



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, Ágnar Steinarsson og
Jón Hlöðver Friðriksson

Upplysingablað

Titill: Áhættumáti vegna mögulegrar erfðabiöndunar milli eldislaxa og náttúrulegra laxastofna á Íslandi		
Höfundur: Ragnar Jóhannesson, Sigurður Guðjónsson, Ágnar Steinarsson og Jón Hlöðver Fríðriksson		
Skýrsla nr: HV 2017-027	Verkefnisstjóri: Ragnar Jóhannesson	Verknúmer: 10598
ISSN nr. 2298-9137	Fjöldi síðna: 38	Útgáfudagur: 14.07.2017
Umnið fyrir: Hafnarfjörður	Dreifing: Opin	Yfirlitardæl: SG
<p>Agrip: Unnið var áhættumáti vegna mögulegrar erfðabiöndunar frá laxeldi í sjókvíum á Vestfjörðum og Austfjörðum. Matið var unnið í samstarfi með erlendum sérfræðingum á svíði stofnerfðafræði. Áhættumátið verður sannreynnt og uppfært reglulega með viðamikilli vöktun í laxveðlánnum. Getur það leitt til aukningar eða minnkunar á æskilegu leyfilegu magni á frjóum lax í sjókvíaeldi. Frumforsenda greiningarinnar er að náttúrulegrar laxastofnar skadist ekki. Sé teknar til lit til varðveisjarnarmála er miðað við að fjöldi eldislaxa verði ekki meira en 4% á ánum en erfðabiöndun verði mun lægt. Notuð voru bestu fáanleg gögnum bæði innan lands og utan. Þóld var til dreifingaríkan sem sýnir hvernig eldislax getur dreift frá eldissvæðum á Vestfjörðum og Austfjörðum. Fjöldi eldislaxa sem getur komið í ar er hæður fjarlæggð frá eldissvæði og umfangi eldissins.</p> <p>Likanið gerir aimennt ráð fyrir litum áhrifum á náttúrulega stofna fyrir utan nokkrar ár. Nokkur áhrif verða á Laugardalsá, Hvarnadalssá/Langadalssá í Isafjardardjúpi en Breiddalsá í Breiddalssík er sú að sem virðist í mæstri hættu. Þessar fjarlar ar þarf að vaka sérstaklega. Á þessum ástæðum og í ljós nýverandi þekkingarar er lagt til að ekki verði leyft eldi í Isafjardardjúpi vegna mögulegra mikilla neikvaðra áhrifa á laxastofna í Djúpnu. Af sömu ástæðum er lagt til að eldi verði ekki aukð í Berufirði og lagt gegn eldi í Stöðvarfirði vegna nálgæðar við Breiddalsá. Niðurstöður matsins eru því að ásættanlegt sé að leyfa allt að 71.000 tonna framleiðslu af frjóum eldislaxi hér við land. Þar at 50.000 tonn á Vestfjörðum og 21.000 tonn á Austfjörðum. Hér er um að ræða um sjófalda nýverandi ársframleiðslu í íslensku laxeldi sem nú er um 10.000 tonn. Helsta ástæðan fyrir þessari niðurstöðu er sú að eldissvæðin eru í mikilli fjarlæggð frá helstu laxveðlum og laxeldi er bannat á mjög stórum hluta strandlengjuunnar. Í Noregi og Skotländi eru eldissvæðin hinus vegar í mjög mikilli nálgæð við helstu laxveðlum og því verða blöndunartáhrifin mun meiri í þessum löndum. Áhættumatsíkaná er fyrst og fremst hugsað sem gagnvirk verkfær til þess að meta mögulegt umfang erfðabiöndunar að hlutiægan hátt.</p> <p>Til viðbotar eru lagðar til mótvægiságerðir til að spora við erfðabiöndun. Þeirra helstar eru að leggja inn meiri áherslu að næg hrygning sé ávalt til staðar í náttúrulegum laxveðlum. Það er lagt til að stórr gönguselði verða notuð í eldinu í meira mæli en nú er. Það dregur bæði úr hættu á sýsasleppingum og kemur eldinu einnig til góða. Það er lagt til að kynbótum verði flutt að eldisstofminum á þann veg að kynþroskastærð/aldur hækki með því að skíma burt arðbera fyrir</p>		

snemmkynþroska í eldissöfninum. Það hefur þau áhrif að mun lægra hlutfall laxa er kynþroska við slátrún og dregur enn frékar úr hættu sem stafar frá þeim laxi auk þess að auka verðmæti slátfisksins. Ef tekst að koma þessum eðgerðum í framkvæmd er mögulegt að endurméta matið til hækkunar.

Þessu til viðbótar er unnt að að ófjóan lax. Auka þarf rannsóknir og tilraunir með ófjóan lax að Íslandi við þær aðstæður sem hér eru. Þetta verði gert í samræmu við erienda rannsóknaraðila og eldfisfyrirtækin í landinu. Í samræmu við framhægreint er óhætt að auk 71.000 tonna framleiðslu af frjóum eldislaxi hér við land og allt að 61.000 tonn af ófjóum laxi miðað við núverandi burðarþolsmat fyrir þessi sveði. Eildi á ófjóum laxi á Vestfjörðum getur hví orðið allt að 30.000 tonn til viðbótar við 50.000 tonna framleiðslu á frjóum laxi og á Austfjörðum getureldi á ófjóum laxi orðið 31.000 tonn til viðbótar við framleiðslu á 21.000 tonnum af frjóum laxi. Aðrit þættir geta jafnframt takmarkað umfang eldismis eins og endurskodað burðarþol, öeskileg áhrif laxalúsa, stærð heppilegra eldissvæða og ef vart verður við öeskileg áhrif á hrygningu eða uppeldi nytjastofna sjávar (þorskur, ýsa, rækja og fleiri tegundir). Starfshópur um stefnumótun í fiskeldi mun vinna með niðurstöður áhættumatsins í stórum sinum sem og ráðuneyti sjávanitvegs- 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.

Lýkilorð: laxeldi, erfðafræði, áhætta, laxveiðir

Undirskrift verkefnisstjóra:	Undirskrift forstöðumanns svíðs:
	

Efnisyfirlit

Formáli	2
Samansekt	3
Ástund laxastofna í N-Atlantshafi og Kyrrahafi	6
Atlantshafslax	6
Kyrrahafslax	7
Laxveiði á Íslandi	8
Ástund íslenskra laxastofna	10
Stofngerð íslenskra laxastofna	12
Laxeldi á Íslandi	13
Slysasleppinger og strok eldistaða á Íslandi	14
Rannsóknir á erfðablöndun íslenskra laxastofna	15
Erfðablöndun eldistaða og vilttra laxastofna í Noreg	16
Slysasleppinger og hrygning strokulaxa í Noreg	17
Mat á umfangi slysasleppingu í norsku laxeldi	17
Hrygning strokulaxa	17
Munurinn á eldislaxi og viltum laxi	18
Erlend reiknileikin fyrir erfðablöndun laxastofna	19
Alþjóðlegt samstarf og reiknileikn erfðablöndunar	19
Reiknileik og flokkunarkerfi NINA	20
Þróskuldagnið í áhaettumati erfðablöndunar í Noreg	20
Ahaettulíkan fyrir erfðablöndun eldislax við íslenska stofna	21
Tilgangur reiknileikans fyrir áhaettumat	21
Sætað virkni reiknileikans fyrir íslenskar aðstæður	21
Forsendor og breytistærðir reiknileikans	22
Reiknjófnur reiknileikans	23
Tillaga að þróskuldagsliði strokulaxa í stofni	24
Notkun áhaettulíkans	25
Notkun og innurstöður líkans	25
Breytur	25
Niðurstöður miðað við rekstrarleyfi sem gefin hafa verið út	25
Niðurstöður miðað við núverandi burðarþoismat	27
Vöktnarásætun	28
Skráning, eftirlit og merkingar	28
Varðveisla erfðaefnars	28
Vöktn	28
Sýntaka og greining	29
Mótvaegisaðgerðir	31
Ályktanir og tilögur	33
Tilögur að megni skilis á hærju svæði	33
Heimildir	35

Formáli

Mikir möguleikar eru í fiskeldi á Íslandi. Til bess að nýta þá þarf aukna rannsóknar- og þróunarvinnu. Áform eru uppi um aukið eldi á laxi í sjókvíum. Þegar notkun á norskaettuðum kynbættum eldislaxi var leyfð upp úr aldarmótum þá var um leið sjókvældi á laxfiskum bannað í fjörðum og flóum utan helstu laxveiðianna til að vernda viltu laxastofnana gegn erfðablöndun og laxalús. Eftir standa svæði þar sem laxeldi er ekki bannað, súallega á Vestfjörðum og Austfjörðum, í dag hafa verið gefin út leyfi fyrir eldi á um 30.000 tonnum af laxi. Framleidslan í ár er áætluð um 10.000 tonn. Óheft aukning á laxeldi í sjókvíum getur ógnað veiferð villtra laxastofna. Því lagði Hafnarfossóknastofnun til að unnið yrði áhættumat þar sem nýtt yrði fyrririggjandi þekking hérnendis og erlendis til að meta hversu mikil eldi á frjóum laxi í sjókvíum væn óhætt að stunda án þess að ósættanleg áhætta væn tekin með náttúrulega laxastofna landsins. Samhlíða yrði þum til og sett af stað vöktun ánum til að endurmata áhættuna með reglugundnum hætti. Í raun er þetta hugmyndafraðin með svipum hætti og aflarádgjöf stofnunarinnar. Ásætla mun vöktun segja til um hversu mikil eldi er ósættanlegt að stunda án þess að náttúrulegir laxastofnar skæðist. Vera kann að það burfi að minnka umfang laxeldis eða óhætt verði að auka það. Áhættumáti tekur eingöngu til eldis á frjóum laxi. Með notkun að ófrjóum laxi er unnt að auka eldi umfram það sem hér er lagt til.

Bessi vinna höfst í vor með stuðningi frá umhverfissjóði sjókvældis. Áð vinnunni komu auk serfræðinga Hafnarfossóknastofnunar tveir virtir stofnlefðafræðingar, þeir Dr. Eric Verspoor, forstöðumaður Áa og vænastofnunar Inverness college, University of the Highlands and Islands í Skotlandi og Dr. Philip McGinnity, visandarmáður 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 bursarþol fjarða eða endurskodun þess sem þarf að gera um leið og álag (eldi) fer af stað í hverjum firði. Þá geta stæðhættir og stærð fjarða takmarkað eldismöguleika. Einnig þarf að huga vel að vörnum gagnvart laxalús og að hún valdi ekki skada í eldinu og náttúrulegum stofnum nærrí eldissvæðum. Í íslenskum fjörðum á sér einnig stað hrygning nytjastofna og seidauppeldi. Rannsaka þarf og vaka áhrif eldis á þessa þætti sem og 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 árstugi. Með tilkomu hafþeitir og sleppingu, é samt minnkun netaveiða, hefur síðan örðið mikil fjölgun í heildarfjöldi stangveiddra laxa upp í aitt að 80-90 þúsund laxa í bestu árum. Þeir verðmæti veidréttinda í íslenskum laxveiðið eru meiri yfir 4 milljarðar króna og með afleddum, óbeinum áhrifum (gisting, vettningasala o.fl.) meiri 15-20 milljarðar króna á ein.

Íslenskar stofnir fóðurannsóknir hafa leitt í ljós erfðabreytileika milli íslenskra laxastofna og synt að hver á hefur sinn sérstaka stofn. Íslenskur lax er fíarskyldur öðrum Atlantshafssaxi. Mestur erfðamunur er milli lax i Ameríku og Evrópu, svo myndar íslenskur lax sérstakan erfðahóp sem skilur sig frá evrópskum laxi. Norskur lax er því fíarskyldur íslenskum lax en eldisstofn af norscum uppruna er notaður í eldið hér á landi. Staða íslensku laxastofnanna er allgoð en viða hefur laxastofnum hnignað annars staðar. Hlutfall stórlaxa í íslenskri laxveiði var u.p.b. 50% fyrr hjortu árum síðan en upp úr 1985 fór hlutfall stórlaxa í laxveiði hratt minnkandi og hlutfallið var komið niður ínum 10% á árunum upp úr aldarmótum. Meginástæða þess er hærri dánartala lax á Óró ári í sjó. Til að spora við því að tappa þessum erfðabætti úr stofnunum var farið að steppa stangveiddum stórlaxi lifandi. Hlutfall stórlaxa hefur farið heldur vaxandi á nýjan leik og var 14% á érinu 2015.

Laxeldi á Íslandi á sér 45 ára sögu og fyrir um það bil sjó árum síðan höfst svökölluð þrója byggia sjókvældis á laxi á Íslandi. Árið 2016 urðu tímamót begar framleiðslan rúmlega tvöfaldæðist á einu ári upp í 7.200 tonn og á yfirstandandi ári er áætlað að framleiðslan muni aukast upp í u.p.b. 10 þúsund tonn. Útflutningsverðmæti alls fiskeldis í landinu námu 13 milljörðum króna á síðasta ári. Á upphafssárum sjókvældis á niunda áratug síðustu aldar var mikil um slysasleppingar, strok og villur eldislaxa af íslenskum eldisstofnum. Sýn hefur verið fram að það að erfðablöndun eldislaxa og villrastofna átti sér stað í Ellidaánum á niunda áratugnum. Úpp úr aldarmótum var leyft að nota kynbættan, norskaættan eldislax í íslensku laxeldi í sjókvum. Um leið var bannað að stunda laxeldi í fjörðum og flóum utan við heilstu laxveiðir landsins. Stór slysaslepping átti sér stað á Nordfirði árið 2003 en langflestir þeirra tyndust í hafi og aðeins er staðfest að 0,4% þeirra hafi veiðist í laxveiðið. Ónnur smærri slysaslepping varð á Patreksfirði árið 2013 og í kjólfarið hafa fundist sterkar visbendingar um erfðablöndun í villtum laxastofnum í tveimur ám nánlegt eldissvæðum í Télknafirði og Arnarfirði. Ekkir fundust merki erfðablöndunar í fjarlægari ám og almennt er mjög litil laxagengi í ár á þessum síðum.

Framleiðsla úr norsku laxeldi hefur verið um það bil 1 milljón tonn á ári á undanförmum árum. Talið er að umfang slysasleppinga hafi áður verið mjög hatt í samanburði við stærð villtra laxastofna en slysasleppingum hefur þó fækkað verulega á undanförmum árum. Opinberar tölu benda til þess að umfang slysasleppinga sé nú u.p.b. 0,2 strokulaxar á hvert framleitt tonn en rannsóknir benda þó til þess að margtaldar megi þessa tölu með stuðlinum 2 - 4 til að sjá raunverulegt umfang stroks og sleppinga. Árin 2014-2015 var strokufiskur meira en 10% af heildarfjöldi kynproska laxa í 10-20% af rannsókuðum ám í Noregi. Yfir 90% þeirra strokulaxa sem ganga upp í ár eru kynproska en hafa þó almennt mjög litilega samkeppnið að gagnvart villtum fiski. Norskar rannsóknir hafa synt fram að erfðablöndun úr eldislaxi í um það bil helmingi af þeim norscum laxveiðið sem innihaldar 5% hluta af norscum laxastofnum. Í um það bil fjörðungi ánnar reiknaðist hlutfall erfðablöndunar hærra en 10% og meðaltalsgilindi erfðablöndunar í öllum ám var 6,4%. Helmingur ánnar var hins vegar laus við erfðablöndun þannig að miðgliði erfðablöndunar var mun hægra eða 2,3%. Þetta er litill mjög aðvari legum augum af yfirvöldum og hægmunaaðilum og aðlyktar var að varðveisla að erfðabreytileika villtra laxastofna næst aðeins með tvennum hætti, annars vegar með verulegri minnkun á fjölda strokulaxa út í vilta náttúru eða með æxlanarhindrun í gegnum notkun á ótrjóum eldislaxi.

Í skýrstu þessari er kynnt nýtt gagnvirkt áhættumatslíkan fyrir erfðablöndun eldilax við villta íslenska laxastofna. Tíugaágur líkansins er að gefa réttu mynd af fjölda strokuflísa sem gætu teklæ þátt í klaki í hverri á. Ef fjöldinn fer yfir þróskuldsmörk á hverju ári er hætta á því að erfðablöndun safnist upp með tima og hafi áhrif á stofnagerð náttúrulegra stofna. Ætlunin er að tryggja að framleiðsla úr íslensku laxeldi hafi ekki neikvæð áhrif á villta stofna og skapa um leið trausta mynd íslensks laxeldis. Forsendur áhættulíkansins verða endurskoðaðar frá ári til árs í sanritsemi við niðurstöður vöktunaraætlunar. Með þeim hætti má byggja stjórnun laxeldis á nýjustu upplýsingum til að lagmarka umhverfisáhrif greinarinnar. Matkniðið er að hámarka atvinnu- og samfélagsleg áhrif laxeldis án neikvæðra áhrifa á lax- og silungsveidi í landinu. Þróskuldsiglið ásættanlegnar inniblöndunar eldilaxa í náttúrulegar laxveiðiðar miðast við 4% og var sett með tilgangi af erlendum heimildum og náttúrulegu flakki viltra flísa milli ára. Þessi þróskuldsmörk verða síðan endurskoðuð með tilgangi til niðurstaðna vöktunaraætlunar 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 inniblöndunar í þeim árin eða vatnakerfum sem það tekur yfir verði ekki haerra en þróskuldsiglið 4%. Lagt er mat að eftirfarandi firði:

Vestfirðir: Ísafjardardjúp, Arnarfjörður, Patreksfjörður (og Tálknafjörður), Dýrafjörður, Austfirðir: Berufjörður, Fáskrúðsfjörður, Reyðarfjörður, Stöðvarfjörður. Ekki er lagt mat að þó firði þar sem burðarþol liggur ekki fyrir. Taflan hér fyrir neðan sýnir niðurstöður áhættumatslíkansins varðandi hámarksúmfang laxeldis á hverju svæði fyrir sig miðað við gefnar forsendor.

Landsvæði	Hámarkseldi samkvæmt erfðablöndunarmáti
Vestfirðir	
Patreksfjörður, Tálknafjörður og Patreksfjardarflói	20.000 tonn
Arnarfjörður	20.000 tonn
Dýrafjörður	10.000 tonn
Ísafjardardjúp	0 tonn
Vestfirðir samtals:	50.000 tonn
Austfirðir	
Berufjörður	6.000 tonn
Fáskrúðsfjörður og Reyðarfjörður	15.000 tonn
Stöðvarfjörður	0 tonn
Austfirðir samtals:	21.000 tonn
Samtals:	71.000 tonn

Úkanið gerir almennt ráð fyrir fítlum áhrifum fyrir utan fjórar ár. Nokkur áhrif verða á Laugardalsá, Hvannárdalsá og Langadalsá í Ísafjardardjúpi en Breiðdalsá er sú að sem virðist í mestri hættu. Þessar fjórar ár þarf að vækta sérstaklega. Af þessum ástæðum er lagt til að ekki verði leyft eldi í Ísafjardardjúpi vegna mikilla neikvæðra áhrifa á ár í Djúphlu. Af sömu ástæðum er lagt til að eldi verði ekki aukið í Berufirði og lagst gegn eldi í Stöðvarfirði vegna nálagðar við Breiðdalsá. Ekki skiptir höfuðmáli hvernig eldi skiptist milli Reyðarfjarðar og Fáskrúðsfjarðar hvað vardar áhættu. Prátt fyrir verulega aukið umfang laxeldis spáir úkanið míjög lífili inniblöndunum (langt undir þróskuldsmörkum) í öllum helstu laxveiðiðum landsins (nema Breiðdalsá). Helsta ástæðan fyrir þessari niðurstöðu er sú að eldissvæðin eru í mikilli fjartægð frá helstu laxveiðum og laxeldi er bannað á míjög stórum hluta strandlengjunar. Í Noregi og Skotlandi eru eldissvæðin hins vegar oft í mikilli nálagði við helstu laxveiðar og því verða

blöndunaráhrifin mun meiri þessum löndum. Áhættumátslíkanið er fyrst og fremst hugsað sem gagnvirkt verkfæri til þess að meta mögulegt umfang erfðablöndunar á hlutiægan hátt.

Til viðbótar eru lagðar til mótvægsaðgerðir til að spora við erfðablöndun. Þeirra helstar eru að leggja enn meirt áherslu á að næg hrygning sé ávalt til staðar í hátturulegum laxveidráum. Það er lagt till að stórgönguseiði verði hotuð í meira mæli en nú er. Það dregur úr áhættu á sleppingum og kemur eldinu einnig til góða. Það er lagt till að kynbótum verði flýtt á eldisstofnum á þann veg að kynþroskastærð/aldur hækki með því að skima burt arfbera fyrir snemmkynþroska í eldisstofnum. Það hefur þau ahrif að mun lægra hlutfall laxa er kynþroska við slátrun og dregur úr hættu sem stafar frá þeim laxi auk þess að auka verðmæti slátturfisksins. Auka þarf rannsóknir og tilraunir með örþjan lax á Íslandi við þær aðstæður sem hér eru. Þetta verði gert í samvinnu við erlenda rannsóknaraðila.

Ástand laxastofna í N-Atlantshafi og Kyrrahafi

Þegar unnið er mat á stöðu íslenskra laxastofnsins er skynsamlegt að býrja á því að skoða málum 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 íðulega á bilinu 11-12 þúsund tonn á ári eða sem samsvarar u.p.b. 3-4 milljónum laxa. Þær þjóðir sem náðu mestum afli voru Grænland og Kanada með 2000-2500 tonn hvor þjóð. Síðan komu Norðmenn, Írar og Skotar með 1500-2000 tonn hver þjóð, Rússar og Englingar með u.p.b. 600 tonn hvor þjóð og Íslendingar með u.p.b. 200 tonn. Færeymingar veiddu 300-1000 tonn á njunda aratugnum en hættu síðan laxveidum sífarið fjiótlega upp úr því. Heildaraflinn (með sætludum óskráðum afli) hélt á bilinu 7-11 þúsund tonn út til undan aratuginn en hefur síðan farið stóðugt minnkandi. Í kringum aldamótin var afinn kominn niður í u.p.b. 4 þúsund tonn og þar af voru Norðmenn með 1200 tonn og Írar með 700 tonn. Á árunum 2010-2014 var meðartals heildaraflinn kominn niður í tæp 1800 tonn (með óskráðum afli). 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 framangreiða þróun í heildarafli allra veiðþjóða á Atlantshafslaxi á tímatílinu 1960-2015 (ICES 2015, 2016).



Mynd 1. Úfrit yfir heildarafli á Atlantshafslaxi á tímatílinu 1960-2015. Myndin sýnir tilkynntan heildarafli allra veiðþjóða áður viðhættum sætludum óskráðum afli frá árinu 1986. Heilmist: ICES 2016.

Mynd 1 sýnir glögglega hinn mikla sanndrátt sem orðið hefur í laxveidum í Atlantshafi á undanförnum aratugum. Heildarveidi á Atlantshafslaxi er því um þessar mundir ádeins um 1/6 hluti þess sem hún var fyrir þrjátlu árum síðan þ.e. ádeins riflega hálf milljón laxa á ári. Sjóveiðar á laxi heyrar nú nánast sögunni til nema sem meðaflí en í Noregi, Rússlandi og Bretlandseyjum er einnig stunduð talverð strandveiði í hét og nemur þessi strandveiði alls um þríðungil af heildaraflianum (ICES 2016).

Hin mikla minnkun í heildarveiði Atlantshafslaxa endurspegilar samsvarandi minnkun í staerð stofnsins. Almennt er talð að rekja megi hluta af þessari hnignun stofnsins til ýmissa mannlígra bætta s.s. ofveiði, hnattrænnar blýnumar, mengunar, virkjanagerðar og hugsanlegra fiskeldis (ICES 2016). Liklega er þó ofveiði langmikilvægasta ástæðan og stofnum er greinilega einhví að súpa seyðið af hinni gegndarausú ofveiði sem átti sér stað á stórum laxi í fæðugöngum við vesturhluta Grænlands á sjötta, sjóundi og

áttunda áratug síðustu aldar. Þessi fiskur kom að jöfmu frá ströndum Evrópu og Ameriku og að langmestu leyti var um að ræða stórlax sem var tvo vetrar í sjó. Ofveidi á stórlaxinum hefur síðan almennit leitt til minni nýilunar og minni framleiðni laxastofna. Áhrifin urðu líka augljós í íslenskum ári þar sem stórlaxahlutfallið er nú aðeins 10-15% en var í kringum 50% í byrjun áttunda áratugarins (Guðni Guðbergsson 2016). Netaveidi Íslendinga á stórlaxi í sjó og vötnum hefur auðvitað einnig hafið slæm áhrif á ástand íslenskra laxastofna. Stada íslensku laxastofnanna er þó almennit talin algóð en vísar hefur laxastofnum hnignað annars staðar (ICES 2016).

Kyrrahafslax

Í Kyrrahafi eru stundaeðar umfangsmiklar veiðar á finim laxategundum. Heildarflinn var á bilini 300-400 þúsund tonn fram til 1977, jöklst síðan jafnt og þett og hefur haldist nokkuð stöðugur í kringum 1 milljón tonna síðan 1997 (u.p.b. 500 milljónir laxa). Mest veiðist af *pink salmon* (41% af allum 2016) og síðan koma *chum* (33%), *sockeye* (21%), *coho* (3%) og *chinook* (1%). Meðalstærð *pink* er aðeins 1-2 kg en *chum* verður almennit um 5-7 kg. *Coho* og *sockeye* verða almennit 4-6 kg en *chinook* er risinn í höpunum og veiðist í meðalstærðinni 7-8 kg. Heilstu veiðipjöldirnar árin 2016 voru Rússar (51%), Bandaríkin/Aleaska (31%), Japan (13%), Kanada (3%) og Kórea (1%) (Geiger et al. 2011).

Hin varanlega aflaauknung á Kyrrahafslaxi sem höfst fyrir fjarum áratugum síðan er talin skýrast að hluta til af hlynun sjávar en þó einnig að verulegu leyti af gríðarlega umfangsmiklum sleppingum eða hafbeli að eldisseljum. Undanfarna því áratugi hafa veiðipjöldirnar sleppt samtals u.p.b. 5 milljörðum seða í hafbeli á hverju ári og samið síðan um áflaheimildir sin á milli. Á vesturströnd Bandaríkjanna (Washington og Oregon) er ástand laxastofna mjög slæmt og svip virðist sem útbreiðsla laxastofna hafi almennit færst norðar í kjólfan hlynandi sjávar. Í Japan er ástandið einnig mjög slæmt vegna áhrifa mengunar og þettbyllisnýilunar. Annars staðar má almennit segja að staða villtra stofna sé nokkuð góð sem sannast á því að heildarlaxveiðiaflinn hefur haldist stöðugur undanfarna tvo áratugi (Noakes and Beamish 2011).

Sjökvílaeldi á Atlantshafslaxi er stundaeð við austurströnd Kanada (u.p.b. 70 þúsund tonn á ári) og Washington-fylkis í Bandaríkjum (u.p.b. 7 þúsund tonn á ári). Mörg dæmlir eru um stysasleppingu ur eldiskvílum en Atlantshafslaxinni getur hins vegar ekki æxlast við Kyrrahafslax og því geta ekki myndast blindingar á milli tegurindanna. Allt frá öndverðri 19. öld hafa stjórnvöld í Kanada og Bandaríkjum staðið fyrir fjölmögum tilraunum með innflutning á Atlantshafslaxi (hrögnum og selðum) fár og vötn í þeim tilgangi að koma upp sjálfbærum stofni sem gæti staðið undir stangveldi á Atlantshafslaxi. Allar þessar tilraunir hafa hins vegar misheppnast og Atlantshafslaxinn virðist því eiga mjög erfitt með að ná veranlegri fótfestu í Kyrrahafinu, þrátt fyrir mikla aðstoð frá manninum (Noakes and Beamish 2011).

Laxveiði á Íslandi

Skiðuleg skráning á veiðitölum úr íslenskri laxveiði höfst á árinu 1974. Sókn hefur sítíð breyst á undanförmum fjórum áratugum og því er almennt lítið á veiðitölur sem göðan mælikvárda á staði Íslenskra laxastofnsins (Ingl Rúnar Jónasson o.fl. 2008). Stöplaritið á mynd 2 sýnir yfirleitt yfir laxveiði á Íslandi á þessu tímabili. Veiðinni er skipt í fjóra meginflakka og búið er að leiðréttá sleppingar fyrir endurveiðum slepptra laxa (reiknað með 30% endurheimtum) (Guðni Guðbergsson og Sigurður Már Einarsson 2004- 2007).



Mynd 2. Vinnit yfir landið á Íslandi á tímabilinu 1974-2016. Væðinni er skipt í fjóra fokka (sjá skýringar) í samræmi við veldið ferð uppruna Íslands. Athugið að velditölur fyrir árið 2016 byggja að hluta til á sætunum.

Netaveiðin (gulu stöplarnir) var á fyrri hluta tímabilsins oft nálægt 20.000 löxum á ári. Síðan 1897 hefur netaveiði eingöngu verið stunduð í ferskvatni (ám) og veitidoltur oftast verið á bilinu 4-10 þúsund laxar. Mest er netaveiðin í Þjorsa (50-60%) og Hvítá/Olfusá (40-50%).

Hafþeitarlaxinn (rauðu stöplarnir) byrjar að koma síðar inn í veiðina í kringum aldamótin og hefur frá árinu 2007 gefið sá meðaltali 15 þúsund laxa á ari. Um það bil 95% af veiðinni kemur úr Ytri- og Eystri-Rangá (ásamt þverárn) en aðrar hafþeitarar eru til dæmis Breiðdalsá, Tungufljót, Skógá og Norðalingahlíð. Litið er um að hafþeitarlaxi sé sleppt lífandi (um 5% að meðaltali).

Sleppingar (græn stópiarnir) fara að koma inn sem flokkur upp úr aldaarsönum. Á undanfönum árum hefur uppb. 35% af stangveiddum viltum laxi verið sleppt lífandi aftur í ana (leiðrett fyrir endurveiði). Veidlinnutfall a eins sjóvetra (15W) smálaði hefur halddist nokkuð stóðugt síðan 1974 (~50%) en veidlinnutfall á margra sjóvetra (MSW) störlaxi hefur lækkat verulega á undanfönum árum (frá 70% i 50%) (ICES 2012).

Stangveitlaflafl (þ.e. dreppinn fiskur) af viltum laxi (bláinn stöplarnir) hefur sverlast á bilinu 22-30 þúsund laxar í gegnum allt tímabilið. Athugið vekur að aflinn hefur verið sögulega mikill undanfarið, en Þó er að undanskildum árunum 2012 og 2014. Með tilkomu hafþeitara og sleppingsa, ásamt minnkun netaveita, hefur orðið miklu nörgun í heildartjólda stangveldðra laxa (átt að 60-90 þúsund laxar í bestu árum).

Fárraskýrslu Veldimálstofnunar fyrir lax- og sillungaveidi árið 2016 má telja 76 laxveiðir sem hafa gefið meðalveidi umfram 60 laxa á ári á tímabilinu 1974-2015 og 64 ár sem hafa gefið yfir 100 laxa meðalveidi (Guðni Guðbergsson 2015). Veidihæstu árnar árið 2016 voru Ytri-Rangá (9323 laxar), Miðfjardara (4338 laxar), Eystri-Rangá (3254 laxar) og Blöndu (2388 laxar). Aðrar gjöfular veiðiár með yfir 1000 laxa ársafla voru Þverá/Kjarrá, Laxá í Dólu, Langá, Haffjarðará, Norðurá, Laxá í Ásaldal, Haukadalssá og Viðidalssá. Þar skammt undan voru síðan Vatnssá, Selá í Vopnafirði, Hitara og Elliðaárnar („Verðmismálið 2017“).

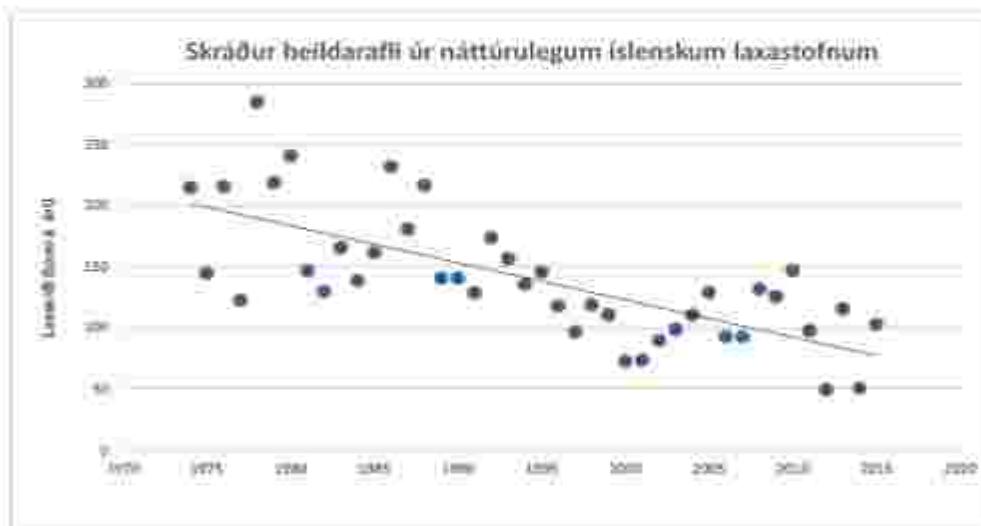
Gróft a litð má því aætla að íslensku laxveiðiarnar geti með gönguseiðasleppingum og minnkaðri netaveiði gefið af sér sjálfbæra veiði upp á 70 þúsund laxa á ári. Til að setja þessa tölu í samhengi við laxeldi þá má áætla að heildarstangveiðiaflí á laxi á Íslandi nái um 175 tonnum á ári (miðað við 2,5 kg meðalstærð) sem samsvarar u.p.b. 1/60 hluta af framleiðslunni í íslensku laxeldi á yfirstandandi ári. Þeim verðmæti Verðirettinda í íslenskum laxveiðið eru hins vegar metin á 3-4 milljarðar króna að núvirði og heildarverðmætaskópun með afleddum, 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 reiknlíkurstum má því áætla að hver veiddur íslenskur lax skapl verðmæti sem neða u.p.b. 250 þúsund íslenskum krónum, þó vissulega komi stórt hluti þessara verðmæta úr vösum íslenskra veiðimanna og fyrirtækja.

Ástand íslenskra laxastofna

Stórlax er samkvæmt skilgreiningu lax sem hefur gengið two vetur eða meira í sjó áður en hann gengur upp í ó til að hrygna. Í veldiskýrslum 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 laxinum hefur ákveðið stórlaxagen sem rædur lengd sjögöngunnar að miklu leyti (Benson o.fl. 2015). Hlutfall stórlaxa í íslenskri laxveiði var u.p.b. 50% fyrstu tíu árin eftir að skráningar hófust en upptil 1985 fór hlutfall stórlaxa í laxveiði hratt minnkandi og hlutfallið var komið niður í rúm 10% á árunum upptil aldarmótum. Meginástæða þess er talin vera hærra dánartala lax áðuru án 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 lækkad jafnt og þétt síðan mælingar hófust á áttunda áratugnum en þá var meðalþyngd smálaxa og stórlaxa u.p.b. 3 kg og 6 kg. Meðalþyngd stórlaxa felið niður í 4,5 kg á árunum 2006-2009 en var bún að hækka aftur upptil 5,1 kg árið 2015. Meðalþyngd smálaxa felið niður í 2,1 kg á árinu 2013 en var bún að hækka aftur upptil 2,3 kg árið 2015. Þessi þróun gefur visbendingu um að stórlaxastofninn sé að fara að rétta aftur upptil kútnum (Guðni Guðbergsson 2016, Sigurður Már Einarsson og Ásta K. Guðmundsdóttir 2017).

Þegar eingöngu er litið á landaðan fjöldi náttúrulegra laxa (bláu og gulur stöplarnir á mynd 2) sest að fjöldinn á síðustu 12 árum er almennt mjög svipaður og hann var á sjóunda og áttunda áratugnum. Þetta getur hins vegar gefið vilið mynd af þróuninni því að samsetning af lás hefur breyst verulega á tímabiliðu. Hlutfall stórlaxa hefur lækkad mjög og meðalþyngd veiddra laxa hefur því lækkad mikil. Mynd 3 sýnir yfirrit yfir landaðan afli náttúrulegra laxa í tonnum á umræddu tímabili.



Mynd 3. Yfirrit skráðan afli á náttúrulegum laxi á Íslandi á tímabiliðu 1974-2015. Um er að ræða samantagna heildarþyngi 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 atlánum (úr 4-5 kg niður í 2-3 kg) hefur landaður afli í tonnum faltið úr u.p.b. 200 tonnum á áttunda áratugnum niður fyrir 100 tonn árið á undanförnum árum. Sleppingar á lifandi fiski hafa þarna eittkvæð að segja (sérstaklega síðustu þrjú árin) en þær breyta myndinni þó ekki verulega:

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

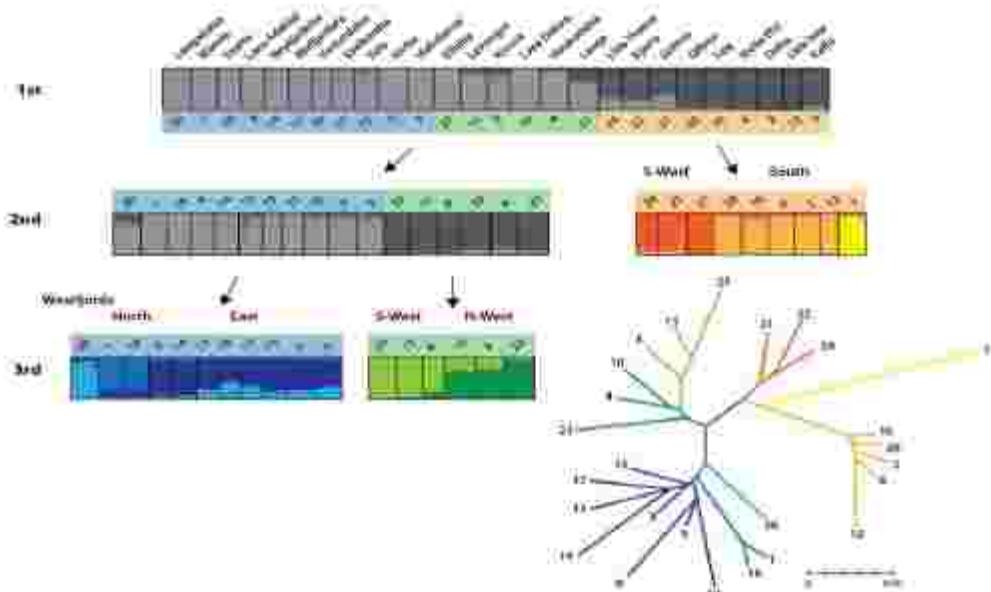
Ef lítið er á þroun verðinnar á mynd 2 þá má sáetta að sjálfbær heildarverði (stangverði og netavelði) úr hinum náttúrulega íslenska laxastofni sé af stærðargráðunni 50 þúsund laxar á ári. Á árunum fyrir 1985 hefdi þessi aflí að jafnaði skipst í 25 þúsund smálaxa og 25 þúsund stórlaxa. Í dag væri hins 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 venulega til þess að vega upp á móti hinni miklu fækku stórlaxa (Guðni Guðbergsson 2016).

I gegnum tíðina hafa margir haft af því áhyggjur að íslenskir laxar endi gjaman sem meðaflí hjá uppsjávarveidiskipum og að það skyrn að verulegu leyti þá minnkun sem orðið hefur á stangverði á stórlaxi (Guðni Guðbergsson og Óðinn Sigþorsson 2007). Íslenskar erfðafrædirannsóknir í samstarfi Veidimálastofnunar, Hafnarfjörðursskófnunar og Matis hafa hins vegar leitt í ljós að lax sem fæst sem meðaflí við matrínveiðar á Íslandsmiðum er aðeins að mjög litlu leyti af íslenskum uppruna en að langmestu leyti upprunninn frá meginlandi Evrópu, þasamt Skandinaviu 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 uppi að vesturhluta Grænlands, enda hefur á því svæði orðið samþærileg fækku stórlaxa og í íslenskum ám (Árni Ísaksson o.fl. 2002). Veiði á stórlaxi í grænlenskri lógsögu hefur farið vaxandi á síðustu árum og hafa Kanadamaðir af því sérstakar áhyggjur. Veiðin á þessu mikilvæga stórlaxasvæði er langt umfram ráðleggingar ICES og NASCO og vinnur þvert gegn markmiðum um uppbryggingu stofnsins (ICES 2016). Það gæti að samsa skápi verið mikilvægt hagsmunamál fyrir Íslendinga að dreigjast verði aftur ur veiðum á þessu svæði.

Stofngerð íslenskra laxastofria

Íslenskar stofnirföarárannsóknir hafa leitt í ljós erfðabreytileiká milli íslenskrá laxastofna eigin sönt 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 fjer á landi.

Stofnærðarárannsóknir á laxi á Íslandi eru fáar og hafa aðeins tvær stórar rannsóknir kánað stofngerð laxastofna. Fyrri rannsóknin var framkvæmd á árunum 1990-1994 og beindist að erfðamörkum í laxi ùr 32-árin og þremur eldsistofnum sem aldir voru hér við land. Rannsóknin leiddi til ljós að hver á hafði sérstakan stofn og 8,2% 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 Veldimálastofnunar, Hafnarrískastofnunar og Matís á árunum 2008-2011 en þá var erfðabreytileiki laxastofna metinn í 26 íslenskum laxveiðiáum 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 tiliti til erfða og vistfræði í sjó. Mynd 4 sýnir niðurstöður stofngerðargreiningar fyrir bessar 26 íslensku laxveiðiár.



Mynd 4. Hér hefur stofngerð verið sætuð út frá greiningu með stofngersþargreiningarformini STRUCTURE (Pritchard et al. 2000). Stofnar eru sýndir sem löðrectar linur sem er ráðað inn í líða hluta eftir til ogu forritsins um greiningu. Greiningin gefur til kynna að stofnfróir greimast í tvo til þríja skyldileikatasa. Næst til hægri eru níðurstöður sýndar sem skyldileikatré (Neighbour joining tree of pairwise DA [Nei et al. 1983]).

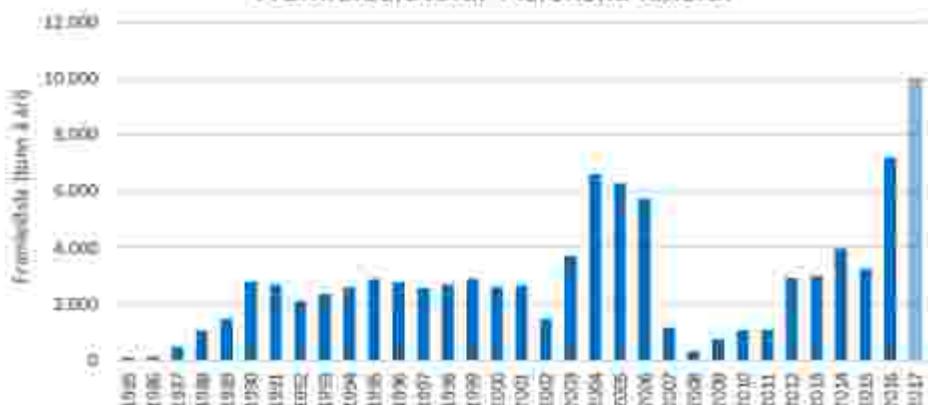
Á árinu 2007 lauk itarlegri úttekt á stöðu þekkingar er varðar áhrif eldis á umhverfi og villta stofna. Verkefnið var styrkt af AVS og framkvæmt af Háskóla Íslands, Umhverfisstofnun, Veiðimálastofnun, Hafrannsóknastofnunum og Skipulagsstofnun (Guðrún Marteinsdóttir o.fl. 2007). Með hiðurstöðum framangreindra verkefna er kominn viðir að erfðagagnagrunni fyrir íslensk laxastofna sem óphar t.d. a þann möguleika að ættgreina sjögönguiax (t.d. lax úr meðafla fiskuskipa) og staðfesta hvort hann eigi sættir að rekja í íslenskum.

Laxeldi á Íslandi

Á Íslandi hefur fiskirækt í árin og vótnum verið stunduð allt frá árinu 1883. Tíraunir með hafþeit á íslenskum laxaseidum hófust ánð 1963 í Laxeldisstöð Ríkisins í Koltafirði. Í fok niunda áratugarins varð mikil aukning á hafþeit í landinu en endurheimtur voru slæmar og starfseminni var endanilega hætt fyrir aldarmótin. Nú er eingöngu um að ræða sleppingar gónguseiða til þess að auka veiði í laxveidum (Valdimar Ingólfsson 2002, 2007).

Tíraunir með sjókvældi á laxi hófust árið 1972 og landeldi á laxi hófst árið 1979. Sjókvældið gekk erfiðlega framan af og landeldið var alinsráðandi á tiunda áratugnum en framleiðslan fór aldrei mikil yfir tvö þúsund tonn á ári. Upp úr aldarmótum fjarðaríki landeldið smáum saman út en áhugi á sjókvældi jökkst á nýjan leik. Framleiðsla úr sjókvældi var í kringum 6 þúsund tonn á árunum 2004-2006 en rekstur fyrirtækjanna var erfiður og þessi eldissbylgja fjarðaríki snögglega út árið 2007. Framleiðsla úr eldi var síðan mjög lítið í nokkur ár en árið 2010 hófst sjókvældi á laxi á nýjan leik þegar Fjardalax höf starfsemi árið 2010. Fiskeldi Austfjarða og Arnarlax höfju síðan starfsemi á árunum 2012-2014 og árið 2016 sameinuðust Arnarlax og Fjardaríki undir nafni þess fyrmræfnda. Framleiðslan var á bilinu 3-4 þúsund tonn í nokkur ár en árið 2016 urðu tímamót þegar framleiðslan rúmlega tvöfaldædist á einu ári upp í 7.200 tonn og á yfirlægði ári er öætlað að framleiðslan muni aukast upp í u.p.t. 10 þúsund tonn. Útflytningsverðmæti alls fiskeldis í landinu námu 13 milljörðum króna á síðasta ári (www.hagstofa.is). Í dag hafa verið gefin út leyfi tyrir eldi á um 30.000 tonnum af laxi. Nú hafa einnig bæst í hópinn fyrirtækin Arctic Fish á Vestfjörðum og Laxar fiskeildi á Austfjörðum. Þróðja bylgja sjókvældis á laxi er því hæfin á Íslandi eins og sjá má á mynd 5 („Árskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2016“ (2017), „Framleiðsla í íslensku fiskeldi“ (2016)).

Framleiðslutölur í íslensku laxeldi



Mynd 5. Yfirlit yfir framleiðslutölur úr íslensku laxeldi á tönnabiliðum 1985-2017. Heimild: www.mast.is

Megnihluti núverandi framleiðslu kemur úr sjókvældi en íslenskblæjiga 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 blækju og laxi. Sjókvældisstöðvarnar eru staðsettar á sunnanverðum Vestfjörðum (Dýrafirði, Arnarfirði, Tálknafirði og Patreksfirði) og á Austfjörðum (Berufirði og Fáskrúðsfirði). Eldissfyrirtækin hafa öll hug á því að auka starfsemi sínar og hafa sött um starfsleyfi til sjókvældis í ýmsum svæðum s.s. Ísafjarðardjúpi, Jökulfjörðum, Eyjafirði, Mjóafirði, Norðfjörði, 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.

Slysasleppingar og strok eldislaxa á Íslandi

Á uppháfsárum laxeldis í sjókvum á Íslandi á seinni hluta niunda áratugarins var eldislaxunaður frumstæður og mikil var um að lax slæpti úr kvum. Sjókvaeildið var að mestu leyti staðsett í Faxafloð (eðallega við Reykjavík og í Hvalfjörði) og strokulaxarnir leituðu mikil upp í ár næst eldissvæðunum (Sigurður Guðjónsson 1991, Guðjonsson et al. 2005). Í Ellíðaáum og Leirvogsa náiði hlutfall eldislaxa hæst upp í 30-40% og upp í rúm 60% í Botnsá í Hvalfjörði árið 1988 (Fríðjón M. Viðarsson og Sigurður Guðjónsson 1991, 1993). Einnig var mikil um það að hafbeitarseði frá hafbeitarstöðinni í Kollafjörði leituð upp í ár við Faxafloðann (Valdimar Ingi Gunnarsson 2002, 2007). Allur eldifsískur á þessum tímum var þó af íslenskum uppruna og ekki var lítið á innþöndunum eldifsískar sem sérstaklega alvarlegt vandamál. Eldislaxinn var oftast auðpekktur á útliti (oft með eyddu ugga og sporð) en notast var við lestur á hreistursflögum til þess að fá öruggari greiningu (Ingi R. Jónsson og Þórdís Ólafsson Antonsson 2004).

Ið innarri bylgju laxeldis sem stóð yfir á áruhumi 2002-2006 var alfaríð brúð að skipta yfir í horskættáða eldislaxinn (Guðjónsson og Scarneccia 2009). Á þessu tímabili var aðeins tilkynnt um eina slysasleppingu á eldislaxi þarinn 20. ágúst 2008; þegar 2900 fullvaxta eldislaxar slappu eftir að gat kom á sláturni í höfninni á Neskaupsstað. Fiskurinn hafði verið fluttur með brunnbáti frá sjókvaeildisstöð Islandslax í Eyjafjörði þar sem hann var búinn að vera í eidi frá því í júlí 2002. Reynt var að göma strokulaxana með netalögnum en aðeins tökst að endurheimta 109 eldislaxa síðar um sumarið. Af endurheimtum löxum sýndu 14% merki um kynproska. Flestu laxarnir veiddust í Norðfjardarfloa í og við höfnina þar sem eldislaxinn slapp og hinir 9 voru teknir í Mjóafjörði. Í september veiddust síðan 10 eldifsískar til viðbótar í laxveidíum á Austfjörðum. Sex þessara fiska höfðu synt um 70 km leið suðurátt og veiddust í Breiðdalsá. Hinir fjórir höfðu hins vegar synt um 120 km leið norður í Vopnafjörði þar sem þrír þeirra veiddust í Höfsá og einn í Selá. Það er athyglisvert að eldislaxar veiddust ekki í neinni bleikvá heldur leituðu bara upp í stóru laxveidiðarnar á svæðinu. Ekki var tilkynnt um neina veidda eldislaxa ánd eftir. Als tökst því að endurheimta um 4% af strokulískum og staðfest er að um 0,4% þeirra hafi veildist í laxveidíum (Ingi Rúnar Jónasson og Þórdís Ólafsson Antonsson 2004, Valdimar Gunnarsson og Eiríkur Beck 2004).

Þetta atvirk gefur nokkrar athyglisverðar upplýsingar um ferdir og lifun strokulixa. Í fyrsta lagi að lifun strokulixa getur verið mjög litil og mjög fáir laxar ganga upp í ár til að hrygna þegar strokstaðurninn er staðsettur langt frá laxveidíum. Í öðru lagi að sumir strokulaxarnir synda um langan veg þar til þeir finna laxveidíu. Í þridja lagi að strokulaxar geta leitað í báðar áttir meðfram strandlengjunni, ekki bara réttssæles með stefnu strandstráunusins.

Í þriðju bylgju laxeldis sem nú standur yfir hefur aðeins verið tilkynnt um eina slysasleppingu á eldislaxi. Atburðurinn átti sér stað í nóvember 2013 þegar tilkynnt var að 200 fullvaxta eldiniðar hefðu sloppið eftir að gat kom á sláturni Fjardalax á Patrekfjörði. Næsta sumar að eftir veiddist síðan 21 eldislaxi ósum Klefaá í botni Patrekfjárðar en Klefaá er ekki náttúruleg laxveidí. Fiskistofa gaf í kjólfanum leyfi til netaveiða og sjostangveiða í Patrekfjörði í tilraun til þess að goma fleiri strokulaxa og als veiddust 43 staðfestir eldislaxar til viðbótar (Leó Alexander Guðmundsson o.fl. 2014a,b). Ekki hafa borist tillyningar um veiddan eldinið á nærliggjandi fjörðum enda var þáma um umfangslisti sleppingu að ræða. Erfitt getur þó verið að taka eftir muniháttar teka af strokulíski ur sjókvum og í rannsókn Leóss Alexander Guðmundssonar hjá Hafrannsóknastofnum komu fram niðurstöður sem virðast benda til þess að eldislaxar gætu hafa sloppið úr sjókvum á þessu svæði á hverju ári á árabiliðu 2011-2014 (Leó Alexander Guðmundsson o.fl., óblit gögnum).

Rannsóknir á erfðablöndun íslenskra laxastofna

Eins og lýst var í síðasta kafla var mikil um að eldisfiskar og hafþeitarfiskar leituðu upp í Elliðaarnar á miðunda og tunda áratugnum. Í íslenskri vísindagrein frá árinu 2013 var síðan í fyrsta sinn sýnt fram að erfðablöndun ír eldisfiski yfir í náttúrulega íslenska laxastofna þegar könnuð voru erfðafræðileg áhrif eldislaxa á stofngerð og erfðasamsetningu laxastofna í árkerfi Elliðaáæ (Elliðaár, Hölmá og Suðura) (Guðmundsson et al. 2013). Niðurstaður sýndu fram að erfðafræðilegan mun ẽ milli óllra þriggja annra 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 i ánni eftir 1999. Það þótti benda til þess að blendingar fyrri ára hefðu náð að ganga aftur upp í ánnar sem kynþroska fiskar og koma upp sinnum eigin afkvænum.

I yfirstandandi rannsókn er vegum Hafrafrannsóknastofnunar (Leó Alexander Guðmundsson o.fl., óbirt gagn) hafa í fyrsta sinn fundist visbendingar um erfðablöndun ír eldisfiski af norskum uppruna yfir í náttúrulega íslenska laxastofna. Verið er að vinna að skýrslu um þessar rannsóknir en helstu bráðabirgðarliður eru tiltektar hér með góðfuslegu leyfi höfunda. Í rannsókninni voru erfðagreind sýni ur 701 laxaseiði úr 16 tímabilum á tímabilum águst 2015 og águst/október 2016. Auk þess voru erfðagreind sýni úr tveimur kynþroska eldislöxum sem veildust í Mjólká í águst 2016. Sýnin voru greind hjá Matið 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 fornriti STRUCTURE 2.3.3 (Pritchard o.fl. 2000).

Bráðabirgðarliður gefa sterkar visbendingar um að strokulaxar af horskum eldisuppruna hafi loppið úr eldiskvum, hrygnt og blandast villtum lóxum í hágreinni eldisvæða. Skýr merki um erfðablöndun mátti sjá í tveimur laxastofnum, í Botnsá í Tálknafirði og í Sunndalsá í Tröstanafirði, sem er einn af innfjörðum Arnarfjarðar. Í Botnsá fundust fjórir blendingar og tvö hrein eldisseiði, allt af árgangi 2014. Sýnataken var ekki umfangsmikill en það er athyglisvert að hæmingur greindra seiða úr Botnsá reyndist vera af eldisuppruna. Höfundar skýra blendingana með því að eldislax hafi hrygnt í ánni og æxlast með villtum lóxum (sem tilhegra eldishrygnur og villtr hængar). Hrein eldisseiði hafa hugsanlega verið afraður innbyrðis æxlunar strokulaxa en einnig er mögulegt að þarna hafi verið um að ræða strokuseiði úr seiðastöðinni í botni Tálknafjarðar. Höfunder leiða allt því líkur að þarna hafi verið um að ræða afkvæmi strokulaxa úr slýsasleppingum í Patreksfirði í nóvember 2013.

Sunndalsá 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 Mjólkárvirkjun í Borgarfirði (nyrsta innfjörður Arnarfjarðar) árið 2015. Ákveðnar visbendingar um erfðablöndun fundust í öllum seiðaárgöngum á tímabilinu 2011-2015. Ekki er vitað um tilkynntar slýsasleppningar eftir árið 2015 og þetta vekur því óneitanlega upp spurningar um það hvort minniháttar leiki af strokulíski hafi orðið að hverju ári að þessu tímabili.

Niðurstaða höfunda er sú að mjög sterkar visbendingar 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 leggja næst eldisvæðum og að mjög lítil laxagengd er að jafnaði í þessar ár. Höfunder nefna einnig sýnatakusvæðin hafi verið lítil og að umfang meintrar erfðablöndunar gæti hæglega verið meira en sýnatakan leiddi í ljós. Talsverð óvissa er þó varðandi greiningu sýna og tulkun á niðurstaðum og augljóslega er þórf að ef að þessar rannsóknir til þess að niðurstaður séu hafnar yfir allan vafu. Í vökturnarætiun (sjá bls. 27) er lagt til að Botnsá í Tálknafirði og Selárdalsá í Arnarfirði verði á lista yfir þær ár sem verða vakaðar sérstaklega með reglugagn sýnataku og erfðagreiningum.

Erfðablöndun eldislaxa og villtra laxastofna í Noregi

I nýlegri visindagrein (Glover et al. 2017) var framkvæmt mat a umfangi og áhrifum erfðablöndunar eldislaxs við villta norska laxastofna eftir fimmtri ára sögu laxeldis þar í landi. Í Noregi er laxeldi gríðarstórt atvinnuvegur sem skapar meira en tvöfalt meiri útflygingsverðmæti en allur íslenski sjávarútvegurinn og þar hafa mienn skilgreint laxatus og erfðablöndun sem tvö langstærstu vondamálín sem stendja að greininni. Í greininni er farið ítalega yfir stöðu þekkingar a þessu svíði og einnig fjallað um sögu og stöðu erfðablöndunar í öðrum lundum, sérstaklega írlandi. Niðurstöður þessarar greinar voru að miklu leyti lagðar til grundvallaer við gerð þessa ehættumáts enda er norskt laxeldi það langstærsta í heiminum og þar liggja fyrir upplýsingar um langtímaáhrif af gríðarstóru laxekki a villta laxastofna.

I Noregi hefur verið mjög erfitt að greina erfðablöndun i vilatum stofnum vegna þess að mjög lítil erfðamunur er a villum fiski og eldislaxi. I dag hefur erfðatækninni hins vegar flœgt fram og nú er hægt að styðjast við svokallaða SNP-tækni þar sem ekki þarf að bera saman við söguleg gógn. I víðamikilli rannsókn þar sem greind voru sýni ur 147 norshum ám (3/4 hlutar af vilum laxastofnum í Noregi) greindist tölfræðilega marktek erfðablöndun í helmingi anna. I um það bil fjórðungi anna reiknaðist hlutfall erfðablöndunar hærra en 10% og meðaltalsgildi erfðablöndunar i öllum ám var 6,4%. Helmingur anna var hins vegar laus við erfðablöndun þannig að miðgildi erfðablöndunar var eðlilega mun lægra eða 2,3%. Í næstum tilfelli leidir erfðablöndunin til minni erfðabreytileika i villta stofnum (fækkunar a samsætum).

Sá þáttur sem virðist skipta langmæstu mál hvað varðar temprun a erfðablöndun eftir innrás strokulaxa er einfaldilega þéttleikinn sem fyrir er í ábóli. Sá þéttleikinn mikill verður samkeppninn mikil a seðastigini, afkvæmi eldislaxsins láta i minni pokam og erfðablöndunin verður minni en ella. Talið er að við erfðablöndun geti orðið breytingar a ýmsum þáttum svo sem vaxtarþræða seða, sjögöhualdir, vaxtarþræða í sjó og kynþroskaaldir. Allt bendir til þess að erfðablöndun hlidri eiginleikum og eðli hins villta stofns i átt að eiginleikum eldislaxsins. Oft getur þó verið erfitt að greina þessar breytingar vegna annarra þáttar sem einnig hafa áhrif a vöxt og atferli eins og loftslagsbreytingar. Reiknimódel og hermanir hafa einnig synt að breytileiki milli stofna mun minnka vegna blöndunar við eldislaxi.

Samahtkt a heilstu heilstu niðurstöðum þessarar visindagreinar:

- Pekkingin hefur aukist mikil a öllum þáttum varðandi áhrif sleppinga a villta stofna.
- Erfðavisamælingar senna með öyggjandi haetti innblöndun eldislax i 150 laxastofna í Noregi.
- Pekking a erfðafræðilegum mun a eldislaxi og vilum laxi hefur aukist mikil.
- Pekking a erfðamengi laxins og eðli einstakra gena hefur aukist verulega og opnað nýjar leidir til að rannsaka erfðir og áhrif þeirra.
- Varðveisla a erfðabreytileika villtra laxastofna næst aðeins með tvennum haetti:
 - Með verulegri eða algjörri minnkun a fjölda strokulaxa út i villta náttúru.
 - Með æxlunarhöndrun i gegnum notkun a ófrjóum eldislaxi.

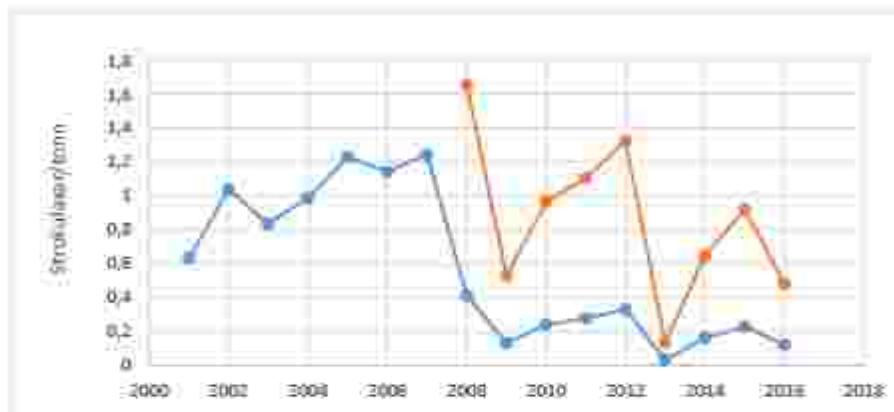
Knyjandi spurningar að mati greinárhöfunda:

- Hver eru liffræðileg og vistfræðileg áhrif blöndunar eldislaxs a villta stofna?
- Hver eru þolmörk villtra laxastofna gagnvart erfðablöndun frá eldislaxi? Er hægt að skilgreina þolmörk fyrir ásættanlega erfðablöndun og nýta sem verkfæri við verodun 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 svigrumi sínu?
- Hversu lengi er villtur laxastofn að freinsa út timabundna erfðablöndun með náttúruvali?

Slysasleppingar og hrygning strokulaða í Noregi

Máti á umfangi slysasleppingu í norsku laxeldi.

I faxeldi er algengt að mæta fjöldi strokulaða sem hlutfall af umfangi framleiðslunnar og þá yfirleitt sem fjölða fiska á hvert framleiði tonn. Mynd 6 sýnir yfirlit yfir hlutfallslegan fjöldi strokulaða í Noregi frá því að skipulagt eftirlit höfst árið 2001.



Mynd 6. Strokulaðar í Noregi – fjöldi einstaklinga á hvert framleiði tonn. Bláa linan sýnir eingöngu tilkynntar sleppingar en rauða linan sýnir áætlaðan heildarfjöldi sleppingu (margföldunarsíða 4).

Talið er að raunverulegt strok sé ávalt muri meira en tilkynntar tölur gefa til kynna og þannig var raunverulegt strok fyrir árin 2005-2011 áætlað 2-4 sinnum herra en tilkynnt strok. Erfðarárarsóknir benda til þess að dreifðar smásleppingar (leik) séu heilsta ástæðan fyrir þessu vanmati í opinberum tórum. Á undanfornum árum virðist hafa dregið verulega úr sleppingum, líklega vegna hertra reglugerða og betri eldibúnaðar. Með öryggisstöðlinum 4 (síða mynd 6) má áætla að umfang stroks frá árinu 2008 hafi verið u.p.b. 0,8 laxar á tonn að meðaltali. Ársframleiðslan hefur verið nálægt 1,2 miljón tonnum undarfarin 5-6 ár þ.a. áætlað strok er allt að 1 milljón eldslixar á ári eða sem hefur 0,3% af heildarfjöldu eldsliaka. Þegar þessi tala er sett í samhengi við stærð hinna viltu stofna þó kemur í ljós að það strjúka seinnilega fleiri laxar úr norsum kvíum en sem nemur heildarfjölda viltulaxa sem ganga upp í ár til að hrygna (400-500.000 laxar á ári). Það verður þó að hafa í húga að aðeins litill hluti strokulaða nærað synda upp í ár til að hrygna. Langflestir strokulaðar eiga í erfidileikum með að afz sér fæðu í viltri-náttúru eða forðast afraeningja. Afkomumöguleikar þeirra ráðast verulega af nálægð sleippistaðar við árosa og einnig af aldri við strok. Almennt má þó segja að langflestir strokulaða hverfi í hafi og syndi aldrei upp í ár til að hrygna:

Hrygning strokulaða

I norski rannsókn kom í ljós að á árunum 2014-2015 var strokufiskur meira en 10% af heildarfjöldu lyngþroska laxa í 10-20% af rannsókuðum ám. Yfir 90% þeirra strokulaða sem ganga upp í ár eru lyngþroska en nýsloppirn eldistax hafur þó mjög lelega samkeppnishæfni gegnvarat viltum fiski. Rannsóknir hafa sýnt að hrygning tekst einhungis í um 1-3% tilfella hjá eldihængum miðað við viltu hængja. Hjá eldihrygnum var blutfallið hins vegar mun herra eða u.p.b. 30% miðað við viltar hrygnur. Eldisfiskurinn velur sér oft örnnur svæði og hryghir jafnvel á örðum tíma en viltur fiskur en hvort tveggja getur dregið úr afkomumöguleikum hrognanna. Eldisfiskur hefur jafnframt oftast miðni hrogn en viltur fiskur af sambærilegri stærð en vitast er að hrognastaði skiptir miklu varðandi endurheimtur úr hafi. A móti kemur að eldihrykurinn er oft á tímum stærri en sa vilti sem er fyrir í ánni og getur því jafnvel hrygnt jafnstórum hrognum og vilti fiskurinn (Fleming et al. 1996, 2000).

