíar skulu tryggilegar festar áður en tenginet er fest milli netpoka.</li> <li>• Þegar fiskur er rekinn milli eldiskvíá má straumur ekki vera of mikill og veður almennt gott.</li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	Fjöldi fiska skráður í <b>eldisbókhald</b> . FT.			

Skipt um netpoka				Skjalanúmer Skjal nr.																							
Útgáfunr. 2	Dags Júlí 2018 Endurskoðað: 16.01.20	Skrifað af Jónatani Þórðarsyn	Samþykkt af Erlendi Gíslasyn	Stofnun MAST																							
<b>MARKMIÐ:</b>	Koma í veg fyrir slysasleppingu þegar skipt er um netpoka.																										
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri																										
<b>UNDIRBÚNINGUR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tæmir allan fisk úr kví áður en nótaskipti hefjast.</li> <li>Hreinsa ásætur af floteiningu, sérstaklega hrúðurkarl og krækling áður en skipt er um netpoka.</li> <li>Séu innsigli og umbúðir órofið (sjá <b>móttökueftirlit</b>) telst netpoki hæfur til sjósetningar.</li> <li>Þegar skipt er um netpoka má straumur ekki vera of mikill og veður almennt gott.</li> </ul> <p>Eldisstjóri metur aðstæður í hvert sinn, breytilegt eftir vindátt o.fl.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lágmarksfjöldi þáttakenda eru þrír starfsmenn, kafari getur verið einn af þeim. Kafari yfirfer poka áður en fiski er sleppt í hann.</li> <li>Netpoka skal hafa lágmarks möskvastærð m.t.t. fiskistærðar, samkvæmt töflu hér að neðan:</li> </ul> <table border="1" data-bbox="532 871 906 1123"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Minnsta fiskistærð (g)</th> <th colspan="2">Lágmarks möskastærð</th> </tr> <tr> <th>Leggur mm</th> <th>Heilmöskvi mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25</td> <td>14</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>16</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>20</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>22</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>25</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>28</td> <td>58</td> </tr> </tbody> </table>				Minnsta fiskistærð (g)	Lágmarks möskastærð		Leggur mm	Heilmöskvi mm	25	14	30	50	16	34	100	20	42	200	22	46	500	25	52	1000	28	58
Minnsta fiskistærð (g)	Lágmarks möskastærð																										
	Leggur mm	Heilmöskvi mm																									
25	14	30																									
50	16	34																									
100	20	42																									
200	22	46																									
500	25	52																									
1000	28	58																									
<b>VERKREGLUR:</b>	<p><b>Nótaskipti með fiski í kví æskileg aðferð.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Byrjað er á því að smeygja nýju nótinni niður með gamla pokanum.</li> <li>8 tóg eru bundin með jöfnu millibili í nýju nótina og á handrið kvíar.</li> <li>Nýja nótin er látin sökkva niður og opnast hún fyrir neðan gamla pokann.</li> <li>Tógin eru sett inn á koppa og nýja nótin dregin utan um þá gömlu.</li> <li>Kafari fer niður og tekur nýju nótina út:</li> <li>Áður en gamla nótin er fjarlægð er <b>Neðansjávareftirlit</b> með köfun framkvæmt.</li> <li>Öll bönd eru leyst af eldri poka, hún látin hanga á krókum handriðs.</li> <li>Nýja nótin er bundin á hringinn og hoppneti tillt á handrið.</li> <li>Stöðvarstjóri eða staðgengill hans skal samþykkja frágang netpoka áður en fiskur er settur/fluttur yfir í nýjan netpoka.</li> <li>Miðjuband gamla pokans er fest í krana, hann leystur niður allan hringinn og hann síðan hífður upp á röngunni. Fiskurinn hvolfist þá í nýja pokann.</li> <li>Eftirlitsferð er farin á kvína til að tryggja að allar festingar séu rétt bundnar.</li> </ul>																										
<b>SKRÁNING:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Allar skráningar netpoka eru í Havbruksloggen.</b> Skráð er í ferilskrá beggja netpoka hvar núverandi staðsetning þeirra sé.</li> <li><b>Ferilskrá viðkomandi netpoka er flutt til í (viðkomandi skjalastjórnunarkerfi) þannig að hún sé undir réttri kví. Havbruksloggen.</b></li> </ul>																										

Hreinsun á netpoka				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags 10.júní 2017 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af: ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Draga úr sliti og álagi á netpoka og tryggja sjógæði.			
<b>HELSTU ÁHÆTTUÞÆTTIR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ásætur auka þyngd netpoka og líkur á sliti og að möskvar slitni vegna álags.</li> <li>• Kræklingur og hrúðurkarl geta aukið slit á netmöskvum og myndað göt og hindrað sjóskipti í kví.</li> <li>• Hvítt nælon þolir aðeins 20 þvætti þa er strykurinn farinn, þannig að FA hefur skipt yfir í nýtt efni Viking Plus sem þolir 100 þvætti.</li> </ul>			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	<p>Eldisstjóri er ábyrgur fyrir því að samningur sé gerður við viðurkendann aðila um að sinna nótaþvotti. Samningur: Egersund á Eskifirði, tengiliður er Barði S:787-6050 JMI Island sér um neðansjávarþvott og róbot eftirlit. Framkvæmt mánaðarleg eða 9x á ári á hverri virkri nótt..</p> <p>Stöðvarstjóri er ábyrgur fyrir því að samningi sé fylgt eftir og hreinsun sé nægjanleg.</p>			
<b>UNDIRBÚNINGUR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frá 1. janúar til 31 mars verði nótapokar aðeins þvegnir þyki ástæða til</li> <li>• Í apríl skulu allir pokar þvegnir einu sinni, bæði veggir og botnar</li> <li>• Frá 1. maí til 31 ágúst skulu allir veggir poka þvegnir u.þ.b á þriggja vikna fresti og botnar á 6 vikna fresti.</li> <li>• Frá 1 september til 31 desember skulu allir veggir poka vera þvegnir á 4 til 6 vikna fresti og botnar á 8 til 12 vikna fresti. Þ.e.a.s. veggir poka skulu þvegnir þrisvar á þessu tímabili og botnar einu sinni eða tvisvar, að höfðu samráði við tengilið þjónustukaupa.</li> </ul>			
<b>VERKREGLUR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Við hreinsunina er notaður þjarki sem þjónustuaðili leggur til.</li> <li>• Hreinsa skal undan straumi eins og frekast er unnt, til að lífrænn úrgangur berist síður inn í kvína.</li> <li>• Kafarar eru notaðir til að hreinsa netpoka eftir því sem við á.</li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	Skráð er í <b>Ferilskrá netpoka í Havbruksloggen</b> . dagsetning hreinsunar og helstu upplýsingar hennar.			

Móttaka á seiðum				Skjalanúmer Skjal nr.																							
Útgáfunr. Nr2.	Dags 19 sept 2018	Skrifað af Jónatani Þórðarsyni	Samþykkt af Erlendi Gíslasyn	Stofnun MAST																							
<b>MARKMIÐ:</b>	Markmið með verklagsreglum er koma í veg fyrir að seiði sleppi í náttúruna og að tryggja gæði og heilbrigði seiða.																										
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Eldisstjóri ber ábyrgð á að eftirlit sé virkt og heilbrigðisvottorð sé í lagi. Stöðvarstjóri og gæðastjóri skulu tryggja að búnaður sé í góðu ásigkomulagi.																										
<b>VERKREGLUR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hitastig sjávar þarf að vera yfir 4 °C þegar seiði eru flutt í sjókvíar</li> <li>• Tryggja þarf að laxaseiði séu fullkomlega sjóklár (smoltuð) við útsetningu. Mælingar á seltuþoli laxaseiða er framkvæmt af þar til bærum aðilum (Pharmaq) á síðustu stigum eldis í seiðastöð eða innra seltuþolspróf. 330 dgr á saltfóðri osfrv</li> <li>• Séu seiði losuð úr brunnbát þegar dagsbirtu nýtur ekki við skal komið fyrir minnst einu ljósi á yfirborði viðkomandi kvíar.</li> <li>• Tryggja þarf að allur búnaður eldiskvíar sé fullfrágenginn þegar fiski er sleppt í kví <ul style="list-style-type: none"> <li>- Netpoka skal hafa lágmarks möskvastærð m.t.t. fiskistærðar, samkvæmt töflu hér að neðan:</li> </ul> </li> </ul> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Minnsta fiskistærð (g)</th> <th colspan="2">Lágmarks möskvastærð</th> </tr> <tr> <th>Leggur mm</th> <th>Heilmöskvi mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>25</td> <td>14</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>50</td> <td>16</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>20</td> <td>42</td> </tr> <tr> <td>200</td> <td>22</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>25</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>28</td> <td>58</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> <li>• Brunnbátur skal ekki leggjast að kví í vindstyrk meiri en 15 m/sek og leggjast að vindmegin ef blæs.</li> </ul>				Minnsta fiskistærð (g)	Lágmarks möskvastærð		Leggur mm	Heilmöskvi mm	25	14	30	50	16	34	100	20	42	200	22	46	500	25	52	1000	28	58
Minnsta fiskistærð (g)	Lágmarks möskvastærð																										
	Leggur mm	Heilmöskvi mm																									
25	14	30																									
50	16	34																									
100	20	42																									
200	22	46																									
500	25	52																									
1000	28	58																									
<b>SKRÁNING:</b>	Fjöldi lifandi/dauðra seiða skal skráð í <b>eldisbókhald FT.</b> Heilbrigðisvottorð dýralæknis og flutningsskýrsla skulu geymd í möppu um heilbrigðismál.																										

Losun á dauðum fiski úr netpoka				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags 10.12.2014 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af: ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Markmiðið með verkreglunum er að tryggja að réttri meðhöndlun við losun á dauðum fiski sé fylgt, minnka álag á netpoka, draga úr hættu á að afræningjar sæki í dauðan fisk, tryggja hreinlæti og minnka hættu á smiti. Einnig að tryggja að dauður fiskur sé meðhöndlaður á réttan hátt.			
<b>UMFANG:</b>	Verkreglurnar ná yfir losun úr dauðfiskaháfi eða Lift-up kerfi, meðhöndlun á dauðum fiski og skrásetningu á orsökum og fjölda.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri ber ábyrgð á að starfsreglum sé fylgt. Stöðvarstjóri og aðrir starfsmenn sjá um að hreinsa dauðfiskaháfa, telja dauða fiska, skrá fjöldann (og þyngd þegar við á) og sjá til þess að afrit af skráningarblaði berist til þeirra er skrá í eldisbókhald. Eldisstjóri stýrir skýrslugerð til Umhverfisstofnunar.			
<b>VERKREGLUR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitja skal um dauðfiskaháfa/liftup daglega þegar því verður við komið (sbr. 36. gr. VI. kafla í Reglugerð um fiskeldi Nr. 1170/2015)</li> <li>• Neðansjávareftirlit skal framkvæma eigi sjaldnar en á 3 mánaða fresti með köfun eða með neðansjávarmyndavélum. Sérstaklega skal skoða nætur m.t.t. slits á botni frá háfi og fjarlægja dauðan fisk sem ekki hefur ratað í dauðfiskaháf eða Lift-Up, sjá nánar í neðansjávareftirliti.</li> <li>• Dauðfiskaháfana skal draga upp í einni lotu og helst ekki meðan fóðrað er.</li> <li>• Dauðan fisk skal losa í sérstaklega merktum fiskikörum sem notuð eru eingöngu í þeim tilgangi. Taka skal nægjanlega mörg ker til að þau nægi undir rýflega þann skammt sem búast má við úr háfum.</li> <li>• Komi upp atvik þar sem mikið magn af nýlega dauðum fiski berst á land skal reyna eftir því sem unnt er að nýta slíkan fisk sem hráefni til loðdýrafóðurgerðar (Klofningur).</li> <li>• Jafnframt því sem háfar eru dregnir upp og losaðir skulu „sveimarar“ háfaðir, eftir því sem kostur er, og þeir settir og skráðir með dauða fiskinum.</li> <li>• Hver háfur sem notaður er til að háfa „sveimara“ eða dauðan fisk sem t.d. dettur úr dauðfiskaháfi við yfirborð skal eingöngu nota á einni staðsetningu. Þetta skal gert til minnka líkur á að sjúkdómar eða óværa berist á milli staðsetninga.</li> <li>• Allan fisk sem á að urða skal komið í frysti/kæligám þar til að nægjanlegt magn hefur safnast til að fylla vörubílsfarm. Gámaþjónusta Vestfjarða annast förgun á lífrænum úrgangi í samræmi við reglur um mengun og hollustuhætti.</li> <li>• Haldnar skulu sundurlíðaðar skýrslur um fjölda og orsakir dauða úr öllum eldiseiningum sem eiga að vera aðgengilegar fyrir eftirlitsaðila. Ef dauðum fiski er ráðstafað í annað en urðun, t.d. í loðdýrafóður, skal þess getið í skýrslum.</li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verkefnastjóri skal bera ábyrgð á að skrá niðurstöður í eldisbókhald FT.</li> </ul>			



Dráttur á sjókví með lifandi fiski				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. 10.12 2014 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Koma í veg fyrir tjón á sjókví í drætti sem getur leitt til að fiskur sleppi eða drepist.			
<b>HELSTU ÁHÆTTUÞÆTTIR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gat komi á netpoka þegar dregið er af miklum krafti og álag verður of mikið á einstaka möskva.</li> <li>• Of hratt dregið, fiskur slæst utan í netpoka, afhreistrast og drepst.</li> <li>• Þyngingar of léttar og/eða kví dregin of hratt þannig að netpoki aflagist og skemmist með þeim afleiðingum að fiskur sleppur út.</li> </ul>			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri og skipstjóri dráttarbáts.			
<b>VERKREGLUR:</b>	<b>FRAMKVÆMD FLUTNINGS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ef draga á sjókvíar út fyrir starfssvæði stöðvar þarf að fá leyfi frá Fiskistofu</li> <li>• Minnisþingar: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flutning á lifandi fiski skal tilkynna til Matvælastofnunar (sbr. 41. gr. VII. kafla í Reglugerð um fiskeldi Nr. 1170/2015)</li> <li>• Nota grunnan netpoka</li> <li>• Taka skal mið af veðri og straumum þegar flutningur er skipulagður</li> <li>• Ekki draga fleiri en eina kví í einu</li> <li>• Festa kví sem dregin er að minnsta kosti á tveimur stöðum í dráttarstefnu</li> <li>• Ekki má draga kví hraðar en 1,8 sjómílur/klst.</li> <li>• Nota tóg sem er að lágmarki 32 mm þykkt</li> <li>• Gæta að því að tóg sé að lágmarki 300 metrar, þegar notaður er stór bátur, til að koma í veg fyrir að straumiða frá skrúfu berist inn í netpokann</li> <li>• Einn starfsmaður að lágmarki skal vera á kví (eða í fylgdar-/hjálparbáti). Hann skal hafa yfirlit með líðan fiskisins, gæta að því að þyngingar komi í veg fyrir að pokinn lyftist og pokist og að allt gangi vel fyrir sig</li> <li>• Hjálparbáti skal gera viðvart um dráttinn og hann gerður klár þannig að hann geti veitt aðstoð með stuttum fyrirvara. Dráttur á kví skal ekki hefjast án þess að virkt fjarskiptasamband sé milli hjálpar- og dráttarbáts</li> </ul> </li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	Flutningur á kví skráður í <b>eldisbókhald</b> , FT.			

Utanaðkomandi þjónustubátar				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags:19.09.2018 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af: ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Koma í veg fyrir að þjónustubátar valdi skemmdum á sjókvíum með þeim afleiðingum að fiskur sleppur út.			
<b>HELSTU ÁHÆTTUÞÆTTIR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skrúfa þjónustubáts geri gat á netpoka.</li> <li>• Þjónustubátur sigli á sjókví.</li> <li>• Þjónustubátur sem festur er við sjókvíar veldur skemmdum á þeim.</li> <li>• Báturinn beri ekki með sér smit/ sé sóttreinsaður.</li> </ul>			
<b>UNDIRBÚNINGUR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Um borð í þjónustubáti þarf að vera kort af staðsetningu eldiseininga, festinga og annars búnaðar sem tilheyrir eldinu.</li> <li>•</li> </ul>			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri			
<b>VERKREGLUR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stöðvarstjóri gerir skipstjóra þjónustubáts grein fyrir því hvernig á að leggjast upp að eldiseiningu m.t.t. strauma og vinda.</li> <li>• <b>Ekki skal leggjast upp að kví ef vindhraði er meira en 20 m/sek</b></li> <li>• Stöðvarstjóri ákveður tímasetningu á aðkomu þjónustubáta og tekur mið af aðstæðum hverju sinni.</li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	Stöðvarstjóri			

Meðhöndlun úrgangs og spilliefna				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. 19.sept.2018 Endurskoðað: 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun UST
<b>MARKMIÐ:</b>	Að uppfylla reglur og lög er lúta að förgun spilliefna og lífræns úrgangs og koma í veg fyrir mengun.			
<b>UMFANG:</b>	Á við alla þætti rekstrarins.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Allir starfsmenn fyrirtækissins			
<b>VERKREGLUR:</b>	Lífrænum úrgangi, dauðum og sýktum fiski skal skilað til til eyðingar hjá Gámaþjónustunni eða hjá Rosenberg. Eða eytt í maurasýru með þartilgerðum búnaði (sbr. 36. gr. VI. kafla í Reglugerð um fiskeldi Nr. 1170/2015) eða í þar til gerða gáma samkvæmt verklagsreglu um losun á dauðum fisk úr netpokum. Spilliefnum Olíu/hreinsiefnum skal komið til förgunar til olúfélags N1 á þar til gerða spilliefnatanka eða til annara viðurkenndra aðila. Umbúðir og plast er sett í gáma frá Gámaþjónustu Vestfjarða samkvæmt samningi þar um.			
<b>SKRÁNING:</b>	Grænt bókhald. Ábyrgð: Stöðvarstjóri, Eldisstjóri og Fjármálastjóri.			

Slátrun				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. 10 sept 2018 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>MARKMIÐ:</b>	Að hámarka verðmæti eldisafurða og lágmarka sóun verðmæta og gæta fyllstu varúðar gagnvart náttúru og dýravelferð.			
<b>ÁBYRGÐ:</b>	Stöðvarstjóri/Verkefnastjóri og Vinnsluaðili samkvæmt samningi þar um.			
<b>VERKREGLUR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miða skal við að öll förgun fisks og meðhöndlun við slátrun valdi sem minnstu stressi og hnjaski á fisk. Öllum fiski sem fangaður er hverju sinni í kastnót skal slátrað og hann ekki geymdur í nótinni lengur en í tvo sólarhringa.</li> <li>• Svelli fyrir slátrun skal vera 40 – 70 daggráður (°d) og aðlagð að hitastigi hverju sinni</li> <li>• Fiskur skal rotaður og blóðgaður um borð í sláturbát eða í vinnslu.</li> <li>• Kæla skal fiskinn strax eftir blæðingu á sem fljótlegastan máta. Super chill system frá 3x er nú notað.</li> <li>• Upplýsingar um áætlað magn, hitastig fisks og uppruna skulu berast með fiski til sláturaðila samkvæmt stöðlum Aquagap skráningar.</li> <li>• Brunnbátur skal ekki leggjast að kví ef vindstyrkur er meiri en 15 m/sek og leggjast að vendmegin. Einnig skal súrefnismettun sjávar vera meira en 75%.</li> </ul>			
<b>SKRÁNING:</b>	Áætlað magn og ástand fisks skal fært í dagbók og svo skal fjöldi og vigt færð í eldisbókhald eftir að nákvæmar upplýsingar berast frá sláturaðila.			

## Eyðublöð

Þjálfunarskrá				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags júlí 2018 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>Krítísk námskeið</b>	<b>Áætlun:</b>	<b>Lokið:</b>	<b>Undirskrift starfsmanns</b>	<b>Undirskrift kennara:</b>
Varnir gegn slysasleppingum				
Viðbrögð við slysasleppingum				
Meðhöndlun eiturefna				
Gæðastjórnunarkerfi				
<b>Önnur námskeið</b>	<b>Áætlun:</b>	<b>Lokið:</b>	<b>Undirskrift starfsmanns</b>	<b>Undirskrift kennara:</b>
Fóðrun				
Yfirborðseftirlit				
Neðansjávareftirlit, fóðurstöð				
Meðhöndlun á dauðum fiski				
Skipt um netpoka				
Heilbrigði fiska				
Skýndihjálparnámskeið				
<b>Verklegir þættir</b>	<b>Áætlun:</b>	<b>Lokið:</b>	<b>Undirskrift starfsmanns</b>	<b>Undirskrift kennara:</b>
Losun með Liftup				
Notkun á krana				
Notkun á bát				
Áfylling olíu				
Slátrun				
Fóðrun				
Framkvæmd eftirlit og viðbrögð				

Frávik/Úrbætur				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags juli 2018 Endurskoðað: 16.01.20	Farið yfir af: ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>TEGUND FRÁVIKS (BÚNAÐUR, FISKUR, UMHVERFI, STARFSMENN):</b>			<b>ALVARLEIKI (0-5):</b>	
Lýsing á frávik:				
Líklegar orsakir: fyrir frávik:				
Úrbætur:				
Fyrirbygging: endurtekningar á frávik				
Ábyrgðaraðili (fyrir framkvæmd úrbóta)				
Tímamörk (fyrir framkvæmd úrbóta)				
Framkvæmt (hvenæra úrbætur voru framkvæmdar)				

## Lög og reglugerðir

Umhverfisstofnun				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags des 2014 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun UST
<b>LÖG:</b>	Lög um hollustuhætti og mengunarvarnir nr. 7/1998			
<b>REGLUGERÐIR:</b>	Reglugerð nr. 550/2018 með síðari breytingum – <i>eftirlit</i> Reglugerð nr. 1289/2012 Reglugerð um grænt bókhald nr. 851/2002 Reglugerð um útstreymisbókhald nr. 990/2008			
<b>ANNÆÐ:</b>	Starfsleyfi viðkomandi rekstraraðila			

Matvælastofnun				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags des 2014 Endurskoðað 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
<b>LÖG:</b>	Lög um fiskeldi nr. 71/2008 með síðari breytingum Lög um varnir gegn fisksjúkdómum nr. 60/2006 Lög um dýrasjúkdóma og varnir gegn þeim nr. 25/1993			
<b>REGLUGERÐIR:</b>	Reglugerð um sýnatökuáætlanir og greiningaraðferðir við greiningu og staðfestingu á fisksjúkdómum brisdrepi, iðradrepi og veirublæði nr. 527/2003.  Reglugerð um fiskeldi 1170/2015  Reglugerð um varnir gegn fisksjúkdómum og heilbrigðiseftirlit með fiskeldisstöðvum nr. 403/1986.			
<b>ANNÆÐ:</b>	Rekstrarleyfi viðkomandi rekstraraðila			

# Viðauki 11: Vátrygginaksírteini og yfirlýsing frá Trygginarmiðstöðinni vegna Stöðvarfjarðar



Fiskeldi Austfjarða hf.  
Guðmundur Gíslason  
Nesbala 122  
170 Seltjarnarnesi

**Vátryggingaskirteini**  
Samrit skirteinis  
Kennitala 520412-0030  
Netfang eggahvita@gmail.com

## Ábyrgð

### Ábyrgðartrygging:

Skirteinisnúmer: ..... 2888994  
Vátryggingartímabil: ..... Frá 1. janúar 2019 til 31. desember 2019  
Starfsemi: ..... Brádamengun V/Stöðvarfjörður  
Vátryggingarfjárhæð: ..... Hámarksbætur í hverju einstöku tjónsatviki og samanlagt á vátryggingarárinu eru kr. 300.000.000  
Eigin áhættu: ..... 15% í hverju tjóni, þó minnst kr. 107.000 og mest kr. 1.070.000  
Sundurliðun: ..... Lýsing á starfsemi:  
Fiskeldi í Stöðvarfirði

Skilmálar: ..... Um vátryggingu þessa gilda skilmálar Tryggingamiðstöðvarinnar nr. 200 ([www.tm.is/skim/skm200v3r11st.pdf](http://www.tm.is/skim/skm200v3r11st.pdf)) svo og þeir sérstöku skilmálar og/eða skildagjar sem tilgreindir eru. Vakin er athygli á almennum undantekningum vegna tjóna á munum samkvæmt 7. grein vátryggingarskilmálanna, sérstaklega er varðar tjón á munum í vörslu vátryggðs.

Vátryggingartaki er beðinn um að kynna sér vel skilmála þá sem gilda um vátrygginguna. Einkum ákvæði þeirra um greiðslu iðgjalds og áhrif þess að það sé ekki greitt á réttum tíma, ákvæði um giltissvið vátryggingarinnar og takmörkun á ábyrgð og varúðareglur sem gilda. Skilmála er hægt að nálgast á heimasíðu félagsins [www.tm.is](http://www.tm.is). Ef óskað er eftir því að fá skilmála senda í pósti þá hafið samband við næstu skrifstofu félagsins, umboð þess eða í síma 515 2000.

Sérstök athygli er á því vakin að samkvæmt lögum glatast réttur til bóta ef vátryggður, eða sá er á rétt til bóta, tilkynnir ekki Tryggingamiðstöðinni um kröfu sína innan árs frá því hann hefur nauðsynlegar upplýsingar um þau atvik sem eru grundvöllur kröfu hans.

Gert 14.05.2019/Þórir Ingbórssón  
Reykjavík 14.05.2019  
TRYGGINGAMIÐSTÖÐIN





**Fiskeldi Austfjarða hf.**  
**Nesbala 122**  
**170 Seltjarnarnesi**


### Yfirlýsing

Það lýsist hér með yfir að Tryggingamiðstöðin hf. kt. 660269-2079 mun, að uppfylltum skilyrðum, veita Fiskeldi Austfjarða hf. kt. 520412-0930 váttryggingu til grundvallar rekstrarleyfis 6.800 tonna framleiðslu á laxi í Stöðvarfirði.

Váttryggingin er til efnda váttryggingartaka gagnvart váttryggðum, Matvælastofnun kt. 460905-1410, á því að fyrirtækið inni af hendi skyldur sínar við að greiða þann kostnað sem til fellur og váttryggður hefur stofnað til skv. 21. gr. b laga nr. 71/2008 um fiskeldi vegna starfsemi váttryggingartaka samkvæmt rekstrarleyfinu. Váttryggingin takmarkast þó við að greiða þann kostnað sem til fellur við:

- a. að fjarlægja búnað sjókvíaldissstöðvar váttryggingartaka samkvæmt rekstrarleyfinu ef hann hættir starfsemi,
- b. viðgerð á búnaði,
- c. hreinsun eldissvæðis og
- d. nauðsynlegar ráðstafanir vegna sjúkdómahættu fari váttryggingartaki ekki að fyrirmælum váttryggðs skv. lögum nr. 71/2008, reglugerðum settum samkvæmt þeim eða skilyrðum rekstrarleyfis.

Váttryggður getur krafist félagið um greiðslu tryggingarfjárins að einhverju eða öllu leyti, án undangengis dómsúrskurðar, telji hann það nauðsynlegt enda komi til slíkra aðstæðna sem að ofan greinir.

  
Reykjavík, 21. maí 2019  
TRYGGINGAMIÐSTÖÐIN HF.  
Þóroddur Sigfússon

## Viðauki 12: Lokaðar kvíar í sjó og landeldi - valkostagreining

### Lokaðar kvíar í sjó

Eldi í hálflokuðum eða lokuðum kvíum á sjó hefur verið nefnd sem leið til þess að stunda fiskeldi og geti komið í staðinn fyrir hefðbundið eldi í netkvíum. Munnurinn á hálflokuðum eða lokuðum einingum og eldi í netkvíum er sá að í fyrrnefndu kvíunum er gegnheill dúkur eða veggur sem ætlað er að aðskilja eldisfiskinn frá ytra umhverfi.<sup>1</sup> Dúkurinn eða veggurinn getur verið úr ýmsum efnum. Í netkvíum er engin dúkur eða veggur sem kemur í veg fyrir að sjór fæði í gegnum kvíarnar.

### Umhverfisaðstæður

Markmiðið með lokuðum kvíum er að reyna að hafa stjórn á eldisumhverfi fiskisins og lágmarka samspilið á milli eldisumhverfisins og ytra umhverfis. Þrátt fyrir að reynt sé að stjórna umhverfisaðstæðum í lokuðum sjókvíum og gera þær sem hægstæðastar fyrir eldisfiskinn, þá ráðast aðstæður í lokuðum kvíum mikið til af ytri aðstæðum. Þetta er vegna þess að fylla þarf kerfin af sjó og er honum dælt með dælingu inn í kvíarnar af 15-25 metra dýpi í gegnum rör og neðst á hverri kví er síðan þar til gerður botnventill sem meðal annars hefur það hlutverk að stjórna útstreymi sjávar. Sjór sem notaður er í kvíunum mun þannig að öllum líkindum bera með sér úrgang og lífverur inn í kvíarnar.<sup>2</sup> Það að kalla þetta lokuð kerfi er því rangnefni.

Af þessum sökum skiptir máli að gæði þess sjávar sem dælt er inn í lokaðar kvíar séu góð og innihaldi lítið sem ekkert að utanaðkomandi úrgangi og lífverum. Sá búnaður sem notaður er í dag til að lágmarka áhættu að óæskilegum utanaðkomandi úrgangi og lífverum eru grófar síur.<sup>3</sup> Þetta leiðir til þess að hætta á sýklum, þörungum, laxalús og öðrum örverum er alltaf fyrir hendi og geta þau borist inn í lokaðar kvíar og valdið miklu tjóni. Ýmsar aðrar hreinsiaðferðir, svo sem nota útfjólublátt ljós eða súrefni, eru í þróun en sem stendur er engin reynsla komin á þessar aðferðir.<sup>4</sup>

Vitað er að ýmsir þættir, t.d. hitastig, ljósmagn, magn lífrænna efna og næringarefna ásamt árstíðaskiptum hafa mikil áhrif á magn örvera í sjó fyrir utan lokaðar kvíar. Komist örverur inn í lokaðar kvíar geta komið upp sömu vandamál og koma upp í eldi í netkvíum og þau magnast í lokuðu umhverfi. Það að dæla inn sjó af 15-25 metra dýpi tryggir ekki að örverur muni ekki berast inn. Rannsakað hefur verið vel að hafið getur verið lagskipt en einnig að blöndum ólíkra laga eigi sér alltaf stað. Það þýðir að óæskilegar örverur geta borist niður á það dýpi sem sjó er dælt inn í lokaðar kvíar. Af þessu má leiða að helsti óvissuþátturinn við eldi í lokuðum kvíum, er hversu miklar líkur séu á því en ekki hvort að sýking, þörungablómi eða lús geti komið upp. Þessi tækni er enn þá í þróun og ekki er mikið vitað um þennan óvissuþátt.<sup>5</sup>

Í netkvíum sér náttúran til þess við að fjarlægja og dreifa úrgangsefnum, tryggja stöðugt flæði súrefnis, stjórna hitastigi og að fjarlægja koltvísýring. Þegar kemur að eldi í lokuðum kvíum krefjast allir þessir þættir sérhæfðra tæknilausna til þess að tryggja stöðugt umhverfi fyrir fiskinn svo hann þrífist. Helstu þættirnir sem horfa þarf til eru magn og ástand súrefnis, hitastig, magn koltvísýrings og heildarmagn

<sup>1</sup> Martinsen, 2015

<sup>2</sup> Lekang, 2013

<sup>3</sup> Fiskeridepartementet, 1997

<sup>4</sup> Haaland, 2017

<sup>5</sup> Haaland, 2017

svifagna í kvíunum. Jafnframt eru þetta áhættuþættir, vegna þess að fari eitthvað úrskeiðis bitnar það á fisknum (tafla 1).<sup>6</sup>

**Tafla 3:** Helstu áhættuþættir vegna fiskeldis í lokuðum kerfum.

Risk	Source of risk	Consequence
High particle density	Feces and feed particles	Gill injuries
Increased internal infection	Low water exchange	Disease and higher mortality
Oxygen deficiency	Low water flow or low oxygen supply	Decreased stress tolerance, loss of control, suffocation
CO <sub>2</sub>	Operating errors	Suffocation
Ammonia	Operating errors	Poisoning
Stress	High fish density	Increased oxygen consumption and decreased tolerance to further stress and pathogens
Lack of space	High fish density	Wear on fins, bleeding and subsequent infections, impaired swimming ability

Heimild: Svásand, 2016

Tryggja þarf að nægt súrefni sé í kvíunum til að viðhalda sem bestum aðstæðum fyrir eldisfiskinn. Verði súrefnisþurð fer það illa með fiskinn og getur valdið dauða. Sömuleiðis verður að gæta þess að magn koltvísýrings CO<sub>2</sub> verði ekki mikið. Svifagnir er að mestu samsettar úr fóðurögnum og úrgangi sem fiskurinn skilar af sér. Slíkur úrgangur getur aukið hættu á að upp komi sýkingar eða að þörungar fjölgi sér. Einnig þarf að tryggja að hitastig haldist stöðugt og sé ákjósanlegt fyrir fiskinn. Benda má á að hitalagsskipting í íslenskum fjörðum er ekki með sama hætti og í Noregi þannig að ekki er hægt að taka inn heitan djúpsjó að vetri. Þess vegna er afar líklegt að í okkar langa og kalda vetri myndi dæling á köldum sjó inni kerfin valda vetrarsárum og vaxtarstoppi eða dauða. Að lokum skiptir þéttleiki og magn í hverri kví máli fyrir fiskinn. Stærð lokaðra kvía er enn sem komið er lítil miðað við hefðbundnar sjókvíar. Að ala fisk í minni einingum þýðir meiri kostnað en að ala fisk í stærri einingum. Þéttleiki hefur líka áhrif á þætti eins og súrefni, koltvísýring og svifagnir.<sup>7</sup>

Við fiskeldi fellur alltaf til úrgangur, bæði fóðurleifar og saur frá fisknum. Í hefðbundnum kvíum flæðir sjór óhindrað í gegn og sér um að dreifa úrganginum. Í lokuðum kvíum er honum safnað saman og að öllum líkindum dælt í land, frekar en að honum sé dælt beint út í sjó. Það verður því að velta fyrir sér hvað verður um úrgang sem dælt er í land, er úrgangurinn urðaður, notaður til áburðar, fargað eða unninn á annan hátt.<sup>8</sup> Þetta er óvissuþáttur verður að leysa úr og búast má við því að ef flytja eigi úrgang í land þurfi einhverskonar geymslustað. Úrgangurinn sem er sá þáttur sem helst hefur áhrif á umhverfið er því sá sami hvort kerfið sem er notað.