Munurinn á eldislaxi og viltum laxi

Kynbætur á eldislaxi hófust í Noregi árið 1971 með vall á grunnstofni úr morgum norskum ám og í dag er búað að framleiða meira en 12 kynslödir af kynbotaflaxi í Noregi. Þeir arfgerðareiginkleikar sem valið hefur verið fyrir eru hraður vöxtur, settupol og smoltun, seinn kynþroski og pol gegn sjúkdómum og sníkjudyrum. Fyrstu því áratugina var notast við fjögurra ára kynslöðabil en árið 2005 skipti kynbotaflaxirræði Aquagen yfir í brigga ára kynslöðabil sem leidir til enn hraðari framtara. Í dag er einnig búað að rádgreina erfðamengi laxins og farið er að beita mun markvissari aðferðum í kynbótum en áður. Sameindaerfaðaðilegar aðferðir sem byggja á vél fyrir einstökum genum gefa kost á mun hraðari kynbótum og frekari aðgreiningu eldislax frá viltum stofnum. Þessi auknar erfðamunur mun vinentanlega knýja fram auknar krófur um fullkominn aðskilnað á eldislaxi og viltum laxi.

Samanburðarrannsóknir á eldislaxi og viltum laxi hafa sýnt marktækana mun á þáttum eirs og hegðun, kynþroska, útilti og sjúkdómspoli en munurinn er þó mestur hvað varðar vaxtarhraða. Niðurstöður kerjarrannsókna eru yfirleitt að 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 staðar munurinn að venulegu leyti af foreldraáhrifum þar sem foreldrafiskurinn er ekki sambærilegur. Einnig er vitað að kynbotafræmfarir í vaxtarhraða stafa ekki eingöngu af erfðafræðilegum breytingum heldur einnig vegna aðrógunar að því manngerða umhverfi sem fiskinum er gert að iðfa. Margar rannsóknir sýna að eldislax stendur sig betur í eldisumhverfi og sá vilti standur sig betur í nátturuinni.

Samanburðarrannsóknir í viltri nátturu hafa flestar sýnt mun betri frammistöðu hjá viltum laxi. Til grundvalla sílikum samanburði er gott að hafa til hlésgjónar dæmigerða afkomu hjá viltum laxi sem er eitthvað að þann veg að 1-2% hröggnanna nái að verða að sjögönguselðum og innan við 10% þeirra skila sér síðan aftur í ána. Einig er mikilvægt að hafa í huga að viltur lax gengur yfirleitt aftur eftir aðeins einn vetur í sjó en eldisfiskurinn er oftast priggja til fjögurra vetrar þegar hann snýr aftur upp í ána. Vegna lengri sjögöngu er því skiljanlegt að endurheimtur séu minni af eldislaxi en viltum laxi. Í norski rannsókn í ánni lmsa þar sem notast var við samanburðarhæfa foreldra (1-2 vetur í sjó) var sýnt fram að lélega samkeppnishæfni eldislaxins. Hrygningarárangur eldisfisksins var innan við þriðingur af árangri viltla fisksins og lifshæfni (fitness) eldisfisksins var einungis 16% af lifshæfni viltla fisksins (lifshæfni = viðhaldi stofnstaðar hrygningarfisks í ánni frá kynslöð til kynslöðar). Þurðargeta árinna var takmarkandi þáttur og innbundið eldisfisksins hafði því bær atleidinger að framleiðni árinna að ársgrundvelli minnkad um 30%. Það var þó athygliðsvert að í bessari rannsókn mældist enginn marktækur munur á lífin í sjó eða aldri við kynþroska, líklega vegna þess að foreldrafiskurinn var samanburðarhæfur en því er ekki aittat til að dreifa í samanburðarrannsóknum (Fleming et al. 2000).

I annarni norski rannsókn (Skaala et al. 2012) var frjóvgudum hrögnum plantað í laxveðrá með vaxandi bættileika yfir priggja ára timabil. Niðurstöðurnar sýndu að seiði úr eldishrognum höfðu minni lifun og að lifunin fór minnkandi með auknunum hrognapættileika. Þetta bendir til þess að eldiseidin hafi skerta samkeppnishæfni og haft því minni afkomumöguleika ef seiðapættileikinn í ánni er mikill. Jafnframt bendir það til þess að seiði undan strokulaxi hafi meiri afkomumöguleika í ám þar sem bættileiki er litil og samkeppnin því litil að sama skapi.

Erlend reiknillkön fyrir erfðablöndun laxestofna

Aðþjóflegt samstarf og reiknillkön erfðablöndunar

Eldi á Atlantshafslaxi er nú orðið yfir tvær milljóni tonna á heimsvisu sem er meira en allir viltir stofnar samanlagt. Því eru vaxandi áhyggjur af neikvæðum erfða- og lífsbraefnláhrifum (e. fitness) á vilita stofna. Æxlun eldislax í ámi er nú orðin staðreynd viða, eins og dæmi sáning frá Noregi og einnig í Nórður Ameriku. Þessi blöndun stofna getur hugsanlega breytt einkennum og staðbundiðinni aðlögun vilitra stofna og valdið því að viltir stofnar minnti eða hverfi (Glover et al. 2017).

Enn er þol vilitra stofna gagnvart erfðablönduni við eldisfiski ekki vel þekkt, hé heldur hvernig blendingum reldir eru. Þar er um að ræða flóklid samspil erfða og umhverfis sem getur verið mjög breytilegt fra einum stað til annars. Þetta gerir ákváðanatökum við stjórnun fiskeldis erfða og standa öll lönd með vilita laxestofna og eldi frammri fyrir sama vanda. Því er unnið að því i hinum ýmsu löndum til að skoða þessi áhrif með það að markmíði að vernda og viðhálda 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, SNA, Írlandi, Bretlandi og Íslandi. Ragnar Jóhannsson og Sigurður Guðjónsson frá Hafrafransökustofnun tóku þátt í þessum fundi. Maríumóð þessa höps er að vinna saman að líkanasmíði vardandi blöndun eldislaxa við vilita stofna, meta áhrif erfðablöndunar og skoða og meta mótvægisáðgerðir. Nýta á gogn 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 þeiri stofnum.

Á þessum fundi voru rædd þróu líkón sem gerð hafa verið eða eru í þróun:

1. OMEGA sem hannað var af bandarísku haf- og vedurfræðistofnuninni (NOAA Fisheries) sem tölulegt verkfæn til ákváðanatökum (OMEGA 2014). Eins og nefn 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 annad hrygningarmynstur og einfaldari lífsferli en lax. Til að na yfir flókinn lífsferli laxins auk þess að gera ráð fyrir hrygningu í mörgum ám í mismunandi þjórzæg frá strokustað er þetta líkan ekki hentugt fyrir en eftir gagngegar breytingar.
2. IBSEM er hannað af Kevin Glover (Hafrannsökustofnun Noregs), Marco Castellani og John Gilbey (Castellani et al. 2015). Líkaninu er ætlað að ætlað að meta erfðaáhrif og herma vistfræðilegt samspil. Með líkaninu er notað við umhverfisbreytur (hitastig búsvæða); vistfræðibreytur (t.d. kyn, vöxt, kynproska, sjóproska, hrygningarárangur og lifun) og erfðafræðibreytur (21 gen dreift yfir þra litninga, lívert samtætt af erfðavísnum sem tengdir eru við mismunandi æviseild). 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 fá eldisfiski i vilita stofna, áhrif þeirra á lífsbraefni (fitness) og nylíðun. Lifshæfni er reiknuð sem fall af erfðabreytileika sem er skipt yfir mismunandi æviseild með fórum umhverfispáttum. Lifun blendinga er samlagning lifunar allra og vilitra fiska. Líkanid byggir á ymsum forsendum með sérstakri áherslu á stofn Gimock árinna, þverár Dee í Skottlandi. Þetta líkan er því hannað til að meta þróun erfðahlöndunar en ekki líkur á henni eða dreifingu fisks frá strokstað.

Reikniliðan og flokkunarkerfi NINA

Einnig ber að nefna líkan sem notað er af norsku náttúrufræðistofnum (Norsk Institutt for Naturforskning (NINA)) og er lýst í grein Liu et al. (2013). Þetta líkan hefur verið notað í tilögu að flokkunarkerfi fyrir áhrif mismunandi álags stroks eldislaxa á vilfta stofna (Diserud o.fl. 2012). Líkanið nýtt gogn um hlutfall strokulaxa og gogn um samkeppnishæfni eldislaxa miðað við vilfta laxa (Fleming o.fl. 2000, McGinnity o.fl. 2003). Líkanið reiknar samsetningu stofns á hverjum tíma (afkomendur villtra fiska, eldísfiska og blendingar) á öllum lífsstigum og spáir um hve mikil breytur eins og hlutfali eldísfisks hafa á stofn yfir fleri kynslóðir. Hermun með þessu líkani sýnir breytingar sem verða á hlutfalli blendinga, villtra fiska og eldísfiska í klakstofni sem fall af fóstu hlutfalli eldísfisks af stofni hvers árs. Þetta er honum saman við gogn úr 110 ám á áratílindu 1989-2012. Að lokum var ástand stofna metið og mat lagt á hve mikil áhrif hlutfall eldísfisks í klakstofni hefði til langframa á samsetningu stofns. Áhættumat NINA-likansins skiptist í sex flokka eftir umfang erfðablöndunar:

- **Flokkur 1:** Stofn í bráðri hættu eða glataður stofn. Í þessum flokki eru vatnstillar sem stofninn er líklega tapaður og ekki er gert ráð fyrir að erfðaefni 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 33% fiska í klakstofni verið eldísfiskur.
- **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 eldísfiskur.
- **Flokkur 3:** Stofn sem er verulega ógnað. Í þessum flokki eru stofnar sem eru á ljósri 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 eldísfiskur.
- **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 eldísfiskur.
- **Flokkur 5:** Stofn í góðu horfi. Vatnstillar þar sem líti áhrif eru en með meira alagi 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 eldísfiskur.
- **Flokkur 6:** Stofn í mjög góðu horfi. Vatnstillar með engin sýnileg áhrif og ekki talin í haettu. 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 eldísfiskur.

Þróskuldsiglið í áhættumáli erfðablöndunar í Noregi

Norska Hafrannsólinastofnumin hefur samhildi áhættumálinu unnið mat að umhverfisáhrifum laxeldis, þar með talið áhrifum erfðablöndunar (Taranger et al. 2014, 2015). Breytingar í erfðamengi hafa verið mældar með erfðamörkum og innblöndun eldísfisks hefur verið áætluð fyrir 20 laxastofna í meira en 3-4 áratugi (Glover et al. 2013). Tíðni strokulaxa í villtum stofnum sem er í réttu hlutfalli við erfðablöndun yfir lengri tíma (Glover et al. 2012, 2013) er valin sem mat að áhættu á frekari erfðablöndun í hverjum stofni (Taranger et al. 2012). Þróskuldsiglið ósættanlegrar erfðablöndunar voru sett með hlíðsþón af náttúrulegu flakki fiska milli ás og þeimr þekkingu sem aflad hefur verið um tylgni hlutfalls eldísfisks í stofni við erfðatilöndun hans (Glover et al. 2012, 2013). Náttúrulegt flakk getur í sumum tilfelli um orðið nokkuð hátt eða aitt að 10% til 20% (Statelli 1984). Þróskuldsiglið 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 eri mörk áhættudreifingar.

Áhættulíkan fyrir erfðablöndun eldislax við íslenska stofna

Tilgangur tekníkans fyrir áhættumáli

I skýrslu þessari er kynnt nýtt áhættumálsíkan fyrir erfðablöndun eldislax við villta íslenska laxastofna. Tilgangur líkansins er að gefa réttu mynd af fjölda strokufliska sem gætu tekið þátt í klaki í hverri ár. Sá fjöldi er í beinu sambandi við áhættu á erfðabiöndun. Ef fjöldinn fer yfir þróskuldsmörk á hverju ári er hætta á því að erfðabiöndun safnist upp með tima 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 baeta í mynd íslensku laxeldis. Þar sem margar breytur eru óvissar og litlu 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 nýjustu upplýsingum til að lagmarka umhverfisáhrif greinarinnar. Markmiðið er að hæmarka atvinnu- og samfélagsleg áhrif laxeldis án neikvæðra áhrifa á lax- og sílungsvejði í landinu.

Sírbæk virki tekníkans fyrir íslenskar aðstæður

Ferli erfðablöndunar skiptist upp í tvö þrep:

- i) strok eldisfiska og líkur að þeir farí upp í tiltekna a.
- ii) æxluri eldisfiska í ánni, afdrif afkvæma og áhrif að erfðamengi stofns.

I síðasta kafla mátti sjá að til eru erlend tekníkön sem geta reiknað umfang erfðablöndunar og einnig líkön sem geta metið samband strokufliska og erfðablöndunar til lengri tíma. Ekkil er hins vegar til nothæft líkan sem spær till um far eldisfisks að ám. Ástæða þess er einföld, fiskeldi í Noregi og Skotlandi er mjög þétt og oftast mjög nálagt árósum þannig að líkan fyrir far eldisfiska hefur ekki merkingu. Þessu er hins vegar óðruvisi farið hér lendis þar sem eldissvæði eru að jafnaði langt frá laxveidisvæðum og ferill og dreifing stroks skiptir verulegu máli. Þróðir og flöðir utan heilstu laxveidiða landsins voru á sinum tíma fríðaðir 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 ar eru litlu eða ekki erfðablandaðar af manna völendum, auk þess sem framfarir í erfðataekni og efnataekni gera það mögulegt að fylgjast með fari og blöndun af völendum fiska frá einstökum fyrirtækum. Því verður mun einfaldara að fylgja eftir mogulegri erfðablöndun með vöktun.

Ljóst er að líkanið þarf að geta spáð fyrir um dreifingu eldislaxa sem strjuka frá hverjum stökum eldisstað og sætla hvé mikil að fiski mun skila sér í hverja ár. Líkanið þarf að reikna áhrif fra öllum eldisstöðum að tilar ár þar sem stofnstærð er þekkt, bæði sætla fjolda strokufliska sem vænta má og hlutfall þeirra af klakstofni arinnar. Þa er hægt að meta hverja á ásemt með meðal- og miðgildishlutfall strokuflaxa.

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

- i. Selði sem sleppa snemmsumars lenda í náttúrulegum ferli laxos og þeir laxar sem lifa að sjávardvoíma eru mjög hæfir (frí) til hrygningar. Lax sem sleppur að óðrum æviskeiðum að minni möguleika og lax sem sleppur að vetrí drepst að langstærstu leyti.
- ii. Lax sem sleppur nálagt kynproska að sumri (hluti laxins er kynproska skömmu fyrir slátrun) þarf ekki annað en að koma sér upp í a til að hrygna. Hrygningarhæfni silks lax er samt verulega skert og a það frekar við um hængi en hrygnur.

Forsendur og breytistærdir reikniliðkans

Breytur sem skipta meðstu máli um hve mikilöf af eldisfiski mun skila sér sem kynþroska fiskur í náttúrulega 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 fjöldu strokulaxa. Með upphýsingum um framleiðslu á sama tima er hægt að reikna hlutfalli strokulaxa á hvert tonn framleitt. Þessar tölur eru nokkuð öruggilega undirmitt (Glover et al. 2017) þar sem ekki er allt strok tilkynnt. Það sést meðal annars að samband tilkynnta magns og fjölda strokulaxa í ár fylgist ekki að en það er líulegt samband þar að milli ef rétt er talin. Nyleg viðtæk rannsókn á veidum á merktum eldisfiski leiðir í ljós að raunverulegt strok var 2-4 sinnum hærra en það sem tilkynnt var af eldismönnum á áratíulu 2005-2011 (Sultbreti, Heimo & Svásand 2015). Því höfum við notað meðaltal áratíulu 2009-2016 og stuðu inn 4 ofan á tilkynnt strok. Einnig er áhugavert að benda að svo virðist sem hlutfall stroks virðist 10 sinnum hærra í Skotlandi en í Noregi. Þrátt fyrir það teljum við rétt að styðjast við notskar tölur (x4) þar sem sömu staðseti fyrir eldisbúnað eru notaðir hældus og í Noregi.
3. Hegðun ungra sjögönguseiða er ónhur en eldi fiska sem sleppa. Því meðhöndlum við snemmbúið strok þar sem ungr sjögönguseiði sleppa sérstaklega. Þau synda að hafi út í fæðuleit og snúa svo til baka á upprunastað. Í náttúrunni yfirgefa sjögönguseiðin sínar upprunað að tiltölulega skóminum tíma, oftast örfáum sélarhringum. Mögulega á innþréntun á upprunað sér stað á þeim tíma er seildið slirfðist sjögöngubúningi og er ratvisl í réttu að mjög góð. Þegar sjögönguseiði sleppur úr sjókví að sér stað svipað ferli. Svo virðist sem seildið shuí semi kynþroska lax aftur að sinum upprunastað, það er að sleppstað (kvínni), en reyni svo að ganga í ár nærr strokstað þar sem kynþroska lax er að finna.
4. Til eru gögn um lifun sjögönguseiða úr sjó, L , í gögnum frá íslenskum haftbeitaráum (Magnus Jóhannsson o.fl. 2004). Eldisfiskur hefur minni lífslíkur en lax úr haftbeitaráum og er stuðuinn L_t/L_0 ætlaður 0,37 (Hindar et al. 2006).
5. Staðinn fiskur sem sleppur hefur aðra hegðun en sjögönguseiði og leitar í ár þegar dregur að kynþroska. Hann leitar vanalega undan straumi (Hansen 2006) í leit að að og getur farið mjög langt yfir á ferð sinni, yfir 1000 kilómetra (Gudjonsson 1991, Piccolo & Orlowska 2012). Hins vegar eru líkindi að finna eldisfisk í vatnshali í sterku sambandi við magn eldis á svæðum (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 síðbulið strok einnig sérstaklega.
6. Fyrir síðbulið strok koma breyturnar T , heildareldistími í sjó, H , hættutími, sem er sá tímur sem fer að berja að kynþroska (ætlað síðustu 4 mánuðina) og K , meðalhlutfall kynþroska yfir hættutímabil í stað lífslíkna sjögönguseiða, E .
7. Sem líkintadreifingarfall fyrir fjarlægð sem fiskar fara er notað svokallað Weibull fall með strokstað sem hámerki dreifingarfalls. Þró fallið nái ekki beina eðlislæga merkingu getur það nýst með góðum hætti sem parametrikt líkmg. Studiar Weibull fallisins eru β , lögunarstuðull og η , vegalengdarsstuðull.

Reikningjöfnur reiknitiðkans

Jafna (1) og (2) sýna fjölda laxa sem fara upp í einhverja á, annars vegar laxar sem eru stórir E_E, jafna (1) og fyrri sjögonguseiði E_S, jafna (2). Jafna (4) lýsir Weibull dreifingarfelli með vegalendina 0 í hæmarki sinu. Plúsgildi eru ár réttssælis frá strokstað en minusgildi eru rangsælis eftir strandlengju Íslands. Likur ó að fiskur fari fákvæðna ó eru í réttu hlutfalli við fiskilengd hennar. Jafna (5) reiknar fjöldu fiska sem fer upp í ó a.

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

$$E_S = E_S S L$$

$$\nu_{max} = \left(\frac{(t-t_0)\eta^2}{\beta} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$W_{norm} = \frac{\frac{1}{2} \left(\frac{Y_{max}}{Y_0} \right)^{\frac{2}{\beta}} e^{-\frac{Y_{max}}{\beta}}}{\sum_{Y_0 < Y_{norm}} \frac{1}{2} \left(\frac{Y_0}{Y_0 + \nu_{max}} \right)^{\frac{2}{\beta}} e^{-\frac{Y_0}{\beta}}}$$

$$F_n = A_n / W_{norm}$$

- E**: Fjöldi eldís laxa sem skilar sér í einhverja á. Það táknað tjolda sem hefur upphaflega sloppið sem smolt og E_B þa sem sloppið hafa stórt.
- F**: Árframleiðsla af laxi í tonnum.
- S**: Hversu margir laxar sleppa fyrir hvert tonn sem framleitt er.
- H**: Hættutimi (april – september) er það timabil sem hætta er við kynþroska og ó að fiskur fari í a.
- T**: Fjöldi mánaða sem fiskurinn er alinn í sjó.
- K**: Hlutfall þeirra sem sleppa sem kynþroskast og leita upp í a.
- L**: Hlutfall sjögonguseiða sem lifa af í sjó og skila sér í a.
- W_{norm}**: Hæmörkun á Weibull dreifingu fyrir gefna fasta β og η. Notað til ó a hlíðra dreifingunn.
- V_a**: Vegalengd frá eldísstæð ó a laxa a.
- W_{norm}**: Stóðluð Weibull dreifing sem lýsir því hvernig laxar sem sleppa dreifa sér í laxarnar. Dreifingin hefur lógunar- og staefðarstudda β og η.
- A_a**: Fjöldi fiska í ó a.
- F_a**: Fjöldi eldís laxa sem fer í laxa a.

Tillaga að þróskuldsgildi strok laxa í stofni.

Ljóst er að móta þarf stefnu um að erfðablonðun 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 uppbrygging fiskeldis mun eiga sér stað. Tryggja þarf að framleiðsla úr íslensku laxeldi hafi ekki neikvæð áhrif á vilja stofna laxfiska. Einnig er mikilvægt að lata náttúruna njóta vafans, það mun bæta í mynd íslensks laxeldis.

Þróskuldsgildi er það mark þar sem álegt hlutfall af eldísfiski hefur uppsöfnud áhrif á erfðamengi stofna. Þetta gildi er enn rannsóknasprungur en að blaðsíðu 20 má sjá að svipuð niðurstöða virðist vera milli NINA og MRI i Noregi varðandi þróskuldsgildi fyrir ásættanlegt strok eldislaxa. NINA nefnir mörkin 3,3% strok laxa í stofni í góðu horni (flokkur 5) og MRI telur 4% sem neðri mörk endurspegjar sú tali meðalinni milli áa.

Það er því skynsomlegt að miða við sömu þróskuldsgildi hér á landi. Þróskuldsgildi fyrir strokulaxa af eldísuppruna verða því sett 4%. Þessi mörk verða síðan endurskoðuð með tiliti til niðurstöðna vöktunarætlunar þar sem erfðamengi 20 aa/árkerfa verður greint árlega og erfðablonðum mæld. Ef sunnanleg erfðablonðun eykst með tíma þarf að endurskoðu mörkin.

Su aðferðafræði sem við leggjum til við mat að ehættu erfðablonðunar er gagnvirkt áhættulíkan sem byggir á niðurstöðum vöktunarætlunar sem framkvæmd verður á hverju ári. Försendur áhættulíkarsins verða endurskoðar frá ári til árs í samræmi við niðurstöður vöktunarætlunar. Með þeim hætti ma byggja stjórnun laxeldis á nýjustu upplýsingum til að lagmarka umhverfuhárfir greinarnar. Markmiðið er að hæmara átvinnu- og samfélagsleg áhrif laxeldis án neikvæðra áhrifa á lax- og silungsveiði í landinu.

Notkun áhættulkansins

Notkun og niðurstöður líkans

Áhættumatslíkanið er fyrst og fremst hugsað sem gagnvirk verkfæn til þess að meta mögulegt umfang erfðatilhöndunar á hlutlægan hátt. Líkanið reiknar tvær dreifingar strokufiska fyrir hvern fiskeldisstað, annars vegar fyrir snemimbúið strok og hins vegar síðubúið 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 þaðum tilfelli, síðubúið og snemimbúið strok, er gert ráð fyrir að 0,8 fiskar strjúki á hvort tonn framleitt. Þetta byggir á nýjustu tölum frá Noregi yfir tilkynnt strok að viðbættum oryggisstuðlinum 4. Miðað við strokstuðlinn 0,8 ættu u.p.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 nái yfir hugsanlegar störlýsasleppingar sem gætu sitt sér stað með löngu árábili.

1. Breytur fyrir snemimbúið strok

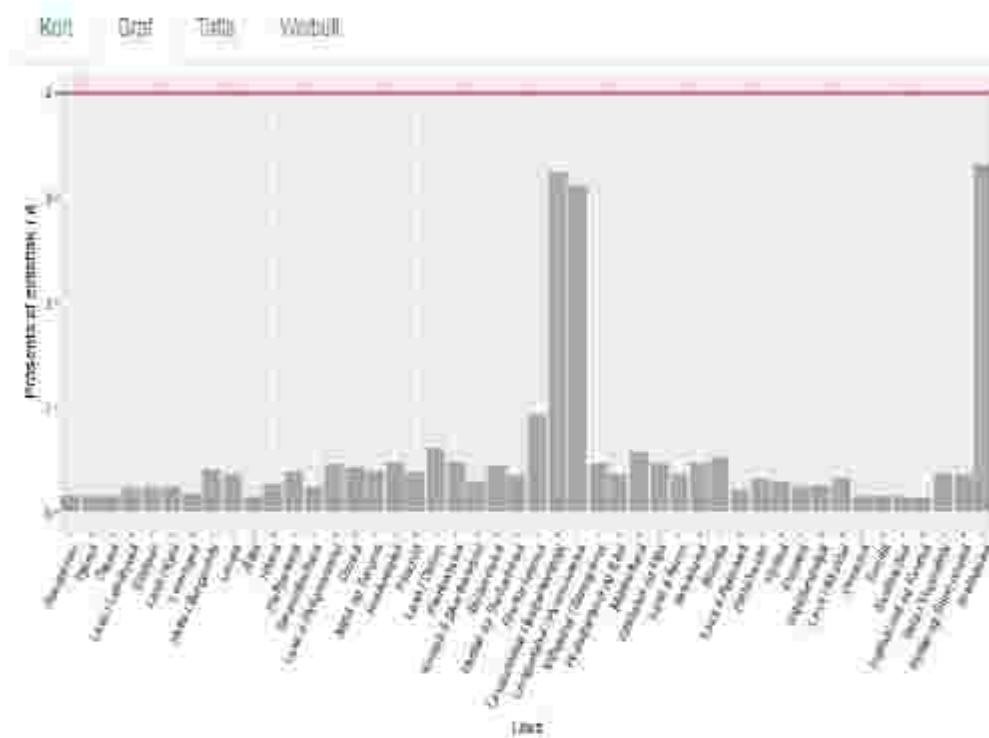
- Weibull lögunarstuðuli β : notað er gildið 2,5 sem gefur nokkuð samhverfa dreifingu frá strokstað.
- Weibull vegalendarstuðuli η : Gert er ráð fyrir í fyrstu nálgun að fiskur leiti ekki mikil lengra en 200 kilometra sunnileið frá strokstað. Nánara mat fæst með vöktun.
- Heimsæknistuðuli: Gera má ráð fyrir því að sjögönguseildi upptími eldiskvar og ströndhlá nálægt þeim sem heimkynni sín. Því getur valdlað lykt af fiski og þá sérstaklega af kynþroska fiski. Þetta leidir 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 að að sjögönguseildi lífi af dyólinu í sjó: Hér er stuðst við niðurstöður úr hafþert svo sem í Ranga. Gert er ráð fyrir 3% fyrir viliit seði.
- Hlutfallsleg lífshæfni eldis sjögönguseiða 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 fiskur muni leita í ár í réttu hlutfalli við laxagengd gefinnar áar og dreifingarfall. Notaðar eru meðaltals veildtölur áranna 2000-2015 til að meta klakstofn árinhar. Reiknað er með veildhlutfallinu 50%.

2. Breytur fyrir síðubúið strok

- Weibull lögunarstuðuli β : Notað er gildið 2,0 sem gefur nokkuð meiri dreifingu meðstraums frá strokstað.
- Weibull vegalendarstuðuli η : Gert er ráð fyrir í fyrstu nálgun að fiskur leiti langt og sé ekki með heimsækni. Gert er ráð fyrir aitt að 1000 kilometra sunnileið frá strokstað.
- Hlutfall síðubúinna stroka sem kynþroskast og leitar upp í ár. Gert er ráð fyrir að 15% fiskanna sem sleppi nái kynþroska og leitti upp í ár.
- Tími sem laxinn er allinn í sjó í mánuðum: Gert er ráð fyrir 18 mánaða eldistíma í sjó.
- Hættutími í mánuðum: Hættutími er skilgreindur sá tími sem hætta er að að fiskur nái kynþroska og leiti i ár sleppi hann innan þess tímabils.

Niðurstaður 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).

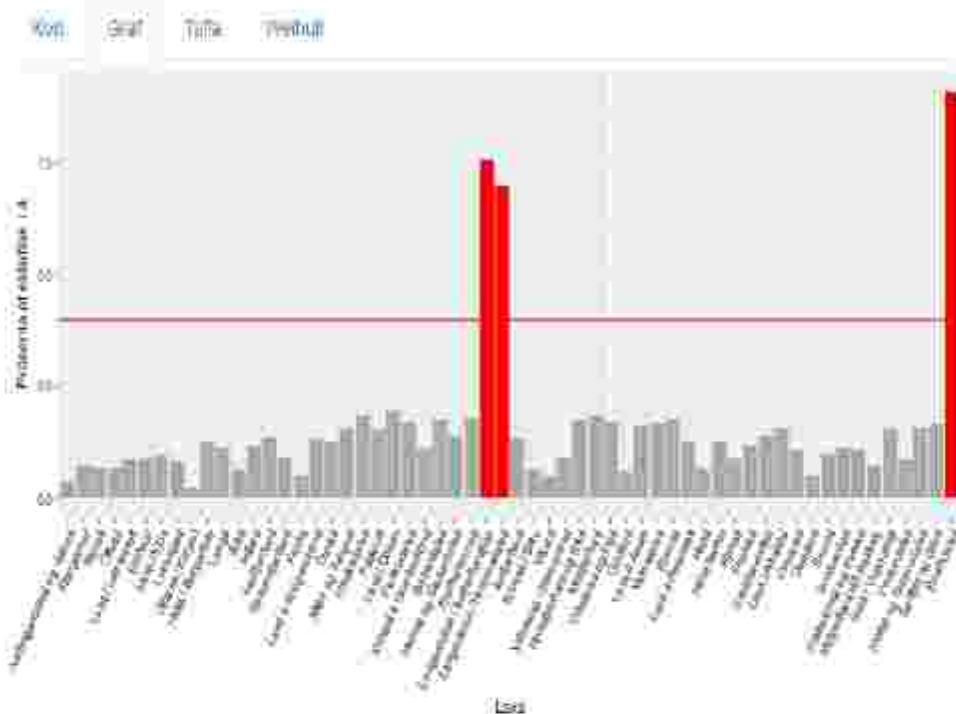


Mynd 7. Niðurstaða úr líkani þegar notuð eru utgefin rekstrarleyfi og gert ráð fyrir að um lax sé að ræða. Heildarframiðsá u.p.b. 30.000 tonn, þar af reiknað með 2.000 tonnum í Ísafjarðardjúpi. Reiknað er með að hlutfall snemmbúanna og síðhunna stroka sé 50:50. Rauða linan sýnir þróskuldsmörk innblöndunar (4%).

Mýndin sýnir að líkanið reiknar rúmlega 3% innblöndun fjórar ár, þ.e. Laugardalsá, Langadalsá og Hvannárdalsá í Ísafjarðardjúpi (tvær síðarmefndu eru reiknaðar saman) og Breiðdalsá í Breiðdal. Þessar ár skera sig algjorlega úr og í þeim reiknað innblöndun rétt undir þróskuldsmörkum. Þessar fjórar ár þarf að vaka sérstaklega.

Niðurstaður miðsöð við nuverandi burðarþolmum.

Ef notaðar eru tölur yfir burðarþolmum sem gefin hafa verið út af Hafnarssóknastofnum fæst eftirfarandi mynd úr líkani (mynd 8).



Mynd 8. Niðurstaða úr líkani þegar notuð eru útgefin burðarþolmum. Eidi á Vestfjörðum samtals 80.000 tonn. Eidi á Austfjörðum samtals 52 þúsund tonn. Reiknað með 50:50 hlutfali snemimhvinna og óðbunna stroka.

I þessu dæmi reiknast allar fjölar frambangreindar á hátt yfir þróskuldsmörkum. Djúpárnar reiknast með rúmlega 7% innblöndun og Breiðdalsá reiknast með 9% hlutdeild eldisiða.

Vöktunaráætlun

Til að gera kleyft að endurskoða og fylgjast með áreiðaneika áhættumats þarf að vaka lykilbreytur sem hafa áhrif á líkanum.

Skráning, eftirlit og merkingar

- Umfang eldis í hverjum firði, fyrirtæki og magn í tonnumi á ári. Fyrir þurfa að liggja upplýsingar um eldi hvers fyrirtækis svo reikna megi framleiðslumagn i firði. Fjöldi utsettra seiða og fjöldi laxa í hverjum árgang. Skráð og skilað til MAST.
- Skráning framleiðenda á stroki. Skráning framleiðenda á stroki, magn af fiski og tímasetning stroks, strokstáður, skilað til Fiskistofu.
- Merking á eldisaxi með stöðugum samsætum. Merkja þarf elmsseidi fyrir hvert fyrirtæki. Það er hægt að gera með stöðugum samsætum. Bætt er oritlu magni af stöðugri samsætu af Barium, einni samsætu eða fleirum, í bólusettinguna sem allir eldislaxar fá rett aður en þeir eru settir í sjókví. Samsætumur festast í kvöllum fiskanna, þannig að hver framleiðandi eldislax fær sitt merki, eins-konar strikarmerk. Allir laxar tiltekins fyrirtækis eru með sama merkið sem greinanlegt er frá öðrum merkjum framleiðenda. Bólusmu er afhent af MAST sem skráir hvor það er afhent, hvor notað og að hvaða framleiðenda.

Varðveisla erfðaefnis

- Varðveisla erfðaefnis úr foreldrafiski. Framleiðendum hrogna er skyld að varðveita í gagnagrunnum erfðaefni foreldrafiska og halda bökheld yfir það frá hvaða foreldrum er seit til hvernarr stöðvar. Erfðaefti og skréning verði afhent MAST. Með arfgerðargreiningu má rekja aðkvæmi til foreldra og þar með er einnig hægt að rekja fyrirtæki og staðsetningu eldis. Arfgerðargreiningu verður bennið verði þess þörf.
- Varðveisla erfðaefnis úr viðtum stofnum. Lagt er til að svíl verði djupfryst í svíjabanka til að varðveita nothaft erfðaefti úr náttunalegum stofnum. Stofnarnir verði varðveittir að soyrgð Hafnarfossökustofnum. Stofnar verða valdir með eftirfarandi að telðarljós:
 - Stofnar með yfir 400 laxa veidda að meðaltali á ári síðustu 15 maíupundi ár.
 - Stofnar sem eru í sérstakri hættu vegna nálegðar við eldissvæði.
 - Stofnar sem endurspegla fjölbreytni og erfðabreytileika íslenskra stofna.

Vöktun

- Vöktun lykilaa með Árvaka. Vöktun lykilaa í hverjum landstímmungi með vöktunartækinu Árvaka frá Vaka hf. Árvakinn er útbúinn með myndbandsupptökubúnaði og verður staðsettur nálægt árósum. Með bunaðinum er hægt að telja fiska, leggja mat á ljúsamagn og greina hvort fiskur er af eldisuppruna. Þess ber að geta að einungis er hægt að greina strokufisk úr síðbunu stroki þar sem fiskur sem stoppid hefur sem slögonguseidi greinist ekki frá viðtum fiski. Í töflu 1 má sjá lista yfir þær ár sem verða valktáðar.

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

Vestfirðir	
Laugardalsá í Ísafjardardjúpi	(nýr búnaður)
Langadalsá í Ísafirði	(nýr búnaður)
Húnafjöll	
Blanda	(til staðar þarf að uppfæra búnað)
Fitja	(nýr búnaður)
Nordaustrurland	
Skjalfandafljót	(til staðar þarf að uppfæra búnað)
Vesturdalsá	(til staðar)
Faxafjöll	
Elliðaár	(til staðar)
Úlfarsá	(til staðar)
Gljufura	(til staðar þarf að uppfæra búnað)
Langá	(til staðar þarf að uppfæra búnað)
Breiðafjörður	
Krossá	(til staðar þarf að uppfæra búnað)
Laxá	(nýr búnaður)

Sýnataku og greining

- **Stroksýni úr veiddum/sleoptum fiski.** Sett verði upp kerfi stroksýnatoku (DNA-sýnatoku) úr veiddum fiski. Slikt sýnatokukerfi er starfrækt i dag hjá Rádgjafamálstöð landbúnaðarins fyrir hesta sjá kynningarmyndband [hér](#). Hjá fiskum er teknar stroksýni úr tálknum, sýnatakan tekur ótaar sekundur og hefur hún ekki áhrif á lífun fiska. Skráning annarra upplýsinga verður á vefsíðu sem haegt er að nálgast í síma eða tölvu. Haegt er að fá sendar upplýsingar til baka um artgerð fisks að greiningu lokinni sem hvati til þess að sýnataku verði framkvæmd. Með bessari sýnatoku fæst heldarhlutfall eldistriska í klakstofru ásamt hlutfalli slöðbúins og snemimbúins stroks.
- **Söfnum og greining hreisturssýna.** Mikilvægt er að safna hreistri af laxi úr völdum ám. Með greiningu hreisturs er haegt að greina með aðætri 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 þær eru skilgreindar hér að framan.
- **Erlíðagreiningar smáseða.** Raflveidd verða á hverju ári um 100 smáseði í ám viðsvegar til að fylgjast með mögulegri erfðahlöndun. Greind verða 59 SNP erfðamörk (Karisson et al. 2011). Í töflu 2 má sjá lista yfir þær ár sem érlíðasýni verða tekin úr (tafla 2).

Tafla 2: Listi yfir þau vatnssöll sem verða vöktuð með reglugerfi sögnun og greiningu erfðasýna. Gerð verður erfðagreining á 100 marktaðum DNA sýnum úr seiðum úr hverju vatnssölli fyrir sig.

Ísafjarðardjúp	Austurland
Laugadalsá	Breiðdalsá
Langadalsá	Suðurland
Arnarfjörður	Pjorsa
Selárdalsá	Ölfusa/Hvitá/Sogið
Dýrafjörður	Faxaflói
Sandsá	Ellidaá
Tálknafjörður	Norðuraá
Botnsá	Grimsá
Húnaflói	Langá
Blanda	Breiðafjörður
Vatnisdalsá	Krossá
Fljója/Viðidalssá	Laxá í Döllum
<i>Norðausturland</i>	
Laxá í Flígeyjarsýslu	
Háfralonssá	
Hofsá	

Mótvægisáðgerðir

Með hliðsþjón af þeiri greiningu sem lögð er til grundvallar í þessari skyrslu leggja skyrsluhófundar til að lögð verði áhersla á eftirfarandi þætti til þess að draga út líkum á erfðablöndun eldsíssis við náttúrulega íslenska laxstofna:

- Stæðar fyrir fiskeldibunað i sjó. Verðandi kröfur til eldsibunaðar er lagt till að þær verði samkvæmt norska stöðulinum NS 9415/2009 sem gerir meistar kröfur um styrkleika búnaðar.
- Notkun á gelfiski. Lögð verði áhersla á rannsóknir á notkun gelfiska í íslensku eidi. Nokkrar aðferðir eru í þróun verðandi framleidslu á gelfiski.
 - Prilimun á fiski. Só aðferð sem heilst er notuð við framleidslu á ófriðum laxfiskum er að gera laxinn briltna en svo nefnist lifvera með þrý litningapör í stað tveggja (2N). Þessari aðferð er beltta af Stöfumfiski með göldum örængri og selur fyrirtækið slik hrogn til Noreg. Í Noregi hafa verið framkvæmdir margar tilraunir, þar sem borði er saman eldh a 2N og 3N laxi. Heilstu niðurstöðurnar ur þeim eru að 3N fiskur vex yfirleitt hraðar á ferskvatnssiglu en aftur að miði hægar í sjófasanum en 2N fiskur (Fraser et al. 2013). Heilstu vandamál við notkun briltna fisks virðast vera minna slíkdómsþol og lifun við hátt og lagi hitastig. Borði hefur á meiri vandamálum vegna vetrarsára (*Maritella ussulosa*) í briltna fiski (Anna Wargelinus, símtal). Áherslu þarf að leggja að rannsóknir við íslenskar aðstæður til að skera úr um hvort prilimun sé raunhæfur kostur á Íslandi.
 - Bölusestning fyrir kynþroska. Hjá Norsku Hafrarinsóknastofnum er verið að vinna að þróunarverkefnum SALMOSTERILE þar sem verða er að þróa aðferð til geldingar með mótefnisáðferðum. Áðalmarkmiðið er að þróa bóluefni sem afvirkjar kynfrumulifunarprotein (e. inactivate sex cell survival protein) i laxaseðum og þvingar kynfrumurnar bar með í stýrðan frumúdaða (e. apoptosis). Hægt vært að meðhöndla hrignur í tæka til fyrir hrigningu og þroska hragna og með þeim haetti myndi bóluefnið erfast til afvirkama. Þessi aðferð er hinsvegar einn í þróun (2013-2017). Ekki er ljóst með útkomu einn en vaktá þarf þessa aðferðafræði og nýta hana hérarendis eins skjött og hún kemst í hotkun.
- Framleidsla á aðkvæmalauðum fiski með styringu á genatjáningu. Um er að ræða böðunartækni é hrognum sem gerir stóran hluta systkinahópsins geldan. Uppgötvunin felur í sér sameindaferju Viyo, sem myttur svokallað Morpholino oligonimer (MO) sem í stuttu máli ruglar staðsetningu forstigskynfumila og gerir fiskinn ófriðan. Aðferðin var þróuð af Ten-Tsao Wong og Yonathan Zohar hjá University of Maryland og standa nú yfir tilraunir í BNA og í Noregl (Wong og Zohar 2015, Zohar og Wong 2016). Fylgst verður með þessum tilraunum og hefur Hafrarinsóknastofnum óskat að vera þattakandi í þeim.
- Aðrar erfðaadferðir til að aðgreina eldsíax frá náttúrulegum laxi. Með hraðri þróun þekkingar é geharnengi laxins verður erfðamunur á eldsíax- og villtum laxi sifellt ljósari. Þetta ophar mögulega að það að nýta þessar upplýsingar til að framleiða eldsífisk sem hefur skilar sér lítið til baka eftir strok og yrði mögulega mjög þekjanlegur frá villtum fiski. Erfdir kynþroskaeldurs og staðar hjá laxi eru nú þekktar og hvaða gen stýra þeim (Barson of. 2015). Með því að nýta þessa þekkingu í vali a laxi í kynþrotum er hægt að velja algerlega út snemmkynþroska lax. Með því móti væri engin kynþroski í slátturlaxi og því verulega minni hætta sem stafadí af strokufiski úr slysasleppingum. Þetta er einnig mjög hagfellt fyrir eldisfyrirtækin þar sem að kynþroski dregur úr vexti og slikur fiskur fellur um gæðaflokk.

- Útsetning störsíða. Miklar líkur eru á því að útsetning störsíða muni hafa áhrif á strok og endurkomu. Ef sett eru út störsíði munu líkur á snemmbunu stroku minnka, sökum stærðar síða. Ef síðir eru mjög stor kallast þau unglaxar (500-1200 g) eru lífslíkur þeirra mun minni en síðanþa eftir strok. Þetta þarf þó nauðsynilega að staðfesta betur með rannsóknunum.
- Gott ástand náttúrulegra stofna. Tryggja þarf gott ástand náttúrulegs klakstofns í annri og að veidálag verði ekki af mikil. Óf mikil veidálag skilur eftir tóum óðöl sem eldihængar geta nýtt sér (McGinnity et al. 2003). Rannsóknir sýna einnig að eldisfiskar eiga erfiðar upprárattar eftir því sem þettileiki og samkeppni frá viltum fiski er meini (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 síðum er sleppt í hafþeit og endurheimta þeirra mæld.

Alyktanir og tillögur

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

Tillögur að magni eldis að hverju svæði

Lagt er mat að efurfarandi firði:

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

Austfirðir: Berufjörður, Fáskrúðsfjörður, Reyðarfjörður, Stöðvarfjörður.

EKKI er lagt mat að þá firði þar sem burðarþol liggur ekki fyrir.

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

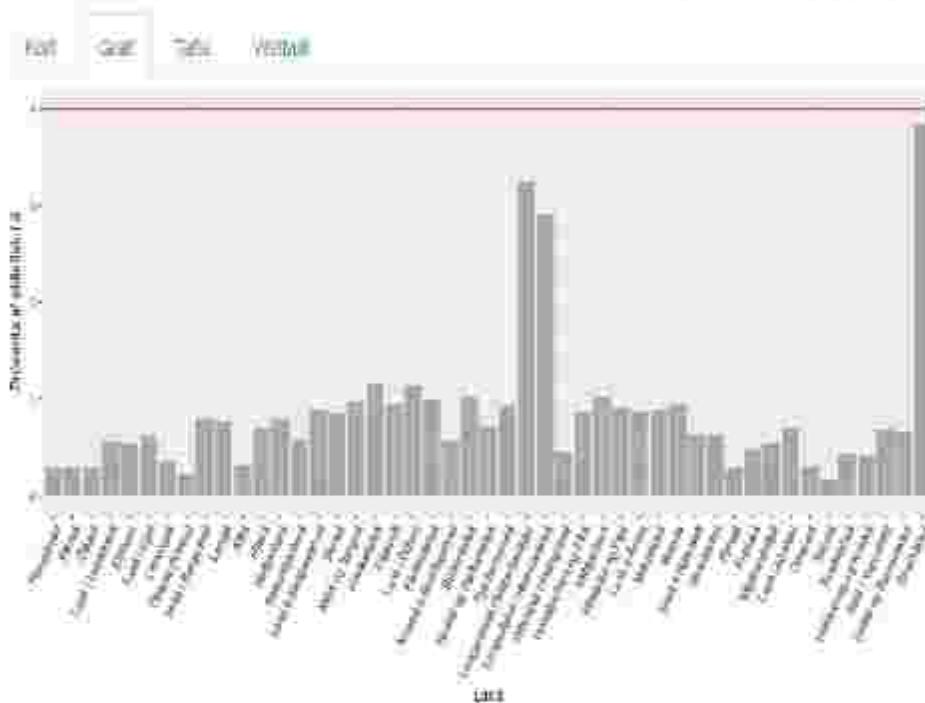
Landsvæði	Hámarkseldi samkvæmt áhættumati
Vestfirðir	
Patreksfjörður, Tálknafjörður og Patreksfjarðarflói	20.000 tonn
Amarfjörður	20.000 tonn
Dýrafjörður	10.000 tonn
Ísafjarðardjúp	0 tonn
Vestfirðir samtals:	50.000 tonn
Austfirðir	
Berufjörður	5.000 tonn
Fáskrúðsfjörður og Reyðarfjörður	15.000 tonn
Stöðvarfjörður	0 tonn
Austfirðir samtals:	21.000 tonn
Samtals:	71.000 tonn

Útreikningar áhættumatsíkansins voru lagðir til grundvallar við framsetningu af ófanggreindum tillögum. Úkanið gerir almennit ráð fyrir líflli innblöndun í flestar ár en Laugardalsá, Hvannadalsá og Langadalsá í Ísafjarðardjúpi, ásamt Breiðdalsá í Breiðdal virðast að lær í talsverðri hættu vegna innblöndunar eldisfisks. Af þessum ástæðum er lagt til að ekki verði leyft eldi í Ísafjarðardjúpi vegna mikilla neikvæðra ahrifa á ár í Djúpino. Áf sömu ástæðum er lagt til að eldi verði ekki aukiað í Berufirði og lagst gegn eldi í Stöðvarfirði vegna nálegðar við Breiðdalsá. EKKI skiptir höfuðmáli hvernig eldið skiptist milli Reyðarfjardar og Fáskrúðsfjardar hvað varðar áhættu. Niðurstöður matsins eru því að ósættanlegt sé að leyfa allt að 71.000 tonna framleiðslu af frjóum eldislaxi hér við land. Þar af 50.000 tonn á Vestfirðum og 21.000 tonn á Austfirðum. Hér er um að ræða sjoföldun að númerandi 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 erfenda 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 númerandi burðarþolsmat.

fyrir þessi svæði. Eldi á örþjóum laxi á Vestfjörðum yrði því allt að 30.000 tonnum til viðbótar við 50.000 tonna framleiðslu á Trjóum laxi og á Austfjörðum yrði eldi á örþjóum laxi 31.000 tonn til viðbótar við framleiðslu á 21.000 tonnum af trjóum laxi. Adrir þættir gæta þó takmarkað umfang eldisins eins og endurskoðað burðarþol, öeskileg áhrif laxalúsa, stærð heppilegra eldissvæða og ef vart verður við öeskileg áhrif á hrygningu éða 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 Hafrannsoknastofnumar um hámarkseldi á hverju svæði fyrir sig (sjá töflu 3). Reiknað er með að hriffalli snemmbuinna og síðubuinna stroka sé 50:50. Rauða linan sýnir þróskuldsmerk innblöndunar (4%).

Mynd 9 sýnir að Djúpárnar og Breiddalsá reiknast með innblöndun á bilinu 2,8-3,7% og eru allar undir þróskuldsmerkum. Prátt fyrir verulega auklóð umfang laxeldis spáir líkanið mjög líthill innblöndun eldissfaks í flestum heiltu laxveidiðum landsins. Heiltu ástæðan fyrir þessari niðurstöðu er sú að eldissvæðin eru í mikilli fjarlægð frá heiltu laxveidiðum og laxeldi er bannad á mjög stórum hluta strandlengjunum, í Noregi og Skotlandi eru eldissvæðin hins vegar oft í mikilli nálægð við heiltu laxveidiðarnar og því verða blöndunaráhrifin mun meiri í bessum löndum. Ástand Íslenskra laxastofna er í dag mjög gott að því leyti að í þeim greinti nánast engin erfðablöndun úr eldissfiski. Tillögur Hafrannsoknastofnumar byggja á skynsamlegri varúðarmálginu varðandi uppbryggingu laxeldis án þess að okkar náttúrulegu laxastofnar hljóti skáða af.

Heimildir

Ámi Þorláksson, Súmaríði 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.

Ásskyrsla dýralæknis fiskjuhlíðuna 2016 (2017) Ásskyrsla dýralæknis fiskjuhlíðuna 2016. Matvælastofnun. <http://www.mast.is/library/Sk%CDrsler/Assskyrsldyralaeknisfiskjuhliduna2016.pdf>

Bairson, N.J., Aykanat, T., Hindar, K., Baranski, M., Bølstad, G.R., Fiske, P.H., Jacq, C., Jensen, A.I., Johnston, S.E., Karlsson, S., Kent, M., Moen, T., Niemela, E., Nome, T., Næsje, T.F., Orell, P., Romakkaniemi, A., Saegrov, H., Urda, 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., Héino, 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.

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

Ellie, 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.). *Genetics*, 199, 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., & Lambreg, 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. Mjønnes, B. Jonsson, T. Bæstad & A. Lambreg. (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]. Fiskeldisfrettir. Febrúar 2016 1. Tólkiblað, 5. Árgangur. Blz: 13-14. <http://sjavanritvegur.is/wp-content/uploads/2016/12/VIG2016-Fiskeldisfrettir-01-05.2016.pdf>

Fraser, T.W., Hansen, T., Skjæråsen, J.E., Mayer, I., Sambraus, F., Fjelde, F.G. (2013). The effect of triploidy on the culture performance, deformity, and heart morphology in Atlantic Salmon. *Aquaculture* 416 255–265.

Fridjón M. Viðarsson og Sigurður Guðjónsson (1991). Hlutdeild eldsíðara í Ísl. Við. Faxföld. Veidimálastofnun. VMST-R/91015, 49 bls.

Fridjón M. Viðarsson og Sigurður Guðjónsson (1993). Hlutdeild eldsíðala í Ísl. á SV-korni landsins samkvæmt hreisturslestri. Veidimálastofnun. 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., Werneryik, V., Kent, M., and Skaae, 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., Werneryik, V., Besnier, F., Særvik, A.G.E., and Skaae, Ø. (2012). Three decades of farmed escapees in the wild: A spatio-temporal analysis of population genetic structure throughout Norway. *PLoS ONE*, 7(9), e43129.

Green, D.M., Penman, D.J., Mignaud, H., Brown, 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 Scamocchia, 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., L.R. Jonasson and T. Antonsson (2005). Migration of Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolt through the estuary of River Eikðaðar in Iceland. *Environmental Biology of Fish*, 74:291-296.

Guðmundason, L.A., Guðjónsson, S., Márseinsdóttir, G., Scamocchia, 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 (2015). Lað- og silungsveildin 2015. Skýrsla Veidimálastofnunar. VMST/ 15022. 46 bls.

Guðni Guðbergsson og Sigurður Már Einarsson (2004). Hlutfall merktra laxa sem steppi er og veldust oftar en einu sinni í íslenskum ám sumaríð 2003. VMST-R/0410. 9 bls.

Guðni Guðbergsson og Sigurður Már Einarsson. (2007). Áhrif veðða og steppa á laxastofna og veiditoðum. *Fraðgöngu löndunálfans* 4, Blt. 196-204.

Guðni Guðbergsson og Óðinn Siebjörnsson (2007). Lax sem meðaltíð íslenskra fiskiklöpa. Veidimálaárin. 182. 46-49.

Guðrún Márseinsdóttir, Heiðrun Guðmundsdóttir, Sigurður Guðjónsson, Anna K. Danielsdóttir, Þóroddur F. Þóroddsson og Leo Guðmundsson (2007). Áhrif eldis á umhverfi og viðita stofna. Lokaskýrsla vegna AVS verkefna, 5004-05.

Hegfræðistofnun Háskóla Íslands (2004). Lax- og silungsveði á Íslandi. Efnahagsgög áhrif og lifraðileg staða auðlindarinnar. Skýrsla umtin fyrir Landssamband veidifelaga. Skýrsla nr. CO4-06. 74 bls.

Hansen, L.F. (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. & Oserud, 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/acm/2015/WGNAS/wgnas_2015.pdf](http://ices.dk/sites/pub/Publication%20Reports/Expert%20Group%20Report/acm/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/acm/2015/WGNAS/wgnas_2016.pdf

Ingí Rúnar Jónsson og Þórir Þorsteinsson (2004). Laxar af eldisupprunum endurheimtir á Austurlandi sumarið 2003. Veðimálastofnun VMST-Í/0403. 14 bls.

Ingí Rúnar Jónsson, Þórir Þorsteinsson og Sigurður Guðjónsson (2008). Relation between stock size and catch date 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 Pampouille, Sigurður 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, Sigurður Hjörleifsdóttir, Christophe Pampouille, Guðmundur Ó. Hreggviðsson, Sigurður Guðjónsson (2010). Novel set of multiplex assays (SaPrint15) 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. Einarsdóttir, John Gibey, Christophe Pampouille, Guðmundur Ó. Hreggviðsson, Sigurður Hjörleifsdóttir and Sigurður Guðjónsson (2016). Origin of Atlantic salmon (*Salmo salar*) at sea in Icelandic waters. *ICES J. Mar. Sci.* 2015; 73 (5): 1525-1532. doi: 10.1093/icesjms/fsv176.

Leó Alexander Guðmundsson (2014). Upprunagreining á löxum veiddum í Patreksfirði | júlí 2014. Veðimálastofnun, VMST/14046. 29 bls.

Leó Alexander Guðmundsson, Guðni Guðbergsson, Halla Margrét Jóhannesdóttir og Eyðis Njárdardóttir (2014). Rannsókn á löxum veiddum í Patreksfirði í ágúst 2014. Veðimálastofnun, VMST/14047. 34 bls.

Leó Alexander Guðmundsson og Sigurður Guðjónsson (2013). Notkun erfiðamarka til að greina strokular úr tökkveitdi og erfðahlöndun við viltan lax. V 014-13. Lokastyrna vegna AVS verkefnis. 15 bls.

Liu, Y., Dierud, O.H., Hindar, K. and Skonhoff, A. (2013). An ecological-economic model on the effects of interactions between escaped farmed and wild salmon (*Salmo salar*). *Fish and Fisheries*, 14, 156-173.

Magnús Jóhannesson, Sumarliði Óskarsdóttir, Sigurður Guðjónsson, Sigurður Mar Einarsdóttir og Jónas Jónasson (2004). Sleppningar ómerktra laxagönguseida í fiskraðt árm 1986-1991 og endurheimtur [þeirra]. Veðimálastofnun skýrsla VMST-3/94011.

McGinnity, P., Prodromou, P., Ferguson, A., Hyne, R., Ó Maoláinigh, N., Baker, N., Cotter, D., O'Hea, B., Cooke, B., 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. Sótt 9.7.2017.

Piccolo, J.J. and Orlíkowska, 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. Borgström (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>.

Sigurður Steinsson (2010). Stangaveildsmarkaðurinn á Íslandi: mat á heildartekjum af laxveiðileytasölu árin 2009. Bifröst: Háskólinn á Bifröst. <http://hdl.handle.net/1946/6555>

Sigurður Már Einarsson og Ásta K. Guðmundsdóttir (2017). Vöktonarrannsóknir á laxastofni Laxár í Ólum 2016. *Hafogvistn2017-022. HV 2017-21. Reykjavík*. 2017.

Sigurður Már Einarsson (2004). Litraði og nýting ferskvatnsfiska á vatnsvæði Hvítá í Borgarfirði. Árskýrsla veidimálstofnunar 2003. Reykjavík: Veidimálstofnun.

Skilbrei, O.T., Helmo, 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.

Stabel, O. (1984). Hearing 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 Svåsand, 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). *Fiskeri og Havet*, særnummer 2-2014.

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

Valdimar Ingi Gunnarsson (2002). Hugsanleg áhrif eldislava á náttúrulega laxastofna. Gefið út af embætti veidimálstjóri. 67 bls.

Valdimar Ingi Gunnarsson (2007). Reynsla af sjókvældi á Íslandi: Hafnarfossnastofnunin, Fjöldi 136.

Valdimar Ingi Gunnarsson og Eirikur Beck (2004). Glyksleppningar á eldislari á árinu 2003 - Kynþroskhlutfall og endurheimtir. Veidimálstjóri. 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.

Veidsumaríð 2017; 75 af laðhæstu ármáli. (2017). Sött 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. US2016/0266768 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)	Lokalisetsnavn:	Stöðvarfjörður
Lokalisetsnummer:	-	Kartkoordinater:	64°49.035 N 13°51.583 V
Fylke:	Austurland	Kommune:	Fjarðabyggð
Kontaktperson:	Driftsleder/kontakt: Kjartan Davið Sigurðsson		
Oppdragsgiver:	Ice Fish Farm		

Resultat fra strømmålinger (hovedresultater)

Dybde (m)	Maks hastighet (cm/s)	Gjennomsnitts-hastighet (cm/s)	Hovedrenning vanntransport (grader)	Temperatur-gjennomsnitt (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:	30.09.2017	13.09.2017	Dato rapport:	03.04.2018
Anvædig feltarbeid	Snow Guðnarsson	Signatur:		
Rapport skrevet av:	Thomas Heggem	Signatur:		
Kvalitetskontroll	Gjertrud Bahr	Signatur:		

© 2016 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.

INNHOLDSFORTEGNELSE

1 INNLÉDNING	2
2 METODE	3
2.1 Utsett og opptak av målere	3
2.2 Plassering og dyp	3
2.3 Bedrivelse av rigg	4
2.4 Strommålinger	4
3 RESULTATER	6
3.1 Strommålinger	6
3.2 Tidevannsstrom	6
3.3 vindgenerert strom	7
3.4 Utbrudd av kyststrom	8
3.5 Vårflom og snø- og issmelting	8
3.6 Datakvalitet	9
4 INSTRUMENTBESKRIVELSE	10
5 LITTERATURISTE	11
6 VEDLEGG	12
6.1 Strommålinger	12
6.1.1 Måling 5 meters dyp	12
6.1.2 Måling 15 meters dyp (utsiktststrom)	17
6.2 Riggukjema	22

1 Innledning

Akvaplan-niva AS har på oppdrag fra Ice Fish Farm foretatt strommålinger på lokalitet Stöðvarfjörður, Fjarðabyggð kommune i Austurland. Strommålingene er utført for å tilfredsstille de krav som stilles i Fiskendirektørsets sokuadskjema *Akvakultur i Flytende anlegg (20.01.2012)*, samt de krav som stilles i NS 9415-2009 – Krav til lokalitetsundersøkelse, risikoanalyse, informering, dimensjonering, utformelse, montering og drift. Det stod ingen installasjoner i øyeen i det aktuelle området som kan ha påvirket hastighet eller retning til strommålingene.

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

Skjema for strommålinger 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 høyest stromhastighet på lokalitet	Ja
NS 9415-2009 5.2.1	Logging av strom min hvert 10. minutt	Ja
NS 9415-2009 5.2.1	Tid, fart og retning er registrert 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 strommålere og strommålinger er fulgt	Ja

2 Metode

2.1 Utsett og opptak av målere

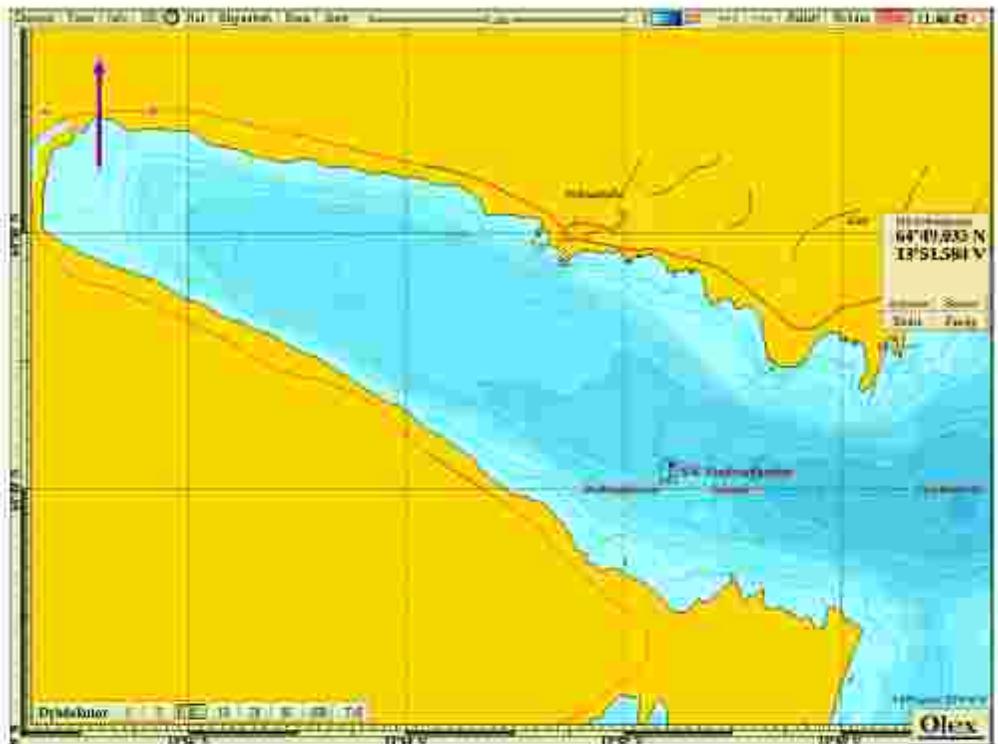
Målerne er satt ut og tatt opp av personell fra Akvaplan-niva AS.

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. Målsdyp, 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- 13.08.2017	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

Målene ble satt ut på en rigg nedi måtere 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. Stromhastigheten ble først neddelt over ½-time for å fjerne målestøy fra tidsserien før 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 reproduksere tidevannsbidraget i måleserien ved hjelp av en tidevannsmodell (Codage, 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 reprodukserte tidevannskomponenten. Varians forklart kan estimeres fra korrelasjonsen (r) mellom totalstrøm og tidevannsstrøm og regnes ut fra formelen:

$$\text{Varians forklart} = [korrelasjonskoeffisient(fart_tidevann, fart_totalstrom)]^2$$

Dette gir et mål på hvor mye av den totale variansen som kan forklares ved estimerte 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 returnstrøm mot sørøst (135 grader). Gjennomsnittlig strømhastighet er 6,2 cm/s. 0,8 % av målingen er > 30 cm/s, 3,0 % av målingen er > 20 cm/s, 15,0 % av målingen er > 10 cm/s, 59,2 % av målingen er mellom 10 og 3 cm/s, 22,1 % av målingen er mellom 3 og 1 cm/s og 3,6 % av målingen 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 målingen er > 20 cm/s, 14,8 % av målingen er > 10 cm/s, 66,5 % av målingen er mellom 10 og 3 cm/s, 16,0 % av målingen er mellom 3 og 1 cm/s og 2,8 % av målingen 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

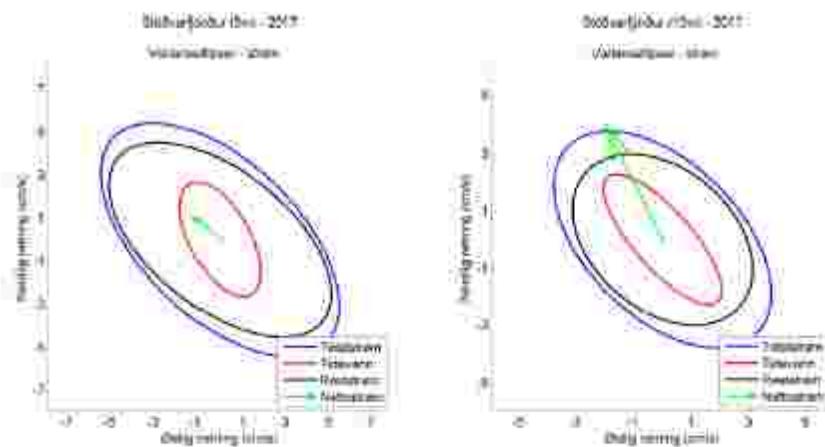
Strømmålingene som er utført på lokaliseten viser at tidevannskomponenten er moderat i forhold til reststrømmen. Tabell 1 viser resultater fra variansanalyse for 5 og 15 m dyp. Variansforklart for tidevann er et statistisk tall på hvor mye av den totale variansen i vannet som kan forklares ut fra tidevannet.

Tallene i Tabell 1 er forholdsvis moderate og øker med økende vanndyp. 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 lokaliseten.

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, tidevannstrøm og reststrøm på 5 og 15 m. Variansellipseen viser størrelsen av et standardavvik av variancen, 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.

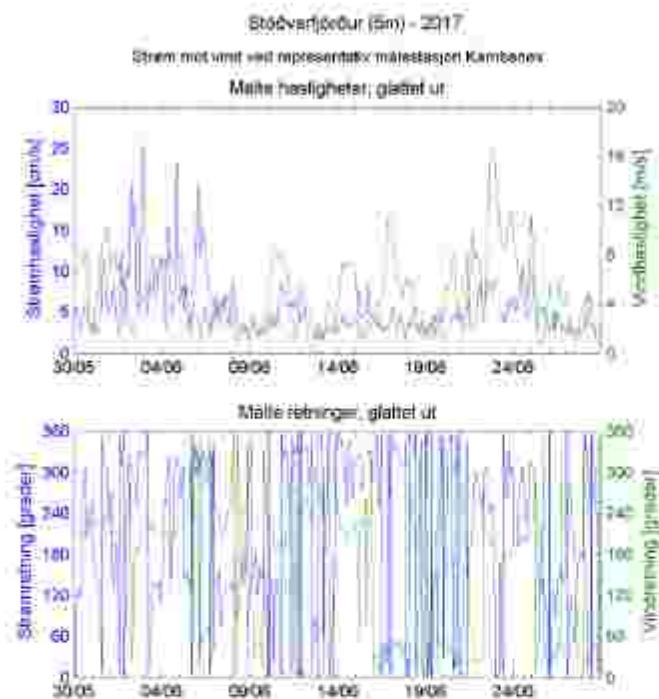
3.3 Vindgenerert strøm

Vindgenerert strøm vil i hovedsak gjøre seg gjeldende for resultater fra målinger på 5 meter da vind påvirkning 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 strok 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 sikkerhetsforhold for vind som lokaliteten. Vindrosen viser at høyeste vindhastighet er registrert mot sør.



Figur 3 vindrose for observasjoner gjort ved målestasjon Kambanes i hele målperiode. Figuren viser hvilken retning vinden går mot. Total lengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av målperioden. 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 sett opp slik at de løser i samme retning. vind og strøm går mot gjennomretning.

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 skygget 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 lokalitetet 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 store svingsjanger underveis i temperaturen inn ved 15 meters dyp, som tyder på variasjon i overflatestrom.

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 trøig at det har forekommert 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 stromprogram, AdFontes. Gjennom AdFontes gjøres det først en givrens 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 kvalitet sjekkes visuelt via AdFontes. Logg over resultat data blir lagret hos Akvaplan-niva AS.

Resultatene som presenteres er direkte overført fra rådata. Det utføres ingen reduksjon av støy eller datakomprimering. 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

Strømnålingene 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	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
Opplesning	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 søknadskjema for tillatelse til akvakultur i flytende eller landbasert anlegg.

NS 9415. 2009. Krav til lokalitetundersøkelse, mikroanalyse, utforming, dimensjonering, utførelse, montering og drift.

NS 9425-L. 1999. Oceanografi – Del 1. Strommålinger i faste punkter.

6 Vedlegg

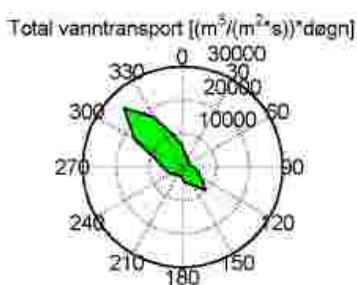
6.1 Strømmålinger

6.1.1 Måling 5 meters dyp

Oversumming resultater Stöðvarfjörður 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	

Stöðvarfjörður (5m) - 2017



Total vanntransport

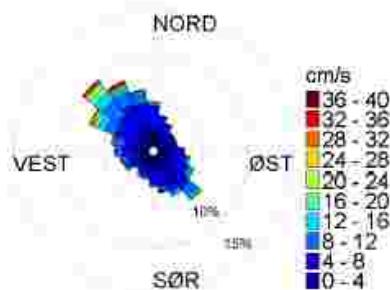
Stöðvarfjörður (5m) - 2017



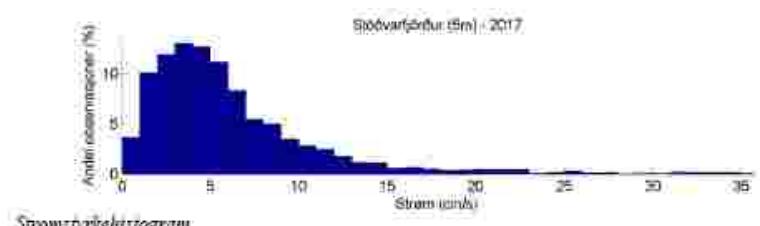
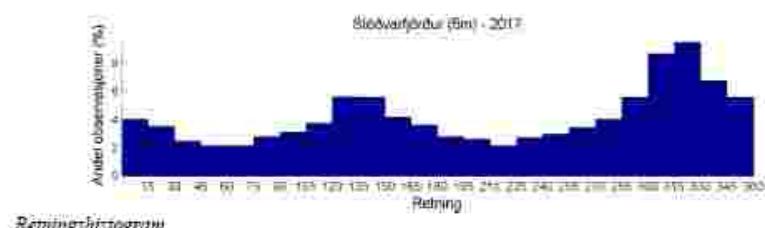
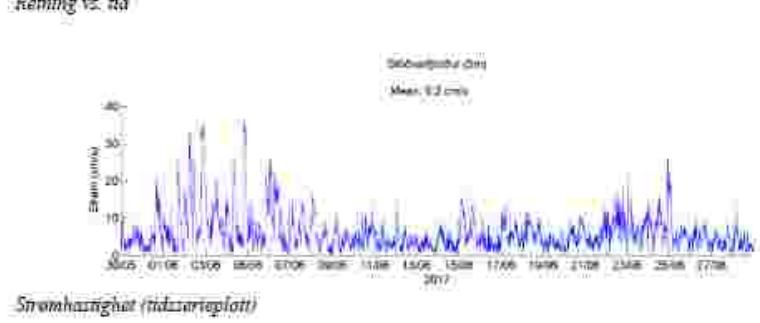
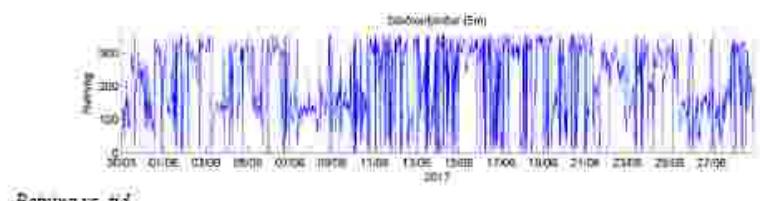
Maximal hastigheter

Stöðvarfjörður (5m) - 2017

Strømrose

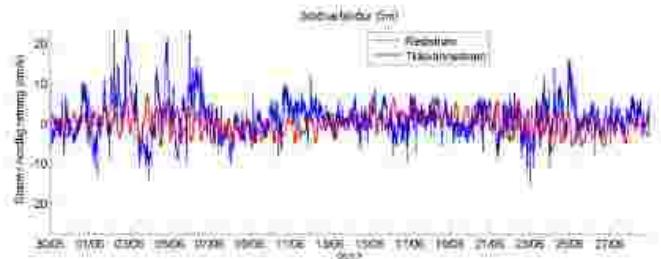


Strømstyrke og retningsfordeling. Totallengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av måleperviden. Lengden på hvert fargegment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.

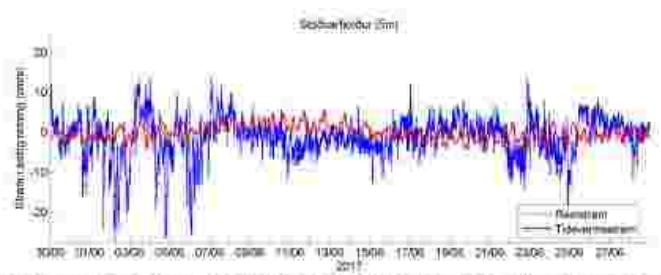




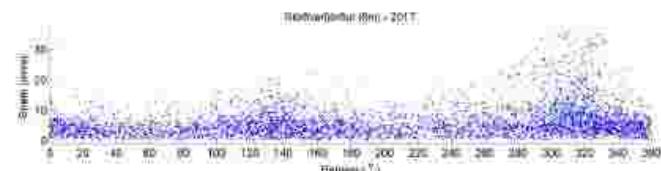
Temperatur.



Estimert tidevannstroom i nord/sør-retning på 5 m dyp. Negative verdier indikerer strom mot sør. Rød kurve viser tidevannsstrom og blå kurve viser resiststrom.



Estimert tidevannstroom i øst/vest-retning på 5 m dyp. Negative verdier markerer strom mot vest. Rød kurve viser tidevannsstrom og blå kurve viser resiststrom.



Scatterplot for registreringar hastighet til retning

Tabell som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og døglig vanntransport i de ulike sektorene.

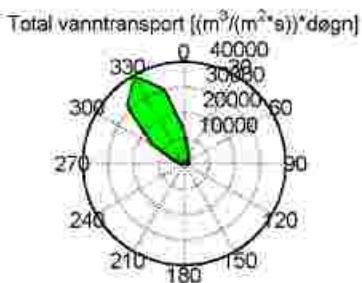
Rotinng	Antall målinger (N)	Maks. strem (cm/s)	Total vanntransport (m ³ /(s m ²))	Vanntransport per degn (m ³ /(s m ²))
352.5 - 7.4	214	14.1	6184	206.2
7.5 - 22.4	153	14.4	3608.9	120.3
22.5 - 37.4	127	15.9	3103.1	103.5
37.5 - 52.4	98	11	2271.3	75.7
52.5 - 67.4	90	13.2	2178.6	72.6
67.5 - 82.4	97	12.6	2186.1	72.2
82.5 - 97.4	125	12.3	3089.7	103
97.5 - 112.4	155	16.1	4668.4	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	6386.8	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	2806.2	96.6
217.5 - 232.4	82	14.5	2952.3	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	6110.3	210.7
292.5 - 307.4	312	39.3	16702.8	556.9
307.5 - 322.4	409	35.7	24941.5	831.5
322.5 - 337.4	346	36.3	17214.4	573.9
337.5 - 352.4	278	23.2	9702.1	323.5

6.1.2 Måling 15 meters dyp (utskiftingsstrøm)

Oppsummering resultater Stöðvarfjörður 15 meter

	Strøm (cm/s)	Temperatur (°C)
Max	24.3	5.6
Min	0.1	4.3
Gjennomsnitt	6.3	4.8
% av målinger > 50 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	28	
95-prøsentil (95 % av målingene er lavere enn denne verdien)	13.3	
Residual strøm	5	
Residual retning	334	
Varmers	13.6	0.1
Standardavvik	3.7	0.4
Stabilitet (Neumanns parameter)	0.79	

Stöðvarfjörður (15m) - 2017



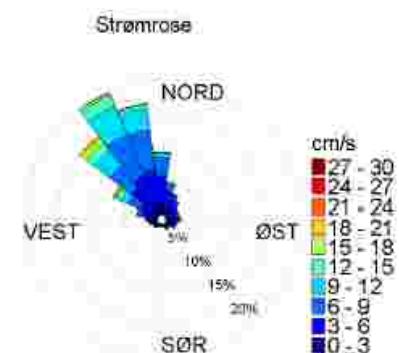
Total vanntransport

Stöðvarfjörður (15m) - 2017

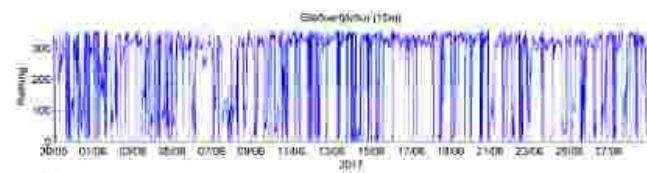


Maksimal hastighet

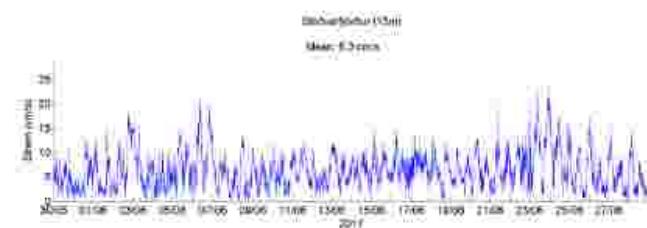
Stöðvarfjörður (15m) - 2017



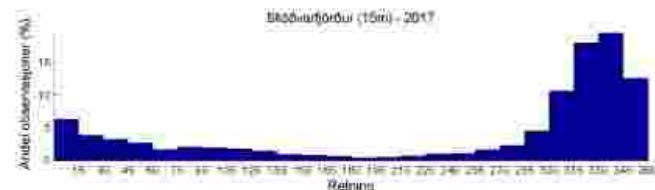
Strømstyrke og retningsfordeling. Total lengden på sektorene indikerer andel målinger (%) i respektive retninger i løpet av målperioden. Lengden på hvert farge-segment i hver sektor bestemmer videre den relative andelen av målinger med korresponderende strømstyrke innenfor hver enkelt sektor.



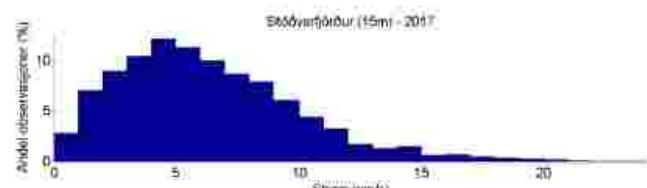
Reining vs. ald



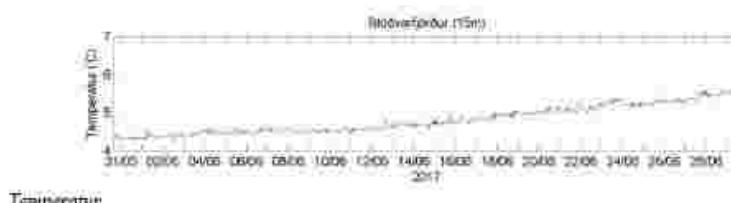
Stórháttígræf (máttverkefni)



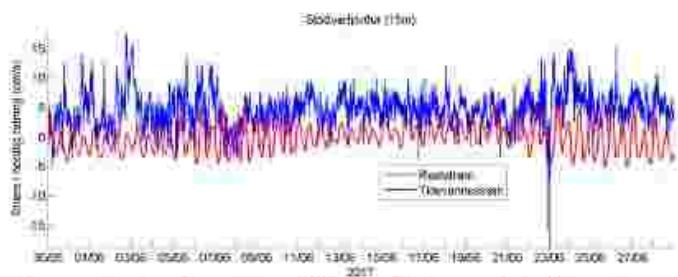
Reininghistogram



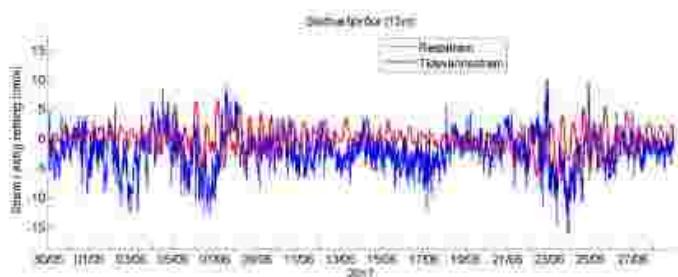
Stórháttígræfhistogram



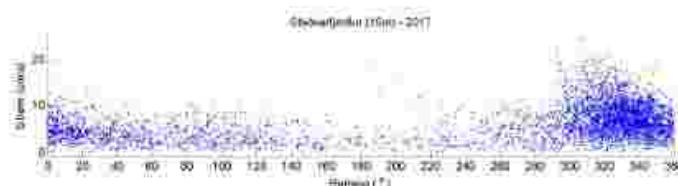
Temperatur



Estimert tidevannssstrom i nord/sør-retning på 15 m dyp. Negativer verdier indikerer strøm mot sør.
Rød kurve viser tidevannssstrom og blå kurve viser rectstrom.



Estimert tidevannssstrom i øst/vest-retning på 15 m dyp. Negativer verdier indikerer strøm mot vest. Rød kurve viser tidevannssstrom og blå kurve viser rectstrom.

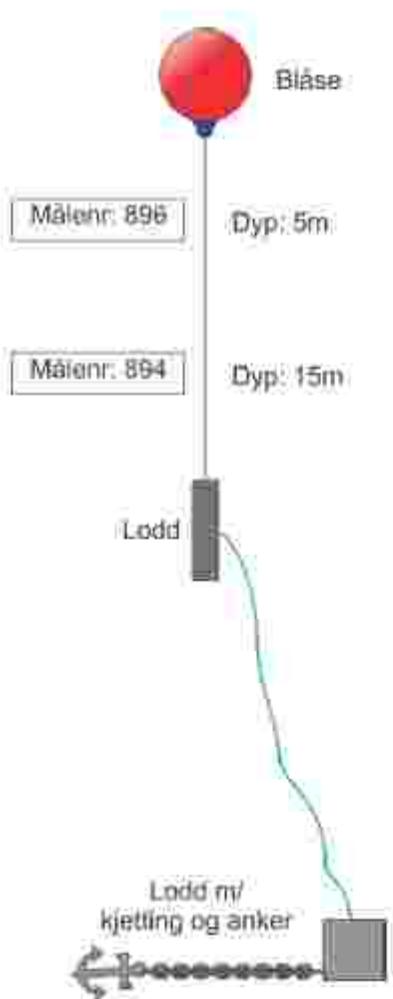


Scatterplot for registreringer hastighet vs. strøm

Tabel som viser antall målinger, maks hastighet, total vanntransport og daglig vanntransport i de ulike sektorane.

Retning	Antall målinger (N)	Maks. strøm (cm/s)	Total vanntransport (m ³ /(s m ²))	Vanntransport per degn (m ³ /(s m ²))
352.5 - 7.4	400	18.1	13336.4	444.3
7.5 - 22.4	206	11.5	5843.4	194.5
22.5 - 37.4	145	13.7	3686.3	122.9
37.5 - 52.4	117	9.9	2661.8	88.4
52.5 - 67.4	88	8	1787.5	59.0
67.5 - 82.4	84	10	2080.8	69.4
82.5 - 97.4	98	10.9	2321.7	77.4
97.5 - 112.4	74	10.8	1759	56.6
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	438	14.5
202.5 - 217.4	28	18.5	629.7	20.7
217.5 - 232.4	39	10.6	759.5	25.2
232.5 - 247.4	34	9.7	703.2	23.4
247.5 - 262.4	58	9.7	1485.9	49.9
262.5 - 277.4	79	11.2	2291.5	76.4
277.5 - 292.4	133	22.7	4016.8	133.9
292.5 - 307.4	310	24.3	14578.9	489.4
307.5 - 322.4	642	21.7	31848.3	1065.2
322.5 - 337.4	847	21.1	39694.1	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

Skipulagsstofnum
Borgartúni 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 reiknaraþeyfi skuli fylgja burðarþolmum sem framkvæmt sé af Hafrafnssóknastofnun. Í lögumum er mat á burðarþoli svæða skilgreint sem þol þeirra til að taka á móti auknu lífnefni alagi án þess að það hafi óeinkileg áhrif á lífriköf þannig að viðkomandi vatnshlot uppfylli umhverfismarkmið sem sett eru samkvæmt lögum nr. 36/2011 um sjórn vatnsmála. Hlut burðarþolmats er að meða öskileg stöðbundin áhrif af eldissatorfsemi.

Meðvígjandi er grunngerð og mat á burðarþoli Stöðvarfjarðar með tilliti til sjókvíaeldis. Vegna afstæðns í Stöðvarfirði og varðaðarnálgunar varðandi rauðveruleg áhrif aðstæða eldis á vatnsgæði og botnáðralíf, telur Hafrafnssóknastofnun nán hægt se hægt að leyfa allt að 7 þúsund tonna eldi í Stöðvarfirði á sín. Í þessu mati er gert ráð fyrir að heildarlfimassí i fríðinum verði alrei meiri en 7 þúsund tonn og að vökton að áhrifum eldisins farí fram. Slik vökton yrði forsenda fyrir hugsanlegi endurmati á burðarþol fjarðarins til hækkanar eða lækkunum, sem byggð yrði á raungögnum.

F.h.: Hafrafnssóknastofnunar,

Héðinn Valdimarsson

Afrit:
Myndlistofnun
Landssamband fiskeidissstöðva
Umhverfisstofnun
Fiskeldi Austfjarða
Laxar ehf

Hafrafnssóknastofnun | Kl. 470516-0630 | Skulagata 4 | 121 Reykjavík
Síml: 575 2000 | Fax: 575 2001 | Hafogvum@hafgvum.is

Mat á burðarþoli Stöðvarfjarðar m.t.t. sjókvældis

Niðurstaða

Háfrannsóknastofnun ráðleggur í samræmi við lög um fiskeldi (nr 71/2008 m.v.br.) að hámarksliðmassi fiskeldis í Stöðvarfirði verði 7 þúsund tonn.

Inngangur

Við breyttingu á lögum um fiskeldi (nr. 71/2008) árið 2014 voru sett inn ný skvæði um að rekstrarleyfi súll fylgi burðarþolsmat sem framkvæmt sé af Háfrannsóknastofnun. Í þeum er mat á burðarþoli svæða skilgreint sem mat á þoli fjárða eða afmarkaðra hafsvæða til að taka á móti aukna lífræmu álagi án þess að það hafi óæskileg áhrif á límkid þannig að viðkomandi vatnshlot uppfylli umhverfismarkmið sem sett eru samkvæmt lögum nr. 16/2011 um stjórn vatnsmála. Hlut þunðarþolsmats er að meta óæskileg staðbundin áhrif af eldisstarfsemi.

Forsendur

Niðurstaðan byggir á moti á áhrifum eldisins á ymsa umhverfisþelli strandjárvatnshlötu eins og lýst er í reglugerð 535/2011 flokkun vatnshlötu, eiginleika þeirra, alagsgreiningu og vöktun. Einkum er horft til álags á lífríki botnsins, súrefnisstyrk og styrk næringarefna:

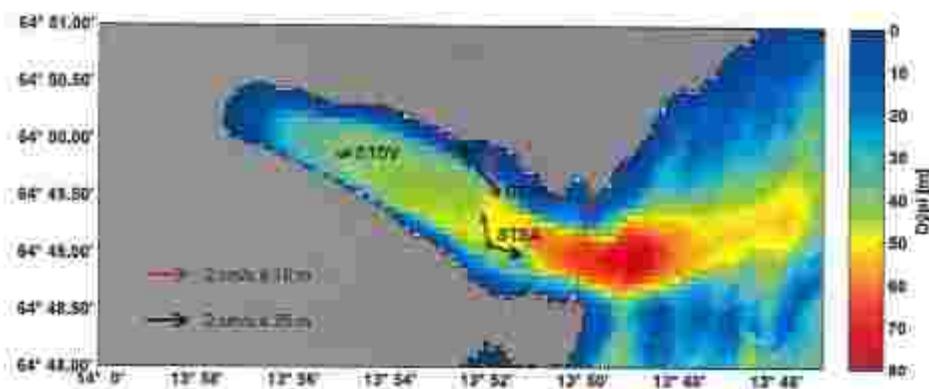
EKKI liggur fyrir matskerfi til að nota við mat á ástandi límræðilegrar gæðapattar í strandsjárvatnshlötu en hér er stuðt við aðrar skuldbindingar eðin og t.d. OSPAR samninginn. Til vatnshlötu í strandsjó, sem hafa gott eða mjög gott ástand, er gerð sú krafu að ástand þeirra skuli ekki hringna þrett fyrir fiskeldi eða aðra starfsemi.

Tillit er tekið til staðar fjárdarins og varðaðarhlígar varðandi raunveruleg áhrif eldisins einkum á botndýrif og næringarefnastyrk. Í þessu mati er gert ráð fyrir að hámarksliðmassi verði aldrei meiri en 7 þúsund tonn og að rákvæm vöktun á áhrifum eldisins ferí fram samhlíða því. Slik vöktun erforsenda fyrir hugsalegu endurmæti á burðarþoli fjárdarins, til hækkanar eða lækkunar, sem byggð væri á raungögnum. Jafnframt er bent að óskilegra er að meiri eldismassi sé frekar útar í firðinum en innar.

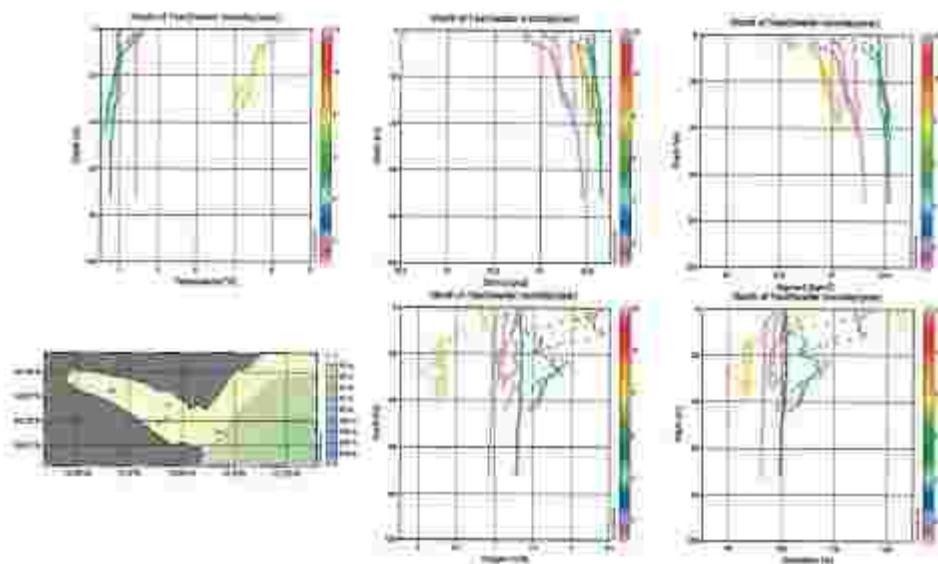
Staðhættir og niðurstöður rannsóknar

Í Stöðvarfirði er mesta dýpi 65 metrar í mynni fjárdarins og í honum eru ekki þróskulda (s. mynd). Meðaldýpi fjárdarins er um 29 m. Gryningar eru nokkuð utan við fjörðinn en þær hindra lítið vatnsskipti milli fjárdarins og sjávarins úti fyrir.

Athuganir á astindi sjávar í fyrðinum á ýmsum árstínum (2. mynd) sýna að vatnssúlan er nær öll uppbílinduð að vetrarlagi (febrúar). Að sumarlagi (athuganir frá maí og júlí) myndast héltna og ferskara til tölulega grunnt yfirborðslag í eftstu metrum sjávarna, sem síðan blandast upp að hausti.



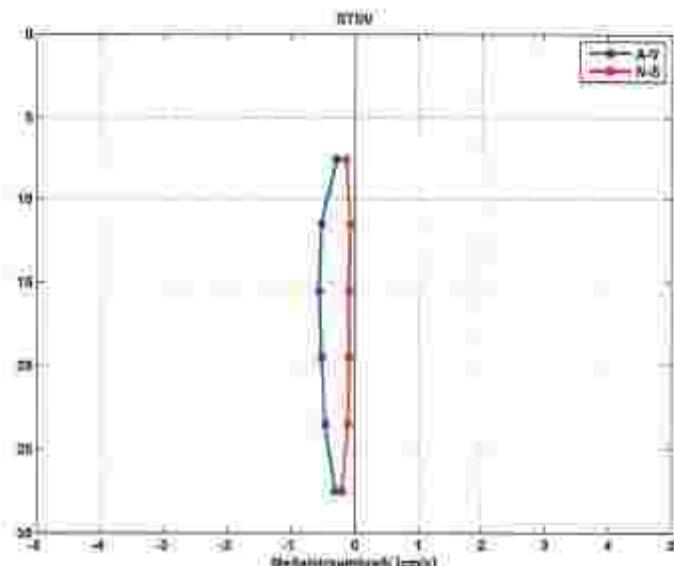
1. mynd. Botndýpi í Stöðvarfjörð. Raudeildin tóknar ytri mörk þess svæðis sem líkankeyrshur náiðu til. Staðsettningar og tákni straumlagsa eru einnig sýndar ásamt meðalstrumi og stefnu fyrir tvö dyptarbíl á meðaltímanum.



2. mynd. Niðurstöður mælinga í Stöðvarfjörð 29. maí 2016 (grænt), 18. ágúst 2016 (gult) og 12. febrúar 2017 (fjölblátt). Myndirnar sýna hita, seltu, eðlisþyngd, súrefnissstykkt og súrefnismettun sem löðréttu ferlar auk staðsettningar mæliðstöðva.

Fyrir neðan 10 metra dýpi er vatnssúlan frekar einsleit á öllum árstínum sem bendir til mikillar loðréttar blandunar í firðinum þannig að við óvinnslu er gert ráð fyrir að í firðinum séu tvö lög. Nokkura metra þykkt yfirborðslag er til staðar innarlega í firðinum en að öðru leyti er einkeppni fyrðarlosi lík gjaldi fyrir hita, saltu og súrefni a öllum mælstöðvum, sem gerir henni nokkuð einsleitan vatnsbol.

Níðursíður straummælinga sýna tilbúilega velkan meðalstraum (1. og 3. mynd) og hrenga hringrás í firðinum þar sem innflæði er norðari megin og útfloði sunnan megin. Meðalstraumar mældust á bilinu 1 til 2 cm/s. Meðan en 1 cm/s innan og um 2 cm/s á ytri mælistöðvum. Endurnýjunartími sjávar í firðinum er þannig um eða innan við 10 solarhringar.



Mynd 3. Meðalstraumhraði í innanverðum Stöðvarfirði á mismunandi dýpi (loðréttur-as), Austur-vestur þáttur (blá) og norður-súður þáttur (raudur).

Nánar um forsendar og líkön

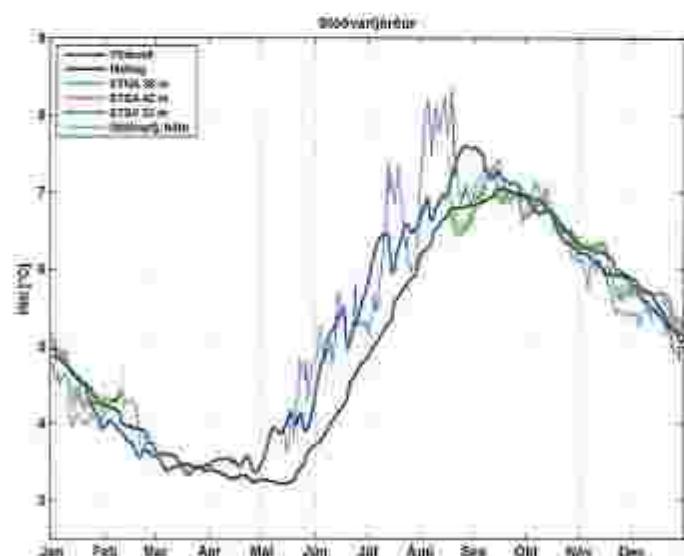
Líkt og annars stöður í Evrópu er horft til rammotilskipunar um vatn (water framework directive) sem tok gjaldi á Íslandi með lögum um stjórn vatnarsána nr. 36/2011, þegar reglur um sjálfbært fiskeldi verða skilgreindar (Jeffrey o.fl., 2014). Til vatnshlötu í strandsjó sem hafa gott eða mjög gott ástandi er gerð sú krafu að ástandi þeirra skal ekki minnja prátta fyrir fiskeldi eða aðra starfsemi. Það er grundvallaratriði í þróun sjálfbæri, visthlæfi fiskeldis í sjó. Samkvæmt lögunum skal meða ástand strandsjávar með þremur líffræðilegum græðapáttum sem eru botndýr, botnþorungar og svifþorungar, þa skal einnig fylgjast með eðlis- og afmáfræðilegum græðapáttum eins og magni uppleyts súrefnis (Anon., 2014 a og b). Markmiðið er að öll vatnshlot séu að lágmári með gott ástand sem er næst besti ástandsflökkrinn. Þa skal ástand þeirra ekki rýma nema að því leyti að það má fara ór mjög góðu í gott ástand vegna sjálfbærrar starfsems af einhverju tagi.

Burðarþóri er skilgreint sem hámarks lífmasi tegunda í eldi sem hægt er að hafa á tiltekinu svaði án þess að fara yfir mörk þess álags sem ásættanlegt er þessi fyrir eldið og umhverfið. Umhverfisnörk eru nauðsynleg sem viðmið til að meða hyort að áhrif nöldis séu ásættanleg. Ef viðmiðin eru öllum ljós verða

forsendur ákvæðanetóku vegna burðarþolsmats einnig ljósar í nægrannalöndum okkar hefur fiskeldi verið stundauð í stórum stíl um árabil. Þar hafa verið þróðar aðferðir við að meta hæfi svæða til eldissstarfsemi og sett mörk um hvað telst ásættanlegt álag (Stiggebrant o.fl., 2004, Tett o.fl., 2011). Grundvöllur alls siks er þekking á umhverfinu. Áhætta af sjókvældi í Noregi hefur verið meðin (Taranger o.fl., 2012) og þar kemur fram að nauðsynlegt er að skráða heldurætt samlegðanáhrif allrar starfsemi innan ákvæðins sjókvældisvæðus.

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 sín líkön ásamt rannsóknaniðurstöðum frá tiltekinu sjókvældisvæði og þeim umhverfismörkum sem mann setja sér, er hægt að meta burðarþol m.t.t. elds fyrir afmörkuð svæði. Reiknilíkönin þurfa að nið að líga vel eftir hafellisfræðilegum, hafefrufræðilegum og vistfræðilegum ferum í umhverfinu, sem og eftir sunefnisnotkun og uppsprettum og aldrifum lífræns afnir og næringarafna sem staða friðinu. Grundvöllur þess að geta metið álag með líkönnum er að hafa tilteiknar athuganir á straumum, hita, seltu, sunefni, næringarefnum og þeim þáttum viktverfisins sets að meta.

Gertar voru mælingar á þeim grunndvallarpáttum í Stöðvarfirði sem að utan eru nefndir á timabiliðu frá 29. maí 2016 til 12. febrúar 2017 og þar af með síritandi hækjum frá 18. ágúst 2016 til 12. febrúar 2017 en ástaða er til að ætla að að þessu timabili sé sunefnustýrkur sjávar lægstar á árinu (4. og 5. mynd). Til þess að meta áhrif eldsins á vistkerfið er notað líkenið Arexit, sem hefur verið nöfugað að mælinnidorstöðum. Gert er ráð fyrir að í firðinum séu 2 sjávarhlé, yfirborðslag og botnlag sem nær frá frá botni og upp undir yfirborðslagið. Gött samræmi fæst milli uthlugana og útreikninga líkarsins á eðlisheimileikum sjávar (3. og 4. mynd).

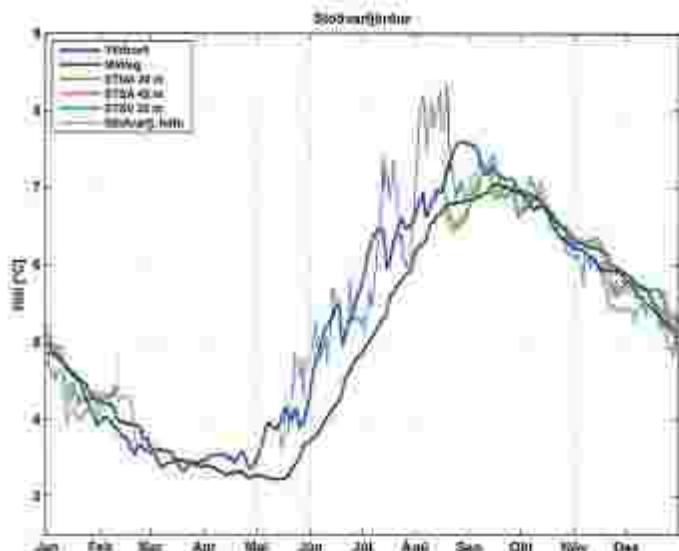


Mynd 4. Athuganir á hitastigi frá mismunandi stöðum í Stöðvarfirði (sjá texta við 1. mynd) og yfirborðshita frá síritu í höfninni í Stöðvarfirði (blá bunn lína) ásamt útreikningi líkarsins á sjávarhita í mismunandi lögum. Ólið lína táknað yfirborðslagið og grænn botnlagið. Mælingar niður meðir botni á straummaelstöðum eru STNA (ljósgræn lína) og STSA (raud lína) sem voru í mynni fjarðar og STSV (ljósblá lína) sem var innist í firðinum.

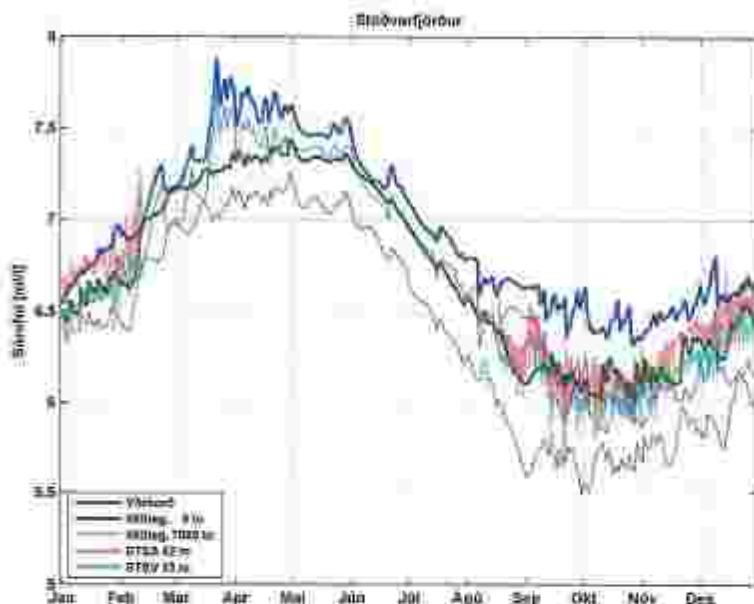
forsendur ókvæðanæðulu vegna burðarþotunats hinnig ljósar í nágrennslóndum okkar hefur fiskeldi verið stundað í stórum stíl um árabil. Þar hafa verið þróðar aðferdir við að meta hæfi svæða til eldsstarfsemi og sett mörk um hvað telst ósættanlegt aleg (Stigahraun o.fl., 2004; Tett.o.fl., 2011). Grundvöllur alls sliks er þekking á umhverfimú. Aðecca af sjökviældi í Noregi hefur verið meðin (Taranger o.fl., 2012) og þar kemur fram að nauðsynlegt er að skoða heildstætt samlegðaráhrif allrar starfsemi innan akveðins sjökviældisvæðis.

Einn þáttur verkefnis, sem lýtur að því að meta burðarþol, er að þróa áreiðanleger, hvilfægar aðferdir eða líkön til bess að meta áhrif fiskeldis á umhverfist. Með því að nota slik líkön saman með rannsóknarsíðurstöðum frá tilteknu sjökviældisvæði og þeim umhverfismörkum sem mann setja sér, er hægt að meta burðarþol m.f.t. elditi fyrir afmörkuð svæði. Útkomilíkönin þarf að ná að líkja vel eftir hafefölsfræðilegum, hafefmafræðilegum og vistfræðilegum férum í umhverfimú, sem og eftir súrefniþotunum og uppsprettum og afdrifum lífræns efnis og hæringarefnna sem staða frá eldinu. Grundvöllur þess að geta metið aleg með líkönnum er að hafa tiltaekar athuganir á straumum, hita, seltu, sírefni, nætingarefnum og þeim þáttum vistkerfisins sem að meta.

Gertar voru mælingar á þeim grundvallarþóttum í Stöðvarfirði sem að ofan eru nefndir á tímabilinu frá 29. maí 2016 til 12. febrúar 2017 og þar af með sírtandi tælimum frá 18. ágúst 2016 til 12. febrúar 2017 en ástaða er til að setla að a þessu tímabili sé súrefniþotur sjávar lægstur á arnu (4. og 5. mynd). Til þess að meta áhrif eldina á vistkerfið er notað líkonið AceXR, sem hefur verið aðlagð að miðlinnáðurstöðum. Gert er ráð fyrir að i firðinum séu 2. sjávarfög, yfirborðslag og botnilag 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 (tjá texta við 1. mynd) og yfirborðshita frá sírtu í hölmihini í Stöðvarfirði (blaðunnar lína) saman útreikningi líkansins á sjávarhita í mismunandi lögum. Blá lína tákna yfirborðslagið og græn botnilagið. Mælingar náður undir botni á straummælisstöðum eru STNA (ljósgræn lína) og STSA (rauð lína) sem voru í mynni fjárdar og STSV (ljósbla lína) sem var innst í firðinum.



Mynd 5: Niðurstöður AcexR laksins fyrir sörefnisstyrk í Stöðvarfirði ásamt niðurstöðum Hældingar. Blætu og ljósraubl ferillinn eru styrkur sörefnis frá samfélodum meðingum frá ágúst 2016 til febrúar 2017. Þyklu hellu linurnar výna niðurstöður lakkans án eids í firðinum. Blæa línan sýnir ársferil sörefnisstyrksins í yfirborðslagi fjarðarins og græna bykka línan sýnir útreikninga lakkans fyrir sörefnisstyrk í botnlaginu. Grænu mjóinu linurnar sýna niðurstöður lakkans á sörefnisstyrk í botnlaginu í firðinum fyrir áhrif 7 þúsund (hell lína) tonna eids í firðinum.

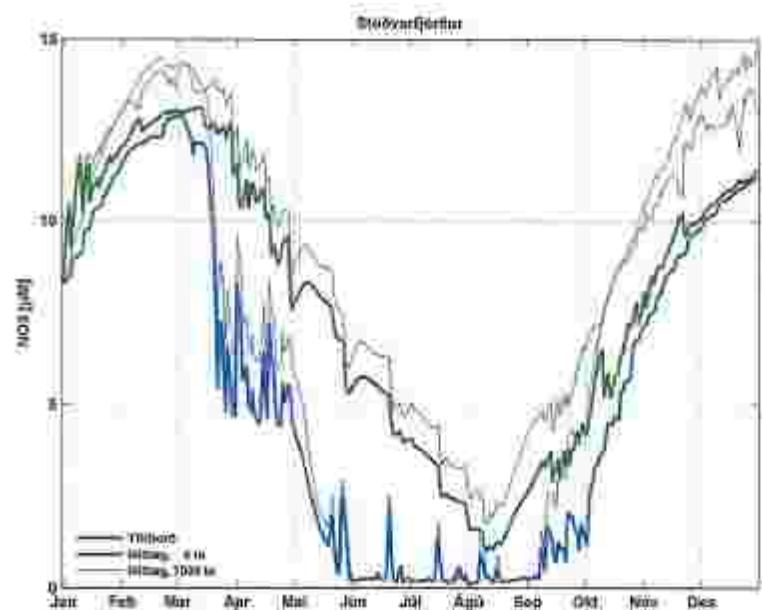
A mælistöð innst í firðinum (STSV) náðust samfélodar sörefnismeelingar síðut undir bothni og var lægsta gildið um 5.8 ml³ sem bendir til að fjörðurinn sé litt viðkvæmur fyrir lífrænu slagi hvað varðar sörefnisþuskap hans (4. mynd). Straumur er almennit frekar til til í firðinum og er meðalstraumur miðdýpis inn að norðan og út að sunnan en mun minni en í næstu fjörðum. Straumur í innri hluta fjarðarins er mjög öruggilegur sam leidir til þess að meðalstraumur er þar litl jafnvælt minni en 1 cm/s eins og aður sagði. Meðalstraumu á ytri fórum var sömuleiðis í kringum 2 cm/s og þo að Stöðvarfjörður sé aðeins rúmlega 6 km að lengd leidir þetta til þess að endurnyjunartími fjarðarins er í milli 5 og 10 dagar.

Styrkur næringarefna er einn þeirra þattra sem losun frá fiskeldi hefur áhrif á. Þar sem vatnsskipti eru hæg eða náttumal viðtaka litl geta slikar aðstæður orðið til þess að drafning þeirra næringarefna sem losað eru frá fiskeldi verði ekki næg til koma í veg fyrir marktakna styrkaukningu í firðinum.

Til að meta breytingar af mannavöldum á næringarefnabúskap strandsveða hefur verið telj best að nota vetrargildi þeirra þegar áhrif límkynns á næringarefnastyrkinn eru í lagið (Hydes o.fl. 2004, Tett o.fl. 2003). Það er sú leid sem fari er í Oslo-Parísar samkomulagssinu (OSPAR 2003). OSPAR aðferdin til ákvörðunar á næringarefnastandini sjávar notar sem mælikvarða hve mikil næringarefnastyrkur vex umfram grunnástand. Aukast styrkur uppleysts köfnunarefni og fastfors um 50% af bakgrunnsgildum er talð að vænta megi áhrifa á lífrikö sem lýsir sér sem öæskilegri fjölgun

svilþörninga. Lagt hefur verið til að sömu viðmið verði notuð við stjórn vatnarmála 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 marktækni aukningu í styrk uppleystra næringarefna vegna fiskeldis (6. mynd). Samkvæmt niðurstöðum líkansins má búast við 2-4 μmdl^{-1} styrkaukningu að vetrar við 7000 tonna lífimassa í firðinum, en það er um 15-35 % aukning. Ljóst er að her eru fyrir hendi aðstæður sem setja verulegt mark á burðarpoli fjardarins. Af þessum sökum gefur varðarmálum ástæðu til þess að mæla með því að hámarksálfsmassi verði ekki meiri en 7000 tonn í Stöðvarfirði.



Mynd 6. Niðurstöður AceXR líkansins fyrir nitratstyrk í Stöðvarfirði. Þyklu hellu linurnar sýna niðurstöður líkansins án eids í firðinum. Bláa linan sýnir úrsferil nitratstyrk líkansins í yfirborðslagi fjardarins og graena bykku linan sýnir útreikninga líkansins fyrir nitratstyrk í botnlaginu. Mjóu grænu og bláu linurnar sýna niðurstöður líkansins á nitratstyrk í botnlaginu og yfirborðslaginu í firðinum miðað við áhrif 7 þúsund tonna eids í firðinum.

Margir aðrir líffræðilegir, vistfræðilegir og hagroenir þættir geta líka legið til grundválar burðarpoli varðandi fiskeldið, t.d. skólplosum, smitheiðum, lyfjanotum, erfðablöndum við villta stofna og veidhagsmunir. Það má benda að þekkt er að íslenska sumargotsáldin hefur haft veturnsetu í Stöðvarfirði og nærliggjandi fjörðum (Asta Guðmundsdóttir og Þorsteinn Sigurðsson, 2004; Óskarsson, 2009) en súð i myktu magni getur haft veruleg áhrif á súrefnislívskap fjardar, svo sem dæmi frá Grundarfirði og Kolgrafafirði sýna.

I þessu mati er gert ráð fyrir að heildarálfsmassi verði aldrei meiri en 7 þúsund tonn í Stöðvarfirði og að nákvæm vöktun á áhrifum eidsins fara fram samhlíða því. Síði vöktun er forsenda fyrir hugsanlegu endurmati á burðarpoli fjardarins til hækkanar eða lekkunar, sem byggð væri á raungögnum,

Jofnframt er bent á að æskilegra er að meiri eldruvæxi sé frekar útar í fíðinum en innar. Þá telur Hafnraðunálfanum að ástæða sé til að halda þau lagmarks fjarlægðarmörk milli eldruvæða sem reglugerð nr 1170/2015 setur.

Rett er að taka fram að endanleg burðarþolsmörk fyrir ákvæðna fíði eða svæði verða seint gefin út enda hefur silt varla verið gert í negrannajöndunum, heldur er alltaf teknit með í reikninginn hvaða stöðsetningar og hvers konar eldi er um að ræða, enda fara umhverfisáhrifin eftir báðum þessum hattum. Því má búast við að burðarþol fjarða og annarra eldruvæða verði endurmetið á næstu árum ef þórf krefur.

Heimildir

- Anon, 2014a; Gæðisættir og viðmiðunarsættir fyrir strandsjávarvatnshlötu. Hafnraðunálfanum, skýrslu.
- Anon, 2014b; Útgang að viðmiðingi strandsjávarvatnshlötu. Hafnraðunálfanum, skýrslu.
- Asta Guðmundsdóttir og Óskar Óskarsson. Viðmiðing í hreinsla ómenntuðum óumangotsalferðum að hefur tengið viðmiðunum 1978-2003. Hafnraðunálfanum. Fjöldi nr 104. 2004.
- Gudmundur Óskarsson, Asta Guðmundsdóttir and Thorsteinn Sigurðsson. 2009. Variation in spatial distribution and migration of Icelandic summer-spawning herring. ICES Journal of Marine Science, 66: 1762-1767 Hydes, D.J., Gowen, S.J., Holliday, N.P., Shrimpton, T.J., Mills, C., 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, C.R., Walker, C.M.D., Painter, S.J., Hyder, C., Vermae-Jeffreys, D.W., Webster, R.L., Ellis, T., Rae, I.J., Judd, A.B., Collingridge, K.A., Arlett, S., Kershaw, S.R., Kirby, D.R., West, S., Kershaw, P.J., and Auchterlonie, N.A., 2014. Background information for sustainable aquaculture development, addressing environmental protection in particular. Cefas contract Report CS07/28.
- OSPAR 2001. Annex 5: Draft Common Assessment Criteria and their Application within the Comprehensive Procedure of the Common Procedure. Meeting Of The Eutrophication Task Group (Eds), London (Secretariat); 5-11 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.
- Sigurðardóttir, Á., Áure, J., Frólik, A. & Hansen, P.H., 2004. Regarding the local environmental impact of intensive marine fish farming. III. A model for estimation of the holding capacity in the MDM system (Modelling – Dragriving fish farm – Monitoring). Aquaculture 234, 239–251.
- Taranger, B.I. et al., 2012. Fiskeutvikling i norsk havområdet. 2012. Fisket op havet, sernummer 2-2012, Institute of Marine Research, Bergen.
- Tett, P., Partilla, E., Gilliland, P.A. og mall, M., 2011. Carrying and assimilation capacities: the ACCA-LESY model for sea-lion aquaculture. Aquaculture Research. Special Issue: Proceedings of the International Symposium, Scottish Aquaculture: A sustainable future. Volume 42, Issue Supplement 1, pages 51-67.
- Tett, P., Giblin, L., Svendsen, H., Erlundison, C., F., Larson, D., Kratzer, S., Pouliquen, E., Jansen, C., Lee, J.-Y., Grätz, C., Newton, A., Ferreira, J.G., Fernandes, T., Scory, S., 2008. 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.

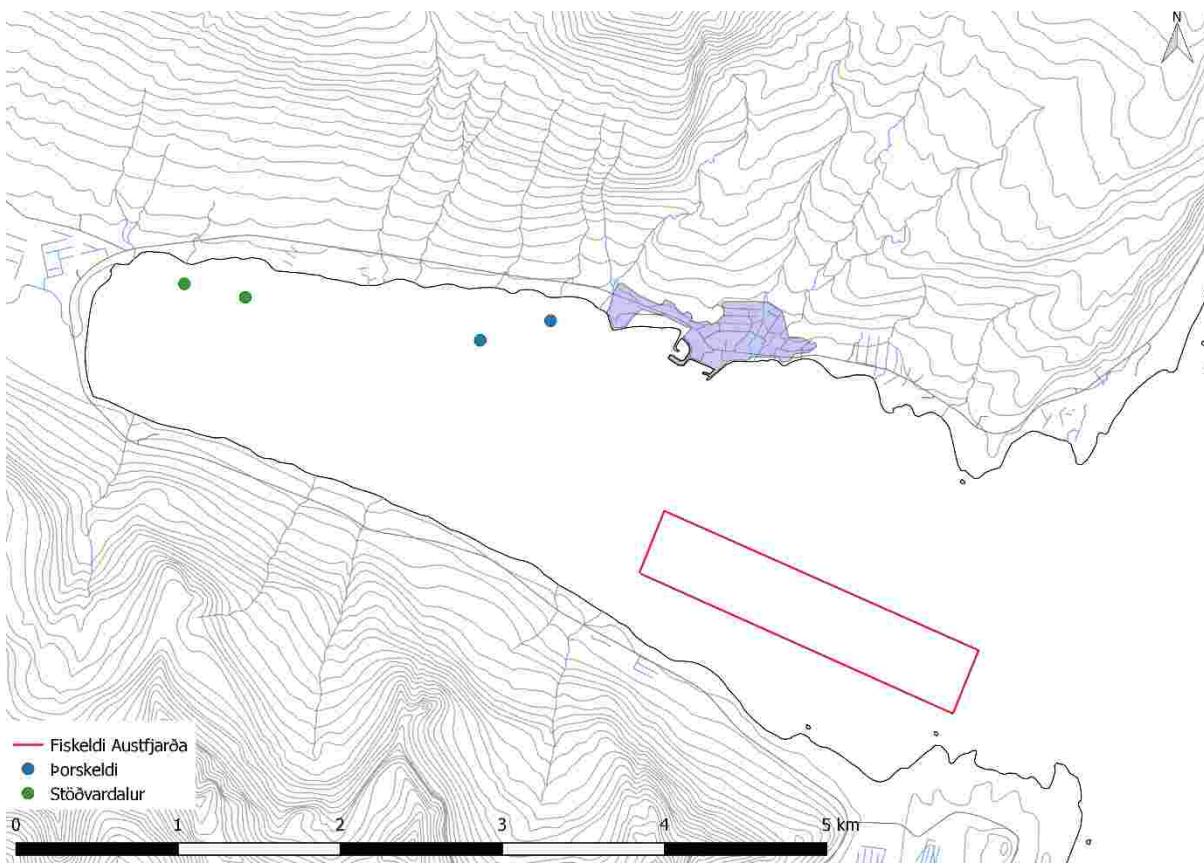
Fiskeldi Austfjarða er nú þegar með starfsemi í tveimur fjörðum, Berufirði og Fáskrúðsfirði, og ætlar fyrirtækið að efla það eldi í um 20.800 tonn á ári.

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 km². Í miðju fjarðarins er dýpið víðast um 30-50 m, allt inn undir fjarðarbotn. Breidd fjarðarmynnис móti úthafinu er um 2,0 km og utan fjarðarmynnис 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 km³.



Mynd 1. Staðsetningar fiskeldissvæðis Fiskeldis Austfjarða í Stöðvarfirði.

Eldri rannsóknir og fyrirliggjandi 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 árstínum 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. 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 Víði 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 fjrðurinn í 6 mánuði þar til aftur eru sett út seiði.

Á mynd 2 má sjá kvíasvæði 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 sjókvíasvæði 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

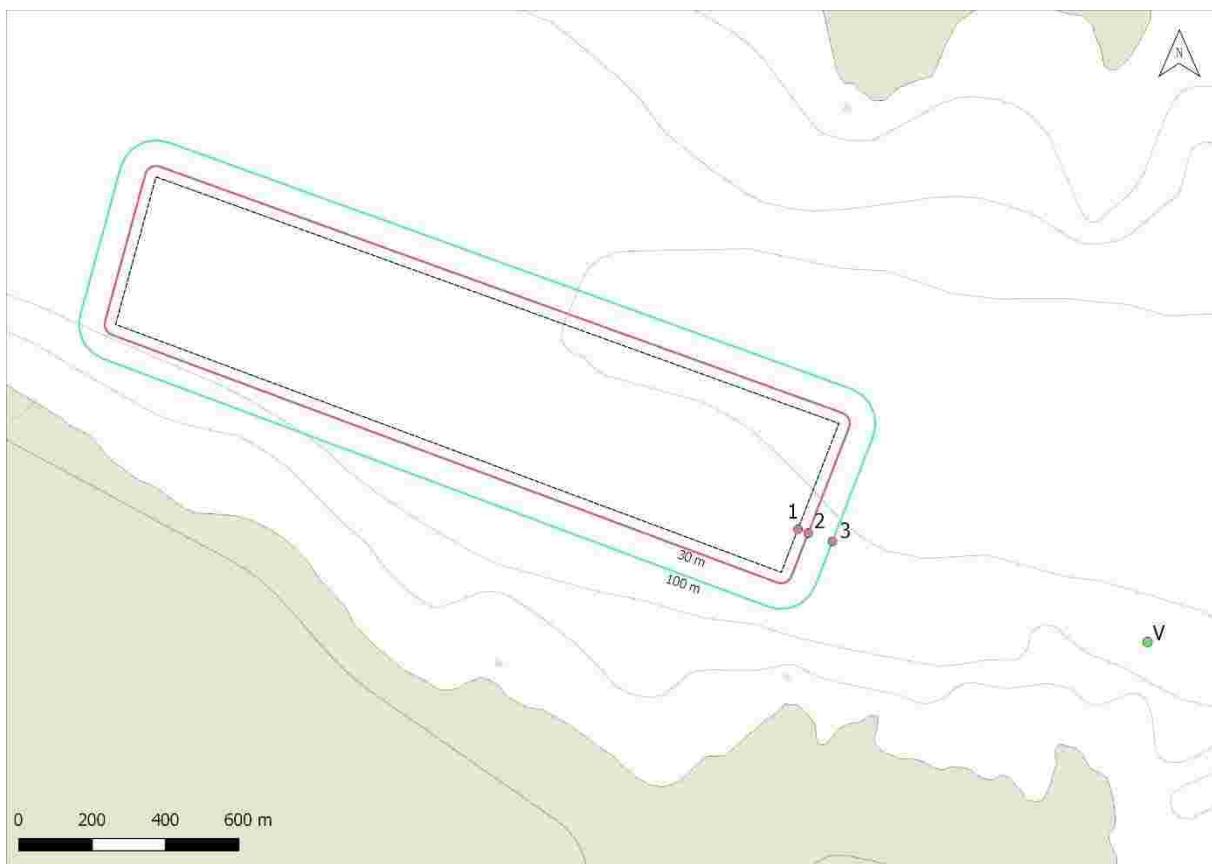
Vöktunaráætlunin byggir á ISO 12878:2012 staðalinum. Samkvæmt honum eru skilgreind þrjú áhrifasvæði umhverfis kvíasvæðin (mynd 2), nærsvæði (local impact zone) sem er við fiskeldiskvíar, millisvæði (intermediate impact zone) sem er í 30 m fjarlægð frá kvíum og fjarsvæði (regional impact zone) sem er 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 cm³ 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, gas bólur, 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 fosför í sýnunum.

Tímasetning sýnatöku

Dæmi um sýnatokuáætlun 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. Steinþímsson. 2001. Rannsóknir á straumum, umhverfisþáttum og lífríki sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október árið 2000. Reykjavík, Hafrannsóknarstofnun.

Heggem, Thomas. 20118. Ice Fish Farm Strømmmålinger 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. Fjöllrit Líffræðistofnunar Háskólangs 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 kvásvæði Laxa fiskeldis í Reyðarfirði. RORUM 2017 003

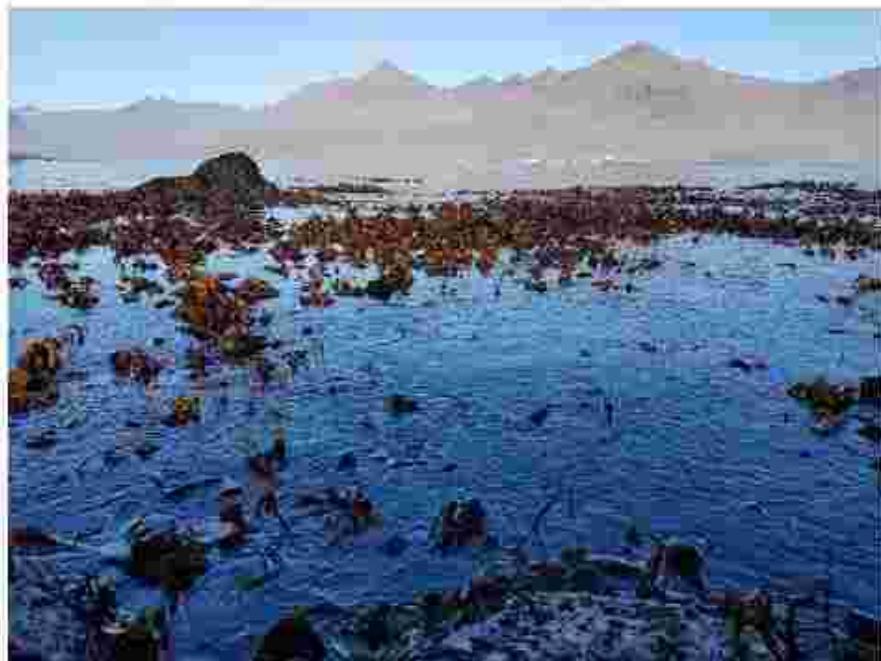
Thorleifur Eiríksson, Leon Moodley, Guðmundur Vídir Helgason, Kristján Lilliendahl, Halldór Pálmar Halldórsson, Shaw Bamber, Gunnar Steinn Jónsson, Jónatann Thordarson and Thorleifur Águstsson. 2017. Estimate of organic load from aquaculture. RORUM 2017 011.

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"/> Egilstaðir <input checked="" type="checkbox"/> Neskaupstaður
Skýrsla nr: NA:	Dags: November 2017	Ösfling: Lokus
Heti skýrslu (áðal- og undirtitill): Rannsóknir á líftrið Stöðvarfirðar -Botndyr, mælingar í seti, fuglar og þörungar í fjölu	Upplag: 5	Síðufjöldi: 32
Læsmynnd á forsiðum: Stöðborðarinnar í flæðannali sunnan Stöðvarfirðar Kristín Agústsdóttir	Fjöldi korta:	Fjöldi viðauka: 3
Höfundar: Erlín Emma Jóhannsdóttir, Hallíður W. Stefánsson og Cristian Gallo		
Umnið fyrir: Fiskeldi Austfjarða		
Samvinnuðarstofan:		
<p>Vegen fyrirhugaðs fiskeldis í Stöðvarfirði óskarði Fiskeldi Austfjarða eftir grunnvinnusóknun á botndýralini og efnamælingum í seti innan og i nágrenni fyrirhugaðs fiskeldissvæðis. Auk þess var gerð athugun á þekju þörunga og mengun í fjöru og heimilita um fuglalini í firðinum aðan.</p> <p>Botndyr og mælingar í seti</p> <p>Sýnum af botni voru safnað samkvæmt ISO 12876:2012 staði. Samtals voru syni tekin af botni á tvo stöðum, fjárhér stöðvar voru innan fyrirhugaðs fiskeldissvæðis en fimm utan þess. Að hvern syni var fyrirhugaðs fiskeldissvæði. Þótt syni voru tekin til greininga á botndýrum og oxunargeta (redox) settins mædi í þeim. Fjórða synið var teknið til efnamælinga á lifraenu kolefniv (TOC), heildar kömunnarelni (TN), heildar fosfor (TP) og heildarmagni lifraenna leifa (Total organic content). Náburstdóður redox mælinga sýndu að oxunargetan í setnum var meðal göð og innan þess sem telst eðilegt þegar um halgruningildi er að reða. Mikill þættisí var að botndýrin og tegundefanar fólhreyti. Burstaormar voru algengastir dýrahópurinn og voru tegundir sem grafa sig niður í leidjuna eftir æti algengastir (<i>Meloides sonori</i> og <i>Cossula longipennis</i>). Krabbadyr voru einnig nokkuð áberandi dýrahópur på adallega maríðar. 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 manfóategundir. Við fiskeldi safnast upp lifraenar leifar undir kvenum sem veildur ojafnvægum á botndýrafánu. Tegundir sem pola upprófum lifraenna leifa fóliga sér en aðrar sem eru viðkvæmar fyrir því hverfa oftari en ekki undir eldsvikumum. Þessar tegundir koma þó oftast altur þegar svæðin eru hrild. Ívi en ekki tilinn að áhrif fiskeldis á botndýralini séu varanleg.</p> <p>Fuglaflit</p> <p>Elli var gerð sérstök umhækkt á fuglaflini í Stöðvarfirði í tengslum við þessa framkvæmd og því byggir umhjópan á fuglum eingöngu á heimildarvinnu. Fyrirhugaðar sæltanir um fiskeldi í sjó í Stöðvarfirði munu hafa óverulegu áhrif á fuglaflit þar og í einhverjum tilfellum getu ahrifin verið jafkvæð fyrir ýmsar tegundir. Útkom verður seð að þeim sín regundum á valinu sem fundist hafa í Stöðvarfirði stafl eftir fyrirhugaðu sjókataældi.</p> <p>Þörungar í fjöru</p> <p>Við skoðum þörunga í fjöru voru þróu snið sett út sunnan fjöldar, tvö þar sem fyrirhugað fiskeldi að vera og eitt vötumáðunar snið. Ættin var kannast hvor rusl aða ónnar synileg mengun væri á svæðinu. Á hvertu snið voru fjárhér stöðvar settar lit með jömu millibill. Á hverti stöð var 1X1 m rammi settur niður og þehja þörunga metin íthaki hars. Náburstdóurnar sýndu að beltaskipting þörunga var algjöls. Þóluþang var ríkjandi um millibill fjörum með sunnan fyrirhugaðs fiskeldissvæði en skrifabang var ríkjandi um alla fjöru á vinnusvæðum.</p> <p>Elli sást mengun að svæðinu en einstaka rusl var þar að finna.</p>		
Tykilord: Stöðvarfirður, botndyr, líftrið, fuglar, fjara, fiskeldi	ISSN nr:	
Yfurfarið: 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
Botndýralif	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 synatökustaði á botni (grænir punktar, A-H) og könnun á þekju þörunga sem og mengun og rusli í fjöru (gulir punktar, sníð 1 til 3) (Londhelgsgæslan 2016, Landmælingar Íslands 2013 og 2016).	8
2. mynd. Meðalþéttleiki botndýrahópa á m ² 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 stöðvo í Stöðvarfirði 2017.	9
Tafla 2. Lýsing á lit, öferd og lykt botnsýna í Stöðvarfirði þann 30. maí 2017.	11
Tafla 3. Meðaltal þriggja mælinga á hita, pH gildum og redox gilda (E_{red}), ísetsýnum á nið stöðum í Stöðvarfirði þann 30. maí 2017. Auk þess er gefið upp gildi sem þarf að bæta við mælda gildið ($E_{\text{red,cal}}$) sem fylgir með nemamanum (Thermo Fisher Scientific Inc., 2007) sem mælt er með og er sú tala hér hita í setinu. Umreiknuð gildi ($E_{\text{red,est}}$) fást með jöfnunni $E_{\text{red}} = E_{\text{red,cal}} + E_{\text{red,cor}}$	11
Tafla 4. Niðurstöður mælinga á heildar köfnunarefni (TN), heildar lífrænu kolefni (TOC), heildar fosfór og heildarmagni lífrænna leifa (Tot. org cont) ísetsýnum 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), meðal fjöldi dýra á fermetra (N, að þróðarmum 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. Stefásson 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 sníðum í Stöðvarfirði þann 18. október 2016.	21

Myndaskrá

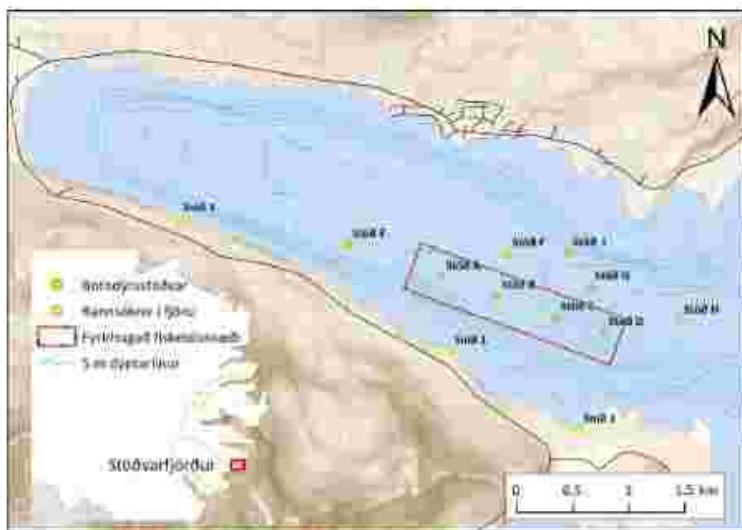
1. mynd. Yfirlit yfir sýnatökustaði á botni (grænir punktar, A-H) og könnun á þekju þörunga sem og mengun og rúshi í fjöru (gulir punktar, sníð 1 til 3) (Landhæfisgæslan 2016, Landmælingar Íslands 2013 og 2016),	8
2. mynd. Meðalþettileik botndýrahópa á m ⁻² á hverri stöð (A-I) í Stöðvarfirði,	13
3. mynd, Hlutfallslegur fjöldi (% af heildarfjölda) burstaorma eftir tegundum á stöðvum (A-I) og alls í Stöðvarfirði.	14

Töfluskrá

Tafla 1. Yfirlit yfir dypt 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 brigði mælinga á hita, því gildum og redón gilda (E_{hit}). Í setsýnum á níu stöðum í Stöðvarfirði þann 30. maí 2017. Auk þess er gefið upp gildi sem þarf að bæta við mældu gildið (E_{hit}) sem fylgir með nemanum (Thermo Fisher Scientific inc., 2007) sem mælt er með og er sú tala háð hita í setinu. Umreiknuð gildi (E_{hit}) fást með jöfnunni $E_{\text{hit}} = E_{\text{hit}} + E_{\text{diff}}$.	11
Tafla 4. Niðurstöður mælinga á heildar kófnunarefni (TN), heildar liffrænna kolefni (TOC), heildar fosför og heildarmagni liffrænna leifa (Tot.org cont) í setsýnum úr Stöðvarfirði þann 30. maí 2017. Allar niðurstöður eru gefnar upp miðað við 0 % rakamnhald (Niðurstöður frá efnagreiningum Nýskúpunarmiðstöðvar Íslands, 2017).	12
Tafla 5. Yfirlit yfir fjöldi tegunda (S), meðal fjöldi dýra á fermetra (N, að þráðormum undanskildum), jafnræðissíðul Pileous (L') og Shannons fjölbreytni (H').	13
Tafla 6. Yfirlit yfir fuglaskráningar í Stöðvarfirði. Byggð á ferðadagbókum Skarphéðinn G. Þórisson, 1986 og Halldór W. Stefánsson 2008, tálvupóstur Árni Þáll Rognarsson 2009 og af vef Ebird 2012-2017.	18
Tafla 7. Yfirlit yfir þekju þörunga, fjörusvertu og fastra dýra á þremur sníðum í Stöðvarfirði þann 18. október 2016.	21

Rannsóknarsvæðið

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



1. mynd. Yfirlit yfir sýnatökustæði á botni (grænir punktar, A-H) og lönnun á þekju þörunga sem og mengun og rusl í fjöru (gulir punktar, sníð 1 til 3) (Landhéltsgæslan 2016, Landmælingar Íslands 2013 og 2016).