<sup>6</sup> Haaland, 2017

<sup>7</sup> Timmons o.fl., 2010; Haaland, 2014; Calabrese o.fl., 2017

<sup>8</sup> Martinsen, 2013; Haaland, 2017

Að lokum má geta um slyasleppingar en slíkt er þekkt í hefðbundnu sjókvíaeldi þó það hafi minnkað mikið með bættum búnaði og eftirliti. Reynslan af svokölluðum lokuðum kerfum er að þar hefur fiskur sloppið út, dúkur rifnað og plast brotnað, og því er lítið unnið með notkun þeirra. Á meðan óvissa er til staðar um öryggi þessa búnaðar verður að ganga út frá því að alltaf séu líkur á að lax geti sloppið úr lokuðum sjókvíum.<sup>13</sup>

### 8.3.1 Mannvirki og landnotkun

Lokaðar eldiskvíar er tiltölulega nýlegt fyrirbæri og hefur þróunin verið hröð á síðustu árum. Mismunandi frumgerðir að lokuðum kvíum eru á teikniborðinu og aðeins örfáar hafa orðið að veruleika.<sup>9</sup> Þannig hafa níu frumgerðir verið byggðar (tafla 2) og aðrar 14 eru í þróun.<sup>10</sup>

**Tafla 4:** Yfirlit yfir þau 9 kerfi sem þróuð hafa verið og efnisval.

Name	Material
Agrimarine	Glass-reinforced plastic
Akvadesign	Flexible fabric
AquaDome	Glass-reinforced plastic
Ecomerden	Flexible fabric
FishGlobe	Polyethylen
HDN	Flexible fabric
Neptun	Glass-reinforced plastic
Preline	Glass-reinforced plastic
SalmonHome no.1	Concrete

Heimild: Haaland, 2017

Lokaðar kvíar eru í raun ný gerð að mannvirkjum og eðli þeirra er í raun annað en hefðbundinna netkvía.<sup>11</sup> Þar sem ólíkar gerðir lokaðra kvía eru í þróun, ólíkt netkvíum, þá er tækniforskrift þeirra ekki stöðluð (tafla 3). Tækniforskrift hefðbundinna netkvía er aftur á móti tiltölulega stöðluð og byggir það á marga áratuga þróun. Í dag þarf slíkur búnaður að vera vottaður og standast kröfur NS 9415:2009 staðalsins annars er notkun hans óheimil skv. lögum um fiskeldi nr. 71 frá 2008 og reglugerð sett með stoð í þeim lögum nr. 1170 frá 2015. Þó einhver lokuð kerfi hafi hlotið vottun skv. NS 9415:2009 staðlinum þá hafa þau ekki fengið stöðvarskírteini og því alls óvíst að hægt sé að nota þau við strendur Íslands. Þau geta því ekki talist valkostur eða framkvæmd í skilningi laganna.

Fyrir búnað að standast kröfur NS 9415:2009 staðalsins og stöðvarúttekt er mikilvægt vegna þess að það er grunnforsenda þess að hægt sé að nota búnað við sjókvíaeldi hér við land. Hefðbundnar netkvíar sem notaðar eru hér við land uppfylla kröfur staðalsins, meðal annars með tilliti til ölduhæðar. Lokaðar kvíar eru hannaðar til að standast ölduhæð að hámarki 1,5-2 metrar, en netkvíar sem Fiskeldi Austfjarða notar

<sup>9</sup> Iversen o.fl., 2013

<sup>10</sup> Terjesen, 2017

<sup>11</sup> Iversen o.fl., 2013

þola 5 metra ölduhæð. Lokaðar kvíar hafa sokkið í vondum veðrum við prófanir í Noregi.<sup>12</sup> Hér við land getur sjólag oft verið slæmt, jafnvel inni í fjörðum og mikla storma getur gert. Þá er ölduhæð oft meiri en 2 metrar og er allsendis óvíst er að lokaðar kvíar þoli slík.

**Tafla 5:** Samanburður á mismunandi lokuðum kerfum.

System	Volume [m <sup>3</sup> ]	Capacity [kg/cycle]	Density [kg/m <sup>3</sup> ]	Add O <sub>2</sub> [-]	Size [kg]	Amount [fish]	Flow [m <sup>3</sup> /min]
Neptun*	21000	1575000	75	Yes	1	1575000	400
Preline	2000	150000	75	Yes	1	150000	660
Akvadesign	6000	300000	50	Unknown	1	300000	Unknown
HDN*	3000	225000	75	Yes	1	225000	Unknown
Ecomerden	5000	400000	80	Yes	1	400000	Unknown
Agrimarine	5500	412500	75	Yes	1	412500	Unknown
Aquadome	5560	417000	75	Unknown	1	417000	Unknown
Salmon	1000	60000	60	Yes	1	60000	Unknown
Home no 1							
FishGlobe	3500	250000	71	Yes	1	250000	Unknown

\*til að áætla mögulega burðargetu er þéttleiki 75 kg/m<sup>3</sup>. Heimild: Martinsen, 2015; Handeland, 2016; Terjesen, 2017.

Eins og fram hefur komið þá mun úrgangi sem fellur til í lokuðum kvíum verða safnað saman og honum dælt upp á land.<sup>13</sup> Slíkt mun krefjast þess að einhvers konar aðstaða yrði byggð í landi til að geyma úrganginn. Einnig er ljóst að leiða þarf rafmagn úr landi í lokaðar kvíar til þess að knýja nauðsynlegan vélbúnað. Í dag þarf ekki aðstöðu í landi þegar hefðbundnar netkvíar eru notaðar. Landaaðstaða er þáttur sem taka yrði inn í umhverfismat auk þess sem skipuleggja yrði slíkt svæði. Um er að ræða mjög ólíkar framkvæmdir.

#### Rekstur og kostnaður

Búast má við að þar sem lokaðar eldiskvíar á hafi er tiltölulega ný tækni og eru ennþá í þróun að kostnaður sé meiri og rekstur flóknari en í viðurkenndu sjókvíaeldi. Þetta er óvissuþáttur sem verður að skoða betur áður en hægt er að ráðast í stórar fjárfestingar á þessu sviði.<sup>14</sup> Erlendar athuganir geta gefið einhverjar hugmyndir um kostnað, þannig sýndi ein rannsókn að stofnkostnaður er hærri og arðsemi

<sup>12</sup> MSC AS, 2015

<sup>13</sup> Martinsen, 2013; Haaland, 2017

<sup>14</sup> Martinsen, 2013

fjárfestingar á þriðja ári er neikvæð fyrir lokaðar einingar, en jákvæður fyrir netakvívar.<sup>15</sup> Einnig sýnir önnur rannsókn að framleiðslukostnaður er minni í netkvíum samanborið aðrar aðferðir eins og eldi í lokuðum kvíum.<sup>16</sup>

Athugun Fiskeldi Austfjarða hefur leitt í ljós að þessi kerfi eru ekki til sölu á almennum markaði og því ekki valkostur. Almennt er talið að rúmmetrinn í stöð með lokuðum kvíum sé um 10 sinnum dýrari en sjókvíastöð með netkvíum eða um 23.000 IKR/rúmmetrann. Það má áætla að í besta falli yrði framleiðslan á rúmmetra sú sama í báðum tilfellum. Kostnaðarmunur er því gríðarlegur auk þróunarkostnaðar.

## Landeldi

Landeldi, það er að ala fisk á landi, er ekki ný tækni heldur á hún sér langa sögu og má rekja hana allt aftur til 19. aldar. Á þeim tíma hefur aðferðin tekið miklum breytingum og þróast. Landeldi er stundað í mörgum löndum og gefið góða raun í tengslum við ýmsar tegundir fiska, t.d. tilapíu og silung. Þegar kemur að eldi á laxi þá hefur þessi tækni ekki reynst eins vel, þrátt fyrir það eru landeldisstöðvar notaðar við að ala upp laxaseiði áður en þau eru vanin á saltvatn og látin út í sjókvívar til frekara eldis.<sup>17</sup>

Hér á landi er landeldi ekki ný tækni heldur hefur landeldi á laxi og öðrum tegundum verið stundað um áratugaskeið. Stöðvar eins og Silfurstjarnan í Öxarfirði og Íslandlax í Grindavík voru byggðar á 9. áratug síðustu aldar og hafa verið í rekstri síðan þá. Þetta eru ekki stórar stöðvar og búa þær við einstakar aðstæður sem gerir þær arðbærar. Framleiðsla þeirra er á bilinu 1.000-1.500 tonn á ári.

Í umræðunni hefur því verið haldið fram að landeldi sé ein af þeim aðferðum sem gæti leyst sjókvíaeldi af hólmi. Einnig hefur komið fram að skortur hafi verið á greiningum á valkostum í umhverfismötum fyrirtækja sem stunda sjókvíaeldi. Af þessum sökum setur Fiskeldi Austfjarða fram eftirfarandi umfjöllun um þennan valkost til viðbótar því er fram kom í frummatsskýrslunni.

Valkosturinn felst í að byggð verði landeldisstöð í og við Stöðvarfjörð. Stöðin á að geta framleitt allt að 7.000 tonn af laxi á ári. Bæði er fjallað um gegnumstreymisstöðvar og endurnýtingarstöðvar (e. RAS Recirculating Aquaculture System). Fiskeldi Austfjarða áætla að undir slíka stöð þyrfti um 20,4 ha lands. Hér að neðan verða áhrifum slíkrar stöðvar á umhverfið gerð skil, s.s. vegna gerðar mannvirkja, landnotkunar og reksturs.

## Umhverfisaðstæður

Að reisa landeldisstöð sem á hverju ári framleiðir 7.000 tonn fylgir mikið umhverfisálag. Tengist það helst staðsetningu og stærð mannvirkisins (sjá umfjöllun kafla 4.4.2), aðgengi að vatni og notkun á því, aðgengi og notkun á rafmagni og velferð eldisfiskins og sjúkdómahættu. Slíkt álag er óhjákvæmilegt ef til þess kemur að slíkt mannvirki yrði reist í Stöðvarfirði.

Vatn er takmörkuð auðlind og á það við bæði um ferskvatn og jarðhita. Vatn þekur um 70% af yfirborði jarðar og af því er 2,5% ferskvatn, en saltvatn eða sjór eru 97,5%. Ef flytja ætti allt eldi á laxi á land í heiminum þá myndi samkeppni um þessa takmörkuðu auðlind, sem vatn er, aukast á heimsvísu.

<sup>15</sup> Boulet o.fl., 2010

<sup>16</sup> Iversen o.fl., 2013; Bjørndal o.fl., 2018

<sup>17</sup> ISFA, 2016

Ferskvatn er stundum notað á síðari stigum eldis á laxi vegna skorts á aðgangi að saltvatni eða til þess að blanda það við saltvatn til þess að minnka seltu af lífeðlisfræðilegum ástæðum.<sup>18</sup>

Landeldisstöð Fiskeldis Austfjarða myndi vera staðsett við ströndina nærri sjó til þess að unnt sé að nýta saltvatn við framleiðsluna. Vatnsnotkun 7.000 tonna landeldisstöðvar er um 7.000 l/s á ári sem er gríðarlegt magn. Ef stöðin væri gegnumstreymisstöð þarf að tryggja að vatnið sem notað er sé sem næst kjörhita eða um 10°C. Til þess þarf jarðhita til að hita upp grunnvatnið en hann finnst ekki á Austfjörðum. Gegnumstreymisstöðvar er aðeins hægt að byggja á Reykjanesi og í Öxarfirði þar sem háhitasvæði er að finna.<sup>19</sup> Af þessum sökum myndi rekstur stórrar gegnumstreymisstöðvar aldrei ganga upp á köldu svæði eins og á Austfjörðunum. Ef horft er til endurnýtingarstöðvar (RAS kerfi) þá gildir það sama um hana, en ekki hefur náðst góður eldisárangur í slíkum stöðvum þar sem ekki hefur tekist að tryggja góð vatnsgæði.<sup>20</sup>

Rafmagn hér á landi er fyrst og fremst framleitt með vatnsfalls- eða jarðvarmavirkjunum. Þannig virkjunum fylgir mikið jarðrask og annað rask á umhverfi sem þó er mismikið eftir stærð virkjana. Til þess að framleiða 1 kg af laxi þarf að nota 6-10 kWh af rafmagni eftir því hverjar landfræðilegar aðstæður eru. Í útreikningum Fiskeldis Austfjarða er miðað við að nota 8 kWh til að framleiða 1 kg á laxi í landeldisstöð. Heildar rafmagnsnotkun slíkrar stöðvar yrði því um 56.000.000 kWh á ári eða 0,056 TWh á ári. Eðlilega þá vakna upp spurningar um hvort slík orka sé til staðar í núverandi orkukerfi eða hvort bæta þurfi úr því með því að byggja virkjun. Þá ber að spyrja sig hvort menn vilji umhverfisáhrif er slík virkjun myndi hafa og vísast um það til umfjöllunar um virkjunarframkvæmdir hér á landi.

Í Noregi er áætlað að 10.000 tonna landeldisstöð noti um 6 kWh á hvert framleitt kíló af laxi. Ef færa ætti alla ársframleiðslu Norðmanna í 130 landeldisstöðvar sem hver um sig framleiðir 10.000 tonn á ári er áætlað að heildarafmagnsnotkun yrði um 7,8 TWh á ári.<sup>21</sup> Þessi tala er sambærileg fyrir endurnýtingarstöðvar (RAS kerfi) og gegnumstreymisstöðvar. Athuganir hafa staðfest að mikla raforku þarf til þess að reka landeldisstöðvar.<sup>22</sup>

Í hefðbundnu sjókvíaldi með netkvíum er þéttleiki fisk um 25 kg á rúmmetra þegar þeir eru komnir í slátursstærð. Í kerum í landeldisstöð er þéttleiki hærri, eða frá 50 kg til 80 kg á rúmmetra. Svo mikill þéttleiki getur leitt til heilbrigðisvandamála fyrir fiskinn svo sem minni vaxtar, roðvandamála og sár geta myndast.<sup>23</sup> Vöxtur og stærð eldisfisks stjórnast t.d. af fóðri, hitastigi, þéttleika í kerum og öðrum umhverfisaðstæðum. Hitastig skiptir máli fyrir vöxt eldisfisks vegna þess ef hiti er ekki í og við kjörhita getur það leitt til þess að vaxtarhraði minnkar og fiskur nær ekki æskilegri sláturstærð. Þetta þýðir að ef vatnsgæði breytast til hins verra þá leiðir það til áður nefndra vandamála eða jafnvel dauða. Þetta á bæði við um endurnýtingarstöðvar og gegnumstreymisstöðvar.<sup>24</sup>

Í umræðunni um landeldi hafa komið fram fullyrðingar um að það sé jafnvel laust við alla smit- og sjúkdómahættu, en því fer víðs fjarri.<sup>25</sup> Það er alltaf hættu til staðar að örverur berist inn í

<sup>18</sup> ISFA, 2016

<sup>19</sup> Arnar Freyr Jónsson, 2018; Helgi Thorarensen, 2018; Bjørndal o.fl., 2018

<sup>20</sup> Arnar Freyr Jónsson, 2018; Bjørndal o.fl., 2018

<sup>21</sup> Bjørndal o.fl., 2018

<sup>22</sup> ISFA, 2016; Canadian Science Advisory Secretariat, 2008

<sup>23</sup> Bjørndal o.fl., 2018; ISFA, 2016

<sup>24</sup> Iversen o.fl., 2013; Bjørndal o.fl., 2018

<sup>25</sup> Iversen o.fl. 2013; ISFA, 2016; Bjørndal o.fl., 2018

landeldisstöðvar með inntaksvatni, bæði ferskvatni og saltvatni. Komist örverur inn í lokuð kerfi landeldisstöðva og komi upp sýking geta þær oft á tíðum verið erfiðar við að eiga. Dauðhreinsa þarf allan búnað, bæði ker og leiðslur, og fjarlægja þarf fiskinn á meðan aðgerðir standa yfir. Vitað er til þess að í landeldisstöðvum í nágrennalöndum okkar hafi slík tilfelli komið upp aftur og aftur. Hægt er að minnka áhættuna ef inntaksvatn er meðhöndlað með útfjólubláu ljósi eða súrefni til að drepa örverunnar, en slíkt er dýrt og talsverður kostnaður hlýst af slíkri meðhöndlum.<sup>26</sup> Hér á landi er vel þekkt að BKD hafi komið upp í landeldisstöðvum og jafnvel að fiskur hafi sloppið, svo ekki er allt fengið með þeim.

### Mannvirki og landnotkun

Landeldisstöðvar eru stór mannvirki sem þurfa stór landsvæði og þær geta ekki verið staðsettar hvar sem er. Slíkar stöðvar þurfa að vera staðsettar nálægt samgönguleiðum til þess að hægt sé að flytja afurðir á sem fljótastan og hagkvæmasta hátt í vinnslu og á markaði. Finna þarf góða lóð sem uppfyllir öll skilyrði sem gerðar eru til slíkra stöðva. Auk þess þarf að vera aðgangur að sjó og jarðvarma eða jarðsjó til þess að aðstæður séu sem bestar. Einnig þarf að huga að skipulagsskyldu slíkra mannvirkja og byggingartíma. Aðstæður fyrir landeldi er bara að finna á ákveðnum svæðum hér á landi og ljóst er að aðstæður í og við Stöðvarjörð eru ekki þess háttar. Við byggingu landeldisstöðva kæmu auk þess til skoðunar nábylísréttarsjónarmið, skoðun á rétti landeigenda s.s. vegna eignarnáms og fleiri atriði sem koma ekki til skoðunar við sjókvíaeldi.

Fyrsti þátturinn í að reisa landeldisstöð snýr að því velja rétta staðsetningu en slíkar stöðvar eru ekki lítil mannvirki.<sup>27</sup> Í Noregi hefur t.d. verið áætlað að stöð sem framleiðir 10.000 tonn á ársgrundvelli þurfi a.m.k. 9 ha land ef hún er gegnumstreymisstöð en 6,4 ha ef hún er endurnýtingarstöð. Áætlað er að ef núverandi framleiðsla Norðmanna, sem er um 1,3 milljónir tónna, yrði öll sett á land myndi hún taka yfir landsvæði sem næmi um 11,7 km<sup>2</sup>.<sup>28</sup> Í Kanada hefur verið áætlað að ef allt eldi á laxi yrði sett á land þyrfti um 138 km<sup>2</sup> landsvæði.<sup>29</sup> Landeldi þarf mikið landrymi, eða 2-3 ha fyrir hver 1.000 tonn sem framleidd eru. Þess ber að gæta að stækkunarmöguleikar landeldis eru mun minni en í sjókvíaeldi.<sup>30</sup> Auk þess er ljóst að sjónræn áhrif af slíku mannvirki á ásýnd og landslag munu verða mikil og stöðin mun koma til með að sjást víða að.

Landfræðilegar aðstæður í Stöðvarfirði gera það að verkum að ekki er hægt að byggja upp stóra landeldisstöð. Undirlendi er lítið sem ekkert í firðinum. Undirlendi í fjarðarbotninum en það svæði hentar að öllum líkindum fyrir landeldisstöð og það er fjarri vinnslustöð félagsins.

Þegar staðsetning og lóð liggja fyrir þá þyrfti að huga að eignarhaldi. Kanna þarf hvaða aðili eða aðilar eiga lóðina og athuga hvor áhugi sé fyrir að nota lóðina undir landeldi. Annað hvort þarf að gera lóðaleigusamning til lengri tíma eða kaupa lóðina; slíkt þýðir talsverðan kostnað fyrir framkvæmdaraðila. Því næst þarf að huga að því að fara í skipulagsvinnu. Gera þarf deiliskipulag og breyta aðalskipulagi. Slíkt þarf að gera í góðu samstarfi við sveitarfélag vegna þess að samkvæmt skipulagslögum nr. 123/2010 liggur skipulagsvaldið hjá sveitarfélaginu. Skipulagstíminn tekur 2-3 ár. Auk þess þarf slík framkvæmd að fara í umhverfismat með tilheyrandi rannsóknnum og athugunum og tæki það 4-5 ár að fullklára. Hönnun stöðvar, fá teikningar samþykktar og hefja framkvæmdir tekur nokkur ár og sjálfur byggingartíminn gæti

<sup>26</sup> Bjørndal o.fl., 2018

<sup>27</sup> Iversen o.fl., 2013

<sup>28</sup> Bjørndal o.fl., 2018

<sup>29</sup> ISFA, 2016

<sup>30</sup> Arnar Freyr Jónsson, 2018



hæglega verið 2-3 ár. Áætla má því að allt ferlið geti tekið að minnsta kosti 8 ár, þ.e.a.s. komi ekki til kærumála sem geta tafið framkvæmdina enn frekar.

### Rekstur og kostnaður

Kostnaður við rekstur og fjármögnun landeðisstöðva er hærri en við venjulegt sjókvíaeldi, þetta sýna bæði erlendar og innlendar tölur úr landeði. Þannig sýna rannsóknir frá Kanada að stofnkostnaður er hærri og arðsemi fjárfestingar á þriðja ári er neikvæð fyrir lokaðar einingar, en jákvæð fyrir netakvía. <sup>31</sup> Norskar rannsóknir sýna svipaðar niðurstöður. <sup>32</sup> Einnig sýna þær að kostnaður við daglegan rekstur er meiri í landeði en í sjókvíaeldi með netkvíum.

Hér á landi gilda alveg sömu lögmál, þ.e. landeði er dýrara en sjókvíaeldi. Það sýna útreikningar sem Fiskeldi Austfjarða hefur látið gera og byggjast á reynslutölum hér á landi og úr erlendum verkefnum. <sup>33</sup> Nokkur kostnaðarmunur er á byggingu endurnýtingarstöðva og gegnumstreymisstöðva. <sup>34</sup> Framkvæmdaraðilinn rekur í dag tvær landeðisstöðvar og búa stjórnendur félagsins yfir gríðarlegri þekkingu og reynslu af slíkum rekstri.

Hægt er að bera kostnað við byggingu endurnýtingastöðvar Atlantic Sapphire í Flórída <sup>35</sup> við framkvæmd Fiskeldis Austfjarða um aukið sjókvíaeldi Stöðvarfirði (tafla 4). Byggingarkostnaðurinn í Flórída er um 344.000 kr/rúmmetra, sem er svo dýrt að slíkar endurnýtingarstöðvar verða aðeins byggðar við markaðinn eins og verið er að gera í Flórída ríki og Main ríki í Bandaríkjunum, en aldrei á Íslandi vegna þess að flutningurinn á markaðinn er svo dýr eða 2 USD/kg. Þessir 2 USD/kg er í raun hagnaðurinn sem næst með staðsetningunni. Til þess er og að líta að byggingarkostnaður er mun hærri á Íslandi en í USA og er ekki tekið tillit til þess hér. Framleiðni á rúmmetra í endurnýtingarstöð er í besta falli 127 kg af laxi á ári, sem gerir kröfu til meira eldisrýmis en ella til að ná framleiðslu framkvæmdar. Gera má því ráð fyrir að 7.000 tonna endurnýtingarstöð kosti um 19,6 milljarða króna, en til samanburðar þá er fjárfestingin við uppbyggingu 7.000 tonna sjókvíastöðvar um 1,7 milljarðar króna. Í þessum útreikningum er stuðst við rauntölur frá Atlantic Sapphire <sup>36</sup> og skýrslu frá NTNU og SINTEF. <sup>37</sup>

---

<sup>31</sup> Boulet o.fl., 2010; Pinfold, 2013

<sup>32</sup> Iversen o.fl., 2013; Bjørndal o.fl., 2017; Bjørndal o.fl., 2018

<sup>33</sup> Atlantic Sapphire, 2018

<sup>34</sup> Iversen o.fl., 2013; Bjørndal o.fl., 2017; Bjørndal o.fl., 2018; Boulet o.fl., 2010; Pinfold, 2013

<sup>35</sup> Atlantic Sapphire, 2018

<sup>36</sup> Atlantic Sapphire, 2018

<sup>37</sup> Bjørndal o.fl., 2018

**Tafla 6:** Samanburður á fjárfestingu og framleiðslukostnaði á laxi í endurnýtingarstöð (RAS) annars vegar og í sjókvíaelði í Stöðvarfirði hins vegar.

Samanburður á fjárfestingu og framleiðslukostnaði á laxi í landeldi og sjókvíaelði.					
Landeldi Endurnýtingarstöð(RAS) Stöðvarfjörður			Sjókvíaelði Stöðvarfjörður		
Fjárfesting á rúmmeter	355.000	Ikr		Fjárfesting á rúmmeter	2.310
Framleiðsla á rúmmeter	127	Kg		Framleiðsla á rúmmete	10
Fjárfesting per framleitt kg/ár	2795	Ikr		Fjárfesting per framleit	231
Kwst per kg	0,5	#		Kwst per kg	0,4
ikr/kwst	11	kr		ikr/kwst	11
Rafmagnskostnaðlur/kg	5,5	Ikr		Rafmagnskostnaðlur/kg	4
Fóður	182	Ikr		Fóður	182
Fóðurstuðull	1,1	#		Fóðurstuðull	1,2
Fóður per kg	200	Ikr		Fóður per kg	218
Dauði á ári	3	%		Dauði á ári	3
Launakostnaður	26	Ikr		Launakostnaður	42
Afskriftir per kg	140	Ikr	0,05	Afskriftir per kg	35
Viðhaldskostnaður	36	Ikr		Viðhaldskostnaður	5
3% vextir á fjárfestingu	84	Ikr		5% vextir á fjárfestingu	12
Tryggingar	2			Tryggingar	2
Brunnbátur	0			Brunnbátur	20
Seiði	33			Seiði	33
Afskriftir og fjármagn	224	Ikr		Afskriftir og fjármagn	46
Breytilegur kost/kg óslægt	302			Breytilegur kost/kg óslæ	324
Samtals kostnaður lifandi	526			Samtals kostnaður lifan	371
Slægt afhent Miami	781			Slægt afhent keflavík	592
Flug til USA	0			Flug til USA	180
Slægt pakkað afhent USA	781			Slægt pakkað afhent US	772
Fjárfesting 7.000 tn	19.566.929.134			Fjárfesting 7.000 tn	1.616.666.667

Nauðsynlegt að bera saman kostnað og fjárfestingu við byggingu gegnumstreymisstöðvar við fyrirhugað sjókvíaelði í Stöðvarfirði (tafla 5). Eins og fyrra dæmið byggist þetta á erlendum og innlendum reynslutölum. 3 ha lands þarf til þess að framleiða hver 1000 tonn af laxi á landi.<sup>38</sup> Þannig að 7.000 tonna landeldi tekur um 21 ha lands. Mesta hugsanlega framleiðni á rúmmetra er 70 kg miðað við 10 gráðu hita en 40 kg/rúmmetra miðað við 5 gráðu hita. Það þarf 6-10 kWh til að framleiða 1 kg af laxi eftir því hverjar landfræðilegar aðstæður eru. Hér er miðað 8 kWh á kg af laxi út frá meðaltali. Nýbyggingarkostnaður er á milli 60.000 kr. og 140.000 kr. á rúmmetra og er því 100.000 kr. notað í útreikningum sem meðaltal. Gegnumstreymisstöðvar er aðeins hægt að byggja þar sem berg er lekt eins og á Reykjanesi og í Öxarfirði til að tryggja nægan aðgang að vatni og það þarf jarðhita til að ná 10°C hita á sjóinn sem er nauðsynlegt til að fiskurinn dafni og vaxi. Á Austfjörðum er sjór í berglögum um 5c sem

<sup>38</sup> Arnar Freyr Jónsson, 2018

dugir engan veginn og er rekstrarlíkan sem gengur aldrei upp sbr. útreikninga. Fyrir 7.000 tonna landeldisstöð á Austfjörðum má gera ráð fyrir heildarfjárfestingu uppá 17,5 milljarða króna, miðað við 5°C ársmeðalhita.

**Tafla 7:** Samanburður á fjárfestingu og framleiðslukostnaði á laxi í gegnumstreymisstöð annars vegar og sjókvíaeldi í Stöðvarfirði hins vegar.

Samanburður á fjárfestingu og framleiðslukostnaði á laxi í landeldi og sjókvíaeldi.				
Landeldi gegnumstreymisstöðvar ísland. MV 5 gráðu meðalhita.			Sjókvíaeldi Stöðvarfjörður	
Fjárfesting á rúmmeter	100.000	Ikr	Fjárfesting á rúmmeter	2.310
Framleiðsla á rúmmeter	40	Kg	Framleiðsla á rúmmeter	10
Fjárfesting per kg/ár	2.500	Ikr	Fjárfesting per kg/ár	231
Kwst per kg	8	#	Kwst per kg	0,4
ikr/kwst	11	kr	ikr/kwst	11
Rafmagnskostnaðlur/kg	88	Ikr	Rafmagnskostnaðlur/kg	4,4
Fóður	180	Ikr	Fóður	182
Fóðurstuðull	1,2	#	Fóðurstuðull	1,2
Fóður per kg	216	Ikr	Fóður per kg	218,4
Dauði á ári	3	%	Dauði á ári	3
Launakostnaður	41,86	Ikr	Launakostnaður	41,86
Afskriftir per kg	125	Ikr	5% Afskriftir per kg	35
Viðhaldskostnaður	72	Ikr	Viðhaldskostnaður	4,8
7% vextir á fjárfestingu	175	Ikr	7% vextir á fjárfestingu	12
Tryggingar	1,69		Tryggingar	1,69
Brunnbátur	0		Brunnbátur	20
Seiði	33		Seiði	33
Afskriftir og fjármagn	300	Ikr	Afskriftir og fjármagn	46
Breytilegur kost/kg óslæ	453		Breytilegur kost/kg óslæg	324
Samtals kostnaður lifandi	753		Total	371
Slægt afhent keflavík	1058		Slægt afhent keflavík	592
Flug til USA	180		Flug til USA	180
Slægt pakkað afhent US	1238		Slægt pakkað afhent USA	772
Fjárfesting 20.000 tn	17.500.000.000			1.616.666.667

#### Heimildir:

Arnar Freyr Jónsson (2018). *Stórskala landeldi á Núpsmýri í Öxarfirði*. Erindi flutt á ráðstefnunni strandbúnaður 2018. Sótt af <https://strandbunadur.is/wp-content/uploads/2018/03/Arnar.pdf>.

Atlantic Sapphire (2018). *Atlantic Sapphire: Intrafish Seafood Investor Forum – London: September 13th 2018*. Sótt af <http://atlanticsapphire.com/assets/images/20180905-Atlantic-Sapphire-Intrafish-Seafood-Forum-London1.pdf>.

Bjørndal, T. Holte, E.A. Hilmarsen, Ø. & Tusvik, A., (2018). *Analyse av lukka oppdrett av alks – Landbasert og i sjø: Produksjon, økonomi og risiko*. NTNU, Sintef Ocean & SNF, Sluttrapport FHF Prosjekt 901442.

Boulet, D. Struthers, A. & Gilbert, É., (2010). *Feasibility Study of Closed-Containment Options for the British Columbia Aquaculture Industry*. Innovation & Sector Strategies Aquaculture Management Directorate Fisheries & Oceans Canada.

Calabrese, S., Nilsen, T. O., Kolarevic, J., Ebbesson, L. O. E., Pedrosa, C., Fivelstad, S., Handeland, S. O. (2017). Stocking density limits for post-smolt atlantic salmon (*salmo salar* L.) with emphasis on production performance and welfare. *Aquaculture*, 468, 363-370.

Canadian Science Advisory Secretariat (2018). *Assessing Potential Technologies for Closed-Containment Saltwater Salmon Aquaculture*. Canadian Science Advisory Secretariat.

Fiskeridepartementet, N.-. O. (1997). Forskrift om desinfeksjon av inntaksvann til og avlopsvann fra akvakulturrelatert virksomhet.

Haaland, S.K. (2017). *Semi-closed-containment systems in Atlantic salmon production: Comparative analysis of production strategies*. NTNU.

Handeland, S. (2016). Postsmoltproduksjon æi semilukkede anlegg; resultat fra en komparativ feltstudie. In *Fremtidens smoltproduksjon, at sunndalsøra 25-26. oktober 2016*.

Helgi Thorarensen (2018). *Eru fleiri kostir raunhæfir fyrir laxeldi á Vestfjörðum?*. Sótt af <https://kjarninn.is/skodun/2018-10-05-eru-fleiri-kostir-raunhaefir-fyrir-laxeldi-vestfjordum/>.

ISFA (2016). *The Evolution of Land Based Atlantic Farms*. International Salmon Farmers Association.

Iversen, A., Andreassen, O., Hermansen, Ø., Larsen, T. A., & Terjesen, B. F. (2013). Opp-

Iversen, A., Hermansen, Ø., Andreassen, O., Brandvik, R., Marthinussen, A., & Nystøyl, R. (2015). Kostnadsdrivere i lakseoppdrett. Nofima.

Lekang, O.-I. (2013). *Aquaculture engineering (2nd edition)*. Somerset: Somerset, NJ, USA: John Wiley & Sons.

Martinsen, S. (2013). *Assessment of Atlantic Salmon Farming in Floating Closed-Containment Systems*. Nektan AS & Smola Hatchery and Smola Farm.

Martinsen, S. (2015). Teknologioversikt semi-lukkede anlegg i sjø. In *Tekset 2015*.

MSC AS (2015). *Aquadomen skadet i stormen Ole*. Sótt af <http://mscaqua.no/aktuelt/skadet.html>.

Pinfold., G. (2014). *Feasibility of Land-Based Closed-Containment Atlantic Salmon Operations in Nova Scotia*. Nova Scotia Department of Fisheries and Aquaculture.

Svåsand T., Karlsen Ø., Kvamme B.O., Stien L.H., Taranger G.L. & Boxaspen K.K. (red.). (2016). Risikovurdering av norsk fiskeoppdrett 2016. *Fisken og havet*, særnr. 2-2016.