Með tilliti til fiskeldis í sjó miðast áhrifasvæði fugla við allan Stöðvarfjörð frá Landbót við Kapalihófd i norðri, suður að Kambanesi fyrir mynni fjarðar, ásamt fjörumni. Þúsvæði fugla takmarkast þó ekki við það svæði. Fuglar fara við og geta því sött ót fyrir rannsóknarsvæðið, bæði inn til landsins eða út á rúmsjó.

Botndýr og mælingar í seti

Aðferðir

Sýnataka og úrvinnsla sýna

Sýnataka fór fram í Stöðvarfjörð þann 30. maí 2017, samkvæmt ISO 12878-2012 staðli en hann fjallað um grunnrannsóknir sem og vöktun á mjúkbotni sjávar þar sem fiskeldi á í hlut (Stadla-ráð Íslands, 2016). Níu sýnatökustæðir voru settir niður á kort aður en sýnataka fór fram. Fjórir sýnatökustæðir voru staðsettir innan fyrirhugaðs fiskeldissvæðis og fimm fyrir utan á meismunandi dýptarbili (1. mynd og Tafla 1). Sýnataka fór fram á bátnum Gisla sem Fiskeldi Austfjarða á og rekur. Dýpt var skráð af dýptarmæli um borð í bátnum við hverja stað. Sýnum var safnað með Van Veen botngreip (flatarmá=250 cm²). Greipin var fætin síga niður á hlíð

*

bátsins og hifð upp með spili. Sýni var notað ef greip var vel lokað og set var í henni. Á hverri stöð voru fjógar sýni tekin, þróu til greininga á botndýrum en eitt til efnagreininga.

Tafla 1. Vinnlit yfir dypt og staðsettningu stöðava í Stöðvarfirði 2017.

Stöð	Dýpi	Staðsettning	
		Lat	Long
A	49	64°49.296	013°52.608
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 mælt 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 lyktar. Einnig voru sjáanleg dýr skráð. Sýnumum var svo komið fyrir í 4 L fótum og 8% formalini hellt á þau asamt boraxi til að koma í veg fyrir að kalkhlutar lifvera leystust upp. Sýni sem ætlað var til efnagreiningar var losað í plastbakka og efsta lag setsins, um 2 cm, var skafð af með plastskeið og komið fyrir í tveimur plastdollum og sett í kæli. Sýnin voru síðan fryst við heimkomu og síðar sendi til Nýsköpunarmiðstöðvar Íslands til efnagreiningar á lifraenu: kolefni (TOC), heildar köfnunarefni (TN), heildar fosför (TP) og heildarmagni lifraenna leifa (Total organic content).

Formalini var hellt af sýnumum nokkrum dögum eftir sýnatoku og þau sigtuð varlega í rennandi vatni með 0,5 mm sigti. Þeim var síðan komið fyrir í haefilegri sýnadöllu og varðveitt í 70% ethanolí þar til unnið var úr þeim. Hlutsýni var tekið af öllum sýnum og öll dýr tind úr einu eða fleiri hlutsýnum undir viðsjá (Leica MZ6), allt eftir fjölda dýra í sýni. Ðýrin voru greind til tegundar eða dýrahóps og þau talin. Sum eintök dýra var erfitt að greina sökum þess að um ungviði 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 horið mæld redox gildi í setinu saman við aðrar rannsóknir og þekkt gildi í botnseti (t.d. Hargarv et al., 2008). Til að umreikna redox gildi (E_{redox}) barf að bæta við uppgefnu gildi sem fylgir með næmanum (Thermo Fisher Scientific inc., 2007) og fæst með jöfnunni $E_{redox} = E_{red} + E_{ox}$. Redox mælingar í seti gefa upplýsingar um ástand sets og mæla oxunargetu þess (oxunar- afoxunarspennu) og eru niðurstöður bessarar rannsóknar grunngildi aður en starfsemi fiskeldis hefst.

Töluleg úrvinnsla

Meðalþéttileiki 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 grundvæflar 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 mikilvægt notaður við vistfræðirannsóknir og hækkar eftir því sem fjölbreytileiki eykst. Einsleitnististuðullinn, er nätengdur Shannon-Wiener stuðlinum, en sýnir hvort jafnræði er milli tegunda, eða hvort ein eða faar tegundir sérstaklega áberandi. Stuðullinn lækkar þegar það gerist og er einungis ein tegund í gagnunum þegar báðir þessir stuðlar eru null.

Einsleitnististuðull Pielou's 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 brennsteinslykt fannst af sýnum (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 tilfelli á stöð F var hann 4,9°C. Redox gildi voru jákvæð á allum stöðvum og voru umreiknuð (E_{she}) gildi frá 310 til 456 mV (Tafla 3).

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

Stöðsetning	pH	Hiti (°C)	Redox (mV)		
			Meðaltal mældra gilda (E _{ref} (H))	Uppgefnið gilda (E _{ref} (pot))	Umreiknuð gildi (E _{she} (H))
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

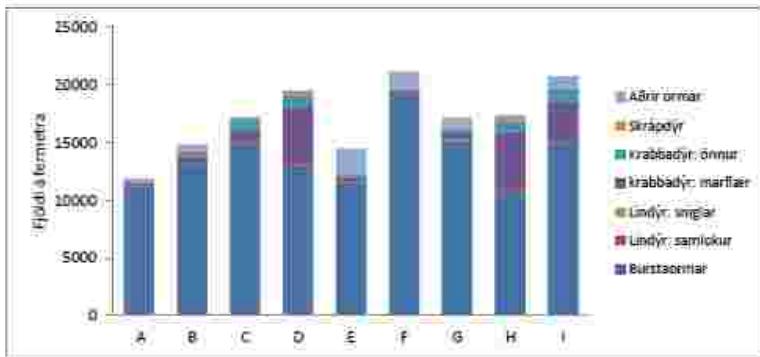
Heildar köfnunarefni (TN) mældist frá 0,15-0,35% í sýni, lægst á stöðvum D og H en hæst á stöð F. Heildarmagn lífræns kolefnis (TOC) var frá 0,67 til 1,95% í sýni eða 8,7-19,5 mg/g. Eins og með heildar köfnunarefni mældist hæsta gildi lífræns kolefnis einnig á stöð F og lægstu gildin á stöð D og H. Heildar fosför (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 lífrænnu 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 fosför og heildarmagn lífrænnu leifa (Tot.org cont) í setsýnum úr Stöðvarfirði þann 30. maí 2017. Allar niðurstöður eru gefnar upp miðað við 0 % rakainnihald (Niðurstöður frá efnagreiningum Nyskópunarmiðstöðvar Íslands, 2017).

Stöðsetning	Heildar köfnunarefni (TN, %)	Heildarmagn lífræns kolefnis (TOC, %)	Heildar fosför (P-tot, ppm)	Heildarmagn lífrænnu 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	1,85	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

Botndýralif

Að meðaltali fundust 17.138 dýr á fermetra á stöðvunum sem voru greind i 120 flokkunar-einingar (Viðauki II). Þéttleikinn var minnstur á stöð A (11.880 dýr á m²) en flest voru dýrn á stöð F (21.147 dýr á m²). Sviðaður fjöldi botndýra var á stöðvum C, G og H eða um 17.000 dýr á fermetra (2. mynd). Burstæumar (Polychaeta) var sá dýrahópur sem var ríkjandi á botni Stoðvarfjarðar 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 mariflær, voru með næst meistan þéttleika á stöðvum A til D og G til H og nám hlutfallslegur þéttleiki þeirra frá 3% til 35%. Præðormar (Nematoda) voru með næst næsta þéttleika botndýra á stöðvum E og F (15% og 6%) af heildarfjölda botndýra. Præðormar voru briðji 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 minnu þéttleika (2. mynd).



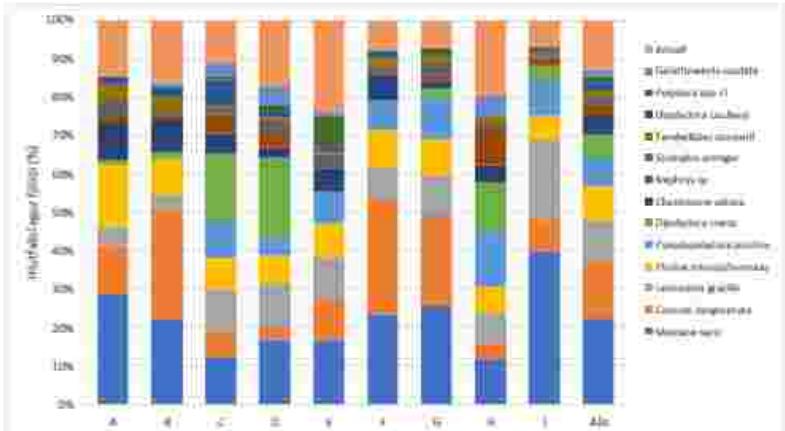
2. mynd. Meðalþróttileiki domádyrahópa á m² á hverti stöð (A–I) í Stöðvarfirði.

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 jafnraði milli tegunda var á stöð H þar sem fjölbreytnin var meist og að sama skapi var jafnraði minnst á stöð F þar sem minsta fjölbreytnin var (Tafla 5 og Viðauki II).

Tafla 5. Vfirlit yfir fjöldi tegunda (S), meðal/fjöldi dýra á fermetra (N, að þróðum undanskildum), jafnraðisstúðul Pileous (J') og Shannons fjölbreytni (H').

Stöð	S	N	J'	H'/log _e	H'/log ₂
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	0,63	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

Misjafnir vor hveða tegundir burstaorma voru með hlutfallsleiga mestan þéttleika á stöðvunum en af alls 52 burstaorma tegundum sem greindar voru var *Moldane sarsi* algengust á botni Stöðvarfirðar. Sú tegund fannist á öllum stöðvum og var hlutfall hennar 22% af heildarfjölda burstaorma og 18 % hlutfall af heildarfjölda botndýra. Tegundirnar *Cossura longoicirrata*, *Levinseria gracilis* og *Pholoe minuta/inornata* voru einnig nokkuð algengar með 15%, 10% og 9% hlutfalli af heildarfjölda burstaorma fyrir allar stöðvar (3. mynd). Nið tegundir/ættkvíslir fundust á öllum stöðvum og voru það auk ofangreindra tegunda *Chaetozona setosa* með 5% hlutfall, *Nephys sp.*, *Polydora spp.*, *Scoloplos armiger* og *Terebellides stroemii* með 2% hlutfall. Af tegundum sem fundust í færri stöðvum (7) stöðvum en voru í þánotkrum þéttleika má nefna *Dipolydora coeca* og *Pseudopolydora pulchra*, með 6 og 7% hlutfall af heildarfjölda burstaorma. Aðrar tegundir voru sjaldgæfari (3. mynd).



3. mynd. Hlutfullslegur fjöldi (% af heildarfjölda) burstvoarma eftir tegundum á stöðvum (A-J) og óls í Stöðvarfirði.

Alls fundust 36 tegundir/hópar krabbadýra (Crustacea) og þar af voru 22 tegundir mafær. Lang algengasta tegundin með 50% hlutföldi af heildarfjölda krabbadýra var tegund af ættkvísl *Phatis* sp af ættbálki maflöa. Næst algengasta tegundin var svo tegund af ættkvísl *Harpinia*, sp, einnig af ættbálki maflöa, 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 *Diestylis* sp og *Leucon nasicus* af ættbálki pungrækja (Cumacea) og þanggeit (Tanaidacea).

Lindýr voru einnig nokkuð tegundaauðugur hópur botndýra með 23 tegundir/hópa. Prettan, tegundir voru af flokki samloka (Bivalvia) og sjó af flokki snigla (Gasteropoda). Sjó 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 skrápdyrum (Echinodermata) voru slöngustjórnur (Ophiuroidea) algengastar en þær fundust á öllum stöðvum en þó í líttum þéttleika. Alls fundust fjarar tegundir og var *Ophiura robusta* algengust. Á stöð C fundust sæbelgir (Sipunculidae) en þær voru í líttum þéttleika. Práðormar voru á öllum stöðvum nema á stöð C, en þær voru ekki greindir til tegunda.

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

Umræður

Grábrún leðja einkenndi sjávarbotn Stöðvarfjarðar en leðja er su botngerð sem er ráðandi í mörögum austfískum fjörðum (t.d. Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl. 2001; Jónundur Svavarsson og Guðmundur V. Helgason, 2002; Sigmar Arnar Steinþrimsson, 2009). Oxunargeta (redox) setsins var mjög góð og mældust redox gildi óll 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 endurspeglar eðlilegt ástand sets (Hargave o.fl. 2008; Zettler o.fl., 2007; Wildish o.fl. 2001; Brooks o.fl., 2003). Niðurstöður á efnamællingum í seti (TN, TOC, TP og total organic content), sem og redox mællingarnar, í Stöðvarfirði eru bakgrunnsgildi og segja til um magn afangrelnhra efna áður en fiskeldi kemur á þetta svæði. Útlað 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 lifraens kolefnis og telst ástand sets mjög gott ef gildin eru <20 mg/g (Molvær o.fl., 2004). Gildin í Stöðvarfirði voru óll undir þeim mörkum.

Lifrikid á botni Stöðvarfjarðar einkenndist af vel samsettum og rötgrenu sanfélagi botndýra sem er utan áhrifa allra mengunar og sest það best á þeim mikla þéttleika, fjölbreytni og jafnræði sem er milli tegunda (Pearson og Rosenberg, 1978; Rhoads og Germano, 1986). A rannsóknarsvæðinu var bothinn baklin burstaormum sem byggja um sig plípur og lífa með framendann niður graffinn í leðjuna og nærist á grotti (deposit feeders). Tegundirnar *Maldane sarsi* og *Cossura longocirrota*, sem voru algengustu tegundirnar í rannsókninnti, hafa báðar þennan hættinni á við fæðuöflun en saman var hlutfall þeirra 30% af heildarfjölda botndýra. Aðrar algengar tegundir burstaorma líkt og *Chetozone setosa*, *Scoloplos armiger*, *Polydora* sp. s.s. og *Terebellides stroemii* eru einnig grótaetur og lífa annaðhvort sem yfirborðsætur eða grafa sig niður í setið (Fauchald og Jumars, 1979; Jumars o.fl., 2014). Sviðuð samsetninga burstorma þ.e. ormar sem grafa sig niður á botn voru einnig algengir í Reyðarfirði, Mjóafirði og Seyðisfirði (Hafsteinn G. Guðfinnsson o.fl. 2001; Jónundur Svavarsson, 2002; Þorleifur Eiríksson o.fl., 2008a; Sigmar Arnar Steinþrimsson, 2009).

Flestir 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 marflóum fundust á svæðinu (22 tegundir/hópar). Flestar tegundir líndýra sem fundust eru algengar hér við land t.d. gjáhnyta (*Ennucula tenuis*) og hrukkubúldra (*Thyasira flexuosa*). Sumar tegundir samloka hafa fengið annað fræðiheiti á undanfönum árum t.d. hét tegundin *Genaxinus eumyarius* áður *Thyasira eumyaria* (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 stöðvarkónguninn sé stökkbreytt afbrigði beritukóngs en var þó lyst sem sjálftæðri tegund. Östurfestar heimildir eru um fund stöðvarkóngs í Fáskrúðsfirði árið 2006 (Guðmundur Guðmundsson, forstöðumaður safna- og flokkunarfræðideilda Náttúrunáfræðistofnunar Íslands, tölvupostur, 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 botnsýnum í þessari rannsókn en mikilvægt að fundarstaður hans komi fram.

Við fiskeldi safnast upp lifrænar leifar og við það breytist samsetning botndýra þannig að þær tegundir sem ekki bola aukningu á lifrænum leifum hverfa. Mikilvægt er því að hvíla svæðin með reglulegu millibili. Samkvæmt 3. grein reglugerðar 401/2012 um fiskeldi skal hvildartími eldissvæða vera að minnsta kosti 90 dagar. Á hvildartímanum brotna lifrænu leifarnar niður og í framhaldi af því má búast við að botndýr sem lífa í nágrenninu og bola ekki uppsöfnun lifrænna leifa geti fært sig á svæðið aftur. Því er ekki talið að áhrif fiskeldis á botndýralif séu varanleg ef þau eru hvíld með reglulegu millibili og í þann tíma sem tekur botndýralifin 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 veraldarvernum er síthvað að finna um Stöðvarfjörð en misjafnlega nothæft til tükunar á áhrifum fiskeldis á fugla. Úttekt var gerð á áhrifum fiskeldis á fuglalif í Reyðarfirði (Halldór W. Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórisson 2002). Einig verður stuðst við rannsóknir sem tengast fiskeldi og fuglum frá Rifosi í Kelduhverfi (Hördur Kristinsson o.fl. 1999). Náttúrustofan mat einig áhrif framkvæmda á fuglalif í Reyðarfirði þar sem nytjategundir eins og æðarfugl var skoððar sértaklega (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 fuglalif svæðisins. Tegundir á valista sem vitast er um verða talðar upp.

Niðurstöður og umræða

Hér er talin upp 31 tegund fugla í Stöðvarfirði. Sjö þeirra eru á valista (Táfla 6) (Náttúrunefnd-stofnum Íslands, 2000). Reikna má með að tegundir í firðinum séu fleiri enda samanteknar éthugarinir ekki tæmandi fyrir svæðið. Sumar tegundir sem hér eru til umfjöllunar eru gestir á svæðinu og aðrar umferðarfafuglar á leið sinni til fjarlægarl svæða. Andfuglar, mafar og væðfuglar eru mest áberandi.

Töfla 6. Yfirlit yfir fuglokröningar í Stöðvarfirði. Byggt á ferðadögubókum Skárhéðins G. Þórissonar 1995 og Halldórs W. Stefánssonar 2008, tölvupásti Áma Þóris Ragnarssonar 2009 og af vef Ebird 2012-2017.

Tegund	Válisti
Fyll <i>Fulmarus glacialis</i>	X
Díllaskarfur <i>Phalacrocorax carbo</i>	
Álfur <i>Cygnus cygnus</i>	
Grágæs <i>Anser anser</i>	X
Rauðhöfðaönd <i>Anas penelope</i>	
Stokkáond <i>Anas platyrhynchos</i>	
Skúfond <i>Aythya fuligula</i>	
Æður <i>Somateria mollissima</i>	
Straumönd <i>Histrionicus histrionicus</i>	X
Hávella <i>Clangula hyemalis</i>	
Hrafnssönd <i>Melanitta nigra</i>	
Húsönd <i>Bucephala islandica</i>	
Toppönd <i>Mergus serrator</i>	X
Tjaldur <i>Haematopus ostralegus</i>	
Sandlöða <i>Charadrius hiaticula</i>	
Heiðlöða <i>Pluvialis apricaria</i>	
Löppræll <i>Colidris alpina</i>	
Hrossagaukur <i>Gallinago gallinago</i>	
Jáðrakan <i>Limosa limosa</i>	
Spött <i>Numenius phaeopus</i>	
Stelkur <i>Tringa totanus</i>	
Tíldra <i>Arenaria interpres</i>	
Óðinshani <i>Phalaropus lobatus</i>	
Hettumárfur <i>Larus ridibundus</i>	
Stormmárfur <i>Larus canus</i>	X
Silfurmárfur <i>Larus argentatus</i>	
Bjartmárfur <i>Larus glaucoides</i>	
Svartbakur <i>Larus marinus</i>	
Rita <i>Rissa tridactyla</i>	
Kíla <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 öreglubundnum dagbókarskréningum. Á listann vantar algengar tegundir á landsvísu, sem líklegt er að finnist á svæðinu. Tegundir sem vantar á listann eru margar hverjar beintengdar sjónum og finnast allt í kringum landið í mismildum mæli. Má þar nefna t.d. telstu (*Cephus grylle*), sendling (*Colidris morinetta*) og urtönd (*Anas crecca*). Aðrar tegundir sem má vænta að

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

Að vélstategundunum sjó er afar líklegt að húsönd hafi verið gestkomandi á svæðinu og sé allá jafná ekki til staðar (Árni Þáll Ragnarsson 2009). Einnig er óliklegt að straumönd sé þarna að finna í miklum mæli. Tilvist stormmáfs í Stöðvarfirði er óljós en hann verpir viða um land. Grágeas, fyll, svartbakur og hrafn eru nokkuð algengir fuglar á Austfjörðum og á landsvísu. Óliklegt verður að teljast að fiskeldi í sjó muni hafa neikvæð áhrif á bessar tegundir.

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

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

Áhrif fiskeldis eru þekkt fyrir ýmsar tegundir fugla t.d. æður, máfa og skarfa. Mikill fjöldi fugla laðaðist að kylunum í Eskifirði þar sem var ónaði af völdum hljóðs, ljósa, gangandi og akandi umferðar auk skipaumferðar. Þar skammt frá er stærsta æðarvarp i Reyðarfirði sem hefur drafnað vel (Halldór W. Stefánsson og Skarphéðinn G. Párisson 2002). Einnig mætti nefna í þessu sambandi að æðarvarpið í Hölmum í Reyðarfirði hefur mægt faldast hin síðustu ár brátt fyrir fiskeldi í firðinum og náleggð við alver og mikil mavager (Elias Jónsson 2018). Svið reynsla og frá Eskifirði var við fiskeldisstöðina Rifes í Kelduhverfi þar sem fuglar loðuðust að eldini og æðarvarp breyttist lítið (Hördur Kristinsson o.fl. 1999). Samaníktarskýrsla um vistfræðileg áhrif sjókvældis í Nýja Sjálundi benti til að möguleg áhrif á fugla væru ekki vel skligreind, en rannsóknir þar hafa synt fram að sjókvæli laði að ýmsa sjófugla sem rjóta góðs af auknu fæðuframboði við kvarar. Þar var einnig bent að aukið sjókvældi takmarki mögulega búsvæði einhverra fuglategunda, en með vel igrunduð staðarvalli má draga úr slíkum áhrifum (Forrest o.fl. 2007). Þa er bekkt að bátaumferð geti haft falandi áhrif á ófleyga fugla (Follestad, A. 2015) en umfang slikrar truffunar ætti að vera innan bolmarka 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.

Pörungar 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 fjárdar í Stöðvarfirði og eitt viðmiðunar snið var staðsett utan þess svæðis nokkuð innar í firðinum (1. mynd). Við útlögningu sniðs var málband strengt þvert á fjöru frá efstu mörkum, sem var nálegt éfri mörkum klettadoppu (*Littorina saxatilis*), og að neðstu mörkum (0 m). Fjörar 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 rammi og þekja þörunga, fjörusvertu og fastra dýra ákvörðuð. Fjörubedi var einnig lýstgráflega 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 mængunar eða rusls.

Niðurstöður

Á öllum stöðum sem rannsóknin tók til einkenndist fjörubedurinn af stórgryti eða hnallungum með mál eða sandi í undirlagi auk þess voru klappir á stöð C á sníði 2. Þeir stórbörungar sem mynduðu mestu bekju í fjörum voru skúfþang (*Fucus distichus*), bólþang (*Fucus vesiculosus*) og hrossábari (*Laminaria digitata*). Beitaskipting þangtegunda var áberandi. Klapparþang fannst einungis á stöð A á öllum sníðum en bólþang fannst einungis á stöðvum B og var með 60%, 80% og 20% þekju á sníðum 1, 2 og 3. Skúfþang fannst á stöðvum B—D en ekki í stöðvum A og var ríkjandi þangtegund í stöðvum C á öllum sníðum. Söl (*Palmaria palmata*) fannst í stöðvum C og D á sníðum 1 og 3. Á stöð C á sníði 1 var brimskúfur (*Acrosiphonia sp*) áberandi (Tafla 7). Á stöðvum D á sníði 1 og 2 var hrossábari með 80% og 50% þekju. Af fóustum dýrum var kræklingur (*Mytilus edulis*) í mestum þéttileika á stöðvum C og D á sníðum 1 og 2 en kom jafnframt fyrir á stöðvum B. Mesta þekja kræklings var á stöð D í sníði 1. Á sníði 3 var kræklingur einungis á stöð C og myndadí þar 10% þekju. Hrúðurkarlar fundust á öllum stöðvum í sníði 3 en kom ekki fyrir á stöðvum A í sníðum 1 og 2. Mesta þekja hrúðurkarla var á stöð C í sníði 2 (Tafla 7).

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

Tafla 7. Yfirlit yfir þekjuþörunga, fjörusvertu og fastra dýra á þremur sníðum í Stöðvarfirði þann 18. október 2016.

Tejundir/hópar	Sníð 1				Sníð 2				Sníð 3			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Brúnþörungar												
Skúfþang (<i>Fucus distichus</i> afbr. <i>evanescens</i>)	10	30	4		2	60	2		30	60	30	
Bölþang (<i>Fucus vesiculosus</i>)		60				80				20		
Klapparþang (<i>Fucus spiralis</i>)	x				x				x			
Hrossábari (<i>Laminaria digitata</i>)		5	80				50			1		
Marinkjarni (<i>Alaria esculenta</i>)			5									
Rauðþörungar												
Söl (<i>Palmaria palmata</i>)		6	1							5	10	
Surtarjafni (<i>Rhodometra lycopodioides</i>)		x										
Rauðþörungur ðgr. (Rhodophyceae)		2	1			3	9			5		
Kalkskorpa (Corallinaceae)		2	1	x		2	25			1		
Purpurahilma (<i>Porphyra umbilicalis</i>)									x			
Grænþörungar												
Grænhimma (cf. <i>Ulva</i>)			1				x					
Græn slikja	23								75			
Brimskúfur (<i>Acrosiphonia</i> sp.)		30				1			x			
Fléttur												
Fjörusverfa (<i>Verucaria maura</i>)		30			40							
Hvit skóf		4										
Fast dýr												
Kraeklingur (<i>Mytilus edulis</i>)	7	12	25		3	5	6			10		
Hrúsburkari (<i>Semibalanus balanoides</i>)	5	x	1		x	10	6	x	5	6	6	
Fjöldi tegunda	4	4	10	8	3	4	6	8	3	4	5	6

Umræða

Tegundasamsetning þörunga var svipuð milli sníða í rannsókninni en sníð 1 og 2 sem tekin voru á því svæði sem fyrirhugað fiskeldi á að koma í sjó voru talsvert tegundaauðugri í samanburði við sníð 3, sem var tekið utan þess svæðis. Samkvæmt vistgerðarflokkun Náttúrufræðistofnunar Íslands þá var svæðið þar sem sníð 1 og 2 var staðsett flokkað sem þangfjara en heim hefur skipt í fimm flokka þ.e. klöþangsþjörur, skúfþangsþjörur, bólþangsþjörur, sagþangsþjörur og þangklungur (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016). Út frá sníðunum tveimur í fjórundi við fyrirhugað fiskeldissvæði þá flokkast fjaran þar sem bólþangsþjara en elnkenni þeirra er að þar er bólþang rikjandi með yfir 30% þekkju og lítið sem ekkert er af klöþangi en skúfþang er til staðar ásamt bólþanginu. Bólþangsþjörur hafa hátt verndargildi og eru algengastar á Norðvestur-, Norður- og Austurlandi en koma sjaldnar fyrir á suðurströndinni og þar sem brímasemli er mikil (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016). Á viðmiðunarstöðinni var skúfþang rikjandi en sú fjörugerð hefur miðlungs hátt verndargildi (Jón Gunnar Ottósson o.fl., 2016).

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

Heimildir

- Agnar Ingólfsson, Hrefna Sigurjónsdóttir, Karl Gunnarsson og Eggert Petursson (1986). *Fjörulf*. Reykjavík: Ferðafélag Íslands.
- Brooks, K.M., Stiems, A. R., Matlinkeinb, C.V.W. & Blackbuinc, D.B. (2003). Chemical and biological remediation of the benthos near Atlantic salmon farms. *Aquaculture* 219, 355 – 377.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir, Þorleifur Eiríksson & Böðvar Þórísson (2011). Botndýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði. Unnið fyrir HB Grunni Neskaupstað: Náttúrustofa Austurlands.
- Erlín Emma Jóhannsdóttir & Cristian Gallo (2015). Botndýrarannsóknir og eftmagreiningar á sjó og seti vegna fiskeldis í Berufirði 2015: Unnið fyrir Fiskeið Austfjarða: Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Ebird (2009-2017). Stöðvarfjörður þorpiað (town). Skoðað í október 2017 á <http://ebird.org/ebird/subnational/IS-7/hotspots>
- Elias Jónsson 2018. Munnlegar upplýsingar 17.2.2018.
- Enckell Pehr H. (1998). Kräftdjur. Fauna. 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.
- Folkestad, A. 2015. Effekter av fôrstryrelser på fugl og pottedyr fra akvakulturanlegg i sjø – en litteraturstudie. – NINA Rapport 119.
- 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. Cawthon Report No. 1285.
- Guðrún Á. Jónsdóttir og Inga Dagmar Karlssdóttir (2000). Kánnun á lífrikli leiðunni í botni Seyðisfjörðar. Neskaupstaður: Náttúrustofa Austurlands.
- Hafsteinn G. Guðfinnsson, Héðinn Valdimarsson, Steingrimur Jónsson, Jóhannes Briem, Jón Ólafsson, Sólvög Guðrún Ólafsson og Þórir A. Steingrimsson (2001). Rannsóknir á straumum umhverfisþáttum og lífrikli sjávar í Reyðarfirði frá júlí til október árin 2000. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun.
- Hall Ó. Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórísson 1999. Fuglaþuganir í Reyðarfirði vegna fyrirhugaðs ávers. Náttúrustofa Austurlands.
- Hall Ó. Stefánsson og Skarphéðinn G. Þórísson 2002. Viðauki IV- Fuglalif í Reyðarfirði-Samantekt Náttúrustofa Austurlands-Unnið fyrir Samherja hf. í Reyðarfirði. Alt að 6000 tonna laxeldistöð í Reyðarfirði. Mat a umhverfisahnifum. Viðaukar I-VII.
- Hargrave, B. T., Holmer, M. & Newbold, C.P. (2008). Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators. *Marine Pollution Bulletin* 56, 810–824.
- Hemmi, A., Mäkinen, A., Jormalainen, V. & Honkanen, T. (2005). Responses of growth and phlorotannins in *Fucus vesiculosus* to nutrient enrichment and herbivory. *Aquatic Ecology* 39, 201–211.
- Hröður Kristinsson, Hall Ó. Stefánsson, Guðmundur Guðjónsson og Ólafur K. Nielsen 1999. Gróður og fuglalif við Lón og Auðlujargarstaði í Kelduhverfi. Unnið fyrir Vegagerðina á Akureyri. NÍ-99021: Akureyri, desember 1999.
- Ingi Óskarsson (1961). Nyunjgar um Isenzzk lindyr. Náttúrafraæðingurinn 30, (4), 183–185.

- Ingimar Óskarsson (1982). *Skeidýrafjána Íslands. I. Samlokur í sjó. II. Sæsinglar með skei*. Reykjavík: Óskar Ingimarsson.
- Jón Gunnar Ottósson, Anita Sveinsdóttir og María Harðardóttir (ritstjórar) (2016). Vistgerðir á Íslandi. Fjöldi 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.
- Jónundur Svavarsson og Guðmundur V. Helgason (2002). Lifriki á botni Mjóafjarðar. Fjöldi liffræðistofnunar Háskóla Íslands nr. 63.
- Kristinn Haukur Skarphéðinsson, Borgny Katrínardóttir, Guðmundur A. Guðmundsson og Svenja N.V. Auðage (2016). Mikilvæg fuglosvæði á Íslandi. Fjöldi Náttúrufræðistofnunar Íslands nr. 55. Garðabær. Landhelgisgæsla Íslands (2007). Glethinganes - Hlaða: Sjókort af Austfjörðum, [1:100.000]. Reykjavík: Landhelgisgæsla Íslands.
- Landhelgisgæslan (2016). Dýptarlinuri Stöðvarfirði – Vektorgöng afhent frá Landhelgisgæslunni.
- Landmælingar Íslands (2013). Leyfi, samkvæmt 31. gr. upplýsingalaga nr. 140/2012 og lögum um landmælingar og grunnkortagerð nr. 103/2006, týrir gjaldfrjáls gögn frá Landmælingum Íslands. Sött 01.11.2016 á <http://www.lmi.is/wp-content/uploads/2013/10/Leyfi-fyrigjaldfr%C3%A1lls-g%C3%B6gn-LMI%C3%ABD-Almennir-skilm%C3%A1lar.pdf>
- Landmælingar Íslands (2016). IS50V vektorgagn. Sött 23.12.2016 á <http://stas.lmi.is/LmiData/index.php>.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, I., & Sørensen, J. (2004). *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledering*. Norway: Norsk institutt for vannforskning.
- Náttúrufræðistofnun Íslands (2000). Völisti 2. Fuglar. Reykjavík: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Oh, E.S., Edgar, G.J., Kirkpatrick, J.B., Stuart-Smith, R.D. & Barnett, 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). Macrofaunal succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review* 16, 229–311.
- Reglugerð um fiskeildi nr. 401/2012.
- Rhoads D.C. & Germano, I.D. (1986). Interpreting long-term changes in benthic community structure: a new protocol. *Hydrobiologia* 142: 291–308.
- Rönneberg, O. (1991). Changes in the benthic vegetation in the Åland archipelago. *Forandringer i bottenvegetation i ålandska skorguðsvatten* 67, 102–106.
- Thermo Fisher Scientific inc. (2007). User guide. Redox/QRP electrodes. Skoðað þann 25. september 2017 á slóð <https://tools.thermofisher.com/content/sfs/manuals/D15841~.pdf>
- Sigmundur Steinþorsson (2009). *Botndýralif / Sýðisfirði: Rannsókn gerð í tengsíum við undirbúnung á laxeldi í sjó*. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun.
- Staðlarað Íslands (2016). *Environmental monitoring of the impacts from marine finfish farms on soft bottom*. IDT ISO 12878-2012.
- Steinunn Hilma Ólafsdóttir & Sigmundur Steinþorsson (2007). *Kárahnjukavirkjun: Botndýralif / Héraðsflóa: Grunnástand fyrir virkjun Jökulsárlón og Jökulsá í Fljótsdal*. Unnið týrir. 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, 459–476.
- 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.
- Þorleifur Eiríksson, Þóðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason (2003a). *Botnadrýr í botni Noreftjarðar. Unnið fyrir Síldarvinnsluna (SVN)*. Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarda.
- Þorleifur Eiríksson, Þóðvar Þórisson og Björgvin Harri Bjarnason (2003a). *Botnadrýr við fyrnmugadóðar fiskeldiskvár í Reyðarfirði. Unnið fyrir Reyðarfírá* (Samherja). Bolungarvík: Náttúrustofa.
- Þorleifur Eiríksson, Þóðvar Þórisson og Sindrí Sigurðsson (2003c). *Botnadrýr við fiskeldiskvár í Mjóifirði. Unnið fyrir Sæslifur* (Samherja). Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarda.
- Þorleifur Eiríksson og Þóðvar Þórisson (2004). *Botnadrýr í Berufirði og Fáskrúðsfirði. Unnið fyrir Salar-ísländica*. Bolungarvík: Náttúrustofa Vestfjarda.
- Þorleifur Eiríksson, Þóðvar Þórisson og Gunnar Steinn Gunnarsson (2007). *Botnadrýrarannsóknir vegna fiskeldis í Berufirði. Unnið fyrir Salar-ísländica*. Bolungarvík, Náttúrustofa Vestfjarda.

Viðauki I

Hópur/ætt/tegund	Íslenskt	Stöð								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Anelida Polychaeta</i>	Burstaormar									
<i>Amoge sp</i>		0	0	0	0	27	0	0	0	0
<i>Ampharetete petersonae</i>		320	27	107	107	0	133	0	0	53
<i>Ampharetete sp</i>		107	133	0	80	80	160	27	0	0
<i>Ampharetidae</i>		0	0	0	0	0	27	0	0	0
<i>Arenides 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>Bræða sp</i>		27	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Bræða villosa</i>		0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Capitella capitata</i>		0	0	27	27	0	27	0	0	107
<i>Capitellidae</i>		0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Choeranone setosa</i>		1093	1120	827	293	693	1227	293	480	27
<i>Cirratulidae</i>		0	0	0	0	0	27	0	27	0
<i>Cossura longocirrata</i>		1413	3787	960	373	1227	5680	3547	453	1227
<i>Dipolydora cailleryi</i>		160	320	1040	160	107	160	0	0	133
<i>Dipolydora coeca</i>		133	240	2587	2693	0	0	400	1360	560
<i>Ectone longa</i>	Lærlileifni	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
<i>Flabelligeridae</i>		0	0	0	0	0	0	0	53	0
<i>Galathowenia oculata</i>		0	107	507	640	107	80	0	587	0
<i>Hamatothele imbricata</i>	Loshreistri.	0	53	0	27	53	0	0	27	0
<i>Hesionidae</i>		53	0	0	80	0	0	0	0	80
<i>Laonome kroyeri cf</i>		0	0	0	240	0	0	27	187	0
<i>Lophania boeckli</i>		0	0	27	0	0	80	0	0	0
<i>Levinsenia gracilis</i>		533	593	1680	1493	1280	1653	1600	827	3093
<i>Lumbineris/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>Melitta elisabethae</i>		0	0	27	0	0	0	0	27	0
<i>Microclymene acicula 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	90	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 lumbinalis</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>Parougio 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
<i>Polynoidae</i>		0	0	0	0	0	0	0	27	0
<i>Priamospio sp</i>		53	53	0	0	53	0	0	0	0
<i>Priamospio steenstrupi</i>		53	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prolecia griffii</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	150	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 goniocephalus</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>Stenaspides scutata</i>		0	53	53	0	67	40	40	27	0
<i>Stenaspides sp</i>		0	0	80	107	0	0	0	27	0
<i>Syllidae</i>		293	0	27	53	107	107	27	27	0
<i>Syllis/Typosyllis sp</i>		0	427	27	0	213	53	0	0	0
<i>Terebellidae</i>		0	53	0	0	0	27	0	0	0
<i>Terebellides sp</i>		0	107	0	0	373	157	107	27	27
<i>Terebellides stroemii</i>		427	560	107	80	107	427	240	157	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	Anar	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>	Gljáhnýta	0	133	0	0	120	93	0	27	0
<i>Genaxinus eumyrianus cf</i>		0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Goethiemia 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>	Hallóka	0	0	0	27	53	0	0	0	0
<i>Nuculana pectinata</i>		27	27	53	0	13	13	27	0	13
<i>Nuculana minuta</i>	Trónusystir	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>	Hrukkubúldra	27	0	27	27	0	53	0	0	53
<i>Thyasira sp</i>		0	0	0	0	0	27	0	0	0

Hópur/aett/tégund	Íslenskt	Stöð								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Mollusca Gasteropoda	Shiglar									
<i>Bulbus smithii</i> cf.		0	0	0	0	0	0	27	0	27
<i>Cylichna alba</i> cf.		0	0	0	0	0	0	27	0	0
<i>Lepeta coeca</i>		0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Margarites helcinus</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</i> cf.		0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Oenopota cinerea</i> cf.		13	0	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda Amphipoda	Marfær	13	0	0	0	27	27	0	160	53
<i>Amphelisca aequicornis</i>		0	0	0	0	27	0	0	0	0
<i>Amphelisca</i> sp		0	0	13	0	0	0	27	27	0
<i>Ampheliscidae</i>		13	107	160	0	0	0	0	0	0
<i>Amphithoe rubricata</i> cf.		0	0	0	0	0	0	0	0	27
<i>Anonyx nuxox</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Argissidae</i>		0	0	53	0	0	0	0	0	0
<i>Autanoe longipes</i> cf.		0	0	13	0	0	0	0	0	0
<i>Byblis gammaridi</i>		0	0	27	53	0	0	0	107	0
<i>Centromedon pumilus</i> cf.		0	0	0	0	0	107	0	0	0
<i>Ceraptes crassicornis</i> cf.		0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Ceropilum</i> sp		0	0	80	160	0	0	0	53	27
<i>Haploops</i> sp		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</i> sp		0	0	507	240	0	0	27	400	533
<i>Lysianassidae</i>		93	80	147	0	0	0	0	0	213
<i>Lysianella petalocera</i> cf.		0	0	0	27	0	0	0	27	0
<i>Medicorophium affine</i> cf.		0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Monoculodes longirostris</i> cf.		0	0	0	0	0	0	0	27	0
<i>Oedicerodidae</i>		0	0	27	0	0	0	0	0	13
<i>Onisimus plautus</i> cf.		40	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paraphoxus oculatus</i> cf.		0	27	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paroediceros cf propinquus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	53
<i>Paroediceros lynceus</i>		0	0	0	0	27	0	0	0	13
<i>Paroediceros</i> sp		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</i> sp		0	0	53	4000	0	0	453	3840	2413
<i>Phoxocephalidae</i>		0	0	0	213	0	0	0	0	0
<i>Protomedela fasciata</i>		0	0	13	213	0	27	107	293	0
<i>Protomedela</i> sp		0	0	0	0	0	0	0	53	0
<i>Unciola planipes</i>		0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Unciola</i> sp		0	0	0	0	0	0	27	0	80
Arthropoda Cumacea	Pungraekja									
<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/legund	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>Leucan nasica</i>		27	0	0	257	0	0	27	400	107
<i>Leucan sp</i>		0	0	27	9	0	0	0	53	213
Arthropoda Decapoda										
<i>Pagurus bernhardus</i>		0	0	13	0	0	0	0	0	0
<i>Sabinia sarsi</i>		0	53	0	0	0	0	0	0	0
Arthropoda Isopoda	þanglits									
<i>Smathia 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
Arthropoda Leptostraca										
<i>Nebalia bipes</i>		13	0	0	53	27	0	0	0	53
Arthropoda Ostracoda	Skeikrébbi									
<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
Arthropoda Tanaidacea										
Echinodermata Asteroidea										
<i>Astropecten irregularis</i>		0	13	0	0	0	0	0	0	0
<i>Luidia sarsi cf</i>		0	0	0	0	0	0	0	27	0
Echinodermata Ophiuroidea										
<i>Amphipura sp cf</i>		13	0	27	107	0	0	0	53	0
<i>Ophium albium</i>		0	0	0	53	0	0	0	0	0
<i>Ophium ophiura</i>		0	0	0	0	13	0	0	0	0
<i>Ophium robusta</i>		0	187	53	133	27	40	27	107	40
<i>Ophium sp</i>		0	0	0	53	0	0	0	0	0
Nemertea	Ranaormar									
<i>Cerebratulus sp</i>		53	0	0	0	80	53	0	27	27
Sipunculidae										
Nematoda	þráðormar	187	480	0	80	2160	1253	880	53	693

Viðauki II

Meðalfföldi hópa/tegunda á stöðvum (3 sýn) sem liggja til grundvalla fyrir útreikninga á fjölbreytileika, í Stöðvarfirði árið 2017.

Hópur/ætt/tegund	Stöðvar								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Anoge sp</i>	0	0	0	0	27	0	0	0	0
<i>Ampelisca sp</i>	0	0	65	0	33	0	27	28	0
<i>Ampharete sp</i>	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 sp</i> cf	0	0	0	53	0	0	0	0	0
<i>Anonyx rugax</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>Apistobranchus tullbergi</i>	13	0	0	0	13	27	0	0	0
<i>Argosididae</i>	0	0	53	0	0	0	0	0	0
<i>Antarctiella elliptica</i>	0	0	0	0	0	13	0	0	0
<i>Astarte sp</i>	0	0	27	53	0	0	0	54	0
<i>Astropecten irregularis</i>	0	13	0	0	0	0	0	0	0
<i>Autonea longipes</i> cf	0	0	13	0	0	0	0	0	0
<i>Brachydiastylis resimna</i>	0	0	53	80	0	0	0	27	0
<i>Broadb sp</i>	27	0	54	0	0	0	0	0	0
<i>Bulbus smilii</i> cf	0	0	0	0	0	0	27	0	27
<i>Byblis gaimardi</i>	0	0	135	53	0	0	0	110	0
<i>Capitello 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 sp</i>	0	0	0	0	0	0	0	27	0
<i>Chaetozone setosa</i>	1093	1120	827	293	693	1227	293	480	27
<i>Cirratulidae</i>	0	0	0	0	27	0	0	27	0
<i>Cinoecardium ciliatum</i>	0	0	0	27	13	0	0	27	0
<i>Corophium sp</i>	0	0	80	160	0	0	0	55	27
<i>Cossura longacirrata</i>	1413	3787	960	373	1227	5660	3547	453	1227
<i>Crenella decussata</i>	0	0	0	27	0	0	27	107	0
<i>Cryptasterina 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>Cyprinidae</i> sp cf	0	0	0	0	0	0	27	0	187
<i>Distyliis sp</i>	27	107	546	0	80	80	133	53	187
<i>Dipolydora coulteri</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 sp</i>	213	106	107	53	186	80	0	27	0
<i>Eudorella emarginata</i>	0	53	80	0	0	53	0	0	80
<i>Flabelligeridae</i>	0	0	0	0	0	0	0	53	0
<i>Galathowenia oculata</i>	0	107	507	640	107	80	0	587	0
<i>Genaxinus esymiarus</i> cf	0	0	0	27	0	0	0	0	0
<i>Gnathia sp</i>	53	27	0	27	0	0	0	0	0

Hópur/ætt/tegund	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Goethemia elegans</i> cf.	13	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Haploops</i> sp	98	187	0	0	183	51	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>Lophania boeckii</i>	0	0	27	0	0	82	0	0	0
<i>Lepeta cœca</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>Luridio sarsi</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	3960
<i>Marenzelleria wireni</i> cf.	0	0	27	0	0	0	0	0	0
<i>Margarites helicus</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>Melimma ellabothiae</i>	0	0	27	0	0	0	0	27	0
<i>Microphthalmus aberrans</i>	0	27	27	27	27	107	373	80	160
<i>Moeriteria 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>Nephrys</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 permula</i>	27	27	80	0	13	13	27	0	98
<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>Oediceratidae</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>Ophiuра albida</i>	0	0	36	0	0	0	0	133	27
<i>Ophiuра ophiura</i>	0	0	0	0	13	0	0	0	0
<i>Ophiuра robusta</i>	0	187	71	293	27	40	27	133	40
<i>Ophiuroidae</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>Parouglia nigridentata</i>	80	53	133	107	80	80	133	0	27

Hópur/aett/tegund	A	B	C	D	E	F	G	H	I
<i>Pectinaria koreni</i>	0	0	27	107	0	0	0	107	0
<i>Phenusa falcata</i>	13	53	0	0	53	0	0	0	0
<i>Philomedes sp</i>	0	0	0	53	0	27	0	80	80
<i>Phoxo minuta/nomata</i>	1813	1200	1200	933	1040	1760	1413	720	997
<i>Phoxus sp</i>	0	0	53	4000	0	0	453	3967	2477
<i>Phyllodocidae maculata</i>	13	27	53	187	27	27	53	0	134
<i>Pleurogonium sp</i>	27	0	80	53	0	27	80	133	54
<i>Pleustes panoplus</i>	0	0	0	27	0	0	0	28	0
<i>Priacanthus sp</i>	106	53	0	0	53	0	0	0	0
<i>Prætæca graffi</i>	0	170	0	0	53	165	27	0	27
<i>Protomedædia 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 sp</i>	0	0	80	400	0	0	0	80	80
<i>Sabellidae borealis</i>	0	0	0	0	80	0	0	0	0
<i>Sabinea sarsi</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>Spiro gonocephala</i>	0	107	0	80	0	0	27	0	0
<i>Spiro limicola</i>	0	53	0	0	973	0	27	0	53
<i>Spiro sp</i>	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 sp</i>	0	640	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tanidaceæ</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>Thysanira 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>Uncinella sp</i>	0	0	0	27	0	0	27	0	81

Viðauki III

33

Náttúrustofs
Austurlanda
Mýrargötu 10
740 Neskaupstaður

Verkefni nr.: 6EM17058 Dags.: 20.09.2017
 Heiti verkefnis: Elnamælingar í seti Afrit:
 Umsejón verkefnis: Dr. Helga Þórgóða Flosadóttir
 Sýni: 9 setsýni /Náttúrustofa Austurlands
 Fulltrúi verkkaupa: Erlin Jóhannsdóttir
 Móttakja: Reikn.nr.: _____

Náðurstöður á mælingum í setaynum teknum í maí 2017 eru einfaraði:

Dags. Sýnatíku	Enr.	Sýni	TN	TC	TOC	P-tot	Tot. Org cont.
			%	%	%	ppm	
30.5.2017	138703	Stöðvafj. st.A	0,25	2,07	1,66	2014	7,27
30.5.2017	138705	Stöðvafj. st.B	0,25	2,24	1,68	1909	8,99
30.5.2017	138707	Stöðvafj. st.C	0,16	1,81	0,98	1355	6,50
30.5.2017	138709	Stöðvafj. st.D	0,15	2,07	0,87	1322	6,73
30.5.2017	138712	Stöðvafj. st.E	0,24	2,05	1,67	2090	8,57
30.5.2017	138713	Stöðvafj. st.F	0,35	2,40	1,95	1419	8,79
30.5.2017	138715	Stöðvafj. st.G	0,28	2,32	1,69	1652	9,71
30.5.2017	138717	Stöðvafj. st.H	0,15	2,29	0,87	1259	6,61
30.5.2017	138719	Stöðvafj. st.I	0,27	2,27	1,58	1686	9,21

Grenningarálfarið = þurkun og mylum. TN, TON, TC og TOC meitt með Vario-Cube sumehagreni. Fyrir TN eru sýni pressud. P-tot er magnanlegt með ICP-OES eftir upplausn í sýni með aðstöð örþyggja. Heildar líffrænt efn er meitt með óslákin (loss on ignition). Gildi gefin upp miðað við 0% raka.

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 13th 2013



STATEMENT OF SALMON LOUSE INFECTION IN THE EAST FJORDS OF ICELAND

TO WHOM IT MAY CONCERN

I the undersigned Gisli 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 chance 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;


Gisli Jónsson
Veterinary Officer for Fish Diseases



Austurvögur 6 - 100 Reykjavík - Iceland - Tel. (+354) 530 4100 - Fax (+354) 530 4801 - iceland@maist.is - maist.is

Viðauki 7: Leiðbeiningar frá MAST um lúsatalningu



Lusatalningar um lúsatalningu og vökðum lússímmti í sjófiliunum

Málmíð

Af fyrirvara með stóru laxálfum (þóttvændum), með því að hafa óg tungt með hýsi í hesturjálfum (L), hreyfingum (H) og fálfarðar hestum (F).

MAST-værur er all þóttvaða stóru lússímmti í tilgangi til að gera sagt með að hesturjálfum, máltingar til að gera gert aðstæður um fyrribyggingar eða annars konar aflegðum sem málmíði smítang á ummálfing aðrir náðar; til að mikilvægt að þóttvaða lússímmti í tilum tilboðum á sama náði – svo langt sem ólínihálfuminn haukurfar með svo hángi sem að samræma síkur adjektiv.

Þessöngur sem fálfar með lússatalningu reynt til að segja Krif um armtílag á vittum fálfum er meðtölvingi til að gera sagt fyrir um smítangar smítang hreyfingar sem verfu að gera umhild að ræðumálfum umhverfisfæðasóðum.

Náður adjektiv vís til eru með gera spjólyngjarnar límsíðanlegri og hæta valferti hukum og vinnusíðastofur herra sem hafa:

1. Undirbúnningar
Starfsmenn og undirbúnningar:
<ul style="list-style-type: none">• Lússíðanlegurhálfur með hafa ólínihálfum lað nefna við og teknar hana á ólínihálfum sínum.• Þær sem telja ólínuhálfum með ólínihálfum um ólínihálfum á smítangarhljóum sem notuð eru til taliðingu.
Komfur til talningar og skráningar Á hauksí:
<ul style="list-style-type: none">• Útforsarinn þarf óvalt að veita til stafar i lússatalnum:<ul style="list-style-type: none">– Skráningartíði.– Kastinn með hesturjálfum sem er aðlagð að standi kylavarpi eftir s.s. „standi“.– Svarfimpulur (þór myndum).– Þóttválfur sem hentur tilboð fálfum, frá 200-900 L. Þíð miðið er ekki gerð konur þarf að hafa tappa í bermum sem hángi sé að lís Væriti á kurmu og telju því um hafa fálf að.– Sigði ónánúsgátt til að lís tólfar hafi frá vinnu.– Úppfyllt gármálinnálar með sláttum ófálfum sem ikki skálfar breitihring og ólínihálfum.– Samgöngið lím, jafnséf umslóðar ef taldir ar í límlíðagögnum.– Háfur með hesturjálfum sínum.
2. Vinnu og undirbúnning
Umfar formleikar á hauksí um ólínihálfum sem þóttvaði ólínihálfum er með ólínuhálfum eða ólínihálfum vinnu:
<p>Hinntaði talningar: Þegar hauksíng sýnir er lagður en 4°C skal aðri telja. Þegar loftmáli fer undir -5°C skal ekki telja.</p> <p>Fjöldi talningar: Þessi vísar í undirbúnnum 1. apríl til 1. júní, að því gefnu að hauksíng davar se yfir 4%, fyr 1. júní til 1. september skal telja 2. hauksíngi, og svo afur minnstaðeiga þar til vinnur og hafi hauksí.</p> <p>Umfang: Ef hauksí er ólínihálfur eru í undirbúnnum ólínihálfur ólínihálfum. Telja skal lís i hauksíng hefur þótt sum ólínihálfum samrunaður um 4-12 lyfum. Telja skal lís á eða minnsta hefur 10 lyfum.</p> <p>Dreifing: Í undirbúnnum ólínihálfum er ólínihálfur ólínihálfum, með að næst mynd hafi af dreifingu ólínihálfum stófum.</p>

1. Framkvæmd tilgangar

Mist 2.4 myndir frá þessum tilgangum í vinnugangnum og tilgreiningum af tilgangum með fólkum.

Háð sáttur í tilgangi:

- Nú er skráð ísl. „orkustum“ (þessið erði sáttur) eða ólta samþjónslega aðberi til að fanga háðum, sem thýggir að meðhöndluðu háð um einnig að best verður að leissi og að tilgangun fólk fóka ráði í tilgangi, miðað við almsíðar hvernig sinn. Algsíðumr skálu geraðar á tilgangun og yfirlægðan háð, varðið hev að fá af margra fólk í næstu/keitu og ekki með brengja um of að fólkum, séðum tilbendingum fyrirtækjara frestuhófi og lítið koma í minna meill af fólkum.
- Þá megar „þóttar“ eru í háðum skrá (síðast við að fá sem fósta af þeim í tilganguna, sem ekki hefur tilgreint tilgreiningu eða resultala) í háðum.

Tilgang heimildarmáli:

- Allar fólkur skal vera meðfærð eftir tilgangarálfur um háðar fer (tilgangi).
- Innfingarheiti skal tilgangi fyrir þá, sér, meðfylgjandi leitbeiningum frá synsdeki. Lyfjumálinn endar í um vika sí meðal fólkum í byfjáldindum og hún gengið á dinnum stafi, en 2 dagar sí meðalur spít.
- Heildagur voru verðar að vera í kantið hamingu að fólkum geti austverðilega flætt, þ.e.s. jafn svá ekki veva af grænn.
- Háði í meðalt lagi 5 fólk í römu í tilgangi. Víðurður fer þá með að ekki standi háðum. Inntegju loka og ólora, eins og vesturborgartarla og fóðri starfsmála sem sínar tilgangunum. Vill rétta ekki með tilgangarlefs á háðum að eina meðhöndlu eftir um 1 minnuta. Þetta er þó breytilegir örthir óstórhús og mikorma.
- Fólkurinn teknar nánlgaga vefsíður of lífarráðsins ekki spæfumur við að vera left upp á kanti.
- Skipta skal um tilgangarhluti reglugjá, helst um 10 fólk os fyrst vitnið er orðin öruggar.
- Þá tilgangarhlutinn er numrat fyrir of meangu fólk, eða ef vinnusamunin er lítil er hætt að all voru komin til tilgangarhlutinn í kanti. Þegar það gerist trú sjá að fólkum voru ófá af vinnusamunum, en er óvan að koma, skipta skal ytra um voru, eða hæta fólkum spj i hand til að hefjla sundursímshlutfoldi.

Lifning

Öflungar:

- Skipti voru fólk í annaðri tilgangarhlutinn. Haldur fólkum sín og sunnhárt, að ekki verði spæfumur, þar sem hærri breyttar austverðilegas. Þótti uppháa fólkukum sem víska engum skála á tilgangi fólkum.

- Gjarnskoðið hvern fisk, t.d. með heilum tilgreinum (þórdi ófiskar) sem sín tilgreinum geng línum synlegar. Þóða þarf veri tilgreinum súga þur sem fástar til ófiskar gjarnan allt veri. Þóðusar hefur ekki tilgreinir en lokusar en gerur staknum verfi ófiskar til sínna frá yfirum hryfingum tilgreinum lokusar.
- Hér festsjanælding lössmörk eru miðag til og ætar heitt erhit af sjá þess, vörðulögur er talð er í tilgreiðum birtu. Þó getur óvinnilegur komið af gríðum vötum.
- Teljð lössar fari í hryfingarkerfina með hafið mudi i meðbaltal lokusmörk. Vöngulegast er að rúca flugur, lígt til af sigta í gegnum vottum. Lössar með lokusar eru kærð. Þóðumip finnar hér afsetta á hryfingunum í annars leyti, van engum hér verði teknileg.
- Teljð löss i sumri, þráða ekki ekki tilgreinum (þó norka dýrmyndum)
 - c. [Festar hér \(1\)](#)
 - c. [Hreyfingar hér \(1\)](#)
 - [Kynleikar lokusar \(með að la spottunum\) \(1\)](#)

Blestirnumiðarsíðukortið fyrir lokusar

Stærð	Uppruna							
100-110								
111-120								
121-130								
131-140								
141-150								
151-160								
161-170								
171-180								
181-190								
191-200								
201-210								
211-220								
221-230								
231-240								
241-250								
251-260								
261-270								
271-280								
281-290								
291-300								
301-310								
311-320								
321-330								
331-340								
341-350								
351-360								
361-370								
371-380								
381-390								
391-400								
401-410								
411-420								
421-430								
431-440								
441-450								
451-460								
461-470								
471-480								
481-490								
491-500								

STÖÐVAFIRÐI FISKELDI AUSTFJARÐA HF.

- Íslagur heit er að telja hér á lokusum er vestingur um tætum hvern viðum í lokusum sín (kanst allur en hóumur er skráð plus útvara. Þarf fakturinn meðbundinardæmi (koma en mikil kaupa á heimstofnunum og aldrum í ljósford) þar sem gerur jafnvel lengi lengi upp við náiðum ófiskum óður en henni næst fulli meðhöfnum).

4. Síðumálgun

Síðumálgun tilgreindar og ótilgreindar:

- Fjöldi hosa í hvern fiski er skráður líkett hross hvern fisk, á þar til að ekki tilgreindar, fjöldi hryfum fiski er sín laður saman kálfum og meðföldum meðan hvern lokusfiski. Þessar fiskar eru óskráðar með fjöldi fiska sem voru með í tilgangið fyrir hvern fiski.
- Skráð upphlysingar um seður og hraðing fiskar að tilgreindag, nærmre ólætur, ólætur og óljóttar ófiskar tilgreindar, fyrsta fiska í leyti, meðföldvergi í leyti. Seðu sínar skrá meðhöfnum.
- Meðföldi fyrir ófiskar er fjöldi með fvi að leggja saman meðföldum hvern lokusfiski og celle með fjöldi tilgangarkvæ.

Vefhérð lokusins

Athugið sem hafa hær í hosa:

- Þauðurinn meðhöfnumaður. Athugið fiskar í eftir lokusum, athugið um að lyfta og hulið.
- Óljóttar ófiskar, ólætur, óljóttur og óljóttumod.

Síðumálgungar

- Verðist að handtekið fásko þunngi að hætti skipti að hann dotti heim í sjónum eftir meðföldur meðal taka í fáskum. Óryggjast með kílar og báta er hentigt um vörn þær meðföldum.

Órygg og vinnspærni

- Hætti óvalt hækka að umhverfingar meðföldum meðföldum, blautit stofnunum (síður+eitt) innanlyca og forðit að þetta upphafsmálið var sem það er hættilegt að ætta því að sér.
- Hætti þjórgunarsíða, hálur og umtan viðengjard og meðföldum óryggibúnað þegar verði að að hættu óvalt fisk og tilra hið.

Vinnspærni

Upplysingar sem til eru með taliðu að hér er aðeins í að frekari óvinnvært að hentiggi óvinnvært meðföldum óvaldar milli fjarla, eksempliði og innan hættumálið og til vinnanburðar við hættileg að alltum Esku í hættumáliðum.

Taliðingarsíðumálið er óvalda umfjöldadráum heldur utan um upplýsingarnar.

Júlíð 2014
Sigríður Guðrún Ólafsdóttir
sigridur.gudrundottir@mast.is

	Fyrhrækt:																																																																																																																														
	Síði:																																																																																																																														
	Fari m:																																																																																																																														
	Dagur:																																																																																																																														
	Símanúmer:																																																																																																																														
Verðmagnslist Útdatafning																																																																																																																															
	Period:																																																																																																																														
	Fyrir / til:																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fiskar nr.</th> <th>Fiskar (T)</th> <th>Hverfðar lagas (A)</th> <th>Fárhús jákvæði</th> <th>Athugasemdir útdatafning (A.B.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Samtals:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr><td colspan="2">Meðaltal:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Athugasemdir (fáhus, fáslit)</td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>			Fiskar nr.	Fiskar (T)	Hverfðar lagas (A)	Fárhús jákvæði	Athugasemdir útdatafning (A.B.)	1					2					3					4					5					6					7					8					9					10					11					12					13					14					15					16					17					18					19					20					Samtals:					Meðaltal:					Athugasemdir (fáhus, fáslit)									
Fiskar nr.	Fiskar (T)	Hverfðar lagas (A)	Fárhús jákvæði	Athugasemdir útdatafning (A.B.)																																																																																																																											
1																																																																																																																															
2																																																																																																																															
3																																																																																																																															
4																																																																																																																															
5																																																																																																																															
6																																																																																																																															
7																																																																																																																															
8																																																																																																																															
9																																																																																																																															
10																																																																																																																															
11																																																																																																																															
12																																																																																																																															
13																																																																																																																															
14																																																																																																																															
15																																																																																																																															
16																																																																																																																															
17																																																																																																																															
18																																																																																																																															
19																																																																																																																															
20																																																																																																																															
Samtals:																																																																																																																															
Meðaltal:																																																																																																																															
Athugasemdir (fáhus, fáslit)																																																																																																																															

	Fyrhrækt:																																																																																																																														
	Síði:																																																																																																																														
	Fari m:																																																																																																																														
	Dagur:																																																																																																																														
	Símanúmer:																																																																																																																														
Verðmagnslist Útdatafning																																																																																																																															
	Period:																																																																																																																														
	Fyrir / til:																																																																																																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Fiskar nr.</th> <th>Fiskar (T)</th> <th>Hverfðar lagas (A)</th> <th>Fárhús jákvæði</th> <th>Athugasemdir útdatafning (A.B.)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>17</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>18</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td colspan="2">Samtals:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr><td colspan="2">Meðaltal:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="5">Athugasemdir (fáhus, fáslit)</td> </tr> <tr> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>			Fiskar nr.	Fiskar (T)	Hverfðar lagas (A)	Fárhús jákvæði	Athugasemdir útdatafning (A.B.)	1					2					3					4					5					6					7					8					9					10					11					12					13					14					15					16					17					18					19					20					Samtals:					Meðaltal:					Athugasemdir (fáhus, fáslit)									
Fiskar nr.	Fiskar (T)	Hverfðar lagas (A)	Fárhús jákvæði	Athugasemdir útdatafning (A.B.)																																																																																																																											
1																																																																																																																															
2																																																																																																																															
3																																																																																																																															
4																																																																																																																															
5																																																																																																																															
6																																																																																																																															
7																																																																																																																															
8																																																																																																																															
9																																																																																																																															
10																																																																																																																															
11																																																																																																																															
12																																																																																																																															
13																																																																																																																															
14																																																																																																																															
15																																																																																																																															
16																																																																																																																															
17																																																																																																																															
18																																																																																																																															
19																																																																																																																															
20																																																																																																																															
Samtals:																																																																																																																															
Meðaltal:																																																																																																																															
Athugasemdir (fáhus, fáslit)																																																																																																																															

Viðauki 8: Yfirlýsing RORUM dagsett 11. júní 2019



11. júní 2019

Þórður 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 nýasti búnaður og tækni við eldið. Tölur fyrir frá Noregi þar sem framleitt er riflega 1,2 milljónir tonna árið 2017 sýna að riflega 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 kærrendur 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 árobotni) þar til fiskur gengur til sjávar. Niðurstöður sýna enn fremur undir 0,5% lifir af tímann í hafinu

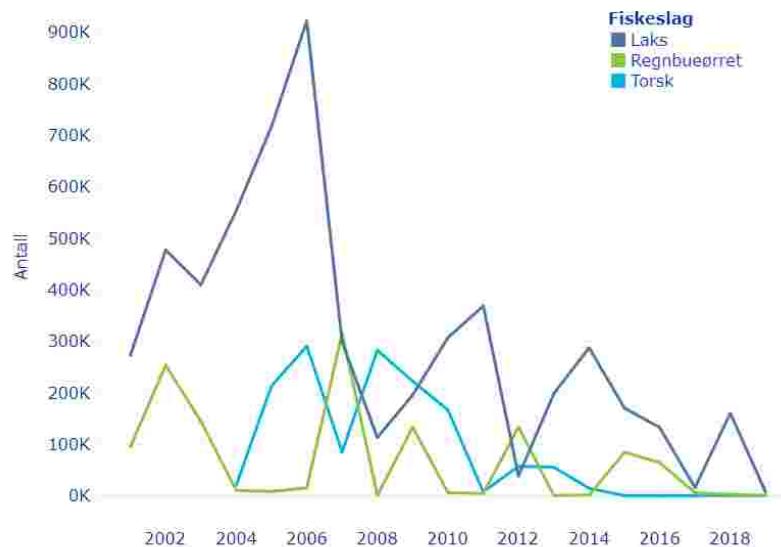
(<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/eva.12777>). Það er því alveg ljóst að útreikningar þeir sem hér eru framkvæmdir standast ekki skoðun og geta ekki legið til grundvallar mati á hvort leyfi til fiskeldis standist lög.

Virðingarfyllst,

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:

Heildaraflí í Stöðvarfirði þegar allar gerðir veiðarfæra eru tekinn saman.

Ár	Hlíri	Karfi	Keila.	Lýsa	Steinbítur	Tindask.	Þorsku r	Ufsi.	Ýsa	Samtal s
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
Samtals	2.032	0.065	0.674	1.06	1.701	1.572	244.06	0.171	306.14	564.65

Heildaraflí 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
Samtals	10.19	0.041	10.301

Heildarafli sem veiddur var með línu.

Ár	Hlíði	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
Samtals	2.032	0.065	0.674	1.023	1.699	1.572	222.3	0.035	290.59	527.08

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
Samtals	0.037	0.002	11.573	0.095	15.552	27.268

Viðauki 10: Gæðahandbók Fiskeldis Austfjarða



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
Matvaelastofnun	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.
- Matvaelastofnun (MAST) gefur út rekstrarleyfi í fiskeldi, hefur eftirlit með að starfsemi eldisstöðva sé í samræmi við rekstrarleyfi og safnar skyrslum um framleiðslu í fiskeldi.
- Matvaelastofnun (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 lítlis og lélegs undirbúnings.

Gæðastjórnun og gæðakerfi er fyrst og fremst fólgíð í að skrá og lýsa á skipulegan hátt þeim vinnuáðferðum 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, starflýsingar 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.

Forsvarsmaður 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
 - Starflýsingar 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 Havbruksloggen og eldisbókhald(FT) og skal það gilda í stað eyðublaða sem tilgreind eru í gæðahandbókinni.

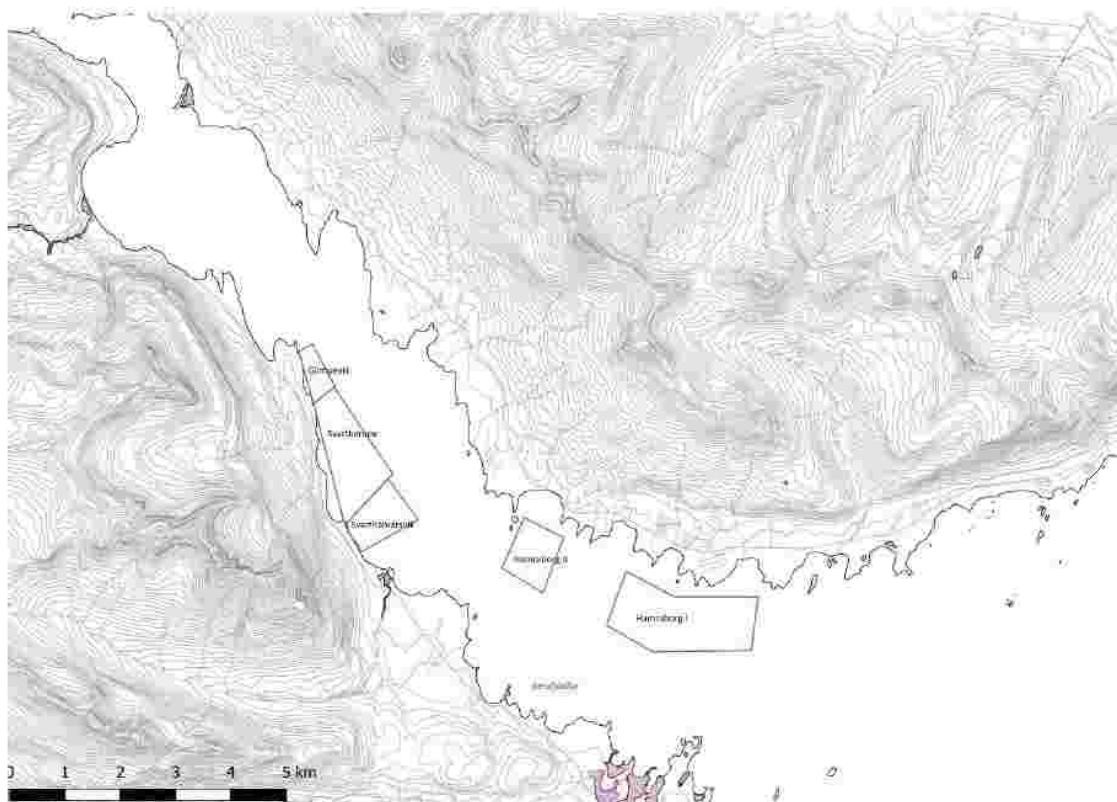
Starfstöðvar

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
Stöðvarfjöldur	Stöðvarfjörður
Seyðisfjörður	Sörlastaðavík (aðalsvæði)
Seyðisfjörður	Selstaðavík (aðalsvæði)
Seyðisfjörður	Skálanesbót (aðalsvæði)
Seyðisfjörður	Háubakkar (varasvæði)

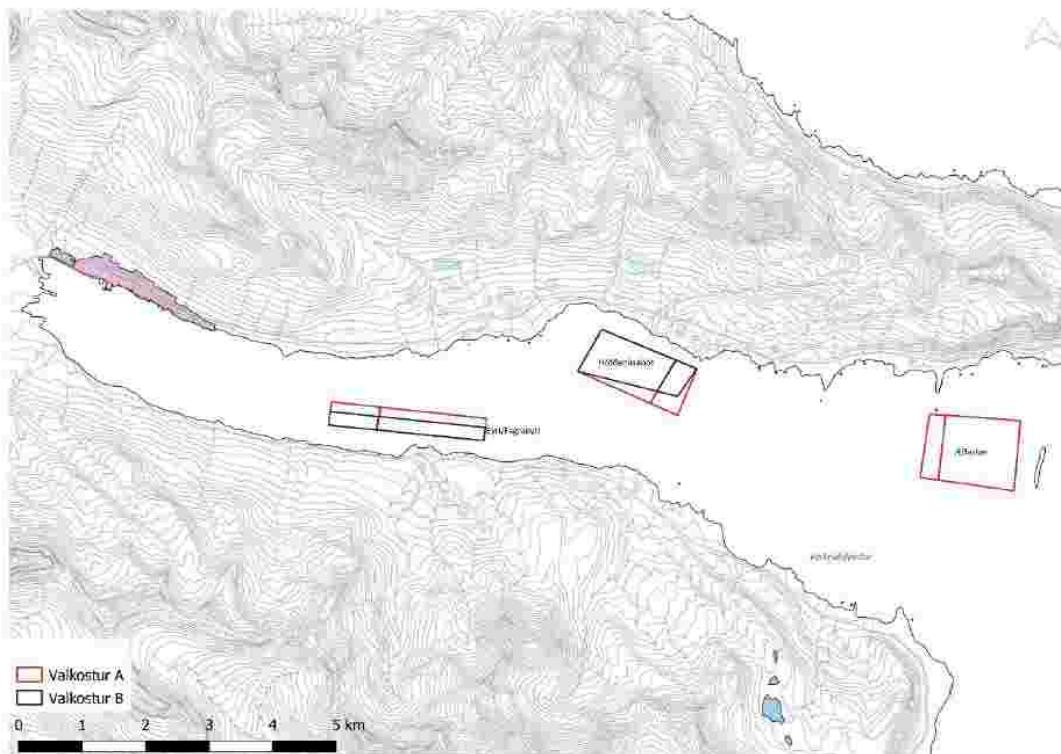
Sjá starfs- og rekstarleyfi hnit og myndir en verið er að vinna að frekari uppbyggingu starfsstöðva.



Á kortinu má sjá staðsetningar sjókvífaeldis í starfsleyfi. Hér að neðan má sjá hnít fyrir sjókvífaeldi í starfsleyfinu.

Fjörður	Svæði/staður	Norðurhnít	Vesturhnít	Eldistegund
Berufjörður	Glimueyri	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	Svarthamarsvik	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	
		64°41.030	14°17.540	
Berufjörður	Hamraborg II	64°42.140	14°19.210	Lax
		64°41.920	14°18.360	
		64°41.400	14°18.920	
		64°41.660	14°19.800	

Hnit eldis í Berufirði, Glimueyri, Svarthamarsvik og Svarthamar eru eitt svæði og kallast Svarthamar.

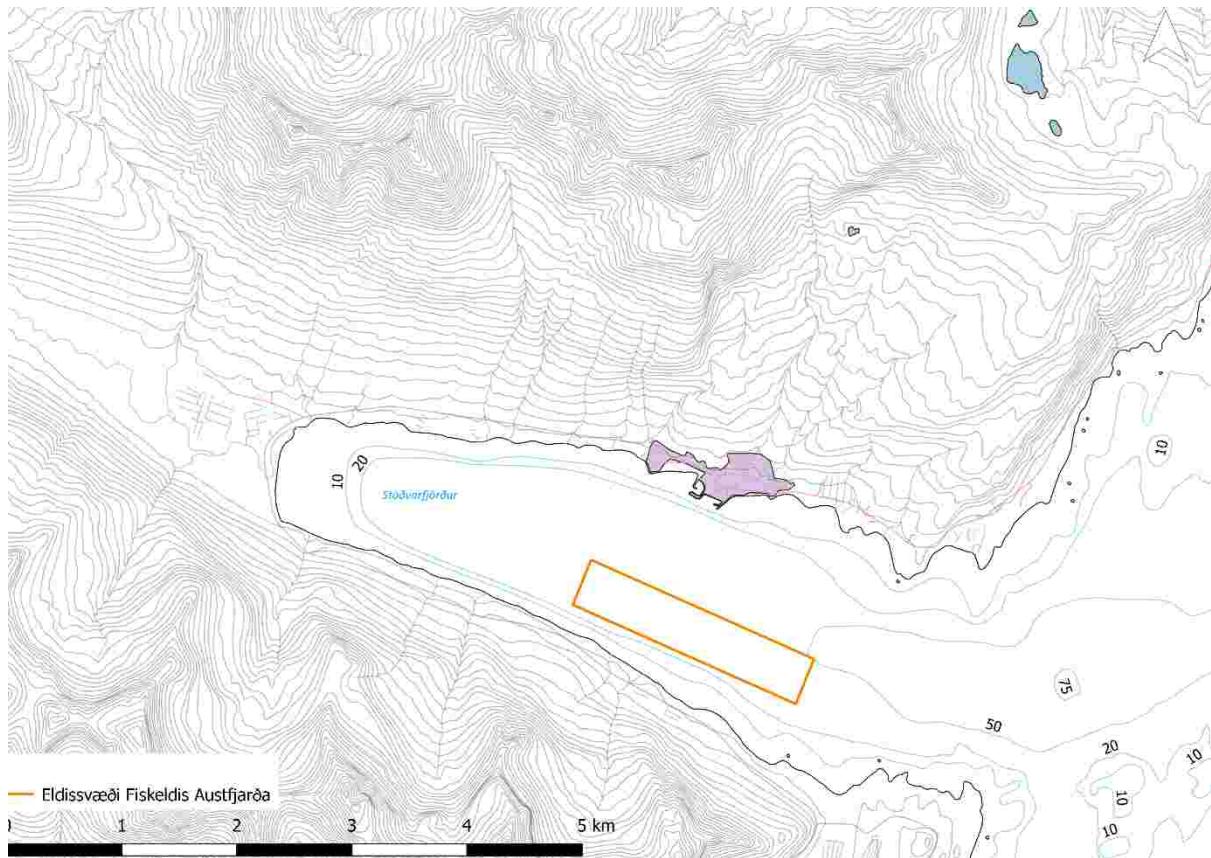


Á kortinu má sjá staðsetningar sjókvældis í starfsleyfi Fiskeldis Austfjarða. Svæði B (svartur kassi) undir kvíarnar sjálfar og tengdan búnað en að botnfestingar liggja inn á svæði A (rauðir kassar). Hér að neðan má sjá hnít fyrir sjókvældi í starfsleyfinu.

Viðauki 2

Fjörður	Svæði	Norðurhnit		Vesturhnit	
		Valkostur A	Valkostur B	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		

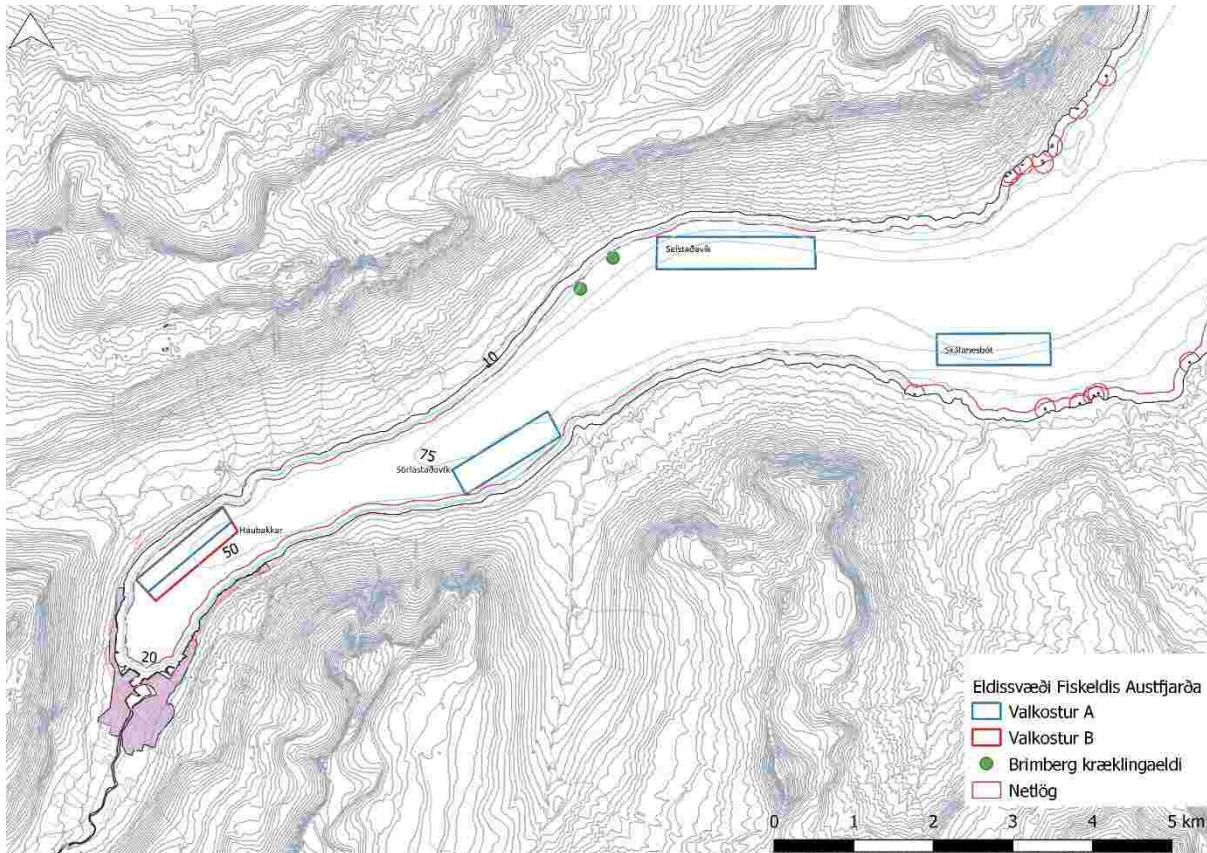
Hnit eldis í Fáskrúðsfirði.



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 64°49.152 64°48.949 64°49.495	13°53.983 13°51.630 13°51.870 13°54.222	Lax	Fiskeldi Austfjarða hf (umhverfismat)
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	Kräklingur	Stöðvardalur ehf. (rekstrarleyfi)
Stöðvarfjörður	64°50.227	13°56.156	Kräklingur	Stöðvardalur ehf. (rekstrarleyfi)



Mynd 2: Staðsetning fyrirhugaðra eldissvæða Fiskeldis Austfjarða í Seyðisfirði.

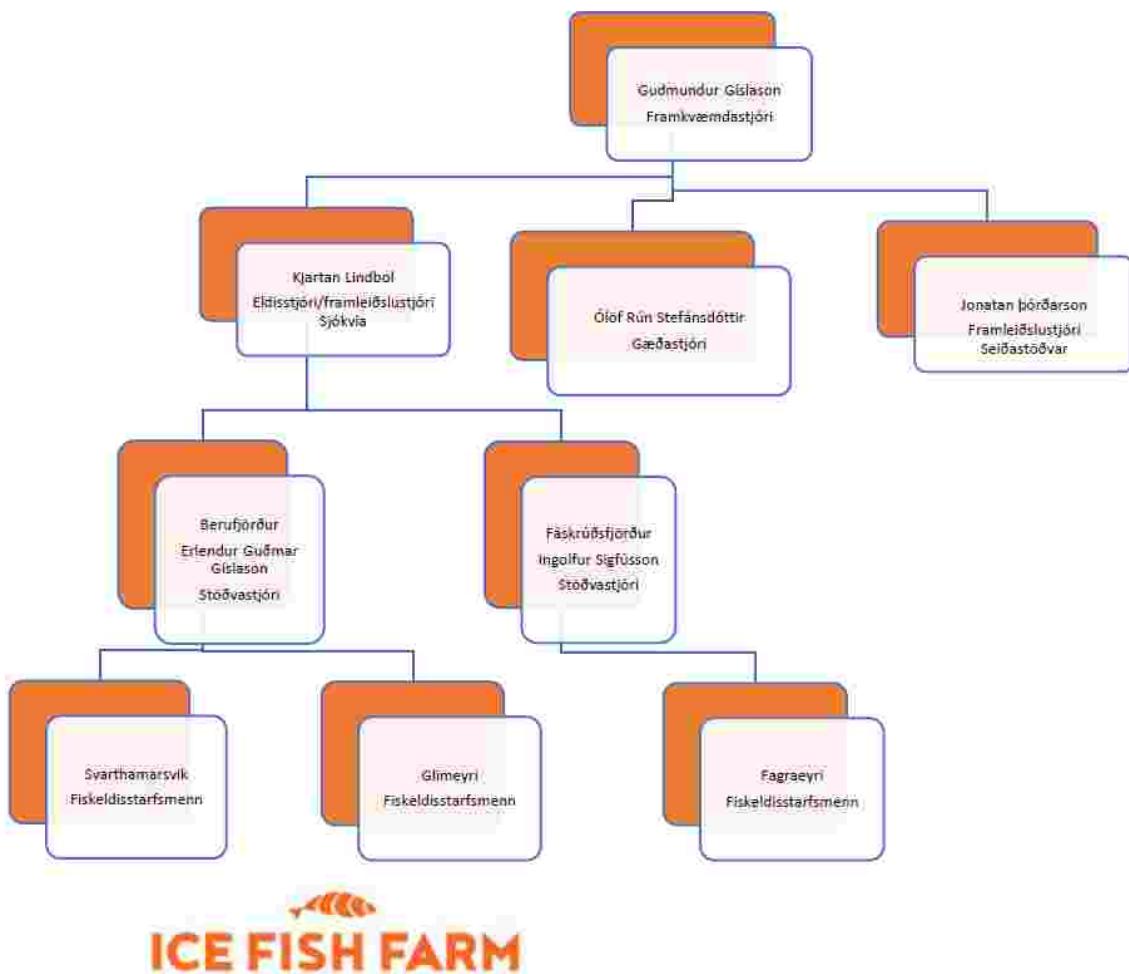
Tafla 2: Hnitsett staðsetning á fyrirhuguðu svæðum til sjókvíaeldis Fiskeldis Austfjarða í Seyðisfirði, ásamt staðsetningu á núverandi rekstrarleyfum í firðinum.

FJÖRÐUR	SVÆÐI	NORÐURHNIT	VESTURHNIT	NORÐURHNIT	VESTURHNIT	TEGUND	FYRIRTÆKI
SEYÐISFJÖRÐUR	Háubakkar	Valkostur A 65°16.478	14°00.250	Valkostur B 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

SEYÐISFJÖRÐUR	Sörlastaðavík	65°16.875	13°54.832	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Sörlastaðavík	65°17.047	13°55.018	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Sörlastaðavík	65°17.389	13°53.403	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Sörlastaðavík	65°17.215	13°53.227	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Selstaðavík	65°18.505	13°51.413	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Selstaðavík	65°18.287	13°51.465	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Selstaðavík	65°18.204	13°48.898	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Selstaðavík	65°18.418	13°48.877	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Skálanesbót	65°17.485	13°47.073	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Skálanesbót	65°17.696	13°47.090	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Skálanesbót	65°17.694	13°45.251	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR	Skálanesbót	65°17.485	13°45.240	Lax	Fiskeldi Austfjarða
SEYÐISFJÖRÐUR		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
Þórður 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	TENGILIÐUR	SÍMI
Fiskistofa	Guðni Magnús Eiríksson	569-7900
Umhverfisstofnun(UST)	Hulda Soffía Jónsdóttir og Gottskálk Friðgeirsson	591-2000
MAST	Gísli Jónsson og Rúnar Tryggvason og Hjörtur Methúalemsson	530-4800
Lýsi hf/ Melta	Jón Águst 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, bólusetningarefnni, 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 vefsíðinni hér að neðan má sækja eyðublað til að tilkynna um vinnuslys.

http://www.vinnueftirlit.is/media/eydublod/tilkynning_um_vinnuslys.pdf

Þjálfun starfsmanna

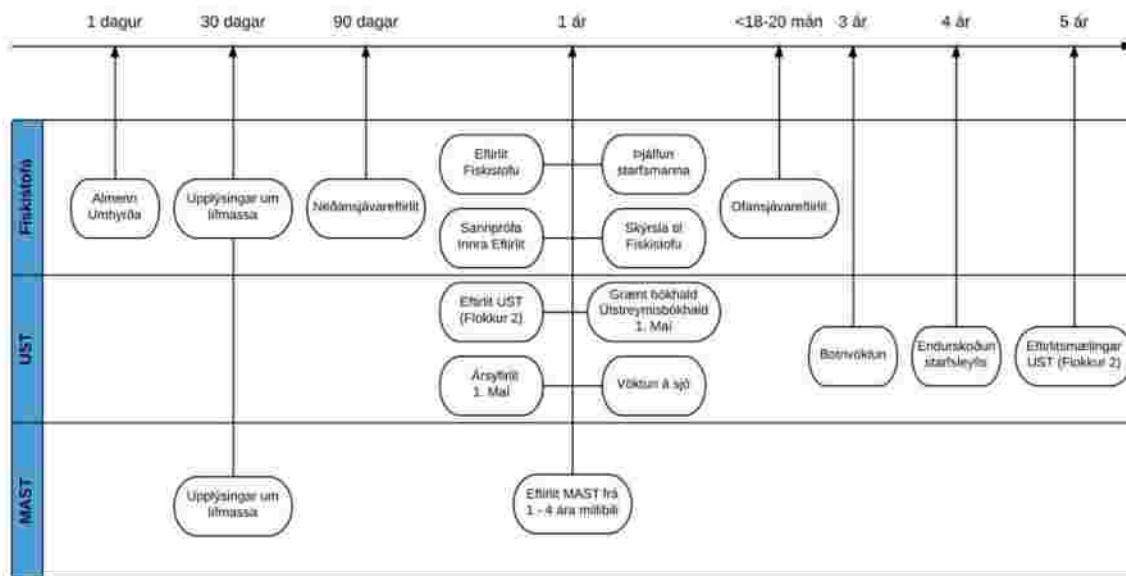
Framkvæmdastjóri fyrirtækisins skal sjá til þess að starfsmenn hafi þjálfun sem uppfyllir opinberar kröfur ásamt gæðakröfum fyrirtækisins. Allir starfsmenn FA eiga að hafa fengið þjálfun í öllum þeim tækjabúnaði sem þeir þurfa að nota og öllum þeim aðgerðum sem þeir þurfa að framkvæma. Starfsmenn eru 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.

PJÁLFUN STARFSMANNA				Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags. 30. 01. 2019 Endurskoðað 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
MARKMIÐ:	<p>Tryggja skal að starfsmenn fái þjálfun sem hefur það að markmiði að hindra og bregðast rétt við slyssleppingum, 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>			
ÁBYRGÐ:	Stöðvarstjóri			
ÞEKKING OG KUNNÁTTA:	<p>Öllum starfsmönnum er úthlutuð 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> <ul style="list-style-type: none"> a. Innan árs eftir að starfsmaður hefur starf í laxeldisstöð skal hann hafa kynnt sér: <ul style="list-style-type: none"> i. Tjón sem getur átt sér stað á náttúrulegum laxastofnum við slyssleppingu ii. Helstu ástæður fyrir slyssleppingum og hvernig best er að koma í veg fyrir þær iii. Hvaða reglur gilda um veiðar á eldisfiski, sem sleppur úr kví, og hvernig framkvæma skal veiðar á þeim 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 c. Öllum starfsmönnum skal kynnt gæðakerfi/gæðahandbók eldisstöðvar og þær verklagsreglur og varúðarráðstafanir sem notast er við. <p>Dýralæknar eru hvattir til að eyða tíma í að upplýsa starfsmenn um heilsu fiska á meðan á reglubundnum heimsóknum stendur. Það er gert til að halda þekkingu starfsmanna við og bæta hana.</p>			
NÝLIÐAR	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 umgengenisreglur 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.			
STARFSMANNAFUNDUR / FRÆÐSLA	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.			
SKRÁNING:	Pjálfunarskrá er gerð fyrir hvern og einn starfsmann út frá eyðublaðinu „Þjálfunarskrá“.			

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 sjókvældi á Íslandi. Tímaskalinn í eftifarandi 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.

TÍMATAFLA - KRÖFUR STOFNANNA



ALMENN UMHIRÐA

Í fiskeldisstöðvum skal hafa eftirlit með eldisfiski daglega svo framarlega sem það er hægt vegna veðurs. (sbr. 42. gr kafli 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-kvíar

GRÆNT BÓKHALD & ÚSTREYMISBÓKHALD UST

Rekstraraðili skal fára grænt bókhald í samræmi við ákvæði reglugerðar nr. 851/2002 og útstremisbókhald 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 vefsíðinni <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. Nog 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>ListiFiskeldisfyritaekiIslandi1301GJ2.pdf> er hægt að sjá opinbera skrá eldisfyrtækja 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 megin tilgang 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 ¹⁾
MÓTTÖKUEFTIRLIT NETPOKA	Breytilegt	Starfsmenn	MAST
YFIRBORÐSEFTIRLIT	Daglega	Starfsmenn/JMI	MAST
NEÐANSJÁVAR EFTIRLIT	Mánaðarlega	Kafari/myndavélar/JMI	MAST
LAXALÚS	Mánaðarlega/eftir árstíð.	Dýralæknir/starfsmenn	MAST
PÖRUNGABLÓMI	Daglega	Fóðrari skráir í FT/havbruksloggen	MAST/UST
HITASTIG SJÁVAR OG SÚREFNI	Daglega	Fóðrari skráð í FT og HAVBRUKSLOGGEN.	MA/UST
VÖKTUN Á SJÓ OG BOTNSETI	Breytilegt að lágmarki skv starfsleyfi. Skila fyrir 1 mai til UST.	NA/RORUM	UST

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

móttökueftirlit fóðurs				skjalanúmer
útgáfunr. 3	dags. nov 2018 endurskoðunar sept 2019	farið yfir af ÓRS	samþykkt af KL	stofnun UST
MARKMIÐ:				Tryggja að allar kröfur við móttökueftirlit á fóðri séu uppfylltar.
TÍÐNI:				Við móttöku á fóðri.
ÁBYRGÐ:				Stöðvastjóri
FRAMKVÆMDARAÐILI:				Stöðvarstjóri eða aðrir starfsmenn
EFTIRLIT				Tekið er sýni úr fóðursendingu til að kanna gæði fóðurkögglu 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.
VIÐMIÐ				Vigtað er hlutfall fóðurs sem fer í gegnum sigtið og athugasemd skráð og fóður endursent ef sigtað duft reynist meira en 1% af sýninu
ÚRBÆTUR:				Krafist er úrbóta frá fóðurframleiðanda án tafar.
SKRÁNING:				Allar skráningar um fóður eru skráðar í FT og EQS eftir því sem við á. Frávik eru skráð samkv. verklagsreglunni Frávik og Úrbætur í Havbruksloggen.

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
MARKMIÐ:	Tryggja að allar kröfur við móttökueftirlit á netpoka séu uppfylltar.			
TÍÐNI:	Við móttöku á netpoka, nýjum eða úr viðgerð.			
ÁBYRGÐ:	Stöðvastjóri ber ábyrgð að tekið sé eftirlit þegar netapokar koma.			
FRAMKVÆMDARAÐILI:	Stöðvarstjóri eða aðrir starfsmenn			
EFTIRLIT	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 efnunum og athugað hvort göt eða slit finnist á pokanum. Köfunareftirlit á poka er framkvæmt eftir ísetningu hans.			
VIÐMIÐ	<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 sjólínutög á hringlagu 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> <ul style="list-style-type: none"> a. nafn framleiðanda, birgðanúmer netpoka og framleiðsluár, b. stærð netpoka og styrkleikaflokkur, c. efnisgerð, styrkleiki nets, leysisgarns og tógs sem notað er til að styrkja netpokann, staðfesting á að netpokinn sé unnninn samkvæmt pöntun, að hann hafi verið framleiddur eftir viðurkenndum staðli og að haft hafi verið eftirlit með framleiðslunni, d. tilvísun í notkunar- og viðhaldshandbók, e. undirskrift forsvarsmanns eldisstöðvar. <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>			
ÚRBÆTUR:	Ef fram kemur í eftirliti að einhverju sé ábótavant skal netpoki endursendur eða gert við hann og það tilkynnt framleiðanda eða netaverkstæði.			
SKRÁNING:	<p>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 Ferilskrá viðkomandi netpoka.</p> <p>Frávik eru skráð samkv. verklagsreglunni Frávik og Úrbætur.</p>			

Yfirborðseftirlit				Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags 19 sept 2018 Endurskoðunar: 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af: KL	Stofnun MAST
MARKMIÐ:	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.			
TÍÐNI:	Festingar: Vikulega Annað: Daglega			
ÁBYRGÐ:	Stöðvastjóri ber ábyrgð að eftirlit sé tekið			
FRAMKVÆMDARAÐILI:	Stöðvarstjóri eða aðrir starfsmenn			
EFTIRLIT	<p>Athuga skal yfirborðfestingar á netpokum og eldiskví. Athuga festingar á öðrum búnaði, s.s. fuglaneti, fóðurslöngum, myndavélum og rafmagnkössum</p> <p>Fylgst er með veðurálagi og skipaumferð við og í nágrenni kvíþyrpingar með upptökuvélum frá landi eða yfirborðsmyndavél í kvíþyrpingu.</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, sjónþýpi (þörungar), hitastig, selta og súrefni er skráð í FT.</p>			
VIÐMIÐ	<ul style="list-style-type: none"> i. Að allar festingar séu vel tryggar. ii. Engin göt á netpoka við yfirborð. iii. Fuglanet í lagi iv. Ef skarfur sést með viðveru lengur en 3 daga á kvíarsvæði skal bregðast við. v. Ef útselur sést við kvíarsvæði skal bregðast strax við. vi. Ef óvenjulegur dauði fer yfir 200 fiskar á dag í hverri kví. 			
ÚRBÆTUR:	<ul style="list-style-type: none"> i. Tryggja festingu eins fljótt og auðið er. ii. Ef gat er á neti skal virkja verklagsreglu „Viðbrögð við slysasleppingum“. iii. Laga fuglanet eins fljótt og hægt er. 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“. v. Ef útselur sést við eldiskvíar skal bregðast við strax og fjarlægja dýrið. vi. Ef landselur sést skal hafa sérstakar gætur á hegðun dýrsins, ef landselur sést í two daga samfellt skal grípa til aðgerða. vi. Dauði umfram 10 fiska á dag kallar á sérstaka skoðun á aðstæðum. Leitað orsaka, hegðun fisksins, fóðurtaka og umhverfisskilyrði skoðuð. Ef fleiri en 50 fiskar þá er fiskur tekinn til greiningar. 			
SKRÁNING:	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	
MARKMIÐ:	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 setra marka.				
ÁBYRGÐ:	Eldisstjóri og stöðvastjórar bera ábyrgð að það sé gerð neðansjávar eftirlit				
TÍÐNI:	<p>Samkvæmt reglugerð skal skoða netpoka með um 90 daga millibili með köfun eða með neðansjávar myndavél.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Köfunareftirlit • Netpoki: um 90 daga millibili • Rammafestingar: Þriðja hvern mánuð • Myndavélaeftirlit • Netpoki: um 90 daga millibili • Dauður fiskur: Daglega • Atferli fisks: Daglega • Botnfestur: Árlega • Köfunar eða myndavélaeftirlit • Áður en nýr hópur af fiski er settur í eldiseininguna. • 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, • Eftir slátrun, flokkun og aðra vinnu þar sem talið er að líkur séu á að netpoki hafi orðið fyrir skemmdum. 				
FRAMKVÆMDARAÐILI:	Kafarar sjá um köfun. Stöðvarstjóri eða aðrir starfsmenn sjá almennt um neðansjávar eftirlit með myndavélum og fylgjast með ástandi á botnfestum.				
EFTIRLIT	<ul style="list-style-type: none"> • Köfunareftirlit • Einnafari 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. • Neðansjávar myndavélaeftirlit • Ástand netpoka er skoðað þar sem leitast skal við að skoða eins stórt svæði nótar og myndavél gefur færí á. Fylgst er með fóðurupptöku, atferli fisks og fjölda dauðra fiska á botni. • Færanleg upptökuvél, af báti, er notuð við til að skoða ástand á botnfestum. Botnfestur, akkeri og keðjur, eru skoðaðar einu sinni á ári. • Athuga með hlíðsjón af tækjum 				
VIÐMIÐ	<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>				

ÚRBÆTUR:	<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 eldissitöðvar vegna slysasleppinga.</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>
SKRÁNING:	<ul style="list-style-type: none"> • Eftir köfunareftirlit skal fylla út eyðublaðið Köfunarskýrsla i forritinu Havbruksloggen sem er nú um borð í öllum vinnubátum og í sínum starfsmanna. • Eftir neðansjávar myndavélaeftirlit skal fylla út eyðublaðið Daglegt eftirlit í HAVBRUKSLOGGEN þar sem við á. • Frávik eru skráð samkv. verklagsreglunni Frávik og Úrbætu í Havbruksloggen eða EQS þar sem við á

Laxalús					Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags. Nov 2018 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Sampykkt af KL	Stofnun Mast	

MARKMIÐ:	Komið sé í veg fyrir að laxalús nái sér á strik á eldissvæðum fyrirtækis. Jafnframt er mikilvægt að greina lúsaflóru á hverjum tíma, laxalús og fiskilús.
TÍÐNI:	Breytileg
ÁBYRGÐ:	Eldisstjóri ber ábyrgð á að eftirlit sé virkt.
FRAMKVÆMDARAÐILI:	Stöðvarstjóri eða aðrir starfsmenn
EFTIRLIT:	Sjá lýsingu í norskri verklagsreglu um talningu á laxalús á slóðinni: http://lusedata.no/wp-content/uploads/2012/06/20130705-Veileder-telling-av-lakselus.pdf Sýni skulu send til Dýralækn Fisksjúkdóma, Tilraunastöðvar Háskólans að Keldum, 112 Reykjavík.
VIÐMIÐ:	Lúsatalning fer fram mánaðarlega samkvæmt leiðbeiningum MAST um lúsatalningu og vöktun lúsaflóru í sjókvíum, samb. Reglugerð 220/2013. Niðurstöður mælinga er aðgengilegar þeim er það óska. Gefa skal út árlega samantekt fyrir eldissvæðið í heild og fyrir hverja eldisstöð.
ÚRBÆTUR:	Í samræmi við viðmið MAST
SKRÁNING:	Aflúsun er framkvæmd undir leiðsögn dýralæknis fisksjúkdóma og í samráði við aðra eldisaðila á svæðinu. Hægt er að nálgast leiðbeiningar um aflúsun á http://www.lusedata.no
	Fylla skal út eyðublaðið Laxalús FT

Þörungablómi					Skjalanúmer
Útgáfunr. 3	Dags nov 2018 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Sampykkt af KL	Stofnun Mast /Hafró	
MARKMIÐ:	Tryggja að heilsu fiska stafar ekki hætta af svifþörungum.				

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

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
MARKMIÐ:	Tryggja að lífsskilyrði séu góð fyrir eldisfisk.			
ÁBYRGÐ:	Eldisstjóri ber ábyrgð að eftirlit sé virkt			
TÍÐNI:	Daglega á sama stað inní kví (skráð heiti sýnatökustaðar), í Fish Talk. Stöðugt eftirlit á meðan fóðrun stendur.			
FRAMKVÆMDARAÐILI:	Fóðrarar sem eru ábyrgir fyrir öllum skráningum í FT eða aðrir starfsmenn			
EFTIRLIT:	Súrefnisstyrkur er mældur á 5 m dýpi með Oxyguard mæli/myndavélum.			
VIÐMIÐ:	Að súrefni sé meira en 70%. Að hitastig sé hærra en 1,5°C á 5m dýpi.			
ÚRBÆTUR:	Ef súrefni fer niður fyrir 70% 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.			
SKRÁNING:	Upplýsingar skráðar í eldisbókhaldið (FishTalk). Einnig er búið að setja upp umhverfisstöð með sískráningu á umhverfispáttum hiti straumur selta. Frávik eru skráð samkv. verlagsreglunni Frávik og Úrbætur 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
MARKMIÐ:	Tryggja að uppsöfnun á úrgangi undir kvíum hafi ekki skaðleg áhrif á eldisfisk og umhverfi.			
ÁBYRGÐ:	Eldisstjóri ber ábyrgð að eftirlit sé virkt			
TÍÐNI:	Sjá skjalið Vöktunaráætlun			
FRAMKVÆMDARAÐILI:	Sýnataka er framkvæmd af Náttúrustofu Austurlands og RORUM..			
EFTIRLIT:	Sjá skjalið Vöktunaráætlun			
VIÐMIÐ:	Notast verður við alþjóðleg viðmið. Staðall sem er viðmið er ISO 12878:2012.			
ÚRBÆTUR:	Ef viðmið standast ekki skal tilkynna Umhverfisstofnun og er ákvörðun um úrbætur tekin í samstarfi við hana.			
SKRÁNING:	Skýrla með niðurstöðum er fengin frá NAT/RORUM og send til UST. Frávik eru skráð samkv. verlagsreglunni Frávik og Úrbætur .			

Sannprófun

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

1. Tímasetning:

- 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 stikkprufana 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:
 - Viðhald á eldisstöðinni
 - Hefur viðhald verið framkvæmt samkv. notendahandbókum framleiðenda.
 - Pjálfun:
 - Er þörf á meiri og betri pjálfun?
 - Eru pjálfunaráætlanir nógú góðar?
 - Verklagsreglur/viðbragðsáætlanir:
 - Nógú góðar, í samræmi við lög og reglugerðir, er þörf á úrbótum?
 - Er þeim fylgt eftir?
 - Má fækka þeim eða er þörf á fleirum?
 - 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.
 - Áhættugreining
 - Farið yfir áhættugreiningu og þörf á úrbótum.
 - Skráningar
 - Er eithvað sem þarf að breyta í skjalastjórnun?
- 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,
 - hvort floteining sé heil,
 - sannprófun viðhaldssáætlunar eldisstöðvar.

4. Úrbætur

- 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.
- Stöðvastjóri útbýr úrbótaáætlun sem sannprófunarráð samþykkir og sér til að framfylgt sé innan setts tímaramma.

5. Skráning

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

- b. Niðurstöður sannprófunarinnar skulu skráðar 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 Austfjárða (**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

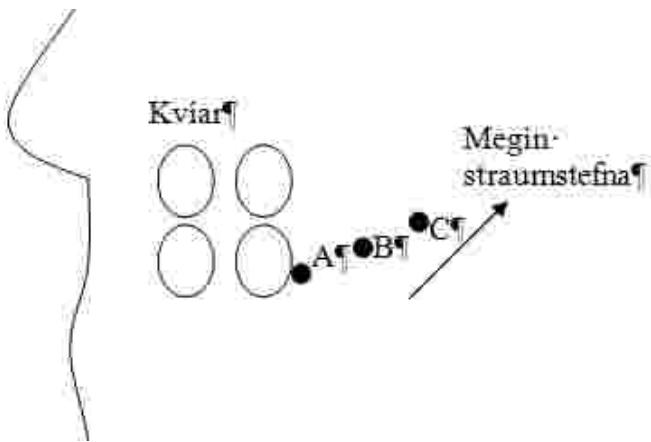
Nokkrar athuganir á botndýralífi hafa verið gerðar í Berufirði og Fáskrúðsfirði, Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2012). Innan fiskeldissvæðisins hafa verið gerðar athuganir frá 2001, Náttúrustofa Austfjarða og Vestfjarða auk þess er nú stórt verkefni í gangi með Þorleifi Ágústsyni og Þorleifi Eiríkssyni, NORCE, RORUM ofl. botnprufur í sambandi við eftirlit og rannsóknir verið gerðar hvert ár skv. þessu. Prutökur 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 (kvíþyrpingu) 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 cm² eða 250 cm²). Sigtí, 0,5mm er notað fyrir botndýragreiningar. Öflugar víðsjár (Leica MZ 6 og 12) eru notaðar til að greina dýralíf í sýnum.

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 sýnatoku. 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 two daga. Formalínu 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 hærri 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 yfirlar 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
MARKMIÐ:	Tryggja að viðbragðsáætlun vegna slysasleppinga sé í fullu samræmi við kröfur stjórvalda um endurheimtur á fiski, tilkynningar skyldu og skýrslugerð.			
UMFANG:	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 ust@ust.is og MAST á mast@mast.is . 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.			
ÁBYRGÐ:	Stöðvarstjóri ber ábyrgð á að viðbragðsáætlun sé sett í gang eftir að slysaslepping uppgötvast.			
VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:	<p>Viðbrögð við slysasleppingum skulu vera í þessari röð:</p> <ul style="list-style-type: none"> . Leita að orsökum og koma í veg fyrir að meira af fiski sleppi. <ul style="list-style-type: none"> a. Samband haft við kafara: Fiskeldisþjónustan s:855-4551 Samuel í Ktech b. Gat á neti er fundið annað hvort með myndavél á báti eða kafara. c. Ef það finnst gat á netinu skal það lokað strax, netinu skipt út fyrir nýtt eða lagfært. . Tilkynna til Fiskistofu um slysasleppingu munnlega: <ul style="list-style-type: none"> . Sími Fiskistofu er 569-7900 . Hefja veiðar á fiski eftir að búið er að tilkynna Fiskistofu. <ul style="list-style-type: none"> . Ef góðar líkur eru taldar á því að hægt sé að veiða umtalsvert magn af strokufiski með utanaðkomandi hjálp skal hafa samband við neðangreinda sjómenn: <ul style="list-style-type: none"> i. Staðsetning: Djúpivogur; Gjafar SU 90- 8631022 Elli. 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"> . ATH: Ef slysaslepping á sér stað á göngutíma laxfiska skal veiðin vera í samráði við Fiskistofu. . Tilkynna til Fiskistofu um slysasleppingu skriflega eins fljótt og mögulegt er: <ul style="list-style-type: none"> . Skrifleg tilkynning skal berast innan 12 klst. <ul style="list-style-type: none"> . Fylla skal út eyðublaðið Tilkynning um slysasleppingu að hluta/fullu og sent á eftirfarandi netfang: mast@mast.is a. Skrifleg skýrsla skal berast innan viku. 			

.Fylla skal út eyðublaðið **Tilkynning um slysasleppingu** að fullu og sent á eftirfarandi netfang: fiskistofa@fiskistofa.is

b. Skrifleg tilkynning skal berast til sveitarfélaga og næstu veiðifélaga ef liggur rökstuddur grunur um strokufisk úr eldi.

.Næsta Sveitarfélag er Djúpavogshreppur fyrir leyfið í Berufirði. senda skal tilkynningu á eftirfarandi netfang: djupivogur@djupivogur.is

i.Næsta sveitarfélag er Fjarðabyggð fyrir leyfið í Fáskrúðsfirði. senda skal tilkynningu á eftirfarandi netfang: fjardabyggd@fjardabyggd.is

ii.Næsta veiðifélag sem er vegna beggja leyfa er Veiðifélag Breiðdælinga. senda skal tilkynningu á eftirfarandi netfang:

iii.heydalir@simnet.is

SKRÁNING:

Eyðublaðið **Tilkynning um slysasleppingu** er í kaflanum Eyðublöð og einnig á rafrænu formi á vef Fiskistofu á slóðinni:

<http://www.fiskistofa.is/media/eydublod/Slysaslepping.pdf>. Eintak af útfylltu eyðublaði skal einnig geyma í (**viðkomandi skjalastjórnunarkerfi**). Verklagsreglan **Frávik og Úrbætur** er framkvæmd.

Meðferð kvartana					Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. Nóv 2018 Endurskoðað: 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Sampykkt af KL	Stofnun Mast	
MARKMIÐ:	Að tryggja að allar kvartanir hljóti umfjöllun og skoðun og til að fyrirbyggja galla á framleiðslu eða umhverfistjón af völdum hennar.				
ÁBYRGÐ:	Sannprófunarráð, Stöðvastjóri og gæðastjóri				
UMFANG:	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.				
VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:	<ul style="list-style-type: none"> Berist kvörtun um gæði eldisfisks ber sannprófunarráði auk gæðastjóra að fara yfir eldisferil og reyna að greina ástæður og bæta úr. 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. 				
SKRÁNING:	Havbruksloggen. Verklagsreglan Frávik og Úrbætur er framkvæmd.				

Fárviðri					Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. 18.sept 2019 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Sampykkt af KL	Stofnun MAST	
MARKMIÐ:	til að vera viðbúin með stöðina ef fárviðri er í kortunum				
UMFANG:	að það verði engin skemmd eða sem minnst skemmdir á búnaði eða á stöðinni				
ÁBYRGÐ:	Stöðvastjóri, allir starfsmenn				
VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:	ef það er fárviðri 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 https://www.vedur.is/				
SKRÁNING:	Havbruksloggen, ef fárviðri 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
MARKMIÐ: ÁBYRGÐ:				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.
VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:				Stöðvastjóri og aðrir starfsmenn
				Fjarlægja bæði sjávarspendýr og vargfugla sem vinna tjón á eldisfiski og búnaði.
				<ul style="list-style-type: none"> • Selir <ul style="list-style-type: none"> • Ef útselur sést við eldiskvíar skal bregðast við strax og fjarlægja dýrið. • Ef landselur sést skal hafa sérstakar gætur á hegðun dýrsins, ef landselur sést í two daga samfellt skal grípa til aðgerða. • Skarfur <ul style="list-style-type: none"> • Ef einn skarfur hefur viðveru á kvíarsvæði í meira en 3 dagar skal grípa til aðgerða um að fæla eða fjarlægja hann í burtu. Veiðitímabil fyrir dílaskarf er frá 1. september til 15. mars. • Ávallt skal framkvæmdastjóra og eftirlitsaðila gert viðvart ef grípa þarf til aðgerða gegn afræningja. Öll dráp á afræningum eru skráð (ástæða dauða og dagsetning) og upplýsingar gerðar opinberar á heimasiðu fyrirtækisins.
SKRÁNING:				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
MARKMIÐ: ÁBYRGÐ:				Koma í veg fyrir að ísing valdi tjóni á sjókvíum með þeim afleiðingum að fiskur sleppi út úr netpoka.
VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:				Eldisstjóri og stöðvastjóri
				<ul style="list-style-type: none"> • Fylgjast skal með veðurspá og sjávarhita og meta líkur á ísingu. Við mat á ísingaráhættu skal taka mið af sjávarhita, lofhita og vindhraða. • Til að koma í veg fyrir tjón skal losa hoppet frá og láta það falla í sjóinn. Við það bráðnar ísinn af netinu. Slíkt skal eingöngu gert undir stöðugu eftirliti starfsmanna. • Við minniháttar ísingu og þegar hætta er á að ísing aukist skulu starfsmenn nota trékylfur og brjóta ísinn af hoppeti, stoðum og handriði.

SKRÁNING:EQG og Havbruksloggen. Verklagsreglan **Frávik og Úrbætur** er framkvæmd.

Hafís og rekís				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags nót 2018 Endurskóðað:16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
MARKMIÐ:	Koma í veg fyrir að hafís/rekís valdi tjóni á sjókvíum með þeim afleiðingum að skaða eldisfisk eða að slysaslepping eigi sér stað.			
ÁBYRGÐ:	Eldisstjóri og stöðvastjóri			
UMFANG:	Í miklum frostum skal fylgjast með hvort lagnaðarís sé byrjaður að myndast í fjarðarbotnum, árósum og öðrum stöðum þar sem hætta 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.			
VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:	<ul style="list-style-type: none">• Berist hafís að ströndum Austfjarða skal eldisstjóri fylgjast með spám um ísrek á vef veðurstofunnar: http://www.vedur.is/hafis/tilkynningar• Allir stálbátar Fiskeldi Austfjarða skulu settir í viðbragðsstöðu til að verja eldiskvíar gegn tjón vegna ísreks.• Flytja kvíar á öruggari stað sé þess kostur<ul style="list-style-type: none">• Sjá verklagsreglu um flutningin á lifandi eldisfisk• Ef það er ekki möguleiki skal Stöðvarstjóri hefja nauðsynlegan undirbúning fyrir neyðarslátrun í samráði við framkvæmdastjóra og eldisstjóra.• Sjáist til að stórra ísfleka nálgast kvíþyrpingar skal fara á bát og brjóta eða ýta ísnum frá kvíum.• Hafa skal samband við útgerðir stærri stálskipa sem eru tiltæk til aðstoðar til varnar eldiskvíum vegna ísreks.• Sérstakar gætur skal hafa á að ísrek safnist ekki við fóðurslöngur. Ef rekís safnast við fóðurslöngur, svo hætta sé talin af, skal sigla yfir fóðurslöngur á léttabát og hleypa ís framhjá.			
SKRÁNING:	EQS. Verklagsreglan Frávik og Úrbætur 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
MARKMIÐ:	Að koma í veg fyrir að mengun berist á þann stað sem sjókvíaeldi fer fram á ásamt því að gera ráðstafanir í þá átt að lágmarka tjón.			
ÁBYRGÐ:	Eldisstjóri og aðrir starfsmenn			
VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:	<ul style="list-style-type: none"> • Láta yfirmann fiskeldis og hafnaryörð vita strax og vart er mengunar • Fá vitneskju um magn og tegund mengunar • Ef mengun er veruleg og útséð með að hægt verði að hefta hana á ákveðnum stað skal gera ráðstafanir til þess að sjókvífar verði fluttar á stað þar sem líkur er á að mengun nái ekki til • Tilkynna skal atvikið þegar í stað til Umhverfisstofnunar, ust@ust.is og heilbrigðiseftirlits á staðnum 			
SKRÁNING:	Skráning fer fram í EQS kerfinu undir frávik og mengun. Eyðublöðin tilkynningar vegna mengunaróhappa og tilkynningar vegrabréðamengunar hafs og stranda er að finna með hverri viðbragðsáætlun í bátum og prömmum. Verklagsreglan Frávik og Úrbætur er framkvæmd.			
LEIÐBEININGAR UM TILKYNNINGAR VEGNA MENGUNARÓHAPPA :	Tilvik sem krefjast tafarlausra viðbragða s.s. bráðmengun eða slys skulu eftir atvikum tilkynnt eftirfarandi viðbragðsaðilum: <ul style="list-style-type: none"> -Neyðarlínan(112): símsvörun og boðin viðeigandi viðbragðsaðila mengunar. • Slökkvilið: hverskonar mengun á landi sem krefst aðkomu viðbragðsaðila. • Hafnarstjóri: hverskonar mengun hafs eða stranda innan hafnarsvæða sem krefst aðkomu viðbragðsaðila. • landhelgisgæslan: ef um er að ræða hverskonar mengun hafs og stranda utan hafnarsvæða sem krefst aðkomu viðbragðsaðila. 			

Neyðarslátrun				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags 10 sept 2018 Endurskoðað: 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Sampykkt af KL	Stofnun UST
MARKMIÐ:	Að hámarka nýtingu og virði eldisfisks ásamt því að urða eða setja í grinder skemmd hráefni.			
ÁBYRGÐ:	Eldisstjóri			
VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:	<ul style="list-style-type: none"> • Haft er samband við utanaðkomandi báta eins og þörf krefur ef magn er mikioð. Samningur hefur verið gerður við brunnbátinn Solundöy sem er slátturbátur 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"> • Solundöy, sími: (Höskuldur 6992691) • Fleiri bátar eru kallaðir til ef aðstæður krefjast þess. • Öllum söluhæfum fiski skal slátra til vinnslu afurða. <ul style="list-style-type: none"> • Ef hefðbundin vinnsla hefur ekki við er haft samband við fleiri fiskvinnslustöðvar. <ul style="list-style-type: none"> • Gerður hefur verið samningur við Búlandstind ehf. um vinnslu á sláturfiski, afköst 100 tn á dag. • Lifandi lax sem tekst að blóðga og kæla tímalega er seldur til manneldis • Dauður lax, óblóðgaður og óskemmt hráefni fer til meltu eða frystingar sem hráefni er svo notað í loðdýrafóður. <ul style="list-style-type: none"> • Samningur við fyrtæknið Funi ehf er til staðar. ef til þess kemur að þurfi að urða fiskinn • Skemmd hráefni sem ekki eru hæf í dýrafóður, verður ekið til urðunar: <ul style="list-style-type: none"> • Samningur við Funi/gámaþjónustuna, sem annast móttöku á lífrænum úrgangi fyrir Fiskeldi Austfjarða hf. • Tilkynna skal dauða til MAST, Gísli Jonsson og UST, ust@ust.is. 			
SKRÁNING:	Verlagsreglan Frávik og Úrbætur 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
MARKMIÐ:	Lágmarka umhverfisleg áhrif verði stöðvun á rekstri			
UMFANG:	Samkvæmt starfsleyfi er hér er sett fram neyðaráætlun um meðferð og förgun eldisfisks ef til kemur óvænt stöðvun á rekstri eldisfyrtækisins. Komi til skyndilegrar rekstrarstöðvunar verður aðgerðum háttáð eftir ástandi fisksins og ytri aðstæðum þegar slík stöðvun verður.			
ÁBYRGÐ:	Framkvæmdastjóri			
VIÐBRAGÐSÁÆTLUN:	<ul style="list-style-type: none"> • Tilkynna Umhverfisstofnun og MAST um stöðvun rekstrar. • Tilkynna UST ef neyðaráætlun er virkjuð og fiskur fluttur á urðunarstað. • Sjá verklagsregluna Neyðarslátrun fyrir meðhöndlun á fisk. • Öll efni s.s. olífur, sápur, auk fóðurs á lager skal endursenda til birgja. • Ganga skal þannig frá húsnæði, bátum, tækjum og öðrum búnaði að engin hætta er á mengun frá þeim. • 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. • Tómar eldiskvíar skal taka á land eða festa tryggilega í rammafestingar. 			
SKRÁNING:	Verklagsreglan Frávik og Úrbætur 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
MARKMIÐ:	Þessi neyðaráætlun er gerð til að tryggja góðar smitvarnir og velferð fiska í neyðartilfellum.			
SKILGREININ G:	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 þörunga, marglyttur, skaðleg umhverfisáhrif eða braðamengun.			
ÁBYRGÐ:	Eldisstjóri og Stöðvarstjóri			
VIÐBRAGÐSÁ ÆTLUN:	<ul style="list-style-type: none"> • Ef grunur vaknar um skaðleg umhverfisáhrif eða að fiskaheilsa fari hrakandi skal hafa samband við Stöðvarstjóra. • Stöðvarstjóri hefur samband við Framkvæmdastjóra, Eldisstjóra og dýralækní fiskeldis. • Framkvæmdastjóri, Eldisstjóri og Stöðvarstjóri skuli í samráði við dýralækní fiskeldis, MAST og UST og meta hvaða ráðstafanir hægt er að beita til að ákvarða orsök og hindra frekari skaða. • Verklagsreglan Neyðarslátrun er framkvæmd ef mat aðila er að ekki sé hægt að stöðva dauða. • Tilkynna skal neyðarslátrun til MAST, Gísla Jónssonar og UST, ust@ust.is. 			
SKRÁNING:	Verklagsreglan Frávik og Úrbætur 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
MARKMIÐ: ÁBYRGÐ:				Markmið þessarar verklagsreglu er að gera því betri skil hver sé ábyrgur fyrir meðhöndlun frávika og hvernig úrbótum sé háttáð. 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.
VERKREGLUR/SKRÁNING:				Havbruksloggen og EQS. Útfylling á eyðublaðinu Frávik. Sá sem uppgötvar frávikið skal fylla út Lýsing (lýsing á fráviki) ásamt Orsakir (líklegar orsakir á fráviki). Eldisstjóri fyllir út Úrbætur ásamt Fyrirbygging (Fyrirbyggjandi aðgerðir til að hindra endurtekningu á fráviki).