Terjesen, B. F. (2017). *Lukkede anlegg land og sjø som tiltak mot lakselus*. In Ctrlaqua (Ed.), Rensefiskkonferansen. FHF.

Timmons, M. B., Ebeling, J., Wheaton, F. W., Summerfelt, S. T., & Vinci, B. J. (2010). *Recirculating aquaculture systems* (3rd ed.). Cayuga Aqua Ventures.

# Viðauki 13: Yfirlýsing frá Stapa jarðfræðistofu dagsett 18. september 2019



Stapi ehf  
Árnúla 19  
Pósthólf 8949  
128 Reykjavík

Sími 581 4975  
Gsm 893 3206  
Fax 588 5062  
stapi@xnet.is

18. september 2019

Pórður Þórðarson, framkvæmdastjóri  
Fiskeldi Austfjarða hf  
Nesbala 122  
170 Seltjarnarnesi

## VARÐAR: Öflun sjávar úr borholum fyrir 6.800 tonna laxeldisstöð á Stöðvarfirði

Varðandi fyrirspurn yðar um möguleika þess að afla um 6.800 l/s af sjó úr borholum við Stöðvarfjörð er rétt að líta til árangurs þeirra borana sem fram hafa farið við Stöðvarfjörð og víðar á Austurlandi vegna jarðhitaleitar og leitar og öflunar á fersku og ísöltu vatni og sjó.

- 1) Jarðlög á Austfjörðum eru almennt séð mjög þétt og vatnsleiðni í berglögnum mjög treg og nær eingöngu bundin við sprungur í jarðlagastaflanum og malarríkar áreyrar.
- 2) Jarðhiti er til staðar á nokkrum stöðum þar sem berglögin eru nógu sprungin til að vatn seytili nægilega djúpt til að hitna, leita upp aftur og mynda jarðhitakerfi þegar vatnið stígur upp til yfirborðs. Flest eru þó jarðhitakerfin lítil á þessu landssvæði og hvert svæði, eða kerfi, gefur einungis af stærðargráðunni 10–100 l/s af vatni í dælingu með allt að 200 m niðurdrætti.
- 3) Á jarðhitasvæðunum eru til borholur í berg, sem gefa yfir 20 l/s í dælingu með hóflegum niðurdrætti. Annars staðar þykir gott að ná 0,5–1,0 l/s úr hverri holu sem boruð er í berg eftir fersku eða volgu vatni, rétt nægilegu magni fyrir einstaka býli, heimili eða sumarbústað.
- 4) Á áreyrum í fjarðarbotnum í Fjarðabyggð hafa verið boraðar holur, 7"–14" víðar, sem gefa 10–50 l/s í dælingu. Einnig hafa verið boraðar holur á Austurfjörtanga við Hornafjörð, sem skila svipuðu magni af ísöltum og fullsöltum sjó. Áreyrar, aurkeilur og önnur laus jarðlög þurfa hins vegar að hafa rétta samsetningu af mól og sandi til að þau séu þokkalega vatnsgæf og vatnið hreint. Sandur, silt og leir gefa hins vegar lítið eða ekkert vatn.
- 5) Til að ná þeim 6.800 l/s af sjó, sem 6.800 tonna laxeldisstöð við Stöðvarfjörð þyrfti, gæti þurft að bora a.m.k. 140 holur sem hver gæfi 50 l/s. Þetta er að mínu viti og samkvæmt þeim upplýsingum, sem fengist hafa við boranir, alls ekki mögulegt, jafnvel þó borað væri í sjávarkamb eða óseyrar fyrir botni fjarðarins leyfir rýmið ekki þetta margar holur. Auk þess yrði niðurdráttur við þetta mikla dælingu úr malarlögum verulegur og út úr öllu korti. Kostnaður við boranir af þessari stærðargáðu yrði auk þess vart undir 300 milljónum króna.

Virðingarfyllst,

Ómar Bjarki Smárason  
jarðfræðingur

15. JÚLÍ 2019

VIÐHORF FERÐAMANNA  
TIL FISKELDIS Á AUSTFJÖRÐUM  
JÚLÍ 2019

FJÖLMIÐLUN EHF.  
MARKAÐSRANNSÓKNIR OG UPPLÝSINGARÁÐGJÖF  
Sjávarklasanum Grandagarði 16, 101 Reykjavík

## Viðhorf ferðamanna til fiskeldis á Austfjörðum

### Kynning:

Í júlí 2019 var lögð fyrir ferðamenn á svæðinu könnun á viðhorfi þeirra til fiskeldis. Til hliðsjónar var notuð sambærileg könnun sem Atvinnuþróunarfélag Vestfjarða framkvæmdi á Vestfjörðum sumarið 2014.

Til að fá gögn sem hægt væri að bera saman við niðurstöður 5 ára könnunar Atvest var sama aðferðafræði notuð og að mestu sömu spurningar orðrétt. Notuð voru útprentuð eintök á einu blaði sem ferðamenn fylltu út, en sú aðferð reyndist best á Vestfjörðum. Gögnin voru handsleginn inn í gagnagrunn sem var sérstaklega forritaður í þessum tilgangi.

### Forsendur:

Undirbúinn var listi með spurningum sem skipt var upp í þrennt og samanstöð af 8 spurningum. Reynt var að hafa könnunina ekki of langa til að auka líkur á að ferðamenn gæfu sér tíma til að svara og tók svörum um 10 mínútur. Könnunin var lögð fyrir á ensku og lagt var upp með að hafa enskuna einfalda og auðskiljanlega þar sem könnunina átti að leggja fyrir ferðafólk af ýmsum þjóðernum.

Fyrsta kafla könnunarinnar var varið í almennar spurningar um svarendur, svo sem kyn, þjóðerni, menntun og aldur.

Því næst var spurt út í ásýnd strandlengju Austfjarða, hvaða skoðun ferðafólk hafði á strandlengjunni og hvað það væri sem hefði áhrif á skoðun þeirra. Í síðasta kaflanum komu svo spurningar sem tengdust fiskeldi, hvort ferðafólk þekkti til fiskeldis og hvaða áhrif það hefði á ásýnd Austfjarða.

Markmiðið með þessari uppbyggingu á könnuninni var að fá almennar og hlutlausar upplýsingar frá svarendum áður en spurt væri beint út í skoðanir þeirra á fiskeldi.

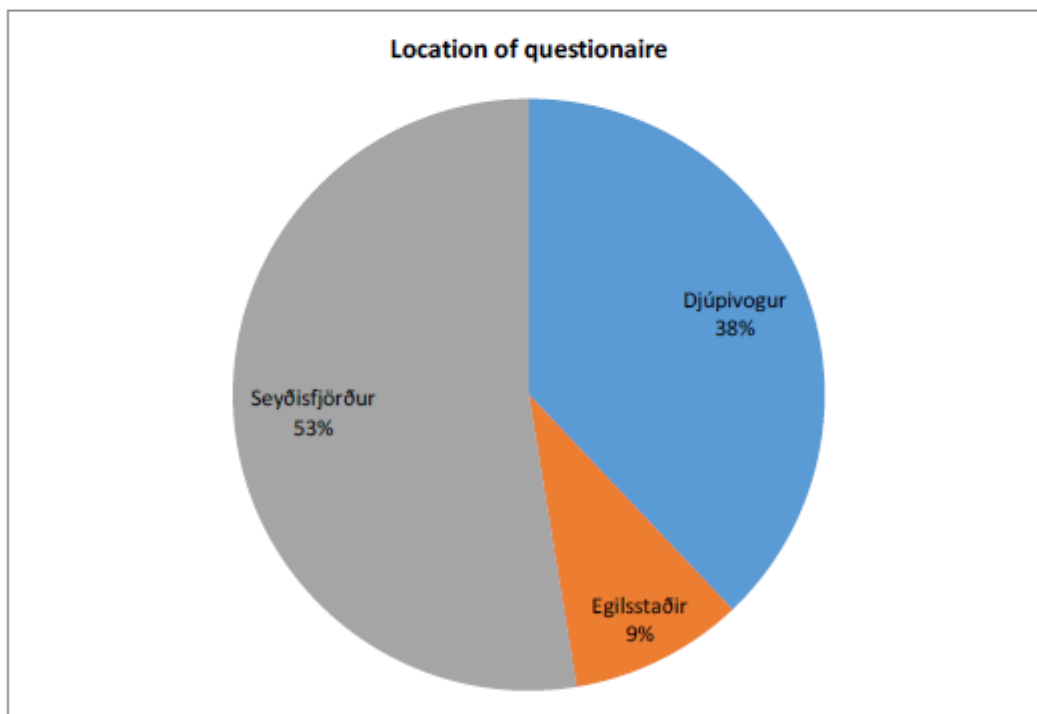


## Aðferðarfræði:

Undirbúningur könnunar var ein vika því næst var könnunin lögð fyrir ferðafólk á um viku tímabili frá 9-12 júlí 2019. Tveir rannsakandur unnu að verkefninu þann tíma.

Könnunin framkvæmd á Egilsstöðum, Seyðisfirði og Djúpavogi. Auk þess var farið á Eskifjörð og Fáskrúðsfjörð en þar fengust engin svör og varla sást ferðamaður á ferli.

Heimamenn höfðu orð á því að ferðamönnum hefði fækkað mikið á milli ára og voru margar kenningar um ástæður þess. Veðurfar hafði áhrif á hversu mörg svör en fyrstu tvo dagana var mjög kalt í veðri og mikið þurfti að hafa fyrir því að fá ferðamenn til að staldra við og taka þátt.



Athugið að þessi útgáfa skýrslunnar er unnin þegar 116 svör hafa verið skráð í gagnagrunninn. Enn á eftir að slá inn 44 svör sem fengust á síðustu dögum á Djúpavogi og Egilsstöðum. Ólíkegt er að endanlegar

niðurstöður muni innihalda markverðar breytur út frá þeim 116 svörum sem liggja til grundvallar þeim gögnum sem nú hefur verið unnið úr. Í lokaútgáfu skýrslunnar munum við krosskeyra könnun til frekari útskýringar á viðhorfi eftir þjóðerni, kyni, aldri og menntun.

### **Svörun:**

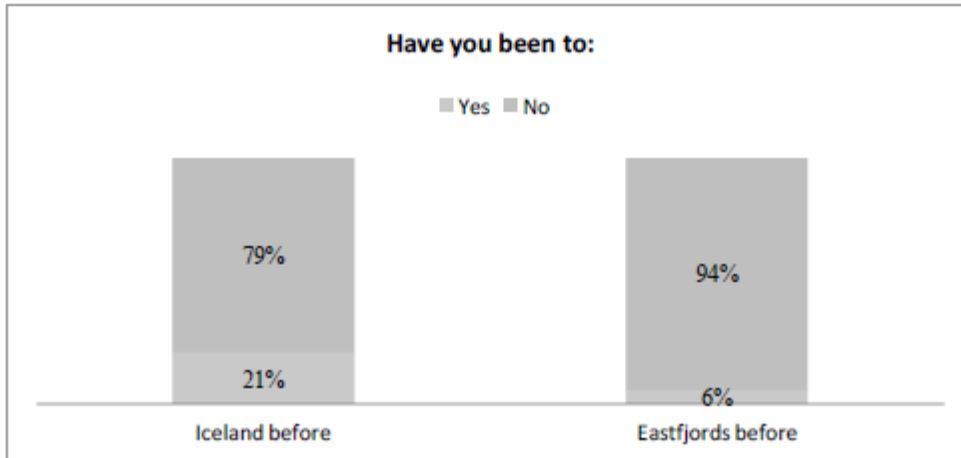
Svörun var best meðal yngra fólks sem var jákvæðara til þátttöku í verkefninu en eldra fólk. Samtals fengu 160 svör frá þremur bæjum á Austfjörðum. Til samanburðar tóku 153 ferðamenn þátt í könnun Atvest árið 2014 af þeim voru 146 fullnægjandi svör. Flestir svarendur koma frá Þýskalandi, Kína, Frakklandi og Bandaríkjunum.

### **Þjóðerni, kyn, aldur og menntun:**

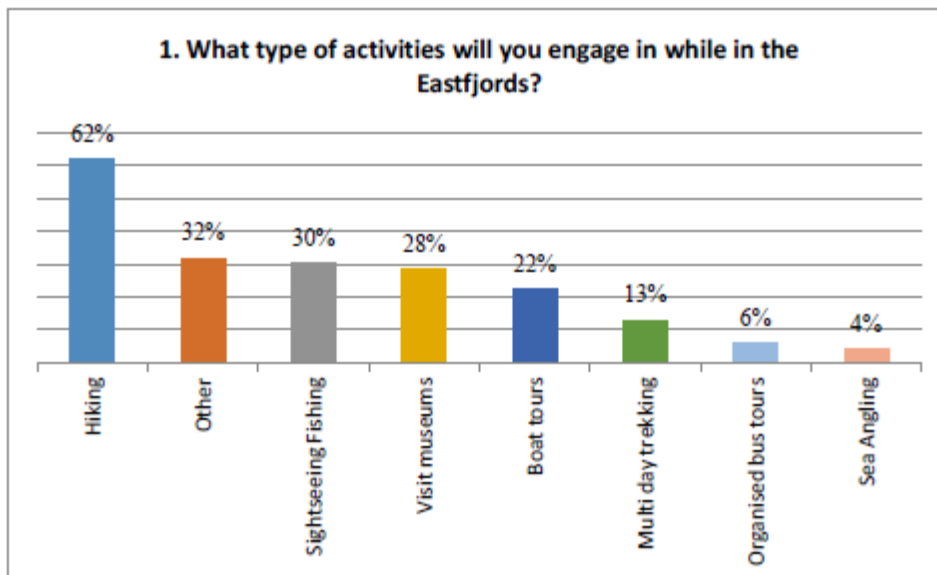
Aldursskipting þátttakenda var mest hjá yngri hópum og eftir því sem fólk var eldra var minni áhugi á þátttöku. Yngra fólk var almennt áhugasamt um rannsóknina og Austfirði. Flestir sögðust hafa lokið háskólaprófi.

## 1. Ferðamáti og fyrirætlanir:

Þátttakendur voru spurðir hvort þeir hefðu komið til Íslands áður og hvort þeir hefðu áður heimsótt Austfirði.

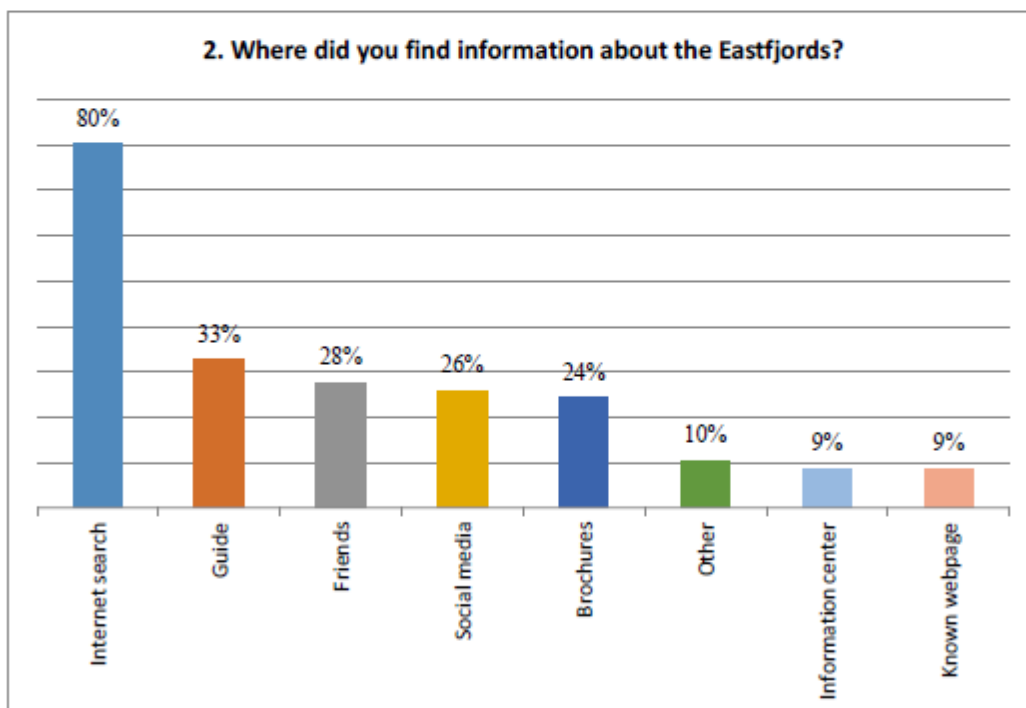


Auk þess var spurt um fyrirætlanir ferðamanna á ferð sinni um Austfirði.



## 2. Upplýsingar um Austfirði

Í spurningu 2 var spurt um hvar ferðamenn höfðu aflað sér upplýsinga um Austfirði. Langflestir höfðu leitað sér upplýsinga á internetinu og notkun snjallsíma meðal ferðamanna var áþreifanleg við gerð könnunar þar sem fólk á öllum aldri var oftast en ekki með símana á lofti ekki síst í áningu þar sem það var sérstaklega áberandi.

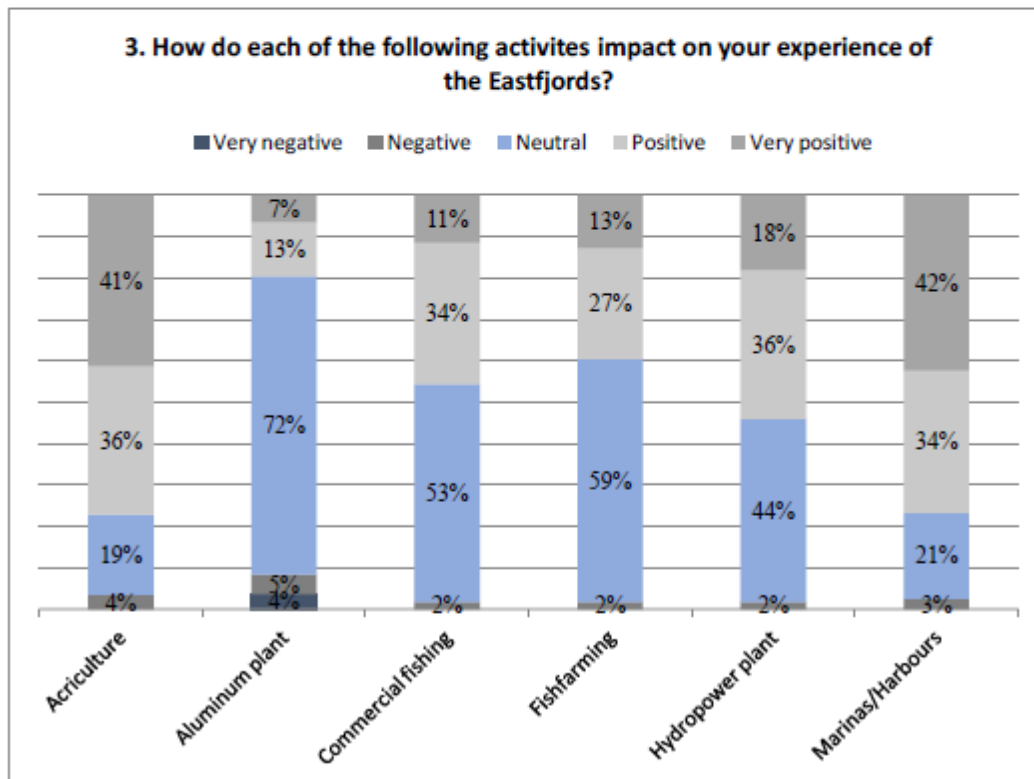


### 3. Ásýnd strandlengju Austfjarða

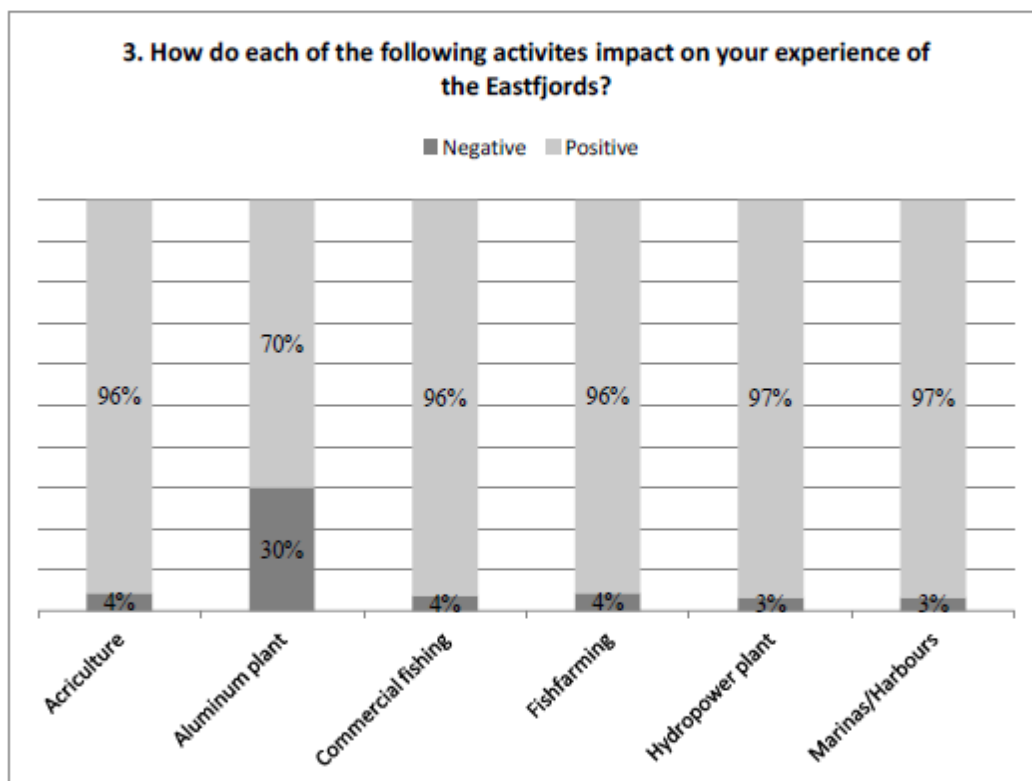
Þátttakendur voru spurðir um viðhorf gagnvart mannvirkjum eða starfsemi við strandlengjuna, án þess þó að tilgreina eitthvað frekar hvað félli þar undir.

Það var með ráði gert að tilgreina ekki sérstaklega hvað gæti fallið undir mannvirki eða starfsemi. Tilgangurinn með spurningunni var að fá tilfinningu fyrir samanburði á viðhorfi ferðamanna til mismunandi starfsemi sem á sér stað á Austfjörðum.

Svörin voru á jákvæðum nótum; svo sem að þetta væri merki um að líf væri á svæðinu, væru söguleg, gerði svæðið enn áhugaverðara og raunverulegt.



Þegar mannvirkjum og starfsemi var skipt niður og þátttakendur spurðir hvaða áhrif hver flokkur hefði á upplifun þeirra af Austfjörðum var í lang flestum tilvikum um jákvæð eða hlutlaus áhrif að ræða. Niðurstöðurnar er mjög sambærilegar við 5 ára könnun sem gerð var á Vestfjörðum.



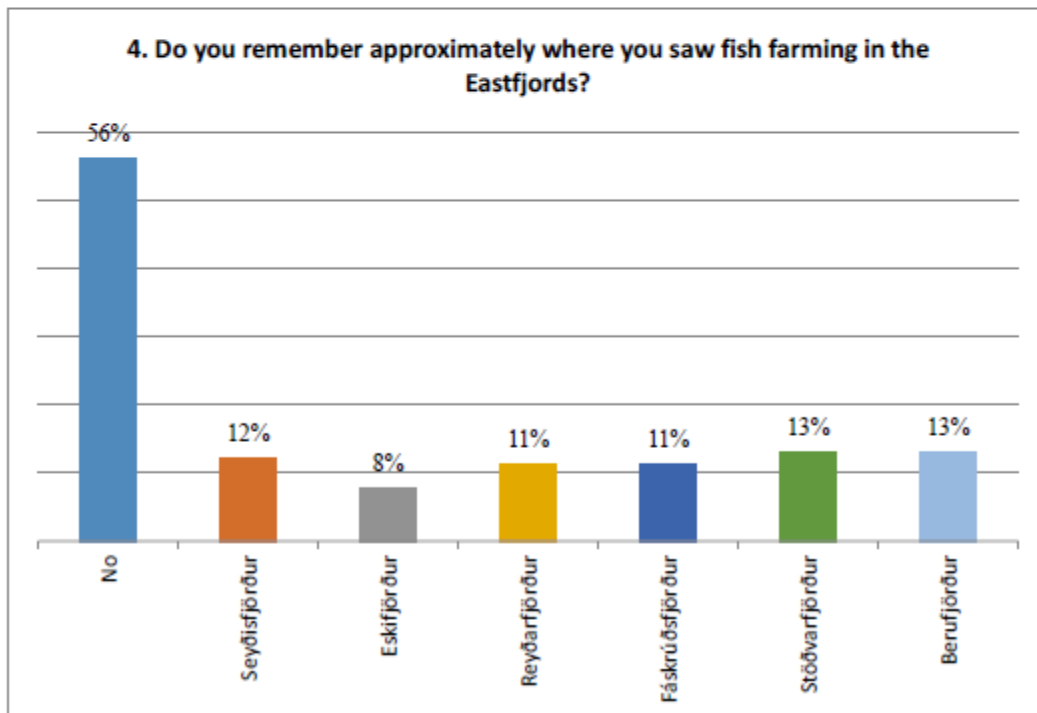
#### 4. Staðsetning fiskeldis á Austfjörðum

Til að fá innsýn í það hversu vel ferðafólk þekkti til fiskeldis byrjuðum við fiskeldis kaflann á mjög opnum og almennum spurningum. Við þrengdum spurningarna svo og spurðum að lokum út í hvaða áhrif fiskeldi hefði beint á upplifun þeirra og viðhorf.

Margir þekktu ekki einkenni starfsemi tengdu fiskeldi og óskuðu útskýringa á því hvernig greina mætti fiskeldi frá sjávarútvegstengdri starfsemi.

Ferðamenn voru margir ekki viss um hvar á Austfjörðum þeir höfðu séð fiskeldi. Sumir gátu bent nákvæmlega á hvar þau sáu fiskeldi á meðan aðrir höfðu einungis grófa hugmynd um svæðin sem þau sáu eldi á.

Við hlið spurningar var kort af Austfjörðum þar sem firðirnir voru merktir inn.

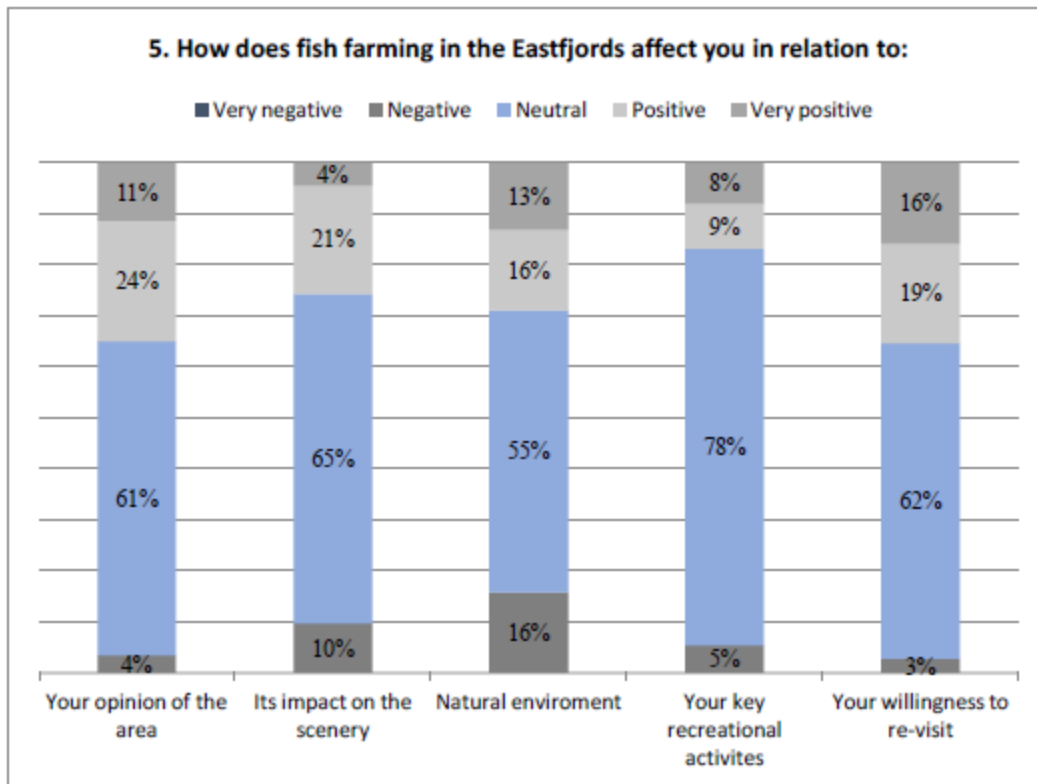


## 5. Ásýnd strandlengju Austfjarða

Við spurðum þátttakendur hvernig áhrif fiskeldi á Austfjörðum hefði á upplifun þeirra af Austfjörðum sem og hvort, og þá hvernig, aukin þróun í fiskeldi á Austfjörðum myndi hafa áhrif á þau.

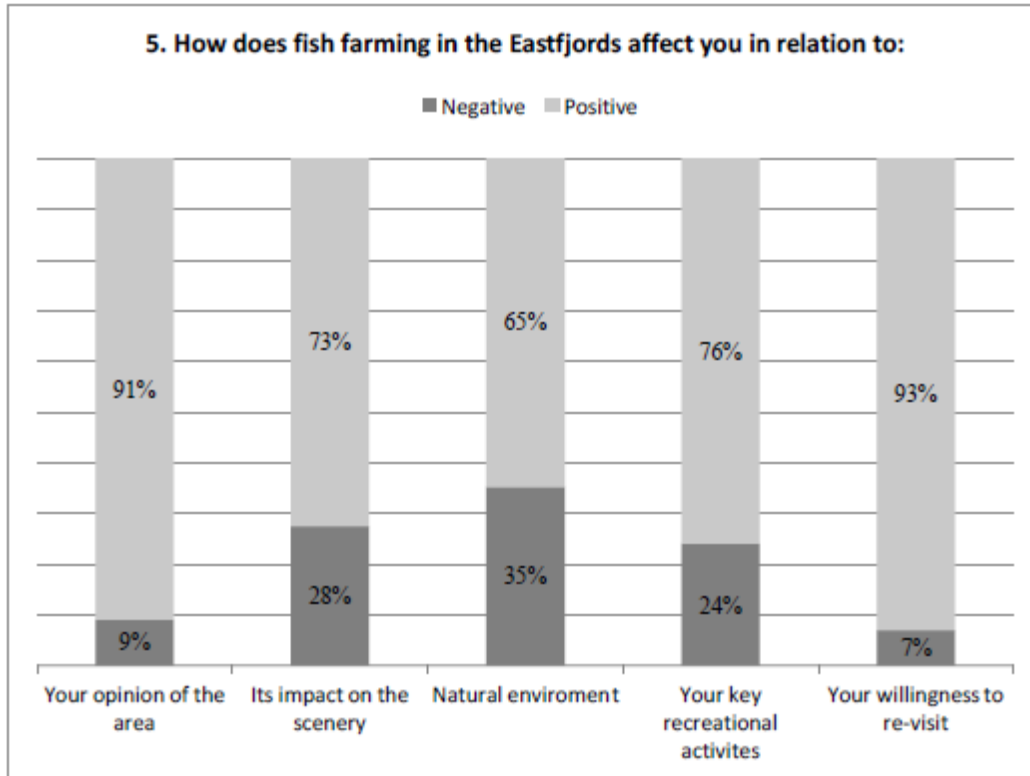
Spurningarnar voru settar upp sem skali með fimm valmöguleikum, frá mjög jákvæðum áhrifum til mjög neikvæðra áhrifa.

Þátttakendur voru beðnir um að svara hversu mikil áhrifin væru á fimm mismunandi þáttum, annars vegar miðað við stöðuna eins og hún er í dag og hins vegar miðað við aukna þróun á fiskeldi á Austfjörðum.