Meðhöndlun á netpoka.				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags. Nóv 2018 Endurskoðað: 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
MARKMIÐ:	Tryggja að netpoki sé meðhöndlaður á þann hátt að gæði hans og öryggi séu fullnægjandi með tilliti til slysasleppinga.			
UMFANG:	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.			
ÁBYRGÐ:	Stöðvarstjóri			
VERKREGLUR	<p>MÓTTAKA Á NETPOKA Sjá móttökueftirlit í kaflanum Innra Eftirlit.</p> <p>FLUTNINGUR OG GEYMSLA</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 sýru. Netpokar skulu fluttir og geymdir þannig að þeir verði ekki fyrir skaða. <p>MEÐHÖNDLUN OG SJÓSETNING Á NETPOKA</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 styrktartögum. Þegar netpoki er settur í kví skal allt vera klárt áður en fiskur er settur í nótina. Framkvæma skal köfunareftirlit til að ganga úr skugga um að engin göt séu á netpokanum. Öll eyru á hopppneti skulu fest í hringinn. Dauðfiskasöfun (háfur eða Lift-up) skal setja í nótina og hann prófaður. Meta hvort ástæða er til að bæta við þyngingum á pokann. <p>SKIPT UM NETPOKA Sjá verkgluna Skipt um Netpoka.</p> <p>ÚTTEKT Á ÁSTANDI OG VIÐHALD Á NETPOKA 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 hopppnet er þó nægilegt að slitpolið sé 65%.</p> <p>Á hverjum tíma skal vera hægt að sjá hvar netpoki er, eftirlit með honum og forsögu hans í Ferilskrá netpoka. Allar skráningar um netpoka eru í Havbrukslogen.</p> <p>Vottorð frá framleiðanda og niðurstöður úr eftirliti frá eftirlitsaðila skal geyma í (viðkomandi skjalastjórnunarkerfi) undir kaflanum ferilskrá netpoka.</p>			
SKRÁNING:				

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
MARKMIÐ:	Koma í veg fyrir slysasleppingu þegar fiskur er rekinn á milli netpoka.			
ÁBYRGÐ:	Stöðvarstjóri			
VERKREGLUR	<ul style="list-style-type: none"> • 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 Skipt um netpoka). • Báðar kvíar skulu tryggilegar festar áður en tenginet er fest milli netpoka. • Þegar fiskur er rekinn milli eldiskvíá má straumur ekki vera of mikill og veður almennt gott. 			
SKRÁNING:	Fjöldi fiska skráður í eldisbókhald . 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																								
MARKMIÐ:	Koma í veg fyrir slysasleppingu þegar skipt er um netpoka.																											
ÁBYRGÐ:	Stöðvarstjóri																											
UNDIRBÚNINGUR:	<ul style="list-style-type: none"> Tæmir allan fisk úr kví áður en nótaskipti hefjast. Hreinsa ásætur af floteiningu, sérstaklega hrúðurkarl og krækling áður en skipt er um netpoka. Séu innsigli og umbúðir órofið (sjá móttökueftirlit) telst netpoki hæfur til sjósetningar. Þegar skipt er um netpoka má straumur ekki vera of mikill og veður almennt gott. <p>Eldisstjóri metur aðstæður í hvert sinn, breytilegt eftir vindátt o.fl.</p> <ul style="list-style-type: none"> Lágmarksfjöldi þátttakenda eru þrír starfsmenn, kafari getur verið einn af þeim. Kafari yfirfer poka áður en fiski er sleppt í hann. Netpoka skal hafa lágmarks möskvastærð m.t.t. fiskistærðar, samkvæmt töflu hér að neðan: 																											
VERKREGLUR:	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Lágmarks möskastærð</th> </tr> <tr> <th>Minnsta fiskistærð (g)</th> <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> <p>Nótaskipti með fiski í kví æskileg aðferð.</p> <ul style="list-style-type: none"> Byrjað er á því að smeygja nýju nótinni niður með gamla pokanum. 8 tóð eru bundin með jöfnu millibili í nýju nótina og á handrið kvíar. Nýja nótin er látin sökkva niður og opnast hún fyrir neðan gamla pokann. Tógin eru sett inn á coppa og nýja nótin dregin utan um þá gömlu. Kafari fer niður og tekur nýju nótina út: Áður en gamla nótin er fjarlægð er Neðansjávareftirlit með köfun framkvæmt. Öll bönd eru leyst af eldri poka, hún látin hanga á krókum handriðs. Nýja nótin er bundin á hringinn og hoppneti tillt á handrið. Stöðvarstjóri eða staðgengill hans skal samþykka frágang netpoka áður en fiskur er settur/fluttur yfir í nýjan netpoka. Miðuband gamla pokans er fest í krana, hann leystur niður allan hringinn og hann síðan hífður upp á röngunni. Fiskurinn hvolfist þá í nýja pokann. Eftirlitsferð er farin á kvína til að tryggja að allar festingar séu rétt bundnar. <p>SKRÁNING:</p> <ul style="list-style-type: none"> Allar skráningar netpoka eru í Havbruksloggen. Skráð er í ferilskrá beggja netpoka hvar núverandi staðsetning þeirra sé. Ferilskrá viðkomandi netpoka er flutt til í (viðkomandi skjalastjórnunarkerfi) þannig að hún sé undir réttri kví. Havbruksloggen. 				Lágmarks möskastærð			Minnsta fiskistærð (g)	Leggur mm	Heilmöskvi mm	25	14	30	50	16	34	100	20	42	200	22	46	500	25	52	1000	28	58
Lágmarks möskastærð																												
Minnsta fiskistærð (g)	Leggur mm	Heilmöskvi mm																										
25	14	30																										
50	16	34																										
100	20	42																										
200	22	46																										
500	25	52																										
1000	28	58																										

Hreinsun á netpoka				Skjalanúmer Skjal nr.
Útgáfunr. 3	Dags 10.júlí 2017 Endurskoðað:16.01.20	Farið yfir af: ÓRS	Sampykkt af: KL	Stofnun MAST
MARKMIÐ:	Draga úr sliti og álagi á netpoka og tryggja sjógæði.			
HELSTU ÁHÆTTUPÆTTIR:	<ul style="list-style-type: none"> Ásætur auka þyngd netpoka og líkur á sliti og að möskvar slitni vagna álags. Kræklingur og hrúðurkarl geta aukið slit á netmöskvum og myndað göt og hindrað sjóskipti í kví. Hvít nelon þolir aðeins 20 þvætti þa er strykurinn farinn, þannig að FA hefur skipt yfir í nýtt efni Viking Plus sem þolir 100 þvætti. 			
ÁBYRGÐ:	<p>Eldisstjóri er ábyrgur fyrir því að samningur sé gerðir við viðurkendann aðila um að sinna nótapvotti. 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 nót..</p> <p>Stöðvarstjóri er ábyrgur fyrir því að samningi sé fylgt eftir og hreinsun sé nægjanleg.</p>			
UNDIRBÚNINGUR:	<ul style="list-style-type: none"> Frá 1. janúar til 31 mars verði nótapokar aðeins þvegnir þyki ástæða til Í apríl skulu allir pokar þvegnir einu sinni, bæði veggir og botnar Frá 1. maí til 31 ágúst skulu allir veggir poka þvegnir u.p.b á þriggja vikna fresti og botnar á 6 vikna fresti. 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 tvívar, að höfðu samráði við tengilið þjónustukaupa. 			
VERKREGLUR:	<ul style="list-style-type: none"> Við hreinsunina er notaður þjarki sem þjónustuaðili leggur til. Hreinsa skal undan straumi eins og frekast er unnt, til að lífrænn úrgangur berist síður inn í kvína. Kafarar eru notaðir til að hreinsa netpoka eftir því sem við á. 			
SKRÁNING:	Skráð er í Ferilskrá netpoka í Havbruksloggen. 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 Gíslsyn	Stofnun MAST																								
MARKMIÐ:	Markmið með verklagsreglum er koma í veg fyrir að seiði sleppi í náttúruna og að tryggja gæði og heilbrigði seiða.																											
ÁBYRGÐ:	Eldisstjóri ber ábyrgð á að eftirlit sé virkt og heilbrigðisvottorð sé í lagi. Stöðvarstjóri og gæðastjóri skulu tryggja að búnaður sé í góðu ásigkomulagi.																											
VERKREGLUR:	<ul style="list-style-type: none"> • Hitastig sjávar þarf að vera yfir 4 °C þegar seiði eru flutt í sjókvíar • 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 • Séu seiði losuð úr brunnbát þegar dagsbirtu nýtur ekki við skal komið fyrir minnst einu ljósi á yfirborði viðkomandi kvíar. • Tryggja þarf að allur búnaður eldiskvíar sé fullfrágenginn þegar fiski er sleppt í kví <ul style="list-style-type: none"> ◦ Netpoka skal hafa lágmarks mörkvaðarð m.t.t. fiskistærðar, samkvæmt töflu hér að neðan: 																											
	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Lágmarks mörkvaðarð</th> </tr> <tr> <th>Minnsta fiskistærð (g)</th> <th>Leggur mm</th> <th>Heilmörkv 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"> • • Brunnbátur skal ekki leggjast að kví í vindstyrk meiri en 15 m/sek og leggjast að vindmegin ef blæs. 				Lágmarks mörkvaðarð			Minnsta fiskistærð (g)	Leggur mm	Heilmörkv mm	25	14	30	50	16	34	100	20	42	200	22	46	500	25	52	1000	28	58
Lágmarks mörkvaðarð																												
Minnsta fiskistærð (g)	Leggur mm	Heilmörkv mm																										
25	14	30																										
50	16	34																										
100	20	42																										
200	22	46																										
500	25	52																										
1000	28	58																										
SKRÁNING:	Fjöldi lifandi/dauðra seiða skal skráð í eldisbókhald FT. 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
MARKMIÐ:	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 sækí í dauðan fisk, tryggja hreinlæti og minnka hættu á smiti. Einnig að tryggja að dauður fiskur sé meðhöndlaður á réttan hátt.			
UMFANG:	Verkreglurnar ná yfir losun úr dauðfiskaháfi eða Lift-up kerfi, meðhöndlun á dauðum fiski og skrásetningu á orsökum og fjölda.			
ÁBYRGÐ:	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 afit af skráningaráblaði berist til þeirra er skrá í eldisbókhald. Eldisstjóri stýrir skýrslugerð til Umhverfssisstofnunar.			
VERKREGLUR:	<ul style="list-style-type: none"> • Vitja skal um dauðfiskaháfa/liftup daglega þegar því verður við komið (sbr. 36. gr. VI. kafla í Reglugerð um fiskeldi Nr. 1170/2015) • 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. • Dauðfiskaháfana skal draga upp í einni lotu og helst ekki meðan fóðrað er. • 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 ryflega þann skammt sem búast má við úr háfum. • 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). • Jafnframt því sem háfar eru dregnir upp og losaðir skulu „sveimara“ háfaðir, eftir því sem kostur er, og þeir settir og skráðir með dauða fiskinum. • 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. • 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. • Haldnar skulu sundurliðaðar 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. <ul style="list-style-type: none"> • Verkefnastjóri skal bera ábyrgð á að skrá niðurstöður í eldisbókhald FT. 			
SKRÁNING:				

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
MARKMIÐ:	Koma í veg fyrir tjón á sjókví í drætti sem getur leitt til að fiskur sleppi eða dreplist.			
HELSTU ÁHÆTTUPÆTTIR:	<ul style="list-style-type: none"> Gat komi á netpoka þegar dregið er af miklum krafti og álag verður of mikið á einstaka möskva. Of hratt dregið, fiskur slæst utan í netpoka, afhreistrast og drepst. Þyngingar of léttar og/eða kví dregin of hratt þannig að netpoki aflagist og skemmisst með þeim afleiðingum að fiskur sleppur út. 			
ÁBYRGÐ:	Stöðvarstjóri og skipstjóri dráttarbáts.			
VERKREGLUR:	<p>FRAMKVÆMD FLUTNINGS</p> <ul style="list-style-type: none"> Ef draga á sjókvíar út fyrir starfssvæði stöðvar þarf að fá leyfi frá Fiskistofu Minnispunktar: <ul style="list-style-type: none"> Flutning á lifandi fiski skal tilkynna til Matvaelastofnunar (sbr. 41. gr. VII. kafla í Reglugerð um fiskeldi Nr. 1170/2015) Nota grunnan netpoka Taka skal mið af veðri og straumum þegar flutningur er skipulagður Ekki draga fleiri en eina kví í einu Festa kví sem dregin er að minnsta kosti á tveimur stöðum í dráttarstefnu Ekki má draga kví hraðar en 1,8 sjómílur/klst. Nota tóg sem er að lágmarki 32 mm þykkt 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 Einn starfsmaður að lágmarki skal vera á kví (eða í fylgdar-/hjálparbáti). Hann skal hafa yfirlit með líðan fisksins, gæta að því að þyngingar komi í veg fyrir að pokinn lyftist og pokist og að allt gangi vel fyrir sig 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 			
SKRÁNING:	Flutningur á kví skráður í eldisbókhald , 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
MARKMIÐ: HELSTU ÁHÆTTUPÆTTIR:				Koma í veg fyrir að þjónustubátar valdi skemmdum á sjókvíum með þeim afleiðingum að fiskur sleppur út.
UNDIRBÚNINGUR:				<ul style="list-style-type: none"> • Skrúfa þjónustubáts geri gat á netpoka. • Þjónustubátur sigli á sjókví. • Þjónustubátur sem festur er við sjókvíar veldur skemmdum á þeim. • Báturinn beri ekki með sér smit/ sé sótthreinsaður. • Um borð í þjónustubáti þarf að vera kort af staðsetningu eldiseininga, festinga og annars búnaðar sem tilheyrir eldinu. •
ÁBYRGÐ:				Stöðvarstjóri
VERKREGLUR:				<ul style="list-style-type: none"> • Stöðvarstjóri gerir skipstjóra þjónustubáts grein fyrir því hvernig á að leggjast upp að eldiseiningu m.t.t. strauma og vindu. • Ekki skal leggjast upp að kví ef vindhraði er meira en 20 m/sek • Stöðvarstjóri ákveður tímasetningu á aðkomu þjónustubáta og tekur mið af aðstæðum hverju sinni.
SKRÁNING:				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
MARKMIÐ:	Að uppfylla reglur og lög er lúta að förgun spilliefna og lífræns úrgangs og koma í veg fyrir mengun.			
UMFANG:	Á við alla þætti rekstrarins.			
ÁBYRGÐ:	Allir starfsmenn fyrirtækissins			
VERKREGLUR:	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. Spilliefnunum Olíu/hreinsiefnunum skal komið til förgunar til olíufélags 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.			
SKRÁNING:	Grænt bókhald. Ábyrgð: Stöðvarstjóri, Eldissstjóri 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
MARKMIÐ:	Að hámarka verðmæti eldisafurða og lágmarka sóun verðmæta og gæta fyllstu varúðar gagnvart náttúru og dýravelferð.			
ÁBYRGÐ:	Stöðvarstjóri/Verkefnastjóri og Vinnsluaðili samkvæmt samningi þar um.			
VERKREGLUR:	<ul style="list-style-type: none"> • Miða skal við að öll förgun fisks og meðhöndlun við slátrun valdi sem minnstu stressi og hnijaski á fisk. Öllum fiski sem fangaður er hverju sinni í kastnót skal slátrað og hann ekki geymdur í nótinni lengur en í two sólarhringa. • Svelti fyrir slátrun skal vera 40 – 70 daggráður ($^{\circ}$d) og aðlagað að hitastigi hverju sinni • Fiskur skal rotaður og blóðgaður um borð í sláturbát eða í vinnslu. • Kæla skal fiskinn strax eftir blæðingu á sem fljótlegastan máta. Super chill system frá 3x en nú notað. • Upplýsingar um áetlað magn, hitastig fisks og uppruna skulu berast með fiski til sláturaðila samkvæmt stöðlum Aquagap skráningar. • Brunnbáttur 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%. 			
SKRÁNING:	Áetlað 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.
Útgáfurnr. 3	Dags júlí 2018 Endurskoðað: 16.01.20	Farið yfir af ÓRS	Samþykkt af KL	Stofnun MAST
Krítisk námskeið	Áætlun:	Lokið:	Undirskrift starfsmanns	Undirskrift kennara:
Varnir gegn slysasleppingum				
Viðbrögð við slysasleppingum				
Meðhöndlun eiturefna				
Gæðastjórnunarkerfi				
Önnur námskeið	Áætlun:	Lokið:	Undirskrift starfsmanns	Undirskrift kennara:
Fóðrun				
Yfirborðseftirlit				
Neðansjávareftirlit, fóðurstöð				
Meðhöndlun á dauðum fiski				
Skipt um netpoka				
Heilbrigði fiska				
Skyndihjálparnámskeið				
Verklegir þættir	Áætlun:	Lokið:	Undirskrift starfsmanns	Undirskrift kennara:
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	Sampykkt af KL	Stofnun MAST
TEGUND FRÁVIKS (BÚNAÐUR, FISKUR, UMHVERFI, STARFSMENN):				ALVARLEIKI (0-5):
Lýsing á fráviki:				
Líklegar orsakir: fyrir fráviki:				
Úrbætur:				
Fyrirbygging: endurtekningar á fráviki				
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	
LÖG: Lög um hollustuhætti og mengunarvarnir nr. 7/1998					
REGLUGERÐIR: 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					
ANNAÐ: 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	
LÖG: 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					
REGLUGERÐIR: 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.					
ANNAÐ: Rekstrarleyfi viðkomandi rekstraraðila					

Viðauki 11: Vátrygginaksírteini og yfirlýsing frá Trygginarmiðstöðinni vegna Stöðvarfjarðar

	Vátryggingsaskirteini Samrit skirteini Kennitala: 520412-0830 Netfang: eggahvita@gmail.com
Ábyrgð	
Abyrgðarfrygging: Skránumnúmer: 2886994 Vátryggingsárinúmer: Frá 1. júlí 2019 til 31. desember 2019 Starfsemi: Bráðamengun V/Stöðvarfjörður Vátryggingsárhús: Haukastöðin í hveju einstóku tjónsvilum og sámanlagt á vátryggingsárinu eru kr. 300 000 000 Eigin áhættu: 15% í hveju tóni, þó minnst kr. 107.000 og mest kr. 1.070.000 Sundurálfur: Lýsing á starfsemi. Fiskeldi í Stöðvarfjörði Skilmálar: Um vátryggingu þessa gilda skilmálar Tryggingsmiðstöðvannar nr. 200 (www.tm.is/parsamr/200v2.pdf) svo og þær serstóku skilmálar og/eða skilfágur sem tilgreindir eru. Válin er athugið á almennum undantekningum vegna tjóna á munum samkvæmt 7 grein vátryggingsaskilmatanna, sérstaklega er varðar þín a munum í vorslu vátryggðs.	
Vátryggingsártaki er þessin um að kynna sér vel skilmála þá sem gilda um vátryggingu. Einkum ákvæði þeira um greðslu lögalkils og ámli þess að það sé ekki greitt að rettum líma, ákvæði um yfirissvið vátryggingsármarr og tilmerun á ábyrgð og vanrularegul sem gilda. Skilmála er heft að Nálgast á heimavistu félagsins www.tn.is . Ef óskad er eftir því að fá skilmála senza í þessi þá halði samanbind við næstu skrifstofu félagsins, umbóð þess eða í síma 518.2000.	
Sérstök athugið er að því válin að samkvæmt lögunum gildast rétur til bota ef vátryggður, eða sá er að rétt til bota, tilkynnt ekki. Tryggingsmiðstöðinn um kritisína innan að því hafi hefur nauðsynilegar upplýsingar um þau ablik sem eru grundvöllur kritis hans.	
Gert 14.05.2019 Þórir Ingþorsson Reykjavík 14.05.2019 TRYGGINGAMÍÐSTÖÐIN	
TM, Siðumúla 24, 108 Reykjavík - 515.2000 - tm.is - tm@tm.is	



Fiskeldi Austfjarða hf.
Nesbala 122
179 Seltjarnarnesi

Yfirlýsing

Það lýsist hér með yfir að Tryggingsámidstöðin hf. kt. 660269-2079 mun, að uppfylltum skilyrðum, veita Fiskeldi Austfjarða hf. kt. 520412-0930 vætryggingu til grundvalar rekstrarleyfi 6.800 tonna framleiðslu á laxi í Stöðvarfirði.

Vætryggingin er til einfila vætryggingartaka gagnvart vætryggðum. Matvælustofnun kt. 360905-1410, á því að fyrirtækið inni sé heildi skyldus sínar við að greiða þann kostnað sem til fellur og vætryggiður hefur stofnað til skv. 21. gr. b laga nr. 71/2008 um fiskeldi vegna starfsemi vætryggingartaka samkvæmt rekstrarleyfinu. Vætryggingin takmarkast þó við að greiða þann kostnað sem til fellur við

- a. að fari legja hinnað sjökviældisstöðvur vætryggingartaka samkvæmt rekstrarleyfinu ef hann hættir starfsemi;
- b. viðgerð á bundið;
- c. bremsun eldissvæðis og
- d. nauðsynlegar ráðstafanir vegna sjukðum máluju fari vætryggingartaki ekki að fyrirmælum vætryggðs skv. lögum nr. 71/2008, reglugerðum settum samkvæmt þeim eða skilyrðum rekstrarleyfis.

Vætryggiður getur krafid felagið um greiðslu tryggingarfjarna að einhverju eða öllu leyti, án undangangsins dómstúrskurðar, tilji hann það nauðsynlegt enda komi til tilkra nöstaðna sem að ófari greitt.

Reykjavík, 21. maí 2019
TRYGGINGÁMÍDSTÖÐIN HF.
Þoroddur Sigfusson

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 sað í fyrnefndu kvíunum er gegnheill dúkur eða veggur sem ætlað er að aðskilja eldisfiskinn frá ytra umhverfi.¹ 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 fisksins og lágmarka samsplið á milli eldisumhverfisins og ytra umhverfis. Þrátt fyrir að reynt sé að stjórnna 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 stjórnna útstreymi sjávar. Sjór sem notaður er í kvíunum mun þannig að öllum líkindum bera með sér úrgang og lífverur inn í kvíarnar.² 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.³ 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.⁴

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 óvissuhátturinn 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 óvissuhátt.⁵

Í netkvíum sér náttúran til þess við að fjarlæga og dreifa úrgangsefnum, tryggja stöðugt flæði súrefnis, stjórnna 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 þrifist. Helstu þættirnir sem horfa þarf til eru magn og ástand súrefnis, hitastig, magn koltvísýrings og heildarmagn

¹ Martinsen, 2015

² Lekang, 2013

³ Fiskeridepartementet, 1997

⁴ Haaland, 2017

⁵ Haaland, 2017

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

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 ₂	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 CO₂ 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 fjölgji 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 vatri. 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.⁷

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.⁸ Þetta er óvissupáttur 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.

⁶ Haaland, 2017

⁷ Timmons o.fl., 2010; Haaland, 2014; Calabreese o.fl., 2017

⁸ Martinsen, 2013; Haaland, 2017

Að lokum má geta um slysasleppingar en slíkt er þekkt í hefðbundnu sjókvíaeldi þó það hafi minnkað mikil með bættum búnaði og eftirliti. Reynoldsan 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.¹³

8.3.1 Mannvirki og landnotkun

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

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.¹¹ 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 hlutið vottun skv. NS 9415:2009 staðlinum þá hafa þau ekki fengið stöðvarskírteini og því alls óvist 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

⁹ Iversen o.fl., 2013

¹⁰ Terjesen, 2017

¹¹ Iversen o.fl., 2013

þola 5 metra ölduhæð. Lokaðar kvíar hafa sokkið í vondum veðrum við prófanir í Noregi.¹² 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 óvist er að lokaðar kvíar þoli slík.

Tafla 5: Samanburður á mismunandi lokuðum kerfum.

System	Volume [m ³]	Capacity [kg/cycle]	Density [kg/m ³]	Add O ₂ [-]	Size [kg]	Amount [fish]	Flow [m ³ /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/m³. 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 landi.¹³ 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. Landaðstaða 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 svíði.¹⁴ Erlendar athuganir geta gefið einhverjar hugmyndir um kostnað, þannig sýndi ein rannsókn að stofnkostnaður er hærri og arðsemi

¹² MSC AS, 2015

¹³ Martinsen, 2013; Haaland, 2017

¹⁴ Martinsen, 2013

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

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. tílapíu 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 sjókvíar til frekara eldis.¹⁷

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 áætlar 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 eldisfisksins og sjúkdómahættu. Slíkt álag er óhákvæmilegt 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.

¹⁵ Boulet o.fl., 2010

¹⁶ Iversen o.fl., 2013; Bjørndal o.fl., 2018

¹⁷ 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.¹⁸

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 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 háhitavæði er að finna.¹⁹ 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.²⁰

Rafmagn hér á landi er fyrst og fremst framleitt með vatnsvalls- 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 ári eða 0,056 TWh 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 ári er áætlað að heildarrafmagnsnotkun yrði um 7,8 TWh ári.²¹ Þessi tala er sambærileg fyrir endurnýtingarstöðvar (RAS kerfi) og gegnumstreymisstöðvar. Athuganir hafa staðfest að mikla raforku þarf til þess að reka landeldisstöðvar.²²

Í hefðbundnu sjókvíaeldi 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.²³ 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 áðurnefndra vandamála eða jafnvel dauða. Þetta á bæði við um endurnýtingarstöðvar og gegnumstreymisstöðvar.²⁴

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

¹⁸ ISFA, 2016

¹⁹ Arnar Freyr Jónsson, 2018; Helgi Thorarensen, 2018; Bjørndal o.fl., 2018

²⁰ Arnar Freyr Jónsson, 2018; Bjørndal o.fl., 2018

²¹ Bjørndal o.fl., 2018

²² ISFA, 2016; Canadian Science Advisory Secretariat, 2008

²³ Bjørndal o.fl., 2018; ISFA, 2016

²⁴ Iversen o.fl., 2013; Bjørndal o.fl., 2018

²⁵ Iversen o.fl. 2013; ISFA, 2016; Bjørndal o.fl., 2018

landeldisstöðvar með inntaksvatni, bæði ferskvatni og saltvatni. Komist örverur inn í lokuð kerfi lendeldisstöðva og komi upp sýking geta þær oft á tíðum verið erfiðar við að eiga. Dauðhreinsa þarf allan búnað, bæði ker og leiðslur, og fjarlæga þarf fiskinn á meðan aðgerðir standa yfir. Vitað er til þess að í landeldisstöðvum í nágrannalöndum 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.²⁶ 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 hagkvæmastan 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 nábýlisréttarsjónarmið, 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.²⁷ 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 tonna, yrði öll sett á land myndi hún taka yfir landsvæði sem næmi um 11,7 km².²⁸ Í Kanada hefur verið áætlað að ef allt eldi á laxi yrði sett á land þyrfti um 138 km² landsvæði.²⁹ Landeldi þarf mikið landrými, eða 2-3 ha fyrir hver 1.000 tonn sem framleidd eru. Þess ber að gæta að stækkuarmöguleikar landeldis eru mun minni en í sjókvíaeldi.³⁰ Auk þess er ljóst að sjónræn áhrif af slíku mannvirkju 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 líkendum 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 sveitarfélagini. Skipulagstíminn tekur 2-3 ár. Auk þess þarf slík framkvæmd að fara í umhverfismat með tilheyrandi rannsóknum 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

²⁶ Bjørndal o.fl., 2018

²⁷ Iversen o.fl., 2013

²⁸ Bjørndal o.fl., 2018

²⁹ ISFA, 2016

³⁰ 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 landeldisstöðva er hærri en við venjulegt sjókvíaeldi, þetta sýna bæði erlendar og innlendar tölur úr landeldi. Þannig sýna rannsóknir frá Kanada að stofnkostnaður er hærri og arðsemi fjárfestingar á þriðja ári er neikvæð fyrir lokaðar einingar, en jákvæð fyrir netakvíar.³¹ Norskar rannsóknir sýna svipaðar niðurstöður.³² Einnig sýna þær að kostnaður við daglegan rekstur er meiri í landeldi en í sjókvíaeldi með netkvíum.

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

Hægt er að bera kostnað við byggingu endurnýtingastöðvar Atlantic Sapphire í Flóríða³⁵ við framkvæmd Fiskeldis Austfjarða um aukið sjókvíaeldi Stöðvarfirði (tafla 4). Byggingarkostnaðurinn í Flóríða er um 344.000 kr/rúmmetra, sem er svo dýrt að slíkar endunýtingarstöðvar verða aðeins byggðar við markaðinn eins og verið er að gera í Flóríða 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 Sapphire³⁶ og skýrslu frá NTNU og SINTEF.³⁷

³¹ Boulet o.fl., 2010; Pinfold, 2013

³² Iversen o.fl., 2013; Bjørndal o.fl., 2017; Bjørndal o.fl., 2018

³³ Atlantic Sapphire, 2018

³⁴ Iversen o.fl., 2013; Bjørndal o.fl., 2017; Bjørndal o.fl., 2018; Boulet o.fl., 2010; Pinfold, 2013

³⁵ Atlantic Sapphire, 2018

³⁶ Atlantic Sapphire, 2018

³⁷ Bjørndal o.fl., 2018

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

Samanburður á fjárfestingu og framleiðslukostnaði á laxi í landeldi og sjókvíaeldi.				
Landeldi Endurnýtingarstöð(RAS) Stöðvarfjörður		Sjókvíaeldi 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	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 ósla	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 sjókvíaeldi 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.³⁸ 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

³⁸ Arnar Freyr Jónsson, 2018

dugir engan veginn og er rekstrarlíkan sem gengur aldrei upp sbr. útreikninga. Fyrir 7.000 tonna landeldissstöð 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 rúmmetni	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
íkr/kwst	11	kr	íkr/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 ósla	453		Breytilegur kost/kg óslæg	324
Samtals kostnaður lifan	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). *Stórkala 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 risikio*. NTNU, Sintef Ocean & SNF, Sluttrapport FHF Prosjekt 901442.

Boulet, D. Struthers, A. & Gilbert, É., (2010). *Fesibility Study of Closed-Containment Options for the British Columbia Aquaculture Industry*. Innovation & Sector Straegies Aquaculture Mangament Dicretrorate 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. october 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*. Interntaional 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., & Nystøy, 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*. Nekton 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 Deprament 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 Ctrlqua (Ed.), Rensemiskonferansen. 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
Annals 19
Postbólf 6949
123 Reykjavík

Sím 531 4975
Gsm 983 3398
Fax 566 6082
stapi@metis.is

18. september 2019.

Pöður Pöðarson, framkvæmdastjóri
Fiskeldi Austfjarða hf
Nesbala 122
170 Seltjarnarnes

VARDAR: Öflun sjávar úr borholum fyrir 6.800 tonna laxeldisstöð á Stöðvarfirði

Varðandi fyrirspurn yðar um möguleika þess að afli um 6.800 l/s af sjó úr borholum við Stöðvarfirði er rétt að lita til árangurs þeira borana sem fram hafa farið við Stöðvarfirði og viðar á Austurlandi vegna jarðhitaleitar og leitar og öflunar á fersku og ísoltu vatni og sjó.

- 1) Jarðlög á Austfjarðum eru símennt sáð mjög þétt og vatnslæiðin í berglögunum mjög treg og nær eingöngu bundin við sprungur í jarðlagastaflanum og malarrikkar áreyrar,
- 2) Jarðhiti er til staðar á nokkrum stöðum þar sem berglögin eru högu sprungin til að vatni seytli nægilega djúpt til að hitna, leite upp aftur og mynda jarðhitakerfi begar vatnið stigur upp til yfirborðs. Flest eru þó jarðhitakerfin líti á þessu landsvæði og hvart 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 höflegum niðurdrætti. Annars staðar bykla 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 bylli, heimill eða sumarbústað,
- 4) Á áreyrum í fjarðarbotnum í Fjarðabyggð hafa verið boraðar holar, 7°–14° viðar, sem gefa 10–50 l/s í dælingu. Einnig hafa verið boraðar holar á Austurfjörtanga við Hornafjörð, sem skila svipuðu magni af ísoltum og fullsöítum sjó. Áreyrar, aurkeilur og önnur laus jarðlög þurfa hins vegar að hafa réttu samsetningu af mól og sandi til að bau séu bokkalega 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 Stöðvarfirði byrfti, gæti þurft að bora a.m.k. 140 holar sem hver gæfi 50 l/s. Þetta er að minn vití og samkvæmt þeim upplýsingum, sem fengist hafa við boranir, að ekki mögulegt, jafnvel þó borað væri í sjávarkambi eða óseyrar fyrir botni fjarðarins leyfir rýmið ekki þetta margar holar. Auk þess yrði niðurdrættur við þetta mikla dælingu úr malarlögum verulegur og út úr öllu korti. Kostnaður við boranir af þessari stærðargráðu yrði auk þess vart undir 300 milljónum króna.

Virðingarfyllist,

Omar Bjarki Smárason
Jarðfræðingur

Viðauki 14: Viðhorf ferðamanna til fiskeldis á Austfjörðum

15. JÚLÍ 2019

VIÐHORF FERÐAMANNA
TIL FISKELDIS Á AUSTFJÖRÐUM

JÚLÍ 2019

FJÖLMIÐLUN EHF.

MARKADSRANNNSÓKNIR OG UPPLÝSINGARÁÐGIÖF
Sjávarklasunum 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 haegt væri að bera saman við niðurstöður 5 ára könnunar Atvest var sama aðferðafræði notuð og að mestu sömu spurningar orörétt. Notuð voru útprentuð eintök á einu blaði sem ferðamenn fylltu út, en sú aðferð reyndist best á Vestfjörðum. Gógnin 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 samanstóð 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 svörun um 10 mínútur. Körninun 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 þjóðum.

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

Pví 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 bekkti 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 Djúpavogli. Auk þess var farið á Eskifjörö 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 two 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. Þennan á eftir að slá inn 44 svör sem fengust á síðustu dögum á Djúpavogi og Egilsstöðum. Ólikt er að endanlegar

hiðurstöður 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 þjóðemi, kyni, aldri og menntun.

Svörun:

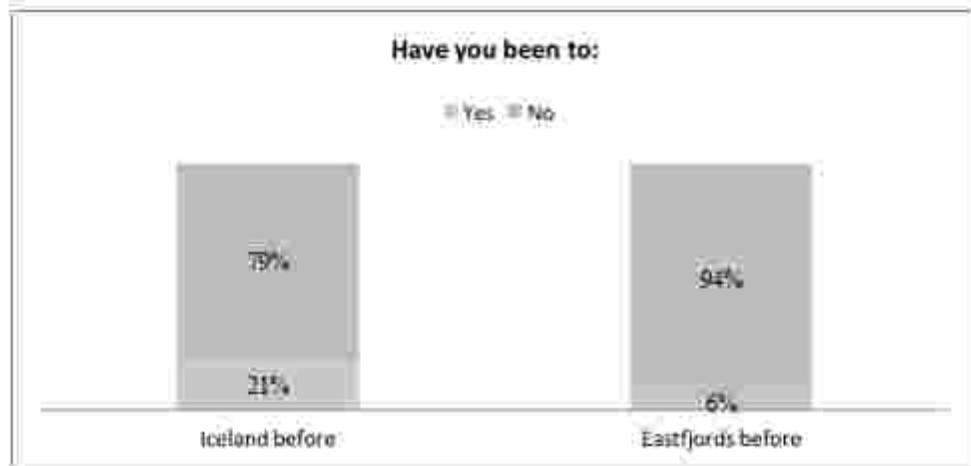
Svörun var best meðal yngra fólks sem var jákvæðara til þátttöku í verkefninu en eldra fólk. Samtals fengu 160 svör frá þremur bæjum á Austfjörðum. Til samanburðar tóku 153 ferðamenn þátt í könnun Atvest árið 2014 af þeim voru 146 fullnægjandi svör. Flestir svarendur koma frá Þýskalandi, Kína, Frakklandi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

Þjóðerni, kyn, aldur og menntun:

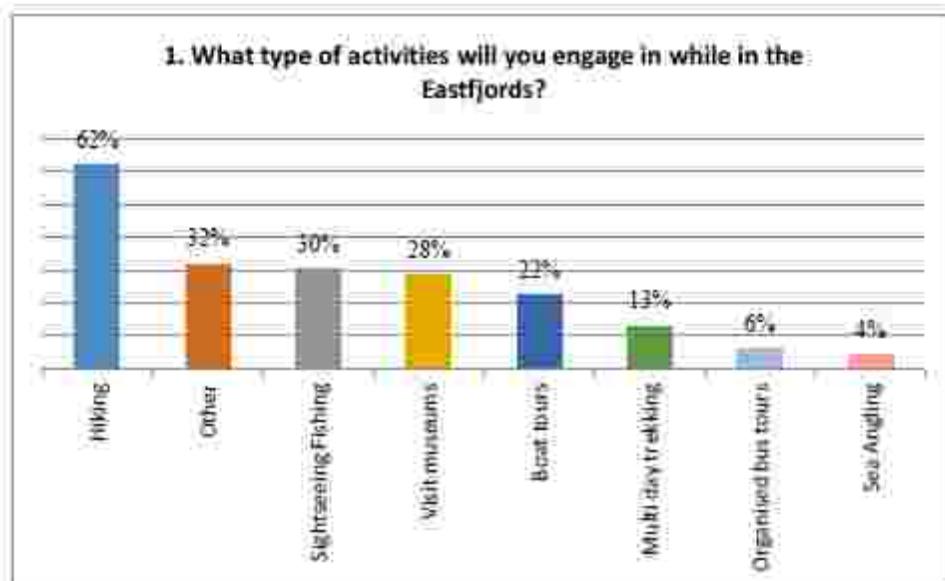
Aldursskipting þátttakenda var mest hjá yngri hópum og eftir því sem fólk var eldra var minni áhugi á þátttöku. Yngra fólkio var almennt áhugasamt um rannsóknina og Austfirði. Flestir sögðust hafa lokið háskólaprófi.

1. Ferðamáti og fyrirætlanir:

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

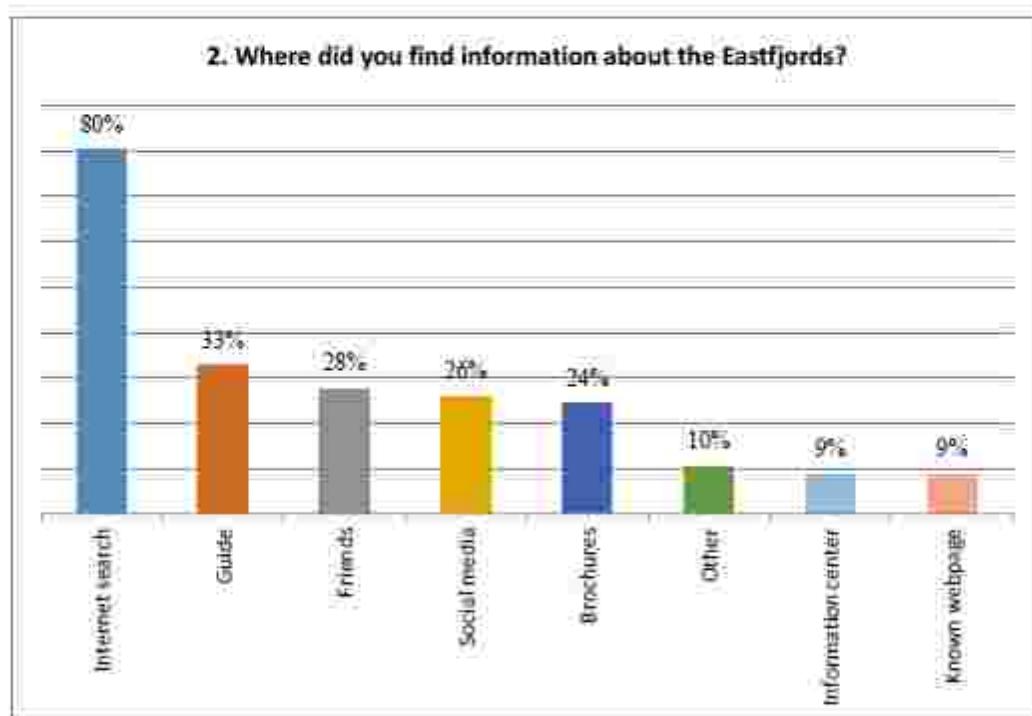


Auk þess var spurt um fyrirætlanir ferðamanna á ferð sinni um Austfirði.



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 folk á öllum aldri var oftar en ekki með símanum á lofti ekki síst í áningu þar sem það var sérstaklega áberandi.

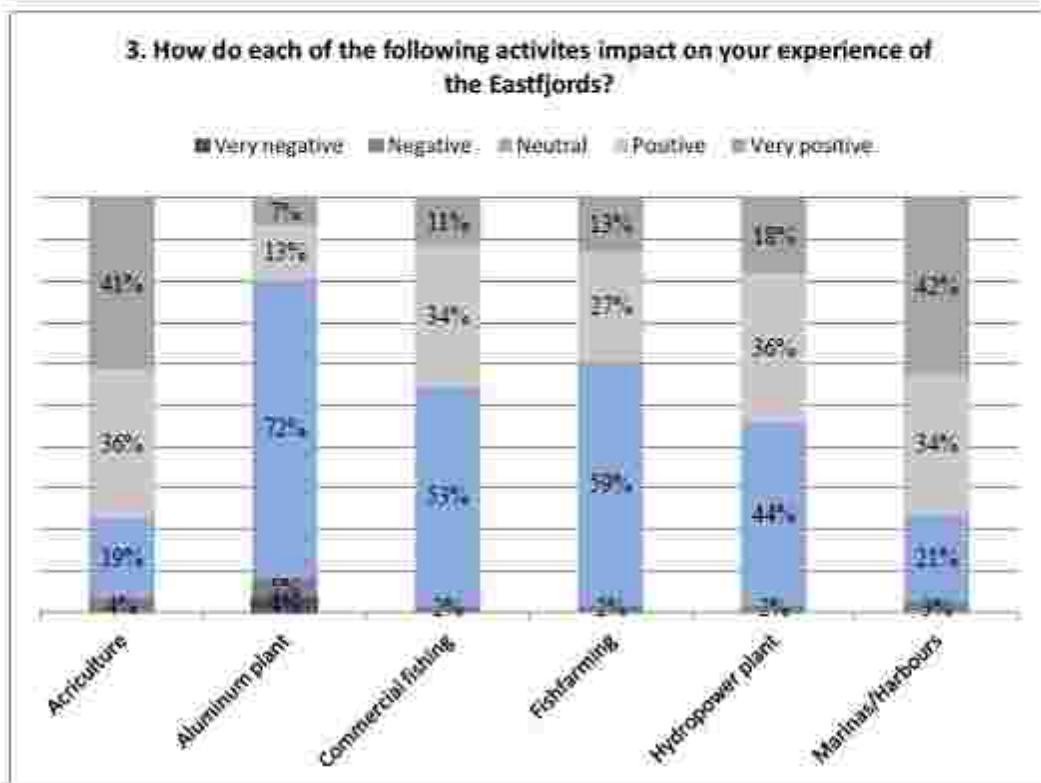


3. Ásýnd strandlengju Austfjarða

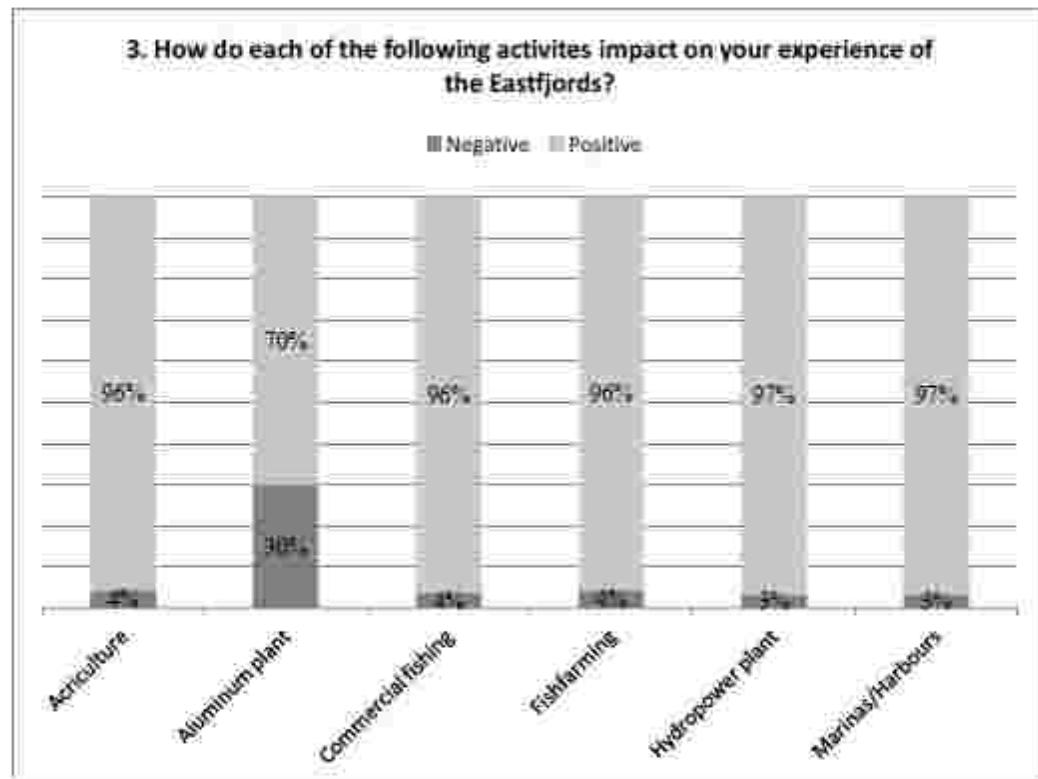
Pátttakendur voru spurðir um viðhorf gagnvart mannvirkjum eða starfsemi við strandlengjuna, án þess þó að tilgreina eitthvað frekar hvað felli þar undir.

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.



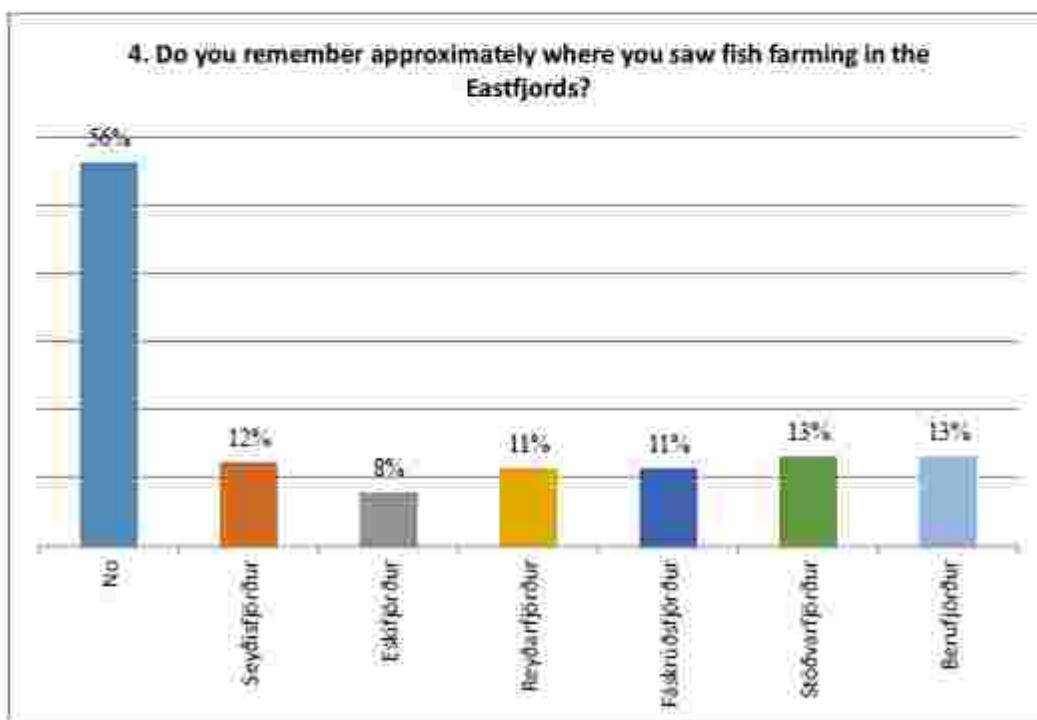
4. Staðsetning fiskeldis á Austfjörðum

Til að fá innisýn í það hversu vel ferðfólk þekkti til fiskeldis byrjuðum við fiskeldis kaflann á mjög opnum og almennum spurningum. Við brengdum 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 hvemig greina mætti fiskeldi frá sjávarútvegstengdir starfsemi.

Ferðamenn voru margir ekki viss um hvar á Austfjörðum þeir höfðu séð fiskeldi. Sumir gátu bent hákvæmlega 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 firðimír voru merktir inn.

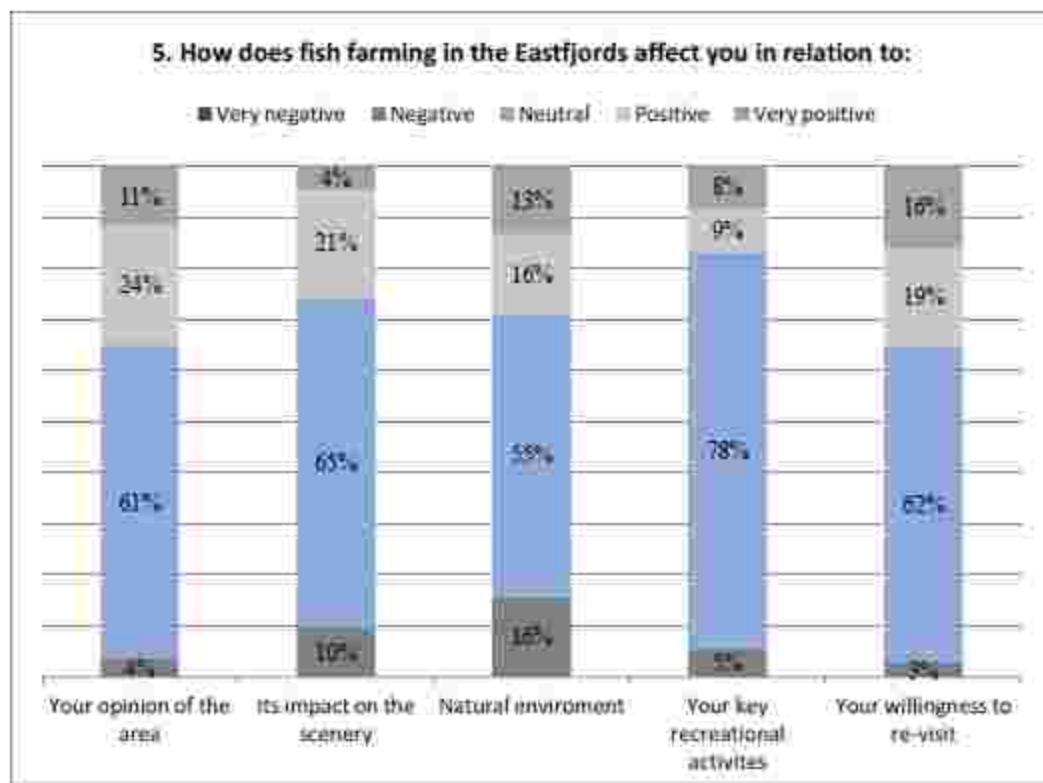


5. Ásýnd strandlengju Austfjarða

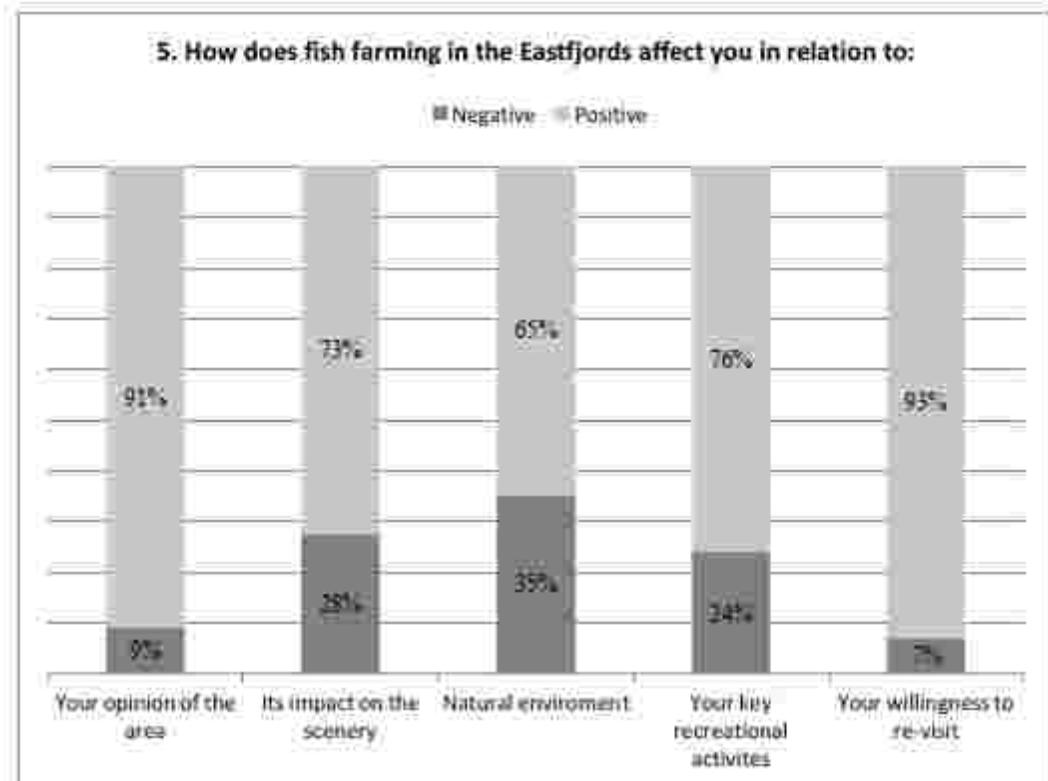
Við spurðum þátttakendur hvernig áhrif fiskeldi á Austfjörðum hefði á upplifun þeirra af Austfjörðum sem og hvort, og þá hvernig, aukin þróun í fiskeldi á Austfjörðum myndi hafa áhrif á þau.

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 eirs og hún er í dag og hinsvegar 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 áhrifavalldur eins og það er í dag.



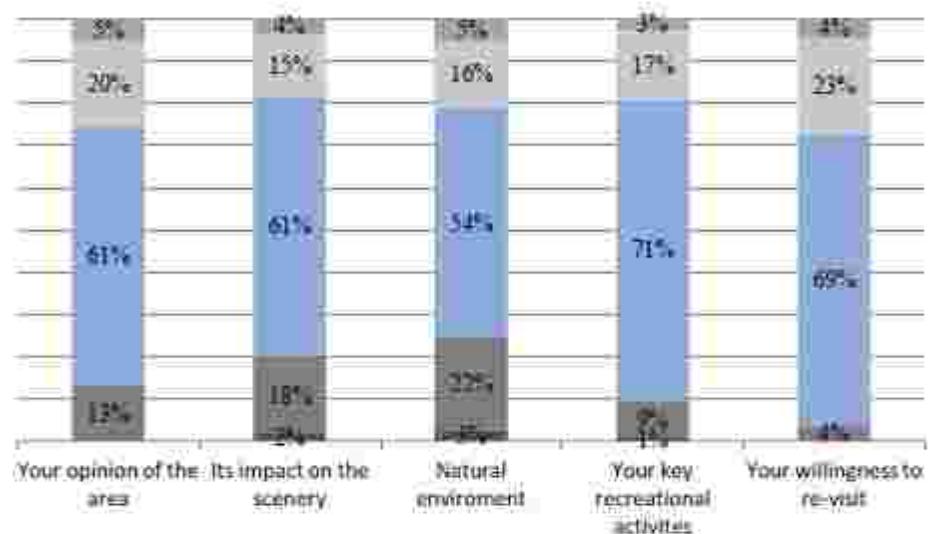
6. Frekari þróun fiskeldis á Austfjörðum

Pegar 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 betta 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.

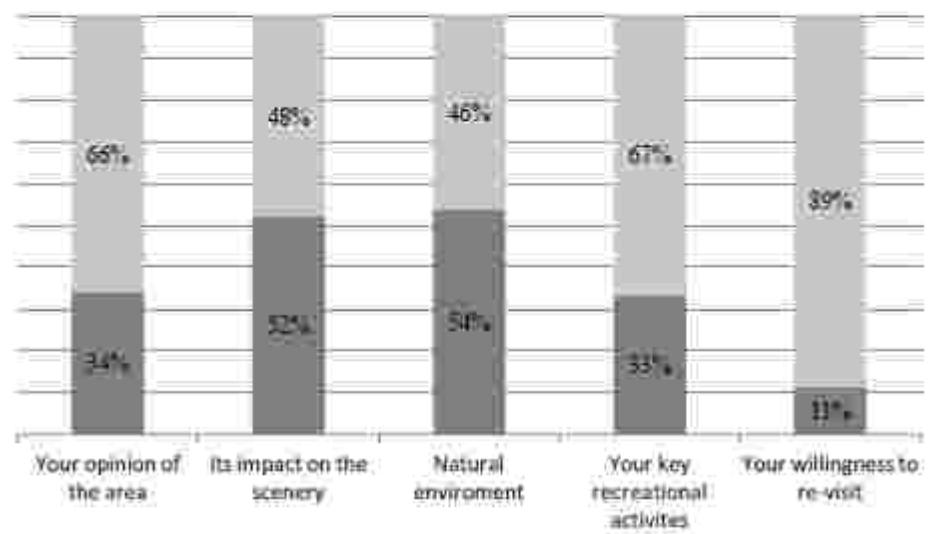
6. How would further development of fish farming affect you in relation to:

■ Very negative ■ Negative ■ Neutral ■ Positive ■ Very positive



6. How would further development of fish farming affect you in relation to:

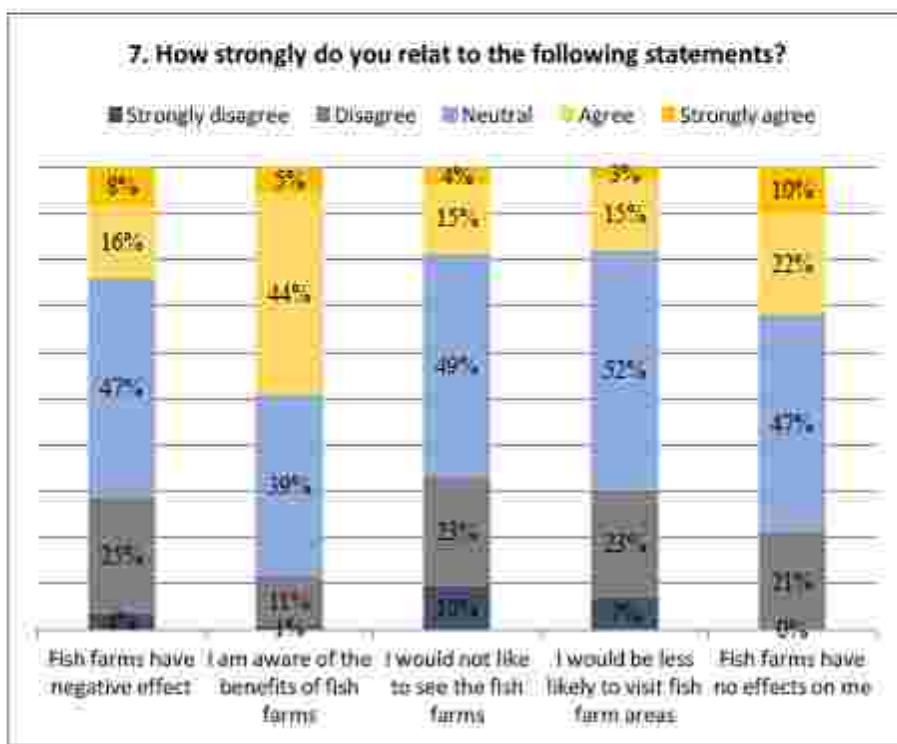
■ Negative ■ Positive



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. Fullyrðingamar voru eftirfarandi;

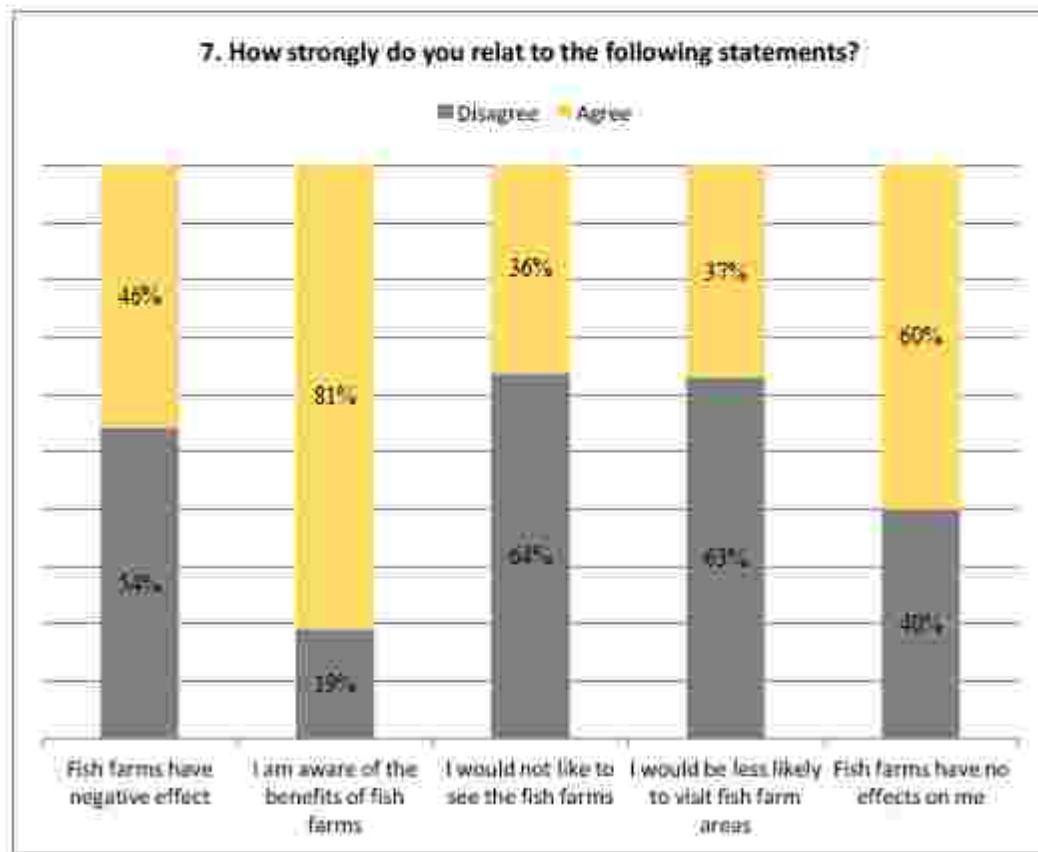
- 1) Fiskeldi hefur neikvæð áhrif á strandlengju Austfjarða.
- 2) Ég geri mér grein fyrir þeim ávinningi sem fæst af fiskeldi fyrir samfélög á Austfjörðum.
- 3) Ég mundi ekki vilja sjá fiskeldið stækka/dreifast mikið á svæðinu.
- 4) Fiskeldi hefur áhrif á heildarmynd Austfjarða en ekki nægilega mikil til að skemma ásýnd þeirra.
- 5) Ég er ólöklegri 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 ávinnungi fiskeldis fyrir samfélögin á Austfjöröum, 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.

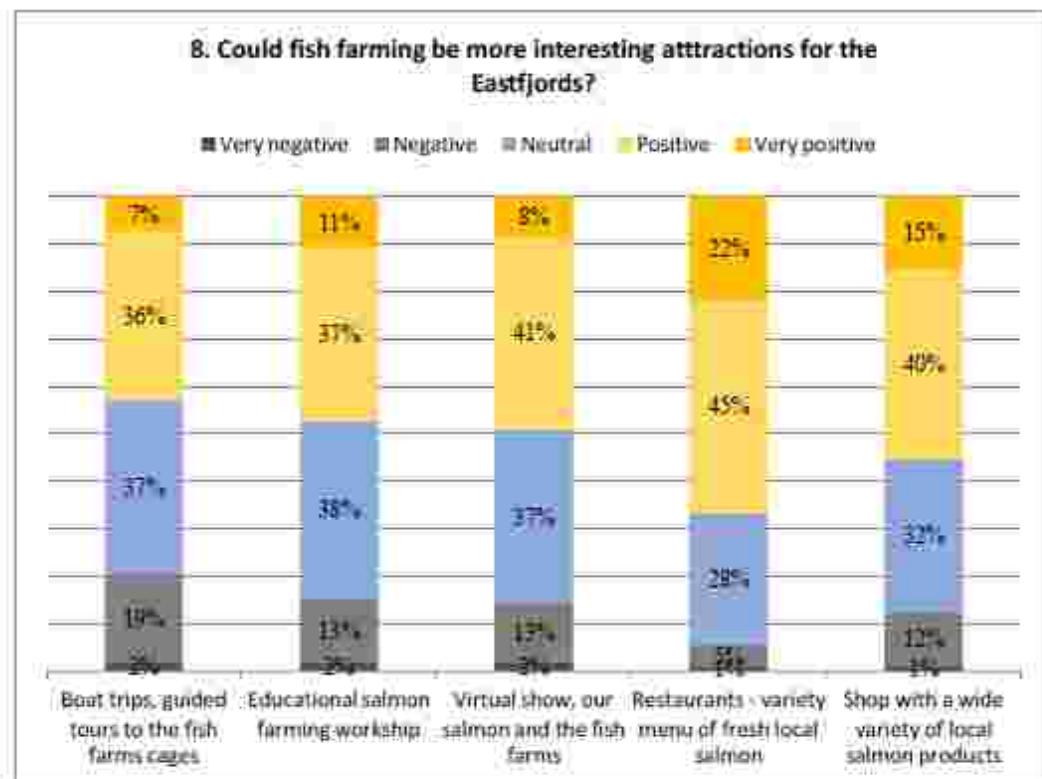
Aberandi var við vinnslu gagna að framsetning spurningar 7 kann að vera villandi fyrir þá sem ekki hafa gott vald á ensku. Margir sem svarað höfðu fyrrí spurningum með jákvæðu viðhorfi merktu við "Agree" og hafa hugsanlega ekki gert sér grein fyrir að "Agree" væri neikvæð fullyrðing í sumum tilvikum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



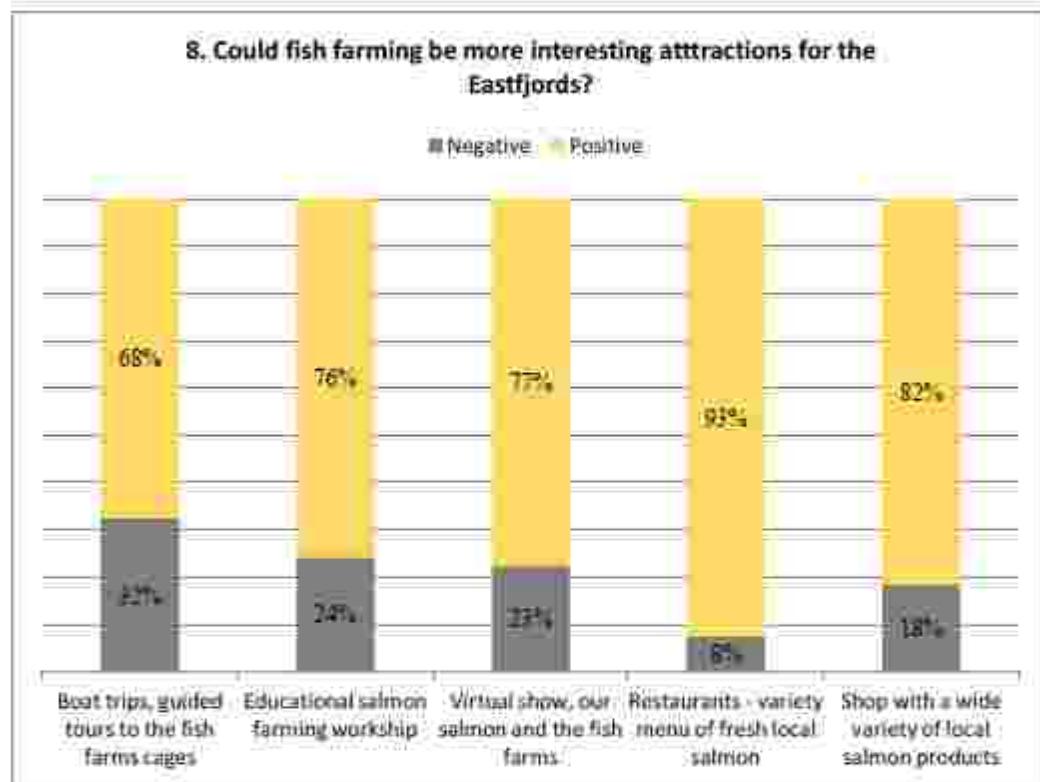
8. Fræðsla um fiskeldi á Austfjörðum

Að lokum spurðum við hvort þátttakendur teldu raunhæft að fiskeldi væri eitt af aðráttöflum Austfjarða, þá með tilkomu bátaferða um firðina í kringum kviar, 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 báttakendur 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 ferðamerin 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

The image shows the cover of a survey report. The title 'Fjölmíðlun ehf Spurningavagn MMR' is at the top, followed by 'Viðhorfskönnun' and 'Júní 2018'. Below the title is a graphic of blue and teal 3D bars. At the bottom left is the MMR logo (three blue bars) and 'Framkvæmd'. At the bottom right is the MMR logo and 'Markaðs- og miðlarannsóknir'.

Éfni skyrslunnar er háð höfundarrétti MMR. Óli opinber dreifing eða fjörlitun 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

Karlkyn 1,06
Kvenkyn 0,94

Dagsetning gagnaöflunar

12. til 18. júní 2018

Aðferð

Netkönnun (spurningavagn)

Vogtölur

Kyn	Búseta
Karlkyn	Höfuðborgarsvæði 1,02
Kvenkyn	Landsbyggð 0,96
Aldur	Menntun
18-29 ára	Grunnskóli 2,56
30-39 ára	Starfsnám 0,49
40-49 ára	Bóklegt framhaldsnám 1,26
50-59 ára	Verklegt framhaldsnám 1,14
60-67 ára	Próf úr sérskólum við háskólastig 0,43
68 ára og eldri	Háskólanám 0,73

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.

*Hópur Álitsgjafa MMR telur liðlega 18.000 Íslendinga sem valdir hafa verið með tilvilljunarúrtaki úr þjóðskrá og fengið til þáttóku í netkönnun með símakönnun. Hópurinn er endurnýjaður víkulega allt árið um kring til að bæta fyrir brottfall og tryggja eðlilega endurnýjun.

Um opinber birtingu niðurstöða úr könnunum MMR:

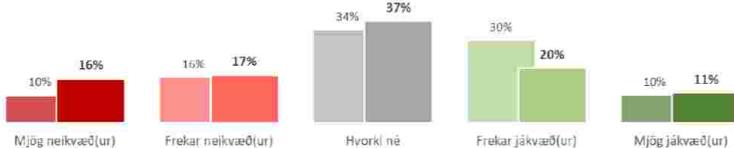
Óheimilt er að birta niðurstöður kannana opinberlega nema með skriflegu leyfi MMR. Ef niðurstöður eru blitar skal nafn þess sem greidir fyrir viðkomandi könnun teknið fram ásamt því sem niðurstöður viðkomandi spurningar skulu gerðar opinberar í heild sinni, þar með talð þær forsendur sem svarendum eru gefnar óður en spurningunni er svarað. MMR áskúr séi 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?

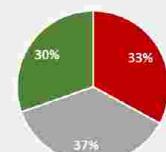


= okt 2017 = jún 2018

Svar	Fjöldi	Hlutfall	Virkmörk
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%
Fjöldi svarenda	846	100%	
Tóku afstöðu	846	91,4%	
Tóku ekki afstöðu**	79	8,6%	
Fjöldi svarenda	925	100%	
Spurð*	925	100,0%	
EKKI spurð	0	0,0%	
Fjöldi þáttakenda	925	100%	

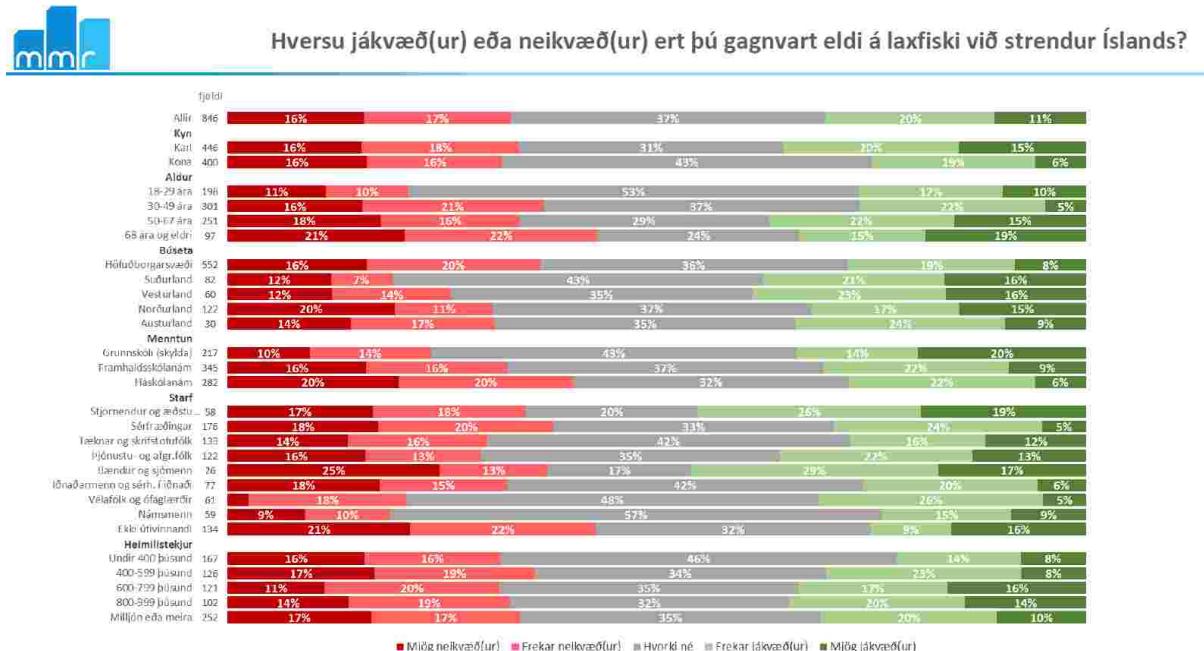
*Allir þáttakendur voru spurðir

**Bau sem töku ekki afstöðu svorðu. Vei ekki hvil ekki i svara

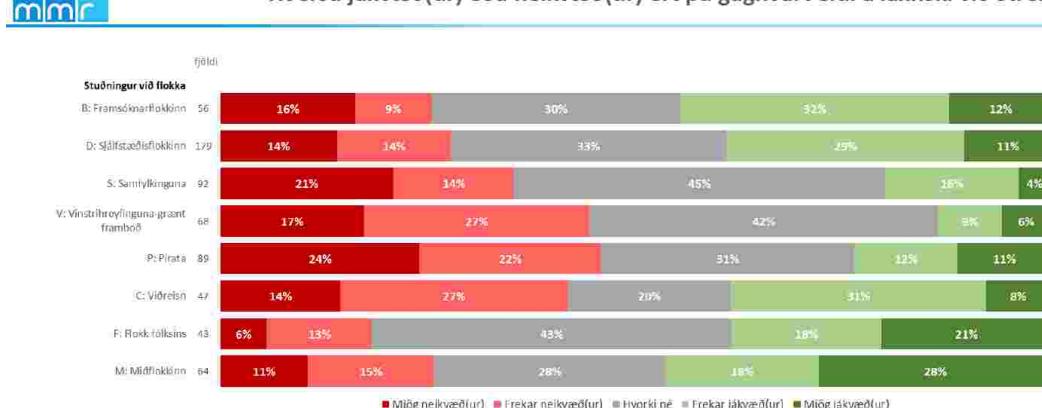


■ Neikvæð ■ Bæði og ■ Jákvæð

4



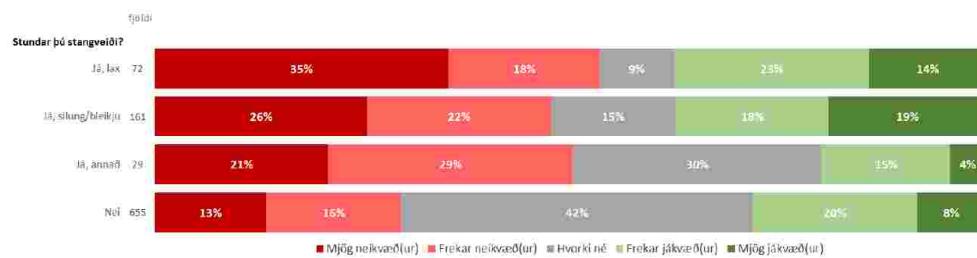
Hversu jákyæð(ur) eða neikyæð(ur) ert bú gagnvart eldi á laxfiski við strendur Íslands?



*EKKI eru sýnidir stjórnmálflokkar sem hafa færri en 30 svarendur.



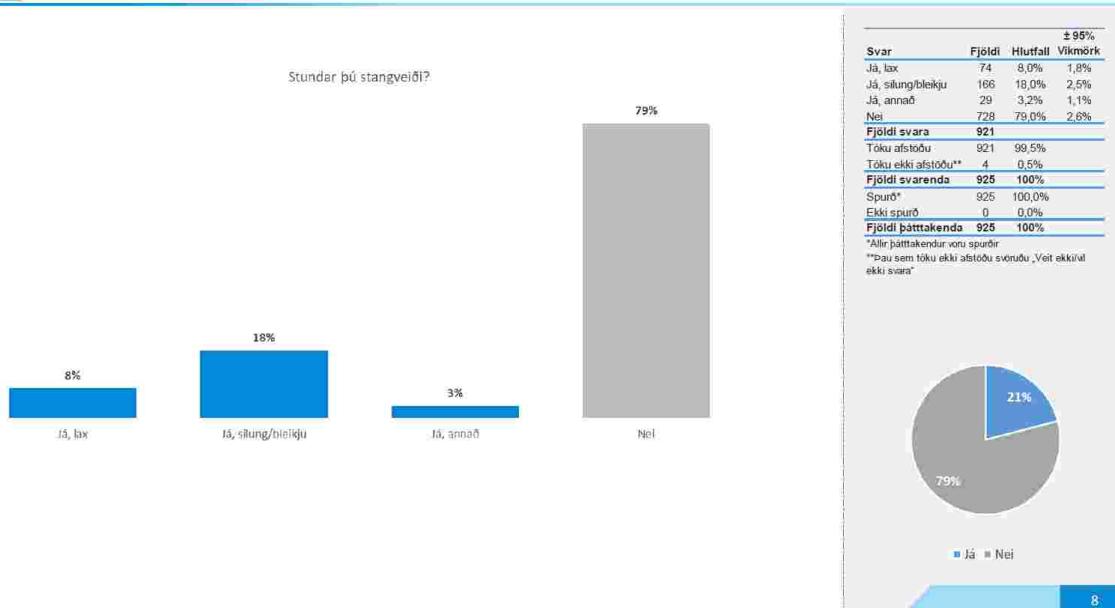
Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við strendur Íslands?

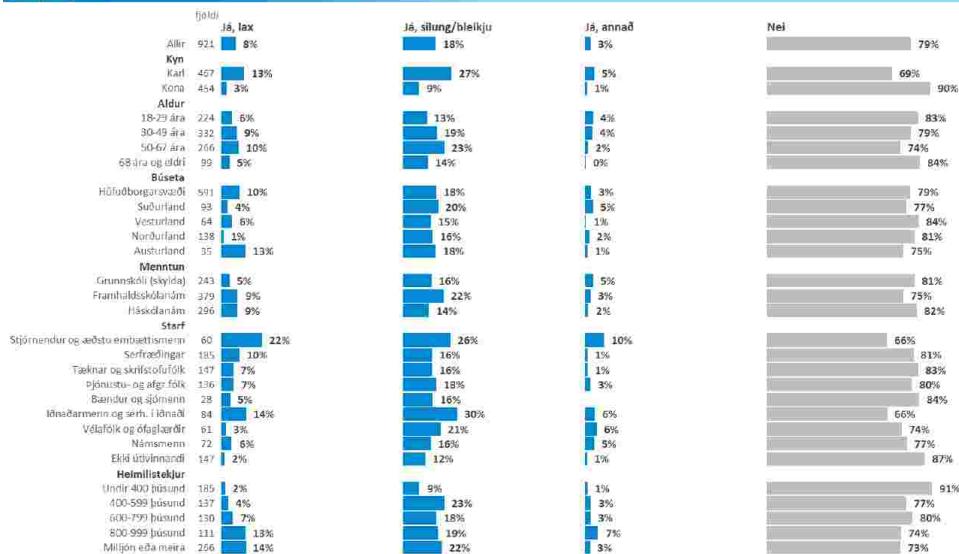


7

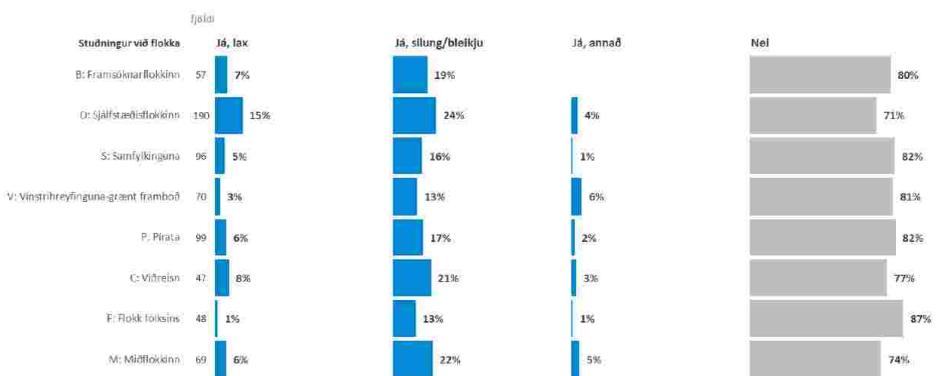


Stundar þú stangveiði?





9



10

*Ekki eru sýndir stjórnmálflokkar sem hafa færri en 30 svarendur.

Takk fyrir!



Fjölmíðlun ehf
Spurningavagn MMR
Viðhorfskönnun
Desember 2018

Ett umþykkingarverki fyrir Viðhorfskönnun MMR. Ólli upptöku meðalháttarins í Spurningavagninni. Þessi er ófærilegur meðalháttur. Íspálega umþykki MMR. MMR er ófærilegur fólkum meðalháttarinnar.



Frankvarvid

Verkkaupi	Úrtak
Fjölmiljun ehf.	Íslendingar 18 ára og eldri valdir handahöfskenntir úr höpi Áltsgjáfa MMR*
Dagsetning gagnaðlunar	Fjöldi svaraðna
5. til 11. desember 2018	975 einstaklingar. Svoð voru vigtuð út frá upplýsingum um býði frá Hagstofu Íslands.
Aðferð	
Netkornun (spurningavagn)	

Vogtölur

Kyn	Búseta	
Karlkyn	1,04	Höfuðborgarsvæði
Kvenkyn	0,96	Landsbyggð
Aldur		Menntun
18-29 ára	1,03	Grunnskóli
30-39 ára	0,96	Starfsnámi
40-49 ára	0,92	Böklegt framhaldsnám
50-59 ára	0,99	Verklegt framhaldsnám
60-67 ára	1,06	Próf úr sérskólum við háskólastig
68 ára og eldri	1,12	Háskólanám

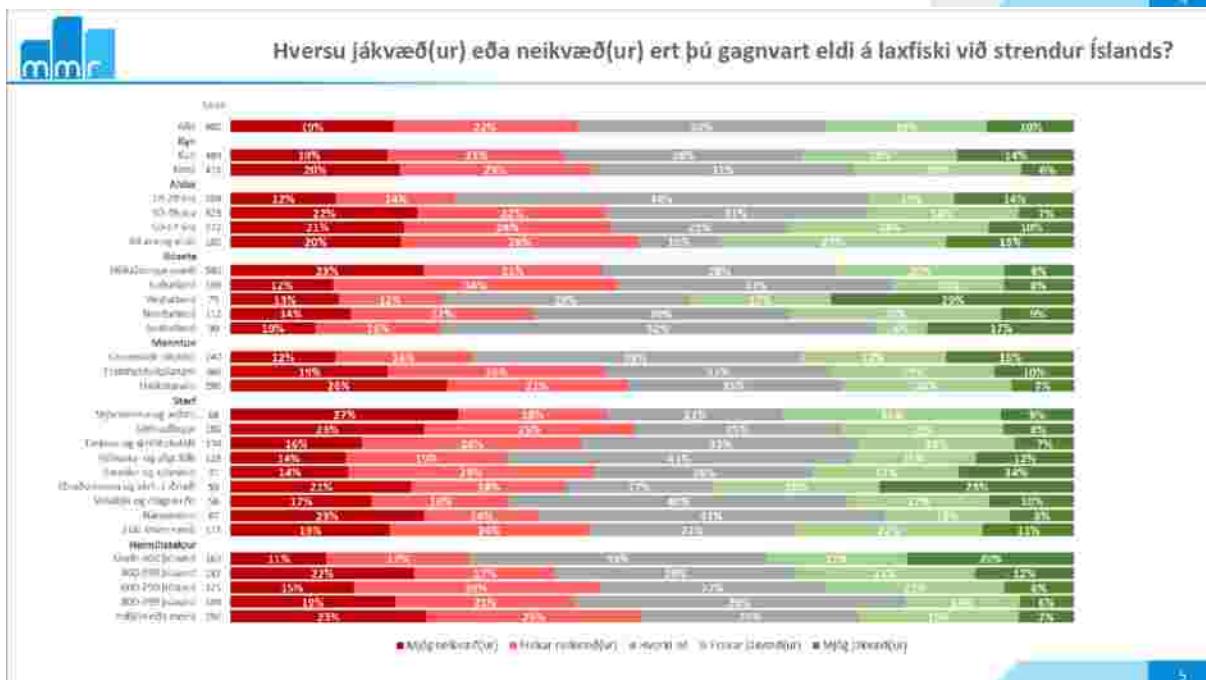
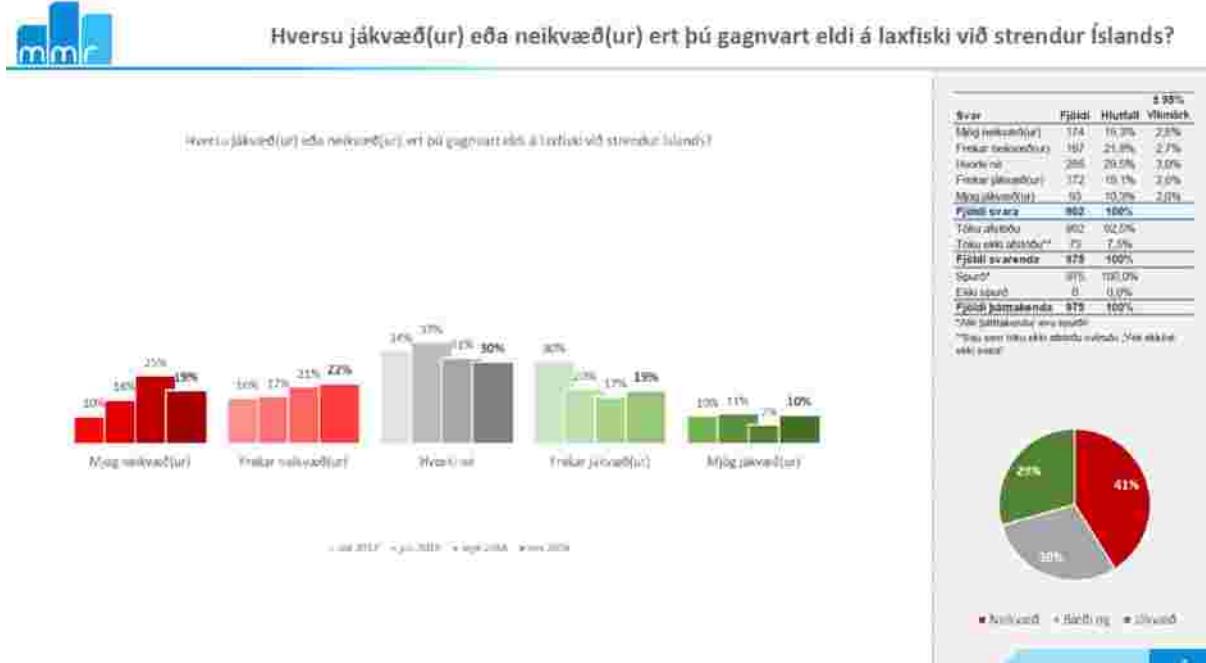
“Víðugt Áhrifugt hafi tiltekið tilgangi 18100 fólkamengus sem vildi hafa verið með tilgangurarsíðu í þjóðskrá og fréttum til þátttakna í heimildarinni með alþáhrifunum. Þópurinn er endurháður víðalega allt frá tímum kringum til að hæta fyrir lönnfálli og tryggja aðlega endurháðun.

Um sombras tinguidas de cinzento MMIC

Gleðilegir er allt hér til vinnulega! Þaumum og ófengilegum með Vellheigði lykla MAF. Þó
vinnulegum eru allar þessar skrár með ófengilegum fyrir vinnulegum klímaum teknar fram um
því að eftir vinnulegum vinnulegum ófengilegum skuli geraður upplýsingar í Heild sunnan, þar með
talið var fórum með minnunum um ófengilegum ófengilegum ófengilegum upplýsingum en með að ófengilegum
því jafnframt vettu til allt geraða ófengilegum upplýsingum og ófengilegum vóðu birtugðar af hafi.
Kapitóli.

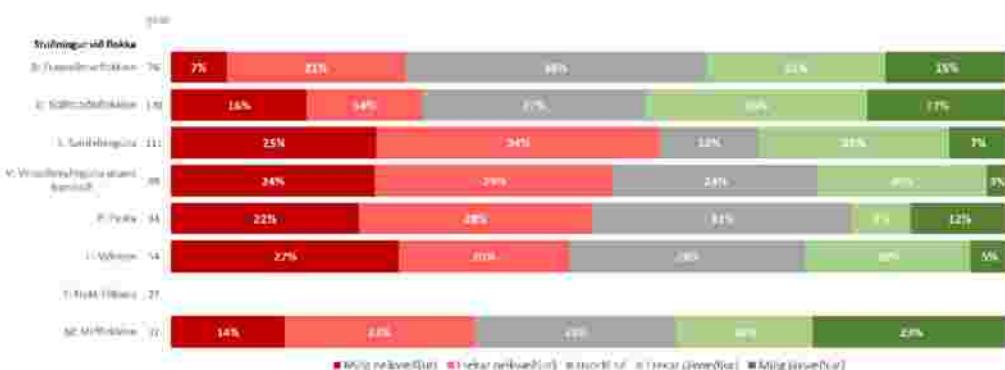
Niðurstöður







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

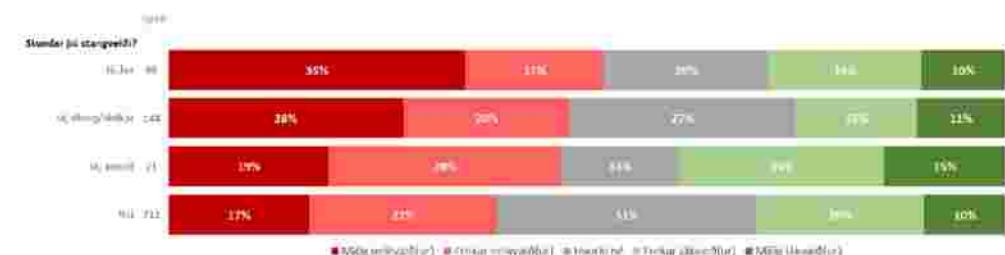


* Þá eru sínuleið ólögmálfókkar sem hafa kært einn 30 maturspjald.

6



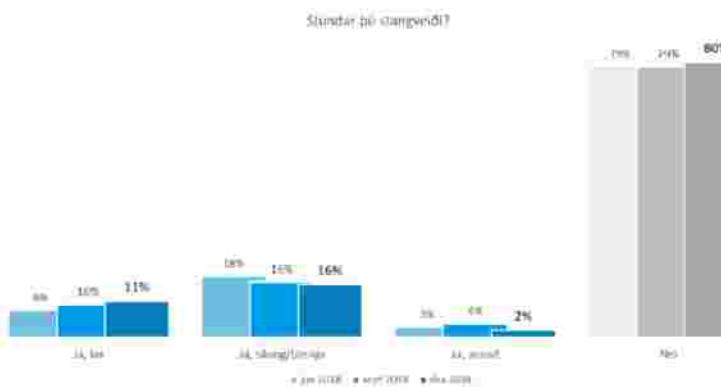
Hversu jákvæð(ur) eða neikvæð(ur) ert þú gagnvart eldi á laxfiski við strendur Íslands?



7



Stundar bú stangveiði?

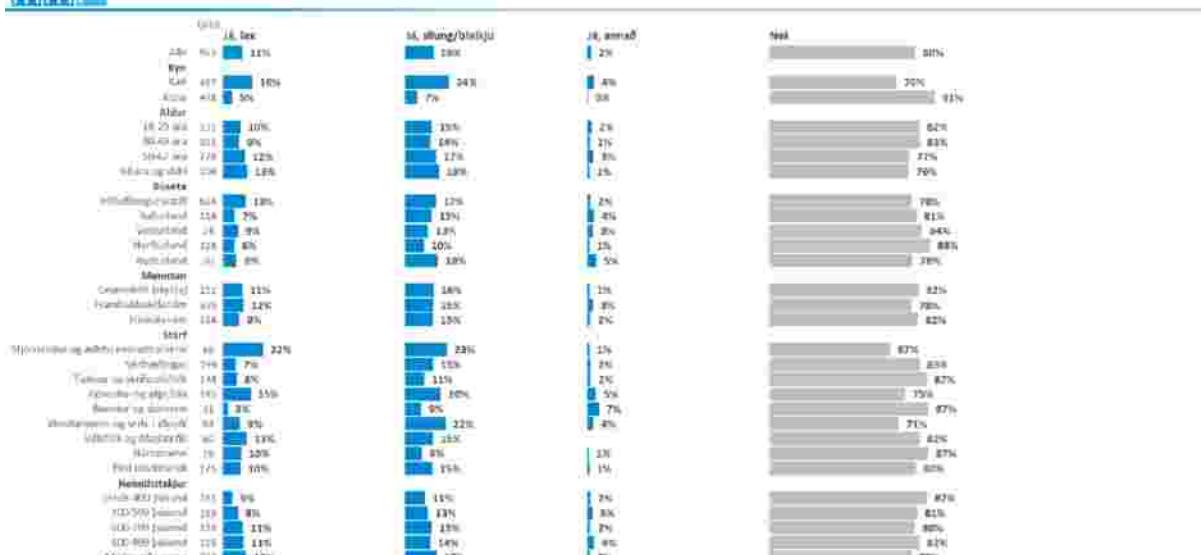


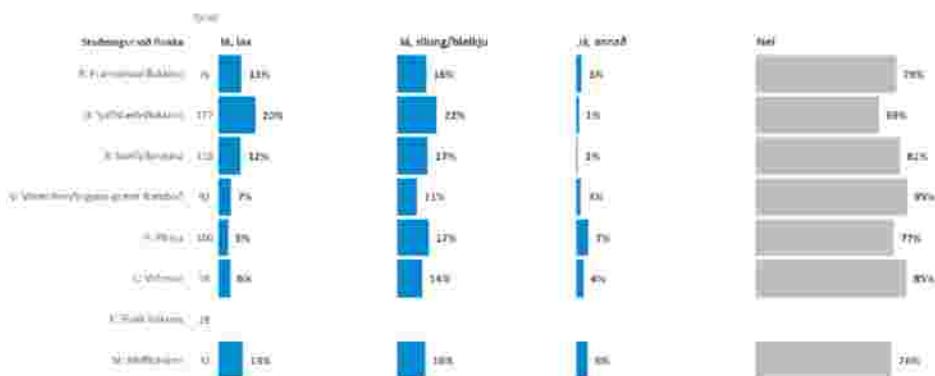
Svar	Fördel	Hindrad	Utvänt	Övrigt
JJa, för	103	10,7%	—	1,0%
JJa, något berördes	558	15,5%	—	3,8%
JJa, inte alls	21	2,2%	—	0,0%
Nej	774	83,7%	—	0,5%
Fördel avvara				
Tänkt attvara	905	99,0%	—	—
Tänkt inte attvara	10	1,0%	—	—
Förlitad avvara				
Spårat	975	100,0%	—	—
Ett spårat	15	0,0%	—	—

Fjäll parniente 97% 100%



Stundar bū stangveiði?





*Ekkir eru vandaðir útförniðalaflokkur sem hafa fárti en 30 vísindum.

10

Takk fyrir!



Viðauki 16: Endurskoðað áhættumat erfðablöndunar 2020

Íháttar erfðablöndunum - maigjúr 2020

Hámarksstílmassanum 17. maig 2020

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

RÁÐGIÖF – ADVICE

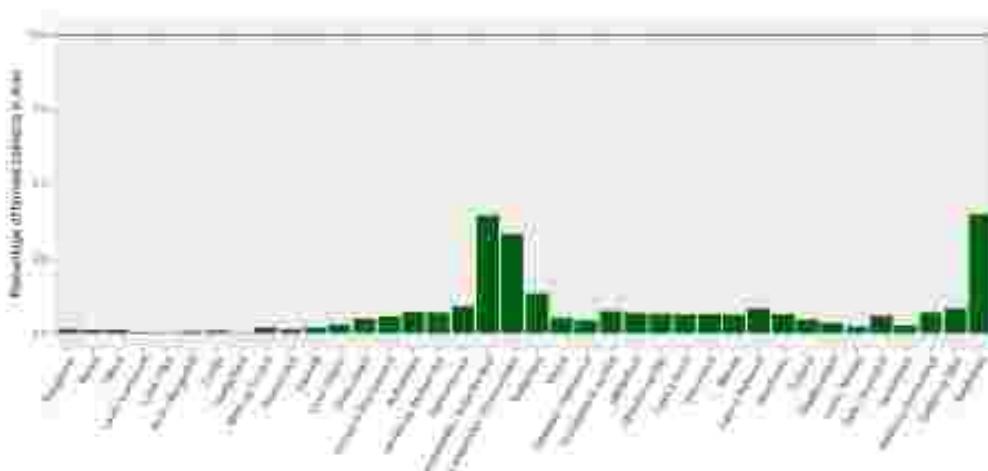
Háfransóknastofnum ráðleggur í samræmi við uppfært áhættumat að eldfumagn verð ekki meira en framkvæmti í töflunni að neðan í eftirlíkum fyrir þann:

Landsvæði	Hámarksstílmassi samkvæmt	Fyrra mat (miðað við framleiðslu)
	Ahættumati erfðablöndunar (tonn)	
Vestfirðir		
Patreksfjörður, Tálknafjörður og Patreksfjardarfjörður	20.000	20.000
Arnarfjörður	20.000	20.000
Dýrafjörður	10.000	10.000
Önundarfjörður	2.500	0
Ísafjarðardjúp	12.000	0
Vestfirðir samtals:	64.500	50.000
Austfirðir		
Berufjörður	7.500	6.000
Stöðvarfjörður	0	0
Fáskrúðsfjörður	12.000	15.000
Reyðarfjörður	16.000	
Seyðisfjörður	6.500	0
Austfirðir samtals:	42.000	21.000
Samtals:	106.500	71.000
Í nýju mat er miðað við hámarksstílmassa. Framleiðsla er nú reiknuð sem 10% af hámarksstílmassu en var áður lögð að jömu 71 þús tonn jálgilda því 88.75 þús tonna í límassa. Aukning er því í raun 20%.		
Lagt er til að eidi verði ekki stundað nærlæðum í botni Ísafjarðardjúps en sem nefnur línu frá Ogurnesi að Æðey og Hólmasuði.		
Í Ísafjarðardjúp er lagt til 12.000 tonna hámarksstílmassa. Ef notuð eru 400 grammur seði má auka hámarksstílmassa í 14.000 tonn.		
Í Fáskrúðsfirði og Reyðarfirði er lagt til hámarksstílmassi 12.000 og 16.000. Með notkun 400 grammur seða má auka hámarksstílmassa í 14.000 og 18.000 tonn.		

NIBURSTODUR MIÐAÐ VIÐ UPPFÆRT ÁHÆTTUMAT

Ahættumatslíkanáð reiknar almennt út mjög lag gildi innblöndunar fyrir utan fjarar ár, en það eru Langárdalsá/Hverfellsá og Ísafjarðará í Ísafjarðardjúpi, og Breiðdalsá í Breiðdal.

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



BREYTINGAR Á STUDLUM ÁHETTUMATS VÍÐ ENDURMAT

Proskuldsgildi áætlanlegrar innbjondunar (e. intrusion) eldulaxa í náttúrulegar leyvelðið er óbreytt frá fyrra mati aðe 4%.

Nýtt mat á studlum áhettumats á grunni vöktunarniðurstaðna. Eftirfarandi breytingar eru gerðar á studlum áhettumats:

Studlar áhettumats	Fyrri gildi	Ný gildi	Breyting
Snemmbúð strok			
Heimsækniðstrok (H)	0.25	0.25	N
Væribull strok			
$\beta =$	2.5	2.5	N
$\eta =$	170	170	N
Endarkomuhlutfall (E)	1.85%	1.30%	J
Síðanrök strok			
Webull strok			
$\beta =$	2	1.5	J
$\eta =$	1000	540	J
Endarkomuhlutfall (E)	3.3%	1.1%	J
Strokuðull (strokuðstrokinn) (S)	0.5	0.3	N
Hufull síðanrök/stremmbúð	50/50	50/50	N

Röksemdir fyrir breytingu studla:

Snemmbúð strok: Enn hafa ekki verið greindir neinir strokuðiskar úr snemmbunu stroki í veildáum. Því er heimsækniðstrok og dreifingarstrokum haldihí obreyttum. Endarkomuhlutfall-strokuðiska er hins vegar leikkað um 1.85% í 1.3%. Hér er byggt á greiningu á gögnum úr sleppitíraumum Skilbæri et al. (2015). Heimsækniðstrok leikkar endarkomu umtalsvert en misznikið eftir færlega.

Síðbúlfærstrok: Í vöktun Hafnarfjörðukastofnunar hafa eins 15-laxar verið raktir til sjókvíseldestóðva. Þeir voru allir úr síðbúnum strokum frá tveimur sjókvíselfestöðum, annars vegar Hringssal í Arnarfirði og hinars vegar Laugardal í Takknafirði. Reiknuð var farlengd þessara strokufiska og borin saman við dreifingaráfall. Þó að miðurstöðurnar býggði ekki einn á stóru gagnasafni þó virðist dreifingin þó vera í samræmi við Weibull dreifingaráfalla eins og gett var ráð fyrir í áhættumáti. Raundreiting bendir til þess að fyrre mat að fariengdarstuðil (1) hafi verið of hátt og að lögunarstuðil (2) hafi einnig verið of hátt. Þessir studilar voru því endurstiltir í endurmáti í samræmi við hiðurstöðu vöktunar.

Endurkomuhlutfall strokufiska var borin saman við gogn um endurkomu úr síðbunu stroku í Noregi. Samkvæmt norðru gagnunum er endurkomuhlutfallið að meðaltali 0,34% en í líkamli hefur það rekktast megra eða 0,26% úr því eins stroku greinilegri var. Það virðist ljóst að endurkomuhlutfall fyrri áhættumáti var líklega ofáætlað sem 3,3%. Á grundvelli fyrirleggjandi gagna og varðarreglu hefur því verið skreidrið að lækkja endurkomuhlutfallið i 1,1% í númerandi endurmáti.

Strokstuðil og strokhlutafall: Þau takmörkuðu gagn sem fyrir lieggja virðast gefa til kynna að ekki sé að tvo stroðlu áætlað til að breyta strokstuðlum og er honum því heldið óbreyttum sem 0,6 strokufiskar á hvert framleitt tonn í númerandi endurmáti. Ekki lieggja eon fyrir nein gagn sem sýðja breytingar á strokhlutfalli og því er enn stuðst við 50:50 skiptingu á milli snemmbúins og síðbúins stroks, eins og í fyrri áhættumáti.

Viðauki 17: Endurskoðað áhættumat erfðablöndunar 2020 – tækniskýrsla

Hætta á göngu strokulaxa úr laxeldi í íslenskar
laxveiðiár

Tækniskýrsla Hafrannsóknastofnunar 2020

Efnisyfirlit

1.	Reiknileikan fyrir áhættumat	2
1.1	Reiknileikan fyrir innblöndun eldislaxa í villta laxastofna	3
1.2	Almennar forsendur reiknileikansins	3
1.2.1	Landfrædilegir þættir	3
1.2.2	Eldispættir	4
1.2.3	Gögn varðandi lífsteril	5
1.3	Reiknileikan og breytistærdir	6
1.3.1	Strokstuðullinn	6
1.3.2	Hlutfall strokulaxa í laxveiðum	8
1.3.3	Lögunarstuðull dreifingaráfalls (β)	8
1.3.4	Vegalengdarstuðull dreifingaráfalls (n)	9
1.3.5	Heimsæknistuðull (H)	9
1.3.6	Endurheimta úr snemmtroki (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 laxveiða	14
1.5.1	Vöktun með Árvaya (Riverwatcher)	14
1.5.2	Erfðafræðileg vöktun	16
2.	Niðurstaða vöktunar og endurmat studia	17
2.1	Tilkynntir strokaburðir	17
2.2	Tilkynnt veiði strokulaxa í ám	18
2.3	Mat á fjölda strokulaxa	20
2.4	Dreifing strokulaxa	22
2.5	Endurmat studia fyrir snemmtroki	24
2.6	Endurmat studia fyrir síðstroki	25
2.7	Rannsóknir á erfðablöndun með rafveiðum	25
3	Umraður	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 snemmmstroki í veiðiár (L_s)	30
3.4	Mat á endurheimtu síðstrokslaxa í veiðiár (L_g)	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	Þakkarorð	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 S্বæði þar sem talið er bannlað við Íslandsstrendur (raut)	5
Mynd 1-3 Áhrif heimsæklinstuðulins (H) á spáðan fjöldi strokufiska sem ganga í ár eftir veturvöl sem fall af fjarlægð. Í þessu dæmi er síða 10.000 tonn og stærð stofns í á 1.000 fiskar. Blá lína sýnir fallið þegar heimsæklinstuðull er 0; gul lína 0.05, lína 0.1 og gúlbrún 0.25.	10
Mynd 1-4 Skjáskot úr Árvakanum sem er aðgengilegur af veið Hafrannsóknastofnum (https://www.hafogvatn.is/s/rannsoknir/voktun-verdlaas/ar-og-eldi)	15
Mynd 1-5 Ár í Árvaka vöktunar sættuninni. 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 rauðverðivökturnarsættum	17
Mynd 2-1 Drefing síðbunna stroka frá árinu 2018. Tvær Weibull drefingar eru teiknaðar yfir með studda $\beta = 1.5$ og $\eta = 540$ (blá lína) og $\beta = 2$ og $\eta = 1000$ (rauð punctalína). Jákvæð fjarlægð er réttssælis um Ísland	23
Mynd 2-2 Veidi snemmbunna stroka í ám eftir 1-3 ár í sjá sem fall af strokstærð. Snemmbunna strokkunum var skipt upp í eftirlærandi hópa: 50-120 g ($n = 85$ g; 20,178 fiskar), 140-160 g ($n = 154$ g; 15,487 fiskar), 180-240 g ($n = 214$ g; 17,506 fiskar), 430-530 g ($n = 494$ g; 7,305 fiskar) og 950- 2000 g ($n = 1,200$ g; 4,163 fiskar).	24
Mynd 2-3 Hældar veidi á strokukumum í Noreg árin 2014 – 2017, hópað eftir veiðiaðferð (Glovers et al. 2019)	26

1. Reiknilíkan fyrir áhættumat

1.1 Reiknilíkan fyrir innblöndun eldislaxa í vilta laxastofna

Bessi skýrsla gerir grein fyrir myju áhættumatsíkani fyrir hættu á villuráfi eldislaxa inn í laxveiði. Tilgangur líkansins er að meta fjóldi þeirra strokulaxa, sem gæti tekið þatt í hrygningu á hverju ári. Hætta á erfðablöndun eykst í beinu hlutfalli við fjölda strokulaxa í ánni (Glover off. 2012,2013) og sá fjöldi er því valinn sem mæleining til að meta hættuna á erfðabreytingum í náttúrulegum laxastofnum. Ef fjöldi strokulaxa fer yfir ákvæðið hámark á hverju ári er hætta á því að erfðablöndun geti aukist umfram það sem náttúruvalið getur lagfært.

Islenska líkáninu voru slik lágmarks og hámarksgildi valin í samræmi við Taranger off. (2015). Lægra gildið, sem var sett við 4%, samsvarar lægra matinu á villuráfi eldislaxa í viðkomandi á og hefur í för meað sér fírra erfðabreytingu hjá náttúrulega stofnum, 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 laxveiði. Taka þarf tilit til þess að náttúrulegir íslenskir laxastofnar og norski eldisstofninn(SAGA stofn) eru fjarþyldari heldur en náttúrulegir stofnar og eldisstofnar í Noregi og því ætti að setja slik gildi hærri og af meiri íhaldsseimi hér á landi.

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

Framyndu erfðablöndunar ma skipta í tvö stig:

- i. Strok laxa úr sjókví og líkur á því að þeir gangi fár,
- ii. Hrygning þeirra í ánni, lifsterill afkomenda (treihús eldislaxar og kynbiendingar) og áhrif þeirra á erfðir heimastofnsins. Tvö aðskilin líkón eru notuð til að spá fyrir um þessi stig. Líkón sem notuð hafa verið hafa aðallega beinast að síðara stíginu þ.e. erfðablöndun(Castellani off. 2015,2018; Verspoor,2017) en eftir því sem við vitum best er þetta fyrsta líkanið sem spáir fyrir um göngur eldislaxa fár.

I Noregi og Skotlandi er laxeldi stundað tiltíuluðlega þétt saman í nágrenni við veiðar og hefur verið stundað í áratugi. Af þessum sökum hefur spáikan vardandi göngur eldislaxa fár ekki verið hagkvæmt í þessum löndum. A hinn bróinn þá eru laxeldiosvæði

á Íslandi verjuðeiga fjarri laxveiðið og því eru farleidir og dreifing strokulaða út frá eldissvæðum mjög mikilvæg atriði. Ennfremur hefur laxeldi verið bannad í fjörðum í nágrenni helstu laxveiðianna til að verja náttúrulega stofna fyrir erfðablönduh, sníkjudyrum og sjúkdónum (Gudjonsson og Scarnecchia, 2013). Því er mjög mikilvægt að gera spáikan um farleidir eldisslaxa til að meta áhættuna af villuráfi í ár. Þar sem eldi á Atlantshafslaxi í opnum sjókvíum er á byrjunárstigi hér á landi eru taekifæri til að fylgjast með göngum eldisslaxa í ár í kölfar auliningar í framleiðslu.

Þetta spáikan er því mjög dýrmætt til að meta áhrif laxeldis á náttúrulega laxastofna á Íslandi. Sípað spáikan hefur nýlega verið nytta Nyfundnalandi (Bradbury et al., 2020) til að meta áhrif fyrrhugaðrar aukningar í sjókvældi á laxi. Laxeldi á Íslandi er bundið við ákveðin svæði langt frá helstu laxveiðiánum til að lagið marka áhrif eldissins á náttúrulega stofna. Notkun líkansins mun varpa ljós á fjölmargar þætti svo sem fjölda strokulaða, afkomu laxanna, hegðun og lífsferli í sjó. Taeknilegar framfarir í erfðarannsóknunum gera okkur kleift að fylgjast með dreifingu og afkomu strokulaða frá einstaka eldissvæðum. Likanid metur áhrif allra sjóeldissvæða á laxastofná í öllum þeim óm þar sem stofnustærðin getur verið metin bæði sem fjöldi og eins sem hlutfall af hrygningarástofni árinna.

Þróun þessa spáikanars byggði á bestu fáanlegu upplýsingum úr ritryndum visindaritgerðum ásamt ýmsum gögnum ír íslenskum, norskum og ískum skýrslum:

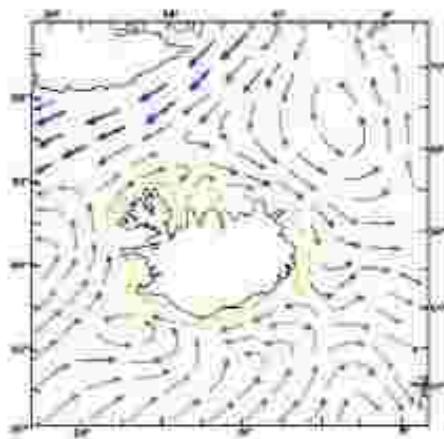
1.2 Almennar forsendur reiknillíkansins

Reiknillíkanið reiknar út fjölda strokulaða sem gengur í ár út frá þáttum sem hægt er að skipta í þrjá höpa: Landfæðilega þætti, eldisþætti og þætti tengda lífsferli.

1.2.1 Landfæðilegir þættir

Likanid notar landfæðilega þætti svo sem styrkleikar og stefnu sjávarstrauma; magn laxi sem gengur í ár ásamt hala og aðrenneslövæði anna. Hafstraumur vid strendur Íslands

ganga réttssælis um landið (Mynd 1.1).



Mynd 1.1 Kort sem sýnir hafstraumna kringum Ísland.

1.2.2 Elispættir

Upplysingar verðandi sjókvældið eru meðal annars nákvæm staðsettning sjóvía og önnur mikilvæg atriði verðandi þeirra umhverfi, lífmasa á hverjum stað, stærð og aldur laxa, sem ældir eru í kviunum, ásamt upplýsingum um strok laxa. Innifaldar eru upplýsingar um fjölda stroktitfella og meðaftöldi stroklaxa á hvert framleitt tonn.

Laxeldi er eingöngu leyft á takmörkuðum svæðum umhverfis Ísland, venjulega fjarri heilstu laxveðrinni. Þannsvæðin voru sérstaklega valin til að vernda laxveðrðar fyrir erfðablöndun eins og fram kemur í auglyssingu landbúnaðarráðuhreytisins í maí 2004 (Landbúnaðarráðuneytið 2004). Auglyssingin tekmarkar því laxeldissvæðin við Vestfirði

og Austfirði (Mynd 1.2.)



Mynd 1.2. Svæði þar sem loveldi er bannnað við fiskeldistrendur (rött).

Reiknillikanið notar nákvæmar upplýsingar varðandi útsetnuu á gönguseiðum í sjókvíar og fjölda beirra laika sem slátrað er eftir 18 mánuði. Þessi gögn fást úr eldisfornitnum „Fishtalk“ sem notað er af laxeldisfyrirtækjunum.

Miðað við skráningu á veiði og sleppingu á lökum úr laxatetjurum (Jónsson off., 2008), er gert ráð fyrir því í líkаниhú sá stofnstærðin í ánni sé tvöföld skrásett veiði á hverju ári og er þa notuð meðalveiði undanfarinna 10 ára:

Laxaseið eru bolusett nokkrum vikum áður en þau eru setti í sjókvíar og er það gert handvirkta með sprautu, sem telur seiðin og gefur nákvæman fjölda bolusettera seiða í hverju kerti. Venjulega fara öll seiði úr sama kerti í sömu sjókví en ef þeim er skipt upp eru þau endurtaðin í kvína með fiskteljara sem getur verið með 2-3 % talningaskekkju.

Hlutfallsleg rýmun í eldiskvíum kemur til vegna náttúrulegrar dánartölu en stundum getur strok úr kvíunum komið við sögu, sem þa eru skrásett af eldisfyrirtækjum. Við mætum fjölda stroklaixa úr kvíum með því að bera saman rýmum í sjókvíum með og án strokviðburða. Dagleg tinsia og mat fyrirtækjanna á náttúrulegum dæða virðast vera mun dærelðanlegni og voru ekki notuð í reiknillikanum.

1.2.3 Gögn varðandi lifsferil

Það er mjög mikilli vægt fyrir forspærgilai þessa reiknillikans að skilja hegðun og dreifingu laxa eftir strok. Hegðun og farleidir gönguseiða eru ólikar þeim sem gilda fyrir stærri laxa. Þess vegna skilgreinum við stroklaixa sem sneminstrokna, ef þeir steppa út áður en þeir ná 1,5 kg. þyngd og sem síðastrokna ef þeir steppa út við meiri þyngd. Náttúruleg gönguseiði ganga til sjávar yfir frekar stuttan tíma og ganga á ætisslöðir þar sem þeir dvelja umr þeir ganga til baka í ána eftir 1-3 ár í sjó. Á henn böginn ganga eldisseiði, sem

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

Náttúruleg laxaselði læra sennilega að þekkja ána sína, þegar þau fara í göngubúning, og eiga auðveldt með að rata aftur í ána. Ekki er ljóst hvernig þessu er varinð verðandi gönguseiði ur eldi. Reiknlíkanið gerir ráð fyrir að snemim stroknir laxar gangi til baka úr sjó á þann eldisstað þar sem þau sluppu út. Siðan muni þeir gange í nærliggjandi á þegar kynbroski brestur á. Einnig er sú kenning möguleg að lyktin af systiskahöpnunum í eldi í kvíunum dragi laxinn að og selinkil hrygningsgöngu herð í á, þar sem hann skynji hvíaumhverfið sem ármynnri. Þessa kenningu á þó eftir að sannreyna:

Hér á landi eru til lengtima gögn varðandi endurheimtur laxaseiða í hafþeitarári svo sem Rangarnar og styttri tímá gögn fyrir endurheimtu náttúrulegra seiða svo sem í Elliðaármári. Talið er að gönguseiði úr sjókvíum hafi að meðaltali 37% af þeiri 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 eldisselða sé 37% af þeiri tólu (1,85%). Einnig er gert ráð fyrir því að snemim stroknir laxar muni truflast á göngu sínum í ána vegna lyktar af lóxum í kvíni sem þeir sluppu úr. Í fyrstu útgáfu af reiknlíkáninu 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 snemim strokna laxa yrði 1,85% (5% x 0,37=1,85). Þetta gjöldi var sameignilegt fyrir allar endurheimtur snemim strokhnna laxa eftir 1-3 ár í sjó.

1.3 Reiknlíkani og breytistærðir

Reiknlíkanið áætlað fjölda strokulaxa út frá umfangi eldis í hverjum firði og spair fyrir um endurkomu þeirra úr hafi og dreifingu endurkomulaxa í vathsföll. Úlkanið inniheldur ýmsar jöfnur og byggir að þeim forsendum sem talðar voru upp hér á undan. Í þessum kafla verður gerð greint fyrir himum ýmsu breytistærðum sem líkanið byggir á.

1.3.1 Strokstudiðullinn

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 þáðum löndum. Norsk yfirvöld hafa í mörg ár gefið út árlegt yfirlit yfir fjolda tilkynntra strokulaxa og gefið út sem fjölda strokulaxa á hvert framleitt tonn (Fiskeridirektoratet, 2019a,b). Við tókum inn þessar upplýsingar fyrir fyrstu útgáfu af reiknlíkáninu og notuðum meðalfjölda strokulaxa fyrir 9 ár, þ.e. frá 2008-2016. Þetta byggir á því að

norski staðalinn NS 9415:2009 gekk í gildi 2009 en var í notkun allviða nokkuð fyrr og því varð vart við verulega lækkun á stroktónum strax árið 2008, sem tengdist notkun á nýjum búnaði í samræmi við fyrirhugaðan staðal.

Eins og aður var minnst á hefur verið metid að raunverulegt laxastrok úr kvíum hafi verið tvísvær til fjorum sínum hærra heldur en það sem tilkynnt var um (Skilbæt et al., 2015). Erfðarannsóknir gefa til kynna að öregtulegt smástrokk (tekar) séu helsta ástæðan fyrir þessu vanmati í opinberum tónum. A síðari árum virðist hafa orðið veruleg minnkun á þessum iekka, sennilega vegna strangari regina og betri eldisbúnaðar. Í fyrstu útgáfu af rekniliikaninu voru opinberar norskar tólur um strok margfaldaðar með 4 sem gaf meðaltals strokstuðul(S) upp á 0,8 strokulaxa á hvert framleitt tonn á tímabílinu 2006-2016 (Tafla 1-1).

Hlutfallið á milli sneminstroku og síastrokulexa er í likaninu metið sem 50:50. Þetta hlutfall hefur verið notað í verkefnafræðilegu likani hjá NINA (Hindar et al., 2006). Þetta byggir á hlutfalli astaxanthin litarefna í holdi strokulaxa, sem gengu í tvær norskar veidiðar haustið 1991. Innihald astaxanthin fell í two aðskilda höpa. Fimmtiu og eitt prósent af strokulökunum höfðu hlutfallsgildi sem samsvæði því afbrigði astaxanthins, sem finnst í lóxum sem þrifast á framleiddu laxafóðri, en hinn hlutinn inniheldt það afbrigði astaxanthins sem finnst í náttúrulegum lóxum (Lura;1994). Magnið af litarefnið felli því í two höpa, annars vegar með svipað magn eins og í eldisfiski en hinsvegar með svipað magn eins og finnst í náttúrulegum laxi. Þetta ásamt óórum þáttum benti til þess að hlutfallið milli sneminstrokkanna laxa hefur verið um 50:50 meðan á rannsóknánni stóð. Í fyrstu útgáfu af okkar likani notuðum við 50:50 hlutfall, þ.e. 0,4 fiska ur sneminstrokk og 0,4 fiska ur síastrokk á hvert framleitt tonn í íslensku fiskeldi á árin.

Eftir bestu er breitt á árlægum framleiðslu upp á 13.500 tonn á nokkrum sjókvíseldisstöðum árið 2018 og notum strokstuðul (S) upp á 0,8 var því spáð að 10.800 laxar mundu strjuka úr sjókvíum árið 2018, helmingurinn sem sneminstrokk laxar (<1,5 kg) og helmingurinn sem síastrokk laxar.

Tafla 1.1 Áæg tala félags skráðra strokulaða á hvert tonn frá meiti, samkvæmt Fiskedírektoráttur Noregi. Uppgefðar tölur eru margfaldar með 4 í síðasti dæki. Meðaltal og staðafrávik eru birt fyrir neðan tófluna.

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	0.49
μ	0.22	0.86
σ	0.11	0.44

1.3.2 Hlutfall strokulaða í laxveldiðum

Hlutfall eldislaxa í laxagongu: Lengi hefur verið vitað að laxar læra að þekja ána sín gegnum lyktarskyn (Lema og Nevitt, 2004). Í þessu reiknileikan er gert ráð fyrir að laxar muni leita aftur í ána sín 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 (β)

Breytan β er lögunarstuðull og ræður samhverfni fallsins. Samhverfnið er notuð til að mæsa hlutfalli fiska sem ganga meðstraums eða á móti strandstraumnunum umhverfis Íslands. Stuðullinn β er mismunandi fyrir sló- og snemmböld strok sem skyrist með mismunandi hegðunarmyrnstri. Eldisstaður er settur eftir á dreifingarterli og jákvæðar tölur lýsa dreifingu meðstraums og neikvæðar motstraums.

Fyrstu læðanir um β fyrir snemmstroku laxa voru settar við 2,5, sem gefur samhverfa dreifingu út frá strökstað. Upprunalegt mat að β fyrir síð stroku laxa voru sett þannig að 65% af laxum mundi fara í ar eftir göngu solarsinnis út frá strökstað (eldisstað) en 35% ganga gegn sölu. Þessu var náð með því að setja β=2. Gogn fra Noregi og Kanada voru notuð sem fyrsta mat fyrir likamið (McGinnity et al., 1997; Fleming et al., 2000), en níðurstöður fyrsta vöktunararsins hafa nú gefið upplýsingar til að endurmæta gildin. Landfræðilegar þættir gætu haft áhrif á dreifingu laxa út frá eldissstað og því hugsanlegt að mismunandi stuðlar gildu fyrir mismunandi staði. Í þessari fyrstu útgáfu af reiknileikaninu er hins vegar gert ráð fyrir sömu dreifingu út frá öllum eldissstaðum.

1.3.4 Vegalengdarstuðull dreifingarfalls (n)

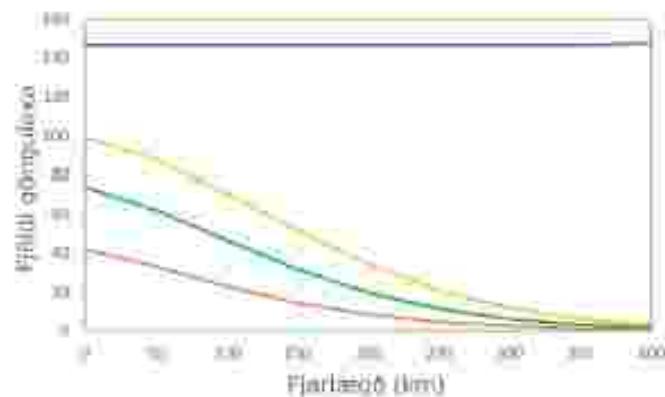
Breytan n er vegalengdarstuðull, sem ákváðar hve langt laxar dreifa sér frá strokstað. Í þessari útgáfu af rellinillikaninu er gert ráð fyrir því að strokulaxar muni ekki dreifa sér lengra en 200 km frá strokstað. Hins vegar er ljóst að rævisi gönguselða úr norscum eldissstofni gæti verið mjög ólik því sem gerist hjá nátturulegum íslenskum laxastofnum, sem gæti haft venuleg aðfari að þeim i hafi og nákvæmni í göngumynstri og endurheimtu. Til að meta hetur þennan þátt er nauðsynlegt að framkvæma sleppingar á merktum eldisslöxum:

1.3.5 Heimsæknistuðull (H)

Við höfum gert ráð fyrir að göngulax á leið heim upplifi umhverfi sjókvíanna sem sínar heimað vegna mikillar lyktar af sinum skyldmannum. Þetta veldur tregðu hjá þeim að yfirgefa svæðið. Til að taka tillit til þessa skilgreinir líkanið eldiskvi sem eina af laxveiðanum og spær því að hlut af strokulóxunum muni ganga til baka á kvíasvæðið og muni því ekki ganga í laxveiði.

Sem fyrsta með höfum við gert ráð fyrir því að aðrátræfli kvíasvæðisins jafnust að við laxveiðia með heildarstofn sem í fjölda sé 25% af þeim lifmassa sem eru í kvíunum. Þarinnig mündl eldissvæði með 1000 tonna lifmassa samsvarar laxveiði með 250 laxa stofnstað og draga úr villuráfi laxa í samræmi við það.

Ahrif þessa stuðuls standa ekki í beinu sambandi við ahrif af umfangi eldis, eða fjarlægð frá eldissstað eins og kemur fram í mynd 1.3. Gildi þessa stuðuls verða ljós ef við skeðum eldissvæði langt frá laxveiðiám og ítlum líkum á flakki strokulaxa yfir langar vegalengdir. Ef það eru á hinri böginum engar ár hærrí ylakomandi eldissstað væri óraunhæft að gera ráð fyrir villuráfi laxa í slikeinum. Heimsæknistuðullin var settur inn til að leikréttu slikein skekkjur. Með noskun þessa stuðuls er að mórgu leyti gert ráð fyrir að hluti þeirra laxa, sem strjúka seint úr kvíum, muni ekki yfirgefa kvíasvæðið. Þennan stuðul þarf síðan að aðlaga í samræmi við nýjar upplýsingar úr rannsóknunum.



Mynd 2-3: Atríff heimsæknistuðulins (H) á spáðan fjöldi strokuðska sem gengja í ór eftir vetrarhvel sem fall af fjarlægð. Í þessu dæmi er ekki 10.000 tonn og staða stofns í ór 1.000 fiskar. Blá lína sýnir fullid þegar heimsæknistuðull er 0, gul lína 0,05, lina 0,1 og gultbrúin 0,25.

1.3.6 Endurheimta úr snemmi strokna (L_s)

I fyrstu útgáfu af reiknileikanum voru endurheimtur sneminstrokinna laxa byggðar á endurheimtu náttúrulegra gönguseiða. Þær var einnig hýtt hlutfall milli endurheimtu á eldissseiðum og náttúrulegum seiðum samkvæmt slepptíraunum í Burrishole ánni á Írlandi (McGinnity et al. 1997, 2003) og gögnum frá lmssá ánni í Noregi (Fleming et al. 2000). Í þeim rannsóknnum var mæld hlutfallsleg afkomu eldissseiða og náttúrulegra seiða allt frá hrygningu þær til bau gengu aftur í ána.

Að meðaltali var hlutfallsleg afkomu eldissseiða 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 lægrí á norðanverðu landinu heldur en að því sunnanverðu. Þetta hefur komið í ljós með því að berba saman gögn frá Elliðaáum á Suðvesturlandi og Vesturdalsá á Norðausturlandi.

Meðalendurheimta í Elliðaáar á árunum 1988-2016 var 8,9% (ISW) en til samanburðar var endurheimta smálaxa (ISW) í Vesturdalsá á árunum 1996-2016 2,2% (ICES 2019). I reiknileikanum er notuð talan 5% sem meðaltals endurheimta á eins árs laxi fyrir þessar tvær ár. Míðað við þær rannsóknir, sem hér hefur verið minnst á (Fleming et al. 2000, ICES 2019), gerði reiknileikanir ráð fyrir endurheimtum á sneminstroknunum lórum sem samsvaraði 37% af meðalheimtum náttúrulegra laxa þ.e. $5\% \times 0,37 = 1,85$.

Heimsæknistuðulinn lækkar villuráf laxanna í hlutfalli við það magn sem framleitt er á sjóeldissvæðinu, þ.e. því meiri framleðsia því mun hlutfallslega minna af laxi mun

villast í aðrar ár. Í því endurhámi sem fram fer á líkani var endurheimtan endurmetin út frá heimtu á stórum og stálpuðum göhguseiðum (*post-smolts*) samkvæmt gögnum frá Skilbrel et al. (2015). Endurheimtuhlutfall (L_e) var há lækkæð í 1,3% (sjá káfla 2.5).

Jafna 1 reiknar út Endurkomufjölda úr snemmbunu stroki (E_s), þ.e. heildarfjöldi snemimbúinna strokufliska sem áætlað er að skili sér úr hafi:

$$E_s = PS_s L_s \quad (1)$$

I jöfnu 1 eru breyturnar (P), sem er heildarframleðsla ársins, (S_s) fjöldi snemimbúinna strokufliska 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 snemmbunu stroki skili sér upp í vatnsfölli.

Eins og fyrr segr má gera ráð fyrir því að sjögönguseiði upplifji eldiskvar og strondina nálægt þeim sem heimkynni sin. Því getur valdla lykt af fiski og það sérstaklega af kynþroska fiski. Þetta leidir til tregðu þeirra að leita lengra burt og veldur því að sumir endurkomufiskar ganga eklu í vatnsfölli. Líkanið notar svokallaðan Heimsækhnistuðull (H) og eldismagn á kvíastæði (P_{av}) til þess að áætla þennan þátt. Heimsækhnistuðull hefur því eininguna fjöldi á tonn. Sjá frekari skyringar í káfla 1.3.3.

1.3.7 Endurheimto úr síðstroki (L_s)

Jafna 2 reiknar út Endurkomufjöldi úr síðbunu stroki (E_s), þ.e. heildarfjöldi síðbúinna strokufliska sem áætlað er að skili sér í vatnsfölli.

$$E_s = PS_s L_s \quad (2)$$

I jöfnu 2 eru breyturnar (P), sem er heildarframleðsla ársins, (S_s) fjöldi síðbúinna strokufliska á hvert tonn framleitt og (L_s) endurkomuhlutfall úr sjó.

1.3.8 Dreifing strokuflaxa

Weibull dreifingarfall er notað sem líklindafall fyrir far strokulaxa með strokstað sem hámark dreifingarfalls. Líkanið reiknar út tvær dreifingarföll fyrir strokulaxa frá hverjum eldsstað (firði), annars vegar fyrir snemmbúna strokufliska (sjögönguseiði-stórseit) og aðra fyrir síðbúin strok. Þessar tvær dreifingar eru síðan samteinarðar til að mynda heildardreifingu frá hverjum stað. Weibull fallið hefur tvær breytur, β og η . Breytan η er vegalengdirstuðull, það er ókvæðar hve langt fiskarnir dreifast frá strokstað og hins vegar β , sem er

lögunarstuðull og ræður samhverfni fallsins. Samhverfni er notuð til að meta hlutfall fiska sem ganga meðstraums eða á móti strandstraumnum umhverfis Íslands. Stuðullinn þír mismunandi fyrir síð- og snemmbúð strok sem skyrist með mismunandi hegðunarmynstri. Eldisstaður er settur eftir að dreifingarferli og jákvæðar tölur lýsa dreifingu meðstraums og nekkvæðar mótsbraums. Dreifingu stroku fiska er því lýst með einföldari Weibull jöfnu:

$$W(V) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{V_a}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{V_a}{\eta} \right)^\beta} \quad (3)$$

Jafnari er normuð og gefur þá:

$$W = \frac{\frac{\beta}{\eta} \left(\frac{V_a}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{V_a}{\eta} \right)^\beta}}{\sum \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{V_a}{\eta} \right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{V_a}{\eta} \right)^\beta}} \quad (4)$$

Lafrna (5) reiknar fjölda fiska úr aldursþópi X sem ganga í vatnsfall a , með því að sameina jöfnur (1), (2) og (4).

$$F_{ax} = E_x \frac{W_x A_d}{\sum_w W_w A_d} \quad (5)$$

Þar sem A_d er meðaltals stofnstærð vatnsfalls a og F_{ax} er fjöldi eldislaxa af aldursþópi X sem gengur í vatnsfall a .

Fyrir snemimbúð strok er sem fyrir segir, reiknað með að sjálfur eldisstaðurinn valdi tregðu til að leita lengra og atvegaleiði hluta fiska til fra því að ganga í ár. Það má tilkla sem sjálft kviastæði virku á fiskinni sem heimað eru ánnar í Hágrennum honum ókuunar. Í tilfelli snemimbúins stroks er því þessi tilbúna heimað fyrsta áin, það er vatnsfall $a = 1$ í jöfnu (5). Stofnstærðin eldisstaðurinn sjálfur og sínari hans reiknuð sem:

$$A_{3w} = P_{3w} H \quad (6)$$

Þar sem A_{3w} „stofnstærð „heimaðar““ sem er margfeldi eldismagns á kviastæð, P_{3w} og heimsæknistuðuls (H). Því meira magn sem er aðgangi því hlutfallsleg færri fiskar í veðjárá og hækkuður á stuðlinum H hefur sámu áhrif.

Í heild eru 12 stuðlar notaðar í dreifingarfallinu, sem eru listaðir í Táknu 1-2

Tákn 1-2. Stuðlar reikningskonsins.

Stuðlar	Lýsing	Aætlað gildi
X_S	Gildi stuðuls X fyrir slábuð strok	-
X_E	Gildi stuðuls X fyrir snemimbúð strok	-
P	Framleiðsla á eldisstað í tonnum	-
E	Fjöldi strokufliska sem ganga í ár	-
S	Strok, fjöldi fiska á hvert tonn frámeitt	0.8 strokufliska á tonn
L	Hlutfall strokufliska sem ganga í ár	1.1% (L_0) 1.3% (L_1)
V_c	Fjariaegð milli eldisstaðar og áar σ	-
H	Heimsæknistuðull	0.25
W	Normað Weibull fall sem þættir dreifingu með gefnu β og η	-
A_a	Stofnstærð áar σ	-
F_a	Áætlaður fjöldi strokulaxa í ár σ	-

Gert er ráð fyrir því að snemimbúir strokufliskar hafi betri rótunarhæfni en slábuðir strokufliskar. Því er reiknað með því að snemimbúð strok sé samhyverft, þ.e. að það hafi bjöllulaga dreifingu og strokufliskar snúi aftur mjög nálægt strokstað (<200 km). Dreifingarfelli slábuinha strokufliska er skekktur í átt straumstefnu og því fara fleiri fiskar meðstraums en móstraums og einnig er dreifingarsvöldi (η) viðara. Lögunarstuðullinn (β) er einingalaus en η nefur gildi í kilómetrum. Ástæðan fyrir mismunandi lögun dreifingar er sú að sjögönguseiði sem koma til baka eftir vetrardvöl á fæðuslöð hegða sér með öðrum hætti en slábuðir strokulaxar. Hégðun eldisseida er vísitanlega einnig nokkuð ólik hegðun villtra seiða. Villir fiskar yfirgefa heimaá a tiltölulega stuttu timabili, venjulega á nokkrum dögum, og annrif lyktar heimaár virðast eiga sér stað við smoltuh í ánni (Lema og Nevitt, 2004). Þessa vegvisun í heimaá vanrar eldisfiskinni.