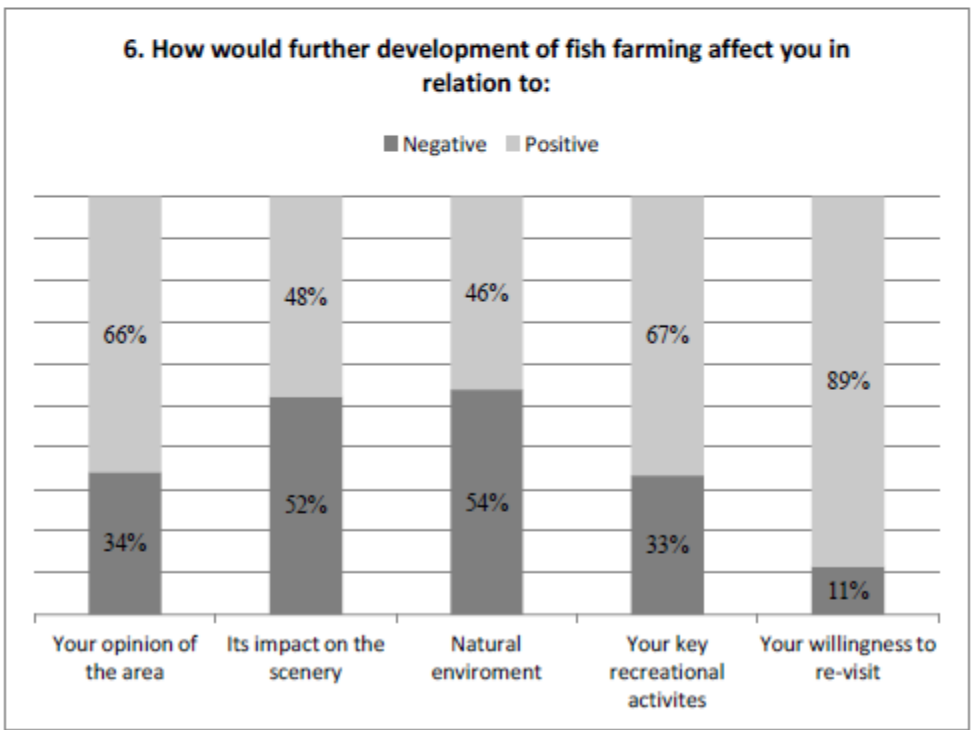
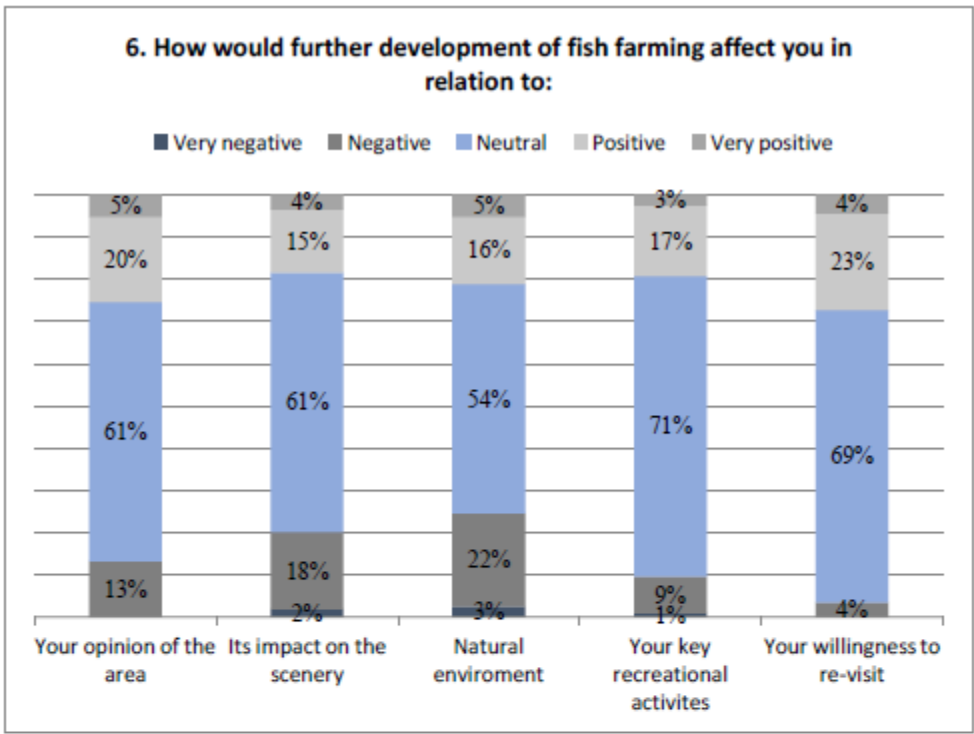
Spurt var um áhrifin á; skoðun þeirra á svæðinu, ásýnd landslags, náttúrulegt umhverfi, afþreyingu þátttakenda og vilja til að ferðast aftur til Vestfjarða. Rúmlega helmingur svarenda þótti fiskeldi vera hlutlaus áhrifavaldur eins og það er í dag.



## 6. Frekari þróun fiskeldis á Austfjörðum

Þegar spurt var um áhrifin af aukinni þróun var ekki marktækur munur milli spurninga um fiskeldið í dag sem og spurninga aukna þróun fiskeldis á svæðinu.

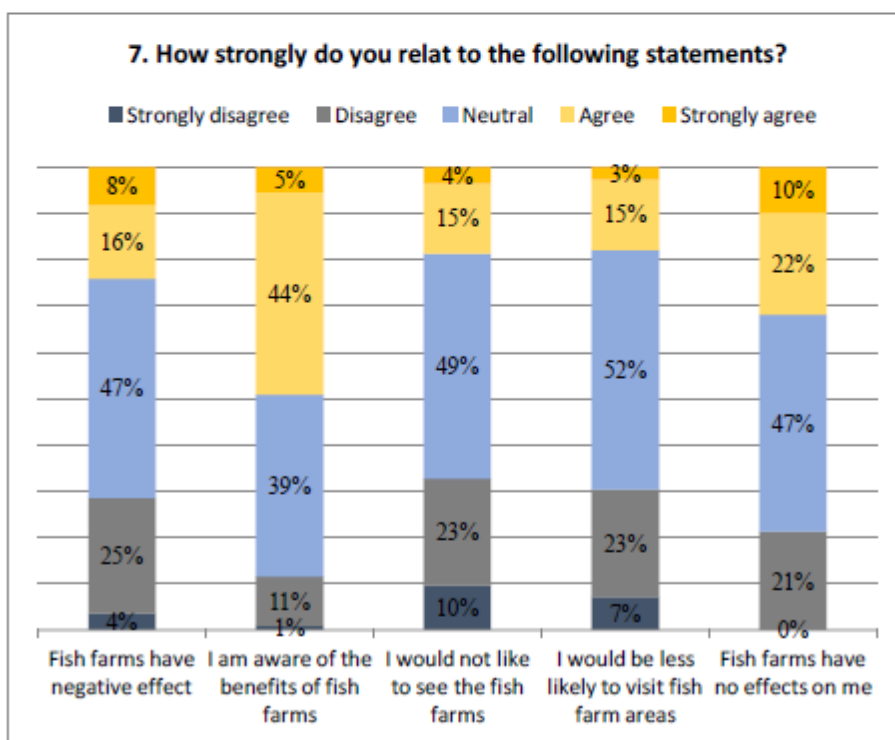
Það má því gera ráð fyrir að þetta fólk hafi ekki myndað sér skoðun á fiskeldi og þar af leiðandi hefur fiskeldi væntanlega ekki haft mikil áhrif á upplifun þeirra af svæðinu. Niðurstöðurnar eru sambærilegar könnun sem gerð var á Vestfjörðum fyrir 5 árum þar sem spurningar voru þær sömu og notaður voru í könnun okkar á Austfjörðum í sumar.



## 7. Viðhorf ferðamanna til fiskeldis á Austfjörðum

Settar voru fram sex fullyrðingar og þátttakendur spurðir hversu sammála fullyrðingunum þeir væru. Svarmöguleikar voru sex og voru á skala, frá því að vera mjög sammála til þess að vera mjög ósammála ásamt því að geta svarað veit ekki. Fullyrðingarnar voru eftirfarandi;

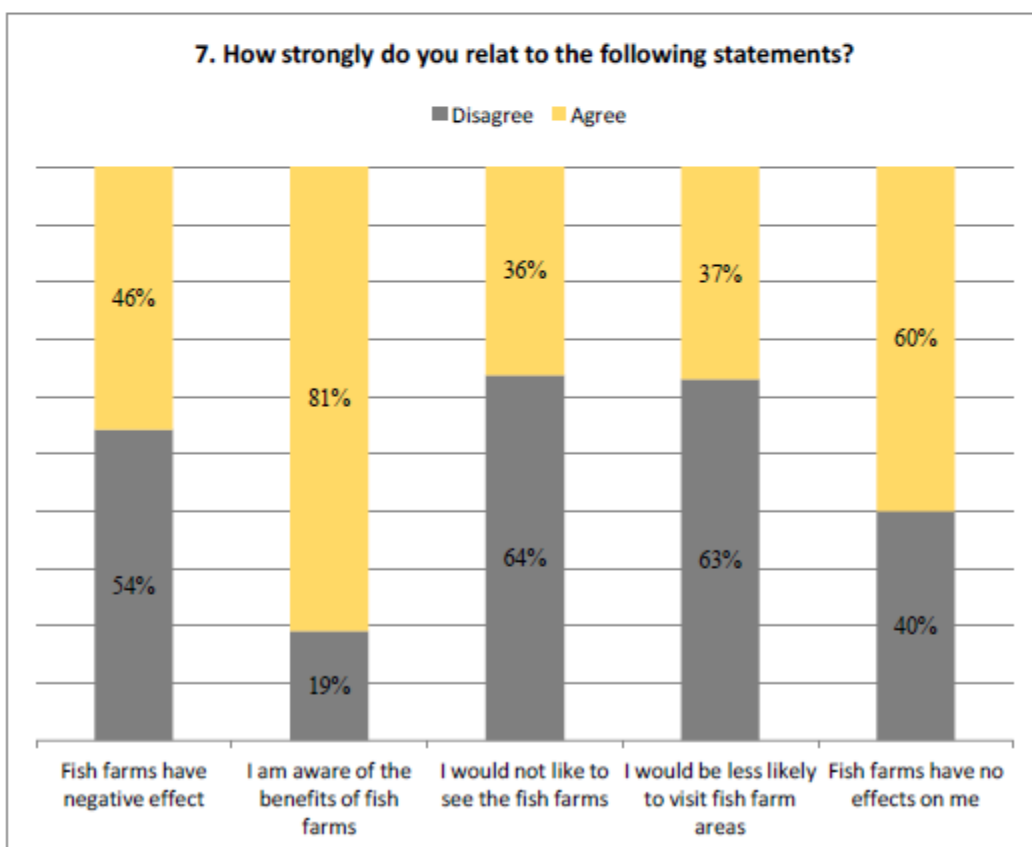
- 1) Fiskeldi hefur neikvæð áhrif á strandlengju Austfjarða.
- 2) Ég geri mér grein fyrir þeim ávinningi sem fæst af fiskeldi fyrir samfélög á Austfjörðum.
- 3) Ég mundi ekki vilja sjá fiskeldið stækka/dreifast mikið á svæðinu.
- 4) Fiskeldi hefur áhrif á heildarmynd Austfjarða en ekki nægilega mikil til að skemma ásýnd þeirra.
- 5) Ég er ólíklegri til að heimsækja svæði þar sem fiskeldi er starfrækt.
- 6) Fiskeldi hefur engin teljanleg áhrif á ásýnd Austfjarða.



Meirihluti svarendi þykir fiskeldi ekki hafa neikvæð áhrif á strandlengju Austfjarða. Langflestir gera sér grein fyrir ávinningi fiskeldis fyrir samfélögin á Austfjörðum, þar eru 81% sammála og 19% ósammála.

Flestir ferðamenn voru sammála fullyrðingunni um að fiskeldi hefði engin áhrif á þá eða 60% og 63% segja að fiskeldi hafi ekki áhrif á hvort þeir muni heimsækja Austfirði aftur.

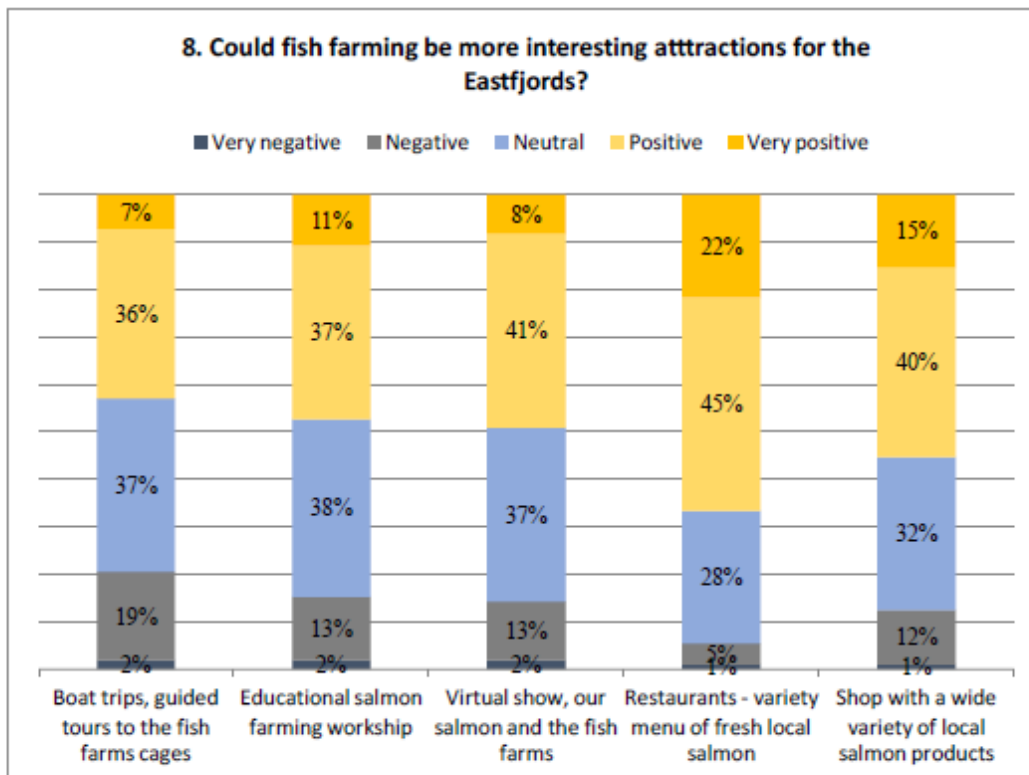
Áberandi var við vinnslu gagna að framsetning spurningar 7 kann að vera villandi fyrir þá sem ekki hafa gott vald á ensku. Margir sem svarað höfðu fyrri spurningum með jákvæðu viðhorfi merktu við "Agree" og hafa hugsanlega ekki gert sér grein fyrir að "Agree" væri neikvæð fullyrðing í sumum tilvikum en öðrum ekki.



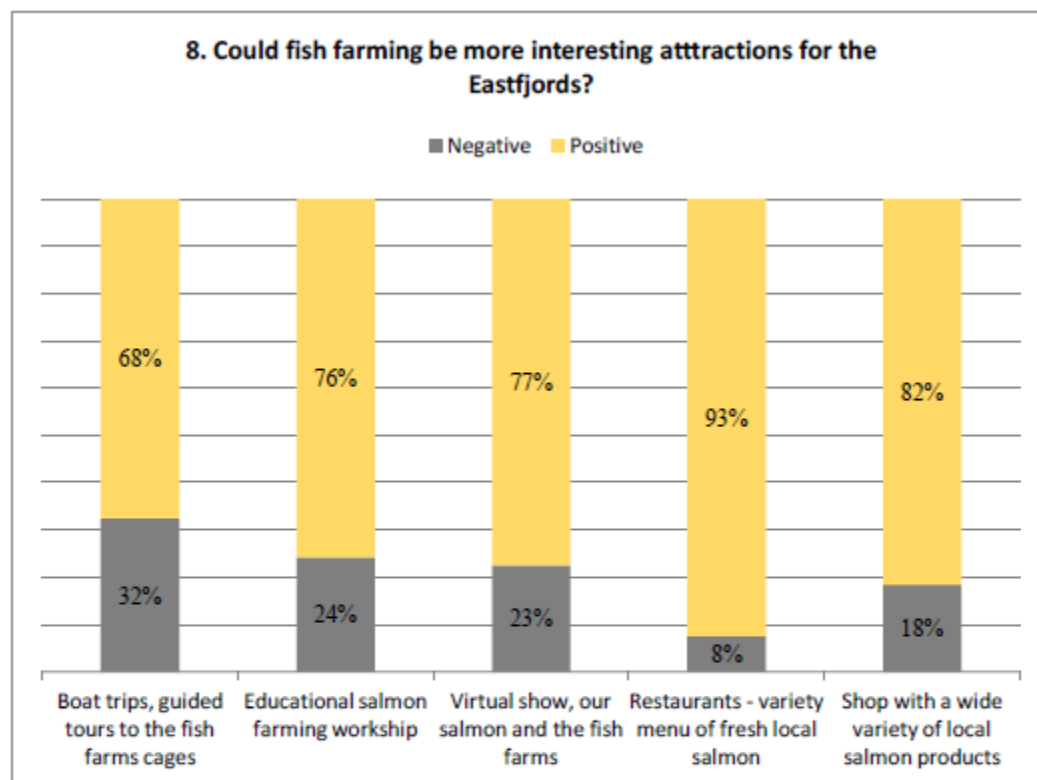
## 8. Fræðsla um fiskeldi á Austfjörðum

Að lokum spurðum við hvort þátttakendur teldu raunhæft að fiskeldi væri eitt af aðdráttáöflum Austfjarða, þá með tilkomu bátaferða um firðina í kringum kvíar, fræðslu eða sýninga þar sem ferðamenn gætu fræðst um fiskeldið og laxinn sem ræktaður er á Austfjörðum.

Auk þess spurðum við hvort viðkomandi hefði áhuga á veitingastað með fjölbreyttum afurðum laxeldisins eða verslun sem seldi afurðir laxeldis af Austfjörðum.



Ferðamenn eru með jákvætt viðhorf eða hlutlausir gagnvart spurningunum um frekari fræðslu eða kynningu á afurðum laxeldis frá Austfjörðum.



Eins og í könnun sem gerð var á Vestfjörðum 2014 höfðu fáeinir ferðamenn ábendingar um að mikilvægt væri að fara varlega í allar framkvæmdir og þar með talið í stækkun á fiskeldi. Eins var talað um umhverfisáhrif, að passa upp á náttúruna og fleira í þá áttina. Margir þátttakendur höfðu litla sem enga sérstaka skoðun á starfsemi eða mannvirkjum á Austfjörðum. Voru fyrst og fremst hingað komnir til að skoða náttúru landsins. Almennt er hægt að fullyrða að ferðamenn sem talað var við voru mjög ánægðir með ferð sína til Íslands og stórbrotna náttúru Austfjarða.

# Viðauki 15: Spurningavagn MMR viðhorfskannanir í júní og desember 2018 til fiskeldis

## Fjölmiðlun ehf Spurningavagn MMR Viðhorfskönnun Júní 2018

Efni skýrslunnar er háð höfundarrétti MMR. Öll opinber dreifing eða fjölritun er óheimil nema með skriflegu samþykki MMR. MMR er aðili að ESOMAR.

Allur réttur áskilinn: © Markaðs- og miðlarannsóknir ehf.  
MMR er skrásett vörumerki Markaðs- og miðlarannsóknanna ehf.



Markaðs- og miðlarannsóknir



Framkvæmd

### Framkvæmd

#### Verkkaupi

Fjölmiðlun ehf.

#### Dagsetning gagnaöflunar

12. til 18. júní 2018

#### Aðferð

Netkönnun (spurningavagn)

#### Úrtak

Íslendingar 18 ára og eldri valdir handahófskennt úr hópi Álitsgjafa MMR\*

#### Fjöldi svarenda

925 einstaklingar. Svör voru vigtuð út frá upplýsingum um þýði frá Hagstofu Íslands.

#### Vogtölur

##### Kyn

Karlkyn	1,06
Kvenkyn	0,94

##### Aldur

18-29 ára	1,11
30-39 ára	1,03
40-49 ára	0,88
50-59 ára	0,91
60-67 ára	1,09
68 ára og eldri	1,00

##### Búseta

Höfuðborgarsvæði	1,02
Landsbyggð	0,96

##### Menntun

Grunnskóli	2,56
Starfsnám	0,49
Bóklegt framhaldsnám	1,26
Verklegt framhaldsnám	1,14
Próf úr sérskólum við háskólastig	0,43
Háskólanám	0,73

\*Hópur Álitsgjafa MMR telur líðlega 18.000 Íslendinga sem valdir hafa verið með tilviljunarúrtaki úr þjóðskrá og fengnir til þátttöku í netkönnun með símakönnun. Hópurinn er endurnýjaður vikulega allt árið um kring til að bæta fyrir brottfall og tryggja eðlilega endurnýjun.

#### Um opinbera birtingu niðurstaða úr könnunum MMR:

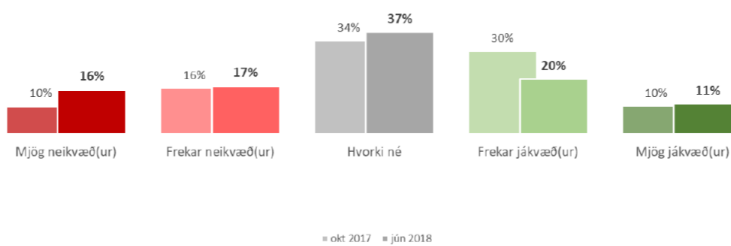
Óheimilt er að birta niðurstöður kannana opinberlega nema með skriflegu leyfi MMR. Ef niðurstöður eru birtar skal nafn þess sem greiðir fyrir viðkomandi könnun tekið fram ásamt því sem niðurstöður viðkomandi spurningar skulu gerðar opinberar í heild sinni, þar með talið þær forsendur sem svarendum eru gefnar áður en spurningunni er svarað. MMR áskilur sér jafnframt rétt til að gera ofangreindar upplýsingar opinberar við birtingu af hálfu kaupanda.

## Niðurstöður



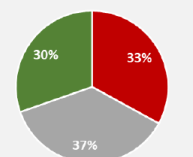
### Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við strendur Íslands?

Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við strendur Íslands?



Svar	Fjöldi	Hlutfall	± 95% Vikmörk
Mjög neikvæð(ur)	135	15,9%	2,5%
Frekar neikvæð(ur)	145	17,1%	2,5%
Hvorki né	310	36,6%	3,2%
Frekar jákvæð(ur)	166	19,7%	2,7%
Mjög jákvæð(ur)	90	10,7%	2,1%
<b>Fjöldi svara</b>	<b>846</b>	<b>100%</b>	
Tóku alstöðu	846	91,4%	
Tóku ekki alstöðu**	79	8,6%	
<b>Fjöldi svarenda</b>	<b>925</b>	<b>100%</b>	
Spurð*	925	100,0%	
Ekki spurð	0	0,0%	
<b>Fjöldi þátttakenda</b>	<b>925</b>	<b>100%</b>	

\*Allir þátttakendur voru spurdir  
\*\*Þau sem tóku ekki alstöðu svaraðu „Veit ekki/nál ekki svara“



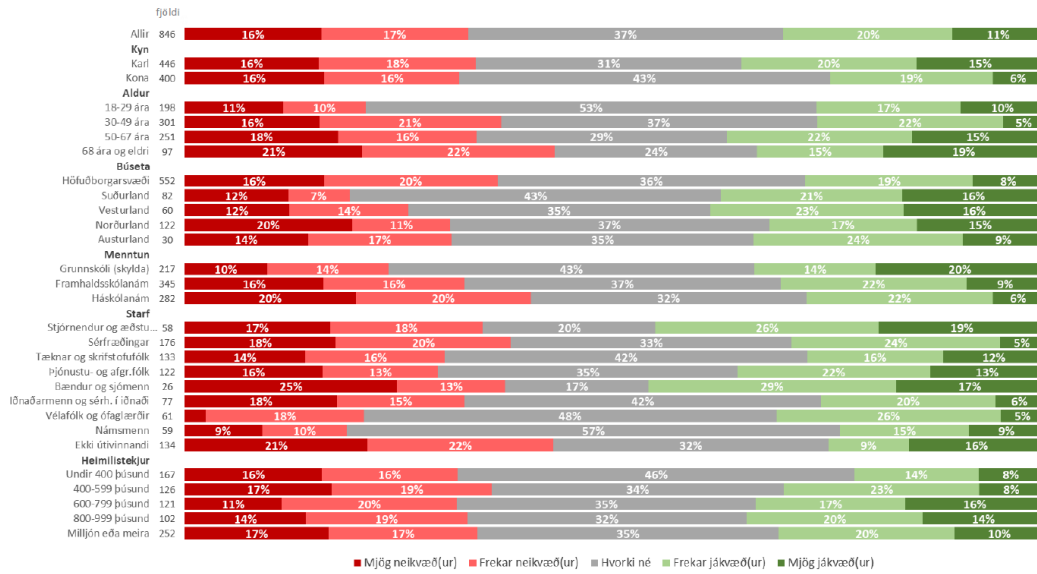
■ Neikvæð ■ Bæði og ■ Jákvæð

4





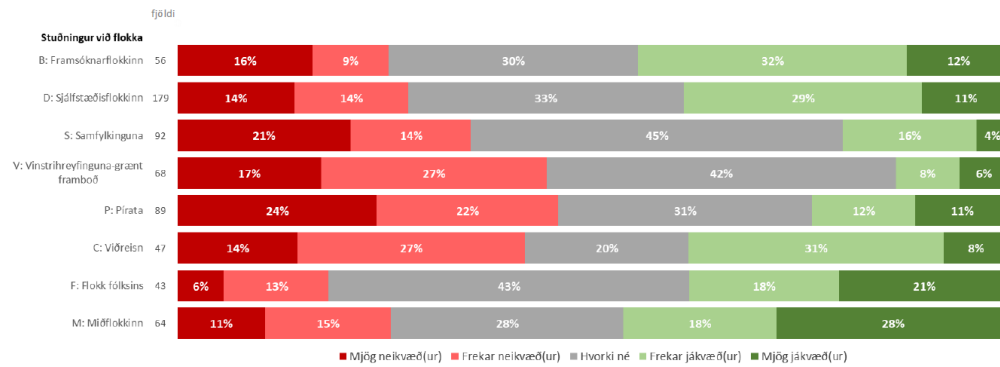
## Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við strendur Íslands?



5



## Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við strendur Íslands?

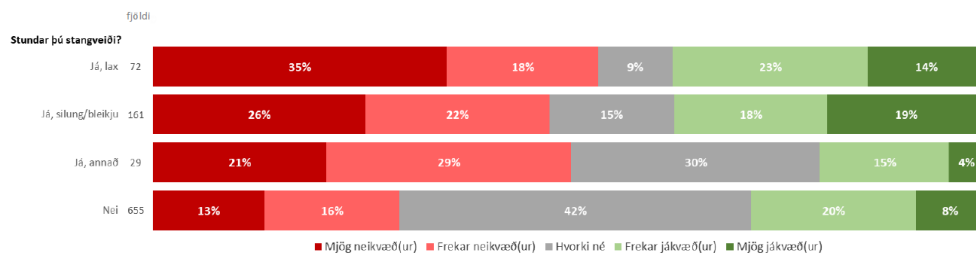


\*Ekki eru sýndir stjórnálflokkar sem hafa færri en 30 svarendur.

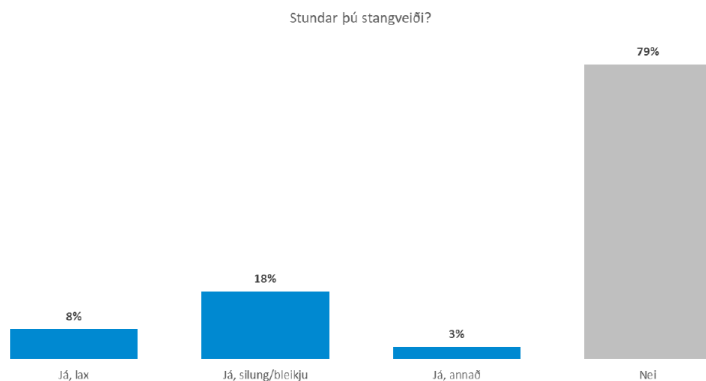
6



## Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við stendur Íslands?

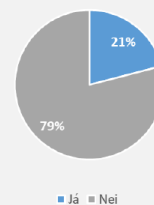


## Stundar þú stangveiðir?



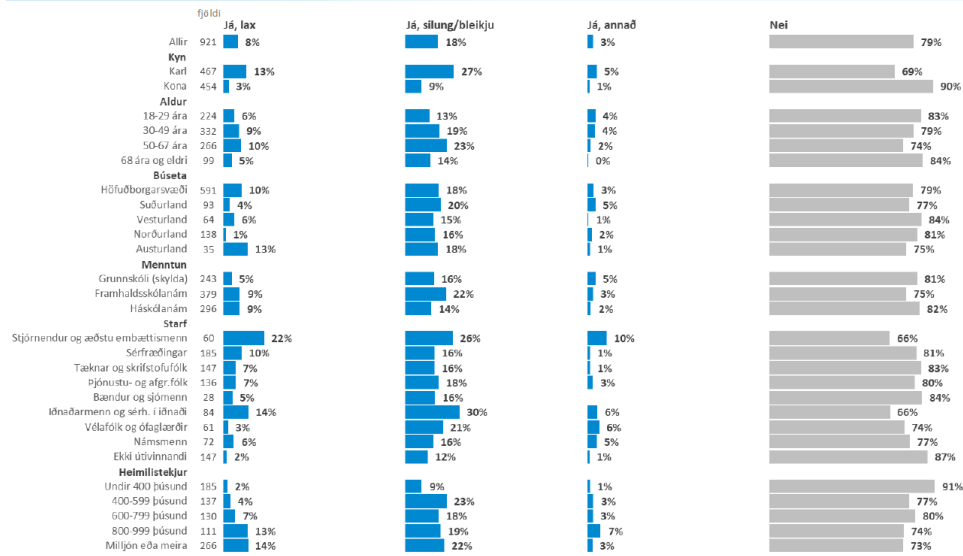
Svar	Fjöldi	Hlutfall	± 95% Vikmörk
Já, lax	74	8,0%	1,8%
Já, silung/bleikju	166	18,0%	2,5%
Já, annað	29	3,2%	1,1%
Nei	728	79,0%	2,6%
<b>Fjöldi svara</b>	<b>921</b>		
Tóku afstöðu	921	99,5%	
Tóku ekki afstöðu**	4	0,5%	
<b>Fjöldi svarenda</b>	<b>925</b>	<b>100%</b>	
Spurð*	925	100,0%	
EKKI spurð	0	0,0%	
<b>Fjöldi þátttakenda</b>	<b>925</b>	<b>100%</b>	

\*Allir þátttakendur voru spurðir  
 \*\*Þau sem tóku ekki afstöðu svorðu „Veit ekki/hil ekki svara“





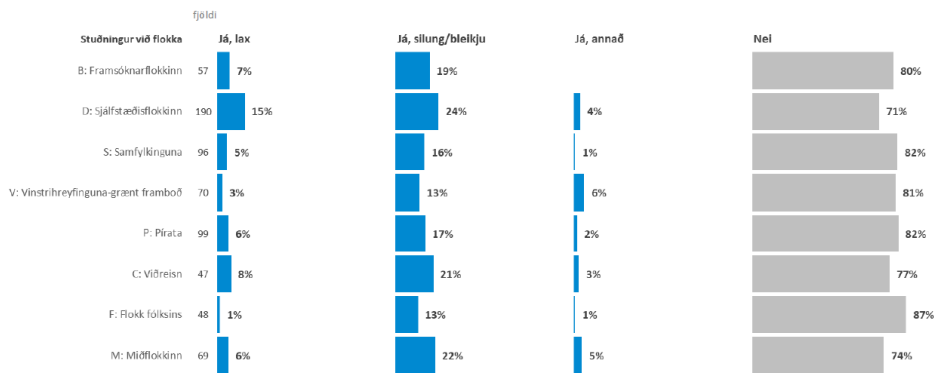
## Stundar þú stangveiði?



9



## Stundar þú stangveiði?



\*Ekki eru sýndir stjórnálflokkar sem hafa færri en 30 svarendur.

10

Takk fyrir!



Fjölmiðlun ehf  
**Spurningavagn MMR**  
Viðhorfskönnun  
Desember 2018

Efni skýrslunnar er háð höfundarrétti MMR. Öll opinber dreifing eða fjóritun er óheimil nema með skriflegu samþykki MMR. MMR er aðili að ESOMAR.

Allur réttur áskilinn: © Markaðs- og miðlarannsóknir ehf.  
MMR er skrásett vörumerki Markaðs- og miðlarannsóknna ehf.



## Framkvæmd

## Verkkaupi

Fjölmiðlun ehf.

## Dagsetning gagnaöflunar

5. til 11. desember 2018

## Aðferð

Netkönnun (spurningavagn)

## Úrtak

Íslendingar 18 ára og eldri valdir handahófskennt úr hópi Álitsgjafa MMR\*

## Fjöldi svarenda

975 einstaklingar. Svör voru vigtuð út frá upplýsingum um þýði frá Hagstofu Íslands.

## Vogtölur

## Kyn

Karlkyn	1,04
Kvenkyn	0,96

## Aldur

18-29 ára	1,03
30-39 ára	0,96
40-49 ára	0,92
50-59 ára	0,99
60-67 ára	1,06
68 ára og eldri	1,12

## Búseta

Höfuðborgarsvæði	0,99
Landsbyggð	1,01

## Menntun

Grunnskóli	3,06
Starfsnám	0,54
Bóklegt framhaldsnám	1,10
Verklegt framhaldsnám	1,14
Próf úr sérskólum við háskólastig	0,44
Háskólanám	0,71

\*Hópur Álitsgjafa MMR telur liðlega 18.000 Íslendinga sem valdir hafa verið með tilviljunarúrtaki úr þjóðskrá og fengnir til þátttöku í netkönnun með símakönnun. Hópurinn er endurnýjaður vikulega allt árið um kring til að bæta fyrir brottfall og tryggja eðlilega endurnýjun.

## Um opinbera birtingu niðurstaða úr könnunum MMR:

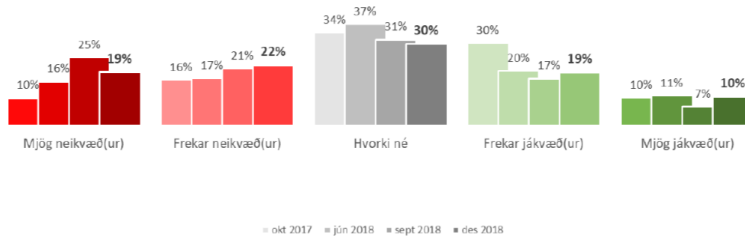
Óheimilt er að birta niðurstöður kannana opinberlega nema með skriflegu leyfi MMR. Ef niðurstöður eru birtar skal nafn þess sem greiðir fyrir viðkomandi könnun tekið fram ásamt því sem niðurstöður viðkomandi spurningar skulu gerðar opinberar í heild sinni, þar með talið þær forsendur sem svarendum eru gefnar áður en spurningunni er svarað. MMR áskilur sér jafnframt rétt til að gera ofangreindar upplýsingar opinberar við birtingu af hálfu kaupanda.

## Niðurstöður



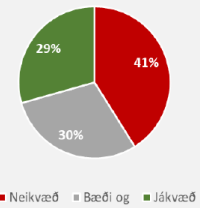
## Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við stendur Íslands?

Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við stendur Íslands?