Aðrir þættir svo sem samrötun (e. collective navigation) og skynjun/imprentun á styrk og stefnu segulsvíðs og eru einnig hluti af rótunarhæfni villtra fiska (Putman et al., 2013; Berdahl et al., 2016). Sjögönguseiðin ganga á fæðuslöða og að endingu til heimaár begar þau verða kynbroska. Aftur á móti virðist sem snemimbúir strokulaxar shuli aftur á strokstað, þ.e. a.s. fari að kvíastæði og í kynfarið á laxveiðrá tiltölulega nálægt kvíum (Putman o.fl., 2013; Berdahl o.fl., 2015).

Nær fullvaxta fiskar sem strjukka í síðbunu stroki hegða sér með óðrum hætti. Ef þeir lifa til að ná kynþroska eftir strok, munu þeir reyna að ganga í ár til að hrygna. Þeir hafa tilhneigingu til að fylgja strandstraumum (Hansen, 2006) í leit sinni að heima og geta farið langar vegalengdir, allt að 1000 km (Gudjonsson, 1991; Piccolo and Orlíkovska, 2012). Flestir þeirra ganga þó í nálaegar ár og fjöldi síðbúinna strokufiska í ám er í hlutfalli við magn elds að svæðinu (Fiske et al., 2006). Til að mynda í Skotlandi, gange 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 hvernri á er mæld og sett inn í Weibull dreifingarfallið með eldissvæði miðlægt. Likurnar á því að fiskur gangi í ákveðna á í tiltekinni fjarlægð eru meðnar sem hlutfall af stofnstaðar í vikkomandi á. Þetta þýðir að ef tvær ör A og B eru hlið við hlið og án A hefur tvöfalt stærri stofn en án B, er gert ráð fyrir að tvöfalt líklega sé að fiskur fari í á A en í á B.

1.4 Næmnigreining

Við höfum framkvæmt næmnigreiningu til að pröfva hversu viðkvæmt líknið er fyrir breytingum á stuðlum. Skipta má stuðlunum í þrjá hópa. Fyrst eru það stuðlamit β og η sem stjórna lagið Weibull dreifingarfelliðs. Þeir hafa ekki áhrif á það hversu margir laxar ganga í ár, aðeins á það hvemig þeim er dreift. Fyrir lag gildi η gengur allur fiskurinn í ár í nánumða við eldissvæði en með vaxandi gildum á η verður dreifingin breiðan. Fyrir lag gildi β fara strokufiskar frekar í ár meðstraums frá strokustað en með vaxandi gildum á β verður dreifingin samhverfari, með strokustað í miðju.

Næsti hópur stuðla (P , S og L) hefur límlug legað áhrif. Það þýðir að 10% aukning á þessum breytum mun gefa satrsvarandi 10% aukningu á E .

Heimsæðnefnduhóllin hefur hins vegar ekki límlug legað áhrif og er hæður bæði fjarlægð til áar og umfangi elds á hverjum stað (sjá Mynd 1.3).

1.5 Vökun laxveiðiðas

1.5.1 Vökun með Árvaka (Riverwatcher)

Lýkilár hér á landi eru vaktadar með svo kölluðu Árvaka (Riverwatcher) myndgreiningarkerfi (Véki ehf). Landinu hefur verið skipt upp í 5 svæði og nokkrar lýkilár eru vaktadar með Árvakakerfi C eða RW-C, sem inniheldur IP neðansjávar stereo stafræna myndavél með innrauðri sjónskynun og með innrauð og hvít LED ljós niðri í vatnlinu, mæligöng úr ryðfriu stál og óflugan tölvbubúnað sem télur 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.



Mynnd 1-4. Skjóskot úr Arvaknum sem er aðgerigilegur af vef Hafnarssóknastofnunar (<https://www.hafnagvinni.is/is/hannsoknir/voktun-veidlaup/or-og-eldi>).

Mælgungin tryggja að myndir af göngufiski eru teknar við stæðlaða og stöðluga tilrit og séð til þess að fiskurinn sé í hagstæðstu 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 upptökum það sem síðast kom fram í myndavélinni. Kerfið hefur innbyggðan hugbundan sem greinir fiskitegund, staða og í hváða átt hann gengur. Einnig má sjá ástand fisksins t.d. hvort hann er með laxaíus, þótt slíkt kerfi sé enn í þróun. Einnig er hægt að sjá a myndunum hvort fiskurinn kemur úr eldisskulum. Þetta tekur óallega til laxa sem stríkuða seint en meiri erfideikar eru við að greina snemmmstrukulaxa. Þetta vöktunarkerfi verður sett upp í 12 laxveiðiðum, sex ám merktum með bláum lit þar sem kerfið hefur begar verið sett upp og sex ám merktum með bláum lit þar sem áætlað er að setja kerfið upp innan 3-4 ára (Mynd 1-5).



Mynnd 1-5 Ár í Arvakla vöktunar óætiuninni. Ár sem nú þegar hefja uppsættann Arvakla eru merktar bíldar 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 skyld að geyma vefsíni úr klæðökum til greiningar á DNA fyrir alla foreldra viðkomandi hrogn og að skrá afkomendur hvers foreidrapaðs svo hægt sé að rekja að fullu flutninga frá seðastöðvum í sjókvistöðvar. Því er mögulegt að hverjum tímum að rekja uppruna endurheimitra strokiana frá sjókvistöðvum eða seðaeldisstöðvum. Hægt er að nýta hvern klakhaeng til að frjóvgu um 100.000 hrogn og hver hrygna gefur af sér um 10.000 hrogn. Það reyndist fullnægjandi að erfðamerkjá allu feður í 2015 hrygningarárganginum til að geta rakið alla laxa sem struk. Laxeldsfyrirtækjum er skyld 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, meðalstaður og sætladur fjöldi sem strauk.
3. Upplýsingar um notkun lyfja og tím fyrir útskilnað lyf.
4. Uppruni laxins b.e. stofn og einnig upprunastaður (seðaeldisstöð).
5. Hverhær laxinn var tekinn inn i eldsstöð eða settur út í sjókvíar.
6. Orsakir eða líklegar orsakir slysasleppingar.
7. Skýrsla um aðgerðir til að ná eftur eldisfoki sem hefur strokið.
8. Greinargerð um aðgerðir sem framkvæmdar verða til að koma í veg fyrir meira strok.

DNA synataku til lökum sem líklega eru til stroki. Safnað er DNA sýnum ásamt öðrum nauðsynlegum upplýsingum um grunadum stroklokum í laxveiðum. Gerðar hafa verið forskriftir varðandi synatoku og útbúnaður sendur á helstu laxveiðar sem inniheldur QR strikamerkt lít. Upplýsingar sem gefa þarf eru nafn á viðkomandi á, dagsetning veidi og staðsetning í á, stærð laxins og mynd af honum, mynd frá veiðistað og mynd af QR strikamerki á líði. Einnig er farið fram á breisturpirufu eða þarf verið að fá DNA sýni ef slikt er mögulegt. DNA sýni eru tekin gegnum strok á tálknum. Taka þessa sýnis tekur aðeins nokkrar sekúndur og hefur ekki áhrif á afkomu laxins í annli.

DNA synataku til nefieldum á laxoseildum: Á hverju ári eru veiddir um það bil 120 laxaseið með rafveiðum úr þeim árin sem eru þáttakendur í þessu verkefni. DNA sýni eru þá tekin úr seðunum til að fá erfðaupplýsingar. Árnar sem taka þátt í verkefninu má sjá á mynd 1.6.



Mynd 1-6 Ár i rövneidivéttunarsætinum.

DNA rövneidivéttunarsæti: Erfðasýni eru rannsokuð með fjörlasa stuttraðagreiningu (e.g. multiplex microsatellite loci assays). Notuð voru 15 stuttraðaerfðamörk sem þrouð voru fyrir Atlandshafssax og lýst af Olatsson 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 strokulaxa úr sjókvum inn í ár með náttúrulegum laxastofnum. Þessu fæanlegu gögn eru notuð til að spá fyrir um gönguleidir, líklega afkomu (þ.e. survival) og heimsækni strokulaxa. Þetta líkan er ætlað til notkuhar við stjórnun og við almennna yfirstjórn á sjókviseildi á laxi. Líkanið getur innsæi i vöktunarmöguleika varðandi villuráf eldsla laxa í ár og sýnir fram á nauðsyn reglubundinrar vöktunar. Þetta líkan getur mögulega útskyrt hvernig breyningar á ýmsum þáttum í sjókvisealdi, sem snerta vöktunarkerfi, geta haft áhrif á spá um villuráf laxa í árinum. Þetta áhættumatsíkan varðandi erfðablöndun var stæðfest sem nyr viðauki í lagi um fiskeldi þann 1. júlí 2019.

2.1 Tilkynntir strokaburðir

I heildina tilkynntu íslenskar sjókvistöðvar um 5 slysasleppingar á árunum 2018-2019, sem allar komu frá Fyrirtækinu Arnarlax. Þrijú slik tilfellir voru tilkynnt 2018, þar af tvö þann 11. febrúar 2018, annað í Hringssdal í Arnarfirði (meðalþyngd strokulaxa 7,2 kg) og hitt við Laugardal í Tálknafirði (meðalþyngd 3,5 kg). Þriðja tilfellirð var einnig hjá sama áðila í Tálkhafirði þann 6. júlí (meðalþyngd 3,5 kg.). Tværnar slysasleppingar voru tilkynntar á árinu 2019 en í þárum tilfellum voru laxarnir smáir (meðalþyngd um 250gr).

og 1,3 kg.) og er ekki búist við endurkomu þeirra fyrir en 2010 (tafla 2.1). Upprunaleg áætlun Arnartæk gerði ráð fyrir að 300 laxar hefðu strokla frá Laugardal i júli en ekki var gerð grein fyrir magni strokulaxa varðandi hin skiptin (tafla 2.1).

Tafla 2.1. Yfirlit yfir tilkynnta atburði frá fiskeldi fyrir næstuum árin 2018 og 2019.

Fyrirtæki	Fjörður	Stadsetning	Dags- atburðar	Dags- tilkynnt	Áætlaður fjöldi	Medal stærð
Arnarlax	Amarfjörður	Hringdalur	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	Amarfjörður	Hringdalur	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 árin

Stangaveiðimenn þekkja útlitseinkenni eldslöxa, sem veiðast í árin, og eru tilbúnir að tilkynna um síikan viðburð. Myndir af lóxum, sem líklega eru eldsfiskar, eru oft sýndar á samfélagsmíðum til fröðleiks fyrir aðra. Við gerum ráð fyrir að yfir 90% af lóxum með eldsinkenni ur stangaveiði komi fram í skráningu. Þetta mun ná yfir alla laxa sem sleppa seint úr kvíum. Þiki hefur verið staðfest tilkynning um snemurstroknar laxa svo vitað sé.

I heildina voru tekin 69 DNA sýni ur lóxum sem grunur lá að væru úr kvíaeldi á árunum 2018 og 2019. Rannsókn með „Structure” hugbúnaði (Pritchard et al. 2000) sem mytti 14 af þeim SalPrint15 stuttraða erfðamörkum (Olafsson et al. 2010) staðfestu að 18 af þessum lóxum voru upprunnir úr sjókvíum.

Erfðafræði þestara laxa var börn saman við erfðaskrásetningu feda í klakargongum frá 2014, 2015 og 2016, sem notaðir voru í seiðaeldisstöðvum. Í ljós kom að 15 af þessum 18 eldslöxum mætti rekja til eins földurs (tafla 2.2).

Tafla 2.2: Uppruni strokufiska samkvæmt samanburði á erfðamörkum allra hænga notanda 2014-2016

Fiskur Nr.	Veldið (staðsettning)	Selldattólf (fyrirtæki)	Eldisstaður (fjörður)	Veldidagur
F2018001	Sela (Isafjörður)	Bæjarvík, (Amaríax)	Laugardalur (Tálkinafjörður)	7/24/2010
F2018002	Stáðarður (Steingrímsfjörður)	Ispór (Amaríax)	Hringssdalur (Amarfjörður)	7/30/2010
F183110	Stæðarholtsá/Hvolsá (Breiðafjörður)	Bæjarvík, (Amaríax)	Laugardalur (Tálkinafjörður)	8/18/2018
F181303	Mjólká (Arnarfjörður)	Bæjarvík, (Amaríax)	Hringssdalur (Amarfjörðum)	8/31/2018
F181304	Mjólká (Arnarfjörður)	Ostaðfest	SAGA (Stofnfiskur)	8/31/2018
F183504	Vatnssdalsá (Hunnafjörður)	Bæjarvík, (Amaríax)	Laugardalur (Tálkinafjörður)	8/31/2018
F183503	Eyjafjörðarsa (Eyjafjörður)	Bæjarvík, (Amaríax)	Hringssdalur (Amarfjörður)	9.6.2018
F183113	Breiðdalsá (Breiðdalur)	Erlendur	Salmonreed	9/15/2018
F2018009	Laugardalsá (Isafjörðardjúp)	Bæjarvík, (Amaríax)	Hringssdalur (Amarfjörður)	9/16/2018
F2018010	Fjarðarhornssá (Breiðafjörður)	Bæjarvík, (Amaríax)	Hringssdalur (Amarfjörður)	9/25/2018
F2018011	Fitustáðadalsá (Amarfjörður)	Bæjarvík, (Amaríax)	Hringssdalur (Amarfjörður)	10/15/2018
F2018012	Fitustáðadalsá (Amarfjörður)	Bæjarvík, (Amaríax)	Hringssdalur (Amarfjörður)	10/15/2018
F192520	Ytri Ranga (Sudurland)	Ekk! SAGA stofn	Stofnfiskur - Erlendur	8/15/2019
F192504	Mjólká (Arnarfjörður)	Ispór (Amaríax)	Hringssdalur (Amarfjörður)	8/30/2019
F192513	Mjólká (Arnarfjörður)	Ispór (Amaríax)	Hringssdalur (Amarfjörður)	8/30/2019
F192514	Mjólká (Arnarfjörður)	Ispór (Amaríax)	Hringssdalur (Amarfjörður)	8/30/2019
F192503	Mjólká (Arnarfjörður)	Bæjarvík (Amaríax)	Hringssdalur (Amarfjörður)	8/30/2019
F192515	Mjólká (Arnarfjörður)	Bæjarvík (Amaríax)	Hringssdalur (Amarfjörður)	8/30/2019

* Ekkir er alveg löst hvort um er að ræða Hringssdal eða Laugardalur höfundar teja Hringssdal tiltegri (sjá síðar).

EKKI var hægt að rekja 3 af þessum eldislöxum til fedaða úr klakárgöngum 2014-2016 (tafla 2.2). Erfðarannsókn með stutttraða erfðamörkum (Salprint 15 gegnum „Structure“ hugbúnað) sýndi að tveir af þessum löxum tilheyrtu 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 strokulað hefur aðgang að fóðri yfir veturinn, þ.e. dvelur næsti sjókvíunum og étur afgangs fóður er ekki hægt að treysta hreisturlestrinum fullkomlega og fiskuninn gæti bvi verið eldri. EKKI var samsvorun milli F181304 og fedaða sem nýttir voru 2014-2016. Möguleg skýring er að laxinn tilheyrí eldri hrygningu t.d. fóður sem nýttur var 2013 eða jafnvel fyrir.

Laxinn sem veiddur var í Breiðdalsá (F183113) gæti tilheyrт einum af þessum fjórum eldisstofnum (Stofnfiskur, Aquagen, Salmonbreed og Miwi). Erfðarannsókn leiddi í ljós að hann tilheyrði „Salmonbreed“ stofninum. Allir eldislaxar á Íslandi koma úr SAGA stofni. Þetta staðfestir að laxinn (F183113), sem veiddist í Breiðdalsá var af erendum uppruna, mögulega frá Færøyjum bætt ekki sé hægt að útloka Skotland og Noreg.

Hægt var að rekja lax úr ytri Ranga (F192520) til Stofnfisks með „ONCORE“ rannsókn. Samt var ekki samsvorun til þeirra fedaða sem nýttir voru í klakárgöngum 2014-2016 á Íslandi. Laxinn er skyldur fedaðum frá 2014 en ekki beinh afkomandi. Hann virðist því ekki vera upprunninn á Íslandi.

2.3 Mat á fjölda strokulaða

Eins og áður var getið var tilkynnt um þrjú stroktífelli á árinu 2018 (tafla 2.1) og allir eldís laxar sem veiddust í ám 2018-2019 voru úr þessum slysasleppingum. Tvennar slysasleppingar voru tilkynntar af Armarlaxi 2019, þ.e. í febrúar í Hringssdal við Arnarfjörð (meðalþyngd 1,3 kg) og í ágúst við Laugardal við Tálknafjörð (meðalþyngd 280 grómm). Hingað til hafa engir laxar verið í ám ur þessu stroki. Ekki er búist við að svo smáir laxar endurheimtist fyrr en er líðið frá slysasleppingu.

Það er ekki einfait að rekja út þarinn fjöldi sem sleppur út í hverti slysasleppingu. Íafrævi þó stundum sé hægt að veiða strokulaða í heit verður að teljast óliklegt að það náiist að veiða hatt hlutfall með þeim aðferðum, þar sem síkar ráðstafanir eru oft gerðar löngu eftir að fiskurinn slapp út. Eina nákvæma leiðin til að meta strok út netbúrum er í gegnum nákvæmt bókhald varðandi útsetningu, náttúrulegan dauða og slátraðan fisk sem síðar kemur úr kvi. Í sumum tilföllum verður sílu bókhaldi illa við komið eða ekki framkvæmanlegt og oft er erfitt að fylgjast nákvæmlega með náttúrulegum dauða í kvi. Prátt fyrir þetta var miögulegt að gera allnákvæmt mat fyrir eitt tilfeilið.

Allar 3 tilkynntar slysasleppingar á árinu 2018 komu frá Armarlaxi (tafla 2-1). Hjá Armarlaxi eru gönguseiðin bólusett með handaflí og bólusetningavélin er með teljara svo tala seða sem fer í eldiskvíar er nákvæm. Slátrun á laxi úr kvíum er einnig nákvæm þar sem flutninglinur hafa góða teljara. Meðan á eldi standur er dauðum fiski safnað úr sérstakri safnþró og hann talinn en sú talning er ekki nákvæm. Gögri frá aðstöðki Armarlaxi við Steinanes þar sem ekki strok hafði átt sér stað eða tilkynnt voru notuð til að meta breytileika í meðaídaða á milli eldiskvína. Heildardauði í kvíum 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. Elđisstæði Arnarlosa við Steinanes. Tölur um fjöldi útsettra seða og taflingu Við slátrun. Eingöngu kvíar með hækvaðumri taflingu eru hafið með. Meðaltal og staðalfrávik er gefið neðan við taflinu.

KVÍ	Útsett	Slátræð	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%

Tafla 2-3 sýnir að náttúruleg afföll voru mjög svipað í öllum sex kvíunum við Steinanes, sem var að meðaltali 18,9% og staðalfrávik upp að 3,2. Þessi afföll við Steinanes voru nýtt sem viðmið fyrir aðstöðuna í Hringdal, þar sem tvær slysasleppingar hófðu verið tilkynntar úr kvíum nr. 2 og 5 (tafla 2.4).

Tafla 2.4. Elđisstæði Arnarlosa við Hringdal. Tölur um fjöldi útsettra seða og taflingu við slátrun. Göt fundust á kvíum nummer 2 og 6. Tap úr kví 2 er meira en vænta má (semstrok). Meðaltal er teknis úr öðrum kvíum en kví 2.

KVÍ	Útsett	Slátræð	Rauntap	Tap%
1	170.000	135.547	34.453	20,3%
2	159.000	103.683	55.317	34,8%
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 Hringdal (tafla 2.4) og svipað og sú rýrnum 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 virðist vera aðbrigðileg líklegast vegna mikils laxastroks. Mögulegt strok var tilkynnt fyrir kvíar #2 og #6. Hinsvegar virðist tap að fiski ekki vera meira í #6 en í öðrum kvíum og því var alyktæd að ekki nefni venð strok úr þeim kvi. Þannig var gert ráð fyrir að að laxastrok í Hringdal hafi farað úr kví #2. Fjöldi strokulaxa var gróflega meittin með því að draga náttúruleg afföll frá heildaraföllum. Náttúruleg afföll í kví #2 var varflega aætluð sem 2-Sigma viðburður (95% líkur) og gert ráð fyrir normaldreiðingu á náttúrulegum afföllum fyrir allar kvíar og síðan reiknað út sem

$\mu + 2\sigma = 21,2 + 2(4,1) = 29,4\%$. Fjöldi strok laxa var því meiri en eftirfarandi hætt.

Heildarafföll - náttúruleg afföll = magn í stroki, sem verður 34,8-29,4=5,4%

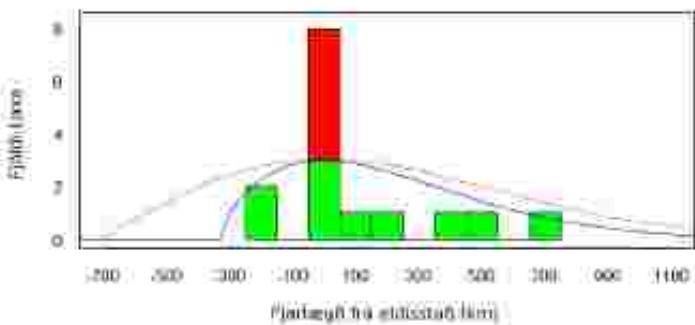
Þessi útreikningur sýnir með 95% öryggismörkum að meira en 8 500 laxar stríku úr þessari kvi (159.000 × 5,4% = 8600 laxar).

EKKI var mögulegt að framkvæma samþænilega rannsókn fyrir aðstoðuna í Laugardal þar sem hinum tvær síysasleppingarnar 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 þeim síysasleppingum er hægt að meta laxastrok frá Laugardal óbeint miðað við endurheimtan fjolda í ám frá hvorri aðstoðu. Þar sem rekja mætti því strok laxa til Laugardals samanborið við 12 laxa frá Hringssdal var gett ráð fyrir að 2150 (8.600/4) laxar hefðu stoppið út í Laugardal. Heildarfjöldi strokula laxa var því meiri upp að ca. 11.000 strok laxa en af þeim veiddust 15 í ám. Sé gert ráð fyrir 30% veidðhlutfalli ætti heildartala að vera 30 síðstroks laxar og endurheimtan í ár því 0,27% (30/11.000).

Tilkynnt framleiðsla í laxeldiskvum á þessu svæði á árinu 2018 var um það til 13.500 tonn. Sé hafi til hliðsjónar að 11.000 laxar hafi strokið a svæðinu eins og hér var greint frá verður strokstudiunni(S) 0,81 strok lax á hvert framleiðtt tonn af laxi (tafla 2.3).

2.4 Dreifing strokula laxa

Allt laxastrok á árinu 2018 var síðbúið. Til að spá fyrir um dreifingu síðstrokrína laxa var notaður líkindareikningur í samræmi við Weibull normaldreifingu þar sem heiltu breytur voru $\beta=2,0$ og $\eta=1000$. Þetta líken sýnir normaldreifingu sem halðar sólarsinnis til hægri út frá strokstað og dreifar 67% af strok laxi innan 1000 kilómetra frá eldsstað. Þegar ofangreind gögn fyrir síðstroks laxa frá 2018 voru sett í likanir reyndust breyturnar þurfa að vera $\beta=1,5$ og $\eta=540$, sem er nokkuð þrengri dreifing heldur en ádur hafði verið spáð með líkaninu (mynd 2.1).



Mynd 2-1 Dreifing síðbúinna stroka frá árinu 2018. Tvær Weibull dreifingar eru teiknaðar yfir með $\beta = 1.5$ og $n = 540$ (blaða lína) og $\beta = 2$ og $n = 1000$ (rauða punktalína). Jálkvæð fjarlægð er réttssæll um Island.

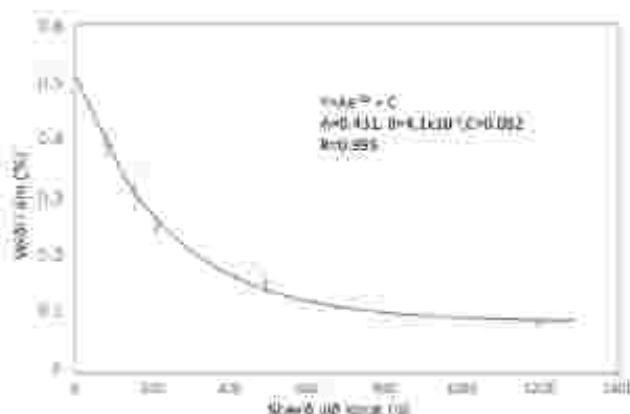
Sýnileg dreifing síðstrokslaxa á árinu 2018 virðist gefa til kynna að þeir dreifst skemur frá strokstað en áður hafði verið spáð fyrir um í reiknillikanu (mynd 2-1). Fjöldi strokulaxa er litill en þessar bráðabirgðanidurstöður stýðja þá náðun sem heilt er í áhættumálinu. Niðurstöðurnar gefa einnig til kynna að Weibull fallið sé heppilegt til að meta normaldreifingu síðbúinna stroklaxa og að þeir studilar sem notaðar voru hafi ekki verið fjárrí lagi.

Allir laxar, sem veiddir voru sumarið 2019 í Mjólká í Arnarfirði, komu úr stysasleppingum í Hringssdal í sama firdi 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 áhættumáli. Þeir 5 laxar sem veiddir voru í Mjólká 2019 voru tiltölulega náðegt eldissvæðinu, þar sem Mjólká er aðeins 26 kilómetra frá Hringssdal og 16 kilómetra frá Tjaldanes eldissvæðinu í Arnarfirði. Úlklegt verður að telja að þeir hafi dvalið næri eldiskvínum yfir veturnin og éti tilfallandi laxafóður.

Í Noregi hefur tímasetning laxastroks verið metin með því að skoða fitusýrubúskap strokulaxa, þar sem innihald og samsetning sikra sýta er ekki sú sama fyrir laxa sem éta náttúrulegt fædi og þá sem föðraðir eru í kvíum. Samkvæmt þessum mælingum hefur verið komist að þeim niðurstöðu að flestir strokulaxarí norðum laxveldjum hafi sloppið frá sjoeldisstöðvum á sama ári (Glover et.al., 2019). Íslensku niðurstöðurnar, sem byggja á erfðarannsóknunum, virðast gefa til kynna að þessi æðferðafræði gefi misvisandi niðurstöður. Nýlegar niðurstöður virðast gefa til kynna að laxar úr síðbúnum sleppingum dvelji jafnvel í ar næri 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 fitusýrbúskap strokulaxa sem veiddust í Mjólká 2019.

2.5 Endurmat stóðla fyrir sneminstrok

Við endurmat á stóðlum fyrir sneminstrok var notast við greiningu á umfangsmálum sleppitíraumum í Noregi. Hafrannsóknastofnun Noregs stoð fyrir ráð af skipulögðum slæppinguum á eldislaxi úr sjókvum á árunum 2005-2008. Sérstaklega merktum stórseiðum (post-smolts) og fullvöxtum Atlantsháfslöcum var slæppt frá mismunandi stóðum á mismunandi árstínum (Skilbrei et al., 2015). Stórseiði (post-smolts), sem slappu á fyrsta sumri, gengu tiltölulega hratt út á háf. Útið brot gekk til baka til hrygningar og var endurveitt eftir 1-3 ár ísjó. Í þessari skýrili höfum við tekið gögn úr þessari ramsókn til frekari skoðunar. Þá laxafjöldi, sem veildust í ám eftir 1-3 ár minnkædi eftir því sem meðalstærð við slæppingu jókst (50-1900 g). Gert er ráð fyrir að veiðihlutfall háfi verið 100%, þ.e. að allir laxar sem komu til baka háfi verið veiddir. Héildarfjöldi stórseiða (post-smolts) slæppt í þessum tilraunum voru 61.344 laxar.



Mynd 2-2: Verði snemmbúinna stroka í ám eftir 1-3 ár í sjá sem fall af strokstærð. Snemmbúinnum var skipt upp í eftirlærandi hópum: 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), 430-590 g ($x = 494$ g; 7,309 fiskar) og 950-2000 g ($x = 1,200$ g; 4,153 fiskar).

Hægt er að lýsa hlutfallinu á milli stærðar við slæppingu og endurheimtu með hnigandi veldisvissstuðli þar til lægri mörk kúrfunnar eru við 0,08% heimtu við 1000 g. slæppistærð (mynd 2-2). Í samræmi við þetta línumi má gera ráð fyrir að 200 g strokulax háfi um 28% minni likur á því að endurheimta stóður en 93g. strokulax, sem er meðalstærð útsettra laxaseiða í Noregi (tafla 2.5). Á sama hátt má gera ráð fyrir að likur 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 sneminstroknum laxi í veiðjár.

Tafla 2.5 Spögildi hlutfallslegt endurkomuhlutfall stóraseða miðaða við endurkomuhlutfall 93 grammars eins og grundvelli jöfnu sem sýnd er í mynd 2.2

Seððastærð (g)	Hlutfallselj endurkoma (%)
93	100
200	72
250	63
300	55
350	49
400	44
450	40
500	36

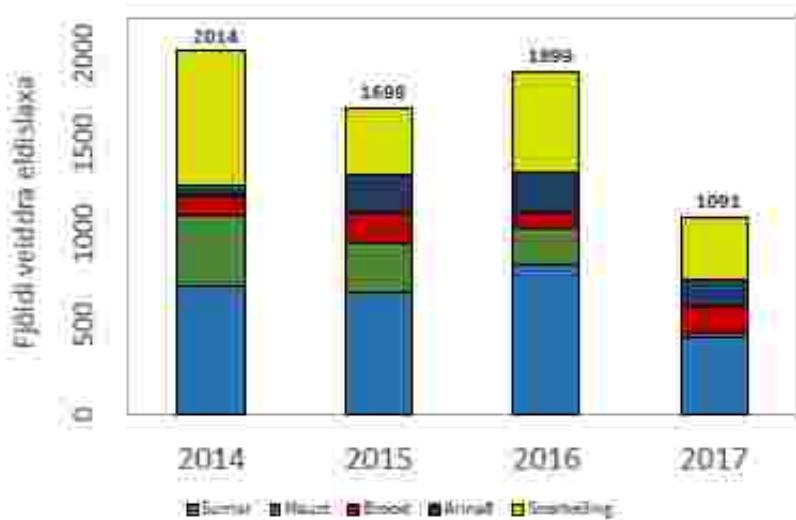
2.6 Endurmat stuðla fyrir síðstrok

Við endurmat é studlum fyrir síðstrok var notað við greiningu á niðurstöðum úr tilkynntum strokatburðum í Noregi.

Aitt frá árinu 2014 hafa fimm norskar rannsóknastofnanir komið af stað viðamiklu samvinnuverkefni um árlega vöktun á endurheimtum strokulaxa ur eldi í yfir 200 ám. Þetta vöktunarverkefni gefur út árlega skýrslu um heimtur strokulaxa í ám (Aronson et al., 2019). Samkvæmt þessari skýrslu hefur meðaltíði strokulaxa í ám undanfarin 10 ár verið 188.000 laxar. Fjöldi skráðra strokulaxa er mjög breytilegur milli ára en þessi breytileiki kemur hins vegar ekki fram í norsum endurheimtitöllum og einnig komist að þeirri niðurstöðu að raunverulegur fjöldi strokulaxa sem ganga í ár sé mun hærri.

I Noregi er ekki hægt að rekja uppruna strokulaxa 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 veidiðar aðallega með eftirfarandi sýnatökum (Glover et al., 2019) (sjá einnig mynd 2-3)

1. Skrásættar stangaveiðitíraunir að sumri (stæðfestingar með hreisturlestri)
2. Skrásættar stangaveiðitíraunir fyrir hrygningu að hausti stæðfesting með hreisturlestri)
3. Klakveidi að hausti í tengum við laxaræktarverkefni (stæðfesting með hreisturlestri)
4. Kófunarleiðangrar í ár að hausti, sem greina eldusífska og fjarlægja að einhverju marki, sem síðan eru greindir með hreisturlestri.



Mynnd 2-3 Heildar veidið á strokulaðum í Noregi ðrin 2014 – 2017, hópud eftir veidlaðfjær (Glover et al. 2019).

Sé tekjur mið af opinberum meðaltölum um laxastrok frá norskuhl spjöldisstöðvum (188.000 ári) og um 1700 eldislaxum sem veiddir eru í norskuhlum ám á hverju ári (2014-2017) eru endurheimtur strokulaða í veidlam um 0,9 %. Veidiðhlutfall í stangaveiði er sennilega hærra á Ísland (50%) heldur en í Noregi, þar sem ár eru tærari og aðgengilegri. Kafarar í kofunardeildangri geta ef til villi þekkt um 60-70% af þeim eldislaxum sem þeir sjá en nákvæmni þessarar aðferðar er óþekkt (Svenning et al. 2015). Sé tekjur tillit til allra þeirra aðferða sem Norðmenn beita gerum við ræð fyrir því að veidiðhlutfall í báðum löndum sé það sama eða um 50%. Ganga eldislaxa í norðarhl er því metin að vera tvöföld að við metna endurheimtu sem er 1,8 %.

Ef heildarfjöldi strokulaða, sem ganga í ár, er þekktur getum við reiknað út endurheimtustuðul sem tekur mið af heildarframleiðslu á eldislaxi í landinu. Við hafum skilgreint súkan stuðul, sem við köllum endurheimtustuðul strokulaða (MRE) sem skilgreinist sem tvöföld tala strokulaða sem veðast á hver 1000 tonn af framleiddum eldislaxi. Útreiknuð gildi fyrir MRE (migration rate of escapees) fyrir árið 2018 eru 2,6 fyrir Noreg (1700 strokular/1,3 milljón tonn x 2) en slik gildi fyrir Ísland er 2,2 (15 strokular/13.500 tonn x 2) sem eru svipuð gildi að teknu tiliti til nokkurrar skekkju í matinu.

Í norska vöktunarverkefni (Aronson et al. 2019) eru engar tilraunir gerðar til að rekja uppruna laxa úr stroki og því er hvergi minnst á heimturi úr einstaka strokulaðburðum. Í ljósí þessa skoðuðum við útgáfnar skýrslur um yeldar á síðstroknunum lökum í veidlam, sem hægt var að rekja til einstaka slysasleppinga, til að fá eitthvað

viðmið varðandi endurheimtu. Þar sem ekki liggja fyrir erfðafræðileg gagn varðandi eldislaxa í Noregi þá byggir rökning á uppruna eldislaxa eingöngu á hreisturlestri og sámanburði á stærð laxa við heimtu og staðardreifingu í eldiskvum við strok. Úttekt á upplýsingum í þessum skyrslum (2016-2018) varðandi veiðar á síðstrokslóxum í norsku meðaljárhúsnum gefa mjög almenna mynd af heimtum eldislaxa í ár (Hellen et al., 2017; Aarøsen et al., 2019 a,b; Kanstad-Hansen et al., 2017; Kambestad et al., 2017). Endurheimtuhlutfallið er reiknað út sem:

$$\text{Fjöldi stroklaxa veiddur í ánni} / (\text{fjöldi laxa sem slapp} - \text{sjávarveiði}) \times 100$$

Aðeins koma fram laxar frá einstaka strokviðburðum í töflu 2.6

Tafla 2.6 Samantekt á riðurstöðum úr sex skyrslum frá árinu 2016 og 2018. Veiðir laxar í ám sem hofundar telja að rekja megi til tiltekins atburðar. Frá heildartölu strokulaxa er frádræginn fjöldi laxa sem veiddir eru í sjó og hafi því ekki kost að ganga í ár. Þeir eldislaxar sem ekki eru raktir til atburðar eru ekki taldir með.

Staður	Dags	Fjöldi strokulaxa	Veiðir laxar	Verðahlutfall
Bergdalen	24.5.2016	50.180	252	0,03%
Xvittfloget	8.7.2016	5.360	11	0,20%
Gjermeng	9.9.2016	6.350	584	6,04%
Oterstegdalen	13.2.2018	8.320	208	2,50%
Sed. og Aust.	15.2.2018	106.700	82	0,08%
Frohavet	3.9.2018	15.887	38	0,23%
		172.813	973	0,56%

Meðalheimtur á eldislóxum tengdum þessum ákvæðnu viðburðum miðað við það sem hafði strokið var 0,56% en mikill breytileikur milli viðburða. Vegna þess mikil magns sem slapp út við Geitrygghé og Austvikla hefur það mjög mikil áhrif á meðaltalið en ef þessum stöðum er slæpt hækkar meðaltalið í 1,35%. Skýrslan segir raunar að endurheimtur stroklaxa frá þessum stað hafi sennilega verið vanmetnar vegna jágrar vatnsstöðu í ám og skorts á vöktun gegnum köfun. Ekki fannist nein samsvörðun milli einstakra bæta svo sem árstíma eða staðar á slysasleppingu.

EKKI var getið um meðalstærð stroklaxa við slysasleppingu í skyrslunum. Sumar skyrslur gáfu upp mjög viða staðardreifingu, t.d. 1,7 kg í skyrslunni um Bergdalen (Hellen et al., 2017) en allir voru skrádir sem síðbúið strok. Það var erfitt fyrir þessa skyrsluhofunda að rekja uppruna laxanna til einstakra strokviðburða, þar sem ekki voru upplýsingar um erfðir laxanna (DNA). Á heildina lítið 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 að ákvæði í reglugerð um fiskeldi, sem tilgreinir að nota skuli erfðafræðilegar merkingar til að rekja megi uppruna

strokuflaxa til einstaka sjókvílastöðva (Reglugerð um Fiskeldi 1170/2015 grein 49¹).

2.7. Rannsóknir á erfðablöndun með ráfveidum.

I rannsókn Guðmundssonar et al. (2017) var DNA-sýni tekið úr laxaseidum í 16 ám á tímabiliðu águst 2015 og í ágúst og október 2016. Gerð var rannsókn á erfðabreytileika með skoðun á 14 endurteknunum stuttraða erfðamörkum sem nýtti stofngerðærformið „STRUCTURE“ (Pritchard et al., 2000). Niðurstaður þessarar rannsóknar sýndu að strok laxar af norskum uppruna (SAGA-stofn) höfðu hrygnt í nokkru magni með náttúrulegum laxi í ám sem voru í nágrenni sjókvíja. Greinilega mætti sjá merki um erfðablöndun í náttúrulegum stofnum í Botnsá í Tálknafirði og Sunndalsá í Tröstanafirði, sem er einn af innri fjörðum Arnarfjarðar. Í Botnsá fundust fjögur blendingsselði (WF) og tvö seiði undan hreinum eldislaxi, sem óll tilheyrðu klakárgangi 2014. Þótt sýnatakan sé takmörkuð virðist helmingurinn af seiðunum í Botnsá vera undan eldislaxi. Höfundar skýrslunnar telja að blendingar séu ekkomendur eldislax sem hafi hrygnt í ánni, sennilega hrygna, og náttúrulegur hængur tekið þátt í hrygnirgunni. Enn fremur telja höfundar að seiðin séu afkvæmi strokula laxa úr viðburði sem varð í Patressfirði í nóvember 2013 (Guðmundsson et al., 2017). Hrein afkvæmi eldislaxa vænu sennilega undan tveimur strokloxum en þó væn ekki hægt að þeir hefðu sloppið sem seiði fra nærliggjandi seiðaeldissíði.

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 strokula laxar komið fram við Mjólkárþirkjun í Borgarfirði, sem er nýrstí innfjörðuriðn í Arnarfirði. Þetta stædfesti tilvist stroklaixa á svæðinu á þessum tíma. Erfðablöndun var staðfest í öllum seiðum sem veldi voru í Sunndalsá á árunum 2011-2015. Tilkynnt var um mjög fáar slyssteppinger (strokviðburði), sem vekur upp spurningar um smávægilegan leka á laxi ur kvíum á ári hverju á þessum tíma. Niðurstaða skýrslunnar var sú að það væru sterktar vishendingar um erfðablöndun í þessum ám á þessu timabili.

Hins vegar er rétt að benda á að erfðablöndun kom adeins fram í ám, sem voru næst eldissvæðunum, og viðkomandi ár eru með mjög litla náttúrulega laxastofna. Því enu enn nokkur vafaatnirði varðandi túlkun á þessum niðurstaðum. Þegar a heildina en litid kom erfðablöndun fram í sex ám á svæðinu (tafla 2.7).

¹ Þessur til viðborðar þurfti framleidendur laxahraugna að geyms að varanlegan hatt erfðaeini ur eldissamri svo hægt sé á hverjum tíma að rekja uppruna veiddra eldislaxa sem sloppið hafa úr kvíum. Gögn og lífssæðileg sýni skal senda til Heilrammsóknastaffunar.

Tafla 2.7. Blendingar (WF) og eldis (FF) seiði rafveldið á örnum 2015 og 2016 í sex dm (Gudmundsson et al., 2017).

Vatnssíði (máður)	Fjöldi WF	Fjöldi FF
Botnsá (Arnarfjörður)	5	2
Selártalsá (Arnarfjörður)	1	
Sunndalsá (Arnarfjörður)	5	
Sandsá (Önundarfjörður)	1	
Mjólká (Arnarfjörður)	7	
Bjarnardalsá (Önundarfjörður)	1	
Heldi	20	2

3 Umræður

Í þessari skýrslu kynnum við stærðfræðilikan sem á að meta mögulega innblöndun á Atlantshafslaxi frá tilgreindum laxelíðissvæðum í veiðiár hér á landi. Líkanin spáir fyrir um magn og dreifingu á strokloxum í íslenskum veiðiár.

Í upprunalegri útgáfu af líkaninu voru breytur í því settar í samræmi við bestu fáanlegu niðurstöður úr erlendum rannsóknunum. Í þessari skýrslu kynnum við niðurstöður tveggja ára vöktunar (2018-2019) á strokloxum í veiðistámi hér á landi. Við höfum aðlagð breytur í líkaninu í samræmi við rauntölur varðandi tekningu á uppruna eldislaxe samkvæmt erfðaupplýsingum ásamt útreikningum sem gera grein fyrir stærð þeirra strokviðburða, sem tilkynntir hafa verið. Allir strok laxar sem komu fram við þessa tveggja ára vöktun komu úr strokviðburðum á árinu 2018 og voru stroklexamir allir úr síðbunu stroki. Tveir strokviðburðir voru tilkynntir 2019 en þar sluppu stóraseði (post-smots) út, sem ekki er búist við að endurheimtist fyrir en 2020 eða seinni eftir eitt eða flém ár í hafi. Vöktunin hefur því hingað til aðeins gefið upplýsingar um síðbuna strok laxa en engar upplýsingar fengist um strok gönguseiða eða stóraseða:

Hér á eftir er umfjöltun 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 líkanins byggði strokstuðlinni (S) á heildarframleiðslu á eldislaxi. Niðurstöður úr líkaninu voru einnig settar fram sem ráðleggingar um mestu áriega framleiðslu á eldislaxi í hverjum firði, sem gerði ráð fyrir hlutfallinu 1:1 milli áriegrar framleiðslu og mesta lífmassa í kvíum. Nýjar upplýsingar benda hinsegar til þess að þetta hlutfall sé 0,8-1, þ.e. að árileg framleiðsla sé aðeins um 80% af mesta lífmassa. Ennfremur hefur burðarþol í sjókvældi verið aður metið af Hafnarssóknastofnum sem mesti lífmassi í hverjum firði. Þannig mun fjörður með 10.000 tonna burðarþol (mesta lífmassa) aðeins geta staðið undir árilegri framleiðslu upp á 8.000 tonn eða jafnvel minni

framleiðslu á svæðum með minni veltu á lífmassa. Minni velta á lífmassa þýðir einnig að ræðlogð framleiðsla á frjóum eldislöxum úr fyrstu útgáfu likansins (71.000 tonn á ári) minnkar afturvirkt niður í 57.000 tonn. Leggja verður áherslu á að framleiðslutölur á Þjórdi eru langt fyrir neðan þessi mörk, þar sem framleiðslan var um 50.000 tonn á árinu 2020.

Í ljósi bessara upplýsinga hefur áhaettumatslikaninu verið breytt þannig að það sé fylilega sambærilegt við útreiknað og samþykkt burðarpol í hverjum firði. Í uppfærðri útgáfu af likaninu byggir strokstuddullinn (S) á næsta lífmasa af eldislaxi og niðurstöður sýndar sem ráðlagður hámarks lífmassi.

Í fyrstu útgáfu af likaninu var strokstuddullinn ($S = S_e + S_c$) um 0,8 strok laxar á hvert framleitt tonn á ári. Þegar búið er að endurmæta hlutfallið sem 0,8:1 þá verður þetta gildi um 0,64 strok laxar á hvert tonn af lífmasa á ári.

Í þessu endurmæti verður strokstuddullinn (S) óbreyttur sem 0,8 strok laxar á hvert framleitt tonn, sem samsvarar 0,64 strok laxum á hvert tonn af lífmasa í viðkomandi sjókvírum. Þessi ákvörðun byggir á niðurstöðum þeirrar vöktunar sem greint hefur verið fra í skýrslunni. Mat á tilkynntum strokviðburáum gefur meðaltals strokstuddul upp a 0,81 strok lax á hvert framleitt tonn af laxi. Engin gögn liggja enn fyrir um endurheimtu laxa úr snemimstroki og því er áfram notast við 50:50 skipzingu milli snemimstroks og síðstroks í þessari útgáfu af likaninu.

3.2 Breytur tengdar dreifingarstuðli fyrir snemum- og síðstrok.

Dreifingarfjárlægð síðstroku laxa virðist vera nokkuð styttri en gert var ráð fyrir í upprunalegu líkani. Gildi η breytunnar var upprunalega metið sem $\eta=1000$, en gildi sem samsvarar $\eta=540$ virðist samsvora betur þeiri dreifingu sem verið hefur á síðstrokulöxum út frá upprunastað. Dreifing á löxum úr síðstroki er einnig með hægri hællandi dreifingu (sótarsinnis með strandstraumum) þar sem $\beta=1.5$ í staðinn fyrir $\beta=2.0$ í upprunalegu mati. Ennig var ljóst að sumir laxar í síðstroki dvoðu í meira en ár nálægt eldiskvum og átu tilfallandi laxafóður.

Engin gögn liggja fyrir um fjárlægðardreifingu laxa úr snemimstroki og því var studum hvæð það varð ekki breytt frá fyrri mati.

3.3 Mat á endurheimtu störseiða(post-smolts) úr snemimstroki í veðiár (L_s)

Enn hafa engin gögn fengist úr íslenska vöktunarverkefnum um endurheimtur gönguseiða og störseiða (post-smolts), sem sleppa út. Á hinum böginn er hægt að fá upplýsingar umfram fyrirliggjandi íslensk gögn varðandi far störseiða með því að skoða relknillirkon í útgefnum norðskum skýrslum varðandi laxastrok (Skilbrei et al., 2015). Svo

virðist sem endurheimtur á eldísfiski sem steppi er í sjó minnki eftir því sem laxinn er stærri við útsetningu í samræmi við hnigandi veldisvissstuðul. Samkvæmt þessum stuðlum er endurheimita 100 gr. stórselðis úr snemmvinstroki í veidiðum um 0.4 % og sé gert ráð fyrir 50% veidinlutfalli í annri verður endurheimtanum 0.8%. Samkvæmt þessari sama línumi er spáð að heimtur 350 gramma stroklaða laxa séu aðeins 50% af því sem gildir fyrir 93 gr. stroklaða laxa.

Eins og þegar hefur verið lýst gerir líkanið ráð fyrir heimsækni eldís laxa á sitt eldissvæði, þar sem laxar úr snemmvinstroki ganga til baka á eldisstæð og Reyna ekki að ganga í ar, sem minnkar útreiknaða endurheimtu ólinulega í samræmi við vegalengd frá veidiðum. Í raun og veru er útreiknuð endurheimta í líkaninu lægri heldur en L₂ (Sjá Mynd 1.3)

3.4 Mat á endurheimtu síðstrokslaxa í veiðiár (L₂)

Endurheimta laxa úr síðstroki var í upprunalega líkaninu varfærnislega meðin sem 3,3 %. Þetta gildi byggði á þeiri forsendu að 15% síðstrokslaxa mundu ná kynþroska (M) miðað við að 4 af 18 mánuðum (22%) sé áhættutími. Endurheimta síðstrokslaxa var því reiknað út sem: $M \times R/T$ sem gerir $0.15 \times 0.22 = 0.033$ sem samkvæmar 3,3%. Hægt er að bera þetta upprunalega gildi saman við niðurstöður í norsku laxastrokkskýrslunum (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 vöktunarverkefni gefa hinsvegar 0,9 % veiði á stroklokum í ám, sem gefur meðal endurheimtu (L₂) upp a 1,8 %. Tölur úr norska vöktunarverkefni eru samanlagð heimta snemmvinstrokslaxa og taka ekki tilin til minnkunar á heimtu vegna veiða á laxi í sjó. Miðað við þessar norsku tölur um endurveiði á stroklokum í ám má telja að þessi fyrsta tala um endurheimtu síðstrokslaxa úr líkaninu (3,3%) sé skynsamlegt fyrsta mat í ánda varfærnisreglunnar.

Hinsvegar, eftir að hafa verið með vöktun í tvö ár í íslenskum veidiðum, þá virðist endurheimta síðstrokslaxa vera mun lægri en spáð var fyrir um í upprunalegu líkani. Meðin endurheimta (LG) úr strokviðburði í Hringssal var aðeins 0,26%. Þetta gildi byggist á óbeinum útreikningum að þeim fjölda sem slapp út og gæti því hugsanlega verið vanmat. Til samanburðar eru sú meðalheimta, sem unnnin var úr norsku vöktunarverkefni, meðin sem 0,56-1,35% (Tafla 2.6). Í því endurmati, sem farið hefur fram, hefur endurheimta síðstrokslaxa verið endurskoðud og lækkuð í 1,1 %. Þetta endurmetne gildi byggði á sanngjarni málamiðjun milli niðurstaðna úr íslenska vöktunarverkefni og norsku skýrslum um laxastrok. Strokstuðli (S) er hinsvegar ekki breytt í þessari endurskoðuri.

3.5 Samanburðar milli Íslands og Noregs

Eindanleg riðurstaða úr áhættumatslíkaninu er spa um rauðverulegan fjóðra kynþroska strok laxa, sem ganga í veidið til hrygningar. Sé bessi tala síðan tengt við árlega framleiðslu á eldislaxi gefur það til hynna villuráf strok laxa (MRE). Gildin fyrir slikt villuráf eru meðin 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 töldum lónum eru hannaðar í samræmi við stæðalinn NS 9415 (norskur staðall 9415 fyrir útbúnað í eldiskivum til að fyrirbyggja laxastrok). Veðurfar er erfðara á Íslandi og því maettí búast við meira stroki. Til að gæta ýtrumstu varkární gerir endurskoðað reiknilíkun ráð fyrir MRE gildi upp á 4,3 í íslensku laxeldi.

I þessu sambandi er hinsvegar rétt að láta það koma fram að har MRE stuðull gefur ekki endilega til kynna að margir strok laxar munu ganga í heilstu laxveidiðar. Þegar heilstu strokviðburðir eru skoðaðir í tengslum við íslenska völtunarverkefnið virðast margir síðstrokslaxar (8 af 15) birtast aftur nálaðt upprunalegum eldisstæðum. Þær ár, sem um er að ræða, eru litill og í þær ganga tilhörlulega fær nátturulegir laxar. Svo virðist sem hluti af síðstrokslóxum halði sig nærrí kvíunum eftir strok og efti það sem til fellur af laxaféðri. Fjöldi af þeim strokloxum sem veiddust höfðu strokk fyrir einu og hálfu ári og virtust því geta bjargað sér í hatturunni í langan tíma. Sem dæmi má taka lax numur F181304 (sjá töflu 2.2), sem veiddur var í Mjólká sumanð 2018, en hann tilheyrði engum klakargögnum 2014-2016 og var því sennilega ur eldri árgögum.

I samræmi við strangar reglur er laxeldi í sjókvíum á Íslandi bannað á svæðum nærmri heilstu laxveidiðum (mynd 1.2). Samkvæmt því er lax- og silungseldi í opnum sjókvíum aðeins mögulegt á Vestfjörðum og Austfjörðum, þar sem fær laxveidiðar er að finna og langt í verðmætar veidiðar. Því má búast við því að mjög litill hluti síðstrokslaxa, sem líkanið tekur til, gangi í verðmætar laxveidiðar, þar sem vegalengdin á milli eldisvæðanna og viðkomandi laxveidiða er mjög löng. I ljósí þeirra takmarkana sem í gildi eru hér á landi eru aðeins þrjár laxveidiðar staðsettar nærrí kvíaeldissvæðum og falla þannig undir miklu áhættu á verulegu villuráfi eldislaxa í þær og hugsanlegri erfðabiöndun.

3.6 Nýtt mat á studíum áhættumats á grunni vöktunarmiðurstaðna:

Eftirfarandi breytingar eru gerðar á studíum áhættumats:

Studáttar áhættumats	Fyrri gildi	Ný gildi	Breyting
Soemmbuði strok:			
Harmóníkostrokkull (H)	0,25	0,25	N
Weibull studlar:			
$\beta =$	2,5	2,5	N
$n =$	120	120	N
Endukumuhlutfall (L_{∞})	1,65%	1,5%	J
Skoðið strok:			
Weibull studlar:			
$\beta =$	2	1,5	J
$n =$	1000	540	J
Endukumuhlutfall (L_{∞})	3,3%	1,1%	J
Strokkustrokkull (δ) (fiskarmótt):	0,8	0,8	N
Hlutfall slótbuð/soemmbuði	50/50	50/50	N

3.7 Fyrirhyggjandi aðgerðir

Fyrirliggjandi náðurstöður sýna greinilega mikilvægi þess að hafa nægilega vegaengd milli eldsvoða og laxveiða. Í safjardardjúpi eru tvær laxveiðir staðsettar nærrí botnu fjardarins. Því er lagt til í áhættumatinu að staðsettning eldiskva skalí vera á svæðum sem eru vestan við linu sem dregin verði milli Æðeyjar og Ógurness.

Árvakar „Riverwatcher“ laxateliðarar hafa verið settir upp í báðum laxveiðiðum í Ísafjardardjúpi (Langadalsá og Laugardalsá). Þessir teljarar eru net tengdir og því hægt að skoða bæmar útsendingar af göngufiskum á heimasiðu Hafnarfossknastofnunar. Þessi heimasiða er opin almenningi og er skoðuð af okkar sérfaðingum 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 Breiddalsá á Austfjörðum, sem liggur næst laxveiðissvæðunum í þessi fjöldungi. Áætlað er að það kerfi verði komið í gagnið voruð 2021.

Enn eru í gildi þær fyrirhyggjandi aðgerðir sem nefndar voru í fyrra áhættumati.

3.8 Pakkarorð

Vöktnarverkefnid, sem tengist strokkórum í veiðam, varð til fyrir tilstudíum og samvinnu margra einstaklinga, sem tilkynntu um grunsamilega fiska í ém og sendu sýnl. Einnig hafa ýmis felagssamtök, stangaveðifélag vitt og breitt um landið, areigendur, fiskeldisfyrirtæki ásamt stofnumunum og fyrirtækjum sva sem Matis ehf. svo og stjórnarsýslustofnanir svo sem MAST, UST og Fiskistofa stutt við verkefnid. Við viljum hér með þakka fyrir allan stuðning og samvinnu við það að vakta fjöldi strokkaxa í veiðam 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 Trondelag etter ramminger fra lokaltetene Gjertvogen og Austvika i 2018. NINA Rapport 1636. Norsk institutt for naturforskning.
- Aronsen, T., Bakke, G., Barlaup, B., Hårdesson Berntsen, J.H., Diserud, O., Fiske, P., Fjeldheim, P.T., Flora-Larsen, B., Glover, K., Heino, M., Husøy, Å., Næsje, T., Skoglund, H., Sollie, V.P., Saegrov, 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., Flora-Larsen, B., Hölthe, E., Ulvan, E. M., Bremset, G., Sollie, V. P., Østborg, G. M., Lamberg, A., and Næsje, T.F. (2019b). Overvåkning av rømt oppdrettslaks i elv og sjø etter ramminger fra havmed i Frøtavat høsten 2018. NINA Rapport 1703. Norsk institutt for naturforskning.
- Barson, N., Aykannat, T., Hindar, K., Baranski, M., Bolstad, G., Fiske, P., Jacquemyn, C., Jensen, A., Johnsson, S., Karlsson, S., Kent, M., Moen, T., Niemelä, E., Nome, T., Næsje, T., Grell, P., Rönnakanniemi, A., Saegrov, H., Urdal, K., Ehnroth, 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., Cousin, I. D., and Quinn, T. P. (2015). A collective navigation hypothesis for homeward migration in anadromous salmonids. *Fish and Fisheries*, 17:523–542.
- Blair, G. and Jason, V. (2014). Offshore Mariculture Escapes Genetic/Ecological Assessment (OMEGA) Model, Version 1.0. Model overview and user guide. ICES/International.
- Bolstad, G. H., Hindar, K., Robertsen, G., Jonsson, B., Saegrov, H., Diserud, O. H., Fiske, P., Jensen, A.-I., Urdal, K., Næsje, T. F., Barlaup, B. T., Flora-Larsen, B., Lo, H., Niemelä, E., and Karlsson, S. (2017). Gene flow from domesticated escapes alters the life history of wild Atlantic salmon. *Nature Ecology & Evolution*, 1(3).
- Bradbury, T.R., Duffy, S., Lehner, S.J., Johannsson, R., Fridriksson, J.H., Castellani, M., Burgetz, L., 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., Gibey, 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., Heima, M., Gilbey, J., Araki, H., Þvásand, T., and K.A., G. (2015). Issem: An individual-based Atlantic salmon population model. *PLoS One*.

Danielssdóttir, 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 Guðmundsdóttir, A. (2017). Vökutunarrannsóknir á laksstofni Laxár í Ófumur 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, 1959–2004. *ICES Journal of Marine Science*, 63:1162–1189.

Fiskeridirektoratet (2019a). Matfiskproduksjørt 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/Akkvakultur/Tall-og-analyse/Rømmingsstatistikk>

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., Mjølnnerød, I. B., Jonsson, B., Baitstad, 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 Leoniz, C. G., Ensing, D., Cauwelier, E., Cherbonnel, C., Consuegra, S., Coulon, M. W., Cross, T. F., Crozier, W., Diltane, E., Ellis, J. S., García-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., Stradineyer, L., Vaha, J.-P., Veselov, A. J., Webster, L. M. J., McGinnity, P., and Verspoor, E. (2013). A microsatellite baseline for genetic stock identification of European Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *ICES Journal of Marine Science*, 70:662–674.

Glover, K., Solberg, M., McGinnity, P., Hindar, K., Verspoor, E., Coulson, M., Hansen, M., Araki, H., Skaala, O., and Þvásand, T. (2017). Half a century of genetic interaction between farmed and wild Atlantic salmon: Status of knowledge and unanswered questions. *Fish and Fisheries*, 18: 850–877.

- 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., & Skaaia, O. (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., Sævik, A. G. E., & Skaaia, 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 Skaaia, O. (2006). Genetic assignment identifies farm of origin for Atlantic salmon *Salmo salar* escapees in a Norwegian Fjord. *ICES Journal of Marine Science*, 63:912–920.
- Glover, K. A., Urda, K., Næsje, T., Skoglund, H., Floro-Larsen, B., Otters, H., Fiske, P., Heino, M., Aronsen, T., Saegrov, H., Diserud, O., Barlaug, B. T., Hindar, K., Bakke, G., Solberg, I. and Løn, H., Solberg, M. F., Karlsson, S., Skaaia, O., Lamberg, A., Kamstød-Hanssen, O., Muñoz, 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*, 76:41151–1161.
- Green, D. M., Peacock, D. J., Migaud, H., Bron, J. E., Taggart, J. B., and McAndrew, B. J. (2013). The impact of escaped farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) on catch statistics in Scotland. *PLoS One* 7(9), e43580.
- Gudbergsson, G. (2015). Lax- og silurgtveitin 2015. VMST/16026.
- Gudbergsson, G. and Einarsson, S. M. (2004). Hlutall merktra laxa sem sleppt er og veiddust oftar en anna sinn í Íslenskum um sumaríð 2003. VMST-R/0410, page 9.
- Gudbergsson, G. and Einarsson, S. M. (2007). Ahrif veida og sleppa á laxastofna og veiditólfur. *Fraðgögn landfiskihávins*, 4: 196–204.
- Gudbergsson, G. and Sigþorsson, O. (2007). Lax sem meðaflí íslenskra fiskuskipa (salmon as a by-catch on Icelandic fishing vessels). *Veldimáðurinn*, 182:46–49.
- Gudjonsson, S. (1991). Occurrence of reared salmon in natural salmon rivers in Iceland. *Aquaculture*, 98:133–142.
- Gudjonsson, S., Jonssom, 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. *Hafnarfjörður*.
- Gudmundsson, L. A., Gudjonsson, S., Marteinsson, G., Scarneccia, D. L., Danielsson, A. E., 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 Þeik, E. (2003a). Slysættingar á eldislaxi á Írinu 2003 - 2003 - kynþroskahús og endurheimtsur. Fiskistofa. http://www.fiskistofa.is/media/lexe_silungsavíð/VGlysækrysia2004-002.pdf
- Gunnarsson, V. I. (2002). Hugsanleg áhrifeldislaxa á náttúrulega lakastofna. Gefni út af embætti veidmálastjóra, 67. <https://sjavarutvegur.is/wp-content/uploads/2016/12/VIG2002-hugsanleg-áhrif-eldislaxa.pdf>
- Gunnarsson, V. I. (2007). Reynslu af spókylældi á Íslandi. *Hafnarfjörðuninn, Fjölinn*, 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. Veidmálastofnun.
- 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., Kålaas, S., and Urdal, K. (2017). Gjenfangst av oppdrettslaks etter romming fra lokaliteten Bergadalen i Hardangerfjorden, mai 2016. Rødgivende Biologer AS / 2275.
- Hindar, K., Diserud, O., Fiske, P., Karlsson, S., Bolstad, G., Foldvik, A., Wennevik, V., Bremset, G., and Røsten, C. (2016). Evaluering av nasjonale laksevassdrag og nasjonale laksefjorder: Rømt oppdrettslaks; genetisk innkryssing og bestandsstatus. *NINA Rapport 1461*.
- Hindar, K., Fleming, I. A., McGinnity, P., and Diserud, O. (2005). 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.veldimalestjori.is

- Jónsson, I., Antonsson, T., and Gudjónsson, S. (2008). Relation between stock size and catch data of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Iceland Agric Sci.* 21:
- Jónsson, I., R. and Antonsson, T. (2004). Laxar af eldsuppruna endurheimtir á Austurlandi sumarið 2003. *Vefslámlosstofnun, VMST-R/D403*, page 14.
- Jónsson, I., R., Antonsson, T., and Gudjónsson, S. (2008). Relation between stock size and catch data of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Iceland Agric Sci.*, 21:61–68.
- Kambestad, M., Slikveitland, S. E., and Urdal, K. (2017). Gjentagst av oppdrettslaks etter rømming fra lokalitetene 13345 Oterstegdalen i 2018. *Rødgivende Biologer AS / 2816*.
- Kanstad-Hanssen, O., Lamberg, A., and Mulaadal, R. (2017). Overvåking av elver og utsak av rømt oppdrettslaks - tiltak etter rømming fra Salmar Nord's lokalitet Kvitfløget 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 7kmp-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, R. 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., Prodohl, P., Ferguson, A., Hynes, R., Ó Maoláidigh, 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.fraistofa.is/media/laxa_silungssvld/460-2004.pdf

Olafsson, K., Hjorleifsdottir, S., Pampouli, 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., Pampouli, 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/acon/2016/WGNAS/wgnas_2015.pdf

Piccolo, J. and Orlíkowska, 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 Neale, 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., Berntsen, B. T., Svåsand, 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). Stangaveföldmarkaðurinn á Íslandi: með að heildar tekjum af laxveiði leyfðum árin 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). Oppvandring og innslag av oppdrettslaks i norske lakseelver; basert på videoovervåking, fangstfeller og driftstelling. NIVA Rapport, 1104. 53 pp.

- Taranger, G. L., Karlsen, O., Bannister, R. J., Glover, K. A., Husa, V., Karlsbakk, E., Kvamme, B. O., Boeaspen, K. K., Bjørn, P. A., Finstad, B., Madhun, A. S., Morton, H. C., and Syåsand, T. (2015). Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. ICES Journal of Marine Science, 72:997–1011.
- Verspoor, E. (2017). Population structuring in Scottish Atlantic salmon (popmod). Personal communication.
- Vidalsson, F. and Guðjónsson, S. (1991). Hlutdeild eldilstaxa fám við Færafíða. VMST-R/91015, page 49.
- Vidalsson, F. and Guðjónsson, S. (1993). Hlutdeild eldilstaxa í am á sv-horni landsins, samkvæmt hreisturslestri. VMST-R/93015, page 38.
- Youngson, A., Webb, J., MacLean, I., and Whyte, B. (1997). Frequency of occurrence of reared Atlantic salmon in Scottish salmon fisheries. ICES Journal of Marine Science, 54:1216–1220.