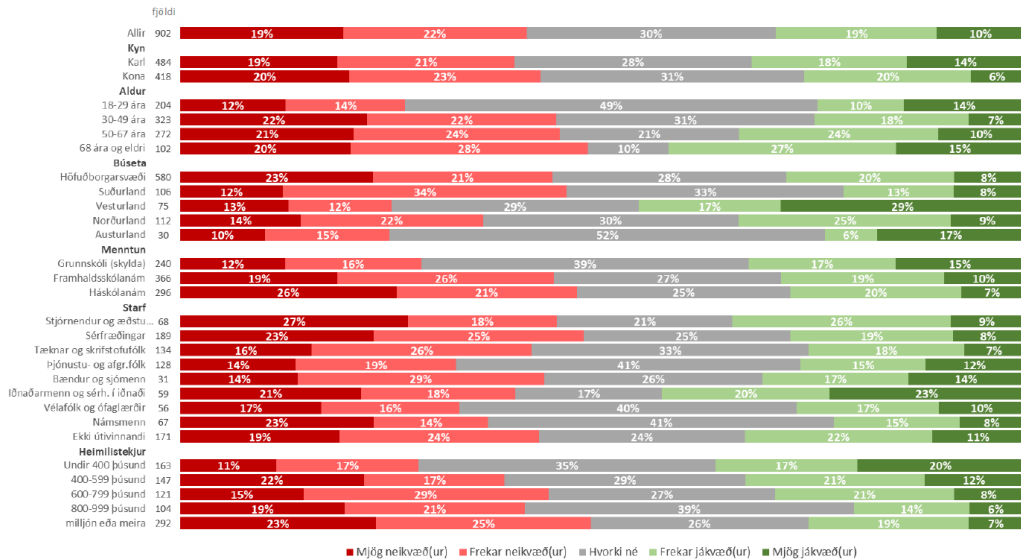


Svar	Fjöldi	Hlutfall	Vikmörk
Mjög neikvæð(ur)	174	19,3%	2,6%
Frekar neikvæð(ur)	197	21,8%	2,7%
Hvorki né	266	29,5%	3,0%
Frekar jákvæð(ur)	172	19,1%	2,6%
Mjög jákvæð(ur)	93	10,3%	2,0%
<b>Fjöldi svara</b>	<b>902</b>	<b>100%</b>	
Tóku afstöðu	902	92,5%	
Tóku ekki afstöðu**	73	7,5%	
<b>Fjöldi svarenda</b>	<b>975</b>	<b>100%</b>	
Spurð*	975	100,0%	
Ekki spurð	0	0,0%	
<b>Fjöldi þáttakenda</b>	<b>975</b>	<b>100%</b>	

\*Allir þáttakendur voru spurðir  
\*\*Þau sem tóku ekki afstöðu svorðu „Veit ekki/veit ekki svara“

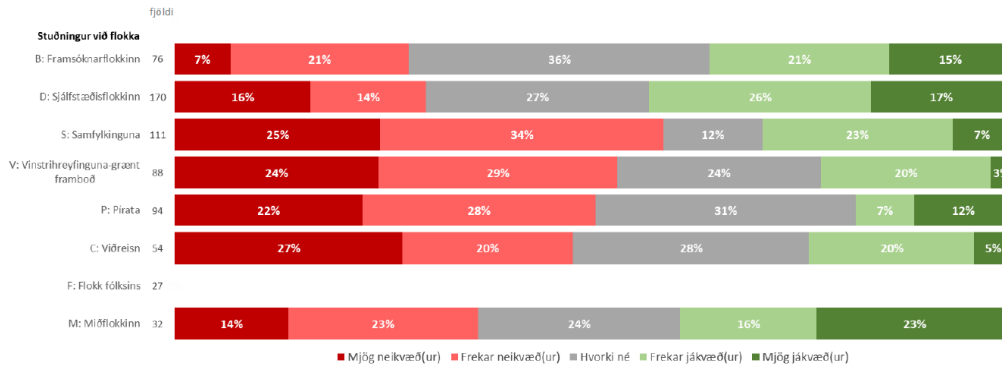


## Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við stendur Íslands?





## Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við strendur Íslands?

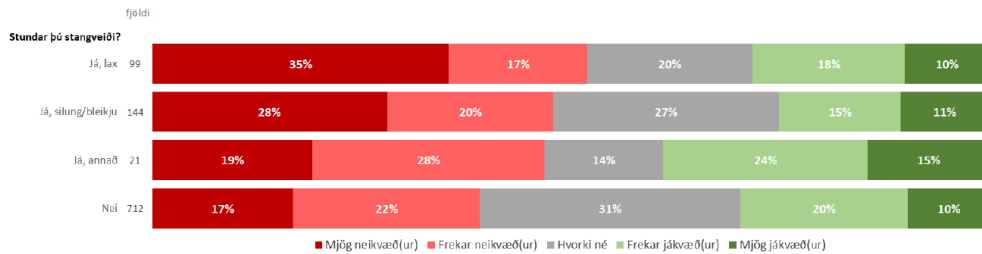


\*Ekki eru sýndir stjórnmálaflokkar sem hafa færri en 30 svarendur.

6

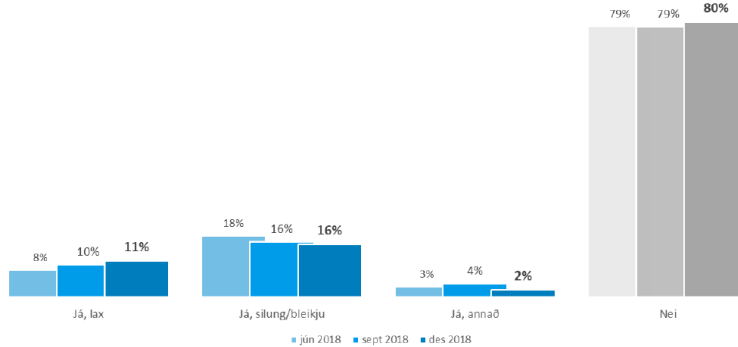


## Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við strendur Íslands?



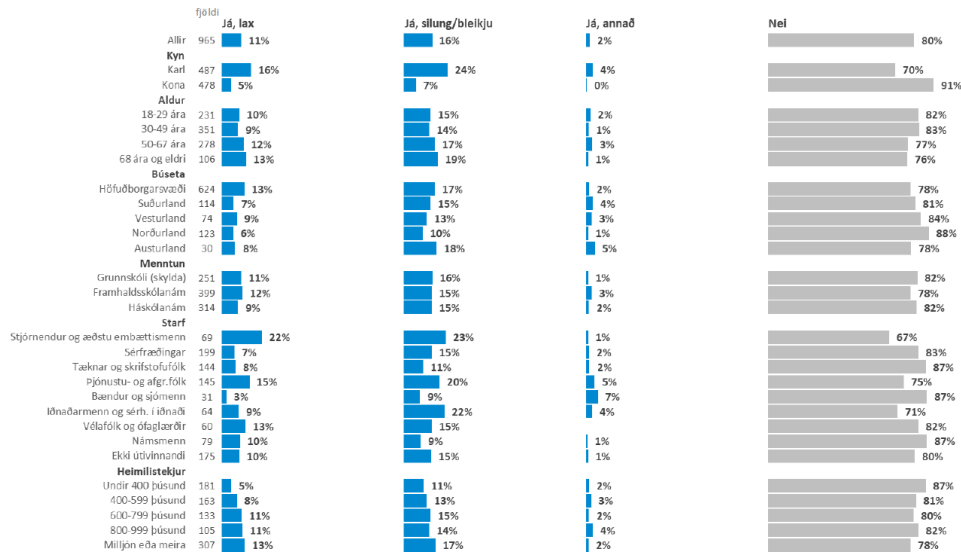
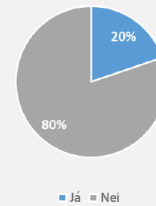
7

Stundar þú stangveiði?

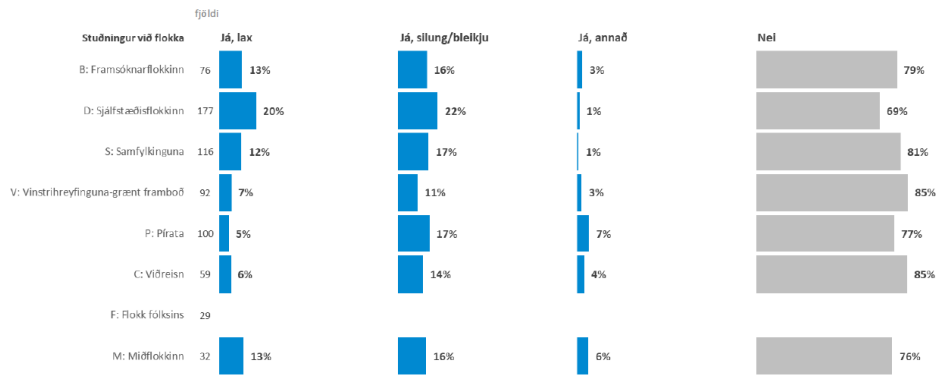


Svar	Fjöldi	Hlutfall	± 95% Vikmörk
Já, lax	103	10,7%	1,9%
Já, silung/bleikju	150	15,5%	2,3%
Já, annað	21	2,2%	0,9%
Nei	774	80,2%	2,5%
<b>Fjöldi svara</b>	<b>965</b>		
Tóku afstöðu	965	99,0%	
Tóku ekki afstöðu**	10	1,0%	
<b>Fjöldi svarenda</b>	<b>975</b>	<b>100%</b>	
Spurð*	975	100,0%	
EKKI spurð	0	0,0%	
<b>Fjöldi þátttakenda</b>	<b>975</b>	<b>100%</b>	

\*Allir þátttakendur voru spurðir  
\*\*Þau sem tóku ekki afstöðu svöruðu „Veit ekki/vil ekki svara“







\*Ekki eru sýndir stjórnmálaflokkar sem hafa færri en 30 svarendur.

Takk fyrir!

## Viðauki 16: Endurskoðað áhættumat erfðablöndunar 2020

Áhætta erfðablöndunar - ráðgjöf 2020

Hafrannsóknastofnun 17. mars 2020

### ELDI Á FRJÓUM ATLANTSHAFSLAXI Í OPNUM SJÓKVÍUM FARMING OF FERTILE ATLANTIC SALMON IN OPEN NET-PENS.

*Salmo salar*

#### RÁÐGJÖF – ADVICE

Hafrannsóknastofnun ráðleggur í samræmi við uppfært áhættumat að eldismagn verð ekki meira en fram kemur í töflunni að neðan í eftirtöldum fjórðum:

Landsvæði	Hámarkslífmassi samkvæmt Áhættumati erfðablöndunar (tonn)	Fyrra mat (miðað við framleiðslu)
<b>Vestfirðir</b>		
Patreksfjörður, Tálknafjörður og Patreksfjarðarflói	20.000	20.000
Arnarfjörður	20.000	20.000
Dýrafjörður	10.000	10.000
Önundarfjörður	2.500	0
Ísafjarðardjúp	12.000	0
<b>Vestfirðir samtals:</b>	<b>64.500</b>	<b>50.000</b>
<b>Austfirðir</b>		
Berufjörður	7.500	6.000
Stöðvarfjörður	0	0
Fáskrúðsfjörður	12.000	15.000
Reyðarfjörður	16.000	15.000
Seyðisfjörður	6.500	0
<b>Austfirðir samtals:</b>	<b>42.000</b>	<b>21.000</b>
<b>Samtals:</b>	<b>106.500</b>	<b>71.000</b>

Í nýju mati er miðað við hámarkslífmassa. Framleiðsla er nú reiknuð sem 80% af hámarks- lífmassa en var áður lögð að jöfnu. 71 þús tonn jafngilda því 88,75 þús tonna lífmassa. Aukning er því í raun 20%

Lagt er til að eldi verði ekki stundað nær veiðiam í botni Ísafjarðardjúps en sem nemur línu frá Ögurnesi að Æðey og Hólmasundi.

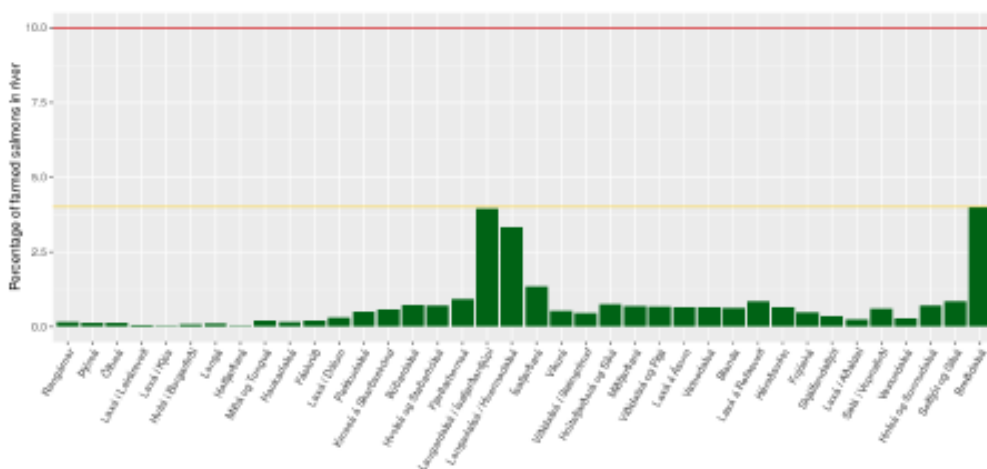
Í Ísafjarðardjúpi er lagt til 12.000 tonna hámarkslífmassa. Ef notuð eru 400 gramma seiði má auka hámarkslífmassa í 14.000 tonn.

Í Fáskrúðsfirði og Reyðarfirði er lagur til hámarkslífmassi 12.000 og 16.000. Með notkun 400 gramma seiða má auka hámarkslífmassa í 14.000 og 18.000 tonn.

#### NIÐURSTÖÐUR MIÐAÐ VIÐ UPPFÆRT ÁHÆTTUMAT

Áhættumatslíkanið reiknar almennt út mjög lág gildi innblöndunar fyrir utan fjórar ár, en það eru Laugardalsá, Langadalsá/Hvannadalsá og Ísafjarðará í Ísafjarðardjúpi, og Breiddalsá í Breiddal.

Í fyrra áhættumati var miðað við að hlutfall milli ársframleiðslu og hámarkslífmassa væri 1:1. Nýjar upplýsingar hafa hins vegar leitt í ljós að hlutfallið er nálægt 0,8:1 og er miðað við það hlutfall nú.



**BREYTINGAR Á STUÐLUM ÁHÆTTUMATS VIÐ ENDURMAT**

Pröskuldsgildi ásættanlegrar innblöndunar (e. intrusion) eldislaxa í náttúrulegar laxveiðiár er óbreytt frá fyrra mati eða 4%.

Nýtt mat á stuðlum áhættumats á grunni vöktunarniðurstaðna: Eftirfarandi breytingar eru gerðar á stuðlum áhættumats:

Stuðlar áhættumats	Fyrri gildi	Ný gildi	Breyting
Snemmbúið strok:			
Heimsæknistuðull (H):	0,25	0,25	N
Weibull stuðlar:			
	$\beta =$ 2,5	2,5	N
	$\eta =$ 170	170	N
Endurkomuhlutfall (Ls):	1,85%	1,30%	J
Síðbúið strok:			
Weibull stuðlar:			
	$\beta =$ 2	1,5	J
	$\eta =$ 1000	540	J
Endurkomuhlutfall (La):	3,3%	1,1%	J
Strokstuðull (strokufiskar/tonn) (S)	0,8	0,8	N
Hlutfall síðbúið/snemmbúið:	50/50	50/50	N

**Röksemdir fyrir breytingu stuðla:**

*Snemmbúið strok:* Enn hafa ekki verið greindir neinir strokufiskar úr snemmbúnu stroki í veiðiám. Því er heimsæknistuðli og dreifingarstuðlum haldið óbreyttum. Endurkomuhlutfall strokufiska er hins vegar lækkað úr 1,85% í 1,3%. Hér er byggt á greiningu á gögnum úr sleppitilraunum Skilbrei et al. (2015). Heimsæknistuðull lækkar endurkomu umtalsvert en mismikið eftir fjarlægð.

*Síðbúið strok:* Í vöktun Hafrannsóknastofnunar hafa alls 15 laxar verið raktir til sjókvíaldisstöðva. Þeir voru allir úr síðbúnum strokum frá tveimur sjókvíaldisstöðum, annarsvegar Hringsdal í Arnarfirði og hinsvegar Laugardal í Tálknafirði. Reiknuð var farlengd þessara strokufiska og borin saman við dreifingarfall. Þó að niðurstöðurnar byggi ekki enn á stóru gagnasafni þá virðist dreifingin þó vera í samræmi við Weibull dreifingarfallið eins og gert var ráð fyrir í áhættumati. Raundreifing bendir til þess að fyrra mat á farlengdarstuðli ( $\eta$ ) hafi verið of hátt og að lögunarstuðull ( $\beta$ ) hafi einnig verið of hár. Þessir stuðlar voru því endurstílltir í endurmati í samræmi við niðurstöðu vöktunar.

Endurkomuhlutfall strokufiska var borið saman við gögn um endurkomu úr síðbúnu stroki í Noregi. Samkvæmt norsku gögnunum er endurkomuhlutfallið að meðaltali 0,84% en á Íslandi hefur það reiknast lægra eða 0,26% úr því eina stroki greinanlegt var. Það virðist ljóst að endurkomuhlutfall fyrra áhættumats var líklega ofáætlað sem 3,3%. Á grundvelli fyrirbyggjandi gagna og varúðarreglu hefur því verið ákveðið að lækka endurkomuhlutfallið í 1,1% í núverandi endurmati.

*Strokstuðull og strokhlutfall:* Þau takmörkuðu gögn sem fyrir liggja virðast gefa til kynna að ekki sé að svo stöddu ástæða til að breyta strokstuðlinum og er honum því haldið óbreyttum sem 0,8 strokufiskar á hvert framleitt tonn í núverandi endurmati. Ekki liggja enn fyrir nein gögn sem styðja breytingar á strokhlutfalli og því er enn stuðst við 50:50 skiptingu á milli snemmbúins og síðbúins stroks, eins og í fyrra áhættumati.

Viðauki 17: Endurskoðað áhættumat erfðablöndunar 2020 –  
tækniskýrsla

## Hætta á göngu strokulaxa úr laxeldi í íslenskar laxveiðiar

Tækniskýrsla Hafrannsóknastofnunar 2020

## Efnisyfirlit

1.	Reiknilíkan fyrir áhættumat .....	2
1.1	Reiknilíkan fyrir innblöndun eldislaxa í villta laxastofna.....	2
1.2	Almennar forsendur reiknilíkansins.....	3
1.2.1	Landfræðilegir þættir.....	3
1.2.2	Eldisþættir.....	4
1.2.3	Gögn varðandi lífsferil.....	5
1.3	Reiknilíkan og breytistærðir.....	6
1.3.1	Strokstuðullinn.....	6
1.3.2	Hlutfall strokulaxa í laxveiðiám.....	8
1.3.3	Lögunarstuðull dreifingarfalls ( $\beta$ ).....	8
1.3.4	Vegalengdarstuðull dreifingarfalls ( $\eta$ ).....	9
1.3.5	Heimsæknistuðull (H).....	9
1.3.6	Endurheimta úr snemmstroki ( $L_s$ ).....	10
1.3.7	Endurheimta úr síðstroki ( $L_e$ ).....	11
1.3.8	Dreifing strokulaxa.....	11
1.4	Næmnigreining.....	14
1.5	Vöktun laxveiðiáa.....	14
1.5.1	Vöktun með Árvaka (Riverwatcher).....	14
1.5.2	Erfðafræðileg vöktun.....	16
2.	Niðurstaða vöktunar og endurmat stuðla.....	17
2.1	Tilkynntir stroatburðir.....	17
2.2	Tilkynnt veiði strokulaxa í ám.....	18
2.3	Mat á fjölda strokulaxa.....	20
2.4	Dreifing strokulaxa.....	22
2.5	Endurmat stuðla fyrir snemmstrok.....	24
2.6	Endurmat stuðla fyrir síðstrok.....	25
2.7.	Rannsóknir á erfðablöndun með rafveiðum.....	28
3	Umræður.....	29
3.1	Mat á strokstuðli (S).....	29

3.2	Breytur tengdar dreifingarstuðli fyrir snemm- og síðstrok. ....	30
3.3	Mat á endurheimtu stórseiða(post-smolts) úr snemmstroki í veiðiár ( $L_s$ ) .....	30
3.4	Mat á endurheimtu síðstrokslaxa í veiðiár ( $L_e$ ) .....	31
3.5	Samanburður milli Íslands og Noregs .....	31
3.6	Nýtt mat á stuðlum áhættumats á grunni vöktunarniðurstaðna:.....	33
3.7	Fyrirbyggjandi aðgerðir .....	33
3.8	Pakkarorð .....	33
3.9	Fjármögnun.....	34
3.10	Viðbótargögn .....	34
	Heimildir.....	35

## Myndalisti

Mynd 1-1 Kort sem sýnir hafstrauma kringum Ísland.....	4
Mynd 1-2 Svæði þar sem laxeldi er bannað við Íslandsstrendur (rautt).....	5
Mynd 1-3 Áhrif heimsæknistuðulsins (H) á spáðan fjölda strokufiska sem ganga í ár eftir veturdvöl sem fall af fjarlægð. Í þessu dæmi er eldið 10.000 tonn og stærð stofns í á 1.000 fiskar. Blá lína sýnir fallið þegar heimsæknistuðull er 0, gul lína 0.05, lína 0.1 og gulbrún 0.25 .....	10
Mynd 1-4 Skjáskot úr Árvakanum sem er aðgengilegur af vef Hafrannsóknastofnunar ( <a href="https://www.hafogvatn.is/is/rannsoknir/voktun-veidiao/ar-og-eldi">https://www.hafogvatn.is/is/rannsoknir/voktun-veidiao/ar-og-eldi</a> ).....	15
Mynd 1-5 Ár í Árvaka vöktunar áætluninni. Ár sem nú þegar hafa uppsettann Árvaka eru merktar bláar og þær sem munu fá í framtíðinni eru merktar rauðar. ....	15
Mynd 1-6 Ár í rafveiðivöktunaráætlun. ....	17
Mynd 2-1 Dreifing síðbúinna stroka frá árinu 2018. Tvær Weibull dreifingar eru teiknaðar yfir með stuðla $\beta = 1.5$ og $\eta = 540$ (blá lína) og $\beta = 2$ og $\eta = 1000$ (rauð punctalína). Jákvæð fjarlægð er réttisælis um Ísland.....	23
Mynd 2-2 Veiði snemmbúinna stroka í ám eftir 1-3 ár í sjá sem fall af strokstærð. Snemmbúnu strokunum var skipt upp í eftirfarandi hópa: 50-120 g ( $x = 85$ g; 20,178 fiskar), 140-160 g ( $x = 154$ g; 19,487 fiskar), 190-240 g ( $x = 214$ g; 17,506 fiskar), 430-580 g ( $x = 494$ g; 7,309 fiskar) og 950-2000 g ( $x = 1,200$ g; 4,163 fiskar). ....	24
Mynd 2-3 Heildar veiði á strokulöxum í Noregi árin 2014 – 2017, hópað eftir veiðiaðferð (Glover et al.2019). ....	26



## 1. Reiknilíkan fyrir áhættumat

### 1.1 Reiknilíkan fyrir innblöndun eldislaxa í villta laxastofna

Þessi skýrsla gerir grein fyrir nýju áhættumatslíkanum fyrir hættu á villuráfi eldislaxa inn í laxveiðiár. Tilgangur líkansins er að meta fjölda þeirra strokulaxa, sem gæti tekið þátt í hrygningu á hverju ári. Hætta á erfðablöndun eykst í beinu hlutfalli við fjölda strokulaxa í ánni (Glover ofl. 2012,2013) og sá fjöldi er því valinn sem mælieining til að meta hættuna á erfðabreytingum í náttúrulegum laxastofnum. Ef fjöldi strokulaxa fer yfir ákveðið hámark á hverju ári er hætta á því að erfðablöndun geti aukist umfram það sem náttúruvalið getur lagfært.

Í íslenska líkaninu voru slík lágmarks og hámarksgildi valin í samræmi við Taranger ofl. (2015). Lægra gildið, sem var sett við 4% , samsvarar lægra matinu á villuráfi eldislaxa í viðkomandi á og hefur í för með sér litla erfðabreytingu hjá náttúrulega stofninum, ef villuráf er undir þeim mörkum. Hærra gildið upp á 10% villuráf eldislaxa í viðkomandi á gefur til kynna þau mörk, sem villuráf eldislaxa má ekki fara yfir, til að ekki sé hætta á verulegum erfðabreytingum í viðkomandi laxveiðiá. Taka þarf tillit til þess að náttúrulegir íslenskir laxastofnar og norski eldisstofninn(SAGA stofn) eru fjarskyldari heldur en náttúrulegir stofnar og eldisstofnar í Noregi og því ætti að setja slík gildi hærri og af meiri íhaldssemi hér á landi.

Tilgangurinn er að tryggja að framleiðsla á eldislaxi í sjókvíum hafi ekki áhrif á náttúrulega laxastofna. Þar sem óvissa er um marga þætti vegna gagnaskorts, höfum við valið að meta hættuna á erfðablöndun með gagnvirku áhættulíkanum, sem byggir á upplýsingum úr vöktunarverkefni sem framkvæmt verður árlega. Á þennan hátt er hægt að aðlaga regluverk um fiskeldi í samræmi við nýjustu upplýsingar til að lágmarka umhverfisáhrif eldisins.

Framvindu erfðablöndunar má skipta í tvö stig:

- i. Strok laxa úr sjókví og líkur á því að þeir gangi í ár.
- ii. Hrygning þeirra í ánni , lífsferill afkomenda (hreinir eldislaxar og kynblendingar) og áhrif þeirra á erfðir heimastofnsins. Tvö aðskilin líkön eru notuð til að spá fyrir um þessi stig. Líkön sem notuð hafa verið hafa aðallega beinst að síðara stiginu þ.e. erfðablöndun(Castellani ofl. 2015,2018, Verspoor,2017) en eftir því sem við vitum best er þetta fyrsta líkanið sem spáir fyrir um göngur eldislaxa í ár.

Í Noregi og Skotlandi er laxeldi stundað tiltölulega þétt saman í nágrenni við veiðiár og hefur verið stundað í áratugi. Af þessum sökum hefur spálikan varðandi göngur eldislaxa í ár ekki verið hagkvæmt í þessum löndum. Á hinn bóginn þá eru laxeldissvæði

á Íslandi venjulega fjarri laxveiðiám og því eru farleiðir og dreifing strokulaxa út frá eldissvæðum mjög mikilvæg atriði. Ennfremur hefur laxeldi verið bannað í fjórðum í nágrenni helstu laxveiðiánna til að verja náttúrulega stofna fyrir erfðablöndun, snikjudýrum og sjúkdómum (Gudjonsson og Scarnecchia, 2013). Því er mjög mikilvægt að gera spálíkan um farleiðir eldislaxa til að meta áhættuna af villuráfi í ár. Þar sem eldi á Atlantshafslaxi í opnum sjókvíum er á byrjunarstigi hér á landi eru tækifæri til að fylgjast með göngum eldislaxa í ár í kjölfar aukningar í framleiðslu.

Þetta spálíkan er því mjög dýrmætt til að meta áhrif laxeldis á náttúrulega laxastofna á Íslandi. Svipað spálíkan hefur nýlega verið nýtt á Nýfundnalandi (Bradbury et.al., 2020) til að meta áhrif fyrirhugaðrar aukningar í sjókvíaeldi á laxi. Laxeldi á Íslandi er bundið við ákveðin svæði langt frá helstu laxveiðiánum til að lágmarka áhrif eldisins á náttúrulega stofna. Notkun líkansins mun varpa ljósi á fjölmarga þætti svo sem fjölda strokulaxa, afkomu laxanna, hegðun og lífsferil í sjó. Tæknilegar framfarir í erfðarannsóknnum gera okkur kleift að fylgjast með dreifingu og afkomu strokulaxa frá einstaka eldisstöðvum. Líkanið metur áhrif allra sjóeldisstöðva á laxastofna í öllum þeim ám þar sem stofnstærðin getur verið metin bæði sem fjöldi og eins sem hlutfall af hrygningarstofni árinna.

Þróun þessa spálíkans byggði á bestu fáanlegu upplýsingum úr ritrýndum vísindaritgerðum ásamt ýmsum gögnum úr íslenskum, norskum og írskum skýrslum.

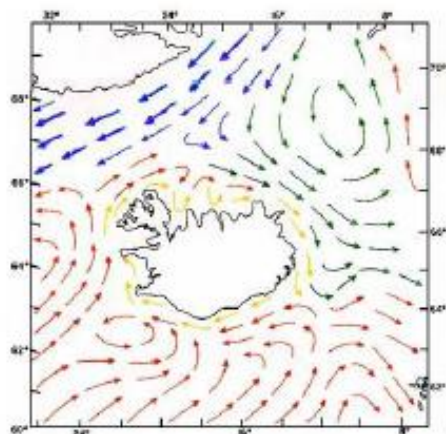
## 1.2 Almennar forsendur reiknilíkansins

Reiknilíkanið reiknar út fjölda stroklaxa sem ganga í ár út frá þáttum sem hægt er að skipta í þrjá hópa: Landfræðilega þætti, eldisþætti og þætti tengda lífsferli.

### 1.2.1 Landfræðilegir þættir

Líkanið notar landfræðilega þætti svo sem styrkleika og stefnu sjávarstrauma, magn laxa sem gengur í ár ásamt halla og aðrennslisvæði ána. Hafstraumar við strendur Íslands

ganga réttsælis um landið (Mynd 1.1).



Mynd 1-1 Kort sem sýnir hafstrauma kringum Ísland.

### 1.2.2 Eldisþættir

Upplýsingar varðandi sjókvíaeldið eru meðal annars nákvæm staðsetning sjókvía og önnur mikilvæg atriði varðandi þeirra umhverfi, lífmassa á hverjum stað, stærð og aldur laxa, sem aldir eru í kvíunum, ásamt upplýsingum um stök laxa. Innifaldar eru upplýsingar um fjölda stroktilfella og meðalfjöldi stroklaxa á hvert framleitt tonn.

Laxeldi er eingöngu leyft á takmörkuðum svæðum umhverfis Ísland, venjulega fjarri helstu laxveiðiám. Bannsvæðin voru sérstaklega valin til að vernda laxveiðiár fyrir erfðablöndun eins og fram kemur í auglýsingu landbúnaðarráðuneytisins í maí 2004 (Landbúnaðarráðuneytið 2004). Auglýsingin takmarkar því laxeldissvæðin við Vestfirði

og Austfirði (Mynd 1.2.)



Mynd 1-2 Svæði þar sem laxeldi er bannað við Íslandsstrendur (rautt).

Reiknilíkanið notar nákvæmar upplýsingar varðandi útsetninu á gönguseiðum í sjókvíar og fjölda þeirra laxa sem slátrað er eftir 18 mánuði. Þessi gögn fást úr eldisforritinu „Fishtalk“ sem notað er af laxeldisfyrirtækjunum.

Miðað við skráningu á veiði og sleppingu á lögum úr laxateljurum (Jónsson ofl., 2008), er gert ráð fyrir því í líkaninu að stofnstærðin í ánni sé tvöföld skrásett veiði á hverju ári og er þá notuð meðalveiði undanfarinna 10 ára.

Laxaseiði eru bólusett nokkrum vikum áður en þau eru sett í sjókvíar og er það gert handvirkt með sprautu, sem telur seiðin og gefur nákvæman fjölda bólusetta seiða í hverju kerri. Venjulega fara öll seiði úr sama kerri í sömu sjókví en ef þeim er skipt upp eru þau endurtalin í kvína með fiskteljara sem getur verið með 2-3 % talningaskekkju.

Hlutfallsleg rýrnun í eldiskvíum kemur til vegna náttúrulegrar dánartölu en stundum getur stök úr kvíunum komið við sögu, sem þá eru skrásett af eldisfyrirtækinu. Við mátum fjölda stroklaxa úr kvíum með því að bera saman rýrnun í sjókvíum með og án strokviðburða. Dagleg tinsla og mat fyrirtækjanna á náttúrulegum dauða virðast vera mun óáreiðanlegri og voru ekki notuð í reiknilíkaninu.

### 1.2.3 Gögn varðandi lífsferil

Það er mjög mikilvægt fyrir forspárgildi þessa reiknilíkans að skilja hegðun og dreifingu laxa eftir stök. Hegðun og farleiðir gönguseiða eru ólíkar þeim sem gilda fyrir stærri laxa. Þess vegna skilgreinum við stroklaxa sem snemmstrokna, ef þeir sleppa út áður en þeir ná 1,5 kg. þyngd og sem síðstrokna ef þeir sleppa út við meiri þyngd. Náttúruleg gönguseiði ganga til sjávar yfir frekar stuttan tíma og ganga á ætisslóðir þar sem þeir dvelja uns þeir ganga til baka í ána eftir 1-3 ár í sjó. Á hinn bóginn ganga eldisseiði, sem

strjúka úr kvíum, ekki niður úr ám og hafa því annað hegðunarmunstur þegar þau verða kynþroska.

Náttúruleg laxaseiði læra sennilega að þekkja ána sína, þegar þau fara í göngubúning, og eiga auðvelt með að rata aftur í ána. Ekki er ljóst hvernig þessu er varið varðandi gönguseiði úr eldi. Reiknilíkanið gerir ráð fyrir að snemmstroknið laxar gangi til baka úr sjó á þann eldisstað þar sem þau sluppu út. Síðan muni þeir ganga í nærliggjandi á þegar kynþroski brestur á. Einnig er sú kenning möguleg að lyktin af systkinahópnum í eldi í kvíunum dragi laxinn að og seinki hrygningargöngu hans í á, þar sem hann skynji kvíumhverfið sem ármyrni. Þessa kenningu á þó eftir að sannreyna.

Hér á landi eru til langtíma gögn varðandi endurheimtur laxaseiða í hafbeitarár svo sem Rangárnar og styttri tíma gögn fyrir endurheimtu náttúrulegra seiða svo sem í Elliðaárnar. Talið er að gönguseiði úr sjókvíum hafi að meðaltali 37% af þeirri endurheimtu sem vænta má fyrir náttúruleg seiði (Hindar et al., 2006). Miðað við þessar tölur er gert ráð fyrir að endurheimta náttúrulegra gönguseiða sé um 5% og endurheimta eldisseiða sé 37% af þeirri tölu ( 1,85 %). Einnig er gert ráð fyrir því að snemmstroknið laxar muni truflast á göngu sinni í ána vegna lykta af löxum í kvíunum sem þeir sluppu úr. Í fyrstu útgáfu af reiknilíkaninu var gert ráð fyrir því að þessi hegðun mundi koma í veg fyrir að laxarnir leituðu í ár og dragi þannig úr endurheimtum. Miðað við þær forsendur spáði fyrsta líkanið því að endurheimta fyrir snemmstrokna laxa yrði 1,85% (5% x 0,37=1,85). Þetta gildi var sameiginlegt fyrir allar endurheimtur snemmstrokinnar laxa eftir 1-3 ár í sjó.

### 1.3 Reiknilíkan og breytistærðir

Reiknilíkanið áætla fjölda strokulaxa út frá umfangi eldis í hverjum firði og spáir fyrir um endurkomu þeirra úr hafi og dreifingu endurkomulaxa í vatnsföll. Líkanið inniheldur ýmsar jöfnur og byggir á þeim forsendum sem taldar voru upp hér á undan. Í þessum kafla verður gerð grein fyrir hinum ýmsu breytistærðum sem líkanið byggir á.

#### 1.3.1 Strokstuðullinn

Það eru engin gögn til varðandi fjölda strokulaxa á hvert tonn af framleiddum laxi í íslensku laxeldi. Þar sem sömu kröfur eru gerðar til eldisbúnaðar og vinnuferla hér á landi eins og í Noregi (NS 9415:2019), er gert ráð fyrir því að hlutfallslegt strok sé svipað í báðum löndum. Norsk yfirvöld hafa í mörg ár gefið út árlegt yfirlit yfir fjölda tilkynnta stroklaxa og gefið út sem fjölda stroklaxa á hvert framleitt tonn (Fiskeridirektoratet, 2019a,b). Við tókum inn þessar upplýsingar fyrir fyrstu útgáfu af reiknilíkaninu og notuðum meðalfjölda strokulaxa fyrir 9 ár, þ.e. frá 2008-2016. Þetta byggir á því að

norski staðallinn NS 9415:2009 gekk í gildi 2009 en var í notkun allvíða nokkuð fyrr og því varð vart við verulega lækkun á stroktölum strax árið 2008, sem tengdist notkun á nýjum búnaði í samræmi við fyrirhugaðan staðal.

Eins og áður var minnst á hefur verið metið að raunverulegt laxastrok úr kvíum hafi verið tvisvar til fjórum sinnum hærra heldur en það sem tilkynnt var um (Skilbrei et al.,2015). Erfðarannsóknir gefa til kynna að óreglulegt smástrok (lekar) séu helsta ástæðan fyrir þessu vanmati í opinberum tölum. Á síðari árum virðist hafa orðið veruleg minnkun á þessum leka, sennilega vegna strangari reglna og betri eldisbúnaðar. Í fyrstu útgáfu af reiknilíkaninu voru opinberar norskar tölur um strok margfaldaðar með 4 sem gaf meðaltals strokstuðul(S) upp á 0,8 strokulaxa á hvert framleitt tonn á tímabilinu 2008-2016 (Tafla 1-1.)

Hlutfallið á milli snemmstroku og síðstrokulaxa er í líkaninu metið sem 50:50. Þetta hlutfall hefur verið notað í verkerfðafræðilegu líkani hjá NINA (Hindar et al.,2006). Þetta byggir á hlutfalli astaxanthin litarefna í holdi strokulaxa, sem gengu í tvær norskar veiðiár haustið 1991. Innihald astaxanthin féll í tvo aðskilda hópa. Fimmtíu og eitt prósent af strokulöxunum höfðu hlutfallsgildi sem samsvaraði því afbrigði astaxanthins, sem finnst í löxum sem þrífast á framleiddu laxafóðri, en hinn hlutinn innihélt það afbrigði astaxanthins sem finnst í náttúrulegum löxum (Lura,1994). Magnið af litarefninu féll því í tvo hópa , annars vegar með svipað magn eins og í eldisfiski en hinsvegar með svipað magn eins og finnst í náttúrulegum laxi. Þetta ásamt öðrum þáttum benti til þess að hlutfallið milli snemm- og seinstrokinna laxa hefði verið um 50:50 meðan á rannsókninni stóð. Í fyrstu útgáfu af okkar líkani notuðum við 50:50 hlutfall, þ.e. 0,4 fiska úr snemmstroki og 0,4 fiska úr síðstroki á hvert framleitt tonn í íslensku fiskeldi á ári.

Ef þessu er beitt á árlega framleiðslu upp á 13.500 tonn úr nokkrum sjókvíaeldisstöðum árið 2018 og notum strokstuðul (S) upp á 0,8) var því spáð að 10.800 laxar mundu strjúka úr sjókvíum árið 2018, helmingurinn sem snemmstrokslaxar (<1,5 kg) og helmingurinn sem síðstrokslaxar

Tafla 1.1. Árleg tala fjölda skráðra strokulaxa á hvert tonn framleitt, samkvæmt Fiskedirektoriatet í Noregi. Uppgefnar tölur eru margfaldaðar með 4 í síðasta dálki. Meðaltal og staðalfrávik eru birt fyrir neðan töfluna.

Ár	Strok/tonn	x4
2008	0.41	1.65
2009	0.13	0.53
2010	0.24	0.97
2011	0.28	1.11
2012	0.33	1.32
2013	0.03	0.13
2014	0.16	0.65
2015	0.23	0.92
2016	0.12	0.48
$\bar{\mu}$	0.22	0.86
$\sigma$	0.11	0.44

### 1.3.2 Hlutfall strokulaxa í laxveiðiám.

Hlutfall eldislaxa í laxagöngu: Lengi hefur verið vitað að laxar læra að þekkja ána sína gegnum lyktarskyn (Lema og Nevitt, 2004). Í þessu reiknilíkani er gert ráð fyrir að laxar muni leita aftur í ána sína í hlutfalli við laxamagni í viðkomandi á þ.e. í samræmi við laxalykt í ánni, þó ekki endilega lykt af þeirra eigin fjölskyldu.

### 1.3.3 Lögunarstuðull dreifingarfalls ( $\beta$ )

Breytan  $\beta$  er lögunarstuðull og ræður samhverfni fallsins. Samhverfnin er notuð til að meta hlutfall fiska sem ganga meðstraums eða á móti strandstraumnum umhverfis Ísland. Stuðullinn  $\beta$  er mismunandi fyrir síð- og snemmbúið strok sem skýrist með mismunandi hegðunarmynstri. Eldisstaður er settur efst á dreifingarferli og jákvæðar tölur lýsa dreifingu meðstraums og neikvæðar mótstraums.

Fyrstu áætlanir um  $\beta$  fyrir snemmstroku laxa voru settar við 2,5, sem gefur samhverfa dreifingu út frá strokstað. Upprunalegt mat á  $\beta$  fyrir síðstroku laxa voru sett þannig að 65% af laxinum mundi fara í ár eftir göngu sólarinnis út frá strokstað (eldiskvi) en 35% ganga gegn sólu. Þessu var náð með því að setja  $\beta=2$ . Gögn frá Noregi og Kanada voru notuð sem fyrsta mat fyrir líkanið (McGinnity et al., 1997; Fleming et al., 2000), en niðurstöður fyrsta vöktunarárs hafa nú gefið upplýsingar til að endurmeta gildin. Landfræðilegir þættir gætu haft áhrif á dreifingu laxa út frá eldisstað og því hugsanlegt að mismunandi stuðlar giltu fyrir mismunandi staði. Í þessari fyrstu útgáfu af reiknilíkaninu er hins vegar gert ráð fyrir sömu dreifingu út frá öllum eldisstöðum.

#### 1.3.4 Vegalengdarstuðull dreifingarfalls ( $\eta$ )

Breytan  $\eta$  er vegalengdarstuðull, sem ákvarðar hve langt laxar dreifa sér frá strokstað. Í þessari útgáfu af reiknilíkaninu er gert ráð fyrir því að strokulaxar muni ekki dreifa sér lengra en 200 km frá strokstað. Hins vegar er ljóst að ratvísi gönguseiða úr norskum eldisstofni gæti verið mjög ólík því sem gerist hjá náttúrulegum íslenskum laxastofnum, sem gæti haft veruleg áhrif á afdrif þeirra í hafi og nákvæmni í göngumynstri og endurheimtu. Til að meta betur þennan þátt er nauðsynlegt að framkvæma sleppingar á merktum eldislögum.

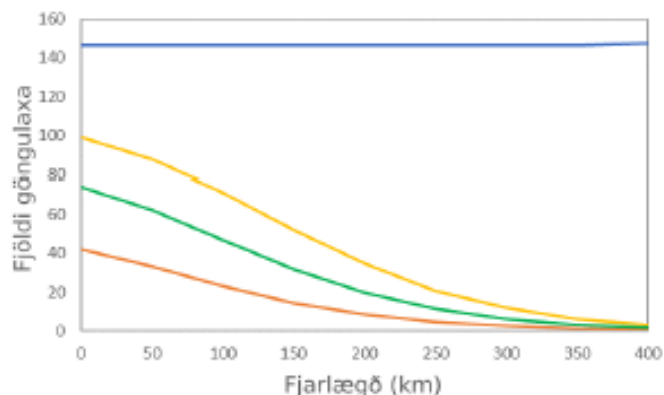
#### 1.3.5 Heimsæknistuðull ( $H$ )

Við höfum gert ráð fyrir að göngulax á leið heim upplifi umhverfi sjókvíanna sem sína heimaá vegna mikillar lyktar af sínum skyldmennum. Þetta veldur tregðu hjá þeim að yfirgefa svæðið. Til að taka tillit til þessa skilgreinir líkanið eldiskví sem eina af laxveiðianum og spáir því að hluti af strokulögnum muni ganga til baka á kvísvæðið og muni því ekki ganga í laxveiðiar.

Sem fyrsta mat höfum við gert ráð fyrir því að aðdráttarafli kvísvæðisins jafnist á við laxveiðiá með heildarstofn sem í fjölda sé 25% af þeim lífmassa sem er í kvíunum. Þannig mundi eldissvæði með 1000 tonna lífmassa samsvara laxveiðiá með 250 laxa stofnstærð og draga úr villuráfi laxa í samræmi við það.

Áhrif þessa stuðuls standa ekki í beinu sambandi við áhrif af umfangi eldis eða fjarlægð frá eldisstað eins og kemur fram í mynd 1.3. Gildi þessa stuðuls verða ljós ef við skoðum eldissvæði langt frá laxveiðianum og litlum líkum á flakki strokulaxa yfir langar vegalengdir. Ef það eru á hinn bóginn engar ár nærri viðkomandi eldisstað væri óraunhæft að gera ráð fyrir villuráfi laxa í slíkar ár. Heimsæknistuðullinn var settur inn til að leiðrétta slíkar skekkjur. Með notkun þessa stuðuls er að mörgu leyti gert ráð fyrir að hluti þeirra laxa, sem strjúka seint úr kvíum, muni ekki yfirgefa kvísvæðið. Þennan stuðul þarf síðan að aðlaga í samræmi við nýjar upplýsingar úr rannsóknum.





Mynd 1-3 Áhrif heimsæknistuðulsins ( $H$ ) á spáðan fjölda strokufiska sem ganga í ár eftir veturdvöl sem fall af fjarlægð. Í þessu dæmi er eldið 10.000 tonn og stærð stofns í á 1.000 fiskar. Blá lína sýnir fallið þegar heimsæknistuðull er 0, gul lína 0.05, lína 0.1 og gulbrún 0.25

### 1.3.6 Endurheimta úr snemmstroki ( $L_S$ )

Í fyrstu útgáfu af reiknilíkaninu voru endurheimtur snemmstrokinna laxa byggðar á endurheimtu náttúrulegra gönguseiða. Þar var einnig nýtt hlutfall milli endurheimtu á eldisseiðum og náttúrulegum seiðum samkvæmt sleppitilraunum í Burrishoole ánni á Írlandi (McGinnity et al. 1997,2003) og gögnum frá lmsa ánni í Noregi (Fleming et al.2000). Í þeim rannsóknum var mæld hlutfallsleg afkoma eldisseiða og náttúrulegra seiða allt frá hrygningu þar til þau gengu aftur í ána.

Að meðaltali var hlutfallsleg afkoma eldisseiða um 37% af afkomu náttúrulegra seiða gegnum lífsferilinn. Á Íslandi hefur komið í ljós að endurheimta náttúrulegra gönguseiða er breytileg eftir landshlutum. Endurheimta er að jafnaði lægri á norðanverðu landinu heldur en á því sunnanverðu. Þetta hefur komið í ljós með því að bera saman gögn frá Elliðaám á Suðvesturlandi og Vesturdalsá á Norðausturlandi.

Meðalendurheimta í Elliðaár á árunum 1988-2016 var 8,9 % (1SW) en til samanburðar var endurheimta smálaxa (1SW) í Vesturdalsá á árunum 1996-2016 2,2% (ICES 2019). Í reiknilíkaninu er notuð talan 5% sem meðaltals endurheimta á eins árs laxi fyrir þessar tvær ár. Miðað við þær rannsóknir, sem hér hefur verið minnst á (Fleming et al.2000, ICES 2019), gerði reiknilíkanið ráð fyrir endurheimtum á snemmstroknunum lögum sem samsvaraði 37% af meðalheimtum náttúrulegra laxa þ.e.  $5\% \times 0,37=1,85$ .

Heimsæknistuðullinn lækka villuráf laxanna í hlutfalli við það magn sem framleitt er á sjóeldissvæðinu, þ.e. því meiri framleiðsla því mun hlutfallslega minna af laxi mun

villast í aðrar ár. Í því endurmati sem fram fer á líkaninu var endurheimtan endurmetin út frá heimtu á stórum og stálpuðum gönguseiðum (*post-smolts*) samkvæmt gögnum frá Skilbrei et al.(2015). Endurheimtuhlutfallið ( $L_S$ ) var þá lækkað í 1,3%.(sjá kafla 2.5).

Jafna 1 reiknar út Endurkomufjölda úr snemmbúnu stroki ( $E_S$ ), þ.e. heildarfjölda snemmbúinna strokufiska sem áætlað er að skili sér úr hafi:

$$E_S = PS_S L_S \quad (1)$$

Í jöfnu 1 eru breytur ( $P$ ), sem er heildarframleiðsla ársins, ( $S_S$ ) fjöldi snemmbúinna strokufiska á hvert tonn framleitt og ( $L_S$ ) endurheimtuhlutfall eftir 1-3 vetur í sjó. Líkanið gerir hins vegar ekki ráð fyrir því að allir endurkomufiskar úr snemmbúnu stroki skili sér upp í vatnsföll.

Eins og fyrr segir má gera ráð fyrir því að sjógönguseiði upplifi eldiskvíar og ströndina nálægt þeim sem heimkynni sín. Því getur valdið lykt af fiski og þá sérstaklega af kynþroska fiski. Þetta leiðir til tregðu þeirra að leita lengra burt og veldur því að sumir endurkomufiskar ganga ekki í vatnsföll. Líkanið notar svokallaðan Heimsæknistuðul ( $H$ ) og eldismagn á kvíastæði ( $P_{kvi}$ ) til þess að áætla þennan þátt. Heimsæknistuðull hefur því eininguna fjöldi á tonn. Sjá frekari skýringar í kafla 1.3.8

### 1.3.7 Endurheimta úr síðstroki ( $L_G$ )

Jafna 2 reiknar út Endurkomufjölda úr síðbúnu stroki ( $E_G$ ), þ.e. heildarfjölda síðbúinna strokufiska sem áætlað er að skili sér í vatnsföll.

$$E_G = PS_G L_G \quad (2)$$

Í jöfnu 2 eru breytur ( $P$ ), sem er heildarframleiðsla ársins, ( $S_G$ ) fjöldi síðbúinna strokufiska á hvert tonn framleitt og ( $L_G$ ) endurkomuhlutfall úr sjó.

### 1.3.8 Dreifing strokulaxa.

Weibull dreifingarfall er notað sem líkindafall fyrir far strokulaxa með strokstað sem hámark dreifingarfalls. Líkanið reiknar út tvö dreifingarfall fyrir strokulaxa frá hverjum eldisstað (firði), annars vegar fyrir snemmbúna strokufiska (sjógönguseiði-stórseiði) og aðra fyrir síðbúin stök. Þessar tvær dreifingar eru síðan sameinaðar til að mynda heildardreifingu frá hverjum stað. Weibull fallið hefur tvær breytur,  $\beta$  og  $\eta$ . Breytan  $\eta$  er vegalengdarstuðull, það er ákvarðar hve langt fiskarnir dreifast frá strokstað og hins vegar  $\beta$  sem er

lögunarstuðull og ræður samhverfni fallsins. Samhverfnin er notuð til að meta hlutfall fiska sem ganga meðstraums eða á móti strandstraumnum umhverfis Ísland. Stuðullinn  $\beta$  er mismunandi fyrir síð- og snemmbúið strok sem skýrist með mismunandi hegðunarmynstri. Eldisstaður er settur efst á dreifingarferli og jákvæðar tölur lýsa dreifingu meðstraums og neikvæðar mótstraums. Dreifingu strokufiska er því lýst með eftirfarandi Weibull jöfnu:

$$W(V) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{V}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{V}{\eta}\right)^\beta} \quad (3)$$

Jafnan er normuð og gefur þá:

$$W = \frac{\frac{\beta}{\eta} \left(\frac{V}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{V}{\eta}\right)^\beta}}{\sum_a \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{V}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{V}{\eta}\right)^\beta}} \quad (4)$$

Jafna (5) reiknar fjölda fiska úr aldurshópi  $X$  sem ganga í vatnsfall  $a$ , með því að sameina jöfnur (1), (2) og (4).

$$F_{aX} = E_X \frac{W_X A_a}{\sum_a W_X A_a} \quad (5)$$

Þar sem  $A_a$  er meðaltals stofnstærð vatnsfalls  $a$  og  $F_{aX}$  er fjöldi eldislaxa af aldurshópi  $X$  sem gengur í vatnsfall  $a$ .

Fyrir snemmbúið strok er sem fyrr segir, reiknað með að sjálfur eldisstaðurinn valdi tregðu til að leita lengra og afvegaleiði hluta fiska til frá því að ganga í ár. Það má túlka sem sjálft kvíastæðið virki á fiskinn sem heimaá enda eru árnar í nágrenninu honum ókunnar. Í tilfalli snemmbúins stroks er því þessi tilbúna heimaá fyrsta áin, það er vatnsfall  $a = 1$  í jöfnu (5). Stofnstærðin eldisstaðurinn sjálfur og áhrif hans reiknuð sem :

$$A_{kvi} = P_{kvi} H \quad (6)$$

Þar sem  $A_{kvi}$  „stofnstærð „heimaár“ sem er margfeldi eldismagns á kvíarstað,  $P_{kvi}$ , og heimsækni stuðuls ( $H$ ). Því meira magn sem er alið ganga því hlutfallsleg færri fiskar í veiðiár og hækkun á stuðlinum  $H$  hefur sömu áhrif.

Í heild eru 12 stuðlar notaðar í dreifingarfallinu, sem eru listaðir í Töflu 1-2

Tafla 1.2 Stuðlar reiknilíkansins.

Stuðlar	Lýsing	Áætlað gildi
$X_G$	Gildi stuðuls $X$ fyrir síðbúið strok	-
$X_B$	Gildi stuðuls $X$ fyrir snemmbúið strok	-
$P$	Framleiðsla á eldisstað í tonnum	-
$E$	Fjöldi strokufiska sem ganga í ár	-
$S$	Strok, fjöldi fiska á hvert tonn framleitt	0.8 strokufiska á tonn
$L$	Hlutfall strokufiska sem ganga í ár	1.1% ( $L_G$ ) 1.3% ( $L_S$ )
$V_a$	Fjarlægð milli eldisstaðar og áar $a$	-
$H$	Heimsæknistuðull	0.25
$W$	Normað Weibull fall sem áætla dreifingu með gefnu $\beta$ og $\eta$	-
$A_a$	Stofnstærð áar $a$	-
$F_a$	Áætlaður fjöldi strokulaxa í á $a$	-

Gert er ráð fyrir því að snemmbúnir strokufiskar hafi betri rötunarhæfni en síðbúnir strokufiskar. Því er reiknað með því að snemmbúið strok sé samhverft, þ.e. að það hafi bjöllulaga dreifingu og strokufiskar snúi aftur mjög nálægt strokstað (<200 km). Dreifingarferill síðbúinna strokufiska er skekktur í átt straumstefnu og því fara fleiri fiskar meðstraums en mótstraums og einnig er dreifingarsviðið ( $\eta$ ) víðara. Lögunarstuðullinn ( $\beta$ ) er einingalaus en  $\eta$  hefur gildi í kílómetrum. Ástæðan fyrir mismunandi lögun dreifingar er sú að sjógönguseiði sem koma til baka eftir vetrardvöl á fæðuslóð hegða sér með öðrum hætti en síðbúnir strokulaxar. Hegðun eldisseiða er væntanlega einnig nokkuð ólík hegðun villtra seiða. Villtir fiskar yfirgefa heimaá á tiltölulega stuttu tímabili, venjulega á nokkrum dögum, og áhrif lykta heimaár virðast eiga sér stað við smoltun í ánni (Lema og Nevitt, 2004). Þessa vegvísun í heimaá vantar eldisfiskinn.

Aðrir þættir svo sem samrötun (e. collective navigation) og skynjun/innprentun á styrk og stefnu segulsviðs og eru einnig hluti af rötunarhæfni villtra fiska (Putman et al, 2013; Berdahl et al., 2016). Sjógönguseiðin ganga á fæðuslóða og að endingu til heimaár þegar þau verða kynproska. Aftur á móti virðist sem snemmbúnir strokulaxar snúi aftur á strokstað, þ.e.a.s. fari að kvíastæði og í kjölfarið á laxveiðiá tiltölulega nálægt kvíum (Putman o.fl., 2013; Berdahl o.fl., 2016).

Nær fullvaxta fiskar sem strjúka í síðbúnu stroki hegða sér með öðrum hætti. Ef þeir lifa til að ná kynþroska eftir stök, munu þeir reyna að ganga í ár til að hrygna. Þeir hafa tilhneigingu til að fylgja strandstraumum (Hansen, 2006) í leit sinni að heimaá og geta farið langar vegalengdir, allt að 1000 km (Gudjonsson, 1991; Piccolo and Orlikowska, 2012). Flestir þeirra ganga þó í nálægar ár og fjöldi síðbúinna strokufiska í ám er í hlutfalli við magn eldis á svæðinu (Fiske et al., 2006). Til að mynda í Skotlandi, ganga mun færri strokulaxar upp í ár á austurströndinni, þar sem eldi er ekki til staðar, en á vesturströndinni þar sem eldi er stundað (Green et al., 2012, Youngson et al., 1997).

Fjarlægð eldissvæða frá hverri á er mæld og sett inn í Weibull dreifingarfallið með eldissvæðið miðlægt. Líkurnar á því að fiskur gangi í ákveðna á í tiltekinni fjarlægð eru metnar sem hlutfall af stofnstærð í viðkomandi á. Þetta þýðir að ef tvær ár A og B eru hlið við hlið og áin A hefur tvöfalt stærri stofn en áin B, er gert ráð fyrir að tvöfalt líklegra sé að fiskur fari í á A en í á B.

#### 1.4 Næmnigreining

Við höfum framkvæmt næmnigreiningu til að prófa hversu viðkvæmt líkanið er fyrir breytingum á stuðlum. Skipta má stuðlunum í þrjá hópa. Fyrst eru það stuðlarnir  $\beta$  og  $\eta$  sem stjórna lögun Weibull dreifingarferilsins. Þeir hafa ekki áhrif á það hversu margir laxar ganga í ár, aðeins á það hvemig þeim er dreift. Fyrir lág gildi  $\eta$  gengur allur fiskurinn í ár í námunda við eldissvæði en með vaxandi gildum á  $\eta$  verður dreifingin breiðari. Fyrir lág gildi  $\beta$  fara strokufiskar frekar í ár meðstraums frá strokustað en með vaxandi gildum á  $\beta$  verður dreifingin samhverfari, með strokustað í miðju.

Næsti hópur stuðla ( $P$ ,  $S$  og  $L_k$ ) hefur línuleg áhrif. Það þýðir að 10% aukning á þessum breytum mun gefa samsvarandi 10% aukningu á  $E_k$ .

Heimsæknistuðullinn hefur hins vegar ekki línuleg áhrif og er háður bæði fjarlægð til áar og umfangi eldis á hverjum stað (sjá Mynd 1.3).

#### 1.5 Vöktun laxveiðiaáa

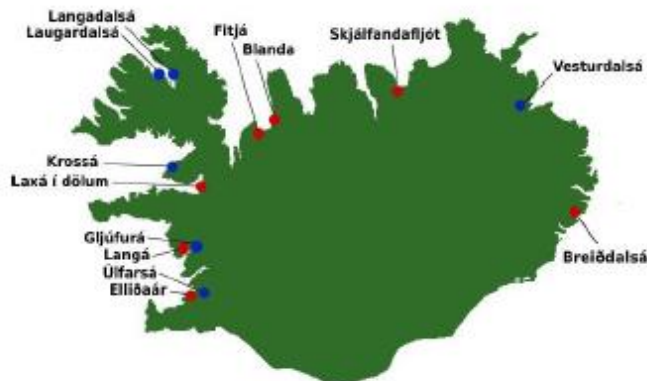
##### 1.5.1 Vöktun með Árvaka (*Riverwatcher*)

Lykilár hér á landi eru vaktaðar með svo kölluðu Árvaka (*Riverwatcher*) myndgreiningarkerfi (Vaki ohf). Landinu hefur verið skipt upp í 5 svæði og nokkrar lykilár eru vaktaðar með Árvakakerfi C eða RW-C, sem inniheldur IP neðansjávar stereo stafræna myndavél með innrauðri sjónskynjun og með innrauð og hvít LED ljós niðri í vatninu, mæligöng úr ryðfríu stáli og öflugan tölvubúnað sem telur og vaktar göngulaxinn. Venjuleg mæligöng eru 160cm×105cm×63cm (L×B×H) og í þeim er komið fyrir undir vatnsborði stafrænni myndavél og LED ljósum. Venjulegt gönguop er 40 cm.



Mynd 1-4 Skjáskot úr Árvakanum sem er aðgengilegur af vef Haffrannsóknastofnunar (<https://www.hafogvatn.is/is/rannsoknir/voktun-veidiala/ar-og-eldi>).

Mæligöngin tryggja að myndir af göngufiski eru teknar við staðlaða og stöðuga birtu og séð til þess að fiskurinn sé í hagstæðustu fjarlægð frá myndavél. Hægt er að skoða beina útsendingu frá myndavélinni á RW-C tölvuskjá (Mynd 1-4). Tæki sem tengt er við netbúnað getur einnig sýnt beint og endurtekið með upptöku það sem síðast kom fram í myndavélinni. Kerfið hefur innbyggðan hugbúnað sem greinir fisktegund, stærð og í hvaða átt hann gengur. Einnig má sjá ástand fisksins t.d. hvort hann er með laxalús, þótt slíkt kerfi sé enn í þróun. Einnig er hægt að sjá á myndunum hvort fiskurinn kemur úr eldiskvíum. Þetta tekur aðallega til laxa sem strjúka seint en meiri erfiðleikar eru við að greina snemmstrokulaxa. Þetta vöktunarkerfi verður sett upp í 12 laxveiðiam, sex ám merktum með bláum lit þar sem kerfið hefur þegar verið sett upp og sex ám merktum með bláum lit þar sem áætlað er að setja kerfið upp innan 3ja ára (Mynd 1.5).



Mynd 1-5 Ár í Árvaka vöktunar áætluninni. Ár sem nú þegar hafa uppsettann Árvaka eru merktar bláar og þær sem munu fá í framtíðinni eru merktar rauðar.

### 1.5.2 Erfðafræðileg vöktun

Í íslenskri reglugerð um fiskeldi(401/2012) er hrognaframleiðendum gert skylt að geyma vefsýni úr klaklögum til greiningar á DNA fyrir alla foreldra viðkomandi hroгна og að skrá afkomendur hvers foreldrapars svo hægt sé að rekja að fullu flutninga frá seiðastöðvum í sjókvíastöðvar. Því er mögulegt á hverjum tíma að rekja uppruna endurheimtra stroklaxa frá sjókvíastöðvum eða seiðaeldisstöðvum. Hægt er að nýta hvern klakhæng til að frjóvga um 100.000 hrogn og hver hrygna gefur af sér um 10.000 hrogn. Það reyndist fullnægjandi að erfðamerkja alla feður í 2015 hrygningarárganginum til að geta rakið alla laxa sem struku. Laxeldisfyrirtækjum er skylt að tilkynna Matvælastofnun um alla viðburði svo sem strok úr kvíum. Eftirfarandi þarf að vera í skýrslunni:

1. Tímasetning og nákvæm staðsetning slysasleppingar
2. Fiskitegund, meðalstærð og áætlaður fjöldi sem strauk
3. Upplýsingar um notkun lyfja og tími fyrri útskilnað lyfs
4. Uppruni laxins þ.e. stofn og einnig upprunastaður(seiðaeldisstöð)
5. Hvenær laxinn var tekinn inn í eldisstöð eða settur út í sjókvíar
6. Orsakir eða líklegar orsakir slysasleppingar
7. Skýrsla um aðgerðir til að ná aftur eldisfiski sem hefur strokið
8. Greinargerð um aðgerðir sem framkvæmdar verða til að koma í veg fyrir meira strok.

*DNA sýnataka úr lögum sem líklega eru úr stroki:* Safnað er DNA sýnum ásamt öðrum nauðsynlegum upplýsingum úr grunaðum stroklögum í laxveiðiám. Gerðar hafa verið forskriftir varðandi sýnatöku og útbúnaður sendur á helstu laxveiðiár sem inniheldur QR strikamerkt ilát. Upplýsingar sem gefa þarf eru nafn á viðkomandi á, dagsetning veiði og staðsetning í á, stærð laxins og mynd af honum, mynd frá veiðistað og mynd af QR strikamerki á iláti. Einnig er farið fram á hreisturprufu eða jafnvel allan fiskinn ef slíkt er mögulegt. DNA sýnin eru tekin gegnum strok á tálknun. Taka þessa sýnis tekur aðeins nokkrar sekúndur og hefur ekki áhrif á afkomu laxins í ánni.

*DNA sýnataka úr rafveiðum á laxaseiðum:* Á hverju ári eru veidd um það bil 120 laxaseiði með rafveiðum úr þeim ám sem eru þáttakendur í þessu verkefni. DNA sýni eru þá tekin úr seiðunum til að fá erfðaupplýsingar. Árnar sem taka þátt í verkefninu má sjá á mynd 1.6.



Mynd 1-6. Ár í rafveiðivöktunaráætlun.

**DNA rannsóknir:** Erfðasýni eru rannsökuð með fjölrása stuttraðagreiningu (e. multiplex microsatellite loci assays). Notuð voru 15 stuttraðærfdamörk sem þróuð voru fyrir Atlantshafslax og lýst af Olafsson et al. (2010). Einnig er verið er að þróa SNP erfðamarkasett og er einnig í skoðun að nota svokallaða RAD heilraðgreiningu.

## 2. Niðurstaða vöktunar og endurmat stuðla

Við höfum lagt til að nota einfalt líkan til að spá fyrir um innblöndun stroklaxa úr sjókvíum inn í ár með náttúrulegum laxastofnum. Bestu fáanlegu gögn eru notuð til að spá fyrir um gönguleiðir, líklega afkomu (p.e. survival) og heimsækni strokulaxa. Þetta líkan er ætlað til notkunar við stjórnun og við almenna yfirstjórn á sjókvíaeldi á laxi. Líkanið gefur innsæi í vöktunarmöguleika varðandi villuráf eldislaxa í ár og sýnir fram á nauðsyn reglubundinnar vöktunar. Þetta líkan getur mögulega útskýrt hvernig breytingar á ýmsum þáttum í sjókvíaeldi, sem snerta vöktunarkerfi, geta haft áhrif á spár um villuráf laxa í ár. Þetta áhættumatslíkan varðandi erfðablöndun var staðfest sem nýr viðauki í Lögum um fiskeldi þann 1. júlí 2019.

### 2.1 Tilkynntir strokatburðir

Í heildina tilkynntu íslenskar sjókvíastöðvar um 5 slysasleppingar á árunum 2018-2019, sem allar komu frá fyrirtækinu Arnarlax. Þrjú slík tilfelli voru tilkynnt 2018, þar af tvö þann 11. febrúar 2018, annað í Hringsdal í Arnarfirði (meðalþyngd strokulaxa 7,2 kg) og hitt við Laugardal í Tálknafirði (meðalþyngd 3,5 kg). Þriðja tilfellið var einnig hjá sama aðila í Tálknafirði þann 6. júlí (meðalþyngd 3,5 kg.). Tvennar slysasleppingar voru tilkynntar á árinu 2019 en í báðum tilfellum voru laxarnir smáir (meðalþyngd um 250gr.



og 1,3 kg.) og er ekki búist við endurkomu þeirra fyrr en 2010 (Tafla 2.1). Upprunaleg áætlun Arnarlax gerði ráð fyrir að 300 laxar hefðu strokið frá Laugardal í júlí en ekki var gerð grein fyrir magni strokulaxa varðandi hin skiptin (tafla 2.1).

Tafla 2.1. Yfirlit yfir tilkynnta atburði frá fiskeldisfyrirtækjum árin 2018 og 2019.

Fyrirtæki	Fjörður	Staðsetning	Dags. atburðar	Dags. tilkynnt	Áætlaður fjöldi	Meðal stærð
Arnarlax	Arnarfjörður	Hringsdalur	11.2.2018	12.2.2018	0	7.2 kg
Arnarlax	Tálknafjörður	Laugardalur	11.2.2018	12.2.2018	0	3.5 kg
Arnarlax	Tálknafjörður	Laugardalur	6.7.2018	7.7.2018	300	3.5 kg
Arnarlax	Arnarfjörður	Hringsdalur	21.1.2019	22.1.2019	0	1.3 kg
Arnarlax	Tálknafjörður	Laugardalur	16.8.2019	17.8.2019	0	280 g

## 2.2 Tilkynnt veiði strokulaxa í ám

Stangaveiðimenn þekkja útlitseinkenni eldislaxa, sem veiðast í ám, og eru tilbúnir að tilkynna um slíkan viðburð. Myndir af löxum, sem líklega eru eldisfiskar, eru oft sýndar á samfélagsmiðlum til fróðleiks fyrir aðra. Við gerum ráð fyrir að yfir 90% af löxum með eldiseinkenni úr stangaveiði komi fram í skráningu. Þetta mun ná yfir alla laxa sem sleppa seint úr kvíum. Ekki hefur verið staðfest tilkynning um snemmstrokna laxa svo vitað sé.

Í heildina voru tekin 69 DNA sýni úr löxum sem grunur lá á að væru úr kvíaeldi á árunum 2018 og 2019. Rannsókn með „Structure“ hugbúnaði (Pritchard et al. 2000) sem nýttu 14 af þeim SalPrint15 stuttraða erfðamörkum (Olafsson et al. 2010) staðfestu að 18 af þessum löxum voru upprunnir úr sjókvíum.

Erfðafræði þessara laxa var borin saman við erfðaskrásetningu feðra í klakárgöngum frá 2014, 2015 og 2016, sem notaðir voru í seiðaeldisstöðvum. Í ljós kom að 15 af þessum 18 eldislöxum mátti rekja til eins föðurs (tafla 2.2).

Tafla 2.2: Uppruni strokufiska samkvæmt samanburði á erfðamörkum allra hænga notaðra 2014-2016

Fiskur Nr.	Veidiá (staðsetning)	Seiðastöð (fyrirtæki)	Eldisstaður (fjörður)	Veiddidags:
F2018001	Selá (Ísafjörður)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Laugardalur (Tálknafjörður)	7/24/2018
F2018002	Staðará (Steingrímsfjörður)	Ísbór (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	7/30/2018
F183110	Staðarhólsá/Hvolsá (Breiðafj.)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Laugardalur (Tálknafjörður)	8/18/2018
F181303	Mjólká (Arnarfjörður)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	8/31/2018
F181304	Mjólká (Arnarfjörður)	Óstaðfest	SAGA (Stofnfiskur)	8/31/2018
F183504	Vatnsdalsá (Húnaflói)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Laugardalur (Tálknafjörður)	8/31/2018
F183503	Eyjaftarará (Eyjafjörður)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	9.6.2018
F183113	Breiðdalsá (Breiðdalur)	Erlendur	Salmobreed	9/15/2018
F2018009	Laugardalsá (Ísafjarðardjúp)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	9/16/2018
F2018010	Fjarðarhómsá (Breiðafjörður)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	9/25/2018
F2018011	Fífustaðadalsá (Arnarfjörður)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	10/15/2018
F2018012	Fífustaðadalsá (Arnarfjörður)	Bæjarvík, (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður)	10/15/2018
F192520	Ytri Rangá (Suðurland)	Ekki SAGA stofn	Stofnfiskur - Erlendur	8/15/2019
F192504	Mjólká (Arnarfjörður)	Ísbór (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður) <sup>1</sup>	8/30/2019
F192513	Mjólká (Arnarfjörður)	Ísbór (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður) <sup>1</sup>	8/30/2019
F192514	Mjólká (Arnarfjörður)	Ísbór (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður) <sup>1</sup>	8/30/2019
F192503	Mjólká (Arnarfjörður)	Bæjarvík (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður) <sup>1</sup>	8/30/2019
F192515	Mjólká (Arnarfjörður)	Bæjarvík (Arnarlax)	Hringsdalur (Arnarfjörður) <sup>1</sup>	8/30/2019

<sup>1</sup> Ekki er alveg ljóst hvort um er að ræða Hringsdal eða Laugardal en höfundar telja Hringsdal líklegri (sjá síðar).

Ekki var hægt að rekja 3 af þessum eldislögum til feðra úr klakárgöngum 2014 -2016 (tafla 2.2). Erfðarannsókn með stuttraða erfðamörkum (Salprint 15 gegnum „Structure“ hugbúnað) sýndi að tveir af þessum lögum tilheyrðu SAGA stofni sem kemur frá kynbótafyrirtækinu Stofnfiski (F181304 og F192520). Hreisturlesning á F181304 sem veiddist í Mjólká sýndi að laxinn hafði verið a.m.k. eitt ár í sjó. Hafa skal í huga að, ef strokulax hefur aðgang að fóðri yfir veturinn, þ.e. dvelur nærri sjókvíunum og étur afgang fóður er ekki hægt að treysta hreisturlesturinum fullkomlega og fiskurinn gæti því verið eldri. Ekki var samsvörun milli F18304 og feðra sem nýttir voru 2014-2016. Möguleg skýring er að laxinn tilheyrði eldri hrygningu t.d. fóður sem nýttur var 2013 eða jafnvel fyrr.

Laxinn sem veiddur var í Breiðdalsá (F183113) gæti tilheyrt einum af þessum fjórum eldisstofnum (Stofnfiskur, Aquagen, Salmobreed og Mowi). Erfðarannsókn leiddi í ljós að hann tilheyrði „Salmobreed“ stofninum. Allir eldislaxar á Íslandi koma úr SAGA stofni. Þetta staðfestir að laxinn (F183113), sem veiddist í Breiðdalsá var af erlendum uppruna, mögulega frá Færeyjum þótt ekki sé hægt að útiloka Skotland og Noreg.

Hægt var að rekja lax úr ytri Rangá (F192520) til Stofnfisks með „ONCORE“ rannsókn. Samt var ekki samsvörum til þeirra feðra sem nýttir voru í klakárgöngum 2014-2016 á Íslandi. Laxinn er skyldur feðrum frá 2014 en ekki beinn afkomandi. Hann virðist því ekki vera upprunninn á Íslandi.

### 2.3 Mat á fjölda strokulaxa

Eins og áður var getið var tilkynnt um þrjú stroktilfelli á árinu 2018 (tafla 2.1) og allir eldislaxar sem veiddust í ám 2018-2019 voru úr þessum slysasleppingum. Tvennar slysasleppingar voru tilkynntar af Arnarlaxi 2019, þ.e. í febrúar í Hringsdal við Arnarfjörð (meðalþyngd 1,3 kg) og í ágúst við Laugardal við Tálknafjörð (meðalþyngd 280 grömm). Hingað til hafa engir laxar veiðst í ám úr þessu stroki. Ekki er búist við að svo smáir laxar endurheimtist fyrr en ár er liðið frá slysasleppingu.

Það er ekki einfalt að reikna út þann fjölda sem sleppur út í hverri slysasleppingu. Jafnvel þó stundum sé hægt að veiða strokulaxa í net verður að teljast ólíklegt að það náist að veiða hátt hlutfall með þeim aðferðum, þar sem slíkar ráðstafanir eru oft gerðar löngu eftir að fiskurinn slapp út. Eina nákvæma leiðin til að meta strok úr netbúrum er í gegnum nákvæmt bókhald varðandi útsetningu, náttúrulegan dauða og slátraðan fisk sem síðar kemur úr kví. Í sumum tilfellum verður slíku bókhaldi illa við komið eða ekki framkvæmanlegt og oft er erfitt að fylgjast nákvæmlega með náttúrulegum dauða í kví. Þrátt fyrir þetta var mögulegt að gera allnákvæmt mat fyrir eitt tilfellið.

Allar 3 tilkynntar slysasleppingar á árinu 2018 komu frá Arnarlaxi (tafla 2-1). Hjá Arnarlaxi eru gönguseiðin bólusettt með handafli og bólusetningavélin er með teljara svo tala seiða sem fer í eldiskvíar er nákvæm. Slátrun á laxi úr kvíum er einnig nákvæm þar sem flutninglínur hafa góða teljara. Meðan á eldi stendur er dauðum fiski safnað úr sérstakri safnþró og hann talinn en sú talning er ekki nákvæm. Gögn frá aðstöðu Arnarlax við Steinanes þar sem ekkert strok hafði átt sér stað eða tilkynnt voru notuð til að meta breytileika í meðaldauða á milli eldiskvía. Heildardauði í kvíunum var metinn eingöngu út frá slátrun úr kvíum þar sem skrásettur dauði úr kvíum reyndist mjög ónákvæmur fyrir allar kvíar. Þar sem ekki virðist hafði verið neitt strok frá Steinanesi er hægt að nota mismun í útsetningu og slátrun þar til að meta meðaltöl og staðalfrávik í náttúrulegum afföllum milli kvía.

Tafla 2.3. Eldisstæði Arnarlax við Steinanes. Tölur um fjölda útsettra seiða og talningu við slátrun Eingöngu kvíar með nákvæmri talningu eru hafðar með. Meðaltal og staðalfrávik er gefið neðan við töflu.

Kví	Útsett	Slátrað	Rauntap	Tap%
5	172.100	141.137	30.963	18,0%
7	183.192	148.857	34.335	18,7%
8	194.100	168.093	26.007	13,4%
9	183.000	138.500	44.500	24,3%
10	222.432	180.650	41.782	18,8%
11	187.612	150.125	37.487	20,0%
			μ	18,9%
			σ	3,2%

Tafla2-3 sýnir að náttúruleg afföll voru mjög svipuð í öllum sex kvíunum við Steinanes, sem var að meðaltali 18,9% og staðalfrávik upp á 3,2. Þessi afföll við Steinanes voru nýtt sem viðmið fyrir aðstöðuna í Hringsdal, þar sem tvær slysasleppingar höfðu verið tilkynntar úr kvíum nr. 2 og 6 (tafla 2.4).

Tafla 2.4. Eldisstæði Arnarlax við Hringsdal. Tölur um fjölda útsettra seiða og talningu við slátrun. Göt fundust á kvíum númer 2 og 6. Tap úr kví 2 er meira en vænta má (feitletrað). Meðaltal er tekið úr öðrum kvíum en kví 2.

Kví	Útsett	Slátrað	Rauntap	Tap%
1	170.000	135.547	34.453	20,3%
2	<b>159.000</b>	<b>103.683</b>	<b>55.317</b>	<b>34,8%</b>
3	182.644	132.790	49.854	27,3%
4	167.000	142.179	24.821	14,9%
5	152.000	116.742	35.258	23,2%
6	157.000	125.123	31.877	20,3%
			μ	21,2%
			σ	4,1%

Náttúruleg afföll voru hlutfallslega lík í fimm af sex sjókvíum í Hringsdal (tafla 2.4) og svipuð og sú rýrnun sem varð við Steinanes (tafla 2.3.). Meðalafföll í þessum fimm kvíum voru 21,2 % og staðalfrávik 4,1%. Kví #2 var ekki tekin með í þennan meðaltalsútreikning þar sem hún virtist vera afbrigðileg líklegast vegna mikils laxastroks. Mögulegt strok var tilkynnt fyrir kvíar #2 og #6. Hinsvegar virtist tap á fiski ekki vera meira í # 6 en í öðrum kvíum og því var ályktað að ekki hefði verið strok úr þeirri kví. Þannig var gert ráð fyrir að allt laxastrok í Hringsdal hafi farið úr kví #2. Fjöldi strokulaxa var gróflega metinn með því að draga náttúruleg afföll frá heildaraföllum. Náttúruleg afföll í kví #2 var varlega áætluð sem 2-Sigma viðburður (95% líkur) og gert ráð fyrir normaldreifingu á náttúrulegum afföllum fyrir allar kvíar og síðan reiknað út sem

$\mu+2\sigma=21,2+2(4,1)=29,4\%$ . Fjöldi stroklaxa var því metinn á eftirfarandi hátt:

Heildarafföll - náttúruleg afföll = magn í stroki , sem verður 34,8-29,4=5,4%

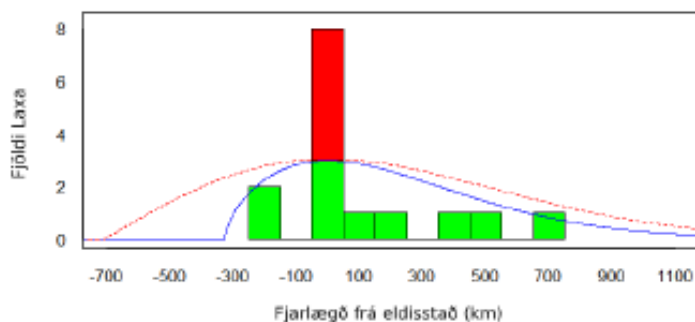
Þessi útreikningur sýnir með 95% öryggismörkum að meira en 8.500 laxar struku úr þessari kví ( $159.000 \times 5,4\% = 8600$  laxar).

Ekki var mögulegt að framkvæma sambærilega rannsókn fyrir aðstöðuna í Laugardal þar sem hinar tvær slysasleppingarnar höfðu orðið, þar sem lax hafði þar verið fluttur milli kvía og óvissa var um afföll. Með því að gera ráð fyrir svipaðri endurheimtu laxa úr báðum slysasleppingum er hægt að meta laxastrok frá Laugardal óbeint miðað við endurheimtan fjölda í ám frá hvorri aðstöðu. Þar sem rekja mátti þrjá stroklaxa til Laugardals samanborið við 12 laxa frá Hringsdal var gert ráð fyrir að 2150 ( $8.600/4$ ) laxar hefðu sloppið út í Laugardal. Heildarfjöldi strokulaxa var því metinn upp á ca. 11.000 stroklaxa en af þeim veiddust 15 í ám. Sé gert ráð fyrir 50% veiðihlutfalli ætti heildartala að vera 30 síðstrokslaxar og endurheimtan í ár því 0,27% ( $30/11.000$ ).

Tilkynnt framleiðsla í laxeldiskvíum á þessu svæði á árinu 2018 var um það bil 13.500 tonn. Sé haft til hliðsjónar að 11.000 laxar hafi strokið á svæðinu eins og hér var greint frá verður strokstuðullinn(S) 0,81 stroklax á hvert framleitt tonn af laxi (tafla 2.3).

#### 2.4 Dreifing strokulaxa

Allt laxastrok á árinu 2018 var síðbúið. Til að spá fyrir um dreifingu síðstrokinna laxa var notaður líkindareikningur í samræmi við Weibull normaldreifingu þar sem helstu breytur voru  $\beta=2,0$  og  $\eta=1000$ . Þetta líkan sýnir normaldreifingu sem hallar sólarinnis til hægri út frá strokstað og dreifir 67% af stroklaxi innan 1000 kílómetra frá eldisstað. Þegar ofangreind gögn fyrir síðstrokslaxa frá 2018 voru sett í líkanið reyndust breyturarnar þurfa að vera  $\beta=1,5$  og  $\eta=540$ , sem er nokkuð þengri dreifing heldur en áður hafði verið spáð með líkaninu (mynd 2.1).



Mynd 2-1 Dreifing síðbúinna stroka frá árinu 2018. Tvær Weibull dreifingar eru teiknaðar yfir með stuðla  $\beta = 1.5$  og  $\eta = 540$  (blá lína) og  $\beta = 2$  og  $\eta = 1000$  (rauð punctalína). Jákvæð fjarlægð er réttisælís um Ísland

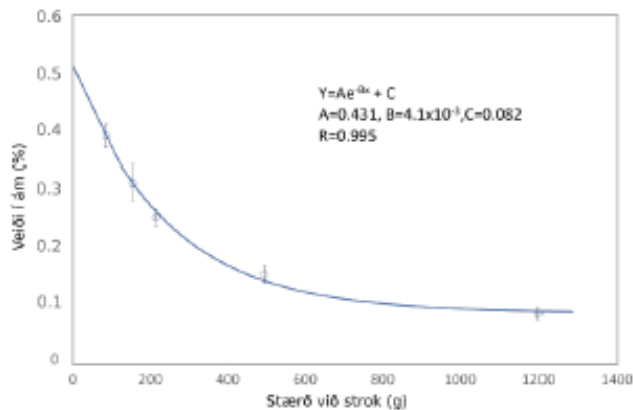
Sýnileg dreifing síðstrokslaxa á árinu 2018 virðist gefa til kynna að þeir dreifist skemur frá strokstað en áður hafði verið spáð fyrir um í reiknilíkaninu (mynd 2.1). Fjöldi strokulaxa er lítil en þessar bráðabirgðaniðurstöður styðja þá nálgun sem beitt er í áhættumatinu. Niðurstöðurnar gefa einnig til kynna að Weibull fallið sé heppilegt til að meta normaldreifingu síðbúinna stroklaxa og að þeir stuðlar sem notaðar voru hafi ekki verið fjarri lagi.

Allir laxar, sem veiddir voru sumarið 2019 í Mjólka í Arnarfirði, komu úr slysasleppingum í Hringsdal í sama firði í febrúar 2018 (mynd 2.1 rauð súla). Þetta sýnir að þessir laxar hafa dvalið og lifað lengur í sjó heldur en gert var ráð fyrir í fyrra áhættumati. Þeir 5 laxar sem veiddir voru í Mjólka 2019 voru tiltölulega nálægt eldissvæðinu, þar sem Mjólka er aðeins 26 kílómetra frá Hringsdal og 16 kílómetra frá Tjaldanes eldissvæðinu í Arnarfirði. Líklegt verður að telja að þeir hafi dvalið nærri eldiskvíunum yfir veturinn og étið tilfallandi laxafóður.

Í Noregi hefur tímasetning laxastroks verið metin með því að skoða fitusýrubúskap strokulaxa, þar sem innihald og samsetning síkra sýra er ekki sú sama fyrir laxa sem éta náttúrulegt fæði og þá sem fóðraðir eru í kvíum. Samkvæmt þessum mælingum hefur verið komist að þeirri niðurstöðu að flestir strokulaxar í norskum laxveiðiam hafi sloppið frá sjóeldisstöðvum á sama ári (Glover et.al., 2019). Íslensku niðurstöðurnar, sem byggja á erfðarannsóknunum, virðast gefa til kynna að þessi aðferðafræði gefi misvísandi niðurstöður. Nýlegar niðurstöður virðast gefa til kynna að laxar úr síðbúnum sleppingum dvelji jafnvel í ár nærri sjókvíum og éti laxafóður úr kvíunum. Því er ekki hægt að þekkja þá frá laxi sem hefur nýlega sloppið út með því að skoða fitusýrubúskap. Þessi kenning verður væntanlega staðfest við skoðun á fitusýrubúskap strokulaxa sem veiddust í Mjólka 2019.

## 2.5 Endurmat stuðla fyrir snemmstrok

Við endurmat á stuðlum fyrir snemmstrok var notast við greiningu á umfangsmiklum sleppitilraunum í Noregi. Hafrannsóknastofnun Noregs stóð fyrir röð af skipulögðum sleppingum á eldislaxi úr sjókvíum á árunum 2005-2008. Sérstaklega merktum stórseiðum (post-smolts) og fullvöxnum Atlantshafslöxum var sleppt frá mismunandi stöðum á mismunandi árstímum (Skilbrei et al., 2015). Stórseiði (post-smolts), sem sluppu á fyrsta sumri, gengu tiltölulega hratt út á haf. Lítið brot gekk til baka til hrygningar og var endurveitt eftir 1-3 ár í sjó. Í þessari skýrslu höfum við tekið gögn úr þessari rannsókn til frekari skoðunar. Sá laxafjöldi, sem veiddist í ám eftir 1-3 ár minnkaði eftir því sem meðalstærð við sleppingu jókst (50-1900 g.). Gert er ráð fyrir að veiðihlutfall hafi verið 100%, þ.e. að allir laxar sem komu til baka hafi verið veiddir. Heildarfjöldi stórseiða (post-smolts) sleppt í þessum tilraunum voru 61.344 laxar.



Mynd 2-2 Veiði snemmbúinna stroka í ám eftir 1-3 ár í sjó sem fall af strokstærð. Snemmbúnu strokunum var skipt upp í eftirfarandi hópa: 50-120 g ( $x = 85$  g; 20,178 fiskar), 140-160 g ( $x = 154$  g; 19,487 fiskar), 190-240 g ( $x = 214$  g; 17,506 fiskar), 430-580 g ( $x = 494$  g; 7,309 fiskar) og 950-2000 g ( $x = 1,200$  g; 4,163 fiskar).

Hægt er að lýsa hlutfallinu á milli stærðar við sleppingu og endurheimtu með hnígandi veldisvísisstuðli þar til lægri mörk kúrfunnar eru við 0,08% heimtu við 1000 g. sleppistærð (mynd 2.2). Í samræmi við þetta línurit má gera ráð fyrir að 200 g. strokulax hafi um 28% minni líkur á því að endurheimtast heldur en 93g. strokulax, sem er meðalstærð útsettra laxaseiða í Noregi (tafla 2.5). Á sama hátt má gera ráð fyrir að líkur á að endurheimta strokulax, sem er 500 g. við strok, séu 64 % lægri en fyrir staðlað gönguseiði (90 gr.). Þessi dæmi sýna greinilega að hægt er að nýta útsetningu á stærri laxi til að draga úr endurheimtum á snemmstroknum laxi í veiðiár.

Tafla 2.5 Spágildi hlutfallslegt endurkomuhlutfall stórseiða miðaða við endurkomuhlutfall 93 gramma seiða á grundvelli jöfnu sem sýnd er í mynd 2.2

Seiðastærð (g)	Hlutfallsel endurkoma (%)
93	100
200	72
250	63
300	55
350	49
400	44
450	40
500	36

## 2.6 Endurmat stuðla fyrir síðstrok

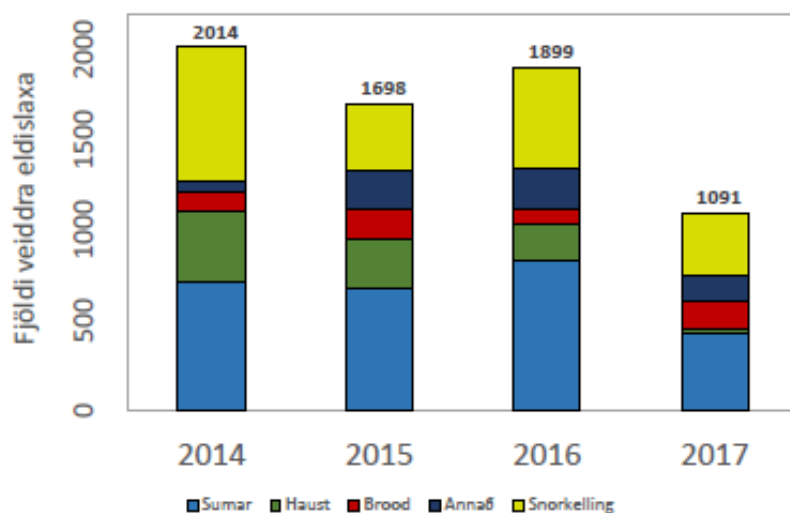
Við endurmat á stuðlum fyrir síðstrok var notast við greiningu á niðurstöðum úr tilkynntum stroatburðum í Noregi.

Allt frá árinu 2014 hafa fimm norskar rannsóknastofnanir komið af stað viðamiklu samvinnuverkefni um árlega vöktun á endurheimtum strokulaxa úr eldi í yfir 200 ám. Þetta vöktunarverkefni gefur út árlega skýrslu um heimtur strokulaxa í ám (Aronson et al.,2019). Samkvæmt þessari skýrslu hefur meðalfjöldi strokulaxa í ám undanfarin 10 ár verið 188.000 laxar. Fjöldi skráðra strokulaxa er mjög breytilegur milli ára en þessi breytileiki kemur hinsvegar ekki fram í norskum endurheimtutölum og einnig komist að þeirri niðurstöðu að raunverulegur fjöldi stroklaxa sem ganga í ár sé mun hærri.

Í Noregi er ekki hægt að rekja uppruna stroklaxa með öruggum hætti til sjóeldisstöðva eins og gert er hér á landi, þar sem ekki eru reglur um að tekin séu erfðasýni úr klakforeldrum eins og gilda á Íslandi. Þannig fæst mat á göngu eldislaxa í norskar veiðiár aðallega með eftirfarandi sýnatökum (Glover et al.,2019)(sjá einnig mynd 2-3)

1. Skrásettar stangaveiðitilaunir að sumri (staðfestingar með hreisturlestri)
2. Skrásettar stangaveiðitilaunir fyrir hrygningu að hausti( staðfesting með hreisturlestri)
3. Klakveiði að hausti í tenglum við laxaræktarverkefni (staðfesting með hreisturlestri)
4. Köfunarleiðangrar í ár að hausti, sem greina eldisfiska og fjarlægja að einhverju marki, sem síðan eru greindir með hreisturlestri.





Mynd 2-3 Heildar veiði á strokulöxum í Noregi árin 2014 – 2017, hópað eftir veiðiaðferð (Glover et al.2019).

Sé tekið mið af opinberum meðaltölum um laxastrok frá norskum sjóeldisstöðvum (188.000 á ári) og um 1700 eldislöxum sem veiddir eru í norskum ám á hverju ári (2014-2017) eru endurheimtur strokulaxa í veiðiám um 0,9 %. Veiðihlutfall í stangaveiði er sennilega hærra á Ísland (50%) heldur en í Noregi, þar sem ár eru tærari og aðgengilegri. Kafarar í köfunarleiðangri geta ef til vill þekkt um 60-70% af þeim eldislöxum sem þeir sjá en nákvæmni þessarar aðferðar er óþekkt (Svenning et al.,2015)Sé tekið tillit til allra þeirra aðferða sem Norðmenn beita gerum við ráð fyrir því að veiðihlutfall í báðum löndum sé það sama eða um 50%. Ganga eldislaxa í norskar ár er því metin að vera tvöföld á við metna endurheimtu sem er 1,8 %.

Ef heildarfjöldi strokulaxa, sem ganga í ár, er þekktur getum við reiknað út endurheimtustuðul sem tekur mið af heildarframleiðslu á eldislaxi í landinu. Við höfum skilgreint slíkan stuðul, sem við köllum endurheimtustuðul strokulaxa (MRE) sem skilgreinist sem tvöföld tala strokulaxa sem veiðast á hver 1000 tonn af framleiddum eldislaxi. Útreiknuð gildi fyrir MRE (migration rate of escapees) fyrir árið 2018 eru 2.6 fyrir Noreg (1700 strokulaxar/1.3 milljón tonn x 2) en slík gildi fyrir Ísland er 2.2 (15 strokulaxar/13.500 tonn x2) sem eru svipuð gildi að teknu tilliti til nokkurrar skekkju í matinu.

Í norska vöktunarverkefninu (Aronson et al.,2019) eru engar tilraunir gerðar til að rekja uppruna laxa úr stroki og því er hvergi minnst á heimtur úr einstaka strokviðburðum. Í ljósi þessa skoðuðum við útgefnar skýrslur um veiðar á síðstroknum löxum í veiðiám, sem hægt var að rekja til einstaka slysasleppinga, til að fá eitthvað

viðmið varðandi endurheimtu. Þar sem ekki liggja fyrir erfðafræðileg gögn varðandi eldislaxa í Noregi þá byggir rakning á uppruna eldislaxa eingöngu á hreisturlestri og samanburði á stærð laxa við heimtu og stærðardreifingu í eldiskvíum við stök. Úttekt á upplýsingum í þessum skýrslum (2016-2018) varðandi veiðar á síðstrokslöxum í norskum veiðiám gefa mjög almenna mynd af heimtum eldislaxa í ár (Hellen et al.,2017; Aronsen et al.,2019 a,b; Kanstad-Hansen et al.,2017; Kambestad et al.,2017). Endurheimtuhlutfallið er reiknað út sem:

$$\text{Fjöldi stroklaxa veiddur í ánni/fjöldi laxa sem slapp} - \text{sjávarveiði} \times 100$$

Aðeins koma fram laxar frá einstaka strokviðburðum í töflu 2.6

Tafla 2.6. Samantekt á niðurstöðum úr sex skýrslum frá árinu 2016 og 2018. Veiddir laxar í ám sem höfundar telja að rekja megi til tiltekins atburðar. Frá heildartölu strokulaxa er frádreginn fjöldi laxa sem veiddir eru í sjó og hafa því ekki kost á að ganga í ár. Þeir eldislaxar sem ekki eru raktir til atburðar eru ekki taldir með.

Staður	Dags	Fjöldi strokulaxa	Veiddir laxar	Veiðihlutfall
Bergdalen	24.5.2016	30.180	252	0,83%
Kvitfloget	8.7.2016	5.368	11	0,20%
Skonseng	9.9.2016	6.358	384	6,04%
Oterstegdalen	1.2.2018	8.320	208	2,50%
Geit. og Aust.	15.2.2018	106.700	82	0,08%
Frohavet	3.9.2018	15.887	36	0,23%
		172.813	973	0,56%

Meðalheimtur á eldislöxum tengdum þessum ákveðnu viðburðum miðað við það sem hafði stokið var 0.56% en mikill breytileiki milli viðburða. Vegna þess mikla magns sem slapp út við Geitryggen og Austvika hefur það mjög mikil áhrif á meðaltalið en ef þessum stöðum er sleppt hækkar meðaltalið í 1.35%. Skýrslan segir raunar að endurheimtur stroklaxa frá þessum stað hafi sennilega verið vanmetnar vegna lágrar vatnsstöðu í ám og skorts á vöktun gegnum köfun. Ekki fannst nein samsvörun milli einstakra þátta svo sem árstíma eða stærðar á slysasleppingu.

Ekki var getið um meðalstærð stroklaxa við slysasleppingu í skýrslunum. Sumar skýrslur gáfu upp mjög víða stærðardreifingu, t.d. 1-7 kg í skýrslunni um Bergdalen (Hellen et al.,2017) en allir voru skráðir sem síðbúið stök. Það var erfitt fyrir þessa skýrsluhöfunda að rekja uppruna laxanna til einstakra strokviðburða, þar sem ekki voru upplýsingar um erfðir laxanna (DNA). Á heildina litið eru þessar endurheimtur í góðu samræmi við norska vöktunarverkefnið (0.9 %).

Hér á landi er hægt að rekja uppruna strokulaxa mun nákvæmar til einstakra slysasleppinga með erfðafræðilegum aðferðum. Byggist það á ákvæði í reglugerð um fiskeldi, sem tilgreinir að nota skuli erfðafræðilegar merkingar til að rekja megi uppruna

strokulaxa til einstaka sjókvíastöðva (Reglugerð um Fiskeldi 1170/2015 grein 49<sup>1</sup>).

## 2.7. Rannsóknir á erfðablöndun með rafveiðum.

Í rannsókn Guðmundssonar et al. (2017) var DNA sýni tekið úr laxaseiðum í 16 ám á tímabilinu ágúst 2015 og í ágúst og október 2016. Gerð var rannsókn á erfðabreytileika með skoðun á 14 endurteknum stuttraða erfðamörkum sem nýtti stofngerðarforritið „STRUCTURE“ (Pritchard et al., 2000). Niðurstöður þessarar rannsóknar sýndu að strokulaxar af norskum uppruna (SAGA stofn) höfðu hrygnt í nokkru magni með náttúrulegum laxi í ám sem voru í nágrenni sjókvía. Greinilega mátti sjá merki um erfðablöndun í náttúrulegum stofnum í Botnsá í Tálknafirði og Sunndalsá í Trostansfirði, sem er einn af innri fjörðum Arnarfjarðar. Í Botnsá fundust fjögur blendingseiði (WF) og tvö seiði undan hreinum eldislaxi, sem öll tilheyrðu klakárgangi 2014. Þótt sýnataka sé takmörkuð virðist helmingurinn af seiðunum í Botnsá vera undan eldislaxi. Höfundar skýrslunnar telja að blendingar séu afkomendur eldislax sem hafi hrygnt í ánni, sennilega hrygna, og náttúrulegur hængur tekið þátt í hrygningunni. Ennfremur telja höfundar að seiðin séu afkvæmi strokulaxa úr viðburði sem varð í Patreksfirði í nóvember 2013 (Guðmundsson et al., 2017). Hrein afkvæmi eldislaxa væru sennilega undan tveimur strolkloxum en þó væri ekki hægt að útiloka að þeir hefðu sloppið sem seiði frá nærliggjandi seiðaeldisstöð.

Í Sunndalsá, sem er um 10 km frá sjókvíum í Fossfirði (syðsta firði Arnarfjarðar) fundust fimm blendingar og þeir tilheyrðu allir nema einn 2015 klakárgangi. Þessir blendingar voru af mjög blönduðum uppruna (WF) og í ljós kom að á árinu 2015 höfðu tveir strokulaxar komið fram við Mjólkárviðburðinn í Borgarfirði, sem er nyrsti innfjörðurinn í Arnarfirði. Þetta staðfesti tilvist strokulaxa á svæðinu á þessum tíma. Erfðablöndun var staðfest í öllum seiðum sem veidd voru í Sunndalsá á árunum 2011-2015. Tilkynnt var um mjög fáar slysasleppingar (strolkviðburði), sem vekur upp spurningar um smávægilegan leka á laxi úr kvíum á ári hverju á þessum tíma. Niðurstaða skýrslunnar var sú að það væru sterkar vísbendingar um erfðablöndun í þessum ám á þessu tímabili.

Hinsvegar er rétt að benda á að erfðablöndun kom aðeins fram í ám, sem voru næst eldissvæðunum, og viðkomandi ár eru með mjög litla náttúrulega laxastofna. Því eru enn nokkur vafaatriði varðandi túlkun á þessum niðurstöðum. Þegar á heildina er litið kom erfðablöndun fram í sex ám á svæðinu (tafla 2.7).

---

<sup>1</sup> Þessu til viðbótar þurfa framleiðendur laxahagna að geyma á varanlegan hátt erfðaeftni úr eldislaxi svo hægt sé á hverjum tíma að rekja uppruna veidra eldislaxa sem sloppið hafa úr kvíum. Gögn og líffræðileg sýni skal senda til Hafrannsóknastofnunar.

Tafla 2.7. Blendingar (WF) og eldis (FF) seiði rafveidd á árunum 2015 og 2016 í sex ám (Gudmundsson et al., 2017).

Vatnsfall (staður)	Fjöldi WF	Fjöldi FF
Botnsá (Arnarfjörður)	5	2
Selárdalsá (Arnarfjörður)	1	
Sunnaldalsá (Arnarfjörður)	5	
Sandsá (Önundarfjörður)	1	
Mjólká (Arnarfjörður)	7	
Bjarnardalsá (Önundarfjörður)	1	
Heild:	20	2

### 3 Umræður

Í þessari skýrslu kynnum við stærðfræðilíkan sem á að meta mögulega innblöndun á Atlantshafslaxi frá tilgreindum laxeldissvæðum í veiðiár hér á landi. Líkanið spáir fyrir um magn og dreifingu á stroklöxum í íslenskar veiðiár.

Í upprunalegri útgáfu af líkaninu voru breytur í því settar í samræmi við bestu fánlegu niðurstöður úr erlendum rannsóknum. Í þessari skýrslu kynnum við niðurstöður tveggja ára vöktunar (2018-2019) á stroklöxum í veiðiám hér á landi. Við höfum aðlagð breytur í líkaninu í samræmi við rauntölur varðandi rakningu á uppruna eldislaxa samkvæmt erfðaupplýsingum ásamt útreikningum sem gera grein fyrir stærð þeirra strokviðburða, sem tilkynntir hafa verið. Allir stroklaxar sem komu fram við þessa tveggja ára vöktun komu úr strokviðburðum á árinu 2018 og voru stroklaxarnir allir úr síðbúnu stroki. Tveir strokviðburðir voru tilkynntir 2019 en þar sluppu stórseiði (post-smolts) út, sem ekki er búist við að endurheimtist fyrr en 2020 eða seinna eftir eitt eða fleiri ár í hafi. Vöktunin hefur því hingað til aðein gefið upplýsingar um síðbúna stroklaxa en engar upplýsingar fengist um strok gönguseiða eða stórseiða.

Hér á eftir er umfjöllun um þær breytur sem notaðar eru í áhættumatslíkaninu með samanburði á nýjum gildum og þeim sem áður voru nýtt.

#### 3.1 Mat á strokstuðli (S)

Í upprunalegri útgáfu líkansins byggði strokstuðullinn (S) á heildarframleiðslu á eldislaxi. Niðurstöður úr líkaninu voru einnig settar fram sem ráðleggingar um mestu árlega framleiðslu á eldislaxi í hverjum firði, sem gerði ráð fyrir hlutfallinu 1:1 milli árlegrar framleiðslu og mesta lífmassa í kvíum. Nýjar upplýsingar benda hinsvegar til þess að þetta hlutfall sé 0,8:1, þ.e. að árleg framleiðsla sé aðeins um 80% af mesta lífmassa. Ennfremur hefur burðarþol í sjókvíaeldi verið áður metið af Hafrannsóknastofnun sem mesti lífmassi í hverjum firði. Þannig mun fjórður með 10.000 tonna burðarþol (mesta lífmassa) aðeins geta staðið undir árlegri framleiðslu upp á 8.000 tonn eða jafnvel minni

framleiðslu á svæðum með minni veltu á lífmassa. Minni velta á lífmassa þýðir einnig að ráðlögð framleiðsla á frjóum eldislögum úr fyrstu útgáfu líkansins (71.000 tonn á ári) minnkar afturvirkir niður í 57.000 tonn. Leggja verður áherslu á að framleiðslutölur á Íslandi eru langt fyrir neðan þessi mörk, þar sem framleiðslan var um 30.000 tonn á árinu 2020.

Í ljósi þessara upplýsinga hefur áhættumatslíkaninu verið breytt þannig að það sé fyllilega sambærilegt við útreiknað og samþykkt burðarþol í hverjum firði. Í uppfærðri útgáfu af líkaninu byggir storkstuðullinn (S) á mesta lífmassa af eldislaxi og niðurstöður sýndar sem ráðlagður hámarks lífmassi.

Í fyrstu útgáfu af líkaninu var storkstuðullinn ( $S = S_6 + S_5$ ) um 0,8 storklaxar á hvert framleitt tonn á ári. Þegar búið er að endurmeta hlutfallið sem 0,8:1 þá verður þetta gildi um 0,64 storklaxar á hvert tonn af lífmassa á ári.

Í þessu endurmati verður storkstuðullinn(S) óbreyttur sem 0,8 storklaxar á hvert framleitt tonn, sem samsvarar 0,64 storklögum á hvert tonn af lífmassa í viðkomandi sjókvíum. Þessi ákvörðun byggir á niðurstöðum þeirrar vöktunar sem greint hefur verið frá í skýrslunni. Mat á tilkynntum storkviðburðum gefur meðaltals storkstuðul upp á 0,81 storklax á hvert framleitt tonn af laxi. Engin gögn liggja enn fyrir um endurheimtu laxa úr snemmstroki og því er áfram notast við 50:50 skiptingu milli snemmstroks og síðstroks í þessari útgáfu af líkaninu.

### 3.2 Breytur tengdar dreifingarstuðli fyrir snemm- og síðstrok.

Dreifingarfjarlægð síðstrokulaxa virðist vera nokkuð styttri en gert var ráð fyrir í upprunalegu líkani. Gildi  $\eta$  breytunnar var upprunalega metið sem  $\eta=1000$ , en gildi sem samsvarar  $\eta=540$  virðist samsvara betur þeirri dreifingu sem verið hefur á síðstrokulögum út frá upprunastað. Dreifing á lögum úr síðstroki er einnig með hægri hallandi dreifingu (sólarsinnis með strandstraumum) þar sem  $\beta=1.5$  í staðinn fyrir  $\beta=2.0$  í upprunalegu mati. Einnig var ljóst að sumir laxar í síðstroki dvöldu í meira en ár nálægt eldiskvíum og átu tilfallandi laxafóður.

Engin gögn liggja fyrir um fjarlægðardreifingu laxa úr snemmstroki og því var stuðlum hvað það varðar ekki breytt frá fyrra mati.

### 3.3 Mat á endurheimtu stórseiða(post-smolts) úr snemmstroki í veiðiár ( $L_5$ )

Enn hafa engin gögn fengist úr íslenska vöktunarverkefninu um endurheimtur gönguseiða og stórseiða (post-smolts), sem sleppa út. Á hinn bóginn er hægt að fá upplýsingar umfram fyrirliggjandi íslensk gögn varðandi far stórseiða með því að skoða reiknilíkön í útgefnum norskum skýrslum varðandi laxastrok (Skilbrei et al.,2015). Svo

virðist sem endurheimtur á eldisfiski sem sleppt er í sjó minnki eftir því sem laxinn er stærri við útsetningu í samræmi við hnígandi veldisvísisstuðul . Samkvæmt þessum stuðli er endurheimta 100 gr. stórseiðis úr snemmstroki í veiðiám um 0.4 % og sé gert ráð fyrir 50% veiðihlutafalli í ánni verður endurheimtan því 0.8%. Samkvæmt þessari sama línuriti er spáð að heimtur 350 gramma stroklax séu aðeins 50% af því sem gildir fyrir 93 gr. stroklax.

Eins og þegar hefur verið lýst gerir líkanið ráð fyrir heimsækni eldislaxa á sitt eldissvæði, þar sem laxar úr snemmstroki ganga til baka á eldisstað og reyna ekki að ganga í ár, sem minnkar útreiknaða endurheimtu ólínulega í samræmi við vegalengd frá veiðiá. Í raun og veru er útreiknuð endurheimta í líkaninu lægri heldur en  $L_5$  (Sjá Mynd 1.3)

### 3.4 Mat á endurheimtu síðstrokslaxa í veiðiár ( $L_6$ )

Endurheimta laxa úr síðstroki var í upprunalega líkaninu varfærnislega metin sem 3.3 %. Þetta gildi byggði á þeirri forsendu að 15% síðstrokslaxa mundu ná kynþroska (M) miðað við að 4 af 18 mánuðum (22%) sé áhættutími. Endurheimta síðstrokslaxa var því reiknuð út sem:  $M \times R/T$  sem gerir  $0,15 \times 0,22 = 0,033$  sem samsvarar 3,3%. Hægt er að bera þetta upprunalega gildi saman við niðurstöður í norsku laxastroksskýrslunum (Tafla 2.6). Samkvæmt ofangreindum niðurstöðum og með því að gera ráð fyrir að heildarendurheimta sé tvöföld endurveiði í ám var reiknað út að meðalheimta í veiðiár hafi verið 1,12% með háum breytileika (1,2%). Tölur úr opinbera norska vöktunarverkefninu gefa hinsvegar 0,9 % veiði á stroklöxum í ám , sem gefur meðal endurheimtu (L) upp á 1,8 %. Tölur úr norska vöktunarverkefninu eru samanlögð heimta snemm- og síðstrokslaxa og taka ekki tillit til minnkunar á heimtu vegna veiða á laxi í sjó. Miðað við þessar norsku tölur um endurveiði á strokulöxum í ám má telja að þessi fyrsta tala um endurheimtu síðstrokslaxa úr líkaninu (3,3%) sé skynsamlegt fyrsta mat í anda varfærnisreglunnar.

Hinsvegar, eftir að hafa verið með vöktun í tvö ár í íslenskum veiðiám, þá virðist endurheimta síðstrokslaxa vera mun lægri en spáð var fyrir um í upprunalegu líkani. Metin endurheimta (LG) úr strokviðburði í Hringisdal var aðeins 0,26%. Þetta gildi byggist á óbeinum útreikningum á þeim fjölda sem slapp út og gæti því hugsanlega verið vanmat. Til samanburðar er sú meðalheimta, sem unnin var úr norsku vöktunarskýrslunum, metin sem 0,56-1,35% (Tafla 2-6. Í því endurmati, sem farið hefur fram, hefur endurheimta síðstrokslaxa verið endurskoðuð og lækkuð í 1,1 %. Þetta endurmetna gildi byggir á sanngjarnri málamiðlun milli niðurstaðna úr íslenska vöktunarverkefninu og norskum skýrslum um laxastrok. Strokstuðli (S) er hinsvegar ekki breytt í þessari endurskoðun.

### 3.5 Samanburður milli Íslands og Noregs

Endanleg niðurstaða úr áhættumatslíkaninu er spá um raunverulegan fjölda kynþroska stroklaxa, sem ganga í veiðiár til hrygningar. Sé þessi tala síðan tengd við árlega framleiðslu á eldislaxi gefur það til kynna villuráf stroklaxa (MRE). Gildin fyrir slíkt villuráf eru metin sem 2,2 laxar á hver 1000 tonn framleitt á Íslandi en 2,6 laxar á hver 1000 tonn í Noregi. Sjókvíar sem notaðar eru í báðum löndum eru hannaðar í samræmi við staðalinn NS 9415 (norskur staðall 9415 fyrir útbúnað í eldiskvíum til að fyrirbyggja laxastrok). Veðurfar er erfiðara á Íslandi og því mætti búast við meira stroki. Til að gæta ýtrustu varkárni gerir endurskoðað reiknilíkan ráð fyrir MRE gildi upp á 4,3 í íslensku laxeldi.

Í þessu sambandi er hinsvegar rétt að láta það koma fram að hár MRE stuðull gefur ekki endilega til kynna að margir stroklaxar muni ganga í helstu laxveiðiár. Þegar helstu strokviðburðir eru skoðaðir í tengslum við íslenska vöktunarverkefnið virðast margir síðstrokslaxar( 8 af 15) birtast aftur nálægt upprunalegum eldisstað. Þær ár, sem um er að ræða, eru litlar og í þær ganga tiltölulega fáir náttúrulegir laxar. Svo virðist sem hluti af síðstrokslaxum haldi sig nærri kvíunum eftir strok og éti það sem til fellur af laxafóðri. Fjórir af þeim strokslaxum sem veiddust höfðu strokið fyrir einu og hálfu ári og virtust því geta bjargað sér í náttúrunni í langan tíma. Sem dæmi má taka lax númer F181304 (sjá töflu 2.2), sem veiddur var í Mjólka sumarið 2018, en hann tilheyrði engum klakárgöngum 2014-2016 og var því sennilega úr eldri árgöngum.

Í samræmi við strangar reglur er laxeldi í sjókvíum á Íslandi bannað á svæðum nærri helstu laxveiðiám (mynd 1.2). Samkvæmt því er lax- og silungselði í opnum sjókvíum aðeins mögulegt á Vestfjörðum og Austfjörðum, þar sem fáar laxveiðár er að finna og langt í verðmætar veiðiár. Því má búast við því að mjög lítill hluti síðstrokslaxa, sem líkanið tekur til, gangi í verðmætar laxveiðiár, þar sem vegalengdin á milli eldissvæðanna og viðkomandi laxveiðiáa er mjög löng. Í ljósi þeirra takmarkana sem í gildi eru hér á landi eru aðeins þrjár laxveiðiár staðsettar nærri kvíaeldissvæðum og falla þannig undir mikla áhættu á verulegu villuráfi eldislaxa í þær og hugsanlegri erfðablöndun.

### 3.6 Nýtt mat á stuðlum áhættumats á grunni vöktunarniðurstaðna:

Eftirfarandi breytingar eru gerðar á stuðlum áhættumats:

Stuðlar áhættumats	Fyrri gildi	Ný gildi	Breyting
Snemmbúið strok:			
Heimsæknistuðull (H):	0,25	0,25	N
Weibull stuðlar:			
$\beta =$	2,5	2,5	N
$\eta =$	120	120	N
Endurkomuhlutfall ( $L_5$ ):	1,85%	1,5%	J
Síðbúið strok:			
Weibull stuðlar:			
$\beta =$	2	1,5	J
$\eta =$	1000	540	J
Endurkomuhlutfall: ( $L_5$ )	3,3%	1,1%	J
Strokstuðull (S) (fiskar/tonn):	0,8	0,8	N
Hlutfall síðbúið/snemmbúið:	50/50	50/50	N

### 3.7 Fyrirbyggjandi aðgerðir

Fyrirliggjandi niðurstöður sýna greinilega mikilvægi þess að hafa nægilega vegalengd milli eldissvæða og laxveiðiáa. Í Ísafjarðardjúpi eru tvæ laxveiðiár staðsettar nærri botni fjarðarins. Því er lagt til í áhættumatinu að staðsetning eldiskvía skuli vera á svæðum sem eru vestan við línu sem dregin verði milli Æðeyjar og Ögurness.

Árvakar „Riverwatcher“ laxateljarar hafa verið settir upp í báðum laxveiðiánum í Ísafjarðardjúpi (Langadalsá og Laugardalsá). Þessir teljarar eru nettengdir og því hægt að skoða beinar útsendingar af göngufiskum á heimasíðu Hafrannsóknastofnunar. Þessi heimasíða er opin almenningi og er skoðuð af okkar sérfræðingum á degi hverjum. Einnig er hægt að tengja þetta kerfi við laxagildru sem hægt er að fjarstýra frá höfuðstöðvum. Áætlað er að setja upp Árvaka í Breiðdalsá á Austfjörðum, sem liggur næst laxeldissvæðunum í þeim fjórðungi. Áætlað er að það kerfi verði komið í gagn við vorið 2021.

Enn eru í gildi þær fyrirbyggjandi aðgerðir sem nefndar voru í fyrra áhættumati.

### 3.8 Þakkarorð

Vöktunarverkefnið, sem tengist stroklöxum í veiðám, varð til fyrir tilstuðlan og samvinnu margra einstaklinga, sem tilkynntu um grunsamlega fiska í ám og sendu sýni. Einnig hafa ýmis félagasamtök, stangaveiðifélög vítt og breitt um landið, áreigendur, fiskeldisfyrirtæki ásamt stofnunum og fyrirtækjum svo sem Matís ohf. svo og stjórnsýslustofnanir svo sem MAST, UST og Fiskistofa stutt við verkefnið. Við viljum hér með þakka fyrir allan stuðning og samvinnu við það að vakta fjölda stroklaxa í veiðám hér á landi.



### 3.9 Fjármögnun

Áhættumatsverkefnið var sett af stað með fjármagni frá Atvinnuvega og Nýsköpunarráðuneytinu.

### 3.10 Viðbótargögn

Endurskoðað áhættumat URL: <https://ahaettumat.shinyapps.io/Hafro2020/>

## Heimildir

- Aronsen, T., Berntsen, H. H., Johansen, M. R., Moe, K., and Næsje, T.F. (2019a). Overvåkning av rømt oppdrettslaks i Trøndelag etter rømminger fra lokalitetene Geitryggen og Austvika i 2018. *NINA Rapport 1636*. Norsk institutt for naturforskning.
- Aronsen, T., Bakke G, Barlaup, B. Hårdensson Berntsen, J.H., Diserud, O., Fiske, P., Fjeldheim, P.T., Florø Larse, B., Glover, K., Heino, M., Husebø, Å., Næsje, T., Skoglund, H., Sollien, V.P., Sægrov, H., Urdal, K., and Wennevik, V. (2019). *Rømt oppdrettslaks i vassdrag i 2018*. <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/fisken-og-havet-2019-4#sec-romt-oppdrettslaks-i-vassdrag-2018>
- Aronsen, T., Järnegren, J., Florø-Larsen, B., Holthe, E., Ulvan, E. M., Bremset, G., Sollien, V. P., Østborg, G. M., Lam-berg, A., and Næsje, T. F. (2019b). Overvåkning av rømt oppdrettslaks i elv og sjø etter rømming fra havmerd i Frohavet høsten 2018. *NINA Rapport 1700*. Norsk institutt for naturforskning.
- Barson, N., Aykanat, T., Hindar, K., Baranski, M., Bolstad, G., Fiske, P., Jacq, C., Jensen, A., Johnston, S., Karlsson, S., Kent, M., Moen, T., Niemelä, E., Nome, T., Næsje, T., Orell, P., Romakkaniemi, A., Sægrov, H., Urdal, K., Erkinaro, J., Lien, S., and C.P., P. (2015). Sex-dependent dominance at a single locus maintains variation in age at maturity in salmon. *Nature*, 528:405–408.
- Baskett, M. L., Burgess, S. C., & Waples, R. S. (2013). Assessing strategies to minimize unintended fitness consequences of aquaculture on wild populations. *Evolutionary Applications*, 6: 1090–1108.
- Berdahl, A., Westley, P. A. H., Levin, S. A., Couzin, I. D., and Quinn, T. P. (2016). A collective navigation hypothesis for homeward migration in anadromous salmonids. *Fish and Fisheries*, 17:525–542.
- Blair, G. and Jason, V. (2014). Offshore Mariculture Escapes Genetic/Ecological Assessment (OMEGA) Model, version 1.0. Model overview and user guide. *ICF International*.
- Bolstad, G. H., Hindar, K., Robertsen, G., Jonsson, B., Sægrov, H., Diserud, O. H., Fiske, P., Jensen, A. J., Urdal, K., Næsje, T.F., Barlaup, B. T., Florø-Larsen, B., Lo, H., Niemela, E., and Karlsson, S. (2017). Gene flow from domesticated escapes alters the life history of wild Atlantic salmon. *Nature Ecology & Evolution*, 1(5).
- Bradbury, I.R., Duffy, S., Lehnert, S.J., Johannsson, R., Fridriksson, J.H., Castellani, M., Burgetz, I., Sylvester, E., Messmer, A., Layton, K., Kelly, N., Dempson, J. B., Fleming, I. A. (2020) Model-based evaluation of the genetic impacts of farm-escaped Atlantic salmon on wild populations. *Aquaculture Environment Interactions*, 12:45-59
- Castellani, M., Heino, M., Gilbey, J., Araki, H., Svasand, T., and Glover, K. A. (2018). Modeling

fitness changes in wild Atlantic salmon populations faced by spawning intrusion of domesticated escapees. *Evolutionary Applications*, 11:1010–1025.

Castellani, M., Heino, M., Gilbey, J., Araki, H., Svåsand, T., and K.A., G. (2015). Ibsem: An individual-based Atlantic salmon population model. *PLoS One*.

Daníelsdóttir, A., Marteinsdóttir, G., Arnason, F., and Gudjonsson, S. (1997). Genetic structure of wild and reared Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) populations in Iceland. *ICES Journal of Marine Science*, 54:986–997.

Einarsson, S. and Gudmundsdóttir, A. (2017). Vöktunarrannsóknir á laxastofni Laxár í Dölum 2016. HV 2017-21.

Fiske, P., Lund, R. A., and Hansen, L. P. (2006). Relationships between the frequency of farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in wild salmon populations and fish farming activity in Norway, 1989-2004. *ICES Journal of Marine Science*, 63:1182—1189.

Fiskeridirektoratet (2019a). *Matfiskproduksjon av laks, regnbueørret og ørret*. <https://www.fiskeridir.no/content/download/7619/95508/version/47/file/sta-laks-mat-06-salg.xlsx>

Fiskeridirektoratet (2019b). Rømmingsstatistikk. <https://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Tall-og-analyse/Roemningsstatistikk>

Fleming, I., Jonsson, B., Gross, M., and 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., Hindar, K., Mjølnerod, I. B., Jonsson, B., Balstad, T., and Lamberg, A. (2000). Lifetime success and interactions of farm salmon invading a native population. *Proceedings of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 267:1517–1523.

Gilbey, J., Coughlan, J., Wennevik, V., Prodohl, P., Stevens, J. R., de Leaniz, C. G., Ensing, D., Cauwelier, E., Cherbonnel, C., Consuegra, S., Coulson, M. W., Cross, T. F., Crozier, W., Dillane, E., Ellis, J. S., Garcia-Vazquez, E., Griffiths, A. M., Gudjonsson, S., Hindar, K., Karlsson, S., Knox, D., Machado-Schiaffino, G., Meldrup, D., Nielsen, E. E., Olafsson, K., Primmer, C. R., Prusov, S., Stradmeyer, L., Vaha, J.-P., Veselov, A. J., Webster, L. M. I., McGinnity, P., and Verspoor, E. (2018). A microsatellite baseline for genetic stock identification of European Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *ICES Journal of Marine Science*, 75:662–674.

Glover, K., Solberg, M., McGinnity, P., Hindar, K., Verspoor, E., Coulson, M., Hansen, M., Araki, H., Skaala, O., and Svåsand, T. (2017). Half a century of genetic interaction between farmed and wild Atlantic salmon: Status of knowledge and unanswered questions. *Fish and Fisheries*, 18: 890–927.

- Glover, K. A. (2010). Forensic identification of fish farm escapees: the Norwegian experience. *Aquaculture Environment Interactions*, 1:1–10.
- Glover, K. A., Pertoldi, C., Besnier, F., Wennevik, V., Kent, M., & Skaala, Ø. (2013). Atlantic salmon populations invaded by farmed escapees: Quantifying genetic introgression with a Bayesian approach and SNPs. *BMC Genetics*, 14: 4.
- Glover, K. A., Quintela, M., Wennevik, V., Besnier, F., Sørvik, A. G. E., & Skaala, O. (2012). Three decades of farmed escapees in the wild: A spatio-temporal analysis of population genetic structure throughout Norway. *PLoS One*, 7: e43129.
- Glover, K. A., Skilbrei, O. T., and Skaala, O. (2008). Genetic assignment identifies farm of origin for Atlantic salmon *Salmo salar* escapees in a Norwegian Fjord *ICES Journal of Marine Science*, 65:912–920.
- Glover, K. A., Urdal, K., Naesje, T., Skoglund, H., Floro-Larsen, B., Ottera, H., Fiske, P., Heino, M., Aronsen, T., Saegrov, H., Diserud, O., Barlaup, B. T., Hindar, K., Bakke, G., Solberg, I and Lo, H., Solberg, M. F., Karlsson, S. Skaala, O., Lamberg, A., Kanstad-Hanssen, O., Muladal, R. Skilbrei, O. T. and Wennevik, V. (2019). Domesticated escapees on the run: the second-generation monitoring programme reports the numbers and proportions of farmed Atlantic salmon in > 200 Norwegian rivers annually. *ICES Journal of Marine Science*, 76:4 1151–1161.
- Green, D. M., Penman, D. J., Migaud, H., Bron, J. E., Taggart, J. B., and McAndrew, B. J. (2012). The impact of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) on catch statistics in Scotland. *PLoS One* 7(9): e43580.
- Gudbergsson, G. (2016). Lax- og silungsveidin 2015. VMST/16026.
- Gudbergsson, G. and Einarsson, S. M. (2004). Hlutfall merktra laxa sem sleppt er og veiddust oftast en einu sinni í íslenskum ám sumarið 2003. VMST-R/0410, page 9.
- Gudbergsson, G. and Einarsson, S. M. (2007). Áhrif veiða og sleppa á laxastofna og veiðitölur. *Fræðabing landbúnaðarins*, 4: 196–204.
- Gudbergsson, G. and Sigthorsson, O. (2007). Lax sem meðafli íslenskra fiskiskipa (salmon as a by-catch on Icelandic fishing vessels). *Veiðimaðurinn*, 182:46–49.
- Gudjonsson, S. (1991). Occurance of reared salmon in natural salmon rivers in Iceland. *Aquaculture*, 98:133–142.
- Gudjonsson, S., Jonsson, I., and Antonsson, T. (2005). Migration of Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolt through the estuary area of River Ellidaár in Iceland. *Environmental Biology of Fishes*, 74:291–296.
- Gudjonsson, S. and Scarnecchia, D. (2013). "Even the evil needs a place to live": Wild salmon,

salmon farming, and zoning of the Icelandic coastline. *Fisheries*. 34: 477-486

Gudmundsson, L., Magnúsdóttir, R. Th., G. J., and Einarsson, S. (2017). Genetic introgression of non-native farmed salmon into Icelandic salmon populations, *HV 2017-031. Hafrannsóknastofnun*.

Gudmundsson, L. A., Gudjónsson, S., Marteinsdóttir, G., Scarnecchia, D. L., Daniëlsdóttir, A. K., and Pampoulie, C. (2013). Spatio-temporal effects of stray hatchery-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*) on population genetic structure within a 21 km-long Icelandic river system. *Conservation Genetics*, 14:1217–1231.

Gunnarsson, V. and Beck, E. (2003a). Slysasleppingar á eldislaxi á árinu 2003. 2003 - kynþroskahlufall og endurheimtur. Fiskistofa.  
[http://www.fiskistofa.is/media/laxa\\_silungssvid/VGslasaskyrsla2004-002.pdf](http://www.fiskistofa.is/media/laxa_silungssvid/VGslasaskyrsla2004-002.pdf)

Gunnarsson, V.I. (2002). Hugsanleg áhrif eldislaxa á náttúrulega laxastofna. *Gefid út af embætti veidimálastjóra*, 67. <https://sjavarutvegur.is/wp-content/uploads/2016/12/VIG2002-hugsanleg-ahrif-eldislaxa.pdf>

Gunnarsson, V. I. (2007). Reynsla af sjókvíaeldi á Íslandi. *Hafrannsóknastofnunin, Fjölrit*, 136.

Gudmundsson, L. (2014). Upprunagreining á löxum veiddum í Patreksfirði í júlí 2014.

Gudmundsson, L., Gudbergsson, G., Jóhannesdóttir, H., and Njardardóttir, E. (2014). Rannsóknir á löxum veiddum í Patreksfirði í ágúst 2014. *Veidimálastofnun*

Hansen, L. (2006). Migration and survival of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) released from two Norwegian fish farms. *ICES Journal of Marine Science*, 63:1211–1217.

Hellen, B. A., Kambestad, M., Kållås, S., and Urdal, K. (2017). Gjenfangst av oppdrettslaks etter rømming fra lokaliteten Bergadalen i Hardangerfjorden, mai 2016. *Rådgivende Biologer AS / 2275*.

Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Karlsson, S., Bolstad, G., Foldvik, A., Wennevik, V., Bremset, G., and Rosten, C. (2016). Evaluering av nasjonale laksevassdrag og nasjonale laksefjorder: Rømt oppdrettslaks, genetisk innkryssning og bestandsstatus. *NINA Rapport 1461*.

Hindar, K., Fleming, I. A., McGinnity, P., and Diserud, O. (2006). Genetic and ecological effects of salmon farming on wild salmon: modelling from experimental results. *ICES Journal of Marine Science*, 63:1234–1247.

Huisman, J., & Tufto, J. (2012). Comparison of non-gaussian quantitative genetic models for migration and stabilizing selection. *Evolution*, 66: 3444–3461.

ICES 2019. Working group of the North Atlantic Salmon (WGNAS) ICES Scientific Reports. 1:16. 368pp. <http://doi.org/10.17895/ices.pub.4978>

Isaksson, A., Oskarsson, S., and Gudjonsson, T. (2002). Occurrence of tagged Icelandic salmon in

- the salmon fisheries at west Greenland and within the Faroese fishing zone 1967 through 1995 and its inference regarding the oceanic migration of salmon from different areas of Iceland. [www.veidimalastjori.is](http://www.veidimalastjori.is)
- Jónsson, I., Antonsson, T., and Guðjónsson, S. (2008). Relation between stock size and catch data of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Icel. Agric. Sci.* 21.
- Jónsson, I. R. and Antonsson, T. (2004). Laxar af eldisuppruna endurheimtir á Austurlandi sumarið 2003. *Veidimálastofnun. VMST-R/0403*, page 14.
- Jónsson, I. R., Antonsson, T., and Guðjónsson, S. (2008). Relation between stock size and catch data of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Icel. Agric. Sci.*, 21:61–68.
- Kambestad, M., Sikveland, S. E., and Urdal, K. (2017). Gjenfangst av oppdrettslaks etter rømming fra lokaliteten 13345 Oterstegdalen i 2018. *Rådgivende Biologer AS / 2816*.
- Kanstad-Hanssen, O., Lamberg, A., and Muladal, R. (2017). Overvåking av elver og uttak av rømt oppdrettslaks - tiltak etter rømming fra Salmar Nord's lokalitet Kvitfloget i 2016. *Salmar-Nord AS*.
- Karlsson, S., Diserud, O. H., Fiske, P., and Hindar, K. (2016). Widespread genetic introgression of escaped farmed Atlantic salmon in wild salmon populations. *ICES Journal of Marine Science*, 73:2488–2498.
- Karlsson, S., Moen, T., Lien, S., Glover, K., and Hindar, K. (2011). Generic genetic differences between farmed and wild Atlantic salmon identified from a 7ksnp-chip. *Molecular Ecology Resources*, 11:247—253.
- Lema, S. and Nevitt, G. (2004). Evidence that thyroid hormone induces olfactory cellular proliferation in salmon during a sensitive period for imprinting. *Journal of Experimental Biology*, 207:3317–3327.
- Liu, Y., Diserud, O., Hindar, K., and A., S. (2013). An ecological–economic model on the effects of interactions between escaped farmed and wild salmon (*Salmo salar*). *Fish and Fisheries*, 14:158–173.
- Lura, H., O. F. (1994). Content of synthetic astaxanthin in escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., ascending Norwegian rivers. *Fisheries Management and Ecology* 1:205 - 216
- McGinnity, P., Prodöhl, P., Ferguson, A., Hynes, R., Ó Maoiléidigh, N., Baker, N., Cotter, D., O’Hea, B., Cooke, D., Rogan, G., Taggart, J., and 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 B*, 270:2443–2450.
- McGinnity, P., Stone, C. and Taggart, J. B. C. D., and Cotter, D. and Hynes, R. F. A. (1997). Genetic

- impact of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) on native populations: Use of DNA profiling to assess freshwater performance of wild, farmed, and hybrid progeny in a natural river environment. *ICES Journal of Marine Science*, 54:998–1008.
- Ministry of Agriculture (2004). Advertisement on conservation areas, where the salmon farming in sea cages is prohibited. [http://www.fiskistofa.is/media/laxa\\_silungssvid/460-2004.pdf](http://www.fiskistofa.is/media/laxa_silungssvid/460-2004.pdf)
- Olafsson, K., Hjorleifsdottir, S., Pampoulie, C., Hreggvidsson, G. O., and Gudjonsson, S. (2010). Novel set of multiplex assays (SalPrint15) for efficient analysis of 15 microsatellite loci of contemporary samples of the Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Molecular Resources*, 10:533–537.
- Olafsson, K., Pampoulie, C., Hjorleifsdottir, S., Gudjonsson, S., and Hreggvidsson, G. O. (2014). Present-Day Genetic Structure of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) in Icelandic Rivers and Ice-Cap Retreat Models. *PLOS ONE*, 9.
- Working Group on North Atlantic Salmon (2015). WGNAS Stock Annex for Atlantic salmon. ICES. [http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/acom/2016/WGNAS/wgnas\\_2016.pdf](http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/acom/2016/WGNAS/wgnas_2016.pdf)
- Piccolo, J. and Orlikowska, E. (2012). A biological risk assessment for an Atlantic salmon (*Salmo salar*) invasion in Alaskan waters. *Aquatic Innovations*, 7:259–270.
- Pritchard, J., Stephens, M., and Donnelly, P. (2000). Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155:945–959.
- Putman, N. F., Lohmann, K. J., Putman, E. M., Quinn, T. P., Klimley, A. P., and Noakes, D. L. G. (2013). Evidence for Geomagnetic Imprinting as a Homing Mechanism in Pacific Salmon. *Current Biology*, 23:312–316.
- Skaala, O., Glover, K. A., Barlaup, B. T., Svasand, T., Besnier, F., Hansen, M. M., and Borgstrom, R. (2012). Performance of farmed, hybrid, and wild Atlantic salmon (*Salmo salar*) families in a natural river environment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69:1994–2006.
- Skilbrei, O. T., Heino, M., and Svåsand, T. (2015). 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.
- Steinsson, S. (2010). Stangaveiðimarkadurinn á Íslandi: mat á heildartekjum af laxveiðileyfasölu árið 2009. *Bifröst: Háskólinn á Bifröst*. <http://hdl.handle.net/1946/6655>.
- Svenning M. A., Kanstad-Hanssen Ø., Lamberg A., Strand R., Dempson J. B., Fauchald P. (2015) Oppvanding og innslag av oppdrettslaks i norske lakseelver; basert på videoovervåking, fangstfeller og drivtelling. *NINA Rapport*, 1104. 53 pp.

- Taranger, G. L., Karlsen, O., Bannister, R. J., Glover, K. A., Husa, V., Karlsbakk, E., Kvamme, B. O., Boxaspen, K. K., Bjorn, P. A., Finstad, B., Madhun, A. S., Morton, H. C., and Svåsand, T. (2015). Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Science*, 72:997–1021.
- Verspoor, E. (2017). Population structuring in Scottish Atlantic salmon (popmod). Personal communication.
- Vidarsson, F. and Gudjónsson, S. (1991). Hlutdeild eldislaxa í ám við Faxaflóa. *VMST-R/91015*, page 49.
- Vidarsson, F. and Gudjónsson, S. (1993). Hlutdeild eldislaxa í ám á sv-horni landsins, samkvæmt hreisturslestri. *VMST-R/93015*, page 38.
- Youngson, A., Webb, J., MacLean, J., and Whyte, B. (1997). Frequency of occurrence of reared Atlantic salmon in Scottish salmon fisheries. *ICES Journal of Marine Science*, 54:1216–1220.